

An anatomical illustration of a hip joint, showing the femur (thigh bone) and the acetabulum (hip socket). A white prosthetic implant is visible, representing a total hip replacement. The background is a textured, brownish-gold color with faint, sketchy outlines of other anatomical structures.

Edition Tsunami

Le Manuel Du Resident

Techniques Chirurgicales

Orthopédie-Traumatologie

Exclusivité 2009

Un Grand Remerciement A

Sami_Sami Et Ismailou

Assembled By Tsunami

من صنع إليكم معروفا فكافئوه

Assembled By

فإن لم تجدوا مما تكافئونه

Assembled By Tsunami

فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه

Assembled By

Assembled By Tsunami

Copyright



Appareils de contention externe

Ivan Kempf : Professeur de chirurgie orthopédique et traumatologique à la faculté de médecine de Strasbourg
Laboratoire de biomécanique, 4, rue Kirschleger, 67000 Strasbourg France
Laurent Le Pidhorz : Ancien chef de clinique-assistant des hôpitaux de Strasbourg
Centre de traumatologie et d'orthopédie, 10, avenue Baumann, 67400 Illkirch France

Résumé

Résumé. — L'usage des appareils de contention externe permet l'immobilisation d'une fracture ou la correction progressive d'une déformation.

Surtout utilisé depuis le XIX^e siècle, le plâtre est le matériau de référence. Les règles de confection de ces plâtres doivent être rigoureuses afin d'éviter les escarres ou les vices de consolidation. Ces règles, et les limites de ces immobilisations, sont bien codifiées et permettent à tous les niveaux l'obtention d'un appareil « confortable » et accepté par le patient. La mise en place d'une telle immobilisation est un acte médical : il est souvent exécuté par un auxiliaire mais toujours sous le contrôle et la responsabilité du médecin. Il impose des explications sur les raisons du traitement et sur les éléments de surveillance du plâtre. Ces éléments de surveillance réalisés par le médecin et/ou le patient permettent le diagnostic précoce des diverses complications de ces immobilisations, en particulier du syndrome des loges ou syndrome de Volkmann, ou des complications thromboemboliques.

D'introduction plus récente, la résine est utilisée dans les immobilisations, le plus souvent en relais d'une immobilisation plâtrée, ou dans des indications plus spécifiques. Par rapport au plâtre, elle permet l'obtention d'appareils plus légers, plus solides, radiotransparents, mais de confection plus difficile et plus onéreuse.

L'immobilisation par contention externe est une méthode thérapeutique utilisée isolément ou en complément d'un acte opératoire, tant dans le cadre de la traumatologie que dans celui de l'orthopédie.

HISTORIQUE

Les appareils plâtrés et leur dérivés assurent la contention non sanglante d'une fracture ou la correction progressive d'une déformation. Ce mode d'immobilisation, tel que nous l'effectuons actuellement, est le fruit d'une longue évolution ayant débuté à la préhistoire.

À partir de l'Antiquité, de nombreuses substances ont été utilisées au cours des siècles afin de contenir un membre : cire, colle de farine, bois, tissus imbibés de jaune d'œuf, terre glaise, résine, carton, amidon, etc. De tels appareils avaient un inconvénient majeur : la sensibilité aux conditions hygrométriques et donc leur relative solidité dans le temps.

Il semble que le plâtre ait été introduit par les Perses vers la fin du X^e siècle, appliqué sous forme de bouillie directement sur la peau.

C'est à A Mathijsen, médecin militaire néerlandais, que revient vers le milieu du XIX^e siècle la paternité de la bande saupoudrée de plâtre sec, mouillée au moment de l'emploi. De même, il a édicté les règles de pose encore de mise de nos jours. En revanche, la durée de prise ainsi que la fixation du plâtre sur la bande demeuraient des problèmes. Cette paternité serait à partager avec Pirogoff, chirurgien russe, qui aurait eu la même idée afin d'immobiliser les fractures.

La chimie moderne a permis de perfectionner la bande de plâtre par addition de produits régularisant son comportement : on voit ainsi apparaître la bande à plâtre adhérent que l'on utilise actuellement. Elle permet la confection d'un appareil dans des délais relativement courts, appareil qui atteint une bonne résistance mécanique rapidement, sans risque de déformation secondaire.

Des matériaux nouveaux plus légers, plus maniables et plus confortables ont récemment fait leur apparition. Ils sont venus s'ajouter aux matériaux plâtrés existants et non les remplacer.

Haut de page

MATÉRIAUX PLÂTRÉS &NBSP;[7]

Matériau

Le plâtre employé est maintenant standardisé. Il est fabriqué à partir du gypse, produit naturel, qui est du sulfate de calcium hydraté. Associé à des solvants organiques, ce sulfate, en bouillie, est déposé sur des bandes de gaze et porté à 150 °C. Lorsque le plâtre est mouillé, il se transforme en gypse, caractérisé par de longs cristaux minces enchevêtrés de façon serrée, donnant après évaporation de l'eau, une masse solide. La dessiccation donne une fine porosité dans le plâtre qui favorise l'aération de la peau. D'une longueur courante de 2 à 3 m, il existe plusieurs largeurs de bandes (de 5 à 60 cm). Selon le type de « plâtre », le début de la prise s'effectue entre 100 secondes et 5 minutes. Le temps de séchage varie entre 30 et 48 heures, selon l'épaisseur de l'appareil, le degré hygrométrique de l'air, la température ambiante et la circulation de l'air autour du plâtre.

Types de bandes (liste non exhaustive) :

- à prise ultrarapide : Biplatrix® (Smith and Nephew) ;**
- à prise très rapide : Gypsona® et Guypse® (Smith and Nephew), Adhe-2® et Véronèse® (Adhésia) ;**
- à prise rapide : Platrix® (Smith and Nephew), Orthona® (Adhésia), Cellona® et Cellamin® (Lohmann Richard Médical) ;**
- à prise lente : Super Adhésia® (Adhésia) ;**
- élastique : Bandes plâtrées élastiques® (Adhésia).**

Confection d'un appareil plâtré

Les règles de confection des appareils de contention, de correction ou de posture sont identiques quel que soit le matériau utilisé. Nous décrivons donc celles de la pose des appareils plâtrés. Elles doivent être appliquées rigoureusement pour éviter la constitution d'escarres ou de vices de consolidation. Il s'agit d'un acte médical, exécuté parfois par le médecin lui-même, ou plus souvent par un personnel auxiliaire, aide-soignant ou aide-plâtrier, formé et bien entraîné à cette pratique. Dans ce dernier cas, le contrôle de l'exécution par le médecin est impératif.

L'appareil doit être solide et le plus léger possible :

- sa confection doit être rigoureuse et simple ;
- la peau doit être protégée par un jersey tubulaire ;
- l'appareil doit être modelé sur le membre et bien lissé avant dessiccation ;
- il ne doit jamais dépasser les articulations métacarpophalangiennes au membre supérieur, et il doit soutenir la face plantaire des orteils ou s'arrêter à la racine des orteils au membre inférieur. Il ne doit pas recouvrir les extrémités des membres, sauf indication particulière ;
- la vigilance doit être encore renforcée si le patient est sous narcose et ne peut donc fournir aucune indication immédiate sur le confort du plâtre ;
- tout appareil circulaire assurant la contention d'une lésion traumatique récente doit être fendu longitudinalement, de bout en bout « jusqu'au dernier fil », après durcissement, afin d'éviter des compressions en raison d'une poussée d'œdème.

Préparation

Elle est importante afin de réaliser l'appareil plâtré selon un rythme continu. Le membre à immobiliser est recouvert d'un jersey tubulaire en coton préalablement roulé, après lavage et traitement des lésions cutanées préexistantes. De diamètre adapté, il est appliqué en le déroulant afin d'éviter les plis, sources d'irritation locale, voire d'escarres. Le rembourrage est effectué le plus souvent par une ouate orthopédique, coton ou ouate synthétique Soffban® (Smith and Nephew), Adhéssoft® (Adhésia), Bande de protection hydrofuge® (3M), Ouate de rembourrage® (Lohmann Richard Médical),... qui, appliquée sur toute la longueur du membre, permet de protéger les saillies osseuses et les divers points de compression (**tableau I**). Il facilite aussi l'ouverture du plâtre à son ablation. Il ne doit pas être trop important au risque de rendre l'immobilisation inefficace. Un double jersey sans adjonction de ouate est de préférence utilisé dans les réductions orthopédiques, afin de mieux modeler le plâtre, mais l'appareil doit alors être fendu. Certains protègent les points de compression par du feutre. Les bandes de plâtre sont préparées en fonction de leur taille et de leurs caractéristiques ainsi que les attelles qui renforcent l'appareil lors de sa confection. L'eau utilisée est froide ou légèrement tiède (20 à 25 °C) et changée entre chaque plâtre. L'augmentation de la chaleur de l'eau raccourcit le temps de prise du plâtre.

La position du membre est définie avant la réalisation du plâtre et est maintenue durant toute celle-ci par le patient confortablement installé, ou un aide. Elle répond à des critères que nous développerons dans les paragraphes suivants. Elle ne doit en aucun cas être modifiée pendant la dessiccation du plâtre, au risque d'induire, au pli de flexion des articulations, un appui excessif, source d'escarres ou de syndromes compressifs vasculaire ou nerveux.

Immersion et application

Les bandes de plâtre, déroulées sur les premiers centimètres, sont maintenues

élimination du plâtre. Elles sont appliquées sur le jersey en épousant les formes anatomiques. La bande est déroulée d'une main en évitant les plis ; l'autre main de l'opérateur étale la partie déroulée et la lisse en même temps. Ce lissage, à chaque tour de bande, évite le feuilletage entre les couches, assure l'homogénéité du plâtre et permet l'expulsion des bulles d'air. Au niveau des plis de flexion des articulations, il faut éviter l'application transversale de la bande au risque de former une bride, source de striction. Chaque bande est déroulée en recouvrant le tour de bande précédant de la moitié de la largeur de celle-ci. Le jersey est retourné aux extrémités avant les dernières bandes afin d'éviter le contact du plâtre avec la peau. Les attelles de renforcement sont incluses dans l'appareil avant l'application de la dernière bande. Le plâtre est ensuite moulé sur le membre, surtout au niveau des saillies osseuses autour des articulations. Ce modelage se réalise mains à plat en évitant de laisser les empreintes des doigts sur l'appareil, facteurs d'hyperpression localisée. Le lissage du plâtre est fait une fois que le plâtre a acquis une certaine tenue, avec le bord cubital de la main, la première commissure ou un morceau de plastique ou de latex préalablement humidifié. La réalisation et la finition d'un plâtre doivent aboutir à un « objet » esthétique, témoin de la rigueur du traitement et important pour le moral du patient. La solidité de l'appareil ne dépend pas du nombre de bandes utilisées, mais de la répartition de celles-ci. Lors du durcissement du plâtre, un échauffement d'une trentaine de degrés est normal.

L'appareil plâtré doit être annoté au crayon à encre avec la date de confection, les dates prévues du changement et de l'ablation, les noms du médecin prescripteur et de la personne l'ayant réalisé, ainsi que, le cas échéant, le dessin de la fracture ayant motivé l'immobilisation.

Le plâtre est sec passé un délai de 36 à 48 heures. Nous recommandons la reprise de l'appui sur les immobilisations du membre inférieur au-delà de 48 heures, de ne pas sécher le plâtre par des moyens artificiels, ni reposer le plâtre sur une surface dure, au risque de le déformer.

Deux autres règles classiques doivent être rappelées :

- l'immobilisation d'une fracture doit englober les articulations sus- et sous-jacentes ;
- il ne faut pas serrer les tours de bandes pour éviter la striction après dessiccation. Sarmiento ^[6] a partiellement relativisé ces deux règles (cf infra).

Une fois l'appareil plâtré achevé et la prise assurée, il doit être fendu d'une extrémité à l'autre, afin, qu'en cas d'œdème, il n'y ait pas de compression et que les deux berges puissent être écartées si nécessité. Cette ouverture est guidée par une cordelette mise au contact du jersey avant la réalisation du plâtre. L'ablation de la cordelette à travers la fente est synonyme d'ouverture complète du plâtre. Après confection, l'auteur de l'appareil doit vérifier qu'il n'existe pas de compression sur les zones décrites dans le **tableau I** et que les possibilités fonctionnelles des articulations sus- et sous-jacentes sont préservées. Après fonte de l'œdème, l'appareil est fermé par addition d'une bande de plâtre.

Conseils à donner au patient

Après la confection d'un plâtre, des explications doivent être données au patient. Un imprimé les résumant peut lui être remis. Ces conseils sont les suivants :

- éléments de surveillance (cf infra) ;
- surélévation du membre immobilisé, surtout dans les premiers jours après le traumatisme ou l'acte opératoire :
 - membre supérieur : maintien par une écharpe de façon à ce que le poignet soit plus haut que le coude par rapport à l'horizontale, main surélevée sur un coussin lors du décubitus ;
 - membre inférieur : le plus souvent dans la journée, être assis avec le talon reposé sur une chaise afin que la cheville soit surélevée par rapport au genou ; la nuit, surélever les pieds du lit de 5 à 10 cm ;
 - entretien quotidien de la musculature surtout au membre inférieur, par des contractions isométriques, et des amplitudes articulaires des articulations

sus- et sous-jacentes laissées libres par l'immobilisation, surtout au niveau des doigts ;
ne pas mouiller l'appareil ;
éviter de conduire un quelconque moyen de transport ;
consulter rapidement un médecin en cas d'apparition d'un signe anormal ou d'une détérioration du plâtre.

Ablation

Elle se fait à l'aide d'une scie oscillante à plâtre. L'appareil est fendu longitudinalement, et retiré à l'aide d'une pince écarte-plâtre, d'une pince « bec de canard » ou de ciseaux. Il ne faut pas suivre les saillies osseuses, telle la crête tibiale, pour retirer les appareils plâtrés, au risque d'occasionner des lésions cutanées. Le membre libéré est lavé.

Avantages de l'appareil plâtré

En général, on note :

- une relative facilité d'exécution ;
- un faible coût ;
- une bonne tolérance ;
- une porosité permettant l'aération de la peau ;
- peu de phénomènes allergiques.

Dans le traitement des fractures, c'est :

- l'innocuité ;
- le risque infectieux réduit ;
- la qualité mécanique du cal ;
- les retouches possibles par gypsotomie, en cas d'imperfection de réduction (cf infra) ;
- le résultat esthétique avec absence de cicatrice.

Inconvénients de l'appareil plâtré

En général, on note :

- l'inconfort, en raison de l'immobilisation des articulations sus- et sous-jacentes, en particulier chez les personnes âgées ;
- le risque thromboembolique et les autres complications (cf infra).

Dans le traitement des fractures, ce sont :

- l'imprécision de réduction ;
- la radiotransparence hétérogène rendant difficile la surveillance radiologiques des fractures articulaires, des petits os du carpe ou du tarse, ou en cas d'ostéoporose.

Complications

Elles sont nombreuses. On a même parlé à leur propos de « maladie des plâtrés ». Elles concernent l'ensemble des appareils de contention et de correction, et tout particulièrement les plâtres circulaires utilisés dans le traitement non sanglant des fractures. Ces complications, associées à l'inévitable inconfort du plâtre, expliquent leur relative impopularité chez les patients ; d'autre part elles imposent au praticien, au médecin ou au chirurgien des astreintes de surveillance et de suivi qualifiées à tort de fastidieuses.

Complications orthopédiques

Déplacement secondaire du foyer de fracture

Il est provoqué par plusieurs facteurs qui peuvent s'associer :

en premier lieu, les limites de la méthode : l'appareil plâtré n'assure, en effet, qu'une immobilisation imparfaite des fragments, en particulier des fractures instables et dans certaines localisations (bras, cuisse, etc.) ;

la fonte de l'œdème, la résorption de l'hématome périfracturaire, et l'amyotrophie détectables par l'apparition d'un liseré clair entre le plâtre et les contours du membre ;

la fragilisation de l'appareil plâtré.

Ce déplacement peut être évité par une surveillance régulière clinique et radiologique, par la fermeture précoce du plâtre fendu après fonte de l'œdème, sa consolidation ou mieux son changement en cas de détérioration, par les contractions musculaires régulières sous plâtre et par la mise en charge précoce. La survenue d'un déplacement secondaire, malgré ces précautions, impose une reprise de la réduction éventuellement sous anesthésie générale.

Raideurs tardives à l'ablation de l'appareil plâtré

La marche, les exercices sous plâtre peuvent en atténuer l'importance. Accompagnant le traitement par plâtre classique d'une fracture diaphysaire, elles disparaissent plus ou moins complètement après une rééducation bien conduite. Sarmiento, en libérant dès le 10^e jour les articulations sus- et sous-jacentes, et en réintroduisant précocement le jeu articulaire et la mise en charge, a apporté une contribution décisive à la prévention de ces troubles. La théorie et la pratique de l'appareil de Sarmiento (*functional bracing*) seront exposées au paragraphe sur les « appareils plâtrés du membre inférieur ». Les raideurs après fractures articulaires sont beaucoup plus rebelles et laissent souvent des séquelles définitives. Pour cette raison, le traitement par immobilisation de ces fractures a été presque abandonné au bénéfice du traitement chirurgical qui autorise la mobilisation et la rééducation précoces.

Algoneurodystrophie ou ancien syndrome de Sudeck-Leriche

Ce syndrome est beaucoup plus redoutable et imprévisible. Survenant toujours chez des patients hyperanxieux, il se manifeste par des raideurs hyperalgiques accompagnées de troubles trophiques (hypersudation, cyanose, atrophie musculaire). La radiographie objective une déminéralisation régionale dont l'aspect pommelé est caractéristique. Le traitement est long, complexe et difficile. Les troubles ne sont pas toujours réversibles et peuvent laisser dans les cas graves, en particulier au niveau de la main, des séquelles anatomiques et fonctionnelles définitives. Leur prévention par des mobilisations précoces, des contractions musculaires ou la mise en charge est aléatoire.

Complications cutanées

Elles sont fréquentes avec les plâtres circulaires :

banales et bénignes à l'ablation du plâtre (peau sèche, desquamations, poussée de pilosité, cyanose des extrémités), ces petits désagréments disparaissent en peu de temps par des soins appropriés ;

à l'opposé, les ulcérations cutanées sous plâtre peuvent survenir à tout moment, tout particulièrement au niveau des saillies osseuses, sièges d'élection des points de compression. Elles doivent absolument être évitées. Au départ, simple irritation cutanée, pouvant entraîner des douleurs et une

élévation de la température, la lésion peut aller jusqu'à l'escarre profond et se révéler par une tache suspecte à la surface du plâtre ou par des signes infectieux. Cette complication est évitable par la confection minutieuse de l'appareil plâtré, et par la vérification fréquente du plâtre. Il faut savoir effectuer une fenêtre en regard de la zone suspecte, la répéter et ne pas hésiter, s'il y a une menace cutanée, à changer le plâtre.

Complications graves

Elles demeurent exceptionnelles et ne doivent pas se voir avec une bonne surveillance.

Phlébite sous plâtre et maladie thromboembolique

C'est une complication sérieuse et fréquente, presque exclusivement consécutive aux immobilisations du membre inférieur. En raison même de la présence de cet appareil, le diagnostic précoce est souvent malaisé. Douleur ou striction sous plâtre, accélération du pouls, fébricule, œdème des orteils, angoisse attirent l'attention, mais c'est assez souvent l'apparition de phénomènes emboliques plus ou moins intenses, rarement massifs ou même mortels, qui révèlent la complication. L'examen clinique du membre, après découpe du plâtre, la phlébographie ou l'échodoppler confirmeront le diagnostic et seront suivis de la mise en route du traitement curatif.

La prévention systématique de cette complication est impérative. Elle permet d'en limiter la fréquence. Le traitement anticoagulant adéquat sera initié par le chirurgien, poursuivi et surveillé par le médecin traitant à domicile jusqu'à ablation du plâtre.

Complications nerveuses

Au membre supérieur, elles concernent les nerfs ulnaire et radial et plus rarement le nerf médian. Au membre inférieur, c'est surtout le sciatique poplité externe. Ces complications associent des paresthésies distales, des troubles objectifs de la sensibilité et des modifications trophiques de la peau. Elles sont le plus souvent provoquées par un plâtre circulaire ajusté. Tout fourmillement impose l'ouverture de l'appareil plâtré, voire son ablation afin de supprimer la compression.

Complication vasculaire

C'est la complication la plus redoutable. Elle débute par une cyanose des extrémités, puis se manifeste par le refroidissement distal, l'absence de pouls, les dysesthésies des extrémités et surtout la douleur. Ce tableau réalise le classique syndrome de Volkmann aux conséquences fâcheuses. Il peut s'installer quelques heures après la confection d'un plâtre, mais le risque persiste quelques jours.

Fréquent chez l'enfant au membre supérieur, il peut compliquer aussi les immobilisations des membres inférieurs. Les séquelles sont graves. La prévention se fait par l'ouverture systématique de tout appareil plâtré circulaire aux membres et par la surveillance vigilante, en particulier des pouls périphériques, les premiers jours. En cas d'apparition des premiers symptômes, l'ablation immédiate de l'appareil plâtré s'impose, suivie de la recherche de la cause — lésions vasculaire, syndrome des loges, plâtre trop serré — avec le plus souvent un geste chirurgical de décompression et/ou de réparation vasculaire complémentaires.

Gypsotomie

Dans certains cas de réduction de fractures diaphysaires ou métaphysodiaphysaires des os longs, on peut être amené à corriger un défaut d'axe sous plâtre. On pratique alors une gypsotomie (fig 1, 2, 3 et 4) sur plâtre sec qui est une section pratiquement circonférentielle du plâtre permettant une correction angulaire. Elle ne nécessite pas d'anesthésie générale, tout au plus une simple prémédication. Le plus souvent, il s'agit d'une gypsotomie d'ouverture fixée par une cale en bois, ou un fragment de liège taillé à la bonne épaisseur.

Toute gypsotomie impose, après dessiccation, la vérification de l'état cutané en regard de l'ouverture.

Surveillance d'un plâtre

Les règles de surveillance d'un plâtre doivent être précises, rigoureuses, expliquées au patient et au personnel hospitalier. Cette surveillance attentive est non seulement effectuée dans les suites immédiates, mais au long cours, durant toute la durée de l'immobilisation. En cas de sortie immédiate du patient, des consignes strictes et précises concernant cette surveillance doivent lui être fournies. La surveillance porte :

- sur le plâtre lui-même : état, efficacité, bonne adaptation, présence éventuelle de taches suspectes, points de faiblesse, etc ;

- sur les plaintes du patient : douleurs sous plâtre, diffuses, localisées, insomniantes, non influencées par la position du membre, lancinantes ou à type de tension, sensation d'irritation, de plaie, de compression, dysesthésies, brûlures ;

- sur des examens cliniques répétés des zones explorables (limites proximales et distales de l'appareil plâtré) : mobilité, trophicité, couleur, cyanose, sensibilité des doigts et des orteils, œdème, odeur, signes d'une des complications citées (cf supra) ;

- sur des contrôles radiographiques séquentiels et programmés.

La découverte d'un de ces signes, même si les pouls pulpaux ou périphériques sont normaux, implique la consultation immédiate d'un médecin, l'ouverture du plâtre avec le jersey, la surélévation du membre, voire la prise des pressions des différents compartiments et, si nécessaire, une aponévrotomie en cas de syndrome des loges.

Règles d'or :

- ne jamais prendre à la légère les plaintes d'un malade plâtré ; mieux vaut fenêtrer, fendre, changer le plâtre à la moindre alerte, voire à la suite d'une fausse alerte, que de pêcher par omission.

Différents appareils plâtrés

Nous décrivons les principaux appareils plâtrés, utilisés à l'heure actuelle, au niveau des différents segments du corps. Le matériel (jersey, ouate orthopédique, feutres de protection, et bandes plâtrées) est choisi et préparé dans les dimensions et quantités appropriées à chaque localisation, et est fonction de la dextérité, de l'expérience et de l'habitude de la personne qui immobilise, ainsi que de l'âge et de la corpulence du sujet. La confection des appareils plâtrés doit toujours débuter de la partie proximale du membre vers

plus courantes mais celles-ci ne sont pas limitatives. Il convient d'expliquer au patient le but du traitement, et le déroulement de l'immobilisation, afin de faciliter celle-ci, ainsi que la durée et les différentes séquences du traitement.

Les appareils décrits sont circulaires. Ils peuvent tous être réalisés en version simplifiée sous forme d'attelles enveloppées dans du jersey et maintenues par des bandes, ou de gouttières mieux moulées, plus solides et plus confortables, obtenues par découpe en bivalve d'un plâtre circulaire bien matelassé.

Appareils du membre supérieur

Au membre supérieur, toute bague ou bracelet doit être ôté avant le début de la contention. La position de fonction est coude à 90° de flexion, avant-bras en demi-pronation ou pronation neutre, poignet à 20° de flexion dorsale et doigts en position intrinsèque plus (articulations métacarpophalangiennes en flexion et interphalangiennes en légère flexion). Le patient est installé assis ou en décubitus, membre supérieur soutenu par un aide, ou en traction à l'aide de doigts japonais en cas de fracture du poignet nécessitant une réduction orthopédique.

« Boléro » plâtré

Cet appareil de contention est remplacé, dans de nombreuses équipes, par des anneaux de contention ou par un jersey tubulé matelassé, qui reprennent l'immobilisation en 8, maintenant les épaules en rétropulsion.

Ce boléro était employé dans les fractures de la clavicule.

Plâtre thoracobrachial (fig 5)

Cet appareil immobilise l'épaule, le bras, le coude et l'avant-bras. Il est fait, patient assis sur un tabouret ou en décubitus dorsal (cf infra, Confection d'un corset) et est composé de deux parties (thoracique et brachiale) réalisées successivement.

Commencer par le corset thoracique confectionné avec deux bretelles, s'appuyant sur les crêtes iliaques dont la réalisation est identique à celle du corset plâtré.

Recouvrir le membre supérieur à immobiliser de deux attelles, interne et externe, unies en proximal au corset, en protégeant le creux axillaire.

Fixer à ce moment la position du membre supérieur par rapport au corset (en règle, épaule en abduction à 45 - 50°, en antépulsion de 45° et en rotation neutre), celle du membre supérieur étant celle d'un plâtre brachiopalmaire de même que les limites inférieures du plâtre à la main.

Solidariser les deux attelles par des tours de bandes circulaires et des attelles de renforcement.

Découper la bretelle controlatérale au membre immobilisé.

Assurer la consolidation possible du montage par interposition d'une baguette de bois entre le bras et la partie basse du corset, baguette qui est ensuite noyée dans le plâtre.

vérifier l'ampliation thoracique et la flexion des deux cuisses qui doivent être possibles jusqu'à 90°.

Il faut rappeler qu'il est possible d'associer à cet appareil un système de traction réalisé par bande et attelle, ou par broche transolécrânienne noyée dans le plâtre.

Cette immobilisation était utilisée dans les fractures de l'omoplate, de l'extrémité supérieure de l'humérus ou de la diaphyse humérale. Actuellement, nombre de ces fractures sont traitées de manière chirurgicale, ou par des appareils d'abduction manufacturés, adaptables et amovibles, ou par de simples bandages coude au corps type Desault ou Dujarier.

Plâtre brachioantébrachial (en réalité brachiopalmaire) (fig 6)

Le coude, l'avant-bras et le poignet sont immobilisés par cet appareil dans la position de fonction déjà décrite, sauf indication particulière.

Appliquer le jersey et la ouate orthopédiques sur le membre supérieur, avec un trou dans le jersey au niveau du pouce.

Débuter l'appareil sur la partie proximale du bras, sous le creux axillaire en interne et au-dessous du trochiter en externe en évitant de comprimer le nerf radial à sa face postérieure.

Éviter de passer les bandes de plâtre transversalement au niveau du pli du coude. Les passer en 8 à ce niveau, ou en confectionnant au préalable une chambre antérieure avant de poser les bandes transversalement. Il est impératif de ne pas modifier l'angulation du plâtre à partir de ce moment.

Arrêter le plâtre au niveau de la main, sur la face dorsale, au niveau des têtes des métacarpiens en les recouvrant, ce qui permet un drainage efficace des veines du dos de la main et, sur la face palmaire, au niveau du pli de flexion proximal de la main afin de permettre une flexion des métacarpophalangiennes. Dégager la base du pouce afin d'autoriser une abduction sans conflit.

Maintenir le plâtre par une écharpe, de façon à ce que le poignet soit surélevé par rapport au coude.

Ce genre d'immobilisation est utilisé dans les traumatismes du coude, de l'avant-bras ou du poignet, que le traitement soit chirurgical ou orthopédique, dans la période postopératoire des interventions réglées des mêmes parties du membre et, pour certains, dans le traitement par plâtre pendant des fractures de l'humérus (un poids est alors accroché à la partie antébrachiale de l'appareil).

Plâtre antébrachiopalmaire ou manchette plâtrée (fig 7)

Il laisse libre le coude, et immobilise le poignet et le carpe.

Débuter l'appareil au niveau du coude, à deux travers de doigts sous le pli de flexion du coude, vérifier sa liberté à la fin du plâtre (mêmes limites inférieures que celle du plâtre brachioantébrachial).

Mouler ce plâtre parfaitement afin qu'il ne glisse pas et qu'il ne perde son action de contention.

Cet appareil est employé dans les traumatismes de l'avant-bras et du poignet, le plus souvent en relais à 3 ou 4 semaines d'un plâtre brachioantébrachial, ou dans la chirurgie réglée du poignet.

Variantes

Manchette scaphoïde (fig 8) : mêmes limites que la manchette plâtrée, à laquelle est ajoutée une bande immobilisant le pouce, articulation métacarpophalangienne comprise, en position d'opposition et d'abduction maximales. Ce plâtre est utilisé dans les traumatismes du scaphoïde ou dans les entorses de l'articulation métacarpophalangienne du pouce. Certains préfèrent immobiliser le coude dans le traitement des fractures du scaphoïde.

Gantelet plâtré : c'est une manchette scaphoïde qui s'arrête au ras du poignet. Il est utilisé, par certains, en cas d'entorse métacarpophalangienne du pouce. Elle est avantageusement remplacée par l'attelle commissurale du premier espace.

Appareils de la ceinture pelvienne et du membre inférieur

pelvipédieux ou cruropédieux, les longues immobilisations au lit, et est réalisée une sollicitation mécanique du squelette et des muscles (dynamisation) bénéfique pour la guérison des lésions. La réalisation de ces appareils plâtrés nécessite souvent la présence d'un aide. Ils sont effectués en décubitus dorsal ou jambe pendante. La position de fonction du membre inférieur est genou à 10° de flexion et cheville à angle droit sans désaxation de l'arrière-pied. Il ne faut pas oublier la prescription systématique d'une prophylaxie antithrombotique.

Plâtre pelvipédieux (fig 9)

Il immobilise le bassin et la totalité du membre inférieur allant des dernières côtes et prenant également le pied, assurant ainsi un meilleur confort et évitant les points de compression du rebord du plâtre sur le tendon d'Achille.

Mettre le jersey de la base du thorax jusqu'à la partie supérieure des cuisses, en n'oubliant pas de préparer la fenêtre épigastrique, le « garde-manger » (pelote placée dans la région épigastrique et ôtée à la fin du plâtre). Protéger le périnée avec du sparadrap pendant la confection.

Enfiler le jersey au membre inférieur, en faisant chevaucher les deux jerseys. Ne pas oublier de matelasser les points d'appui.

Placer le patient sur la table avec le pelvisupport.

Dérouler les bandes en modelant les crêtes iliaques, le pubis, les grands trochanters, les saillies du genou et les malléoles. L'immobilisation du membre inférieur reprend les critères déjà cités.

Renforcer, par des attelles (5 à 6 épaisseurs de bandes de 15 cm de large), les faces antérieures et latérales, partant des épines iliaques et finissant au-dessous du genou, ainsi que l'articulation entre les deux parties du plâtre par une attelle cravatant le sommet de la cuisse. Il est encore utilisé chez le jeune enfant, exceptionnellement chez l'adulte, après chirurgie de la hanche, fracture du cotyle, dans les atteintes infectieuses de la hanche et aussi du fémur.

Autres versions

Le bermuda plâtré (fig 10) est un pelvipédieux allégé qui s'arrête au-dessus du genou, de façon à permettre la flexion de celui-ci. Il peut être utilisé en relais d'un plâtre pelvipédieux, pour des lésions traumatiques ou dystrophiques de la hanche chez l'enfant. Certains traitent de la sorte les fractures engrenées en coxa valga du vieillard.

Le plâtre pelvibicruropédieux ou plâtre pelvipédieux + bermuda controlatéral est un appareil très lourd, imposant le décubitus. Il est nécessaire lorsqu'il faut immobiliser la hanche lésée en forte abduction, ou, chez le petit enfant, afin de bien bloquer le bassin dans la prise en charge des luxations congénitales de hanche.

Plâtre cruropédieux (fig 11)

C'est un des plâtres, avec le plâtre brachioantébrachial et la botte plâtrée, les plus fréquemment confectionnés. Le membre inférieur est immobilisé en position de fonction réalisée avec un support à genou placé dans le creux poplité ou une tierce personne qui permet de mieux régler et maintenir la légère flexion du genou (5-10°) et la position du pied à angle droit. Le patient est en décubitus dorsal, fesse homolatérale surélevée par un coussin qui corrige la rotation externe automatique du membre inférieur et surélève celui-ci.

Débuter le plâtre en réalisant correctement un appui trochantérien (mettre le membre légèrement en abduction pour bien modeler le plâtre sur le sommet du grand trochanter).

Renforcer la partie curojambière par une longue attelle postérieure et une courte antérieure.

Arrêter le plâtre sous la tête des métatarsiens, ou confectionner une semelle allant au-delà des orteils.

Retirer le support à genou, en vérifiant l'absence de compression du creux poplité et passer une dernière bande sur le genou. Si le patient doit être mis

en charge, placer une talonnette dans l'axe du squelette jambier ou une semelle de marche.

Ses indications sont nombreuses et concernent tous les âges : immobilisation postopératoire après intervention pour lésions osseuses, tendineuses, articulaires du membre inférieur, traitement orthopédique des fractures de jambe, du cou-de-pied, parfois même du tarse postérieur, etc. Ce long plâtre bloquant le genou et la tibiotarsienne, remontant haut à la racine de la cuisse, en place 3 mois dans le traitement classique, selon Böhler, des fractures de jambe ^[1], même muni d'une semelle de marche, est indiscutablement inconfortable, en particulier pour les personnes âgées ; il est aussi responsable de raideur, de troubles trophiques et d'amyotrophie.

Appareil de Sarmiento (fig 12)

Sarmiento a introduit, en 1967, un nouveau concept de traitement des fractures de jambe basé sur trois principes :

- l'immobilisation des articulations sus- et sous-jacentes n'est pas indispensable à la consolidation ;
- la reprise fonctionnelle précoce favorise l'ostéogenèse ;
- l'immobilisation stricte du foyer de fracture n'est pas une condition préalable à la guérison des fractures.

Son appareil est appliqué entre le 12^e et le 15^e jour après le traumatisme. Il comporte :

- une emboîture supérieure inspirée de celle des prothèses d'amputation de jambe (*Patellar tendon bearing prosthesis* : PTB) comportant une sorte de bouclier antérieur remontant à trois travers de doigts au-dessus du bord supérieur de la rotule, moulé sur le tendon rotulien, prolongé par des ailettes latérales antirotatoires appliquées sur les joues condyliennes et laissant totalement libre le creux poplité. Ainsi est obtenue une liberté articulaire tout en préservant la stabilité rotatoire ;

- le manchon plâtré, proprement dit, appliqué à contact étroit sur la jambe et moulé sur les tubérosités tibiales et la face interne de l'os. Ce contact « total étroit » transforme le segment jambier, selon la théorie de Sarmiento et en raison de la nature inextensible des aponévroses jambières enveloppant les muscles, en un système indéformable et incompressible qui « encapsule », stabilise la fracture et s'oppose aux angulations et au raccourcissement (fig 13) ;

- la partie distale :

- soit s'arrête au cou de pied en venant s'appuyer sur les malléoles, les rebords antérieur et postérieur étant échancrés pour permettre les mouvements du cou de pied. Une articulation en plastique munie d'une coque talonnière est fixée sur cette extrémité ; elle permet le port d'une chaussure. C'est le *functional brace* proprement dit ;

- soit le cou de pied et le pied sont pris dans le plâtre, l'ensemble étant muni d'une semelle ou d'une talonnette de marche. C'est la botte de Sarmiento.

L'appareil peut être également réalisé en plastique thermomalléable plus léger et plus confortable. Le plâtre de Delbet (fig 14) est considéré comme le précurseur de l'appareil de Sarmiento. Ces mêmes principes de traitement ont été étendus par Sarmiento aux fractures de la diaphyse humérale qui représentent un bon terrain d'application. Pour le fémur et les deux os de l'avant-bras, en revanche, cet auteur a trouvé peu d'adeptes.

Plâtre cruromalléolaire ou gaine plâtrée (fig 15)

Sa réalisation est identique à celle d'un plâtre cruropédieux qui s'arrêterait au niveau des deux malléoles. Il immobilise le genou et permet la mobilité tibiotarsienne en flexion-extension. Deux méthodes sont possibles pour mouler le plâtre au niveau des saillies malléolaires :

poser la bande au ras des malléoles et modeler avec la paume de la main celles-ci ;

effectuer un rembourrage, telle une « patte d'éléphant », sur les reliefs malléolaires avec de la ouate orthopédique, faire le cruropédieux puis le découper en avant et en arrière de la tibiotarsienne. Cette découpe, respectant le recouvrement malléolaire, permet le jeu normal de la flexion et de l'extension de la tibiotarsienne.

Bien mouler le plâtre sur le bord supérieur de la rotule, le tendon rotulien, les condyles fémoraux et les deux malléoles, afin d'éviter à l'appareil de glisser.

Ce plâtre était utilisé pour les atteintes osseuses ou ligamentaires du genou. En traitement d'attente ou en période postopératoire, il est souvent remplacé par des attelles amovibles type Zimmer®, ou par une simple attelle plâtrée postérieure.

Variantes

Le plâtre cruromalléolaire ou cruromalléolaire articulé était utilisé pour la dynamisation des fractures de la moitié inférieure du fémur et pour celles de l'extrémité supérieure du tibia, mais aussi dans les entorses du genou. À l'instar de la gaine plâtrée, il est remplacé à l'heure actuelle par des appareils manufacturés.

La genouillère plâtrée, allant de mi-cuisse à mi-jambe : nous nous contentons de la mentionner car elle est peu utilisée ; elle immobilise mal et est inconfortable car elle a tendance à glisser.

Botte plâtrée (fig 16)

Elle immobilise la cheville et les os du tarse. Elle débute sous le genou et va jusqu'aux orteils. Elle est réalisée jambe pendante, le pied à 90°, l'opérateur pouvant faire reposer les orteils sur son genou. Une alternative est la réalisation de cette botte, le malade en décubitus, le genou sur un support à genou, le pied étant maintenu à angle droit par une tierce personne.

Débuter le plâtre au niveau de la tubérosité tibiale antérieure. En arrière, dégager le creux poplité afin d'autoriser 90° de flexion du genou. En latéral, recouvrir la tête du péroné et ne pas passer au ras du col de cet os en raison du risque de compression du nerf sciatique poplité externe.

Renforcer la botte par la pose d'une attelle plâtrée postérieure.

Terminer le plâtre, au minimum, au niveau de la racine des orteils, ou mieux réaliser une semelle plantaire sur laquelle ceux-ci reposent.

Le cas échéant, mettre une talonnette dont la place, importante, est dans le prolongement de l'axe du tibia. L'appui ne sera autorisé qu'après 48 heures de séchage. Il est souhaitable de compenser l'inégalité de la longueur des membres inférieurs au niveau de la chaussure contralatérale.

Cette botte est largement utilisée dans les traumatismes de la tibiotarsienne et du pied, et également dans la chirurgie réparatrice. Elle peut comporter une chambre talonnière comme l'a proposé Graffin pour les fractures du calcanéus. En cas de rupture du tendon d'Achille, la cheville est immobilisée en flexion plantaire maximale.

Chausson plâtré

Il peut être utilisé dans la chirurgie de l'avant-pied pour permettre un moulage à la marche. En réalité, il est inconfortable en raison de son bord supérieur agressif pour le pourtour du cou de pied et le tendon d'Achille. Il vaut mieux se contenter d'une simple attelle plâtrée postérieure ou si nécessaire confectionner une botte plâtrée plus efficace et plus confortable.

Appareils du rachis

Nous n'évoquerons pas les plâtres de réduction pour scoliose type EDF®, ni les contentions en matériel synthétique des scolioses qui font l'objet d'une description détaillée dans un fascicule traitant de ce sujet.

Minerve (fig 17)

Elle immobilise le rachis cervical. Le menton, les lobes des oreilles et les tubérosités occipitales en sont les limites supérieures ; les dernières côtes les limites inférieures. La position de la tête est en inclinaison et rotation nulle et en rectitude ou en discrète antéflexion (10 à 20°), sauf indication spécifique. Elle est réalisée patient assis sur un tabouret, les mains reposant sur les genoux et le tronc étant redressé. La tête est maintenue en exerçant une légère traction :

- soit par un étrier de Gardner accroché à une poulie ou tenu par un aide pendant la confection du plâtre, étrier qui sera ôté une fois le plâtre dur ;
- soit par une tierce personne qui maintient la tête en corrigeant les rotations ou inclinaisons.

Elle peut être aussi réalisée en décubitus dorsal, la traction étant nécessaire.

Faire attention à l'hypotension orthostatique, ou au malaise vagal fréquent chez les patients alités quelques jours avant la confection de la minerve.

Passer le jersey autour de la tête et du cou et l'unir à celui du corset, trouer le jersey au niveau du nez et des yeux. Les points à éviter de comprimer sont soigneusement capitonnés par du feutre, en particulier l'axe trachéal.

Débuter le plâtre en entourant le rachis cervical d'une bande sans serrer, puis confectionner la partie thoracique.

Mettre des attelles : antérieures du menton à l'appendice xiphoïde, postérieures des tubérosités occipitales à D8, croisées autour du cou et latérales recouvrant les épaules. Passer les dernières bandes après avoir retourné les extrémités des jerseys, et ajuster le jersey au niveau de la tête.

Modeler la nuque, les appuis mandibulaires et sous-mentonniers, la partie interscapulaire et le manubrium sternal.

Bien libérer les oreilles et autoriser une petite ouverture buccale. Si besoin, en cas de compression ou de gêne à la déglutition, pratiquer une fenêtre en regard la glotte saillante. De même, libérer les aisselles et les articulations acromioclaviculaires afin d'autoriser l'abduction des épaules.

Cette minerve est indiquée dans les cas de fractures de la colonne cervicale non déplacée et relevant d'un traitement orthopédique. Dans le cas de fractures du rachis cervical haut, un appui (ou bandeau) frontal est rajouté à l'appareil, qui est placé au ras des sourcils et qui a l'avantage de libérer le menton rendant ainsi l'appareil plus confortable

Variantes

Le haut de col : ce plâtre qui reprenait la partie haute de la minerve plâtrée, était utilisé dans les suites d'interventions du rachis cervical et dans les traumatismes ligamentaires. Il est remplacé par le collier de Schanz.

Corset plâtré type Böhler ^[1]

Cet appareil permet la contention de la charnière dorsolumbaire et du rachis lombaire, et est basé sur trois points d'appui, à savoir, le manubrium, le pubis et la charnière dorsolumbaire (fig 18). Ces limites sont, en haut, le manubrium

sur deux tables, une sangle, passée en regard du niveau lésé, étant reliée à une poulie fixée au plafond (actuellement nous utilisons une table type Cotrel®). Si une réduction est inutile, le patient est plâtré debout en lordose lombaire, se maintenant sur deux aides ou s'aidant de deux manches à balai. Dans le cadre d'une lésion fraîche, cet appareil n'est à exécuter qu'après la reprise du transit intestinal.

Habiller le patient d'un double jersey avant de le placer sur la table.

Bien protéger les zones d'appui à savoir les crêtes (surtout les épines iliaques). Mettre une pelote dans le creux épigastrique qui facilite la découpe du « garde-manger » à la fin du plâtre.

Après pose des premières bandes, mettre les attelles de renfort sur toute la hauteur du corset : antérieures sur les lignes mamelonnaires, postérieures sur la ligne des épineuses, croisées dans la région lombaire et axillaires.

Bien modeler les crêtes, les appuis supérieurs (manubrium et colonne dorsale haute) et inférieurs (sacré et pubien). Dégager les creux axillaires ainsi que les plis inguinaux pour permettre la flexion de hanche à 90°.

Enlever la sangle et faire les finitions, en particulier découper la fenêtre épigastrique.

Il faut conseiller au patient de fractionner ses repas et d'éviter les prises alimentaires trop importantes. En cas de gêne gastrique, a fortiori de vomissements, il ne faut pas hésiter à ôter l'appareil. Ces corsets sont indiqués dans les réductions de certaines fractures du rachis dorsal inférieur ou du rachis lombaire. Au bout de 6 semaines de corset en plâtre, celui-ci peut être changé par un corset en résine, amovible.

Variantes

Le lombostat plâtré : utilisé dans la chirurgie du rachis lombaire, ou dans le traitement des lombalgies, il est remplacé par le lombostat en coutil baleiné manufacturé.

Haut de page

NOUVEAUX MATÉRIAUX SYNTHÉTIQUES

Généralités

Depuis les années 1970, les immobilisations orthopédiques peuvent être réalisées avec des matériaux synthétiques, alternative à l'utilisation du plâtre. Ceux-ci nécessitent une gestuelle de pose particulière et des indications précises et sélectionnées.

Types de bandes (liste non exhaustive)

Dynacast extra® ou Pro® (Smith and Nephew).

Scotchcast® (3 M Santé) : le produit obtenu est rigide.

Softcast® (3 M Santé) : plus souple que le Scotchcast®, le produit obtenu est semi-rigide. Il est utilisé avec le Scotchcast®, en association dans les contentions, et non dans les immobilisations.

Cellacast® (Lohmann Richard Médical).

Autre bandes de contention

Combinaison de plâtre et de résine : Cellamin® (Lohmann) en prenant garde aux personnes sensibles aux formaldéhydes.

Bandes de résine se travaillant à froid, à l'acétone : Verplex® (VT Plastic) produit interdit dans certaines régions, du fait du risque d'explosion de l'acétone lors de son utilisation, qui nécessite pour être utilisé le respect de normes « antidéflagrant ».

Bandes de résine pour immobilisation ^[3]

Utilisées dans les immobilisations et les contentions, elles sont constituées d'un support synthétique de fibres tissées (surtout de fibres de verre, ou de polyester et/ou de Nylon®), imprégnées d'une résine de polyuréthane qui polymérise dans l'eau. Les bandes plâtrées gardent, dans la majorité des indications, notre préférence pour les immobilisations de première intention en urgence. Les bandes de résine sont alors souvent utilisées en relais d'une immobilisation plâtrée.

Préparation

Elle est identique à celle employée lors de la mise en place d'un appareil plâtré. Le jersey tubulaire est soit en coton, soit en polypropylène hydrofuge (matériel qui peut entraîner une importante transpiration). Il est appliqué en respectant les mêmes consignes que pour un plâtre. Il est recouvert par une ouate orthopédique synthétique de capitonnage. Les bandes de résine sont préparées et sorties de leur sachet de protection, juste avant leur utilisation, sinon elles polymérisent au contact de l'humidité de l'air. Les mains de l'opérateur sont protégées par des gants en latex.

Avant l'application de ces bandes, la position du membre est définie selon les mêmes critères qu'un plâtre standard. Elle ne doit en aucun cas être modifiée, au risque d'induire un pli de flexion, source d'escarre.

Immersion et application

Les bandes de résine sorties de leur sachet sont immergées dans l'eau à température ambiante ou légèrement tiède, jusqu'à disparition des bulles, en ayant pris soin de repérer le début de la bande. L'eau chaude est déconseillée accélérant la polymérisation de ces bandes et rendant difficile la confection de l'appareil. Il en est de même de l'essorage des bandes. Non ou peu essorées, elles sont appliquées à plat en épousant l'anatomie, sans serrer et en prenant soin de ne former aucun pli. Chaque bande est déroulée en recouvrant le tour de bande précédant de la moitié de la largeur de celle-ci (voire des deux-tiers si on désire une rigidité supérieure). Le jersey est retourné aux extrémités après la première bande afin d'éviter que l'arête de résine ne soit contondante pour la peau. Ces bandes polymérisent rapidement après leur trempage et doivent être appliquées dans les 5 minutes. La résine acquiert sa dureté maximale en 30 à 60 minutes. Il faut éviter toute superposition importante de ces bandes, car des zones imperméables seraient créées, sources de complications cutanées. Les fabricants recommandent quatre à cinq couches de résine, soit un aller-retour, si la technique de pose est correcte.

Les bandes peuvent être appliquées différemment, sans trempage préalable, plus ou moins associées à un arrosage au vaporisateur ou à un emballage de l'appareil par un linge mouillé (ce qui permet un bon moulage sur de grands appareils tels corset, minerve, etc.).

Le modelage de ces bandes synthétiques se fait dans les mêmes conditions que celui des bandes plâtrées.. Elles ne requièrent ni lissage, ni ouverture secondaire de l'appareil.

Ablation

Elle se fait à l'aide d'une scie oscillante à plâtre avec une lame spéciale en acier trempé ou en carbure de tungstène, avec une cisaille à cliquet ou à l'azote. L'appareil est découpé en bivalves puis retiré. Il faut être attentif :

- aux brûlures possibles par échauffement de la lame : procéder par petites touches ;
- aux projections de particules de fibres de verre, surtout au niveau oculaire.

Avantages de ces matériaux

- Légèreté des appareils en résine.
- Plus grande solidité.
- Radiotransparence qui permet une surveillance radiologique plus aisée des segments osseux sans ablation de l'appareil.
- Aspect psychologique sur une clientèle exigeante demandant fréquemment l'emploi de ce matériau moderne, hydrophobe et coloré (17 coloris sont proposés par certains laboratoires).
- Possibilité de séchage au sèche-cheveux (en position minimale), en cas de contact accidentel avec de l'eau. En cas d'immersion complète, le séchage parfait de la résine est effectif après 30 minutes de sèche-cheveux. Il vaut mieux éviter de mouiller l'appareil de façon régulière ou prolongée.

Inconvénients et complications spécifiques

- Réalisation plus soignée de la contention que lors d'une immobilisation plâtrée.
- Coût d'un appareil en résine plus élevé (5 à 10 fois) que celui d'un appareil plâtré. Par exemple, une botte plâtrée revient environ à 30 F et une botte en résine coûte de 100 à 500 F, selon la provenance de la résine qui est en prix libre en pharmacie.
- Complications spécifiques surtout d'ordre cutané, les autres complications orthopédiques ou vasculonerveuses étant communes avec les appareils plâtrés. Le caractère hydrophobe de ces résines ne permet pas une aération normale de la peau, favorisant les lésions cutanées à type de macération, démangeaison ou odeur. De plus, la réaction exothermique contemporaine du séchage de la résine peut induire des brûlures, surtout chez l'enfant, lors d'une superposition trop importante de bandes.
- Retouches impossibles sur ces résines, qui impliquent un changement complet de l'appareil en cas de point de compression ou de pli, d'où l'importance du capitonnage et de l'application correcte des bandes.
- Moindre malléabilité de ces bandes synthétiques qui rend leur application plus difficile et plus précautionneuse.
- Dégagement de vapeur d'isocyanate à la polymérisation pouvant induire des allergies (réactions asthmatiques ou dermatologiques) à plus ou moins long terme (jusqu'à 15 ans après).

Indications

L'utilisation de ces bandes en résine se fait dans les cas suivant :

- en relais d'un plâtre postopératoire ;
- en postopératoire immédiat dans la chirurgie des infirmes moteurs cérébraux ;
- dans la confection de corset type St-Lô ou en remplacement d'un corset de réduction d'une fracture de rachis (peut être alors réalisé amovible) ;
- chez des sujets fragilisés à savoir des paraplégiques, des artéritiques ou

sur des neuropathies ;

dans le cas d'une personne désirant aller dans l'eau. Nous déconseillons cependant l'immersion dans une piscine, à visée ludique, ou a fortiori dans une eau salée, afin d'éviter tout phénomène de macération ou de « salaison » cutanée. Cet argument de vente de ces bandes nous semble inopportun, à la vue de certaines complications cutanées observées, sauf en cas d'appareils amovibles.

Matériaux thermomalléables

D'autres matériaux sont disponibles sur le marché, quand on désire conserver l'avantage de la légèreté de ces produits tout en gagnant la possibilité de retouche ultérieure d'une immobilisation.

Matériaux thermomalléables à basse température

Les produits sont accessibles sous deux formes :

plaques de 1,6 à 4,5 mm d'épaisseur, munies ou non de perforations de taille et densité différentes, utilisées dans la confection d'orthèses et permettant la fixation des systèmes mécaniques de celles-ci, par exemple : Adhesplint® (Adhésia), Orfit® (Adhésia), San-Plint® (simple, XR, Poly-form, Synergy) (Smith and Nephew-), Aquaplast® (Smith and Nephew), etc ; à part, les plaques de Fractomed® (Adhésia) de 7 à 12 mm d'épaisseur utilisées dans la fabrication des corsets pour déformations du rachis ou d'attelles prémoulées de membres supérieurs ou inférieurs ;

bandes aux mailles plus lâches que les bandes de résine, par exemple : X-Lite® (Adhésia), San-Lite® (Smith and Nephew), Plast-O-Fit® (Gibaud).

Ces matériaux ont l'avantage de pouvoir être directement moulés sur le patient sans moulage préalable. Ils sont utilisés également pour les immobilisations mais surtout dans la confection du petit appareillage. Légers, radiotransparents, très bien tolérés au niveau cutané, ils sont rigides au-dessous de 40 °C et peuvent être travaillés au-delà de cette température. Ils se ramollissent dans l'eau chaude entre 55 et 80 °C selon les matériaux, ou à la vapeur d'eau. Des retouches locales sont effectuées avec un sèche-cheveux, un générateur de vapeur d'eau ou grâce à un trempage local dans l'eau chaude.

Il existe plusieurs groupes de tels matériaux : les transpolyisoprènes, les copolymères de polyesters, le polycaprolactone et le polyvinyle à l'alcool.

Chaque produit possède des caractéristiques spécifiques tels la mémoire élastique, l'auto-adhérence, le changement de couleur et de texture lors de l'échauffement, la malléabilité lors de la confection de l'appareil, la rapidité de son ramollissement et de son refroidissement, la solidité et l'entretien plus ou moins aisé de l'appareil terminé. Les différentes marques commerciales font état des avantages et des inconvénients propres à leur produit : à l'utilisateur de choisir le matériau le mieux adapté à sa pratique et à ses besoins.

Matériaux thermomalléables à moyenne ou haute température

Utilisés dans le grand appareillage, ils nécessitent un moulage préalable. Souples, semi-rigides ou rigides, ces matériaux se travaillent entre respectivement 130 et 140 °C, et 140 et 240 °C. Nous citons pour mémoire de manière non exhaustive les principales classes : polyéthylène, polypropylène, copolymère (méthacrylates, acétabulate de cellulose), copolymère acrylonitrile de méthacrylate de méthyle (PMMA), verre acrylique, etc.

Mousses expansées

Le Néofrakt® (mousse de polyuréthane expansé) est employé pour les immobilisations de nombreuses parties du corps par certaines équipes. Elle se présente sous forme de deux liquides, à mélanger et couler dans un jersey. Celui-ci se met autour de la partie à immobiliser et se ferme grâce à une tirette. De réalisation aisée et rapide, cette immobilisation est néanmoins assez onéreuse, ne permet pas de retouches et est mal aérée.

Références

- [1] Böhler L. Techniques du traitement des fractures. Wien : W Mandrich, 1953
- [2] Borgi R, Butel J. Manuel du traitement orthopédique des fractures des membres et des ceintures. Paris : Masson, 1981
- [3] Fiches techniques d'immobilisations plâtrées : Laboratoires Fish - Smith and Nephew, Vibraye, 1972
- [4] Kempf I, Graf H, Lafforgue D, Francois JM, Anceau H Traitement orthopédique des fractures de jambe selon la méthode de Sarmiento. *Rev Chir Orthop* 1980 ; 66 : 373-381
- [5] Sarmiento A A functional bracing of tibial and femoral shaft fractures. *Clin Orthop* 1972 ; 82 : 2-13
- [6] Sarmiento A, Latta LL. Closed functional treatment of fractures. Berlin : Springer-Verlag, 1981
- [7] Watson-Jones R. Fractures and joint injuries. Edinburg : Churchill Livingstone, 1955

© 1997 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Fig 1 :

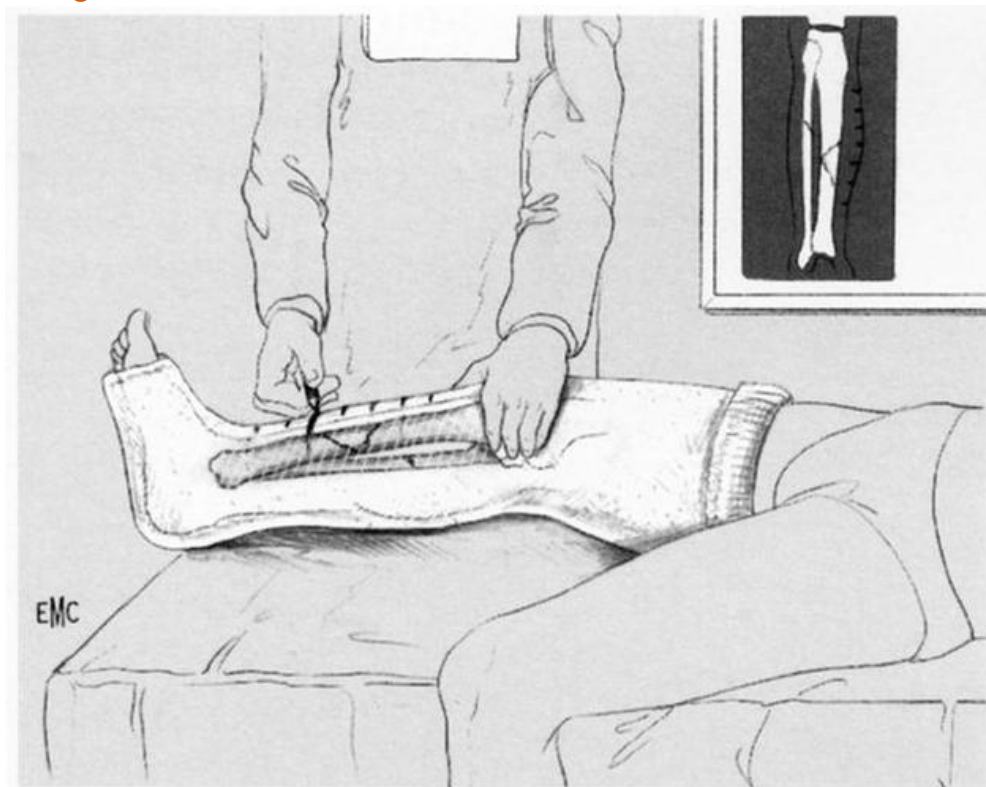


Fig 1 :

Gypsotomie : repérage radiographique du niveau par marqueurs métalliques étagés.

Fig 2 :



Fig 2 :

Gypsotomie : section pratiquement circonférentielle du plâtre à la scie oscillante.

Fig 3 :



Fig 3 :

Gypsotomie d'ouverture maintenue par un fragment de liège taillé à la bonne épaisseur.

Fig 4 :

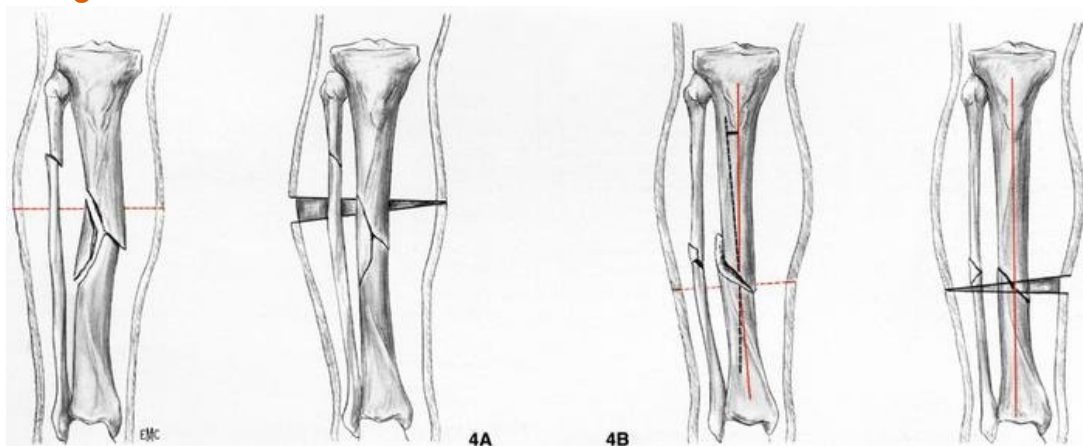


Fig 4 :

Gypsotomie.

A. Correction en varus.

B. correction en valgus.

Fig 5 :

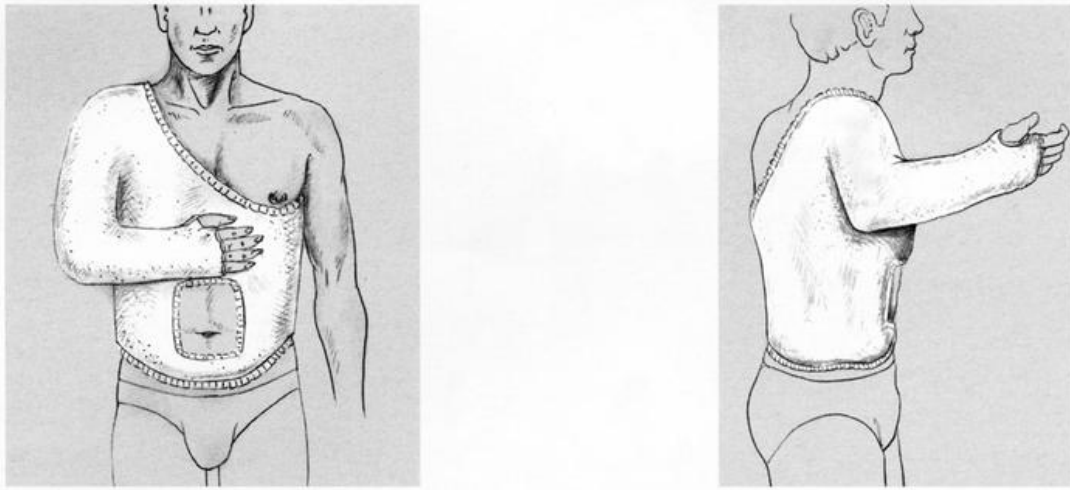


Fig 5 :

Plâtre thoracobrachial.

Fig 6 :

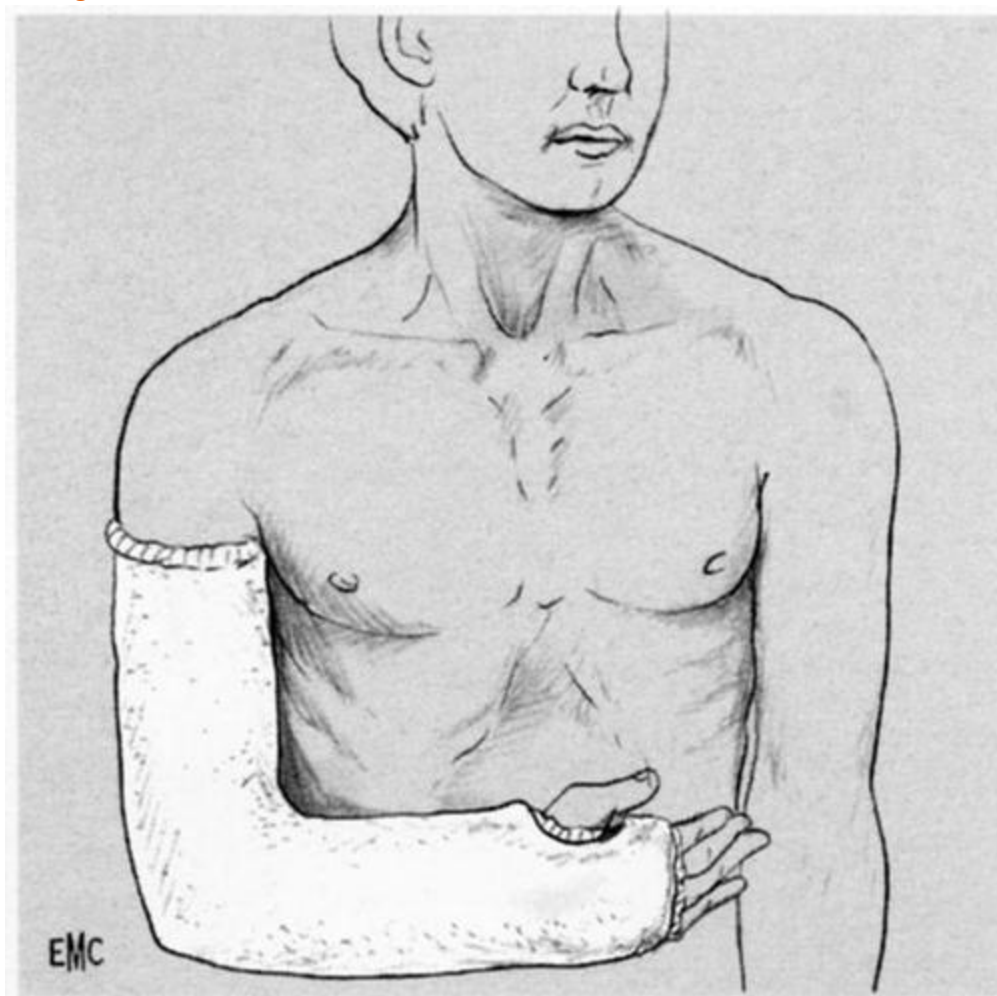


Fig 6 :

Plâtre brachioantébrachial : le plâtre recouvre les têtes métacarpiennes, en dorsal, et s'arrête au pli de flexion proximal de la main, en palmaire.

Fig 7 :

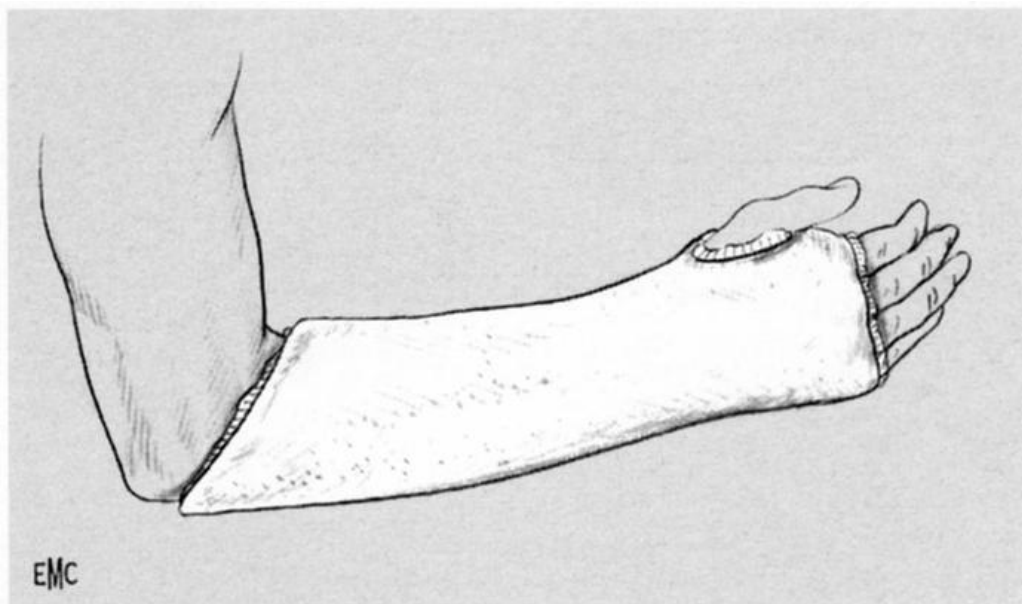


Fig 7 :

Manchette plâtrée : les limites inférieures sont les mêmes que celles du plâtre brachioantébrachial.

Fig 8 :

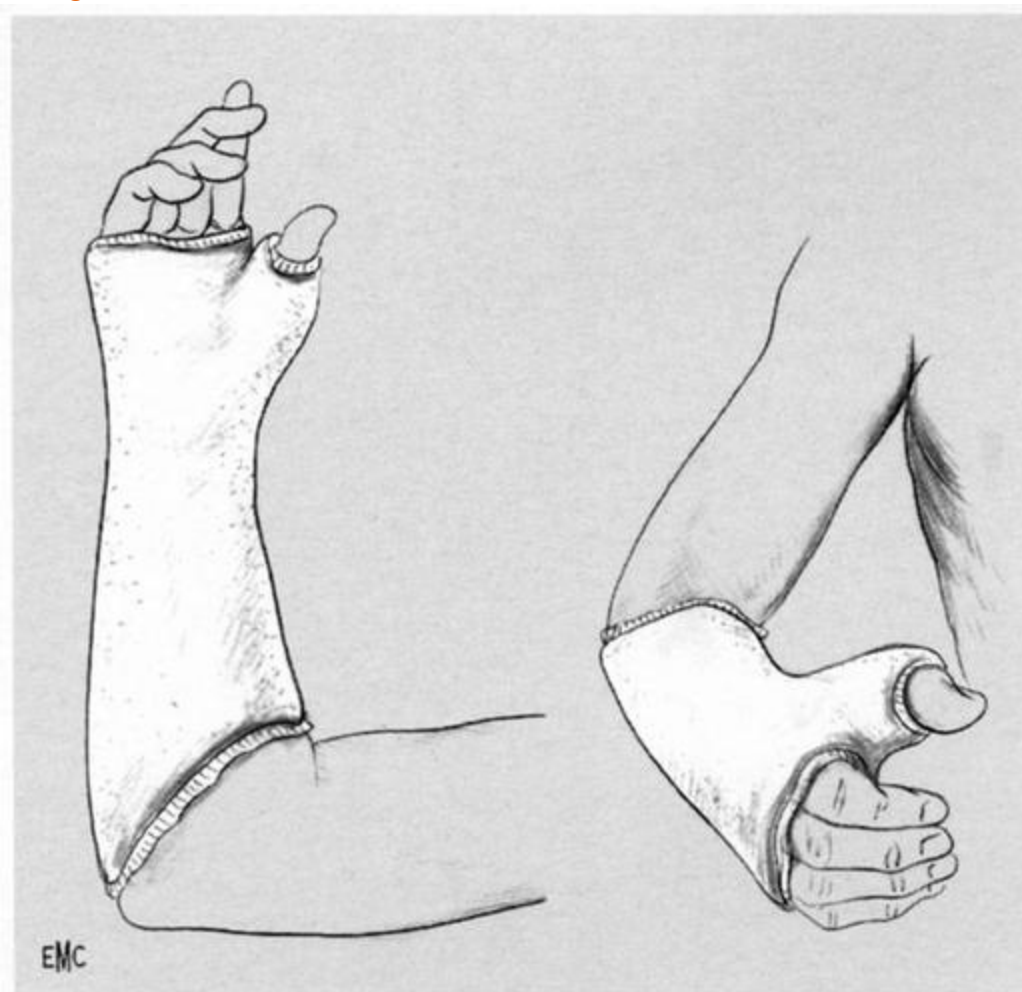


Fig 8 :

Manchette scaphoïde : la colonne du pouce est immobilisée en abduction et opposition, articulation interphalangienne non comprise.

Fig 9 :

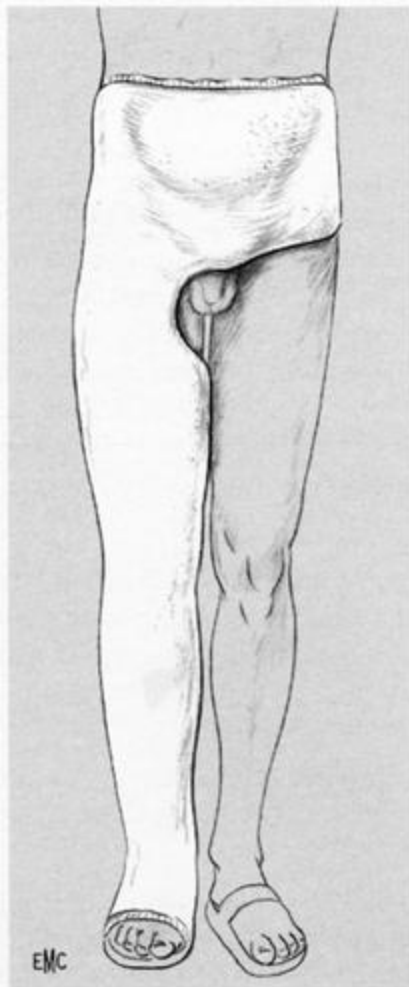


Fig 9 :

Plâtre pelvipédieux allant des dernières côtes au pied.

Fig 10 :

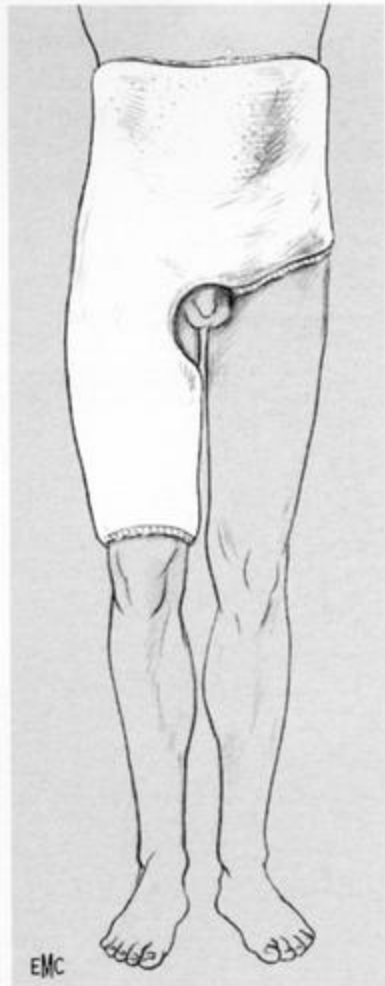


Fig 10 :

Bermuda plâtré.

Fig 11 :

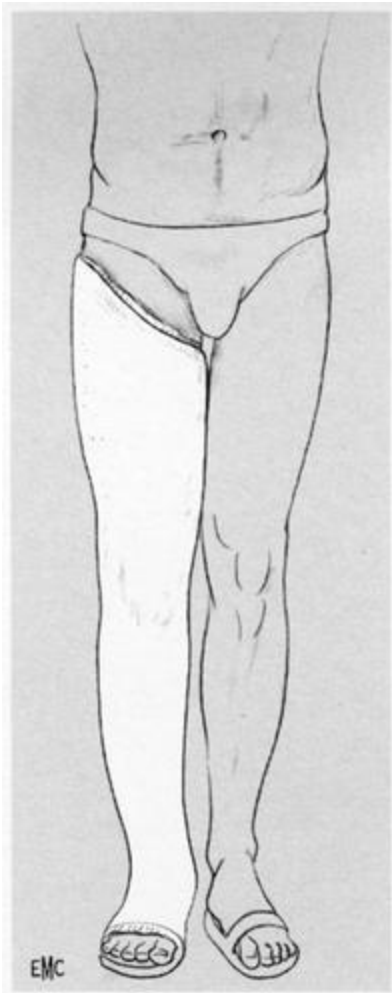


Fig 11 :

Plâtre cruropédiex.

Fig 12 :

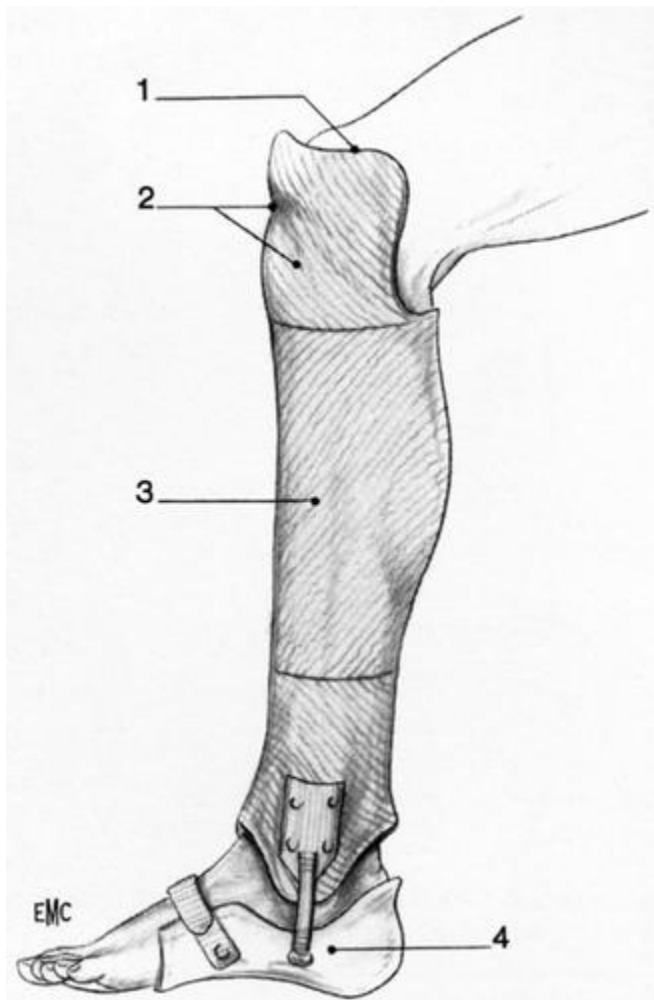


Fig 12 :

L'appareil de Sarmiento (*functional below the knee brace*).

1. Joue condylienne ; 2. bouclier antérieur moulé sur le tendon rotulien ; 3. manchon plâtré ; 4. semelle avec coque talonnière articulée.

Fig 13 :

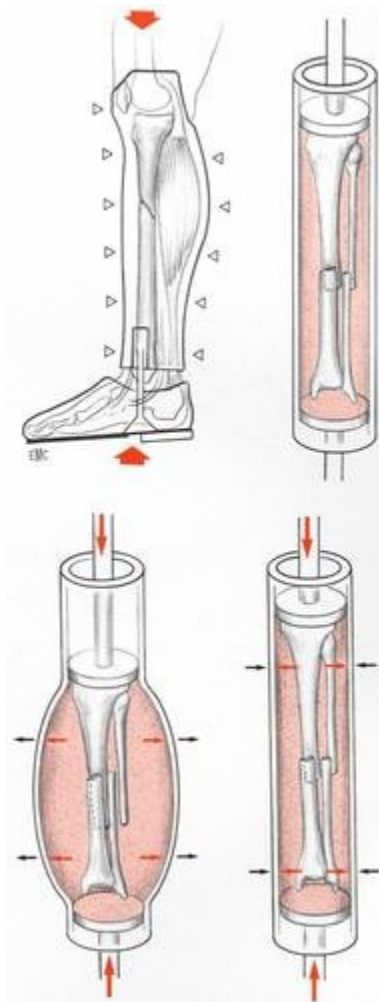


Fig 13 :

Hydraulique de la méthode de Sarmiento : système indéformable et incompressible
« encapsulant » la fracture et s'opposant aux divers déplacements.

Fig 14 :

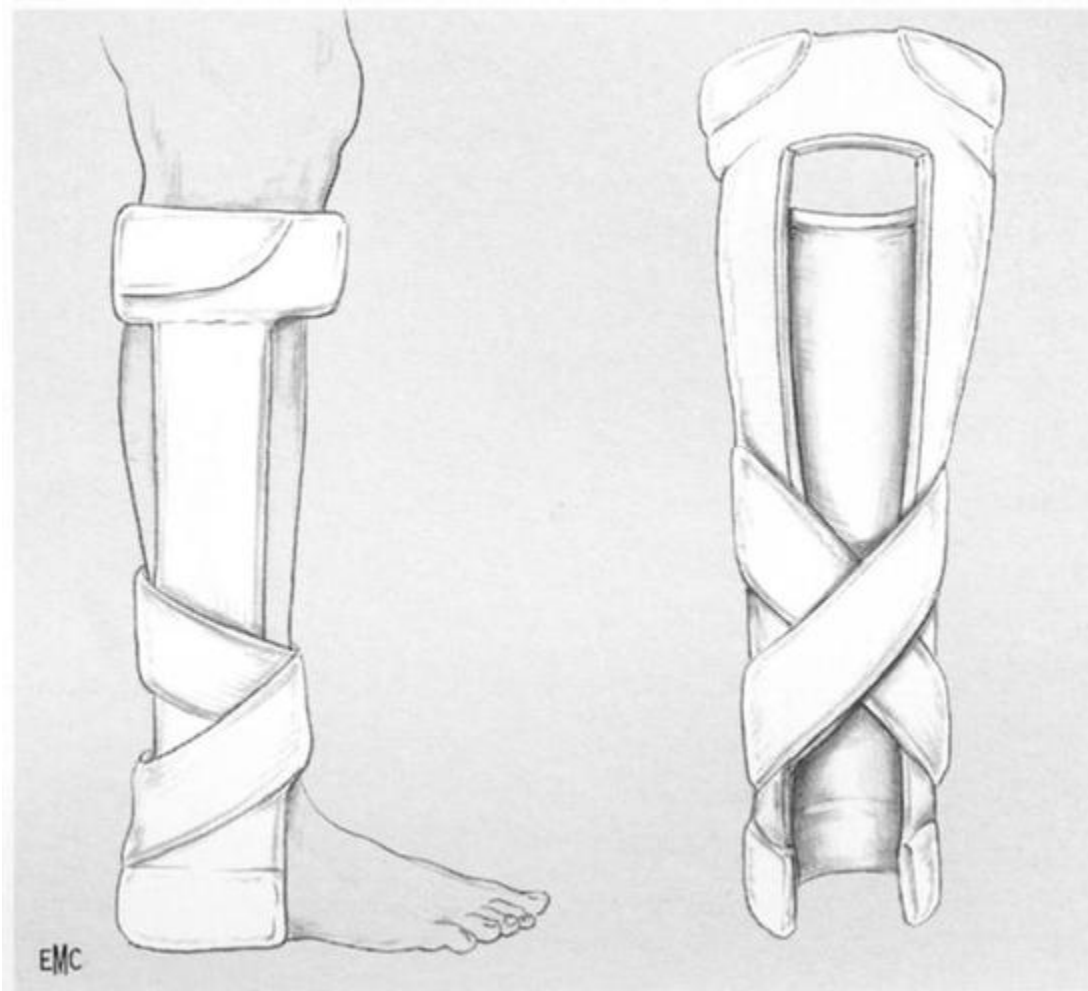


Fig 14 :

Plâtre de Delbet.

Fig 15 :

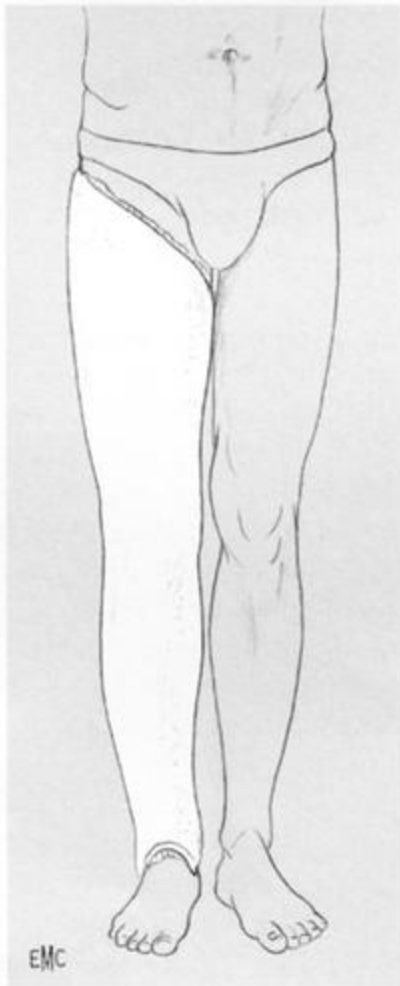


Fig 15 :

Plâtre cruromalléolaire ou gaine plâtrée.

Fig 16 :

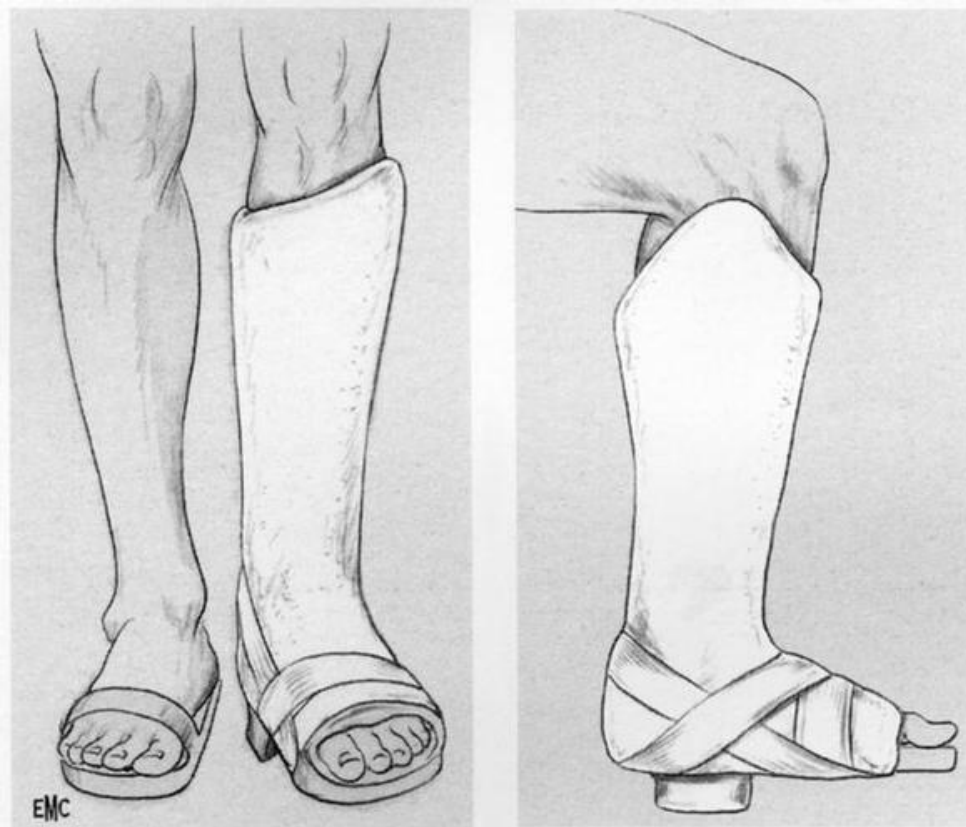


Fig 16 :

Botte plâtrée : la talonnette est dans l'axe du tibia.

Fig 17 :

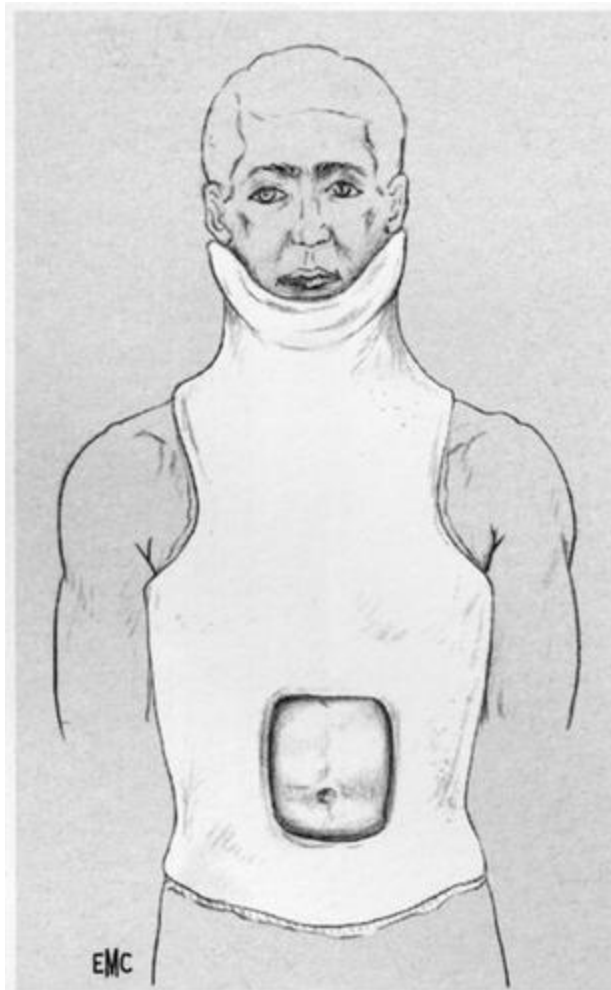


Fig 17 :

Minerve plâtrée.

Fig 18 :

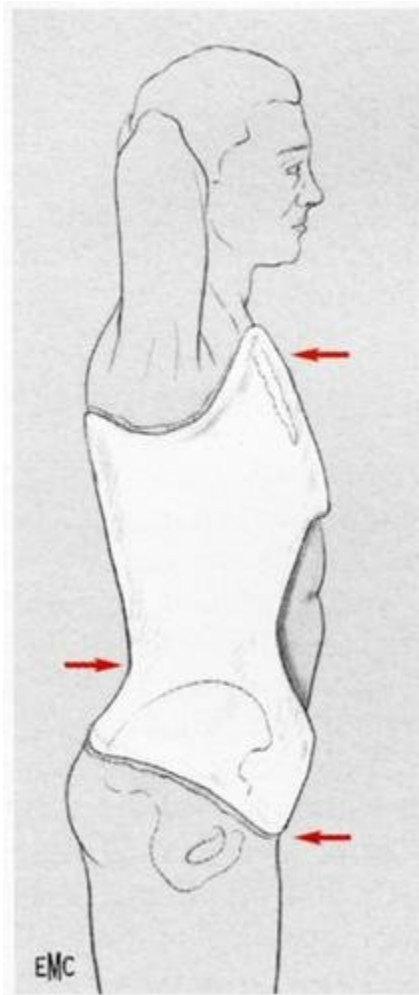


Fig 18 :

Corset plâtré type « Böhrer » avec ses trois points d'appui.

Fig 19 :

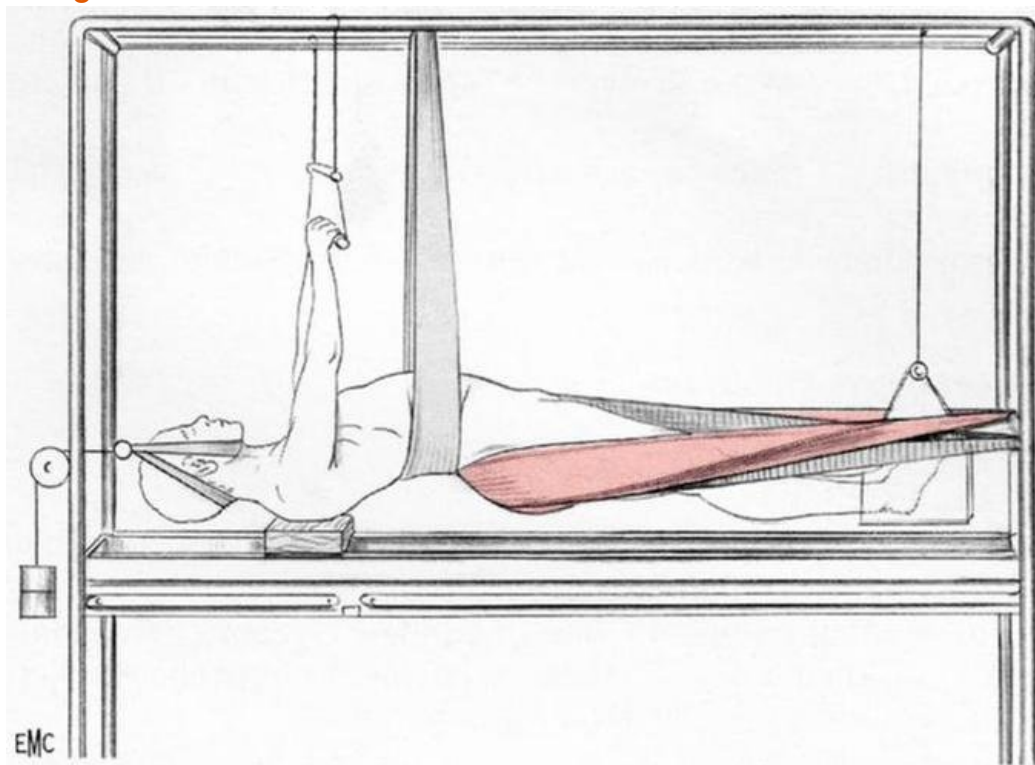


Fig 19 :

Réalisation du corset selon « Böhrer » sur table de réduction, avec traction verticale par bande placée au niveau de la fracture à réduire et contre-traction axiale par mentonnière et bandes placées sur les crêtes iliaques.

Tableaux

Tableau I. – Points ❖ ne pas comprimer et ❖ protéger lors de la confection d'un plâtre.

| | Partie antérieure du corps | Partie postérieure du corps |
|-------------------|---|---|
| Tête | <ul style="list-style-type: none"> – Pointe du menton – Angles de la mandibule – Bord inférieur des mandibules | <ul style="list-style-type: none"> – Occiput – Lobe des oreilles – Mamelles |
| Région cervicale | <ul style="list-style-type: none"> – Glotte – Axe carotidien | <ul style="list-style-type: none"> Apophyses épineuses (C7 surtout) |
| Thorax et abdomen | <ul style="list-style-type: none"> – Clavicules – Dernières côtes – Seins – Creux axillaires – Région épigastrique – Appendice xiphoïde | <ul style="list-style-type: none"> – Épine de l'omoplate – Pointe de l'omoplate – Apophyses épineuses dorsales – Apophyses épineuses lombaires – Dernières côtes |
| Bassin | <ul style="list-style-type: none"> – Épine iliaque antérosupérieure – Crête iliaque – Pli inguinal | <ul style="list-style-type: none"> – Épine iliaque postérosupérieure – Sacrum et coccyx |
| Membre supérieur | <ul style="list-style-type: none"> – Trochiter – Acromion – Pli du coude – Épitrachée et épicondyle – Styloïde cubitale et radiale | <ul style="list-style-type: none"> – Gouttière humérale (nerf radial) – Gouttière rétroépitrachéenne (nerf ulnaire) – Olécrone – Dos de la main |

Membre
inférieur

- Face antérieure du poignet
- Têtes des métacarpiens
- Éminence thénar et hypothénar
- Grand trochanter
- Triangle de Scarpa
- Condyles fémoraux
- Tête et col du péron (nerf SPE)
- Rotule
- Tubérosité tibiale antérieure
- Crête tibiale
- Malléole externe et interne
- Face antérieure de cheville
- Têtes 1^{er} et 5^e métatarsiens
- Creux poplité
- Talon

Arthroscopie chez l'enfant

P. Gicquel

Le matériel d'arthroscopie actuel, notamment motorisé, offre une large gamme de diamètres, qui rend possible l'exploration et surtout la prise en charge de pathologies articulaires, même chez le petit enfant. La plage des indications s'est alors naturellement élargie, au niveau des localisations articulaires concernées même si le genou domine encore, ou pour les pathologies rencontrées. Parmi ces pathologies, les fractures ou les atteintes ostéochondrales microtraumatiques sont les plus fréquentes, au genou, mais également à la cheville ou au coude. Sous réserve de prendre certaines précautions liées à l'âge et à la présence de zones de croissance, la pratique de l'arthroscopie chez l'enfant ne présente pas de risque spécifique par rapport à une pratique adulte.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Arthroscopie ; Physe ; Atteinte ostéochondrale microtraumatique

Plan

| | |
|--|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Spécificités liées à l'âge. Conséquences sur l'installation et le matériel | 1 |
| ■ Installation, voies d'abord, matériel | 2 |
| Arthroscopie du genou | 2 |
| Arthroscopie de la hanche | 2 |
| Arthroscopie de la cheville | 2 |
| Arthroscopie du coude | 2 |
| Arthroscopie de l'épaule | 3 |
| Autres arthroscopies | 3 |
| ■ Indications | 3 |
| Pathologie synoviale | 4 |
| Pathologie ostéochondrale | 6 |
| Pathologie des fibrocartilages | 7 |
| Pathologie tendinoligamentaire et équivalents | 10 |
| Autres indications | 11 |
| ■ Conclusion | 11 |

■ Introduction

L'arthroscopie chez l'enfant a bénéficié des progrès techniques de ces dernières années. En effet, une large gamme de systèmes optiques ou de matériels manuels, mais surtout motorisés, est disponible. Cela rend possible l'exploration et la prise en charge de pathologies articulaires, même chez le petit enfant. La plage des indications s'est alors naturellement élargie et doit encore augmenter dans le futur. Nous présentons les spécificités liées à l'âge pour l'installation et le matériel nécessaire, ainsi que les indications actuelles d'arthroscopie chez l'enfant.

■ Spécificités liées à l'âge. Conséquences sur l'installation et le matériel

La caractéristique majeure de l'enfant est la présence des cartilages de croissance dont la situation à proximité des articulations explorées ne doit pas être négligée. Ainsi, la mise en traction des membres ou les manœuvres de stress visant à décoapter l'articulation doivent être réfléchies et modérées, sachant qu'à part à la hanche, l'utilisation d'une traction n'est jamais nécessaire dans notre pratique.

La décoaptation articulaire est au mieux obtenue par un relâchement optimal du patient et par l'augmentation de la pression intra-articulaire contrôlée par irrigation régulée par arthropompe. Une pression de 50 mmHg est le plus souvent suffisante, quelle que soit l'articulation. La pression peut être augmentée à 70 mmHg en cas de saignement lors d'indications traumatiques par exemple.

Les voies d'abord transphysaires sont dangereuses et inutiles chez l'enfant. Comme en traumatologie infantile, le passage d'implants doit au maximum épargner les physes ou être adapté à leur tolérance en limitant notamment le diamètre et le nombre de passages transphysaires.

Le gabarit du patient varie en fonction de l'âge et l'installation doit naturellement s'adapter. Celle-ci doit être la plus simple possible de manière à limiter les difficultés d'adaptation pour l'équipe du bloc opératoire. Les différentes installations sont décrites pour chaque type d'arthroscopie. Par précaution, un garrot pneumatique est systématiquement placé, hors arthroscopie de l'épaule ou de la hanche bien sûr, mais exceptionnellement gonflé.

Le matériel optique n'a rien de spécifique si ce n'est qu'il faut disposer de différents diamètres. Dans notre pratique, des diamètres de 2,4 et 4 mm orientés à 30° suffisent à la prise en charge infantile. L'usage d'une optique de 4 mm est possible à partir de 4 ou 5 ans au genou ou à la hanche, 6 à 8 ans à l'épaule, et 8 à 10 ans à la cheville ou au coude. L'optique de 2,4 mm doit être à disposition avant cet âge.

Une pièce intermédiaire entre la caméra placée dans une housse stérile et l'optique est alors très utile de manière à changer aisément d'optique en cours d'intervention si nécessaire. Le matériel manuel (palpeur, ciseaux, rongeurs, pinces) ou motorisé (résecteurs, fraises) doit, selon la taille du patient et de l'articulation, laisser le choix entre différents diamètres, habituellement de 2 à 5 mm. Certaines indications bénéficient de l'usage de systèmes de coagulation ou de vaporisations arthroscopiques bipolaires, de type Arthrocare® ou VAPR®, là encore, de taille adaptée aux différentes articulations.

■ Installation, voies d'abord, matériel

Arthroscopie du genou

Deux types d'installation sont utilisés selon l'indication. Le premier (Fig. 1) est le plus simple, l'enfant étant placé en décubitus dorsal avec un contre-appui en regard de la cuisse sauf pour les plus petits avant 4 ou 5 ans où celui-ci est inutile. Cependant, en cas de voies postérieures ou d'ostéosynthèse, nous utilisons un support placé sous la cuisse (Fig. 1) de manière à faciliter l'accès et les éventuels contrôles sous amplificateur de brillance. La cuisse n'est jamais bloquée pour limiter les contraintes lors des manœuvres de décoaptation du genou en valgus ou en varus (manœuvre de Cabot). Les voies d'abord sont les mêmes que chez l'adulte (Fig. 1) y compris les voies postérieures. Ainsi, nous commençons par placer un trocart d'arrivée d'eau en suprapatellaire médial, puis nous plaçons l'optique dans l'interligne latéral, dans le triangle formé par les reliefs du condyle latéral, du plateau tibial et de la patella. La voie instrumentale est placée dans l'interligne médial après repérage intra-articulaire du trajet. Des échanges sont réalisés en peropératoire entre les voies en fonction des besoins et une voie postérieure plutôt postéromédiale peut être réalisée sous contrôle endoarticulaire après passage de l'optique vers la chambre postérieure.

Arthroscopie de la hanche

L'exploration péri-cervicale à visée biopsique par exemple peut se faire sur table normale sans traction, mais la plupart des indications nécessitent l'exploration profonde acétabulaire. L'installation doit alors se faire avec traction sur table orthopédique, la traction manuelle étant cependant encore suffisante jusqu'à l'âge de 5 ans. La hanche est placée en légère flexion, abduction et rotation interne (Fig. 2). Les repères (grand trochanter, épine iliaque antérosupérieure et pubis) délimitant les différentes zones (antérieure, antérolatérale et latérale) sont tracés (Fig. 2). Les voies d'abord se situent comme chez l'adulte en amont de la ligne reliant pubis et grand trochanter, dans les zones antérolatérale ou latérale, en évitant toutefois la partie toute postérieure de cette dernière (Fig. 2). En effet, la proximité avec le pédicule circonflexe postérieur (Fig. 2), le seul alimentant la tête fémorale avant fermeture de la physe, fait courir un

risque de nécrose s'il est lésé. Une aiguille est placée sous contrôle radioscopique. Elle permet de repérer le trajet des instruments et de rompre la pression négative intra-articulaire par l'introduction d'air ou de sérum physiologique, ce qui facilite la décoaptation articulaire. Deux voies, optique et instrumentale sont réalisées, l'arrivée d'eau se faisant par la chemise optique et la sortie d'eau soit sur une aiguille type ponction lombaire, soit sur une canule par la voie instrumentale. La mise en place de cette dernière n'est cependant pas toujours possible chez le plus jeune par manque de place.

La voie obturatrice décrite par Gross en 1977 [1] sur des séquelles de luxation de hanche ou de maladie de Legg-Perthès-Calvé n'est pas utilisée dans notre expérience car la zone explorable est limitée.

Arthroscopie de la cheville

L'installation est simple (Fig. 3), sans traction, sur table normale, genou fléchi et hanche fléchie. Les repères osseux, tendineux et vasculonerveux sont tracés (Fig. 3), délimitant les différentes voies. Les voies d'abord antérolatérale et antéromédiale sont utilisées, associées parfois à une voie postérolatérale facilitant l'accès postérieur. La voie antérieure médiane est dangereuse et donc proscrite. La voie transmalléolaire est également proscrite en raison du risque de lésion de la physe. L'injection de liquide physiologique permet de gonfler l'articulation, ce qui facilite l'entrée du trocart optique. Nous commençons en antérolatéral puis réalisons ensuite la voie antéromédiale après repérage intra-articulaire du trajet à l'aiguille. Une aiguille d'évacuation d'eau est laissée, l'arrivée d'eau se faisant sur la chemise optique. L'articulation relâchée va progressivement s'ouvrir et le passage optique vers l'arrière peut alors s'effectuer, la mise en place d'une voie postérolatérale sous contrôle endoarticulaire étant alors, si besoin, réalisée.

Arthroscopie du coude

L'installation est pour nous toujours en décubitus latéral sans traction, le bras reposant sur un appui (Fig. 4). Après avoir tracé les repères osseux (Fig. 4), la voie d'abord première est pour nous toujours postérieure (Fig. 4), dans le *soft point* entre capitellum, tête radiale et olécrane (voie postérolatérale basse). L'injection de liquide physiologique préalable par cette voie permet de gonfler l'articulation, facilitant l'entrée du trocart optique. Une aiguille d'évacuation d'eau est laissée en postérieur, l'arrivée d'eau se faisant sur la chemise optique. L'articulation relâchée va progressivement s'ouvrir et le passage optique vers l'avant pourra s'effectuer. La voie d'abord antérolatérale est réalisée après avoir glissé l'optique dans la chambre antérieure du coude, ce qui permet un contrôle endoarticulaire. La voie antéromédiale est ensuite réalisée de dedans en dehors. Il n'y a généralement pas la place d'introduire des canules. Si besoin, d'autres voies postérieures sont réalisées également sous contrôle endoarticulaire.



Figure 1. Installation et voies d'abord du genou.

A. Contre-appui latéral.

B. Support sous la cuisse.

C. Voies d'abord de départ, irrigation sus-patellaire médiale, optique latérale, instrumentale médiale.

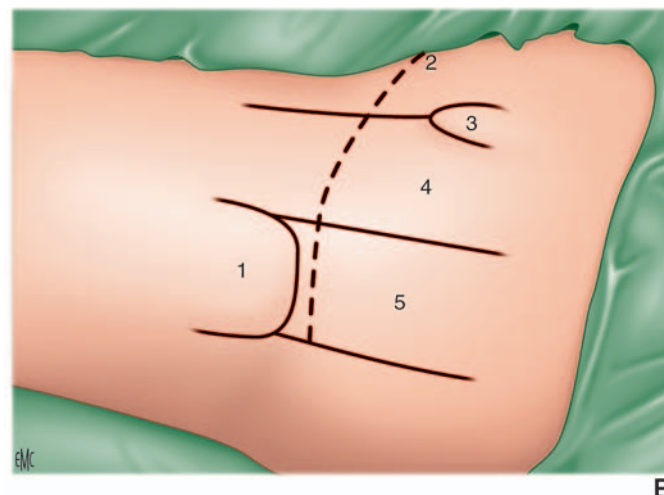
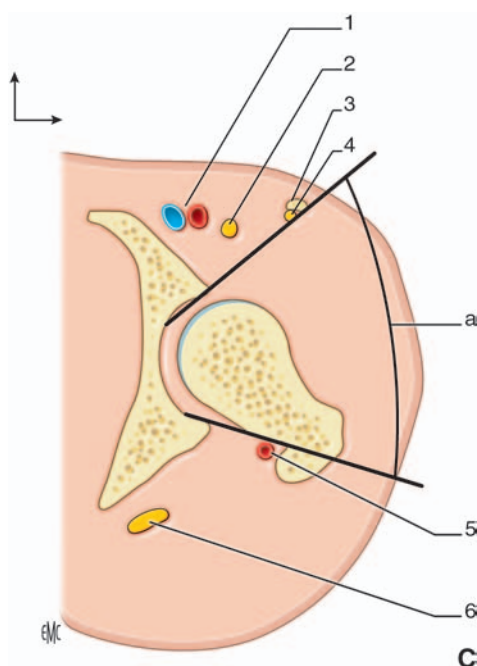


Figure 2. Installation et voies d'abord de la hanche.

A. Sur table orthopédique.

B. Repères. 1. Grand trochanter ; 2. pubis ; 3. épine iliaque antérosupérieure (EIAS) ; 4. zone antérolatérale ; 5. zone latérale.

C. Structures à risque et zone de sécurité. a. Zone de sécurité : zone antérolatérale + moitié antérieure de la zone latérale. 1. Pédicule fémoral ; 2. nerf crural ; 3. épine iliaque antérosupérieure (EIAS) ; 4. nerf fémorocutané ; 5. artère circonflexe postérieure ; 6. nerf sciatique.



Arthroscopie de l'épaule

L'installation est faite en « *beach chair* » ou en position intermédiaire « semi-assis-latérale » (Fig. 5), notamment pour les arthrolyses couplées aux transferts tendineux dans la chirurgie du plexus brachial obstétrical. Les voies d'abord (Fig. 5) habituelles d'épaule sont réalisées en commençant par la voie postérieure par le *soft point* entre muscles infraspinatus et teres minor environ 1 cm sous l'angle postérolatéral de l'acromion de manière à éviter les structures à risque, nerf axillaire et artère circonflexe postérieure vers le bas et nerf suprascapulaire et artère scapulaire supérieure en haut. La situation de ce « *soft point* » est cependant variable, notamment dans les séquelles de plexus brachial obstétrical. Une dysplasie de la glène, voire une luxation postérieure de la tête modifient en effet ces repères. L'arrivée d'eau est branchée sur la chemise optique. Une voie antérieure est réalisée de dedans en dehors entre tendons du long biceps et du sous-scapulaire et une canule de petit diamètre avec évacuation d'eau est placée si la taille de l'épaule le permet. Sinon, une aiguille d'évacuation est utilisée. L'inversion des voies en peropératoire est possible. Les voies sous-acromiales sont rarement utiles, la pathologie pédiatrique restant le plus souvent limitée à l'articulation glénohumérale.

Autres arthroscopies

Citons l'arthroscopie du poignet ou l'arthroscopie sous-astragaliennne dont les indications sont encore exceptionnelles

chez l'enfant et qui est essentiellement à visée diagnostique. Elles requièrent une instrumentation et une optique de petits diamètres de l'ordre de 1,8 mm.

L'endoscopie du rachis n'est pas développée ici. Une thoracoscopie ou une rétropéritonéoscopie sont réalisées essentiellement à visée libératrice discale, en préalable à une arthrodèse postérieure pour scoliose ou pour épiphysiodèse antérieure. L'intervention est pratiquée en milieu gazeux. Le matériel comprend généralement une optique droite de 10 mm et des instruments manuels de type gouge ou curette adaptés à l'endoscopie.

■ Indications

En reprenant les 185 cas d'arthroscopies réalisées chez l'enfant et l'adolescent dans notre service sur les 5 dernières années (2002 à 2006), l'arthroscopie du genou domine avec 76 % des indications, suivie du coude et de la cheville avec 8 % des indications chacune, puis de la hanche et de l'épaule avec respectivement 5 et 3 % des indications. Les pathologies retrouvées dans les séries principales de la littérature sont indiquées dans le [Tableau 1](#) [2-4].

Les pathologies principales peuvent être schématiquement classées en quatre types.

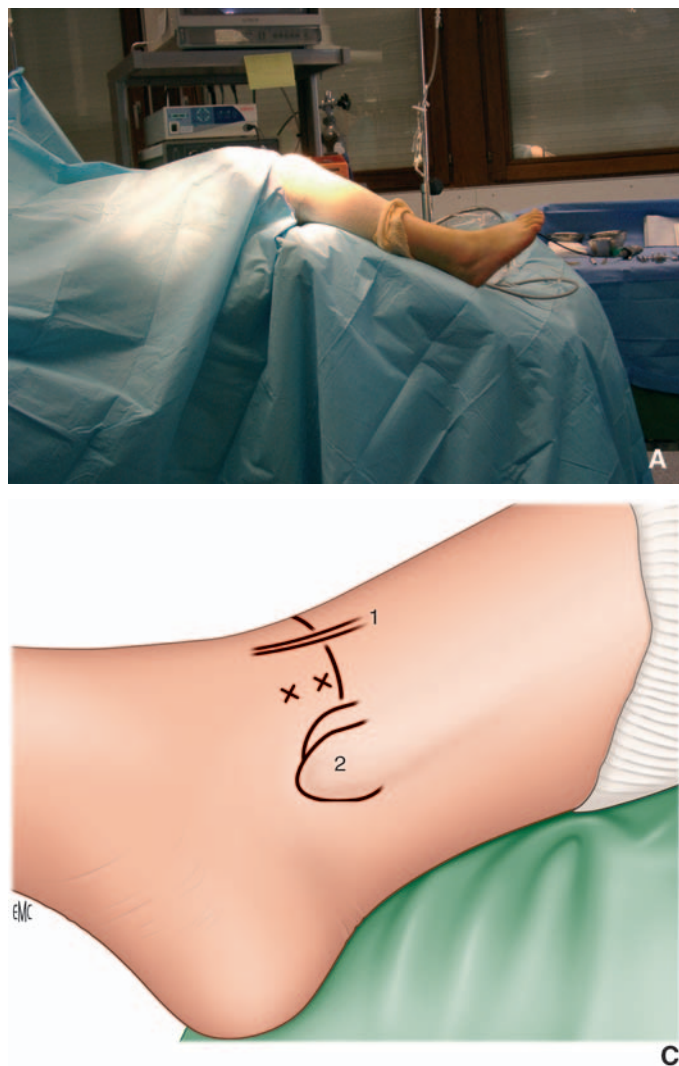


Figure 3. Installation et voies d'abord de la cheville.

A. Sur table normale, hanche et genou fléchis, sans traction.

B. Repères latéraux. 1. Tendons extenseur commun et péronier antérieur ; 2. nerf fibulaire superficiel ; 3. malléole latérale.

C. Repères médiaux. 1. Tendon tibial antérieur ; 2. malléole médiale.

D. Voies d'abord de départ, optique latérale, instrumentale médiale.

Pathologie synoviale

Elle représente 11 % de nos indications d'arthroscopie, principalement au genou (10 %).

Inflammatoire

Parmi les indications, nous insistons sur l'intérêt de l'arthroscopie dans les arthrites septiques. Un lavage abondant est ainsi bien sûr possible, mais surtout une visualisation parfaite de l'articulation. Des biopsies synoviales orientées sont ainsi réalisées, ce qui augmente les chances de mise en évidence d'un germe par le bactériologiste. Cela permet parfois également de redresser le diagnostic lors de l'examen anatomopathologique vers une arthrite inflammatoire vraie [2, 5]. Si l'atteinte du genou est la plus fréquente, les autres articulations ne sont pas épargnées et sont accessibles.

En cas de rhumatisme inflammatoire, l'arthroscopie est réservée soit au diagnostic des formes atypiques, soit aux échecs du traitement médical ou des infiltrations intra-articulaires. Il s'agit alors de réaliser une synovectomie partielle ou totale selon l'importance de l'atteinte. Celle-ci se fait au mieux en combinant résecteur motorisé et sonde de vaporisation (Fig. 6). La synovectomie est également indiquée dans d'autres situations comme dans la synovite villonodulaire, les exceptionnels hémangiomes intra-articulaires [6] ou dans l'arthropathie hémophilique [7, 8], diminuant dans ce dernier cas significativement le risque d'hémarthrose et donc le risque d'évolution arthrosique.

Mécanique

Les chondromatoses sont rares et concernent l'adolescent sportif [9]. La prise en charge consiste en l'ablation des corps étrangers.

Des conflits intra-articulaires peuvent se rencontrer, par exemple au bec olécrânien [4] ou à la cheville dans les suites d'une entorse. L'hypertrophie cicatricielle du plan capsulossynovial provoque alors un conflit douloureux lors de certains mouvements. La mise en évidence par arthroscopie de ce conflit par pincement de ce tissu hypertrophié dans l'interligne articulaire lors de manœuvres dynamiques plaide en faveur de sa responsabilité dans les douleurs. Une régularisation de cette zone est alors effectuée (Fig. 7).

Le syndrome de la plica synoviale est parfois rendu responsable dans la littérature [10] de gonalgie chez l'enfant. Il faut cependant insister sur la nécessité, pour retenir ce diagnostic, de la mise en évidence pendant l'arthroscopie d'un pincement de cette plica qui est alors épaissie entre patella et trochlée lors de manœuvres dynamiques, ce qui est, en fait, exceptionnel.

D'autres étiologies comme un kyste du ligament croisé antérieur ou un nodule de l'échancrure du genou, s'exprimant généralement par une limitation de l'extension du genou, échappent parfois au bilan d'imagerie. L'arthroscopie a alors un intérêt diagnostique et thérapeutique majeur.

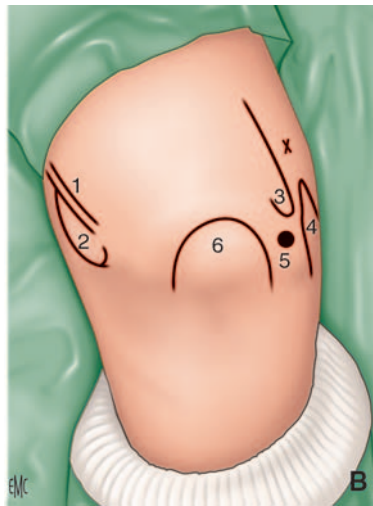


Figure 4. Installation et voies d'abord du coude.
A. En décubitus latéral, sans traction.
B. Repères. 1. Nerf ulnaire ; 2. épitrochlée ; 3. capitulum ; 4. tête radiale ; 5. voie postérolatérale basse ; 6. olécrane.
C. Voie d'abord de départ, optique postérieure.
D. Voies d'abord antérieures de départ, optique latérale, instrumentale médiale.

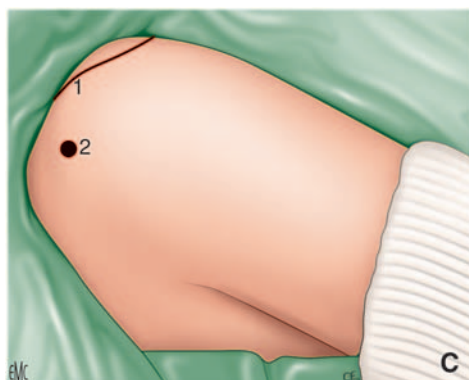
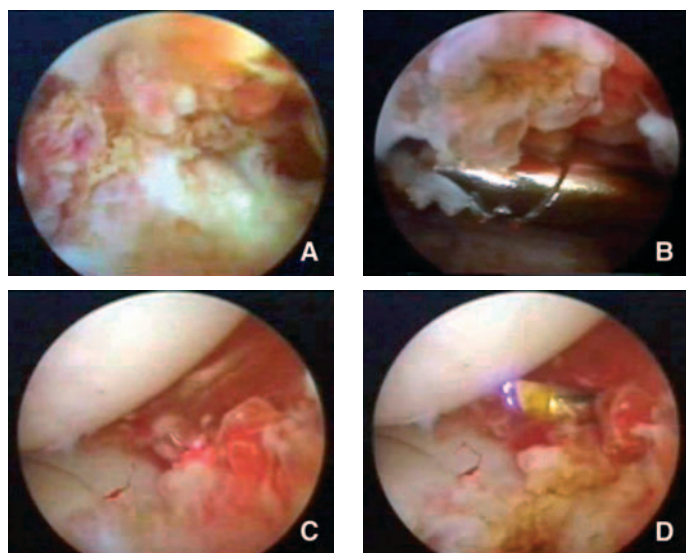


Figure 5. Installation et voies d'abord de l'épaule.
A. Sur table normale, en position intermédiaire sans traction.
B. Après clampage.
C. Repères postérieurs. 1. Angle postérolatéral de l'acromion ; 2. soft point.

Tableau 1.

Séries principales infantiles et pathologies rencontrées.

| Articulation et série | Pathologies | Nombre de cas |
|---------------------------------|---|---------------|
| Genou | Arthrite septique ou inflammatoire | 24 |
| Série de Deblock [2] 110 cas | Lésion méniscale | 18 |
| | Fracture ostéochondrale | 12 |
| | Ostéochondrite (OCD) | 9 |
| | Plica | 9 |
| | Ménisque discoïde | 6 |
| | Rupture du ligament croisé antérieur (LCA) | 5 |
| | Fracture des épines | 2 |
| Hanche | Pathologie labrale isolée | 30 |
| Série de Kocher [3] 54 cas | Séquelle de Legg-Perthès-Calvé ou de luxation congénitale (débridement labral, chondroplastie ou ablation de fragments) | 16 |
| | Arthrite | 3 |
| Coude | OCD | 27 |
| Série de Micheli [4] 49 cas | Arthrolyse | 9 |
| | Arthrite | 5 |

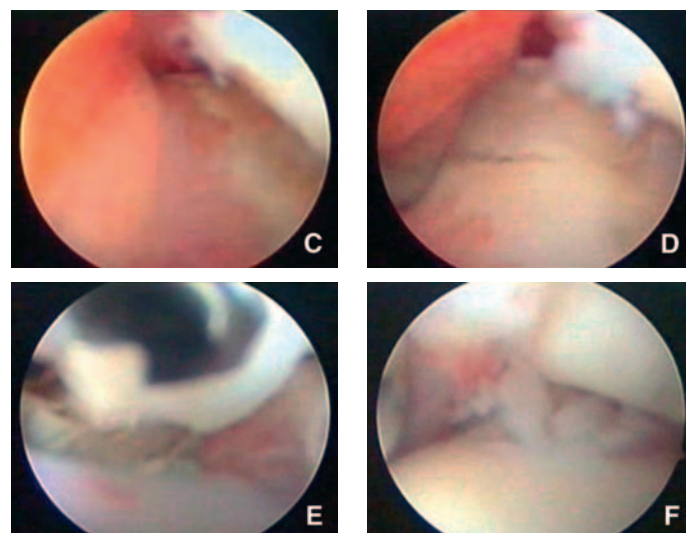
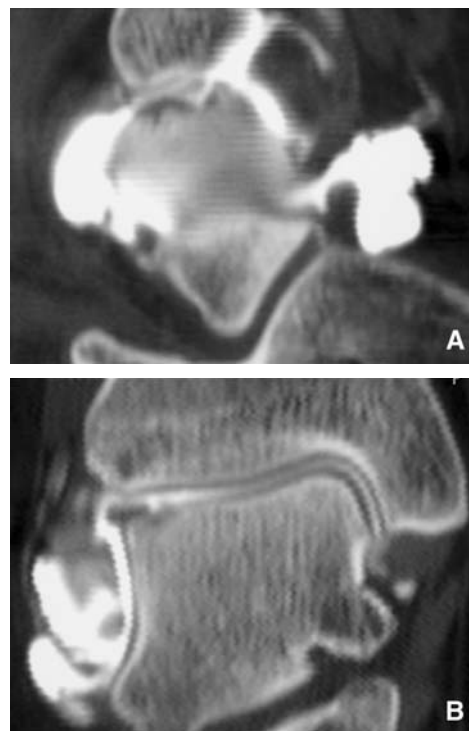
**Figure 6.** Arthrite chronique juvénile. Synovectomie par résecteur motorisé (A, B) et par coagulation bipolaire (C, D).

Pathologie ostéochondrale

Traumatique

Les fractures ostéochondrales et épiphysaires articulaires (hors fractures du massif des épines tibiales) représentent 12 % des indications d'arthroscopie dans notre série, essentiellement au genou (5 %). L'association avec une luxation de rotule est fréquente [11]. Une fracture doit être évoquée de principe devant toute hémarthrose post-traumatique de l'enfant, ou pour une articulation profonde comme la hanche en cas d'excentration sur le contrôle radiographique après, par exemple, réduction d'une luxation traumatique. Bien sûr, une atteinte ligamentaire ou méniscale associée est possible et doit être évoquée (Fig. 8). L'analyse radiographique doit être soigneuse et complétée au besoin par un scanner ou une imagerie par résonance magnétique (IRM).

L'arthroscopie permet alors de confirmer la lésion et, bien souvent, d'en préciser le siège. La réparation est préférée, surtout en cas de gros fragment ou de zone d'importance fonctionnelle. Celle-ci fait appel à des vis canulées ou à des broches, filetées ou non selon la localisation et la taille du fragment (Fig. 9). Dans le cas contraire, le fragment est ôté. Les lésions associées, par exemple méniscales, sont bien sûr traitées.

**Figure 7.** Séquelles d'entorse de cheville avec conflit antérolatéral et fracture ostéochondrale.A, B.. **Arthroscanner.**

C. Conflit synovial latéral (optique par voie antéromédiale).

D. Fragment visualisable après avoir récliné la synoviale hypertrophiée.

E. Ablation du fragment par voie antérolatérale.

F. Aspect final après régularisation synoviale.

Les séquelles de fractures peuvent également justifier une arthroscopie comme par exemple les cas de consolidation vicieuse d'une fracture acétabulaire, où une abrasion peut être réalisée, ou pour un débridement dans l'exceptionnelle chondrolyse post-traumatique.

Microtraumatique

L'ostéochondrite disséquante est fréquente, représentant 30 % de nos indications d'arthroscopie. Elle est localisée principalement au genou (19 %) puis à la cheville (5 %) au coude (5 %) et à l'épaule (1 %). Elle est favorisée par l'activité sportive et la croissance.

La prise en charge des ostéochondrites du genou a été bien codifiée lors du symposium 2005 de la Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique (Sofcot) [12] et nous l'extrapolons aux autres articulations. Elle consiste tout d'abord en un arrêt sportif. En cas d'absence de cicatrisation radiographique et d'absence de signe de revascularisation à l'IRM, une

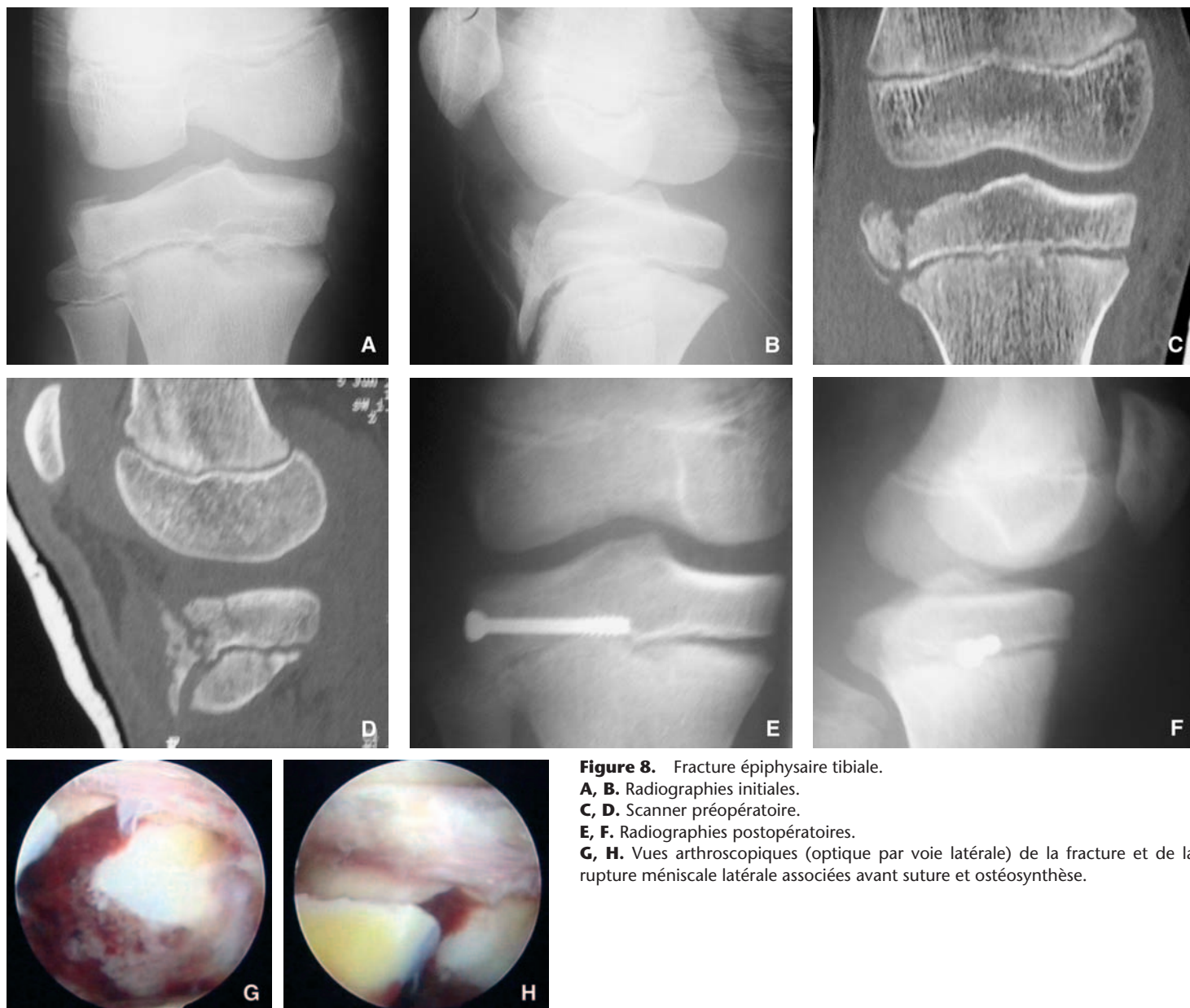


Figure 8. Fracture épiphysaire tibiale.

A, B. Radiographies initiales.

C, D. Scanner préopératoire.

E, F. Radiographies postopératoires.

G, H. Vues arthroscopiques (optique par voie latérale) de la fracture et de la rupture méniscale latérale associée avant suture et ostéosynthèse.

arthroscopie forage est proposée si le fragment est stable [12, 13]. Une fixation associée est justifiée s'il est instable. Le principe est de favoriser la revascularisation de l'os sous-chondral, siège de la lésion conduisant à la consolidation du fragment. Des perforations multiples sont réalisées à l'aide d'une broche de diamètre 1,2 à 1,5 mm à travers le cartilage articulaire, en regard de la lésion, vers l'os sous-chondral, en dépassant la zone de sclérose qui circonscrit la lésion (Fig. 10). En fin d'intervention, on doit observer un saignement de l'os sain sous-jacent à travers les orifices de perforation.

Constitutionnelle

L'exemple type est la maladie exostosante dont les localisations intra-articulaires acétabulaires (3 % des cas de notre série) posent problème par l'excentration de la hanche et l'évolution vers l'arthrose qu'elles induisent. L'abrasion arthroscopique [14] évite ainsi de recourir à une chirurgie ouverte avec luxation coxofémorale non dénuée de risque de nécrose.

L'arthroscopie permet également le débridement de lésions chondrales ou l'ablation de corps étrangers dans certaines indications particulières, notamment à la hanche comme dans les séquelles de nécroses drépanocytaires, les ostéochondrites primitives ou entrant dans le cadre de dysplasies spondyléoépiphyssaires (Fig. 11) [3].

Pathologie des fibrocartilages

Congénitale

Il s'agit essentiellement des ménisques discoïdes qui représentent 8 % des indications d'arthroscopie dans notre service. Le mode de révélation est le plus souvent un ressaut souvent nettement visualisable à l'examen clinique et parfois même audible. Devant un ménisque discoïde symptomatique, nous sommes en faveur de la prise en charge chirurgicale précoce [15].

En effet, le délai d'évolution est corrélé au risque de lésions méniscales [15], ces lésions conduisant alors le plus souvent à une méniscectomie généralement étendue dont le rôle arthrogène est connu [16]. En revanche, un traitement précoce permet de traiter un ménisque le plus souvent non lésé, accessible alors à une méniscoplastie sous arthroscopie. L'exploration du ménisque latéral se fait comme chez l'adulte. Une méniscoplastie centrifuge est réalisée (Fig. 12), en alternant volontiers instruments manuels de type rongeur et résecteur motorisé.

Le ménisque est en outre désépaissi au shaver. Une alternance des voies d'abord peut être utile. L'intervention s'arrête lorsque les manœuvres dynamiques ne mettent plus en évidence de ressaut ou de conflit.



Figure 9. Fracture ostéochondrale du condyle latérale après luxation patellaire.
A, B. Radiographies préopératoires, le fragment est visualisé de profil (B) entre la patella et l'échancrure fémorale.
C, D. Radiographies postopératoires.

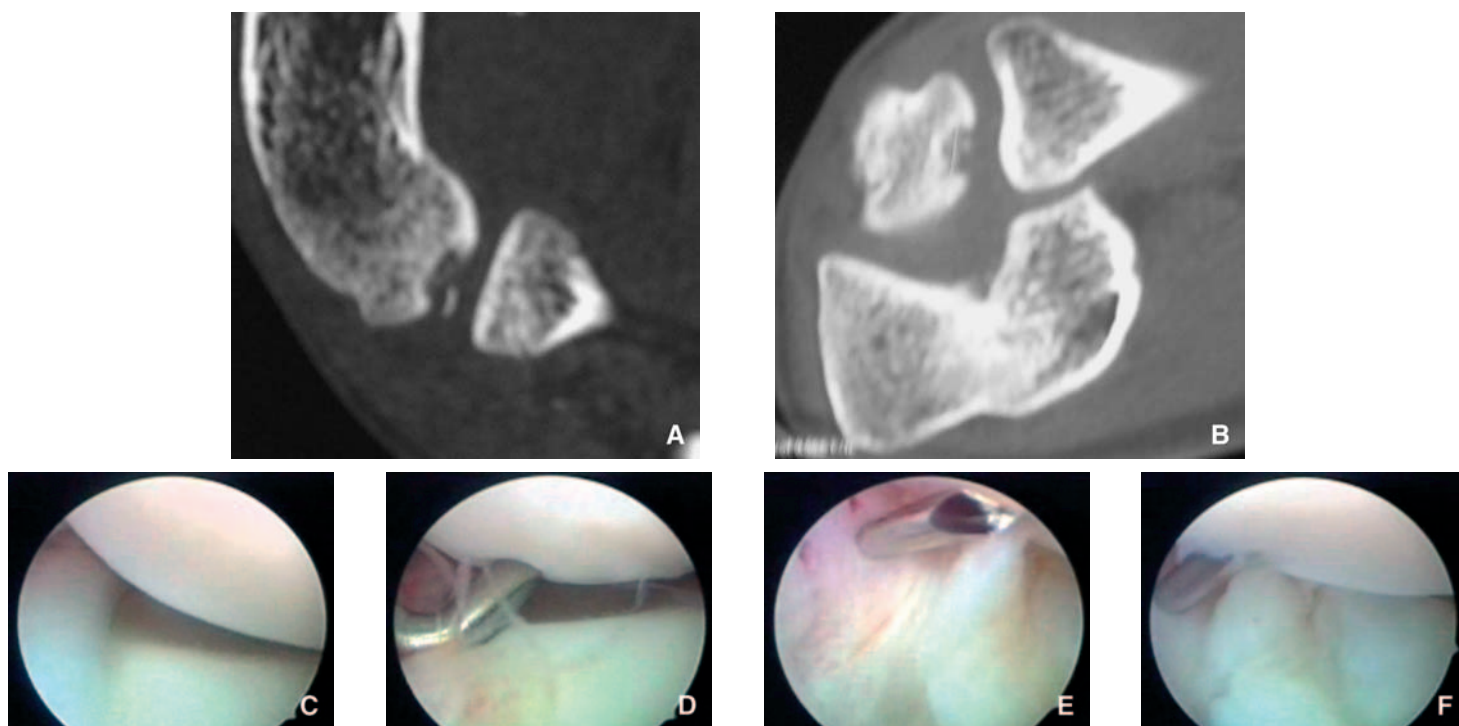


Figure 10. Ostéochondrite du capitulum ou maladie de Panner.
A, B. Scanner préopératoire.
C. Vue endoarticulaire (optique par voie antéromédiale).
D. Palpation de la lésion par la voie antérolatérale.
E, F. Perforation transchondrale par broche de diamètre 1,2 mm par voie antérolatérale.

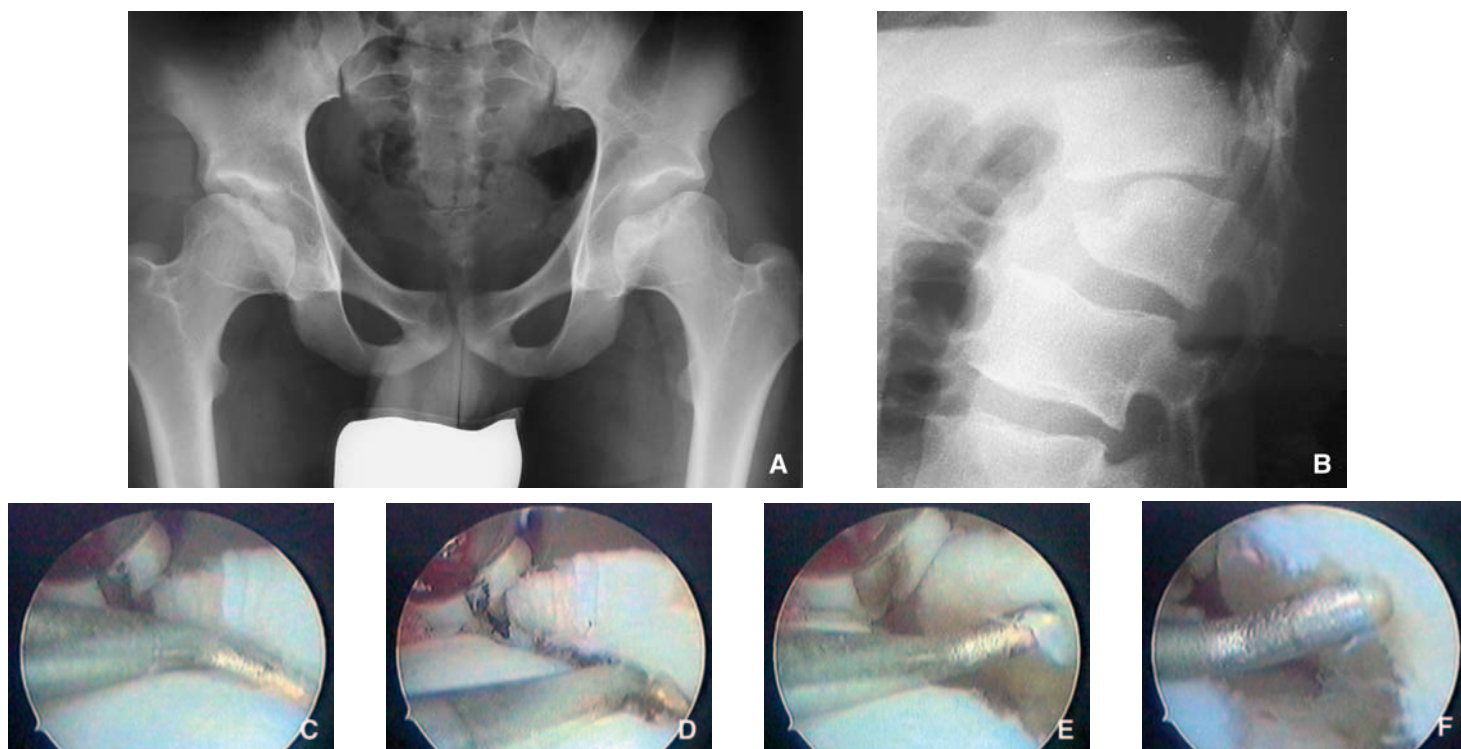


Figure 11. Dysplasie spondylépiphytaire. Radiographie du bassin (A) et du rachis (B). Aspect endoarticulaire du clapet chondral avant résection (C, D, E, F).

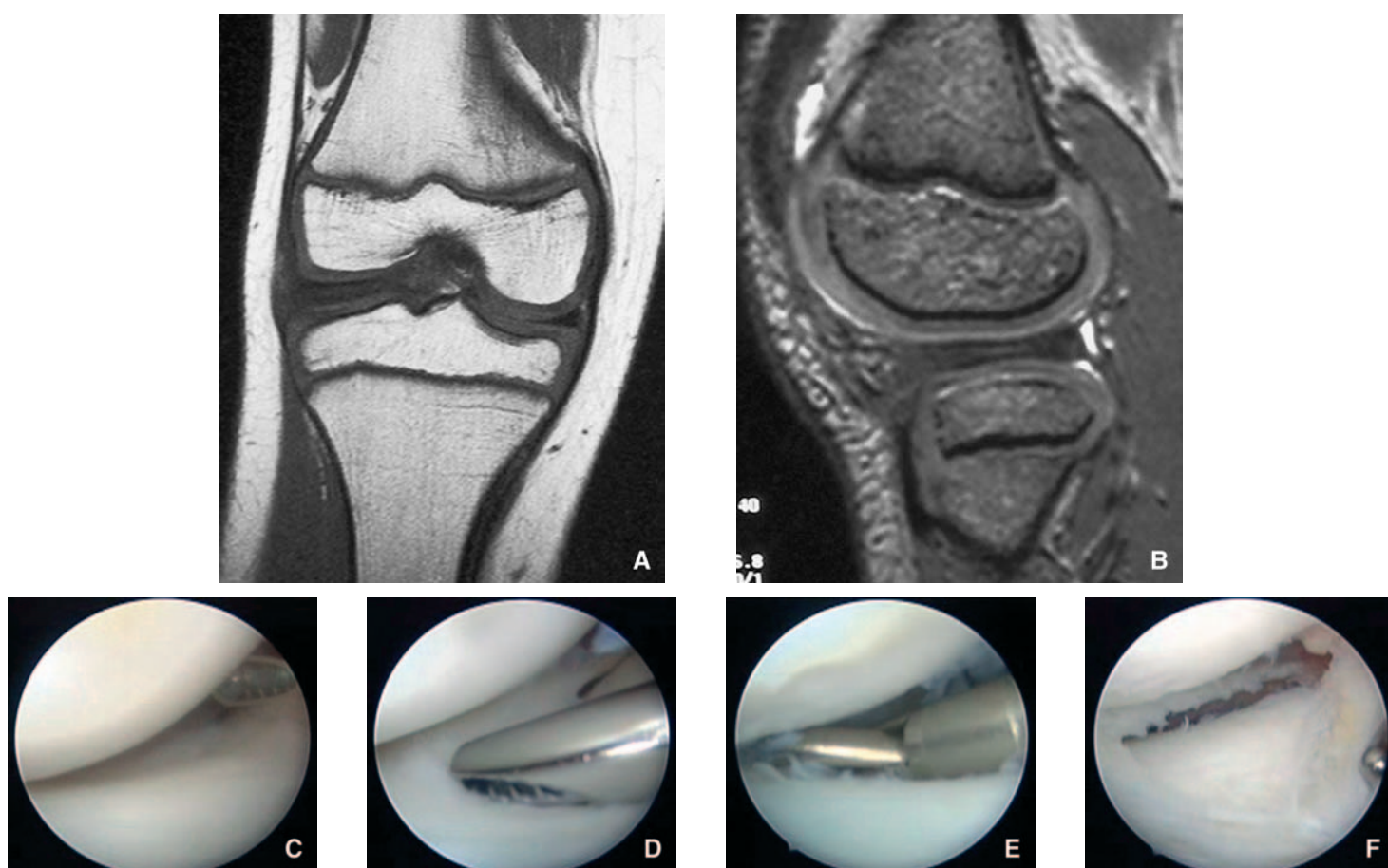


Figure 12. Ménisque discoïde latéral.
A, B. Imagerie par résonance magnétique (IRM) préopératoire de face (A) et profil (B).
C. Aspect endoarticulaire initial.
D, E. En cours de méniscopectomie.
F. En fin de procédure (optique par voie latérale).



Figure 13. Fracture du massif des épines tibiales.
A, B. Radiographies préopératoires.
C, D. Radioscopies peropératoires lors du vissage par vis canulée.
E, F. Radiographies postopératoires.

Acquise

Nous retrouvons bien sûr les lésions méniscales parfois révélées par un kyste méniscal. Leur prise en charge est similaire à celle de l'adulte, la réparation étant la règle. Elles restent cependant probablement souvent négligées et doivent être évoquées également devant une fracture ostéocondrale, notamment tibiale proximale (Fig. 8).

Les lésions du bourrelet acétabulaire (3 % des cas), aiguës lors d'un traumatisme sportif [17] ou chroniques par conflit comme par exemple dans les séquelles d'épiphysiolyse ou de maladie de Legg-Perthès-Calvé sont le plus souvent régularisées. Dans ces séquelles d'épiphysiolyse, une abrasion arthroscopique de la saillie cervicale est associée, pour limiter ou supprimer le contact avec le cartilage acétabulaire.

L'instabilité glénohumérale n'est pas exceptionnelle chez l'enfant, mais les lésions du complexe labroligamentaire sont finalement souvent minimales, l'instabilité volontaire primant. Le recours à une technique de type Bankart arthroscopique est ainsi rare et sans spécificité par rapport à l'adulte.

Pathologie tendinoligamentaire et équivalents

Traumatique

Il s'agit au genou des ruptures des ligaments croisés et principalement du ligament croisé antérieur. Elles ne sont pas exceptionnelles et méritent d'être prises en charge avant la fin de croissance pour ne pas entamer le capital méniscal. Si une rupture au plancher ou au plafond lorsqu'elle emmène une

pastille osseuse est suture, surtout chez le plus jeune [18], une ligamentoplastie est, dans les autres cas, le plus souvent indiquée. Une technique arthroscopique épargnant les deux physes de type Anderson aux ischiojambiers [19] peut être proposée en alternative à la chirurgie ouverte qui est cependant encore la plus répandue en pratique pédiatrique. Les trajets épiphysaires sont réalisés sous contrôle arthroscopique et fluoroscopique, permettant un placement optimal par rapport aux zones de croissance.

Les fractures du massif des épines tibiales sont probablement plus fréquentes (9 % des indications de notre série). Différentes techniques de fixations peuvent être proposées, par vis [20] (Fig. 13), par broches à butée réglable (Fig. 14) ou par laçage [21, 22].

Le choix de la technique repose sur la taille du fragment, l'âge de l'enfant ou l'habitude du chirurgien. Une incarceration méniscale retrouvée dans un cas sur deux [23] est à rechercher (Fig. 15). Quelle que soit la technique utilisée, le problème encore débattu est celui de la laxité résiduelle postopératoire sans cependant réelle conséquence clinique [24] qui fait parfois proposer une retension ligamentaire par abaissement de son insertion distale.

À l'épaule, si des lésions de la coiffe des rotateurs sont décrites chez l'adolescent sportif (sports de lancer ou d'armé) elles sont rares et les techniques de suture de type adulte généralement sur ancrs sont accessibles.

Plus spécifique est l'arthrolyse antérieure arthroscopique de l'épaule, dans les séquelles de paralysie obstétricale du plexus brachial (2 % de notre série) (Fig. 16).

Elle permet de restaurer une mobilité passive, le centrage glénohuméral, et peut être couplée au transfert du tendon du grand dorsal sans changer l'installation. L'introduction du



Figure 14. Fracture du massif des épines tibiales. **A, B.** Radiographies préopératoires.

C. Radioscopie peropératoire lors du brochage par broche à butée réglable (Fixano®). La broche de diamètre 1,8 mm est filetée à son extrémité et la butée est placée et verrouillée sur la broche à environ 30 mm de l'extrémité avant introduction intra-articulaire.

D, E. Radiographies postopératoires, la broche est sectionnée en sous-cutané et sera ôtée à 6 semaines.

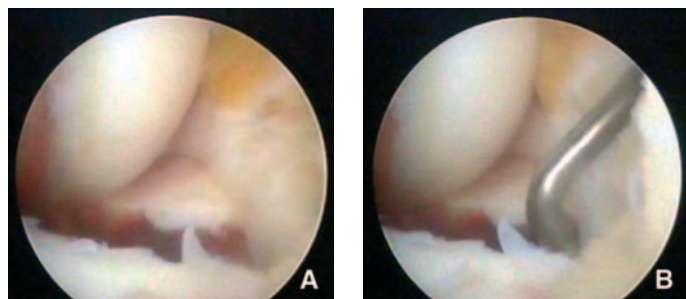


Figure 15.

A, B. Incarcération méniscale médiale associée à une fracture du massif des épines tibiales (optique par voie latérale).

trocart optique par voie postérieure peut être rendue difficile par la dysplasie glénoïdienne ou la subluxation postérieure. L'arthrolyse se fait par la voie antérieure à l'aide d'un crochet coagulateur type VAPR® (Mitek) et nécessite la section des ligaments glénohuméraux moyen et inférieur, ainsi que du tendon du muscle infrascapularis. Chez l'enfant plus âgé, la section peut s'étendre jusqu'à l'intervalle des rotateurs [25].

Non traumatique

Les syndromes fémoropatellaires douloureux sont fréquents lors de la croissance et notamment dans la phase pubertaire, par la conjonction de la croissance, des modifications hormonales et de la rétraction ligamentaire, notamment de l'aileron patellaire latéral. Certes, la prise en charge par kinésithérapie doit être privilégiée, mais, en cas d'échec, il peut être proposé une section de l'aileron patellaire latéral. La technique arthroscopique, qui représente 10 % de nos indications d'arthroscopie, est très bien tolérée chez l'enfant.

Elle permet une exploration plus complète de l'articulation que par arthrotomie et objective parfaitement l'augmentation

de l'espace fémoropatellaire latéral après section. En cas d'instabilité fémoropatellaire, l'indication peut être également retenue, notamment en cas de subluxations et en l'absence d'anomalie franche de la tubérosité tibiale antérieure-gorge trochléenne (TAGT).

Nous en rapprochons la prise en charge des patella bipartita symptomatiques, proposée par Adachi [26] par libération des insertions patellaires du vaste latéral.

Autres indications

La chirurgie conventionnelle aidée par l'utilisation d'un arthroscope n'est pas développée ici. Il s'agit par exemple de la résection de ponts d'épiphyodèse [27] ou de la visualisation de kystes osseux. L'optique peut également être utilisée pour faciliter la vision en cas d'abord chirurgical volontairement limité comme par exemple lors d'une réduction chirurgicale de luxation congénitale de hanche [28] ou d'un abord du coude [29].

Conclusion

Les indications d'arthroscopie chez l'enfant augmentent, grâce notamment à l'amélioration du matériel. Si certaines en sont encore au stade de début comme l'arthrolyse d'épaule dans les séquelles de paralysie obstétricales du plexus brachial, d'autres sont maintenant bien codifiées et de pratique courante, comme par exemple la méniscopectomie pour ménisque discoïde, la fixation de fractures d'épines tibiales ou le forage transchondral d'ostéochondrite.

La pratique de l'arthroscopie chez l'enfant ne présente pas de risque spécifique particulier sous réserve de respecter certaines conditions concernant l'installation, les voies d'abord ou le matériel.

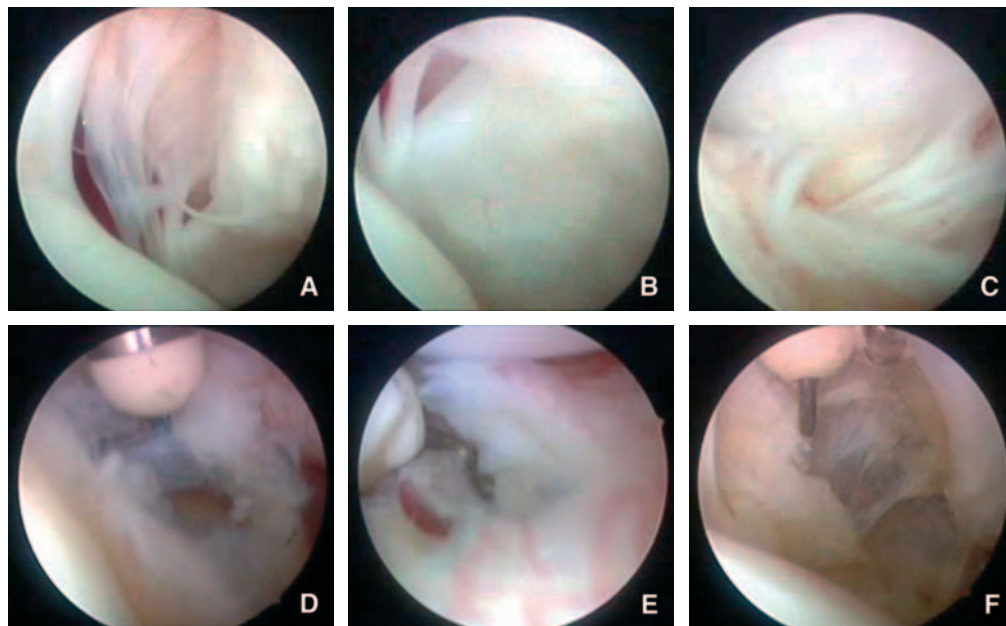


Figure 16. Séquelles de paralysie obstétricale du plexus brachial. Exploration endo-articulaire (optique par voie postérieure), avec (A) ligament glénohuméral supérieur, (B) tendon subscapularis, (C) ligaments glénohuméraux moyen (LGHM) et inférieur (LGHI). Arthrolyse antérieure d'épaule par crochet coagulateur introduit par voie antérieure avec (D) section du LGHM, (E) section du LGHI et (F) section du tendon subscapularis.

“ Points essentiels

Principes de base de l'arthroscopie pédiatrique

1. L'installation doit être simple.

Elle est alors facilement reproductible et adaptée aux différents gabarits de patients.

2. Les zones de croissance doivent être respectées.

Les voies d'abord transphysaires sont dangereuses et inutiles chez l'enfant.

Le passage d'implants doit épargner les physes ou être adapté à leur tolérance (petit diamètre).

La traction des membres, à part à la hanche, n'est jamais nécessaire.

Les manœuvres de stress afin de décoapter l'articulation devront être réfléchies et modérées.

La décoaptation articulaire est favorisée par un relâchement optimal du patient et par l'augmentation de la pression intra-articulaire contrôlée par pompe.

3. Le matériel doit être adapté à la taille de l'articulation.

Il faut disposer au minimum de deux diamètres d'optique, un de type adulte (4 mm) et un plus petit (2,4 mm par exemple).

La gamme de matériel manuel ou motorisé doit être large (diamètres habituellement compris entre 2 et 5 mm).

- [6] Abe T, Tomatsu T, Tazaki K. Synovial hemangioma of the knee in young children. *J Pediatr Orthop B* 2002;**11**:293-7.
- [7] Dunn AL, Busch MT, Wyly JB, Sullivan KM, Abshire TC. Arthroscopic synovectomy for hemophilic joint disease in a pediatric population. *J Pediatr Orthop* 2004;**24**:414-26.
- [8] Tamurian RM, Spencer EE, Wojtys EM. The role of arthroscopic synovectomy in the management of hemarthrosis in hemophilia patients: financial perspectives. *Arthroscopy* 2002;**18**:789-94.
- [9] Tsirikos AI, Mackenzie W, Conard KA, Czulewicz Reese L. Synovial chondromatosis in the pediatric patient. *Am J Orthop* 2005;**34**:129-32.
- [10] Faraj AA, Schilders E, Martens M. Arthroscopic findings in the knees of preadolescent children: report of 23 cases. *Arthroscopy* 2000;**16**:793-5.
- [11] Wessel LM, Scholz S, Rusch M. Characteristic pattern and management of intra-articular knee lesions in different pediatric age groups. *J Pediatr Orthop* 2001;**21**:14-9.
- [12] Lefort G, Moyen B, Beaufils P, De Billy B, Breda R, Cadilhac C, et al. L'ostéochondrite disséquante des condyles fémoraux. *Rev Chir Orthop* 2006;**92**(suppl5):97-141.
- [13] Cepero S, Ullot R, Sastre S. Osteochondritis of the femoral condyles in children and adolescents: our experience over the last 28 years. *J Pediatr Orthop B* 2005;**14**:24-9.
- [14] Bonnomet F, Clavert P, Abidine FZ, Gicquel P, Clavert JM, Kempf JF. Hip arthroscopy in hereditary multiple exostoses: a new perspective of treatment. *Arthroscopy* 2001;**17**:E40.
- [15] Gicquel P, Sorriaux G, Clavert JM, Bonnomet F. Les ménisques discoïdes chez l'enfant : manifestations cliniques et indications thérapeutiques. À propos de 18 cas. *Rev Chir Orthop* 2005;**91**:457-64.
- [16] Räber DA, Frederick MD, Hefti F. Long-term follow-up after total meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am* 1998;**80**:1579-86.
- [17] Berend KR, Vail TP. Hip arthroscopy in the adolescent and pediatric athlete. *Clin Sports Med* 2001;**20**:763-78.
- [18] Corso SJ, Whipple TL. Avulsion of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament in a 3-year-old boy. *Arthroscopy* 1996;**12**:95-8.
- [19] Anderson AF. Transepiphyseal replacement of the anterior cruciate ligament in skeletally immature patients. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**:1255-63.
- [20] Berg EE. Pediatric tibial eminence fractures: arthroscopic cannulated screw fixation. *Arthroscopy* 1995;**11**:328-31.
- [21] Mah JY, Otsuka NY, McLean J. An arthroscopic technique for the reduction and fixation of tibial-eminence fractures. *J Pediatr Orthop* 1996;**16**:119-21.
- [22] Lehman Jr. RA, Murphy KP, Machen MS, Kuklo TR. Modified arthroscopic suture fixation of a displaced tibial eminence fracture. *Arthroscopy* 2003;**19**:E6.
- [23] Kocher MS, Micheli LJ, Gerbino P, Hresko MT. Tibial eminence fractures in children: prevalence of meniscal entrapment. *Am J Sports Med* 2003;**31**:404-7.



Références

- [1] Gross RH. Arthroscopy in the hip disorders in children. *Orthop Rev* 1977;**6**:43-9.
- [2] Deblock N, Mazeau P, Ceroni D, Scotto Di Luzio A, Meyer Zu Reckendorf G, Diméglio A. Arthroscopie du genou de l'enfant. *Rev Chir Orthop* 2001;**87**:355-60.
- [3] Kocher MS, Kim YJ, Millis MB, Mandiga R, Siparsky P, Micheli LJ, et al. Hip arthroscopy in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 2005;**25**:680-6.
- [4] Micheli LJ, Luke AC, Mintzer CM, Waters PM. Elbow arthroscopy in the pediatric and adolescent population. *Arthroscopy* 2001;**17**:694-9.
- [5] Glorion C, Palomo J, Bronfen C, Touzet P, Padovani JP, Rigault P. Les arthrites aiguës infectieuses du genou de l'enfant. Pronostic et discussion thérapeutique : à propos de 51 cas ayant un recul moyen de 5 ans. *Rev Chir Orthop* 1993;**79**:650-60.

- [24] Kocher MS, Foreman ES, Micheli LJ. Laxity and functional outcome after arthroscopic reduction and internal fixation of displaced tibial spine fractures in children. *Arthroscopy* 2003;**19**:1085-90.
- [25] Pearl ML, Edgerton BW, Kazimiroff PA, Burchette RJ, Wong K. Arthroscopic release and latissimus dorsi transfer for shoulder internal rotation contractures and glenohumeral deformity secondary to brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2006;**88**:564-74.
- [26] Adachi N, Ochi M, Yamaguchi H, Uchio Y, Kuriwaka M. Vastus lateralis release for painful bipartite patella. *Arthroscopy* 2002;**18**: 404-11.
- [27] Marsh JS, Polzhofer GK. Arthroscopically assisted central physeal bar resection. *J Pediatr Orthop* 2006;**26**:255-9.
- [28] Bulut O, Ozturk H, Tezeren G, Bulut S. Arthroscopic-assisted surgical treatment for developmental dislocation of the hip. *Arthroscopy* 2005; **21**:574-9.
- [29] Pill SG, Ganley TJ, Flynn JM, Gregg JR. Osteochondritis dissecans of the capitellum: Arthroscopic-assisted treatment of large, full-thickness defects in young patients. *Arthroscopy* 2003;**19**:222-5.

Pour en savoir plus

Société française d'arthroscopie. *Arthroscopie*. Paris: Elsevier; 1999.
Chow JCY. *Advance Arthroscopy*. New York: Springer; 2001.

P. Gicquel, Praticien hospitalier (Philippe.Gicquel@chru-strasbourg.fr).
Service de chirurgie infantile, Hôpital de Hautepierre, avenue Molière, 67098 Strasbourg cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Gicquel P. Arthroscopie chez l'enfant. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-006, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-003]

Biomatériaux orthopédiques

R Nizard : Ancien chef de clinique-assistant

P Bizot : Chef de clinique-assistant

L Sedel : Professeur des Universités, praticien hospitalier

Laboratoire de recherches orthopédiques (URACNRS 1432), hôpital Saint-Louis, 1, avenue Claude-Vellefaux, 75475 Paris cedex 10 France

L Kerboull : Professeur hospitalo-universitaire

Chirurgie orthotraumatologique, hôpital Cochin, 27, rue du Faubourg Saint-Jacques, 75679 Paris cedex 14 France

Résumé

Utilisés quotidiennement en chirurgie orthopédique et traumatologique, les biomatériaux posent des problèmes de sécurité, d'efficacité et de coûts. On estime à 1,6 million le nombre d'individus porteurs d'un implant orthopédique en France et à environ 4 milliards de francs la dépense représentée par ces produits en 1992. Il s'agit donc d'un véritable problème de santé publique.

Il est possible pour le chirurgien de les implanter sans se préoccuper de leur nature chimique, de leur procédé d'élaboration, de leur mode de dégradation, de leur usure ou des conséquences à long terme de leur vieillissement ; mais, puisqu'il a habituellement le choix de ces matériaux, la responsabilité des conséquences de leur introduction lui incombe en grande partie. Il paraît donc utile qu'il soit informé des aspects techniques, biologiques ou réglementaires les concernant.

C'est notre volonté ici de donner de façon concise un aperçu des conséquences, de l'introduction d'un biomatériau dans l'organisme, et des conséquences sur le matériau de son introduction. Ces connaissances sont parcellaires et font appel à des notions pluridisciplinaires qui rendent leur exposé parfois difficile. Puis, nous développerons les aspects réglementaires avant d'aborder une étude plus analytique des différentes classes de matériaux.

© 1996 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

GÉNÉRALITÉS

Définitions ^[93]

Selon la conférence de consensus de Chester (1991) est considéré comme *biomatériau* tout matériau qui interagit avec les systèmes biologiques pour évaluer, traiter, renforcer ou remplacer un tissu, organe ou une fonction de l'organisme. Cette définition appelle les commentaires suivants : le biomatériau n'étant pas un médicament, il n'est pas soumis aux mêmes exigences administratives, il doit cependant s'intégrer dans une procédure d'autorisation de mise sur le marché (AMM) qui à l'heure des procédures communautaires européennes implique le marquage CEE. La notion d'utilisation temporaire permet d'intégrer sous une même définition des éléments prothétiques dont l'ambition est d'être implantés le plus longtemps possible et des membranes d'hémodialyse en contact avec le sang pendant quelques heures.

La *biocompatibilité* comprend l'ensemble des phénomènes mis en jeu dans un environnement physiologique tel que le matériau ne soit pas toxique pour l'organisme et que l'organisme ne dégrade pas le matériau.

La *biofonctionnalité* apprécie l'adéquation entre un biomatériau et son utilisation clinique. Par exemple, un matériau peut être très bien toléré sous forme massive, mais son utilisation comme surface de frottement produit des particules de petite taille dont la tolérance est différente.

Réponse tissulaire locale

Ce chapitre étudiera la réponse du tissu vivant à l'agression que représente l'introduction d'un matériau étranger dans l'organisme. Cette réponse est initialement non spécifique correspondant à la réaction inflammatoire, puis plus spécifique au matériau et à l'implant. Nous étudierons la réponse en tissu mou, mais aussi la réponse osseuse.

Réactions à l'interface

Aspects initiaux

L'introduction d'un biomatériau dans un tissu est traumatisante. Elle provoque une rupture vasculaire qui met en contact le matériau avec le sang, le sérum ou les liquides extracellulaires. Le fluide entrant en contact contient des ions, des protéines dont des glycoprotéines qui vont s'adsorber en quelques secondes à la surface du matériau. Ainsi, quelques secondes après son introduction le matériau n'est plus en contact direct avec le tissu vivant que par l'intermédiaire d'une couche (probablement monocouche) protéique. Un grand nombre de travaux, dont la majorité a été réalisée in vitro, a été publié récemment sur ce phénomène d'adsorption protéique qui semble à maints égards fondamental.

De nombreux éléments manquent encore à la compréhension de cette étape, mais quelques points apparaissent importants.

Il s'agit d'un phénomène *dynamique* où la quantité de protéines adsorbées augmente avec le temps et la concentration : cette quantité augmente jusqu'au moment où une monocouche uniforme est en place. Les protéines ayant des propriétés adhésives les plus importantes sont la fibronectine, la vitronectine, l'adhésine. La couche protéique une fois formée n'est pas statique et des échanges permanents existent entre la surface et le milieu faisant évoluer dans le temps la couche protéique en contact avec le milieu tissulaire.

La couche protéique est variable en fonction du matériau. Hormis la

composition chimique, les caractéristiques de la surface telles que la microgéométrie, les propriétés électriques, l'énergie de surface ou la mouillabilité jouent un rôle.

Ainsi, la réaction cellulaire à l'implantation d'un matériau peut être analysée comme une réaction de la cellule vis-à-vis des protéines adsorbées à la surface du matériau, la cellule n'étant jamais en contact direct avec celui-ci. La qualité, la quantité relative de certaines protéines détermineraient alors la réponse cellulaire.

Effets de l'environnement sur le matériau

Le milieu biologique constitue un milieu agressif pour les biomatériaux. Les métaux corrodent, les polymères se dégradent et les céramiques vieillissent. Les mécanismes impliqués sont multiples : la dépolymérisation, l'hydrolyse, la dégradation oxydative, le relargage d'additifs, de polymères, l'oxydation des métaux, le vieillissement ou la dissolution des céramiques.

Cet effet du milieu sur le matériau peut avoir deux types de conséquences.

Conséquences sur le matériau : le milieu biologique peut modifier le matériau jusqu'à le rendre inapte à la fonction pour laquelle il a été mis en place. Ainsi, la corrosion d'un métal peut être à l'origine d'une fragilisation et d'une rupture de l'implant. De même, un polymère peut voir ses qualités mécaniques altérées par une dépolymérisation partielle, par une hydrolyse partielle, ou par une absorption lipidique (silicone).

Conséquences sur le tissu : les phénomènes de dégradation conduisant au relargage de constituants du matériau, ceux-ci peuvent entraîner des réactions d'intolérance : ainsi la corrosion peut aboutir au passage dans le tissu biologique d'ions toxiques (Ni), ou certains additifs nécessaires à la fabrication d'un polymère peuvent se retrouver libérés dans le milieu et être alors sous forme libre toxique pour le tissu. De même, un relargage sous forme particulaire (par exemple : polyéthylène) peut entraîner des réactions néfastes alors que la forme massive du même matériau est bien tolérée.

Un produit devra donc bien sûr être testé sous forme massive, mais ses produits de dégradation (particules, additifs, etc.) doivent faire également l'objet de l'analyse de biocompatibilité.

Réaction à plus long terme

Il est plus aisé pour la clarté de l'exposé d'étudier dans un premier temps les processus normaux de cicatrisation puis dans un deuxième temps d'observer comment la présence d'un implant modifie ces processus de cicatrisation.

Processus normaux de cicatrisation

La réponse à une agression tissulaire est uniforme quelle que soit la nature physique, chimique, ou microbiologique de l'agent agresseur. Elle consiste d'abord à assurer l'hémostase, puis suit une phase d'élimination de l'agent agresseur (quand il existe) et des tissus morts, enfin, une phase de réparation tissulaire cherchant au mieux une restitutio ad integrum du tissu originel et au pire une cicatrice fibreuse. Cet enchaînement s'appelle la réponse inflammatoire.

La rupture vasculaire provoque une activation des cellules endothéliales et des plaquettes. Ces cellules libèrent alors des facteurs vasoactifs qui favorisent la vasodilatation locale et la perméabilité capillaire ; ainsi est formé un exsudat inflammatoire riche en protéines (protéines de la coagulation et composants du complément). Il y a amplification de la réaction par l'intermédiaire des différentes protéines libérées qui favorisent la phase cellulaire. Initialement, les polynucléaires neutrophiles attirés par les facteurs chimiotactiques pénètrent en nombre par diapédèse dans le tissu irrité. Rapidement interviennent les monocytes qui devenant tissulaires s'appellent les macrophages (fig 1). Selon

que l'agresseur est immunogène ou pas, les cellules recrutées sont soit les cellules du système lymphoplasmocytaire, soit des cellules à pouvoir phagocytaire.

La détersion du site receveur se fait par phagocytose et par une activité enzymatique lysosomiale. Ces deux moyens de détersion font intervenir principalement le macrophage et les cellules géantes. Le macrophage jouerait un rôle fondamental de régulateur de la réponse tissulaire par l'intermédiaire des quelque 200 substances qu'il est capable de synthétiser ; parmi les plus étudiées, il faut citer l'interleukine 1 qui joue un rôle de régulation de l'activité du fibroblaste et de contrôle de la synthèse du collagène, le TGFβ (« transforming growth factor ») qui joue un rôle dans l'angiogenèse, le TNF (« tumor necrosis factor »), le FAF (« fibroblast activating factor »).

Dans le meilleur des cas où l'agent agresseur a pu être éliminé et selon la nature du tissu dans lequel se produit le phénomène, on aboutit plus ou moins rapidement à la formation d'une cicatrice fibreuse où les fibroblastes et les fibrocytes sont les cellules prédominantes. Le collagène synthétisé par ces cellules forme la matrice extracellulaire.

Cicatrisation en présence d'un implant

Les phénomènes observés lors de l'étape initiale sont superposables à ce qui a été exposé précédemment.

Ultérieurement lorsqu'il s'agit d'un implant ne créant pas les conditions d'une irritation permanente (par exemple un implant massif de céramique inerte), les phénomènes de la cicatrisation normale se produisent comme si l'implant n'était pas présent, il sert simplement de barrière à la progression de la néovascularisation et à la progression de la cicatrice fibreuse. A terme, il se trouvera entouré d'une fine cicatrice fibreuse appelée membrane d'encapsulation (fig 2). En aucun cas cette membrane ne peut être interprétée comme un signe d'incorporation.

Si l'implant n'est pas totalement inerte, le processus de cicatrisation est différé dans le temps. Il se produit une inflammation chronique caractérisée par la présence prolongée de cellules macrophagiques et de cellules géantes. A terme, la capsule entourant alors l'implant est plus épaisse et plus riche en cellules, la persistance de l'irritation - par l'intermédiaire des produits synthétisés par le macrophage -, agissant alors comme un stimulus de production de fibroblastes.

L'implant peut rester agressif soit par des facteurs mécaniques (comme l'abrasion du tissu par l'implant), soit par des facteurs chimiques (comme le relargage d'ions toxiques dans le cas des métaux ou de produits additifs dans le cas des polymères) soit pour d'autres raisons encore mal connues. Au maximum, il existe des destructions cellulaires, tissulaire et une inflammation permanente : c'est la pseudomembrane. Autour de cette réaction intense se forme une membrane collagénique épaisse très riche en fibroblastes.

Au terme de cet exposé deux remarques peuvent être faites :

L'interaction entre un matériau initialement agressif et le tissu où il est implanté est un phénomène d'irritation autoentretenu ayant une tendance spontanée à l'aggravation. En effet, une fois la réaction inflammatoire initiée, il y a libération au contact de l'implant de toute une série de produits (enzymes protéolytiques, radicaux libres, peroxydes...) qui sont susceptibles de dégrader encore davantage le matériau, les éléments de dégradation libérés dans le milieu entretiennent à leur tour la persistance d'une inflammation. Ainsi est créé un cercle vicieux que seule l'ablation de l'implant peut rompre ;

le contrôle de la qualité de la réponse tissulaire (type cellulaire, type de collagène...) et de la quantité de tissu d'interface est mal connu. On peut imaginer que la connaissance précise de l'action des substances anti-inflammatoires et des facteurs de croissance permettront de mieux contrôler la réponse tissulaire.

Cas particulier de la réponse osseuse

Dans ce cas la cicatrisation aboutit à la formation d'un cal osseux. Ceci se produit par activation des cellules souches osseuses. Il y a souvent passage par une phase cartilagineuse ou fibrocartilagineuse. Après cette première phase de repousse osseuse au contact du biomatériau ou à l'intérieur d'anfractuosités, le remodelage osseux en fonction des contraintes mécaniques locales viendra modifier la texture et l'orientation de l'os avoisinant (fig 3). L'environnement mécanique constitue un élément déterminant de la réponse et deux éléments jouent alors un rôle essentiel : l'un est la mobilité relative de l'implant par rapport au tissu osseux, le deuxième est représenté par les caractéristiques mécaniques du matériau et de l'implant. L'ostéoclaste, qui oriente la résorption de l'os, a une importance toute particulière dans ce processus par l'intermédiaire du BMU (« basic multicellular unit ») qui constitue l'unité fonctionnelle de remodelage. Il existe des substances comme l'hydroxyapatite, le phosphate tricalcique, ou les bioverres susceptibles de jouer un rôle ostéoconducteur c'est-à-dire de diriger et accélérer la repousse osseuse. D'autres substances comme les facteurs de croissance joueraient un rôle ostéo-inducteur.

Réponse générale

La réaction à un produit implanté n'est pas seulement locale. Les produits solubles, les particules phagocytées sont transportées via le système lymphatique ou le système sanguin dans tout l'organisme. Ainsi, des particules de polyéthylène ou de carbone sont retrouvées au contact des implants, mais également dans les ganglions drainant le site implanté, dans le foie, la rate ou les poumons.

La réponse générale peut aussi être due à une réaction générale de l'organisme à un matériau : l'exemple le plus typique est représenté par la réponse immunitaire où des réactions d'hypersensibilité médiées par les lymphocytes, les plasmocytes, la formation d'anticorps (de type IgE en particulier) entraînent des conséquences générales. Certains polymères sont également susceptibles d'activer la voie alterne du complément.

Haut de page

EVALUATION PRÉCLINIQUE DE LA BIOCOMPATIBILITÉ

Evaluer la biocompatibilité c'est assurer la tolérance et la biofonctionnalité du produit. Il faudra donc évaluer respectivement le retentissement local et général de la mise en place du matériau dans l'organisme, mais aussi le retentissement de l'organisme sur le matériau. La biocompatibilité n'ayant pas de définition absolue, il faut, pour qu'un nouveau matériau soit correctement évalué, le comparer à des témoins dont la compatibilité ou l'intolérance sont connues, il s'agit de matériaux dits de référence (ou contrôles) : en orthopédie ces matériaux de référence peuvent être le polyéthylène, les métaux purs, la céramique d'alumine. Les caractéristiques précises propres à l'implant utilisé comme référence (géométrie, état de surface...) doivent être également connus.

Méthodes d'étude de la biocompatibilité

Elles font appel tout d'abord à une étape de caractérisation permettant de connaître les caractéristiques intrinsèques du matériau, puis à une étape d'évaluation qui utilisent des techniques très différentes : histologie, biochimie, science des matériaux...

Evaluation physicochimique du matériau

Avant d'implanter un produit, il est nécessaire de le caractériser. C'est la première étape qui conditionne les suivantes.

Les caractéristiques du matériau sous forme massive sont :

la composition chimique y compris les adjuvants nécessaires à la fabrication, et les impuretés ;

les propriétés physiques incluant souvent dans ce chapitre les caractéristiques mécaniques. Lorsqu'il s'agit, par exemple, d'un matériau utilisable en frottement, des tests sur simulateurs de frottement (pion-disque ou disque-disque) ou sur simulateur articulaire sont nécessaires. De cette façon, on peut mesurer les débris libérés, le coefficient de frottement et les éléments de dégradation du produit après plusieurs millions de cycles.

Les propriétés de surface incluent en un terme général des éléments comme la chimie de la surface, les propriétés électriques de la surface et la structure de la surface. Pour connaître les caractéristiques chimiques de la surface des techniques comme la spectroscopie infrarouge ou la mesure de l'angle de contact sont réalisées. La structure de la surface peut être connue par une étude au microscope électronique à balayage, la rugosité peut être calculée, enfin des mesures du potentiel de surface et du potentiel zêta évaluent une partie des propriétés électriques.

Evaluation du retentissement du matériau sur l'organisme

Evaluation du retentissement général : carcinogénicité, immunogénicité

Carcinogénicité [55]

Des observations de tumeur au contact de matériau polymérique et de métaux ont été rapportées dans la littérature aussi bien sur les animaux que sur les humains ; les premières publications datent des années 1940. La relation de cause à effet entre la présence du matériau et le développement de la tumeur est difficile à mettre en évidence. Dans les études expérimentales sur le rat en général, il est apparu que pour le développement d'une tumeur l'implant devait avoir une taille minimale de 5 mm × 5 mm, qu'il devait être lisse, et qu'il devait rester en place un minimum de 6 mois [64].

L'évaluation du risque mutagène et carcinogène se fait in vivo et in vitro.

In vitro, on utilise le classique test d'Ames sur des *Escherichiae coli* dont un des caractère a déjà subi une mutation ; le taux de mutation reverse en présence et en l'absence du matériau indique le pouvoir mutagène [1].

In vivo, une évaluation sur le rat est réalisée. L'expérimentation doit durer au minimum 2 ans, elle inclut trois groupes avec un nombre suffisant d'animaux pour permettre une évaluation statistique correcte. Un groupe reçoit le matériau à tester, un autre un matériau témoin dont la bonne tolérance est connue, enfin un groupe est opéré sans implantation de matériel. Le taux de tumeur indique le caractère plus ou moins carcinogène du matériau par rapport au matériau témoin et par rapport au taux spontané de tumeurs (groupe sans matériau).

L'extrapolation des résultats en pathologie humaine reste discutée et discutable.

Immunogénicité [59]

d'un biomatériau peut être évalué in vitro et in vivo.

In vitro, des tests sur le plasma ou le sérum comme un test d'agglutination, de précipitation, ou d'activation du complément permettent d'étudier la réponse humorale. La réponse cellulaire peut être étudiée par test de transformation des lymphocytes ou un test d'inhibition de la migration des macrophages.

In vivo, un test de réaction cutanée utilisant le plus souvent les produits de dégradation du matériau est réalisé.

Evaluation du retentissement local

Il s'agit sans aucun doute d'une partie essentielle de l'évaluation.

In vitro [70]

La complexité de la mise en oeuvre, le coût, et la complexité même du modèle animal qui réalise un milieu biologique complexe font préférer les méthodes in vitro aux méthodes in vivo pour une première approche ou « screening » des matériaux. Il est par ce biais possible d'évaluer rapidement et à moindre coût un nombre important de matériaux et de choisir de la sorte le moins toxique.

Ainsi les cultures cellulaires de mammifères sont connues et utilisées dans le domaine depuis plus de 20 ans. Initialement, la viabilité cellulaire était seule étudiée, plus récemment des études fonctionnelles qui analysent l'inhibition de la croissance cellulaire, plus récemment encore des cultures cellulaires organotypiques permettent de rendre le modèle un peu moins schématique [82].

Les méthodes morphologiques peuvent se séparer en deux principales : celles reposant sur la diffusion ou la migration d'éléments du matériau dans la culture cellulaire (essai de contact direct, essai de diffusion dans l'agar) et les méthodes cultivant les cellules dans un milieu où un extrait du matériau a été placé. Des colorations vitales sont ensuite appliquées et la cytotoxicité est ainsi mesurée.

Un des écueils de ce type d'évaluation est la difficulté de reproductibilité d'un laboratoire à l'autre.

In vivo

L'implantation animale reste encore une étape obligée de l'appréciation d'un matériau. De façon générale, il faut insister sur le fait que les méthodes qualitatives ne sont plus de mise. Les méthodes semi-quantitatives deviennent obsolètes même si elles demeurent encore un élément de normalisation. Seules les méthodes quantitatives doivent être utilisées.

En tissu mou

L'évaluation quantitative de la réponse tissulaire en tissu mou peut se faire par des méthodes morphologiques histologiques, et/ou par des méthodes fonctionnelles. L'implantation animale se fait préférentiellement dans le muscle (muscles paravertébraux, quadriceps), le tissu cellulaire sous-cutané est moins souvent utilisé comme site récepteur.

La quantification histologique repose classiquement sur la mesure de l'épaisseur de la membrane d'encapsulation [53]. Dans une étude publiée par notre équipe une évaluation plus fine a été proposée. Elle repose sur la quantification de chaque type cellulaire et de leur localisation par rapport à la surface de l'implant. Il a été observé grâce à ces méthodes que les cellules n'étaient pas distribuées au hasard dans la membrane mais qu'elles répondaient à une distribution statistique d'un type particulier : la loi de Weibull. Schématiquement, le nombre de cellules quel qu'en soit le type croît rapidement à partir de l'interface pour diminuer de façon progressive ensuite ;

la courbe est donc en forme de cloche asymétrique. Les paramètres de distribution de la loi de Weibull permettent de décrire une partie de la réponse tissulaire [14].

L'évaluation fonctionnelle repose sur la modification de la quantification des enzymes produites lors de la réponse tissulaire. Des colorations spécifiques des enzymes sont utilisées et la quantification est réalisée par analyse d'image [73]. La signification des différentes enzymes étudiées est indiquée dans le **tableau I**.

D'autres techniques sont en développement comme le marquage par des anticorps spécifiques qui permettent de marquer soit des types cellulaires particuliers (macrophages, lymphocytes...) soit des protéines particulières. La quantification se fait ensuite par des techniques d'analyse d'image.

En tissu osseux

La fonction de support du tissu osseux impose aux matériaux qui sont susceptibles de s'y substituer temporairement ou définitivement des contraintes en partie différentes de celles qui ont été évoquées précédemment. Le problème particulier de la repousse osseuse dans un matériau est spécifique. Les évaluations dans ce cadre comprennent donc des études mécaniques et des études histologiques.

Les paramètres mécaniques sont par exemple : la tenue en cisaillement d'un implant dans de l'os (cortical ou spongieux), il s'agit des « push-out » ou « pull-out tests », les modifications des caractéristiques de l'os peuvent être évaluées par les méthodes mécaniques classiques (cf Biomécanique du traitement des fractures) ou par des méthodes plus fines prenant en compte le caractère anisotrope de l'os (microscopie acoustique). Enfin des modèles mathématiques tels que les méthodes par éléments finis constituent des outils souvent utiles, si le modèle est bien conçu.

Les études morphologiques intègrent les appréciations de la repousse à l'aide de microradiographies et/ou à l'aide de techniques histologiques (en ne décalcifiant pas l'os). On évalue ainsi le taux de repousse osseuse au contact d'un matériau ou dans les anfractuosités d'un matériau poreux. Les méthodes d'analyse d'image permettent de quantifier ces phénomènes.

Evaluation du retentissement de l'organisme sur le matériau

Un matériau mis dans un environnement biologique se dégrade, il s'agit de corrosion pour les matériaux métalliques ou polymériques. Les matériaux céramiques et polymériques sont susceptibles de relarguer des produits détachables (comme les additifs nécessaires à la fabrication des polymères, ou les impuretés contenues dans les céramiques). Il faut donc étendre l'étude précédemment évoquée aux produits de dégradation qui par eux-mêmes sont susceptibles de déclencher des effets indésirables.

Facteurs expérimentaux influençant la réponse tissulaire

Le matériau constitutif de l'implant n'est pas le seul facteur susceptible d'influencer la réponse tissulaire locale.

Parmi les facteurs liés à l'implant, on peut citer sa présentation sous forme particulière ou sous forme massive, ses caractéristiques géométriques qui jouent un rôle important dans cette réponse. Ainsi des implants en forme d'étoile entraînent une sécrétion phosphatase acide plus importante que des implants cylindriques, des implants ne variant que par le diamètre provoquent la formation d'une membrane d'interposition d'épaisseur croissante avec le diamètre. Les conditions mécaniques dans lesquelles sont placées un implant provoquent des réactions différentes, dans un os la partie de l'implant placée dans une zone de traction voit du tissu fibreux s'apposer, dans une zone en compression le tissu osseux vient directement au contact de l'implant. Enfin le choix de l'animal d'expérimentation est important, comme l'ont montré Christel

et Meunier : les réponses d'animaux aussi proches que le lapin et le rat sont différentes pour un même matériau .

En conclusion, le choix des caractéristiques de l'implant, de l'animal d'expérimentation, du site d'implantation, de la méthode d'analyse, de la réponse tissulaire sont des éléments à analyser lors de l'élaboration d'un protocole tout aussi important que les matériaux à évaluer.

Evaluation en service des matériaux

L'étude des matériaux ne s'arrête certainement pas à « l'aspect recherche », et une fois connu le matériau lui-même, une évaluation sous sa forme définitive d'implant (prothèse, ostéosynthèse) est indispensable. Elle sera au mieux prospective et randomisée permettant une comparaison à ce qui existe déjà et dont les avantages et inconvénients sont connus. Des critères cliniques et radiologiques au mieux quantitatifs permettent l'évaluation. Dans le cadre d'étude des prothèses articulaires, les analyses en terme de survie sont devenues la règle. Elles permettent malgré des données censurées (décès, perdus de vue) de comptabiliser le pourcentage d'implants encore en place. Comme dans toute étude statistique, la mesure de l'écart-type est indispensable ^[11].

L'analyse des implants retirés fait partie également de l'arsenal d'évaluation. Elle constitue une source d'information essentielle quoique retardée.

Cadre légal

Les différentes législations ont depuis quelques années encadré les essais nécessaires pour apprécier la biocompatibilité de biomatériaux orthopédiques. Les organismes normalisateurs sont aux Etats-Unis l'« American Society for Testing Materials » (ASTM), sur le plan international l'« International Standard Organization » (ISO), et en France l'Association Française de Normalisation (AFNOR).

Normes

Les normes paraissent régulièrement dans le domaine depuis 10 ans. Elles représentent le minimum requis pour s'intégrer dans un cadre légal. Elles comprennent les définitions, les procédures d'extraction, les procédures d'essais biologique et mécaniques, elles peuvent aussi concerner les caractéristiques pour qu'un matériau puisse être utilisé comme biomatériau.

Il est impossible dans le cadre de ce document d'être exhaustif, aussi nous donnerons quelques exemples qui nous paraissent importants.

Le fascicule de documentation AFNOR S 90-700 propose une classification des matériaux et dispositifs médicaux implantables. Les biomatériaux orthopédiques font partie du groupe III (matériaux en contact avec les tissus pendant un temps compris entre 6 heures et 30 jours) et du groupe IV (matériaux en contact avec les tissus plus de 30 jours). Cette norme fixe le choix des essais nécessaires à l'évaluation de la biocompatibilité des matériaux et dispositifs médicaux en fonction de la durée de contact.

La norme NF S 90-701 décrit les méthodes d'extraction : équipements nécessaires, réactifs des matériaux, pureté de l'eau, échantillons, etc.

La norme NF S 90-702 fixe les conditions d'évaluation in vitro de la cytotoxicité des matériaux et dispositifs médicaux. Elle décrit les conditions des essais, les cellules, le protocole expérimental, l'interprétation des résultats, les informations contenues dans le rapport d'essai.

La norme NF S 90-703 fixe les essais de tolérance d'un biomatériau destiné à entrer en contact avec les tissus musculaires et osseux : implantations à court et à long terme. Cette norme fait référence aux produits devant servir de références comme la céramique d'alumine (NF S 90-408), le

polyéthylène à très haut poids moléculaire (NF ISO 5834-2) ou le titane non allié (NF ISO 5832-2). Le protocole d'implantation, de recueil des résultats sur l'épaisseur de la membrane cellulaire et sur la quantification des types cellulaires est fixé. Lors de l'implantation extraosseuse, le nombre d'éprouvettes, les délais ainsi que les conditions de mesure de la repousse osseuse ou de la dégradation sont précisés.

La norme NF S 90-448 fixe les conditions d'essais de la rupture statique des tiges fémorales.

Les entreprises sont soumises à des normes de qualité. La norme ISO 9000 est la plus difficile à obtenir : elle assure que l'entreprise obéit à des règles de fabrication très sévères sur le plan des contrôles, de la traçabilité des produits. Ces entreprises sont expertisées en conséquence. De même les laboratoires d'essais doivent obéir aux règles des bonnes pratiques de laboratoire.

Cadre légal de l'expérimentation clinique

Avant que le ministère de la Santé ne prononce l'homologation d'un biomatériau nouveau, l'investigateur principal et le fabricant devront se conformer à la loi Huriet. Cette loi dite de protection des personnes fixe administrativement les règles d'un essai thérapeutique chez l'homme. Les différents articles de cette loi applicables à ce domaine peuvent être résumés comme suit : il faudra obtenir un consentement éclairé du patient, une assurance couvrant la phase d'expérimentation, les produits devront être fournis à titre gracieux par le fabricant, et le protocole expérimental détaillé - y compris le consentement éclairé - devront obtenir l'aval d'un comité d'éthique.

[Haut de page](#)

MATÉRIAUX

Métaux

Ce sont les matériaux les plus utilisés tant en chirurgie orthopédique que dans d'autres spécialités comme l'odontostomatologie. Il s'agit habituellement d'alliages dont les principaux sont les aciers, les chromes-cobalts ou stellite, et les alliages à base de titane.

Généralités

D'une façon générale les caractéristiques biologiques et mécaniques des métaux sont sous la dépendance de leur composition chimique d'une part, de leur structure physique d'autre part.

Sans pouvoir entrer dans les détails de ces éléments il faut comprendre que les métaux se présentent sous la forme d'empilements de cristaux. Dans cette structure cristalline, des impuretés ou des défauts existent entre les grains ou cristaux, les qualités du métal dépendent en grande partie de l'existence et du type de défaut. Les procédés de mise en forme et d'élaboration influencent de façon considérable les qualités physicochimiques du métal, par exemple, le forgeage augmente la cohésion des grains, il en est de même des procédés de refroidissement/réchauffement.

Alliage

Dans le but d'obtenir des qualités optimales, un mélange de deux ou plusieurs métaux peut être réalisé : c'est un alliage. Les conditions de mélange obéissent à certaines règles, ainsi, lors du chauffage d'un métal A au contact d'un métal B, l'agitation thermique va créer des défauts de type ponctuel où les atomes du métal B vont pénétrer dans le réseau du métal A. Selon que les atomes du métal B se placent en insertion ou en substitution, on parle de solution solide d'insertion ou de substitution, l'alliage obtenu est homogène.

Dans la plupart des cas toutefois, il existe une concentration limite de B à partir de laquelle le mélange n'est plus homogène, on est en présence de deux phases de composition différentes. Le nombre et la nature des phases en présence dépendent de la température et des concentrations respectives en composés A et B.

Corrosion

Généralités

La mise en place d'un métal dans un milieu biologique provoque son attaque le plus souvent oxydative : c'est la corrosion. La corrosion se produit donc en présence :

d'un matériau métallique sur lequel se produit une réaction anodique d'oxydation selon : $M \rightarrow M^{n+} + ne^{-}$

d'une solution agressive ou électrolyte où peuvent se produire plusieurs types de réaction de réduction (réaction cathodique) :

réduction des ions hydrogène : $2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$

ou réduction de l'oxygène dissous : $O_2 + 2H_2O + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}$.

L'espèce en solution gagne des électrons et il y a donc transfert de charge électrique entre le métal et la solution. A l'état d'équilibre entre le soluté et le métal (qui correspond au moment où la dissolution du métal s'arrête), il existe une double couche électrisée qui crée une différence de potentiel entre les deux régions qu'elle sépare ; cette différence de potentiel dépend bien sûr du métal et de la composition de la solution. La valeur du potentiel que prend le métal dans la solution quand l'état d'équilibre a été atteint s'appelle le *potentiel d'électrode*. Ce potentiel peut être mesuré dans des conditions définies (température et concentration) comparativement à une électrode standard comme l'électrode à hydrogène : on parle alors de *potentiels normaux*. Plus ce potentiel normal est élevé plus la résistance à la corrosion est grande, plus le potentiel normal est négatif plus la réactivité du métal (c'est-à-dire la quantité de métal dissous dans le milieu) est grande. Les métaux ayant les potentiels normaux les plus élevés sont appelés métaux nobles. Il est habituel de classer les métaux selon une échelle galvanique du plus noble au moins noble (**tableau II**).

Il n'est pas nécessaire pour que ces réactions aient lieu que l'anode et la cathode soient deux pièces métalliques séparées, à l'intérieur d'une même pièce métallique il existe de multiples zones anodiques ou cathodiques de taille microscopique. Ainsi une différence de potentiel peut exister entre les différentes phases d'un alliage ; de même la présence d'atomes étrangers dans une zone de joint de grains est à l'origine d'inhomogénéités chimiques à l'origine de couples électrochimiques qui peuvent donner lieu à des phénomènes de corrosion intergranulaires.

Eléments complémentaires

Rôle du pH

Le pH a une grande influence sur la corrosion et pour un grand nombre d'alliages et de métaux Pourbaix ^[69] a établi des diagrammes potentiel-pH qui permettent de prévoir le risque de corrosion dans un milieu donné. Il faut indiquer à cet égard que le pH du milieu intérieur est certes habituellement fixe , il diminue à

dans lesquels le métal a tendance à corroder, les zones où la corrosion est nulle et les zones où il existe une tendance à la corrosion mais aussi à la formation d'un film oxydé de surface (passivation) réduisant le taux de dissolution du métal à pratiquement zéro.

Passivation

Ce phénomène, constant pour les métaux, correspond à la formation d'une couche d'oxyde à sa surface. La couche oxydée n'a pas les mêmes caractéristiques selon les métaux : les métaux dits de transition (titane [Ti], aluminium [Al], chrome [Cr], nickel [Ni]) se recouvrent d'une couche oxydée homogène (le titane par exemple se recouvre d'une couche de 100 Å de TiO_2) les rendant résistants à la corrosion malgré un potentiel normal fortement négatif ; à l'inverse des métaux comme le fer présentent une couche oxydée inhomogène qui ne protège pas de la corrosion. Cependant cette couche d'oxyde peut être fragile en cas de frottement par exemple, pour le titane on aboutit à des réactions de passivation/dépassivation successives qui libèrent dans le milieu de l'oxyde de titane aux propriétés potentiellement abrasives.

Différents types de corrosion

La corrosion des implants métalliques dans un milieu biologique n'est pas une corrosion uniforme généralisée mais une corrosion localisée. On distingue :

- corrosion galvanique : elle survient quand deux métaux aux potentiels normaux différents sont mis dans un environnement commun. La valeur des potentiels normaux permet de déterminer quel sera le métal protégé et quel sera le métal attaqué ;

- corrosion par piqûre : une interruption dans la couche oxydée quel qu'en soit le mécanisme provoque une dissolution du métal à cet endroit qui devient l'anode. Du fait de l'accumulation d'ions Cl^- dans ces régions les chances de repassivation sont faibles. Ce type de corrosion touche par nature les métaux passivables ;

- corrosion en fond de crevasse : elle se produit dans des piqûres profondes et au niveau des surfaces poreuses. Le phénomène majeur est l'aération différentielle entre la surface et le fond de crevasse. En effet, entre le fond de crevasse pauvre en oxygène et la zone superficielle riche en oxygène il existe une différence de potentiel. La zone riche en oxygène constitue la cathode alors que le fond de la crevasse constitue l'anode ;

- corrosion intergranulaire : les zones de jonction entre les grains du métal ou de l'alliage sont des zones d'hétérogénéité chimique. Dans ces zones, des couples électrochimiques se forment avec le risque de corrosion lié à l'existence même de ces couples ;

- corrosion liée à des phénomènes mécaniques (fig 4) :

 - corrosion sous contrainte : il s'agit d'un phénomène où l'environnement corrosif et celui des contraintes mécaniques se combinent pour provoquer dans l'alliage des fissures inter- ou intragranulaires qui ne seraient pas survenues si un seul de ces phénomènes était présent. Ce mode de corrosion peut être à l'origine d'une faillite brutale du matériau ;

 - corrosion par fatigue : un matériau soumis à des charges répétées cycliques est susceptible de présenter des fissures. En environnement corrosif, les processus fissuraires et la propagation des fissures sont accélérés. Ce processus s'appelle la corrosion par fatigue ;

 - corrosion par frottement : il s'agit de la combinaison d'une dégradation de surface survenant par des mouvements relatifs de faible amplitude des composants. La rupture du film de passivation qui en résulte est à l'origine de la corrosion. La corrosion par « fretting » associée à la précédente une fréquence élevée du déplacement ; elle paraît particulièrement importante dans le cadre des implants orthopédiques [75] ;

 - à part, la corrosion par les micro-organismes : la présence de germes modifie l'environnement local comme le pH et le degré d'aération, d'autre part la réaction de défense de l'organisme comprend le relargage d'enzymes protéolytiques : ces phénomènes sont susceptibles de favoriser la corrosion. Certaines bactéries auraient une attraction particulière pour certains métaux pouvant être à l'origine d'une corrosion spécifique [38].

Carcinogénicité des métaux

Depuis plus de 50 ans que les métaux sont utilisés sur une très grande échelle, quelques cas de tumeurs malignes ont été rapportés chez l'homme soit sur arthroplastie [3], soit sur matériel d'ostéosynthèse [89]. Leur nombre n'excède pas quelques dizaines. Ils ont été décrits surtout sur des implants en chrome-cobalt.

Certains auteurs comme Black [7] insistent cependant sur les risques potentiels à très long terme des métaux comportant du cobalt, du chrome et du nickel.

Métaux purs

Ils sont assez peu utilisés. Nous ne citerons et décrirons que le *titane pur*.

Il existe quatre grades de titane pur dépendant de la teneur en impuretés (carbone, azote, oxygène, et fer). La résistance dépend de la teneur en oxygène. En dessous de 882 °C, la structure cristalline est essentiellement α (structure hexagonale compacte) avec une résistance relativement faible et une grande ductilité, au-dessus de cette température c'est la phase β qui est prédominante sa structure est de type cubique centrée. La composition et les caractéristiques mécaniques sont exposées dans le **tableau III**.

Un traitement de surface de type anodisation permet d'améliorer la résistance à la corrosion par la formation d'un film oxydé d'épaisseur variable (des couleurs différentes sont obtenues suivant l'épaisseur de la couche oxydée). Toutefois une passivation classique par l'usage de l'acide nitrique comme oxydant peut être réalisée sans changement d'aspect.

La biocompatibilité du titane pur est excellente, la couche de passivation étant par nature peu réactogène.

Ce matériau est utilisé actuellement dans la fabrication d'implants rachidiens, son intérêt majeur réside dans cette indication à caractère non ferromagnétique qui permet une évaluation postopératoire par imagerie par résonance magnétique nucléaire. Des implants de prothèse totale de hanche tant cotyloïdiens que fémoraux ont été réalisés : c'est le caractère inerte et donc réhabilitable par le tissu osseux qui est utilisé dans cette indication (**fig 3**).

Différents alliages métalliques

Aciers inoxydables [87]

Selon l'état allotropique (c'est-à-dire l'arrangement spatial des cristaux) du fer qui est le principal composant de cet alliage on distingue les aciers ferritiques, martensiques et austénitiques. Ce sont ces derniers qui remplissent les conditions requises pour un usage chirurgical : l'état austénitique est favorisé par la présence d'une grande quantité de nickel (10-14 %), le fer est sous une forme cubique face centrée (forme γ).

Selon la composition initiale et par convention d'écriture on distingue quatre séries d'acier, la série 200 est composée (outre le fer) principalement de chrome, nickel et manganèse, la série 300 de chrome et de nickel, la série 400 de chrome et la série 500 pauvre en chrome. Dans cette classification, des types sont différenciés par les deux derniers chiffres de la série (ex : 316). Des lettres placées en suffixe précisent certaines particularités (ex : 316L où le L indique une teneur réduite en carbone). L'alliage le plus utilisé en orthopédie est le 316L et le 316LVM qui en plus d'être à faible teneur en carbone est écroui à froid et refondu sous vide (VM pour « vacuum-remelted »).

Tous les aciers actuellement utilisés dans le domaine sont forgés, les alliages

coulés sont inutilisables en raison de leur hétérogénéité et de la taille grossière des grains qui leur confèrent des qualités mécaniques insuffisantes et une faible résistance à la corrosion. La composition des alliages est présentée dans le **tableau IV**. Le carbone est l'élément qui favorise le durcissement des aciers austénitiques (comme le 316), mais à des taux élevés, il y a précipitation de carbure de chrome (Cr_{23}C_6) au niveau des joints de grains ; de ce fait la matrice adjacente se retrouve appauvrie en chrome créant ainsi les conditions d'une corrosion intergranulaire.

Il existe une relation étroite entre les conditions de fabrication et les qualités de l'alliage d'acier inoxydable tant sur les qualités mécaniques que sur les capacités à résister à la corrosion. Il faut insister sur l'intérêt des alliages écrouis qui gardent leur ductilité et leur résistance malgré la déformation, ceci est évidemment intéressant dans le cadre de matériel d'ostéosynthèse qui doit souvent être façonné en peropératoire pour s'adapter à l'anatomie de l'os réparé. Les qualités mécaniques en fonction du mode de fabrication sont exposées dans le **tableau V**. Les alliages écrouis à froid ont une plus grande contrainte à la rupture et une limite élastique plus élevée. La faible limite élastique des autres types d'alliages explique certaines déformations plastiques observées sur des prothèses de hanche.

L'acier inoxydable reste, parmi les alliages utilisés en pratique courante, le moins résistant à la corrosion localisée. Les études sur implants retirés montrent en effet l'extrême fréquence de la corrosion ^[20] (en fond de crevasse ou par frottement le plus souvent) même si celle-ci a exceptionnellement justifié l'ablation du matériel.

Les alliages d'acier inoxydable sont bien tolérés avec une encapsulation fine par un tissu fibreux paucicellulaire ^[88]. En présence d'une corrosion un relargage ionique des particules de fer, de chrome, de phosphore ou de soufre peut être observé. En quantité importante, ces produits provoquent localement une inflammation chronique avec cellules géantes, macrophages avec les conséquences que nous avons vues précédemment. Sur le plan général, le relargage et l'accumulation dans certains tissus (foie, rein, rate) des produits de corrosion de l'alliage restent à démontrer de façon formelle. Des effets de type allergique ont été observés en présence de matériel d'ostéosynthèse. Ils ont parfois pu être rattachés à la présence de chrome ou de nickel.

Tant au niveau des implants temporaires (ostéosynthèse) que des implants définitifs (éléments de prothèse) l'acier a été et est encore le métal le plus utilisé en particulier dans sa forme 316L.

Alliages de chrome-cobalt : les Stellite ^[92]

L'utilisation de ces alliages est ancien en chirurgie orthopédique puisque des implants « historiques » (cupule de Smith-Petersen ^[84], prothèse de McKee-Farrar ^[56]) ont utilisé le Vitallium®, l'alliage Francobal®.

Il faut distinguer une fois de plus les alliages coulés des alliages forgés. Le ratio général à retenir est de 60 à 70 % de cobalt pour 20 à 35 % de chrome, le molybdène permet de diminuer la taille des grains entraînant une meilleure résistance mécanique, les compositions précises sont données dans le **tableau VI**.

Le mode de préparation de l'alliage au même titre que la composition influence les propriétés mécaniques. Les *alliages coulés* traditionnellement ont été améliorés par des techniques de refonte sous vide permettant de diminuer la taille des grains ; la fabrication de pièces par compression isostatique (100 MPa) d'une poudre d'alliage permet d'obtenir un grain particulièrement fin, les qualités mécaniques sont alors grandement améliorées. Les *alliages forgés* ont d'excellentes qualités mécaniques, les premières étapes de mise en forme de l'implant sont réalisées à des températures élevées, puis plus on se rapproche de la forme finale plus la température de travail diminue réalisant alors un écrouissage à froid. Les propriétés mécaniques des différents alliages de chrome-cobalt sont exposées dans le **tableau VII**.

La résistance à la corrosion de ces alliages est excellente. La tolérance tissulaire

est également excellente et tout à fait superposable à la réponse aux aciers inoxydables. Sur le plan de la réaction générale, des cas d'hypersensibilité ont été décrits, probablement dus à certains constituants de l'alliage comme le nickel ou le chrome.

Au total, l'ensemble des qualités de cet alliage le destine tant à la formation d'implants temporaires (plaques d'ostéosynthèse) que d'implants définitifs (prothèse de hanche ou de genou).

Alliages de titane

Le titane possède en fonction de la température deux états allotropiques : α , structure hexagonale compacte et β , qui est une structure cubique centrée. L'aluminium (6 %) et le vanadium (4 %) ajoutés au titane permettent aux deux formes α et β de coexister à température ambiante. Ainsi est formé un alliage biphasique (α - β). Le taux relatif de chacune des phases et les modes de préparation de l'alliage ont une grande influence sur les qualités mécaniques. Une microstructure régulièrement homogène est obtenue par recuit.

Les qualités mécaniques de l'alliage TiAl_6V_4 sont superposables voire supérieures à celles des autres alliages utilisés (**tableau VIII**). De plus, il présente l'avantage d'avoir un module d'Young deux fois moins élevé que celui du CrCo ou de l'acier ; il reste toutefois dix fois supérieur à celui de l'os. Les propriétés en fatigue, deux fois supérieures à celles de l'acier ou du CrCo, représentent un avantage très important pour la fabrication d'implants destinés à être définitifs. La faible différence entre la contrainte à la rupture et la limite élastique constitue son défaut mécanique majeur, en effet il est peu déformable plastiquement avant rupture. Les conséquences de ce fait mécanique sont retrouvées en clinique lors de l'utilisation de vis en TiAl_6V_4 : lors du serrage d'une vis une déformation plastique se produit, quand de l'acier est utilisé, les contraintes à la rupture et la limite élastique sont suffisamment éloignées pour permettre la déformation, ce n'est pas le cas avec le TiAl_6V_4 la vis pouvant alors se rompre lors du serrage.

Les propriétés de frottement du titane sont insuffisantes pour en faire un matériau de frottement. Le film oxydé de passivation trop fin (100 Å) disparaît lors du frottement et il y a alors dissolution du métal (potentiel normal = -1,6), et relargage d'oxyde de titane qui agit comme un abrasif ; d'autre part le titane est un matériau autosoudant. Des modifications de la surface peuvent être réalisées pour durcir celle-ci et permettre son utilisation en frottement : il peut s'agir par exemple d'implantation ionique, ou de nitruration gazeuse ou ionique .

La tolérance tissulaire de l'alliage de TiAl_6V_4 est très bonne sous forme massive. Les atomes d'aluminium et le vanadium, au potentiel toxique, contenus dans cet alliage sont dispersés et ne sont pas libérés, dans les conditions normales d'utilisation, dans le milieu. Il n'y a pas eu dans la littérature de phénomène immunoallergique rapporté.

L'utilisation principale de l'alliage de titane est pour nous la réalisation de tiges de prothèses totales de hanche. Pour éviter les phénomènes de fretting-corrosion, les tiges de prothèses de hanches lisses sont recouvertes artificiellement d'une couche d'oxyde par anodisation. Cette couche de 5 000 Å donne une coloration verte ou bleue au métal.

Le titane-niobium ^[83] présente des caractéristiques similaires au TiAl_6V_4 , il a été développé pour ne pas utiliser le vanadium dont la toxicité à l'état d'alliage est plus supposée que réelle. Citons le nitinol qui est un alliage de Ni et de Ti et qui présente la particularité d'être à mémoire de forme. Dans certaines conditions de température, il peut reprendre une forme donnée. Le taux de Ni est élevé ce qui peut entraîner des réactions d'intolérance. Il a été utilisé pour la réalisation d'agrafes d'épiphysiodèse ou de fixation d'ostéotomie et des fixations rachidiennes.

Polymères

De par le grand éventail de propriétés qu'il est possible de donner à ces matériaux, ils constituent une classe dont les applications thérapeutiques sont extrêmement variées allant des matériaux servant à l'ancrage dans l'os, aux matériaux servant de prothèse ligamentaire (**tableau IX**).

Généralités

Composition chimique

Les polymères sont constitués de la répétition de monomères, molécules organiques à base d'atome de carbone (ou de silice pour les silicones). La polymérisation s'effectue suivant deux procédés principaux, addition ou condensation, à la base de la structure tridimensionnelle de la macromolécule, de ses propriétés physicochimiques et mécaniques (**tableau X**). Le poids moléculaire et le degré de ramification de la molécule régissent la mobilité et l'arrangement spatial des chaînes entre elles. Les branchements augmentent l'encombrement spatial de la molécule ce qui diminue la densité et le taux de cristallinité du matériau. A très haut poids moléculaire, le taux de cristallinité atteint un maximum puis diminue.

Propriétés mécaniques

Il est bien sûr possible de caractériser le comportement mécanique de ces matériaux par une courbe contrainte-déformation permettant de déterminer module d'Young et rigidité. Mais, cette caractérisation est incomplète, les polymères ont en effet un comportement viscoélastique, les propriétés mécaniques étant fonction de la vitesse d'application de la charge. D'autres conditions comme la température et le milieu ambiant influencent les propriétés mécaniques. La comparaison de différents matériaux polymériques impose donc plus qu'ailleurs la vérification des conditions d'expérimentation.

Plus la cristallinité est élevée (organisation régulière, chaînes parallèles, liaisons interchaîne fortes), meilleures sont les propriétés mécaniques et plus la ductilité baisse. L'effet d'augmentation du poids moléculaire est de réduire la mobilité entre les chaînes et d'améliorer la résistance à la rupture, en contrepartie, le taux de cristallinité baisse. A la différence des métaux, nombre de ces paramètres sont modulables par divers procédés contrôlant la production des matières premières (poids moléculaire, taux de cristallinité, additifs). Les paramètres de mise en forme (température, pression, forme) sont également contrôlables et permettent des variations de propriétés. Sur le **tableau XI** apparaissent les caractéristiques mécaniques de différents polymères.

Biocompatibilité

Les polymères utilisés en orthopédie sont, sous forme massive, bien tolérés, ils sont encapsulés par une membrane fibreuse dont l'épaisseur peut être variable, fonction de la composition chimique du matériau, de sa forme géométrique, de ses propriétés de surface ou encore des contraintes locales à l'interface. En général, les réactions d'intolérance ne proviennent pas du matériau lui-même mais de la présence de composés de bas poids moléculaire. Ces composés peuvent être libérés par une hydrolyse in vivo, lors de la stérilisation, ou lors de frottements aboutissant à la formation de débris d'usure ; les additifs nécessaires à la fabrication peuvent également être toxiques. La quantité, la forme et la taille des débris sont des paramètres importants dans les réactions d'intolérance en particulier pour la formation des granulomes aux débris d'usure.

Différents travaux menés chez l'animal ont conclu que l'induction de sarcomes n'est rapportée que chez certaines espèces animales (rats, souris), après un délai important et que la forme de l'implant (film) constitue le paramètre le plus important (Oppenheimer). Chez l'homme des observations de tumeurs au contact

de polymères ont été rapportées mais un lien direct de cause à effet entre tumeur et matériau est difficile à établir.

Mise en forme des implants

Thermomoulage

Les implants définitifs sont obtenus à partir du matériau de base sous forme de poudre ou granules transformés sous des conditions de température et de pression variables. Ces deux éléments sont fonction du matériau et de la forme de l'implant que l'on veut obtenir. La température doit rester uniforme et le refroidissement être très progressif permettant d'obtenir un taux de cristallinité important et uniforme (par exemple : PE).

Usinage à froid

L'implant définitif est réalisé à froid par usinage de blocs massifs.

Forgeage à chaud

Le matériau sous forme massive est cette fois usiné à chaud ce qui permet d'améliorer encore les propriétés mécaniques de l'implant définitif par réorientation des chaînes.

Tissage, tressage ou tricotage

Ces procédés sont utilisés pour la fabrication des prothèses ligamentaires. L'élément unitaire du matériau est une fibre. Pour obtenir le ligament, on assemble plusieurs fibres par tissage, tressage ou tricotage. Le *tricotage* nécessite l'utilisation supplémentaire d'un fil de fond assurant la trame et le lien entre les fibres techniques. Il est également possible d'utiliser plusieurs fibres de nature différente en association (gainage, enrobage ou tressage) pour obtenir un matériau composite. L'étape suivante est l'obtention d'une nappe qui sera enroulée sur une bobine. Le passage au produit fini nécessitera encore un découpage (avec soudure des bordures) de la nappe aux dimensions souhaitées puis un façonnage avec couture pour donner au ligament sa forme définitive : bande, tube, faisceau. On peut enfin adjoindre des fils de traction incorporés aux extrémités qui faciliteront la manipulation et l'implantation du ligament. Des contrôles techniques rigoureux doivent être faits à chacune de ces étapes pour vérifier la conformité du produit. Le procédé de fabrication, le type et le nombre de fibres ainsi que le dessin du ligament vont varier d'un produit à l'autre. Le tissage ou le tricotage de la fibre lors du passage en filière nécessitent l'utilisation de lubrifiants. Il s'agit d'huiles autoémulsifiantes (esters d'acides gras) dont la mise en oeuvre est appelée ensimage. Ces produits ou leurs résidus sont toxiques et il est impératif de procéder à un nettoyage méticuleux appelé communément « désensimage ». Les techniques de « désensimage » et de décapage doivent également être étudiées et élaborées pour être efficaces sans altérer le polymère. Par exemple à l'occasion d'un lavage à une température trop élevée la fibre constituante pourrait être endommagée. Cette étape regroupe plusieurs opérations d'extraction chimique de corps gras, de lavage et de rinçage des ligaments. La qualité du nettoyage doit être vérifiée après chaque étape puis sur les lots correspondant à une même fabrication.

Stérilisation

La stérilisation des polymères doit impérativement être fiable et n'altérer, ni les propriétés physicochimiques et mécaniques de l'implant, ni sa biocompatibilité. Pour les polymères, la stérilisation à l'autoclave est impossible car la

technique la moins nocive reste la radiostérilisation par rayon γ de 2,5 mrad qui ne doit en aucun cas être effectuée plus d'une fois sur le même implant sous peine de créer des lésions d'oxydation de surface irréversibles.

Dégradation ^[91]

Elle s'opère pour ce qui est des phénomènes biologiques selon différents mécanismes dont le plus important est l'hydrolyse ; la dégradation oxydative, la dégradation cellulaire et la dégradation bactérienne interviennent à une moindre échelle. Des éléments physiques comme le degré de cristallisation, les conditions mécaniques ou le rayonnement aux ultraviolets (UV) sont susceptibles également d'entraîner une dégradation du matériau.

Ces réactions entraînent une modification des propriétés physicochimiques du polymère comme une perte de résistance mécanique ou une modification de la plasticité du polymère. Si l'on devait établir une échelle des valeurs en fonction de la dégradabilité, les polymères non hydrolysables et hydrophobes (polytétrafluoroéthylène) sont les plus stables, suivis des polymères très hydrophobes hydrolysables (polyesters aromatiques), les polymères hydrolysables et hydrophiles sont exposés à une dégradation en masse.

Du matériau à l'implant : applications

Aussi variés soient-ils, les polymères synthétiques, doivent avoir des propriétés adaptées à leur application. Nous verrons successivement dans ce chapitre différentes applications : matériaux résorbables, prothèses ligamentaires, surfaces de frottements, et matériaux d'ancrage et de comblement osseux.

Matériaux résorbables

Les matériaux biorésorbables ont pour caractéristique d'assurer *une aide thérapeutique limitée dans le temps*. Ainsi, un matériau pour ostéosynthèse évite une reprise chirurgicale pour ablation du matériel, il doit présenter des caractéristiques mécaniques suffisantes pour assurer la stabilité initiale de la fracture puis être résorbé après consolidation osseuse ; la progressive réorientation des contraintes du matériel vers l'os représente un autre avantage théorique. D'autres exemples existent comme des bouchons diaphysaires, certains types de ciments chirurgicaux, ou des matériaux de comblement osseux.

Parmi les polymères synthétiques, on individualise les polyesters à base d'acide glycolique ou lactique : acides polylactiques (PLA) et polyglycoliques (PGA). Ils sont connus de longue date comme fils de suture, et peuvent être utilisés comme matériel d'ostéosynthèse. Ce sont des polymères poreux dérivés de monomères cycliques qui présentent une excellente biocompatibilité. Ils se présentent sous forme massive (plaques, broches, vis). Ils se dégradent après 6 mois, d'autant moins vite que la teneur en acide lactique augmente. Leurs propriétés mécaniques sont modulables par structure, sans additifs. La dégradation des propriétés mécaniques et la vitesse d'élimination sont ajustables par modification de la structure configurationnelle (cristallinité et teneur en composés dextrogyres) et sont compatibles avec la guérison des fractures ; cependant ils présentent une certaine fragilité au choc et une résistance en fatigue peu importante ce qui limite leur utilisation en orthopédie. Ils peuvent être renforcés par des fils de Nylon® ou d'autres renforts comme des fibres de carbone.

Nous avons précédemment vu les différents mécanismes de dégradation des polymères. La dégradation enzymatique est le mécanisme de prédilection des matériaux résorbables en orthopédie. Il existe une réaction inflammatoire avec recrutement de cellules macrophagiques (polynucléaires et macrophages) sécrétant des enzymes lysosomiales (phosphatases acide et alcaline), les débris restants sont ensuite phagocytés par les cellules macrophagiques.

Prothèses ligamentaires

Le ligament naturel présente des caractéristiques biologiques et mécaniques qui rendent son remplacement très difficile. S'il est relativement simple de disposer de substituts ayant une résistance suffisante, il est en revanche beaucoup plus difficile de reproduire les propriétés élastiques et viscoélastiques du ligament naturel. La force à la rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est variable suivant les auteurs allant de 600 à 2 000 N. L'allongement élastique varie de 22 à 30 % et l'allongement avant rupture de 30 à 44 %. Cette grande dispersion des valeurs tient à l'existence de paramètres susceptibles d'influencer directement les propriétés mécaniques du LCA ou de modifier la précision de leur détermination expérimentale (âge, conditions d'expérimentation...).

L'estimation des forces supportées par le LCA lors des activités quotidiennes normales varie de 70 N à la montée des escaliers à 650 N pour un effort de course. Par ailleurs, il apparaît également que seule une structure réhabilitée par un collagène de type I aura une durabilité suffisante. Dans le cas contraire, la durée de vie de la reconstruction ne sera fonction que de la résistance en fatigue du matériau, le relais n'ayant pas été pris par un tissu vivant capable de s'adapter. Le ligament, par les terminaisons sensibles proprioceptives qu'il comporte, joue un rôle capital pour une fonction articulaire optimale. L'absence des récepteurs proprioceptifs peut expliquer certains échecs.

Trois types de ligaments synthétiques diffèrent par leur principe de mise en forme :

- les prothèses vraies destinées à remplacer seules et définitivement le ligament déficient ;

- les prothèses réhabilitables destinées à remplacer temporairement le ligament puis à orienter et supporter une réhabilitation par du tissu vivant aboutissant à terme à un néoligament collagénique ;

- les renforts ligamentaires associés à des greffes dont ils protègent le remodelage et homogénéisent la résistance en pontant les zones anatomiques les plus fragiles.

Caractérisation mécanique

Résistance à la rupture

Compte tenu de la nature et du nombre de fibres généralement utilisées, la résistance à la rupture des ligaments artificiels est facilement adaptable à la fonction choisie de renforcement ou de remplacement. Pour les principaux ligaments commercialisés, la force à la rupture varie de 1 500 à 6 500 N.

Propriétés élastiques

La reproduction de ces propriétés élastiques est la principale difficulté rencontrée par les concepteurs de prothèses ligamentaires. Il faut, compte tenu de l'absence de possibilité d'adaptation, obtenir un ligament doué d'une élasticité linéaire vraie dans la zone de contraintes assumées par le LCA dans le genou en activité. Cette élasticité vraie sous-entend qu'il ne doit y avoir aucun allongement rémanent apparaissant après que le ligament ait été soumis à une traction.

L'élasticité du ligament est sous la dépendance de deux paramètres : l'élasticité intrinsèque du matériau constituant et le dessin de la prothèse. Si par exemple, les polyesters ont une certaine élasticité (qui reste cependant très éloignée de celle du ligament naturel), d'autres matériaux comme le Gore-Tex®, le polyéthylène ou le carbone ont une élasticité très faible, voire nulle. Dans ce dernier cas de figure, les propriétés élastiques du ligament sont entièrement dépendantes de l'assemblage des fibres : procédé de fabrication (tissage, tressage ou tricotage), forme, section et enfin existence d'un ou de plusieurs faisceaux.

Résistance à la fatigue

La limite de fatigue des ligaments utilisés à ce jour est le plus souvent inconnue ou peu précise car des phénomènes de dégradation altèrent le matériau et diminuent sa résistance à la fatigue. Il s'agit essentiellement de phénomènes d'abrasion des fibres secondaires à des contacts osseux à la sortie des tunnels mais aussi aux contacts des fibres tressées entre elles. Pour apprécier plus objectivement la résistance à la fatigue d'un ligament artificiel il est impératif de réaliser des essais reproduisant ses futures conditions d'implantation comme des essais de traction-flexion-torsion et de traction déviée. Ces types d'essai permettent de simuler les phénomènes de frottement aux points de réflexion situés au niveau des orifices des tunnels osseux et d'étudier la résistance du matériau à l'abrasion.

Facteurs influençant les propriétés mécaniques des ligaments artificiels

Les propriétés mécaniques du ligament implanté sont parfois très éloignées de celles prévues à la fin des essais in vitro. Cette différence de comportement est expliquée par le nombre important de paramètres qui vont modifier les propriétés du ligament en situation de fonction. Le plus important de ces paramètres est probablement le positionnement de l'implant qui doit respecter la règle de l'isométrie et éviter autant que possible les contacts osseux source de phénomènes d'abrasion. Un ancrage résistant et durable du ligament est également nécessaire. Ces paramètres techniques sont indispensables à la réussite, à court et à moyen terme, de la ligamentoplastie artificielle, le succès à long terme, compte tenu de ce qui a été exposé dans le chapitre précédent, est plus aléatoire si un tissu vivant ne prend pas le relais des fibres synthétiques.

Manifestations d'intolérance décrites en clinique humaine

Les fibres elles-mêmes ont pour la plupart une biocompatibilité vérifiée, car il s'agit de matériaux déjà utilisés dans d'autres applications du domaine médical, en particulier en chirurgie vasculaire. Néanmoins, certaines fibres doivent être traitées en vue de leur implantation pour être tolérées, comme le carbone et le Nomex[®]. Malgré une apparente bonne tolérance constatée au cours de la phase d'évaluation, un certain nombre de manifestations d'intolérance locale (synovites) et générale (allergie) ont été rapportées et ont compliqué l'implantation de certaines prothèses (arthrose précoce, ostéolyse des zones d'ancrage).

Principales variétés de polymères utilisées dans le remplacement ligamentaire

Polypropylène (PP) : ex-Kennedy-Lad[®]

Il possède une structure très régulière $(-CHCH_3-CH_2-)_n$ à la base de ses propriétés physicochimiques (cristallinité élevée, résistance à la corrosion, point de fusion élevé). Il est utilisé comme renfort ligamentaire. Initialement de 29 à 45 % de la charge sont supportés par le renfort, graduellement, cette charge est transférée au greffon ^[42].

Polytétrafluoroéthylène : ex-Gore-Tex[®]

Sa structure est $(CF_2-CF_2)_n$. C'est un polymère inerte d'une grande stabilité. Il est formé pour cette utilisation de fibrilles de 5 à 10 µm de diamètre et de 100 µm de long orientées selon le grand axe du ligament et interconnectées entre elles par de solides noeuds du même substrat. Sa structure poreuse (porosité de 65 %) favoriserait une recolonisation par un tissu collagène.

Polyéthylène téréphtalate : ex-Dacron[®]

Il s'agit d'un polyester aromatique. Il a été utilisé seul ou en combinaison avec d'autres matériaux pour la reconstruction tendineuse. Les plus utilisés sont le ligament Leeds-Keio[®], le Ligastic[®], ou le Proflex[®].

Polyamides : ex-Nomex®

Un traitement chimique et thermique est nécessaire pour le rendre biocompatible. Il aurait des propriétés de réhabilitation et de résorption lente. Il est utilisé comme ligament ou comme renfort.

On peut également citer pour mémoire le polyéthylène, et les composites carbone-polyester. Le **tableau XII** récapitule les principales caractéristiques des produits cités.

Perspectives d'avenir

Les enseignements tirés de l'analyse des échecs et des complications des premières ligamentoplasties artificielles ont permis d'orienter les recherches récentes dans les directions suivantes : améliorer la tolérance, augmenter l'élasticité et la résistance à la fatigue en favorisant la réhabilitation, et perfectionner les techniques d'ancrage.

Tolérance

Les principaux progrès ont été dus à l'amélioration des techniques de désensimage. Celles-ci sont maintenant très sophistiquées et leur efficacité rigoureusement contrôlée. Rappelons que celle-ci n'est pas régie par une norme précise et ne dépend que du sérieux du fabricant. Une bonne réalisation technique évitant les angles aigus source d'abrasion a amélioré également la tolérance.

Elasticité

Les deux objectifs sont d'augmenter le domaine élastique des ligaments artificiels qui restent encore trop rigides et d'obtenir une hystérésis voisine de zéro pour éviter l'apparition d'allongement rémanent. La première étape est de bien caractériser les matériaux de base de manière à choisir celui qui dispose des meilleures propriétés intrinsèques. Le polyester, qui est par ailleurs la fibre la plus utilisée, serait le plus performant. En ce qui concerne la fabrication, les améliorations sont recherchées à différents niveaux, mais nous ne citerons que les principales. L'une des plus intéressantes est probablement le tricotage. Proposé par Laboureau, ce type de fabrication permet d'unir les fibres de trame par un tricotage indémaillable en supprimant toute ondulation de la fibre due au tissage. Ce mode de fabrication crée une porosité importante favorable à la colonisation et évite d'avoir à précontraindre le ligament puisque les fibres sont unies en position d'extension maximale. Laboureau propose également de disposer en torsade les fibres intra-articulaires et de les enrober par une résine viscoélastique de polyuréthane. Cet artifice permettrait d'augmenter l'élasticité et de plus protégerait les fibres en cas de frottement. Son inconvénient majeur est de rendre impossible la colonisation du matériau enrobé.

Résistance à la fatigue et intégration biologique

Outre l'amélioration des propriétés mécaniques et le bon positionnement de l'implant, la survie à long terme de la reconstruction passe inévitablement par une colonisation de la prothèse par un collagène de type I bien orienté. Dans ce but, il faut utiliser des implants poreux fabriqués dans un matériau induisant la formation de tissu conjonctif. Actuellement, les résultats sont encore insuffisants et parfois controversés. Si la plupart des implants sont entourés par une gaine conjonctive, celle-ci a de médiocres qualités mécaniques et elle contribue uniquement à obtenir un ancrage solide dans les tunnels osseux. Le Nomex®, aurait permis une repousse collagénique partiellement orientée de collagène de type I. Les résultats les plus encourageants ont été obtenus avec le ligament Leeds-Keio®. Il est fabriqué en polyester avec un tressage à maille large pour favoriser la colonisation tissulaire. Les études histologiques auraient montré la formation d'un tissu orienté vascularisé et composé en majorité de collagène de type I.

Matériaux de frottement

Les polymères sont très utilisés comme surface de frottement. Ils sont un des éléments du couple de frottement, et sont utilisés alors en conjonction avec des métaux ou des céramiques inertes. Etant de façon presque constante le matériau le moins solide, il est exposé aux phénomènes d'usure et de fluage. Les conditions de fonctionnement articulaire et le dessin des implants influencent grandement ces phénomènes indésirables qui limitent, par l'intermédiaire de phénomènes biologiques et mécaniques, la survie à long terme de ces implants. Nous ne développerons pas la tribologie des surfaces articulaires que l'un d'entre nous a plus complètement traité ailleurs ^[77].

Polyéthylène

Le polyéthylène à très haute densité est actuellement la seule surface de frottement polymérique méritant un développement complet. Nous citerons par souci historique le polyétrafluoroéthylène (Téflon®) utilisé par Charnley au début de son expérience et abandonné pour usure précoce et dramatique, et le polyoxyéthylène (Delrin®) ^[12].

Le polyéthylène ^[34] existe sous plusieurs formes : LDPE (polyéthylène de basse densité), HDPE (polyéthylène de haute densité), et UHMWPE (polyéthylène de très haute densité). Outre ses qualités de frottement, le UHMWPE présente des qualités qui le font actuellement utiliser de façon quasi exclusive ; ce sont : sa résistance aux impacts, sa bonne tenue en fatigue et son excellente biocompatibilité. Toutefois, ses limitations sont également bien connues, ce sont : sa sensibilité au fluage, sa faible capacité à résister à l'usure et sa sensibilité à l'oxydation ^[31].

Il s'agit d'une molécule hydrophobe du groupe des polyoléfines. Son poids moléculaire est pour la forme de très haute densité de 2.10^6 g/mol. Il a été initialement obtenu à partir d'éthylène gazeux à haute pression en présence d'un catalyseur (peroxyde) destiné à initier la polymérisation (obtention de polyéthylène basse densité). Le polyéthylène haute densité est obtenu par utilisation d'un catalyseur de Ziegler à basse pression.

Nous donnerons à titre indicatif dans le **tableau XIII** un certain nombre de paramètres observés pour un polyéthylène de très haute densité. Une amélioration des propriétés du polyéthylène a pu être obtenue par forgeage, incorporation de fibres de carbone ou par réticulation-greffage, mais à ce jour aucune de ces améliorations n'a permis une avancée significative comparativement à un UHMWPE.

La stérilisation des pièces en polyéthylène ne peut être une stérilisation sèche (température supérieure à la température de fusion), une stérilisation à la vapeur (risque d'induire des variations de structure physique dans le polyéthylène) ou une stérilisation chimique par oxyde d'éthylène (gaz occlus dans les pièces). Seule une radiostérilisation à 2,5 mrad est utilisable ^[63] tout au moins pendant une dizaine d'années. Mais on l'accuse actuellement de favoriser une dégradation oxydative du matériau.

Polydiméthylsiloxane (PDMS)

L'exemple en est l'élastomère de silicone (Silastic®). Les implants de silicone font partie d'une classe de polymères synthétiques dont la structure repose sur la séquence Si-O-Si. A partir de cette structure chimique, une très large variété de matériaux peuvent être élaborés et utilisés dans des domaines aussi variés que l'ophtalmologie, la neurochirurgie, la chirurgie cardiovasculaire ou plastique (cathéters, drains, seringues, prothèses).

Leur utilisation dans le domaine de l'orthopédie est due aux travaux de Swanson qui a développé dans les années 1970 le principe d'utilisation d'un polymère flexible, l'élastomère de silicone (Silastic®) comme *implant d'interposition dynamique* après résections-arthroplasties des petites articulations des

extrémités. L'élastomère de silicone ne contient aucun additif, ses propriétés physicochimiques sont fonction essentiellement de la microstructure de la macromolécule (taux de copolymérisation avec le phénylméthylsiloxane, degré de ramification, taux de particule de silice). Il possède une excellente biocompatibilité et une bonne résistance à l'oxydation. Cependant, sa surface est facilement contaminée par des phénomènes électrostatiques qui peuvent augmenter la réaction inflammatoire. Le problème essentiel réside en fait dans son médiocre comportement en fatigue. Des fractures des implants surviennent avec libération de débris et de particules de silice qui déclenchent une réaction à corps étrangers à médiation cellulaire (macrophages) aboutissant à long terme à une ostéolyse secondaire. Ces phénomènes ont été suffisamment importants pour justifier une désaffectation pour ce type d'implant. Une des raisons de ces problèmes mécaniques est due à une absorption lipidique, proportionnelle pour certains au nombre de microfissures de surface.

Matériaux d'ancrage et de comblement

Dans ce chapitre nous inclurons le polyméthylmétacrylate (PMMA) qui reste, malgré le développement des ancrages dits biologiques, une option thérapeutique majeure pour la fixation initiale et à long terme des implants prothétiques [58]. En effet, les résultats de la prothèse totale de hanche ont été transformés depuis que Charnley, sur les conseils du dentiste D Smith, a utilisé le PMMA comme ciment de fixation des éléments prothétiques dans l'os.

Ce « ciment chirurgical » assure une adaptation morphologique des implants à l'os, une transmission et une répartition des contraintes en procurant une stabilité immédiate sans douleur et autorisant une reprise précoce de l'appui. Outre le rôle majeur de fixation, les indications d'utilisation du ciment se sont étendues, servant de matériau de comblement dans les fractures pathologiques ou dans les pseudarthroses avec perte de substance, matériau d'interposition dans les désépiphysiodèses, ou matériau de support médicamenteux dans les ostéites ou les tumeurs.

Composition

Il est présenté sous la forme d'une poudre et d'un liquide. Les compositions globales et en additifs de différents ciments acryliques sont indiquées dans les tableaux XIV et XV.

La poudre est composée :

- de particules de PMMA, de copolymères de méthylmétacrylate et d'autres monomères (styrène). Il s'agit de granules de 10 à 40 µm de diamètre ;

- d'un opacifiant radiologique (sulfate de baryum ou dioxyde de zircon). Ils sont obligatoires et servent à observer l'évolution de la fixation ;

- de benzoïlperoxyde, qui est initiateur de la polymérisation.

Le liquide est composé de :

- monomère de métacrylate de méthyle ;

- NN-diméthyl-p-toluidine (DMPT) : qui contrôle la vitesse de réaction de polymérisation ;

- hydroquinone qui est un antioxydant qui stabilise le monomère de MMA. Celui-ci sous l'influence des rayons UV ou de l'oxygène de l'air aurait tendance à polymériser.

Polymérisation et ses conséquences

Lors du mélange de la poudre et du liquide, le monomère polymérise et lie les particules de polymère déjà présentes dans la poudre. Cette réaction de polymérisation est exothermique, libérant de la chaleur et autoentretenue, la chaleur accélérant la polymérisation. Le ciment subit lors de cette réaction des variations de volume. La chaleur dégagée dans les tissus doit dans l'idéal être inférieure à la température de coagulation des protéines (56 °C) et de dégradation du collagène (70 °C).

Lors de cette réaction de polymérisation, un deuxième phénomène est à prendre en compte, le relargage de monomère. Ce relargage survient principalement à deux moments : le mélange et la phase de réaction exothermique. In vitro le monomère est cytotoxique sur des cellules en culture. Des études expérimentales chez l'animal ont montré la toxicité pulmonaire surtout, mais aussi rénale et hépatique du monomère. Toutefois, en pratique clinique, le taux de monomère relargué est inférieur aux taux toxiques.

Interrelation os-ciment

Il n'y a ni réaction chimique ni aucune adhérence entre os et ciment. La tenue des implants est simplement liée à la pénétration du ciment dans les anfractuosités de l'os récepteur. Charnley a montré que la nécrose osseuse après introduction de ciment pouvait atteindre 500 μm , cette couche après un passage par du tissu fibreux s'ossifiait en 1 an environ ^[12].

Propriétés physiques

Propriétés mécaniques

Les propriétés des ciments sont fonction d'un nombre important de paramètres. Aussi, la comparaison des résultats de la littérature devra prendre en compte de façon très soignée les conditions d'expérimentations.

Les valeurs moyennes de l'ensemble des ciments sont comparables :

- module d'Young 2 000 MPa ;
- résistance à la rupture en traction 25 MPa, en compression 80 MPa ;
- élongation avant rupture 5 % ;
- résistance à la fatigue (10^8 cycles) 14 MPa.

De nombreux facteurs sont susceptibles d'influencer les propriétés physicochimiques du ciment, parmi ceux-ci :

- température ambiante : plus la température ambiante est chaude, plus le temps entre la phase pâteuse et la polymérisation est court ;

- rapport poudre/liquide : il fait changer le rapport monomère/polymère sachant que plus la quantité de monomère est grande plus la chaleur est dégagée ;

- moment où le ciment est placé dans l'os : la viscosité quand elle est basse permet une bonne pénétration dans les anfractuosités osseuses mais le monomère que l'on sait toxique est relargué de façon préférentielle pendant le mélange et la phase exothermique. Il s'agit donc de trouver un moyen terme et le ciment doit être introduit pendant la phase de « travail », moment où la viscosité est suffisamment faible pour pénétrer l'os, et le monomère de la phase de mélange déjà relargué ;

- taille, épaisseur et poids. A poids égal une boule (rapport surface/volume faible) dégagera plus de chaleur qu'une feuille (rapport surface/volume important) ;

- conditions de préparation et d'implantation : dans des conditions opératoires, la porosité des ciments acryliques est de l'ordre de 8 %. Ces pores sont responsables d'une baisse des qualités mécaniques par un effet de concentration de contraintes. Une diminution de la porosité peut être obtenue par centrifugation du ciment ^[10]. De même, l'inclusion d'eau, de sang, de moelle osseuse dans le ciment diminue les qualités mécaniques par lamination ^[39] ;

- additifs : des antibiotiques peuvent être ajoutés au ciment. Sous certaines réserves, les qualités mécaniques ne sont pas ou peu modifiées par l'ajout d'antibiotiques (1 g d'antibiotique pour 40 g de polymère diminuent de 4 % la résistance en compression). Toutefois, l'antibiotique doit être mélangé de façon homogène sous forme de poudre et non de liquide qui risquerait comme dans l'inclusion d'eau ou de sang de réaliser une inclusion, source de phénomène de concentration de contraintes ^[54]. La diffusion de l'antibiotique est essentiellement locale mais peut être prolongée (une concentration bactéricide a été retrouvée jusqu'à 7 mois dans de l'os cortical de chien ^[47]), la diffusion sérique reste négligeable. Le relargage maximal se fait dans les

premiers jours. L'activité antibactérienne dépend de la sensibilité du germe, mais les doses locales d'antibiotiques sont importantes et ne correspondent pas aux critères habituellement admis pour les antibiogrammes.

Propriétés mécaniques des interfaces

La résistance de l'interface os-ciment est directement liée à l'importance de la surface en contact. L'utilisation de ciment de basse viscosité améliore la pénétration dans les pores de l'os et donc les qualités mécaniques de l'interface.

De la même manière l'interface métal-ciment ou polyéthylène-ciment est améliorée par tous les traitements visant à augmenter les surfaces en contact.

Céramiques

Généralités

En science des matériaux est une céramique tout élément solide, inorganique et non métallique.

Nous différencierons pour l'exposé, les céramiques bio-inertes qui ne développent pas de lien avec le tissu osseux, et les céramiques bioactives qui elles créent un lien entre os et matériau par la formation in vivo d'une couche d'apatite carbonatée. Les céramiques inertes sont utilisées comme matériau de frottement, les céramiques bioactives comme matériau de comblement ou d'accrochage en recouvrement de surface.

Céramiques inertes

Alumine

A la suite des travaux de dentistes comme Sandhaus, Boutin fut le premier à utiliser ce matériau en orthopédie. Il implante la première prothèse alumine-alumine en 1970. Il fut suivi par des auteurs germaniques (Griss, Mittelmeier, Salzer), japonais (Shikita, Kawahara), italiens (Pizzoferrato). De cette période (en particulier pendant la période 1970-1977) à aujourd'hui des améliorations ont permis d'augmenter la fiabilité de ce matériau en améliorant sa qualité ainsi que ses systèmes de fixation. L'alumine est obtenue par frittage (compression à chaud [1 600 à 1 800 °C]) de poudre d'oxyde d'alumine pur ou de mélange d'oxydes. Le frittage permet d'obtenir une forte liaison entre les particules. Ainsi est réalisé un matériau dense à structure polycristalline très fine, chimiquement inerte et thermodynamiquement stable donc quasi insensible à la corrosion.

Caractéristiques mécaniques [9]

L'alumine haute densité est normalisée (AFNOR, ISO). L'alumine dite de qualité médicale est pure, dense, polycristalline. Elle est particulière par sa pureté supérieure à 99.7, par sa densité supérieure à 3.94. Il est essentiel que la taille des grains soit petite et qu'ils soient régulièrement répartis. De plus, leur mise en forme doit être particulièrement soignée (vitesse de rotation des instruments tranchants ou perforants, contrôles qualité permanents). C'est de l'ensemble de ces exigences que dépendra la sécurité de l'alumine orthopédique. Les caractéristiques des principales aluminas sont exposées dans le **tableau XVI**. De ces caractéristiques brutes, un certain nombre d'observations et de conclusions doivent être faites sur trois principaux éléments : les résistances mécaniques, le comportement dans le frottement, et le vieillissement.

Résistance mécanique

Elle est excellente en compression et relativement faible en tension, ce qui caractérise les matériaux à comportement « fragile ». Il est cependant possible de réaliser des matériaux pour lesquels on contrôle suffisamment l'existence de fissures initiales et surtout la taille de ces fissures initiales. La facilité et la rapidité de propagation d'une fissure - une fois celle-ci initiée - est une caractéristique essentielle de ce matériau, elle est exprimée par la constante K_{Ic} . La faible taille des grains (et surtout la faible dispersion dans la taille des grains), le contrôle qualité, la disparition des fissures lors du frittage, et une meilleure connaissance du matériau ont rendu ce risque de fracture pratiquement nul. En dehors des qualités intrinsèques du matériau d'autres paramètres interviennent ce sont :

- la taille de la tête fémorale (32 mm est une sécurité, 28 mm est possible, 26 mm est risqué) [17] ;

- la fixation de la tête à la queue fémorale qui est au mieux assurée par un cône-mors à rugosité élevée permettant une meilleure répartition des charges par augmentation de la surface de contact [8] ;

- les précautions de stérilisation qui devront éviter les refroidissements rapides après chauffage ;

- enfin, les précautions lors de l'implantation chirurgicale (pas d'impaction forcée au marteau de la tête sur le cône).

Comportement dans le frottement

La très faible rugosité de la surface de la céramique d'alumine, la dureté élevée, la charge à la rupture en compression très élevée, ainsi que son caractère hydrophile confèrent à ce matériau d'excellentes propriétés de frottement. Là encore, l'exigence pour obtenir un fonctionnement optimal est grande. Dans le cadre d'un frottement alumine-alumine, le jeu entre la tête fémorale et le cotyle doit être inférieur à 50 μm . Quand le jeu est à 20 μm , le coefficient de friction reste aux environs de 0,1. Un jeu dix fois supérieur augmente quatre fois le coefficient de friction après 10^5 cycles. En effet, une augmentation des contraintes de Hertz est alors observée ; ces contraintes en cisaillement sous la surface du matériau risquent de détacher des grains avec comme conséquence une usure à trois composants.

Un appairage des pièces prothétiques avec un rodage sur 2.10^6 cycles était nécessaire pour obtenir ce jeu optimal. Actuellement, la qualité de la fabrication permet une suppression de l'appairage.

L'usure du couple alumine-alumine in vivo a été mesurée sur des pièces retirées [25], elle était de 0,025 $\mu\text{m}/\text{an}$; ce chiffre est 4 000 fois inférieur à l'usure du polyéthylène en face d'une tête en métal.

Vieillessement

Les études sont rares. Il semble que 5 heures d'autoclave, 36 heures d'exposition à la vapeur d'eau à 229 °C et 23 semaines d'implantation chez le rat entraînent une diminution significative de la résistance en flexion. Une exposition à la chaleur sèche ne modifierait pas les caractéristiques mécaniques. Il faut observer qu'en pratique clinique aucune fracture n'est intervenue tardivement, les fractures de têtes fémorales ont toujours été attribuées à des défauts de fabrication initiaux ou à une insuffisance de fabrication.

Biocompatibilité [16]

La céramique d'alumine est un des matériaux les plus biocompatibles, elle est souvent utilisée comme matériau témoin. L'évaluation dans les tissus mous et dans l'os peut être résumée comme suit :

- la réaction après implantation dans les muscles est faible aboutissant à long terme à une capsule fibreuse paucicellulaire et riche en fibres collagènes ; les macrophages, témoins de la permanence de l'irritation sont absents à long terme ;

après implantation en tissu osseux non chargé, l'alumine est rapidement entourée d'os tissé non mature ; en 2 à 4 mois, cet os se différencie en tissu osseux mature qui vient en contact étroit avec l'implant. A long terme, les résultats sont inconstants avec pour certains des implants entourés de tissu fibreux ou chondroïde. Des implantations sous forme de spacers ou de prothèses ont montré que les zones chargées en compression présentaient un contact osseux étroit.

Zircone

Dans le cadre des prothèses de hanche, l'alumine a donné satisfaction. Son caractère fragile, sa faible résistance aux contraintes en traction imposent toutefois un diamètre de tête fémorale minimal (28 ou 32 mm selon les auteurs) pour éliminer les risques de fracture. C'est pourquoi des céramiques plus résistantes ont été développées ; parmi celles-ci la zircone est apparue particulièrement intéressante.

Caractéristiques mécaniques

Résistance mécanique

Elle est excellente, ceci s'explique par ses caractéristiques physicochimiques. L'oxyde de zircone se présente sous trois phases possibles : la phase cubique est stable mais fragile, la phase tétragonale est résistante mais instable pouvant se transformer en phase monoclinique. A 1 100 °C la zircone se transforme en phase tétragonale puis à partir de 2 000 °C en phase cubique. Le changement de phase est associé à des variations de volume. L'addition d'oxyde de calcium, de magnésium ou d'yttrium permet d'aboutir à une stabilisation du matériau. La zircone stabilisée par l'oxyde d'yttrium est particulièrement intéressante car obtenue par frittage à des températures qui correspondent à la phase tétragonale (donc résistante). De plus, lors de l'initiation d'une fissure, les grains à structure tétragonale se transforment en fond de fissure en grains à structure monoclinique plus volumineux permettant un arrêt de la propagation de la fissure. Cette caractéristique explique que les têtes fémorales en zircone présentent une résistance à l'impact quatre à huit fois supérieure quand elles sont comparées à des têtes en alumine. Les principales caractéristiques comparées de la zircone et de l'alumine sont exposées dans le **tableau XVII**.

Tests d'usure in vitro du couple zircone-zircone

Ils sont particulièrement préoccupants faisant apparaître un taux d'usure 5 000 fois supérieur à celui d'un couple alumine-alumine (16 mm³/h contre 0,0033 mm³/h) ^[86]. Si le coefficient de friction du couple zircone-PE est le même que celui du couple alumine-PE en condition lubrifiée ou non, le taux d'usure de ces deux couples est un sujet de controverse ; il serait similaire pour Murakami ^[62], il est 40 à 60 % inférieur avec le couple polyéthylène-zircone pour Kumar ^[51].

Etudes sur la dégradation

Elles ont été réalisées principalement par Kumar ^[52], et Shimizu ^[81]. Il apparaît que, par an, in vivo 2 % de la phase tétragonale se transforment en phase monoclinique. En théorie, 60 % de transformation sont nécessaires pour diminuer la résistance mécanique, la marge de sécurité peut donc être considérée comme suffisante. Il persiste cependant des inconnues sur le devenir à très long terme des surfaces de frottement lorsque le taux de transformation de la phase tétragonale en phase monoclinique aura atteint une certaine intensité.

Biocompatibilité

Elle a été étudiée quantitativement par Christel et coll ^[15]. En tissu mou et en

ni d'étude de la réaction aux particules d'usure qui sont beaucoup plus petites que les particules d'alumine (0,1 µm contre 2 µm).

Céramiques bioactives

Hydroxyapatite et phosphate tricalcique

L'hydroxyapatite (HA) est le constituant naturel anorganique de la matrice osseuse. Sa formule chimique est : $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Il peut être synthétisé, mais présente alors avec l'HA naturelle des différences (présence en très faible quantité d'ions Mg, Na, K, Cl, et F dans l'os ; taille des cristaux). L'HA et ses dérivés ont en commun la propriété d'ostéoconduction au contact du tissu osseux. Selon le rapport P/Ca et la structure on distingue :

phosphates tricalciques β (β TCP) : $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$;
hydroxyapatite (HA) : $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$;
composites (HA + β TCP) ;
d'autres composés comme la brushite, le phosphate octocalcique ou le phosphate tétracalcique existent, mais nous ne les détaillerons pas.

Les blocs massifs de céramiques de phosphate de calcium sont préparés par compaction d'une poudre suivie d'un frittage à très haute température (> 1 000 °C). Ils induisent une ostéoconduction, c'est-à-dire qu'il servent de support aux cellules ostéoformatrices et sont colonisés de façon centripète par un néotissu osseux. L'os néoformé en contact étroit avec le matériau prend progressivement la place du matériau qui est le siège d'une dégradation par un mécanisme cellulaire de phagocytose et extracellulaire de dissolution.

La *porosité* et la *solubilité* sont des paramètres fondamentaux. En effet, la repousse osseuse ne peut s'effectuer qu'avec une porosité de 40 à 50 % et une taille de pores située entre 100 et 300 µm. Ces céramiques présentent une microporosité intrinsèque ($\Phi < 100$ µm) et une macroporosité (100 µm $< \Phi < 600$ µm) à la base de la néoformation osseuse. Quant à la solubilité, elle dépend du rapport Ca/P. Il est égal à 1,5 pour les β TCP qui sont solubles et entièrement dégradables et à 1,67 ou plus pour les HA qui sont insolubles et peu ou pas dégradables.

L'utilisation de ces biocéramiques est limitée par des propriétés mécaniques faibles (fragilité due à la porosité, résistance mécanique faible). En pratique, certaines conditions doivent être respectées de façon stricte par le chirurgien, ce qui limite leurs indications. Ces conditions sont :

contact étroit avec l'os ;
absence de contrainte et de mouvements à l'interface.

Revêtements

Dans le but d'assurer une liaison de type chimique entre un implant et l'os, et considérant les faibles caractéristiques mécaniques (en particulier en tension) de ces composés les rendant inutilisables pour la fabrication de prothèse sous forme massive, une utilisation sous forme de revêtement d'implants métalliques a été développée. L'objectif est alors d'avoir les caractéristiques mécaniques du métal et l'action biologique de l'HA et de ses dérivés. Les recouvrements de céramique de phosphate de calcium constituent, en tout état de cause, un ensemble aux caractéristiques physicochimiques hétérogènes et aux propriétés biologiques variables ^[28].

Différents procédés de recouvrement des implants métalliques peuvent être utilisés : la projection de particules par une torche à plasma est le plus répandu, la déposition électrophorétique, le « sputter deposition », ont également été utilisés. Le procédé de déposition par torche à plasma a fait l'objet des études les plus poussées. Une épaisseur régulière de 50 µm apparaît idéale (Cook ^[21], Geesink) ; avec une épaisseur de 200 µm, des risques de fissures et de délamination du revêtement apparaissent.

Un certain nombre d'impératifs sont à observer dans la préparation et l'évaluation de ces procédés :

le traitement appliqué pour recouvrir l'implant métallique ne doit pas modifier les caractéristiques mécaniques de ce dernier. Geesink retrouve des caractéristiques mécaniques en fatigue identiques pour des implants en titane recouvert et titane non recouvert ^[36] ;

le lien entre substrat métallique et recouvrement doit être suffisant ; il est selon Geesink de 85 MPa ;

l'application du revêtement ne doit pas changer sa nature et ses propriétés. Ducheyne et coll ^[29] ont montré par exemple que la technique de déposition électrophorétique changeait l'HA en oxyhydroxyapatite et phosphate tétracalcique. Des observations similaires ont été faites sur les dépôts réalisés par torche à plasma .

Caractéristiques de l'interface os-implant

Dans des études expérimentales sur des implants non chargés mécaniquement, pour certains auteurs, le revêtement d'HA reste de même épaisseur pendant une durée d'observation allant jusqu'à 32 semaines, pour d'autres ^[48], il disparaît de façon progressive avec le temps. Les raisons de cet amincissement de la couche de recouvrement ne sont pas complètement comprises. Le rapport Ca/P, la cristallographie, la porosité du recouvrement, la composition même du revêtement (pureté relative en HA) jouent un rôle. Le mécanisme de cet amincissement est discuté reposant pour certains sur un mécanisme de résorption ostéoclastique ^[61], alors que d'autres mettent en jeu un phénomène de dissolution chimique. Une étude en microscopie électronique ^[23] montre que des fibres collagènes viennent du tissu osseux et s'arrêtent à moins de 500 Å de l'implant.

Les études histologiques sur des prothèses fémorales retirées ont montré dans tous les cas un contact direct entre os et HA avec une absence de tissu fibreux d'interposition, l'épaisseur d'HA était relativement constante sans influence nette du délai d'implantation (4,5 à 25 mois) ^[5]. Le problème est qu'actuellement le devenir de la fixation de l'implant métallique après une éventuelle résorption de la couche d'hydroxyapatite est inconnu, tout au plus peut-on constater les bons résultats cliniques à moyen terme de Geesink ^[35].

A la revue des études expérimentales, la tenue mécanique d'implants métalliques à surface lisse et recouverts d'HA est significativement supérieure à la tenue des implants non recouverts et ce quel que soit le délai considéré. Chez le chien, Cook note une tenue en cisaillement trois fois supérieure après 3 semaines d'implantation et cinq à sept fois supérieure après 5, 6, 10, et 32 semaines ; Geesink retrouve une tenue en cisaillement cent fois supérieure (0,6 MPa contre $64 \pm 1,7$ MPa).

A l'inverse, la tenue des implants poreux recouverts d'HA ou non est identique à partir de 12 semaines. Avant ce délai, les implants recouverts d'HA ont une meilleure tenue mécanique. Le recouvrement permet dans ce cadre d'obtenir une tenue meilleure dans des délais plus brefs. La comparaison entre implants poreux et lisses recouverts d'HA a été faite par Maxian et coll ^[57] avec une résorption plus importante autour des implants poreux attribuée à la moindre adhérence de l'HA sur les implants poreux.

Les caractéristiques d'attachement à l'os à très long terme restent encore inconnues. En effet, comme le fait remarquer Ducheyne ^[27] les caractéristiques fragiles de l'HA peuvent être à l'origine après une mise en charge prolongée de décohésion à l'interface métal-HA. D'autre part, le revêtement d'HA n'étant pas homogène, il existe des pores pauvres en oxygène à l'interface substrat-HA ; dans ces conditions devenues acides l'HA se dégrade et se détache créant ainsi une interface mobile susceptible d'être à l'origine d'usure du métal par mobilisation sous charge. Ces remarques nécessitent que le développement de ce type de procédé reste encore sous contrôle.

Les bioverres sont une des classes de céramiques bioactives. Un lien chimique est donc recherché entre l'os et le matériau. C'est depuis les années 1970 que Hench a étudié et développé différents types de bioverres [43]. D'autres auteurs ont ensuite recherché des formulations différentes ayant la même action de liaison à l'os ; le **tableau XVIII** représente les bioverres les plus étudiés.

La caractéristique commune à tous les bioverres quelle que soit leur composition est de présenter à l'interface des modifications qui aboutissent à la formation, à la surface du bioverre, d'une couche d'hydroxyapatite carbonatée qui chimiquement et structurellement est identique à la phase minérale de l'os, cette équivalence serait responsable du lien entre os et matériau. Les études les plus poussées ont été réalisées sur des verres à base de silice (verres de Hench). Histologiquement, l'interface est formée de l'implant à l'os d'une couche riche en silice et d'une couche d'hydroxyapatite carbonatée ; une zone composite de 100 µm d'épaisseur en moyenne est formée de fibres collagènes venant du tissu osseux et d'hydroxyapatite. L'interface composite est similaire à celle que l'on observe à la jonction tendon-os entre un matériau à module d'Young faible et un matériau à module d'Young plus élevé. Mécaniquement, le lien entre os et matériau est suffisamment solide pour que lors des tests mécaniques, la rupture intervienne préférentiellement soit dans l'os, soit dans le bioverre mais pas à l'interface [43].

Les propriétés mécaniques des bioverres sont modestes, en particulier la résistance en flexion, aussi, l'utilisation sous forme massive est-elle réservée à des zones peu ou pas sollicitées. Ainsi le Bioglass® a une résistance en flexion de moins de 7 kg/mm² qui est améliorée après cristallisation ; le Ceravital® présente une résistance en flexion de 10 kg/mm² ; la vitrocéramique d'apatite-wollastonite est la plus résistante [97] avec une résistance en flexion de 23 kg/mm². Plusieurs approches permettent d'utiliser les propriétés biologiques des bioverres : le recouvrement de matériaux ayant de meilleures qualités mécaniques (céramiques [37], métaux [45]), ou l'utilisation de composites faits de fibres métalliques dans un substrat de bioverre [28].

Quelques applications cliniques ont été réalisées à l'aide de ces matériaux. Il faut citer, le remplacement vertébral, le comblement osseux après exérèse tumorale [98] ou la réalisation de butée d'épaule pour luxation récidivante [79].

Matériaux carbonés

Leurs propriétés spécifiques les ont fait utiliser dans des domaines variés comme la chirurgie cardiovasculaire (pour leur exceptionnelle thromborésistance), dentaire, et plus récemment orthopédique (excellente biocompatibilité, propriétés mécaniques supérieures à celles des métaux et des céramiques).

Structure

Structures tridimensionnelles cristallines

Elles possèdent des liaisons fortes et un arrangement spatial très régulier.

Diamant

Il possède une structure tridimensionnelle cubique à liaison forte.

Graphite

Il se compose de couches dont l'arrangement bidimensionnel est hexagonal ; ces couches sont liées parallèlement entre elles par des liaisons faibles.

Structures quasi cristallines (« turbostratic structure »)

A la base de tous les biomatériaux carbonés utilisés actuellement, elles se composent de couches cristallines (liaisons covalentes) réarrangées dans l'espace de façon randomisée (liaisons de Van der Waals). Parmi elles, on distingue quatre catégories.

Carbones pyrolytiques

Ils sont obtenus par craquage à haute température (1 000 à 2 400 °C) d'un hydrocarbure gazeux mélangé à un gaz inerte. On distingue :

LTI (« low temperature isotropic ») (Pyrolite®) en dessous de 1 500 °C
HTI (« high temperature isotropic ») au-dessus de 1 500 °C.

Carbones vitreux

Ils sont obtenus par pyrolyse à partir de résines.

Alliages carbone-carbure de silicium

L'inclusion de silicium rend le carbone très dur, de sorte que ce type présente une résistance à l'usure très importante.

Composites

Ils sont constitués de fibres de carbone matrice (carbone, résine, PMMA, PE...). Ce sont ces derniers composites dits « carbone-carbone » qui ont été développés le plus souvent dans des applications telles les plaques d'ostéosynthèse, les tiges de prothèses de hanche.

Il est possible de contrôler la structure cristalline du matériau et de faire varier leurs propriétés en faisant varier l'orientation des fibres, les rapports fibres-matrices ou les procédés de mise en forme.

Caractéristiques mécaniques

Le carbone possède une résistance à la rupture et en fatigue supérieure à celle des métaux et des céramiques, sa capacité d'absorption d'énergie est très élevée (déformation à la rupture > 5 %). La rigidité du carbone est du même ordre de grandeur que celle de l'os (21 à 26 GPa) ce qui a l'avantage de diminuer le gradient de contraintes à l'interface os-carbone.

L'usure est très étroitement liée à sa structure, à sa densité et à l'adjonction de silice. Elle dépend du couple de frottement : elle est minimale pour le couple carbone/carbone-Si mais il existe une corrosion galvanique non négligeable dans les couples de frottement carbone-métal.

Biocompatibilité

Toutes les données de la littérature rapportent une très bonne biocompatibilité du carbone dans le sang, les tissus mous et l'os. Les études menées chez l'animal n'ont pas révélé d'effets toxiques ou carcinogènes. Les implants intraosseux semblent parfaitement intégrés à l'os sans membrane d'interposition. En revanche les particules semblent moins bien tolérées.

Applications

Du fait d'excellentes propriétés mécaniques et d'un module d'élasticité proche de celui de l'os, d'une parfaite biocompatibilité et d'un comportement en friction satisfaisant, les matériaux carbonés ont été utilisés comme matériaux de prothèse, d'ostéosynthèse et de renfort (ciment, ligament...). Dans cette dernière application, le filament de base est une fibre de carbone pur qu'il est nécessaire d'enrober (collagène ou copolymère d'acide lactique et glycolique) pour éviter le relargage de débris de carbone dont la tolérance locale et générale reste très discutée. En effet ces débris constituent des dépôts noirâtres intra-articulaires et/ou ganglionnaires qui, contrairement à ceux du PE sont visibles à l'oeil nu. Cependant, certains cas de synovites après renfort de ligament par fibre de carbone ont été rapportés et doivent inciter à la prudence.

Matériaux d'origine biologique

Le principe de ces matériaux est de créer un support naturel capable de guider une repousse tissulaire spécifique suppléant à terme la fonction déficiente initiale. L'avantage principal de ces matériaux serait la possibilité d'adaptation inhérente au tissu vivant. Le principal matériau biologique reste l'os. Les cas du collagène et du corail seront évoqués.

Greffes osseuses [22]

On distingue selon l'origine et le receveur :

- les xélogreffes : greffes entre espèces différentes (par exemple : os bovin sur homme) ;
- les allogreffes : greffes entre individus différents mais appartenant à une même espèce (par exemple : tête fémorale de banque implantée pour une reconstruction) ;
- les autogreffes où le receveur est son propre donneur.

L'autogreffe reste le meilleur matériau de comblement de pertes de substances osseuses, mais elle nécessite une chirurgie additionnelle avec les risques locaux et généraux que cela comporte, d'autre part, sa quantité est limitée.

L'emploi des allogreffes est maintenant régi par une réglementation sévère [68]. L'origine, le mode de prélèvement, la stérilisation et le mode de conservation sont des paramètres indispensables à connaître. Le prélèvement se fait stérilement sur des patients indemnes de pathologies infectieuses (VIH, hépatite, CMV), les greffons sont ensuite irradiés et conservés congelés. On peut obtenir des greffons massifs de taille et de volume adéquat aux propriétés mécaniques, bien qu'inférieures à l'os frais, suffisantes [66]. Ces greffes, quand elles sont massives ne sont revascularisées qu'en surface, elles subissent une résorption lente et leur réhabilitation osseuse est incertaine. Elles doivent nécessairement être ostéosynthésées de façon stable ; l'association avec une autogreffe peut favoriser une fusion avec l'os receveur [50].

Corail

C'est une céramique naturelle poreuse issue du squelette corallien *Porites*. Il est constitué essentiellement de carbonate de calcium sous forme de cristaux d'aragonite (carbonate de calcium > 97 %, oligoéléments 0,5 à 1 %, acides aminés 0,07 %, eau < 0,5 %). L'architecture corallienne permet une pénétration osseuse car elle est poreuse ; la porosité ouverte et la taille des pores (150 µm en moyenne) favorisent la pénétration cellulaire et l'établissement d'une néovascularisation).

Son implantation en tissu mou chez l'animal est bien tolérée, elle provoque une

colonisation par un tissu conjonctivovasculaire puis une résorption très progressive entre 2 et 12 mois. Dans l'os, et sous certaines conditions ce tissu conjonctivovasculaire se différencie en tissu osseux et on assiste simultanément à une résorption très progressive du corail (par l'anhydrase carbonique contenue dans les ostéoclastes). Les contraintes locales régissent le remodelage osseux. En cas de fragmentation, on assiste à des réactions puriformes aseptiques.

Les propriétés mécaniques sont fonction de la porosité. A porosité égale, le corail a une contrainte à la rupture équivalente à celle de l'os cortical, mais son module d'Young est plus élevé : il a un comportement fragile. Son comportement mécanique est acceptable à condition de protéger l'implantation par une ostéosynthèse stable pendant une durée minimale de 1 an. En pratique, il est utilisé comme comblement osseux dans les arthrodèses vertébrales (antérieures et postérieures), dans les ostéotomies d'addition, et en traumatologie dans les comblements osseux après fracture du calcanéum ou des plateaux tibiaux (fig 5).

Collagène [83]

Le collagène est une protéine naturelle présente dans les tissus de soutien (peau, os, vaisseaux...). Il est constitué de la répétition d'unités de base, le *tropocollagène*, polypeptide constitué de trois chaînes formant une triple hélice, et du *télopeptide*, court fragment non hélicoïdal.

De nombreux types de collagènes ont été décrits chez les mammifères dépendant du taux d'hydroxylation, du taux de glycosilation, du nombre de liaisons interchaînes et de la composition du télopeptide.

Le type I : présent dans les os et tendons, il comprend deux chaînes α et deux chaînes β ; il n'y a que 5 % de télopeptide.

Le type II : présent dans le cartilage hyalin, il comprend trois chaînes α identiques, associées aux glycoaminoglycanes ; il confère au cartilage hyalin ses propriétés spécifiques.

Sans parler des auto-, des allo- ou des xénogreffes tendineuses qui sont en fait un apport collagénique spécialisé, en chirurgie orthopédique, le collagène pur natif n'est utilisé qu'au stade de recherche. Il a été utilisé dans le comblement de lacunes osseuses, dans la réparation de surfaces articulaires, comme renfort ligamentaire et comme agent hémostatique.

Pour mémoire

Nous citerons la nacre, le cartilage, ou les substituts osseux commercialisés qui doivent encore faire la preuve de leur efficacité et de leur utilité. De nombreuses études expérimentales portent sur l'intérêt des facteurs de croissance, les autogreffes de moelle portées par des implants.

Haut de page

CONCLUSION

Le développement de nouveaux implants, quelle qu'en soit l'utilité, doit reposer sur une connaissance sans faille des matériaux utilisés. Il n'existe pas de matériau susceptible de convenir à toutes les applications, il s'agit donc de trouver une adéquation entre le matériau et la fonction souhaitée. Si un nouveau matériau est envisagé un ensemble de précautions et une évaluation bien conduite sont indispensables avant une éventuelle mise sur le marché. Les

pluridisciplinaire incluant chirurgiens, ingénieurs-mécaniciens, chimistes et biologistes représente une forme de recherche idéale.

Références

- [1] AMES BN. The detection of chemical mutagens with enteric bacteria. In : Hoellander A ed. Chemical mutagens : principles and methods for their detection. Plenum. New York. 1971 ; pp 267-282
- [2] ANDERSON JM, MILLER KM Biomaterial compatibility and the macrophage. *Biomaterials* 1984 ; 5 : 5-10
- [3] BACO-GRANELL J, AGUIRRE-CANYADELL M, NARDI J , et al. Malignant fibrous histiocytoma of bone at site of total hip arthroplasty : a case report. *J Bone Joint Surg* 1984 ; 66A : 30-40
- [4] BARDOS DI. Titanium and titanium alloys. In : Concise encyclopedia of medical and dental materials. Pergamon press. Oxford. 1990 ; pp 360-365
- [5] BAUER TW, GEESINK RC, ZIMMERMAN R, McMAHON JT Hydroxyapatite-coated femoral stem. *J Bone Joint Surg* 1991 ; 73A : 1439-1452
- [6] BLACK J. Orthopaedic biomaterials in research and practice. Churchill Livingstone. New York. 1988 ; 394 p
- [7] BLACK J Does corrosion matter ? *J Bone Joint Surg* 1988 ; 70-B : 517-520
- [8] BOUTIN P, BLANQUAERT D Le frottement alumine-alumine en chirurgie de la hanche. 1 205 arthroplasties totales. *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 279-287
- [9] BOUTIN P, CHRISTEL P, DORLOT JM , et al. The use of dense alumina-alumina ceramic combination in total hip replacement. *J Biomed Mater Res* 1988 ; 22 : 1203-1232
- [10] BURKE DW, GATES EI, HARRIS WH Centrifugation as a method of improving tensile and fatigue properties of acrylic bone cement. *J Bone Joint Surg* 1984 ; 66A : 1265-1273
- [11] CARR AJ, MORRIS RW, MURRAY DW, PYNSSENT PB Survival analysis in joint replacement surgery. *J Bone Joint Surg* 1993 ; 75B : 178-182
- [12] CHARNLEY J. Low friction arthroplasty. Springer-Verlag. New York. Berlin. 1979
- [13] CHRISTEL P, CHABOT F, LERAY JL. Biodegradable composites for internal fixation. In : Winter GD, Gibbons DF, Plenk H eds. Biomaterials. John Wiley. New York. 1982 ; pp 271-280
- [14] CHRISTEL P, MEUNIER A A histomorphometric comparison of the muscular tissue reactions to high-density polyethylene in rats and rabbits. *J Biomed Mater Res* 1989 ; 23 : 1169-1182
- [15] CHRISTEL P, MEUNIER A, HELLER M, TORRE JP, PEILLE CN Mechanical properties and short term in vivo evaluation of yttrium-oxyde-partially-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res* 1989 ; 23 : 45-61
- [16] CHRISTEL PS Biocompatibility of surgical-grade dense polycrystalline alumina. *Clin Orthop* 1992 ; 282 : 10-18
- [17] CLARKE IC, JUNG H, CHONG S, SERBOUSEK J. Mechanical evaluation of 28 mm ceramic THR balls Bioceramico. Vol 1
- [18] COHEN J. Metal implants : historical background and biological response to implantation. In : Rubin LR ed. Biomaterials in reconstructive surgery. CV Mosby. St Louis. 1983 ; pp 49-61
- [19] COOK SD, RENZ BA, BARRACK RL , et al. Clinical and metallurgical analysis of retrieved internal fixation devices. *Clin Orthop* 1985 ; 194 : 236-247
- [20] COOK SD, THOMAS KA, HARDING AF, COLLINS CL, HADDAD RJ The in vivo performance of 250 internal fixation devices : a follow-up study. *Biomaterials* 1987 ; 8 : 177-184
- [21] COOK SD, THOMAS KA, KAY JF, JARCHO M Hydroxyapatite coated titanium for orthopedic implant applications. *Clin Orthop* 1988 ; 232 : 225-243
- [22] DAMIEN CJ, PARSONS RUSSEL Bone grafts and bone grafts substitutes : a review of current technology and applications. *J Appl Biomat* 1991 ; 2 : 187-208
- [23] DE LANGE GL, DE PUTTER C, DE WIJS FL Histological and ultrastructural appearance of the hydroxyapatitebone interface. *J Biomed Mater Res* 1990 ; 24 : 829-845
- [24] DIGBY JM, WELLS AL Malignant lymphoma with intranodal refractile particles after insertion of silicone prostheses. *Lancet* 1981 ; 2 : 580
- [25] DORLOT JM, CHRISTEL P, MEUNIER A Wear analysis of retrieved alumina heads and sockets of hip prostheses. *J Biomed Mater Res* 1989 ; 23 : 299-310
- [26] DUCHEYNE P, BEIGHT J, CUCKLER JM, EVANS B, RADIN S Effect of calcium phosphate coating characteristics on early post-operative bone tissue ingrowth. *Biomaterials* 1990 ; 11 : 531-540
- [27] DUCHEYNE P, CUCKLER JM Bioactive ceramic prosthetic coatings. *Clin Orthop* 1992 ; 276 : 102-115
- [28] DUCHEYNE P, HENCH LL The processing and static mechanical properties of metal fiber reinforced bioglass. *J Mater Sci* 1982 ; 17 : 595
- [29] DUCHEYNE P, RADIN S, HEUGHEBAERT M, HEUGHEBAERT JC Calcium phosphate ceramic coatings on porous titanium : effect of structure and composition on electrophoretic deposition, vacuum sintering and in vitro dissolution. *Biomaterials* 1990 ; 11 : 244-254
- [30] ELLIES LG, NELSON DG, FEATHERSTONE JD Crystallographic changes in calcium phosphates

during plasma-spraying. *Biomaterials* 1992 ; 13 : 313-316

- [31] EYERER P, ELLWANGER R, FEDEROLF HA, KURT M, MADLER H. Polyethylene. In : Concise encyclopedia of medical and dental materials. Pergamon press. Oxford. 1990 ; pp 271-280
- [32] FOWLER PJ, JOHNSON PQ. Knee ligament prostheses and allografts. In : Insall JN ed. Knee surgery. Churchill-Livingstone. New York. 1993 ; pp 561-572
- [33] FRENCH HG, COOK SD, HADDAD RJ Correlation of tissue reaction to corrosion in osteosynthetic devioes. *J Biomed Mater Res* 1984 ; 18 : 817-828
- [34] GAUSSENS G. Les polyéthylènes et leurs applications en orthopédie. In : Sedel L ed. Biomatériaux en chirurgie orthopédique. Expansion scientifique française. Paris. 1986 ; pp 33-50
- [35] GEESINK RG Hydroxyapatite-coated total hip prosthesis. Two years clinical and roentgenographic results of 100 cases. *Clin Orthop* 1990 ; 261 : 39-58
- [36] GEESINK RG, DE GROOT K, KLEIN C Chemical implant fixation using hydroxyl-apatite coatings. *Clin Orthop* 1987 ; 225 : 147-170
- [37] GRISS P, GREENSPAN DC, HEIMKE G , et al. Evaluation of Bioglass-coated Al₂ O₃ total hip prosthesis in sheep. *J Biomed Mater Res* 1976 ; 10 : 511-518
- [38] GRISTINA AG Biomaterial-centered infection : microbial adhesion versus tissue integration. *Science* 1987 ; 237 : 1588-1595
- [39] GRUEN TA, MARKOLF KL, AMSTUTZ HC Effects of laminations and blood entrapment on the strength of acrylic bone cement. *Clin Orthop* 1976 ; 119 : 250-255
- [40] GUILLEMIN G, FOURNIE J, PATAT JL, CHETAIL M Contribution à l'étude du devenir d'un fragment de squelette de corail madréporaire implanté dans la diaphyse des os longs chez le chien. *CR Acad Sci Paris* 1981 ; 293 : 371-376
- [41] GUILLEMIN G, MEUNIER A, DALLANT P, CHRISTEL P, POULIQUEN JC, SEDEL L Comparison of coral resorption and bone apposition with two naturals of different porosites. *J Biomed Mater Res* 1989 ; 23 : 765-779
- [42] HANLEY P, LEW WD, LEWIS JL Load sharing and graft forces in anterior cruciate ligament reconstructions with the ligament augmentation device. *Am J Sports Med* 1990 ; 18 : 335
- [43] HENCH LL Bioceramics : from concept to clinic. *J Am Ceram Soc* 1991 ; 74 : 1487-1510
- [44] HENCH LL, ETHRIDGE EC. Biomaterials. An interfacial approach. Academic Press. New York. 1982
- [45] HENCH LL, PANTANO CG, BUSCEMI PJ, GREENSPAN DC Analysis of Bioglass fixation of hip prostheses. *J Biomed Mater Res* 1977 ; 11 : 267
- [46] HERRMANN JB, KANHOUWA S, KELLEY RJ Fibrosarcoma of the thigh associated with a prosthetic vascular graft. *N Engl J Med* 1971 ; 284 : 91
- [47] HOFF SF, FITZGERALD RH, KELLY PJ The depot administration of Penicillin G, and gentamicin in acrylic bone cement. *J Bone Joint Surg* 1981 ; 63A : 798-804
- [48] JANSEN JA, VAN DER WAERDEN JP, WOLKE JG Histologic investigation of the biologic behavior of different hydroxyapatite plasma-spray coatings in rabbits. *J Biomed Mater Res* 1993 ; 27 : 603-610
- [49] JI H, MARQUIS PM Effect of heat treatment on the microstructure of plasma-sprayed hydroxyapatite coating. *Biomaterials* 1993 ; 14 : 64-68
- [50] JOHNSON EE, URIST MR, FINERMAM GA Resistant non-unions and partial or complete segmental defects of long bones. *Clin Orthop* 1992 ; 277 : 229-237
- [51] KUMAR P, OKA M, IKEUCHI K , et al. Low wear rate of UHMWPE against zirconia ceramic (Y-PSZ) in comparison to alumina ceramic and SUS 316L alloy. *J Biomed Mater Res* 1991 ; 25 : 813-828
- [52] KUMAR P, SHIMIZU K, OKA M et al. Biological reaction of zirconia ceramics. In : Oonishi H, Aoki H, Sawai K eds. Bioceramics. Ishiyaku Euroamerica. Tokyo-Saint Louis. 1989 ; pp 341-346
- [53] LAING PG, FERGUSON AB, HODGE ES Tissue reaction in rabbit muscle exposed to metallic implants. *J Biomed Mater Res* 1967 ; 1 : 135-149
- [54] LAUTENSCHLAGGER EP, MARSHALL GW, MARKS KE, SCHWARTZ J, NELSON CL Mechanical strength of acrylic bone cements impregnated with antibiotics. *J Biomed Mater Res* 1976 ; 10 : 837
- [55] LAWRENCE WH. Tumor induction. In : Von Recum AF ed. Handbook of biomaterials evaluation. Macmillan. New York. Toronto. Londres. 1986 ; pp 188-197
- [56] MCKEE GK, WATSON-FARRAR J Replacement of the arthritic hips by the McKee-Farrar prosthesis. *J Bone Joint Surg* 1966 ; 48B : 245
- [57] MAXIAN SH, ZAWADAWSKY JP, DUNN MG Mechanical and histological evaluation of amorphous calcium phosphate and poorly crystallized hydroxyapatite coatings on titanium implants. *J Biomed Mater Res* 1993 ; 27 : 717-728
- [58] MERCKX D. Les ciments orthopédiques. In : Langlais F, Delagoutte JP eds. Conception des prothèses articulaires. Expansion scientifique française. Paris. 1993 ; pp 67-76
- [59] MERRIT K. Hypersensitivity induction. In : Von Recum AF ed. Handbook of biomaterials evaluation. Macmillan. New York. Toronto. Londres. 1986 ; pp 179-187
- [60] MILLER KM, ANDERSON JM Human monocyte /macrophage activation and interleukine 1 generation by biomedical polymers. *J Biomed Mater Res* 1988 ; 22 : 713-732
- [61] MULLER-MAI CH, SCHMITZ HJ, STRUNZ V, FUHRMAN G, FRITZ TH, GROSS UM Tissues at the surface of the new composite material titanium/glassceramic for replacement of bone and

- teeth. *J Biomed Mater Res* 1989 ; 23 : 1149-1168
- [62] MURAKAMI T, OHTSUKI N. Friction and wear characteristics of sliding pairs of bioceramics and polyethylene. In : Oonishi H, Aoki H, Sawai K eds. Bioceramics. Ishiyaku Euroamerica. Tokyo-Saint Louis. 1989 ; pp 225-230
- [63] NUSHBAUM HJ, ROSE RM The effect of radiation sterilisation on the properties of ultra high molecular weight polyethylene. *J Biomed Mater Res* 1979 ; 13 : 557-576
- [64] OPPENHEIMER BS, OPPENHEIMER ET, STOUT AP Malignant tumors resulting from embedding plastics in rodents. *Science* 1953 ; 118 : 305-306
- [65] PATAT JL, POULIQUEN JC, GUILLEMIN G. Le corail naturel utilisé comme substitut de greffon osseux. Application clinique en chirurgie orthopédique et traumatologique. In : Mainard D, Delagoutte JP, Merle M eds. Actualités en biomatériaux. Romillat. Paris. 1990 ; pp 161-175
- [66] PELKERR RR, FRIEDLAENDER GE Biomechanical aspects of bone autografts and allografts. *Orthop Clin North Am* 1987 ; 18 : 235-239
- [67] POHLER DE. Degradation of metallic orthopedic implants. In : Rubin LR ed. Biomaterials in reconstructive surgery. CV Mosby. St Louis. 1983 ; pp 158-228
- [68] POITOUT D. Matériau osseux et banque de tissu. In : Poitout D ed. Greffes de l'appareil locomoteur. Masson. Paris. 1987 ; pp 137-147
- [69] POURBAIX M Electrochemical corrosion of metallic biomaterials. *Biomaterials* 1984 ; 5 : 122-134
- [70] RAE T. Tissue culture technique in biocompatibility testing. In : Williams DF ed. Techniques of biocompatibility testing. CRC Press. Boca Raton. 1986 ; pp 81-93
- [71] RIEU J. Traitement de surface des métaux. Tribologie, ancrage, corrosion. In : Langlais F, Delagoutte JP eds. Conception des prothèses articulaires. Expansion scientifique française. Paris. 1993 ; pp 57-66
- [72] RIEU J, PICHAT A, RABBE LM, CHABROL C, ROBELET M Deterioration mechanisms of joint prosthesis materials : several solutions by ion implantation surface treatments. *Biomaterials* 1990 ; 11 : 51-54
- [73] SALTHOUSE TN, MATLAGA BF. Enzyme histochemistry of the cellular response to implants. In : Williams DF ed. Fundamental aspects of biocompatibility. CRC Press. Boca Raton. 1981 ; pp 233-257
- [74] SCALES JT Black staining around titanium alloy prostheses - an orthopaedic enigma. *J Bone Joint Surg* 1991 ; 73B : 534-536
- [75] SCALES JT, WINTER GD Corrosion of orthopaedic implants. Screws, plates and femoral nail-plates. *J Bone Joint Surg* 1959 ; 41B : 810-819
- [76] SEDEL L. Normalisation, certification, homologation du matériel orthopédique. Cah Enseigne SOFCOT. 1987 ; 381-385
- [77] SEDEL L. Tribologie des prothèses totales de hanche. In : Langlais F, Delagoutte JP eds. Conception des prothèses articulaires. Expansion scientifique française. Paris. 1993 ; pp 45-56
- [78] SEDEL L, CHABOT F, CHRISTEL P, DE CHARANTENAY X, LERAY J, VERT M Les implants biodégradables en chirurgie orthopédique. *Rev Chir Orthop* 1978 ; 64 (suppl II) : 92-96
- [79] SEDEL L, FUMERY P, SHIBUYA T, YAMAMURO T Aptite-Wollastonite glass ceramics used as a shelf procedure for recurrent shoulder dislocation stabilization (a preliminary clinical trial). *Bioceramics*. 1991 ; 5 : 427-434
- [80] SEMLITSCH M Titanium alloys for hip joint replacement. *Clin Mater* 1987 ; 2 : 1-13
- [81] SHIMIZU K, OKA M, KUMAR P, et al. Time-dependant changes in the mechanical properties of Zirconia ceramic. *J Biomed Mater Res* 1993 ; 27 : 729-734
- [82] SIGOT-LUISARD MF, DUVAL JL, ROUX H, SIGOT M. Intérêt de la culture organotypique pour l'évaluation in vitro de la cytocompatibilité d'un biomatériau. In Biomat 91. Comité d'expansion Aquitaine. Bordeaux. 1991 ; pp 55-57
- [83] SIMPSON RL. Collagen as a biomaterial. In : Rubin LR ed. Biomaterials in reconstructive surgery. CV Mosby. Saint Louis. 1983 ; pp 109-117
- [84] SMITH-PETERSEN NM Arthroplasty of the hip : a new method. *J Bone Joint Surg* 1939 ; 21 : 269
- [85] STEINEMANN SG. Corrosion of surgical implants - In vivo and in vitro test. In : Winter GD, Leray JL, De Groot K eds. Evaluation of Biomaterials. John Wiley. Chichester. 1980 ; 134 p
- [86] SUDANESE A, TONI A, CATTANEO GL et al. Alumina vs zirconium oxide : a comparative wear test. In : Oonishi H, Aoki H, Sawai K eds. Bioceramics. Ishiyaku Euroamerica. Tokyo-Saint Louis. 1989 ; pp 237-246
- [87] SUTOW EJ. Iron-based alloys. In : Concise encyclopedia of medical and dental materials. Pergamon press. Oxford. 1990 ; pp 232-240
- [88] SUTOW EJ, POLLACK SR. The biocompatibility of certain stainless steels. In : Williams DF ed. Biocompatibility of clinical implants. CRC Press. Boca Raton. 1981 ; pp 45-98
- [89] TAYTON KJ Ewing's sarcoma at the site of a metal plate. *Cancer* 1980 ; 45 : 413-415
- [90] VERT M, CHRISTEL P, CHABOT F, LERAY J. Bioresorbable plastic materials for bone surgery. In : Hastings GW, Ducheyne P eds. Macromolecular biomaterials. CRC Press. Boca Raton. 1984 ; pp 119-142
- [91] WILLIAMS DF. Titanium and titanium alloys. In : Williams DF ed. Biocompatibility of clinical implant materials. CRC Press. Boca Raton. 1981 ; pp 9-44
- [92] WILLIAMS DF. The properties and the clinical uses of cobalt-based alloys. In : Williams DF

- ed. Biocompatibility of clinical implant materials. CRC Press. Boca Raton. 1981 ; pp 89-127
- [93] WILLIAMS DF. Definitions in biomatériaux. Elsevier. Amsterdam. 1987
- [94] WILLIAMS DF Tissue-Biomatériau interactions. *J Mater Sc* 1987 ; 22 : 3421-3445
- [95] WILLIAMS DF. Biocompatibility. An overview. In : Concise encyclopedia of medical and dental materials. Pergamon press. Oxford. 1990
- [96] WILLIAMS DF. Biodegradation of medical polymers. In : Concise encyclopedia of medical and dental materials. Pergamon press. Oxford. 1990 ; pp 69-74
- [97] YAMAMURO T, KOTOURA Y, NAKAMURA T, KAKUTANI Y, KITSUGI T. Rationales for orthopaedic application of bioceramics. In : Oonishi H, Aoki H, Sawai K ed. Bioceramics. Ishiyaku Euroamerica. Tokyo-Saint Louis. 1989 ; pp 19-24
- [98] YAMAMURO T, SHIKATA J, OKUMURA H et al. Clinical application of bioactive ceramics. In : Oonishi H, Aoki H, Sawai K eds. Bioceramics. Ishiyaku Euroamerica. Tokyo-Saint Louis. 1989 ; pp 175-180

© 1996 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

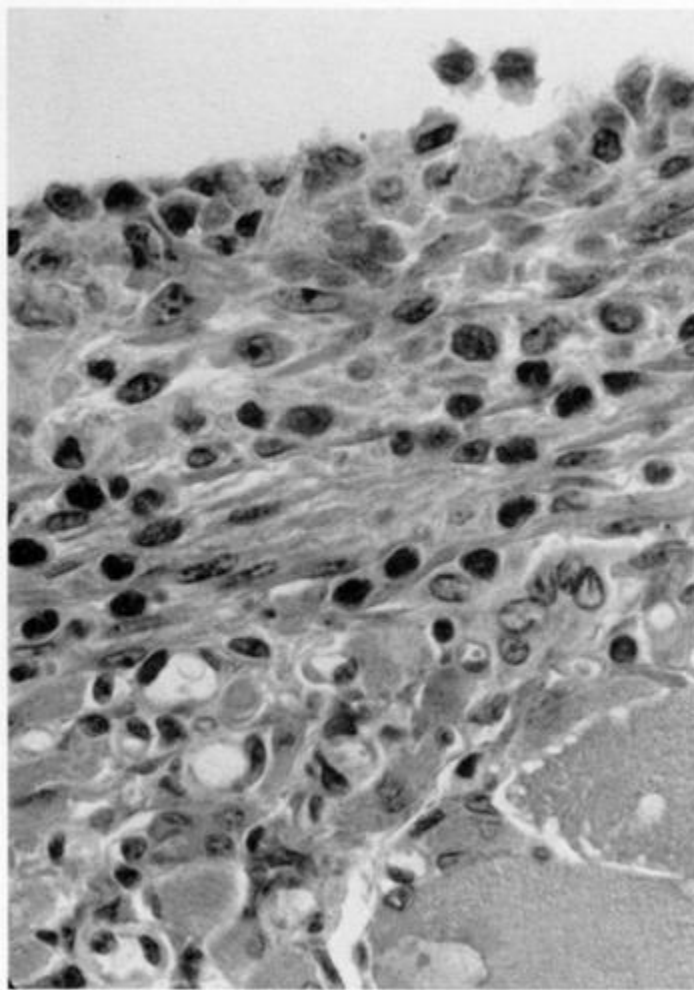


Fig 1 :

Réaction tissulaire au contact d'un implant, 8 jours après la mise en place. Les macrophages sont nombreux.

Fig 2 :



Fig 2 :

Membrane d'encapsulation autour d'un implant bien toléré. Elle est constituée de fibrocytes et de collagène. Son épaisseur est fine.

Fig 3 :



Fig 3 :

Repousse osseuse dans un implant poreux mis en place dans la médullaire osseuse.

Fig 4 :

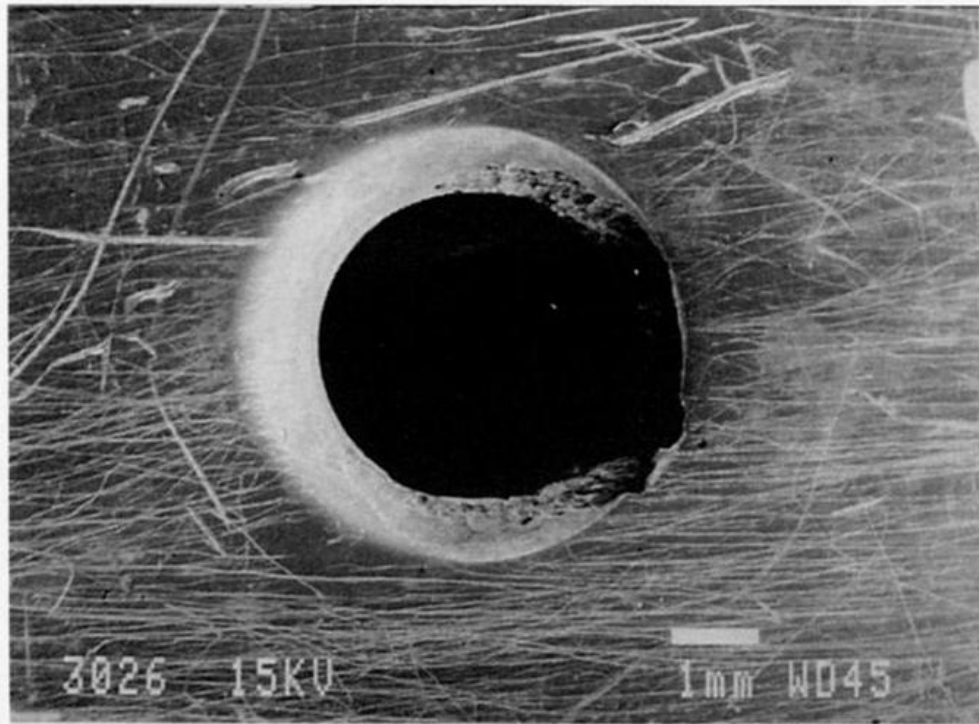


Fig 4 :

Corrosion observée sur un trou d'une plaque en place depuis 10 ans.

Fig 5 :

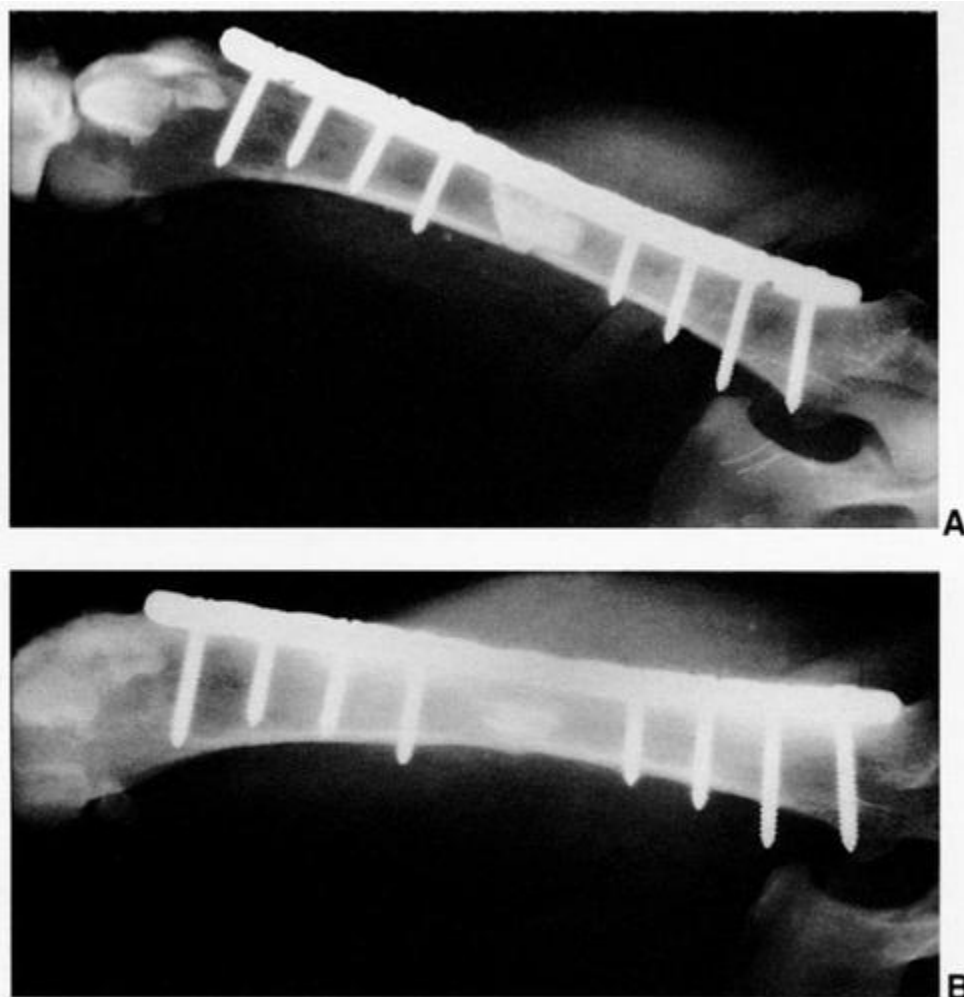


Fig 5 :

Remplacement diaphysaire par corail chez le chien.

A. Radiographie postopératoire immédiate.

B. Radiographie long terme.

Tableaux

Tableau I. – Principales enzymes étudiées en histoenzymologie.

| | Phosphatase acide | Phosphatase alcaline | Estérase | – glycuronidase | Aminopeptidase | ATP |
|----------|-------------------|----------------------|-------------|-----------------|----------------|-----------|
| Cellules | Macrophages | Neutrophiles | Macrophages | Macrophages | Macrophages | Membranes |
| | Fibrobl | Fibrobl | Cellules | Fibroblas | Cellules | extralyso |

| | | | | | | |
|----------|---------|----------|---------|----------|-----------|-----------|
| | astes | astes | géante | tes | géantes | somiale |
| | | | s | | | |
| | | | | Synth  s | | |
| | | Traum | | e | Prot  oly | Productio |
| Interpr | Histoto | a | Histoto | membra | se | n |
|   tation | xicit   | tissulai | xicit   | ne | Nécrose | d'  nergi |
| | | re | | d'encaps | | e |
| | | | | ulation | | |
| Délai | J5 | J1 | J1 | – | – | – |
| début | J14 | J7 | | | | |
| maximal | | | | | | |

Tableau II. – Potentiels normaux des principaux métaux.

| Métal | Potentiels normaux (V) |
|----------------|------------------------|
| Or (Au) | 1,45 |
| Platine (Pt) | 1,20 |
| Argent (Ag) | 0,8 |
| Cuivre (Cu) | 0,34 |
| Hydrogène (H) | 0 |
| Nickel (Ni) | – 0,25 |
| Chrome (Cr) | – 0,73 |
| Titane (Ti) | – 1,63 |
| Aluminium (Al) | – 1,66 |

Tableau III. – Caractéristique et composition des différents titanes.

| Composants | Grade 1 | Grade 2 | Grade 3 | Grade 4 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|
| Azote (N) | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,05 |
| Carbone (C) | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Hydrogène (H) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |

| | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|
| Fer (Fe) | 0,20 | 0,30 | 0,30 | 0,50 |
| Oxygène (O ₂) | 0,18 | 0,25 | 0,35 | 0,40 |
| Titane (Ti) | BAL | BAL | BAL | BAL |
| Caractéristiques | | | | |
| Limite élastique (MPa) | | | | |
| | 170 | 275 | 380 | 485 |
| Contrainte à la rupture (MPa) | | | | |
| | 240 | 345 | 450 | 550 |
| BAL : British anti-lewisite | | | | |

Tableau IV. – Composition de différents aciers inoxydables.

| Désignation | Composition (%) | | | | | | | |
|-------------|-----------------|----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|-----------|
| | Carbone | Silicium | Manganèse | Phosphore | Soufre | Chrome | Nickel | Molybdène |
| 316 | 0,08 | 1,00 | 2,00 | 0,045 | 0,03 | 16–18 | 10–14 | 2–3 |
| 316L | 0,03 | 1,00 | 2,00 | 0,045 | 0,03 | 16–18 | 10–14 | 2–3 |

Tableau V. – Propriétés mécaniques en fonction du mode de fabrication pour un acier 316L.

| Propriétés | Forgé | Coulé | Ecroui froid | Recuit |
|-------------------------------|---------|-------|--------------|--------|
| Module d'Young (GPa) | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Limite élastique (MPa) | 205–240 | 206 | 750–790 | 280 |
| Contrainte à la rupture (MPa) | 510–550 | 480 | 960–1 000 | 550 |
| % élongation | 55 | 30 | 9–22 | 50 |

Tableau VI. – Composition des alliages de chrome-cobalt.

| Élément | Alliage coulé | Alliage forgé | Alliage forge | Alliage forger (MP35N) |
|---------|---------------|---------------|---------------|------------------------|
|---------|---------------|---------------|---------------|------------------------|

| | NF S90 402 | NF S90 403 | NF S90 406 | NF S90 407 |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| Chrome | 26,5–30 | 18,5–21,5 | 19–21 | 19–21 |
| Cobalt | | | BAL | BAL |
| Tungstène | BAL | 39–42 | 14–16 | |
| | | | 9–11 | 33–37 |
| Nickel | 2,5 max | 15–18 | 3 max | 1,0 max |
| Fer | | BAL | 0,15 max | 0,025 max |
| Carbone | 1,0 max | 0,15 max | 2,0 max | 0,15 max |
| Manganèse | | 1–2 | 1,0 max | 0,15 max |
| Silicium | 0,35 | | | 9–10,5 |
| Molybdène | max | 6,5–7,5 | | |
| Béryllium | 1,0 max | 0,001 max | | 0,015 max |
| Phosphore | | | | 0,015 max |
| Soufre | 1,0 max | | | 1,0 max |
| Titane | 4,5–7 | | | |
| BAL : British anti-lewisite | | | | |

Tableau VII. – Propriétés mécaniques de différentes préparations de chrome-cobalt.

| Propriétés | Alliage coulé NF S90 402 | NF S90 403 Recuit | NF S90 403 Ecroui | NF S90 406 | NF S90 406 Recuit |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|
| Module d'Young (GPa) | 200 | 220 | 220 | 220 | 220 |
| Limite élastique (MPa) | 450 | 450 | 1 300 | 310 | 300 |
| | 665 | 950 | 1 450 | 860 | 800 |
| Contrainte de rupture (MPa) | 8 | 65 | 8 | 10 | 40 |
| % d'allongation | | | | | |

Tableau VIII. – Propriétés mécaniques de l'alliage de Ti Al₆V₄.

| Propriétés |
|------------|
|------------|

| | |
|--|-----|
| Module d'Young (GPa) | 110 |
| Limite élastique (MPa) | 895 |
| Contrainte à la rupture (MPa) | 965 |
| % élongation | 12 |
| Résistance en fatigue 10 ⁷ cycles (MPa) | 515 |

Tableau IX. – Principales utilisations des principaux polymères

| Matériau | Prothèses articulaires | Ancrage osseux | Comblement osseux | Ostéosynthèse | Suture hémostatique | Prothèse ou Renfort ligamentaire |
|------------------------------|------------------------|----------------|-------------------|---------------|---------------------|----------------------------------|
| Polyéthylène | +++ | - | - | - | - | + |
| Polypropylène | + (doigts) | - | - | - | +++ ex-Prolene | +++ ex-Kennedy-Lad |
| Polyméthacrylate | Abandon | +++ | +++ | - | | - |
| Polytétrafluoroéthylène | Abandon ex-Teflon | Composite | Composite | - | - | +++ Gore-tex |
| Polyéthylène téréphtalate | - | - | - | - | - | +++ ex-Dacron |
| Polyacétals | Abandon ex-Delrin | - | - | - | - | +++ ex-Dacron |
| Polyesters (polyaminoacides) | - | - | - | + | +++ ex-Vicryl | - |

| | | | | | | |
|----------------------|--------------------|---|---|---|-------------------|-----------------|
| | | | | | | Erced ex |
| Polydiméthylsiloxane | +++ ex-Silastic | - | - | - | - | - |
| Polyamide (Nylon) | - | - | - | - | +++ ex-Ethicon | - |
| Polyarilamide | - | - | - | - | - | +++ ex-Nomex |
| Cellulose | - | - | - | - | + Surgicel | - |

Tableau X. – Caractéristiques des principales façons de polymériser.

| Polymérisation | Addition | Condensation |
|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Réaction | en chaîne | par étape |
| Sous-produit | non | Oui |
| Macromolécule | linéaire | réseau tridimensionnel |
| Liaison interchaîne | faible | forte |
| Propriétés | thermoplastiques | thermodurcissables |
| Exemples | Polyéthylène, PMMA | Nylon |
| PMMA : polyméthacrylate | | |

Tableau XI. – Caractéristiques mécaniques de différents polymères.

| Matériau | Module d'élasticité en tension (MPa) | Résistance en tension (MPa) | Résistance en flexion (MPa) | Elongation à la rupture (%) |
|------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| PE haute densité | 500 3 000 | 20-40 70 | 15-20 100-120 | > 800 5 |
| PMMA | 500 | 17-28 | pas de | 200-600 |
| PTFE | 1 500 | 30-40 | facture | > 500 |
| PP | 3 000 | 30 | 100-120 | > 300 |
| PE téréphthalate | 3 000 2 100 | 70 79 | 90 100 | > 75300 |
| Polyacétal | | | | |
| Nylon 6 | | | | |

PE : polyéthylène, PMMA : polyméthacrylate, PTFE : polytétrafluoroéthylène, PP : polypropylène

Tableau XII. – Propriétés mécaniques des polymères utilisés dans la chirurgie ligamentaire du genou [32].

| Matériau | Type | Résistance à la rupture (N) | Fluage (% N cycles) | Rigidité |
|-------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|----------|
| LCA | | 1 730 ± 660 | 0 ± 1,6*10 ⁸ | 175 |
| Kennedy-LAD | Polypropylène Renfort | 1 730 ± 660 | 3 % ± 1*10 ⁶ | 360 |
| Gore-Tex | PTFE Prothèse | 4 830 ± 280 | 4 % ± 300*10 ⁶ | 219 |
| Leeds-Keio | Dacron Prothèse | 2000 | 3-5 % ± 30*10 ⁶ | - |
| Richards | UHMWPE Prothèse | 9000 | 8.4*10 ⁷ | - |

LCA : ligament croisé antérieur, PTFE : polytétrafluoroéthylène, UHMWPE : polyéthylène de très haute densité

Tableau XIII. – Caractéristiques du polyéthylène très haute densité (UHMWPE).

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| Densité (g/cm ³) | 0,98–0,99 |
| Cristallinité (%) | 70–90 |
| Module d'élasticité en traction (MPa) | 1 800–2 700 |
| Résistance en traction (MPa) | 427–50 |
| Allongement avant rupture (%) | 200–250 |

Tableau XIV. – Composition des ciments acryliques.

| Composés | Quantité | Composés | Quantité |
|---|----------|--------------------|----------|
| Poudre | | Liquide | 95–98 % |
| PMMA | > 90 % | MMA et comonomères | 1–2 % |
| Benzoperoxyde | 1–2 % | NN DMPT | 50–100 |
| Opacifiant | 4–8 % | Hydroquinone | ppm |
| PMMA : polyméthacrylate, MMA : méthacrylate, NNDMPT : NN-diméthyl-p-toluidine | | | |

Tableau XV. – Comparaison des additifs pour différents ciments.

| Ciment | NN DMPT (%) | Hydroquinone (ppm) | Acide ascorbique (%) | N-butyl-méthacrylate (%) |
|---------|-------------|--------------------|----------------------|--------------------------|
| CMW | 1,0–1,5 | 5–10 | 0,02 | – |
| Palacos | 0,7 | 60 | – | – |

| | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----|----|----|---|
| Simplex- P | 2,6 | 75 | 15 | - | - |
| Sulfix- 6 | | 2,0 | | 50 | - |
| NNDMPT : NN-diméthyl-p-toluidine | | | | | |

Tableau XVI. – Propriétés des alumines.

| Propriétés | Norme (ISO 6474) | Ceraver | Frialit |
|---|------------------------|---------|---------|
| Densité | > 3,9 | > 3,93 | > 3,98 |
| % Alumine | 99,5 | > 99,8 | > 99,9 |
| SiO ₂ et autres oxydes | < 0,1 | < 0,05 | < 0,05 |
| Taille moyenne grain (μm) | < 7 | 4,3 | 2,5 |
| Microdureté (Vickers) | 23 000 | 23 000 | 23 000 |
| Résistance en compression (MPa) | 4 000 | 4 500 | 5 000 |
| Résistance en flexion (MPa) | > 400 | 550 | > 450 |
| Module d'Young (MPa) | 380 000 | 380 000 | 380 000 |
| Résistance à l'impact (cm MPa) | > 40 | - | > 40 |
| Résistance à l'usure (mm ³ h ⁻¹) | 0,01 | - | 0,001 |
| Fini de surface Ra (μm) | - | 0,020 | - |

Tableau XVII. – Caractéristiques comparées de l'alumine et de la zircone stabilisée.

| Propriétés | Normes (ISO 6474) | Zircone stabilisée |
|------------|-------------------|--------------------|
|------------|-------------------|--------------------|

| | | |
|-------------------------------------|---------|---------|
| Densité | 3,9 | 6,1 |
| Taille des grains (μ m) | < 7 | < 0,5 |
| Dureté (Vickers) | 2 300 | 1 300 |
| Module d'Young (MPa) | 380 000 | 200 000 |
| Résistance en flexion (MPa) | > 400 | 1 200 |
| Fini de surface Ra (μ m) | 0,02 | 0,008 |
| Résilience (MPa/m ^{-1,5}) | 5 | 9 |

Tableau XVIII. – Composition des principaux bioverres présentés dans la littérature.

| Composants | 45S5 Bioglass | KGC Ceravital | A/W Vitrocramique | MB Vitrocramique |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------|---------------------|
| SiO ₂ | 45 | 46,2 | 34,2 | 19–52 |
| P ₂ O ₅ | 6 | | 16,3 | 4–24 |
| CaO | 24,5 | 20,2 | 44,9 | 9–3 |
| Ca(PO ₃) ₂ | | 25,5 | | |
| Na ₂ O | 24,5 | 4,8 | | 3–5 |
| MgO | | 2,9 | 4,6 | 5–15 |
| K ₂ O | | 0,4 | | 3–5 |
| Al ₂ O ₃ | | | | 12–33 |
| CaF ₂ | | | 0,5 | |

Chirurgie des nerfs périphériques

A Durandeau
T Fabre

Résumé. — Malgré les améliorations technologiques des 25 dernières années, une récupération complète des lésions des nerfs périphériques reste évasive à ce jour.

Il est clair que la réponse à l'amélioration des résultats des réparations nerveuses périphériques est plus biologique que chirurgicale. La régénération des nerfs périphériques est un processus biologique qui implique non seulement la cellule nerveuse mais aussi les composants non neuronaux comme les cellules de Schwann, les fibroblastes, les cellules endothéliales et les macrophages. L'anatomie et la réponse du traumatisme des nerfs périphériques sont importantes pour le chirurgien. Les systèmes de classification comportent six catégories. Les informations de l'examen clinique exigent la connaissance des lésions anatomiques du nerf.

Les principes pour la coaptation des extrémités séparées des nerfs sont ébauchés : préparation des extrémités avec souvent résection, approximation avec cartographie des extrémités nerveuses, affrontement des extrémités nerveuses avec une attention spéciale pour ponter les fascicules avec un contact optimal (une coaptation indirecte peut être réalisée en interposant une greffe nerveuse), maintien de l'affrontement par utilisation d'une suture.

La suture épineurale est la méthode traditionnelle de réparation mais la préférence est donnée à la suture épipépineurale.

L'aspect le plus important d'une suture nerveuse est d'être atraumatique en évitant la tension de la suture et en plaçant la réparation ou la greffe dans un environnement non cicatriciel.

Les sutures nerveuses partielles sont techniquement plus faciles immédiatement après le traumatisme. Si les deux extrémités du nerf peuvent être repérées lors de l'exploration initiale, la réparation secondaire sera effectuée au bout de 2 mois environ. Un defect nerveux peut être ponté par une greffe nerveuse en urgence mais cela est une exception plutôt qu'une règle ; la greffe nerveuse est généralement réalisée secondairement. Il n'y a aucune étude précise qui montre la supériorité des greffes vascularisées, excepté dans un milieu cicatriciel.

Les réparations nerveuses utilisant la colle de fibrine sont généralement des techniques fiables. Les tubes de plusieurs types de matériaux biodégradables et non biodégradables, synthétiques ou biologiques, ont été utilisés avec succès dans un nombre limité d'application clinique pour ponter des pertes de substance nerveuse. C'est une nouvelle approche dans la chirurgie reconstructive des nerfs périphériques.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : nerf périphérique, suture nerveuse, greffe nerveuse, substituts nerveux.

Introduction

Les nerfs périphériques peuvent être lésés aux membres par contusion, compression, élongation, ischémie, section totale ou partielle. La prévalence de ces lésions traumatiques est importante, 2,8 % avec une prédominance masculine pour Noble^[46] en 1998.

Sir Herbert Seddon avait été un des premiers à s'intéresser aux lésions nerveuses en créant des centres spécialisés il y a 50 ans.

Le but de la chirurgie est de restaurer une continuité nerveuse pour permettre une réinnervation correcte des cibles nerveuses périphériques.

Malgré une technique microchirurgicale très précise, les facteurs biologiques influencent la qualité de la réparation en créant un microenvironnement biologique indispensable (rôle de la cellule de Schwann, phénomènes d'épuisement de la repousse, erreur de correspondance des fascicules, dégénérescence des effecteurs...).

L'utilisation de moyens grossissants et de technique microchirurgicale précise sont indispensables à la réalisation d'une réparation nerveuse de qualité car la consistance gélatineuse du nerf rend sa manipulation délicate et il ne viendrait à l'idée de personne de s'affranchir de ce principe fondamental qui permet une meilleure approximation des fascicules.

Après avoir envisagé la classification des lésions des nerfs périphériques ainsi que les processus de dégénérescence et de réinnervation, nous détaillons les indications et les techniques de suture primitive puis de suture secondaire et des autogreffes nerveuses. C'est grâce à ces principes que la réparation des nerfs périphériques est efficace et qu'elle constitue un progrès

Alain Durandeau : Professeur, service de chirurgie orthopédique.
Thierry Fabre : Chirurgien orthopédiste, service d'orthopédie-traumatologie.
Hôpital Pellegrin Tripode, place Amélie-Raba-Léon, 33076 Bordeaux cedex, France

incontestable des 30 dernières années, les traitements palliatifs n'étant effectués que dans certaines circonstances particulières. Enfin, nous évoquons sommairement l'évaluation des résultats et les facteurs pronostiques.

Classification des lésions nerveuses

ANATOMIE CHIRURGICALE

Le neurone constitue l'unité fonctionnelle de base de toute l'organisation du système nerveux. Les neurones sont moteurs sensitifs ou végétatifs. Les axones sont entourés de cellules de Schwann d'origine ectodermique. Elles ont un rôle de nutrition pour l'axone. Les axones des fibres nerveuses de petit calibre sont simplement entourés par le cytoplasme des cellules de Schwann (fibre non myélinisée).

Les axones des fibres nerveuses de gros calibre sont entourés d'un nombre variable de couches concentriques formant la gaine de myéline^[4]. Ces fibres sont dites myélinisées. Le nœud de Ranvier sépare deux cellules de Schwann ; la vitesse de conduction nerveuse est proportionnelle au diamètre de l'axone.

Les fibres nerveuses sont groupées en fascicules, entité chirurgicale du nerf bien visible au microscope. Ces fascicules sont constitués par un ensemble de fibres au sein d'un tissu conjonctif que l'on appelle l'endonèvre. Chaque fascicule est limité par le périnèvre qui est une gaine conjonctive résistante, formant une véritable barrière de diffusion. Ce périnèvre a un rôle mécanique de protection et il sépare le milieu endoneural du tissu conjonctif périphérique que l'on appelle l'épinèvre. Le nombre de fascicules varie considérablement en fonction du nerf et du niveau considéré. Les nerfs peuvent être monofasciculaires, oligofasciculaires (deux à dix fascicules) et polyfasciculaires (plus de dix fascicules)^[43].

L'intrication des fibres motrices, sensitives et végétatives est complexe. L'ensemble du tissu conjonctif épineural, périneural et endoneural occupe plus de la moitié de la surface de la section d'un tronc nerveux (63 % pour le nerf médian au poignet, 71 % pour le nerf sural). Il faut donc obligatoirement réséquer l'épinèvre des extrémités des greffons nerveux ou torons pour que la tranche de section comporte le moins possible de tissu conjonctif comme l'avait proposé Narakas^[44].

La topographie fasciculaire est extrêmement variable d'un sujet à l'autre. Sunderland^[56] a bien montré que le nerf a une structure plexiforme avec modification de la répartition axonale entre les fascicules et les groupes fasciculaires. Il avait indiqué que la structure fasciculaire changeait tous les 15 mm. S'il existe une grande perte de substance nerveuse, les tranches de section ne sont pas identiques.

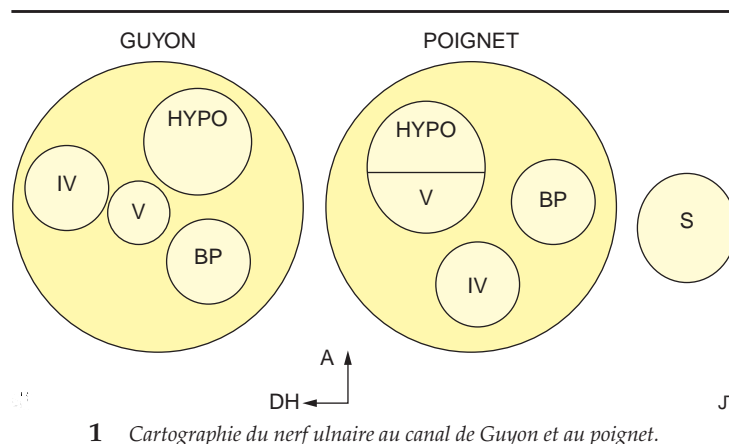
En réalité, Jabaley^[29] a montré que cette disposition se retrouvait à la partie proximale des membres, mais à la partie distale, les fascicules sont individualisés en éléments moteurs ou sensitifs (il faut donc avoir une bonne concordance fasciculaire pour espérer une bonne récupération après suture distale) (fig 1).

Sur le plan chirurgical, il n'y a pas de cartographie chirurgicale au niveau proximal car les fibres motrices et sensitives sont entremêlées. Au niveau distal, la cartographie est possible et elle permet l'affrontement des groupes fasciculaires moteurs ou sensitifs.

Les nerfs sont vascularisés par un système extrinsèque et intrinsèque largement anastomosés avec une grande variabilité de la distribution vasculaire. Les vaisseaux abordent le nerf par le « mésonèvre » qui relie l'épinèvre aux tissus conjonctifs ambiants. Lundborg^[33, 34] a bien mis en évidence la sensibilité du nerf à l'étirement et l'existence de véritables arcades longitudinales anastomosées entre elles.

LÉSIONS NERVEUSES

Les lésions des nerfs périphériques résultent de sections nerveuses par arme blanche, vitre, verre, scie ou tronçonneuse (il existe une



contusion des extrémités nerveuses avec dilacération et perte de substance qui contre-indique une suture en urgence).

Lors des traumatismes violents avec fracture, il existe des lésions par compression, étirement, ischémie qui vont se surajouter à l'écrasement des tissus. Il existe souvent un épaississement épineural avec névrome intraneural ou parfois un rétrécissement correspondant à une rupture d'une partie du tronc nerveux.

On retrouve également des lésions nerveuses après plaies négligées en raison de l'apparition d'un déficit moteur ou sensitif.

Seddon en 1943 a introduit une classification fonctionnelle décrivant trois types de lésions nerveuses : la neurapraxie, l'axonotmésis et le neurotmésis.

Sunderland^[56] développe la classification de Seddon en incluant le premier degré lésionnel (neurapraxie), le second degré (axonotmésis) et le neurotmésis comme cinquième degré. Le troisième degré correspond à une atteinte de l'endonèvre et le quatrième degré correspond à une atteinte interfasciculaire sévère du nerf où aucune régénération ne peut survenir. MacKinnon^[61] a décrit un sixième degré observé dans les lésions nerveuses en continuité. Il correspond à une mosaïque des cinq types de lésions de Sunderland dans différents fascicules et à des niveaux variables sur le nerf (fig 2).

■ Neurapraxie

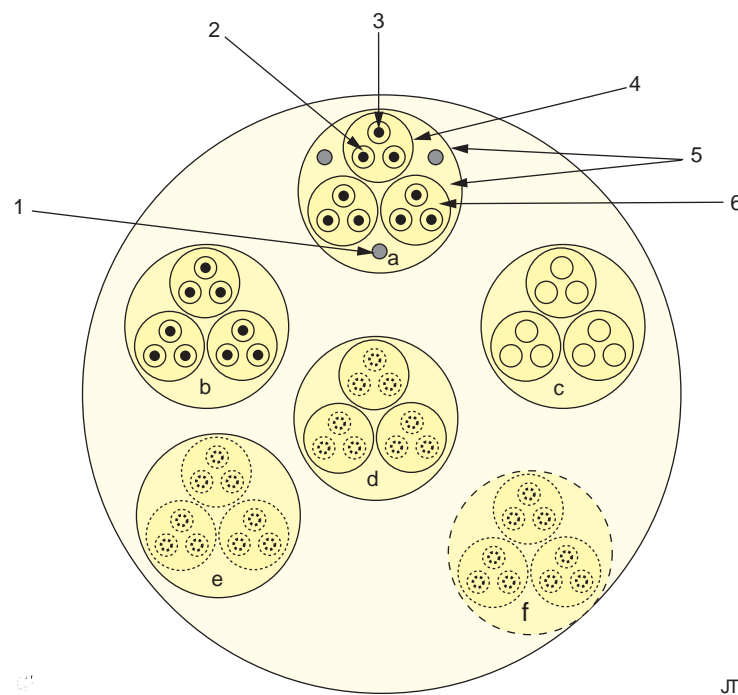
Elle se réfère à un bloc de conduction local ; la continuité des axones est préservée ainsi que l'excitabilité des structures nerveuses en aval de la lésion. La paralysie motrice est complète avec un respect substantiel des fonctions sensitives et sympathiques. Cette lésion correspond à un bloc de démyélinisation local. La récupération se fait dans des délais variables, pouvant aller jusqu'à 12 semaines.

■ Axonotmésis

Elle implique une perte de la continuité axonale au site lésionnel (étirement ou compression). La dégénérescence wallérienne du segment distal est complète mais les tubes endoneuraux demeurent intacts. Le temps de récupération correspond donc au temps mis par la régénération axonale pour atteindre les cibles motrices distales. Le signe de Tinel progresse à la vitesse de 1 mm/j. Les tubes endoneuraux guident la repousse axonale jusqu'aux cibles sensitives ou motrices. L'endonèvre n'étant pas lésé et la membrane basale des cellules de Schwann étant intacte, la récupération est en général complète mais une lésion très proximale peut entraîner une dénervation prolongée des organes terminaux cibles, entraînant une limitation de la récupération fonctionnelle (par exemple muscles intrinsèques de la main).

■ Troisième degré de lésion

L'axone est endommagé mais il y a également des lésions endoneurales. Le périnèvre demeure intact. La récupération est donc variable et peu prédictible. La récupération est toujours incomplète car un certain nombre de fibres sont englobées et perdues dans la



2 Classification de Sunderland.

1. Vaisseau ; 2. myéline ; 3. axone ; 4. périnèvre ; 5. épinèvre ; 6. endonèvre.

a. Nerf normal ; b. Sunderland I ou neurapraxie (disparition de la myéline, présence des fascicules) ; c. Sunderland II ou axonotmésis (disparition de la myéline et des fascicules, conservation des tubes endoneuraux) ; d. Sunderland III (disparition des tubes endoneuraux, le périnèvre est respecté) ; e. Sunderland IV (disparition du périnèvre, l'épinèvre est respecté) ; f. Sunderland V (perte de la continuité du nerf).

cicatrice fibreuse endoneurale. La membrane basale originelle des cellules de Schwann étant lésée, une mauvaise orientation des fibres vers les récepteurs sensitifs ou moteurs est possible. La récupération est donc très variable en fonction du degré de cicatrisation endoneurale et du type du nerf, plus ou moins moteur ou sensitif.

■ Quatrième degré de lésion

Le nerf est en continuité grâce à son épinèvre, mais il existe une véritable cicatrice au site lésionnel, avec une perte de la continuité du périnèvre. Après la dégénérescence wallérienne du bout distal, la régénération des fibres nerveuses va se trouver bloquée par la cicatrice lésionnelle, entraînant la formation d'un névrome intranerveux.

La percussion du site lésionnel donne des paresthésies dans le territoire sous-jacent mais il n'y a pas de progression vers la partie distale. La récupération ne peut être obtenue qu'après réparation nerveuse par suture ou greffe.

■ Neurotmésis

Elle se caractérise par une rupture totale du nerf ou une destruction de sa structure interne (périnèvre et tubes endoneuraux). La désorganisation de la structure interne nécessite une réparation nerveuse pour obtenir une récupération fonctionnelle par suture ou par greffe.

DÉGÉNÉRESCENCE NERVEUSE (YOUNG-MACKINNON) ^[61]

■ Segment nerveux proximal

Les modifications dégénératives apparaissent sur une distance variable, le long de la portion proximale du nerf ; l'étendue de la dégénérescence traumatique est directement proportionnelle à la sévérité de la lésion. Une évaluation exacte de la dégénérescence rétrograde ne peut pas être faite avant plusieurs jours, sauf si on a une section franche. Les cellules de Schwann et les fibroblastes épineuraux prolifèrent et aboutissent à une formation cicatricielle.

La régénération axonale peut être emprisonnée au sein de cette cicatrice formant un névrome cicatriciel.

Lors de la recoupe nerveuse proximale pour réparer le nerf, il faut avoir des fascicules normaux, ce qui oblige à effectuer plusieurs recoups successives afin de ne pas avoir un tissu cicatriciel.

■ Segment nerveux distal

À partir d'une lésion de degré 2, un processus dégénératif apparaît, appelé dégénérescence wallérienne. Ce phénomène commence à partir de la lésion et s'étend distalement avec dégradation de la membrane myélinique et des axones. Les cellules de Schwann prolifèrent et phagocytent la myéline et les débris axonaux. Les tubes endoneuraux formés à partir de la lame basale des cellules de Schwann rétrécissent progressivement en diamètre. Ils vont former des colonnes de cellules de Schwann appelées « bandes de Büngner ». L'extrémité proximale du moignon distal contient des cellules de Schwann et des fibroblastes épineuraux et cela aboutit à la formation d'un gliome si le nerf n'est pas réparé.

RÉGÉNÉRATION NERVEUSE (YOUNG-MACKINNON)

Les substances produites à l'intérieur du corps cellulaire vont être utilisées pour reconstruire l'axone endommagé. Elles vont aboutir au site lésionnel en utilisant les deux systèmes du transport axoplasmique lent et rapide.

La régénération nerveuse se présente sous forme d'un cône de croissance avec à son extrémité de multiples prolongements qui constituent des unités régénérantes. Ces fibres sont secondairement remyélinisées. Les cellules de Schwann sont intimement associées aux unités de régénération et elles servent de guide. Les bourgeons axonaux vont tenter de pousser distalement dans les anciens tubes endoneuraux mais également dans de nouveaux tubes endoneuraux fabriqués par les cellules de Schwann. Si ces fibres établissent un contact distal approprié, une maturation se produit alors que les fibres qui n'ont pas établi de contact tendent à se détériorer. Le neurotropisme influence la direction de la régénération nerveuse car l'axone a la capacité de modifier sa direction et de régénérer vers une cible appropriée en réponse à la libération de facteurs trophiques par le site cible. La vitesse de régénération est de 1 mm/j en moyenne. Cette vitesse varie avec le mécanisme de la lésion, l'âge et l'espèce considérée. La plaque motrice du muscle reste intacte pendant 1 an environ après dénervation. Les axones régénèrent vers les plaques motrices originales mais aussi vers de nouvelles plaques motrices. Les récepteurs sensitifs tolèrent bien une longue période de dénervation, ce qui explique qu'une sensibilité de protection peut être retrouvée des années après une lésion nerveuse. La régénération d'un nerf périphérique aboutit fréquemment à un résultat incomplet.

Gestes de réparation nerveuse

GÉNÉRALITÉS

L'intervention est effectuée le plus souvent sous garrot pneumatique. Un parage permet d'enlever les tissus contus et les corps étrangers. Le tronc nerveux est abordé en agrandissant au besoin la plaie en amont et en aval^[48] sans que l'incision coupe les plis de flexion.

Il faut éviter de dévasculariser le nerf. Les lésions associées sont réparées en priorité (tendons, os). La réparation vasculaire doit être effectuée dans le même temps. Le garrot est relâché à la fin du geste microchirurgical. L'aide d'un microscope est préférable aux loupes pour la réparation nerveuse périphérique^[52] et il faut un matériel microchirurgical adapté avec un neurostimulateur (0,5, 1 et 2 mA) et une coagulation bipolaire car elle permet l'hémostase des vaisseaux de petit calibre sans diffusion de la coagulation au contact du nerf.

Une solution de Ringer est utilisée pour éviter les adhérences, en particulier celles du fil, et il faut des microlancettes chirurgicales ophtalmiques.

La réparation des lésions nerveuses peut être réalisée en urgence dans les lésions par arme blanche, vitres ou verre, ou secondairement après lésions de dilacération par scie ou tronçonneuse. Il en est de même dans les traumatismes violents avec fracture ou luxation car il existe des lésions de compression, d'étirement ou d'ischémie entraînant un névrome intraneural, parfois étagé, ou une rupture du nerf. Il en est de même dans les plaies nerveuses négligées.

La réparation nerveuse est toujours précédée par une neurolyse du nerf ou de ses deux extrémités de façon atraumatique en essayant de conserver le mésonerf. La neurolyse intrafasciculaire n'est effectuée que dans des cas particuliers afin de séparer les fascicules sains des fascicules interrompus.

La dissection des extrémités nerveuses est conduite sous microscope de façon atraumatique avec une neurolyse la plus courte possible en raison du risque de fibrose réactionnelle. Le nerf doit être isolé des tissus environnants par interposition d'un film plastique.

PRÉPARATION DES EXTRÉMITÉS NERVEUSES

Elle est différente selon le type de lésion rencontré.

La dissection des extrémités nerveuses est conduite sous microscope de façon atraumatique avec une neurolyse la plus courte possible en raison du risque de fibrose réactionnelle. Il faut isoler le nerf des tissus environnants en interposant un film plastique.

■ **Plaie nerveuse franche, nette, sans perte de substance (couteau, verre)**

Aucune recoupe n'est nécessaire en dehors d'une résection à minima de l'épînèvre ou de certains groupes fasciculaires pour éviter leur invagination lors de l'anastomose.

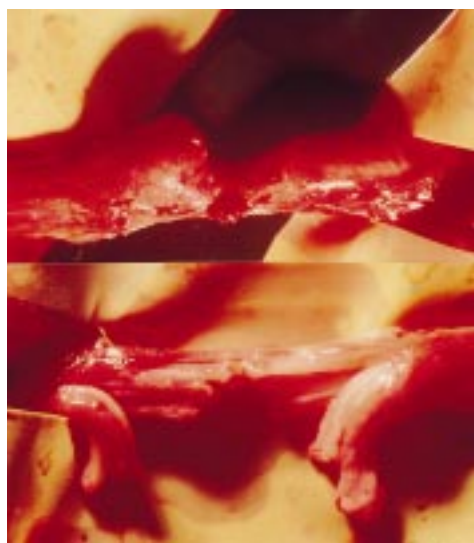
L'orientation est appréciée par la vascularisation épineurale, la taille et l'organisation des fascicules et la situation du tissu de soutien (épînèvre et mésonerf). Le neurostimulateur permet de reconnaître les fascicules à destinée musculaire au bout distal.

C'est en urgence que l'approximation fasciculaire est la meilleure (image en « miroir » des deux extrémités nerveuses).

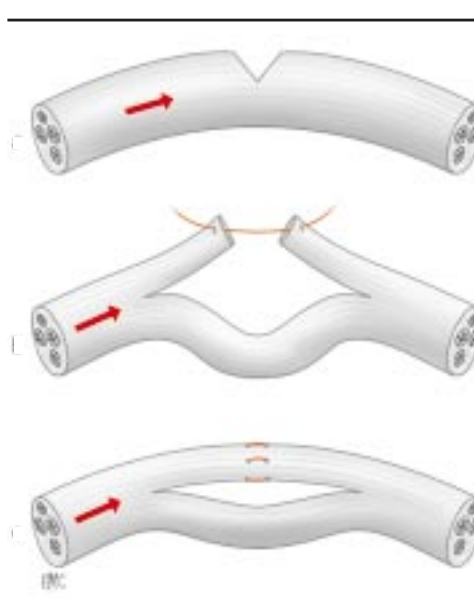
■ **Plaie nerveuse contuse**

La recoupe est indispensable mais économique. Elle se fait millimètre par millimètre sous microscope afin d'obtenir un tissu nerveux satisfaisant avec des fascicules bien visibles. Une résection inadéquate de la partie proximale ou distale interpose un tissu cicatriciel au niveau de la suture et cela ne permet pas la repousse axonale.

La recoupe est effectuée au bistouri à lame pour éviter de fermer les tubes endoneuraux et avec des ciseaux de microchirurgie non crantés pour les petits nerfs collatéraux^[58].



3 Lésion partielle du nerf médian au poignet après résection épineurale, ce qui permet un excellent affrontement fasciculaire.



4 Réparation d'une lésion partielle du nerf médian par suture fasciculaire en « oméga ».

L'artifice de Samii, en tractant le groupe fasciculaire et en le sectionnant avec des ciseaux fins de microchirurgie, permet une recoupe de bonne qualité. Le matériel de Meyer^[42] qui comporte plusieurs clamps de diamètre variable permet la recoupe du nerf avec un microbistouri. Nous ne disposons pas du procédé de Bertelli^[5] et de de Medinaceli^[17] pour recouper le nerf après congélation segmentaire.

Lorsque la contusion est limitée, il est possible de réséquer 10 mm de nerf sur le nerf ulnaire et 5 mm sur le nerf médian. Il est possible également de raccourcir le squelette osseux dans certaines situations (fractures) afin de réaliser une suture nerveuse sans tension dans une ambiance tissulaire favorable.

■ **Plaies partielles**

Il est essentiel de préserver les fascicules sains (fig 3). C'est en urgence que la réparation de ces lésions est la plus facile car on a une bonne orientation du nerf, sans aucune tension et l'approximation fasciculaire est idéale. La réparation est beaucoup plus difficile au bout de 6 à 8 semaines car le névrome est difficile à disséquer et les fascicules sains ne peuvent pas toujours être préservés (fig 4).

■ **Lésion nerveuse en continuité avec lésions ecchymotiques et zone de consistance anormale à la palpation**

(Comme si le nerf était vide, lésion de degré 4). Il est impossible de préciser l'importance de la résection à effectuer et il vaut mieux ne



5 Extrémité nerveuse proximale après recoupe d'un névrome, fascicules sans fibrose.



6 Résection d'un névrome proximal avec lame de bistouri en exerçant une légère traction.

pas toucher au nerf. Une intervention à la fin du deuxième mois permet de réséquer la zone lésée sans augmenter la perte de substance nerveuse.

■ **Lésion opérée secondairement (sixième - huitième semaine ou plus)**

Le tronc nerveux est repéré en zone saine au-dessus et au-dessous de la lésion. Il faut éviter de dévasculariser le nerf et limiter les erreurs d'orientation, surtout en présence d'atteintes distales ; le névrome est recoupé progressivement depuis son extrémité jusqu'à l'apparition de fascicules bien individualisés sans fibrose (fig 5). Les extrémités nerveuses sont assez résistantes et plus faciles à manipuler. Une perte de substance de plus de 15 mm nécessite une greffe nerveuse (fig 6).

■ **Perte de substance nerveuse avec lésion d'avulsion**

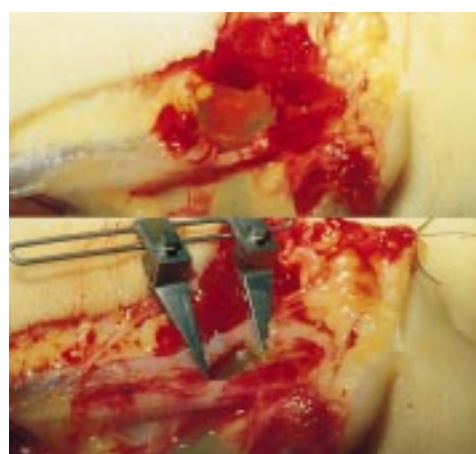
Si elle est constatée, il faut repérer l'orientation des extrémités par rapport au mésoneur et aux vaisseaux épineuraux. Il faut empêcher la rétraction du nerf en fixant les extrémités avec la bonne orientation. Cela permet secondairement une greffe plus courte dans de bonnes conditions.

SUTURE PRIMITIVE EN URGENCE

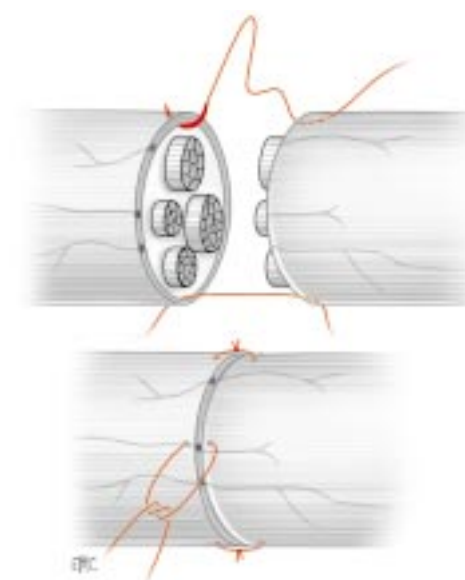
Le but de la réparation microchirurgicale du nerf est de faire passer le maximum de fibres nerveuses dans la zone de suture. Ce n'est pas l'aspect extérieur de la suture qui est important mais le bon contact entre les fascicules proximaux et distaux. Millesi^[43] a bien montré que la tension était néfaste. Nous n'appliquons pas du bleu de méthylène dilué sur la tranche de section afin d'augmenter le contraste entre le tissu conjonctif et le tissu nerveux fasciculaire.

La technique de suture est bien codifiée. Elle doit être réalisée sans tension avec un monofil non résorbable. La cartographie intraneurale est indispensable à effectuer lorsque l'on est près des effecteurs en raison du risque d'erreur d'orientation. La méthode de réparation nerveuse dépend du type du nerf (monofasciculaire, oligofasciculaire, plurifasciculaire) et de la localisation du traumatisme (fig 7).

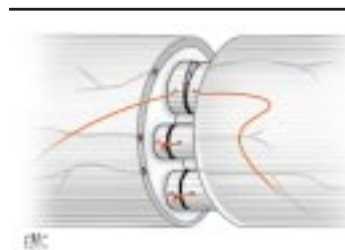
Les lésions associées doivent toujours être traitées avant la suture nerveuse. La qualité de la régénération dépend de la qualité de la vascularisation du nerf. Il faut donc réparer les axes vasculaires. Les lésions tendineuses doivent également être réparées en urgence, même si cela peut induire une colonisation fibroblastique de la zone de suture. En présence d'une perte de substance cutanée, les lambeaux musculaires et fasciocutanés permettent d'améliorer la trophicité locale.



7 Suture du nerf ulnaire au poignet. Suture fasciculaire de la branche profonde motrice. Suture épipérineurale des fascicules sensitifs et hypodermiques. Réparation vasculaire associée.



8 Suture épineurale.



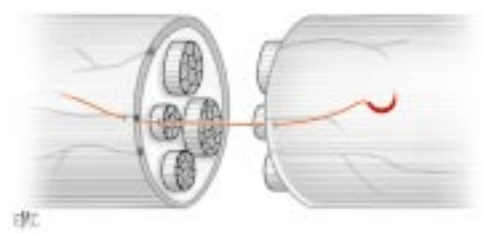
9 Suture fasciculaire.

La suture épineurale (fig 8) n'est plus utilisée car les fascicules nerveux peuvent être recourbés, mal alignés, sans correspondance avec les fascicules en regard. La suture fasciculaire (fig 9) serait idéale mais c'est une technique difficile à réaliser car la pression intraneurale a tendance à faire sortir la substance nerveuse des fascicules et l'accumulation de fils de suture crée une réaction à corps étranger, et la fibrose gêne la régénération nerveuse. Elle n'est utilisée que dans des cas particuliers (fig 10).

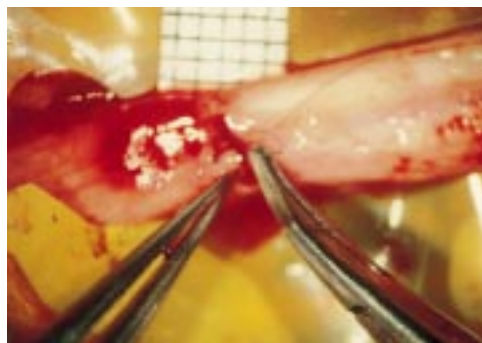
Comme la majorité des auteurs, nous effectuons une suture épipérineurale^[9] (fig 11). Les fils de suture prennent appui à la fois sur le périnèvre et l'épinèvre, réalisant ainsi une suture avec orientation des groupes fasciculaires sans dissection intraneurale. Le passage de l'aiguille de 100 µm avec un monofil 9/0 n'est pas toujours facile car la pression intraneurale a tendance à extérioriser la substance nerveuse et parce que le périnèvre a une résistance élastique. Il ne faut pas pincer les fascicules mais les repousser avec les micropinces. Nous ne réséquons pas l'épinèvre comme l'avait proposé Millesi car il va former un manchon d'étanchéité protégeant la structure nerveuse de l'infiltration fibroblastique environnante. Il faut simplement régulariser l'épinèvre. L'affrontement des tranches



10 Suture en « oméga » par cinq points épipéri-neuraux.



11 Suture épipéri-neurale.



12 Suture épipéri-neurale sous microscope.

de section doit se faire en position neutre des articulations mais une légère flexion est tolérable. Les artères épineurales, la topographie des fascicules et le mésonerf servent de repères à l'orientation du nerf. La tension physiologique du nerf doit être contrôlée par un point de 9/0 ou de 8/0. La réparation nerveuse débute par un point épineural postérieur avec monofil 8/0 afin de rapprocher les extrémités nerveuses. Les points épipéri-neuraux sont effectués d'arrière en avant avec des monofils 9/0 en contrôlant à chaque point le bon alignement des fascicules.

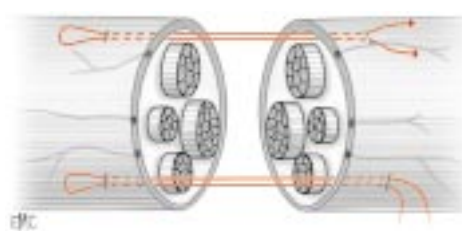
Huit points sont ainsi nécessaires pour suturer le nerf en terminant la suture par le plan antérieur (fig 12). Il est possible de mettre un monofil central interfasciculaire pour orienter un gros fascicule central. Les nœuds doivent être serrés sous faible tension afin de permettre le contact des fascicules. Il vaut mieux laisser 1 mm entre deux fascicules, plutôt que de risquer un chevauchement.

Une erreur d'orientation de la tranche de section peut entraîner la perte de 20 à 40 % des fibres du nerf ulnaire au poignet. Nous n'utilisons pas un encapuchonnement de la suture par une veine dans le but de diminuer les douleurs névromateuses.

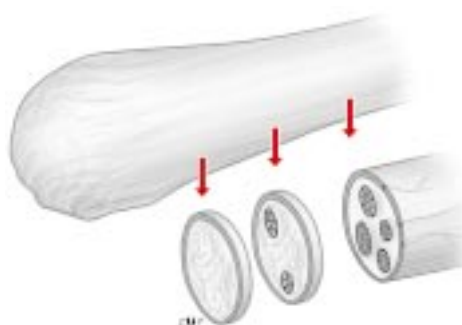
Toute suture nerveuse doit être immobilisée afin d'éviter la tension sur la suture. L'immobilisation se fait en légère flexion des articulations par une résine qui est confectionnée après attelle postopératoire plâtrée. La durée d'immobilisation est de 3 à 4 semaines. Cela assure une solidité suffisante aux sutures nerveuses.

SUTURE DIRECTE SECONDAIRE

Lorsqu'une suture directe n'a pas été réalisable dans le cadre de l'urgence, il est possible, après un délai de 6 à 8 semaines, d'effectuer une suture secondaire mais il faut que la perte de substance, après résection du névrome et des zones de sclérose, n'excède pas 5 à 10 mm. Il existe certes une légère tension non physiologique mais, en maintenant les articulations en légère flexion, il est possible



13 Points épineuraux pour diminuer la tension entre les deux extrémités nerveuses.



14 Résection progressive du névrome proximal afin d'obtenir des fascicules mais sans fibrose épineurale.

d'affronter les extrémités nerveuses. Certains artifices peuvent également être utilisés (transposition du nerf ulnaire au coude, transposition de la branche motrice du nerf ulnaire dans le canal carpien).

Sans remettre en question le bien-fondé de la greffe nerveuse, il est possible de réaliser des sutures sans tension anormale, notamment dans les lésions en continuité ou avec une perte de substance minime et sans être obligé de mettre les articulations dans des positions non physiologiques.

Différentes techniques permettent de rapprocher les extrémités nerveuses. Jabaley^[29] utilise deux points épineuraux pour aligner les fascicules ou les groupes fasciculaires. Haas^[25] utilise des microbandes de polydioxanon de 20 mm de long en les fixant à l'épinèvre ; cela lui permettrait de suturer des defects osseux de 25 mm (fig 13).

Nous réalisons dans ces cas un ou deux points épineuraux à distance de la tranche de section avec un monofil 8/0 ou 7/0, ce qui nous permet ensuite de faire une suture secondaire avec des points de 9/0.

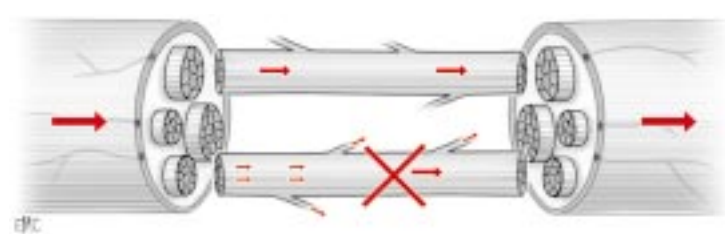
Ces réparations secondaires sont privilégiées par certains auteurs car la suture est plus facile, et, sur le plan biologique, la production de substance plasmatique est plus intense.

AUTOGREFFES NERVEUSES

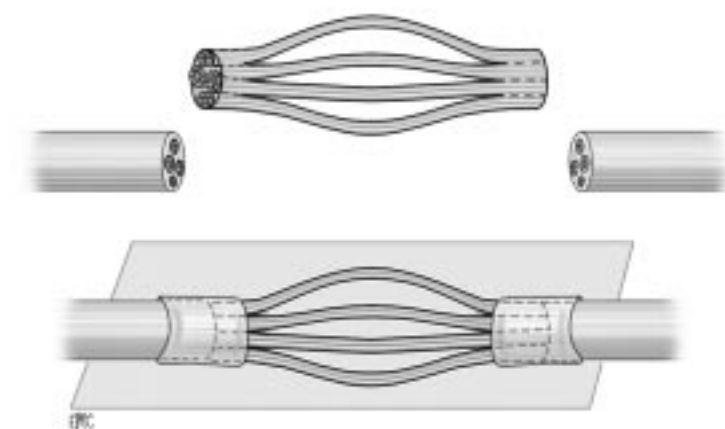
Un nerf ne peut se régénérer dans un environnement tissulaire défavorable. Il faut un traitement correct de toutes les lésions associées lors du traitement initial. Après lésion du nerf, du fait de son élasticité, il se rétracte et les deux moignons nerveux sont éloignés de plusieurs centimètres au sein d'un tissu conjonctif réactionnel. La recoupe proximale doit réséquer la zone indurée et il faut retrouver un aspect fasciculaire satisfaisant, sans fibrose (fig 14). La recoupe du bout distal est plus courte, de l'ordre de 1 cm. Souvent, on a une incongruence entre les deux extrémités. Cette recoupe doit être effectuée sous microscope à la lame de bistouri en exerçant une légère traction sur l'extrémité du nerf. Cette recoupe est faite millimètre par millimètre afin d'obtenir des fascicules de bonne qualité. Il vaut mieux recouper quelques millimètres de plus afin d'effectuer une greffe dans d'excellentes conditions.

Deux types d'autogreffes peuvent être utilisés :

- les greffes à orientation fasciculaire, loin des effecteurs, car aucune cartographie n'est possible et aucun moyen technique n'est susceptible de faire repousser un pourcentage important de fibres nerveuses dans les conduits qui leur sont destinés ;
- les greffes interfasciculaires, près des effecteurs, pontant les groupes fasciculaires à destinée musculaire ou cutanée.



15 Retournement des torons du nerf sural pour éviter la fuite des axones par les collatérales.



16 Greffe en « câble » avec utilisation de colle à chaque extrémité des greffons pour permettre un meilleur affrontement.

■ Technique

La réalisation d'autogreffes conventionnelles utilise des nerfs cutanés sensitifs dont le prélèvement est facile et la rançon séquellaire minime. Ces greffons sont coupés en un certain nombre de torons dont la longueur est très légèrement supérieure à la perte de substance. Il sont étalés afin de se revasculariser, permettant ainsi la régénération des fibres nerveuses. Il ne faut jamais prélever un nerf dans le territoire voisin du nerf qu'il faut réparer.

Il faut mettre le plus possible de torons car, dans un toron, il y a du tissu nerveux, mais également du tissu conjonctif. Ces torons, une fois prélevés, sont très sensibles à la dessiccation et il faut les placer dans une compresse humide imprégnée de solution de Ringer, après avoir repéré le sens. Il faut cinq torons pour le nerf médian ou le nerf ulnaire, quatre à cinq pour le nerf radial, cinq pour le nerf fibulaire.

Ces torons sont mis en place après retournement, afin d'éviter une fuite axonale au niveau des collatérales nerveuses. Il faut enlever, au niveau de chaque toron, le tissu conjonctif épineural et la graisse de façon à avoir un meilleur contact avec les fascicules du moignon proximal et distal (fig 15).

Pour greffer un petit nerf, par exemple un collatéral, on réalise une suture épipérineurale avec trois points de 9/0 ou 10/0.

Pour greffer un tronc nerveux, les techniques ont évolué depuis l'important apport de Millesi qui individualisait au niveau des extrémités nerveuses plusieurs groupes fasciculaires. Il réséquait l'épinèvre mais la dissection des extrémités risquait d'entraîner une fibrose au niveau de la zone de suture. Chaque greffon était fixé par deux points périneuraux au groupe fasciculaire correspondant.

Depuis 1988, nous avons adopté la technique décrite par Narakas^[44] qui assemble les torons de la greffe avec très peu de points et de la colle biologique, ce qui permet un gain de temps important (fig 16).

Loin des effecteurs, la greffe est réalisée en « câble » (fig 17)

Le nerf sural est coupé en de multiples torons de longueur désirée. Les extrémités des torons nerveux sont fixées par un point de colle central, ce qui permet un bon affrontement des torons. Il faut mettre un fragment de plastique sous la zone d'anastomose pour éviter



17 Greffe nerveuse par quatre torons du nerf radial au bras avec trois fils de suture 9/0 à chaque extrémité associés à un fibrinocollage.

l'adhérence aux tissus avoisinants. On recoupe les extrémités des torons une fois le « collage » effectué. Les deux extrémités de la greffe correspondent au diamètre du nerf. Quatre points épipérineuraux non serrés avec un monofil 9/0 permettent la fixation de cette greffe à chaque extrémité. L'affrontement est épipérineural sur le greffon et périneural sur le tronc nerveux. Il faut faire rentrer les petits fascicules au besoin en les recoupant un peu, en s'aidant de microlancettes chirurgicales.

Un manchon de colle est disposé en périphérie et il faut laver la zone d'anastomose avec une solution de Ringer. Ce manchon de colle se résorbe en 15 jours environ.

Nous mettons toujours des fils car cela permet un meilleur ajustement des fascicules aux torons nerveux et s'il y a une fibrinolyse précoce, cela n'entraîne pas une désunion. Il ne doit pas y avoir de colle dans la zone de suture et il faut étaler les greffons pour permettre la meilleure vascularisation possible.

Au niveau des effecteurs

La greffe est interfasciculaire entre des groupes fasciculaires à destinée musculaire ou cutanée.

Les groupes fasciculaires sont repérés sur chaque extrémité nerveuse. C'est le temps le plus important, comme pour une suture, car une erreur d'orientation entraînerait un échec de la greffe.

Chaque groupe fasciculaire est ponté par un, deux ou trois torons inversés de nerf sural en réalisant une coaptation exacte avec un ou deux fils 9/0 et en mettant ensuite un manchon de colle biologique.

Il est préférable de commencer l'ajustement de la greffe par l'extrémité la plus difficile à exposer et il faut mettre en premier un point postérieur.

Dans le cas où la greffe est courte, on retrouve un aspect identique des deux extrémités et on réalise une greffe fasciculaire idéale. Si la greffe n'intéresse qu'une partie d'un tronc nerveux (nerf médian au poignet), il est possible de réaliser la greffe avec uniquement de la colle. Certains artifices permettent de gagner un peu de longueur : transposition du nerf ulnaire sous les épicondyles médians au coude, branche motrice du nerf ulnaire dans le canal carpien, libération de l'arcade du rond pronateur pour le nerf médian au coude, transposition antérieure du nerf radial au bras entre brachial antérieur et biceps. Il faut impérativement avertir le patient car il y a des risques de complications lors d'une intervention ultérieure.

Il faut éloigner les greffes des structures osseuses et des plaques d'ostéosynthèse en réalisant un lambeau musculaire local d'interposition. Il ne faut pas mettre de Redon au contact de la greffe. En revanche, un drainage sous-cutané est possible par lame de drainage. Toute réparation nerveuse doit être immobilisée pendant 3 à 4 semaines et il est conseillé de prescrire un bas de contention sur la jambe où a été effectué le prélèvement du nerf sural.



18 Prélèvement du nerf sural à la jambe.

■ Sites anatomiques donneurs de greffe

Les autogreffes sont largement utilisées car elles ont fait la preuve de leur supériorité. Nous nous limitons aux nerfs le plus couramment prélevés.

Nerf sural (saphène externe)

C'est le greffon le plus utilisé. C'est un nerf sensitif qui innerve la partie externe du dos du pied. Son territoire autonome est très réduit et au bout de 1 an, les territoires adjacents recouvrent cette zone.

Le prélèvement est réalisé sous garrot pneumatique avec un coussin sous la fesse et un appui qui bloque le pied. Une incision rétromalléolaire externe est effectuée et on la prolonge jusqu'à l'interstice entre les deux muscles gastrocnémiens (jumeaux). La veine saphène externe est repérée et le nerf sural est recherché en dedans. Il est souvent bien individualisé mais il peut être divisé en deux ou trois branches (fig 18).

En le tractant, on poursuit sa dissection jusqu'au tiers moyen de la jambe. Certains auteurs effectuent plusieurs incisions transversales mais si le nerf sural est double, on peut sacrifier une des branches. C'est la raison pour laquelle nous préférons effectuer une grande incision qui est refermée par un surjet. À partir du moment où le nerf sural va s'engager sous l'aponévrose, la traction de celui-ci permet de le repérer par palpation du creux poplité.

Une incision est effectuée en regard ; le nerf est mis sur lacs afin d'être disséqué jusqu'à la naissance du nerf tibial postérieur. Il est alors sectionné avec un bistouri et les incisions sont refermées sans drainage.

Des variations ont été décrites car il existe un nerf accessoire qui vient du nerf fibulaire commun et qui s'anastomose au nerf sural. Il faut donc être très prudent dans la dissection de ces nerfs car il existe des anastomoses fréquentes et il faut éviter de les léser. La longueur utilisable est variable, surtout si on poursuit la dissection au niveau du creux poplité (40 cm en moyenne).

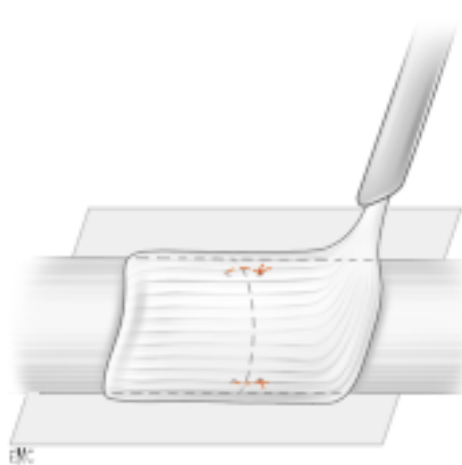
Nerf musculocutané

Le nerf musculocutané chemine entre les muscles biceps brachial et brachial antérieur puis il apparaît quelques centimètres au-dessus du pli du coude en dehors du tendon du muscle biceps brachial. Il traverse l'aponévrose superficielle au pli du coude et, sous le nom de nerf cutané latéral de l'avant-bras, il se distribue aux téguments après avoir croisé l'angle formé par les veines médianes cubitale et céphalique en arrière du plan veineux. Il se divise ensuite à la partie haute de l'avant-bras. Le rameau antérieur est constant et le rameau dorsal est grêle et parfois absent.

Le prélèvement est effectué par une incision en Z au pli du coude en utilisant les veines comme repère. On peut prélever 10 à 12 cm de nerf. La gêne fonctionnelle est non négligeable avec dysesthésies et la cicatrice peut être large.

Nerf cutané antébrachial médial

Il descend en dedans de l'artère axillaire puis se porte en avant et en dedans du nerf cubital ; il chemine à la face antérieure de la veine



19 Fibrinocollage complémentaire après suture.

axillaire. Au bras, il descend en dedans de l'artère humérale et en avant de la veine humérale. Il traverse l'aponévrose par l'orifice par lequel la veine basilique vient s'aboucher à la veine humérale et devient superficiel. Il chemine verticalement jusqu'au coude et se divise en deux branches terminales : branche antérieure en dehors de la veine basilique, branche postérieure qui descend en bas et en dedans et contourne le bord interne du bras au-dessus de l'épicondyle médial, avant de donner de nombreux rameaux.

Le nerf cutané antébrachial médial est abordé par une courte incision au pli du coude. On le dissèque entre les veines et on poursuit sa dissection vers le haut et vers le bas. Le prélèvement laisse des dysesthésies sur le bord ulnaire de l'avant-bras et une rançon cicatricielle parfois un peu douloureuse. Si on a une lésion ulnaire, il ne doit pas être utilisé.

Branche terminale du nerf interosseux postérieur

Incision dorsale oblique en dedans du tubercule de Lister. On libère les extenseurs et on découvre dans la profondeur le nerf interosseux postérieur sensitif qui est d'un diamètre proche de celui d'un collatéral digital. On dissèque ce nerf le plus haut possible et on a ainsi un greffon de 3 à 4 cm. On referme simplement en réinsérant le rétinaculum dorsal.

Cas particuliers

FIBRINOCOLLAGE (fig 19)

Des colles biologiques à base de fibrine humaine et de thrombine d'origine bovine ont été utilisées^[19, 22, 44]. Elles forment un cylindre étanche dans la zone de suture. Ce type de suture serait moins traumatisant pour le nerf et il y aurait moins de fibrose. Elle ne doit pas être utilisée seule car elle a une faible résistance mécanique. Nous mettons donc trois ou quatre points de 9/0 afin d'aligner les groupes fasciculaires et nous formons ensuite un manchon avec la colle en nous aidant de microlancettes ophtalmiques. Il faut utiliser cette colle dans certains cas seulement en raison du risque de transmission virale, du coût du produit et de la lourdeur administrative inhérente à l'usage des produits dérivés du sang.

Cette technique permet d'obtenir des résultats comparables aux sutures conventionnelles^[40].

SUTURE AU LASER

Son utilisation est très limitée^[1, 57].

Sous l'action du CO₂, les structures nerveuses dénaturées deviennent adhésives à 70 °C. Cette soudure directe sans apport de matériaux permet de diminuer la réaction cicatricielle. La solidité de l'anastomose est faible et il vaut mieux la compléter par quelques points de monofil 9/0. Menovsky^[39] et Lauto^[32], dans un travail expérimental, proposent l'application de bandes protéiques sur le

site de la suture, ce qui faciliterait par ailleurs une absorption sélective du rayon laser et diminuerait les risques de lésions nerveuses induites par la chaleur.

ANASTOMOSES LATÉRALES SELON VITERBO ^[59]

Après une expérimentation sur le rat, Viterbo a proposé de réaliser des anastomoses latérales. Il arrive ainsi à obtenir une régénération du nerf anastomosé avec réinnervation musculaire. Il a utilisé cette technique pour les paralysies faciales mais de nombreuses applications sont possibles, notamment pour les nerfs collatéraux des doigts, lorsqu'il existe une perte de substance. On anastomose le collatéral sur le collatéral controlatéral.

Cela permet d'obtenir une sensibilité de protection de la pulpe ^[58].

AUTOGREFFES NERVEUSES VASCULARISÉES

Lorsque les tissus sont scléreux et dévascularisés avec une trophicité médiocre, il vaut mieux utiliser une greffe vascularisée mais cette technique ne s'adresse qu'à des cas bien précis.

Strange ^[54] réalisait sa greffe en deux temps en anastomosant le tronc du nerf ulnaire au nerf médian proximal et, dans un deuxième temps, il effectuait l'anastomose distale entre le nerf ulnaire revascularisé et le nerf médian (quatrième au sixième mois).

En présence de lésions plurinerveuses au bras avec une longue perte de substance sur plusieurs nerfs, il faut privilégier la réparation du nerf médian en utilisant le nerf cubital comme greffon vascularisé, le plus souvent pédiculé sur son artère collatérale. Il est possible de combler ainsi une perte de substance de 15 cm. Pour les longues pertes de substance du sciatique, au tiers inférieur de la cuisse, on privilégie la réparation du nerf tibial postérieur en utilisant le nerf fibulaire commun pédiculé ^[47].

Dans des séquelles de syndrome de loge ^[23], il est possible d'utiliser le nerf sural vascularisé libre ou le nerf cutané médial de l'avant-bras vascularisé ^[16] mais ces techniques sont d'indication exceptionnelle car l'orientation actuelle se fait plutôt vers un lambeau musculaire assurant un apport vasculaire local pour une greffe nerveuse classique.

Le prélèvement du nerf ulnaire vascularisé se fait à deux niveaux :

- au bras, dans sa portion vascularisée par le pédicule artérioveineux huméral collatéral interne et supérieur. On obtient un greffon de 15 à 20 cm de long ;
- à l'avant-bras, dans sa portion vascularisée par l'artère récurrente ulnaire. Il est possible d'avoir un greffon de 20 cm.

Au bras, il faut repérer l'artère collatérale interne supérieure qui naît d'un à quatre travers de doigt sous le tendon du muscle grand pectoral à un niveau variable. La dissection est réalisée de proximal en distal et emporte en bloc artère, veine et nerf ulnaire avec les tissus graisseux adjacents. Les branches allant au muscle vaste médial sont ligaturées. À la partie moyenne du bras, il faut sectionner la cloison intermusculaire interne. On obtient ainsi un long greffon que l'on peut disséquer jusqu'au coude.

À l'avant-bras, le nerf ulnaire et l'artère ulnaire ont un trajet parallèle sur une longueur de 15 à 20 cm. L'artère ulnaire est sectionnée après ligature dans le canal de Guyon. La dissection se poursuit de façon rétrograde en y incluant une ou deux veines concomitantes et en réalisant l'hémostase de petits vaisseaux.

Ces deux types de greffes ne sont utilisés que dans les lésions médio-ulnaires avec perte de substance importante ne permettant pas la réparation des deux nerfs par greffe. Le nerf ulnaire vascularisé sert à réparer le nerf médian.

NEUROTISATIONS INTRAMUSCULAIRES

Un muscle normalement innervé ne peut accepter une nouvelle innervation mais un muscle dénervé peut accepter de nouvelles innervations ; des plaques motrices peuvent se former à l'endroit où

une terminaison nerveuse atteint un muscle dénervé car il a une sensibilité diffuse sur l'ensemble de sa surface à l'acétylcholine ^[11].

Lorsqu'il existe une avulsion des branches terminales du nerf dans un muscle, il est possible d'effectuer cette neurotisation en divisant le plus grand nombre de fascicules du greffon et en introduisant ces fascicules dans le muscle sur la plus grande surface possible en superficie et en profondeur. On suture ensuite chaque fascicule au fascia musculaire.

SUBSTITUTS NERVEUX

■ Matériaux

De très nombreux conduits d'aide à la repousse nerveuse ont été utilisés depuis la fin du XIX^e siècle. Ainsi, des guides d'origine biologique ou synthétique, résorbables ou non, ont été à l'origine d'une importante recherche expérimentale avec des applications cliniques encore limitées pour les pertes de substance étendues des gros troncs nerveux ^[24]. Le principe de base de ces substituts est de guider la régénération nerveuse par une technique d'intubation des extrémités du nerf à greffer dans le neuroguide.

Les substituts biologiques autologues qui ont donné les meilleurs résultats sont les veines ^[55] et le muscle strié dénaturé qui peuvent être utilisés séparément ou sous forme d'implant composite ^[15, 26].

Les greffes nerveuses à l'aide de ces substituts d'origine biologique donnent des résultats fonctionnels satisfaisants pour les petites pertes de substance nerveuses (inférieures à 30 mm) des nerfs digitaux ^[37]. En revanche, les résultats restent inférieurs à ceux des greffes conventionnelles pour les pertes de substance des nerfs mixtes supérieures à 40 mm.

Les substituts d'origine synthétique font l'objet de nombreux travaux de recherche actuellement. Une grande variété de matériaux résorbables ont été utilisés pour élaborer des guides de repousse nerveuse ^[8, 18, 21, 49, 50]. Néanmoins, les caractéristiques physico-chimiques des conduits résorbables ^[36] influencent notablement la repousse axonale (composition chimique, pureté, porosité, épaisseur...). Les applications cliniques utilisant ce type de matériaux restent encore limitées ^[35, 53] et les résultats semblent inférieurs aux greffes nerveuses autologues pour les grandes pertes de substance nerveuses.

■ Technique chirurgicale

Le guide d'aide à la repousse nerveuse synthétique ou biologique doit avoir un diamètre interne supérieur au diamètre externe du nerf à greffer afin d'éviter tout risque de rétrécissement de chacune des deux extrémités du nerf. Les deux moignons nerveux doivent être minutieusement préparés pour pouvoir être introduits sur 3 à 5 mm dans le guide sans interposition de tissu conjonctif. Les points d'amarrage (monofil 9/0 ou 10/0) passent dans le guide de dehors en dedans (entre 3 et 5 mm du bord libre) puis en épipérineural dans le moignon du nerf et de nouveau dans le guide de dedans en dehors pour être noués à l'extérieur du guide.

Le muscle strié peut être dénaturé ^[26, 38] soit par congélation (azote liquide, cryospray) suivie d'une décongélation en milieu hypotonique à température ambiante, soit par la chaleur à l'aide de micro-ondes (250 W, 100 à 120 s). Il faut obtenir un greffon de la taille de la perte de substance du nerf en tenant compte de la rétraction du greffon induite par ces traitements. Après dénaturation, les myofibrilles sont détruites et la régénération nerveuse va s'effectuer à l'intérieur des membranes basales du muscle qui rappelle l'organisation des tubes endoneuraux.

■ Perspectives

Le concept d'organes bioartificiels développé ces dernières années semble particulièrement adapté au modèle de la lésion nerveuse périphérique. L'ensemencement de guides avec des cellules de Schwann autologues ^[3, 12, 20, 21], l'incorporation dans les parois des matériaux résorbables de microcapsules contenant des facteurs de

croissance neuronale ou le recours à des cellules modifiées par thérapie génique [27, 28] permettent d'imaginer un guide capable de faciliter la régénération nerveuse pour de grandes pertes de substance.

ALLOGREFFES

Il est possible d'utiliser des allogreffes congelées (MacKinnon) mais cette technique nécessite un traitement immunosuppresseur au long cours qui risque d'induire des effets secondaires néfastes sur différents parenchymes.

Personnellement, nous ne pensons pas avoir le droit d'utiliser ces substances immunosuppressives alors que les greffes nerveuses autologues ou les substituts nerveux associés à des greffes de cellules de Schwann peuvent donner des résultats identiques.

NEUROLYSE DE LA SUTURE

Si la plaie a été franche et la suture réalisée par un chirurgien habitué aux sutures microchirurgicales avec un temps d'immobilisation correct, il n'y a pas d'argument pour reprendre une suture réalisée dans de telles conditions. La reprise, même tardive, est légitime lorsque les résultats moteurs et sensitifs sont nuls mais si le blessé a retrouvé une sensibilité de protection au bout de 1 an, il vaut mieux s'abstenir, même si on a un résultat médiocre car le patient a épuisé une grande partie de sa capacité de régénération et remplacer une suture primitive par une greffe fasciculaire tardive ne lui donnera pas un meilleur résultat.

Si, en revanche, le patient n'a pas bénéficié de l'expérience d'un chirurgien habitué à cette pathologie, il est légitime de réaliser une nouvelle intervention, la plus précoce possible (quelques semaines), surtout si on ne constate pas une progression du signe de Tinel à deux examens successifs. L'examen électrique est peu utile pour prendre une décision, sauf s'il montre une réinnervation du premier muscle effecteur devant être réinnervé.

Évaluation des résultats et facteurs pronostiques des réparations nerveuses

ÉVALUATION DES RÉSULTATS

La réapparition d'une contraction musculaire volontaire est précédée par la récupération du tonus et de la sensibilité musculaire. La force de contraction est cotée selon les critères du Medical Research Council (MRC) de M0 à M5. La récupération motrice est en général lente et sa valeur dépend du nombre d'axones régénérés et de la qualité des fibres musculaires.

Après 3 ans ou lorsque l'on n'obtient plus de fibrillation à l'examen électrique, il est illusoire de pouvoir espérer une réinnervation.

Le retour de la sensibilité est long et il peut s'échelonner sur 2 à 3 ans en fonction du site lésionnel. La sensibilité de protection va progressivement être remplacée par une sensibilité discriminative. Les tests vibratoires et de reconnaissance d'objets apportent une aide dans l'analyse de la réinnervation sensitive qui est cotée de S0 à S4 (critères du MRC).

L'intolérance au froid doit également être notée.

La surveillance de la réinnervation se fait par l'étude du signe de Tinel qui doit progresser de la partie proximale à la partie distale à la vitesse de 1 mm/j en moyenne. La recherche de ce point excitable doit être effectuée en percutant le trajet du nerf depuis l'extrémité du membre en remontant vers la partie proximale.

L'examen électrique de contrôle ne doit pas être effectué trop précocement (4 mois pour le nerf médian et le nerf cubital au poignet et 6 mois pour les autres nerfs).

Les résultats sont variables suivant le nerf lésé et la technique utilisée.

À l'épaule : la suture secondaire du nerf axillaire nous donne plus de 90 % de bons et très bons résultats car ce nerf est essentiellement moteur et le site lésionnel est proche des effecteurs. Les autogreffes nerveuses entraînent 80 % de bons et très bons résultats.

Au bras : Alnot obtient par suture ou par greffe 70 % de bons ou très bons résultats. Les lésions proximales du nerf médian et du nerf ulnaire donnent 70 % de bons résultats après suture primitive, 60 % de bons résultats après suture secondaire et 42 % de bons résultats après autogreffe nerveuse.

Au poignet : les lésions distales du nerf médian et du nerf ulnaire ne permettent que 50 % de récupération supérieure à M3 S3. Il persiste 12 % de signes irritatifs à type causalgique et 30 % d'intolérance au froid.

À la main : la récupération après suture des nerfs collatéraux donne 13 à 20 % de très bons résultats et 28 à 74 % de bons résultats suivant les séries [58]. La greffe des nerfs collatéraux ne donne un résultat favorable qu'une fois sur deux et la longueur de la greffe influe sur les résultats.

La greffe veineuse donne 66 % de bons résultats pour une perte de substance entre 1 et 3 cm. Les greffes musculaires et les tubes en acide polyglycolique ne permettent un bon résultat qu'une fois sur trois.

Au genou : les réparations du nerf péronier commun donnent 64 % de bons et très bons résultats mais, dans les laxités aiguës, le pourcentage tombe à seulement 36 % de bons et très bons résultats car il existe des lésions multiples sur le nerf.

FACTEURS INFLUENÇANT LA RÉCUPÉRATION

– Âge : avant 10 ans, la récupération est le plus souvent complète (90 %) alors qu'entre 10 et 20 ans, on n'obtient que 75 % de récupération favorable. Entre 20 et 50 ans, on n'obtient que 50 à 70 % de récupération et au-dessus de 50 ans, les résultats sont médiocres, les sujets jeunes ayant plus de capacités de réorganisation de leur cortex.

– Niveau de la lésion : les lésions proximales avec des effecteurs éloignés ont peu de chances de récupération. Les traumatismes distaux ont un meilleur pronostic.

– Temps : les réparations effectuées avant 6 mois ont un meilleur pronostic, après 12 mois les chances de récupération sont très inférieures.

Le mécanisme a une importance considérable. Les traumatismes sévères sont souvent associés à des lésions vasculaires, à des lésions musculaires graves et à des fractures comminutives. Il en est de même pour les lésions par balle à haute énergie.

La récupération des nerfs sensitifs a un meilleur pronostic que les lésions des nerfs moteurs et les nerfs moteurs ou sensitifs ont une meilleure récupération que les nerfs mixtes.

Les sutures sans tension ont un meilleur pronostic que les greffes nerveuses car il n'y a qu'une seule ligne de suture.

Les longues pertes de substance nerveuse, supérieures à 12 cm, ont un pronostic médiocre car la récupération est proportionnelle au nombre d'axones qui passent et nous ne disposons pas de suffisamment de torons pour effectuer la réparation.

Conclusion

La réparation des lésions traumatiques des nerfs périphériques pose de nombreux problèmes plus physiopathologiques que techniques. On connaît mieux les phénomènes qui accompagnent une section nerveuse. Les faisceaux de régénération vont permettre la recolonisation de l'extrémité distale du nerf jusqu'aux effecteurs musculaires ou cutanés.

Les techniques de réparation microchirurgicale des nerfs par suture, greffe ou colle biologique permettent de diminuer les phénomènes de prolifération du tissu conjonctif. La recherche doit essayer de stimuler cette régénération nerveuse grâce à une meilleure connaissance du

fonctionnement de la cellule de Schwann. On peut espérer la constitution de banques de nerfs ou de substituts nerveux capables de remplacer la greffe nerveuse conventionnelle mais cela ne pourra être apprécié qu'en fonction des résultats cliniques.

Références

- [1] Almqvist EE. Nerve repair by laser. *Orthop Clin North Am* 1988 ; 19 : 201-208
- [2] Alnot JY. Les différentes possibilités thérapeutiques : suture directe, greffe nerveuse, neurolyse. In : Les lésions traumatiques des nerfs périphériques. Paris : Expansion Scientifique Française, 1997 : 48-56
- [3] Ansselin AD, Fin T, Davey DF. Peripheral nerve regeneration through nerve guides seeded with adult Schwann cells. *Neuropathol Appl Neurobiol* 1997 ; 23 : 387-398
- [4] Antoine JC. Anatomie et physiologie du nerf périphérique. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-005-A-10, 1999 : 1-4
- [5] Bertelli JA, Mira JC. Nerve repair using freezing and fibrin glue wrapping. Immediate histology improvement of axonal coaptation. *Microsurgery* 1993 ; 14 : 135-140
- [6] Bonnel F. Nerfs périphériques. Anatomie et pathologie chirurgicale. Paris : Masson, 1989 : 1-19
- [7] Bonney G, Birch R, Jamieson AM, Eames RA. Experience with vascularised nerve graft. *Clin Plast Surg* 1984 ; 11 : 137-142
- [8] Borkenhagen M, Stoll RC, Neuenschwander P, Suter UW, Aebischer P. In vivo performance of a new degradable polyester urethane system as nerve guidance channel. *Biomaterials* 1988 ; 19 : 2155-2165
- [9] Bourrel P, Ferro RM, Lorthior JM. Résultats cliniques comparés des sutures nerveuses « mixtes » épipéneures et des sutures névriemantiques. À propos d'une série de 190 cas de plaies des nerfs de la main. *Sem Hôp Paris* 1981 ; 57 : 2015-2023
- [10] Breidenbach WP, Terzis JK. The anatomy of free vascularised nerve grafts. *Clin Plast Surg* 1984 ; 11 : 11-65
- [11] Brunelli G. Les neurotisations musculaires directes. *Ann Chir Main* 1989 ; 8 : 324-328
- [12] Bryan DJ, Wang KK, Chalak-Haley D. Effects of Schwann cells in the enhancement of peripheral nerve regeneration. *J Reconstr Microsurg* 1996 ; 12 : 439-446
- [13] Bunge RP. The role of the Schwann cells in trophic support and regeneration. *J Neurol* 1994 ; 241 : 19-21
- [14] Chaise F. Les plaies des nerfs collatéraux palmaires des doigts. In : Les lésions traumatiques des nerfs périphériques. Paris : Expansion scientifique française, 1997 : 106-114
- [15] Colonna M, Anastasi GP, Cavallaro G, Signorini M, Tomasello F. Nerve regeneration through autogenous vein grafts: an SEM evaluation. *J Reconstr Microsurg* 1996 ; 12 : 205-210
- [16] Comtet JJ, Bertrand HG, Condamine JL, Herzberg G. Greffe vascularisée du nerf brachial cutané interne à l'avant-bras. In : Nerfs périphériques. Le membre supérieur. Paris : Masson, 1990 : 169-172
- [17] de Medinaceli L, Merle M. Applying cell surgery to nerve repair. A preliminary report of the first ten human cases. *J Hand Surg Br* 1991 ; 16 : 499-503
- [18] den Dunnen WF, Van der Lei B, Robinson PH, Holwerda A, Pennings AJ, Schakenraad JM. Biological performance of a degradable poly (lactic acid-ε-caprolactone) nerve guide: Influence of tube dimensions. *J Biomed Mater Res* 1995 ; 29 : 755-766
- [19] Egloff DV, Narakas A. Anastomoses nerveuses par fibrinocollage. Rapport préliminaire. *Ann Chir Main* 1983 ; 2 : 101-105
- [20] Fabre T. Contribution à l'élaboration de biomatériaux hybrides dans le cadre de la réparation de pertes de substance nerveuse périphérique. [thèse]. Université Victor Segalen Bordeaux 2, 1999
- [21] Fabre T, Schappacher M, Bareille R, Dupuy B, Soum A, Bertrand-Barat J et al. Study of a trimethylenecarbonate-co-(-caprolactone) polymer (Part 2): in vitro cytocompatibility analysis and in vivo ED1 cell response of a new nerve guide. *Biomaterials* 2001 ; 22 : 2957-2958
- [22] Gilbert A. Colle biologique. Arguments expérimentaux et cliniques. *Ann Chir Main* 1989 ; 8 : 299-301
- [23] Gilbert A. Vascularized sural nerve graft. *Clin Plast Surg* 1984 ; 11 : 73-77
- [24] Guinard D. Substituts des nerfs utilisés comme greffons. In : Cahiers d'enseignement de la société de chirurgie de la main. Paris : Expansion Scientifique Française-Elsevier, 2000 : 65-79
- [25] Haas HG. A method to reduce tension at the suture site. *J Reconstr Microsurg* 1996 ; 12 : 317-320
- [26] Hall S. Axonal regeneration through acellular muscle grafts. *J Anat* 1997 ; 190 : 57-71
- [27] Heath CA, Rutkowski GE. The development of bioartificial nerve grafts for peripheral nerve regeneration. *Trends Biotechnol* 1998 ; 16 : 163-168
- [28] Hudson TW, Evans GR, Schmidt CE. Engineering strategies for peripheral nerve repair. *Clin Plast Surg* 1999 ; 26 : 617-668
- [29] Jabaley ME. Internal topography peripheral nerves as related to repair. In : Operative nerve repair and reconstruction. Philadelphia : JB Lippincott, 1991 : 231-240
- [30] Koshima I, Okumoto K, Umedan, Moriguchi T, Ishii R, Nakayama Y. Free vascularized deep peroneal nerve grafts. *J Reconstr Microsurg* 1996 ; 12 : 131-141
- [31] Kuderna H. Fibrin Kleber System Nervenklebung. *Dtsch Zahn Mund Kiefer u-Gesichts Chirurg* 1979 ; 3 : 325-355
- [32] Lauto A, Dawes JM, Piper JA, Owen ER. Laser nerve repair by solid protein band technique. *Microsurgery* 1998 ; 18 : 60-64
- [33] Lundborg G. Nerve injury and repair. Edinburgh : Churchill Livingstone, 1988 : 32-63
- [34] Lundborg G, Dahlin LB. Structure and function of peripheral nerve. In : Operative nerve repair and reconstruction. Philadelphia : JB Lippincott, 1991 : 3-18
- [35] MacKinnon SE, Dellon AL. Clinical nerve reconstruction with a bioabsorbable polyglycolic acid tube. *Plast Reconstr Surg* 1990 ; 85 : 419-424
- [36] Mainil-Varlet P, Gogolewski S, Neuwewhuis P. Long-term soft tissue reaction to various polylactides and their in vivo degradation. *J Mater Sci Mater Med* 1996 ; 7 : 713-721
- [37] Malizos KN, Dailiana ZH, Anastasiou EA, Sarmas I, Soucas PN. Neuromas and gaps of sensory nerves of the hand: management using vein conduits. *Am J Orthop* 1997 ; 26 : 481-485
- [38] Meek MF, den Dunnen WF, Schakenraad JM, Robinson PH. Evaluation of functional recovery after nerve reconstruction with a poly (DL-Lactide-ε-caprolactone) nerve guide filled with modified denatured muscle tissue. *Microsurgery* 1996 ; 17 : 555-561
- [39] Menovsky T, Beek JF, Thomsen SL. Laser (assisted) nerve repair. A review. *Neurosurg Rev* 1995 ; 18 : 225-235
- [40] Merle H, Dautel G. Vascularised nerve grafts. *J Hand Surg Br* 1991 ; 16 : 483-488
- [41] Merle M. Plaies des nerfs périphériques. Une véritable urgence. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1987 : 371-380
- [42] Meyer VE, Namoli B, Lassmann H. The surgical cut surface of peripheral nerves. *Int J Microsurg* 1980 ; 2 : 187-192
- [43] Millesi H, Terzis JK. Problems of terminology in peripheral nerve surgery. *Microsurgery* 1983 ; 4 : 51-56
- [44] Narakas AO. The use of fibrine glue in repair of peripheral nerves. *Orthop Clin North Am* 1988 ; 19 : 187-189
- [45] Narakas AO. Compressions and traction neuropathies about the shoulder and arm. In : Operative nerve repair and reconstruction. Philadelphia : JB Lippincott, 1991 : 1165-1166
- [46] Noble J, Munro CA, Prasad U, Midha R. Analysis of upper and lower extremity peripheral nerve injury in a population of patients with multiples injuries. *Trauma* 1998 ; 45 : 116-121
- [47] Oberlin C, Alnot JY, Comtet JJ. Les greffes nerveuses tronculaires vascularisées. Techniques et résultats de 27 cas. *Ann Chir Main* 1989 ; 8 : 316-323
- [48] Oberlin C, Teboul F, Touam C. Voies d'abord des nerfs du membre supérieur. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-225, 2001 : 1-20
- [49] Perego G, Cella GD, Aldini NN, Fini M, Giardino R. Preparation of a new guide from a poly (L-Lactide-co-6-caprolactone). *Biomaterials* 1994 ; 15 : 189-193
- [50] Rosen JM, Padilla JA, Nguyen KD, Siedman J, Pham HU. Artificial nerve graft using glycolide trimethylene carbonate as a nerve conduit filled with collagen compared to sutured autograft in a rat model. *J Rehabil Res Dev* 1992 ; 29 : 1-12
- [51] Schoofs M. L'usage de la colle biologique en microchirurgie de la main. *Ann Chir Plast Esthét* 1999 ; 44 : 132
- [52] Stancic MF, Mikocic V, Potocnjak M, Drajanic P, Sasso A, MacKinnon SE. The value of an operating microscope in peripheral nerve repair. *Int Orthop* 1998 ; 22 : 107-110
- [53] Stanec S, Stanec Z. Reconstruction of upper extremity peripheral nerve injuries with PTFE conduits. *J Reconstr Microsurg* 1998 ; 14 : 227-232
- [54] Strange FG. An operation for nerve pedicle grafting. *Br J Surg* 1947 ; 34 : 423-425
- [55] Strauch B, Ferder M, Lovelle-Allen S, Moore K, Kim DJ, Llana J. Determining the maximal length of a vein conduit used as an interposition graft for nerve regeneration. *J Reconstr Microsurg* 1996 ; 12 : 521-527
- [56] Sunderland S. Nerves and nerves injuries. New York : Churchill Livingstone, 1978 : 133-141
- [57] Travers V, Apoil A. La suture laser. Étude expérimentale. *Ann Chir Main* 1989 ; 8 : 312
- [58] Tropet Y. Réparation des nerfs digitaux. Techniques. Résultats. Indications. In : Cahiers d'enseignement de la société française de chirurgie de la main. Paris : Elsevier, 2000 : 47-63
- [59] Viterbo F, Trindade JC, Hoshino K, Mazzoni A. Two end to side neurorrhaphies and nerve graft with removal of the epineural sheath. *Br J Plast Surg* 1994 ; 47 : 75-80
- [60] Wilgis EF. Nerve repair and grafting. In : Green DP ed. Operative hand surgery. New York : Churchill Livingstone, 1988 : 1385-1393
- [61] Young PK, MacKinnon SE. Dégénérescence et régénération nerveuse. In : Les lésions traumatiques des nerfs périphériques. Paris : Expansion Scientifique Française, 1997 : 16-26

Embrochage centromédullaire élastique stable

P. Lascombes

L'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) est une technique d'ostéosynthèse adaptée aux fractures diaphysaires de l'enfant et de l'adolescent. La technique chirurgicale utilise deux broches en acier ou en titane dont le diamètre est égal à 40 % du diamètre médullaire. Ces deux broches béquillées et cintrées sont disposées en double arc sécant à l'intérieur du fût médullaire de façon à assurer une stabilité de la réduction obtenue. Les fractures des deux os de l'avant-bras sont traitées par un ECMES mixte associant une broche radiale rétrograde et une broche ulnaire antégrade dont le point d'entrée est postérolatéral au niveau de l'olécrane. Les fractures du fémur sont le plus souvent traitées par un ECMES bipolaire rétrograde, certaines fractures distales pouvant bénéficier d'un ECMES antégrade unipolaire sous-trochantérien. La majorité des fractures de l'humérus sont traitées par un ECMES unipolaire rétrograde et des fractures tibiales par un ECMES bipolaire antégrade. La technique chirurgicale est minutieusement décrite, grâce à des schémas précis. Les indications chirurgicales et les diamètres des broches sont indiqués et les points techniques importants de chaque application sont résumés.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Embrochage centromédullaire élastique stable ; Fractures enfant-adolescent ; Fémur ; Avant-bras ; Humérus ; Tibia

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Principes généraux | 1 |
| ■ Choix du montage | 2 |
| ■ Matériel ancillaire spécifique | 2 |
| ■ Fracture des deux os de l'avant-bras : ECMES mixte des deux os (rétrograde radial et antégrade ulnaire) | 2 |
| Installation | 2 |
| Radius ou ulna en premier ? | 3 |
| Embrochage radial rétrograde | 3 |
| Embrochage ulnaire antégrade | 5 |
| Réduction finale | 6 |
| Formes cliniques | 6 |
| ■ Diaphyse fémorale : ECMES rétrograde bipolaire | 6 |
| Installation | 6 |
| Technique chirurgicale | 6 |
| Réduction finale | 7 |
| Formes cliniques | 7 |
| ■ Diaphyse humérale : ECMES rétrograde unipolaire | 8 |
| Installation | 8 |
| Technique chirurgicale | 8 |
| ■ Diaphyse tibiale | 9 |
| Installation | 9 |
| Technique chirurgicale | 10 |
| Réduction finale | 11 |
| Formes cliniques | 11 |
| ■ Erreurs techniques | 12 |
| ■ Conclusion | 13 |

■ Principes généraux

L'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) est l'ostéosynthèse spécifiquement adaptée aux fractures diaphysaires de l'enfant et de l'adolescent car elle respecte au mieux la biologie de la consolidation osseuse et de la croissance. Contrairement aux principes de toutes les autres méthodes de fixation osseuse qui sont rigides, ceux de l'ECMES reposent sur l'utilisation de l'élasticité des implants introduits dans l'os. Ainsi, la stabilisation du foyer de fracture diaphysaire à l'aide des deux broches qui ne remplissent pas totalement le canal médullaire ne peut être obtenue que grâce à des forces opposées qui s'annulent.

Chacun des deux implants est cintré de façon à créer un système à trois points d'appui, l'un du côté convexe au niveau du foyer de fracture, les deux autres du côté concave aux extrémités proximale et distale de l'os. Une seule broche induirait une déformation mais cette dernière se corrige dès la présence de la deuxième broche disposée en opposition. Le double arc sécant créé par le chirurgien, avec un cintrage régulier d'environ 40° de rayon de courbure dont le maximum se situe au niveau du foyer de fracture, est la première obligation à respecter pour garantir le succès de l'ECMES (Fig. 1).

L'ECMES consiste ainsi à introduire deux clous ou broches, en acier ou en titane dont l'extrémité est en mousse, dans le canal médullaire par une voie d'abord métaphysaire située à distance du foyer de fracture de façon à préserver les mécanismes de la consolidation osseuse à foyer fermé. Une broche rectiligne ne peut en aucun cas atteindre le fût médullaire depuis la zone métaphysaire, elle perforerait l'os. Il faut donc utiliser une broche béquillée avec une angulation d'environ 40° sur une longueur d'environ 3 à 5 mm selon la taille de l'os. Certains implants sont déjà ainsi façonnés par les fabricants (Fig. 2).

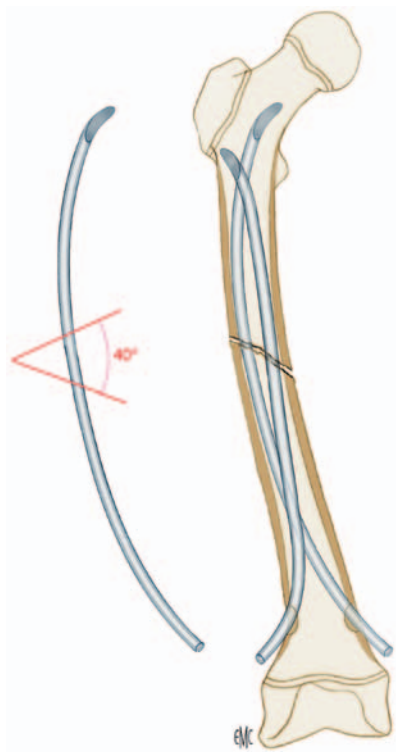


Figure 1. Cintrage des broches pour obtenir un arc sécant harmonieux en regard du foyer de fracture.

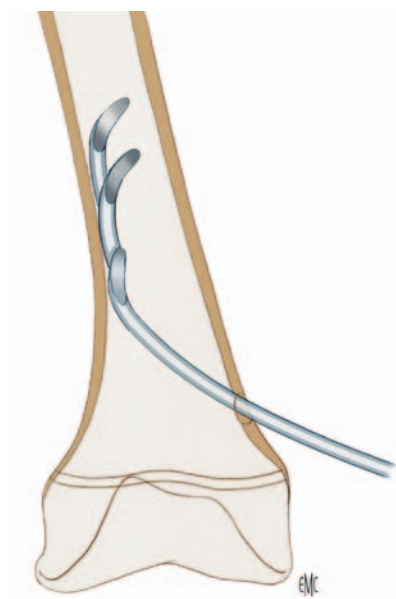


Figure 2. Béquillage nécessaire à la progression de la broche depuis la région métaphysaire vers le canal médullaire.

Enfin, le chirurgien doit choisir la taille de l'implant, c'est-à-dire son diamètre de façon adéquate. S'il est trop gros, l'implant ne peut pas prendre le premier virage métaphysaire, s'il est trop petit, sa stabilité élastique est insuffisante. Chaque âge et chaque os ont donc leurs lois, mais en règle générale, une formule simple peut aider : le diamètre de l'implant ne doit pas être inférieur à 40 % du diamètre endomédullaire.

Ces trois premières étapes sont essentielles, elles sont décidées par le chirurgien lui-même, à la suite d'une réflexion menée au début de l'intervention. La qualité de la technique chirurgicale est le gage du succès, reflet de la compétence chirurgicale. Car cette ostéosynthèse intelligente en trois dimensions doit être parfaitement comprise avant d'être employée.

■ Choix du montage

L'idéal est d'obtenir en fin d'intervention une disposition de deux broches en arc sécant dont les concavités sont opposées, face à face et dont la flèche des courbures se situe au niveau du foyer de fracture. Ainsi, les deux broches se croisent entre elles

au-dessus et au-dessous de la fracture. Pour ce faire, l'ostéosynthèse peut être antégrade, c'est-à-dire avec deux broches introduites par la métaphyse proximale et dirigées vers la métaphyse distale. Le montage peut également être rétrograde, c'est-à-dire ascendant depuis la métaphyse distale. Dans certaines circonstances, l'utilisation d'un système mixte avec une broche antégrade et une broche rétrograde peut trouver son intérêt.

Le deuxième élément est le nombre d'incisions chirurgicales pour positionner correctement les deux broches et faciliter l'embrochage. Encore une fois, le montage idéal équilibré est bipolaire faisant appel à deux incisions métaphysaires opposées, l'une latérale et l'autre médiale. Mais la profondeur de l'os et la présence des structures vasculaires et/ou nerveuses peuvent rendre l'abord percutané impossible, voire dangereux, si bien qu'une incision chirurgicale unique en zone non risquée peut permettre le passage des deux broches. Dans ce cas, il est préférable de forer deux orifices osseux, un par broche, l'un au-dessus de l'autre et non côte à côte afin de diminuer la fragilité osseuse et de limiter le risque de fracture secondaire. Il s'agit d'un montage unipolaire. Dès lors, la première broche suit un trajet direct, sa concavité est tournée du côté de l'abord chirurgical et son extrémité est également de ce même côté. La deuxième broche doit être tournée sur elle-même de 180° dès les premiers centimètres de passage intramédullaire, de façon à orienter sa concavité du côté opposé et diriger son extrémité également du côté opposé.

■ Matériel ancillaire spécifique

(Fig. 3)

Le matériel ancillaire de pose des implants est relativement simple mais doit être particulièrement adapté surtout lorsqu'il s'agit d'utiliser des broches de 3,5 ou de 4 mm de diamètre :

- une pointe carrée assez courte pour avoir un bon appui et pour pouvoir utiliser le doigt de l'opérateur en protection d'un risque de dérapage de l'outil vers les parties molles ;
- une pince solide pour créer ou modifier le béquillage ;
- une poignée en T ou dite américaine, pour maintenir fermement la broche et lui permettre les mouvements de rotation afin de la faire progresser dans le canal médullaire, puis enfin pour parfaire la réduction ;
- un marteau : il est utilisé lors du passage du foyer de fracture, la pointe de la broche étant parfaitement orientée vers le fragment opposé. En fin d'intervention, l'impaction du foyer de fracture est également assurée à l'aide du marteau ;
- un coupe-broche : l'idéal est de se procurer un coupe-broche de type guillotine permettant d'éliminer toutes les aspérités de la tranche de section métallique, afin d'obtenir une coupe plutôt mousse et atraumatique sous la peau ;
- un impacteur creux : son rôle est de pousser la broche de façon à en maintenir une portion extraosseuse suffisamment longue pour faciliter l'ablation du matériel, mais pas trop longue pour éviter l'irritation sous-cutanée.

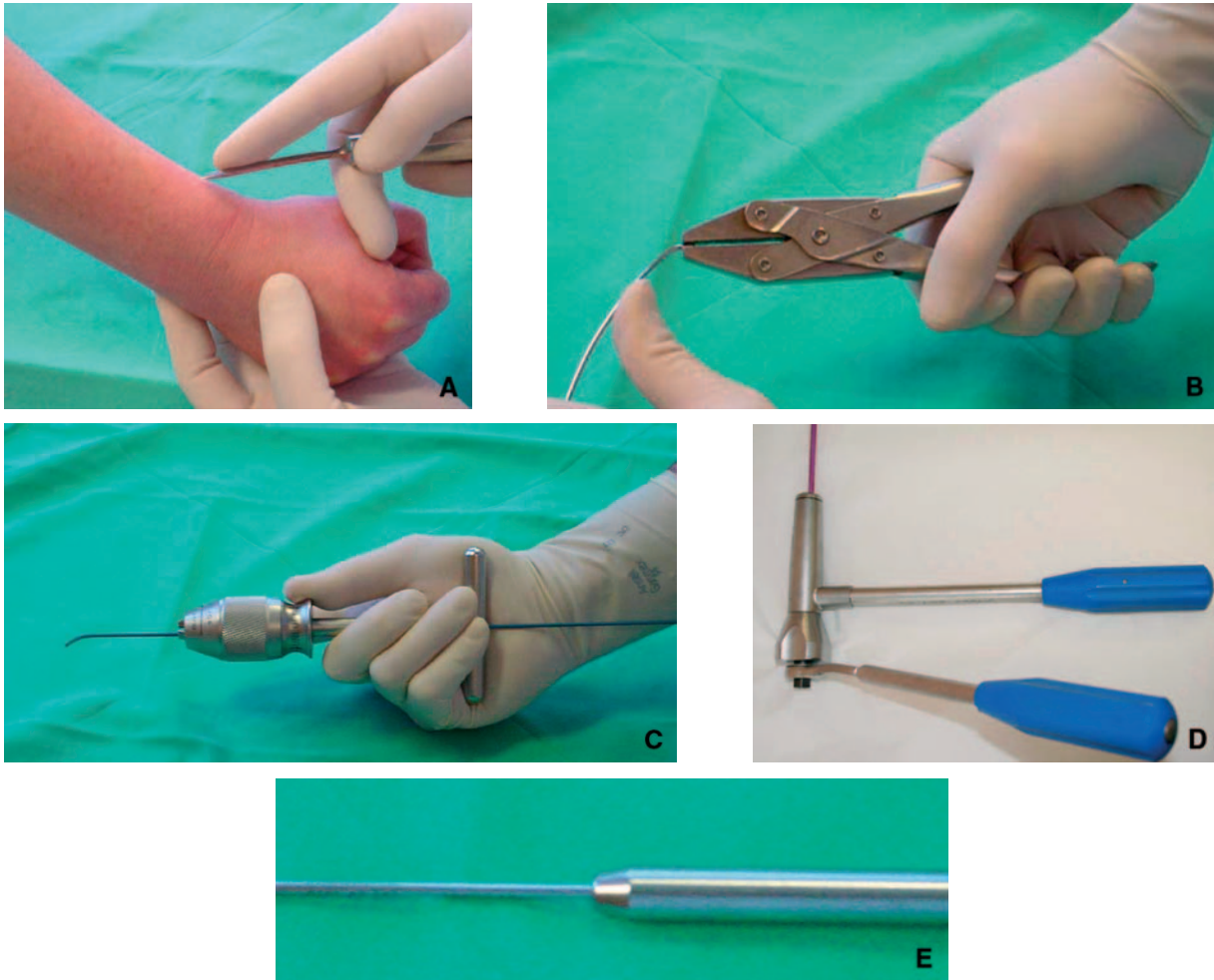
■ Fracture des deux os de l'avant-bras : ECMES mixte des deux os (rétrograde radial et antégrade ulnaire) [1, 2]

Installation

L'anesthésie générale est préférable. L'enfant est installé en décubitus dorsal, sur une table opératoire, le membre supérieur étant étendu sur une table à bras. Le chirurgien se place du côté de la tête du patient, c'est-à-dire du côté du versant latéral de son avant-bras étendu en supination.

Un amplificateur est placé le long du corps du patient. Les incidences de face sont directes. Pour le profil, il suffit de tourner soit l'arceau de l'amplificateur, soit l'ensemble du membre supérieur, bras inclus, en rotation médiale afin de ne pas déplacer la fracture pendant ce contrôle.

Lorsque l'ECMES est décidé d'emblée, il n'est pas utile de tenter une réduction première de la fracture en raison de la

**Figure 3.**

- A.** Bonne utilisation de la pointe carrée.
- B.** Création du béquillage à l'aide d'une pince.
- C.** Bonne position de la main sur la poignée en T.
- D.** Pince coupante atraumatique.
- E.** Impacteur creux.

récidive immédiate du déplacement lors de la préparation du champ opératoire. En revanche, de nombreux ECMES sont décidés après une tentative infructueuse mais justifiée de traitement orthopédique. Un garrot chirurgical est placé à la racine du membre au cas où un abord chirurgical serait nécessaire. Tout le membre est donc préparé stérilement et un grand champ opératoire orthopédique de membre supérieur est posé.

Radius ou ulna en premier ?

Il est souhaitable de respecter l'adage « 1^{er} os réduit = 1^{er} os embroché » pour ne pas perdre la réduction du deuxième. Dans 80 % des cas, le radius est embroché en premier, car du fait de sa situation plus profonde, il peut être difficile à réduire dès lors que l'ulna est embroché. Dans un second temps, la réduction de l'ulna est assez facile car son bord postéromédial est bien palpable sous la peau.

Embrochage radial rétrograde

Le point d'introduction de la broche se situe sur le bord latéral de la métaphyse distale du radius, 1,5 à 2 cm au-dessus de la physe pour ne pas la léser, soit 3 cm au-dessus de la pointe du processus styloïde radial, et plutôt sur son versant antérieur sous-cutané. Il se situe donc entre l'insertion du tendon brachioradial (long supinateur) en arrière et la face ventrale osseuse où repose l'artère radiale. Ainsi, la dissection ne risque pas de léser la veine radiale ni les branches sensitives du nerf radial laissées en arrière, la broche ne passe pas entre les tendons extenseurs, et l'orientation de la pointe carrée se fait vers l'arrière, limitant ainsi le risque de dérapage vers l'artère

radiale (Fig. 4). L'incision cutanée verticale se situe donc en avant de la veine radiale latérale et mesure 2 cm de longueur.

Une pointe carrée courte de 3 mm de diamètre est appliquée perpendiculairement sur l'os au niveau souhaité, les mouvements de rotations alternés qui lui sont imprimés la font pénétrer dans le tissu osseux spongieux avec une sensation de crissement typique bien perceptible. Dès lors, sa progression est poursuivie à l'intérieur de l'os en l'orientant franchement vers la diaphyse pour ovaliser l'orifice osseux et ne pas perforer la corticale opposée.

Tandis que la pointe carrée est laissée en place dans l'os, le chirurgien, sans bouger sa main (gauche), saisit la poignée montée sur la broche radiale et l'approche de l'extrémité de l'incision cutanée de façon à ce que son béquillage soit dirigé perpendiculairement à l'orifice osseux. L'aide retire lentement la pointe carrée pendant que le chirurgien pousse la broche au travers de l'incision et retrouve aisément le contact osseux, puis l'orifice dans lequel entre la broche. Le contact intraosseux contre la corticale opposée est évident, et la broche est alors retournée sur elle-même pour être orientée vers la diaphyse (Fig. 5).

Tout en tractant la main du patient dans l'axe, cette broche est montée dans le radius grâce aux mouvements de rotation alternés de la poignée.

Le premier contrôle d'amplificateur de brillance vérifie la position de la broche intraradiale et visualise l'orientation de son extrémité. La réduction de la fracture du radius peut alors être obtenue par les manœuvres externes habituelles, et contrôlée de face et de profil en tournant le membre supérieur en monobloc. La pointe de la broche doit impérativement être

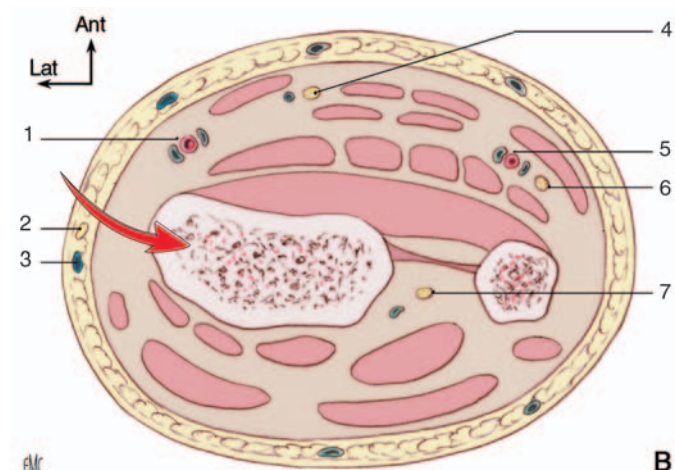
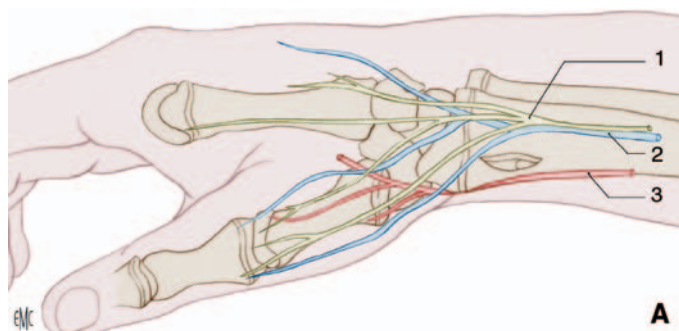


Figure 4. ECMES radial rétrograde.

A. Orifice d'entrée au-dessus de la physe et en avant de la veine céphalique et du rameau superficiel du nerf radial. 1. Rameau superficiel du nerf radial ; 2. veine céphalique ; 3. artère radiale.

B. Coupe anatomique. 1. Artère radiale ; 2. rameau superficiel du nerf radial ; 3. veine céphalique ; 4. nerf médian ; 5. artère ulnaire ; 6. nerf ulnaire ; 7. nerf interosseux postérieur.

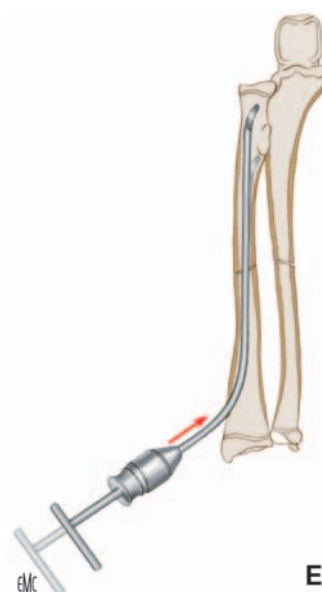
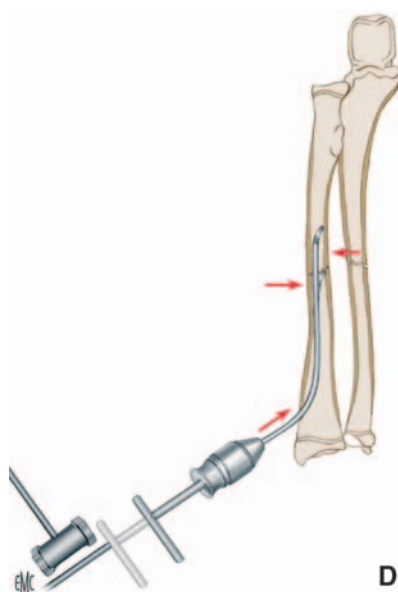
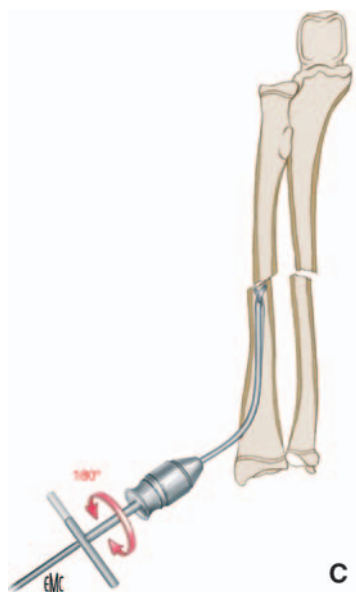
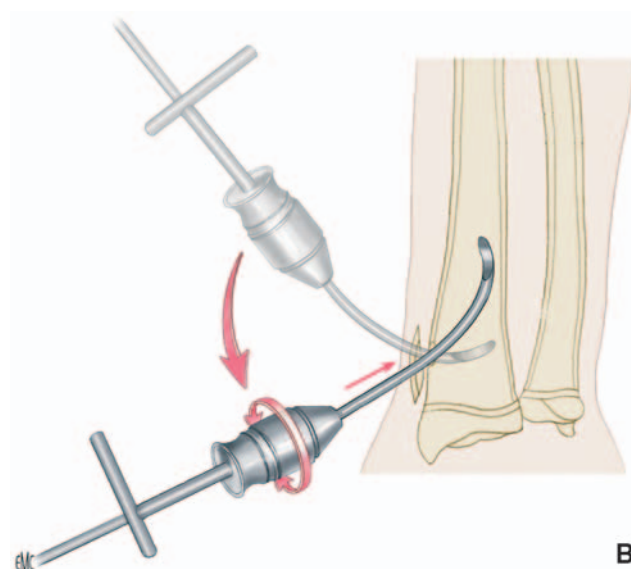
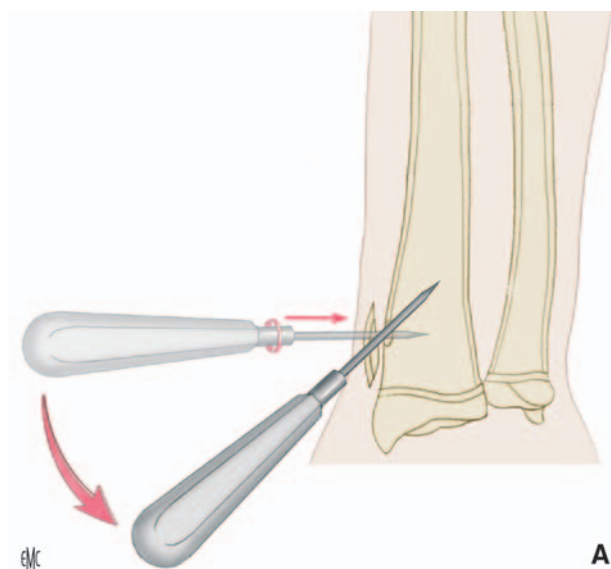


Figure 5. ECMES radial : technique.

A. Forage à la pointe carrée.

B. Montée de la broche en intramédullaire.

C. Lorsque la broche atteint le foyer de fracture, elle est orientée vers le fragment opposé.

D. La fracture est alors réduite et la broche est poussée au marteau dans le fragment proximal.

E. La broche est montée jusqu'au col radial, sa concavité est tournée vers l'ulna.

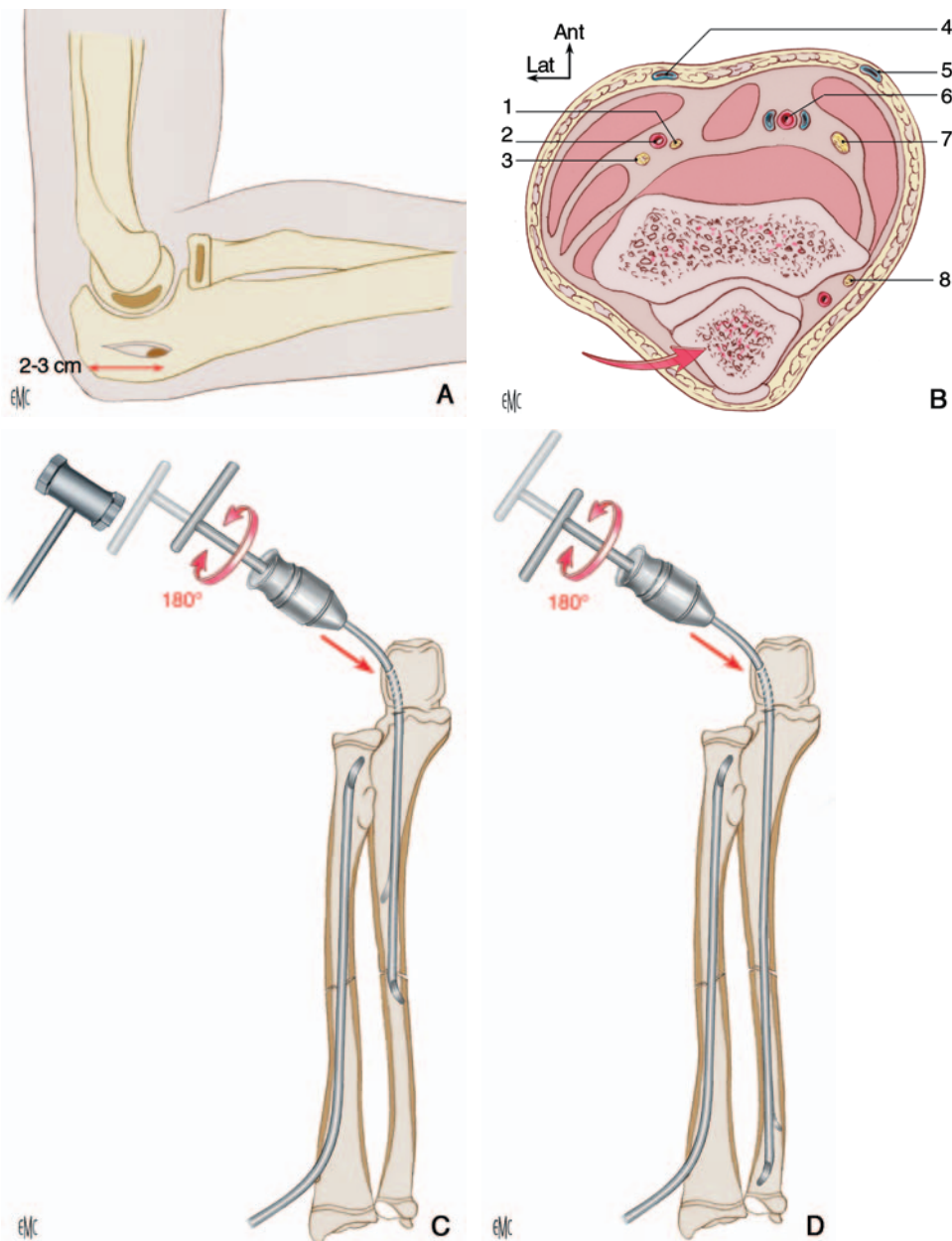


Figure 6. ECMES ulnaire antégrade.

A. Abord chirurgical postéro-latéral de l'olécrane.

B. Coupe anatomique. 1. Rameau superficiel du nerf radial ; 2. artère récurrente radiale ; 3. rameau profond du nerf radial ; 4. veine céphalique ; 5. veine basilique ; 6. artère brachiale ; 7. nerf médian ; 8. nerf ulnaire.

C. Passage de la broche ulnaire au travers du foyer de fracture à l'aide du marteau.

D. La broche est poussée en distal et sa concavité est tournée vers le radius.

orientée, de face comme de profil, vers le fragment opposé. Ceci impose la rotation de la poignée dans un sens ou dans l'autre d'un angle suffisant mais pas excessif, par exemple de 90° seulement pour balayer un quart de tour.

Lorsque la broche est bien orientée et tandis que le chirurgien maintient la réduction de la fracture, l'aide pousse délicatement cette broche à l'aide du marteau, sans changer la position de la poignée. En effet, le risque de poursuivre l'avancée de la broche en tournant la poignée est de la voir se diriger vers les parties molles proximales. L'amplificateur contrôle le franchissement du foyer de fracture sur quelques millimètres, de face et de profil. La sensation de la stabilisation est rapidement perçue par l'opérateur.

La progression de la broche est ensuite assurée, tout en orientant sa concavité vers l'ulna, ce qui rétablit la courbure pronatrice du radius.

Embroschage ulnaire antégrade

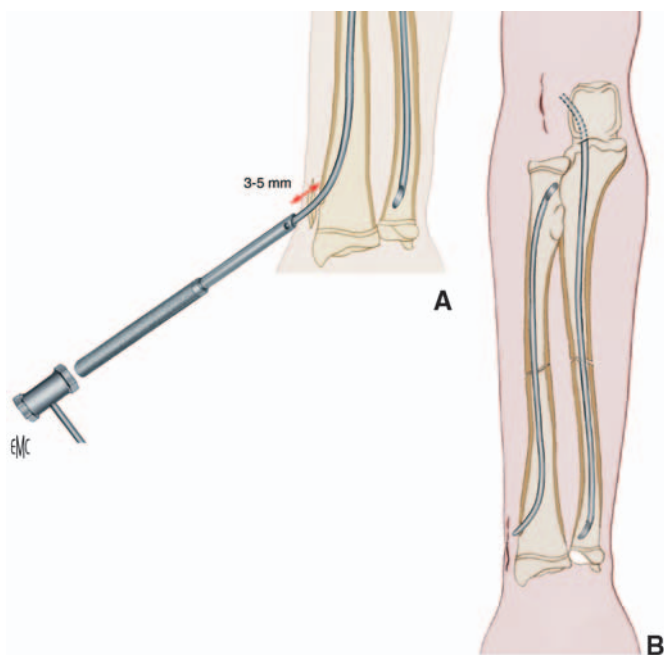
Le point d'introduction de la broche ulnaire se situe sur la face postéro-latérale de l'olécrane. Ainsi, l'extrémité de la broche enfouie dans le muscle court extenseur du coude (anconé) n'est pas en zone d'appui. L'abord postéromédial est risqué du fait de la présence du nerf ulnaire, et l'introduction au sommet de l'olécrane est à proscrire car elle est à l'origine d'une saillie constante et douloureuse de la broche lors de la flexion du coude, voire d'une trop fréquente perforation cutanée.

Pour pouvoir accéder à l'olécrane, le coude est fléchi tandis que le bras est en rotation médiale. L'incision cutanée verticale mesurant 2 cm de longueur est située à la face postéro-latérale de l'olécrane, 3 cm au-dessous de son sommet (Fig. 6).

Après l'ouverture du fascia, il est facile d'écarter doucement les fibres musculaires à l'aide de ciseaux, dans le sens longitudinal jusqu'au contact osseux. L'os est foré de façon identique au forage radial. L'introduction de la broche n'est pas difficile et celle-ci est descendue dans l'ulna dont le diamètre est assez fin si bien que le béquillage mérite d'être assez court, ne dépassant pas 3 mm de longueur.

Lorsque la broche ulnaire atteint la fracture, celle-ci est réduite en prenant comme repère la palpation sous-cutanée du bord postéromédial de l'ulna. En cas de difficulté de réduction de l'ulna, il est possible de reculer la broche radiale jusqu'à 1 à 2 cm au-dessus du trait de fracture, ce qui donne plus de mobilité au radius et facilite la réduction ulnaire. Grâce au contrôle radioscopique de face et de profil, la pointe de la broche est orientée vers le fragment opposé.

Comme pour le radius, le passage de la broche s'effectue en frappant doucement à l'aide du marteau, tandis que le chirurgien maintient la réduction. La progression est ensuite assurée comme précédemment jusqu'à la métaphyse ulnaire distale. En même temps, sa concavité est tournée vers le radius, ce qui est possible en orientant l'extrémité béquillée vers le dehors.

**Figure 7.**

A. Impaction de la broche radiale après recoupe.
B. ECMES bipolaire mixte des deux os de l'avant-bras.

Réduction finale

La preuve du bon montage est offerte par la direction médiale de l'extrémité béquillée de la broche radiale et la direction latérale de la broche ulnaire. On a ainsi la certitude que les concavités des broches sont en opposition, et que la mémoire liée à l'élasticité œuvre dans le sens de la stabilisation en écartant la membrane interosseuse. Lorsque la position définitive est obtenue, une impaction au marteau fixe les broches dans l'os métaphysaire opposé.

En fin d'intervention, les extrémités des broches sont légèrement recourbées pour ne pas rester au contact de l'os, et sont coupées à l'aide de la pince-guillotine. Trois à 4 millimètres seulement doivent rester hors de l'os pour permettre leur ablation ultérieure, si bien qu'un impacteur est parfois utile pour les repousser si elles sont trop longues. La peau est fermée sans drainage et un pansement compressif est confectionné (Fig. 7).

Il est alors fondamental d'effectuer des mouvements complets en pronation et supination de l'avant-bras de façon à corriger une éventuelle imperfection de la réduction dans le plan horizontal. Un contrôle radiographique de face et de profil est demandé.

Formes cliniques

Les fractures du tiers distal du radius peuvent bénéficier d'une broche dont l'orifice d'entrée radial est postéromédial. La concavité médiale de cette broche est ainsi bien orientée.

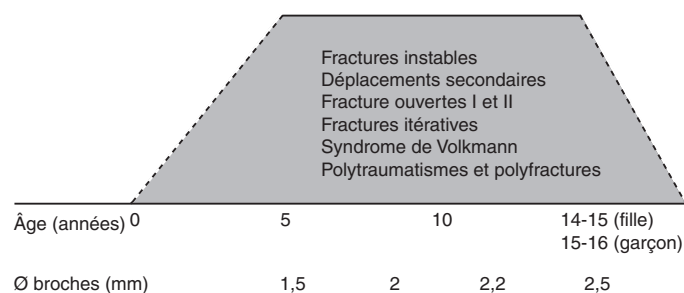
Les lésions de Monteggia peuvent bénéficier d'un ECMES ulnaire antégrade, la broche ulnaire ayant sa concavité orientée vers l'avant.

Les fractures irréductibles et les fractures itératives peuvent nécessiter un autre abord chirurgical en regard du foyer de fracture pour permettre le passage de la broche.

■ Diaphyse fémorale : ECMES rétrograde bipolaire [3-5]

Installation

Cette intervention se déroule toujours sous anesthésie générale chez les enfants, associée ou non à un bloc crural. Le recours à la table orthopédique paraît logique dans la majorité des cas, mais chez les petits enfants l'installation en décubitus dorsal simple est possible. Si, chez l'adolescent la fixation des

**Figure 8.** Indications de l'ECMES pour les deux os de l'avant-bras.

“ Points essentiels

Avant-bras

Chaque os fracturé doit être embroché, radius et ulna.
 Le cintrage des deux broches doit se faire face à face.
 L'introduction de la broche est toujours sur la face postérolatérale de l'olécrane.
 Le passage du foyer de fracture se fait toujours à l'aide du marteau qui pousse la broche.
 Toujours assurer des mouvements en pronosupination de l'avant-bras à la fin de l'intervention.
 Enlever le matériel après 6 mois pour limiter le risque de fracture itérative.
 Les indications sont précisées dans la Figure 8.

pieds sur la table orthopédique est aisée à l'aide des bottillons adaptés, il en est tout autrement chez le petit enfant. Une solution consiste à utiliser un bandage Velpeau® de protection des pieds, suivi d'un deuxième qui fixe les pieds directement sur les étriers de traction.

La réduction orthopédique est obtenue par la mise en traction du membre et il est important que les fragments soient complètement désengrenés sans quoi le passage des broches serait impossible. Il est impératif de s'assurer de la réductibilité de la fracture avant de mettre en place les champs opératoires. L'utilisation de deux amplificateurs n'est pas obligatoire mais fortement conseillée, car elle permet un gain de temps considérable lors de l'intervention et une diminution de l'irradiation totale. Le champ opératoire doit prendre en compte non seulement la zone d'introduction des broches mais également la zone de fracture au cas où un abord direct serait nécessaire, ce qui est à envisager lorsque la fracture n'est pas réductible par les manœuvres externes.

Technique chirurgicale

Deux abords sont assurés au niveau de la métaphyse fémorale inférieure en médial et en latéral juste en dessous de la zone bien corticalisée, mais à distance de la physe (Fig. 9). Deux incisions cutanées verticales d'environ 2 à 3 cm de longueur sont faites en regard des points d'introduction osseux, légèrement décalées vers le bas pour faciliter le passage des broches qui ont tendance à frotter contre l'angle cutané distal de l'incision. L'orifice médial est situé à mi-distance du bord antérieur et du bord postérieur de la face médiale du fémur, à 3-4 cm au-dessus de la physe distale pour une fracture du tiers moyen. Il est placé en avant du tubercule de l'adducteur et de l'artère fémorale. L'orifice latéral est symétrique sur la face latérale du fémur. Les tissus sous-cutanés sont dissociés aux ciseaux, tout droit, jusqu'à l'os en veillant à la grande veine saphène en dedans. L'os est partiellement ruginé. On fore ensuite un trou à la pointe carrée en faisant attention à être bien au milieu de l'os dans le plan sagittal et à ne pas déraiper vers l'arrière. Il ne faut pas hésiter à faire un trou de taille plus importante que le diamètre de la broche et l'orienter en direction de la diaphyse pour faciliter son trajet.

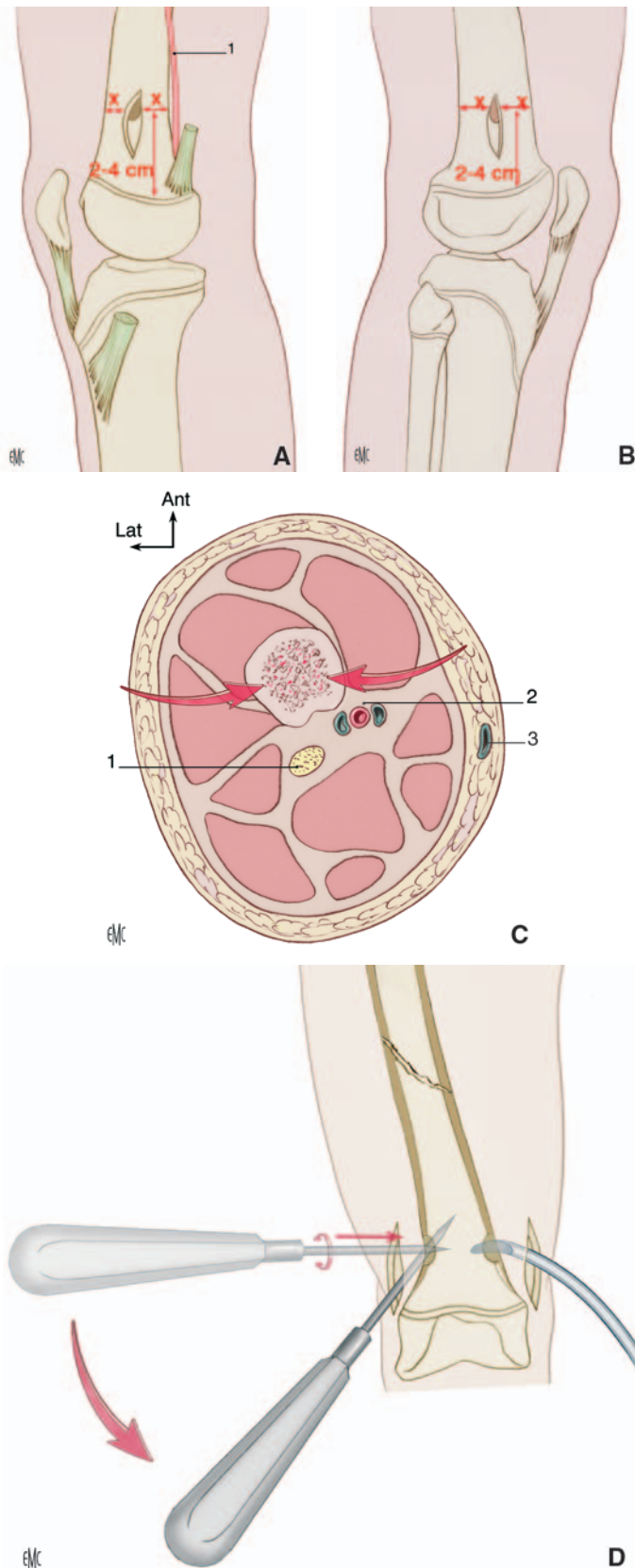


Figure 9. ECMES fémoral bipolaire rétrograde : abord chirurgical.

A. Voie d'abord médiale.

B. Voie d'abord latéral.

C. Coupe anatomique. 1. Nerf sciatique ; 2. artère fémorale ; 3. grande veine saphène.

D. Forage à la pointe carrée et passage de la broche.

Les broches sont introduites en intraspongieux par l'orifice ainsi créé puis poussées dans le canal médullaire. On peut ensuite commencer à monter progressivement la broche jusqu'au foyer de fracture (Fig. 10).

Le passage de la fracture se fait plutôt au marteau, après avoir visualisé le trajet présumé de la broche sur l'amplificateur de brillance de face et de profil afin de bien orienter son extrémité pour passer le foyer de fracture. Une réduction la plus parfaite possible est indispensable. Une fois le foyer passé, l'ascension de la broche se fait de nouveau à la main. Une éventualité est de commencer par une broche, de passer complètement le foyer de fracture puis de monter la deuxième. Il est également possible de positionner les deux broches au ras du foyer de fracture mais cela complique un peu l'interprétation radiologique et augmente le risque d'enroulement des broches l'une autour de l'autre (« effet spaghetti »). Lorsqu'une réduction anatomique n'est pas possible avant le passage des broches, on peut les diriger grâce à leur extrémité béquillée pour aller « attraper » le canal médullaire opposé. Il est en revanche fondamental que la fracture soit entièrement désengrenée.

Réduction finale

Après le passage de la fracture, les broches sont de nouveau montées à la main le plus loin possible pour être fichées dans l'os métaphysaire. Avant de les impacter complètement il faut relâcher la traction sur le membre et vérifier que la réduction est bonne ou bien apporter les modifications nécessaires sur les broches. Le plus souvent, les deux broches sont orientées face à face, en arc sécant en regard du foyer de fracture.

Mais, il se peut qu'un déplacement résiduel persiste tandis que les broches progressent dans le fragment proximal. Dans ce cas, il est possible d'utiliser le cintrage dans un but de réduction. Ainsi, un valgus se corrige dès lors que la broche latérale est tournée de 180°, pointe dirigée vers le dedans, et un varus est corrigé par la rotation vers le dehors de la broche médiale. Dans le plan sagittal, un flectum se corrige en orientant les pointes des deux broches vers l'avant, tout en les maintenant l'une en dedans et l'autre en dehors, en ne les tournant sur elles-mêmes que de seulement 90°. À l'opposé, un recurvatum impose l'orientation postérieure de la concavité des deux broches. Lorsque la réduction anatomique est obtenue grâce à l'orientation des broches, celles-ci sont poussées dans la métaphyse opposée à l'aide d'un marteau de façon à les ancrer dans l'os spongieux métaphysaire. L'impaction finale du foyer de fracture est assurée.

Les broches sont alors coupées. Il semble préférable de ne pas trop les tordre avant leur section car elles peuvent procurer une gêne importante sous les muscles vastes. Il faut en fait jouer avec leur élasticité, surtout dans le cas du titane, en les courbant juste ce qu'il faut pour les couper un peu au-dessous de la peau. En les relâchant elles vont aller se plaquer sur l'os avec deux avantages : l'absence de gêne pour le patient et une longueur de broche suffisante pour une ablation du matériel plus facile (Fig. 11). Les incisions chirurgicales sont lavées abondamment puis suturées en deux plans. Un pansement compressif local est réalisé.

Formes cliniques

Fracture du tiers proximal

L'ECMES est bipolaire rétrograde avec un point d'entrée distal des broches qui peut être situé à 5-6 cm de la physe, de façon à limiter au mieux les risques de conflit sous-cutané ou musculaire avec les broches. Il faut être attentif à la rotation latérale du fragment proximal en installant le patient avec le genou à 10-15° de rotation latérale pour éviter les troubles de rotation. Une fois le foyer de fracture passé, l'idéal est de pousser une broche dans le col fémoral et l'autre vers le grand trochanter (Fig. 12).

Fracture du tiers distal

Selon le type de la fracture, deux solutions sont proposées (Fig. 13) :

- soit un ECMES rétrograde délicat car les entrées osseuses des broches sont distales et donc très superficielles, et parce que le croisement des broches sous le foyer de fracture est difficile à obtenir. Il ne faut pas hésiter à les cintrer en prenant appui contre l'os cortical au fur et à mesure de leur progression ;
- soit un ECMES antégrade : le point d'entrée est proximal, sous-trochantérien à environ 2 cm au-dessous de la plaque de

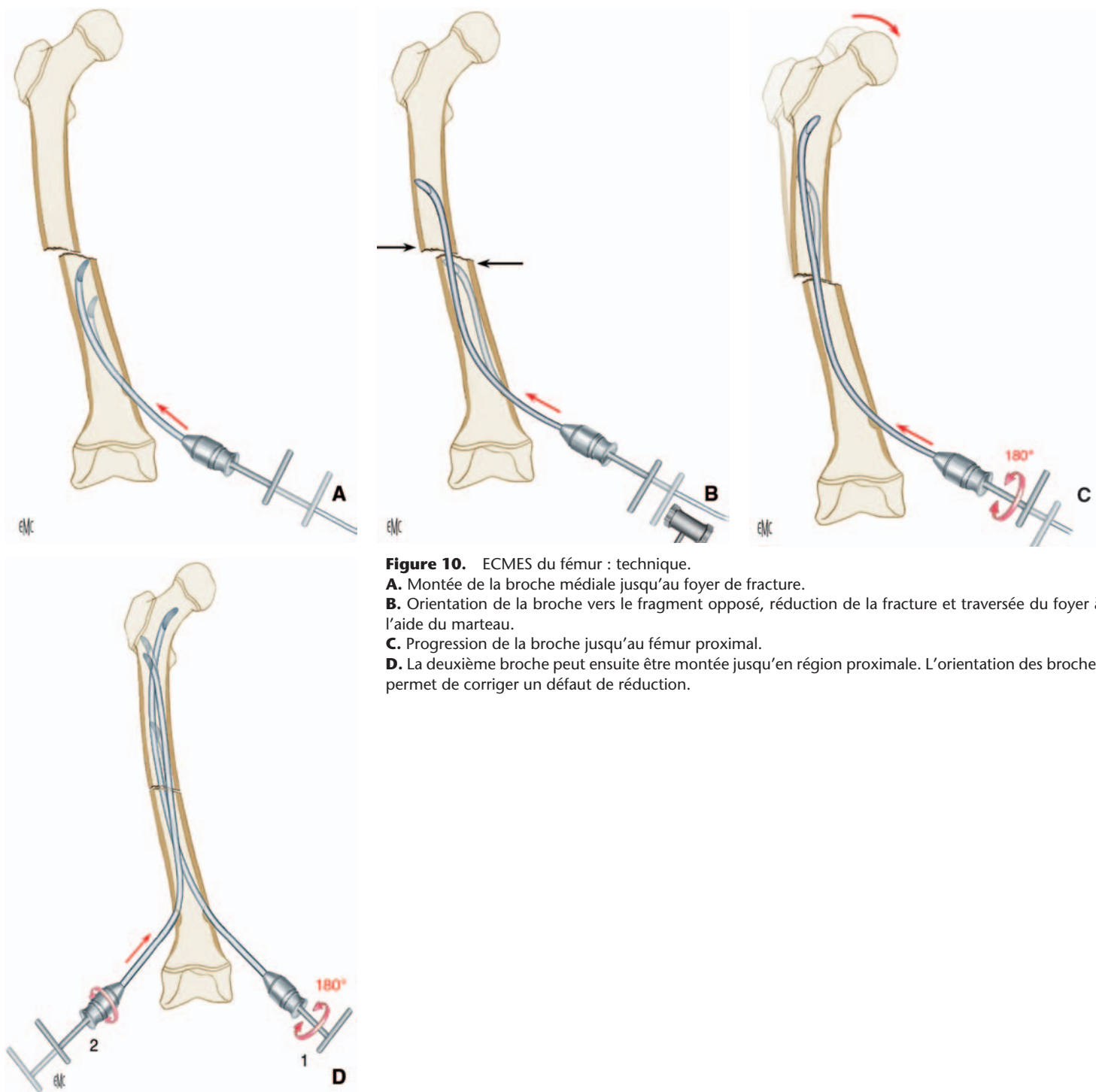


Figure 10. ECMES du fémur : technique.

A. Montée de la broche médiale jusqu'au foyer de fracture.

B. Orientation de la broche vers le fragment opposé, réduction de la fracture et traversée du foyer à l'aide du marteau.

C. Progression de la broche jusqu'au fémur proximal.

D. La deuxième broche peut ensuite être montée jusqu'en région proximale. L'orientation des broches permet de corriger un défaut de réduction.

croissance du grand trochanter. En raison de la densité de l'os cortical sous-trochantérien, il est préférable de forer deux orifices à la mèche, l'un au-dessus de l'autre. Le principe général de la technique est de type « fracture métaphysaire », où chaque broche est dirigée vers un condyle soit médial soit latéral. Lorsque la fracture est bas située, il est possible de traverser la physe distale du fémur.

■ Diaphyse humérale : ECMES rétrograde unipolaire

Installation

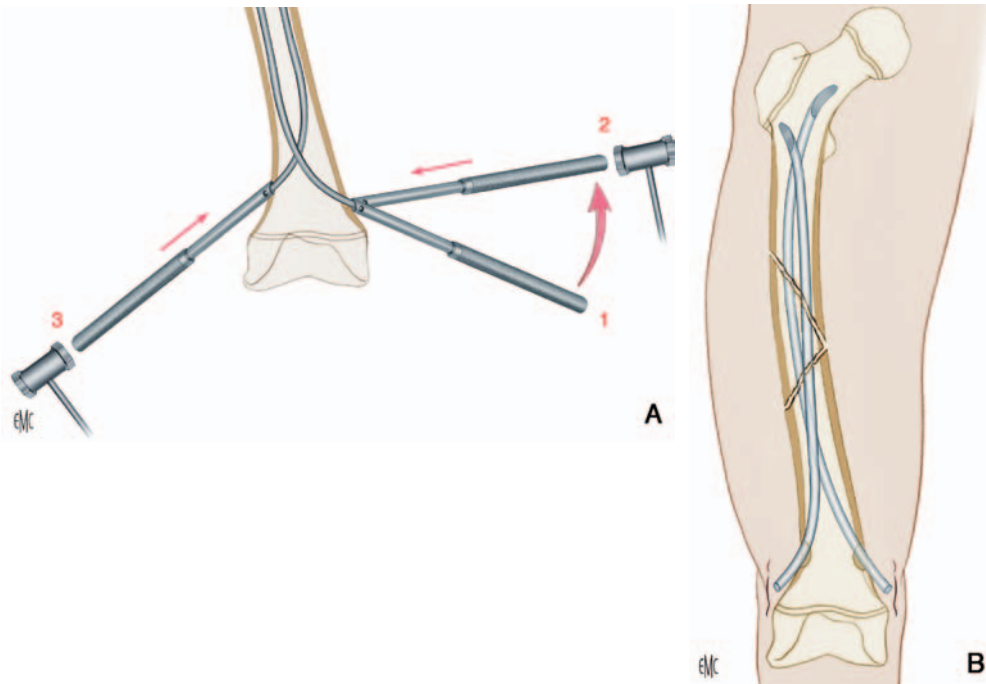
L'anesthésie générale est toujours nécessaire. Le patient est installé sur table ordinaire, en décubitus dorsal, le membre supérieur reposant sur une table à bras radiotransparente connectée latéralement à la table principale. Il est utile de latéraliser au maximum l'adolescent de manière à dégager

l'épaule, afin de contrôler la partie haute des broches à proximité de la métaphyse proximale.

L'amplificateur de brillance est indispensable pour contrôler le passage du foyer de fracture par les broches. Sa position la plus habituelle est dans l'aisselle de l'enfant, parallèlement à la table principale, et perpendiculaire à la table à bras. Il doit pouvoir évoluer latéralement pour visualiser à la fois le foyer de fracture et la métaphyse humérale proximale. L'ensemble du membre supérieur est préparé stérilement, jusqu'à l'aisselle et l'épaule.

Technique chirurgicale

L'abord chirurgical est situé juste au-dessus de l'épicondyle latéral. Il est recommandé d'effectuer un point de trépanation par broche, c'est-à-dire deux orifices situés l'un au-dessus de l'autre (Fig. 15). Après l'incision du fascia superficiel, les fibres des muscles épicondyliens sont dissociées longitudinalement à


Figure 11.

A. Cintrage et impaction des broches après recoupe.

B. ECMES rétrograde bipolaire.

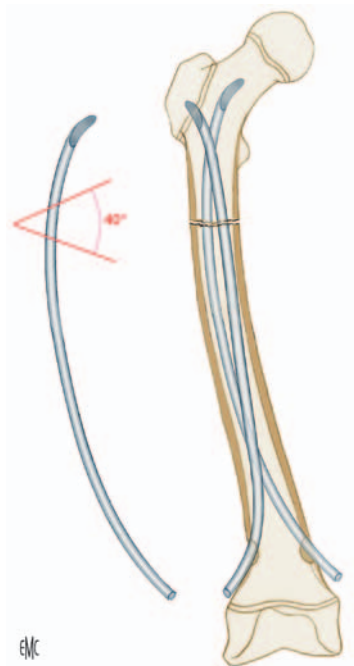


Figure 12. ECMES bipolaire rétrograde d'une fracture du tiers proximal du fémur.

l'aide de ciseaux jusqu'à atteindre le contact osseux. La trépanation est effectuée à l'aide d'une pointe carrée au niveau de la partie distale de la colonne latérale, au-dessus de l'épicondyle latéral. Pendant cette phase d'intervention, le membre supérieur est en rotation médiale sur la table à bras, le coude étant semi-fléchi. Les broches, montées sur une poignée américaine, sont ensuite introduites successivement à travers les orifices, vers le canal médullaire. Leur caractère mousse peut rendre la progression difficile au niveau du canal médullaire. De petits mouvements de rotation sont nécessaires.

Lorsque les deux broches sont montées jusqu'au niveau du foyer de fracture, l'aide se place à l'extrémité de la table à bras, empaumant la main et le poignet de l'enfant pour réaliser une traction axiale. Un contre-appui peut être assuré par une infirmière au niveau de l'aisselle de l'enfant, au besoin en utilisant l'artifice d'une alèse autour du thorax. Le contrôle radioscopique permet le contrôle du passage des broches au travers du foyer de fracture, toujours au marteau, tout d'abord de l'une puis de la deuxième broche. Celles-ci sont orientées en

“ Points essentiels

Fémur

Réduire de face et de profil ainsi que dans le plan horizontal.

Ne pas sous-estimer le diamètre des broches : le plus souvent 4 mm au-delà de l'âge de 11-12 ans.

Le cintrage est le garant de la réduction, savoir travailler en trois dimensions.

Pousser les broches au travers du foyer de fracture au moyen d'un marteau.

S'assurer de la qualité de la finition du montage : recoupe des broches, protection de la peau.

Enlever le matériel avant 6 mois (sauf nécessité).

Les indications sont précisées dans la Figure 14.

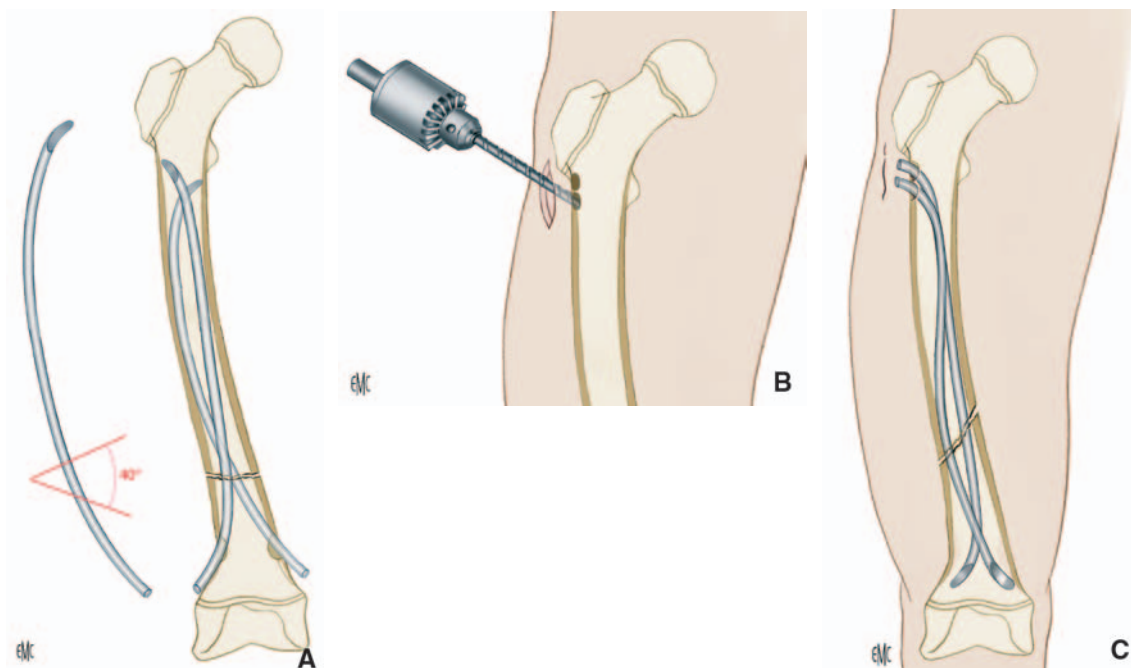
fonction de la position du fragment proximal, de manière à venir cathétériser le canal médullaire opposé. Une attention toute particulière est portée à la direction des broches sur l'incidence de profil. Il est en effet interdit de les orienter vers l'arrière de l'humérus puis de les pousser vers les parties molles postérieures au risque de voir apparaître une paralysie radiale postopératoire (Fig. 16). Une fois les deux broches passées dans le fragment osseux proximal, la progression reprend jusqu'en région métaphysaire.

Lorsque les broches sont suffisamment montées dans le canalmédullaire, ou lors du passage du foyer de fracture, une broche est retournée de 180° pour créer l'arc sécant, et prendre la position qu'aurait naturellement une broche médiale. La concavité des broches va ainsi s'opposer face à face, et leur sommet doit être situé en regard du foyer. La fin de la progression s'effectue au marteau, une fois la réduction obtenue et après avoir jugé satisfaisante la position des broches. Il faut apporter un soin particulier à la section des broches ainsi qu'à leur enfouissement. La fermeture cutanée s'effectue après lavage et sans drainage, en deux plans.

■ Diaphyse tibiale

Installation

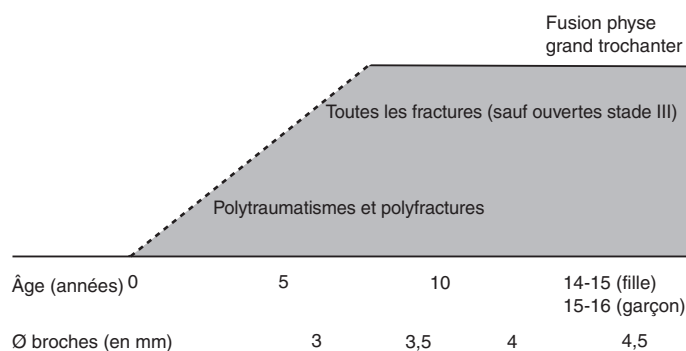
L'anesthésie générale est préférable. L'enfant est installé en décubitus dorsal, sur une table opératoire dont la partie distale

**Figure 13.**

A. ECMES bipolaire rétrograde d'une fracture du tiers distal du fémur.

B. Abord sous-trochantérien pour un ECMES unipolaire antégrade.

C. ECMES unipolaire antégrade d'une fracture distale du fémur.

**Figure 14.** Indications de l'ECMES pour la diaphyse fémorale.

est radiotransparente. Un amplificateur de brillance est placé en bout de table, ce qui permet au chirurgien et à son aide d'être situés de part et d'autre de la jambe. Une alternative est de placer l'amplificateur de brillance en face du chirurgien. Les incidences de profil peuvent être obtenues soit par rotation latérale monobloc du membre inférieur, soit par horizontalisation du bras de l'amplificateur de brillance.

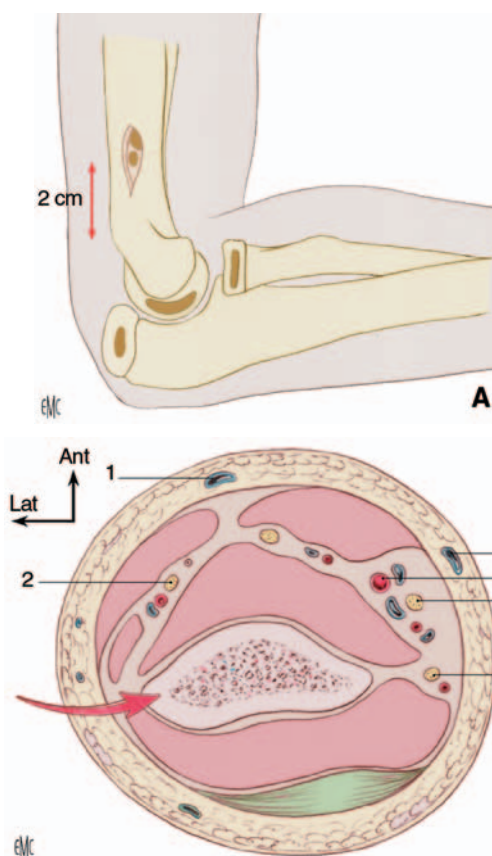
Avant de préparer stérilement le champ opératoire, il est utile de réduire la fracture par les manœuvres orthopédiques habituelles de façon à connaître les mouvements qui sont refaits lors du passage des broches et à s'assurer de l'absence exceptionnelle d'une irréductibilité. Tout le membre inférieur homolatéral est préparé avec un grand champ opératoire orthopédique de membre inférieur.

Technique chirurgicale

Deux incisions cutanées verticales d'environ 2 cm de longueur sont effectuées sur les faces médiale et latérale de la jambe, environ 1 cm au-dessous du niveau de la physe proximale facilement palpée en regard de l'élargissement métaphysaire proximal du tibia. Ces incisions ne sont pas trop antérieures de façon à rester à distance de la tubérosité tibiale antérieure : l'incision médiale siège au milieu de la face médiale du tibia tandis que l'incision latérale est à mi-distance entre la crête tibiale et la tête de la fibula (Fig. 18).

Broche médiale

Le tissu cellulaire sous-cutané est dissocié avec la pointe des ciseaux jusqu'au contact osseux, en arrière du milieu de la face médiale de la métaphyse proximale du tibia, proche du bord postéromédial, à 2 à 3 cm au-dessous de la physe. L'orifice est situé entre les tendons de la patte d'oie en avant et l'insertion

**Figure 15.** ECMES unipolaire rétrograde de l'humérus.

A. Voie d'abord latérale au-dessus de l'épicondyle latéral.

B. Coupe anatomique. 1. Veine céphalique ; 2. nerf radial ; 3. veine basilique ; 4. artère brachiale ; 5. nerf médian ; 6. nerf ulnaire.

tibiale du ligament médial du genou. Une pointe carrée, reprenant le même trajet, perfore l'os cortical métaphysaire médial. Puis la broche médiale, montée sur une poignée américaine, est poussée au travers de cet orifice cortical. Lorsque le contact cortical opposé intraosseux est perçu, la poignée est tournée sur elle-même de façon à orienter la broche vers le canal médullaire. La broche est ainsi poussée jusqu'au foyer de fracture à l'aide de petits mouvements rotatoires alternés dans un sens puis dans l'autre (Fig. 19).

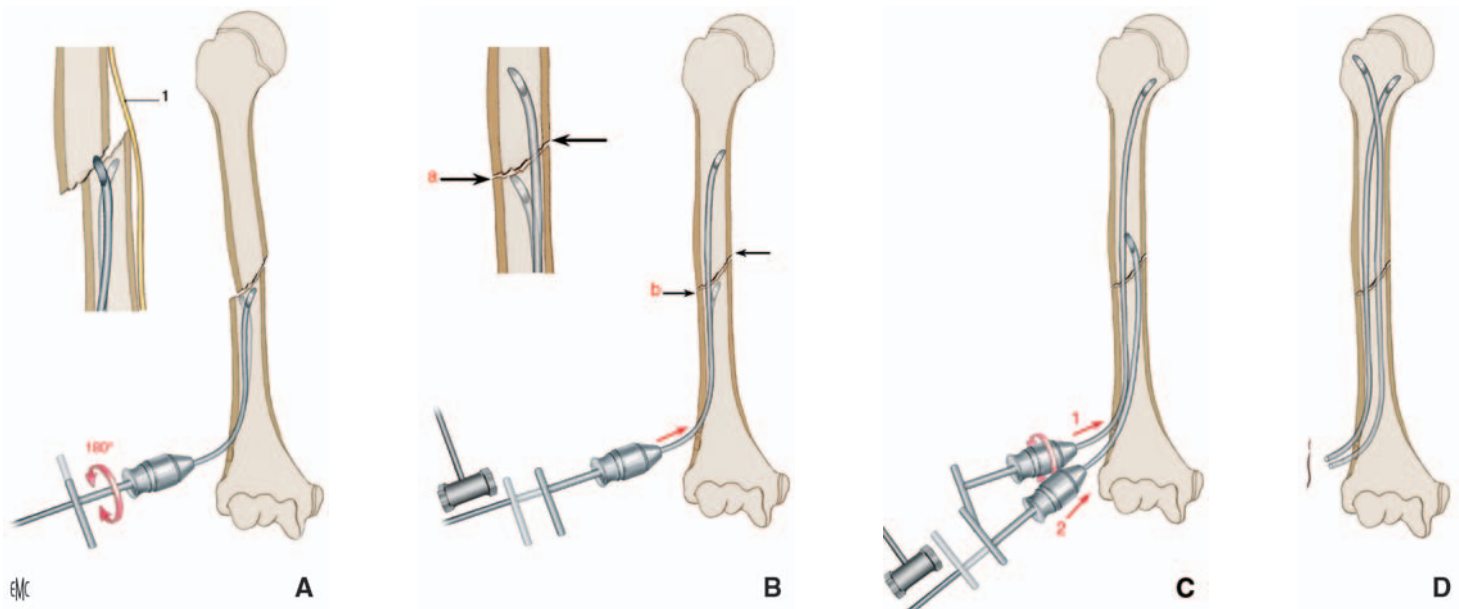


Figure 16. ECME de l'humérus : technique chirurgicale.

A. Une broche est montée jusqu'au foyer de fracture et elle est orientée médialement vers le fragment proximal, sans atteindre les parties molles postérieures. 1. Nerf radial.

B. Réduction de la fracture (a) et passage du foyer à l'aide du marteau (b).

C. La deuxième broche est montée au travers du foyer de fracture.

D. Montage final.

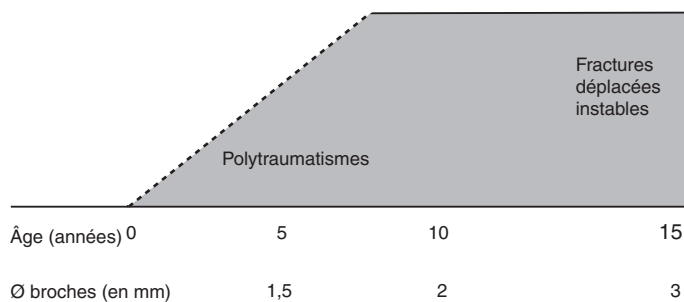


Figure 17. Indications de l'ECME pour la diaphyse humérale.

“ Points essentiels

Humérus

Utiliser deux broches à extrémité mousse de 2,5 à 3 mm de diamètre chez l'adolescent.

L'ECME est le plus souvent rétrograde unipolaire par un abord supraépicondylaire latéral.

Lors du passage du foyer de fracture, ne jamais pousser les broches en arrière dans les parties molles où se situe le nerf radial.

Retourner une des deux broches de 180° pour respecter le principe biomécanique du double arc sécant.

Savoir utiliser un montage rétrograde bipolaire ou antégrade unipolaire dans des fractures distales.

Apporter un soin minutieux à la recoupe distale des broches et à la protection cutanée.

Les indications sont précisées dans la Figure 17.

Broche latérale

Le tissu cellulaire sous-cutané est également dissocié avec la pointe des ciseaux, tout en suivant le fascia superficiel qui est refoulé avec les muscles de la loge antérieure vers l'arrière. Lorsque les ciseaux atteignent la face latérale du tibia, ils longent celle-ci vers l'arrière jusqu'à son milieu, situé juste en

avant du bord latéral où s'insère la membrane intraosseuse. La corticale est forcée à la pointe carrée et la broche latérale est introduite puis poussée de la même façon que la broche médiale.

Les deux broches sont poussées jusqu'au foyer de fracture et celle-ci est à nouveau réduite comme précédemment. Lorsque la réduction est parfaitement obtenue, l'orientation des broches est telle que l'extrémité de la broche latérale est dirigée vers le dehors tandis que celle de la broche médiale est dirigée vers le dedans. Alors, chaque broche est poussée délicatement dans le fragment opposé à l'aide du marteau de façon à éviter le déplacement de la fracture et la migration extraosseuse des implants (Fig. 19).

Réduction finale

Les deux broches sont donc tournées de façon idéale, la médiale en dedans et la latérale en dehors pour construire le système en arc sécant en regard du foyer de fracture.

Mais, il se peut qu'un déplacement résiduel persiste tandis que les broches progressent dans le fragment distal. Dans ce cas, il est possible d'utiliser le cintrage dans un but de réduction. Ainsi, un valgus se corrige dès lors que la broche latérale est tournée de 180°, pointe dirigée vers le dedans. Un flessum se corrige en orientant les pointes des deux broches vers l'avant, tout en les maintenant l'une en dedans et l'autre en dehors, en ne les tournant sur elles-mêmes que de seulement 90°.

Lorsque la réduction anatomique est obtenue, les broches sont poussées dans la métaphyse opposée à l'aide d'un marteau. L'impaction finale du foyer de fracture est assurée.

L'extrémité proximale de la portion extraosseuse est plus ou moins recourbée contre l'os cortical de façon à pouvoir la sectionner avec un appareil qui offre une tranche de section la plus lisse possible. Après section, une petite chambre de glissement sous-cutanée permet de protéger la peau des adhérences contre la broche. La peau est refermée en deux plans après lavage. Une mobilisation en flexion et en extension du genou et de la cheville nous prouve leur normalité.

Formes cliniques

Fractures du quart distal

Elles sont souvent transversales, par mécanisme en flexion, ou obliques et volontiers ouvertes de stade 1 ou 2. Il est parfois difficile d'obtenir un ventre parfait des deux broches opposées

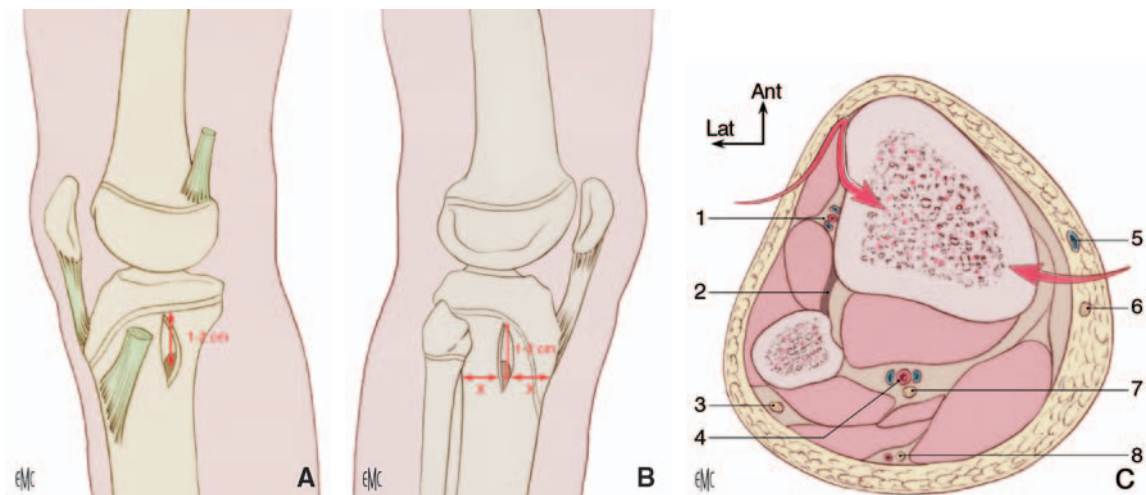


Figure 18. ECMES bipolaire antégrade du tibia.

A. Abord médial.

B. Abord latéral.

C. Coupe anatomique. 1. Artère tibiale antérieure ; 2. membrane interosseuse ; 3. nerf fibulaire commun ; 4. artère poplitée ; 5. grande veine saphène ; 6. nerf saphène ; 7. nerf tibial ; 8. nerf cutané sural médial.

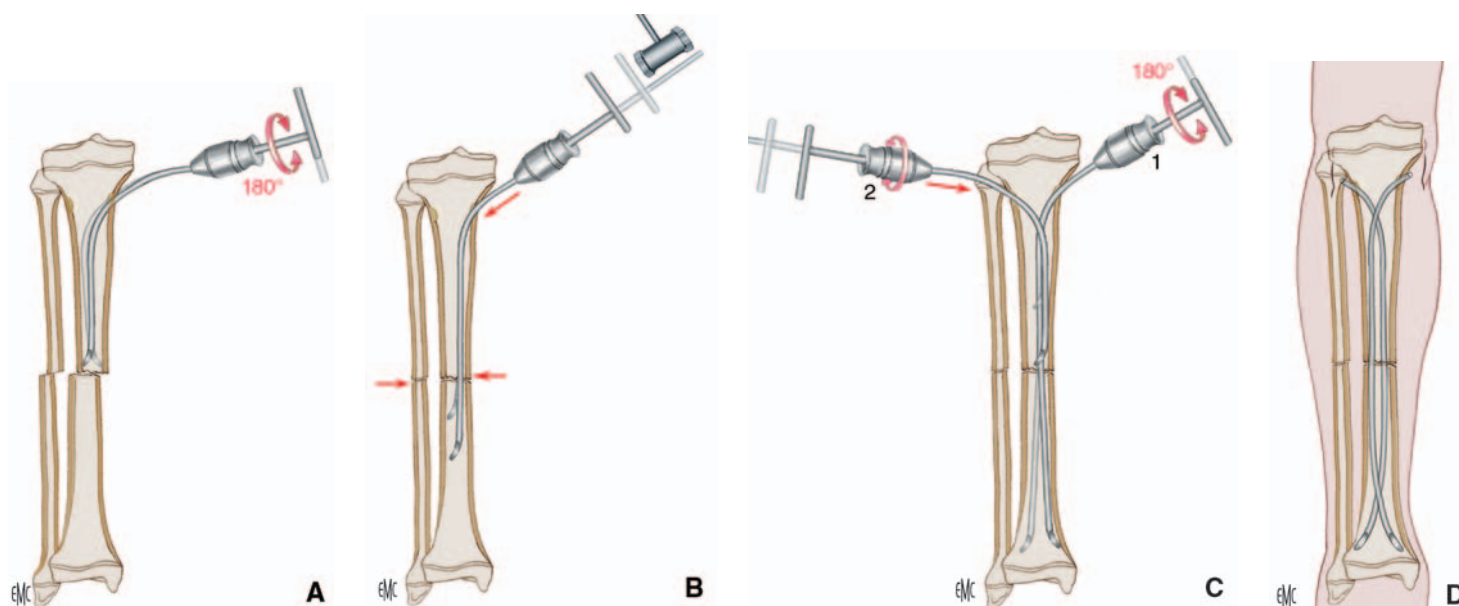


Figure 19. ECMES du tibia : technique chirurgicale.

A. La broche médiale est poussée jusqu'au foyer de fracture et orientée vers le fragment opposé.

B. La fracture est réduite et la broche est poussée au travers du foyer de fracture.

C. La broche médiale est descendue en distal tandis que la broche latérale est introduite dans le tibia.

D. Montage final.

au niveau de la fracture, même si le cintrage préopératoire a été façonné à la partie distale des broches. En effet, celles-ci tendent à se redresser dans le canal médullaire et compromettent ainsi l'effet en double arc sécant. Si tel n'est pas le cas, le redressement peut être obtenu par une immobilisation en résine quelques jours plus tard.

Fractures hautes de jambe

Elles peuvent être difficilement accessibles à un ECMES antégrade et font préférer un ECMES rétrograde. La technique générale reste cependant identique, mais les incisions cutanées siègent en regard du tibia distal.

Pour la broche latérale : l'incision cutanée longue de 2 cm est située 4 ou 5 cm au-dessus de l'interligne du cou-de-pied, en regard de la face antérolatérale du tibia distal.

Pour la broche médiale : le caractère sous-cutané de la face médiale du tibia en région supramalléolaire fait préférer une incision cutanée certes médiale, mais assez postérieure, c'est-à-dire en regard de l'angle postéromédial du tibia.

L'ostéosynthèse se déroule ensuite comme précédemment. Le cintrage et la recoupe finale des broches au-dessus de la cheville sont précis de façon à limiter tout risque de lésion cutanée postopératoire.

“ Points essentiels

Tibia

Réduire de face et de profil sans oublier les rotations.

Pousser les broches au travers du foyer de fracture à l'aide d'un marteau.

Orienter les broches en fonction du défaut d'axe, voire embrocher la fibula.

Être vigilant sur la recoupe et la longueur sous-cutanée des broches.

Dépister un syndrome des loges.

Utiliser éventuellement une botte plâtrée 3 semaines pour corriger un défaut d'axe résiduel.

Les indications sont précisées dans la Figure 20.

■ Erreurs techniques

La stabilité de l'ECMES est liée au caractère symétrique du montage, au positionnement des forces de correction opposées à celles du déplacement, au diamètre suffisant des broches. Le

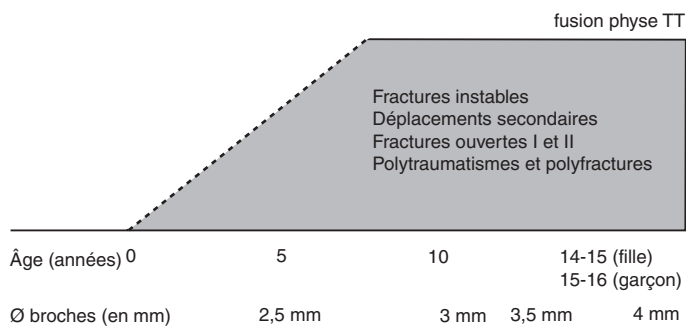


Figure 20. Indications de l'ECMES pour la diaphyse tibiale.

chirurgien doit donc s'adapter à différentes situations, les analyser et les traiter de façon idéale.

L'insuffisance du diamètre des broches conduit souvent à une flexion des implants et à une angulation inacceptable du foyer de fracture. C'est insister à nouveau sur la règle minimale des 40 % de leur diamètre par rapport au diamètre endomédullaire.

L'asymétrie ne doit pas être privilégiée, sauf après en avoir démontré la nécessité. Les deux broches, de même diamètre, sont introduites au même niveau, courbées et cintrées de façon identique afin de se faire face et sans se croiser au niveau du foyer de fracture. Les broches se croisent donc au-dessus et au-dessous du foyer de fracture.

Les broches ne sont pas enroulées sur elles-mêmes : lors de la progression de la deuxième broche, les mouvements de rotation alternés sont dans un sens puis dans l'autre afin d'éviter que la deuxième broche ne croise trois fois, voire quatre fois, la première. La qualité de la réduction ne serait alors plus sous la maîtrise du chirurgien mais liée à l'enroulement des broches.

Lorsque l'insuffisance de réduction est vérifiée en peropératoire et qu'il existe un défaut technique, le plus simple est de reprendre chirurgicalement le montage par une construction idéale. Dans de rares circonstances, l'ajout d'une troisième broche peut aider à corriger un déplacement résiduel. Sa force est placée de façon à s'opposer à la déformation. Ailleurs, nous touchons aux limites de la technique et plusieurs solutions sont offertes : soit la correction à l'aide d'une immobilisation plâtrée

avec une éventuelle gypsotomie, soit l'utilisation d'une autre méthode chirurgicale comme un clou centromédullaire si l'âge le permet ou un fixateur externe.

Conclusion

L'ECMES né en Espagne [6] a été développé par l'Ecole de Nancy [7, 8] selon les idées de Jean-Paul Métaizeau et Jean-Noël Ligier. Utilisé dans le monde entier, il est devenu la règle du traitement des fractures diaphysaires de l'enfant et de l'adolescent. Les contre-indications pour le fémur et le tibia sont principalement liées à l'âge avancé des adolescents chez qui un enclouage centromédullaire verrouillé peut être utilisé sans risque de lésion d'une physe de croissance, et dans certaines fractures ouvertes largement exposées où une fixation externe se révèle plus prudente.

La qualité des résultats de l'ECMES dépend nécessairement du savoir-faire chirurgical, car le chirurgien lui-même doit préparer ses implants, tel un forgeron, afin qu'ils soient les plus efficaces possible.

Références

- [1] Lascombes P, Prevot J, Ligier JN, Métaizeau JP, Poncelet T. Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases. *J Pediatr Orthop* 1990;**10**:167-71.
- [2] Lascombes P, Haumont T, Journeau P. L'embrochage centromédullaire d'une fracture des deux os de l'avant-bras chez l'enfant et l'adolescent. *Rev Chir Orthop* 2006;**92**:615-22.
- [3] Ligier JN, Métaizeau JP, Prevot J, Lascombes P. Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaft fractures in children. *J Bone Joint Surg Br* 1988;**70**:74-7.
- [4] Métaizeau JP. Stable elastic intramedullary nailing for fractures of the femur in children. *J Bone Joint Surg Br* 2004;**86**:954-7.
- [5] Métaizeau JP. Embrochage centromédullaire des fractures du fémur chez l'enfant. *Rev Chir Orthop* 2005;**91**:377-84.
- [6] Pérez Sicilia JE, Morote Jurado JL, Corbacho Gironés JM, Hernández Cabrera JA, Gonzáles Buendía R. Osteosíntesis pecutánea en fracturas diafisarias de antebrazo en niños y adolescentes. *Rev Esp de Cir Ost* 1977;**12**:321-34.
- [7] Lascombes P. *Embrochage centromédullaire élastique stable*. Paris: Elsevier; 2006 (321p).
- [8] Métaizeau JP. *Ostéosynthèse chez l'enfant : embrochage centromédullaire élastique stable*. Montpellier: Sauramps Médical; 1988 (120p).

P. Lascombes (p.lascombes@chu-nancy.fr).

CHU de Brabois, Hôpital d'Enfants, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Lascombes P. Embrochage centromédullaire élastique stable. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-018, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Fibula vascularisée. Techniques, indications en orthopédie et traumatologie

D Le Nen
F Dubrana
W Hu
M Prud'homme
C Lefèvre

Résumé. – Le transfert de fibula vascularisée a révolutionné la prise en charge des longues pertes de substance osseuse en traumatologie. La fibula autorise la reconstruction de defects osseux au-delà de 5 cm, a fortiori si le lit vasculaire est pauvre, pouvant même atteindre jusqu'à 25 cm de longueur. L'artère fibulaire se distribuant également au plan cutané et au soléaire latéral, des transferts composites sont réalisables avec le muscle soléaire, la peau ou les deux à la fois, dans le but de combler un defect osseux, et de couvrir dans le même temps opératoire une perte de substance (musculo-)cutanée. En pratique orthopédique et traumatologique, le transfert osseux isolé est le plus utilisé et presque toujours comme transfert libre : en traumatologie, dans la reconstruction de toute perte de substance osseuse étendue au membre supérieur ou inférieur (fractures récentes, pseudarthroses...) ; en orthopédie, dans le traitement chirurgical des tumeurs diaphysaires ou épiphysaires, des ostéonécroses aseptiques de la tête fémorale après le forage, des pseudarthroses congénitales de la fibula.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : fibula, perte de substance des membres, lambeau de soléaire, lambeau en îlot, greffe osseuse vascularisée, lambeau libre.

Introduction

Le transplant de fibula vascularisée a révolutionné la prise en charge des longues pertes de substance osseuse en traumatologie. Il fut initialement proposé par Taylor [18], en 1975, pour reconstruire un large defect tibial controlatéral. Par rapport à d'autres transferts osseux, il a l'intérêt d'offrir un capital osseux important, son prélèvement pouvant atteindre jusqu'à 25 cm de longueur [1]. L'artère fibulaire se distribuant également au plan cutané et au soléaire latéral, il est possible de réaliser des transferts composites avec le muscle soleus, la peau ou les deux à la fois, dans le but par exemple de combler un defect osseux, et de couvrir dans le même temps opératoire une perte de substance (musculo-)cutanée.

Anatomie vasculaire [1, 11, 19]

VASCULARISATION DE LA FIBULA

La fibula est vascularisée par l'artère et la veine fibulaires qui lui fournissent une double circulation : médullaire et périostée (fig 1). Après sa naissance, l'artère fibulaire gagne rapidement la fibula et poursuit sa course contre l'os en donnant :

- une branche nourricière, dont la longueur varie de 5 à 15 mm, pénétrant la fibula dans la région médiadiaphysaire, à plus ou moins 3 cm en haut ou en bas [3, 4]. Cette artère nourricière donne la vascularisation endostée ;

- l'artère fibulaire fournit également tout le long de la fibula un réseau circonférentiel, sorte d'arcade, assurant une circulation périostée et musculopériostée.

Le drainage veineux est assuré par des veines comitantes, cheminant parallèlement à l'artère. Le diamètre de ces vaisseaux fibulaires à l'origine varie de 1,8 à 2,5 mm pour l'artère et de 2 à 4 mm pour les veines.

Une attention toute particulière a été portée dans la littérature à la vascularisation de l'épiphyse proximale [16], qui possède une vascularisation indépendante de celle du reste de la fibula. Bien qu'il y ait de très nombreuses variations anatomiques, l'extrémité supérieure reçoit de façon constante une vascularisation de l'artère inférolatérale du genou d'une part, branche de la poplitée, et de branches issues de l'artère tibiale antérieure d'autre part. Lorsqu'une reconstruction est planifiée, il est admis que la fibulaire et la tibiale antérieure doivent être utilisées conjointement [5, 6]. Il semble qu'il soit possible [1, 14], vu la présence d'anastomoses entre la diaphyse et l'épiphyse, qu'un transplant emportant jusqu'à la moitié proximale de la fibula puisse être levé sur la seule tibiale antérieure, et sans risque, du moins chez l'enfant [14].

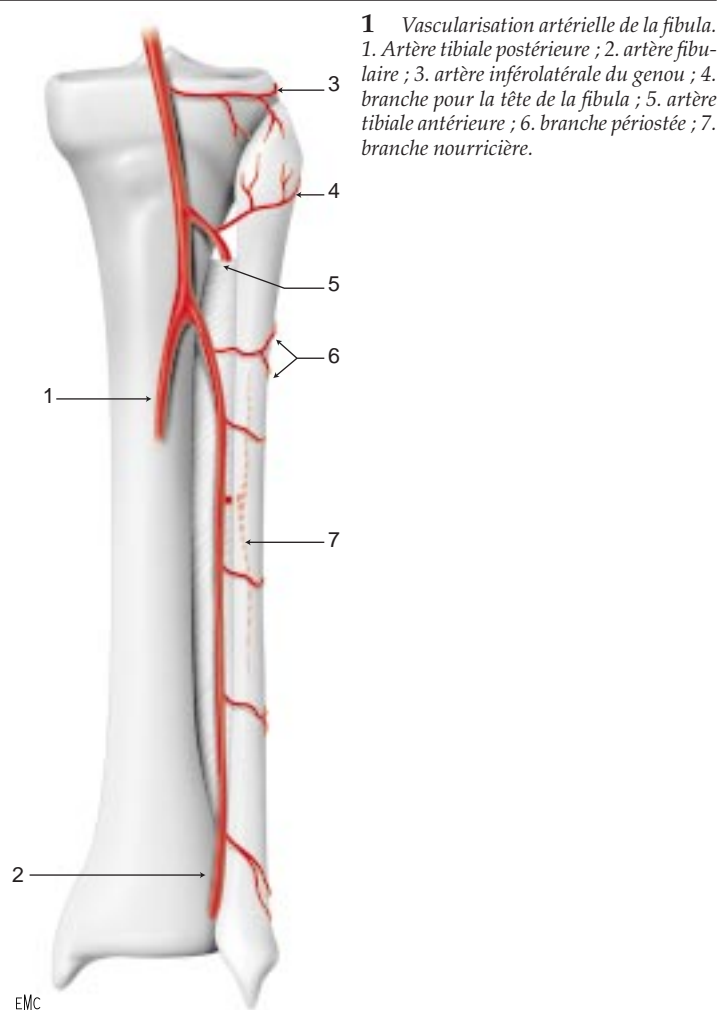
VASCULARISATION MUSCULAIRE ET CUTANÉE

L'artère fibulaire envoie aussi :

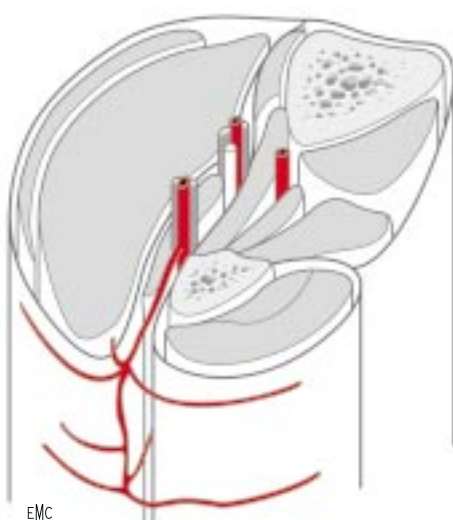
- des branches cutanées directes [21, 22], passant à travers ou entre les muscles soléaire et long fibulaire (long péronier latéral) et se distribuant directement à la peau (fig 2) ;

- des branches musculocutanées passant à travers soléaire et long fibulaire, et se distribuant ensuite à la peau.

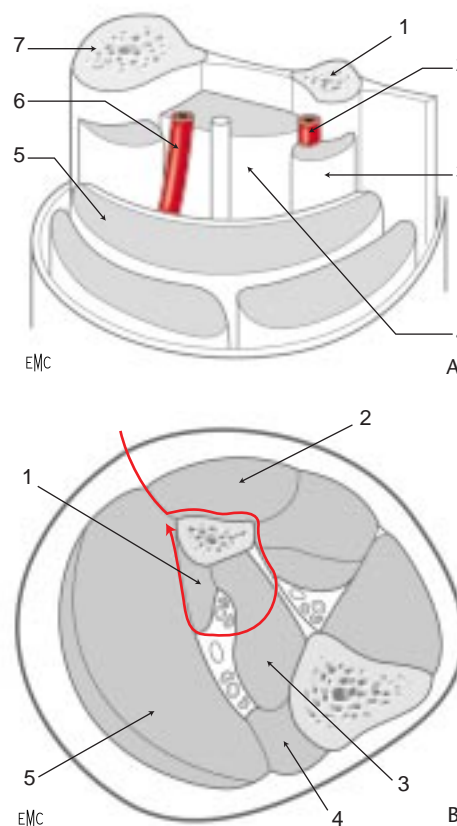
Dominique Le Nen : Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux.
Frédéric Dubrana : Chirurgien des Hôpitaux.
Weiguo Hu : Professeur associé.
Marc Prud'homme : Assistant-chef de clinique.
Christian Lefèvre : Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux.
Service de chirurgie orthopédique, traumatologique et plastique, CHU, hôpital de la Cavale Blanche, boulevard Tanguy-Prigent, 29200 Brest.



1 Vascularisation artérielle de la fibula.
1. Artère tibiale postérieure ; 2. artère fibulaire ; 3. artère inférolatérale du genou ; 4. branche pour la tête de la fibula ; 5. artère tibiale antérieure ; 6. branche périostée ; 7. branche nourricière.



2 Branches cutanées issues de l'axe fibulaire, dans l'espace soléaire-long fibulaire. Ces artères ont une terminaison radiaire avec des anastomoses longitudinales (3, 4).



3 Rapports de l'artère fibulaire.

A. Coupe au tiers moyen de la jambe. 1. Fibula ; 2. artère fibulaire ; 3. muscle long fléchisseur de l'hallux ; 4. muscle tibial postérieur ; 5. muscle soléaire ; 6. artère tibiale postérieure ; 7. tibia.

B. Coupe horizontale ; la ligne fléchée figure les différents temps du prélèvement de la fibula, emportant un fourreau de muscles long fléchisseur de l'hallux et tibial postérieur. 1. Muscle long fléchisseur de l'hallux ; 2. muscles fibulaires ; 3. muscle tibial postérieur ; 4. muscle long fléchisseur commun des orteils ; 5. muscle soléaire.

CONSÉQUENCES CHIRURGICALES

Le respect de l'unité fibula-pédicule fibulaire est primordial. Il faut s'en préoccuper tout au long du prélèvement.

Le pédicule fibulaire étant très proche du long fléchisseur de l'hallux et du muscle tibial postérieur, voire traversant ce premier, il est prudent d'emporter un fourreau musculaire lors du prélèvement de la fibula, ce qui a pour autre avantage d'améliorer les conditions hémodynamiques du transfert [7, 11] (fig 3A, B).

Technique de prélèvement

TRANSFERT OSSEUX ISOLÉ

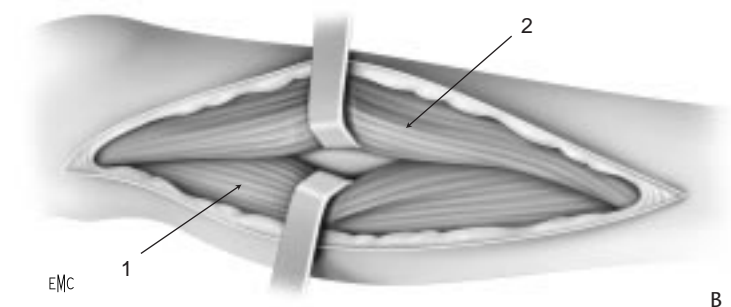
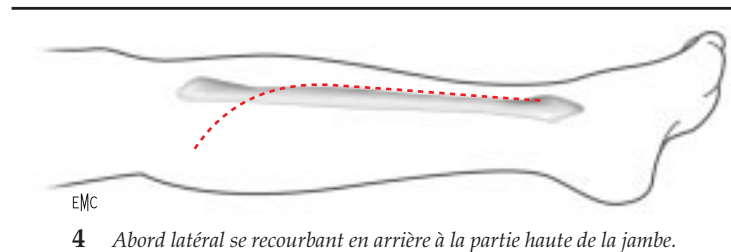
Initialement, la levée fut décrite avec un abord postérieur [18], réalisée sur un patient en décubitus ventral ; mais l'abord latéral, décrit par Gilbert [5, 7], représente la technique de référence. Nous décrivons la technique telle que nous l'employons, inspirée de celle de Gilbert.

Le patient est positionné idéalement en décubitus latéral. Mais pour des raisons d'accès au site receveur sans changement de position, le patient est le plus souvent installé en décubitus dorsal, avec un coussin sous la fesse. Il est possible de disposer la jambe sur une table de Mayo, la hanche étant positionnée en forte flexion et en rotation médiale. Un garrot pneumatique est placé à la racine de la cuisse, la dissection de la fibula et de son pédicule étant au mieux réalisée de manière exsangue.

Une fois le site receveur et le membre inférieur champés, le dessin du prélèvement osseux est dessiné sur la peau, suivant l'axe

Le soléaire latéral reçoit de façon constante un pédicule supérieur principal venant du tronc tibiofibulaire, de la fibulaire, voire de la tibiale postérieure [20]. Son diamètre extérieur moyen de 1,87 mm (1,1 mm-2,5 mm) le rend utilisable éventuellement pour un transfert libre [20]. Puis la fibulaire donne des pédicules accessoires inférieurs qui sont rares, de zéro à trois selon les études, la vascularisation de la partie fibulaire du muscle ayant une disposition dite « dominante proximale » dans 95 % des cas [10, 17].

Ces différentes branches, (musculo-)cutanées et musculaires, peuvent ainsi être le support vasculaire de transferts composites ostéocutanés, ostéomusculaires ou ostéo-musculo-cutanés (cf infra).

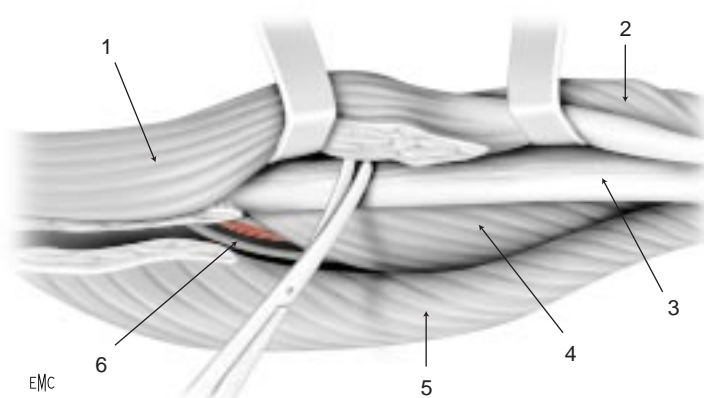


5 Recherche de l'interstice musculaire soléaire - long fibulaire, qui mène à la fibula.
A. Vue peropératoire.
B. Vue schématique. 1. Muscle soléaire ; 2. muscle fibulaire.

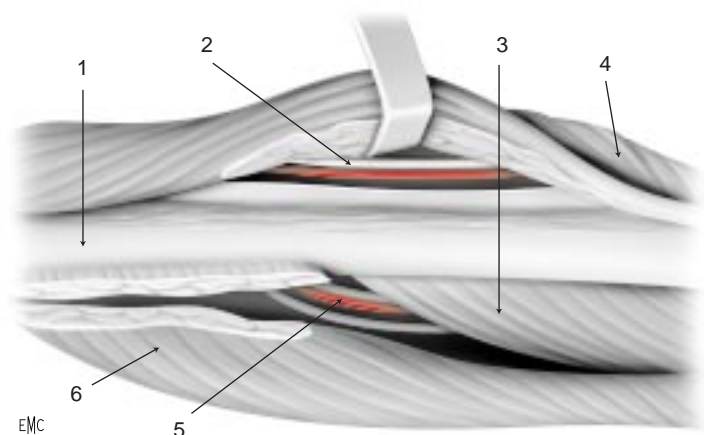
longitudinal de la fibula. Le foramen (pénétration du pédicule fibulaire au niveau de l'os) étant situé au milieu de la fibula à + ou - 3 cm [3, 4], le dessin du greffon est centré sur le milieu de la fibula en général, le pédicule nourricier devant obligatoirement être inclus dans le prélèvement.

L'abord est latéral en regard de la fibula et s'incurve vers l'arrière à la partie haute de la jambe, dans le but de bien exposer le pédicule tibiofibulaire (fig 4). Après avoir incisé le fascia crural, l'espace entre soléaire et muscles fibulaires est repéré, menant à la partie latérale de la fibula (fig 5). Dès la prise de contact avec la fibula et pendant toute la durée du prélèvement, il est impératif de respecter le périoste et sa vascularisation. L'on procède à l'exposition osseuse, soit en ruginant en douceur avec une rugine de Cobb, soit plutôt en maniant des ciseaux mousses, pointe tournée vers la fibula, de manière à prélever l'os et le périoste. La progression de la dissection se fait dans l'axe de la fibula, et alternativement en avant et en arrière (fig 6).

Progression en avant de la fibula (fig 7, 8, 9) : le septum séparant les muscles fibulaires et les extenseurs est incisé (septum intermusculaire crural antérieur). La dissection est toujours extrapériostée, sans garder de coiffe musculaire sur cette partie antérolatérale de la fibula. En réclinant les muscles des régions crurales latérale (muscles fibulaires) et antérieure (muscles extenseurs), on expose la membrane interosseuse crurale. Elle est incisée en restant au plus près de la fibula pour ne pas blesser le



6 Exposition de la face latérale de la fibula par dissection aux ciseaux. Ici, les muscles fibulaires sont relevés. 1. Muscle long fibulaire ; 2. muscle court fibulaire ; 3. fibula ; 4. muscle long fléchisseur de l'hallux ; 5. muscle soléaire ; 6. vaisseaux fibulaires.



7 La dissection antérieure se poursuit à travers le septum intermusculaire crural antérieur, libérant les muscles extenseurs, en protégeant le paquet tibial antérieur. 1. Fibula ; 2. paquet tibial antérieur ; 3. long fléchisseur de l'hallux ; 4. muscle court fibulaire ; 5. vaisseaux péroniers ; 6. muscle soléaire.

paquet tibial antérieur qui est repéré. Il est nécessaire de prendre avec la fibula une coiffe de muscle tibial postérieur (jambier postérieur). Pour certains, ce procédé évite de blesser les vaisseaux fibulaires et améliore le retour veineux quand le transfert est revascularisé [7, 11].

Progression en arrière de la fibula (fig 7, 8, 9) : l'arcade fibreuse du soléaire est libérée à sa partie haute, ce qui permet d'exposer l'artère tibiale postérieure et l'origine de l'artère fibulaire. Puis le muscle long fléchisseur de l'hallux est désinséré en extrapériostée avec les ciseaux. En réclinant en arrière soléaire et long fléchisseur de l'hallux, on expose les vaisseaux fibulaires et le nerf tibial postérieur. En fait, la fibulaire passant parfois à travers le long fléchisseur de l'hallux, ce dernier peut être prélevé de nécessité. Le plan de dissection passe en arrière entre vaisseaux fibulaires en dehors et paquet tibial postérieur en dedans.

Pour certains [7, 11], si une anastomose distale de la fibulaire au niveau du site receveur n'est pas envisagée, il est aussi préférable d'inclure tout le long fléchisseur de l'hallux pour améliorer les conditions hémodynamiques du transfert.

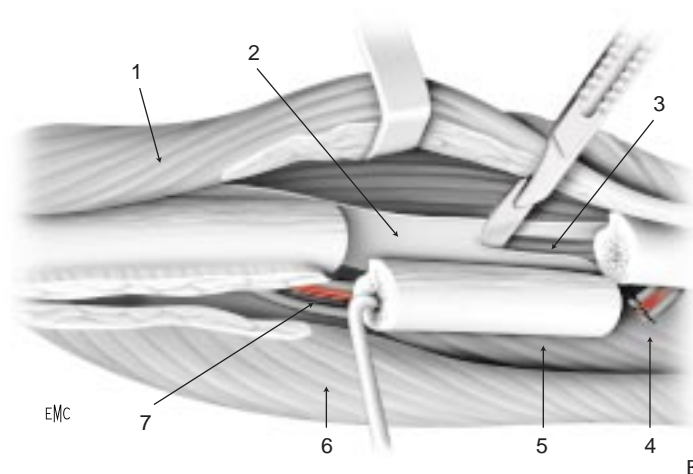
Afin de faciliter ces temps, antérieur et postérieur, et une fois la longueur de la greffe déterminée, nous sectionnons avec une scie de Gigli les deux extrémités de l'os, en protégeant bien les muscles et les vaisseaux avoisinants lors de son maniement. L'une des extrémités est chargée sur un petit crochet de Lambotte ou une pince à champ, ce qui permet, en mobilisant la fibula, de disséquer de part et d'autre en avant et en arrière, avec une plus grande facilité (fig 8, 9, 10). On effondre ainsi avec plus d'aisance les cloisons



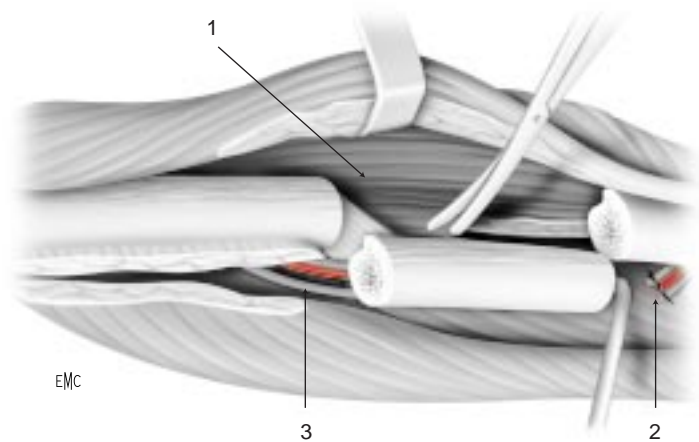
8 Incision de la membrane interosseuse crurale.

A. Vue peropératoire.

B. Vue schématique. 1. Rétraction des muscles des compartiments antérieur et



latéral ; 2. membrane interosseuse ; 3. muscle tibial postérieur ; 4. extrémité distale du pédicule fibulaire ligaturé ; 5. long fléchisseur de l'hallux ; 6. muscle soléaire ; 7. vaisseaux fibulaires.



9 Libération du muscle tibial postérieur. 1. Muscle tibial postérieur ; 2. extrémité distale du pédicule fibulaire ligaturé ; 3. vaisseaux fibulaires.

s'amarrant à la fibula tout en prélevant, et c'est fondamental, l'ensemble fibula-vaisseaux fibulaires (fig 11).

Le pédicule fibulaire est lié en distal. Le moignon vasculaire peut être fixé au périoste de la partie distale du transplant grâce à un point de fil résorbable, ceci afin d'éviter d'arracher le pédicule

vasculaire lors de la manipulation de la fibula. Dans le cas où le flux distal est rétabli, il faut respecter l'axe distal qui est simplement clampé.

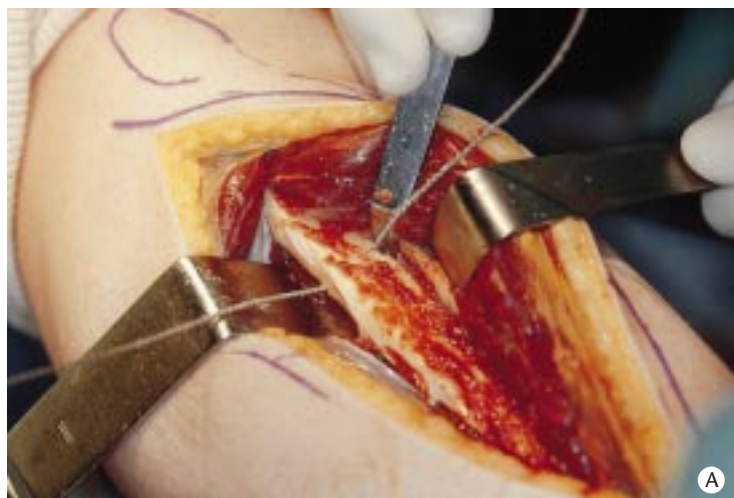
Enfin, la fibula est levée de distal en proximal en veillant toujours à prélever en monobloc l'os et son pédicule. La dissection ne s'arrête que lorsque l'on arrive à l'origine du pédicule fibulaire, au niveau du tronc tibiofibulaire. L'exposition est facilitée par la mise en flexion de la jambe qui détend les jumeaux. On dispose ainsi d'un pédicule assez court, de 4 à 5 cm de long, dont le diamètre est de 2 mm environ pour l'artère ; les veines sont souvent plus grosses. La dissection terminée, le garrot est levé, permettant de vérifier la parfaite vascularisation du greffon (fig 12).

La fibula étant presque toujours utilisée comme transfert libre, il ne reste qu'à sectionner le pédicule fibulaire au niveau de la division tibiofibulaire. Ensuite sur une table, et sous grossissement optique, le pédicule est repéré, les veines séparées par une dissection douce de l'artère, la lumière des vaisseaux irriguée au sérum hépariné (fig 13).

Le lâcher de garrot permet aussi de parfaire l'hémostase. Gilbert^[7] propose au niveau du site donneur de réattacher les muscles sur la membrane interosseuse crurale avec quelques points de suture. La fermeture est classique, sur drains de Redon, en deux plans.

Certaines précautions doivent être prises vis-à-vis du site donneur.

Tout doit être fait pour garder les 6 à 7 cm distaux de fibula, ce qui permet de maintenir l'intégrité fonctionnelle de la cheville^[19]. Si le prélèvement se situe près de l'articulation tibiotarsienne, mieux vaut fixer

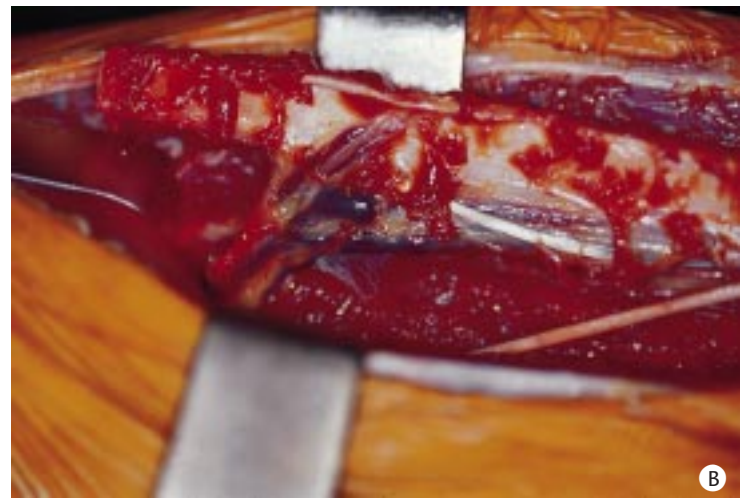


10 A, B. Afin de faciliter la levée du transplant, et une fois la longueur de la greffe déterminée, il faut sectionner les extrémités de la fibula, avec une scie de Gigli (A). L'une des extrémités est chargée sur un petit crochet de Lambotte (B) ou une pince

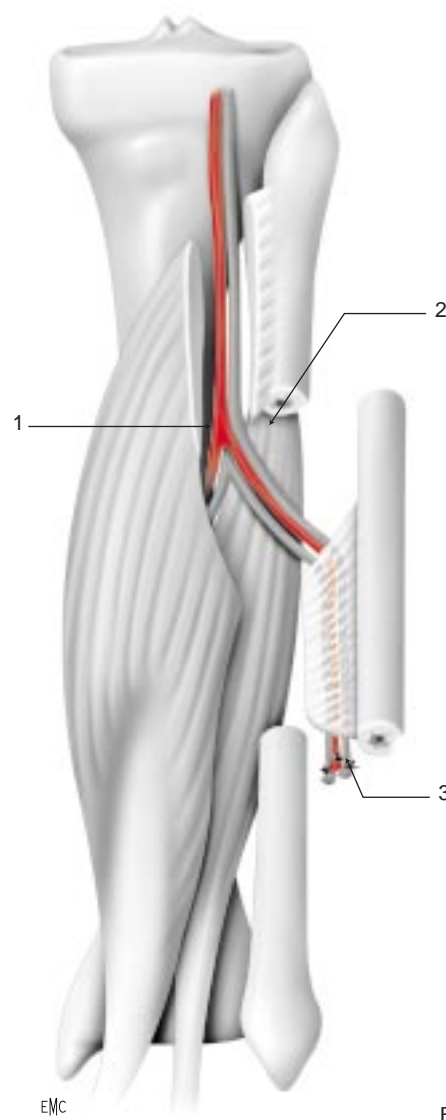
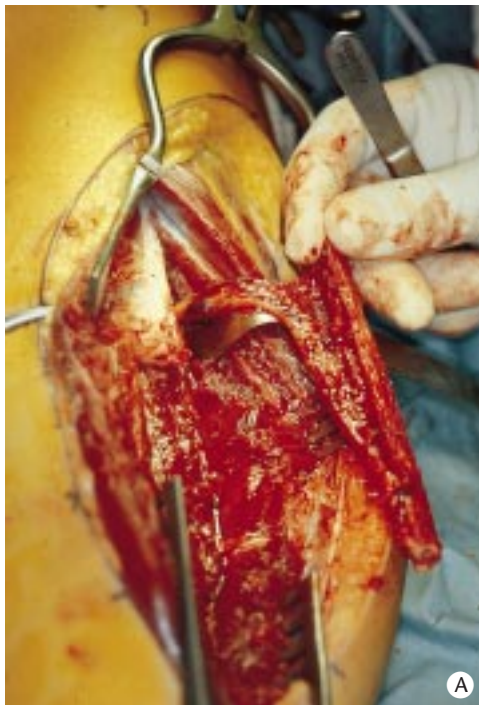
à champ, ce qui permet, en mobilisant la fibula, de disséquer de part et d'autre en avant et en arrière, avec une plus grande facilité.



11 Vue postérieure montrant l'unité « pédicule-fibula ».
A. Le pédicule fibulaire en dehors, et le pédicule tibial postérieur en dedans, sont visibles, séparés par le nerf tibial postérieur.



B. Le pédicule fibulaire rejoint la fibula et donne le pédicule nourricier, après quoi il chemine, parallèle dans l'axe de cet os.



12 La fibula est complètement libérée sur son pédicule fibulaire.

A. Vue peropératoire.

B. Vue schématique. 1. Pédicule tibial postérieur ; 2. pédicule fibulaire ; 3. pédicule fibulaire ligaturé.

la pince tibiofibulaire pour préserver l'intégrité de la mortaise et prévenir une migration proximale de la fibula distale restante^[7, 19]. Pour prévenir une déformation en valgus chez l'enfant, Gilbert propose de reconstruire le site donneur avec un greffon corticopériosté tibial. Il vaut mieux également préserver, en l'absence de prélèvement de l'épiphyse proximale, les 6 à 7 cm proximaux de la fibula.

TRANSFERTS COMPOSITES

■ Lambeaux ostéocutanés

L'existence dans l'interstice entre soléaire et muscles fibulaires de deux à cinq pédicules perforants cutanés, situés le long du bord



13 Sur une table, et sous grossissement optique, le pédicule est ensuite préparé, les veines séparées par une dissection douce de l'artère.

postérieur de la fibula, immédiatement en arrière du fascia recouvrant le soléaire ^[21, 22], permet la levée de lambeaux ostéocutanés. C'est ainsi qu'il peut être prélevé des lambeaux de 16 cm de long sur 6 cm de large ^[1], axés sur deux à trois vaisseaux perforants. Un territoire cutané plus étendu peut être prélevé si nécessaire. À l'opposé, un petit territoire peut être associé à un transfert de fibula vascularisée.

■ Lambeaux ostéomusculaires ^[2]

La fibulaire fournissant en général un pédicule proximal dominant destiné au soléaire latéral, il est possible de proposer un transfert ostéomusculaire, utilisant tout ou partie du muscle selon les besoins (fig 14).

Évolution

La surveillance postopératoire des transferts composites est aisée, la palette cutanée ou le muscle servant de témoins. En cas de transfert osseux isolé, Yoshimura a proposé l'utilisation temporaire d'un témoin cutané, vascularisé par un pédicule septocutané ^[20]. Dans notre expérience, cet artifice est rarement nécessaire. De même, une héparinothérapie, uniquement préventive des complications thromboemboliques, est nécessaire mais suffisante.

Déterminer la qualité de la revascularisation dans le temps n'est pas aisé. La scintigraphie au technétium 99 a été proposée par certains, mais elle ne semble fiable que dans les premiers jours.

Les meilleurs arguments en faveur de la vascularisation du transplant restent en fait la simplicité des suites opératoires, l'apparition d'un cal osseux en 4 à 6 semaines, l'absence de résorption osseuse sur les radiographies.

Indications

La fibula autorise la reconstruction de longs defects osseux, au-delà de 5 cm, a fortiori si le lit vasculaire est pauvre. Elle a prouvé, dans ces indications, sa supériorité par rapport aux méthodes conventionnelles de reconstruction, par greffon osseux non vascularisé ^[11].

En pratique, le transfert osseux isolé est le plus utilisé en orthopédie-traumatologie. Il est rarement employé pédiculé, dans le traitement des pertes de substances osseuses distales de la jambe (avec un pédicule inversé), ou proximales du tibia ainsi que du fémur distal (avec alors un pédicule direct) (fig 15). Il est en fait presque toujours employé comme transfert libre :

– en traumatologie, dans la reconstruction de toute perte de substance osseuse étendue au membre supérieur ou inférieur (fractures récentes, pseudarthroses...) (fig 16) ^[12] ;



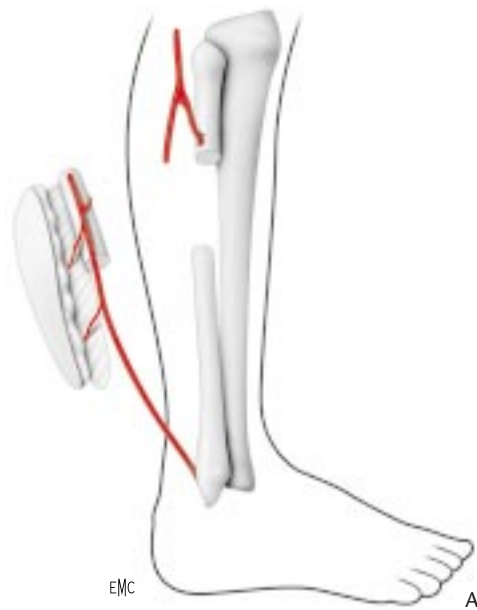
14 Fracture complexe de l'humérus gauche avec pertes de substance osseuse, musculaire et cutanée (accident de chasse).

A. Radiographie de face montrant l'importante perte de substance osseuse.

B. Prélèvement en urgence d'un lambeau composite de fibula (à droite sur la figure) et de soléaire latéral sur mesure (à gauche sur la figure).

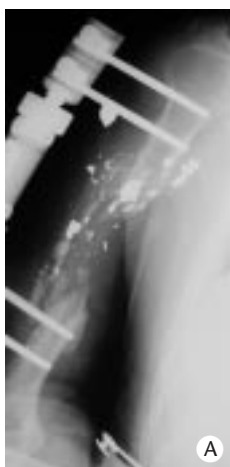
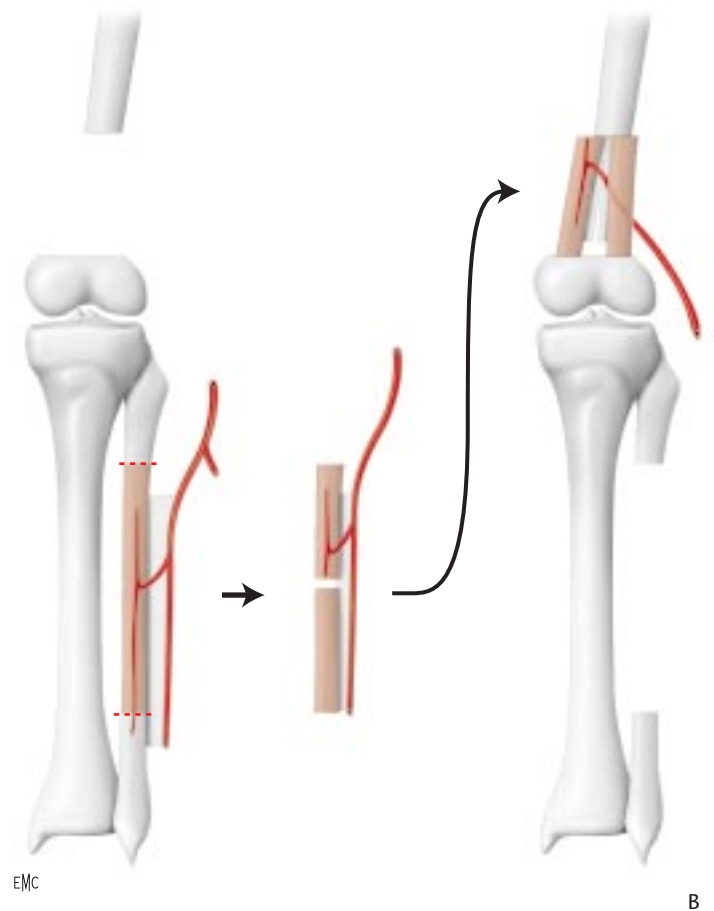
C. Ostéosynthèse par fixateur externe monoplan, brochage de la fibula et greffe spongieuse aux extrémités.

D, E, F. Mobilités postopératoires, en cours de consolidation.



15 Transfert de fibula vascularisée pédiculée dans le traitement de pertes de substance osseuse.

- A. Du tibia distal.
B. Du fémur distal.



16 Fracture complexe de l'humérus droit avec perte de substance osseuse (accident de chasse).

- A. En urgence, après parage, l'humérus est stabilisé par un fixateur externe monoplan.
B. Résultat radiographique à consolidation, après transfert d'un segment de fibula, ostéosynthésé par plaque vissée.

indifféremment sur n'importe lequel de ces axes ; nous privilégions le branchement rétromalléolaire médial sur l'axe tibial postérieur en terminolatéral. Si la jambe n'est vascularisée que par un seul axe, mieux vaut alors le préserver et se brancher sur une des autres branches, soit dans le sens du flux, soit parfois sur le moignon artériel distal.

Selon le diamètre de l'os receveur et l'étendue de la perte de substance, la fibula peut être :

- ou interposée sans préparation complémentaire, cas le plus fréquent ;
- ou dédoublée^[3] pour une meilleure tenue mécanique et un meilleur « remplissage » osseux du defect (fig 15B).

Au site receveur, la fixation peut faire appel à un montage stable pontant la fibula (fixateur externe, plaque vissée), ou un montage de mêmes types prenant la fibula. La fixation centromédullaire avec l'utilisation de fraises non motorisées est intéressante à l'avant-bras. Dans tous les cas, il faut préconiser une fixation très solide des extrémités du greffon et l'apport de greffon spongieux ou corticospongieux aux deux extrémités^[12].

– en orthopédie, dans le traitement chirurgical des tumeurs diaphysaires ou épiphysaires (fig 17), des ostéonécroses aseptiques de la tête fémorale après le forage (fig 18)^[8, 9] des pseudarthroses congénitales de la fibula (fig 19)^[7].

Un bilan artériographique préopératoire du site receveur n'est indispensable qu'après un traumatisme complexe, pour apprécier d'une part l'état des axes vasculaires et d'autre part le nombre d'axes perméables. À la jambe, si les trois axes sont perméables (tibial antérieur, fibulaire, tibial postérieur), le branchement peut se faire

Avantages

Le prélèvement de la fibula n'occasionne aucune séquelle fonctionnelle majeure. Des cas de déficit d'extension du gros orteil ont été rapportés^[7]. Nous avons observé cette complication chez un de nos patients, avec une récupération complète en quelques semaines. La cicatrice, même si elle est étendue, est souvent discrète, surtout chez l'homme.



17 Chondrosarcome du tibia.

- A. Radiographie de profil, révélant un chondrosarcome qui fut découvert fortuitement, à l'occasion d'une fracture du calcanéus.
 B. Radiographies à 7 ans de recul. Il faut noter l'épaississement de la fibula qui s'est « tibialisée », en raison d'une adaptation aux contraintes mécaniques subies.
 C, D. Radiographies de face et de profil, centrées sur le site d'ancrage distal, montrant l'incorporation parfaite de la fibula et du greffon iliaque mis en place lors du même temps opératoire.

Inconvénients

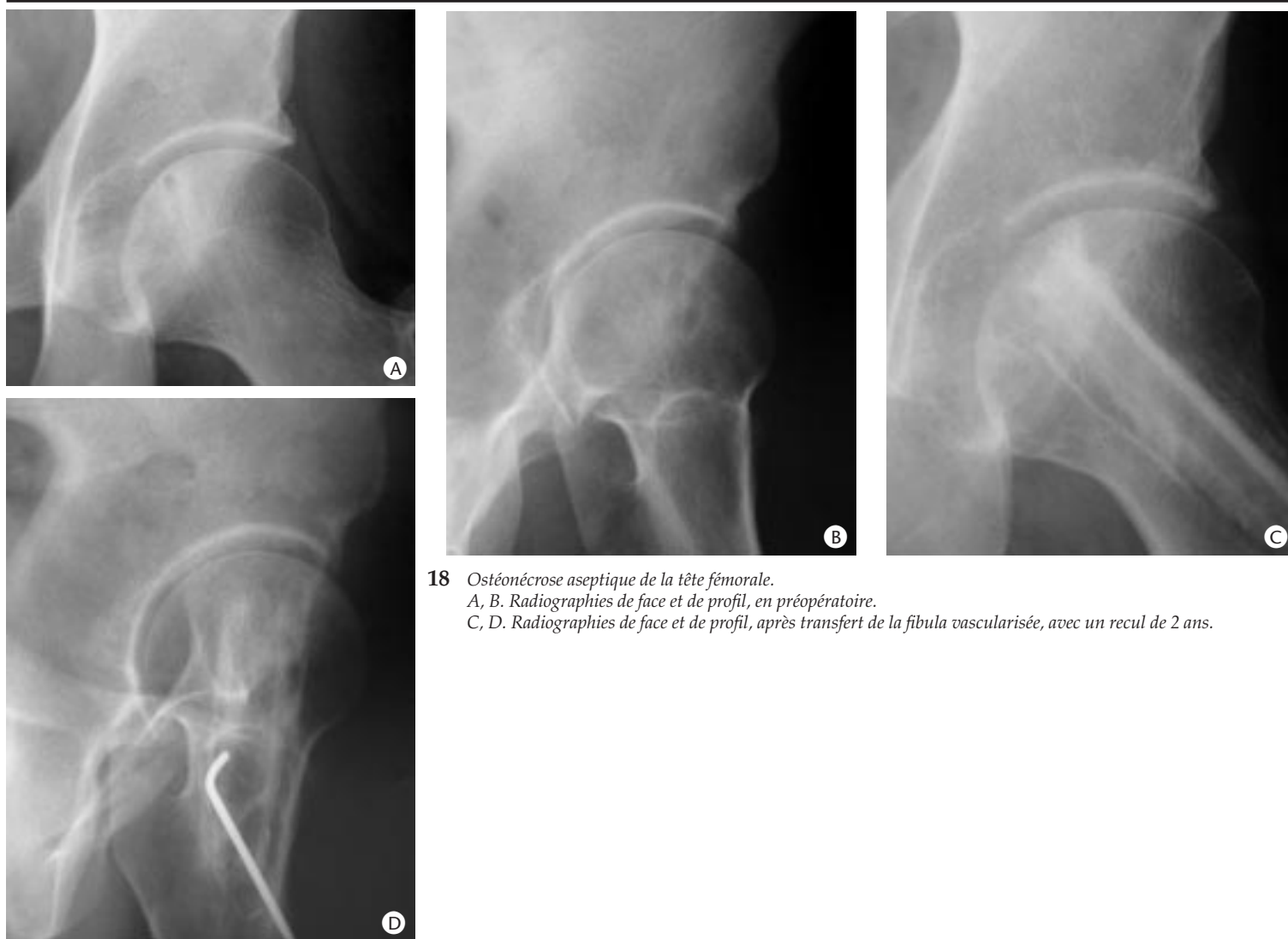
Le réseau veineux fibulaire, souvent plexiforme, très dilaté, peut gêner la dissection du pédicule vasculaire, avec de possibles blessures veineuses.

La fibula est un os cortical, ne comprenant que très peu de spongieux. Ces propriétés lui confèrent certes une solidité mécanique, mais elle se défend mal en milieu septique, surtout en cas de thrombose de son pédicule vasculaire.

L'absence d'artère fibulaire après le prélèvement est compensée par les autres axes de la jambe et en particulier l'axe tibial postérieur.

Néanmoins, il a été décrit des variations anatomiques avec notamment l'absence de tibiale postérieure [15]. De même, une artériopathie sévère des membres inférieurs ou des thromboses veineuses des membres peuvent représenter une limite au prélèvement.

Ainsi, l'examen clinique, une radiographie de la jambe en cas de doute sur une artériopathie (à la recherche de calcifications vasculaires), un échodoppler veineux et artériel, semblent prudents dans le cadre du bilan préopératoire [13]. Si ces derniers examens ne sont pas contributifs, peut se discuter une artériographie.



18 Ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.
A, B. Radiographies de face et de profil, en préopératoire.
C, D. Radiographies de face et de profil, après transfert de la fibula vascularisée, avec un recul de 2 ans.

Figure 19 et Références ►



19 Schématisation d'un transfert de fibula dans le cadre d'une pseudarthrose congénitale du tibia.

Références

[1] Baudet J. Indications et techniques des greffes osseuses vascularisées au membre supérieur. In : Cahier d'enseignement de la Société française de chirurgie de la main. Paris : Expansion Scientifique Française, 1998 : 55-77

[2] Baudet J, Panconi B, Caix P, Schoofs M, Amarante J, Kadoura R. The composite fibula and soleus free transfer. *Int J Microsurg* 1982 ; 4 : 10-26

[3] Cariou JL, Couturaud B, Tripon P, Lambert F, Bellavoit A. Le lambeau dédoublé de fibula : étude anatomique et application clinique à la reconstruction fémorale post-traumatique. À propos de six cas. *Ann Chir Plast Esthét* 1996 ; 41 : 169-184

[4] Cariou JL, Le Gall R. L'anatomie artérielle des lambeaux péroniers analysée par l'examen doppler et l'artériographie. *Ann Chir Plast Esthét* 1991 ; 36 : 405-423

[5] Gilbert A. Vascularized transfer of the fibular shaft. *Int J Microsurg* 1979 ; 1 : 100-109

[6] Gilbert A. Fibular transfer. In : Wood MB, Gilbert A eds. *Microvascular bone reconstruction*. London : Martin Dunitz, 1997 : 64-79

[7] Gilbert A. Free fibular transfer. *Grabb's Encyclopedia of flaps*, 1998 : tome 2

[8] Judet H, Gilbert A. Long-term results of free vascularized fibular grafting for femoral head necrosis. *Clin Orthop* 2001 ; 386 : 114-119

[9] Le Nen D, Lefèvre C, Dubrana F, Guyot X, Lacroix J. Chirurgie conservatrice de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale par greffe de fibula vascularisée. *Rev Chir Orthop* 2000 ; 86 (suppl II) : 32

[10] Lopez-Casero R, De Pedro JA, Rodriguez E, Masquelet AC. Distal vascular pedicle-hemisoleus to tibial length ratio as a main predictive index in preoperative flap planning. *Surg Radiol Anat* 1995 ; 17 : 113-119

[11] Masquelet AC, Gilbert A. *Flaps in limb reconstruction*. London : Martin Dunitz, 1997

[12] Mathoulin C, Gilbert A, Judet H, Judet T, Siguier M, Brumpt B. Transfert libre de péroné vascularisé dans les pseudarthroses et pertes de substance fémorale. *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 : 492-499

[13] Menard P, Germain MA, Kapron AM, Foussadier F, Schwabb G, Bertrand JC. Reconstruction mandibulaire par transfert libre de péroné. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1992 ; 93 : 98-105

[14] Menezes-Leite MC, Dautel G, Duteille F, Lascombes P. Transplantation of the proximal fibula based on the anterior tibial artery. Anatomical study and clinical application. *Surg Radiol Anat* 2000 ; 22 : 235-238

[15] Piral T, Germain M, Princ G, Dubousset J. Transplant libre de péroné et attitudes pratiques en cas d'absence d'artère tibiale postérieure. *Ann Chir Plast Esthét* 1997 ; 42 : 629-634

[16] Restrepo J, Katz D, Gilbert A. Arterial vascularization of the proximal epiphysis and the diaphysis of the fibula. *Int J Microsurg* 1980 ; 2 : 49-54

[17] Sadasivan KK, Ogden JT, Albright JA. Anatomic variations of the blood supply of the soleus muscle. *Orthopedics* 1991 ; 14 : 679-683

[18] Taylor GI, Miller GD, Ham FS. The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. *Plast Reconstr Surg* 1975 ; 5 : 533-544

[19] Weiland AJ, Moore JR. Microvascular free transfer of fibula. *Grabb's Encyclopedia of flaps*, 1998

[20] Yajima H, Ishida H, Tamai S. Proximal lateral leg flap transfer utilizing major nutrient vessels to the soleus muscle. *Plast Reconstr Surg* 1994 ; 93 : 1442-1448

[21] Yoshimura M, Shimada T, Hosokawa M. The vasculature of the peroneal tissue transfer. *Plast Reconstr Surg* 1990 ; 85 : 917-921

[22] Yoshimura M, Shimamura K, Iwai Y. Free vascularized fibular transplant. A new method for monitoring circulation of the grafted fibula. *J Bone Joint Surg Am* 1983 ; 65 : 1295-1301

Lambeaux pédiculés des membres

A.-C. Masquelet

Les lambeaux pédiculés des membres occupent une place importante dans l'arsenal des techniques de réparation des parties molles de l'appareil locomoteur. Leur sélection, dans chaque cas singulier, est soumise à une évaluation rigoureuse des conditions locales et générales, et à une intégration dans une stratégie de réparation, notamment lorsqu'il s'agit de traiter une perte de substance pluritissulaire. L'affinement des études anatomiques permet désormais de faire appel à de nombreuses variantes des lambeaux dits « standards », variantes qui vont dans le sens d'une simplification et d'une fiabilité accrue des techniques. Sont présentées dans cet article les principales techniques qu'un chirurgien orthopédiste traumatologue doit connaître de principe. Cependant, la mise en pratique d'un lambeau pédiculé demeure un exercice délicat qui requiert un entraînement technique préalable et une bonne expérience générale du traitement des pertes de substance.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Lambeaux pédiculés ; Réparation ; Perte de substance

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Avant-propos | 1 |
| ■ Introduction | 2 |
| Révolution des années 1970-1980 | 2 |
| Historique | 2 |
| Avancées récentes | 2 |
| Tendance actuelle | 2 |
| ■ Vascularisation de la peau et des muscles et caractérisation d'un lambeau | 2 |
| Vascularisation de la peau | 2 |
| Vascularisation des muscles | 2 |
| Caractérisation d'un lambeau | 3 |
| ■ Règles de prélèvement des lambeaux | 3 |
| Point de pivot | 3 |
| Longueur du pédicule | 3 |
| Dessin du lambeau | 3 |
| Prélèvement proprement dit | 3 |
| ■ Indications générales | 3 |
| Échelle des procédés | 3 |
| Choix de la nature du lambeau | 3 |
| Évaluation du patient | 4 |
| Stratégies | 4 |
| ■ Lambeaux du membre supérieur | 4 |
| Lambeau musculaire de grand dorsal | 4 |
| Lambeau brachial latéral | 5 |
| Lambeau de la branche proximale de l'artère radiale | 6 |
| Lambeau antébrachial de l'artère radiale | 7 |
| Lambeau antébrachial de l'artère ulnaire | 9 |
| Lambeau interosseux postérieur | 9 |
| Lambeau inguinal | 10 |
| ■ Lambeaux du membre inférieur | 12 |
| Lambeau de jumeau médial | 12 |
| Lambeau de jumeau latéral | 13 |
| Lambeau de soléaire | 13 |
| Autres transferts musculaires | 15 |

| | |
|---|----|
| ■ Lambeaux fasciocutanés de jambe | 16 |
| Lambeau saphène médial | 17 |
| Lambeau supramalléolaire latéral | 17 |
| Lambeau neurocutané sural à point de pivot distal | 18 |
| Lambeaux atypiques | 18 |

■ Avant-propos

Les lambeaux pédiculés des membres qui font désormais partie intégrante des techniques chirurgicales de l'appareil locomoteur sont un domaine en constant remaniement. Au-delà des techniques standardisées que nous exposons dans cet article, la tendance générale est à la singularisation des techniques pour chaque patient. L'opérateur doit en effet s'obliger à tirer bénéfice des multiples possibilités de l'anatomie en y incluant des variations qui sont souvent une découverte opératoire. C'est dire que la chirurgie des lambeaux est devenue, au fil de l'expérience, une chirurgie complexe non pas tant dans sa réalisation technique proprement dite que dans sa préparation. En traumatologie surtout, la situation recèle de nombreuses difficultés liées notamment au désir de repousser sans cesse les limites de conservation mais aussi aux lésions irréversibles et, de plus en plus souvent, à des tentatives opératoires malheureuses qui compliquent la tâche. La notion de base de la chirurgie des lambeaux est la notion de configuration ; configurations vasculaire et tissulaire qu'il faut évaluer et supputer pour chaque patient, avant l'intervention et pendant la première phase de l'acte opératoire. Il s'agit, en début d'intervention, de faire une exploration régionale afin de prendre connaissance de la configuration propre au patient dont il faut tirer le meilleur parti possible, parfois pour lever un lambeau inédit. Cette façon d'envisager a priori « une technique taillée sur mesure en fonction des caractéristiques de chaque situation » combinée au grand nombre de procédés standardisés, désormais disponibles, ne facilite pas l'apprentissage. Pour rester dans un cadre

didactique, nous avons volontairement limité les descriptions techniques pour insister sur les principes de mise au point d'un lambeau pédiculé. Nous avons exclu, d'une part, les lambeaux intrinsèques de la ceinture pelvienne destinés au traitement des escarres, dont les indications ont été pratiquement réduites à néant en raison de l'efficacité du *vacuum assisted closure* (VAC) et, d'autre part, les lambeaux de la main et des doigts qui constituent à eux seuls un véritable traité. Nous nous en tenons aux lambeaux des parties molles en laissant de côté les transferts osseux qui justifient également une description spécifique.

■ Introduction

Révolution des années 1970-1980

La chirurgie des lambeaux a connu un essor considérable au début des années 1970, favorisée par le développement des techniques microchirurgicales et un regain d'intérêt pour l'anatomie.

Historique

L'essor soudain des années 1970-1980 ne doit pas occulter le lent et patient travail de ceux qu'il faut bien appeler les pionniers dans la mesure où nombre de techniques décrites dans les 30 dernières années avaient déjà été utilisées avec succès près d'un siècle auparavant.

Avancées récentes

Les dix dernières années ont vu s'accomplir d'intéressantes avancées qui ont renouvelé le concept traditionnel de lambeau.

Tendance actuelle

Et la tendance actuelle, du moins en Occident, est une utilisation grandissante de lambeaux pédiculés par rapport aux lambeaux libres microchirurgicaux.

“ Points importants

Tout lambeau n'est qu'un procédé technique qu'il est nécessaire d'intégrer dans une stratégie de réparation. La notion de configuration vasculaire et tissulaire est la clé de la programmation d'un lambeau pédiculé.

■ Vascularisation de la peau et des muscles et caractérisation d'un lambeau

Vascularisation de la peau ^[1-10]

Nous reprenons la description de Salmon en distinguant les artères cutanées directes et indirectes qui, toutes, traversent le fascia profond pour parvenir à l'enveloppe cutanée.

“ Points importants

Il faut retenir :

- l'importance du fascia comme lame porte-vaisseau ;
- l'étagement de la vascularisation de type interstitiel qui prédomine au membre et permet de lever des lambeaux sur mesure.

Vascularisation des muscles ^[11]

Plusieurs classifications ont été proposées. La plus simple et la plus utile en pratique demeure celle de Mathes et Nahai (1979) qui distingue cinq types de vascularisation musculaire (Fig. 1).

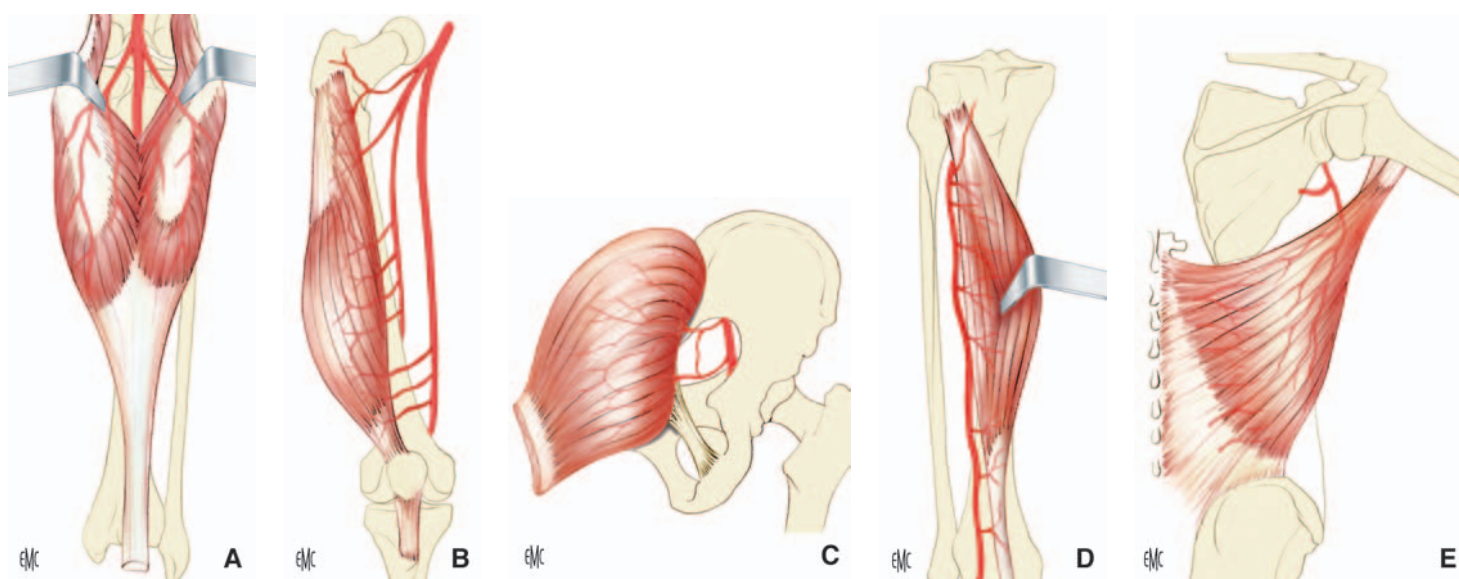


Figure 1. Vascularisation musculaire.

- A.** Type 1 : chefs du gastrocnemius.
B. Type 2 : vaste latéral.
C. Type 3 : grand fessier.
D. Type 4 : tibial antérieur.
E. Type 5 : grand dorsal.

Caractérisation d'un lambeau

Les notions de base qui précèdent permettent de caractériser un lambeau par son type de vascularisation, son mode d'utilisation et sa nature.

■ Règles de prélèvement des lambeaux

Ce chapitre vaut surtout pour les lambeaux cutanés dont le dessin est, par définition, moins imposé qu'un lambeau musculaire. Un lambeau musculaire est, en soi, déterminé par le muscle lui-même. Un lambeau cutané est littéralement extrait d'une enveloppe qui n'a ni commencement, ni fin. Nous allons voir successivement la détermination du point de pivot, la longueur du pédicule, le dessin du lambeau et le prélèvement proprement dit.

Point de pivot

Il est constitué par la source vasculaire qui varie selon le mode d'utilisation du lambeau. Il peut s'agir de l'origine d'une artère axiale, dans les lambeaux à vascularisation artérielle antérograde (lambeau inguinal), d'un réseau anastomotique entre deux axes vasculaires à proximité immédiate d'une articulation (lambeaux antébrachiaux à point de pivot distal), ou de l'émergence d'une perforante constante issue d'un axe principal.

Longueur du pédicule

La longueur du pédicule peut être imposée par l'anatomie, comme dans le cas des lambeaux musculaires ou dans certaines variantes de lambeaux particuliers comme le lambeau supra-malléolaire latéral. En fait, la longueur du pédicule est fonction de la localisation et de l'étendue de la palette cutanée. Ainsi, dans les lambeaux antébrachiaux à point de pivot distal (poignet) plus le lambeau est étendu, plus le pédicule est court. Lorsqu'une palette cutanée est prélevée avec un pédicule adipofascial, la règle de fiabilité exige que la longueur du pédicule ne soit pas supérieure à quatre fois la largeur. On retrouve de la sorte la règle empirique de Ponten pour les lambeaux péninsulaires.

Dans le cas d'un lambeau à point de pivot distal, la longueur du pédicule est calculée en tenant compte de la torsion nécessaire du pédicule, car la « vrille pédiculaire » doit être longue et souple pour éviter les phénomènes de striction et de thrombose.

Dessin du lambeau

Le dessin du lambeau est réalisé une fois qu'on a déterminé le point de pivot et la longueur du pédicule. La surface du lambeau doit être légèrement supérieure à celle de la perte de substance. En effet, le lambeau, une fois prélevé, va subir un effet de rétraction qu'on ne cherche pas à réduire complètement lors de la mise en place sur le site receveur. Les lambeaux à vascularisation interstitielle prélevés avec l'axe principal (lambeau interosseux postérieur, lambeau antébrachial radial) sont d'autant plus fiables qu'ils sont de grandes dimensions selon l'axe du vaisseau, en raison de la possibilité d'inclure un plus grand nombre de perforantes.

Prélèvement proprement dit

Il obéit aux deux règles de la reconnaissance de la configuration vasculaire et de la tension physiologique. Le maintien d'une charnière intacte permet, d'une part, de récliner le lambeau afin d'explorer la configuration vasculaire (cas du lambeau supramalléolaire latéral et du lambeau interosseux

postérieur) et, d'autre part, de disséquer le pédicule en tension physiologique. Ces règles s'appliquent aussi à la mobilisation des lambeaux musculaires lorsqu'on doit isoler le pédicule nourricier et faire préalablement des ligatures de collatérales. C'est le cas, en particulier, du muscle grand dorsal pour lequel des variations vasculaires importantes du pédicule principal ne sont pas rares. Enfin, la vérification de l'existence d'une anastomose distale peut s'imposer, avant le détachement complet du lambeau (lambeau interosseux postérieur). Lorsque le lambeau est prélevé sous garrot, comme c'est la règle aux membres, la revascularisation du lambeau doit s'effectuer sur le site donneur, avant la mise en place définitive du lambeau sur le site receveur. Cette précaution est surtout utile pour les lambeaux à point de pivot distal. Une mise en place définitive, avant le lâchage du garrot, augmente les contraintes mécaniques sur le pédicule et risque d'obérer l'adaptation vasculaire, surtout pour le retour veineux. Il faut, autant que possible, éviter les coutures du pédicule ou du lambeau lui-même qui conduisent à des thromboses veineuses dans les lambeaux à vascularisation veineuse inversée.

“ Points importants

Retenir les règles de prélèvement :

- reconnaissance première de la configuration vasculaire ;
- dissection du pédicule en tension physiologique ;
- revascularisation du lambeau sur son site donneur ;
- prévention de toute contrainte mécanique sur le pédicule, notamment au point de pivot.

■ Indications générales

Échelle des procédés

Lorsqu'il s'agit de réparer une perte de substance, l'utilisation présumée d'un lambeau est à replacer dans la vaste panoplie des moyens techniques de réparation. Autrement dit, l'indication d'un lambeau doit être indiscutable. Elle est souvent déterminée par la nécessité de couvrir une structure profonde qui ne supporterait pas l'exposition à l'air sous peine de dessiccation et de ses conséquences inéluctables que sont la nécrose et l'infection. Une même structure peut donner lieu à des indications différentes. Il convient donc, dans un premier temps, d'évaluer la perte de substance et la structure exposée. Un foyer de fracture doit être couvert rapidement tandis qu'un os en continuité, muni de son périoste vivant, se couvre rapidement d'un bourgeon de granulation qui sera ultérieurement couvert par une greffe de peau mince. La notion essentielle qui préside au choix de l'indication est celle d'escalade de procédés techniques. Il s'agit de choisir le procédé le plus simple et le plus fiable et il n'est pas inutile dans cet esprit de soumettre mentalement, la perte de substance à toutes les techniques, ce qui aide à en dégager les avantages et les inconvénients. Il peut parfois être utile d'associer deux techniques successives. Par exemple, certaines plaies atones peu bourgeonnantes peuvent tirer bénéfice de la mise en place première d'un VAC pour une durée limitée afin d'éliminer l'œdème et les sécrétions et de préparer le terrain à un lambeau.

Choix de la nature du lambeau

Une fois posée l'indication d'un lambeau, quels sont les critères qui permettent l'orientation vers l'un ou l'autre des grands types de lambeau, fasciocutané ou musculaire ?

Le lambeau fasciocutané est muni à sa face profonde d'un plan de glissement qui est précisément le fascia. Le fascia n'adhère pas aux structures sous-jacentes et ne contribue pas à un apport vasculaire supplémentaire. Le lambeau fasciocutané est donc particulièrement indiqué pour couvrir les structures mobiles : tendons et articulations.

En revanche, le lambeau musculaire adhère aux structures profondes et contribue à améliorer la trophicité du site receveur par son apport vasculaire autonome. En effaçant les espaces morts et en revascularisant partiellement les structures profondes, le lambeau musculaire est particulièrement indiqué pour la couverture de l'os. Il faut mettre en garde contre l'opinion non fondée selon laquelle le lambeau musculaire aurait une action sur l'infection osseuse. Le traitement d'une ostéite procède avant tout d'une excision radicale des tissus infectés.

L'ensemble des propositions énoncées procède d'une orientation générale et non pas de règles d'application intangibles. Il n'est pas contre-indiqué, a priori, de couvrir un quart inférieur de tibia, par exemple, par un lambeau fasciocutané.

Évaluation du patient

La mise en œuvre d'un lambeau et les suites opératoires doivent requérir l'entière adhésion du patient, ce qui suppose une information correctement délivrée. Il faut obtenir du patient l'accord préalable d'un sevrage médicalisé du tabagisme, ou lui faire accepter l'idée de parages itératifs avant la mise en place d'un lambeau, en cas d'infection chronique ; une artériographie est toujours utile, au membre inférieur, pour établir un bilan vasculaire qui peut révéler des variations anatomiques intéressantes pour la planification du lambeau.

Stratégies

Le lambeau n'est qu'un procédé technique. Il représente la dernière décision à prendre dans une longue chaîne de raisonnement qui doit en premier lieu :

- définir une stratégie de réparation en fonction de la perte de substance (que faut-il réparer ?) ;
- préciser la tactique qui concerne le découpage des actes opératoires nécessaires ;
- choisir la technique représentée dans ce cas par le lambeau. À ce titre, il convient d'opérer la distinction capitale entre couvrir une structure exposée, combler une perte de substance et réparer l'enveloppe périphérique. Réparer l'enveloppe implique une perte de substance complexe pour laquelle on décide de mettre en place un lambeau, dans un premier temps, de façon à restaurer la périphérie des parties molles pour permettre, dans un second temps, de reconstruire les éléments manquants à l'intérieur d'une cavité close. La façon même d'utiliser un lambeau varie selon les objectifs que l'on s'est fixés en fonction de la stratégie arrêtée.

■ Lambeaux du membre supérieur

Lambeau musculaire de grand dorsal [12-17]

Indications

Le lambeau à pédicule proximal est d'une grande fiabilité pour les pertes de substance des parties molles de la ceinture scapulaire et du membre supérieur incluant la face postérieure du coude. Les zones extrêmes couvertes par le lambeau sont en rapport avec l'arc de rotation qui dépend du rapport entre la longueur du torse et la longueur du membre supérieur, propre à chaque individu. Une évaluation préopératoire est donc nécessaire si l'on souhaite inclure dans la réparation le quart ou le tiers supérieur de l'avant-bras.

Le grand dorsal est également utilisable pour restaurer la flexion du coude en cas de paralysie nerveuse ou de destruction de la loge brachiale antérieure.

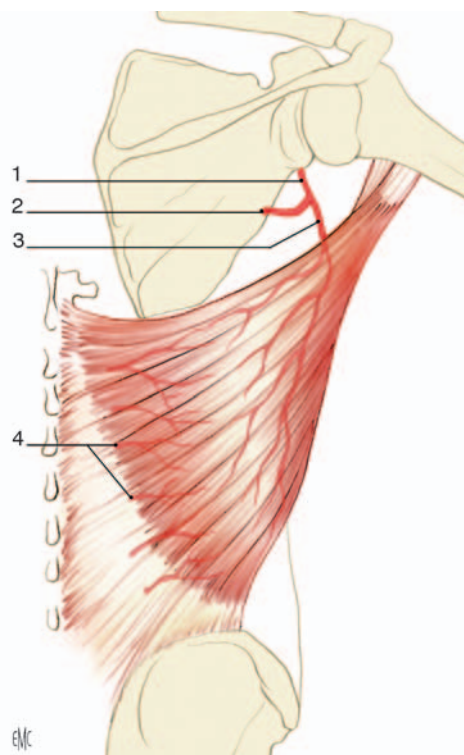


Figure 2. Vascularisation du muscle grand dorsal. 1. Artère sous-scapulaire ; 2. artère circonflexe scapulaire ; 3. artère thoracodorsale ; 4. pédicules issus des artères intercostales.

Vascularisation (Fig. 2)

La vascularisation est de type 5 dans la classification de Mathes et Nahai. Le pédicule proximal est issu de l'artère thoracodorsale qui, elle-même, est une branche de division de l'artère sous-scapulaire. Pour un lambeau pédiculé, il n'est pas nécessaire de disséquer les pédicules jusqu'aux vaisseaux axillaires. En revanche, la ligature de la branche thoracique est impérative pour libérer le transfert. Le nerf naît du tronc secondaire postérieur du plexus brachial. À l'intérieur du muscle, le pédicule vasculaire se divise en deux branches : l'une horizontale et l'autre oblique parallèle au bord axillaire du muscle. Cette bipartition vasculaire permet un prélèvement musculaire partiel antérieur.

Technique de prélèvement (Fig. 3)

Le patient est installé de trois quarts sur la table d'opération de façon à accéder à la partie postérieure du muscle. Le membre supérieur est inclus dans le champ opératoire en prenant garde de ne pas exercer de traction trop forte en abduction ou en rétropulsion en raison du risque de paralysie plexique par fermeture de la pince costoclaviculaire (Fig. 3A).

L'incision est oblique, à mi-distance des bords antérieur et postérieur du muscle préalablement repérés. La totalité du muscle est exposée par une dissection rapide en faisant l'hémostase des perforantes musculaires. Le bord antérieur est repéré puis décollé du thorax et abaissé en décrochant partiellement l'insertion distale (Fig. 3B).

La dissection des vaisseaux doit se faire en position de tension physiologique pour éviter un télescopage des tissus qui rendrait la dissection plus difficile (Fig. 3C). On repère l'origine de la branche thoracique qui est ligaturée et sectionnée. Habituellement, le pédicule est libéré jusqu'à l'origine des vaisseaux circonflexes ce qui implique la ligature de nombreuses branches destinées au muscle de la région. L'espace de glissement entre thorax et muscle est clivé. Puis, le muscle est désinséré à sa partie distale et libéré de distal en proximal en sectionnant ses insertions aponévrotiques rachidiennes (Fig. 3D).

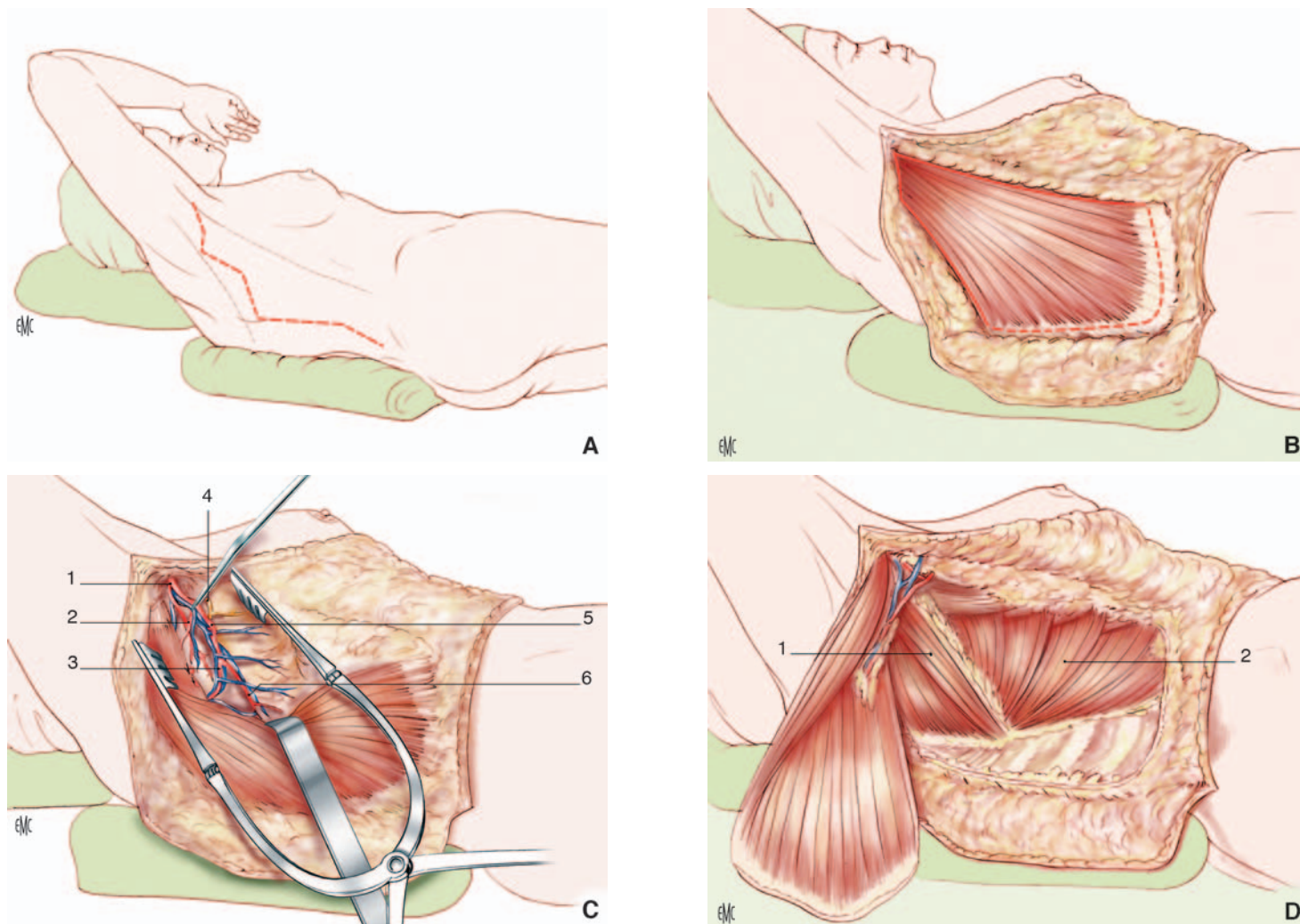


Figure 3. Prélèvement du grand dorsal.

A. Installation et incision.

B. Exposition du muscle.

C. Dissection du pédicule. 1. Vaisseaux sous-scapulaires ; 2. vaisseaux scapulaires circonflexes ; 3. pédicule neurovasculaire du muscle ; 4. nerf moteur du grand dorsal ; 5. vaisseaux thoracodorsaux ; 6. pédicule du serratus anterior.

D. Mobilisation du muscle sur son pédicule. 1. Muscle grand rond ; 2. dentelé antérieur.

Variantes techniques

Le lambeau myocutané : on peut adjoindre une palette cutanée dont la localisation n'est pas facile à déterminer. Cette technique est particulièrement utile pour les pertes de substance du bras où le passage sous-cutané du muscle n'est pas conseillé en raison du risque de striction et de compression. La palette cutanée permet de combler la perte de substance créée par l'incision cutanée brachiale.

Le lambeau ostéomusculaire : il est possible de prélever la 9^e ou la 10^e côte avec le muscle pour en faire un transfert pluritissulaire destiné à la reconstruction de perte de substance complexe du bras.

Le lambeau à pédicule distal : il est utilisable pour les pertes de substance en regard du rachis dorsolumbaire. Le pédicule proximal et l'insertion brachiale sont sectionnés ainsi que les deux pédicules proximaux issus des artères intercostales (Fig. 4).

Suites opératoires

Le site donneur est refermé en capitonnant la face profonde du décollement cutané au thorax. Le drainage est maintenu une huitaine de jours. Les hématomes secondaires et les séromes ne sont pas rares et leur survenue éventuelle doit faire partie de l'information au patient. La tendance actuelle est de prélever le corps musculaire par endoscopie, pour limiter l'incision cutanée [17]. Cependant cette technique ne réduit pas le risque d'hématome postopératoire.

Lambeau brachial latéral [18-22]

Ce lambeau est utilisable dans sa version pédiculée avec un point de pivot distal qui permet le traitement des pertes de substance antérieure et postérieure du coude. En raison de sa proximité avec le coude, il n'est pas conseillé de l'utiliser en traumatologie d'urgence. Il s'agit donc plutôt d'un lambeau de seconde intention en soulignant le fait que toute incision préalable sur la face latérale de la partie distale du bras obère l'utilisation de ce lambeau.

Indications

Faces antérieure et postérieure du coude laissant intacte la face latérale de la moitié distale du bras et de la moitié proximale de l'avant-bras.

Vascularisation (Fig. 5)

La vascularisation du lambeau est assurée par plusieurs artéioles septales issues de la branche postérieure de l'artère brachiale profonde en regard du tiers distal de l'humérus. Dans la gouttière radiale de l'humérus, l'artère brachiale profonde se divise en une branche antérieure, qui accompagne le nerf radial dans la gouttière bicipitale latérale, et une branche postérieure qui chemine dans un septum amarré sur l'humérus entre les loges brachiale antérieure et postérieure. À la face latérale du

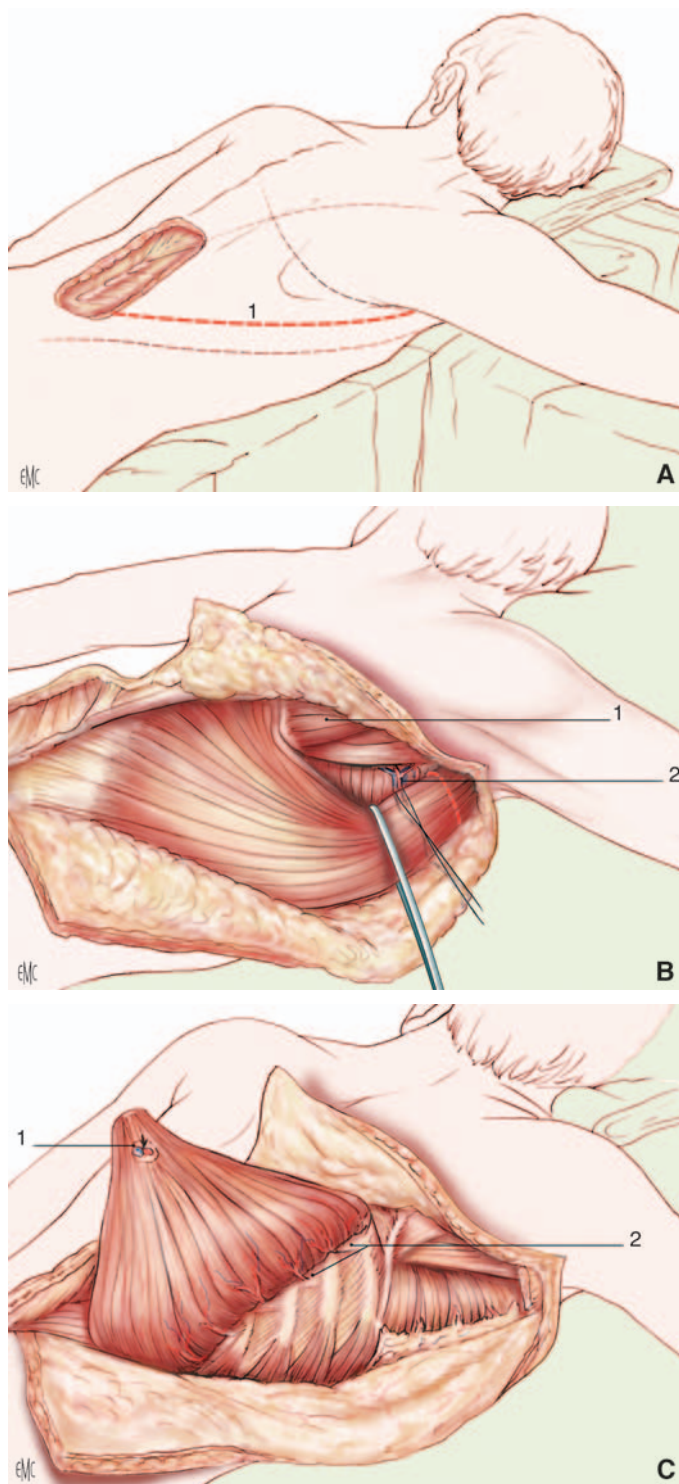


Figure 4. Lambeau de grand dorsal à pédicule distal.

A. Perte de substance en regard du rachis. 1. Incision cutanée.

B. Exposition du muscle. 1. Muscle grand rond ; 2. pédicule neurovasculaire.

C. Retournement du lambeau. 1. Pédicule proximal sectionné ; 2. pédicules distaux pouvant être ligaturés.

coude, un réseau vasculaire assure la continuité anastomotique entre la branche postérieure et la branche ascendante de l'artère interosseuse postérieure.

Techniques de prélèvement (Fig. 6)

Le lambeau est dessiné sur la face latérale du tiers distal du bras autour d'une ligne joignant l'extrémité du V deltoïdien au condyle latéral. L'extrémité du lambeau n'inclut pas le revêtement cutané en regard du condyle latéral. Une incision cutanée

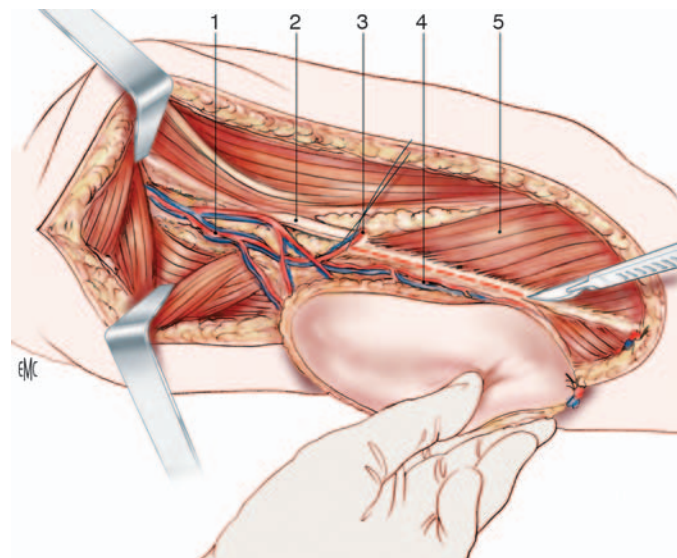


Figure 5. Vascularisation du lambeau brachial latéral. 1. Artère brachiale profonde ; 2. nerf radial ; 3. branche antérieure de l'artère brachiale profonde ; 4. branche postérieure de l'artère brachiale profonde ; 5. muscle brachioradial.

se poursuit jusqu'au quart proximal de la face latérale de l'avant-bras pour permettre de prélever un pédicule adipofascial par une dissection sous-dermique (Fig. 6A). Le lambeau est rapidement isolé sur le septum en décollant le fascia profond, au ras des muscles antérieurs et postérieurs (Fig. 6B). Le pédicule adipofascial distal doit avoir 3 cm de large au minimum jusqu'à un point de pivot suffisamment distal pour autoriser la migration antérieure ou postérieure du lambeau.

La branche postérieure de l'artère brachiale profonde est ligaturée et sectionnée sur l'origine et le septum contenant l'artère est libéré au ras de l'os (Fig. 6C, D).

Suites opératoires

Le site donneur est couvert d'une greffe de peau semi-épaisse après rapprochement des muscles. Cependant, lorsque la largeur du lambeau n'excède pas 3-4 cm, une fermeture primaire est possible.

Lambeau de la branche proximale de l'artère radiale [23-26]

Ce lambeau est prélevé en regard du muscle brachioradialis sur la face antérolatérale de l'avant-bras.

Indications

Les pertes de substance de la face latérale et postérieure du coude.

Vascularisation

La vascularisation axiale de ce lambeau est assurée par une branche de l'artère radiale qui naît à 4 cm environ de la ligne bicondylienne.

Technique de prélèvement (Fig. 7)

Deux variantes sont possibles.

Le lambeau péninsulaire à charnière proximale (Fig. 7A) : il s'agit d'un lambeau de rotation dont la charnière est située en regard de l'émergence de l'artère. La longueur du lambeau doit obéir au ratio $L/l \leq 4$. La dissection est rapide, incluant le fascia profond. Le nerf cutané latéral de l'avant-bras est sectionné. En revanche, il faut prendre garde en profondeur à la branche sensitive du nerf radial. Au niveau de la charnière, un discret *back cut* facilite la rotation du lambeau à 90°.

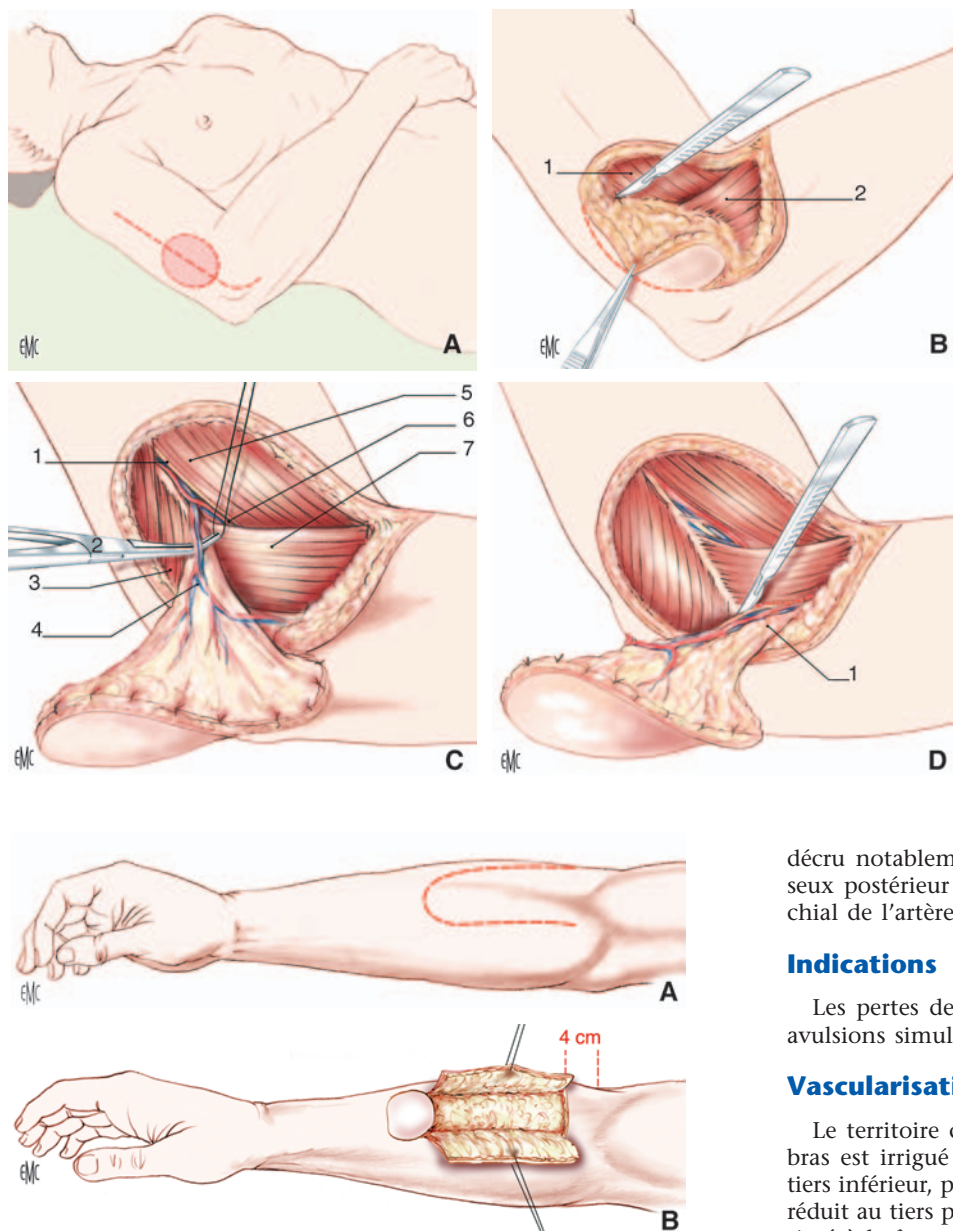


Figure 6. Prélèvement du lambeau brachial latéral à pédicule distal.

A. Dessin du lambeau.

B. Prélèvement du lambeau. 1. Brachial antérieur ; 2. brachioradialis.

C. Ligature de la branche postérieure à son origine. 1. Artère brachiale profonde ; 2. ligature de la branche postérieure ; 3. triceps ; 4. axe vasculaire du lambeau ; 5. brachial antérieur ; 6. branche antérieure de l'artère brachiale profonde ; 7. brachioradialis.

D. Isolement du pédicule adipofascial. 1. Pédicule adipofascial.

Figure 7. Lambeau de la branche proximale de l'artère radiale.

A. Lambeau péninsulaire de rotation.

B. Lambeau en îlot à pédicule adipofascial.

Le lambeau à pédicule adipofascial : cette variante autorise une plus grande souplesse d'utilisation du lambeau qui est réduit à une palette distale dessinée au tiers moyen de l'avant-bras en regard du trajet de l'artère radiale. Le pédicule est isolé par une dissection sous-dermique de deux volets jusqu'au point d'émergence de l'artère (Fig. 7B). La dimension du pédicule obéit également à la règle $L/I \leq 4$.

Suites opératoires

Les zones exposées par le prélèvement du lambeau sont couvertes par une greffe de peau mince ou semi-épaisse après rapprochement des berges.

Lambeau antébrachial de l'artère radiale [27-33]

Ce lambeau a inauguré en 1981 la série des lambeaux antébrachiaux à pédicules et à points de pivot distaux qui se sont révélés très utiles pour les pertes de substance de la main ; ils ont détrôné, en grande partie, le lambeau inguinal de Mac Gregor. Les indications de lambeau antébrachial lui-même ont

décru notablement avec la mise au point du lambeau interosseux postérieur et le regain d'intérêt pour le lambeau antébrachial de l'artère ulnaire.

Indications

Les pertes de substance de la face dorsale de la main et les avulsions simultanées de la face dorsale des doigts.

Vascularisation

Le territoire cutané prélevé sur la face antérieure de l'avant-bras est irrigué par des artéioles interstitielles nombreuses au tiers inférieur, plus clairsemées au tiers moyen et en nombre très réduit au tiers proximal de l'avant-bras où le trajet de l'artère est situé à la face profonde du brachioradialis.

Technique de prélèvement (Fig. 8)

L'axe radial est marqué sur la peau. Le lambeau est habituellement prélevé au tiers moyen de l'avant-bras, zone où l'artère chemine entre le brachioradialis et le fléchisseur radial du carpe dans leur portion musculaire. Le territoire du lambeau est dessiné pour un tiers en dehors et pour deux tiers en dedans de l'artère (Fig. 8A).

L'incision distale permet d'identifier et d'isoler l'axe radial et ses veines commitantes (Fig. 8B).

Une courte incision proximale permet l'exposition de l'artère et sa ligature en fin de prélèvement, après vérification de la revascularisation du lambeau. La portion ulnaire du lambeau est progressivement relevée, fascia inclus, jusqu'au bord ulnaire du fléchisseur radial du carpe (Fig. 8C). Puis, la partie radiale est également relevée jusqu'au bord ulnaire du tendon du brachioradial (Fig. 8D). Le lambeau n'est plus alors solidaire de l'artère que par le mince méso qui les unit. La portion de l'artère radiale en regard du lambeau est isolée de son plancher musculaire en prenant garde de ne pas interrompre la continuité du méso.

Un clamp est placé sur la partie proximale de l'artère radiale et le garrot est relâché pour vérifier à la fois l'apport artériel et le retour veineux lambeau sur son site donneur. La ligature proximale de l'artère radiale peut alors être réalisée (Fig. 8E). Le point de pivot le plus couramment utilisé est le pli de flexion du poignet à la base de l'éminence thénar (Fig. 8F).

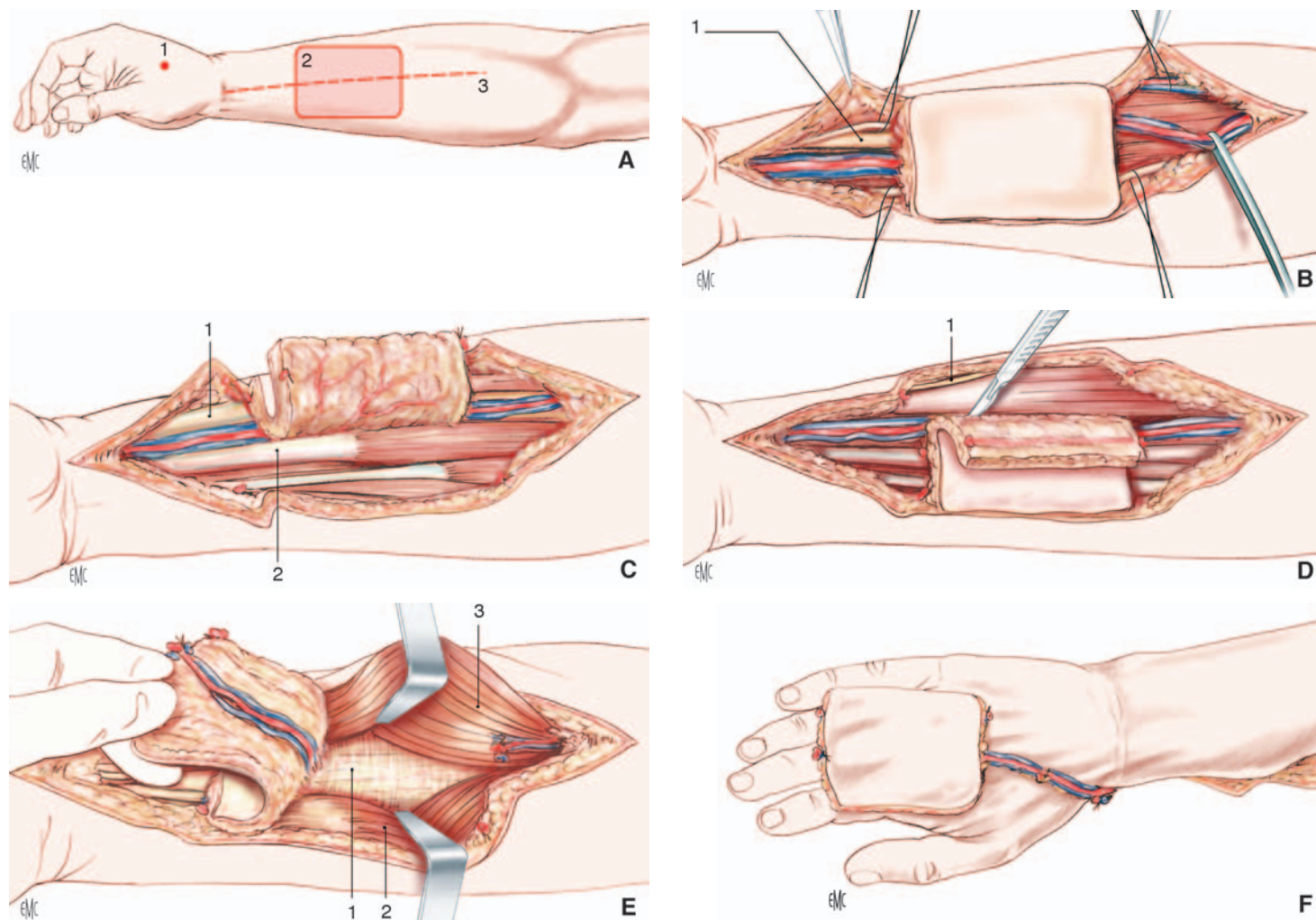


Figure 8. Prélèvement du lambeau antébrachial radial.

A. Repères et dessin du lambeau. 1. Point de pivot au sommet de la 1^{re} commissure ; 2. dessin du lambeau ; 3. trajet de l'artère radiale.

B. Dissection de l'axe vasculaire. 1. Tendon du brachioradial.

C. Levée du lambeau du côté ulnaire. 1. Tendon du brachioradial ; 2. tendon du fléchisseur radial du carpe.

D. Levée du lambeau du côté radial. 1. Branche sensitive du nerf radial.

E. Ligature de l'axe vasculaire et libération du lambeau des plans profonds. 1. Plan musculaire profond ; 2. fléchisseur radial de carpe ; 3. brachioradialis.

F. Arc de rotation en prenant la base de l'éminence thénar comme point de pivot du pédicule.

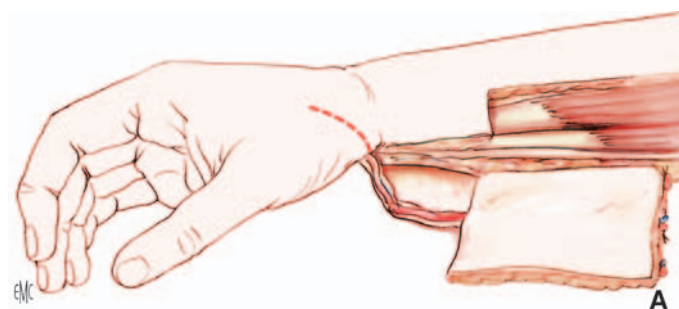
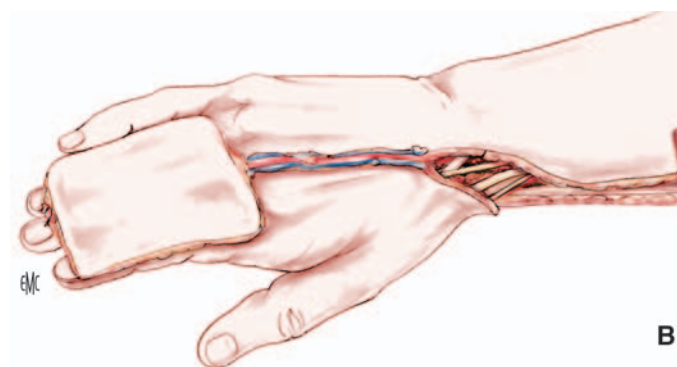


Figure 9. Dissection de la branche profonde de l'artère radiale.

A. Incision.

B. Le pédicule est passé à la face profonde des tendons longs du pouce. Le point de pivot est le sommet de la 1^{re} commissure. L'arc de rotation est notablement augmenté.



Variantes

Variante du point de pivot (Fig. 9) : une possibilité est de reporter le point de pivot au sommet de la première commissure, sur la branche profonde de l'artère radiale ; ce qui implique d'interrompre la continuité de la branche superficielle et de décroiser le lambeau et son pédicule des tendons longs du

pouce. Cette dernière manœuvre est facilitée par l'ouverture de la gaine des tendons. L'arc de rotation permet de couvrir la face dorsale de tous les doigts longs, P3 inclus.

Variante du lambeau (Fig. 10) : le lambeau antébrachial avec conservation de l'artère radiale [29-31]. Le principe est le suivant : le point de pivot est la zone d'émergence des perforantes au

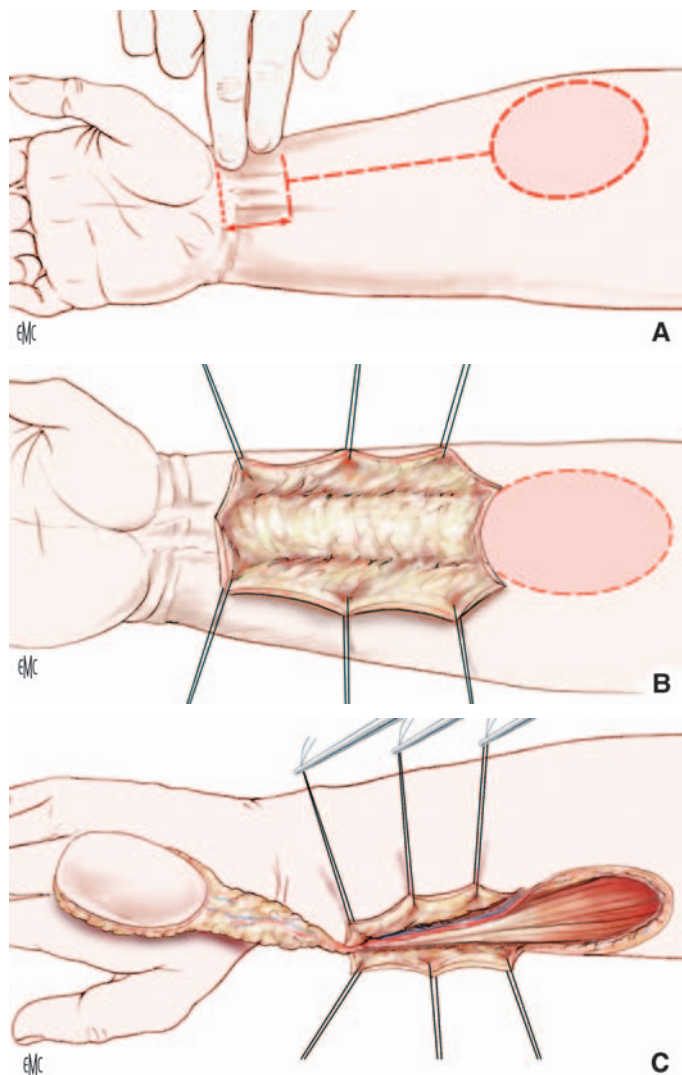


Figure 10. Lambeau à pédicule adipofascial, épargnant l'axe vasculaire radial.

A. Dessin du lambeau et repérage du point de pivot.

B. Isolement du pédicule adipofascial.

C. Arc de rotation du lambeau.

poignet et à partir de ce point de pivot, un pédicule adipofascial est sculpté par dissection sous-dermique de deux volets ($L/l \leq 4$). La palette cutanée est prélevée au tiers moyen de l'avant-bras. Cette variante a pour intérêt d'épargner l'artère radiale mais l'arc de rotation du lambeau est diminué. Les indications sont limitées à la face dorsale de la main et du poignet.

Lambeau antébrachial de l'artère ulnaire [34-37]

Il est conseillé de prélever ce lambeau de préférence au lambeau antébrachial radial car il est avéré que l'artère radiale est l'artère principale de la main et des muscles de l'avant-bras [34].

Artérioles interstitielles

Elles sont groupées au tiers proximal de l'avant-bras entre fléchisseur commun superficiel des doigts et fléchisseur ulnaire du carpe. Le pédicule du lambeau ulnaire est ainsi d'emblée beaucoup plus long que celui de son homologue radial. Le point de pivot est le pli de flexion du poignet. La seule difficulté est la séparation du paquet vasculaire et du nerf ulnaire (Fig. 11).

Sites donneurs des deux lambeaux antébrachiaux ulnaire et radial

Ils sont couverts par une greffe de peau mince après rapprochement des masses musculaires.

Lambeau interosseux postérieur [38-44]

L'intérêt du lambeau interosseux postérieur est de respecter les deux axes principaux de la main. Ses possibilités de couverture sont plus limitées que les autres lambeaux antébrachiaux. Ses principaux inconvénients sont une dissection difficile qui requiert un entraînement particulier et la cicatrice du site donneur située sur la face dorsale de l'avant-bras.

Indications

Le lambeau est habituellement utilisé avec un flux artériel rétrograde et un point de pivot distal à la face dorsale du poignet. Les zones couvertes par le lambeau sont la première commissure (face dorsale et face palmaire), la face dorsale de la main et la face dorsale de P1 des doigts.

Vascularisation

Le tronc commun des artères interosseuses naît de la portion proximale de l'artère ulnaire. L'artère interosseuse postérieure chemine à la face profonde du supinateur et entre dans la loge postérieure de l'avant-bras pour se diviser en deux branches : une branche ascendante qui se mêle au réseau de la face latérale du coude et une branche descendante qui, après avoir cheminé sur une courte distance avec le nerf interosseux postérieur, rejoint progressivement l'axe de l'ulna. La branche descendante de l'artère interosseuse postérieure s'anastomose à plein canal à la partie distale de l'avant-bras avec la perforante de l'artère interosseuse antérieure, à la face profonde de l'extenseur propre de l'index. De cette anastomose naît un réseau réticulé qui rejoint l'arcade dorsale du carpe.

L'artère délivre tout au long de son trajet des artérioles qui sont en plus grand nombre au tiers inférieur de l'avant-bras. L'artériole la plus proximale est située au milieu d'une ligne tracée du condyle à la tête ulnaire.

Technique de prélèvement (Fig. 12)

Le dessin du lambeau est réalisé autour du repère d'émergence de l'artériole cutanée proximale. L'axe du lambeau est la ligne condyle latérale tête ulnaire sur un avant-bras en pronation (Fig. 12A). Le principe de reconnaissance de la configuration vasculaire impose le maintien d'une charnière ulnaire et de vérifier la présence de l'anastomose distale. Le prélèvement commence par l'incision radiale du lambeau, fascia inclus, et se poursuit par l'incision d'exposition du pédicule. Le lambeau est soulevé jusqu'à sa charnière ulnaire en exposant successivement l'extenseur commun des doigts et l'extenseur propre du 5. Le septum qui sépare ces deux muscles doit être sectionné au passage. L'incision en regard du pédicule est strictement cutanée. L'écartement des berges permet de repérer, par transparence, à travers le fascia, les tendons de l'extenseur propre du 5 et de l'extenseur ulnaire du carpe. Deux incisions parallèles en regard de ces deux tendons intéressent le fascia, ce qui permet d'isoler le septum qui s'insère sur l'ulna et qui contient l'axe vasculaire (Fig. 12B). Du côté ulnaire, on récline doucement l'extenseur ulnaire du carpe ; du côté radial, on récline l'extenseur du 5 puis l'extenseur propre du 2, manœuvre qui permet d'accéder à la membrane interosseuse et de vérifier l'anastomose avec l'artère interosseuse antérieure (Fig. 12C). Puis, en regard du lambeau, on récline l'extenseur propre du 5 et l'extenseur commun pour accéder à l'origine de l'artère et de la branche cutanée principale proximale. On repère le nerf interosseux postérieur qui est clivé de l'artère au besoin en s'aidant de lunettes grossissantes. L'artère est ligaturée jusqu'en amont de la naissance de la branche cutanée (Fig. 12D). Le bord

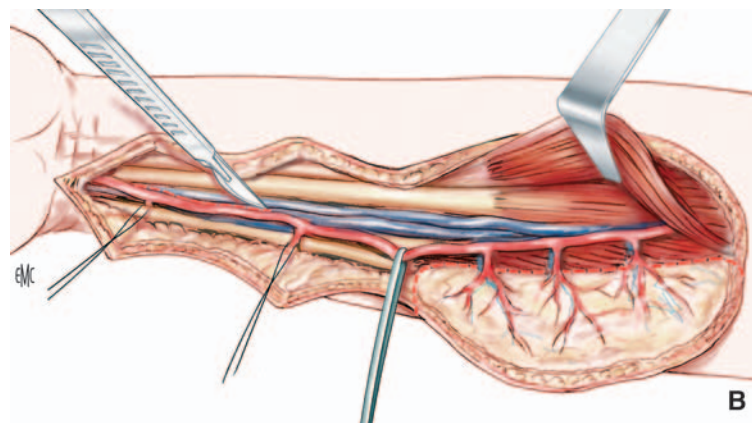
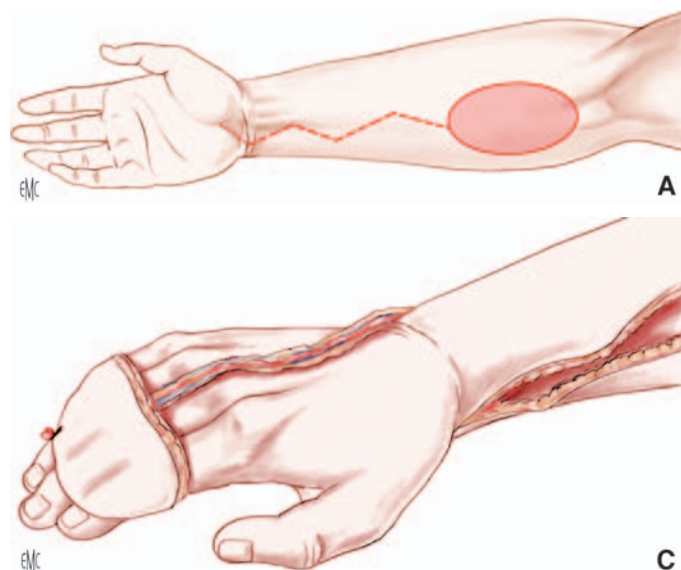


Figure 11. Lambeau antébrachial ulnaire.

A. Dessin du lambeau.

B. Libération de l'axe vasculaire ulnaire en gardant une charnière ulnaire au lambeau.

C. Arc de rotation du lambeau.

ulnaire du lambeau est ensuite libéré en prenant garde de ne pas endommager le mince méso qui relie l'artère au lambeau. La libération du pédicule est menée au ras de l'ulna, sans chercher à identifier l'axe vasculaire contenu dans le septum (Fig. 12E).

Points de pivot (Fig. 13)

Deux points de pivot sont possibles :

- le point de pivot proximal est constitué par l'arcade anastomotique entre les deux artères interosseuses ;
- le point de pivot distal, constitué par le réseau dorsal du carpe ; il est alors nécessaire de ligaturer le ramus perforans de l'artère interosseuse antérieure, ce qui permet de gagner 1 à 2 cm.

Revascularisation du lambeau

Elle doit être vérifiée avant la mise en place du lambeau sur son site receveur. La tunnellisation est toujours une manœuvre risquée ; il est souvent préférable de faire une incision cutanée pour mettre en place le pédicule. Les soins postopératoires incluent le port d'une attelle plâtrée en extension du poignet pour 3 semaines car le point de pivot est situé en amont du centre de flexion du poignet. Le site donneur est recouvert d'une greffe de peau mince quand la largeur du lambeau excède 3-4 cm.

Variantes

Le lambeau à flux antérograde est dessiné à la face postérieure de la partie distale de l'avant-bras. Le pédicule est libéré jusqu'à son émergence de la face profonde du muscle supinateur. L'arc de rotation et les dimensions restreintes du lambeau permettent néanmoins de couvrir des pertes de substance limitées en regard du condyle latéral ou de la pointe de l'olécrane. La version purement adipofasciale du lambeau à point de pivot proximal a été proposée pour prévenir les récurrences de synostose des deux os de l'avant-bras [44].

Lambeau inguinal [45-49]

Il peut paraître historiquement et techniquement obsolète d'exposer la technique du lambeau inguinal dont les indications

ont été fortement réduites, notamment par l'apparition des lambeaux pédiculés prélevés à l'avant-bras. Il est cependant nécessaire de rappeler que l'introduction du lambeau inguinal en 1972 a constitué une avancée majeure en traumatologie de la main. Par ailleurs, cette technique caractérisée par sa simplicité, sa fiabilité et sa rapidité peut encore rendre d'inestimables services en conditions précaires d'exercice de la chirurgie, par un opérateur ne maîtrisant pas des lambeaux plus sophistiqués.

Indications

Tout le territoire distal du membre supérieur, du coude aux extrémités digitales, peut être couvert par le lambeau inguinal.

L'indication élective actuelle est la réparation des pertes de substance étendues de l'avant-bras pour lesquelles la seule alternative serait un lambeau libre.

Vascularisation

Le lambeau inguinal est vascularisé par l'artère iliaque circonflexe superficielle, type même de l'artère à long parcours, ce qui définit le lambeau inguinal comme lambeau axial. L'artère naît de l'artère fémorale superficielle 2-3 cm en aval du ligament inguinal, traverse le fascia au bord médial du sartorius puis chemine dans le tissu sous-cutané selon une direction oblique, en contournant l'épine iliaque antérosupérieure. Au-delà de ce repère, le trajet de l'artère est encore bien identifié sur une distance de 4-5 cm, puis il se perd en de nombreuses ramifications.

Plusieurs éléments utiles pour la technique de prélèvement doivent être soulignés :

- un examen Doppler permet de localiser l'émergence de l'artère au bord médial du sartorius ;
- des lambeaux de très grandes dimensions, de l'ordre de 35 cm de long pour 15 cm de large, peuvent être prélevés bien au-delà du trajet individualisé de l'artère. La portion distale de ces lambeaux est vascularisée par un riche réseau sous-cutané qui s'étale au-dessus du fascia superficialis. La partie distale utile du lambeau doit être considérée comme un lambeau « au hasard » ;
- il n'est absolument pas nécessaire de prélever l'aponévrose qui recouvre les muscles ;

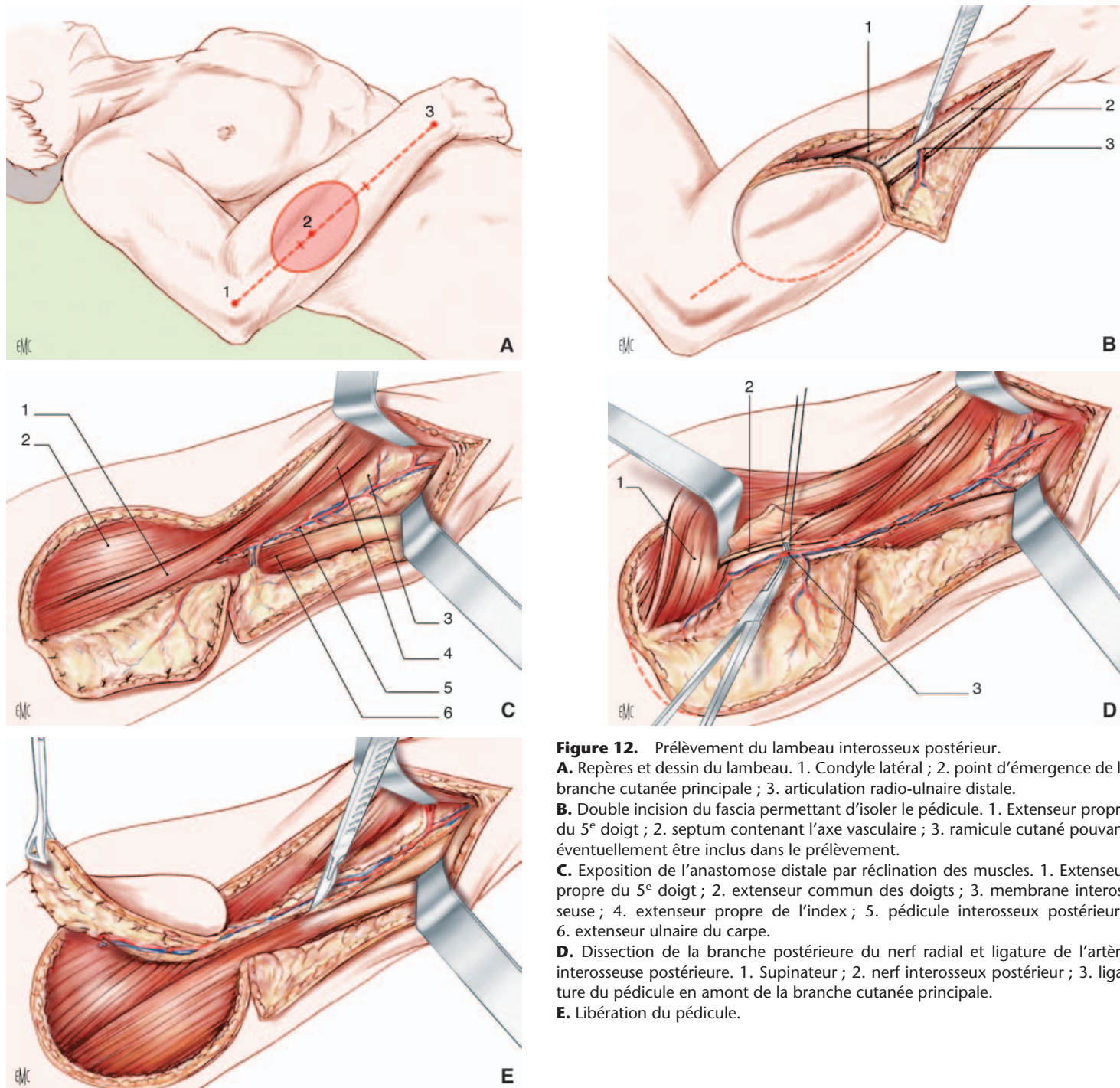


Figure 12. Prélèvement du lambeau interosseux postérieur.

A. Repères et dessin du lambeau. 1. Condyle latéral ; 2. point d'émergence de la branche cutanée principale ; 3. articulation radio-ulnaire distale.

B. Double incision du fascia permettant d'isoler le pédicule. 1. Extenseur propre du 5^e doigt ; 2. septum contenant l'axe vasculaire ; 3. ramicule cutané pouvant éventuellement être inclus dans le prélèvement.

C. Exposition de l'anastomose distale par réclination des muscles. 1. Extenseur propre du 5^e doigt ; 2. extenseur commun des doigts ; 3. membrane interosseuse ; 4. extenseur propre de l'index ; 5. pédicule interosseux postérieur ; 6. extenseur ulnaire du carpe.

D. Dissection de la branche postérieure du nerf radial et ligature de l'artère interosseuse postérieure. 1. Supinateur ; 2. nerf interosseux postérieur ; 3. ligature du pédicule en amont de la branche cutanée principale.

E. Libération du pédicule.

- chez les patients possédant un pannicule adipeux important il est possible d'emprunter le plan de dissection du fascia superficiel, ce qui permet d'obtenir, d'emblée, un lambeau partiellement dégraissé [49] ;

- le lambeau inguinal dans sa version pédiculée est un lambeau péninsulaire dont la charnière proximale est située en regard du sartorius qui est le repère limite de la dissection proximale.

En chirurgie de la main, il est conseillé de prélever des lambeaux de grande longueur pour ménager un pédicule cutané autorisant une certaine mobilité du membre et la rééducation de la main. Lorsque le tissu sous-cutané est mince, la portion proximale du pédicule peut être tubulisée pour réduire les phénomènes de macération et d'infection chronique. Si cette manœuvre s'avère dangereuse pour la vitalité du lambeau, il faut greffer la face profonde, cruentée, du pédicule.

- Enfin, on connaît les inconvénients du lambeau inguinal :
- lambeau « parasite » tributaire de la vascularisation du site receveur ;

- obligation d'un sevrage secondaire ;
- position déclive de la main qui ne facilite pas le retour veineux ;
- procédé de recouvrement non hermétique favorisant les infections.

Technique de prélèvement (Fig. 14)

Le dessin du lambeau est grossièrement une ellipse ayant pour axe le trajet présumé de l'artère iliaque circonflexe superficielle. Le lambeau est situé pour un tiers au-dessus du relief de la crête iliaque et pour deux tiers au-dessous.

Le prélèvement est rapide et aisé selon un plan qui passe au ras des aponévroses musculaires chez les sujets minces. Le prélèvement s'arrête en regard du sartorius.

Le site donneur est fermé en rapprochant les berges par un décollement sous-cutané étendu.

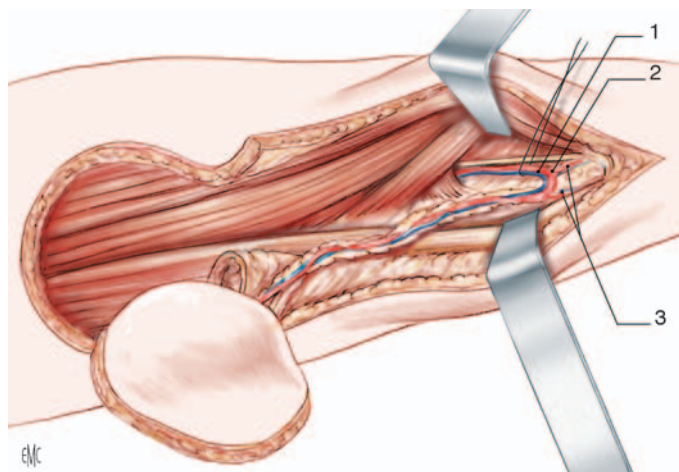


Figure 13. Choix du point de pivot du pédicule. 1. Ramus postérieur de l'artère interosseuse antérieure ; 2. anastomose entre le ramus postérieur et l'artère interosseuse postérieure ; 3. réseau vasculaire de la face dorsale du carpe.

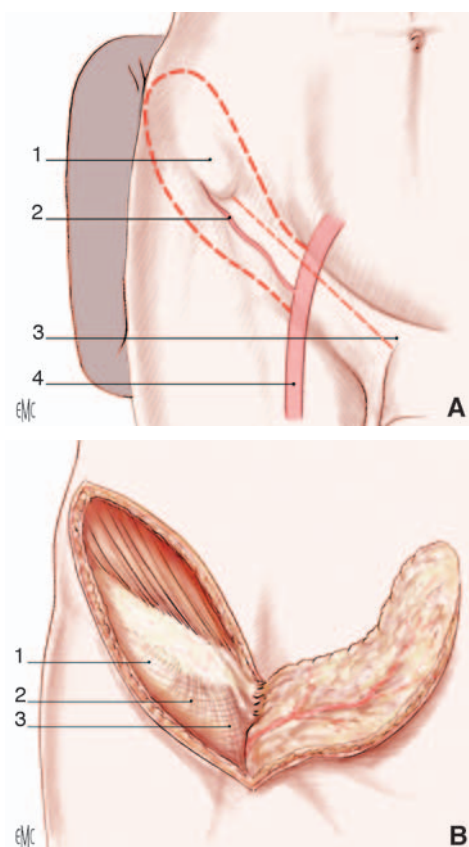


Figure 14. Prélèvement du lambeau inguinal.

A. Dessin du lambeau. 1. Épine iliaque antérosupérieure ; 2. artère iliaque circonflexe superficielle ; 3. tubercule pubien ; 4. artère fémorale.
B. Prélèvement du lambeau. 1. Moyen fessier ; 2. tenseur du fascia lata ; 3. sartorius.

Soins postopératoires

L'immobilisation est assurée par un bandage type Dujarier renforcé par une bande de plâtre. La mobilité des doigts est entretenue quotidiennement. Le sevrage est réalisé à la fin de la troisième semaine, parfois après une épreuve de clampage transitoire du pédicule pour s'assurer de la viabilité du lambeau sur le site receveur.

Il faut se garder d'une suture hermétique du site donneur sur la zone du pédicule sectionné, qui est toujours le siège d'un

œdème et d'une inflammation chronique. Quelques points de rapprochement permettent d'obtenir une cicatrisation dirigée.

“ Points essentiels

Résumé des indications des lambeaux au membre supérieur (selon les possibilités de couverture des lambeaux).

Grand dorsal :

- ceinture scapulaire ;
- bras ;
- face postérieure du coude.

Lambeau brachial latéral :

- faces antérieure et postérieure de coude.

Lambeau de la branche proximale de l'artère radiale :

- condyle latéral ;
- olécrane.

Lambeaux antébrachiaux radial et ulnaire à point de pivot distal :

- faces dorsales du poignet, de la main et des doigts.

Lambeau interosseux postérieur :

- première commissure et face dorsale de la main jusqu'à P1 des doigts.

Lambeau inguinal :

- Avant-bras, poignet et main.

Il faut retenir, en substance, qu'avec les deux lambeaux très fiables que sont le grand dorsal et le lambeau inguinal, il est possible de réparer pratiquement toutes les pertes cutanées du membre supérieur.

■ Lambeaux du membre inférieur

Nous présentons exclusivement les lambeaux destinés au genou, à la jambe et au pied qui sont les localisations principales des pertes de substance en traumatologie. La panoplie importante de lambeaux musculaires appartenant aux loges postérieures s'est enrichie ces dernières années de lambeaux fasciocutanés très utiles notamment au tiers inférieur de jambe. Nous n'avons pas retenu la description du lambeau plantaire médial dont les indications sont rares, la technique de prélèvement difficile et la morbidité du site donneur importante. L'utilisation des lambeaux musculaires, jumeaux et soléaires, requiert une évaluation préopératoire de leur morphologie propre, pour anticiper l'arc de rotation.

Lambeau de jumeau médial [50-56]

Ce lambeau est caractérisé par sa robustesse et son absence quasi totale de déficit fonctionnel.

Indications

- Couverture de la face médiale et antérieure du genou.
- Couverture du tiers supérieur de jambe.

Vascularisation

Les jumeaux appartiennent au type I de la classification de Mathes et Nahai. Parfois, un pédicule à fort développement pénètre le muscle jumeau médial par son extrémité distale, ce qui rend possible un transfert musculaire total ou partiel à point de pivot distal [51]. Ce pédicule est inconstant.

Technique de prélèvement (Fig. 15)

Le tracé précis de la voie d'abord médiale dépend de la localisation de la perte de substance (Fig. 15A). L'essentiel est

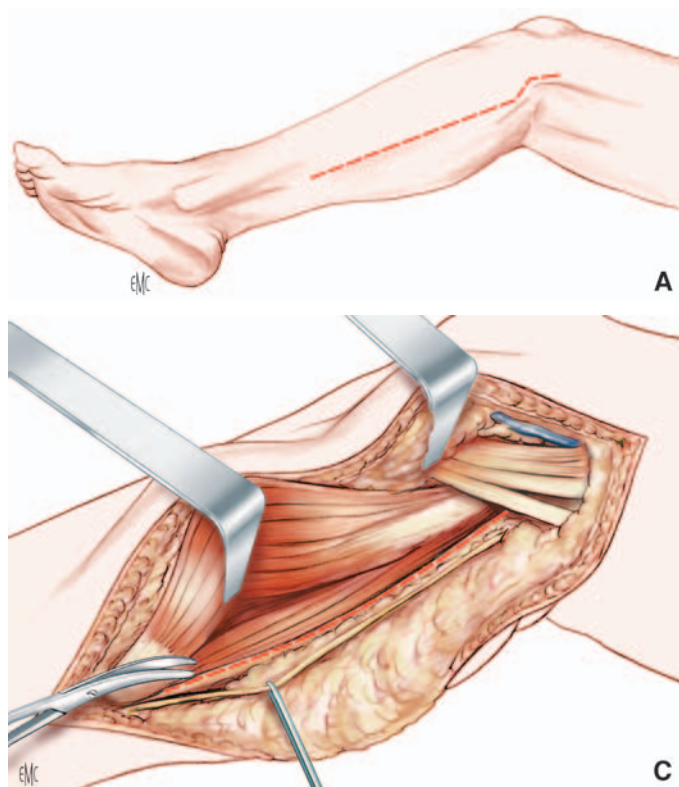


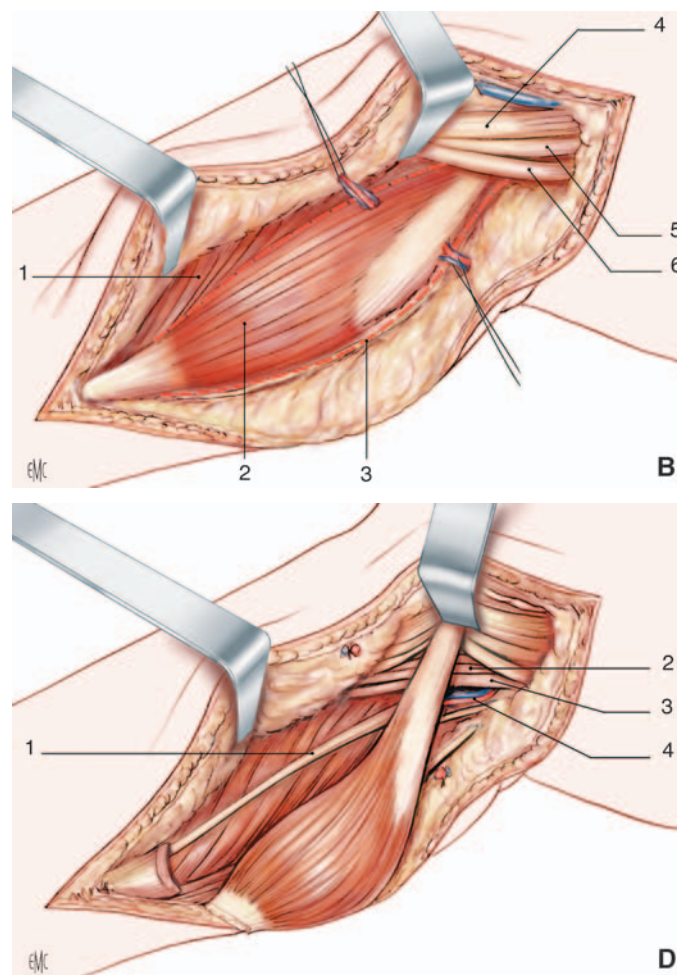
Figure 15. Prélèvement du lambeau de jumeau médial.

A. Incision cutanée.

B. Exposition du muscle par un décollement sous-fascial. 1. Soléaire ; 2. jumeau médial ; 3. nerf sural ; 4. sartorius ; 5. gracilis ; 6. semi-tendinosus.

C. Isolement du nerf sural et section de l'aponévrose unissant les deux jumeaux.

D. Libération distale du lambeau. 1. Plantaire grêle ; 2. artère poplitée ; 3. nerf tibial ; 4. pédicule vasculonerveux du jumeau médial.



d'exposer le muscle par un décollement sous-fascial d'emblée (Fig. 15B). Sur le bord latéral du muscle, une fine ligne graisseuse signale le trajet du nerf sural qu'il faut commencer par isoler avant de séparer les deux chefs du gastrocnémien (Fig. 15C). On libère seulement ensuite le bord médial du muscle, puis le plan de clivage entre jumeau et soléaire est rapidement développé. L'aponévrose distale est sectionnée et le muscle est relevé jusqu'à son insertion proximale (Fig. 15D). Il est conseillé de réséquer le nerf moteur pour éviter les contractions douloureuses du muscle sur son site receveur avec le risque supplémentaire d'une désunion [55]. Le nerf est recherché sur le bord latéral de l'insertion proximale. Le rayon de rotation peut être augmenté de quelques centimètres en sectionnant la partie tendineuse de l'insertion proximale et en pratiquant de multiples incisions transversales dans l'aponévrose antérieure du muscle. Les possibilités de couverture du genou sont augmentées en sectionnant les tendons du semi-tendineux et du gracilis. Le muscle est amarré sur le site receveur par des points en U noués sur des bourdonnets, sur les berges cutanées périphériques.

Soins postopératoires

La cavité du prélèvement est drainée pendant au moins 8 jours. Le muscle est recouvert d'une greffe de peau mince soit immédiatement, soit dans un second temps opératoire.

Variantes

Le lambeau myocutané : l'adjonction d'une palette cutanée n'est justifiée que si elle permet d'augmenter le rayon de

rotation du transfert. Le muscle est alors considéré comme une lame porte vaisseaux pour un territoire cutané dont la moitié au moins doit être prélevée en regard de la partie distale du muscle, l'autre moitié reposant sur l'aponévrose distale, laquelle ne contribue pas à la vascularisation de la peau en regard.

Le lambeau musculaire prolongé par une bandelette d'aponévrose distale permet en un temps opératoire de reconstruire le ligament rotulien et de réparer une perte de substance du genou.

Lambeau de jumeau latéral

À l'instar du jumeau médial, il est vascularisé par un pédicule proximal. Les règles de dissection sont analogues. Il est cependant conseillé de décroiser le trajet du nerf péronier commun, ce qui implique une neurolyse étendue de ce dernier pour passer le lambeau à la face profonde du nerf (Fig. 16). Le muscle jumeau latéral est plus court que le jumeau médial. Son arc de rotation, limité en outre par le chevauchement obligatoire de la fibula, ne lui permet guère de couvrir que la face latérale du genou et du quart supérieur du tibia. Le jumeau latéral ne couvre pas entièrement la face antérieure de l'articulation.

Lambeau de soléaire [57-61]

Le lambeau de muscle soléaire est un procédé de couverture de grand intérêt par la robustesse du muscle, les variantes et les possibilités d'utilisation.

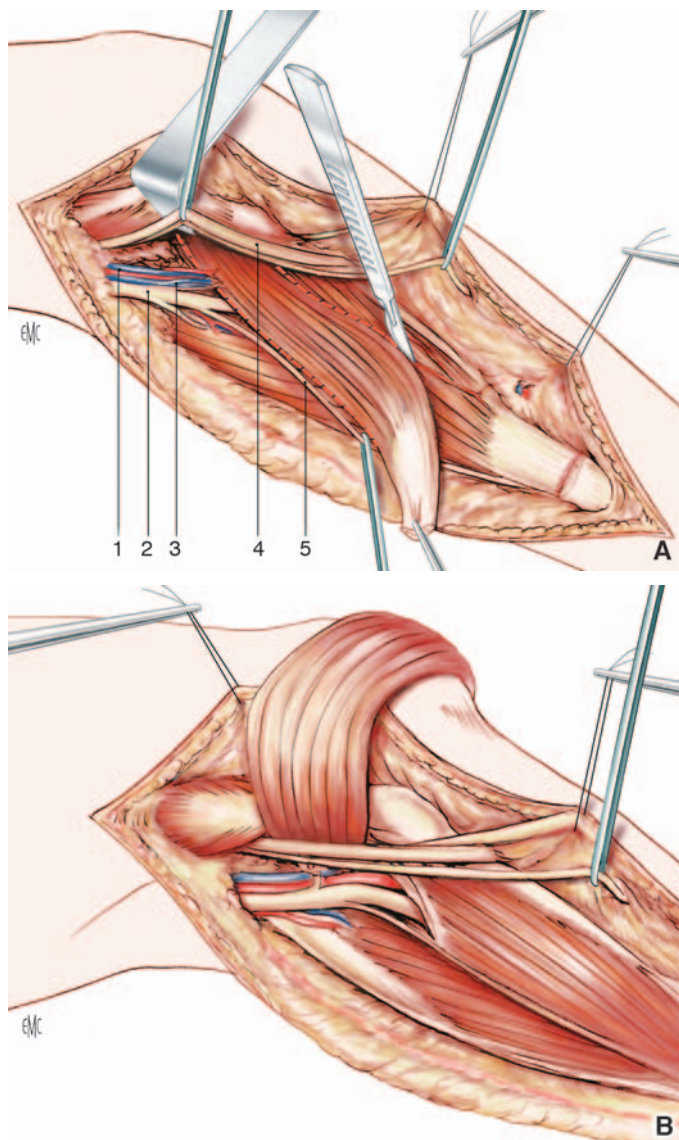


Figure 16. Prélèvement du lambeau de jumeau latéral.

A. Libération du muscle. 1. Artère poplitée ; 2. nerf tibial ; 3. pédicule neurovasculaire du jumeau latéral ; 4. nerf fibulaire commun ; 5. nerf sural récliné.

B. Décroisement du lambeau et du nerf fibulaire commun.

Indications

On peut dire que le soléaire peut, sous certaines conditions, couvrir potentiellement toute l'étendue de la jambe en excluant les épiphyses tibiales proximale et distale. En réalité, les possibilités de couverture du soléaire sont en relation avec sa morphologie qui est variable d'un individu à l'autre. Les morphotypes longilignes et peu musclés sont en général des cas favorables. Certains muscles ont un corps musculaire qui s'insère directement sur la grosse tubérosité du calcaneus, ce qui procure un arc de rotation considérable.

Le territoire électif du soléaire est le tiers moyen de jambe. Cependant, une libération extensive de son bord latéral permet une rotation proximale plus importante et permet de couvrir le tiers proximal de jambe à condition que la souplesse du muscle s'y prête. Celle-ci est directement en relation avec la minceur du corps musculaire.

La jonction tiers moyen-tiers inférieur est le no man's land au niveau de la jambe. C'est dans ces indications qu'il faut évaluer la longueur du muscle pour présumer de son arc de rotation. Le morphotype, la contraction musculaire statique palpée en avant d'Achille, le tout complété par une imagerie par résonance magnétique (IRM), permettent de se faire une idée précise de la longueur du corps musculaire.

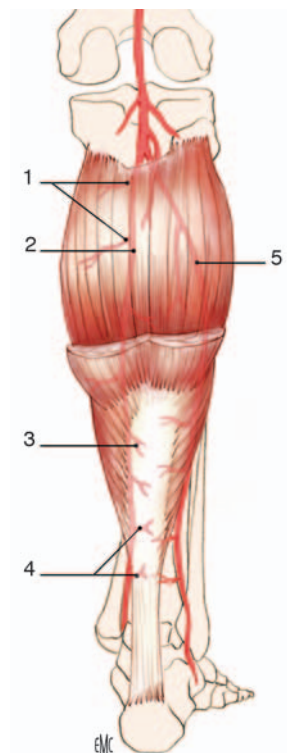


Figure 17. Vascularisation du muscle soléaire. 1. Pédicules principaux proximaux ; 2. artère tibiale postérieure ; 3. pédicule secondaire ; 4. pédicules mineurs distaux ; 5. artère fibulaire.

Vascularisation (Fig. 17)

Le muscle soléaire (du latin « solea », sole) a une forme triangulaire à base proximale et une vascularisation abondante, délivrée de façon quasi symétrique par les deux axes tibial et fibulaire. Chaque axe délivre en effet un pédicule proximal conséquent, un pédicule moyen secondaire et des pédicules de faible importance au tiers inférieur du muscle. Les deux systèmes communiquent par des anastomoses de gros calibres dans le tiers proximal du muscle. Dans les deux tiers distaux du muscle, un repli aponévrotique opère une partition musculaire et délimite un chef tibial et un chef fibulaire, ce qui autorise le prélèvement de la seule portion tibiale (hémisoléaire médial). Toutes ces données soulignent l'importance d'une évaluation préopératoire aussi précise que possible et une exploration systématique de la configuration morphotypique et vasculaire avant le geste de prélèvement proprement dit.

Technique de prélèvement des deux tiers distaux du soléaire pour couvrir le tiers moyen de jambe (Fig. 18)

L'incision cutanée, qui intéresse les deux tiers distaux de jambe, est située en pleine face médiale du tiers moyen de jambe et à mi-distance entre tibia et Achille au tiers distal (Fig. 18A). Après franchissement du fascia, l'étape d'exploration s'impose pour apprécier la longueur du corps musculaire distal et repérer les pédicules distaux et le pédicule secondaire. La clé du prélèvement est le développement du plan de dissection entre face antérieure du muscle et loge postérieure profonde au tiers distal. Il faut se garder de pénétrer dans la loge postérieure profonde. L'autre plan de décollement est situé en arrière du muscle, au tiers proximal-tiers moyen, entre jumeau et face postérieure du soléaire. Les pédicules moyens et distaux sont ligaturés et sectionnés (Fig. 18B). Puis on réalise la libération du muscle de la lame aponévrotique postérieure, qui se transforme peu à peu en tendon d'Achille, en incluant dans le prélèvement quelques tendinets fibreux qui assurent la cohésion de la portion utile du lambeau musculaire (Fig. 18C). Après libération de l'extrémité distale, le bord latéral du muscle est progressivement libéré de distal à proximal en faisant soigneusement

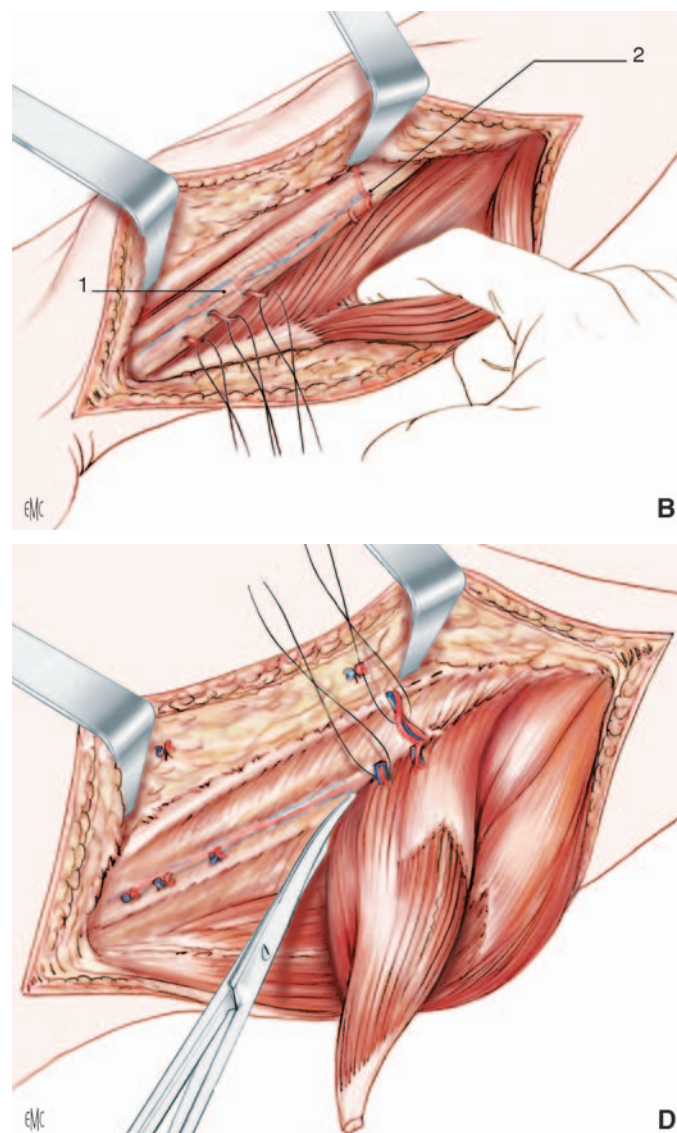
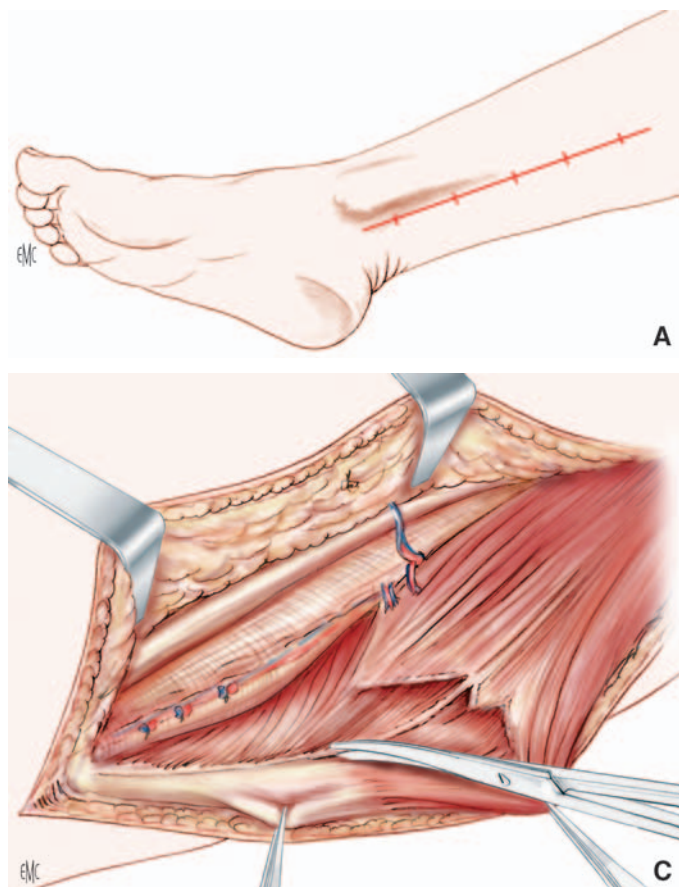


Figure 18. Prélèvement du lambeau de soléaire à pédicule proximal.

A. Incision cutanée.

B. Plan de décollement en avant du gastrocnémien. 1. Paquet vasculonerveux tibial postérieur ; 2. pédicule secondaire.

C. Libération de la portion distale musculaire de l'aponévrose et du tendon d'Achille.

D. Libération du bord latéral du muscle.

l'hémostase des pédicules issus de l'axe fibulaire (Fig. 18D). La libération latérale est fonction de l'importance de la rotation à imprimer au transfert. La désinsertion limitée du bord médial au tiers supérieur-tiers moyen participe également de la libération du lambeau. La lame aponévrotique libérée de son corps musculaire est tubulisée pour éviter les adhérences. Le garrot est lâché en fin d'intervention pour parfaire l'hémostase en profondeur.

Soins postopératoires

Le pied est maintenu à angle droit par une attelle plâtrée avant de commencer la rééducation active vers le 4^e/5^e jour.

Le drainage est maintenu au moins 8 jours en raison de l'importance de la cavité.

Variantes

L'hémisoléaire médial à pédicule proximal : cette technique est indiquée pour les pertes de substance longues et étroites. L'hémitransfert est translaté en avant alors qu'un transfert complet subit une rotation.

L'hémitransfert médial à point de pivot distal (Fig. 19) : cette technique, délicate à mettre en œuvre, est indiquée pour les

pertes de substance distales (tiers inférieur) ; le point de pivot est le pédicule secondaire situé grosso modo à mi-jambe. Le principe du prélèvement repose sur l'exposition de la moitié proximale du muscle, la ligature du pédicule proximal et la section transmusculaire jusqu'au point de pivot distal. Les hémostases sont nombreuses, en particulier les veines intramusculaires. Cette technique n'est réalisable que dans le cas d'un corps musculaire relativement grêle car le transfert est retourné en feuillet de livre, ce qui implique une flexibilité musculaire, peu compatible avec un muscle hypertrophique.

Autres transferts musculaires

Les fléchisseurs des orteils appartiennent à la loge profonde de jambe. Ils ont une vascularisation de type IV, en « barreaux d'échelle ». La moitié distale du muscle peut être libérée en conservant la continuité tendineuse.

Long fléchisseur de l'hallux (Fig. 20)

C'est un muscle épais dont le corps musculaire s'engage partiellement sous le rétinaculum de la cheville. Il a l'avantage d'être vascularisé par l'artère fibulaire souvent préservée dans les fracas du quart distal de jambe. Son inconvénient est d'être très

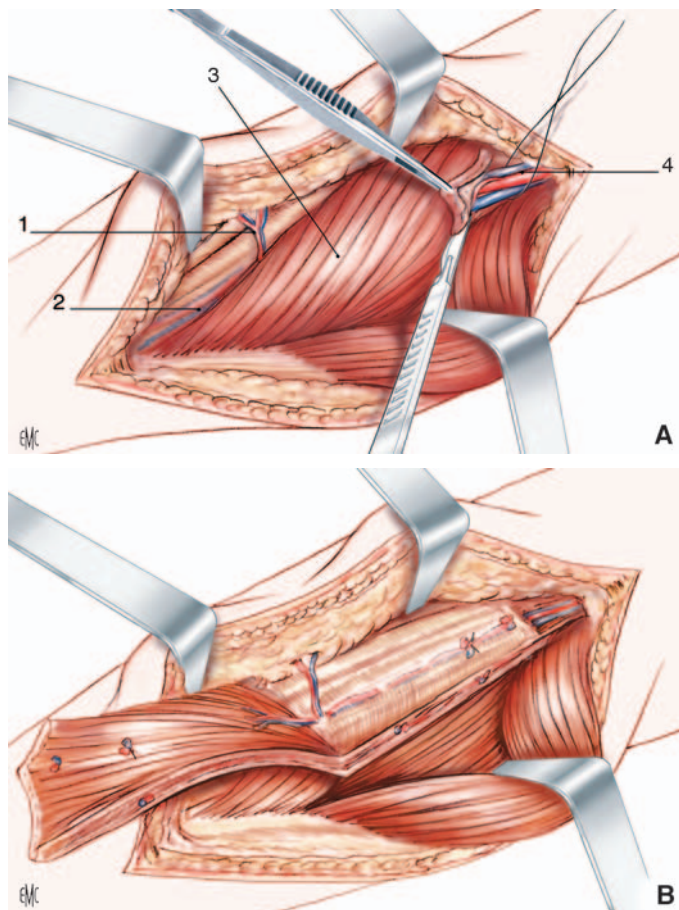


Figure 19. Prélèvement du lambeau d'hémisoléaire médial à pédicule distal.

A. Exposition de la portion proximale du muscle. 1. Pédicule secondaire qui constitue le point de pivot ; 2. paquet vasculonerveux dans la loge postérieure profonde ; 3. hémisoléaire médial ; 4. artère tibiale postérieure.

B. Le lambeau est isolé et retourné en feuillet de livre.

profondément enfoui au contact du tibia, donc susceptible de contracter des adhérences fibreuses. De plus, son prélèvement implique une dissection partielle du paquet tibial postérieur.

Fléchisseur commun des orteils

Il a l'avantage d'être le plus superficiel des muscles de la loge profonde. Il est aisément prélevé mais son territoire de recouvrement est limité. Il est particulièrement indiqué pour la jonction du tiers moyen-tiers distal lorsque le soléaire n'est pas utilisable ou s'avère insuffisamment long.

Court fibulaire latéral

Il mérite d'être utilisé pour les pertes de substances postérieures en regard de la portion moyenne d'Achille. Même si l'indication générale n'est pas idéale (muscle sur tendon), la technique de prélèvement du tiers distal du muscle est si simple (en conservant la continuité tendineuse) qu'il serait dommage de s'en priver dans certaines situations (Fig. 21). Une variante d'un lambeau musculaire partiel à pédicule distal a été récemment décrite [62, 63].

■ Lambeaux fasciocutanés de jambe

Il s'agit d'un vaste chapitre qui a gagné en importance durant la dernière décennie. Ces lambeaux ont plusieurs avantages :

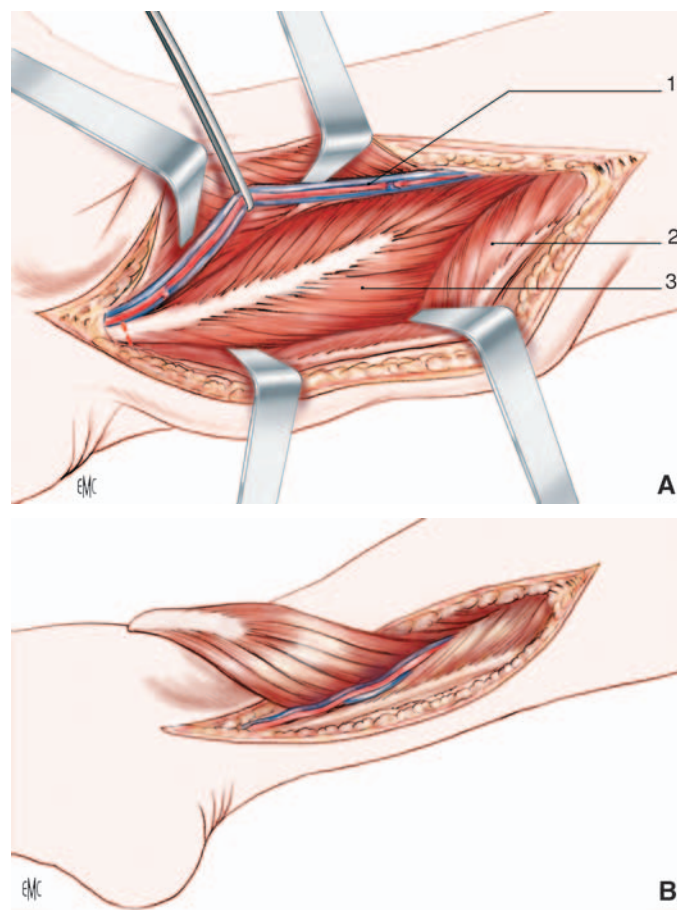


Figure 20. Lambeau du muscle fléchisseur de l'hallux.

A. Exposition du muscle dans la loge postérieure profonde. 1. Paquet tibial postérieur ; 2. soléaire ; 3. long fléchisseur de l'hallux.

B. Aire de couverture du lambeau.

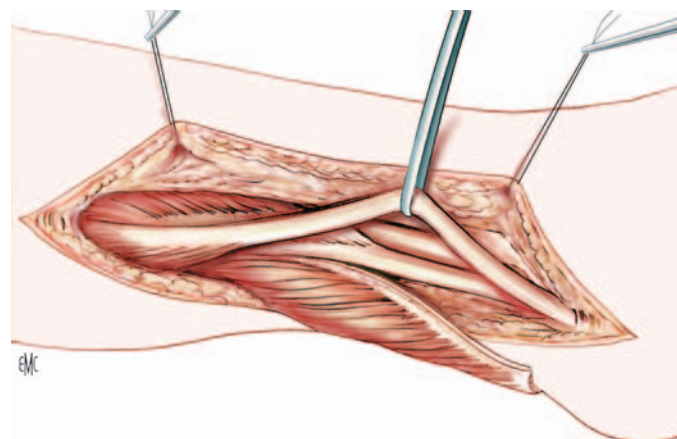


Figure 21. Lambeau du muscle court fibulaire ; libération de la portion distale du muscle pour couvrir Achille en maintenant la continuité tendineuse.

- dissection de surface relativement rapide et aisée ;
- économie du capital de lambeaux musculaires.

On peut leur reprocher toutefois une difficulté d'utilisation qui est l'évaluation préopératoire de leur vascularisation en rapport avec le traumatisme ou ses séquelles. Ce qui revient à dire que la mise en œuvre de ces lambeaux est techniquement plus facile que les lambeaux musculaires mais n'en requiert pas moins une grande expérience dans le choix de leurs indications.

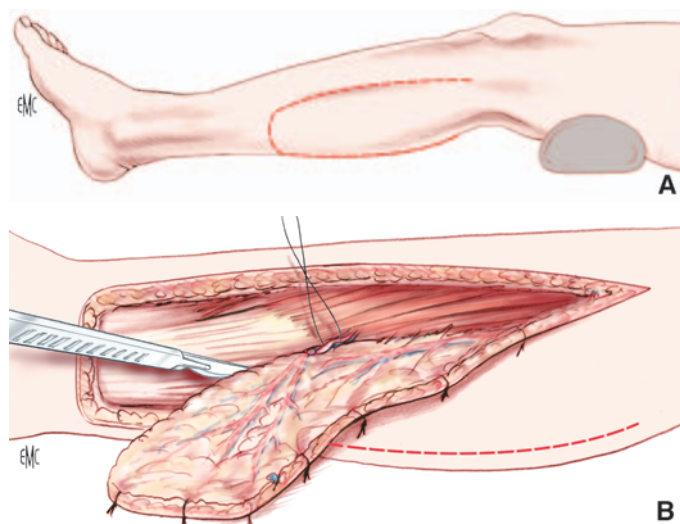


Figure 22. Lambeau fasciocutané saphène médial.

A. Dessin du lambeau.

B. Le fascia est inclus dans le prélèvement.

Lambeau saphène médial [64-67]

Il s'agit initialement d'un lambeau fasciocutané péninsulaire de rotation à charnière proximale. Son intérêt actuel réside dans la réalisation des *cross leg* et dans sa variante en îlot, avec un pédicule adipofascial.

Indications

- Perte de substance du tiers proximal de jambe ;
- perte de substance du genou ;
- *cross leg*.

Le lambeau en îlot à pédicule adipofascial est particulièrement indiqué pour les pertes de substance limitées intéressant la tubérosité tibiale antérieure, le ligament rotulien et la pointe de la rotule.

Vascularisation

La vascularisation est assurée par l'artère saphène médiale issue de l'artère grande anastomotique du genou, qui accompagne le nerf saphène médial sous forme d'un réseau neurocutané extrinsèque.

Technique de prélèvement (Fig. 22)

Le prélèvement du lambeau fasciocutané péninsulaire est très rapide. Ses limites sont le bord inférieur du sartorius en proximal, la jonction tiers proximal-tiers moyen en distal, le bord postérieur médial du tibia en avant et la jonction entre face médiale et face postérieure de jambe en arrière. L'essentiel est que les dimensions du lambeau respectent le ratio $L/l \leq 4$, ce qui représente habituellement un lambeau de l'ordre de 7 cm de large pour 25-28 cm de long. Le fascia est inclus dans le prélèvement, en continuité avec l'incision cutanée. La veine et le nerf saphène médiaux sont sectionnés à l'extrémité distale. La rotation peut être facilitée par une contre-incision de la charnière proximale type *back cut*. La portion proximale peut être tubulisée dans l'utilisation d'un *cross leg*. Le site donneur est immédiatement greffé par une greffe de peau semi-épaisse.

Variantes

Le lambeau à pédicule adipofascial (Fig. 23) : la palette cutanée est dessinée à mi-jambe sur la face médiale et le pédicule grosso modo suit la direction du nerf saphène médial.

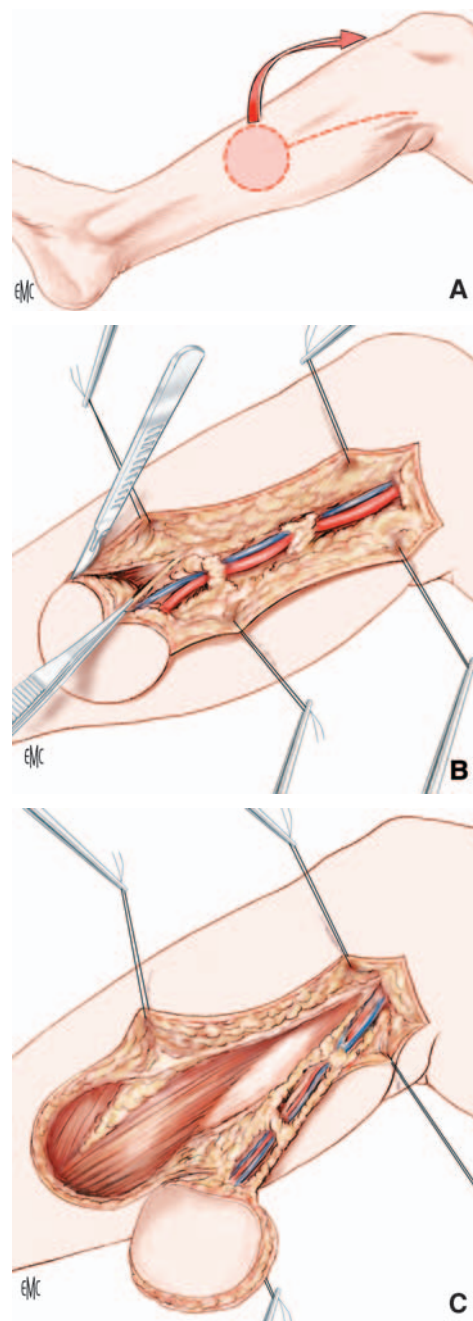


Figure 23. Lambeau neurocutané saphène médial.

A. Dessin du lambeau.

B. Isolement du pédicule adipofascial.

C. Libération du lambeau et de son pédicule.

Le point de pivot est situé au bord distal du muscle sartorius. Le pédicule adipofascial est prélevé de sorte que $L/l \leq 4$. Il est isolé par deux volets cutanés relevés par une dissection sous-dermique. Ce type de lambeau offre une plus grande souplesse d'utilisation que le lambeau péninsulaire. Il est particulièrement indiqué dans les pertes de substance limitées affectant la tubérosité tibiale antérieure, le ligament rotulien et la pointe de la rotule.

Lambeau supramalléolaire latéral [68-71]

Le lambeau supramalléolaire latéral est prélevé sur la face latérale du tiers distal de jambe. Ses variantes sont nombreuses et permettent de couvrir le quart inférieur de jambe, la face postérieure du talon, et les faces dorsale, médiale et latérale du pied.

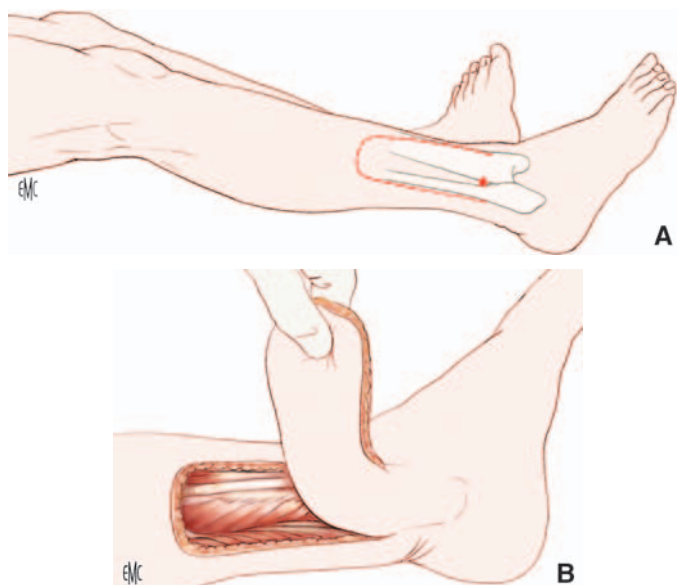


Figure 24. Lambeau supramalléolaire latéral de rotation.
A. Dessin du lambeau.
B. Rotation du lambeau qui permet de couvrir le quart distal de jambe.

Vascularisation

Le lambeau est vascularisé par une ou deux artérioles issues du ramus perforans de l'artère fibulaire à proximité de l'articulation tibiofibulaire distale et antérieure. Le ramus perforans poursuit son trajet jusqu'au sinus du tarse où il contracte des anastomoses avec la branche latérale de l'artère pédieuse et des rameaux latéraux issus de l'artère plantaire latérale. Nous décrivons la technique de prélèvement de chaque variante.

Lambeau de rotation à charnière distale (Fig. 24)

De réalisation rapide et aisée, ce lambeau n'implique pas de dissection pédiculaire. La charnière est située en regard de la terminaison de la membrane interosseuse dans l'angle entre tibia et fibula. Les dimensions maximales du lambeau sont limitées en avant par le tendon du jambier antérieur, en arrière par la fibula et en proximal par le milieu du segment jambier. Le prélèvement en bloc inclut le fascia et la rotation du lambeau est facilitée par un discret *back cut* postérieur. Cette technique est particulièrement utile pour les pertes de substance exposant la face médiale du quart inférieur du tibia.

Lambeau en îlot pédiculé à point de pivot distal (Fig. 25)

Il s'agit d'une technique relativement délicate car elle exige une reconnaissance première de la configuration vasculaire.

Le dessin du lambeau inclut le point d'émergence du ramus perforans.

Une incision distale permet l'exposition du pédicule après section du rétinaculum.

Le maintien de la charnière postérieure du lambeau permet de récliner celui-ci et de repérer successivement le ramus perforans, la branche cutanée du lambeau et les éventuelles anastomoses avec le système tibial antérieur. Le point clé de la libération est la ligature du ramus perforans en amont de la naissance de l'artère du lambeau, ce qui peut imposer de débrider la membrane interosseuse pour faciliter la ligature de l'artère fibulaire. Le pédicule est contenu dans une atmosphère graisseuse et libéré jusqu'au sinus du tarse. Le site donneur est recouvert d'une greffe de peau semi-épaisse après rapprochement des muscles extenseurs et fibulaires pour couvrir la fibula.

Lambeau en îlot à pédicule adipofascial (Fig. 26)

Son principe repose sur le dessin d'une palette proximale à mi-jambe qui est irriguée par un pédicule adipofascial porteur du réseau issu de l'artériole cutanée. Ce pédicule adipofascial

peut d'ailleurs être prolongé par le pédicule vasculaire du ramus perforans, ce qui constitue un pédicule composite de grande longueur permettant d'atteindre la base des orteils.

Lambeau neurocutané sural à point de pivot distal [72-78]

Ce lambeau constitue l'une des contributions les plus importantes de ces dernières années à la chirurgie réparatrice du membre inférieur. La vascularisation est de type neurocutanée. Le pédicule est dessiné sur l'axe du nerf sural.

Indications

- La face postérieure du talon ;
- la face antérieure et latérale du cou-de-pied ;
- la face antérieure de jambe.

La face antéromédiale de jambe est une indication peu conseillée en raison de la couture imposée au pédicule et du risque de thrombose veineuse ou d'insuffisance d'apport artériel.

Vascularisation

Le point de pivot du pédicule est l'émergence d'une artère interstitielle constante et de gros calibre, issue de l'artère fibulaire à une distance de 4-5 cm de la pointe de la malléole latérale. Le principe du lambeau repose sur une palette cutanée vascularisée par un pédicule adipofascial, contenant le nerf sural et prenant son relais vasculaire sur la perforante.

Technique de prélèvement (Fig. 27)

La palette cutanée est dessinée à mi-jambe en regard de l'extrémité des corps musculaires des jumeaux (Fig. 27A).

Le point de pivot est repéré et on joint le point de pivot au lambeau par une ligne très légèrement oblique par rapport à l'axe de jambe. L'incision de la ligne est uniquement cutanée et permet de relever deux volets dermoépidermiques pour exposer une bande de tissu adipofascial répondant au critère $L/I \leq 4$ (Fig. 27B). La revascularisation du lambeau est faite sur le site donneur avant son transfert. Quand on met en place le lambeau sur un site receveur distal la torsion du pédicule doit être la plus lâche possible (Fig. 27C). Le pédicule est à demi enfoui dans une tranchée tissulaire réalisée à partir de l'éversion des berges de l'incision cutanée reliant le point de pivot et le site receveur.

Soins postopératoires

L'immobilisation du patient est capitale pour le traitement des pertes de substance du talon. Deux solutions sont possibles :

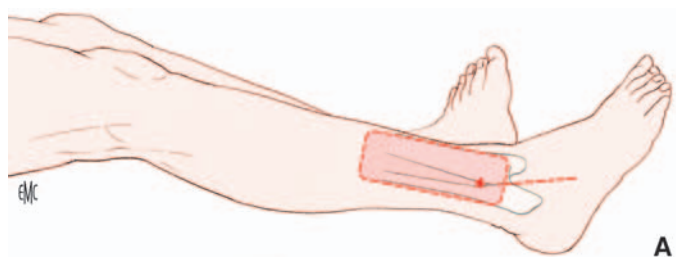
- le fixateur externe qui permet un montage sur pilotis ;
- une attelle plâtrée postérieure très épaisse qui ménage une chambre en regard du lambeau et de son pédicule.

Lambeaux atypiques

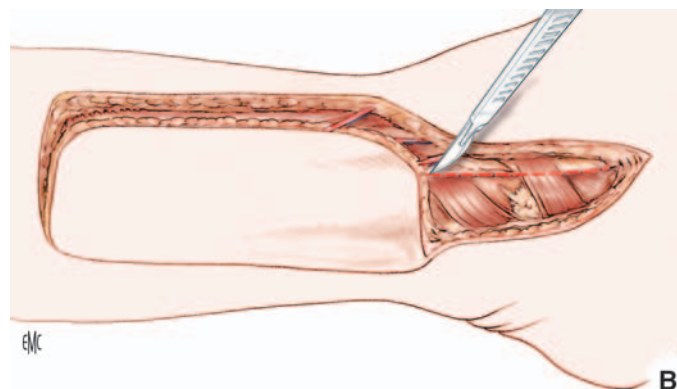
Les lambeaux atypiques sont des lambeaux dont il n'existe aucune description standardisée. Ils sont une réponse à une situation singulière. La jambe est le territoire d'élection de ces techniques de sauvetage en raison de la fréquence des traumatismes sur ce segment, de l'importance des séquelles et des difficultés en relation avec la réalisation itérative de lambeaux musculaires ou cutanés sur une même localisation.

Lambeaux basés sur perforantes (« Perforator flaps »)

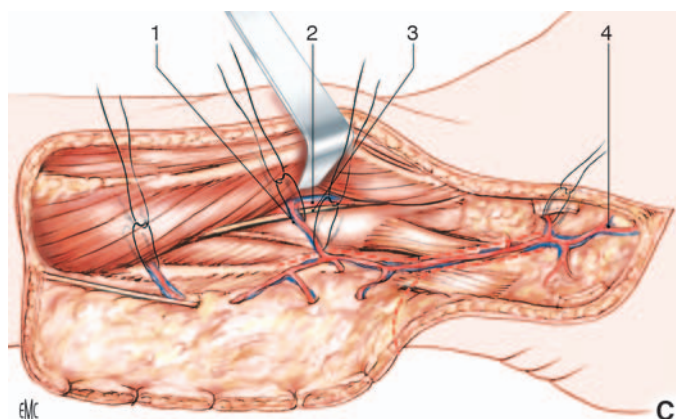
Le principe de ces lambeaux atypiques repose sur l'identification d'une source vasculaire à partir de laquelle on peut prélever, en situation proximale ou distale par rapport à cette source, un pédicule adipofascial ($L/I \leq 4$) prolongé par une palette cutanée (Fig. 28). On peut également réaliser un simple lambeau de rotation nourri par la perforante vasculaire. Les



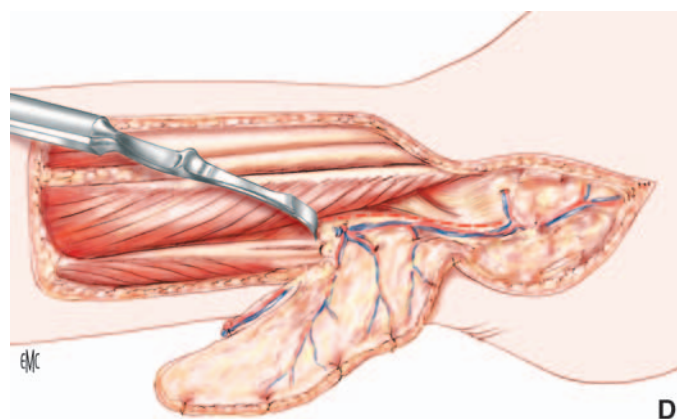
A



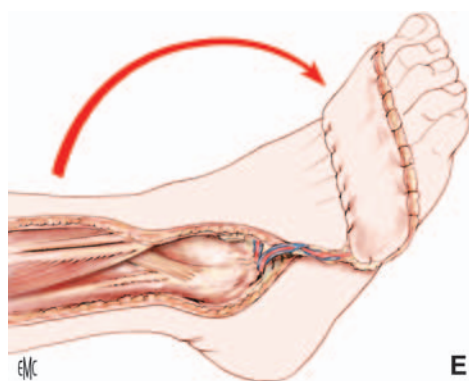
B



C



D



E

Figure 25. Lambeau supramalléolaire latéral pédiculé en îlot.

A. Repères et dessin du lambeau.

B. Incision de la partie antérieure du lambeau et du rétinaculum.

C. Exposition de la configuration vasculaire. 1. Ligature de l'artère malléolaire ; 2. artère tibiale antérieure ; 3. nerf fibulaire profond ; 4. anastomose avec l'artère latérale du tarse.

D. Libération du lambeau au ras de la fibula.

E. Arc de rotation du lambeau.

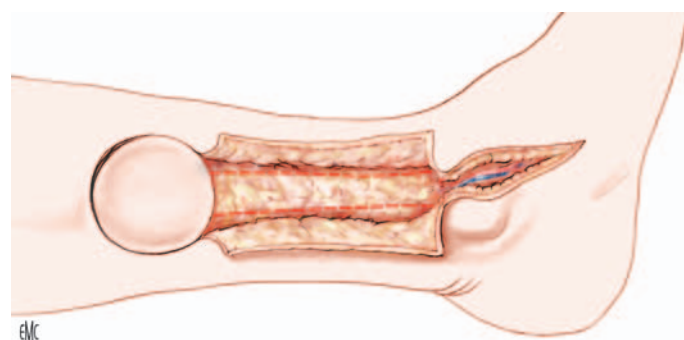


Figure 26. Lambeau supramalléolaire à pédicule adipofascial.

sources vasculaires sont nombreuses mais doivent être soumises à une évaluation précise en fonction des lésions des parties molles préexistantes et de la perméabilité de chacun des trois axes vasculaires. Ces sources potentielles sont de deux ordres :

- les artéioles interstitielles disposées en « barreaux d'échelle » le long des axes vasculaires ;
- les cercles anastomotiques périarticulaires.

Dans le premier cas, l'axe du pédicule doit suivre autant que faire se peut l'axe vasculaire. Il semble bien, mais cela reste à prouver que le maintien d'une bande cutanée en regard du

pédicule adipofascial améliore la vascularisation en facilitant le retour veineux par une suture cutanée aux berges de l'incision joignant le point de pivot au site donneur (Fig. 29).

Lambeaux bipédiculés d'avancement

Cette technique est une résurgence de l'antique incision de décharge et connaît un regain d'intérêt en raison de sa fiabilité d'exécution. Elle est particulièrement indiquée à la jambe et surtout au tiers distal qui peut se révéler un véritable désert dans certaines situations (Fig. 30). Le principe consiste à mobiliser, de chaque côté de la perte de substance antérieure ou antéromédiale, un lambeau fasciocutané bipédiculé d'avancement au prix de deux incisions de décharge, l'une latérale, et l'autre médiale. Les règles sont les suivantes.

La largeur des pertes de substance ne doit pas excéder 3-4 cm au tiers inférieur de jambe. En réalité, les possibilités d'avancement des lambeaux sont fonction de la souplesse des tissus.

La longueur de l'incision de décharge doit être 1,5 fois la longueur de la perte de substance. La largeur du lambeau bipédiculé doit être supérieure au quart de la longueur de l'incision postérieure de décharge. En réalité, la fiabilité de ces lambeaux peut être considérablement amplifiée par la préservation des artéioles perforantes lors de la dissection sous-fasciale.

Après mobilisation et suture des deux lambeaux sur la ligne médiane, la berge postérieure de l'incision de décharge peut être

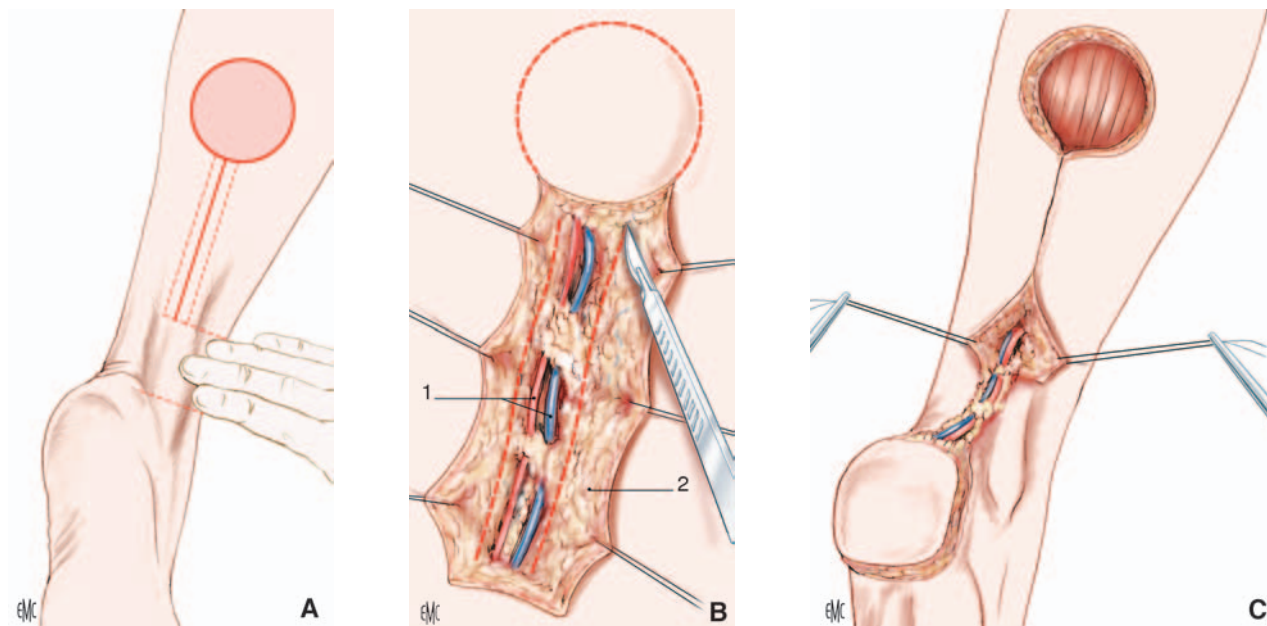


Figure 27. Lambeau neurocutané sural.

A. Repère du point de pivot et dessin du lambeau.

B. Isolement du pédicule adipofascial. 1. Nerf et veine suraux ; 2. dissection sous-dermique.

C. Retournement du pédicule pour un lambeau qui couvre la face postérieure du talon.

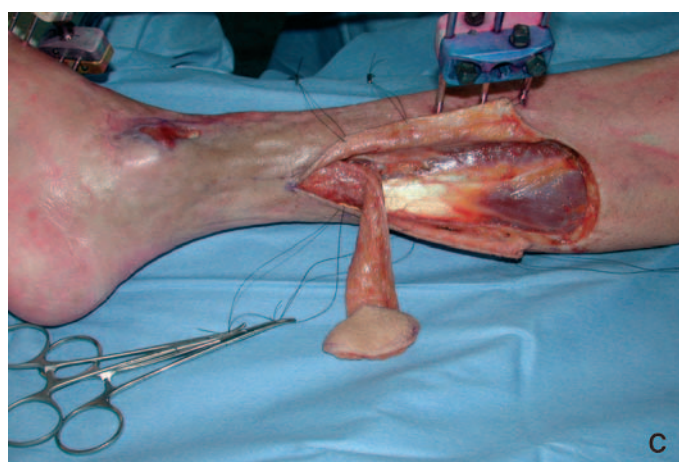


Figure 28. Lambeau à pédicule adipofascial basé sur une perforante de l'artère tibiale postérieure.

A. Perte de substance juxtamalléolaire.

B. Dessin du lambeau et repérage du point de pivot.

C. Le lambeau prélevé est composé d'une palette cutanée et d'un pédicule adipofascial.

D. Résultat à 6 mois.

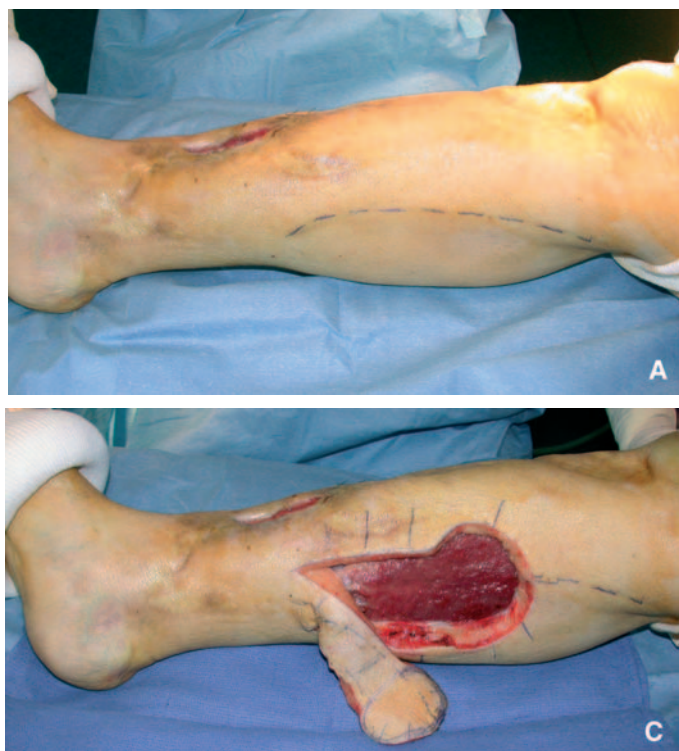


Figure 29. Lambeau basé sur perforante avec pédicule fasciocutané.

A. Perte de substance du quart distal de jambe. De nombreuses interventions ont déjà été réalisées ; noter l'existence d'une longue cicatrice médiale.

B. Dessin du lambeau et de son pédicule fasciocutané.

C. Prélèvement du lambeau.

D. Résultat à 3 semaines.



Figure 30. Lambeaux bipédiculés d'avancement.

A. Perte de substance du tiers inférieur de jambe.

B. Incision médiale.

C. Incision latérale.

D. Résultat à 3 semaines.

avancée et amarrée au tissu sous-jacent de façon à diminuer la largeur de la perte de substance créée par l'avancement. En règle générale, cette perte de substance est confiée à la cicatrisation dirigée. La technique du double lambeau d'avancement bipédiculé est réalisable également au genou. En règle générale, elle requiert de grandes précautions d'utilisation en urgence, en raison de l'incertitude de la viabilité cutanée à proximité immédiate de la perte de substance.

“ Points essentiels

Résumé des indications des lambeaux au membre inférieur (selon la localisation de la perte de substance).

Genou :

- jumeaux médial et latéral ;
- lambeau saphène médial en îlot ;
- lambeau d'avancement bipédiculé.

Tiers proximal de jambe :

- jumeau médial ;
- soléaire ;
- saphène médial.

Tiers moyen de jambe :

- soléaire ou hémisoléaire proximal ;
- fléchisseur commun des orteils.

Tiers distal et quart distal de jambe :

- hémisoléaire inversé ;
- soléaire direct associé à un fléchisseur des orteils ;
- lambeau supramalléolaire latéral de rotation ;
- fléchisseur des orteils ;
- lambeau atypique à pédicule adipofascial centré sur une perforante de l'artère tibiale postérieure ;
- lambeau d'avancement bipédiculé.

Face postérieure du talon :

- lambeau sural ;
- lambeau supramalléolaire latéral.

Faces dorsale et latérale du pied :

- lambeau sural ;
- lambeau supramalléolaire latéral.

Avulsion complète du talon :

- lambeau sural à condition d'abattre la grosse tubérosité du calcaneus ;
- cross leg ;
- lambeau libre.

■ Références

- [1] Salmon M. *Les artères de la peau*. Paris: Masson; 1936.
- [2] Cormack GC, Lamberty BG. A classification of fascio-cutaneous flaps according to their patterns of vascularisation. *Br J Plast Surg* 1984;**37**: 80-7.
- [3] Cormack GC, Lamberty BG. Fascio-cutaneous vessels. Their distribution on the trunk and limbs, and their clinical application in tissue transfer. *Anat Clin* 1984;**6**:121-6.
- [4] Gumenner R, Montandon D, Marty FM, Zbrodowski A. The subcutaneous tissue flap and the misconception on fasciocutaneous flap. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1986;**20**:61-5.
- [5] Masquelet AC, Romana MC. The blood supply of the skin of the limbs an its surgical applications. *Fr J Orthop Surg* 1989;**4**:566.
- [6] Taylor GI, Gianoutsos MP, Morris S. The neurovascular territories of the skin and muscles: anatomic study and clinical implications. *Plast Reconstr Surg* 1994;**94**:1-36.
- [7] Nakajima H, Minabe T, Imanishi N. Three dimensional analysis and classification of the arteries in the skin and subcutaneous adipofascial tissue by computer graphics imaging. *Plast Reconstr Surg* 1998;**102**: 748-60.
- [8] Hallock GG. Direct and indirect perforator flaps: the history and the controversy. *Plast Reconstr Surg* 2003;**111**:855-70.
- [9] Blondeel PN, Van Landuyt KH, Monstrey SJ, Hamdi M, Matton GE, Allen RJ, et al. The "Gent" consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions. *Plast Reconstr Surg* 2003;**112**:1378-83.
- [10] Blondeel PN, Van Landuyt KH, Monstrey SJ, Hamdi M, Matton GE, Allen RJ, et al. The "Gent" consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions. *Plast Reconstr Surg* 2003;**112**:1384-7 (discussion).
- [11] Mathes S, Nahai F. *Clinical atlas of muscle and musculocutaneous flaps*. St Louis: CV Mosby; 1979.
- [12] Urbaniak JR, Koman LA, Goldner RD, Armstrong NB, Nunley JA. The vascularized cutaneous scapular flap. *Plast Reconstr Surg* 1982;**69**: 772-8.
- [13] Brumback RJ, McBride MG, Ortolani NC. Functional evaluation of the shoulder after transfer of the vascularized latissimus dorsi muscle. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**:377-82.
- [14] Germann G, Bickert B, Steinau HU, Wagner H. Versatility and reliability of the subscapular system. *Plast Reconstr Surg* 1999;**103**: 1386-99.
- [15] Kawamura K, Yajima H, Tomito Y, Kubata Y. Restoration of elbow function with latissimus dorsi myocutaneous flap transfer. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;**16**:84-90.
- [16] Rogachefsky RA, Aly A, Brearley W. Latissimus dorsi pedicled flap for upper extremity soft tissue reconstruction. *Orthopedics* 2002;**25**:403-8.
- [17] Vasconez LO. Endoscopic latissimus dorsi flap harvesting. *Am J Surg* 2007;**194**:170-7.
- [18] Katsaros J, Schusterman M, Beppu M, Banis JC, Acland RD. The lateral upper arm flap: anatomy and clinical applications. *Ann Plast Surg* 1984; **74**:244-9.
- [19] Culbertson JH, Mutimer K. The reverse lateral upper arm flap for elbow coverage. *Ann Plast Surg* 1987;**18**:62-8.
- [20] Tung TC, Wang KC, Fang CM, Lee CM. Reverse pedicled lateral arm flap for reconstruction of posterior soft tissue defects of the elbow. *Ann Plast Surg* 1997;**38**:635-41.
- [21] Casoli V, Kostopoulos E, Pélissier P, Caix P, Martin D, Baudet J. The middle collateral artery: anatomic basis for the "extreme" lateral arm flap. *Surg Radiol Anat* 2006;**26**:172-7.
- [22] Turegun M, Nisanci M, Duman H, Aksu M. Versatility of the reverse lateral arm flap in the treatment of post burn antecubital contractures. *Burns* 2005;**31**:212-6.
- [23] Lamberty BG, Cormack GC. The antecubital fasciocutaneous flap. *Br J Plast Surg* 1983;**36**:488-93.
- [24] Van Landuyt K, De Cordier BC, Monstrey SJ, Blondeel PN. The antecubital fasciocutaneous island flap for elbow coverage. *Ann Plast Surg* 1998;**41**:252-7.
- [25] Duteille F, Rocchi L, Dautel G, Merle M. Le lambeau ante-cubital : intérêt dans les couvertures du coude. Étude anatomique et expérience de cinq cas cliniques. *Ann Chir Plast Esthet* 2001;**46**:18-24.
- [26] Tiengo C, Macchi V, Porzionato A, Stecco C. The proximal radial artery perforator flap: an anatomical study for its use in elbow reconstruction. *Surg Radiol Anat* 2007;**29**:245-9.
- [27] Soutar DS, Tanner NS. The radial forearm flap in the management of soft tissue injuries of the hand. *Br J Plast Surg* 1984;**37**:18-26.
- [28] Timmons MJ, Missotten FE, Poole MD, Davies DM. Complications of radial forearm flap donor sites. *Br J Plast Surg* 1986;**39**:176-83.
- [29] Weinzwieg N, Chan L, Chen ZW. The distally based radial forearm fasciocutaneous flap with preservation of the radial artery: an anatomic study and clinical approach. *Plast Reconstr Surg* 1994;**94**:675-84.
- [30] Goffin D, Brunelli F, Galbiati A, Sammut D, Gilbert A. Un nouveau lambeau basé sur les branches distales de l'artère radiale. *Ann Chir Main* 1992;**3**:217-22.
- [31] Gardet H, Pinsolle V, Pélissier P, Casoli V, Martin D. Le lambeau antébrachial basé sur les perforantes distales de l'artère radiale : étude anatomique. *Ann Chir Plast Esthet* 2006;**51**:47-52.
- [32] Ahn HC, Choi MS, Hwang WJ, Sung KY. The transverse radial forearm flap. *Plast Reconstr Surg* 2007;**119**:2153-60.
- [33] Zuidam JM, Cuen JH, Hofer SO. Closure of the donor site of the free radial forearm flap: a comparison of full thickness graft and split thickness skin graft. *Ann Plast Surg* 2005;**55**:812-8.
- [34] Patsalis T, Hoffmeister HE, Seboldt H. Arterial dominance of the hand. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1997;**29**:247-53.
- [35] Lovie MJ, Duncan GM, Glasson DW. The ulnar artery forearm flap. *Br J Plast Surg* 1987;**37**:486-92.
- [36] Guimberteau JC, Goin JL, Panconi B. The ulnar reverse forearm flap: about 54 cases. *Plast Reconstr Surg* 1988;**81**:925-32.

- [37] Karacalar A, Ozcan M. The distally based ulnar artery forearm flap supplied by the dorsal carpal arch. *Ann Plast Surg* 1998;**41**:304-6.
- [38] Masquelet AC, Penteado CV. Le lambeau interosseux postérieur. *Ann Chir Main* 1987;**62**:131-6.
- [39] Buchler U, Frey HP. Retrograde posterior interosseous flap. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:283-92.
- [40] Angrigiani C, Grilli D, Dominikow D, Zancolli E. Posterior interosseous reverse forearm flap: experience with 80 consecutive cases. *Plast Reconstr Surg* 1993;**92**:285-90.
- [41] Brunelli F, Valenti P, Dumontier C, Panciera P, Gilbert A. The posterior interosseous reverse flap: experience with 113 flaps. *Ann Plast Surg* 2001;**47**:25-9.
- [42] Costa H, Pinto A, Zenha H. The posterior interosseous flap-a prime technique in hand reconstruction. The experience of 100 anatomical dissections and 102 clinical cases. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007;**60**:740-7.
- [43] Lu LJ, Gong X, Lu XM, Wang KL. The reverse posterior interosseous flap and its composite flap: experience with 201 flaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007;**60**:876-82.
- [44] Jones ME, Rider MA, Hughes J, Tonkin MA. The use of a proximally based posterior interosseous adipofascial flap to prevent recurrence of synostosis of the elbow joint and forearm. *J Hand Surg [Br]* 2007;**32**:143-8.
- [45] McGregor IA, Jackson IT. The groin flap. *Br J Plast Surg* 1972;**25**:3-16.
- [46] Lister GD, McGregor IA, Jackson IT. The groin flap in hand injuries. *Injury* 1973;**4**:229-39.
- [47] Chow JA, Bilos ZJ, Hui P, Hall RF. The groin flap in reparative surgery of the hand. *Plast Reconstr Surg* 1986;**77**:421-8.
- [48] Graf P, Biemer E. Morbidity of the groin flap transfer: are we getting something for nothing? *Br J Plast Surg* 1992;**45**:86-92.
- [49] Chetboun A, Masquelet AC. Experimental animal model proving the benefit of primary defatting of full-thickness random-pattern skin flap by suppressing "perfusion steal". *Plast Reconstr Surg* 2007;**120**:1496-502.
- [50] Mc Craw JB, Fishman JH, Sharzer LA. The versatile gastrocnemius myocutaneous flap. *Plast Reconstr Surg* 1978;**62**:15-9.
- [51] Dibbel DG, Edstrom LE. The gastrocnemius myocutaneous flap. *Clin Plast Surg* 1980;**7**:45-9.
- [52] Atchabahian A, Masquelet AC. The distally based medial gastrocnemius flap: a case report and anatomic study. *Plast Reconstr Surg* 1996;**98**:1253-7.
- [53] Withney T, Heckler F, White M. Gastrocnemius muscle transposition to the femur: how high can you go? *Ann Plast Surg* 1995;**34**:415-9.
- [54] Kroll J, Marcadis A. Esthetic considerations on the medial gastrocnemius myocutaneous flap. *Plast Reconstr Surg* 1987;**79**:67-72.
- [55] Buchner M, Zeifang F, Bernd L. Medial gastrocnemius muscle flap in limb sparing surgery of malignant bone tumors of the proximal tibia: mid term results in 25 patients. *Ann Plast Surg* 2003;**51**:266-72.
- [56] Pico R, Luscher NJ, Rumetsch M, de Roche R. Why the denervated gastrocnemius muscle flap should be encouraged? *Ann Plast Surg* 1991;**26**:312-7.
- [57] Tobin GR. Hemisoleus and reversed hemisoleus flaps. *Plast Reconstr Surg* 1985;**76**:87-92.
- [58] Dumont CE, Masquelet AC. A reverse triangular soleus flap based on small communicating arterial branches. *Ann Plast Surg* 1998;**41**:440-3.
- [59] Lopez-Casero R, De Pedro JA, Rodriguez E, Masquelet AC. Distal vascular pedicle-hemisoleus to tibial length ratio as a main predictive index in preoperative flap planning. *Surg Radiol Anat* 1995;**17**:113-9.
- [60] Uysal AC, Alagoz MS, Sensoz O, Ortak T. Reconsidering the soleus muscle flap for coverage of wounds of the distal third of the leg. *Ann Plast Surg* 2004;**52**:112-8.
- [61] Pu LL. Soft tissue coverage of an open tibial wound in the junction of the middle and distal thirds of the leg with the medial hemisoleus muscle flap. *Ann Plast Surg* 2006;**56**:639-43.
- [62] Koski EA, Kuokkanen HO, Tukiainen EJ. Distally based peroneus brevis muscle flap: a successful way of reconstructing lateral soft tissue defects of the ankle. *Scand J Plast Reconstr Surg* 2007;**39**:299-301.
- [63] Bach AD, Leffler M, Kneser U, Kopp J, Horch RE. The versatility of the distally based peroneus brevis muscle flap in reconstructive surgery of the foot and lower leg. *Ann Plast Surg* 2007;**58**:397-404.
- [64] Acland RD, Schusterman M, Godina M, Eder E, Taylor GI. The saphenous neurovascular free flap. *Plast Reconstr Surg* 1981;**98**:1253-8.
- [65] Haertsch P. The surgical plane in the leg. *Br J Plast Surg* 1981;**34**:464-9.
- [66] Barclay TL, Sharpe DT, Chisholm EM. Cross-leg fasciocutaneous flaps. *Plast Reconstr Surg* 1983;**72**:843-7.
- [67] Hsieh CH, Huang KF, Liliang PC, Tsai HH. Below knee amputation using a medial saphenous artery based skin flap. *J Trauma* 2006;**61**:353-7.
- [68] Masquelet AC, Beveridge J, Romana C, Gerber C. The lateral supramalleolar flap. *Plast Reconstr Surg* 1988;**81**:74-81.
- [69] Valenti P, Masquelet AC, Romana C, Nordin JY. Technical refinement of the lateral supramalleolar flap. *Br J Plast Surg* 1991;**44**:459-62.
- [70] Voche P, Merle M, Stussi JD. The lateral supramalleolar flap: experience with 41 flaps. *Ann Plast Surg* 2005;**54**:49-54.
- [71] Demiri E, Foroglou P, Dyonissios D, Antonion A. Our experience with the lateral supramalleolar island flap for reconstruction of the distal leg and foot: a review of 20 cases. *Scand J Plast Reconstr Surg* 2006;**40**:1006-11.
- [72] Masquelet AC, Romana MC, Wolf G. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg. *Plast Reconstr Surg* 1992;**89**:1115-21.
- [73] Hollier L, Sharma S, Babigumira E, Klebuc M. Versatility of the sural fasciocutaneous flap in the coverage of lower extremity wounds. *Plast Reconstr Surg* 2002;**110**:1673-9.
- [74] Baumeister SP, Spierer R, Erdmann D, Sweis R, Levin LS, Germann GK. A realistic complication analysis of 70 sural artery flaps in a multimorbid patient group. *Plast Reconstr Surg* 2003;**129**:129-42.
- [75] Raveendran SS, Perera D, Happuharachchi T, Yoganathan V. Superficial sural artery flap: a study in 40 cases. *Br J Plast Surg* 2004;**57**:266-9.
- [76] Rohmiller MT, Callahan BS. The reverse sural neurocutaneous flap for hindfoot and ankle coverage: experience and review of the literature. *Orthopedics* 2005;**28**:1449-53.
- [77] Akhtar S, Hameed A. Versatility of the sural fasciocutaneous flap in the coverage of lower third leg and hind foot defects. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2006;**59**:839-45.
- [78] Al Qattan MM. The reverse sural fasciomusculocutaneous "mega-high" flap: a study of 20 consecutive flaps for lower-limb reconstruction. *Ann Plast Surg* 2007;**58**:513-6.

Pour en savoir plus

- Mathes S, Nahai F. *Clinical atlas of muscle and musculocutaneous flaps*. St Louis: CV Mosby; 1979.
- Masquelet AC, Gilbert A. *Atlas of flaps of the musculoskeletal system*. London: Dunitz; 2001 (298p).
- Masquelet AC, Gilbert A. *Lambeaux de l'appareil locomoteur*. Montpellier: Sauramps Médical; 2003.

A.-C. Masquelet (alain-charles.masquelet@avc.aphp.fr).
Hôpital Avicenne, AP-HP, Paris XIII, 125, rue de Stalingrad, 93009 Bobigny cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Masquelet A.-C. Lambeaux pédiculés des membres. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-070, 2008.

Disponibles sur www.em-consulte.com



Matériaux utilisés pour l'ostéosynthèse

M. Altmann, J.-M. Cognet, L. Eschbach, B. Gasser, G. Richards, P. Simon

Qu'attend-on d'un matériau utilisé pour une ostéosynthèse ? L'ostéosynthèse peut être définie comme la stabilisation temporaire interne ou externe de fragments osseux jusqu'à obtention de la consolidation. Les matériaux utilisés pour les implants d'ostéosynthèse doivent être biocompatibles et avoir des propriétés mécaniques élevées. Pour ces raisons, les implants métalliques sont le standard actuel. Pour certaines indications et notamment pour des contraintes peu importantes, d'autres matériaux comme des polymères, des matériaux composites ou biorésorbables (polymères ou céramiques) sont utilisés ou en cours d'évaluation. En raison de leurs propriétés mécaniques (fragilité, résistance limitée aux contraintes) et de leur procédé de fabrication, les céramiques ne sont pas, à l'heure actuelle, utilisées en charge pour la traumatologie osseuse. Dans ce chapitre, les termes scientifiques de base, les matériaux les plus courants, leur interaction biologique et leur visualisation en imagerie sont présentés de façon sommaire.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Ductilité ; Ostéosynthèse ; Implants ; Biocompatibilité ; Acier ; Titane

Plan

| | |
|--|----------|
| ■ Résistance mécanique, propriétés et fonctionnement biologique | 1 |
| Termes décrivant les propriétés mécaniques | 1 |
| Fatigue | 2 |
| Biocompatibilité et effet de surface des implants | 2 |
| ■ Matériaux | 3 |
| Métaux | 3 |
| Polymères | 5 |
| ■ Matériaux et imagerie | 5 |
| Radiographie standard | 5 |
| Scanner | 5 |
| Imagerie par résonance magnétique (IRM) | 5 |
| ■ Complications | 6 |
| Réactions allergiques | 6 |
| Cancérisation | 6 |
| Mélange de matériaux | 6 |
| Rupture d'implant et déformation | 6 |
| ■ Conclusion | 7 |

■ Résistance mécanique, propriétés et fonctionnement biologique

La fonction première d'un implant d'ostéosynthèse est la stabilisation temporaire des fragments osseux jusqu'à l'obtention de la consolidation. Trois facteurs influencent les propriétés mécaniques d'une ostéosynthèse :

- propriétés du matériau : propriétés physiques et biologiques propres au matériau ;
- géométrie de l'implant : dessin et géométrie de l'implant définis et testés par le fabricant ;
- technique d'ostéosynthèse : technique d'application et de fixation choisie par le chirurgien.

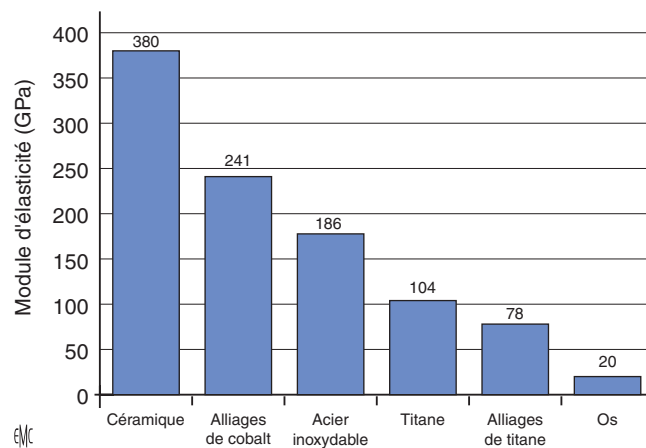


Figure 1. Module d'élasticité de plusieurs matériaux.

Dans les paragraphes suivants, seules les propriétés physiques et biologiques propres à l'implant sont discutées. Toutefois, il faut souligner que le choix de l'implant et son utilisation par le chirurgien ont une incidence sur la stabilité de l'ostéosynthèse.

Termes décrivant les propriétés mécaniques

Module d'élasticité

Le module d'élasticité, également connu sous le nom de module de Young, décrit l'élasticité, c'est-à-dire la capacité d'un matériau à retrouver sa forme d'origine. La Figure 1 indique le module d'élasticité de plusieurs matériaux. Il est intéressant de noter que le module d'élasticité de l'os est inférieur à celui des matériaux standards utilisés pour l'ostéosynthèse. La rigidité d'un système de fixation est en rapport à la fois avec le module d'élasticité du matériau et le design de l'implant.

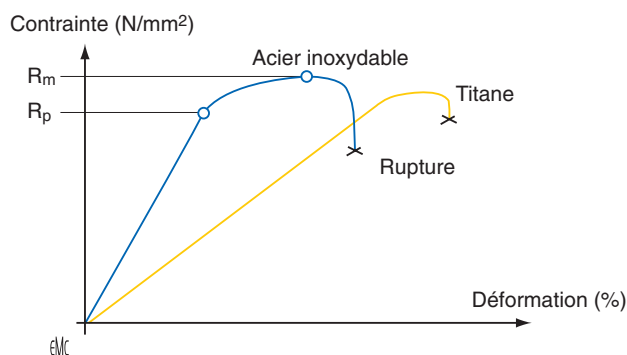


Figure 2. Comportement d'un implant en acier inoxydable et d'un implant en titane.

Ductilité

La ductilité est la propriété physique du matériau caractérisant sa capacité à subir d'importantes déformations plastiques sans rupture. La plasticité est souhaitable pour un implant quand il est nécessaire de le modeler en pré- ou peropératoire (par exemple lors de l'utilisation de plaques de reconstruction).

Résistance à la traction

Jusqu'à un certain niveau de contrainte, les matériaux se déforment de façon élastique. Si la contrainte est supprimée, le matériau retrouve sa forme initiale. À partir d'une contrainte plus importante, la déformation devient plastique, c'est-à-dire irréversible. Ces propriétés peuvent être décrites au travers d'un diagramme. La déformation élastique est proportionnelle à la contrainte. La contrainte maximale supportée sans déformation plastique est appelée limite élastique [R_p] (force de rendement). La résistance à la traction [R_m] est la contrainte maximale à la rupture du matériau. Lorsqu'un implant est utilisé pour une ostéosynthèse, les forces appliquées devraient rester inférieures à la limite élastique. Toutefois, les capacités de déformation plastique d'un implant sont également intéressantes, notamment en raison de la possibilité d'adaptation peropératoire des plaques. S'il est nécessaire de modeler l'implant, le matériau idéal devrait autoriser une déformation plastique sans rupture de l'implant.

Un graphique comparant le comportement d'un implant en acier inoxydable et d'un implant en titane (Fig. 2) permet de constater les points suivants :

- le titane et l'acier ont une limite élastique similaire ;
- la pente dans le domaine élastique (de 0 à R_p) de l'acier inoxydable est plus importante que celle du titane. Le module d'élasticité du titane est inférieur à celui de l'acier inoxydable, c'est-à-dire que le titane est plus élastique que l'acier ;
- la capacité de déformation avant la rupture est un indicateur de ductilité : l'acier est plus malléable que le titane.

Fatigue

Le matériau exposé de façon cyclique à une charge va se briser pour une charge inférieure à celle supportée lors d'une charge statique. Ce phénomène est appelé fracture de fatigue et est représenté sur la Figure 3.

Plus la charge supportée est importante, plus la fracture de fatigue survient précocement. En dessous d'une certaine limite, la fracture de fatigue ne se produit pas.

Les tests de fatigue des implants sont normalement effectués à basse fréquence, un à cinq cycles par seconde, et peuvent être réalisés dans une solution saline ou au sein d'un environnement biologique pour simuler un environnement naturel. Il est important de noter que chaque implant peut finir par se rompre dans la mesure où il doit supporter une charge de façon temporaire (jusqu'à obtention de la consolidation). En d'autres termes, tout implant finit par se rompre quel que soit son design ou le matériau utilisé si un retard ou une absence de consolidation se produit.

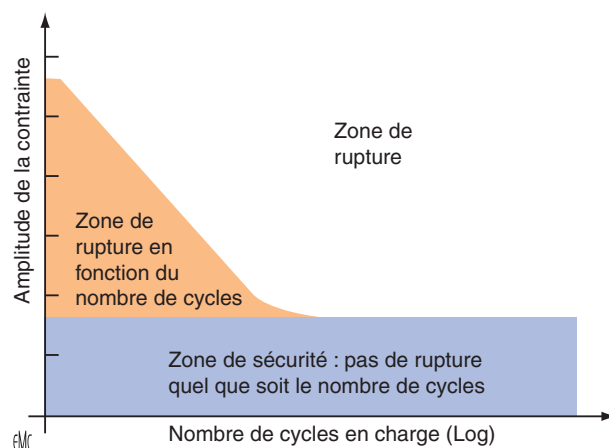


Figure 3. Phénomène de fracture de fatigue.

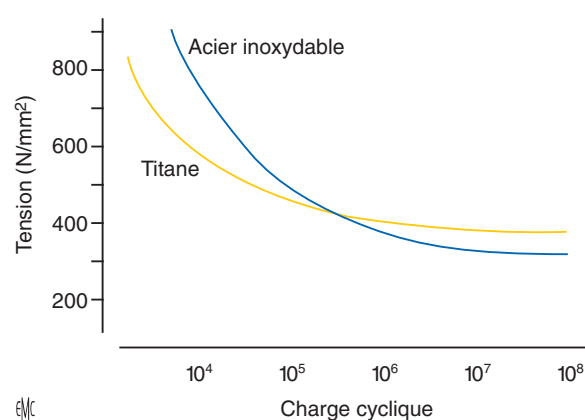


Figure 4. Résistance à la fatigue d'un implant en titane et d'un implant en acier.

Comparons un implant en titane (grade 4) et un implant en acier (1.4441) (Fig. 4). L'acier inoxydable a une plus haute résistance à la fatigue oligocyclique (nombre de cycles limité). Le titane a en revanche une plus haute résistance à la fatigue lorsqu'il est soumis à un nombre élevé de cycles.

Biocompatibilité et effet de surface des implants

Les fabricants d'implants d'ostéosynthèse proposent plusieurs sortes de métaux pour l'ostéosynthèse par plaque comme l'acier inoxydable (SSt) (ISO 5832-1), le titane « commercialement pur » (cpTi) (ISO 5832-2), ou des alliages de titane comme le Ti-6 %Al-7 %Nb (TAN) (ISO 5832-11) ou le Ti-15 %Mo (American Society for testing and Materials : ASTM F2066). Les céramiques, les polymères (biodégradables ou non) sont également utilisés pour des applications particulières en association avec des métaux quand une charge importante doit être supportée. Ces matériaux correspondent aux standards internationaux et sont biocompatibles. La rigidité d'un matériau (sa capacité à résister aux déformations), sa résistance (capacité de résister aux forces appliquées), sa plasticité (tolérance à la déformation avant rupture), sa résistance à la corrosion (destruction du métal avec libération d'ions métalliques) et à l'usure (production de particules de surface) doivent être analysés comme faisant partie intégrante de la biocompatibilité. La biocompatibilité des implants volumineux à l'intérieur des tissus environnants peut être différente en fonction de la nature des microparticules de surface produites au cours du frottement par la mobilisation d'une vis au contact de la plaque. Ces particules peuvent également atteindre des sites anatomiques où elles ne sont plus biocompatibles.

Le titane et les alliages de titane sont chimiquement inertes. Une oxydation de surface se produit sur le titane entraînant l'apparition d'un film ^[1, 2]. Ce film rend le titane et les alliages de titane beaucoup plus résistants à la corrosion et plus stables sur le plan thermodynamique que l'oxyde de chrome qui se forme au contact de l'acier inoxydable. Ce film va également se former sur les particules de surface qui peuvent être produites, les rendant également inertes. Pour une fixation interne « flexible » où des micromouvements sont recherchés, le titane ou les alliages de titane représentent le matériau de choix.

Si le matériel d'ostéosynthèse doit être laissé en place, l'ostéo-intégration est essentielle. Dans le cas de figure où l'ablation du matériel est, sinon obligatoire, du moins fortement recommandée (enclouage fémur, tibia), un attachement minimal de l'os au matériel d'ostéosynthèse doit se produire afin d'en faciliter l'explantation. La formation précoce d'un tissu mou vascularisé comme interface au contact de l'implant, sans formation d'une réaction liquidienne, est recherchée, notamment pour prévenir tout processus infectieux. Dans certains cas comme les fractures du radius distal où les tendons peuvent être au contact de la plaque, l'adhésion tissulaire n'est pas désirable dans la mesure où elle risque d'empêcher la mobilité normale des tissus (glissement des tendons). Dans ce cas de figure, la « biocompatibilité du matériau » est d'avantage déterminée par le dessin et les caractéristiques de surface de l'implant. En l'absence de modification de surface, un implant donné peut être biocompatible dans un site anatomique et être non biocompatible sur un autre site anatomique. Il n'y a pas de « surface unique » pour toutes les applications et la surface d'un même implant étant en interaction avec des tissus différents amène à les considérer comme des entités différentes.

Lors de la pose d'un implant dans le corps, des protéines d'adsorption apparaissent en quelques secondes. En quelques minutes, les cellules adhèrent à la surface et le processus se poursuit par l'adhésion de tissus mous ou d'une matrice se minéralisant. La fixation des vis à l'os par l'intermédiaire de la plaque requiert une interface os-implant stable pour la transmission des forces et pour le succès de cette fixation qui repose également sur le dessin et la surface de l'implant. L'ostéo-intégration augmente avec la rugosité du matériau. Une ostéo-intégration forte se produisant au contact des vis est un inconvénient si l'on considère que ces vis doivent être enlevées par la suite (notamment chez les sujets jeunes avec des os en croissance) et la microstructure de surface en est le principal déterminant. L'ostéo-intégration est minimisée par l'utilisation de surfaces lisses réduisant les forces nécessaires à l'ablation des vis. Des travaux récents réalisés sur du titane poli et des alliages de titane ont montré que ces surfaces étaient favorables à des utilisations de ce type.

Les mouvements se produisant à l'interface implant-tissu peuvent aboutir au développement d'une capsule fibreuse et d'une bourse séreuse. Cette bourse séreuse va permettre l'accumulation de particules produites par la corrosion des vis au contact de la plaque. Comme ces bourses ne sont pas vascularisées, les mécanismes de défense immunitaire sont moins performants et le risque infectieux plus important. La formation d'une capsule fibreuse a été observée plus souvent avec des plaques en acier qu'avec des plaques en titane ou à base d'alliages de titane.

Les microaspérités présentes à la surface d'une plaque réduisent la formation d'une capsule fibreuse et d'une cavité liquidienne. Néanmoins, il existe des situations, en chirurgie de la main, du pied, de la cheville, de l'épaule, en chirurgie maxillo-faciale, où une adhérence entre la plaque et des tissus mous comme des tendons ou des muscles est indésirable. La microstructure de surface de ces implants métalliques est plus importante que leur chimie de surface.

L'incidence des infections testée chez les animaux est plus importante avec des implants en acier qu'avec des implants en titane. Quand des plaques DCP ont été testées in vivo, chez des animaux, les implants en titane ont démontré de manière significative une meilleure résistance à l'infection, comparés aux implants en acier. Donc, le titane permet une meilleure résistance à l'infection comparé à l'acier. Jusqu'à présent, il n'y a pas

eu de réactions allergiques observées avec des implants en titane, alors que des réactions allergiques sont rencontrées avec des implants en acier contenant du nickel dans 1 à 2 % des cas.

De nouveaux alliages plus résistants ont été conçus pour résoudre des problèmes spécifiques comme la rupture d'implants soumis à des contraintes en charge importantes. L'accroissement de la résistance des implants peut être obtenu en utilisant des alliages de titane contenant des éléments comme le vanadium qui offrent toutefois une biocompatibilité inférieure au nickel. L'excellente résistance du titane à la corrosion compense en partie cet inconvénient. Les métaux à mémoire de forme pourraient être utilisés dans le futur, par exemple sous forme d'éponges métalliques poreuses. Leur biocompatibilité reste encore à évaluer, notamment les aspects de corrosion et d'érosion (ces alliages sont produits à partir de poudre de nickel et de titane). Le choix du matériau d'un implant dépend de la priorité donnée aux avantages mécaniques ou à la tolérance biologique.

En général, le titane « commercialement pur » et les alliages de titane ont une biocompatibilité supérieure comparée à l'acier inoxydable. L'optimisation de la microstructure de surface par rapport au site receveur (adhésion des tendons, ostéo-intégration) est très importante.

■ Matériaux

De nos jours, de nombreux matériaux sont utilisés pour la réalisation d'implants. Les normes internationales ASTM et International Organization for Standardization (ISO) décrivent leur composition, leur structure et leurs propriétés. Même s'il existe un vaste choix de biomatériaux, les métaux sont plus communément utilisés. En raison de leurs propriétés mécaniques limitées, des matériaux alternatifs comme les polymères et des matériaux à base de polymères et/ou de céramiques sont utilisés en l'absence de contrainte en charge ou dans des indications spécifiques (chirurgie maxillofaciale, chirurgie de la main). De nouveaux implants composites (polymères renforcés par des fibres) sont également disponibles sur le marché. Il est également important de noter que si les propriétés biologiques ou mécaniques sont importantes dans le choix du matériau approprié, les considérations économiques, logistiques ou de manufacture peuvent jouer un rôle.

Métaux

Les métaux utilisés en traumatologie osseuse ont des propriétés mécaniques et biologiques favorables et sont bien connus et ont été bien étudiés. Trois groupes principaux peuvent être distingués :

- alliages à base d'acier inoxydable ;
- titane et alliages de titane ;
- alliages de cobalt.

Il est important de noter qu'en ce qui concerne les propriétés mécaniques, la composition mais aussi la condition du matériau (travaillé à chaud ou à froid) ainsi que le mode de fabrication et le traitement de surface ont une influence.

Le **Tableau 1**, basé sur la norme ISO 5832-x, indique la composition des métaux les plus utilisés pour les implants d'ostéosynthèse.

Acier inoxydable

Aujourd'hui encore, l'acier inoxydable est le matériau le plus utilisé pour la fixation interne. Les raisons sont une combinaison favorable des propriétés mécaniques, de la résistance à la corrosion et de la biocompatibilité. La résistance à la corrosion élevée de l'acier est principalement due à la couche protectrice d'oxyde de chrome sur la surface du métal. Tous les aciers inoxydables utilisés dans la traumatologie osseuse sont non magnétiques. Leur résistance est obtenue par l'alliage d'éléments choisis et par le traitement effectué (travail à froid). En fonction de ce qui est attendu d'un implant, différents types d'acier inoxydable peuvent être utilisés.

Tableau 1.

Composition des métaux les plus utilisés pour les implants d'ostéosynthèse.

| | Acier inoxydable | Titane | Alliages de Titane | | Alliages de Cobalt | |
|---------|------------------|--------------|--------------------|------------|--------------------|--|
| Élément | 1.4441 316L | Ti CP4 | Ti-Al6-V4 | Ti-Al6-Nb7 | Ti-Mo15 | Co-Cr-Mo ISO 5832-12 ASTM F 1537 |
| Al | - | - | 5,50-6,50 | 5,50-6,50 | - | - |
| C | 0,03 max | 0,010 max | 0,08 max | 0,08 max | 0,1 max | 0,35 max |
| Co | - | - | - | - | - | Balance |
| Cr | 17-19 | - | - | - | - | 26,0-30,0 |
| Fe | Balance | 0,30-0,50 | 0,25 max | 0,25 max | 0,1 max | 0,75 max |
| H | - | 0,0125-0,015 | 0,0125 max | 0,009 max | 0,015 max | - |
| Mo | 2,25-3,5 | - | - | - | 14-16 | 5-7 |
| Mn | 2,00 max | - | - | - | - | 1 max |
| N | - | 0,03-0,05 | 0,05 max | 0,05 max | 0,5 max | 0,25 max |
| Nb | - | - | - | 6,50-7,50 | - | - |
| Ni | 13-15 | - | - | - | - | 1 max |
| O | - | 0,18-0,40 | 0,13 max | 0,20 max | 0,20 max | - |
| P | 0,03 max | - | - | - | - | - |
| S | 0,03 max | - | - | - | - | - |
| Si | 0,75 max | - | - | - | - | 1 max |
| Ta | - | - | - | 0,50 max | - | - |
| Ti | - | Balance | Balance | Balance | Balance | - |
| V | - | - | 3,50-4,50 | - | - | - |

Implants en acier inoxydable (alliages à base de fer)

Ces types d'implants en acier inoxydable (particulièrement 316L ou 1.4441) sont ceux utilisés généralement pour les plaques et les vis [3]. Ils sont également utilisés pour les clous. Une ductilité élevée est idéale pour la malléabilité peropératoire. De plus, la capacité de résister aux charges élevées, que ce soit de façon statique ou cyclique, rend le matériel idéal pour des implants d'ostéosynthèse. Les éléments principaux sont : Fe, Cr (17-19 %), Ni (13-15 %), Mo (2,25-3,5 %) et C (< 0,03 %). En dépit de la teneur élevée en nickel, peu d'effets secondaires ont été signalés pour ce matériel. Par ailleurs, la matière première est disponible sous beaucoup de formes différentes, avec des délais de livraison courts, et est bien adaptée pour l'usinage (travail à froid) (ISO 5832-1 ou ASTM F 138) (Europe : DIN 1.4441 ; US 316L).

Acier inoxydable à faible teneur en nickel (Ni)

Les implants en acier ont habituellement une teneur en nickel de 13 à 16 %. Le nickel est connu pour être un allergène de contact. Dans les aciers à faible teneur en nickel, le nickel est remplacé par de l'azote et du manganèse. La force, la résistance à la corrosion et la résistance à la rupture sont sensiblement plus hautes pour les aciers à faible teneur en nickel que pour les aciers inoxydables standards. En dépit de ces propriétés favorables, ce matériel est encore rarement employé, les raisons principales étant : fourniture limitée de matière première, prix du marché élevé et usinage exigeant (ASTM F 2229).

Alliages à base de cobalt (alliages Co-Cr-Mo)

Les alliages à base de cobalt sont également non magnétiques, résistants à l'usure, à la corrosion, à la chaleur. Ils sont difficiles à produire et à usiner, mais des progrès significatifs ont été accomplis ces dernières années. En raison de leur excellent comportement à long terme, ces alliages sont utilisés habituellement pour la chirurgie prothétique. Dans l'ostéosynthèse, les qualités de ces matériaux sont moins intéressantes, une fois comparées à d'autres métaux en service, mais ont également leur application (en particulier pour les clous) (ISO 5832 - 5/6/7/8/12 et ASTM F 1537).

Titane

Le titane (Ti) a une résistance à la corrosion très élevée tout en étant biocompatible. En dépit de la longue et large utilisation des implants en titane, pratiquement aucun effet secon-

daire en rapport avec la biocompatibilité n'a été rapporté ou publié. En ce qui concerne l'acier inoxydable, le titane a deux différences apparentes :

- densité : le titane a une densité de 4,5 g/cm³ comparée à 7,9 à 8,3 g/cm³ pour les aciers inoxydables ;
- le titane a une plus grande élasticité que l'acier inoxydable.

Titane pur

Le titane « commercialement pur » (cpTi) a été industriellement développé dans les années 1940 et, rapidement, son aptitude à être utilisé dans des applications chirurgicales a été découverte. Quatre catégories de titane pur ont été définies. La première différence se situe dans la teneur en oxygène. Par rapport à ce qui est demandé à un implant lors de la mise en charge, le titane avec le taux d'oxygène le plus élevé, encore appelé titane de grade 4, est habituellement utilisé [4]. Le cpTi est principalement employé pour des plaques et des vis dans des tailles et des indications multiples (spécifications pour le titane : ISO 5832-2 et ASTM F67).

Alliages de titane

En traumatologie osseuse, différents alliages de titane sont utilisés. Comme le titane pur, ils sont biocompatibles et ont un haut pouvoir de résistance à la corrosion. De plus, ces alliages offrent des propriétés mécaniques plus élevées [5].

Titane aluminium niobium – TAN (TiAl6Nb7) et titanium aluminium vanadium – TAV (TiAl6V4)

Ces deux matériaux sont utilisés couramment pour les implants d'ostéosynthèse. Dans le TAN, le vanadium appartenant à cet alliage a été remplacé par un élément biologiquement inerte, le niobium. Les deux éléments augmentent de manière significative la résistance mécanique à la fois aux contraintes statiques et cycliques. La ductilité de ces alliages est inférieure à celle du titane pur. Par conséquent, les implants fabriqués à partir de ces alliages sont bien adaptés pour supporter des contraintes élevées, mais pas dans des indications où un modelage peropératoire de l'implant est requis. Ces matériaux sont utilisés essentiellement pour les clous et quelques modèles de plaques préformées (*material specification* : TAN : ISO 5832-11, TAV : ISO 5832-3).

Titane molybdène – TiMo (TiMo15)

TiMo a été conçu à l'origine pour l'industrie chimique qui recherchait un alliage de titane avec un haut pouvoir de

résistance à la corrosion. Le principal avantage des alliages de titane « beta » comme le TiMo15 par rapport au titane et aux autres alliages de titane est leur extrême malléabilité à froid. Les inconvénients sont le prix élevé, la mise en œuvre et la disponibilité limitée de la matière première. Par conséquent, ce matériau est utilisé principalement pour les plaques de petite taille comme les plaques de radius distal (*standard specifications for TiMo15* : ASTM F 2066).

Alliages à mémoire de forme (TiNi)

Des alliages à mémoire de forme sont également utilisés comme implants biomédicaux, le plus courant d'entre eux étant le nitinol (TiNi). Leurs propriétés sont dérivées du concept de la superélasticité. Le nitinol est utilisé dans les agrafes à compression, les ancrs. En dépit d'une exceptionnelle résistance à la corrosion, la dissolution des ions cytotoxiques de nitinol dans les tissus entourant les implants associée au risque d'hypersensibilité a limité l'usage du nitinol comme matériau implantable (*standard specifications for TiNi* : ASTM F 2063).

Polymères

Les polymères utilisés en traumatologie osseuse peuvent être divisés en deux groupes :

- non résorbables ;
- résorbables.

En dépit des recherches effectuées et des avancées des dernières décennies, ces matériaux ont, à l'heure actuelle, des indications limitées comme matériau d'ostéosynthèse. Les facteurs limitants sont actuellement la résistance mécanique et le coût de revient élevé.

Polymères non résorbables

Polyéther-éther-kétone (PEEK)

Le PEEK est un polymère haute performance déjà utilisé comme matériau pour les implants d'ostéosynthèse. Comparé à d'autres polymères, le PEEK a des propriétés mécaniques élevées, tout en restant inférieures à celles des métaux [6].

Le PEEK est résistant aux radiations et à la chaleur (jusqu'à 250 °C), peut être stérilisé à de multiples reprises et est chimiquement inerte. Du sulfate de baryum peut lui être ajouté afin d'accroître son opacité radiologique dans le but de le rendre visible sur les radiographies. Son application clinique se rencontre aujourd'hui sous la forme de rondelles pour la fixation ligamentaire et de cages dans la chirurgie rachidienne. D'autres applications sont envisageables, notamment dans les cas d'artefacts retrouvés lors d'examens tomodensitométriques ou par résonance magnétique. Le PEEK est également utilisé pour l'instrumentation comme les guides de visée pour l'enclouage (*standard specification for polyaryletherketone [PAEK] resins for surgical implant applications* : ASTM F 1579-95).

PEEK renforcé

Le renfort permet de compenser la différence de résistance et la faiblesse des implants en polymère comparés aux implants métalliques. Pour des problèmes de biocompatibilité, qui peuvent s'avérer importants en cas de rupture de l'implant, un renforcement par des fibres continues doit être préféré aux fibres de carbone ou aux fibres de verre. De plus en plus de nouvelles technologies comme modelage composite à jet continu sont disponibles et permettent de réaliser des implants à la fois résistants et radiotransparents.

Polymères biorésorbables

Le principal avantage d'un implant biorésorbable est que son ablation devient superflue. Cependant, en raison de leur faible résistance mécanique, les implants biorésorbables ne sont pas utilisables comme implants d'ostéosynthèse soumis à des contraintes en charge. Les implants biorésorbables existants sont utilisés dans certaines indications comme en chirurgie de la main ou en chirurgie maxillofaciale.

Polylactides et autres polymères résorbables

Pour l'ostéosynthèse, les implants sont faits de polymères résorbables, de polylactides (PLA), mais aussi de polyglycolides (PGA), plus rarement de polyhydroxybutyrates (PHB) ou de polyhydroxyvalérates (PHV), mais le plus souvent de copolymères appropriés comme les polylactides (L-D/L). L'utilisation de polymères résorbables demeure limitée à certaines indications spécifiques en raison de leurs propriétés mécaniques limitées.

Pour la production d'implants orthopédiques, on emploie principalement des granules qui sont fondus et modelés avant leur extrusion sous une forme prédéterminée. Après l'implantation, les caractéristiques mécaniques des polymères résorbables sont importantes initialement, uniquement, dans la mesure où la résistance mécanique disparaît relativement vite, et certainement bien avant la détection des premiers signes de résorption. La structure de ces polymères influence leur dégradation tandis que les contraintes mécaniques et la dégradation agissent à l'inverse de ce qui est attendu d'un matériau d'ostéosynthèse.

La dégradation de ces matériaux est due aux interactions entre le matériau et les tissus du corps, c'est-à-dire par un mécanisme d'hydrolyse et de résorption des acides spécifiques du polymère. Par conséquent, on peut supposer que la biocompatibilité de ce matériau est excellente, et ce d'autant plus que ces polymères sont réalisés à partir de substances endogènes comme le polyester aliphatique, et d'autres polymères naturels comme la gélatine ou le collagène. On ne peut jamais exclure la survenue d'un épisode inflammatoire car la concentration en acide peut se retrouver en excès, du fait du processus de dégradation. Des produits intermédiaires, issus eux aussi du processus de dégradation, peuvent également interagir avec les tissus environnants et provoquer une réaction inflammatoire.

En traumatologie osseuse, des broches, des vis et des plaques sont réalisées et ont été validées dans des indications spécifiques.

■ Matériaux et imagerie

Radiographie standard

Les implants métalliques absorbent les rayons X efficacement. Ainsi, la radiographie décrit parfaitement l'implant sans aucune distorsion. Les polymères sont radiotransparents et leur visualisation est difficile. Si toutefois la visualisation radiologique de l'implant est nécessaire, l'adjonction de substance comme le sulfate de baryum, de billes ou de cerclages métalliques permet d'accroître l'opacité radiologique.

Scanner

Plusieurs études ont décrit et comparé les artefacts observés au contact des implants sur les coupes scanographiques. Ces effets de distorsion de l'image, connus aussi sous le nom de « *starburst artefacts* », sont observés sur les coupes scanographiques comportant à la fois des tissus osseux et des tissus mous. L'importance de l'artefact est en rapport avec la taille de l'implant et sa composition. Les implants en titane sont ceux qui produisent le moins d'artefacts. Les alliages à base de cobalt et les implants en acier forgé produisent beaucoup plus d'artefacts. Quand une imagerie de contrôle postopératoire est importante du point de vue clinique, le choix doit se porter vers des implants de moindre épaisseur ou en moindre quantité (tout en permettant une bonne stabilité de l'ostéosynthèse), et des implants en titane doivent être préférés aux implants à base de cobalt ou en acier inoxydable. Enfin, la proximité de l'implant et de la zone d'intérêt entre également en ligne de compte.

Imagerie par résonance magnétique (IRM)

Les matériaux métalliques utilisés dans le commerce pour la fabrication d'implants comme l'acier inoxydable, le titane, et ses alliages ne sont pas magnétiques et ne créeront pas d'échauffement ou de mouvement lors de la réalisation d'une IRM. Les

implants en titane créent peu d'artefacts lors de la réalisation d'une IRM. Cependant, on peut paramétrer une IRM pour réduire la formation d'artefacts.

Les polymères et les matériaux biorésorbables ne produisent pas d'artefacts.

“ À retenir

- Les clips des fixateurs externes peuvent contenir des aciers ferromagnétiques. Ils doivent donc être contrôlés avant la réalisation d'une IRM.
- Des artefacts très importants peuvent être produits par des débris d'instruments laissés dans le corps car ils sont extrêmement ferromagnétiques.

■ Complications

Réactions allergiques

Les allergies cutanées aux métaux sont bien connues et fréquentes dans la population (10 à 15 %). Elles concernent essentiellement trois éléments : le chrome, le cobalt et le nickel. L'allergie provoquée par un implant métallique au contact de l'os (implant prothétique ou d'ostéosynthèse) est encore mal connue. Tout implant métallique subit un phénomène de corrosion au contact de l'organisme [7] qui entraîne la libération d'ions (ion nickel, chrome, cobalt, etc.). Ces ions ne sont pas allergènes par eux-mêmes mais peuvent activer le système immunitaire en s'associant avec des protéines [8]. Les complexes ion métallique-protéine peuvent alors devenir des allergènes. Dans un certain nombre de cas rapportés dans la littérature, l'allergie au composant métallique a pu être prouvée de façon formelle avec la disparition des manifestations cliniques après le retrait de l'implant [9]. D'autres cas laissent planer le doute sur l'implication du phénomène allergique dans la genèse de la symptomatologie ; ainsi, Thomas [10] rapporte une pseudarthrose de l'ulna associée à une « gêne » présente depuis l'intervention. Le changement d'implant associé à une greffe osseuse permet d'obtenir la consolidation osseuse et la disparition de la symptomatologie douloureuse. Des tests cutanés effectués chez ce patient démontrèrent une sensibilité au chrome et l'étude des tissus autour de l'implant montra une population de lymphocytes T augmentée. Tout le problème est de savoir si l'allergie supposée a été responsable de l'absence de consolidation et des manifestations cliniques ou si, au contraire, la pseudarthrose et le mouvement dans le matériel d'ostéosynthèse associé ont entraîné une production d'ions métalliques avec réaction de défense immunitaire de l'organisme. De la même manière, en chirurgie arthroplastique, la simultanéité d'une réaction allergique et d'un descellement a été étudiée, sans qu'on sache si l'allergie est responsable du descellement ou vice versa [11].

Dans ces conditions, quelle doit être l'attitude du chirurgien face à la possible allergie d'un de ses patients à un implant métallique ? S'il est possible, pour de la chirurgie électorale réglée, d'effectuer des tests de sensibilité avant l'intervention, ce n'est pas le cas en traumatologie. D'autre part, seul un petit pourcentage de patients dépistés positifs va développer une allergie à leur implant métallique, et le test de dépistage peut provoquer une sensibilisation source d'allergie future. Le bon sens voudrait qu'on évite les implants potentiellement allergènes chez des patients aux antécédents allergiques connus en gardant en mémoire le très faible pourcentage de réaction allergique en rapport avec un implant métallique au contact de l'os [12].

Cancérisation

Le risque de cancer lié à l'usage d'un matériau est en rapport avec le relargage de particules. Ce mécanisme est dû au contact entre deux surfaces l'une étant mobile par rapport à l'autre, et

se retrouve essentiellement dans les arthroplasties. Les différentes études menées jusqu'à présent n'ont jamais retrouvé, chez des patients porteurs de prothèse de hanche ou de genou et suivis pendant de nombreuses années, une incidence plus importante de cancers.

Dans le cas d'une ostéosynthèse, les différentes pièces utilisées (vis et plaque) sont fixes l'une par rapport à l'autre et parfois même fixées en cas de plaques à vis bloquées. Il n'existe donc pas de « couple de frottement » entraînant le relargage de particules susceptibles d'induire une tumeur. C'est ce mécanisme qui a été avancé par certains auteurs rapportant la survenue de tumeurs au contact de matériel d'ostéosynthèse [13]. Ces cas restent isolés et exceptionnels dans la littérature et il n'a pas été possible d'établir de relation de cause à effet entre la présence dans l'organisme d'un matériel d'ostéosynthèse et la survenue d'un processus tumoral [14].

Mélange de matériaux

Le mélange de pièces de titane et de pièces réalisées à partir d'alliages de cobalt est une procédure communément acceptée et réalisée dans de nombreux implants. Néanmoins, il n'existe aucun implant qui mélange de l'acier inoxydable avec du titane ou du chrome cobalt. Mélanger de l'acier inoxydable et du titane aboutirait à une perte des avantages procurés par le titane comme sa résistance à la corrosion, à l'érosion, sa biocompatibilité, ou son absence de réponse allergique.

L'étude la plus importante sur le mélange de l'acier inoxydable et du titane a été publiée par Rüedi [15]. Il s'agit d'un travail comportant une étude théorique sur le mélange entre titane et acier inoxydable ainsi qu'une étude in vivo chez le mouton, suivie d'une étude clinique réalisée chez plus de 500 patients. La conclusion de cette étude est que la combinaison des deux métaux (acier inoxydable et titane) produit un résultat correspondant au moins performant des deux métaux, en l'occurrence l'acier inoxydable. Rüedi déclare qu'on devrait donc pouvoir associer des plaques en titane, élastiques, avec des vis en acier inoxydable plus résistantes. Dans la suite de l'étude, la combinaison de vis en acier inoxydable et de plaques en titane n'a pas eu d'effets négatifs.

La recommandation de l'ensemble des industriels est de ne pas mélanger les métaux.

Rupture d'implant et déformation

Lors de la mise en charge, des implants peuvent se rompre. Deux modes de défaillance principaux sont connus : déformation plastique de l'implant due à une charge importante et rupture due à une charge cyclique (fatigue du matériel) comme cela a été décrit précédemment.

Pour éviter la rupture d'implants, plusieurs précautions peuvent être prises. Dans la phase de développement, les implants sont conçus et optimisés pour des régions spécifiques du corps en tenant compte des contraintes qui doivent être supportées. Le chirurgien, lors du choix de son implant, doit également tenir compte des contraintes que celui-ci a à supporter en fonction de sa localisation anatomique et du mode de pose afin d'obtenir l'ostéosynthèse la plus stable et la réponse biologique la plus appropriée. C'est pourquoi il faut tenir compte des spécificités des implants et notamment de l'indication pour laquelle ils ont été conçus, même si parfois un autre implant peut sembler plus approprié. Dans l'ostéosynthèse par plaque et notamment dans les fractures simples, la charge supportée par un implant peut être sensiblement réduite en appliquant le principe de la stabilité absolue.

Une erreur classique est par exemple l'utilisation d'une plaque de reconstruction pour l'ostéosynthèse d'une fracture de la diaphyse humérale. Les plaques de reconstruction sont faites d'un matériau très malléable afin de pouvoir être modelées en peropératoire (fractures du bassin, de l'anneau pelvien). Ces plaques ne peuvent donc pas résister aux contraintes subies par la diaphyse humérale comme le ferait une plaque standard, et le risque d'échec est élevé.

■ Conclusion

L'opérateur, lorsqu'il choisit un matériel d'ostéosynthèse, doit également considérer le matériau dont il est constitué. De sa nature dépendent à la fois l'acceptation biologique de l'implant mais également la rééducation ou la date de mise en charge. De la même façon, des notions de biomécanique élémentaires doivent être maîtrisées par le chirurgien orthopédiste traumatologue qui ne doit plus se contenter de plaquer ou d'enclouer selon des dogmes préétablis, mais adapter au mieux le matériel et le matériau au patient et à la fracture.



■ Références

- [1] Ungersbock A, Pohler O, Perren SM. Evaluation of the soft tissue interface at titanium implants with different surface treatments: experimental study on rabbits. *Biomed Mater Eng* 1994;**4**:317-25.
- [2] Ungersbock A, Pohler OE, Perren SM. Evaluation of soft tissue reactions at the interface of titanium limited contact dynamic compression plate implants with different surface treatments: an experimental sheep study. *Biomaterials* 1996;**17**:797-806.
- [3] Disegi JA, Eschbach L. Stainless steel in bone surgery. Materials in bone surgery. *Injury* 2000;**31**(suppl 4):2-6.
- [4] Pohler OE. Unalloyed titanium for implants in bone surgery. Materials in bone surgery. *Injury* 2000;**31**(Suppl 4):7-13.
- [5] Disegi JA. Titanium alloys for fracture fixation implants. Materials in bone surgery. *Injury* 2000;**31**(suppl 4):14-7.
- [6] Eschbach L. Nonresorbable polymers in bone surgery. *Injury* 2000;**31**(suppl 4):22-7.
- [7] Black J. Systemic effects of biomaterials. *Biomaterials* 1984;**5**:11-8.
- [8] Merrit K, Rodrigo JJ. Immune response to synthetic materials. Sensitization of patients receiving orthopaedic implants. *Clin Orthop Relat Res* 1996;**326**:71-9.
- [9] Barranco VP, Soloman H. Eczematous dermatitis from Nickel. *JAMA* 1972;**220**:1244.
- [10] Thomas P, Summer B, Sander CA, Przybilla B. Intolerance of osteosynthesis material: evidence of dichromate contact allergy with concomitant oligoclonal T-cell infiltrate and TH1-type cytokine expression in the peri-implantar tissue. *Allergy* 2000;**55**:969-72.
- [11] Elves MW, Wilson JN, Scales JT, Kemp HB. Incidence of metal sensitivity in patients with total joint replacements. *BMJ* 1975;**4**:376-8.
- [12] Hallab N, Merrit K, Jacobs J. Metal sensitivity in patients with orthopaedics implants. *J Bone Joint Surg Am* 2001;**83**:428-36.
- [13] Laffargue P, Hildebrand HF, Lecomte-Houcke M, Biehl V, Breime J, Decoulx J. Histiocytose fibreuse malin de l'os 20 ans après l'ostéosynthèse par lame-plaque d'une fracture du fémur : analyse des produits de corrosion et de leur rôle dans la malignité. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2001;**87**:84-90.
- [14] Bel JC. Ablation du matériel d'ostéosynthèse. Conférence d'enseignement de la SOFCOT 2005 (87), Ed Elsevier.
- [15] Rüedi TP. Titanium and steel in the bone surgery. *Heftes Unfallheilkd* 1975;**123**:1-66.

M. Altmann, Dipl. med. ing.
Synthes GmbH, Suisse.

J.-M. Cognet, Praticien hospitalier (Jean-Michel.Cognet@chru-strasbourg.fr).

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, Centre hospitalier universitaire Hautepierre, 67098 Strasbourg, France.

L. Eschbach, Dr. sc. techn.

B. Gasser, Dr. rer. nat., dipl. ing.

RMS Fondation, Bettlach, Suisse.

G. Richards, Dr. sci.

AO Foundation, Davos, Suisse.

P. Simon, Professeur des Universités.

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, Centre hospitalier universitaire Hautepierre, 67098 Strasbourg, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Altmann M., Cognet J.-M., Eschbach L., Gasser B., Richards G., Simon P. Matériaux utilisés pour l'ostéosynthèse. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-015, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Matériel d'ostéosynthèse : vis et plaques

J.-M. Cognet, M. Altman, P. Simon

L'ostéosynthèse par plaque et vis est une technique connue et utilisée par les chirurgiens depuis des dizaines d'années. Dans les années 1960, Muller et Allgöwer ont établi les règles de base de l'ostéosynthèse par plaque et défini très précisément les modalités opératoires. L'apparition de nouveaux implants verrouillés (Frigg et al., Wagner et al.) a totalement modifié la philosophie et l'application pratique de l'ostéosynthèse par plaque.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Ostéosynthèse ; Vis ; Plaques ; Fixateurs ; Foyer ouvert/foyer fermé ; Ostéosynthèse biologique

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Rappel : notions de biomécanique | 1 |
| Rigidité | 1 |
| Élasticité | 1 |
| Plasticité | 1 |
| ■ Moyens d'ostéosynthèse, vis et plaques | 1 |
| Ostéosynthèse par vis seule | 1 |
| Principe de l'ostéosynthèse par plaque | 3 |
| Jonction vis/plaque : quelles différences entre les systèmes existants ? | 4 |
| ■ Modification des principes de l'ostéosynthèse par plaque et mise en application | 6 |
| Stabilité absolue/stabilité relative | 6 |
| Foyer ouvert/foyer fermé, quelle différence en termes de consolidation ? | 6 |
| Remise en charge précoce : est-ce possible dans une ostéosynthèse par plaque ? | 6 |
| Ostéosynthèse biologique : une nouvelle approche | 8 |
| Cas particulier des fractures survenant sur os porotique | 9 |
| ■ Conclusion | 9 |

■ Introduction

Nous rappelons ici les principes de base de l'ostéosynthèse par plaque et vis tels qu'ils avaient été établis [1-3] ainsi que les modifications apportées par l'apparition de nouveaux implants [4, 5].

Nous ne traitons pas dans ce chapitre, de matériels comme les lames-plaques ou les vis-plaques qui renvoient à des articles spécifiques et qui sortent du contexte général de l'ostéosynthèse.

■ Rappel : notions de biomécanique

Nous rappelons dans le paragraphe suivant quelques notions de base et nous invitons le lecteur à se reporter au chapitre

« Matériaux utilisés pour l'ostéosynthèse » qui représente un socle de connaissances incontournables pour appréhender ce qu'est une ostéosynthèse.

Rigidité

La rigidité est la capacité d'un implant à résister à une contrainte sans subir de déformation importante. Cette capacité dépend du dessin de l'implant et du matériau utilisé. Ainsi, une plaque en acier est plus rigide qu'une plaque en titane.

Élasticité

L'élasticité est la capacité d'un implant à subir une déformation avant de reprendre sa forme initiale. La réversibilité de la déformation n'est possible que dans une certaine mesure au-delà de laquelle la déformation persiste. On parle alors de déformation plastique. L'élasticité d'un implant dépend de son dessin et du matériau utilisé. Ainsi, les implants en titane ont une élasticité plus importante que les implants en acier.

Plasticité

La plasticité est la capacité d'un implant à se déformer de manière permanente sans se briser. C'est le cas par exemple des plaques de reconstruction utilisées pour l'ostéosynthèse des fractures du cotyle qui peuvent être déformées de façon importante pour reproduire les contours du cotyle.

■ Moyens d'ostéosynthèse, vis et plaques

Nous allons maintenant détailler les différents types de vis et de plaques disponibles ainsi que leur mode de fonctionnement.

Ostéosynthèse par vis seule

Définition d'une vis en tant que moyen de synthèse

Une vis est en général utilisée comme moyen de traction assurant ainsi une compression entre deux fragments osseux.

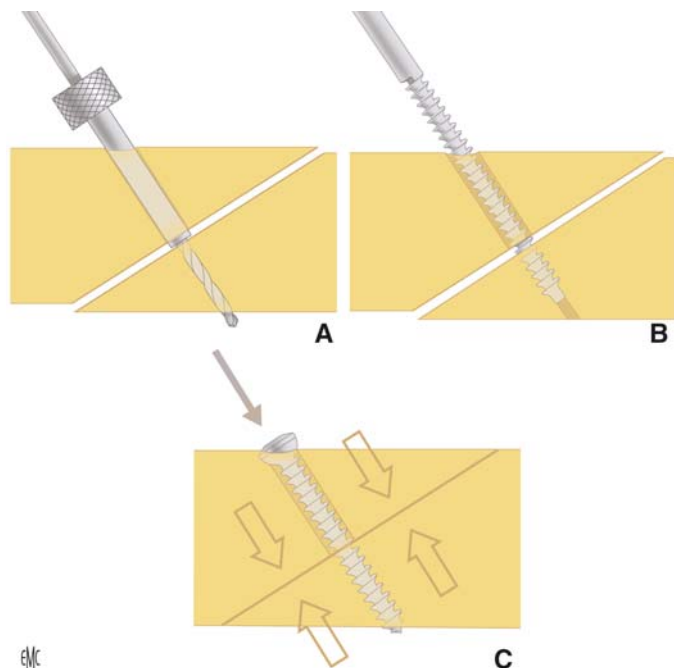


Figure 1. Le trajet de la vis est préparé à l'aide d'une mèche (A). Un méchage d'un diamètre légèrement supérieur à celui de la vis dans la partie proche de la tête de la vis permet d'obtenir une compression maximale (B, C).

La mise en place d'une vis dans un os nécessite au préalable d'avoir préparé son trajet par un forage réalisé au moteur. La mèche utilisée pour le forage est d'un diamètre légèrement inférieur au diamètre de la vis. Par exemple, l'utilisation d'une vis corticale d'un diamètre de 3,5 mm nécessite un forage à l'aide d'une mèche de 2,7 mm. Cette différence de diamètre permet ainsi au filetage de la vis de pouvoir s'ancrer dans l'os.

Pour obtenir un effet de compression maximal, le diamètre de forage doit être légèrement supérieur au diamètre de la vis du côté de la tête de la vis (Fig. 1A) ; l'ancrage de la vis ne se faisant que dans la partie distale de la vis, l'effet de traction en est renforcé. Le taraudage permet de créer un pas de vis dans l'os (Fig. 1B, C). Sa nécessité reste toutefois controversée [6-8]. Il doit être réalisé de préférence au moteur, sans notion de vitesse préférentielle [7]. On doit toutefois prendre garde à utiliser des mèches aiguës, une mèche émoussée produisant un échauffement de l'os et un risque de nécrose osseuse.

Certaines vis créent leur propre pas de vis dans l'os : ce sont des vis autotaraudeuses.

Différents types de vis

Le nom d'une vis est défini par le type de vis et par le diamètre extérieur du filetage principal. Le nom peut aussi être défini par la manière dont une vis est utilisée. Par exemple : une vis de traction peut être une vis corticale ou une vis spongieuse. Toutes les vis sont disponibles dans différentes tailles et longueurs.

Vis corticale (Fig. 2)

Le pas de vis des vis corticales est conçu pour obtenir une bonne prise dans l'os cortical. La vis corticale est normalement utilisée pour comprimer et fixer une plaque à l'os. Elle est en général filetée sur toute sa longueur, mais peut également être filetée sur une partie de sa longueur.

Vis spongieuse (Fig. 3)

Les vis spongieuses ont un rapport diamètre extérieur/âme de la vis (diamètre intérieur) supérieur à celui des vis corticales afin d'avoir une meilleure tenue dans l'os spongieux. Ce type de vis est surtout utilisé comme vis de traction pour obtenir une

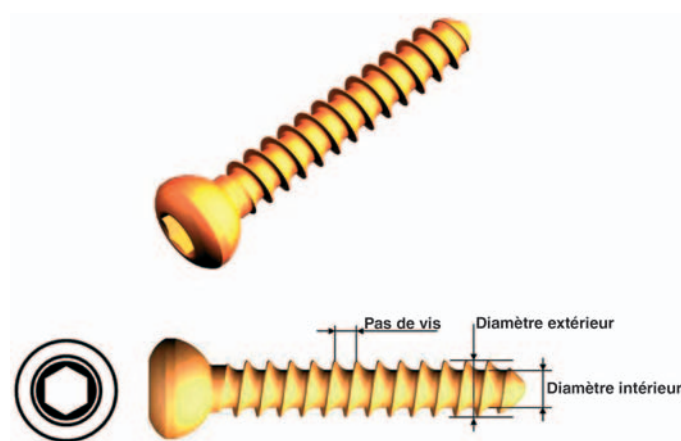


Figure 2. Vis corticale.



Figure 3. Vis spongieuse.



Figure 4. Vis à double pas, type Herbert.

compression interfragmentaire dans les zones épiphysométaphysaires. Pour cette raison une vis spongieuse est normalement une vis dont le filetage est limité à une partie de la vis. Mais le filetage peut se situer aussi sur toute la longueur de la vis.

Vis canulées ou perforées

Les vis canulées ont la particularité d'être creuses afin de permettre le passage en leur centre d'une broche qui sert de guide. Cette broche permet également une plus grande précision dans le positionnement de la vis. De plus, la broche est utilisée pour mesurer la longueur de la vis avec une jauge. Les vis canulées ont pour la plupart un filetage type spongieux parce qu'elles sont indiquées pour les zones épiphysométaphysaires.

Vis qui permettent un placement sous-articulaire

Pour le traitement des fractures ou la réalisation d'ostéotomies dans les régions périarticulaires, spécialement dans la main ou le pied, existent différents types de vis qui permettent un placement sous-articulaire. Ces vis sont aujourd'hui pour la plupart perforées.

Vis à double pas (type Herbert, Fig. 4). Ces vis comportent un filetage dont le pas ainsi que le diamètre sont différents à chaque extrémité. La partie centrale de la vis est dépourvue de filetage. Le pas de vis conducteur est supérieur au pas du deuxième filetage. L'insertion de la vis permet d'obtenir une traction limitée et une compression maximale qui est définie par la différence du pas entre les deux filetages.

Ces vis ont comme avantage l'enfouissement total de leur tête elle-même et sont utilisées pour l'ostéosynthèse en compression des os de petite taille (scaphoïde, tête radiale, métacarpiens) ou la réalisation d'ostéotomies (type Scarf). Il a toutefois été montré que la compression exercée par ces vis n'excédait pas 0,7 mm en tenant compte d'une force de compression maximale de 8 Newton.



Figure 5. Vis conique.



Figure 6. Vis à compression sans tête type twinfix (Stryker).



Figure 7. Vis à compression sans tête type ICOS (New Deal).



Figure 8. Vis à compression sans tête (Synthes).

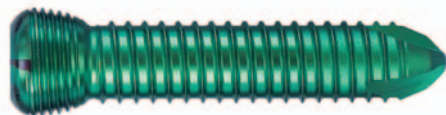


Figure 9. Vis à tête verrouillée autotaraudeuse (Synthes).

Vis coniques (Fig. 5). Comme leur nom l'indique, ces vis ont une forme de cône. Le pas de vis change progressivement sur toute la longueur de la vis. Cela permet d'obtenir une compression intrafragmentaire et une traction limitée. Le fonctionnement est donc similaire à la vis type Herbert. La vis est conique, ce qui permet un taraudage progressif lors de l'insertion de la vis.

Vis à compressions sans tête (Fig. 6-8). Ces types de vis sont constitués de deux parties filetées. Mais les deux parties ont le même pas de vis. L'avantage de ces vis est que le chirurgien a une influence directe sur la compression et qu'il est possible de faire une vraie technique de réduction. Il y a deux solutions pour obtenir de la compression :

- le filetage de la partie conductrice de la vis est fixe sur la tige et le deuxième filetage peut se tourner librement sur la tige. Technique : la vis est enfoncée avec un tournevis jusqu'au positionnement final. Enfin avec un deuxième tournevis le deuxième filetage est tourné jusqu'à ce que la compression désirée soit achevée ;
- durant l'insertion de la vis jusqu'à la compression désirée la tête filetée de la vis est à l'intérieur d'une douille qui empêche la pénétration de la tête. Cela permet à la vis de fonctionner comme vis de traction. La compression obtenue, la vis est définitivement noyée dans l'os avec un tournevis.

Vis à tête verrouillée ou autres types de vis verrouillables (Fig. 9)

Ce type de vis est uniquement utilisé avec une plaque. La tête filetée permet de verrouiller la vis dans une plaque prévue à cet effet. Verrouillées, la vis et la plaque forment alors un implant unique et stable à angle fixe. La vis devant surtout résister à des forces en flexion, le diamètre de l'âme de la vis est important par rapport au diamètre extérieur.



Figure 10. De gauche à droite : pas de vis cruciforme, pas de vis hexagonal, pas de vis en étoile (stardrive).

L'avantage de ce type d'implant est la stabilité obtenue aussi bien dans les fractures complexes que dans l'os porotique. Une rééducation postopératoire précoce est donc possible.

Filetage court, filetage long

Le filetage court permet d'obtenir un effet de compression sur un fragment osseux de petite taille situé à l'opposé du point d'entrée de la vis. Rappelons que pour obtenir un effet de compression maximal, la partie filetée de la vis doit s'ancrer dans le deuxième fragment uniquement. Pour avoir une compression optimale, il est conseillé d'utiliser le filetage le plus long possible.

Empreinte

De nombreuses empreintes différentes existent. Nous ne citons que les plus utilisées.

L'empreinte cruciforme (Fig. 10) : en forme de croix, très largement utilisée dans les années 1970, elle a été progressivement remplacée en raison de la mauvaise accroche du tournevis sur la vis.

L'empreinte hexagonale (Fig. 10) : actuellement la plus souvent retrouvée sur les vis, cette empreinte permet une bonne préhension de la vis par le tournevis. Elle a toutefois tendance à s'arrondir si une contrainte exagérée du tournevis s'exerce sur la vis, notamment sur les vis de petit diamètre ou avec l'usure de l'instrument.

Empreinte en étoile (Fig. 10), encore appelée empreinte *stardrive* : développée dans l'industrie technique et reprise par l'Association pour l'étude de l'ostéosynthèse (AO), cette empreinte permet une excellente tenue de la vis sur le tournevis et rend pratiquement impossibles les effets de « patinage » du tournevis. (L'empreinte *stardrive* résiste mieux à l'usure que le type hexagonal. En revanche, l'ablation du matériel peut être plus ardue, car il est plus difficile de placer le tournevis dans l'empreinte.)

Principe de l'ostéosynthèse par plaque

Définition d'une plaque

Une plaque est un système extramédullaire qui permet, combiné avec des vis, de stabiliser une fracture jusqu'à la consolidation de celle-ci. On distingue aujourd'hui principalement deux types de plaques.

Plaques classiques

Elles sont seulement utilisées avec des vis standards (non verrouillables). La stabilité obtenue dépend surtout du type de montage choisi et de la friction obtenue entre plaque et os. Un modelage précis de l'implant en cours d'intervention est important.

Fixateurs internes verrouillés

La stabilité dépend surtout du type de montage choisi et des propriétés mécaniques de l'implant. Les avantages de ce type de montage sont :

- la stabilité ne dépend pas de la qualité de l'os ;
- la stabilité ne dépend pas de la friction obtenue entre la plaque et l'os. Dans un fixateur interne verrouillé il n'y a donc pas de compression entre la plaque et l'os ;
- pas de compression du périoste, donc pas de perturbation du flux sanguin ;
- une technique peu invasive est plus facile comparée à une plaque conventionnelle.

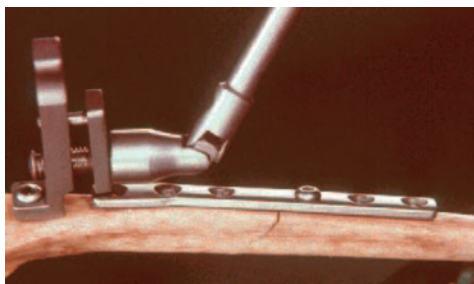


Figure 11. Tendeur de plaque : permet d'exercer une compression du foyer de fracture.

Dans les plaques on distingue en outre les plaques droites utilisées surtout dans les diaphyses et les plaques préformées ou spéciales. Ces plaques sont adaptées souvent aux zones épiphysométaphysaires. En particulier, les plaques préformées offrent une stabilité angulaire, et ne nécessitent plus un modelage précis peropératoire.

Ostéosynthèse classique

Système de fixation

Plaque à trou rond. La plaque à trou rond simple était la première plaque disponible. Pour obtenir de la compression interfragmentaire dans les fractures simples, cette plaque était utilisée avec un tendeur de plaque, comme décrit sur la Figure 11. Pour cette raison, ainsi que pour des raisons d'ordre technique et les problèmes rencontrés lors de la mise en application, ce système n'est plus utilisé en pratique courante.

Plaque à trou excentré. Dans les années 1960, à partir des travaux d'Allgöwer [3], le concept de la plaque à trou excentré dit DCP (*dynamic compression plate*) a été introduit. L'avantage de ce type de plaque est qu'on peut obtenir une compression interfragmentaire avec un simple placement excentrique de la vis (Fig. 12). De plus, il est possible d'augmenter le débattement de la vis par rapport à une plaque à trou rond. Ceci est particulièrement intéressant dans les fractures obliques pour pouvoir placer une vis orthogonalement par rapport au trait de fracture afin d'obtenir une plus grande stabilité.

Mode d'utilisation des plaques

Plaque en compression. La compression peut s'effectuer soit à l'aide d'un système externe, soit à l'aide de plaques conçues à cet effet (plaques DCP de l'AO). Ces plaques comportent des orifices ovales qui permettent de positionner des vis excentrées, lesquelles vont, au cours de leur insertion, exercer une force perpendiculaire à leur axe et entraîner une compression du foyer de fracture.

Plaque de neutralisation. Une plaque est utilisée en neutralisation quand le foyer de fracture est déjà comprimé (synthèse par une vis en compression). La plaque sert alors à stabiliser le montage et à éviter que des contraintes extérieures s'exercent sur le foyer de fracture. L'exemple type est la synthèse d'une fracture oblique de la fibula dans une fracture bimalléolaire.

Plaque de soutien. Plaque qui permet la reconstitution d'une structure anatomique, par exemple une surface articulaire, en empêchant un effondrement secondaire. C'est le cas dans les fractures du plateau tibial où les vis proximales ont un rôle d'étai sous la surface articulaire.

Différents modèles de plaques

Plaques droites. Les plaques droites sont utilisées pour les os longs (humérus, radius, ulna, tibia, fémur) dans leur partie diaphysaire. Elles sont surtout utilisées au membre supérieur, l'enclouage ayant supplanté l'ostéosynthèse par plaque, sauf pour les fractures périprothétiques, dans les fractures du membre inférieur.

Plaques anatomiques. Elles sont utilisées essentiellement pour les fractures survenant en région métaphyséoépiphysaire. Le dessin de ces plaques reproduit l'anatomie de la région

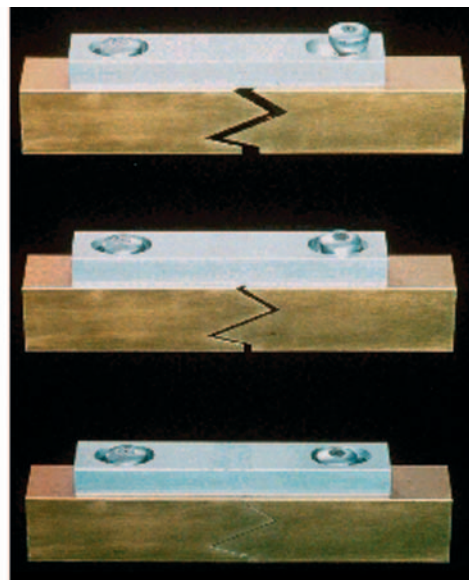


Figure 12. Principe de fonctionnement d'une plaque DCP (*dynamic compression plate*) qui permet, à partir d'un orifice ovale et par le biais d'une vis excentrée, d'obtenir une compression du foyer de fracture.

concernée (plateau tibial, pilon tibial, fémur distal, coude, etc.). Leur épaisseur et leur visserie peuvent varier sur une même plaque.

Plaques de reconstruction. Elles sont constituées d'un alliage qui leur octroie une grande malléabilité, ce qui permet pendant l'intervention de les modeler. Ces plaques sont surtout utilisées dans les fractures du cotyle ou de l'anneau pelvien.

Ostéosynthèse moderne

Plaque à vis bloquée

Comme déjà mentionné, la tenue d'une vis dépend largement de la qualité de l'os. Dans les années 1980 au sein de l'AO des développements ont débuté avec l'idée de respecter mieux la biologie et d'améliorer la stabilité [9-11]. L'idée de départ était de faire une jonction verrouillable entre la plaque et la vis. Mais déjà en 1886, Hansmann de Hambourg avait publié deux cas d'ostéosynthèse avec une plaque offrant une stabilité angulaire limitée [12]. Un autre pionnier est Reinhold de Paris qui a breveté une plaque avec des vis verrouillées en 1931. Cette plaque a d'ailleurs été produite industriellement et commercialisée. D'autres produits plus récents ont été utilisés dans la reconstruction maxillofaciale et également pour le traitement des fractures (plaque Zespol [13, 14], PC-Fix [15]). Pour les fractures diaphysaires simples il n'a pas été possible de démontrer un avantage comparé à des plaques conventionnelles). Dans les années 1990, le développement de plaques verrouillables adaptées pour l'utilisation dans les zones épiphysométaphysaires a permis de démontrer la supériorité de ce type d'implant, surtout dans l'os porotique et dans les fractures comminutives [16, 17].

Jonction vis/plaque : quelles différences entre les systèmes existants ?

Il y a plusieurs façons d'obtenir une fixation plus ou moins stable entre plaque et vis. Nous allons faire une description des principes les plus répandus.

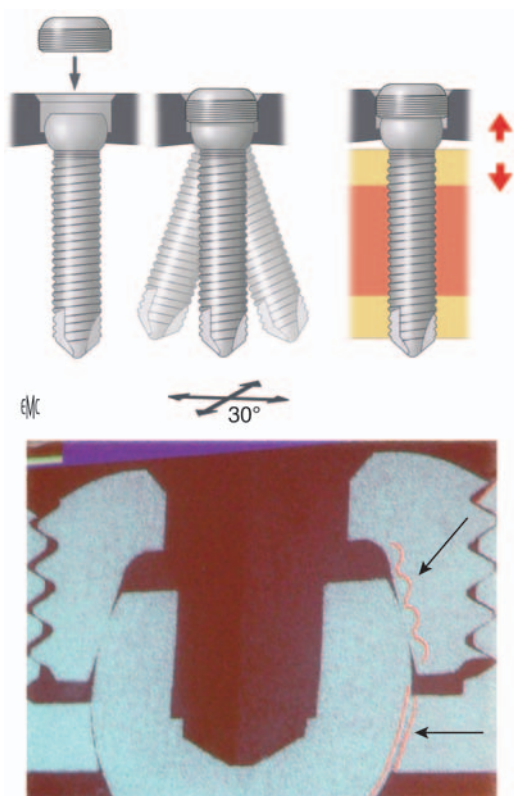


Figure 13. Système de plaque à vis bloquées produit par Zimmer.

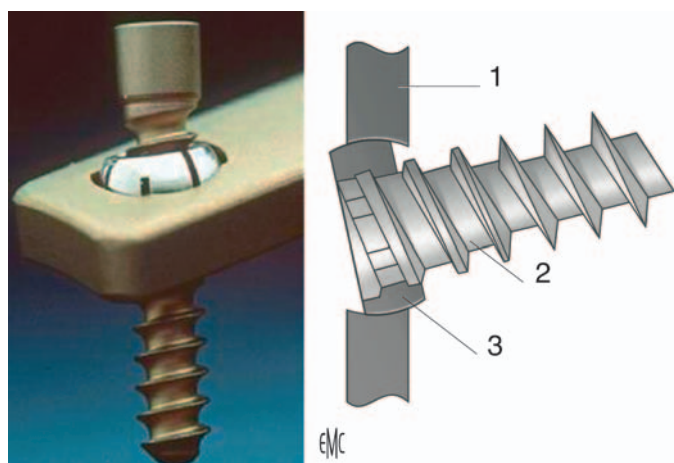


Figure 14. Système de plaque à vis bloquées produit par Stryker. 1. Plaque ; 2. vis ; 3. anneau.

Systèmes vis/douille

Une vis est stabilisée dans un angle choisi par le chirurgien en venant verrouiller une douille sur la tête de la vis (Fig. 13). Un tel système permet donc de choisir l'angulation de la vis dans certaines limites. L'inconvénient de ce système réside dans l'épaisseur de la plaque induite par la douille et la stabilité angulaire réduite par rapport à des systèmes fixes. Ce type de système a aussi besoin d'un contact direct entre l'os et la plaque.

Systèmes basés sur l'écartement de la vis ou d'un anneau ou d'une douille

Pour accroître la stabilité, un autre moyen consiste à écarter un anneau ou une douille (Fig. 14). La friction entre la plaque et la vis augmente et une certaine stabilité angulaire est obtenue. Ce type de système a les mêmes avantages ou limitations que les systèmes simples vis/douille, sauf qu'un contact direct entre plaque et os n'est pas nécessaire.



Figure 15. Système de plaque à vis bloquées produit par Litos.

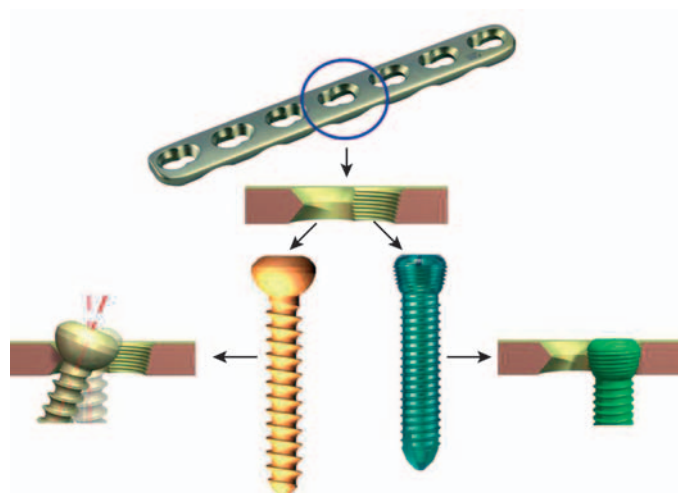


Figure 16. Système de plaque à vis bloquées produit par Synthes.



Figure 17. Système de plaque à vis bloquées produit par Smith Nephew.

Systèmes basés sur la déformation plastique

La vis a une tête filetée, laquelle entraîne une déformation plastique d'une lèvre située dans la plaque (Fig. 15). Dans ce système, il est également possible de choisir l'angulation de la vis dans certaines limites. Techniquement ce système fonctionne bien avec du titane et des petites plaques.

Systèmes directement verrouillables

Actuellement les systèmes les plus répandus et qui sont sur le point de remplacer les plaques conventionnelles sont basés sur une plaque comprenant des trous coniques filetés et des têtes de vis coniques et filetées. Cette solution permet d'obtenir une stabilité angulaire maximale et de produire également des plaques préformées anatomiquement avec une épaisseur relativement faible respectant les tissus mous. Les systèmes comme par exemple LCP® de Synthes (Fig. 16) ou PeriLoc® de Smith Nephew (Fig. 17) permettent également le placement de vis standards dans les situations où soit une compression, soit une réduction parfaite sont nécessaires ou désirées par le chirurgien.



Figure 18. Exemple de stabilité absolue : une compression interfragmentaire a été réalisée sur un fragment intermédiaire à l'aide d'une vis bicorticale. Trois vis bloquées ont été mises en place de part et d'autre du foyer de fracture. On obtient ainsi une réduction anatomique et une stabilité absolue : il n'existe pas de mobilité du foyer de fracture, même lorsque celui-ci est soumis à des contraintes. Une rééducation immédiate peut être débutée. La consolidation se fera sur un mode endosté, sans apparition d'un cal périosté.

■ Modification des principes de l'ostéosynthèse par plaque et mise en application ^[18]

Stabilité absolue/stabilité relative

Deux principes s'opposent en termes d'ostéosynthèse : celui de la stabilité totale, dite absolue et celui de l'instabilité dite stabilité relative.

La *stabilité absolue* est définie par l'absence de mobilité du foyer de fracture. Cette stabilité est obtenue par la mise en compression du foyer de fracture par une vis de traction, associée à une ostéosynthèse par plaque vissée. Dans ce cas de figure, la réduction doit être anatomique pour obtenir un contact parfait entre les fragments osseux. Cela nécessite un abord du foyer de fracture. La consolidation passe par une formation osseuse angiogène et se fait sur un mode endosté. Cette stabilité absolue ne peut être obtenue que dans des fractures simples, sans comminution (Fig. 18). Le matériau utilisé est préférentiellement l'acier en raison de sa rigidité.

La *stabilité relative* est définie par la persistance d'une mobilité des fragments osseux dans le foyer de fracture qui reste compatible avec l'obtention d'une consolidation.

Dans ce cas de figure, l'obtention de la consolidation nécessite le respect de l'hématome fracturaire, c'est-à-dire un abord chirurgical à distance de celui-ci (chirurgie mini-invasive) et un pontage du foyer de fracture. Le matériau le plus adapté à ce type d'ostéosynthèse est le titane en raison de ses caractéristiques élastiques. Du fait de la préservation de l'hématome fracturaire et de l'abord mini-invasif, la consolidation se fait sur un mode périosté. Les fractures à foyer comminutif sont traitées au mieux par cette technique (Fig. 19).

Foyer ouvert/foyer fermé, quelle différence en termes de consolidation ?

L'ouverture du foyer de fracture entraîne de façon quasi automatique l'évacuation de l'hématome périfracturaire. Cette ouverture est régulièrement associée à un dépériostage des fragments osseux, souvent nécessaire à un ajustement anatomique de la réduction. Dans ces conditions, la consolidation ne peut se faire par la périphérie (consolidation périostée), mais uniquement par l'intérieur du foyer de fracture : c'est la consolidation endostée. Cette consolidation endostée présente trois inconvénients :

- la consolidation endostée, contrairement à la consolidation périostée, n'entraîne pas la création d'un cal osseux visible sur les radiographies et rend l'appréciation de la consolidation beaucoup plus difficile à suivre et à évaluer ;
- la consolidation endostée nécessite une stabilité absolue du foyer de fracture et donc une ostéosynthèse extrêmement rigide. En effet, ce mode de consolidation fait appel à l'os lamellaire qui ne supporte qu'une déformation de l'ordre de 2 %. Toute mobilité du foyer de fracture même réduite entraîne un cisaillement des ponts osseux ^[19, 20], ce qui aboutit à une pseudarthrose ;
- la consolidation endostée est plus lente que la consolidation périostée. Il s'ensuit des douleurs prolongées qui retardent la reprise des activités professionnelles ou de loisirs et peuvent pendant un temps faire craindre la survenue d'une pseudarthrose (Fig. 20).

Remise en charge précoce : est-ce possible dans une ostéosynthèse par plaque ?

En théorie, une ostéosynthèse par plaque « classique », c'est-à-dire par plaque à vis non bloquée utilisée pour une fracture des membres inférieurs ne permet pas une remise en charge



Figure 19. Exemple d'ostéosynthèse produisant une stabilité relative. Utilisation d'une plaque longue en titane. Abord mini-invasif : pas d'abord du foyer de fracture pour préserver l'hématome. Les vis sont espacées pour obtenir une répartition harmonieuse des forces. Pas de vis dans la zone de comminution.



Figure 20. Pour réaliser l'ostéosynthèse de cette fracture spiroïde du tiers distal du tibia, un abord a été réalisé, avec une compression interfragmentaire. Malgré la taille réduite de l'abord, celui-ci a provoqué la perte de l'hématome fracturaire. Sur le contrôle radiographique à 5 mois, il n'existe pas de cal osseux périosté visible. La disparition progressive du trait de fracture montre qu'il existe une consolidation endostée. La traduction clinique est une persistance de douleurs à la marche associée à une boiterie, 5 mois après la réalisation de l'ostéosynthèse.

précoce. La stabilité du montage est due aux forces de frictions exercées entre la plaque et l'os. Si un patient ayant eu une ostéosynthèse du membre inférieur par plaque à vis non bloquée est remis en charge, des contraintes vont s'exercer entre la plaque et les vis entraînant une mobilisation progressive des vis et une faillite de l'ostéosynthèse.

Dans le cas d'une ostéosynthèse par plaque à vis bloquée, les vis sont solidaires de la plaque et l'ensemble plaque/vis se comporte alors comme un seul élément [18]. Lors de la mise en

charge, les contraintes sont transmises de la plaque aux vis sans qu'il y ait de mobilisation des vis ni de faillite de l'ostéosynthèse.

Des règles strictes doivent toutefois être respectées pour réaliser une remise en charge précoce (Fig. 21) :

- trois vis bloquées doivent être mises en place de part et d'autre du foyer de fracture. Sur la partie proximale du montage, la dernière vis peut être unicorticale afin d'éviter un effet de stress à la jonction os/plaque ;



Figure 21. Exemple d'ostéosynthèse utilisant comme matériel une plaque à vis bloquée avec une technique de pose mini-invasive : le choix s'est porté, pour le tibia, sur une plaque LCP® (Synthes) anatomique longue associant des vis de 4,5 mm sur sa partie haute et des vis de 3,5 mm sur sa partie basse. Le foyer de fracture a été ponté sans chercher à rapprocher les fragments osseux. Trois vis bloquées au moins ont été posées de part et d'autre du foyer de fracture. La plaque reste à distance de l'os, préservant ainsi la vascularisation périostée. Noter, sur le tibia, les deux orifices proximaux et l'orifice sur le calcanéus correspondant aux fiches du distracteur utilisées pour la réduction du foyer de fracture. Le patient a été remis en charge le lendemain de l'intervention chirurgicale en autorisant le plein appui, limité par la douleur ressentie.

- dans une fracture comminutive, les vis bloquées doivent se situer à proximité du foyer, alors que dans une fracture

simple, les vis doivent se situer à distance du foyer de fracture pour éviter la concentration des contraintes et la fracture de la plaque ;

- une plaque longue en titane doit être utilisée préférentiellement à une plaque courte en acier ; les propriétés d'élasticité du titane permettent une déformation réversible lors de la mise en charge ce qui favorise également la consolidation [19] ;
- il faut éviter, si possible, de mettre des vis bloquées dans chaque orifice de la plaque, ce qui aboutirait à un montage trop rigide avec risque de fracture de la plaque. Il faut au contraire laisser un orifice libre entre chaque vis bloquée pour une répartition plus harmonieuse des contraintes ;
- ne jamais utiliser de plaques de reconstruction ou de plaques tiers de tube. Préférer une plaque gros fragment ou une plaque hybride (mélangeant gros et petit fragment) à une plaque petit fragment ;
- l'ostéosynthèse est réalisée au mieux à foyer fermé afin de préserver l'hématome fracturaire.

Ostéosynthèse biologique : une nouvelle approche

Qu'est-ce que l'ostéosynthèse biologique ? Le chirurgien ne peut assurer la consolidation du foyer de fracture par son acte opératoire. La consolidation osseuse est un mécanisme biologique complexe qui doit être respecté. L'opérateur doit donc se concentrer sur des objectifs prioritaires et nécessaires à l'obtention de la consolidation dans des conditions optimales. La restitution des axes, de la longueur du membre fracturé et la prévention des troubles de rotation représentent les objectifs prioritaires. Mais il ne s'agit là que de considérations mécaniques qui doivent être intégrées dans une approche plus globale. Comme nous l'avons vu précédemment, l'hématome périfracturaire doit être conservé pour obtenir, au mieux, une consolidation périostée.

L'ostéosynthèse est réalisée par voie percutanée afin d'éviter d'aborder le foyer de fracture et de perdre l'hématome périfracturaire. Cette ostéosynthèse doit être utilisée selon le principe de l'enclouage centromédullaire, c'est-à-dire sur une fracture au préalable réduite. Cette réduction doit être réalisée par manœuvres externes, soit sur table orthopédique, soit par un système de distraction externe provisoire (Fig. 22).

La plaque est ensuite introduite à distance du foyer de fracture et glissée le long de l'os. Un contrôle radioscopique permet de vérifier le bon positionnement de la plaque. La mise en place des vis (bloquées) est réalisée par des mouchetures cutanées selon les règles précédemment établies.

La préservation de l'hématome fracturaire permet d'obtenir une consolidation périostée sur le mode d'un traitement



Figure 22. Le tibia a été mis en traction pour obtenir l'alignement du foyer de fracture. Un fixateur externe type Hoffmann II® a été utilisé avec le montage suivant : deux fiches antéro-postérieures dont le point d'entrée se situe dans la crête tibiale et une fiche transcalcanéenne. Ces fiches sont reliées par deux barres radio-transparentes. Une traction sur table orthopédique peut également être utilisée. Une incision limitée est réalisée en regard de la malléole interne par laquelle la plaque choisie est introduite. La plaque est poussée à la main au contact de la face interne du tibia. Un contrôle radioscopique permet de vérifier le bon positionnement de la plaque. Le verrouillage de la plaque s'effectue par des mouchetures cutanées. Aspect de la jambe en fin d'intervention, avec, en regard, la plaque ayant été utilisée pour l'ostéosynthèse.

orthopédique. La remise en charge s'accompagne de micromouvements au niveau du foyer de fracture qui participent à la production du cal osseux périosté.

Le geste chirurgical a été atraumatique tout en préservant les structures biologiques nécessaires à l'obtention de la consolidation : il s'agit d'une ostéosynthèse biologique.

Cas particulier des fractures survenant sur os porotique

Chez les patients souffrant d'ostéoporose, la qualité de l'os ne permet pas d'obtenir une ostéosynthèse stable avec des plaques à vis non bloquées. Les forces de friction sont réduites du fait de la raréfaction osseuse et de la diminution de l'épaisseur des corticales. Le déplacement quasi systématique des fractures survenant sur terrain porotique avait conduit au fil du temps à une grande prudence ainsi qu'à une certaine forme d'humilité chirurgicale. Le patient ostéoporotique était considéré comme un patient « à part » comme nous l'avait appelé Herzberg et Dumontier lors du symposium de la SOFCOT sur les fractures du radius distal [21].

L'apparition des plaques à vis bloquées a modifié cet état de fait. Avec ces implants, la stabilité du montage n'est pas assurée par les forces de friction entre l'os et la plaque mais par le verrouillage des vis dans la plaque : on parle de stabilité angulaire. Il découle de cette notion que, quelle que soit la qualité de l'os, la stabilité du montage est la même. Il est donc possible de réaliser des ostéosyntheses stables chez des patients ostéoporotiques. Il s'agit là d'une notion fondamentale qui modifie la prise en charge des fractures survenant sur un tel terrain.

Conclusion

Les principes de base de l'ostéosynthèse par plaque établis il y a près de 50 ans sont toujours d'actualité. La compression interfragmentaire, l'utilisation de plaques en compression, de plaques de neutralisation ou de plaques de soutien sont autant de moyens indispensables à l'ostéosynthèse.

Les améliorations techniques apportées aux plaques et aux vis ces dernières années ont permis d'étendre leur champ d'application. L'ostéosynthèse par plaque à vis bloquées apporte aujourd'hui une stabilité supérieure à ce qu'elle était auparavant. Les fractures comminutives ou survenant sur terrain porotique sont ainsi mieux prises en charge. Enfin, l'ostéosynthèse biologique est certainement une voie d'avenir pour améliorer encore la prise en charge des fractures.



Références

- [1] Müller ME. Internal fixation for fresh fractures and for non union. *Proc R Soc Med* 1963;**56**:455-60.
- [2] Muller ME, Allgöwer M, Willenegger H. *Technique of internal fixation of fractures*. Heidelberg: Springer-Verlag; 1965.
- [3] Allgöwer M, Ehrsam R, Ganz R. Clinical experience with a new compression plate "DCP". *Acta Orthop Scand* 1969;**125**:45-61 [suppl].
- [4] Frigg R, Appenzeller A, Christensen R. The development of the distal femur less invasive stabilisation system (LISS). *Injury* 2001;**32**:SC24-SC31.
- [5] Wagner M, Frenk A, Frigg R. New concepts for bone fracture treatment and the locking compression plate. *Surg Technol Int* 2004;**12**:271-7.
- [6] Andrea CR, Stover SM, Galuppo LD, Taylor KT, Rakestraw PC. Comparison of insertion time and pull out strength between self-tapping and non self tapping AO 4.5 mm cortical bone screws in adult equine thirds metacarpal bone. *Vet Surg* 2002;**31**:189-94.
- [7] Baumgart FW, Cordey J, Morikawa K, Perren SM, Rahn BA, Schavan R, et al. AO/ASIF self-tapping screws (STS). *Injury* 1993;**24**(suppl1):S1-S17.
- [8] Bickley MB, Hanel DP. Self tapping versus standard tapped titanium screws fixation in upper extremity. *J Hand Surg [Am]* 1998;**23**:308-11.
- [9] Brunner C, Weber BG. *Special techniques in internal fixation*. Berlin: Springer-Verlag; 1982.
- [10] Blatter G, Weber BG. Wave plate osteosynthesis as a salvage procedure. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990;**109**:330-3.
- [11] Ruedi TP, Sommer C, Leutenegger A. New techniques in indirect reduction of long bones fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1998;**347**:27-34.
- [12] Luhr HG. The development of modern osteosynthesis. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2000;**4**(suppl1):S84-S90.
- [13] Granowski R, Ramotowski W, Maminski E, Pilawski K. "Zespol" a new type of osteosynthesis. *Chir Narzadow Ruchu Orthop Pol* 1984;**49**:301-5.
- [14] Ramotowski W, Granowski R. Zespol. An original method of stable osteosynthesis. *Clin Orthop Relat Res* 1991;**272**:67-75.
- [15] Miclau T, Reminger A, Tepic S, Lindsey R, McIlff T. A mechanical comparison of the dynamic compression plate, limited contact dynamic compression plate, and point contact fixator. *J Orthop Trauma* 1995;**9**:17-22.
- [16] Bjorkenheim JM, Pajarinen J, Savolainen V. Internal fixation of proximal humeral fractures with a locking compression plate: a retrospective evaluation of 72 patients followed for a minimum of one year. *Acta Orthop Scand* 2004;**75**:741-5.
- [17] Cognet JM, Geanah A, Marsal C, Kadoch V, Gouzou S, Simon P. Ostéosynthèse des fractures du radius distal par plaque à vis bloquée. *Rev Chir Orthop* 2006;**92**:663-72.
- [18] Wagner M, Frigg R. *AO manual of fracture management. internal fixators. Concepts and case using LCP and LISS*. Stuttgart: Thieme; 2006.
- [19] Goodship AE, Cunningham JL, Kenwright J. Strain rate and timing of stimulation in mechanical modulation of fracture healing. *Clin Orthop Relat Res* 1998;**355**(suppl):S105-S115.
- [20] Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bones fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br* 2002;**84**:1093-110.
- [21] Dumontier C, Herzberg G, Dumontier C. Symposium SOFCOT 2000. *Rev Chir Orthop* 2001;**87**(suppl5):1S136-1S141.

J.-M. Cognet, Praticien hospitalier (jean.michel.cognet@chru-strasbourg.fr).

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, Centre hospitalier universitaire Hautepierre, 67098 Strasbourg, France.

M. Altman.

Synthes GmbH, Suisse.

P. Simon, Professeur des Universités.

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, Centre hospitalier universitaire Hautepierre, 67098 Strasbourg, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Cognet J.-M., Altman M., Simon P. Matériel d'ostéosynthèse : vis et plaques. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-015-A, 2008.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Organisation du bloc opératoire

P. Buisson, F.-X. Gunepin, M. Levadoux

Le bloc opératoire est une structure où sont réalisés des actes de haute technicité et où la prévention des infections doit rester la préoccupation majeure de l'ensemble des intervenants. C'est aussi le centre de l'activité de la plupart des structures hospitalières, non seulement par le volume du personnel qui lui est affecté mais également par le coût financier que représente son fonctionnement. Son développement est soumis à une réflexion architecturale et environnementale. Son fonctionnement au quotidien est fondé sur le respect et l'application d'une charte de fonctionnement du bloc opératoire qui doit être rédigée et contrôlée par un conseil du bloc opératoire. Il n'existe pas, à ce jour, de support documentaire pour créer de toute pièce un bloc opératoire idéal, mais son développement, son entretien et son organisation sont régis par un ensemble de réglementations et de recommandations qu'il faut bien connaître. Du fait de la pression économique sans cesse plus marquée et compte tenu de l'important coût de fonctionnement d'une telle structure, des notions nouvelles de rentabilité, de productivité et d'optimisation sont apparues dans le vocabulaire des autorités sanitaires et hospitalières. Même si la qualité du geste technique et la sécurité qui l'entoure doivent rester les principales préoccupations des chirurgiens, il apparaît aujourd'hui nécessaire de s'approprier ces idées nouvelles afin d'avoir une vision globale de notre outil quotidien et d'anticiper un mode de fonctionnement qui sera de toute évidence progressivement imposé à l'ensemble des acteurs du bloc opératoire.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Organisation du bloc opératoire ; Optimisation du bloc opératoire ; Rentabilité ; Réglementation du bloc opératoire

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Préambule | 2 |
| ■ Bases architecturales et environnementales du bloc opératoire | 2 |
| Conception du bloc opératoire : grands principes | 2 |
| Équipements : tables, bras, éclairages | 6 |
| Traitement de l'air au bloc opératoire | 6 |
| ■ Moyens humains, structure de coordination du bloc opératoire | 7 |
| « Chef de bloc opératoire » | 8 |
| Coordonnateur du bloc opératoire | 8 |
| Conseil de bloc opératoire | 8 |
| Autres structures | 8 |
| ■ Charte de fonctionnement du bloc opératoire | 9 |
| ■ Organisation des activités du bloc opératoire | 9 |
| Planification | 9 |
| Outils de planification. Indicateurs | 10 |
| Programmation | 10 |
| Service de brancardage | 12 |
| ■ Chirurgie ambulatoire | 12 |
| ■ Règles de comportement au bloc opératoire | 12 |
| ■ Maintenance des salles d'opération | 13 |
| ■ Aspects médico-légaux | 13 |
| ■ Conclusion | 14 |

■ Introduction

Au sein d'un établissement hospitalier, le bloc opératoire représente un des secteurs majeurs et certainement l'un des plus emblématiques, en tant que pièce maîtresse du plateau technique. C'est un lieu où sont pratiqués des actes de haute technicité qui représentent souvent les « activités phare » de l'établissement, mais dont le coût et l'investissement financier qu'ils supposent impliquent nécessairement des notions de rentabilité auxquelles s'ajoutent d'incontournables impératifs de sécurité. La diversité des actes réalisés, le fait qu'ils soient pratiqués en activité réglée ou en urgence, la cohabitation entre différentes spécialités, la multiplicité des ressources humaines engagées, le nécessaire respect des réglementations et le souci permanent de la qualité sont autant d'éléments à prendre en compte dans la bonne gestion d'un bloc opératoire [1]. L'organisation d'une telle structure relève donc d'un véritable défi pour lequel il faut savoir concilier les impératifs médicaux et la satisfaction des patients avec des critères tels que la productivité et l'optimisation de l'occupation des salles, plus familiers au milieu de l'entreprise qu'à celui du monde médical. L'évolution permanente des techniques opératoires et des modes de prise en charge a par ailleurs comme conséquence de rendre totalement caducs des concepts encore valides il y a quelques années. Tous ces éléments doivent être pris en compte afin d'élaborer la meilleure gestion possible du bloc opératoire [1-3], une bonne organisation reposant essentiellement sur des règles de fonctionnement précises, telles qu'elles auront été détaillées dans la

charte et le règlement intérieur du bloc opératoire, et que le conseil de bloc opératoire a pour mission de faire respecter.

■ Préambule

Fort de ce qui vient d'être dit, l'organisation d'un bloc opératoire semble une véritable gageure qu'il est particulièrement complexe de mettre en route. De multiples aspects doivent être pris en compte dont la taille et le mode de fonctionnement de l'établissement où l'on exerce. Le bloc opératoire d'un grand centre hospitalier universitaire ne peut être organisé comme celui d'un hôpital régional plus modeste et encore moins comme celui d'un établissement privé. La prise en compte des facteurs humains est essentielle dans une période où la pénurie de personnels est aggravée par la réduction du temps de travail des personnels médicaux et paramédicaux, de même que par la récupération des gardes, tout ceci alors que les durées de formation s'allongent et que les réglementations deviennent de plus en plus sévères. L'organisation « idéale » d'un bloc opératoire telle qu'elle peut apparaître à la lecture des pages qui suivent peut donc sembler un mythe difficilement accessible, tant les critères à réunir semblent nombreux et souvent antagonistes.

“ À retenir

Retenons cependant l'importance de la lutte contre les infections nosocomiales et les infections liées aux soins, telle qu'elle a été définie dans la circulaire de décembre 2000 [4] et dans l'arrêté du 23 septembre 2004 [5]. Dans ce cas précis, la lutte contre les infections du site opératoire (ISO) représente un des éléments majeurs dont il faut impérativement tenir compte dans l'organisation du bloc opératoire [6] et bien évidemment lors de sa conception ou de sa restructuration [7].

Si les mentalités ont beaucoup évolué et si le chirurgien a perdu une grande partie de ses pouvoirs d'antan, il n'en reste pas moins que des conflits sous-jacents peuvent à tout moment éclater dans ce milieu où tant d'intérêts contraires se trouvent confrontés. Il s'agit là d'un domaine très sensible où les susceptibilités de chacun sont exacerbées au plus haut point, ce que doivent prendre en compte les responsables de la coordination et de l'organisation du bloc opératoire à l'occasion de certaines décisions qu'ils sont amenés à prendre. Il faut en particulier rester très vigilant sur la tendance actuelle et omniprésente de vouloir systématiquement transposer les règles de fonctionnement du milieu industriel à celui du milieu médical [8]. Si ces techniques de gestion, pour la plupart importées du mode anglo-saxon, ont fait la preuve de leur efficacité dans le secteur industriel, leur transposition dans le secteur médical demande une analyse extrêmement rigoureuse avant de les appliquer. C'est la raison pour laquelle les nouveaux modes de fonctionnement tels qu'ils sont proposés au sein des blocs opératoires ne doivent pas se mettre en place sans la participation et l'assentiment des chirurgiens. Leur implication dans ces différents processus est le plus souvent le point de départ d'une bonne organisation.

■ Bases architecturales et environnementales du bloc opératoire

Avant d'envisager les modalités proprement dites d'organisation du bloc opératoire, il paraît difficile de ne pas aborder

l'aspect architectural, tant celui-ci va directement influencer sur les modes de fonctionnement et les règles à observer. Si la construction d'un bloc opératoire reste un événement peu fréquent, car souvent contemporain de la création de l'établissement hospitalier auquel il appartient, la réorganisation, la restructuration ou la réalisation de travaux d'aménagement sont des éventualités plus fréquentes auxquelles les professionnels de santé sont confrontés et auxquelles ils doivent pouvoir apporter leur contribution, en liaison étroite avec un architecte programmate hospitalier, dont le rôle est devenu majeur dans ce type de travaux [9]. Dans ce chapitre n'est pas abordé tout ce qui concerne la stérilisation des dispositifs médicaux (DM), celle-ci étant régie par un service dorénavant bien différencié du bloc opératoire, dépendant de la pharmacie à usage intérieur et sous l'autorité et la responsabilité d'un pharmacien hospitalier [10].

Conception du bloc opératoire : grands principes

Bloc opératoire pluridisciplinaire

La notion de bloc opératoire contigu au service semble définitivement révolue pour céder la place au concept de bloc opératoire pluridisciplinaire unique, solution beaucoup moins coûteuse et plus rationnelle. L'avantage essentiel est en effet de mettre en commun les équipements mais aussi la majorité des personnels : anesthésistes, infirmiers de bloc, aides-soignants, agents de service, brancardiers [7, 11]. Le plan général d'aménagement et l'organisation des nouveaux blocs opératoires vont même souvent plus loin en regroupant à proximité du bloc opératoire l'unité de réanimation, le service d'imagerie et la stérilisation centrale. Il existe cependant quelques exceptions à ce principe. C'est le cas de certains centres de chirurgie ambulatoire dont l'activité justifie la création d'un centre satellite indépendant au sein de l'établissement, avec son propre bloc opératoire. Il n'en reste pas moins que la plupart du temps, l'activité ambulatoire se fait au sein du bloc opératoire centralisé, où une zone lui est réservée.

Salles polyvalentes

La notion de salles polyvalentes s'est également développée parallèlement à la création de blocs multidisciplinaires. Le principe reste le même, rationaliser et mettre en commun les moyens, autant humains que matériels, ceci dans un but essentiel d'économies [7, 12, 13]. Ce dogme de la polyvalence s'appuie sur le principe qu'il n'existerait plus de salle dédiée à une spécialité, et encore moins de salle réservée à un chirurgien, les normes actuelles de bionettoyage entre deux interventions autorisant cette polyvalence sans risque supplémentaire dans la plupart des cas. Plusieurs études ont par ailleurs démontré le caractère non justifié de certaines interventions dans des salles hyperaseptiques ou hypertéchniques, ceci dans environ 75 % des cas [12]. Mais là encore, ces grands principes souffrent de quelques exceptions et la chirurgie orthopédique en représente un exemple concret. L'utilisation plus que souhaitable de salles équipées de flux unidirectionnel, en particulier dans la chirurgie prothétique, et l'utilisation de matériels lourds, aussi sophistiqués que coûteux et dont le déplacement n'est pas dénué de risques, rendent ce concept souvent caduc. C'est d'ailleurs ce qui ressort du consensus des professionnels de la chirurgie orthopédique et qui est publié dans le livre blanc de la chirurgie orthopédique et traumatologique [14].

Tout dépend cependant de l'importance de l'activité chirurgicale et de la taille de l'établissement.

Au sein de grands centres hospitaliers, un secteur du bloc opératoire peut ainsi être entièrement consacré à la chirurgie orthopédique, ou du moins à la chirurgie « hyperpropre », terme actuellement reconnu plutôt que celui d'hyperaseptique [15]. L'idéal est alors de disposer d'un véritable sas à l'entrée de ce secteur, afin de l'isoler efficacement et d'éviter toutes les allées et venues inutiles. De la même façon, les locaux annexes (salle de préparation de l'équipe chirurgicale, salle d'induction

anesthésique, arsenaux, salle de décontamination) peuvent être regroupés au sein de ce secteur, ce qui apporte un gain de place et d'efficacité [16]. Il faut également prendre en compte l'activité d'urgence, dont l'importance peut être à l'origine d'une ou plusieurs salles dédiées, et si c'est le cas avec une localisation idéale préférentielle vers l'entrée du bloc.

Le problème se pose enfin de celui d'une éventuelle salle septique. Il s'agit d'un vieux débat qui n'a toujours pas trouvé de véritable réponse. Beaucoup remettent en cause son existence, dans la mesure où les protocoles actuels de bionettoyage permettraient de s'en dispenser. Il paraît cependant raisonnable de conserver une salle dite « septique » au sein du bloc opératoire [16, 17], ou du moins une salle dans laquelle on puisse réaliser des interventions de classes 3 et 4 d'Altemeier, à la condition que cette salle soit correctement équipée, ce qui n'est malheureusement pas toujours le cas, afin d'y réaliser si besoin des actes lourds sur des patients fragiles.

Il faut également savoir que la cohabitation d'une chirurgie propre avec une chirurgie septique, du fait des règles de nettoyage qu'elle induit et des règles de discipline qu'elle impose, nuit de toute façon à la rotation des patients et à l'enchaînement des programmes, ce qui va à l'encontre du but souhaité.

Concept de « salle vide » [7, 15, 18]

Il est également très répandu avec une salle dont la plupart des éléments techniques ont disparu durant les périodes d'inactivité. Ne restent donc sur place que les éléments plafonniers (bras, scialytiques), au sol la présence éventuelle d'un socle fixe de table en cas de choix de ce modèle de table et aux murs la possible présence d'écrans plats intégrés, compatibles avec les techniques actuelles d'imagerie (Fig. 1). La facilité du bionettoyage et l'amélioration de la lutte contre les infections nosocomiales représentent bien évidemment les avantages essentiels d'un tel concept de salle, dont le revêtement est à base de plastique souple très résistant, remontant suffisamment haut, voire jusqu'au plafond [13, 18]. Mais là encore, l'éclosion de techniques nouvelles, avec la présence de matériels lourds et spécifiques, va venir compliquer ces recommandations, ceci étant particulièrement vrai en chirurgie orthopédique.

Taille de la salle

C'est un élément fondamental, et compte tenu de ce qui a été dit précédemment, les équipements actuels dont on dispose en chirurgie orthopédique font qu'une surface d'au moins 40 m² est raisonnablement nécessaire pour un fonctionnement correct, surface qui pourra être supérieure compte tenu des appareillages actuels [12, 13] et de l'évolution prévisible de techniques innovantes [19, 20].

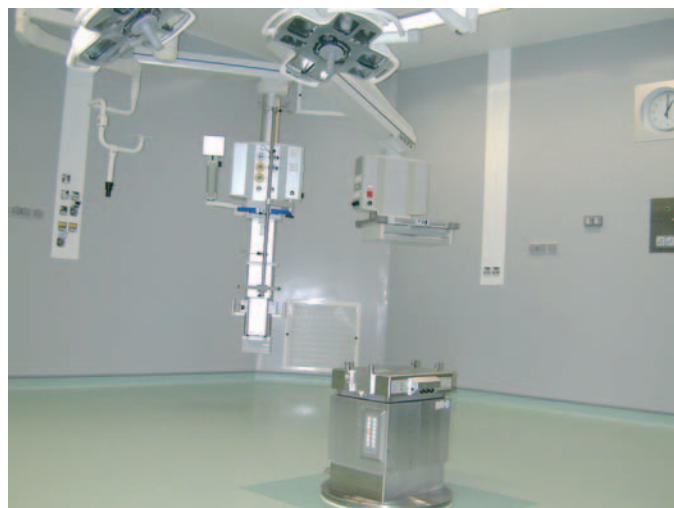


Figure 1. Bloc opératoire vide.

Circuits du bloc opératoire

Il s'agit d'un sujet difficile et complexe ; de nombreuses possibilités existent, qui vont toutes avoir des conséquences sur les flux au sein du bloc opératoire. Un des principes fondamentaux à respecter est celui de « la marche en avant » [17], en allant du plus sale vers le plus propre [1, 21, 22]. Ce concept de l'asepsie progressive, bien développé par Hoet [22-25], constitue alors un des remparts essentiels à l'infection au bloc opératoire. Il délimite cinq zones d'asepsie différente et croissante, tout le long du cheminement, depuis l'extérieur du bloc opératoire jusqu'à la table d'opération (Fig. 2). L'asepsie progressive va être obtenue par la mise en place d'une surpression d'environ 15 pascals entre différentes zones du bloc opératoire et le franchissement de « douanes » dont le rôle est de réduire l'introduction de micro-organismes de la zone d'amont vers la zone d'aval. La première douane permet ainsi le passage de l'extérieur du bloc à la zone commune du bloc opératoire, s'appliquant aussi bien au chirurgien (sas du vestiaire) qu'au patient (sas de transfert) et au matériel (sas de décartonnage). La deuxième douane conduit à la salle d'intervention, par l'intermédiaire de la salle de préparation pour le chirurgien, de la salle d'induction pour le patient et de l'arsenal stérile pour le matériel. La zone opératoire doit être approchée par des personnes ou du matériel ayant reçu une préparation spécifique : pour le patient, il s'agit de la préparation et de l'antisepsie cutanée, pour l'équipe opératoire du lavage chirurgical des mains et de l'habillage stérile, et pour le matériel stérile de la sortie de son emballage ou de son contenant. Cette zone

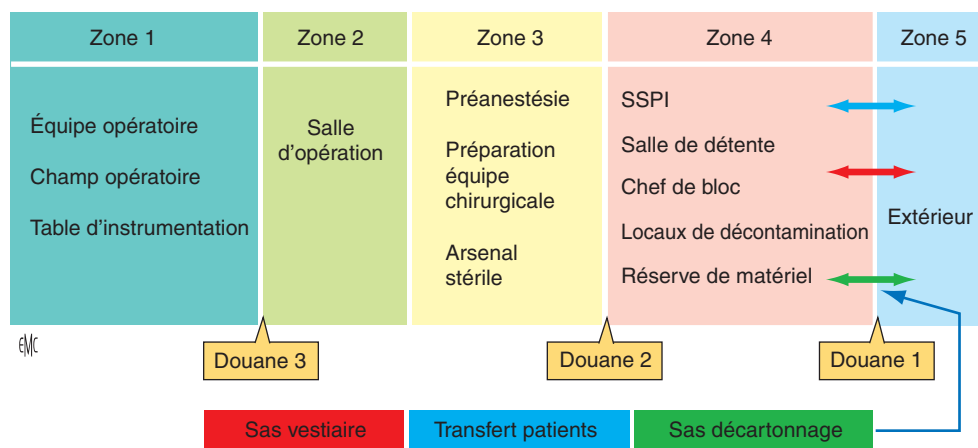


Figure 2. Concept de l'asepsie progressive. SSPI : salle de surveillance postinterventionnelle.

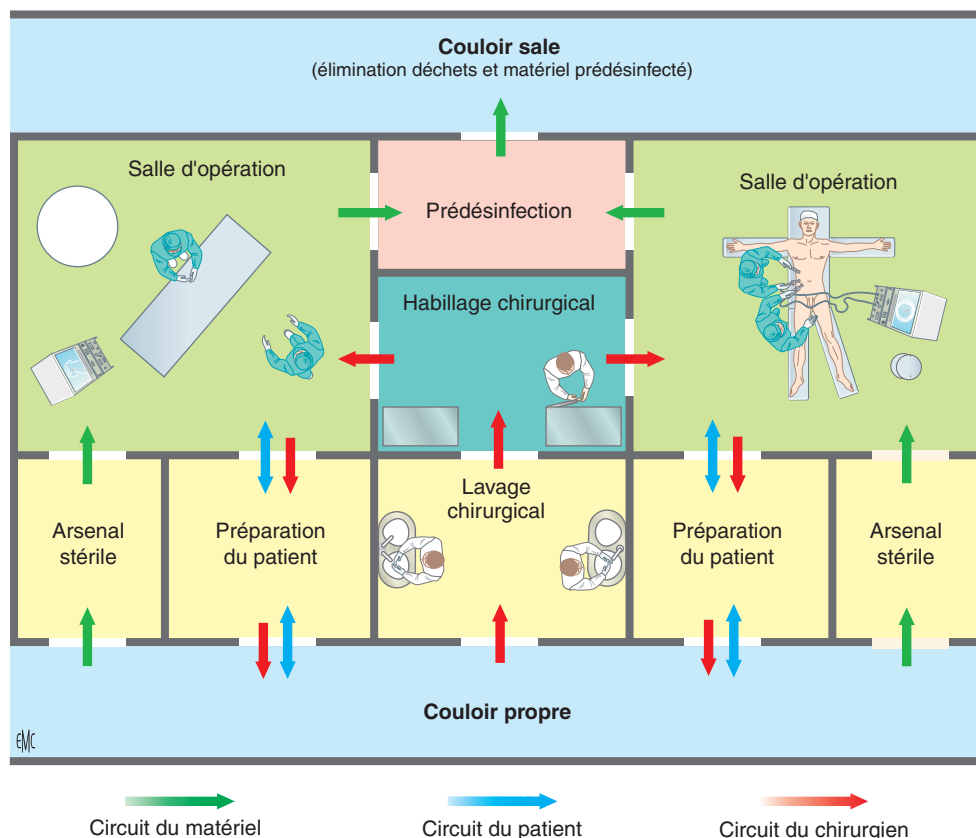


Figure 3. Circuit à double circulation : isolement du sale.

« hyperpropre » autour de la table d'opération peut par ailleurs être délimitée et signalée par un revêtement de sol de couleur différente [15].

Pendant très longtemps, le dogme retenu pour les circuits au sein du bloc opératoire a été celui du double circuit (Fig. 3), isolant le propre et le sale, sachant qu'il existe de très nombreux circuits en dehors des circuits des personnels et des patients : matériel, déchets, linge. La solution idéale proposée est de séparer les entrées et les sorties, sans possibilité de croisement, autant pour les patients que pour les personnels du bloc, les matériels et les déchets, mais ceci a pour principal inconvénient d'occuper beaucoup de place [12, 13, 21]. La tendance actuelle est donc revenue au simple circuit, au moins pour les matériels et les déchets, et ceci avec l'accord de l'ensemble des hygiénistes [7, 12, 13, 17, 21]. Ce principe largement adopté est tout à fait fiable dans la mesure où tous les matériels et les déchets sont évacués dans des contenants étanches et solides permettant d'éviter toute contamination du circuit. L'un des avantages essentiels du simple circuit est bien sûr le gain de place et la possibilité de reporter cet espace libéré sur les salles d'intervention. Fort de ce qui vient d'être dit, il faut veiller à regrouper les accès à la salle d'intervention [9], que ce soit pour le patient, l'équipe chirurgicale ou le matériel. En réduisant les accès, les ouvertures de portes inutiles sont limitées, et par conséquent les mouvements d'air et les risques d'aérocontamination (Fig. 4).

En ce qui concerne les personnels, le secteur sensible est celui des vestiaires, et il est actuellement de plus en plus admis de mettre en place des vestiaires divisés en deux zones, une « zone entrante » où l'on laisse ses vêtements extérieurs avant de revêtir les habits de bloc et une « zone sortante » où les mêmes habits sont déposés avant de reprendre les vêtements extérieurs [13, 17]. On peut même idéalement séparer complètement le circuit entrant du circuit sortant par l'intermédiaire de caissons à double entrée [23], où sont déposés puis repris les vêtements d'extérieur (Fig. 5). Pour diminuer encore les risques, les portes de ces vestiaires ne s'ouvrent que dans un sens [23].

Pour les patients, la zone à risque se situe dans le sas d'entrée et de sortie, le danger étant d'introduire des germes par les roues des lits ou des différents systèmes de chariots, d'autant

qu'ils sont très rarement décontaminés, faute de locaux adaptés. Ce risque a été démontré à plusieurs reprises [12, 17, 21], d'où l'éclosion de différents systèmes plus ou moins complexes et fiables destinés à transférer le patient de l'extérieur en zone propre (puis inversement) sans faillir aux règles d'hygiène et tout en respectant les critères de sécurité. Des systèmes de passe-malade ont ainsi été mis au point, facilitant les transferts, très appréciés des personnels qui « économisent » ainsi leur dos, mais d'un coût élevé et difficiles à décontaminer, avec un risque de transmission de germes non négligeable. D'autres systèmes de supports de translation sont beaucoup plus souvent utilisés, car plus simples d'emploi, plus économiques et plus faciles à décontaminer.

Pour ce qui est des matériels, l'idéal est de disposer d'un sas avec une aire où les cartons et les valises sont vidés de leur contenu, les contenants ne devant pas pénétrer dans l'enceinte stérile du bloc opératoire. Pour Hoet et Lannelongue [12, 17], ce sas peut utilement être utilisé pour le nettoyage et la décontamination des chariots et brancards, qui échappent malheureusement trop souvent à ce temps indispensable.

Locaux annexes

Ils sont surtout représentés par les salles de préparation des équipes chirurgicales, les salles d'induction anesthésique, les locaux de décontamination et les locaux de stockage, l'ensemble de ces locaux pouvant être regroupé au sein d'un même secteur pour desservir plusieurs salles d'opération. D'autres locaux sont représentés par le bureau du chef de bloc, la salle de repos, les vestiaires et différents locaux de rangement, la salle de surveillance post-interventionnelle étant étudiée secondairement. Les locaux de stockage doivent être privilégiés car indispensables mais souvent insuffisants et d'un espace trop limité pour recevoir la totalité des matériels, le nombre de matériels à usage unique et d'implants livrés stériles ne faisant qu'augmenter. Les gros matériels, accessoires de tables, amplificateurs de brillance, colonnes vidéo, consoles de navigation chirurgicale doivent également trouver leur place dans des lieux de stockage dédiés plutôt que dans un local inadapté, ou pire, dans un couloir.

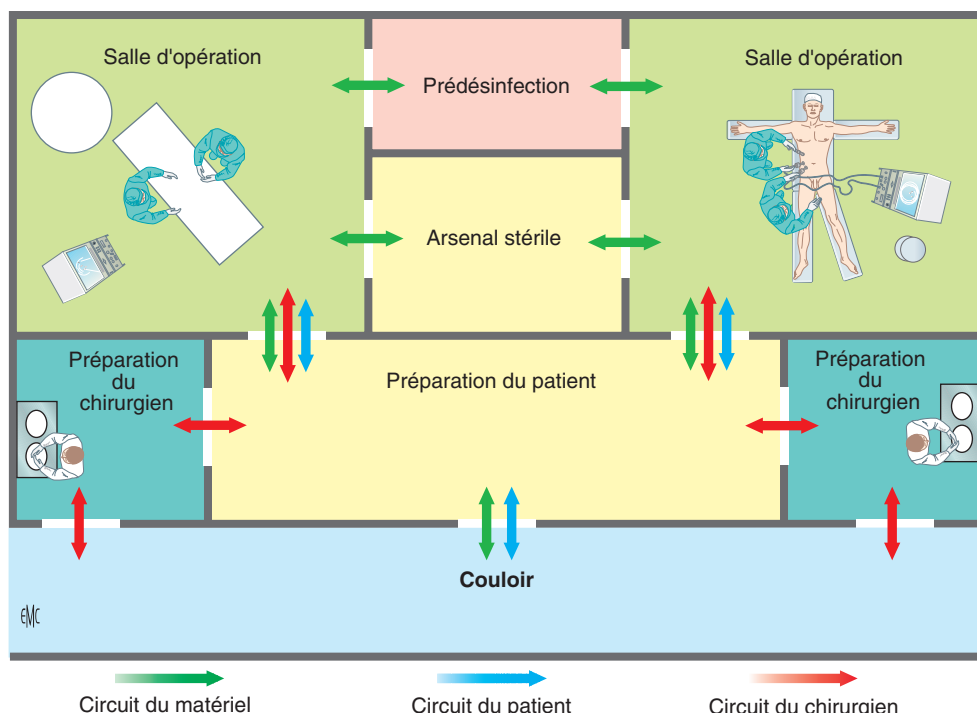


Figure 4. Schéma couloir simple avec mutualisation des espaces et réduction des accès des salles.

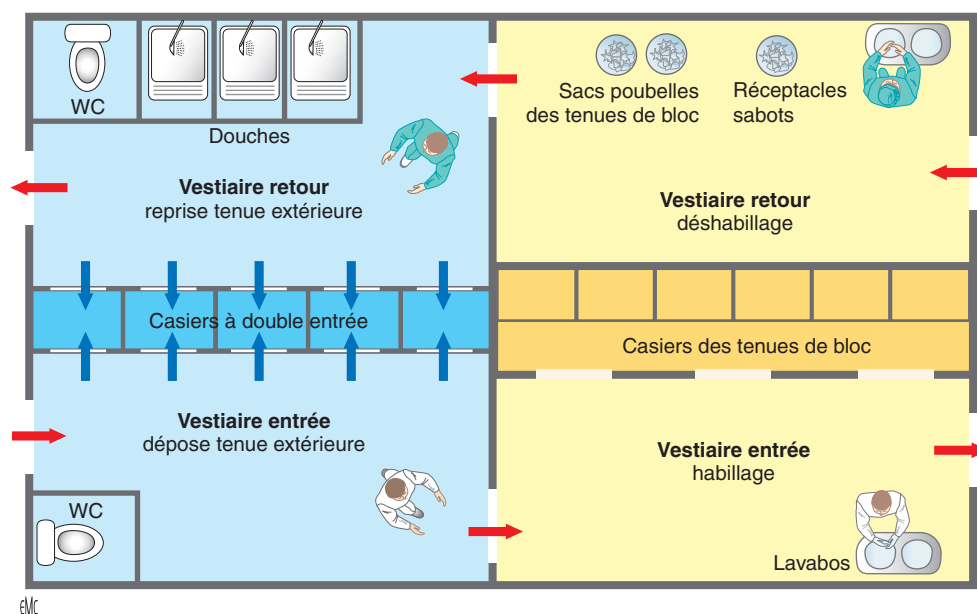


Figure 5. Conception de vestiaire de bloc opératoire.

Salle de surveillance postinterventionnelle (SSPI)

La plupart du temps totalement intégrée au sein du bloc opératoire, son ordonnancement et son mode de fonctionnement vont directement influencer sur l'organisation du bloc opératoire. Les recommandations de la Société française d'anesthésie et de réanimation (SFAR) de septembre 1994 préconisent 1,5 place minimum par salle d'intervention, une surface de 10 à 12 m² par emplacement et la possibilité de pouvoir mettre en œuvre un isolement septique. Il est important de pouvoir disposer de postes de lavage des mains suffisamment nombreux avec distributeurs de solutions hydroalcooliques. La majorité des équipements est disposée en hauteur afin de faciliter les soins et l'entretien des sols.

L'organisation de la salle est primordiale en privilégiant une forme en U plus ou moins allongée, autour d'un poste de surveillance central, ce qui favorise la vision des patients et réduit les déplacements. Il faut savoir que la SSPI a été souvent

exclue de l'enceinte même du bloc opératoire, avec le développement il y a de nombreuses années des systèmes de plateaux-transferts. La philosophie initiale de ce système était d'installer le patient sur le plateau de la table d'opération dès son arrivée au bloc opératoire et de le retransférer sur son lit, directement à l'issue de l'intervention. Le lit provenant de l'extérieur et ne pouvant pénétrer dans l'enceinte du bloc opératoire, la SSPI se trouvait de ce fait « extramuros » [12, 26]. Ce système s'est malheureusement dévié dans le temps, les explications étant multiples [27]. La SSPI est à présent très souvent intégrée au bloc opératoire, ne serait-ce que parce que les médecins anesthésistes accompagnent ou viennent revoir régulièrement leurs patients durant la phase de réveil. Si d'autre part les plateaux-transfert restent très souvent utilisés, grâce à la souplesse et à la facilité d'emploi qu'ils apportent, ils ne sont pas conçus pour conserver les patients au-delà de la période opératoire. Ils nécessitent donc un nouveau transfert du plateau vers un autre support, le plus

souvent actuellement vers un chariot-brancard, où le confort et la sécurité du patient sont assurés jusqu'à un nouveau transfert vers le lit du patient, à sa sortie de SSPI. Pour échapper à ce double transfert, certains court-circuitent le temps intermédiaire de chariot-brancard pour installer directement le patient sur son lit, ce qui représente un véritable non-sens, dans la mesure où il est très difficile de décontaminer correctement ce support. Quoi qu'il en soit, ce ou ces transferts nécessitent très souvent le concours de nombreux personnels, surtout lorsqu'il s'agit de patients fragiles, de forte corpulence et lourdement appareillés. Il s'agit alors fréquemment de personnels extérieurs au bloc opératoire, infirmier, aide-soignant de l'unité de soins, brancardier, dont les tenues ne sont pas forcément adaptées à celle d'un secteur protégé. Il en résulte alors un mélange qui ne peut que concourir à l'introduction de germes extérieurs et à ouvrir une véritable brèche dans un lieu qui se veut pourtant hyperprotégé. On voit bien ainsi que la SSPI représente souvent le « maillon faible » du système. Afin d'y remédier, il faut sans cesse rappeler les règles intangibles d'asepsie au bloc opératoire, telles qu'elles ont été parfaitement décrites par Lannelongue [17], et proposer un système de sas-transfert suffisamment étanche pour l'entrée et la sortie des patients. On peut ainsi transférer le patient de son lit vers le chariot (et inversement) à travers une cloison interdisant le contact entre les deux supports et dont seule la partie haute est ouverte, permettant de faire glisser le patient [17]. Ceci n'est cependant pas toujours très facile, ne serait-ce qu'en présence de patients dont la manipulation est rendue difficile, pour les raisons évoquées précédemment.

Équipements : tables, bras, éclairages

Outre l'investissement majeur qu'ils représentent, ces équipements vont la plupart du temps influencer directement sur l'organisation du bloc opératoire, en particulier les tables par leur retentissement sur la gestion des flux.

Le modèle de table idéal a souvent été présenté avec un plateau transfert sur un socle fixe, ce type de socle assurant une excellente stabilité et autorisant des porte-à-faux très importants, une circulation très aisée sous une grande partie de la table, mais au détriment d'un certain manque de flexibilité par rapport au socle mobile. Chaque système a ses partisans et ses détracteurs inconditionnels, mais les avantages et les inconvénients de chaque modèle ont plutôt tendance à se rejoindre [12, 26, 27]. Concernant les plateaux-transferts dont on a vu précédemment la philosophie, il est certain qu'il s'agit d'un investissement majeur, ne serait-ce que par la nécessité de disposer de chariots-transferts, et l'on doit veiller à leur justification dans un système où l'emploi des chariots-brancards est privilégié. L'intérêt de ce système de plateaux repose sur une moindre manipulation des patients et sur leur rapidité d'installation, avec comme corollaire une meilleure rotation des salles et la possibilité d'une polyvalence des salles avec des plateaux différents et spécifiques d'une spécialité. Ce choix rend possible la conception d'un mode de fonctionnement où le patient est installé directement à son arrivée au bloc opératoire sur un plateau transfert adapté à son intervention, puis conduit en salle d'induction et enfin en salle d'opération où son installation finale est d'autant facilitée et réduite, surtout si l'on fait appel, comme c'est la tendance actuelle, à des tables électriques dont les manipulations sont plus aisées, avec parfois des positionnements préétablis.

La mise en place de bras plafonniers, anesthésiques ou chirurgicaux, est un concept globalement admis actuellement, de par la meilleure accessibilité qu'ils apportent et du fait d'une amélioration de l'ergonomie et des facilités de bionettoyage. À côté de bras élémentaires assurant les branchements habituels et servant de support à un bistouri électrique, on assiste de plus en plus au développement de bras lourds recevant en particulier des colonnes endoscopiques [28]. Ces bras peuvent, si besoin, être escamotés de l'espace chirurgical lors d'une intervention où ils ne sont pas utilisés, et cela grâce à un large débattement.

Les systèmes d'éclairage opératoire, outre le confort plus ou moins important qu'ils apportent au chirurgien, influent

directement sur l'écoulement de l'air à partir des systèmes de flux, en particulier lorsqu'il s'agit d'un système de flux unidirectionnel de type vertical. Des études ont été réalisées [29] montrant la supériorité de lampes ouvertes, plus ou moins en forme de trèfle, par rapport à des lampes fermées, arrondies, ces dernières pouvant favoriser des phénomènes de turbulence, voire même d'inversion de la direction du flux. On privilégie de toute façon deux coupoles de plus petite taille plutôt que la classique grande coupole dont les perturbations du balayage de l'air au-dessus du champ opératoire ont été prouvées. La tendance actuelle est donc d'utiliser des lampes de plus petite taille, de forme étoilée ou en « trèfle », très maniables du fait d'un poids et d'un encombrement plus faibles, d'une grande longévité, évitant les apports désagréables de chaleur à leur proximité (au niveau de la tête) et ayant aussi l'avantage de supprimer les ombres portées. Ces avancées techniques très appréciables sont en particulier offertes par les nouvelles technologies d'éclairage utilisant les *light emitting diodes* ou diodes électroluminescentes (LED).

Traitement de l'air au bloc opératoire

La qualité de l'air au bloc opératoire est bien entendu un élément majeur à prendre en compte et dont les principes doivent être scrupuleusement respectés dans le cadre de la lutte contre les infections nosocomiales, en empêchant l'introduction et la stagnation de particules susceptibles d'infecter le site opératoire [6, 17, 26, 30-34]. En chirurgie orthopédique et plus particulièrement dans le cadre de la chirurgie prothétique, il s'agit de chirurgie dite « ultrapropre », de classe 1, devant se faire dans des locaux classés zone 4 ou ISO 5. La norme française correspondante est la norme AFNOR NF S 90 351 de juin 2003 [35], concernant les exigences de sécurité sanitaire pour la conception, la construction, l'exploitation, la maintenance et les procédés d'utilisation des installations de traitement de l'air dans les établissements de santé, dont les secteurs opératoires. Cette norme reprend les données de la norme ISO 14 1644 [36] relative aux salles propres et environnements maîtrisés apparentés [30]. Cette chirurgie « ultrapropre » impose un taux inférieur ou égal à dix particules donnant naissance à colonies (PNC) par m³. Il est impératif d'avoir une surpression dans la salle, afin que l'air extérieur contaminé ne puisse passer à travers le sas d'entrée, cette surpression devant aller en décroissant, de la salle d'opération vers la zone d'entrée. Afin d'en contrôler l'efficacité, un indicateur de surpression peut être incorporé à la porte ou près de l'entrée de la salle. Dans la salle et afin d'assurer une qualité correcte de l'air, il est nécessaire de disposer d'un système de ventilation-filtration couplé à une climatisation, les filtres devant retenir la majorité des particules dont la taille est supérieure à 3 µm. Le taux de renouvellement horaire de l'air à obtenir est d'au moins 50 fois le volume de la pièce et au moins 25 fois par heure pour être efficace dans une salle conventionnelle [30].

Il faut distinguer des systèmes de flux dits « unidirectionnels » ou « laminaires », qui peuvent être horizontaux ou verticaux, et des systèmes non directionnels dits « flux turbulents ». Il existe aussi actuellement des systèmes de plafonds soufflant à basse vitesse, ou flux stabilisés, qui paraissent réaliser un excellent compromis pour l'équipement des salles hyperpropres, compte tenu de la forte protection qu'ils apportent au champ opératoire et de leur coût nettement moins élevé par rapport à celui d'un flux unidirectionnel vertical [27, 32, 37]. Il existe enfin des systèmes de scaphandre à flux intégré. Outre la garantie d'éviter toute contamination due aux intervenants, ce système de scaphandres, plus ou moins sophistiqué, a pour avantage de supprimer toute zone découverte telle que le cou, source de desquamation importante [17]. Dans sa conception du « bloc idéal », Lannelongue [18] propose de compléter le système de plafond soufflant par des parois latérales, rejoignant le système de la tente de Charnley, en extériorisant la tête du patient de la salle proprement dite, et par la même occasion, l'anesthésiste et son matériel. Le concept est même poussé plus loin avec l'accouplement possible de deux salles et où l'anesthésiste se

trouve à la tête de deux patients qu'il peut surveiller simultanément, voire endormir l'un pendant que l'intervention de l'autre se déroule, d'où moindre perturbation des flux, gain de temps et d'espace.

Il n'existe en fait que peu d'études susceptibles de démontrer la supériorité de tel ou tel dispositif, alors que l'importance de l'antibioprophylaxie dans la chute des ISO a été prouvée à plusieurs reprises [33]. Un travail récent [38] comparant les différents types de flux dans des salles en et hors période d'activité avec mesure de la contamination particulaire et de l'aérobiocontamination, confirme la supériorité du flux unidirectionnel en activité. Le flux stabilisé, aux performances proches du flux unidirectionnel hors activité, se rapproche en revanche du classique flux turbulent en activité. Il faut savoir que le nombre de micro-organismes présents sur le site opératoire n'est pas seulement dépendant du type de ventilation mais aussi de facteurs comme les tenues portées par les intervenants, avec un avantage indéniable pour le non-tissé [17, 33], l'étude de Scheibel [39] ayant en particulier bien démontré une réduction très significative de 62 % de l'aérobiocontamination avec l'usage de non-tissé lors d'interventions de chirurgie prothétique. Il n'existe en revanche aucune étude prospective comparant la qualité de l'air et l'incidence des ISO et permettant d'influer réellement sur le choix d'un type de flux. Le flux unidirectionnel vertical, longtemps présenté comme le préalable indispensable à l'équipement d'une salle hyperpropre, ne semble plus devoir actuellement être systématiquement imposé dans le cadre d'une chirurgie prothétique, du fait de ses contraintes, et même s'il reste le seul à garantir une norme ISO 5 en cours d'intervention [30]. Le flux unidirectionnel horizontal devrait, quant à lui, être abandonné, sachant qu'il ne doit exister aucun obstacle sur son trajet pour qu'il soit efficace, ce qui est loin d'être respecté [30]. Le flux turbulent reste enfin un système tout à fait fiable et suffisant pour des salles de chirurgie conventionnelle.

Quoi qu'il en soit, la discipline et le comportement en salle d'opération, qui sont évoqués plus loin, sont des éléments majeurs à respecter.

Surveillance environnementale : air, eau, surfaces

Air

Quelle que soit l'installation, celle-ci doit faire l'objet d'entretiens et de contrôles réguliers, effectués par un organisme agréé et indépendant. Les prélèvements d'air seront effectués selon les normes en vigueur et suivant une périodicité définie par le Comité de lutte contre les infections nosocomiales (CLIN), l'idéal étant un contrôle mensuel [30]. Les éléments à connaître pour la réalisation et l'analyse de prélèvements environnementaux sont bien décrits par plusieurs auteurs [40, 41], et dans le cas de la chirurgie orthopédique, les performances techniques à atteindre sont bien décrites au sein de la norme Afnor NF S90-351 [35]. Des comptages particuliers sont obligatoirement réalisés en cas de travaux de maintenance de l'aéraulique et des prélèvements à la recherche d'une aérobiocontamination sont pratiqués en cas de non-conformité. Il en est de même lors de problèmes épidémiques ou lors de la réalisation de travaux, avec dans ce dernier cas une vigilance particulière, que les travaux soient à proximité ou a fortiori au sein du bloc opératoire. Il est fortement conseillé d'impliquer et de réunir avant tout début des travaux les représentants des services techniques et ceux du bloc opératoire, mais aussi ceux du CLIN et de l'équipe d'hygiène opérationnelle [42].

Eau

C'est l'objet d'une réglementation abondante, avec en particulier des recommandations émises par la Direction générale de la santé et le Comité technique national des infections nosocomiales [41, 43]. Les critères à obtenir sont ceux d'une « eau propre destinée à des soins standards », aux caractéristiques précises (Tableau 1). Si l'eau du réseau de l'hôpital ne peut obtenir ou maintenir de tels résultats, il faut alors avoir recours à des traitements supplémentaires, qu'ils

Tableau 1.

Caractéristiques d'une eau propre destinée aux soins standards (d'après le Comité technique national des infections nosocomiales).

| |
|---|
| Bactéries aérobies revivifiables à 22 °C ≤ 100 UFC/ml |
| Bactéries aérobies revivifiables à 37 °C ≤ 10 UFC/ml |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> < 1 UFC/100/ml |
| Coliformes totaux < 1 UFC/100 ml |

UFC : unités formant colonies.

Tableau 2.

Qualités d'une eau bactériologiquement maîtrisée (d'après le Comité technique national des infections nosocomiales).

| |
|--|
| Bactéries aérobies revivifiables à 22 °C et à 37 °C ≤ 1 UFC/ml |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> < 1 UFC/100ml |

UFC : unités formant colonies.

soient chimiques ou physiques. On parle alors d'eau bactériologiquement maîtrisée, dont les critères sont également bien précis (Tableau 2). Toujours en ce qui concerne l'eau, il faut rappeler que pour une désinfection de haut niveau sur du matériel réutilisable non stérilisable (en pratique en orthopédie, cela ne concerne plus que quelques rares cas d'arthroscopes anciens non stérilisables), il faut utiliser de l'eau stérile et en aucun cas de l'eau destinée au lavage chirurgical des mains, même microfiltrée. Il est conseillé d'effectuer des prélèvements selon une fréquence trimestrielle, avec des techniques et des lieux de prélèvements établis selon les recommandations en vigueur [40, 41]. Dans le cas de systèmes de microfiltration à usage unique, il n'y a pas lieu d'effectuer des contrôles bactériologiques dès lors que le procédé a été validé et que les modalités d'utilisation sont contrôlées [40, 41].

Surfaces

Plus que des textes réglementaires, il existe surtout des recommandations [41]. L'évaluation de la contamination des surfaces du bloc opératoire doit s'inscrire dans une démarche globale d'amélioration de la qualité [40, 41], des prélèvements programmés devant vérifier la bonne application des procédures de bionettoyage. Ces prélèvements sont également effectués en cas de travaux concernant le bloc opératoire ou en cas de problèmes épidémiques. Quoi qu'il en soit, l'organisation de ces prélèvements se fait selon un protocole standardisé écrit, le plus souvent établi par le CLIN et l'équipe opérationnelle d'hygiène, en collaboration avec les personnels du bloc opératoire. La périodicité est définie (là encore, une fréquence trimestrielle semble une bonne moyenne), de même que les techniques et les zones à prélever. Ces dernières sont déterminées selon des critères bien précis avec des possibilités de rotation ou de variations selon les problèmes rencontrés.

Analyse des résultats

Tous les résultats de ces contrôles et de ces prélèvements sont bien entendu soigneusement classés mais surtout exploités dès leur réception. L'analyse des résultats doit se faire en présence des différents acteurs, qu'ils soient conformes ou non conformes à ce qui est attendu. Dans le premier cas, c'est une manière de reconnaître la qualité du travail effectué et dans le deuxième cas, c'est l'occasion de rechercher et de corriger les dysfonctionnements [40].

■ Moyens humains, structure de coordination du bloc opératoire

La complexité du fonctionnement d'un bloc opératoire et la multiplicité des intervenants nécessitent une structure de coordination et des personnels qualifiés afin d'orchestrer

l'ensemble des activités qui se déroulent au sein de cette structure. Leur rôle est de planifier, programmer et réguler ces activités, ce qui nécessite une compétence et une autorité reconnues par tous les acteurs du bloc opératoire [44, 45]. On distingue en particulier le chef de bloc, le coordonnateur de bloc et le conseil de bloc, les deux premiers étant les acteurs essentiels au bon fonctionnement du bloc opératoire.

« Chef de bloc opératoire »

Ce rôle revient la plupart du temps au cadre de santé du bloc opératoire, dont les capacités managériales sont affirmées, afin de pouvoir encadrer les équipes d'infirmiers de bloc opératoire diplômés d'État (IBODE), d'infirmiers anesthésistes diplômés d'État (IADE), d'aides-soignants (AS), d'agents de service hospitaliers (ASH) et de brancardiers, tout en travaillant avec l'ensemble des chirurgiens et des médecins anesthésistes. Il peut être IBODE ou IADE de formation. Il est nommé par la direction de l'établissement. Il travaille en étroite collaboration avec le coordonnateur du bloc, son rôle étant d'encadrer l'ensemble des personnels paramédicaux de l'équipe et de faire appliquer les règles de fonctionnement de la charte du bloc opératoire [1, 44, 45]. Il travaille également en étroite collaboration avec la direction de l'établissement et la directrice des soins, étant responsable de la qualité et de la coordination des soins pratiqués sur l'ensemble du plateau technique. Son pouvoir décisionnel et son rôle d'arbitre sont majeurs et doivent être reconnus et respectés de tous, ce qui nécessite encore une fois une parfaite collaboration avec le coordonnateur du bloc opératoire.

Coordonnateur du bloc opératoire

De formation médicale, il peut être chirurgien ou anesthésiste. L'important est qu'il soit suffisamment ancien et qu'il ait assez d'expérience pour avoir l'autorité suffisante lors des décisions d'arbitrage doivent être prises, le plus souvent en urgence. Selon les recommandations émises par le Conseil national de la chirurgie en 2005 [11], il doit s'agir d'un véritable « manager », dont les compétences doivent être inspirées des « méthodes en vigueur dans le secteur industriel », en étant indépendant du pouvoir médical, chirurgical ou infirmier ! Rien ne précise par ailleurs dans ces recommandations si ce coordonnateur doit être médecin. On peut légitimement craindre de véritables débordements dans cette option toute technocratique, et l'on préfère le plus souvent une option plus nuancée, comme citée plus haut, avec un praticien aux compétences et à l'expérience unanimement reconnues de ses pairs et de la direction. Ce doit être en quelque sorte « l'autorité morale » de la structure, dont les décisions ne peuvent être contestées et qui est chargée d'épauler et de soutenir les actions du chef de bloc. Il veille à harmoniser l'ensemble des actes qui sont pratiqués sur le plateau technique, en privilégiant la meilleure entente possible et une parfaite coordination entre les différents acteurs du bloc opératoire. En collaboration avec le chef de bloc, il s'attache tout particulièrement à optimiser le fonctionnement du bloc opératoire : occupation des salles, gestion des flux. Il préside aux réunions de programmation opératoire et bien entendu aux réunions de conseil du bloc et à l'assemblée générale du bloc opératoire.

Conseil de bloc opératoire

Chaque établissement doit en être doté d'après les directives de la circulaire DH/FH/2000/264 du 19 mai 2000 [46] et suite aux priorités en matière de santé publique et d'organisation des soins telles qu'elles apparaissent dans les circulaires du 17 novembre 1998 [47] et du 16 novembre 1999 [48]. La mission principale de ce conseil est de faciliter l'organisation harmonieuse du bloc opératoire. Il comprend au minimum un chirurgien, un anesthésiste, l'un d'eux étant habituellement le coordonnateur du bloc opératoire et par la même occasion le

président de ce conseil, un cadre infirmier et un cadre infirmier anesthésiste, s'il existe [46]. On y associe la présence d'un représentant de la direction de l'établissement et le responsable du CLIN ou son représentant en cas de besoin. Il semble intéressant d'y associer un des membres de l'équipe opérationnelle en hygiène hospitalière ainsi que différents experts à titre consultatif et à la demande (responsables de la pharmacovigilance, de la matériovigilance, de la biovigilance, technicien ou ingénieur spécialiste de la qualité de l'air). De même, la présence du pharmacien responsable de la stérilisation ou du moins du cadre de cette structure apparaît souhaitable, de par les liens étroits qui unissent ces deux entités, même si la stérilisation est le plus souvent centralisée et totalement indépendante.

Les actions de ce conseil se déclinent comme suit [1, 44, 45] :

- la programmation du tableau opératoire, en tenant compte des moyens en personnel, des règles de sécurité anesthésique, du type d'intervention (risque septique et âge des patients) et des caractéristiques des patients, en liaison avec les services de consultations, le service de chirurgie ambulatoire, le service de réanimation et les secteurs d'hospitalisation ;
- la résolution des dysfonctionnements au sein de la structure, en utilisant si possible des supports tels que des fiches de signalement d'événements indésirables ;
- la mise en place de protocoles d'hygiène et la validation de protocoles thérapeutiques spécifiques au bloc opératoire ;
- la rédaction (si elle n'est déjà faite) d'une charte de fonctionnement et d'organisation interne du bloc opératoire, et son adaptation et mise à jour régulière ;
- la proposition d'actions de formation continue médicale et paramédicale, en lien avec l'évolution des techniques, l'adaptation des compétences et les objectifs de développement de l'établissement.

Au total, le rôle exercé par ce conseil lui confère une place privilégiée au sein de la politique de l'établissement [49]. Le conseil de bloc doit se réunir au moins une fois par mois sur convocation de son président et doit en particulier établir le planning d'occupation des salles d'intervention par période hebdomadaire. Chaque année, le conseil établit un rapport d'activités du bloc opératoire et le transmet à la Commission médicale d'établissement.

Autres structures

En fonction de la taille de l'établissement et de son mode de fonctionnement, d'autres structures peuvent intervenir dans l'organisation du bloc opératoire.

Assemblée générale ou commission des utilisateurs du bloc opératoire

Cette instance permet la prise de décisions nécessaires à l'organisation et au fonctionnement du bloc opératoire [1, 44, 45], en définissant ses orientations stratégiques, son texte de référence étant la charte du bloc opératoire. Sa composition est la suivante :

- des membres de droit : le médecin coordonnateur du bloc opératoire, le chef de bloc opératoire, un chef de service ou son représentant par spécialité chirurgicale et le chef de service d'anesthésie ou son représentant ;
- des membres associés : l'ensemble des cadres responsables de la SSPI, des urgences, des secteurs hospitaliers chirurgicaux, de la chirurgie ambulatoire, de la stérilisation, un représentant de la direction. Un représentant de chaque catégorie de professionnel du bloc opératoire : IBODE, IADE, IDE, AS, ASH, brancardiers, un représentant du CLIN, le pharmacien responsable de la stérilisation.

Secrétariat du bloc opératoire

Sous l'autorité du chef de bloc et du coordonnateur, ayant pour référence la charte de fonctionnement du bloc opératoire et doté des moyens de liaison nécessaires, il procède à la

production des programmes opératoires et à leur diffusion, après avoir recueilli les programmes prévisionnels de chaque unité chirurgicale [1, 44, 45]. Il dispose des plannings et des listes de garde de l'ensemble des personnels. Il saisit en temps réel l'activité du bloc opératoire, prend en charge les indicateurs d'activité et s'efforce de relever l'ensemble des outils de mesure qui permettent d'évaluer en continu l'optimisation du fonctionnement du plateau technique. Il assure le secrétariat et les compte-rendus des différentes réunions du conseil de bloc et de l'assemblée générale.

Cellule de régulation (aussi appelée cellule de supervision)

Également sous l'autorité directe du chef de bloc et du coordonnateur, la cellule de régulation, lorsqu'elle existe, permet d'optimiser le flux des patients au sein de la structure, en étant le lieu d'enregistrement unique permettant d'orchestrer le circuit des patients suivant le programme opératoire établi. Ceci se fait en liaison étroite avec les médecins (chirurgiens, anesthésistes), la SSPI, les services hospitaliers et le brancardage [1, 44, 45]. Pour mener à bien cette tâche difficile, une à deux personnes ayant l'expérience et l'autorité nécessaires sont souhaitables, une certaine stabilité à ce poste étant conseillée [1]. Cette cellule doit en outre disposer de moyens de communication (téléphonie et informatique) adaptés. Son rôle est souvent de faire face aux différents problèmes survenant en cours de programme et d'y trouver les solutions les plus adaptées : durée d'intervention supérieure à la durée prévisionnelle, intégration d'une intervention urgente dans le programme opératoire, absence inopinée d'un personnel, absence ou défaut de matériel. Le recueil et l'acheminement de prélèvements divers (bactériologie, anatomopathologie) ainsi que la demande non programmée de produits sanguins et leur réception se fait également par l'intermédiaire de cette structure. Cette cellule peut participer au recueil d'indicateurs très précieux, en particulier en matière de respect des horaires et des temps impartis, ces éléments étant transmis au conseil de bloc, chargé de veiller à la bonne application de la charte.

■ Charte de fonctionnement du bloc opératoire

Encore appelée « règlement intérieur », cette pièce maîtresse de l'organisation du bloc opératoire vise à assurer la qualité et la sécurité des gestes pratiqués sur le plateau technique, en garantissant le respect des normes en vigueur et l'instauration de règles communes à l'ensemble des utilisateurs. Cette charte est comparable à un véritable texte de loi, connu et respecté de tous les acteurs du bloc opératoire. Tout nouveau personnel doit en prendre connaissance lors de son arrivée et s'engager à la respecter en y apposant son paraphe. Élaborée par le conseil de bloc opératoire selon la directive du 19 mai 2000 [46], c'est l'outil de travail essentiel de ce conseil qui se charge de la faire respecter tout en la faisant évoluer et en l'adaptant en permanence [1, 50]. Dans son contenu doivent figurer la description du plateau technique, le mode de fonctionnement des principaux sites et le principe d'utilisation des salles, la programmation opératoire, la définition des circuits, la gestion des ressources humaines et matérielles, la coordination des équipes. La charte rappelle également les règles d'hygiène et les protocoles à respecter, la lutte contre les infections nosocomiales et en particulier contre les infections du site opératoire devant être une préoccupation incessante. Les modalités d'intégration des urgences, la prise en charge des dysfonctionnements et des éventuels conflits, les arbitrages, les manquements aux règles et les sanctions qui peuvent en découler sont également abordés. La pertinence et l'adaptation des règles peuvent parfois être mises en défaut et ce pour plusieurs raisons, dont : la modification de la réglementation, l'introduction de nouvelles techniques opératoires, la modification de l'activité d'un ou des

services de l'établissement, le renforcement de la contrainte budgétaire, la prévision inadaptée des ressources et de leur utilisation, voire l'indiscipline individuelle ou collective. L'adaptation des règles de fonctionnement du bloc opératoire suppose donc des modalités clairement préétablies, l'existence d'une discussion avec tous les acteurs (lors des assemblées générales en particulier), la définition d'objectifs intangibles de sécurité envers les patients et les personnels, le soutien sans faille de la direction de l'établissement et la réévaluation constante de ces règles.

■ Organisation des activités du bloc opératoire

L'organisation des activités au sein du bloc opératoire repose en fait sur plusieurs temps et non sur la seule programmation des actes opératoires. On distingue ainsi : la planification, la programmation, la supervision, elles-mêmes suivies de démarches d'enregistrement des données issues de l'ensemble du parcours du patient opéré et des démarches d'amélioration qui s'ensuivent [44, 45, 50].

Planification

Il s'agit d'allouer un certain temps à des chirurgiens ou à une spécialité afin de leur permettre de réaliser les actes chirurgicaux nécessaires chez les patients dont ils ont la charge. On comprend très bien que dans la logique actuelle d'optimisation maximale des ressources humaines autant que matérielles, il s'agit d'une démarche essentielle pour que le chef de bloc puisse prévoir le temps suffisant mais aussi les personnels et les moyens nécessaires à la réalisation d'une intervention chirurgicale. En matière de temps, l'habitude est d'allouer un certain nombre de vacations à un chirurgien ou à une spécialité définie. Comment se fait le calcul de ces vacations ? Le plus souvent, on combine plusieurs facteurs, dont :

- les données de l'année précédente, mais il ne s'agit pas de simplement reprendre les données de l'année écoulée, mais d'analyser le temps réel d'occupation de la salle au cours de cette période ;
- le projet d'établissement et le projet stratégique du service, comme l'acquisition et le développement de nouvelles techniques, seront également des éléments importants à intégrer ;
- les capacités d'hébergement représentent un facteur essentiel dont il faut tenir compte, en intégrant la durée moyenne de séjour pour chaque acte, l'activité ambulatoire ;
- les « variations saisonnières », touchant autant les patients que les soignants, font que certains patients se font moins opérer à certaines périodes et inversement et qu'il faut bien sûr tenir compte des congés du personnel.

On voit donc qu'il s'agit d'une alchimie assez complexe nécessitant la prise en compte de facteurs multiples dont certains vont se révéler sensibles. Il est ainsi fort probable que les preuves intangibles rapportant qu'un praticien opère deux fois plus qu'un autre et récupère de ce fait deux fois plus de vacations représentent le type même de situation conflictuelle que seul un organisme ou un acteur indépendant peut tenter de résoudre. La prise en compte de ces données et leur maîtrise passent souvent par la réalisation d'un audit externe. Il faut également savoir que des outils informatiques d'évaluation ont été créés à cet effet. La planification est annuelle, voire semestrielle et doit tenir compte des données budgétaires. Il faut cependant veiller à ne pas tomber dans une gestion purement comptable et autoritaire qui privilégierait invariablement les gestes et les techniques qui sont les mieux cotés et qui posent le moins de problèmes, au détriment d'actes moins gratifiants mais néanmoins nécessaires et qui restent pourtant le lot fréquent de notre spécialité.

Tableau 3.
Planification du bloc opératoire : indicateurs.

Temps de mise à disposition d'une salle (TMD) = temps compris entre l'ouverture de la salle (entrée en salle de la première IDE ou IADE) et l'heure de fermeture (fin de remise en état de la salle en fin de journée)

Temps de vacation offert aux praticiens (TVO) = compris entre l'entrée en salle du premier patient et la sortie du dernier patient

Temps réel d'occupation des salles (TROS) :

- TROS intervention : début à l'entrée du patient en salle d'intervention, fin à la fin de remise en état de la salle
- TROS jour = somme des TROS intervention durant l'intervalle de temps des vacations offertes aux différents praticiens

Ne comprend pas les débordements en fin de programme (si la dernière intervention s'achève au-delà de l'heure de fin de la dernière vacation)

Temps d'utilisation codifié (TUC) = T2 + T3 (Fig. 6) permet d'évaluer le temps de mobilisation du personnel médical (médecin anesthésiste et chirurgien)

Temps réel d'occupation de la vacation d'un praticien (TROV), avec un temps standardisé de remise en l'état de la salle, ne prend pas en compte le temps correspondant à la fin de prise en charge du patient et au temps de remise en état si la dernière intervention s'achève au-delà de l'heure de fin du TVO

IDE : infirmier diplômé d'État ; IADE : infirmier anesthésiste diplômé d'État.

Outils de planification. Indicateurs

Il est indispensable de connaître et de maîtriser un certain nombre d'indicateurs afin d'établir une planification optimale. C'est ce que réalisent la plupart des organismes d'expertise et d'audit des blocs opératoires [44, 45], tels que la Mission nationale d'expertise et d'audit hospitaliers (MeaH). Ces indicateurs, détaillés en Tableau 3, sont les suivants.

- Le temps de mise à disposition d'une salle (TMD), le temps de vacation offert aux praticiens (TVO).
- Le temps réel d'occupation des salles (TROS). Le TROS intervention (Fig. 6) est la somme de T1 (temps de préparation du patient) + T2 (temps de préparation anesthésique) + T3 (acte chirurgical proprement dit) + T4 (pansement, gestes annexes avec attelle, plâtre, etc ...) + T5 (nettoyage de la salle).
- Le temps d'utilisation codifié (TUC), le temps réel d'occupation de la vacation d'un praticien (TROV).

À partir de tous ces indicateurs, différents calculs peuvent être pratiqués et servir d'outils de management au chef de bloc ainsi qu'au coordonnateur et au conseil de bloc :

- évaluation de l'utilisation des investissements (salles et matériels) ;
- appréciation de l'offre de vacation au regard du potentiel des salles ;

- évaluation de la pertinence de la mise à disposition des moyens (salles et équipe au moyen du TMD) au regard du besoin réel constaté (TROS) ;
- évaluation de l'efficacité relative de remise en état des salles ;
- évaluation du taux de débordement au regard des vacations offertes ;
- évaluation de la capacité à faire tenir les débordements dans les temps résiduels entre les interventions (différence entre TVO et TROV).

Programmation

La programmation opératoire proprement dite va comporter plusieurs temps entre la consultation chirurgicale, la prise de décision opératoire, la consultation préanesthésique, la validation du programme opératoire et sa mise en œuvre.

Proposition d'intervention

Elle fait suite à une ou plusieurs consultations chirurgicales et est prononcée par le chirurgien qui pratique l'intervention ou du moins qui est responsable de cette intervention. Cette proposition constitue l'élément indispensable à la réalisation du programme opératoire après l'obligatoire visite préanesthésique. Un certain nombre de renseignements doivent donc figurer impérativement sur cette demande. L'identification du patient est bien sûr essentielle avec le nom, le prénom, le sexe, la date de naissance et le nom de jeune fille pour les femmes. On y associe généralement le numéro de patient propre à l'établissement. Le chirurgien réalisant l'intervention est bien sûr identifié, éventuellement son ou ses aides. L'intitulé clair et précis de l'intervention doit être précisé, de même que la durée prévisionnelle de l'intervention, la position du patient, la nécessité d'un matériel particulier (table orthopédique, amplificateur de brillance, système de navigation chirurgicale). La prévision d'implants et ancillaires spécifiques est indiquée, d'autant plus s'ils ne sont pas en dotation sur le plateau technique et qu'une procédure de prêt doit être engagée. Le souhait de personnel supplémentaire, d'une éventuelle assistance technique est également renseigné. On précise enfin l'éventuel caractère septique de l'intervention et le risque de transmission chez un patient à risque : virus de l'immunodéficience humaine, hépatite, agents transmissibles non conventionnels et en particulier les différentes formes de maladie de Creutzfeldt-Jakob, avec les implications éventuelles qui peuvent en résulter pour la stérilisation. La demande adressée à l'anesthésiste (il s'agit d'une véritable demande de consultation) doit par ailleurs intégrer les antécédents et facteurs de risque susceptibles d'influer sur la réalisation du geste chirurgical et sur les délais nécessaires à la préparation de celui-ci. L'indication du type

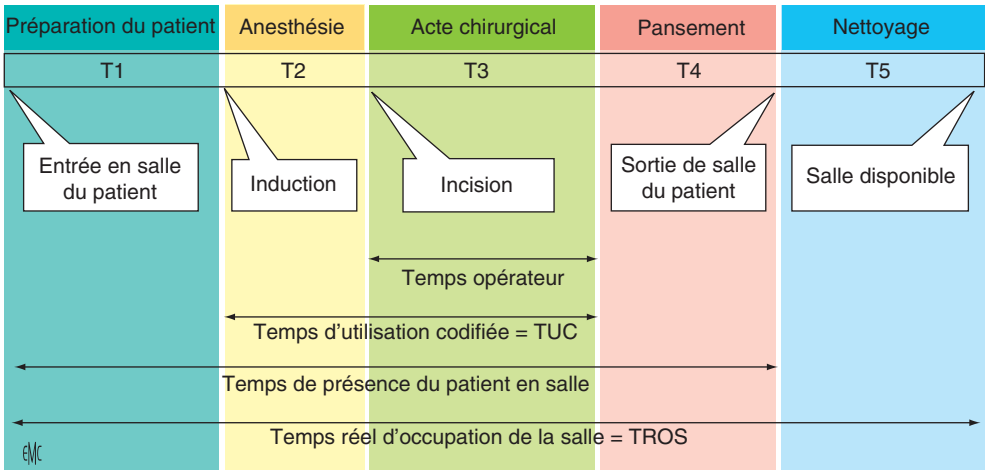


Figure 6. Schéma de l'analyse du temps réel d'occupation des salles (TROS). Le TROS est composé de cinq temps. T1 durée de préparation du patient : intervalle de temps entre l'entrée du patient en salle et l'induction. T2 durée de l'induction : intervalle de temps entre l'induction et l'incision. T3 durée de l'acte chirurgical. T4 durée du pansement : intervalle de temps entre la fin de l'acte chirurgical et la sortie de salle du patient. T5 temps de remise en état de la salle.

d'anesthésie souhaité et de la quantité prévisionnelle du saignement peropératoire en cas d'intervention hémorragique sont ainsi des renseignements précieux pour l'anesthésiste consultant. Il faut enfin préciser le souhait de voir cette intervention pratiquée ou non selon un mode ambulatoire, après avoir soi-même vérifié les principaux critères d'éligibilité à ce type de prise en charge. Ces renseignements sont également destinés aux services hospitaliers chargés de prendre en charge ces patients, en insistant sur certaines indications d'isolement (patient septique, porteur de bactérie multirésistante), en y associant la durée prévisionnelle d'hospitalisation et en émettant certains souhaits comme une chambre individuelle ou la présence d'une personne accompagnante. La proposition d'intervention est habituellement formulée au moyen d'un outil informatique consultable par l'ensemble des parties concernées. Idéalement, cette saisie doit être intégrée dans l'outil informatique propre à l'établissement mais d'un accès réservé aux chirurgiens, aux anesthésistes, au chef de bloc et au secrétariat du bloc.

Consultation préanesthésique

Rendue obligatoire par le décret du 5 décembre 1994 [51], elle va reprendre les principaux éléments spécifiés par le chirurgien demandeur. L'acceptation de la proposition d'intervention va permettre de passer au temps suivant, à savoir la validation du programme opératoire. En cas de refus, celui-ci doit être rapidement connu afin de pouvoir disposer du créneau opératoire ainsi libéré. Ce refus est bien sûr notifié et explicité au chirurgien. Il peut parfois s'agir d'un refus temporaire afin d'obtenir un délai supplémentaire destiné à la réalisation d'examens complémentaires ou à une préparation médicale. Ce délai doit être précisé afin de pouvoir reformuler une nouvelle proposition d'intervention. À la suite de sa consultation, l'anesthésiste précise le type d'anesthésie et la technique qui vont être employés, les complications prévisibles (difficultés d'intubation) et les éventuels matériels à prévoir (récupération peropératoire du sang, matériel de monitoring). D'éventuelles indications pouvant influencer sur l'ordonnement du programme opératoire et sur les heures d'appel des patients sont également précisées : patient diabétique, patient nécessitant une préparation longue et difficile en salle d'induction. À terme, l'association proposition d'intervention chirurgicale formulée par le chirurgien et visite préanesthésique réalisée par l'anesthésiste représente les éléments essentiels à la validation du programme opératoire réglé.

Validation du programme opératoire

La cellule de supervision du bloc opératoire, sous l'autorité du chef de bloc et du coordonnateur, va se charger de cette validation, d'après les données qui lui ont été fournies par les propositions d'intervention et en fonction des réponses des anesthésistes à l'issue de la visite préanesthésique. Tous les renseignements nécessaires à la réalisation des actes chirurgicaux doivent être remplis, ces actes devant bien sûr apparaître dans les créneaux alloués au chirurgien ou à la spécialité et leur durée ne devant pas excéder le temps imparti à la vacation. Dans le cas contraire, la proposition d'intervention peut être refusée. Il faut par ailleurs tenir compte d'éventuelles interventions non programmées telles que des urgences différées, ce qui nécessite la prévision de créneaux disponibles. Les seules urgences vraies peuvent venir modifier cette programmation.

Mise en œuvre du programme

Le véritable agencement du programme opératoire va alors pouvoir se mettre en œuvre, fort de la connaissance des éléments précédents, en prenant en compte la disponibilité des personnels (prise en compte des congés, stages, congrès), la disponibilité des salles (prise en compte d'éventuels problèmes techniques, de travaux) et la disponibilité des matériels. Il faut également y intégrer les aléas habituels dont l'introduction

d'interventions non programmées et des urgences vraies. Cette mise en œuvre est également sous la responsabilité de la cellule de supervision, qui se charge de transmettre ces données à l'ensemble des personnels concernés, aux unités de soins, afin d'avoir en particulier une heure d'appel précise pour chaque patient. Cet agencement quasi définitif du programme opératoire doit en principe être établi dans la semaine qui précède la semaine d'activité concernée, au cours d'une réunion hebdomadaire, sous l'autorité du conseil de bloc et de son coordonnateur, tel que cela est défini dans la circulaire de mai 2000 [46].

Outre les membres de droit du conseil de bloc, il est souhaitable que participent à cette programmation hebdomadaire les praticiens intervenants, ou du moins un responsable de chaque spécialité chirurgicale concernée et un représentant de l'unité de stérilisation (cadre), compte tenu des retentissements possibles que peuvent avoir des problèmes de stérilisation sur le déroulement du programme opératoire.

Des éléments indispensables figurent sur ce document, dont le nom et le prénom du patient, le type d'intervention, le nom de l'opérateur, celui de ses aides éventuels, le nom de l'anesthésiste, le nom de l'IBODE et de l'IADE, l'indication de la salle, l'horaire et le temps prévisible d'intervention, ainsi que d'autres renseignements essentiels (allergies à l'iode, au latex, etc.). L'ordre de passage des patients est donc établi lors de cette réunion. Il est habituel de programmer en premier les patients les « plus lourds », pour des problèmes fréquents d'organisation mais aussi parce que les problèmes d'aérocontamination seront mieux maîtrisés en début qu'en fin de programme. Pour une intervention difficile et à risque infectieux plus important, on est ainsi certain d'intervenir dans une salle parfaitement propre et « reposée », ce qui n'est pas toujours vrai lors d'une intervention pratiquée en fin de programme d'une matinée particulièrement chargée [16]. Il est également habituel de programmer en premier les patients diabétiques ou à risque. Quoi qu'il en soit, un consensus doit s'établir entre médecins anesthésistes et chirurgiens à l'occasion de cette réunion de programmation.

En ce qui concerne les patients septiques, ou plutôt à « fort pouvoir contaminant », pour reprendre la définition employée par le groupe Tirésias [16], on a vu précédemment que les règles habituelles étaient de ne pas faire succéder des interventions de classe 1 ou 2 à des interventions à fort pouvoir contaminant, même si la qualité du bionettoyage peut en principe autoriser le contraire. Il n'est pas pour autant nécessaire de disposer d'une salle dite septique, vocable qui sous-entend trop fréquemment une salle aux conditions techniques moins satisfaisantes. Il ne faut pas oublier que bon nombre de ces interventions à fort pouvoir contaminant sont des interventions lourdes, telles que des reprises de prothèses de hanche ou des pseudarthroses suppurées, nécessitant un environnement au moins équivalent à celui de l'intervention primitive. Plutôt que de programmer ce type de patients dans une salle dite septique et en fin de programme, à une heure où l'on risque de disposer de moins de personnel, il vaut mieux prévoir très attentivement l'environnement nécessaire à ce type d'intervention et tenir compte des circuits empruntés par le patient comme par l'équipe chirurgicale. Ce dernier point devra faire l'objet d'une programmation très précise, évitant toute improvisation, ce qui nécessitera une discipline très rigoureuse de l'ensemble des personnels concernés.

En ce qui concerne les patients porteurs du VIH ou du virus de l'hépatite C, il n'est pas forcément logique de programmer ces patients en dernière position, d'autant que les accidents d'exposition au sang ont plutôt tendance à se produire lorsque l'attention se relâche, en fin de programme opératoire. Il vaut mieux prévoir certaines précautions dont la réduction du nombre d'intervenants, le port éventuel de gants protecteurs spécifiques, sachant qu'ils protègent des coupures mais non des piqûres. Le bionettoyage habituellement réalisé est normalement suffisant, à cela près que la durée de vie du VHC sur les surfaces est plus longue et peut justifier un protocole de nettoyage plus important [16].

Une fois le programme définitivement établi tel que cela vient d'être décrit, le document est validé et cosigné par le chef de bloc, le coordonnateur et l'anesthésiste responsable de la structure avant sa diffusion.

Supervision

C'est l'étape ultime avant la réalisation effective du programme opératoire. Toutes les modifications de programme qui ont pu intervenir entre-temps (annulation, report, modification quelconque de la nature de l'intervention) sont effectuées par la cellule de régulation, en y associant les éventuels rajouts d'urgences différées. Il existe donc un programme revu au jour le jour et intégrant ces ultimes modifications. Ces changements peuvent donc affecter l'ordre de passage des patients initialement prévu, et ils doivent être portés à la connaissance des intervenants, des unités de soins et de l'unité de brancardage. Ces modifications doivent permettre d'optimiser le fonctionnement du bloc opératoire tout en garantissant les principes essentiels de sécurité et de qualité, mais ils peuvent engendrer des conflits évident que seuls peuvent résoudre l'autorité mais aussi la diplomatie du chef de bloc, avec parfois l'aide et le soutien du coordonnateur et de l'anesthésiste référent. Ces conflits parfois inévitables et souvent légitimement ressentis par l'opérateur concerné sont autant que possible prévenus, ne serait-ce que par des procédures aussi claires que possible figurant dans la charte de fonctionnement du bloc opératoire. D'autres modifications risquent de retentir négativement sur l'organisation du programme opératoire, comme la découverte imprévue d'un foyer septique en cours d'intervention. Celle-ci doit entraîner la mise en œuvre de démarches simples reposant essentiellement sur le respect des circuits et des procédures. L'affichage ostensible du caractère septique de l'intervention en cours sur les portes d'accès de la salle concernée [16] apparaît comme une mesure intéressante qui contribue au respect de la réglementation. Faut-il pour autant continuer le programme réglé à l'issue d'une telle intervention ? Si encore une fois cela est théoriquement possible, c'est au prix d'une durée d'immobilisation prolongée de la salle, compte tenu du protocole de bionettoyage « renforcé » qui est alors conseillé et du temps de mise au repos strict de la salle d'au moins une demi-heure. On préfère donc la plupart du temps ne pas prendre de risque et laisser cette salle au repos pour le reste de la vacation, mais quelle que soit la décision prise, il est certain que l'organisation du programme opératoire risque d'être révisée à l'issue de cet événement.

Certains systèmes d'information très performants permettent de visionner en même temps le programme préétabli et le programme tel qu'il se déroule en temps réel [44], ceci permettant les ajustements les plus précis et les plus efficaces. De telles adaptations peuvent alors avoir des effets ressentis positivement par les intervenants, comme la libération précoce d'une salle qui peut être ainsi proposée à un autre chirurgien pour lui permettre d'avancer son programme.

Prise en charge des données. Démarches d'amélioration

La saisie de l'ensemble des données relatives au circuit du patient opéré va constituer une base de travail indispensable dans le souci d'une démarche d'amélioration et d'optimisation des moyens. Cette démarche, appelée « boucle de rétroaction » [44] par la Mission nationale d'expertise et d'audit hospitaliers, repose sur des informations obtenues à court et moyen terme (fin de semaine ou fin de mois). L'idéal est de disposer d'un outil informatique adapté afin d'intégrer l'ensemble de ces données, avec un enregistrement des différents paramètres temps en particulier [52]. À partir de ce constat, le chef de bloc, aidé du conseil de bloc opératoire, peut proposer un certain nombre d'améliorations et corriger les dysfonctionnements les plus évidents, tout en sachant que cela n'est pas aussi simple et que vouloir par exemple réduire le délai entre deux interventions peut se heurter à de multiples difficultés [53].

Des modes de fonctionnement différents peuvent alors être proposés, tenant compte non seulement des différents acteurs

du bloc opératoire, mais aussi d'autres secteurs dont les unités d'hospitalisation et le service de brancardage. Le but désiré est bien entendu de définir des horaires de travail permettant d'établir des plannings cohérents avec des programmes qui s'enchaînent le mieux possible, sans perte de temps, tout en respectant les impératifs de sécurité et les règles d'hygiène.

Service de brancardage

Il est plus que souhaitable que le bloc opératoire dispose de ses propres brancardiers afin d'avoir le maximum de souplesse et de réactivité dans l'acheminement des patients. Les brancardiers doivent être facilement joignables, disposer du programme prévisionnel et avoir chaque jour la liste des patients à conduire au bloc opératoire, avec les ordres de passage et les heures précises de prise en charge. L'ensemble des actions des brancardiers est piloté par la cellule de régulation, qui a en sa possession tous les éléments pour modifier et anticiper certains mouvements, et qui peut, si besoin, incorporer des patients non programmés (urgences).

■ Chirurgie ambulatoire

La chirurgie ambulatoire ou « chirurgie de jour » est amenée à se développer de plus en plus en France, comme l'ont fait la plupart des pays industrialisés. L'amélioration des techniques chirurgicales et anesthésiques, la meilleure prise en charge de la douleur postopératoire et l'évolution des mentalités font qu'une majorité des actes chirurgicaux va se faire probablement selon un mode ambulatoire d'ici quelques années. Ceci nécessite de toute évidence une réadaptation de l'organisation et des concepts architecturaux actuels afin de s'adapter aux spécificités de la chirurgie ambulatoire [54, 55]. Le décret d'octobre 1992 et l'arrêté de janvier 1993 fixent avec précision les modalités de fonctionnement de ces secteurs ambulatoires et les caractéristiques du secteur opératoire [56, 57]. On distingue des centres de chirurgie ambulatoire dits « indépendants », des centres dits « satellites », situés dans l'enceinte hospitalière, mais disposant d'un bloc opératoire dédié, et enfin de centres dits « intégrés », partageant un bloc commun avec la chirurgie conventionnelle. Les premiers sont rares en France et sont surtout attachés à une spécialité comme la chirurgie de la main. Les centres intégrés représentent l'éventualité la plus fréquente, compte tenu de la capacité moyenne assez limitée de la plupart des unités ambulatoires, de l'ordre de cinq à six places. L'existence d'un centre « satellite » avec son propre bloc opératoire doit être justifiée par une activité suffisamment importante, compte tenu des contraintes importantes en personnel et en matériel qu'impose un autre bloc, comme on l'a vu précédemment. Si l'on opte pour un centre intégré, le mode de fonctionnement ambulatoire doit être favorisé par un positionnement le plus proche possible du bloc opératoire et par un circuit le plus direct avec ce dernier, afin de faciliter les flux [15]. Il est plus que souhaitable de disposer à cet effet d'un sas d'accès spécifique, facilitant les transferts avec le secteur ambulatoire et évitant les croisements avec l'hospitalisation traditionnelle. Si le secteur opératoire est commun, il s'agit surtout des salles interventionnelles, et là aussi il est intéressant de disposer d'un secteur d'induction et de réveil différent de celui de la chirurgie conventionnelle, afin de faciliter les flux. En cas de restructuration d'un bloc opératoire, tous ces éléments doivent bien sûr être pris en compte. En ce qui concerne la programmation opératoire, il faut bien évidemment éviter le mélange des interventions ambulatoires et conventionnelles au sein d'une même salle et s'efforcer de regrouper tout ce qui est pratiqué en chirurgie de jour, avec des horaires compatibles avec ce mode de fonctionnement.

■ Règles de comportement au bloc opératoire

Si l'on considère en préalable à toute organisation du bloc opératoire que la lutte contre les infections nosocomiales doit

rester prioritaire, il faut se donner les moyens humains et pas seulement matériels d'y parvenir. Or, si l'on maîtrise à peu près complètement ces problèmes techniques, il apparaît beaucoup plus difficile de faire respecter des règles de discipline, qui peuvent pourtant sembler élémentaires pour des personnels œuvrant au bloc opératoire [17, 25]. Il s'agit de mesures d'ordre général qui figurent précisément au sein de la charte de fonctionnement du bloc opératoire et qui sont régulièrement rappelées au cours des réunions de conseil de bloc et de commission des utilisateurs du bloc. Elles impliquent tous les acteurs du bloc opératoire qui doivent se sentir individuellement concernés. Il faut rappeler tout d'abord les mesures essentielles à respecter concernant la tenue de bloc [17, 34] avec cagoule, masque (à changer toutes les 3 heures), pyjama en non tissé. Le masque doit absolument être porté dans les zones à risque. La discipline individuelle intègre bien entendu la qualité du lavage des mains, qu'il soit chirurgical ou simplement hygiénique, la fréquence de ces lavages étant facilitée par l'existence des solutions hydroalcooliques. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la douche préopératoire pour l'équipe chirurgicale, qui pourrait être justifiée par le passage imprévu d'une chirurgie septique à une chirurgie propre, mais qui va ainsi augmenter la libération des squames cutanées porteuses de bactéries, doit être proscrite [25], ou du moins suivie d'une période de repos suffisante [17]. Il faut insister sur une stricte discipline de fermeture des portes [6], qui est la seule à même de garantir le régime de surpression au sein de la salle d'intervention. De la même façon, tout ce qui peut éviter l'augmentation du taux de PNC au sein de la salle est proscrit : limitation du nombre de personnes en salle [6], en essayant de se limiter le plus possible au nombre réellement indispensable, ce qui est souvent difficile dans des structures recevant de nombreux visiteurs et où les impératifs de formation vont souvent à l'encontre des normes sécuritaires. Tous les déplacements inutiles sont également évités.

En ce qui concerne le temps de repos à observer entre chaque intervention et à l'issue du bionettoyage, un minimum doit être respecté, période durant laquelle la salle est effectivement au repos strict, sans aucune présence humaine. En réalité, plus le taux de renouvellement de l'air est important et plus le temps théorique de repos de la salle est court [30]. En présence d'un flux unidirectionnel, les recommandations actuelles ne préconisent pas l'instauration de ce temps de repos [33]. Il semble néanmoins indispensable d'attendre au moins la fin du temps de séchage des sols avant de rentrer à nouveau en salle.

■ Maintenance des salles d'opération

La lutte contre les infections nosocomiales exige une qualité élevée de maintenance des salles d'intervention durant toute la période périopératoire. Il existe en fait plusieurs types et plusieurs modalités de nettoyage, bien définis par plusieurs auteurs [16, 17, 58].

On s'inspire essentiellement des recommandations récentes du CCLIN Sud-Ouest [59] :

- à l'ouverture de la salle, nettoyage-désinfection des surfaces horizontales et dépoussiérage du sol par balayage humide ou balai vapeur (nettoyage de type 1) ;
- entre deux interventions, même protocole en l'absence de souillures et dans tous les autres cas lavage du sol manuel ou par technique vapeur, en insistant à nouveau sur le séchage complet du sol avant de revenir en salle d'intervention (type 2) ;
- en fin de programme opératoire, on pratique un nettoyage-désinfection de l'ensemble des équipements et des murs à mi-hauteur, un dépoussiérage du sol par balayage humide et un lavage obligatoire de toute la surface du sol, qu'il soit manuel ou mécanisé (type 3) ;
- une fois par semaine, tous les auteurs de recommandations s'accordent pour la réalisation d'un « grand nettoyage

hebdomadaire » [16, 17], qui reprend les principes du nettoyage de fin de programme opératoire et auquel on associe un nettoyage-désinfection des murs sur toute leur hauteur et un nettoyage-désinfection à fond du mobilier avec démontage des éléments amovibles (type 4).

Il peut être utile de compléter ces différentes procédures par une visite de contrôle technique des locaux une fois par mois avec une équipe comprenant outre le chef de bloc un membre de l'équipe chirurgicale, un membre de la cellule d'hygiène et un représentant des services techniques [16].

Toutes ces modalités de maintenance doivent figurer au sein de procédures dont les personnels chargés de l'application ont participé à la rédaction.

■ Aspects médico-légaux

Le contexte médico-légal représente une préoccupation essentielle du milieu chirurgical, et du bloc opératoire en particulier. Sans qu'il devienne une véritable obsession, sa prise en charge sereine nécessite de parfaitement maîtriser l'ensemble des aspects réglementaires qui sont forcément examinés dans le moindre détail dès qu'un problème survient et que l'on procède à une expertise. Comme on l'a vu dans le chapitre qui y était consacré, tout ce qui touche aux facteurs environnementaux (air, eau, surfaces) fait l'objet de contrôles réguliers dont les résultats et les rapports doivent être soigneusement conservés.

Tout incident concernant les domaines de la pharmacovigilance, de la matériovigilance et de la biovigilance fait l'objet d'une déclaration réglementaire selon la procédure établie. D'une manière plus générale, tout « événement indésirable », ne concernant pas les domaines qui viennent d'être cités, est signalé et tracé. En ce qui concerne l'activité opératoire proprement dite, le maître mot est la traçabilité de tout ce qui touche et entoure l'acte chirurgical. Le compte-rendu opératoire en représente le pilier et l'on ne fait qu'insister sur la qualité qui doit être apportée à la rédaction de ce document primordial. D'autres documents ont une valeur essentielle en termes de traçabilité et sont systématiquement examinés dans un contexte médico-légal. Il s'agit de la feuille d'ouverture de salle d'opération (FOSO) et de la feuille de suivi d'intervention.

La feuille d'ouverture de salle d'opération représente une véritable *check-list* à établir avant de débiter toute matinée opératoire. Y figure la vérification de la table d'opération, de l'éclairage opératoire, du bistouri électrique, des fluides, du traitement de l'air, du mobilier et de tout matériel spécifique pouvant être utilisé au cours de la vacation (colonne vidéo, amplificateur de brillance). Cette feuille est remplie par l'IBODE qui indiquera le numéro de la salle, la date et l'heure où ont été faites les vérifications, sans omettre de signer. Le même type de vérifications, spécifiques au secteur anesthésique, est rempli par l'IADE.

La feuille de suivi d'intervention représente, quant à elle, une véritable photographie de l'acte chirurgical, de son début jusqu'à sa fin. Outre l'identité du patient établie selon les règles précédemment citées (chapitre proposition d'intervention), figurent la date de l'intervention, le numéro de la salle, l'ordre de passage dans le programme opératoire, l'état nominatif complet de l'ensemble des personnes présentes en salle d'opération : l'équipe chirurgicale bien entendu (opérateur, aides, instrumentiste), l'IBODE circulant, mais aussi toute autre personne assistant à l'intervention et sa qualité (élève IBODE, étudiant, stagiaire, délégué médical). Rappelons par ailleurs que seule une personne qualifiée peut participer activement à une intervention et que le personnel aide-soignant en particulier n'est pas habilité en ce sens. Sur cette feuille figurent également le contrôle de recueil de consentement ou d'autorisations diverses, les heures d'arrivée en salle du patient, de fin de temps anesthésique, d'incision, de fermeture, de sortie de salle, les éléments de préparation cutanée, l'antiseptique utilisé, le côté opéré et sa vérification, la classe d'intervention selon Altemeier, le type d'installation, la mise en place d'une plaque de bistouri,

d'un garrot (avec pression, heure de début et de fin), l'utilisation d'un amplificateur de brillance (avec là aussi la durée, un relevé précis des doses de rayonnement), la réalisation de prélèvements, la mise en place d'un drainage, le type de fermeture. Le type de champage utilisé, le type et le nombre de compresses, leur décompte sont notifiés. L'ensemble du matériel utilisé est identifié en insistant sur la traçabilité obligatoire de tous les dispositifs médicaux implantables, selon les normes de la circulaire du 20 octobre 1997 [60]. Toute remarque jugée utile, toute notification d'incident ou d'accident figurent également sur cette feuille qui est incluse dans le dossier du patient et dont un double reste archivé au bloc opératoire.

Certains organismes comme l'Union nationale des associations d'infirmiers de bloc opératoire diplômés d'état (UNAI-BODE) préconisent en plus de ces deux documents l'utilisation d'une fiche de contrôle et de maintenance de la table d'opération au quotidien.

Pour en terminer avec ce chapitre médico-légal, il paraît utile de dire quelques mots sur tout ce qui concerne l'iconographie produite en salle d'intervention, que ce soit des images ou des films. Ces documents peuvent représenter un élément de preuve tout à fait intéressant dans le cadre d'une expertise, mais la durée de vie de ces supports et les problèmes de stockage constituent des inconvénients qu'il faut prendre en compte. L'ère du tout numérique, malgré les immenses progrès qu'elle apporte, ne résout pas tout et se caractérise par la multiplicité des formats et des supports, source d'autres problèmes.

■ Conclusion

L'organisation du bloc opératoire doit permettre de réaliser un compromis entre sécurité et qualité, efficacité et rentabilité, ces derniers critères étant devenus peu à peu incontournables, même s'ils restent encore souvent éloignés des préoccupations du milieu médical. La qualité des soins apportés aux patients et la lutte contre les infections liées aux soins doivent rester de toute façon les priorités de toute action touchant à l'organisation du bloc opératoire. La réussite de cette organisation passe obligatoirement par la mise en place d'une structure de coordination efficace dont le chef de bloc, le coordonnateur de bloc et le conseil de bloc sont les piliers. Parallèlement, le soutien infaillible de la direction de l'établissement et l'implication étroite de l'ensemble des acteurs du bloc opératoire sont des éléments indispensables pour mener à bien ces objectifs.

L'organisation d'un bloc opératoire doit par ailleurs prendre en compte les mutations incessantes du monde médical et savoir s'adapter à l'éclosion de nouvelles techniques comme à l'évolution des modes de prise en charge. Sur un plan architectural, il faut anticiper et préférer des ensembles modulables et évolutifs, éventuellement mutualisables à des structures figées où toute modification est difficile, voire impossible. Sur un plan strictement organisationnel, l'optimisation des modes de fonctionnement imposée par les impératifs économiques doit progressivement susciter l'adhésion et la participation de l'ensemble des personnels du bloc opératoire, avant de devenir probablement une réalité incontournable au cours des prochaines années.



■ Références

[1] Adda G. Organisation et gestion des blocs opératoires. In: *Hygiène et sécurité dans les établissements de santé*. Lyon: AFNOR; 2002.

[2] Acquier R. *Maîtriser l'organisation en bloc opératoire. Un défi permanent*. Paris: Éditions ESKA; 2004.

[3] Coulon S, Caherec V. Bloc opératoire et sites interventionnels, les nouveaux défis. *Inter-Bloc* 2003;22(2).

[4] Circulaire DGS/DHOS/E2 n°645 du 29 décembre 2000 relative à l'organisation de la lutte contre les infections nosocomiales dans les établissements de santé.

[5] Arrêté du 23 septembre 2004 portant création d'un comité technique des infections nosocomiales et des infections liées aux soins et modifiant l'arrêté du 3 août 1992 relatif à l'organisation de la lutte contre les infections nosocomiales.

[6] Desplaces N. Infections nosocomiales en chirurgie orthopédique. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-016-B-10, 2000 : 11p.

[7] Ministère de la Santé et des Solidarités. Nouvelles organisations et architectures hospitalières. In: *Ensemble modernisons l'hôpital*, 2006. www.sante.gouv.fr.

[8] Chaabane S, Guinet A, Smolski N, Guiraud M, Luquet B, Marcon E, et al. La gestion industrielle et la gestion des blocs opératoires. *Ann Fr Anesth Reanim* 2003;22:904-8.

[9] Le Mandat M. Concepts pour la réalisation d'un bloc opératoire adapté aux besoins actuels. L'expérience d'un architecte programmiste hospitalier. *Hygiènes* 2001;9:329-37.

[10] Décret 2000-1316 du 26 décembre 2000 relatif aux pharmacies à usage intérieur et modifiant le code de la santé publique.

[11] Conseil national de la chirurgie. Recommandations du Conseil national de la chirurgie, 2005.

[12] Hoet T. Le bloc opératoire de demain. *Tech Hosp* 1999;637:18-39.

[13] Kitzis M. In: *Anatomie et physiologie du bloc opératoire*. Paris: Tirésias; 2001. p. 71-8.

[14] SOFCOT. In: *Le livre blanc de la chirurgie orthopédique et traumatologique*. Paris: Elsevier; 2005. p. 83-4.

[15] Bazin G, Montefiore A, Pigeon JM, Seraqui M. Évolution de la configuration du bloc opératoire. *Tech Hosp* 1999;637:41-3.

[16] Groupe TIRESIAS. In: *Organisation et gestion des salles d'opération*. Paris: Tirésias; 2004. p. 23-6.

[17] Lannelongue J. L'asepsie au bloc opératoire. In: *Cahier d'enseignement de la SOFCOT n°73*. Paris: Elsevier; 2002. p. 13-28.

[18] Lannelongue J. La salle d'opération idéale. *Plateaux Techniques Infos* 2002;18:20-2.

[19] Marescaux J. Le bloc opératoire de demain et le développement des technologies de l'information : de la réalité virtuelle à la télémanipulation. *Tech Hosp* 1999;637:74-81.

[20] Troccaz J. Chirurgie assistée par ordinateur : vers une nouvelle instrumentation des blocs opératoires. *Tech Hosp* 1999;637:82-5.

[21] Hoet T. *Le bloc opératoire contemporain : conception, réalisation, utilisation*. Éditions de l'Université de Bruxelles; 1985.

[22] Hoet T. Le concept de l'asepsie progressive et son impact sur le comportement dans le bloc opératoire. *Inter Bloc* 1994;13:24-7.

[23] Ouest CCLIN. Circulation au bloc opératoire et précautions d'hygiène. 1999. www.cclinouest.com.

[24] Sud Est CCLIN. Surveillance et prévention des infections du site opératoire. 1998. www.cclin-sudest.univ-lyon1.fr.

[25] Gaudias J. In: *Comportement au bloc opératoire*. Paris: Tirésias; 2001. p. 79-82.

[26] Ancellin J. Contribution de l'ingénierie biomédicale à la conception d'un bloc opératoire. *Tech Hosp* 1999;637:44-51.

[27] Fagot L. Guide pour la conception et la rénovation des blocs opératoires. [mémoire stage DESS], Université de technologie de Compiègne, 2000.

[28] Wioland Y. Les bras de distribution plafonniers. *Tech Hosp* 1999;637:52-4.

[29] Halupczok J, Van Den Wildenberg P, Ducel G. Nouveaux critères d'influence des lampes opératoires sur l'écoulement de l'air des flux laminaires en salle d'opération. *Tech Hosp* 1999;637:55-60.

[30] Groupe TIRESIAS. In: *Aérocontamination, contrôle de la qualité de l'air en salle d'opération*. Paris: Tirésias; 2004. p. 9-14.

[31] Humphreys H. Theatre air and operating conditions. *J Hosp Infect* 1995;31:154-5.

[32] Moillo A, Tissot-Guerraz F, Cetre JC, Nicolle MC, Perraud M. Réflexions sur le traitement d'air des salles d'opération. *Tech Hosp* 1990;542:31-4.

[33] Société française d'hygiène hospitalière. La qualité de l'air au bloc opératoire. Recommandations d'expert. Publication de la Société française d'hygiène hospitalière. 2004. www.sfh.net.

[34] Migaud H, Senneville E, Gougeon F, Marchetti E, Amzallag M, Laffargue P. Risque infectieux en chirurgie orthopédique. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-005, 2005.

- [35] Norme NF S90-351. Juin 2003. Établissements de santé. Salles propres et environnements maîtrisés apparentés. Exigences relatives pour la maîtrise de la contamination aéroportée. www.afnor.fr.
- [36] Norme ISO 14 1644 relative aux salles propres et environnement maîtrisés apparentés, juillet 1999.
- [37] Van den Wildenberg P, Duce G. Nouveaux développements dans le concept des salles d'opération. *Tech Hosp* 2000;**643**:52-6.
- [38] Talon D, Schoenleber T, Bertrand X, Vichard P. Performances en activité de différents types d'installation de traitement de l'air au bloc opératoire. *Ann Chir* 2006;**131**:316-21.
- [39] Scheibel JH, Jensen I, Pedersen S. Bacterial contamination of air and surgical wounds during joint replacement operations. Comparison of two different types of staff clothing. *J Hosp Infect* 1999;**19**:167-74.
- [40] Marsal L. In: *Surveillance environnementale microbiologique au bloc opératoire*. Paris: Tirésias; 2004. p. 73-8.
- [41] Direction générale de la santé/Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins/Comité technique national des infections nosocomiales. Surveillance microbiologique de l'environnement dans les établissements de santé : air, eau et surfaces, Paris, 2002.
- [42] Lenoir-Gosselin B, Grolier-Bois L, Chesne G, Speich E, Leveque P, Poulain J, et al. Gestion du risque infectieux au bloc opératoire en cas de travaux. *Tech Hosp* 1999;**637**:61-6.
- [43] Comité technique national des infections nosocomiales. 100 recommandations pour la surveillance et la prévention des infections nosocomiales. Ministère de l'Emploi et de la Solidarité. Secrétariat d'état à la Santé et à l'action sociale, 1999.
- [44] MeaH (Mission nationale d'expertise et d'audit hospitaliers). Gestion et organisation des blocs opératoires. 2006. www.meah.sante.gouv.fr.
- [45] Dejean D. *Gestion et organisation des blocs opératoires dans les hôpitaux et cliniques. Recueil des bonnes pratiques organisationnelles observées*. Publication de la MEAH; 2006.
- [46] Circulaire n°DH/FH/2000/264 du 19 mai 2000 relative à la mise en place des conseils de bloc opératoire dans les établissements publics de santé.
- [47] Circulaire n°98-647 du 17 novembre 1998, fixant les priorités en matière de santé publique et d'organisation des soins à prendre en compte dans le cadre de la préparation budgétaire pour 1999.
- [48] Circulaire n°99-627 du 16 novembre 1999, fixant comme priorité de la politique d'organisation des soins hospitaliers, la mise en place des conseils de bloc opératoire, dans le cadre de la préparation budgétaire pour l'an 2000.
- [49] Djenadi Z. Le conseil de bloc opératoire: un levier d'action au service des nouveaux enjeux de l'hôpital. La valeur ajoutée du directeur des soins. Mémoire ENSP de directeur de soins, 2005.
- [50] Bazin G. Méthodologie de mise en place d'une charte de bloc opératoire. *Tech Hosp* 1999;**637**:117-20.
- [51] Décret n° 94-1050 du 5 décembre 1994 relatif aux conditions de fonctionnement des établissements de santé en ce qui concerne la pratique de l'anesthésie.
- [52] Beutter P. Les outils informatiques dans la gestion du bloc. *Rev Hosp Fr* 1999;**1**:70-2.
- [53] Champault A, Arsena V, Barrat C, Bayeh P, Champault G. Peut-on réduire le délai entre deux interventions au bloc opératoire? Étude prospective. *Ann Chir* 2003;**128**:599-602.
- [54] Seraqui M. *Guide de l'ambulatoire*. Paris: Éditions ENSP; 1998.
- [55] Seraqui M. Architecture de l'ambulatoire. *Rev Hosp Fr* 1999;**1**:61-2.
- [56] Décret n° 92-1102 du 2 octobre 1992 relatif aux conditions techniques de fonctionnement auxquelles doivent satisfaire les structures de soins alternatives à l'hospitalisation.
- [57] Arrêté du 7 janvier 1993 relatif aux caractéristiques du secteur opératoire mentionné à l'article D 712-31 du Code de la santé publique pour les structures pratiquant l'anesthésie ou la chirurgie ambulatoire.
- [58] Poinssot M. Nettoyage du bloc opératoire. *Inter Bloc* 1997;**16**:25-8.
- [59] C CLIN Sud-Ouest. Recommandations pour l'entretien des blocs opératoires. 2006.
- [60] Circulaire DGS/VS2-DH/EM1/E01 n° 672 du 20 octobre 1997 relative à la stérilisation des dispositifs médicaux dans les établissements de santé.

P. Buisson, Chirurgien des hôpitaux des Armées, chef de service (philippe.buisson@hopital-armees-brest.fr).

F.-X. Gunepin, Professeur agrégé du Val-de-Grâce.

Service de chirurgie orthopédique, Hôpital d'Instruction des Armées Clermont Tonnerre, 29240 Brest Armées, France.

M. Levadoux, Professeur agrégé du Val-de-Grâce.

Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne, 83800 Toulon Naval, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Buisson P., Gunepin F.-X., Levadoux M. Organisation du bloc opératoire. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-002, 2008.

Disponibles sur www.em-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Principes de traitement chirurgical de l'infection osseuse Infection sur os continu

Alain Lortat-Jacob : Professeur des Universités, praticien hospitalier
Secteur septique du service de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital Ambroise-Paré, 9,
avenue Charles-de-Gaulle, 92104 Boulogne cedex France

Résumé

Le traitement chirurgical de l'infection osseuse sur os solide repose sur un triptyque thérapeutique : excision - comblement - couverture.

© 1997 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

[Haut de page](#)

EXCISION : NETTOYAGE D'UN FOYER OSSEUX INFECTÉ SUR OS SOLIDE

Préparation du malade

Bilan général

- Un bilan protidique. L'infection osseuse chronique s'accompagne souvent d'une baisse de l'albumine qu'il faudra compenser. Dans les infections chroniques, la renutrition peut être d'une aide précieuse. Si, dans les cas les plus classiques, une hyperalimentation peut suffire, dans les grandes dénutritions, on peut avoir recours sur des malades fragiles, fatigués et gravement infectés, au gavage par sonde gastrique. L'alimentation parentérale est rarement utilisée en raison du risque infectieux d'une voie d'abord centrale.
- Un hémogramme. L'anémie est compensée avant tout geste opératoire.
- Des prélèvements bactériologiques faits sur la fistule : ceux-ci doivent être faits sur une quantité de liquide suffisante, en évitant une contamination cutanée du prélèvement. Le bon prélèvement fait au lit du malade est un prélèvement abondant, fait d'un liquide venant de la profondeur. Il faut éliminer les prélèvements faits par un écouvillon promené sur une plaie mal nettoyée. Le plus souvent, ces prélèvements techniquement incorrects ne poussent pas (écouvillon desséché) ou montrent une flore trop abondante par contamination.
- L'antibiothérapie préopératoire est fortement conseillée. Elle comporte une bithérapie synergique par voie parentérale, encadrant l'intervention à risque septique pendant 15 jours afin d'éviter une dissémination peropératoire. Quand l'état infectieux n'est pas inquiétant, on a intérêt à attendre d'avoir fait des prélèvements profonds peropératoires pour commencer l'antibiothérapie. Au-delà du 15^e jour, si on le désire, le relais peut être pris par un antibiotique de la même famille par voie orale pour la durée souhaitée. Il est à noter que certains antibiotiques par voie orale n'ont aucune efficacité osseuse en raison de leur faible concentration sérique et d'un rapport taux sérique sur taux osseux défavorable. C'est notamment le cas de l'oxacilline.

Bilan local

Les radiographies : systématiquement, les clichés de face et de profil seront complétés par des incidences de trois quarts. On visualise ainsi au mieux une différence de tonalité sur un segment osseux qui pourrait traduire le séquestre. Il faut le plus souvent s'aider de tomographies de face et de profil. En effet, l'appréciation peropératoire de la vitalité des fragments étant très difficile, on ne saurait trouver suffisamment d'examens préopératoires pour apprécier la vitalité de ces fragments. Il est ainsi notamment utile de retrouver des radiographies anciennes afin de connaître le passé de certains fragments osseux. On peut découvrir des écailles qui étaient quelques temps auparavant totalement libres et qui, donc, ont peu de chance d'être encore vivantes, même si un gros cal périphérique les englobe.

La tomodensitométrie (scanner) peut être d'un précieux appoint. Elle permet, notamment, d'avoir une bonne appréciation du canal médullaire, ce qui est indispensable quand on recherche un « grelot » intraosseux. Par ailleurs, la réaction corticale est souvent tellement importante que seul le scanner peut trouver un séquestre endomédullaire. Par la différence de tonalité, il permet aussi d'apprécier une éventuelle présence de pus endomédullaire.

La résonance magnétique nucléaire ne semble pas pouvoir donner une appréciation valable de la vitalité des fragments.

La fistulographie est demandée très fréquemment, mais elle est souvent décevante. Si, dans certains cas, elle permet d'affirmer la communication entre la fistule et l'os, sa négativité n'élimine absolument pas l'origine osseuse de l'infection. Elle permet, dans un certain nombre de cas, de mettre en évidence des poches et des récessus qui guideront le geste opératoire. Elle doit donc être considérée comme un apport technique plus que comme un apport diagnostique. Mais souvent, un trajet anfractueux est mal opacifié. Il peut être intéressant de la coupler au scanner (fistuloscanner).

L'artériographie doit être demandée chaque fois qu'une fistule se situe à proximité des axes vasculaires. Elle permet de prévoir les difficultés techniques.

Intervention

Installation

Elle doit permettre un accès à la totalité du membre. On doit pouvoir aborder la face de l'os opposée à la voie d'abord. Il faut donc, dans cette installation, prévoir des drainages à distance. Il s'agit d'une installation extensive qui varie en fonction de chaque localisation.

On opère le plus souvent possible sous hémostase préventive. Celle-ci a un double intérêt :

- d'une part, limiter l'hémorragie peropératoire qui est souvent très importante dans ces tissus scléreux ;
- d'autre part, mieux juger la vitalité de l'os et donc mieux apprécier l'excision à faire.

On peut avoir intérêt à injecter du bleu de méthylène dans la fistule, au tout début de l'intervention de nettoyage d'un foyer ostéitique, pour visualiser des récessus fistuleux qui auraient pu passer inaperçus. Il ne faut pas attendre de l'injection de bleu de méthylène, un diagnostic concernant l'origine osseuse de la fistule. Ce diagnostic doit avoir été porté en préopératoire. Mais ce geste simple peut être d'un certain secours pour apprécier l'extension infectieuse dans les parties molles.

Voie d'abord

Elle doit être la voie d'abord principale habituelle de la diaphyse intéressée. Ce n'est que dans les cas où la fistule siège sur une voie d'abord classique conventionnelle que l'on aborde le foyer ostéitique en excisant la fistule. Ailleurs, on fait appel aux voies d'abord habituelles.

À l'humérus (fig 1)

La voie antéroexterne est la plus utilisée. Le malade est installé en décubitus dorsal. Le membre supérieur est posé sur une tablette, l'avant-bras reposant sur la partie latérale de l'abdomen. La totalité du membre est badigeonnée, on prévoyant une installation des champs qui permette l'abord axillaire. La bande d'Esmarch est mise en place, modérément serrée, une broche de Steinmann ou une pointe carrée est plantée dans l'extrémité supérieure de l'humérus. Elle permet un appui de la bande d'Esmarch réalisant une hémostase préventive, même pour les lésions les plus hautes de la diaphyse humérale. La voie d'abord antéroexterne part immédiatement en arrière du V deltoïdien et descend vers l'épicondyle. La cloison intermusculaire externe est laissée en arrière. On désinsère le brachial antérieur et le long supinateur. On repère le nerf radial. Il devient externe, quatre travers de doigt au-dessus de l'interligne du coude (environ 10 cm au-dessus de l'épicondyle). La diaphyse est abordée en ruginant. La voie brachiale interne passant le long des vaisseaux est fortement déconseillée. En effet, elle permet, certes, un bon abord de la diaphyse mais, en cas de récurrence infectieuse après la séquestrectomie, il y a un risque de voir apparaître une fistule interne particulièrement difficile à traiter en raison de la proximité des vaisseaux.

À l'avant-bras (fig 2)

La voie d'abord la plus utilisée pour le radius est la voie externe : installation en décubitus dorsal, le coude est posé sur une tablette, on prépare la totalité du membre supérieur jusqu'au creux axillaire. On met en place un garrot pneumatique. L'incision retrouve une ligne qui part de l'épicondyle (fig 3) et qui se dirige vers la styloïde radiale. Dès l'aponévrose superficielle franchie, on cherche l'interstice entre le long supinateur et les radiaux, ce qui est rendu facile par la direction des fibres musculaires d'une part, et par la mobilisation des muscles d'autre part ; la partie basse de l'incision doit respecter la branche antérieure superficielle sensitive du nerf radial.

Le cubitus est abordé dans la même installation en pliant le coude et en portant en forte rotation externe le membre supérieur. L'incision est strictement postérieure, sur la crête cubitale. Au bistouri, on incise franchement jusqu'au périoste. Il est fortement déconseillé d'utiliser des voies d'abord uniques (voie de Henry) qui permettraient d'exposer le radius et le cubitus par une seule incision. Dans une atmosphère infectieuse, le risque de synostose est encore plus grand et les dissections vasculaires, dans un tissu

scléreux, sont souvent laborieuses, donc dangereuses.

Au fémur (fig 4)

La voie d'abord est le plus souvent postéroexterne. Installation en décubitus latéral, ou installation de trois quarts, un gros coussin sous la fesse, un contre-appui au niveau de l'autre hanche. On badigeonne la totalité du membre inférieur, l'hémostase préventive est assurée par un garrot pneumatique lorsque la lésion est basse, mais très souvent, l'emplacement du garrot gêne pour atteindre le tiers moyen de la diaphyse : on préférera donc la bande d'Esmarch stérile, bloquée en haut par une pointe carrée dans le trochanter. Il est ainsi possible d'aborder même la région sous-trochantérienne sous couvert de l'hémostase préventive.

L'incision retrouve une ligne qui part du sommet du grand trochanter et qui se termine au niveau du condyle externe. Le plan externe incisé, on prend contact avec le vaste externe. Celui-ci est soulevé à l'aide d'une rugine qui cravate la diaphyse fémorale, mettant en tension les fibres musculaires. La rugine est remplacée par un écarteur contre-coudé et, au bistouri électrique, on incise le vaste externe au ras de la cloison intermusculaire externe, laissant quelques millimètres de fibres s'insérer sur cette cloison, évitant de pénétrer dans la loge postérieure. De proche en proche, au bistouri électrique, on s'étend vers le haut et vers le bas, on voit apparaître les perforantes qui sont liées une à une. L'abord fémoral postéroexterne représente l'autoroute par laquelle la quasi-totalité des gestes vont pouvoir être faits.

Au tibia (fig 5)

À ce niveau, la situation est plus simple puisque, le plus souvent, la fistule est antéro-interne, lieu de la voie d'abord préférentielle.

Installation en décubitus dorsal, garrot pneumatique à la racine du membre en préparant la totalité du membre inférieur. Incision antéro-interne légèrement en arrière de la crête tibiale, circonscrivant les fistules. On attaque directement le périoste au bistouri sans faire de décollement, l'abord de la diaphyse se faisant pratiquement en sous-périosté. La fermeture de cette incision peut être difficile en raison des adhérences provoquées par les fistules. Il faudra souvent avoir recours à des artifices : recréer les plans ou faire une sculpture des parties molles ^[9].

Geste osseux

Séquestrectomie

La voie d'abord est menée de proche en proche jusqu'à atteindre le foyer osseux. Chemin faisant, on excise à minima et prudemment les zones manifestement infectées et purulentes. Le raclage à la curette ou à la rugine est un geste préférable à l'excision au bistouri (fig 6). En effet, la pénétration des antibiotiques au niveau des parties molles est telle qu'il peut être laissé du tissu douteux à condition qu'il soit parfaitement vivant. Or, on va voir l'intérêt primordial de la couverture osseuse. Une excision outrancière des parties molles risque de rendre impossible la fermeture. Par ailleurs, l'excision des tissus scléreux peut être inquiétante, car elle mène à proximité d'éléments nobles. La totalité de la zone infectée est exposée en prenant le repère avec l'os sain au-dessus et au-dessous. Dès lors, apparaît le séquestre, d'aspect blanc nacré, ne saignant pas lorsqu'on le frappe avec un ciseau ou lorsqu'on le perfore à la mèche. Parfois, il est libre et il vient à la simple pince à disséquer (fig 7), parfois, il est dans la continuité osseuse mais avec un véritable sillon de démarcation entre l'os saignant et l'os mort. C'est le « séquestre dans la continuité ». Parfois, il est très difficile de faire la limite entre l'os nécrosé et l'os mort. La résection doit être alors prudente. Celle-ci n'est jamais faite au ciseau frappé. L'os

ostéitique est cassant, on risque de provoquer des éclats.

- Technique (fig 8) : on repère très minutieusement la zone non vivante. On perfore à la périphérie avec une mèche de 2,5 mm. On transforme donc le séquestre en timbre-poste dont on complète l'exérèse au ciseau frappé (fig 8). La scie oscillante est rarement utilisable en raison de l'habituelle dureté de l'os ostéitique. La tranche de section est inspectée, elle doit être bien saignante. À noter que, si, pour l'ostéite post-traumatique, le séquestre est souvent bien individualisé avec une limite nette, il n'en est pas de même pour l'ostéomyélite hémotogène où, au cours du temps, il s'est produit une régénération de cet os infecté : on retrouve une association d'os jeune, saignant et d'os ancien séquestré. On trouve, à certains endroits, une corticale « sandwich » associant des tranches d'os vivant et d'os nécrosé, ce qui rend l'exérèse particulièrement difficile. Il convient donc d'être particulièrement parcimonieux lors de l'excision de l'ostéomyélite hémotogène.

Trépanation (fig 9)

Abord de la cavité médullaire

Il est souvent indispensable.

- Technique : la trépanation ne sera jamais faite au ciseau frappé. On utilise soit la scie oscillante avec deux lames parallèles, soit la mèche ; on fait soit une double rangée de perforations à la mèche de 2,5 mm, soit une perforation unique à la mèche de 4,5 mm. La trépanation est agrandie de proche en proche en veillant à ne pas fragiliser. Il est dangereux d'enlever plus du quart de la circonférence d'une diaphyse au membre inférieur. Par ailleurs, le risque de fragilisation doit être pesé en fonction de la qualité de l'os sous-jacent. Un os d'ostéomyélite chronique peut être volumineux, mais fragile par son manque d'élasticité. Il faudra donc être modéré dans sa trépanation. L'étendue de la trépanation doit être guidée par les examens préopératoires. C'est l'intérêt de la tomodensitométrie qui permet de rechercher un corps étranger, un séquestre ou un morceau de matériel centromédullaire. Dès la trépanation effectuée, on envoie des fragments de matériel endomédullaire à l'étude bactériologique afin de connaître le germe responsable de l'infection profonde. Un lavage soigneux au Dakin® est effectué. Le Dakin® est l'antiseptique de choix pour ces nettoyages peropératoires. Il a d'une part, un effet de désinfection locale indiscutable et d'autre part, un effet hémostatique temporaire qui permet de mieux visualiser encore le saignement des corticales. Il est parfaitement innocent sur le plan bactériologique à condition d'être stocké en flacon à usage unique et de respecter les dates de péremption.

Coloration vitale au bleu de disulphine ^[6]

Le but de cette méthode est de visualiser la vitalité de l'os. Le bleu de disulphine injecté en intraveineux colore en totalité le malade qui devient entièrement bleu. Seuls les tissus non vascularisés restent blancs. L'opérateur peut donc limiter l'excision aux seuls fragments osseux blancs, non colorés en bleus. Cette technique décrite en France par Jenny est très séduisante. Elle pose toutefois un certain nombre de problèmes qui en ont fait restreindre l'utilisation. La surveillance per- et postopératoire d'un malade « bleu » peut être difficile. Par ailleurs, le malade et les familles supportent mal l'aspect bleu des téguments qui dure 48 heures. L'appréciation de la nécrose peut être, en fait, difficile à faire car l'os ostéitique présente souvent un aspect « feuilleté » avec des couches osseuses vivantes envahissantes, recouvrant des couches blanches non vascularisées. Enfin, cette méthode montre l'os nécrosé à un moment donné, mais on sait que la nécrose est variable dans le temps ; cette zone nécrosée peut se réhabiter secondairement. Personnellement, nous n'utilisons plus la coloration vitale au bleu de disulphine pour ces diverses raisons, mais cette méthode peut rendre des services dans certains cas ; certaines équipes continuent à l'utiliser, mais il est de plus en plus difficile de trouver le produit.

Ablation du matériel

Le nettoyage du foyer comporte, dans un premier temps l'ablation éventuelle du matériel. Ce geste ne comporte pas de difficultés particulières. Il nécessite l'abord de la totalité du foyer. Il nécessite, aussi, la parfaite connaissance du matériel implanté, pour disposer de l'instrumentation ancillaire.

Ablation de plaque

Il faut avoir à portée de la main un jeu complet de tournevis cruciforme, hexagonal ou à pan. Les trous de vis seront nettoyés à la curette « grain de mil ». Passé un certain délai, l'ablation du matériel de vitallium peut être extrêmement laborieuse en raison de l'incorporation osseuse à l'intérieur du filetage. Souvent, les vis sont trouvées fracturées. La plaque peut donc être enlevée sans difficulté, mais en laissant le filetage intraosseux. L'ablation de ce filetage résiduel nécessiterait une trépanation hautement fragilisante. L'indication de l'ablation de ce filetage résiduel doit être mûrement réfléchie. Dans bon nombre de cas, lorsque la suppuration est modérée, il est préférable de laisser le filetage enfoui dans l'os, plutôt que de prendre un risque de fracture secondaire (fig 10).

Ablation des enclouages centromédullaires (fig 11)

Ablation du clou lui-même - Technique : incision reprenant l'incision au niveau du point d'introduction. Discision a minima jusqu'à atteindre le sommet du clou.

Clou de Müller (fig 11 A) : le cône est vissé dans le clou et l'extraction est faite le plus souvent sans grande difficulté. L'abord peut être minime, le nettoyage du foyer opératoire pouvant être fait à la curette, presque à l'aveugle (fig 11 D).

Clou de Küntscher : l'exérèse peut être plus laborieuse, il faut absolument aborder l'oeillet. Ceci peut nécessiter une trépanation au niveau supérieur si le clou est enfoui. Il est souvent nécessaire de faire une voie d'abord relativement extensive à ce niveau, pour glisser le crochet d'extraction.

Clou fracturé (fig 11 B) (traduisant les difficultés de consolidation de la fracture). L'ablation du fragment supérieur ne pose pas de difficultés techniques. Elle est faite soit par le cône vissé, soit par le crochet introduit dans l'oeillet. La partie distale peut être plus laborieuse à enlever. Lorsque la fracture du clou siège au tiers supérieur, on peut arriver, dans un certain nombre de cas, à glisser le cône de petit calibre de matériel de Müller qui, vissé à force, crée un véritable filetage dans la partie résiduelle du clou assurant une prise suffisante pour en faire l'extraction. Lorsque l'extrémité du fragment restant est trop distale, on est obligé de faire une trépanation basse pour chasser le clou de bas en haut.

Nettoyage de la diaphyse

La totalité de la diaphyse doit être nettoyée (fig 11 C).

Technique : contre-incision à la partie inférieure. Au fémur, elle est supracondylienne externe, au tibia, supramédullaire interne. Trépanation à ce niveau à l'aide d'une grosse mèche de 70 mm. On cathétérise la diaphyse fémorale à l'aide d'un fil d'acier partant du haut et récupéré en bas par la trépanation inférieure (fig 12). À ce fil d'acier, est liée une mèche à prostate qui est attirée vers le haut, réalisant un véritable « ramonage » centromédullaire. L'alésage de la diaphyse peut être nécessaire, il sera prudent. On commence par l'alésage du diamètre égal à celui du clou enlevé. On ne dépassera pas 2 mm au-dessus du diamètre du clou. L'alésage permet le nettoyage du sablier de la diaphyse mais n'est en aucun cas suffisant pour nettoyer les zones évasées. Celles-ci doivent être curetées à la curette gynécologique partant, pour le haut, du point d'introduction du clou ; pour le bas, du point de trépanation inférieur. Les produits d'alésage et de curetage seront évacués par des lavages sous pression à la seringue.

Conduite à tenir vis-à-vis de la fistule

La fistulectomie est l'intervention souhaitable. Elle permet l'ablation des tissus mous nécrosés, scléreux ou infectés. Si ce geste est souhaitable, il est rarement réalisable. En effet, la fistulisation se fait souvent dans des zones anatomiquement dangereuses : creux axillaire pour l'extrémité supérieure de l'humérus (**fig 13**), face interne de l'humérus, face interne de cuisse ou pli inguinal, creux poplité. Le nettoyage doit être prudent, respectant les éléments nobles. C'est la séquestrectomie ou le nettoyage focal qui guérit et non l'excision isolée d'une fistule. À l'inverse, laisser dans un trajet fistuleux des fragments faisant corps étrangers, serait une faute. On s'aide de la fistulographie et des opacifications vasculaires. Après l'abord focal, on cathétérise le trajet fistuleux. Une pince est conduite dans ce trajet, partant de l'extérieur et se dirigeant vers la cavité osseuse. Lorsque le trajet est large, on peut l'explorer.

Deux écarteurs de Farabeuf présentent le trajet et le contenu de la fistule. La curette caresse avec une certaine fermeté les parois de la poche jusqu'à ne plus rencontrer que des tissus adhérents. Le tissu fongueux rougeâtre doit être excisé.

Un trajet de petit calibre sera simplement cureté.

Lorsque l'exploration préopératoire par fistulographie montre une poche volumineuse à proximité des éléments nobles, il convient de commencer par un repérage de ces éléments nobles pour pouvoir faire un nettoyage correct de la fistule. La dissection des éléments nobles peut être particulièrement difficile et risquée dans une atmosphère septique avec un environnement de parties molles scléreuses, la réparation d'une plaie artérielle ou veineuse iatrogène étant des plus aléatoires en raison de l'infection de proximité.

La fermeture de la fistule est rarement faisable. Elle n'est pas souvent souhaitable. Elle peut servir de trajet de drainage. Lorsque l'excision a été correcte et que les parois de la fistule sont bien vivantes, on a intérêt à la refermer par une fermeture large allant appliquer des tissus sains les uns par rapport aux autres. Un drainage soigneux déclive est alors proposé. Lorsque les tissus du trajet fistuleux n'ont pu être excisés en totalité, ou lorsqu'il existe encore un doute sur la qualité des parois fistuleuses, on a intérêt à laisser le trajet fistuleux tel quel, quitte même à l'aménager de façon temporaire, en s'en servant comme d'un orifice de drainage, la fermeture spontanée devant survenir s'il n'y a plus de production liquidienne en profondeur.

Haut de page

COMPLEMENT DE LA CAVITÉ

Comblement musculaire

L'excision amène à créer une cavité qui doit impérativement être comblée afin d'éviter la récurrence.

Principes

Le comblement musculaire de la cavité ostéitique est une solution satisfaisante pour plusieurs raisons : un muscle bien vascularisé permet d'apporter un tissu vivant. Par ailleurs, le muscle vivant rend efficace l'antibiothérapie générale en augmentant considérablement les taux locaux. Enfin, sur le comblement

une difficulté principale qui est celle de trouver du muscle dans des zones plus ou moins sclérosées par l'infection chronique.

Lambeau musculaire de voisinage

Quels muscles ?

Le comblement musculaire, dans certaines régions particulièrement charnues, peut être fait à l'aide d'un muscle de voisinage dont on détourne l'insertion distale. Certains muscles se prêtent à cette intervention. C'est ainsi que le biceps crural peut être désinséré de son insertion péronière et remonté de 7 ou 8 cm pour venir combler une cavité osseuse de l'extrémité inférieure du fémur. Il est à noter, toutefois, que la vascularisation du biceps étant habituellement perforante et transversale, une libération trop extensive du muscle entraînerait sa nécrose. La dissection extensive permet de voir les vaisseaux arrivant à la face postérieure du muscle et de les respecter ou de les lier à la demande.

Les muscles habituellement les plus utilisables sont le jambier antérieur (fig 14) dont la dissection doit être prudente, et l'arc de rotation de ce fait assez limité, de même le court péronier latéral permet de couvrir des pertes de substance peu importantes du tiers moyen de jambe. Le brachial antérieur, le cubital antérieur et le cubital postérieur sont utilisables au membre supérieur ; mais le prélèvement de ces muscles doit être réfléchi compte tenu des séquelles fonctionnelles possibles.

Technique (fig 15)

Ces lambeaux musculaires de voisinage seront réalisés selon les principes techniques suivants : l'avivement et la résection osseuse sont menés de façon classique. La cavité doit être régulière afin qu'elle puisse être facilement bouchée par le lambeau. Il convient notamment de réséquer la berge osseuse par laquelle le muscle va plonger dans la cavité. Il serait dangereux de maintenir un bord saillant susceptible de faire chevalet, provoquant une ischémie du lambeau (fig 16). Le muscle est faufile par un laçage au nylon gainé (afin de pouvoir coulisser). On réalise un tunnel à la partie la plus profonde de la cavité à boucher. Les deux brins du nylon gainé sont passés dans ce tunnel, ils sont noués à la face opposée du segment de membre, soit sur un bourdonnet, soit sur un bouton. Il est souvent nécessaire de suturer le muscle à sa périphérie aux parties molles environnant la cavité de résection. Le drainage est le temps fondamental de cette intervention : lorsque la suture cutanée étanche est possible, on fera appel à un drainage aspiratif, sinon on utilisera les procédés de drainage décrits plus loin. Une greffe cutanée recouvre la zone exposée du muscle (fig 17).

Lambeaux musculaires pédiculés

Deux muscles sont particulièrement utilisables pour combler les cavités ostéitiques, en raison de leur vascularisation : le grand dorsal et le jumeau interne.

Technique du lambeau du jumeau interne (fig 18 et 19 A, B)

Installation : malade sur le dos, un coussin sous la fesse opposée, garrot pneumatique. On commence par le temps d'excision. Après avoir changé d'instruments, on passe au temps de comblement musculaire. L'incision est postéro-interne, suivant la ligne d'incision de ligature de l'artère tibiale postérieure. Une fois la peau franchie, l'opérateur glisse vers l'arrière, donc plus superficiel. Il incise l'aponévrose du triceps et repère de haut en bas le plan du

intergémellaire n'étant parfaitement individualisé qu'en bas, au niveau de la jonction avec le tendon d'Achille. On passe un fil repère prenant en bloc l'aponévrose profonde du triceps et le muscle. De bas en haut, on remonte le muscle qui est décollé du soléaire sans difficulté, en le clivant du jumeau externe. À la partie haute du décollement, il faut inciser franchement le plan fibreux superficiel, ce qui permet d'aborder la face profonde du jumeau interne très haut ; à partir du pli de flexion du genou, la dissection devient prudente jusqu'à voir apparaître l'artère jumelle qui est remontée jusqu'à sa naissance. Le pédicule qui permet la rotation doit être le seul axe artérioveineux jumeau interne. Tous les autres éléments sont sectionnés autour, et on dispose ainsi d'un très volumineux lambeau musculaire dont l'arc de rotation et la couverture sont très importants. Le passage en direction de la cavité ostéitique peut être fait de deux façons, soit en glissant en sous-cutané : dans ce cas, le canal sous-cutané doit être très large, ne constituant en aucun cas une striction. Cette solution est souvent dangereuse en cas d'oedème postopératoire qui pourrait comprimer le pédicule. C'est pourquoi nous lui préférons la tranchée dans les parties molles en direction de la cavité à boucher. L'axe de cette tranchée est soigneusement étudié, il doit être rectiligne, et l'incision est menée franchement jusqu'à ce que le lambeau ait un trajet libre. Alors le lambeau est appliqué par des points transosseux. Le muscle ne doit subir aucune traction excessive, ni aucune couture de son pédicule. Habituellement, c'est la face aponévrotique profonde blanc nacré qui s'applique le plus facilement dans la cavité. Ce positionnement expose donc la face musculaire rose à la superficie cutanée. Elle peut être facilement recouverte d'une greffe de peau. On a intérêt à retarder ce temps de greffe cutanée en raison des possibilités de variation de volume du lambeau d'une part, et de la possibilité de rétraction des berges d'autre part, qui diminuerait autant la greffe cutanée. La grande incision postéro-interne est refermée sur un drainage aspiratif.

Dans les suites opératoires, le lambeau est inspecté dès le soir de l'intervention. En effet, un éventuel oedème postopératoire pourrait compromettre la vitalité du lambeau et il pourrait être nécessaire de faire sauter un point rapidement. Le pansement est refait tous les 5 jours environ jusqu'à la décision de la greffe cutanée. Il convient de rééduquer rapidement la cheville afin d'éviter un équin du pied, qui met généralement 1 mois environ à disparaître.

Zones d'utilisation : le lambeau de jumeau interne permet de combler des cavités osseuses sur le tiers supérieur du tibia, face interne et face externe, et permet de remonter sur la face antérieure du genou, la rotule et même la partie basse du fémur. Il est d'une très grande fiabilité, il laisse peu de séquelles, mais il ne peut résoudre les comblements musculaires au-delà de la partie moyenne de la jambe.

Lambeau de grand dorsal (fig 20)

Le muscle grand dorsal a une vascularisation unique par une artère relativement volumineuse, branche de l'artère axillaire. On peut donc le pédiculer autour du creux axillaire en sectionnant toutes ses attaches périphériques.

Technique : malade en décubitus dorsal, légèrement de côté. On prépare tout le membre supérieur, la racine du cou, toute la paroi thoracique jusqu'à la racine de la cuisse. L'incision est faite sur la ligne axillaire moyenne. Une fois le plan superficiel et l'aponévrose franchis, on reconnaît facilement le grand dorsal dont les fibres partent du creux axillaire pour se diriger vers l'aponévrose lombaire en bas et en dedans. On commence par désinsérer le muscle de son insertion basse. On peut prélever quelques centimètres de l'aponévrose lombaire sans inconvénient. On remonte le muscle grand dorsal, en sectionnant progressivement la membrane tendineuse d'insertion sur les apophyses épineuses et, partant de ce plan de clivage, on trouve facilement d'une part le bord axillaire, d'autre part, l'artère nourricière. On peut prélever son nerf. L'apparition, à la face profonde du muscle, de l'artère doit rendre prudent lors de la dissection. Celle-ci ne doit pas, pour autant, être arrêtée et il faut remonter jusqu'à l'artère axillaire en sectionnant un certain nombre de petites branches qui se rendent en périphérie. Lorsqu'on est au contact de l'artère axillaire, on a un arc de rotation très important. Le muscle peut être tunnalisé pour recouvrir et combler tout foyer ostéitique partant du tiers supérieur de l'humérus, le moignon de l'épaule, la région claviculaire. Il est possible de combler des cavités ostéitiques vertébrales cervicales jusqu'en C3. Le gril costal est facilement recouvert par ce muscle volumineux. Il est toutefois relativement peu aisé de lui

faire traverser la ligne médiane pour aller recouvrir des côtes moyennes ou basses controlatérales. La fermeture de l'incision axillaire moyenne est faite sur drainage aspiratif. Là encore, le muscle est laissé à l'air, il sera recouvert secondairement par une greffe cutanée mince.

Autres lambeaux musculaires pédiculés utilisables ^[3]

Le jumeau externe : il a la même vascularisation que le jumeau interne. Son utilisation chirurgicale peut être la même. Il répond bien aux cavités latérales. En fait, s'il est peu utilisé, c'est que la face externe de jambe est plus charnue et la nécessité du comblement musculaire s'y fait moins sentir. En outre, sa rotation nécessite souvent un décroisement délicat avec le nerf sciatique poplité externe.

Si le grand dorsal et les jumeaux sont d'une grande simplicité d'utilisation, d'une grande fiabilité, les autres muscles sont plus difficiles à utiliser, en raison de leur vascularisation.

Le soléaire (fig 21) : son intérêt est grand car il est charnu plus bas que les jumeaux. Par ailleurs, il est plus large et s'étale facilement. La vascularisation du soléaire est double : d'une part, un pédicule l'abordant par sa partie haute venant de la tibiale postérieure juste après sa naissance et, d'autre part, des pédicules moyens et inférieurs transversaux courts qui naissent de l'artère tibiale postérieure et de la péronière.

Le soléaire peut donc être mobilisé sur son pédicule supérieur après sacrifice des pédicules inférieurs. Cette technique est sûre. Certains ont pu proposer de pédiculer le soléaire sur ses pédicules inférieurs en sectionnant le pédicule supérieur et en mobilisant le muscle en partant du haut (fig 22). Cette technique est moins sûre, mais elle permet de couvrir et de combler des cavités nettement plus basses. Nous ne détaillerons pas la technique du lambeau de soléaire, décrite par ailleurs dans cet ouvrage ^[3]. Il est à noter que le lambeau de soléaire est une intervention nettement moins simple que le lambeau de jumeau interne. En effet, si on trouve facilement le sillon intersoléaire marqué par un pédicule veineux, la dissection de la face antérieure, profonde, du soléaire est souvent difficile : elle se fait au contact de l'artère tibiale postérieure et nécessite une grande minutie afin de conserver au maximum les pédicules nourriciers du muscle, le clivage avec le fléchisseur commun des orteils étant difficile. Par ailleurs, le soléaire permet, certes, d'atteindre des zones inaccessibles au jumeau interne, mais ne permet pas de descendre jusqu'au tiers inférieur de jambe (fig 23). Enfin, la fiabilité du lambeau de soléaire à pédicule inférieur n'est pas aussi grande que celle du lambeau de jumeau interne en raison de variabilités de vascularisation possibles.

Le lambeau de pédieux est pédiculé sur l'artère tibiale antérieure. Il permet d'atteindre le quart inférieur de jambe et la tibiotarsienne. Malheureusement, il entraîne le sacrifice de la tibiale antérieure qui est le plus souvent sans conséquence, certes ; et il n'est pas sans conséquence fonctionnelle sur les orteils.

Le muscle grand fessier (fig 24) : la vascularisation du grand fessier est assurée par deux pédicules principaux, l'un, centré sur l'artère ischiatique, l'autre, supérieur, venant de l'artère fessière. Le muscle grand fessier peut donc être pédiculé sur l'un ou l'autre de ses pédicules. En se servant du pédicule ischiatique, on peut couvrir facilement des ostéites trochantériennes. À l'inverse, le pédicule supérieur permet de couvrir des pertes de substance osseuse sacrée. Il est à noter que le prélèvement du muscle grand fessier n'est pas sans conséquence fonctionnelle, il doit donc être réservé aux malades paraplégiques qui présentent très souvent des ostéites, voire des arthrites de cette région ^[15].

Autres muscles utilisables. Nous ne ferons que les citer.

Le long fléchisseur propre du gros orteil est musculaire très bas. Sa vascularisation se fait par cinq ou six artéριοles venant de la péronière, ce qui rend dangereux de le lever de plus de 5 cm. C'est un lambeau de petite taille, de dissection délicate par ses rapports intimes avec l'artère péronière et ses adhérences au péroné ^[3].

L'extenseur propre du gros orteil, l'extenseur commun des orteils, le long péronier latéral et le court péronier latéral ont des arcs de rotation faible, et un faible volume qui les rendent peu aptes au comblement des cavités ostéitiques.

Lambeau musculaire hétérojambier (fig 25)

Le muscle jumeau interne peut être utilisé en hétérojambier. Il est prélevé sur la jambe controlatérale selon la technique décrite précédemment. La transposition hétérojambière nécessite plusieurs précautions. Le repérage de la position des deux membres inférieurs doit être soigneux. Grâce au très important arc de rotation du muscle jumeau interne, on peut le plus souvent éviter les positions jambes croisées, et ces lambeaux peuvent être faits jambes parallèles parfois, avec une légère flexion du genou du côté du membre receveur.

Le muscle jumeau interne est suturé dans la cavité osseuse à combler, il est de même solidement amarré aux berges des parties molles avoisinantes. C'est le fixateur externe qui maintient la position avec le moins grand inconfort pour le malade, et avec la plus grande sécurité. Il permet de surveiller parfaitement la vitalité du lambeau tout en faisant les pansements. On positionne des fiches sur les deux faces internes des tibias en faisant des prises très allongées sur chacune des diaphyses tibiales, trois fiches au moins étant nécessaires par diaphyse. La jonction entre les deux membres est assurée par les pièces de fixateur, quel qu'en soit le type. Il est à noter que les deux membres inférieurs vont être suspendus. Dès lors, il va y avoir une contrainte en glissement du porte-fiche par rapport à la fiche, contrainte tout à fait inhabituelle pour laquelle le fixateur n'est pas conçu. Il faut donc périodiquement resserrer et contrôler la jonction fiche-porte-fiche qui est très fortement sollicitée. À la troisième semaine, le pédicule du lambeau musculaire est sectionné. On pourra alors, réaliser la greffe de peau sur le moignon du muscle donneur. On a souvent intérêt à associer une greffe cutanée au niveau receveur. Cette technique est particulièrement lourde. Elle comporte un risque majeur de thrombose veineuse. Elle transforme une intervention à visée fonctionnelle en intervention à risque vital. Les anticoagulants doivent être prescrits de façon efficace, et même ainsi, ils ne mettent pas à l'abri des embolies pulmonaires. Le lambeau musculaire hétérojambier s'adresse donc peu aux cavités ostéitiques simples, mais beaucoup plus aux reconstructions des membres comportant des avulsions des parties molles.

Par ailleurs, le sevrage d'un lambeau de jumeau interne en *cross leg* risque de provoquer une nécrose partielle du muscle. En effet, le pédicule vasculaire est unique et puissant. Le relais vasculaire par la périphérie est souvent difficile. Il serait facilité par la prise d'une palette cutanée. Le lambeau *cross leg* de jumeau interne doit être le plus souvent possible un lambeau musculocutané, ce qui augmente la « rançon cicatricielle » de la zone donneuse. Cette technique reste donc une technique d'exception surtout dans le traitement de l'ostéite sur os consolidé.

Lambeau microanastomosé (fig 26)

Le muscle grand dorsal peut être prélevé avec son pédicule.

Ce pédicule volumineux se prête bien à une anastomose microchirurgicale au niveau de la zone receveuse. Le muscle très volumineux est positionné à l'endroit souhaité et son artère est suturée au microscope. Il convient impérativement de suturer aussi le pédicule veineux. On peut associer une suture nerveuse afin de maintenir la trophicité du muscle. Cette technique nécessite un entraînement microchirurgical qui doit la faire réserver à certains centres spécialisés. Elle est lourde par sa difficulté de réalisation et la fiabilité de la microanastomose n'est pas totale. Le taux d'échecs n'est donc pas nul. Sa fiabilité est grandement augmentée par un artifice technique : en prélevant l'artère du grand dorsal très près de l'artère axillaire, le pédicule nourricier est plus volumineux, l'anastomose pouvait être faite à la loupe. Là encore, on l'utilisera peu dans le comblement habituel des cavités ostéitiques. On réservera le muscle microanastomosé aux

pertes de substance de parties molles associées aux pertes de substance osseuse.

Haut de page

COMPLEMENT PAR DES MATÉRIAUX INERTES

Depuis très longtemps, le comblement des cavités ostéitiques par des matériaux inertes a été tenté. Toutes les tentatives se sont soldées par des échecs, le matériau de comblement faisant corps étranger. Ce n'est que lorsqu'on a trouvé des produits remplissant la cavité, d'une part, et diffusant des antibiotiques, d'autre part, que cette solution a pu être retenue.

Ciment acrylique

Principes

Sur le plan historique, c'est Buchholz qui, le premier a établi que le ciment acrylique pouvait servir de vecteur à un antibiotique : la gentamicine. Celle-ci, mélangée au ciment, est relarguée progressivement à la périphérie. Cette association ciment-gentamicine a donc le double intérêt de combler une cavité d'une part, et de produire une antibiothérapie locale d'autre part. L'évolution du relargage de l'antibiothérapie a été étudiée par Wahlig. Il a montré que les concentrations d'antibiotiques autour du ciment décroissaient de façon progressive, les taux étant très importants dans les premiers jours et diminuant progressivement jusqu'à la fin du premier mois. On obtient ainsi des concentrations locales d'antibiotiques nettement supérieures à ce que l'on obtiendrait par voie parentérale. Jenny a étudié les concentrations de gentamicine dans des foyers remplis de ciment acrylique imprégnés d'antibiotiques. Localement, il observe des taux dépassant 200 µg/L, alors que la concentration minimale inhibitrice (CMI) habituelle du germe sensible à la gentamicine est de 20 µg/L. Les taux décroissent rapidement, mais, pour Jenny [7], ils restent supérieurs à la CMI pendant des mois. Il est à noter que la concentration sérique de gentamicine reste toujours très faible, ne provoquant aucun risque de toxicité générale. Il semble que la diffusion de gentamicine puisse durer très longtemps puisqu'on retrouverait même des traces de gentamicine dans les urines jusqu'au troisième mois. À l'heure actuelle, seul le Palacos-Gentamincine® est commercialisé.

Il se présente sous deux formes, soit comme du ciment à os habituel, non polymérisé (la gentamicine étant incluse dans la poudre), soit sous forme de billes présentées en chapelet de 20, chaque bille faisant 1 cm de diamètre (« gentabilles »). Nous verrons plus loin l'utilisation du ciment aux antibiotiques, nous ne détaillerons que l'utilisation des billes.

Technique (fig 8)

Après excision du foyer, on comble la cavité à l'aide d'un chapelet. On peut être amené à utiliser deux, voire trois chapelets, les billes devant assurer le remplissage de la cavité. On peut les laisser en place à demeure, définitivement. Ce doit être le cas lorsque l'on pense avoir fait une excision suffisante, les chances de guérison définitive étant possibles. Mais, en fait, le plus souvent, les billes enfouies sont utilisées lorsque l'on a l'intention de réintervenir secondairement. On leur fait jouer le rôle d'un désinfectant temporaire d'une cavité en attendant le traitement définitif secondaire : greffe ou matériel

d'antibiotiques relarguée étant plus faible, les billes forment alors des corps étrangers et deviennent néfastes. Afin de pouvoir les enlever sans intervention chirurgicale, on les fait sortir de la peau. Il faut éviter de les faire sortir par la cicatrice, car elles nuiraient à la cicatrisation, pouvant être facteur de fistules secondaires. Une contre-incision déclive est pratiquée, le chapelet est passé à travers les parties molles. Le trajet doit être strictement rectiligne, la moindre couture risquant d'entraîner un blocage des billes dans la plaie. Elles doivent être mobilisées dès le troisième jour, puis chaque jour, on tire le chapelet de la longueur d'une bille. Pendant tout ce temps, le drainage doit être maintenu en place. En effet, la mobilisation des billes peut entraîner un saignement non négligeable. La totalité du chapelet est enlevée au 21^e jour. Le drainage est maintenu pendant les 24 heures qui suivent l'ablation du chapelet.

Indication

L'utilisation des chapelets de gentabilles nécessite plusieurs impératifs.

Une fermeture cutanée étanche. En effet, si on ne peut fermer, l'antibiotique ne sera pas relargué dans la plaie mais dans le pansement. Cette nécessité de fermeture cutanée fait à la fois la simplicité et les limites de cette technique. En effet, on réalise une fermeture étanche, c'est donc l'assèchement per priman qui est alors visé. L'utilisation des gentabilles ne peut donc répondre aux cas les plus difficiles où il existe une avulsion cutanée. Elles peuvent être associées à d'autres techniques (lambeau musculaire).

Les germes doivent être sensibles à la gentamicine. Cette condition sine qua non n'est pas toujours remplie. Certains auteurs ont pu soutenir que l'augmentation considérable de concentration locale modifie la notion de sensibilité du germe à l'antibiotique. Il semble que cette notion soit parfois vraie. C'est ainsi qu'il faut faire préciser par les bactériologistes quel est le type de non-sensibilité d'un germe à la gentamicine. Certains germes ne métabolisent absolument pas l'antibiotique et une augmentation des concentrations ne change rien au comportement du germe vis-à-vis de l'antibiotique. Dans ce cas, le bactériologiste doit préciser qu'il existe une prolifération du germe au contact de la pastille de gentamicine. Mais quand il existe un certain diamètre d'inhibition sur la boîte de Petri, on peut penser que l'utilisation des « gentabilles », en ayant des concentrations locales très importantes, peut avoir une certaine efficacité, alors que, classiquement, on parlerait de résistance du germe à la gentamicine.

L'utilisation des « gentabilles » ne saurait se concevoir qu'en complément d'une excision complète du foyer infectieux. Ce n'est qu'un traitement adjuvant (Jenny). Il ne vient qu'après l'ablation des corps étrangers, l'ablation des tissus dévitalisés. Dès lors, il devient difficile d'affirmer que c'est la présence des « gentabilles » qui a amené la guérison.

La technique des « gentabilles » est maintenant bien contrôlée. Elle a ses possibilités et ses limites. Elle est généralisée. Il n'en est pas de même des deux techniques suivantes qui n'ont pas dépassé le stade expérimental.

Plâtre de Paris [20]

Le remplissage de la cavité par du plâtre de Paris, imprégné d'antibiotiques, a été utilisé par certaines équipes à l'initiative de Bascoulegue. Le plâtre de Paris présente des avantages par rapport au ciment. Il est totalement inoffensif, il n'entraîne aucune réaction à un corps étranger au niveau de l'os. Il se résorbe en quelques semaines, laissant alors à l'os la possibilité de se régénérer. Il peut donc être utilisé même en cas de fracture, n'inhibant pas la formation du cal osseux. En outre, initialement, certains auteurs ont pu penser qu'il était capable d'avoir un rôle ostéogénique, ce qui n'a pas été vérifié par l'utilisation clinique. De nombreux antibiotiques peuvent être mélangés au plâtre. Il sont comme dans le ciment acrylique libérés lentement à des taux habituellement supérieurs aux concentrations minimales inhibitrices. Les courbes de relargage d'antibiotiques sont de trois types : pour les aminosides, il existe un pic rapide suivi d'une

brutalement passé un certain délai. De toute façon, la durée de relargage ne peut bien évidemment excéder la durée de vie du plâtre qui est d'environ 45 jours. Cette technique paraît intéressante par sa simplicité et son innocuité, les billes étant enfouies et ne nécessitant pas de réintervention. En fait, là encore, les résultats cliniques sont très difficiles à apprécier du fait de l'aspect multifactoriel de la guérison. Les premières publications sur le sujet semblent intéressantes [20].

Complexe fibrine-antibiotique (fig 27)

Braun utilise la fibrine dans laquelle il incorpore des antibiotiques. Sur le plan technique, il utilise trois composants :

- du fibrinogène humain à forte concentration (Tissu-coll®) ;
- une solution de thrombine à laquelle il mélange des ions calciques ;
- la solution aqueuse de gentamicine.

Le mélange de ces trois composants réalise une pâte de fibrine dont la consistance ressemble à celle d'un caillot sanguin. Cette technique présente plusieurs avantages : le produit final qui distribue ses antibiotiques est très physiologique, il présente une certaine plasticité pendant la période de polymérisation, lui permettant de s'adapter parfaitement à la forme de la cavité. Lors de sa résorption, il est remplacé progressivement par un tissu de granulation dont on verra plus loin l'intérêt. Le relargage d'antibiotiques est très élevé dans les premiers jours, mais il est peu élevé par la suite. Enfin, il présente l'intérêt d'être une solution injectable. Braun a pu ainsi en injecter dans des fistules peu évolutives pour en obtenir le tarissement temporaire, à défaut de guérison. Cette technique paraît très séduisante, mais elle n'est pas encore généralisée sur le plan clinique.

Autres matériaux

Les compresses résorbables imprégnées de gentamicine semblent une voie de recherche intéressante car la gentamicine utilisée est une forme « retard » d'action prolongée. Le gel de Taurolidine préconisé par Lob n'est pas commercialisé en France et ne le sera vraisemblablement jamais en raison de sa toxicité locale (nécrose des parties molles). En fait, le problème des matériaux larguant des antibiotiques est celui de l'antibiothérapie locale. Peut-il y avoir une efficacité à apposer un antibiotique à de l'os ? Y a-t-il pénétration dans l'os ou simplement effet de contact. Il est indiscutable que les taux locaux d'antibiotiques sont très élevés. La pénétration dans les parties molles est donc sûrement importante. Est-elle aussi importante dans l'os ? La consistance mécanique de l'os cortical rend illusoire la pénétration directe dans l'os. À supposer que cela puisse se faire, il faut vraisemblablement un temps de contact prolongé entre l'os et l'antibiotique, ce qui condamne toutes les méthodes utilisant des matériaux résorbables trop rapidement. En revanche, des matériaux non résorbables ou résorbables trop lentement, risquent de produire un effet « corps étranger ». À l'heure actuelle, le concept d'antibiothérapie locale est très discuté dans le traitement de l'infection osseuse. Il semble pouvoir avoir un rôle important dans la décontamination des parties molles et c'est dans ce cadre qu'il a son plus vif intérêt. Mais penser stériliser en profondeur de façon durable, un os infecté par des antibiotiques locaux semble relever de l'utopie. Utilisées comme adjuvant lors d'une réintervention précoce pour infection, les « gentabilles » ont fait leur preuve. Leur demander plus est un leurre.

Haut de page

L'opérateur a deux possibilités, soit refermer, soit laisser ouvert. En présence d'infection, la fermeture cutanée doit être menée de façon différente de la fermeture faite dans la chirurgie orthopédique classique. En effet, dans cette atmosphère infectieuse, il faut avoir la hantise du décollement dans lequel se mettrait un hématome rapidement surinfecté. Il faut donc faire appel à des fermetures très larges, prenant à distance des parties molles, bien vivantes. Si la fermeture d'une incision vierge ne pose pas de problème, lorsqu'un long passé fistuleux a modifié les parties molles, ou lorsqu'il a été nécessaire d'exciser une fistule, la fermeture cutanée peut être particulièrement laborieuse. On pourrait être tenté de faire des gestes de plastie cutanée qui permettraient d'amener de la peau saine en regard de l'incision. Ces gestes cutanés purs sont le plus souvent à proscrire, en raison de la médiocre qualité du recouvrement cutané et des décollements cutanés non négligeables qu'ils font faire. Nous leur préférons deux techniques inspirées du même principe.

Recréer les plans (fig 28)

Cette technique s'adresse aux plaies dont les berges cutanées adhèrent à l'os. C'est le cas, le plus souvent, au tibia. Au bistouri, l'opérateur décolle de 1 cm environ les berges de la peau de façon à pouvoir obtenir du mou et refermer en direct.

Sculpture des parties molles ^[9] (fig 29)

Cette technique s'adresse aux vastes avulsions cutanées et aux rétractions musculaires périfocales. À la rugine ou au ciseau frappé, en prenant un plan intramusculaire, on décolle les parties molles en bloc, sans chercher à disséquer la peau. On gagne ainsi une quantité très importante de parties molles susceptibles de venir recouvrir la zone d'excision ostéitique. Ce geste est facilement réalisable au fémur, il ne pose pas non plus de grosses difficultés au tibia où il faut savoir décoller en arrière et en dedans, en restant superficiel par rapport au paquet tibial postérieur ; en avant et en dehors, on peut, sans arrière-pensée, aller dans les muscles péroniers, l'artère tibiale antérieure étant le plus souvent très à distance. La suture cutanée doit viser à appliquer la berge cutanée sur l'os sous-jacent. Le point à utiliser sera volontiers « loin-près-près-loin » (fig 30). Cette suture permet de reporter à distance les tractions tout en envaginant la berge suturée en direction de la profondeur.

Lambeaux cutanés ou fasciocutanés

Ils peuvent être utilisés dans la fermeture de l'ostéite sur os solide. Nous détaillerons plus loin les principales techniques utilisables par le chirurgien orthopédiste. Notons que, s'ils sont facilement réalisables à la cuisse ou au membre supérieur, ils sont délicats à la jambe.

Drainage

Le drainage est le temps fondamental de la chirurgie septique osseuse avec fermeture cutanée.

Drainage aspiratif

Il doit être capable d'assumer l'évacuation de liquide épais, voire même purulent ; le diamètre des drains doit être beaucoup plus volumineux que pour la chirurgie

contact de l'os qui ne drainera que l'os, et un drain dans les parties molles qui ne drainera que le décollement des parties molles. Le point de sortie des drains doit être réfléchi. Il doit être dans le prolongement de l'incision, permettant l'excision en bloc de son trajet lors d'une éventuelle récurrence infectieuse. Le drain des parties molles pourra avoir une sortie classique, il sera relié à l'aspiration par drainage de Redon®. Le drain intraosseux doit, lui, impérativement sortir en position déclive afin qu'une éventuelle récurrence infectieuse soit spontanément drainée par un trajet fistuleux organisé. Il faudra inscrire sur chacun des drains, leur origine, leur direction et, au besoin, un schéma du drainage sera affiché sur la pancarte du malade.

La durée du drainage est différente de la chirurgie conventionnelle. Si les drains de petit diamètre mis dans des décollements cutanés peuvent être enlevés assez rapidement (troisième ou quatrième jour), il faut attendre l'assèchement complet pour enlever des drains volumineux ou positionnés à l'intérieur de l'os. Ces drains fondamentaux ne seront enlevés qu'après 3 jours d'assèchement consécutif. Pour les prélèvements sur drains : au cours du maintien de ces drains intraosseux, on enverra à l'étude bactériologique le contenu des flacons afin d'analyser les germes restants en cause, ce qui pourrait amener à modifier éventuellement le traitement antibiotique.

La fixation des drains est un point fondamental. En effet, ces drains volumineux vont rester en place longtemps et leur point de sortie cutanée sera irrité par les mouvements à ce niveau. Il faut donc effectuer une double fixation afin qu'une mobilisation de la partie distale du tuyau ne se répercute pas par une mobilité de celui-ci au niveau de sa sortie cutanée (fig 31).

Drainage non aspiratif (fig 32)

Lorsqu'il est impossible d'assurer l'étanchéité de la cavité, on peut être amené à pratiquer un drainage non aspiratif. Celui-ci doit répondre à plusieurs impératifs. Le trajet doit être direct, sans cicatrice. Le point de sortie du drain doit être déclive. Cette situation déclive ne sera pas la même chez un malade alité ou chez un malade debout. Le matériel de drainage est multiple. Il a deux fonctions : assurer l'évacuation mécanique des sérosités, former un trajet qui, ses parois étant saines et la production profonde diminuant, se tarira spontanément.

Les drains de différents calibres peuvent être utilisés. Ils ont l'avantage de créer des véritables canaux de drainage. On utilise volontiers des drains de diamètre 25 ou 30. Les drains en silicone (Silastic®) sont mieux tolérés, moins irritants. Ils doivent être enlevés à partir du 10^e jour, le trajet étant formé à ce moment.

Les lames : la lame ondulée de caoutchouc doit être de bonne largeur. Elle est passée en va-et-vient jusqu'à venir au contact du foyer. Elle a comme avantage de représenter un drainage souple, peu irritant, donc peu dangereux pour la périphérie. Là encore, il faut réfléchir à la double fonction de la lame chaque fois qu'on en met une : drainage mécanique d'une part, et constitution d'un trajet d'autre part. Le drainage mécanique est très correctement assuré par la lame, sa fonction de création d'un trajet est moins satisfaisante car la lame souple ne permet l'écartement des berges que de façon temporaire. La lame a l'avantage lors des drainages de courte durée de permettre une fermeture rapide à son ablation. Des lames plus rigides en silicone (Silastic®) assurent mieux la pérennité du trajet évacuateur.

Les mèches sont des moyens de drainage peu efficaces. La mèche iodoformée est tassée à force dans le trajet. Elle assure correctement le trajet drainant, elle assure moins bien l'évacuation mécanique en faisant souvent bouchon. Les mèches sont volontiers utilisées après l'ablation du drainage par un drain ou lame afin d'éviter la fermeture trop rapide du trajet de drainage alors que la production liquidienne est en train de se tarir.

Drains, mèches ou lames ont en commun le redoutable danger de mettre en contact la cavité osseuse avec l'extérieur et donc de risquer de contaminer un foyer osseux. Si ceci est tolérable lorsqu'il s'agit d'un foyer ostéitique sur os continu, cela est formellement contre-indiqué lorsque l'on a réalisé une éradication complète de l'infection. C'est ainsi qu'une reprise infectieuse de prothèse ou un nettoyage d'une ostéosynthèse ne doivent jamais être traités autrement que par un drainage aspiratif.

Irrigation-lavage (fig 33)

Le principe de l'irrigation-lavage est d'entretenir un flux continu liquidien à l'intérieur d'une cavité, ce qui permet le nettoyage de cette cavité en permanence, sans pour autant nuire au bourgeonnement et à la cicatrisation.

Technique

L'arrivée liquidienne est effectuée par un tuyau de bon calibre (10 mm environ) et la récupération du produit de lavage doit être faite par un tuyau de diamètre équivalent branché sur l'aspiration murale. Classiquement, au niveau de la cavité, les deux tuyaux, multiperforés tous les deux, doivent être accolés en canon de fusil. En fait, Evrard a montré les risques de cette technique, la récupération du liquide introduit est souvent irrégulière et, si le système d'aspiration diminue d'efficacité, le foyer risque d'être inondé par le produit d'irrigation. Il conseille donc l'utilisation d'un drain unique multiperforé, la totalité des trous devant être à l'intérieur de la cavité osseuse. Il montre par des injections de produit opaque que le liquide s'extravase au niveau de la partie proximale du drain pour être récupéré dans la partie distale. Il existe un halo en fuseau autour d'un drain multiperforé, ce halo remplissant parfaitement la cavité. L'évolution dans le temps montre une régression du volume de la cavité, les prélèvements bactériologiques du liquide d'aspiration permettent de suivre la stérilisation du foyer. En règle l'irrigation n'a pas une importance fondamentale car il semble en fait que ce soit plus l'effet mécanique du lavage qui soit efficace que l'antibiotique ou l'antiseptique local apporté. La perfusion de Dakin® dilué est très utilisée, la perfusion d'antibiotique aussi. Il faut déconseiller l'usage de la Bétadine®, car ce produit fait un dépôt qui encrasse et finit par obstruer la tuyauterie. La quantité de liquide à passer dans les 24 heures est variable. Il faut maintenir un flux continu sous peine de voir se boucher les drains. Habituellement, 4 à 5 L/24 h sont utilisés. On fait un bilan écrit des entrées et des sorties afin de contrôler l'éventuelle fuite dans le système d'aspiration. En pratique, nous associons à cette irrigation-lavage un drainage aspiratif de Redon® de diamètre habituel pour « prendre le relais ».

Indication

L'irrigation-lavage est un excellent moyen de nettoyage des cavités osseuses, mais il nécessite une fermeture cutanée parfaite et il présente le risque de recréer des plans de décollement en cas d'inefficacité temporaire de l'aspiration. Nous réservons donc l'irrigation-lavage aux cavités inextensibles ou en tout cas ineffaçables. Un canal médullaire sera volontiers traité par irrigation-lavage ainsi qu'une articulation (genou, par exemple). En fait, il nous paraît dangereux de laisser en place une irrigation-lavage au-delà du huitième jour en raison du risque de changement de germe. En effet, il est difficile de maintenir en parfaite asepsie une irrigation-lavage au-delà de ce délai ; le risque de contamination par les manipulations est grand, et nous conseillons de l'enlever au-delà de 1 semaine. On peut s'aider des prélèvements bactériologiques faits sur le liquide d'aspiration, l'irrigation étant enlevée dès que les prélèvements sont négatifs.

Haut de page

NON-FERMETURE CUTANÉE

Dans certains cas, la fermeture cutanée n'est pas pratiquée.

Infection trop grave

Certains foyers extrêmement purulents menacent l'état général du malade, ils ne doivent pas être refermés. On laisse alors délibérément ouvert sur des compresses imbibées de Dakin®. Le fait de laisser ouvert est une sécurité ; on peut, par des lavages quotidiens, assurer une stérilisation rapide du foyer. Mais il faut savoir que cette sécurité n'est pas absolue. En effet, il peut exister une rétention purulente profonde malgré une ouverture cutanée. L'ouverture cutanée doit être aménagée de telle sorte qu'elle assure un drainage naturel sous peine de rétention récidivante. Par ailleurs, lorsque les parties molles sont très volumineuses, il peut se former un cloisonnement au sein de celles-ci, enfermant du pus en profondeur alors qu'en superficie, on peut avoir une impression de bourgeonnement satisfaisant. Cette non-fermeture cutanée est le plus souvent pratiquée dans des zones particulièrement charnues : fesse, cuisse. Les pansements sont donc très douloureux et doivent être, de façon répétée, effectués sous anesthésie générale. Au prix de ces différentes servitudes, lorsque l'infection des parties molles est menaçante pour la vie du malade, laisser ouvert représente une sécurité vitale.

Il est toutefois important de savoir que l'os cortical ne supporte pas longtemps l'exposition à l'air, il se nécrose. Dès lors qu'on a opté pour le maintien d'une ouverture cutanée, on sera vraisemblablement contraint à faire une résection osseuse. Ces interventions laissées ouvertes sans fermeture cutanée sont très hémorragiques dès l'ablation du garrot ou de la bande d'Esmarch. Les bandages sont traversés, le pansement doit impérativement être légèrement compressif. Il ne sera refait qu'au bloc opératoire ; en cas de saignement, il faut éviter de l'ouvrir au lit du malade ; on se contente de remettre des bandes Velpeau par-dessus les premières, réalisant une compression. Certaines excisions trop hémorragiques pourront même être renfermées sur des champs imbibés de Dakin® formant tampon hémostatique (fig 34). Ces pansements sont très efficaces sur le saignement. Ils sont aussi très efficaces sur le plan infectieux. Ils imposent d'être refaits sous anesthésie générale tous les deux jours tant que l'état général et l'hémorragie locale l'imposent. Il est impossible de laisser ouvert sur du matériel prothétique, le bourgeonnement ne se faisant pas sur ces corps étrangers.

Ces contre-indications limitent donc considérablement l'utilisation de la chirurgie à ciel ouvert encore qu'il soit possible de laisser ouvert dans un premier temps, et de faire une fermeture secondaire lorsque l'état local et général le permet.

Saucérisation (fig 35)

La saucérisation est un procédé classique de traitement de l'ostéomyélite chronique hémotogène à la jambe. Le principe de cette intervention est de transformer une cavité rétentive de drainage difficile en une perte de substance évāsée et plate. Elle s'adresse le plus souvent à la face interne du tibia.

L'incision cutanée va franchement d'emblée jusqu'à l'os, circonscrivant la fistule. À la périphérie, elle décolle légèrement les berges cutanées. L'os est ruginé jusqu'à ce qu'il prenne un aspect sain. L'excision osseuse est menée en partant du centre du foyer infecté, enlevant la quasi-totalité des tissus osseux nécrosés ou infectés. Les berges de la zone à exciser sont aplanies de façon à rejoindre le fond en pente douce. L'intervention est terminée par un pansement gras fortement appliqué dans le fond de la cavité de saucérisation. Lorsque la saucérisation est très étendue, au tibia, on peut être amené à pratiquer une marsupialisation (fig 36 et 37). La trépanation est menée sur toute la hauteur de la cavité diaphysaire. Les berges cutanées sont légèrement décollées de part et d'autre de la trépanation, puis elles sont passées à l'aide de fils transosseux à l'intérieur de la cavité médullaire. La peau est donc appliquée à l'intérieur de l'os. Seul le fond de la cavité médullaire reste osseux et cruenté. Il est comblé par un pansement gras. La saucérisation est une technique très ancienne de traitement de l'ostéite chronique. Elle a, pour elle, le mérite de la simplicité, mais elle n'est pas dénuée d'inconvénients.

Les pansements sont souvent douloureux. Ils doivent être pratiqués tous les deux jours en nettoyant et en remettant un pansement gras. La cicatrisation est

très lente. Le bourgeonnement survient par les berges cutanées d'une part et d'autre part par le fond. Les berges cutanées envoient rapidement du bourgeon vers le centre, mais le fond osseux dur est recouvert très lentement. Il peut même se nécroser avant que le bourgeon ne survienne, nécessitant un complément d'excision. La taille et la forme de la saucérisation influent directement sur la rapidité de la cicatrisation. Une petite saucérisation de 3 cm de long sur 1 cm de large guérira rapidement. À l'inverse, une saucérisation plus vaste, mais surtout de réalisation arrondie et non elliptique, sera très longue à cicatriser (fig 38). Enfin, la saucérisation est souvent faite sur des membres inférieurs trophiques ayant subi de nombreuses interventions. On conçoit donc que, d'une part, il existe des difficultés de cicatrisation et que, d'autre part, il puisse exister après cicatrisation des zones cicatricielles fragiles. C'est ainsi qu'à l'heure actuelle, grâce aux procédés de couverture cutanée et grâce aux procédés nouveaux de comblement musculaire, les indications de la saucérisation doivent être exceptionnelles.

Haut de page

FRAGILISATION

Risque

La fragilisation doit être l'angoisse de tout chirurgien excisant de l'os infecté sur un foyer consolidé ou sur un os continu. En permanence, l'opérateur doit hésiter entre une satisfaction concernant l'assèchement et une inquiétude concernant la solidité de l'os restant. Pour la diaphyse fémorale, la résection du tiers de la circonférence représente un risque mécanique considérable. Cette importance de résection, en revanche, serait plus tolérable au tibia où les conditions mécaniques sont plus favorables. Par ailleurs, il faut savoir que la moindre désaxation entraîne un surcroît de contraintes. C'est ainsi que la fragilisation doit être appréciée non seulement en fonction de l'excision osseuse mais aussi en fonction de l'axe mécanique de l'os. Enfin, la qualité de l'os infecté n'est pas celle d'un os normal. Un os d'ostéomyélite chronique peut être très volumineux, il sera pourtant fragile par manque d'élasticité. Au demeurant l'opérateur aura le plus souvent intérêt à sous-estimer la solidité de l'os après excision, afin d'éviter de voir survenir la redoutable fracture sur os infecté. Deux précautions alors s'imposent : la fixation externe préventive, la greffe osseuse systématique.

Fixateur externe préventif

En cas de doute sur la fragilité, sur la solidité du segment osseux, nous préférons utiliser un fixateur externe préventif. Nous détaillerons plus loin l'utilisation des fixateurs externes en matière d'infection osseuse. En l'occurrence, l'os ayant une continuité osseuse, on demandera à l'ostéosynthèse externe d'être uniquement un complément biomécanique. On peut donc réaliser des montages particulièrement légers, donc peu agressifs sur le plan musculaire, un seul plan de fixation sera le plus souvent utilisé quel que soit le matériel dont on dispose (fig 39). Ce n'est qu'exceptionnellement que l'on pourra utiliser un appareillage plâtré. En effet, le plâtre est inutilisable au fémur, et au tibia, il rend souvent difficile la surveillance cutanée et les soins locaux.

Greffe osseuse systématique (fig 40)

Nous détaillerons dans le chapitre suivant les procédés de reconstruction osseuse d'un foyer septique non consolidé. Les mêmes règles sont valables lorsqu'il s'agit de renforcer un foyer fragilisé par l'excision.

Chirurgie à foyer fermé (fig 40 B) : dès la normalisation des signes biologiques, une greffe corticospongieuse apposée est réalisée par une voie d'abord vierge dans un environnement de parties molles saines : greffe postérieure au fémur, greffe intertibiopéronière à la jambe, par exemple.

Chirurgie à foyer ouvert (fig 40 A) : la greffe spongieuse à ciel ouvert peut rendre des services appréciables. Remplir la cavité osseuse par de l'os spongieux permet ainsi, d'une part, de la combler et, d'autre part, d'obtenir un renforcement mécanique à moyen terme. Au fémur, cette intervention est très satisfaisante et, dans notre expérience, elle a été constamment couronnée de succès, tant sur le plan mécanique que sur le plan infectieux. Au tibia, il n'en est pas de même. En effet, l'environnement de parties molles est très différent et le bourgeonnement a beaucoup de mal à survenir, la greffe de l'os spongieux à ciel ouvert ayant tendance à être enlevée par érosion mécanique au cours des pansements. La greffe spongieuse à ciel ouvert dans l'ostéite tibiale sur os continu est une intervention qui, dans notre expérience, nous a déçus. Nous aurions tendance, à l'heure actuelle, à lui préférer une couverture par lambeau cutanéomusculaire suivi d'un renforcement par une autre voie d'abord. Au membre supérieur, la greffe spongieuse à ciel ouvert sur ostéite chronique semble donner des résultats favorables.

Références

- [1] Alnot JY, Oberlin C. Les lambeaux pédiculés de recouvrement des pertes de substance cutanée au niveau des membres. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-traumatologie*, 44-070, 4 11 03, 18 p
- [2] Aro HT, Chao EY Biomechanics and biology of fracture repair under external fixation. *Hand Clin* 1993 ; 9 : 531-542
- [3] Burri C. Post traumatique Osteitis. Wien : Hans Huber, 1973
- [4] Casey R. Les lambeaux musculaires pédiculés à la jambe. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Chirurgie plastique*, 45-860, 1987 : 28 p
- [5] Casey R. Les lambeaux fasciocutanés pédiculés de la jambe. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Chirurgie plastique*, 45-850, 1996, 26 p
- [6] Evrard J, d'Aubigne Merle Traitement des pseudarthroses infectées de la diaphyse fémorale. *Rev Chir Orthop* 1978 ; 64 : 45-58
- [7] Gustilo RB, Anderson JT Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty five open fractures of long bones. *J Bone Joint Surg* 1976 ; 58A : 453-458
- [8] Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D The management of open fractures. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72A : 299-303
- [9] Huiskes R, Chao EY Guideline for external fixation frame rigidity and stresses. *J Orthop Res* 1986 ; 4 : 68-75
- [10] Jenny G, Kempf I, Jaeger JH, Bitar S, Gebauer G Coloration vitale au bleu de disulphine dans la cure chirurgicale de l'infection osseuse. *Rev Chir Orthop* 1977 ; 63 : 531-537
- [11] Jenny G, Kempf I, Jaeger JH, Konsbruck R Utilisation de billes de ciment acrylique à la gentamicine dans le traitement de l'infection osseuse. *Rev Chir Orthop* 1977 ; 63 : 491-500
- [12] Lortat-Jacob A. Infection osseuse post-traumatique. Paris : Masson, 1992 : 136 p
- [13] Lortat-Jacob A, Bornert D, Coignard S, Beauvils PH Infection post-opératoire des fractures de l'extrémité supérieure du fémur. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 179-187
- [14] Lortat-Jacob A, Faivre M, Benoit J, Ramadier JO, Laurian C, Cormier JM Les séquelles au pied du syndrome de Volkmann. *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 617-624
- [15] Lortat-Jacob A, Guiziou B, Ramadier JO Fractures infectées de jambe. Intérêt de la greffe spongieuse à ciel ouvert appuyée sur le péroné. *Rev Chir Orthop* 1985 ; 71 : 515-526
- [16] Lortat-Jacob A, Hardy PH Infection des fractures de jambe. Technique et intérêt de la greffe spongieuse à ciel ouvert appuyée sur le péroné. *Acta Orthop Belg* 1992 ; 58 (suppl 1) : 236-251
- [17] Lortat-Jacob A, Lelong P, Benoit J, Ramadier JO Les gestes complémentaires de l'opération de Papineau. *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 115-120
- [18] Lortat-Jacob A, Lelong P, Benoit J, Ramadier JO Stabilité expérimentale du fixateur de Hoffmann. Présentation d'un nouveau matériel. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 83-90
- [19] Lortat-Jacob A, Sutour JM, Beauvils PH, Jouanin TH Infection après enclouage centro-médullaire pour fracture diaphysaire du fémur et du tibia. *Rev Chir Orthop* 1986 ; 72 : 485-494
- [20] Marotte JH, Samuel P. Les fixateurs externes. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-traumatologie*, 44020, 4 9 06, 21 p
- [21] Masquelet AC, Augereau B, Apoil A, Nordin JY Traitement des fractures complexes de jambe par lambeaux musculaires de recouvrement pédiculés ou libres par apport osseux complémentaire. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 (suppl 2) : 117-121

- [22] Masquelet AC, Nordin JY, Pages G Recouvrement des pertes de substance sacrée et ischiatique par des lambeaux musculo-cutanés. *Presse Med* 1985 ; 14 : 277-279
- [23] Nast-Kolb D, Schweiberer L Treatment concept in infected bone and soft tissue defects. *Orthopade* 1994 ; 23 : 430-436
- [24] Papineau LJ L'excision-greffe avec fermeture retardée délibérée dans l'ostéomyélite chronique. *Nouv Presse Med* 1973 ; 2 : 2753-2756
- [25] Pilly E. Maladies Infectieuses. Montmorency : Editions 2M2, 1992 : 671 p
- [26] Reis ND, Zinman C, Besser MI, Shiffrin LZ, Rosen H A philosophy of limb salvage in war : use of the external fixation. *Mil Med* 1991 ; 156 : 505-520
- [27] Roy-Camille R, Reignier B, Saillant G, Berteaux D Technique et histoire naturelle de l'intervention de Papineau. Excision greffe de spongieux à l'air libre. *Rev Chir Orthop* 1976 ; 62 : 337-345
- [28] Roy-Camille R, Reignier B, Saillant G, Berteaux D Résultats de l'opération de Papineau. À propos de 48 cas. *Rev Chir Orthop* 1976 ; 62 : 347-362
- [29] Schandelmaier P, Krettek C, Rudolf J, Tschorne H Outcome of tibial shaft fractures with severe soft tissue injury treated by unreamed nailing versus external fixation. *J Trauma* 1995 ; 39 : 707-711
- [30] Varlet A, Dauchy PH Billes de plâtre de Paris aux antibiotiques dans le traitement de l'infection osseuse. Nouvelles associations plâtre-antibiotiques. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 239-244
- [31] Veng WN, Shih CH Management of infected tibial intra-medullary nailing using an organized treatment protocol. *J Formos Med Assoc* 1992 ; 91 : 879-885

© 1997 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

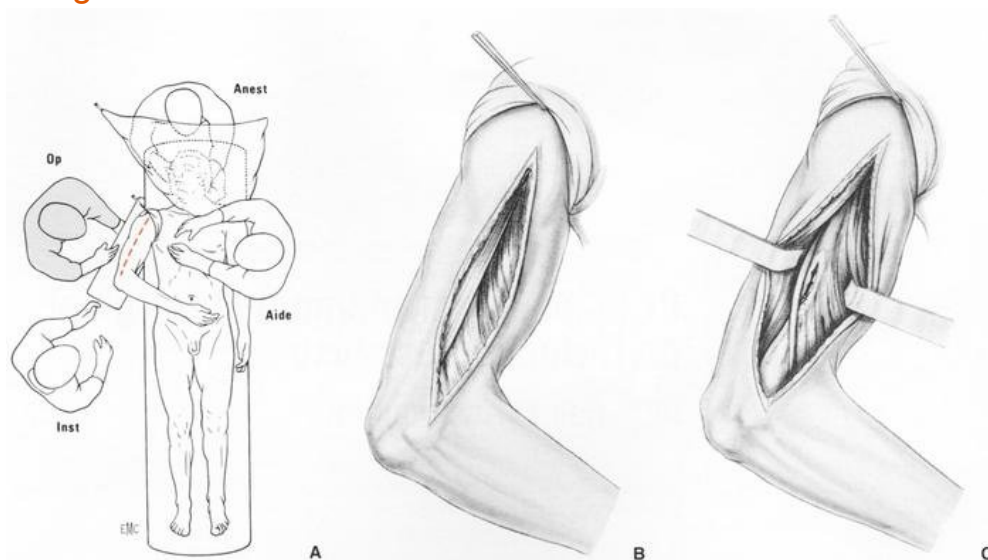


Fig 1 :

Voie d'abord antéroexterne pour l'humérus.

À noter la bande d'Esmarch stérile, une pointe carrée plantée dans le trochiter permettant d'opérer au tiers supérieur sous hémostase préventive. Toutefois la bande ne doit pas être trop serrée pour éviter les lésions nerveuses.

Repérage de l'interstice musculaire ; le nerf radial doit être vu : il devient externe, quatre travers de doigt au-dessus de l'interligne du coude.

Fig 2 :

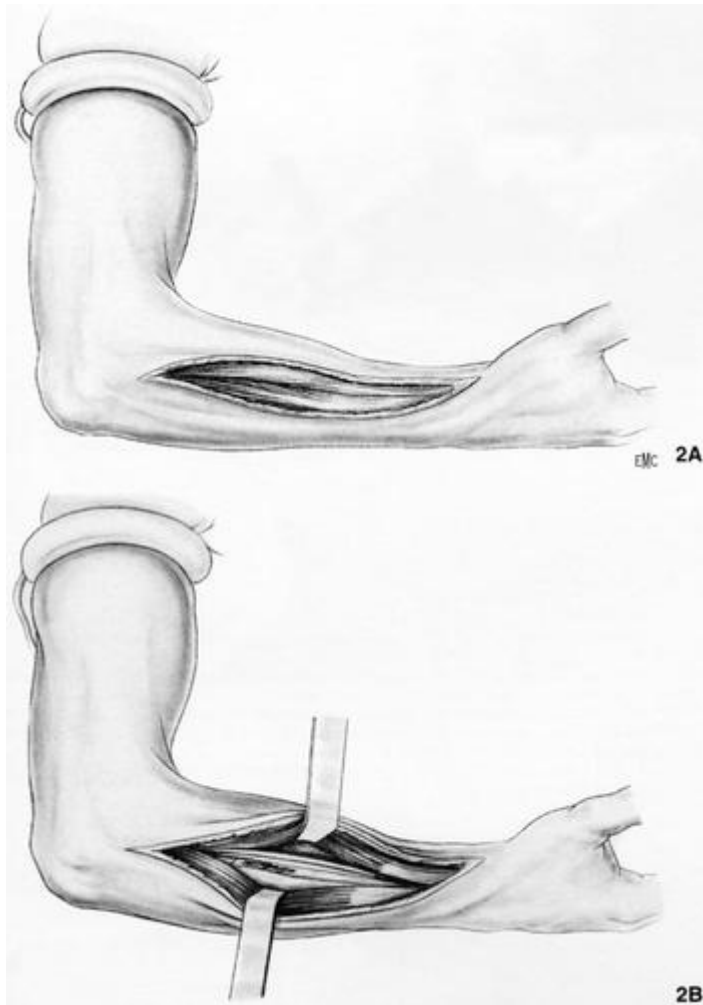


Fig 2 :

Voie d'abord externe de l'avant-bras passant entre le long supinateur et les radiaux.

Fig 3 :

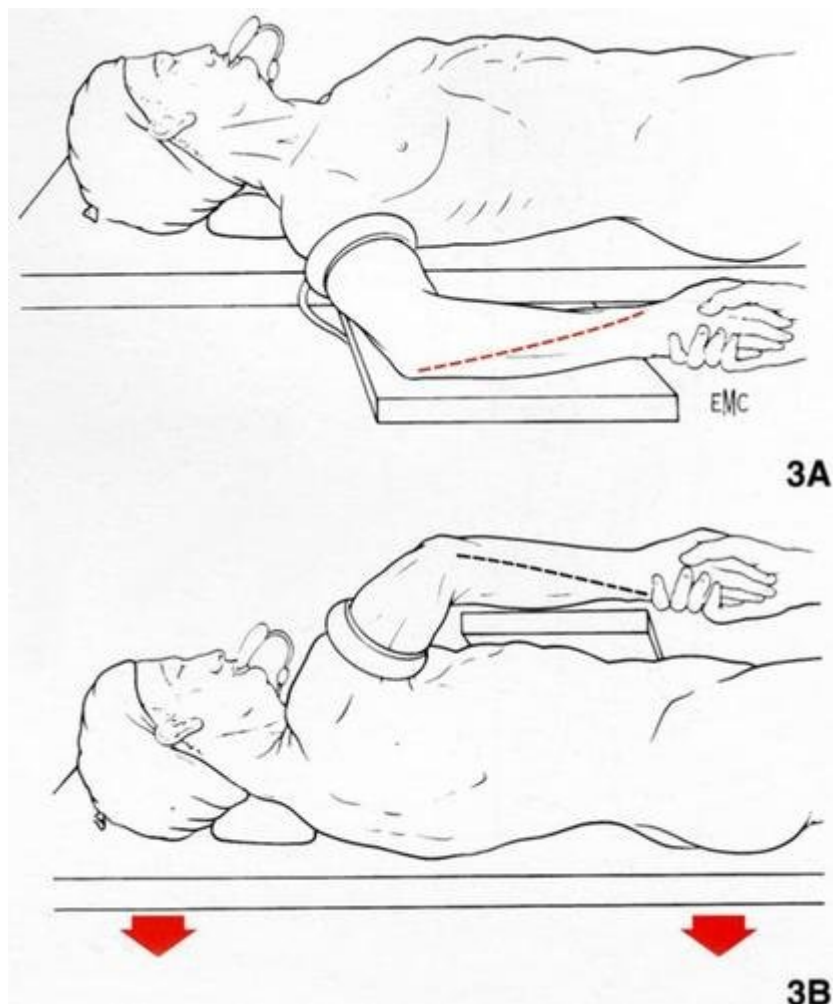


Fig 3 :

Une seule installation permet l'abord des deux os de l'avant-bras par deux voies distinctes.

A. La table étant en position haute, le membre supérieur est posé sur une tablette. On peut pratiquer la voie externe pour le radius.

B. La table est baissée au maximum. L'avant-bras reste posé sur une tablette en position haute et provoque une pronation automatique de l'avant-bras qui permet l'abord du cubitus.

Fig 4 :

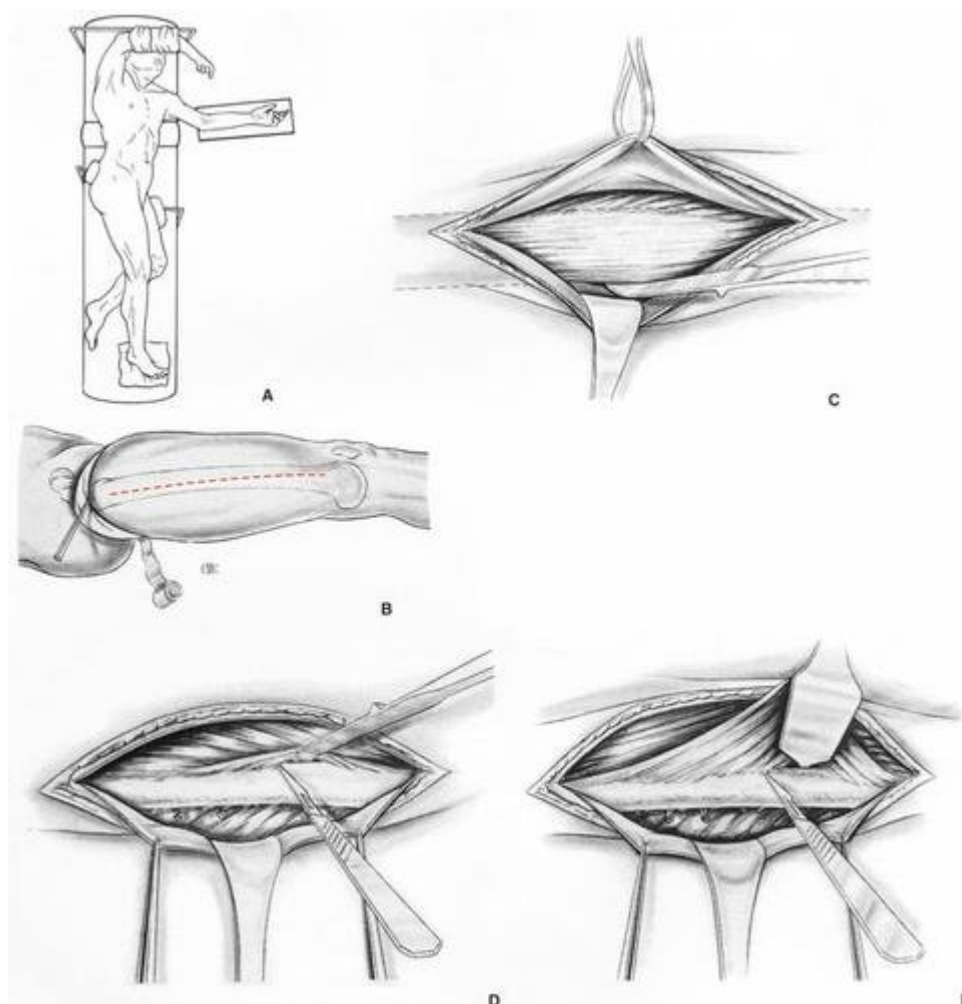


Fig 4 :

Voie d'abord externe pour le fémur.

A. Position sur la table.

B. Une pointe carrée volumineuse est plantée dans le trochanter, une bande d'Esmarch stérile est mise en place. On peut ainsi aborder jusqu'à la région trochantérienne sous hémostase préventive.

C. Les plans sous-cutanés étant franchis, on repère le plan externe et on glisse une rugine en arrière au niveau de la cloison intermusculaire.

D. Cette rugine va prendre contact avec l'os, et cravater la face externe du fémur, tendant les fibres musculaires qui sont désinsérées de l'os sur 1 ou 2 cm, pour permettre la mise en place d'un écarteur contre-coudé.

E. Cet écarteur contre-coudé présente la face externe du fémur et rend aisée la dissection des perforantes et leur hémostase.

Fig 5 :

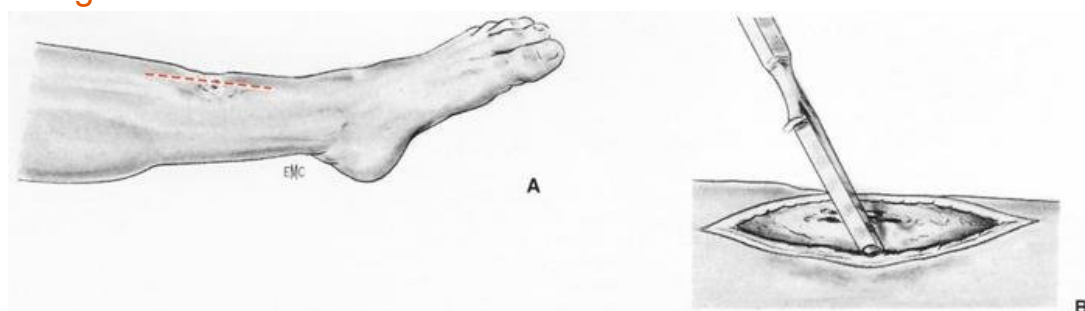


Fig 5 :

Voie d'abord interne pour une fistule de jambe, excisant la fistule.

Fig 6 :

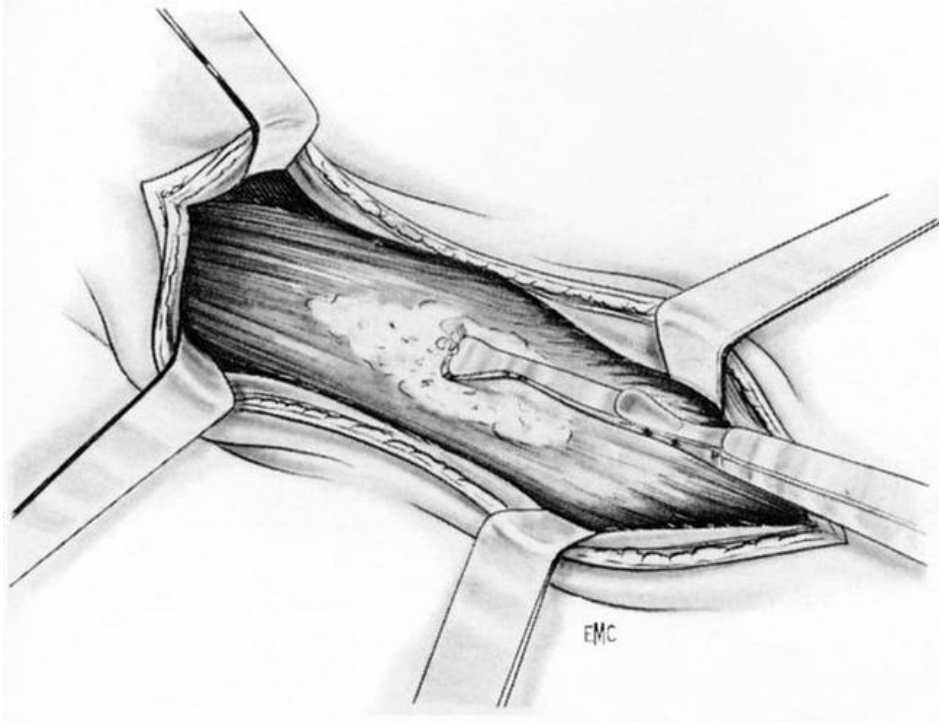


Fig 6 :

Le nettoyage des plans musculaires est effectué au mieux le plus souvent par un raclage à la rugine.

Fig 7 :

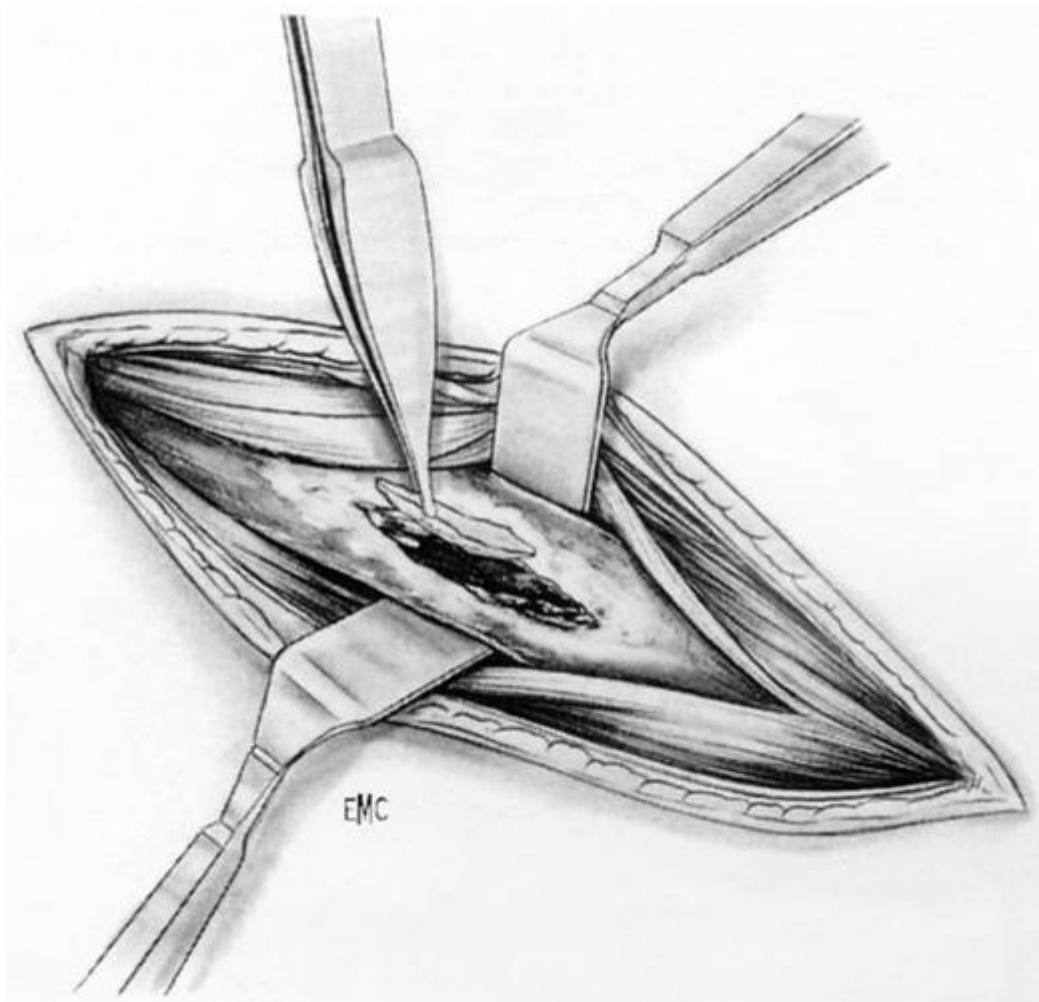


Fig 7 :

Ablation d'un séquestre libre.

Fig 8 :

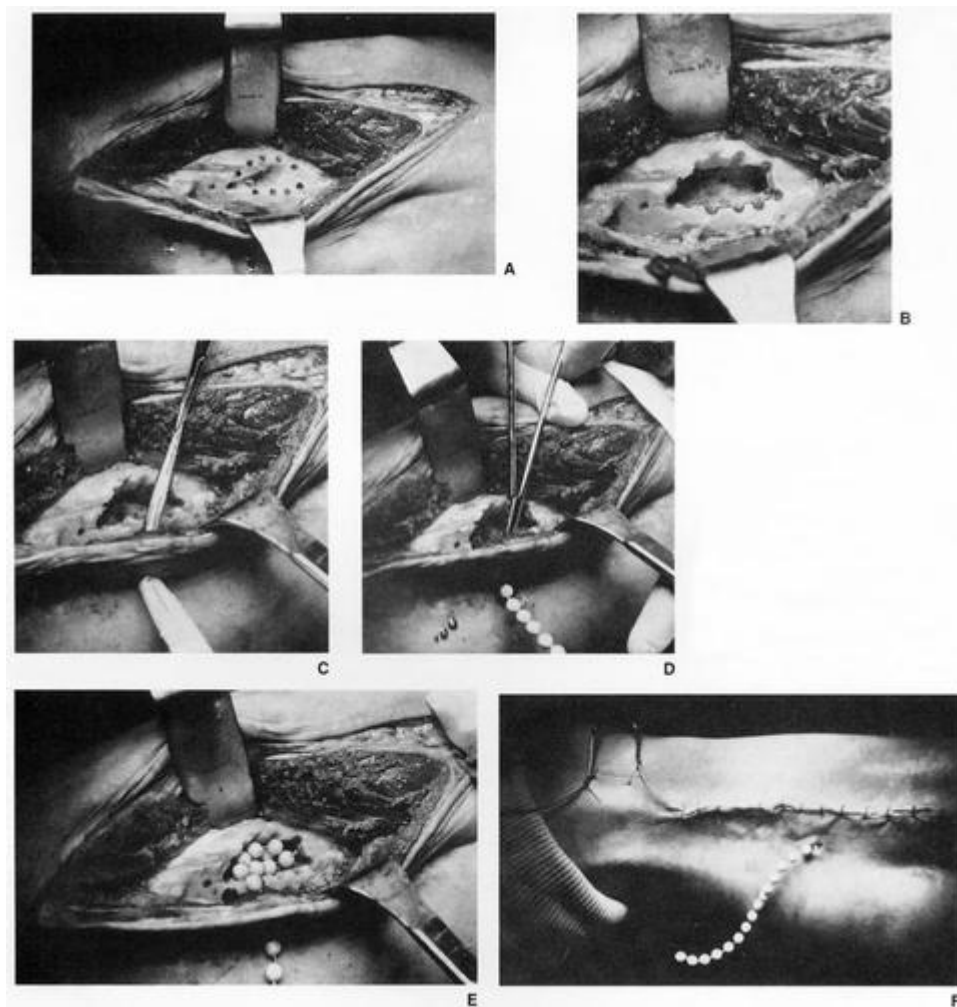


Fig 8 :

Trépanation d'un os ostéitique.

A. Les perforations sont faites à la mèche.

B. Ablation du « timbre-poste » préparé.

C. Nettoyage de la fistule à l'aide d'une compresse.

D. Un chapelet de « gentabilles » est passé par l'orifice fistuleux.

E. Il vient remplir correctement la cavité ostéitique.

F. Fermeture sur un drain de Redon®. Les billes dépassent de la peau, elles seront mobilisées dès le 2^e jour pour être enlevées au 12^e jour.

Fig 9 :

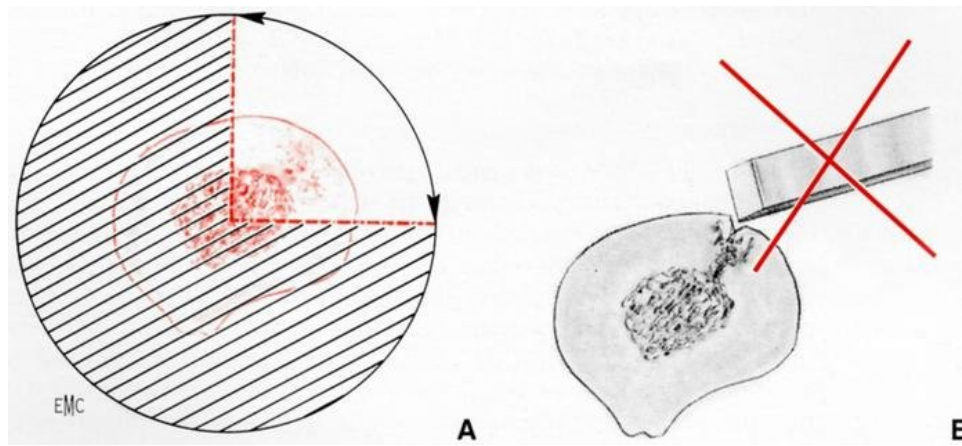


Fig 9 :

A. Il est dangereux, lors d'une résection osseuse, de dépasser le quart de la circonférence de la diaphyse.

B. L'usage du ciseau à frapper est prohibé, risquant de provoquer des éclats.

Fig 10 :

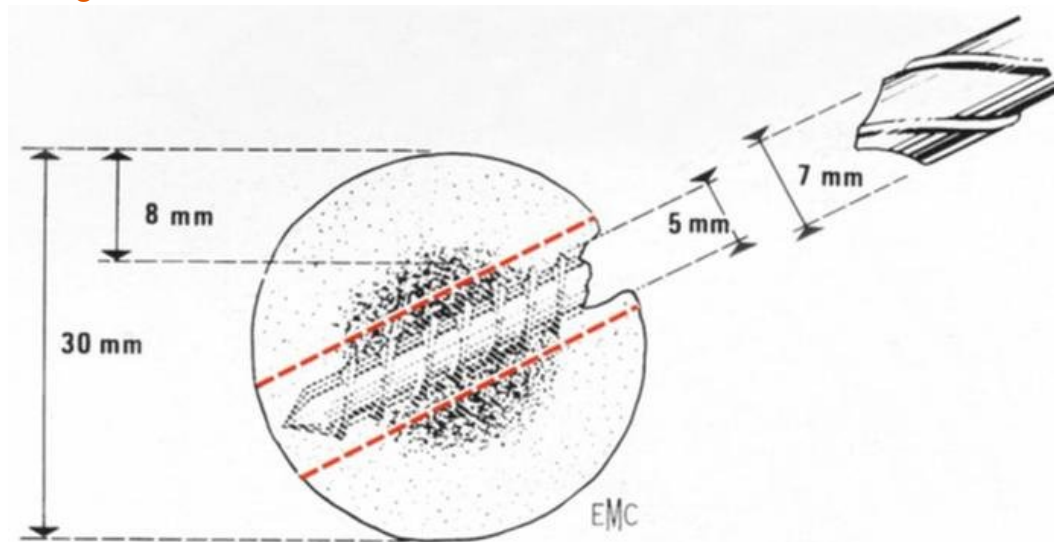


Fig 10 :

L'ablation d'une vis cassée nécessite l'usage de la tréphine et risque de réaliser une zone de fragilisation.

Il peut être préférable d'abandonner l'extrémité de la vis.

Fig 11 :

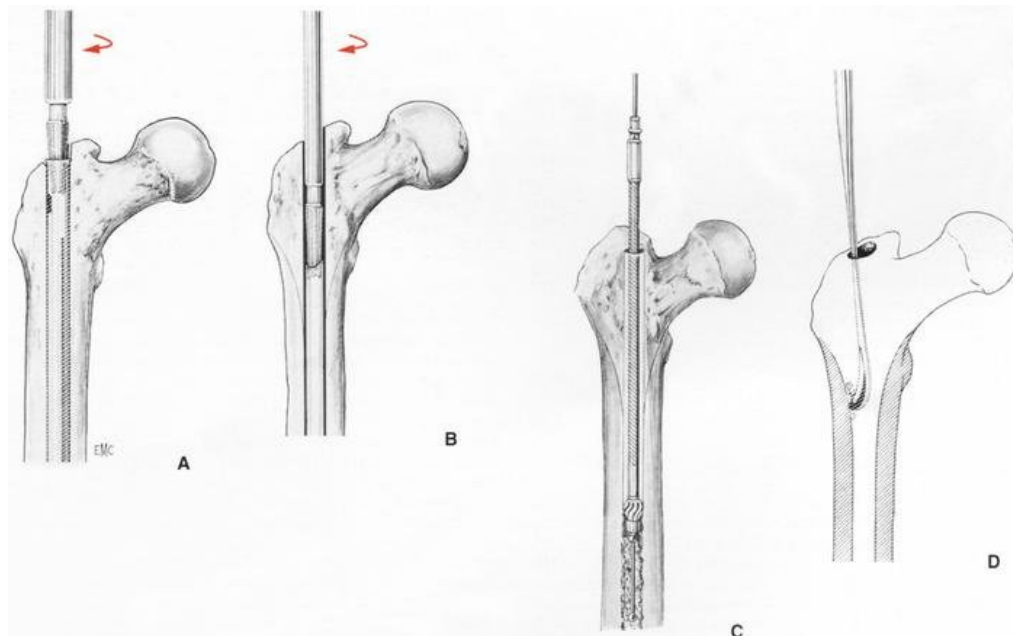


Fig 11 :

Ablation d'un clou de Müller infecté.

A. Lorsque celui-ci est intact, on utilise le cône d'extraction.

B. Lorsque le clou est cassé, on peut quand même tenter l'extraction avec le cône d'extraction le plus petit ; vissé à force, il peut créer son propre filetage et permettre l'ablation du clou jusqu'au tiers supérieur.

Sinon, il faudra faire une trépanation basse.

C. L'alésage du canal médullaire le nettoie généralement correctement dans la zone rétrécie du sablier.

D. À la partie haute, il faut avoir recours à la curette gynécologique.

Fig 12 :

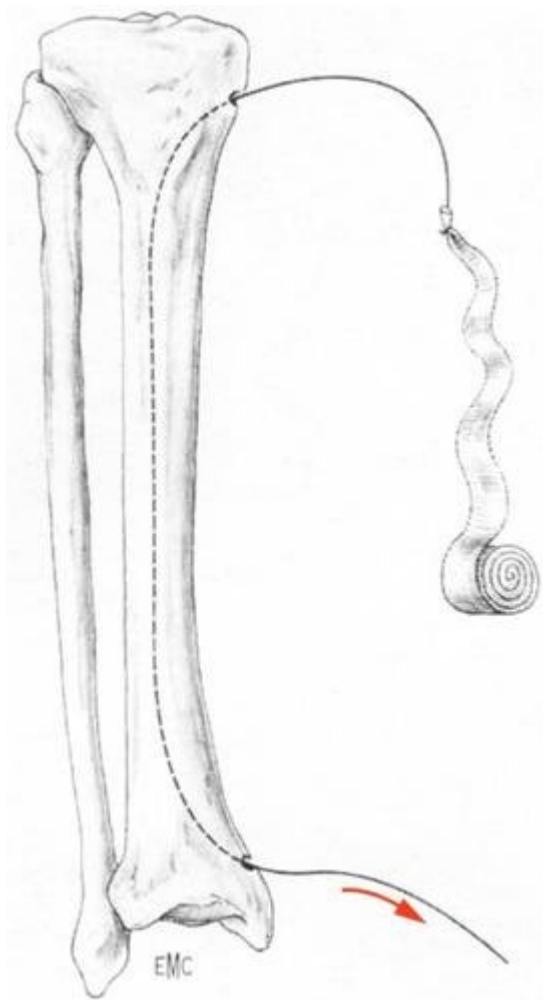


Fig 12 :

Le nettoyage du canal médullaire nécessite une trépanation supérieure et inférieure et le cathétérisme de la diaphyse par un fil qui sera remplacé par une gaze (mèche à prostate).

Fig 13 :

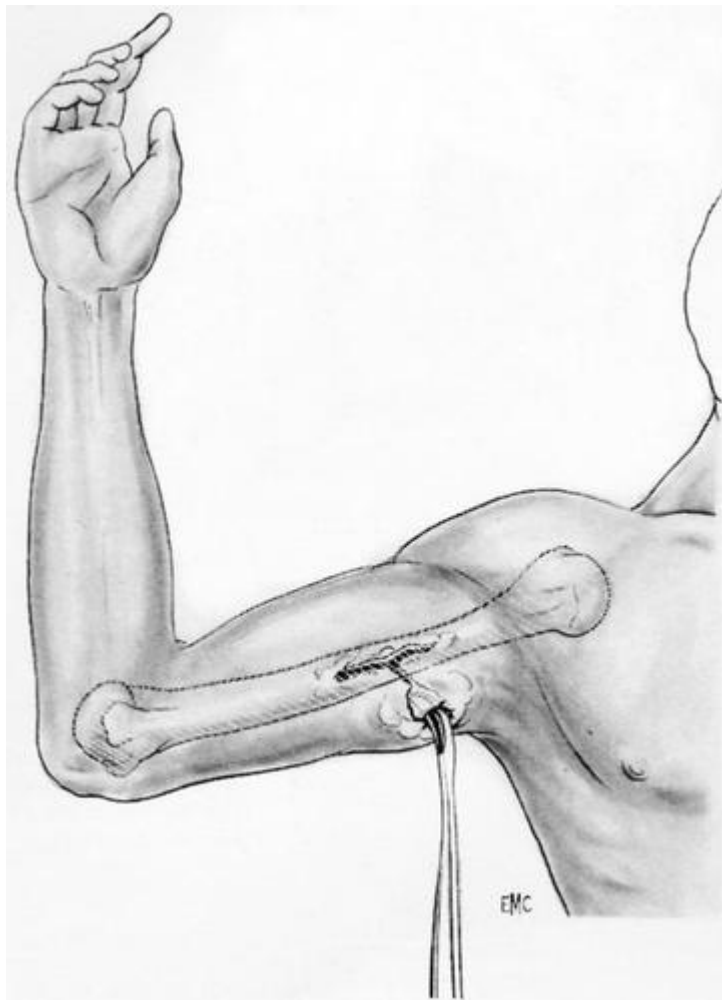


Fig 13 :

Le nettoyage du trajet fistuleux sera particulièrement prudent à proximité des éléments nobles. Il sera gratté à la curette. Si le foyer n'est plus productif, la fistule se tarira spontanément.

Fig 14 :

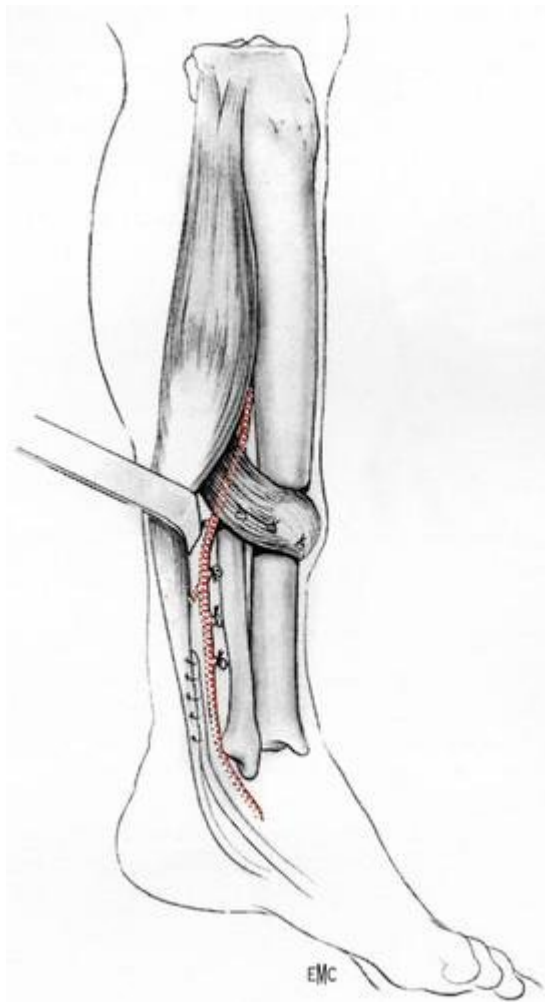


Fig 14 :

Lambeau de voisinage : le court péronier latéral ne peut être mobilisé que sur quelques centimètres pour couvrir les pertes de substance peu étendues du tiers moyen de jambe, et son prélèvement n'est pas sans conséquences fonctionnelles.

Fig 15 :

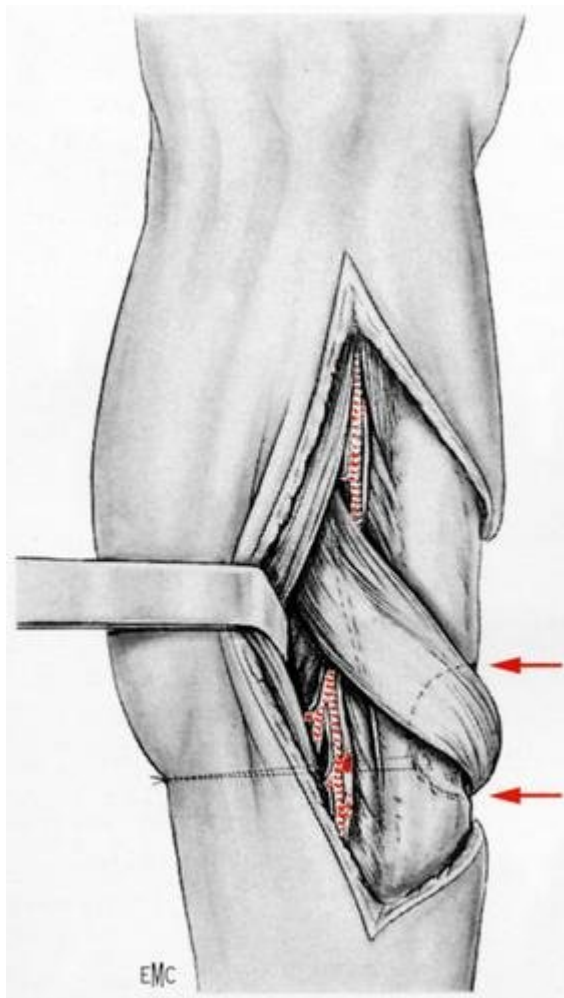


Fig 15 :

La cavité à combler doit être travaillée de telle sorte qu'elle se prête correctement au remplissage par le muscle.

Fig 16 :

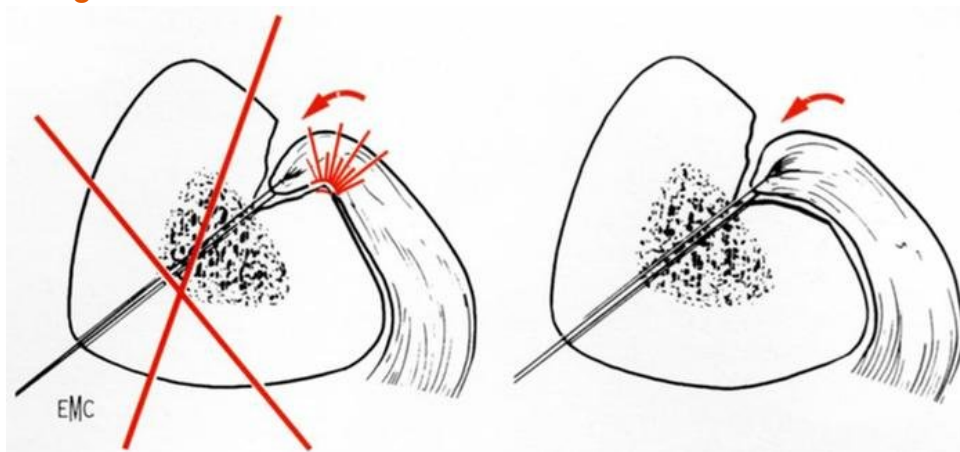


Fig 16 :

Il faut éviter que les berges de la cavité osseuse ne soient acérées, risquant de provoquer une ischémie locale du lambeau musculaire.

Fig 17 :

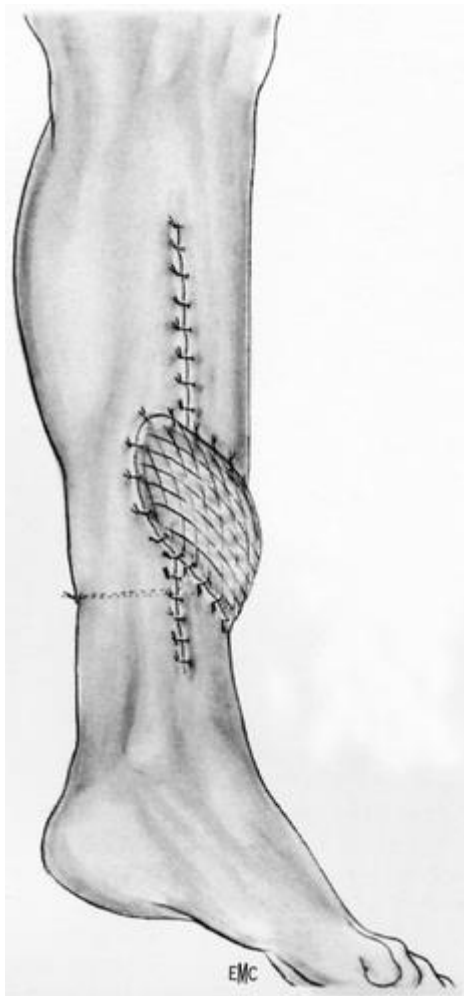


Fig 17 :

Les lambeaux musculaires purs sont recouverts secondairement par une greffe cutanée.

Fig 18 :

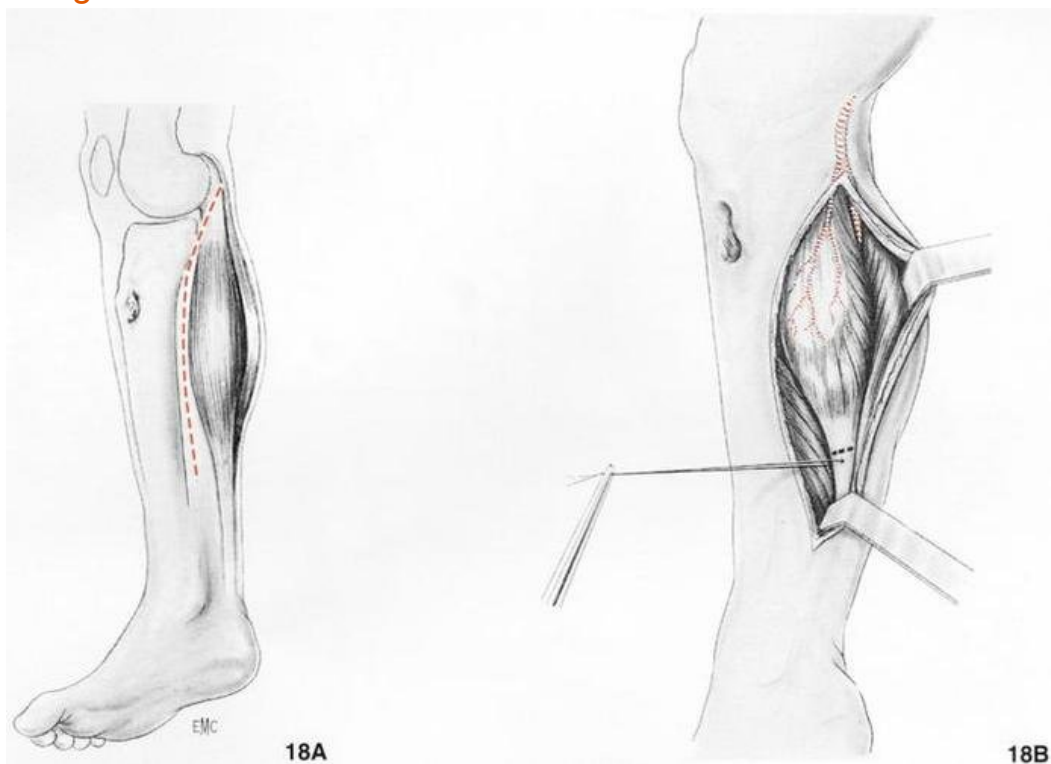


Fig 18 :

A, B. Lambeau de jumeau interne.

Fig 19 :

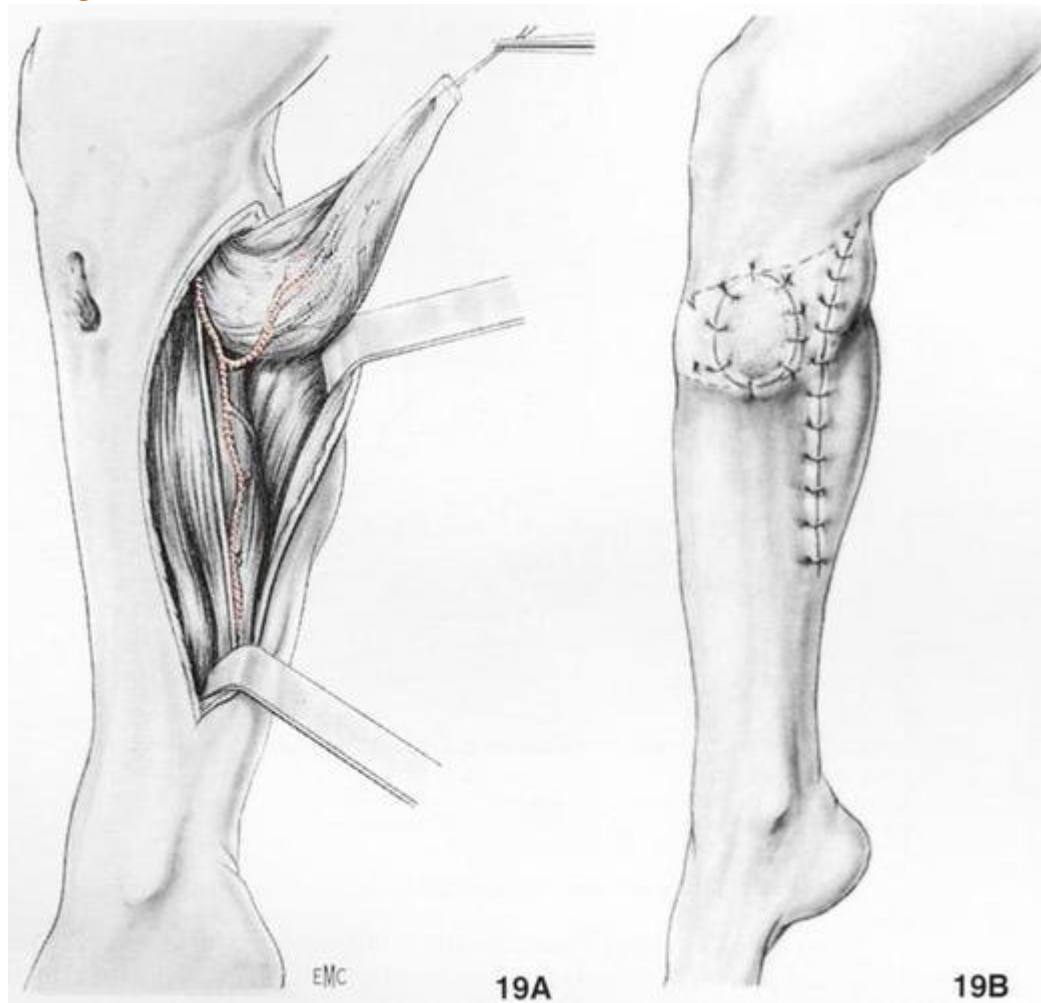


Fig 19 :

A, B. Lambeau de jumeau interne.

Fig 20 :

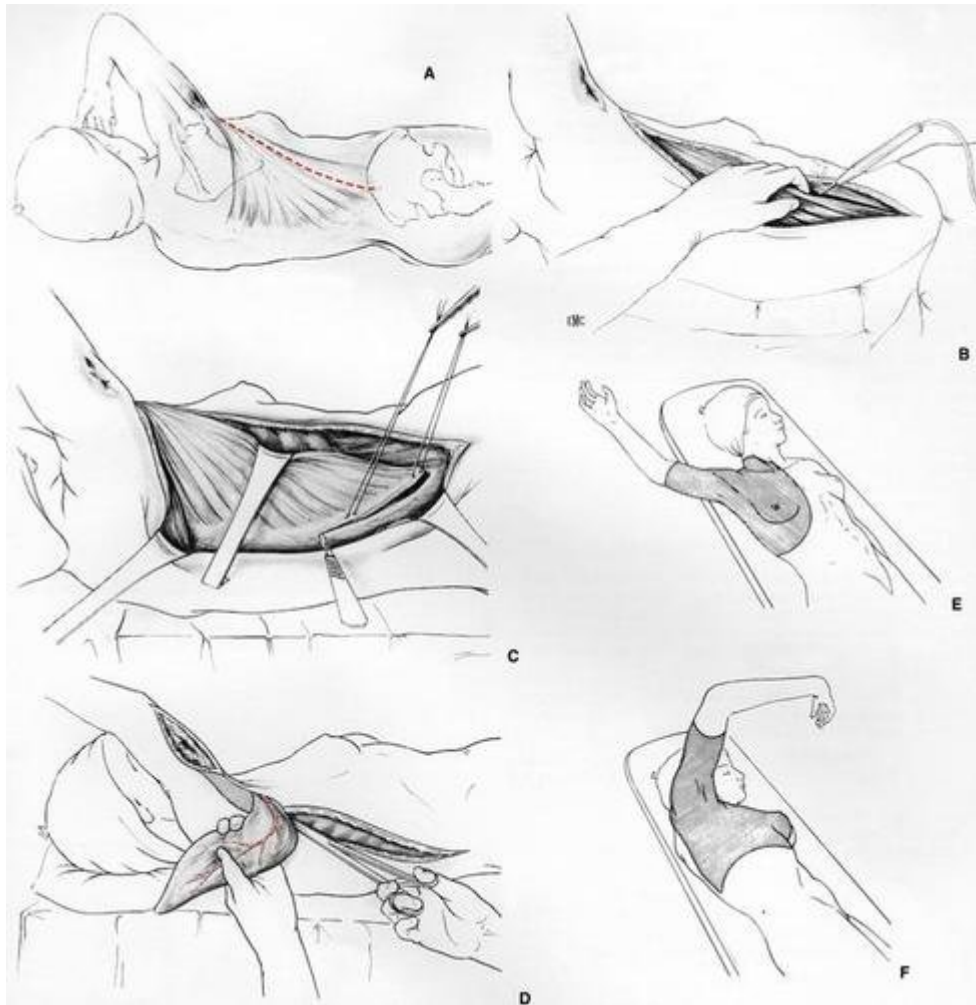


Fig 20 :

Lambeau du grand dorsal.

L'installation est faite en décubitus dorsal. L'opérateur commence par la dissection antérieure, trouve facilement l'interstice musculaire puis, en arrière, il le dissocie de l'aponévrose. On a intérêt à emporter 1 ou 2 cm d'aponévrose dans ce temps, pour permettre une manipulation aisée du lambeau.

La dissection est menée jusqu'à voir le pédicule artériel, à sa naissance de l'artère axillaire.

Zone accessible au lambeau de grand dorsal en e et f.

Fig 21 :

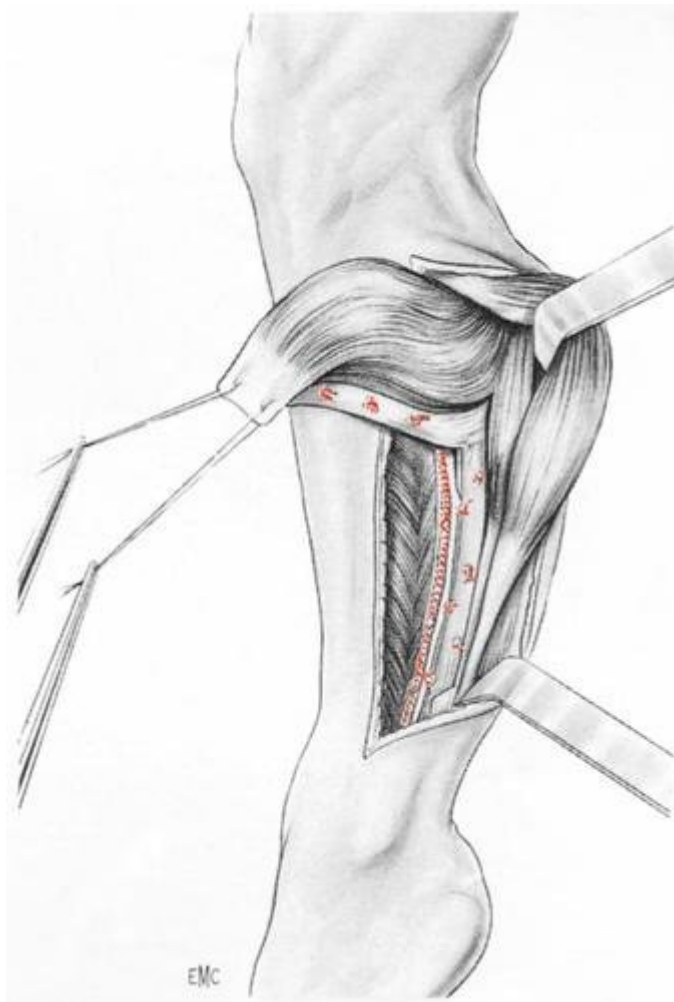


Fig 21 :

Lambeau de soléaire à pédicule supérieur.

On a sectionné au ras du paquet tibial postérieur, une des deux branches nourricières permettant la rotation du lambeau.

Fig 22 :

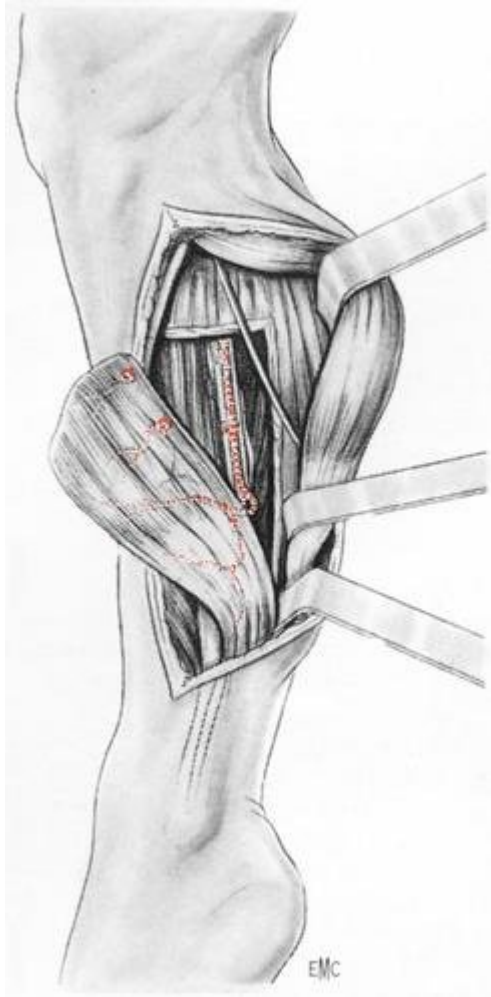


Fig 22 :

Le soléaire peut être pédiculé sur ses pédicules inférieurs après section de un ou deux pédicules supérieurs mais ce lambeau est d'une fiabilité moindre.

Fig 23 :

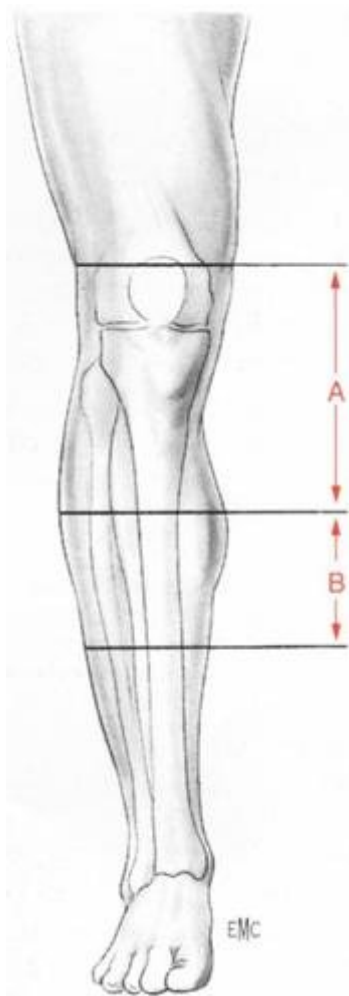


Fig 23 :

Zone A : accessible au lambeau de jumeau interne.

Zone B : accessible au lambeau de soléaire.

Fig 24 :

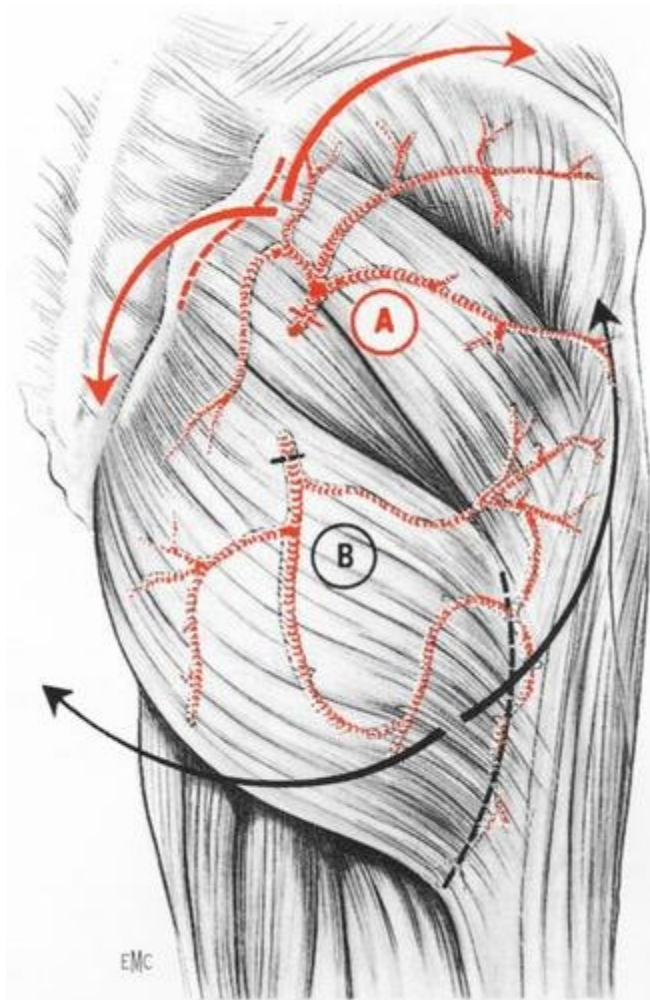


Fig 24 :

Lambeaux musculaires utilisant le grand fessier.

Le grand fessier peut être mobilisé sur un seul de ses deux pédicules. On peut donc le faire tourner soit autour du pédicule supérieur, en sectionnant le pédicule inférieur, soit l'inverse. Il permet de couvrir des pertes de substance sacrée ou ischiatique.

Fig 25 :

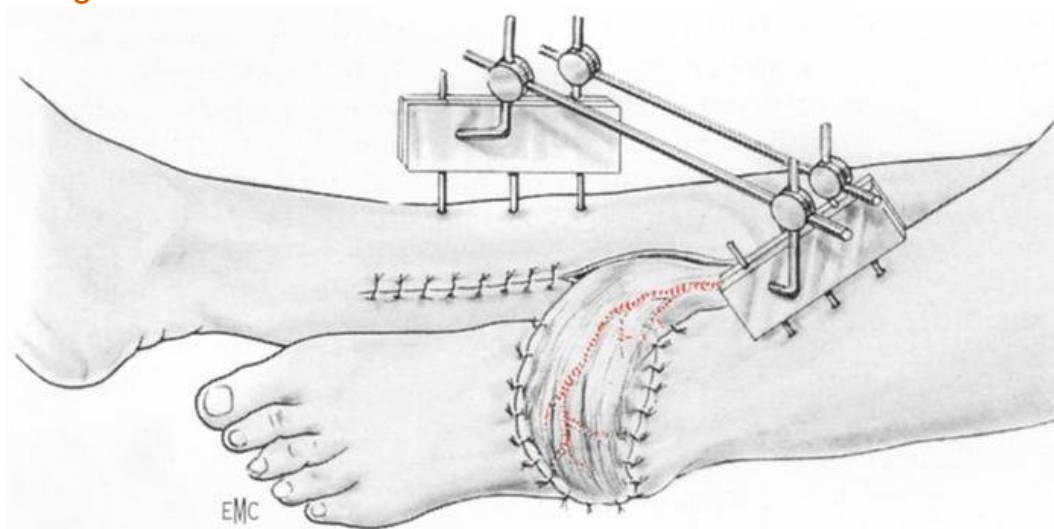


Fig 25 :

Le jumeau interne peut être utilisé en *cross-leg*.

Fig 26 :

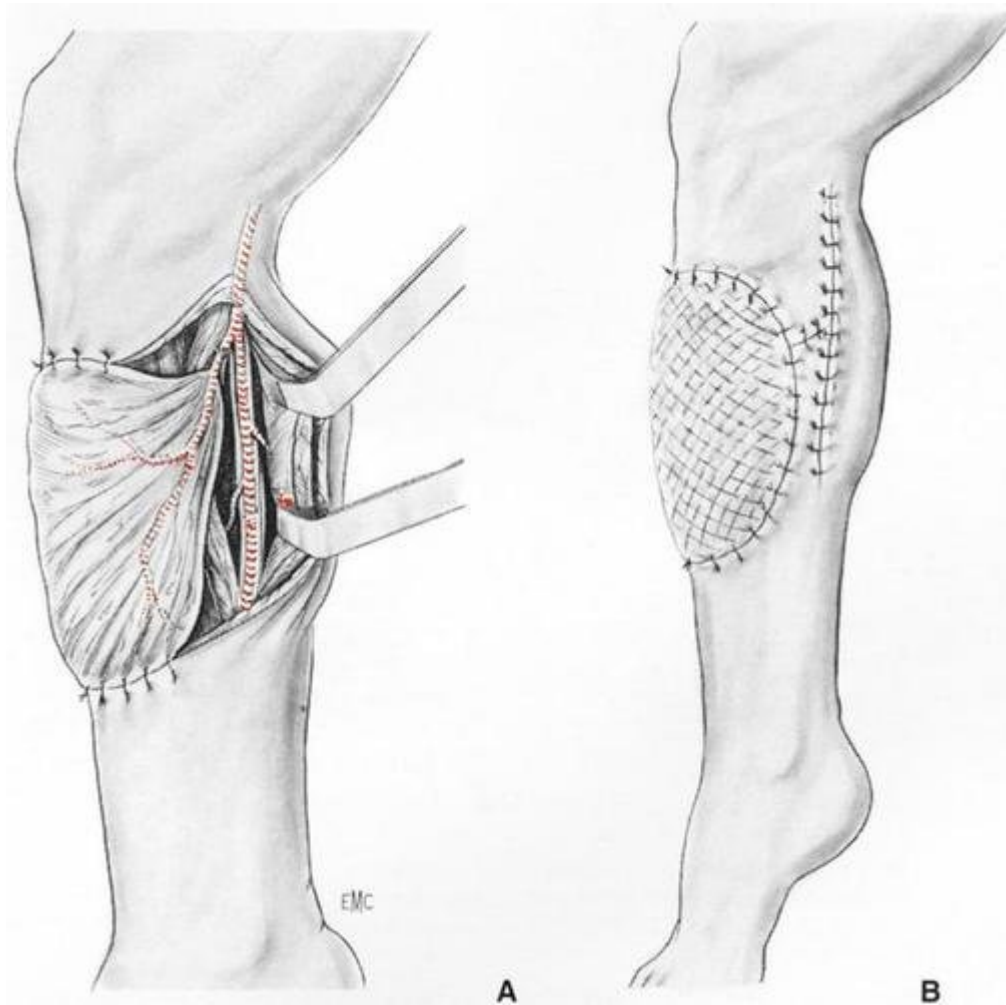


Fig 26 :

A. Lambeau de grand dorsal microanastomosé, utilisé pour combler une vaste perte de substance de jambe.

B. Couverture cutanée par greffe de peau.

Il est à noter que le lambeau de grand dorsal peut être utilisé en lambeau libre myocutané.

Fig 27 :

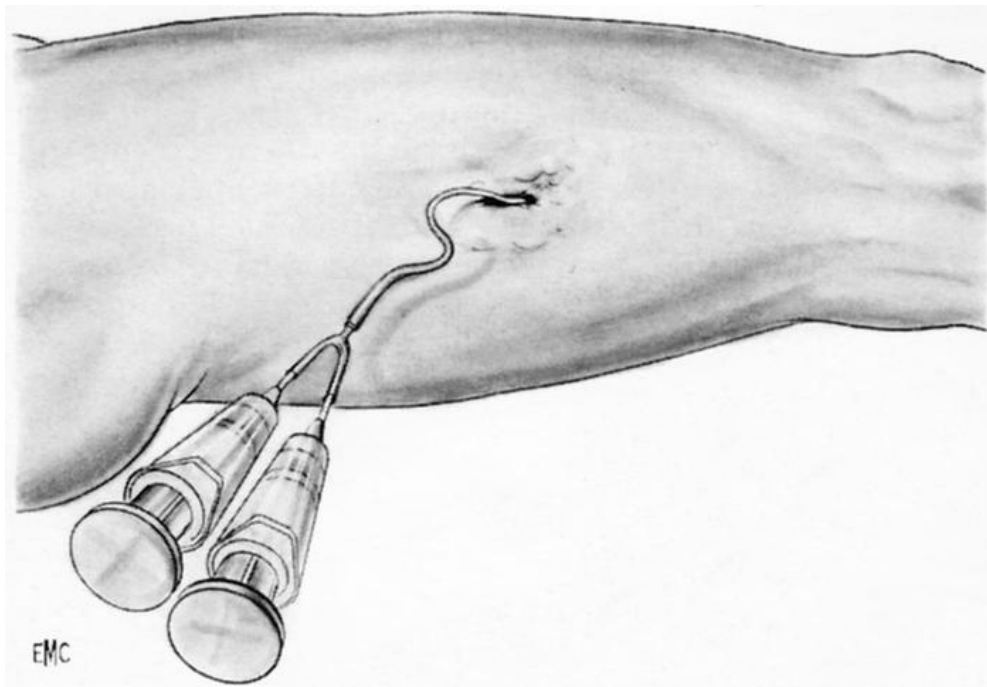


Fig 27 :

Technique de Braun : injection dans le trajet fistuleux de fibrinogène humain et de thrombine, mélangés à une solution aqueuse de gentamicine.

Fig 28 :

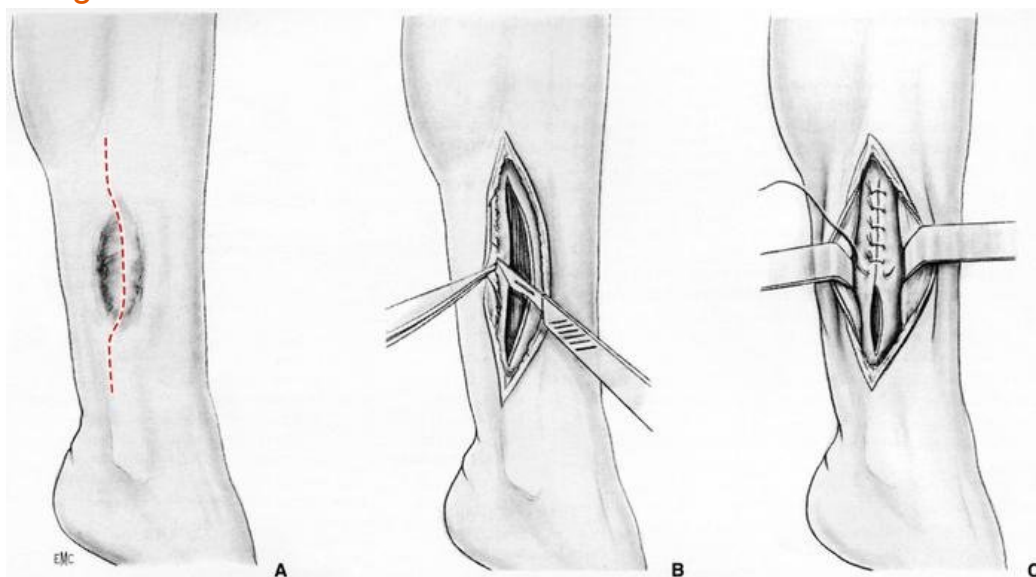


Fig 28 :

Pour fermer une fistule à la jambe, il peut être nécessaire de « recréer les plans » (Evrard). Décollement sous-cutané et fermeture en deux plans.

Fig 29 :

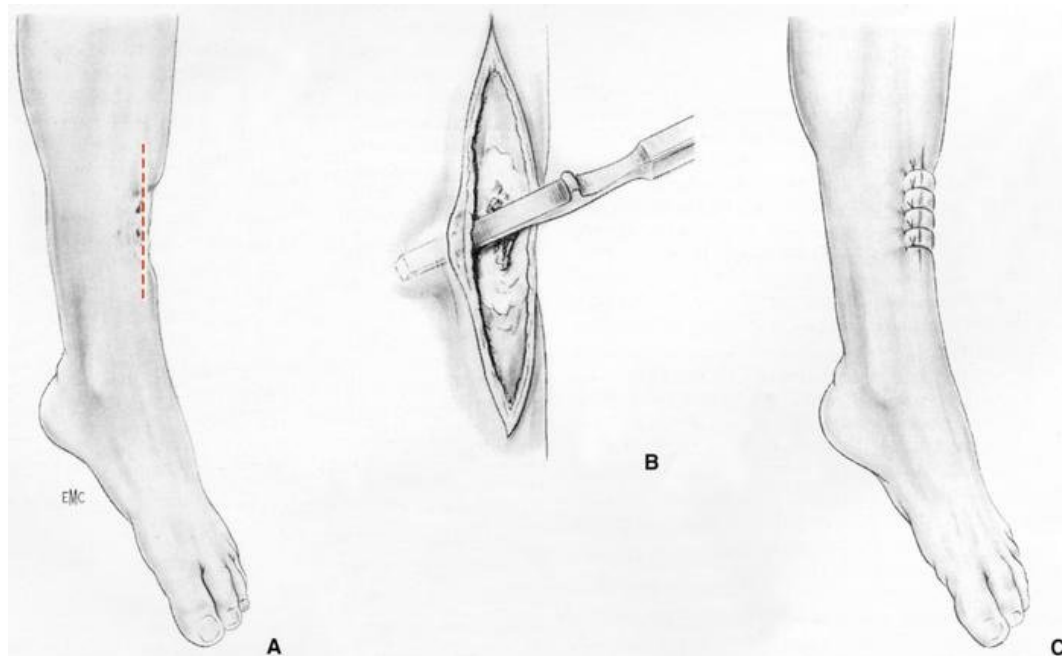


Fig 29 :

Pour les jambes multi-opérées, on ne peut pas recréer les plans, il faut avoir recours à la « sculpture des parties molles ». La rugine va latéralement chercher un plan qui peut, dans certains cas, passer dans les muscles. On soulève en bloc les berges cutanées et sous-cutanées, permettant une fermeture directe en un plan très épais.

Fig 30 :

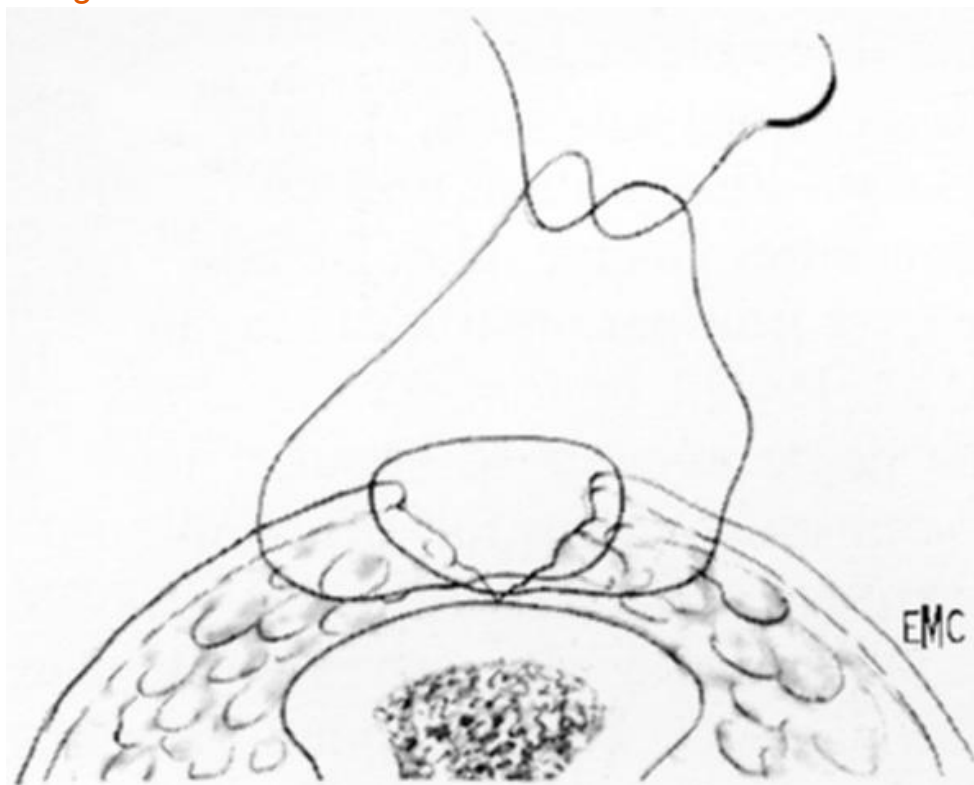


Fig 30 :

Lorsqu'on éprouve des difficultés à fermer, on a intérêt à utiliser le point : « loin-près-près-loin » qui permet de répartir la tension à distance de la zone de suture, tout en invaginant la zone de suture vers la profondeur, supprimant les espaces morts.

Fig 31 :

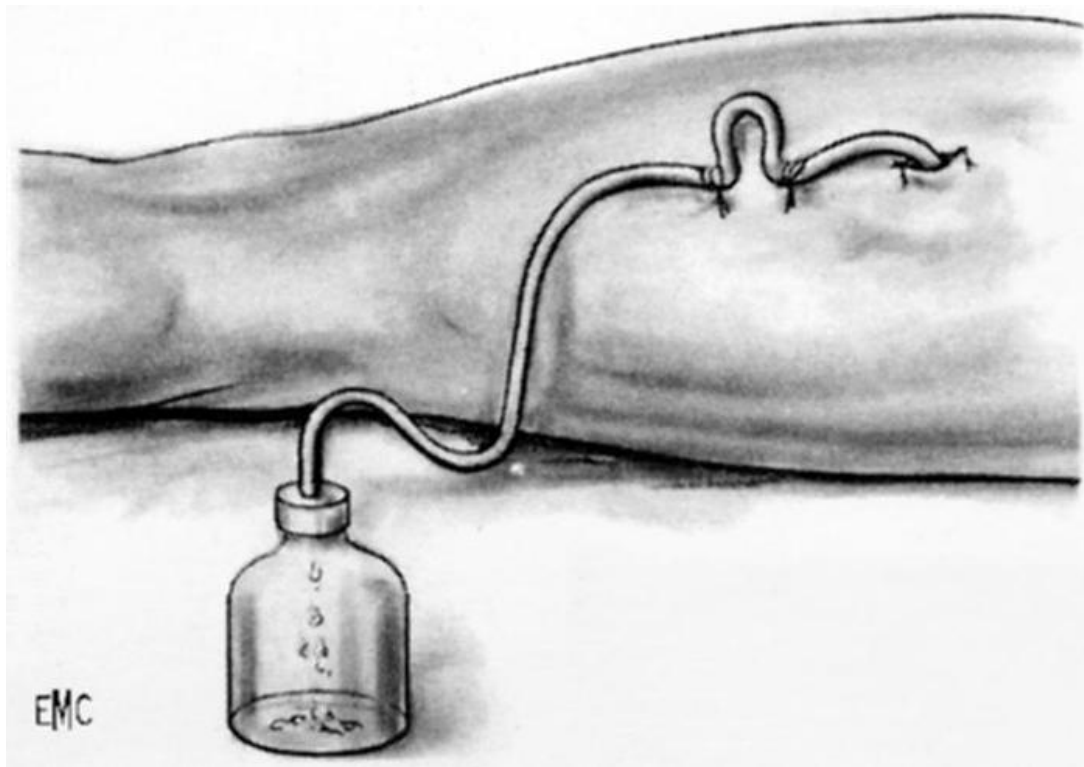


Fig 31 :

Les drainages pour infection étant appelés à être laissés en place longtemps, il faut impérativement les fixer en deux endroits à la peau, afin d'éviter les frottements au niveau du point de sortie du drain.

Fig 32 :

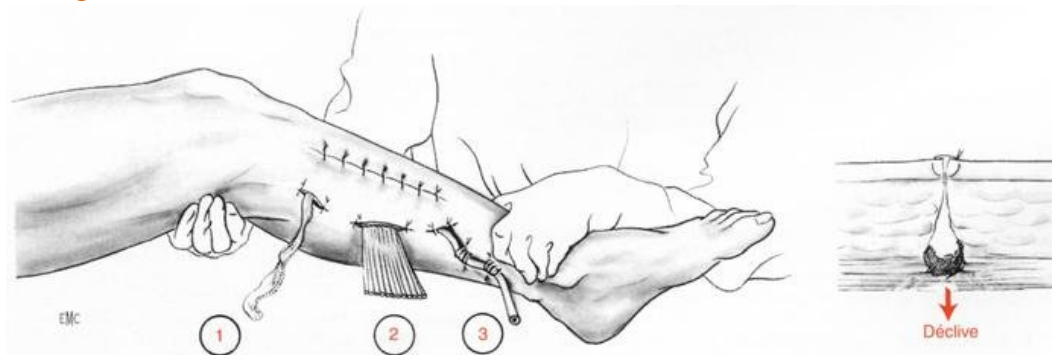


Fig 32 :

Un drainage non aspiratif doit impérativement être déclive. On peut utiliser des mèches (1), des lames (2) ou des drains (3).

Fig 33 :

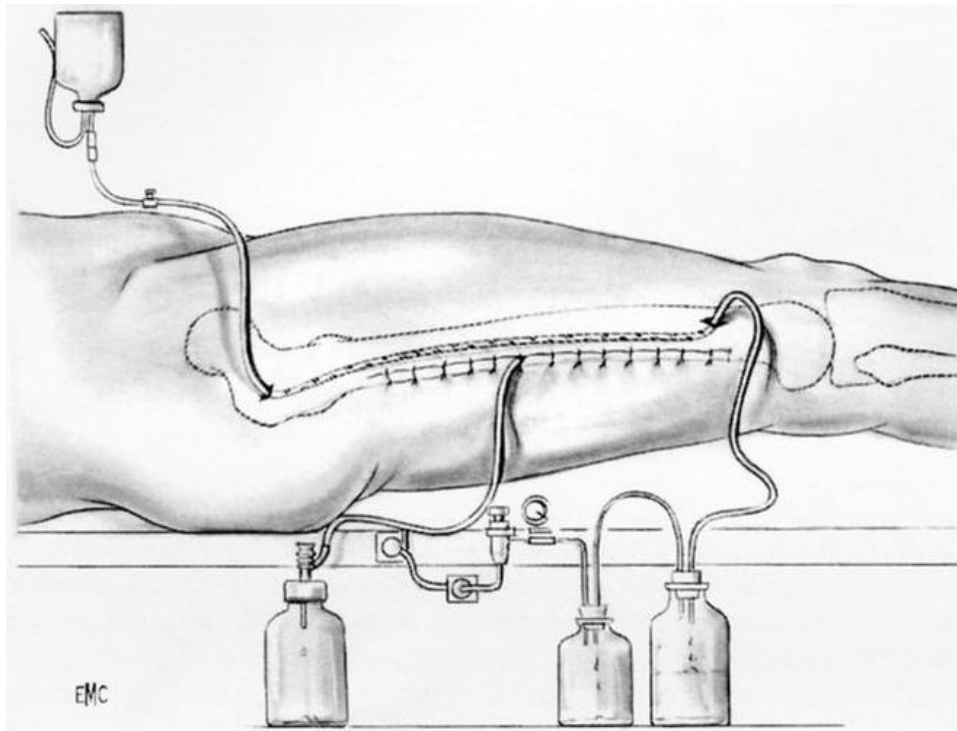


Fig 33 :

Schéma d'une irrigation-lavage (inspirée d'Evrard).

C'est le même tuyau qui assure apport et évacuation des liquides. On y ajoute volontiers un drainage aspiratif pour récupérer les extravasations trop importantes.

Fig 34 :

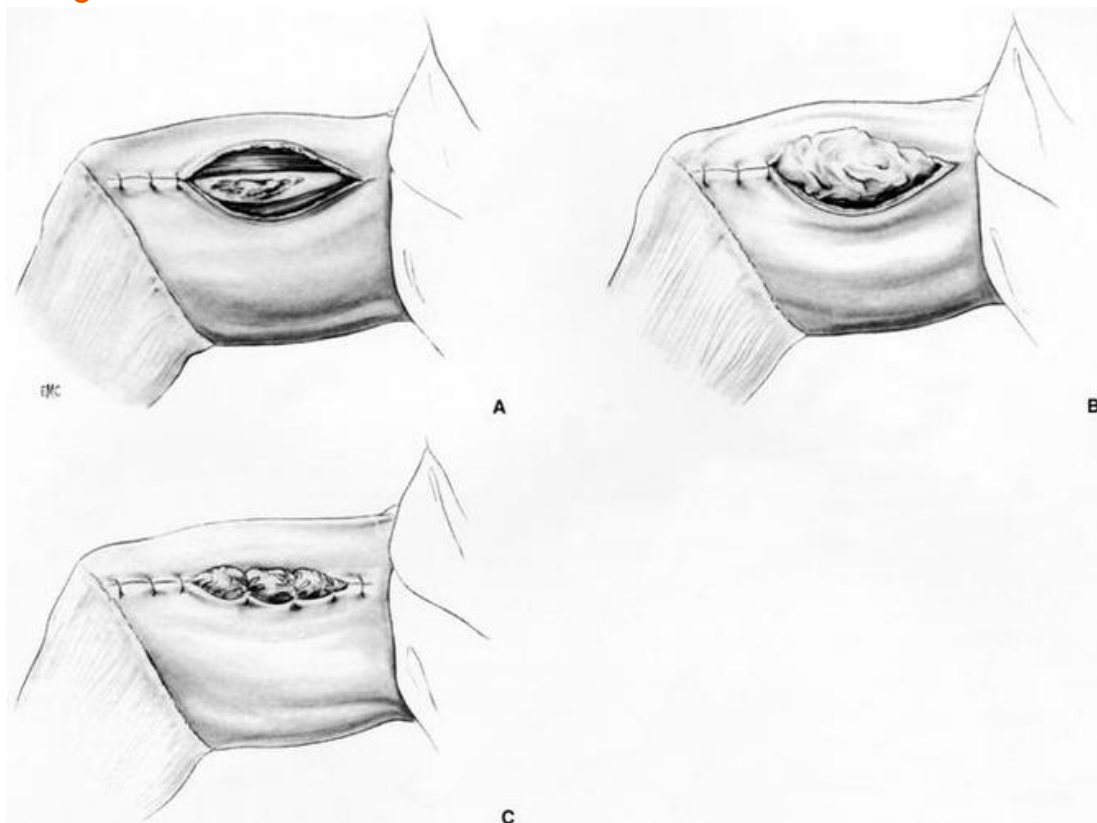


Fig 34 :

Fermeture temporaire sur champ imbibé.

À la cuisse, lorsqu'on laisse ouvert, le saignement est très important. Il peut être intéressant de tasser, dans la plaie opératoire, des champs imbibés d'antiseptiques (Dakin®), et de refermer la

peau par-dessus.

Les zones cruentées, mises au contact du Dakin®, feront spontanément leur hémostase. Ces pansements doivent être refaits au bloc opératoire, au bout de 48 heures.

Fig 35 :

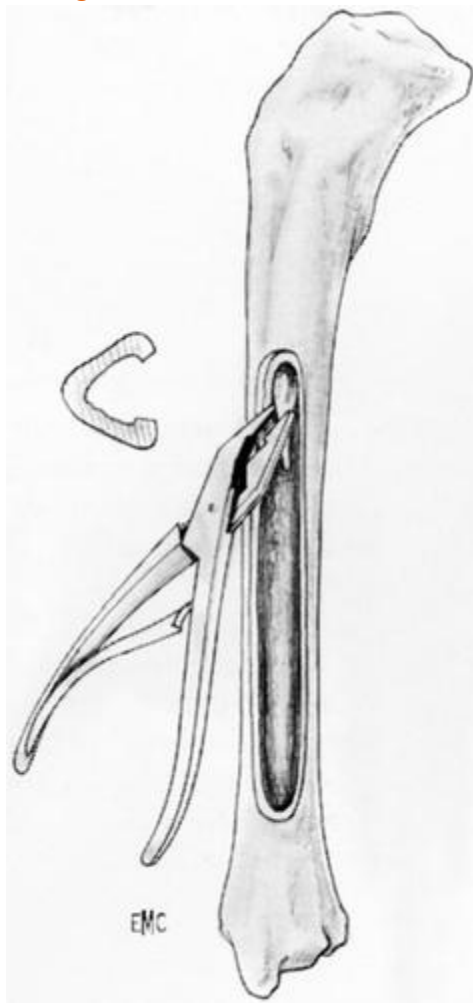


Fig 35 :

Saucérisation.

Fig 36 :

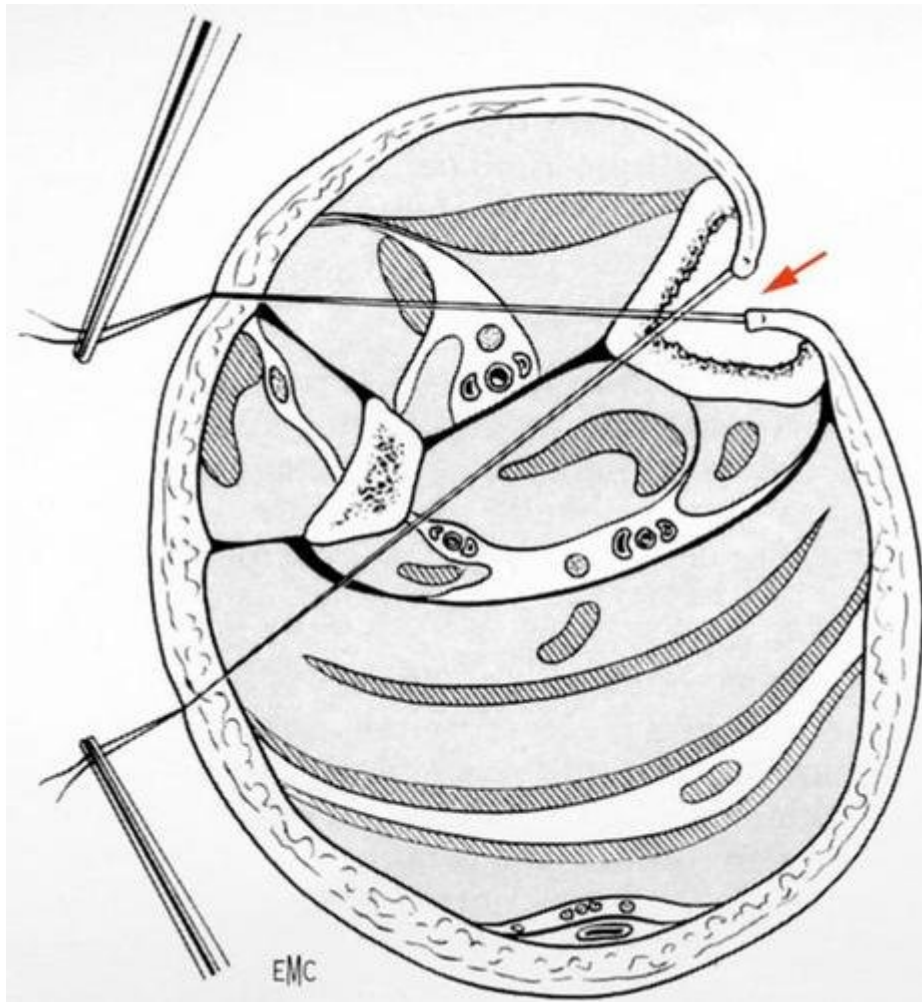


Fig 36 :

Dans certains cas, on peut, après décollement cutané, invaginer la peau à l'intérieur de la cavité de saucérisation. C'est la marsupialisation.

Fig 37 :

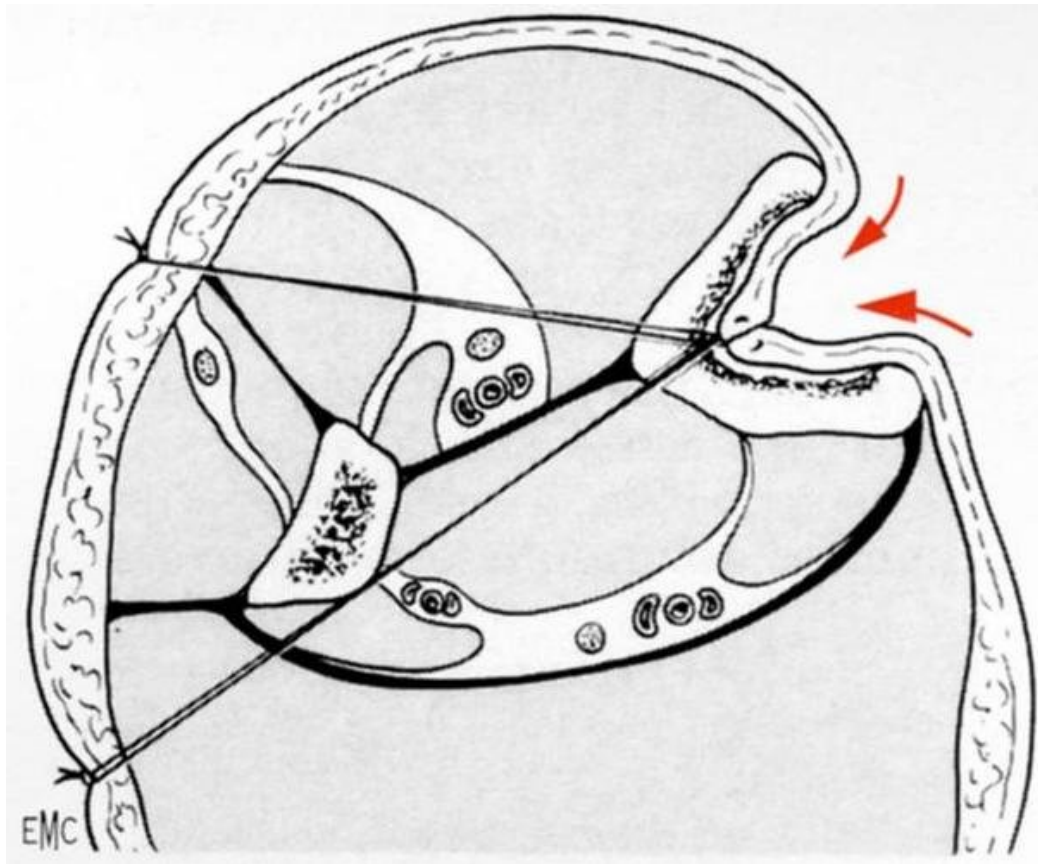


Fig 37 :

Dans certains cas, on peut, après décollement cutané, invaginer la peau à l'intérieur de la cavité de saucérisation. C'est la marsupialisation.

Fig 38 :

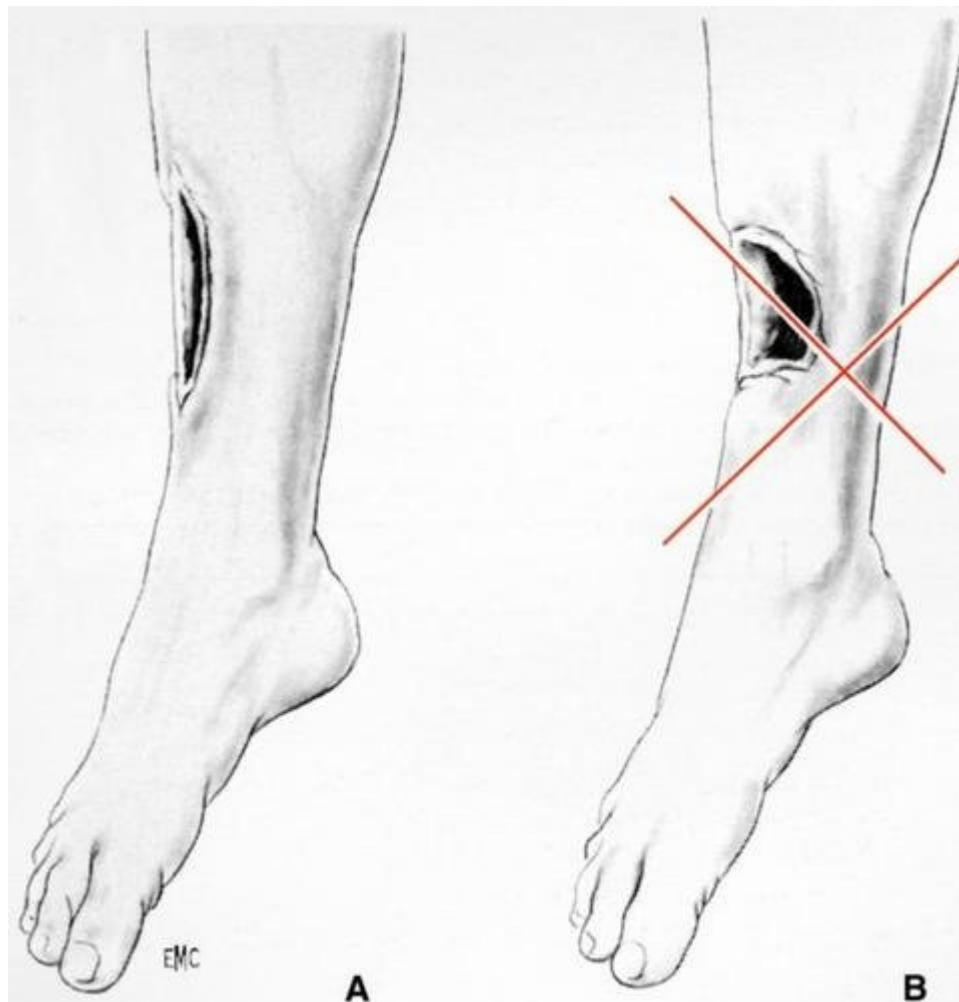


Fig 38 :

Une saucérisation arrondie doit être évitée, sous peine de rencontrer de grosses difficultés de cicatrisation spontanée.

La saucérisation doit être elliptique, ovale, très allongée.

Fig 39 :

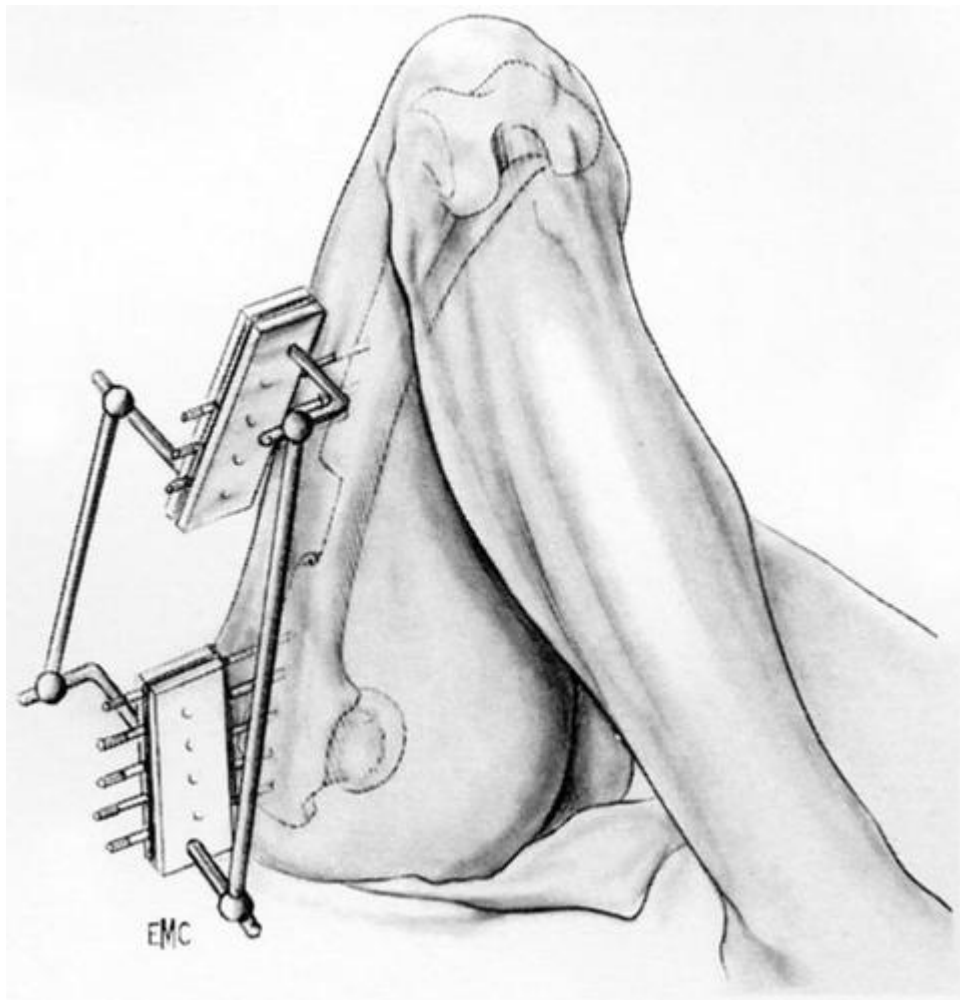


Fig 39 :

En cas de fragilisation, après résection pour infection, il faut impérativement utiliser un fixateur externe préventif.

Fig 40 :

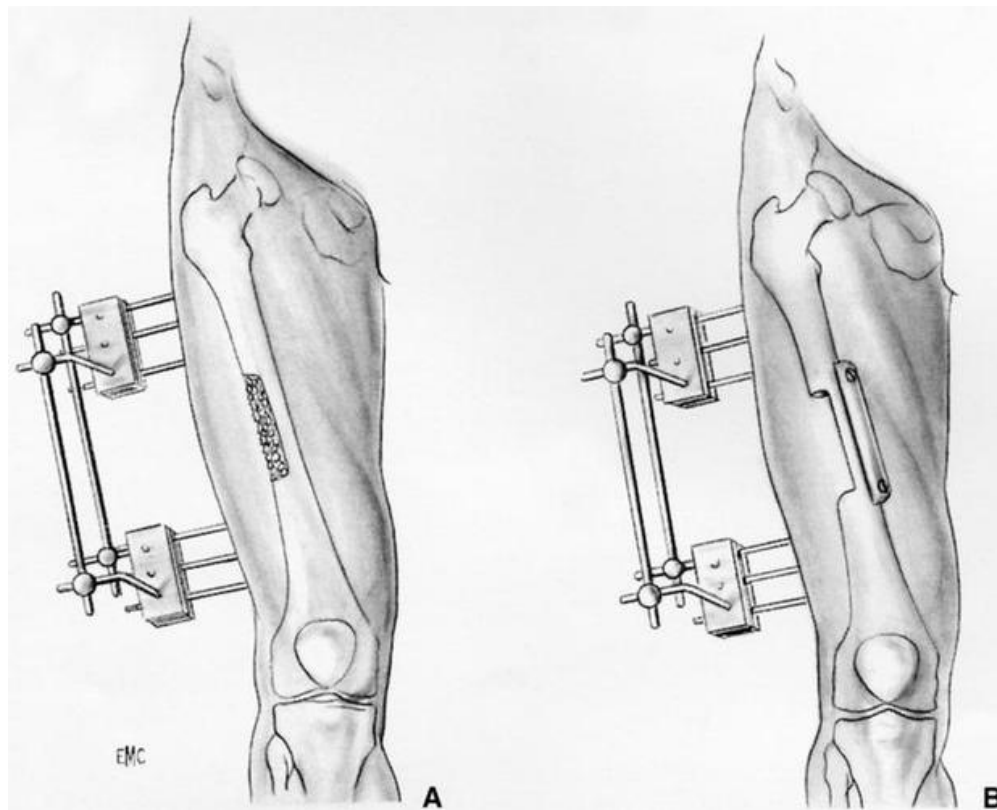


Fig 40 :

A. Le renforcement d'une ostéite fragilisante peut être fait par spongieux autologue, laissé ouvert (technique de Papineau).

B. Le renforcement peut être fait par une autre voie d'abord, saine, et dès lors, utiliser une baguette corticospongieuse, vissée. La fermeture cutanée est impérative.



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-082]

Principes de traitement chirurgical de l'infection osseuse Infection sur os non solide

Alain Lortat-Jacob : Professeur des Universités, praticien hospitalier
Secteur septique du service de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital Ambroise-Paré, 9,
avenue Charles-de-Gaulle, 92104 Boulogne cedex France

© 1997 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

[Haut de page](#)

INFECTION PRÉCOCE D'UNE OSTÉOSYNTHÈSE OU D'UNE PROTHÈSE : « REPRISE PRÉCOCE »

La survenue d'une infection aiguë au niveau d'un foyer opératoire osseux impose le plus souvent une reprise opératoire : c'est la « reprise précoce » décrite par Judet et Letournel.

L'apparition d'une infection osseuse impose un traitement antibiotique. Nous ne détaillerons pas dans ce chapitre le versant médical du traitement de l'infection ; il fait l'objet d'un chapitre spécifique de ce volume.

Diagnostic

Le diagnostic de l'infection postopératoire est porté sur :

- la fièvre : c'est l'élément fondamental. La température du troisième jour peut encore être élevée, mais elle doit suivre une courbe progressivement décroissante.

Deux types de courbe thermique sont inquiétants : la courbe en plateau élevé, n'ayant aucune tendance à décrocher, et la courbe qui remonte, après avoir subi une décroissance postopératoire. Ces deux aspects sont éminemment évocateurs d'une suppuration locale (**fig 1**) ;

- les signes fonctionnels : ils sont, en fait, décevants. La douleur est un signe très inconstant. Elle permet de s'inquiéter lorsqu'elle est à distance, témoin d'une inflammation au-delà du foyer opératoire ;

- l'aspect local : il est fondamental. La cicatrice peut être rouge, boursouflée. Il peut exister un érythème périphérique. La palpation est soigneuse et répétée. Elle recherche une fluctuation qui signerait la collection. On inspecte soigneusement les écoulements que l'on provoque par la palpation. Tantôt, on acquiert la conviction formelle de l'infection postopératoire par l'issue de liquide purulent, entre les points de la cicatrice ou au niveau des trajets de drain. Ailleurs, l'aspect local peut être tout à fait rassurant. En effet, l'importance des parties molles, à la cuisse par exemple, retarde considérablement l'apparition des signes cutanés de l'infection profonde. Une cicatrice peut être parfaitement claire et souple, alors qu'existe en dessous une infection grave. Il faut savoir, toutefois, que plus l'infection sera proche de la peau, plus la manifestation cutanée sera précoce. Au tibia, une infection osseuse se manifesterait très vite par une rougeur cutanée. Il en est de même au cubitus, alors qu'à la cuisse ou à la hanche, l'aspect local peut être particulièrement trompeur.

Deux possibilités se présentent.

On a acquis la certitude de l'infection, l'intervention de nettoyage est décidée. Sa date dépend de la preuve bactériologique. En effet, la technique de réintervention peut être influencée par le germe retrouvé (sensibilité à la gentamicine notamment). Il faut donc tout faire pour mettre le ou les germes en évidence. Le prélèvement bactériologique est un temps fondamental. Il engage toute la thérapeutique ultérieure [25]. Ce prélèvement doit donc être fait avec la plus grande rigueur. Les écueils de prélèvement sont doubles :

- un prélèvement peut être négatif, soit que le malade est sous antibiotiques, soit que la quantité de liquide est insuffisante ;

- un prélèvement peut être faussement positif parce que contaminé par la flore cutanée.

Technique de prélèvement :

il faut envoyer en culture du liquide en grande quantité (dans la mesure du possible) et venant de la profondeur. Lorsque la plaie est fistulisée, il faut désinfecter la peau puis exprimer les berges de la plaie pour en faire couler du liquide dans un tube stérile. L'usage de l'écouvillon est contre-indiqué car un tel prélèvement va nécessiter des manipulations répétées au laboratoire, susceptibles de le contaminer. Le prélèvement est un geste médical qui doit être fait par un médecin compétent, conscient qu'il va engager la thérapeutique de façon quasi définitive. Il faut interdire les prélèvements « sauvages » faits hors contrôle médical, dont on ne connaîtrait pas la qualité technique ;

la ponction : nous la préférons au prélèvement classique au lit du malade. La ponction sera pratiquée avec les plus grandes protections d'asepsie jusqu'au contact du foyer opératoire. On prélève le plus possible de liquide : pus ou hématome postopératoire dans lequel on pourra trouver, à la culture, des germes imposant la réintervention (**fig 2**).

Les résultats sont obtenus en 24 ou 48 heures. Le malade est mis sous antibiotiques au moment de la réintervention. Letournel préfère attendre quelques jours sous antibiotiques avant de réintervenir, afin de limiter l'inflammation locale. Cette attitude est certainement intéressante lorsqu'il existe une importante inflammation. Une intervention dans de telles conditions pourrait rendre difficile la fermeture. Mais, la plupart du temps, l'intervention est faisable rapidement.

Ailleurs, on conserve un doute sur l'infection postopératoire, il faut s'aider des examens biologiques : la numération formule sanguine a un intérêt si elle montre une élévation progressive de la leucocytose avec notamment l'apparition de formes jeunes de globules blancs (métamyélocytes). La vitesse de sédimentation n'a aucun intérêt en postopératoire immédiat. Il n'en est pas de même de la protéine C-réactive (CRP), témoin très fiable d'une inflammation. Il existe un pic d'élévation de la CRP, de façon banale après l'intervention, mais la CRP doit décroître dès le septième jour. L'évolution infectieuse peut être même suivie sur la CRP, la réascension du taux de CRP traduisant le plus souvent une évolution infectieuse. Cet examen simple à réaliser est très fiable. Il est malheureusement très sensible et il est influencé par d'autres facteurs

d'inflammation. Là encore, le doute ne saurait être levé que par la preuve bactériologique. C'est tout l'intérêt de répéter la ponction.

Reprise précoce d'une ostéosynthèse

Il s'agit d'une intervention à visée de nettoyage. Elle part du principe qu'au début de l'infection, donc en postopératoire immédiat, les germes sont seulement apposés à l'os et au matériel. Un grand lavage peut donc amener la guérison de cette infection. En effet, l'os est lent à réagir à l'infection, la réaction inflammatoire y est infiniment plus lente à survenir qu'au niveau des tissus mous. Un nettoyage de la totalité de la plaie opératoire a donc des chances d'amener la guérison.

Reprise précoce d'une ostéosynthèse par plaque (fig 3)

On prévoit une installation au moins équivalente à celle qui a permis la mise en place du matériel. Il faut donc préparer tout le membre. On excise la voie d'abord de façon elliptique afin d'enlever, en bloc, les berges de l'incision cutanée avec les points de pénétration des fils. Le tissu cellulaire sous-cutané est abordé en zone saine, l'aponévrose est nettoyée. Il n'est pas indispensable de l'exciser, il est souvent possible de se contenter d'un grattage à l'aide de la rugine de Lambotte. Il en est de même au niveau musculaire où l'excision ne doit pas être considérée comme le but à atteindre. Il faut faire un nettoyage suffisant sans sacrifice de parties molles. En effet, les parties molles sont bien vascularisées et l'action des antibiotiques y est souvent spectaculaire. Toute zone dévitalisée, en revanche, doit être excisée ; une zone recouverte d'un bourgeon infectieux doit être simplement grattée, avivée. On aborde ainsi l'os. Le matériel d'ostéosynthèse est contrôlé. On fait des prélèvements au contact du matériel.

On vérifie la tenue des vis. On resserre éventuellement les vis. Si une vis ne tient pas, elle est changée. Dans certaines ostéosyntheses par plaque, on peut être ainsi amené à enlever temporairement la plaque afin de pratiquer un nettoyage focal de la corticale sous le matériel, la plaque étant remise en place ensuite. Le nettoyage est fait « à grande eau ». L'intérêt de l'adjonction d'antibiotiques dans le liquide de lavage n'est pas démontré. On peut y adjoindre en revanche des antiseptiques (Dakin®, Bétadine®). Mais en fait c'est l'effet mécanique du lavage qui semble le plus intéressant. Dans cet ordre d'idée, lorsqu'on dispose du matériel de nettoyage sous pression (Karcher®), il faut absolument s'en servir.

En cas d'enclouage centromédullaire

Si l'enclouage a été fait à foyer ouvert, un nettoyage du foyer fracturaire s'impose. On commence par reprendre l'incision de mise en place du clou (fessière pour le fémur, tubérosité tibiale antérieure pour le tibia). On lave abondamment selon les principes décrits plus haut. Le clou n'est pas enlevé. On injecte du liquide avec un cathéter sous forte pression à l'intérieur du canal médullaire. L'abord focal doit être systématique et un nettoyage focal est effectué. Si le clou n'est pas vu (excellent contact osseux), on se contente de nettoyer les corticales visibles. Mais souvent, il existe une communication focale, ce qui permet d'aborder directement le foyer. Là encore, on se contente de faire un lavage abondant du foyer. L'enclouage centromédullaire à foyer fermé pose souvent un problème. L'issue de pus au niveau de l'incision qui a permis la mise en place du clou impose la reprise et le nettoyage à ce niveau. Faut-il aborder le foyer qui n'a pas été ouvert lors de la mise en place du clou ? S'il existe une collection focale, elle doit impérativement être évacuée par une incision focale. On est dès lors ramené au cas de figure précédent, celui du clou à foyer ouvert. S'il n'y a pas de collection focale, on peut éviter l'ouverture du foyer sous couvert d'une surveillance clinique et biologique.

Peut-on laisser le matériel infecté ou faut-il enlever le matériel d'emblée ?

Le but à obtenir doit être l'immobilisation du foyer. Le matériel est tolérable s'il remplit parfaitement son rôle, son effet « corps étranger » étant largement contrebalancé par son rôle de stabilisation mécanique. Le matériel laisse persister un risque de reprise infectieuse, mais il permet la consolidation. Il existe, en quelque sorte, une course de vitesse entre l'infection et la consolidation. Une infection à bas bruit, torpide, ou même relativement importante, très productrice, mais parfaitement drainée, est tout à fait compatible avec la survenue d'une consolidation à condition que l'immobilisation soit parfaite et que le contact osseux soit large.

Une plaque remplissant parfaitement son rôle doit être laissée en place. En revanche, si elle laisse persister une mobilité focale, elle doit être inéluctablement enlevée et remplacée par une ostéosynthèse plus satisfaisante. Plutôt que de s'orienter vers une autre ostéosynthèse interne, il faut faire appel au fixateur externe.

Clous centromédullaires : le problème est plus difficile pour l'enclouage centromédullaire. En effet, il a été démontré qu'une infection sur un enclouage centromédullaire est plus difficile à éradiquer [12]. Au fémur, l'importance des parties molles rend possible le maintien du clou centromédullaire. Au tibia, en revanche, l'os est sous-cutané et le clou doit le plus souvent être enlevé. D'une part, il est souvent exposé par les problèmes cutanés de l'infection et par la nécrose osseuse. D'autre part, le traitement de l'ostéite post-traumatique tibiale est plus difficile ; les lambeaux musculaires sont difficiles et les parties molles se prêtent mal aux plasties locales.

En outre, hormis pour les clous verrouillés, la stabilisation assurée est souvent médiocre, le clou bloquant mal la rotation. Il remplit mal son rôle de stabilisation. On a d'autant moins d'arrière-pensée à l'enlever.

Au membre inférieur

Au fémur : il faut tenter le maintien du clou. L'ablation de celui-ci, en effet, entraîne, quasi inéluctablement, une non-consolidation dont le traitement est très lourd. En revanche, le maintien du clou est souvent tolérable, et en raison de l'importance des parties molles, une ostéite résiduelle y est facilement traitée par l'ablation du matériel, ce qui n'est pas le cas au tibia. Nous ne voyons que deux raisons à enlever un enclouage centromédullaire fémoral lors d'une reprise précoce pour infection : une mauvaise tenue mécanique ou un état infectieux grave. Il n'est, en effet, pas rare que l'infection postopératoire au fémur soit préoccupante pour l'état général du malade et qu'il faille, dès lors, d'emblée, pratiquer un traitement plus lourd pour des raisons vitales : foyer laissé ouvert, ablation du matériel et fixateur externe.

Au tibia : le maintien du clou se justifie moins. Le nettoyage focal d'un enclouage de jambe est une intervention souvent décevante, il n'y a pas beaucoup de parties molles à nettoyer. On est très vite sur l'os, qui, lui-même, est rapidement dévitalisé par l'infection. Par ailleurs, même si l'on parvient à obtenir la consolidation grâce à l'enclouage, le traitement de l'ostéite post-traumatique y est particulièrement difficile [8]. C'est la raison pour laquelle nous aurions tendance, à l'heure actuelle, à conseiller l'ablation du clou tibial lorsqu'il est infecté, quel que soit le stade auquel l'infection est découverte, même au stade d'infection précoce, et de pratiquer un traitement précoce de pseudarthrose suppurée (greffe spongieuse à ciel ouvert ou greffe intertibiopéronière) [19].

Au membre supérieur

Les délais de consolidation sont plus courts, si bien que dans la course de vitesse entre l'infection et la consolidation, il est plus facile de jouer la carte du maintien du matériel. Le nettoyage focal y est donc particulièrement indiqué, c'est là que l'opération de reprise précoce donne ses meilleurs résultats. Il faut, toutefois, respecter les principes énoncés plus haut : qualité du nettoyage, stabilité parfaite de l'ostéosynthèse.

En zone épiphysaire

La reprise précoce est une intervention souvent difficile. L'os spongieux se défend assez mal contre l'infection, le nettoyage focal risque d'enlever beaucoup de matériel osseux s'il n'est pas prudent. Le matériel prend rapidement du jeu dans un os de qualité moyenne. La couverture des parties molles des épiphyses étant souvent précaire, le matériel y est volontiers exposé. Enfin, il persiste très souvent un doute pour une éventuelle infection articulaire associée. En l'absence d'infection articulaire, le matériel doit être laissé en place. S'il existe des difficultés de couverture cutanée, une exposition partielle de la plaque peut être tolérée. En effet, les délais de consolidation étant souvent rapides dans cette zone, l'exposition de la plaque ne sera que temporaire. Sitôt la consolidation obtenue, l'ablation de la plaque amène la guérison (fig 4). Il faut savoir, en outre, que l'ablation de l'ostéosynthèse risque de compromettre de façon définitive la fonction articulaire. Lorsqu'on est obligé, malgré tout, de faire l'ablation de la plaque, celle-ci doit impérativement être remplacée par un matériel préservant la mobilité articulaire : fixateur épiphysaire.

Infection articulaire associée

Lorsqu'il existe une infection articulaire associée, il faut dissocier le traitement de la fracture de celui de l'arthrite ^[12]. Le nettoyage de la fracture est mené de la façon décrite plus haut. Une fois le matériel nettoyé, on pratiquera le traitement de l'infection articulaire. Il convient de respecter les principes classiques du traitement de l'arthrite septique :

- au stade initial : lavage simple, immobilisation temporaire et antibiothérapie suffisent ;

- synovite inflammatoire : nettoyage abondant, immobilisation temporaire, antibiothérapie seront pratiqués ;

- au stade de la synovite fongueuse : on ne peut plus se contenter d'un traitement conservateur vis-à-vis de la synoviale car elle devient un réservoir à germes, il existe de véritables abcès synoviaux. La synovectomie s'impose. Dès lors, il devient impératif d'enlever le matériel d'ostéosynthèse implanté à proximité de l'articulation et communiquant largement avec elle. Il faut impérativement le remplacer par un fixateur externe épiphysaire.

Infection précoce d'une ostéosynthèse de fracture cervicotrochantérienne

^[13]

La fracture cervicotrochantérienne traitée par ostéosynthèse classique (clou-plaque ou lame-plaque) a un taux d'infection non négligeable. La reprise précoce y est moins souvent couronnée de succès que dans les autres localisations. En effet, le terrain est volontiers déficient, le germe responsable est souvent un bacille à Gram négatif, et la présence d'une infection articulaire est non exceptionnelle. C'est ainsi que, dans notre expérience une fois sur quatre, il existe une arthrite de hanche associée ^[13]. La reprise précoce doit être tentée systématiquement.

Elle doit amener un bon résultat rapide. Le diagnostic d'arthrite associée est souvent très difficile à faire. En effet, aucun signe clinique biologique ou radiologique n'est fiable au stade initial de l'infection. La ponction articulaire est intéressante. Elle doit être faite par voie antérieure, à distance de la cicatrice d'ostéosynthèse. Elle est calculée de telle sorte que l'aiguille ne traverse pas des zones douteuses, mais va directement dans l'articulation. Elle est souvent faussement négative, l'aiguille ne ramenant pas de liquide. Il faut s'assurer de la position intra-articulaire par une injection de quelques gouttes de produit de contraste sous couvert de l'amplificateur de brillance. Même techniquement correcte, la ponction peut être faussement rassurante :

- soit parce qu'il y a très peu de liquide ; il faut dans ce cas faire un véritable lavage articulaire peropératoire par du sérum physiologique et

mettre le produit de lavage en culture ;
soit on trouve un liquide qui reste stérile à la culture (malade sous antibiotiques).

Bien souvent ce n'est que devant l'échec d'une réintervention précoce pour infection que l'on porte le diagnostic de l'infection articulaire. Dans la majorité des cas, on pratique une réintervention sans tenir compte d'une éventuelle atteinte articulaire. Devant une récurrence infectieuse après reprise précoce de fracture cervicotrochantérienne ostéosynthésée, on peut encore proposer une deuxième intervention à visée de nettoyage. Ce n'est qu'en cas d'échec de deux interventions de nettoyage qu'il faut se résoudre à porter le diagnostic d'arthrite de hanche associée ; le traitement de cette infection est particulièrement difficile. La résection tête et col est vraisemblablement la solution de sécurité pour l'infection, mais elle représente un handicap fonctionnel effroyable avec une morbidité très importante chez ces sujets âgés. C'est pourquoi, dans certains cas, on peut malgré tout, dans certaines conditions et sous certaines précautions, tenter la mise en place d'une prothèse. Notons que pour nous, à l'heure actuelle, la résection de hanche est fixée temporairement par fixateur iliofémoral pour des raisons mécaniques et infectieuses (fig 5).

Reprise précoce d'une arthroplastie de hanche

Lorsque le diagnostic d'infection postopératoire aiguë est fait après une arthroplastie de hanche, l'indication de reprise précoce est formelle. Rappelons le rôle fondamental de la ponction dans le diagnostic.

Technique

La position opératoire doit être identique à la position qui a permis la mise en place de la prothèse. La reprise de la voie d'abord est menée plan par plan comme décrit plus haut. Dès lors, on aborde le plan profond aponévrotique qui, le plus souvent, est le plan externe. Lorsque manifestement, l'infection se prolonge en profondeur, on franchit sans arrière-pensée l'aponévrose. Le nettoyage est mené dans les plans profonds de façon identique aux nettoyages des ostéosynthèses. En cas de voie de Moore (postérieure), il est souvent difficile de nettoyer la coulée cellulaire du sciatique. Il convient donc, dans un premier temps, de repérer le sciatique en zone saine, soit à la partie haute de l'incision, soit à la partie inférieure au niveau de l'ischion. Une fois le sciatique repéré, il est protégé sur un lacs ou maintenu à distance par une broche écartante puis la résection des plans profonds postérieurs est menée sans difficulté : pelage des pelvitrochantériens, résection de la partie restante de la capsule. Il convient, impérativement, de continuer le nettoyage jusqu'à la prothèse. Le nettoyage au contact de la prothèse peut être très difficile. C'est la raison pour laquelle il faut luxer la prothèse et pratiquer l'ablation temporaire de la prothèse fémorale.

En cas de prothèse non cimentée (prothèse de Moore le plus souvent)

L'extraction temporaire de la prothèse fémorale est faite sans difficulté. On pratique alors le nettoyage de la diaphyse à la curette. La curette gynécologique est souvent utile, car elle est plus tranchante et plus agressive vis-à-vis de l'os. Il peut être parfois très difficile de pratiquer l'ablation, même précoce, de certaines prothèses autostables ou réhabilitables (prothèse madréporique). Il paraît préférable, toutefois, de faire ce geste afin de faire le nettoyage le plus satisfaisant possible.

S'il n'existe pas de pièce prothétique cotyloïdienne (prothèse céphalique simple), le nettoyage à la curette est mené en respectant scrupuleusement le cartilage. Une prothèse fémorale identique à celle qui vient d'être enlevée est remise en place. Il est à noter que, s'il existe une dégradation cotyloïdienne précoce, ce qui est parfois le cas, on peut être amené à cimenter une pièce cotyloïdienne à l'aide de ciment aux antibiotiques. On change alors la queue fémorale pour une queue de prothèse totale. Au niveau fémoral, la remise en place de la prothèse fémorale

est pratiquée dans la même intervention. Si la prothèse a pris du jeu, il ne faut pas hésiter à pratiquer un scellement par du ciment aux antibiotiques. Cette technique a l'avantage, d'une part, d'apporter localement l'antibiothérapie souhaitée, d'autre part, d'améliorer les chances de guérison de l'infection par une meilleure stabilité des éléments prothétiques.

En cas de prothèse cimentée

Il faut extraire la prothèse fémorale de sa gaine de ciment. Ceci est le plus souvent fait sans aucune difficulté, le ciment n'ayant aucune adhérence sur le métal. On pratique le nettoyage cotyloïdien sans enlever la pièce cotyloïdienne cimentée. En effet, il est impossible d'extraire le cotyle prothétique de sa gaine de ciment. On est donc contraint de pratiquer un nettoyage pièce en place. En cas de cotyle prothétique vissé, ou non scellé, il est fortement conseillé de pratiquer l'ablation temporaire du cotyle afin de nettoyer l'interface os/prothèse. Le ciment fémoral n'est pas enlevé. En effet, cette intervention serait particulièrement difficile en l'absence de tout descellement. Par ailleurs, on est en droit d'espérer que l'interface os/ciment n'est pas infectée au stade initial de l'infection. La pièce prothétique fémorale est remise en place après nettoyage complet de la cavité prothétique. Elle rentre sans difficulté dans sa gaine de ciment, en ayant une tenue aussi bonne que lors de l'intervention précédente. La fermeture est menée en visant à effacer les espaces morts. C'est ainsi que dans certains cas, on pourra être amené à refermer en un plan. Nous déconseillons l'utilisation de l'irrigation-lavage en cas de reprise précoce d'une arthroplastie. En effet, il nous semble préférable d'effacer les décollements au lieu de les maintenir par l'irrigation. Si le germe est sensible à la gentamicine, il peut être utile de refermer sur des billes de gentamicine (« gentabilles ») enfouies ^[11].

L'utilisation des gentabilles au contact d'un matériel prothétique interdit de les laisser sortir par la plaie, sous peine de contamination secondaire postopératoire de dehors en dedans. Le drainage aspiratif est utilisé avec les précautions décrites précédemment. Les excisions périprothétiques, dans un certain nombre de cas, ont pu déstabiliser la prothèse. Dès lors, le risque de luxation devient grand et ce peut être une sage précaution que de mettre une traction-suspension postopératoire pour la durée de cicatrisation des parties molles (21 jours). Pour les prothèses totales, on peut utiliser une butée vissée antiluxation.

Infection superficielle

Le diagnostic d'infection superficielle est très difficile à faire. Cliniquement, avant l'intervention, il est impossible d'affirmer que le liquide purulent qui sort de la plaie vient uniquement des plans superficiels. La ponction articulaire règle bien souvent le problème. Mais sa négativité ne doit pas faire conclure de façon formelle à l'infection superficielle. Pendant l'intervention, la difficulté peut être aussi grande. En effet, le pertuis aponévrotique qui fait communiquer avec les plans profonds, peut être minime. Dès lors, il nous paraît préférable de pratiquer, malgré l'absence de communication visible, une ouverture systématique du plan aponévrotique profond. Ce temps peut être fait sans grand risque infectieux à condition de prendre certaines précautions techniques : changement complet d'instruments, changement de champs périphériques, nettoyage soigneux et brossage du plan superficiel avant incision, changement de gants. Une courte incision est menée sur l'aponévrose profonde. Elle aura, le plus souvent, la désagréable surprise de voir venir de la profondeur, des éléments manifestement infectieux. On est dès lors amené au cas de figure précédent.

Hématome postopératoire apparemment stérile

Toute fistulisation d'un foyer opératoire doit être réopérée. En effet, la mise en contact avec l'extérieur d'un hématome, ne serait-ce qu'à titre temporaire,

opératoire précoce n'en est pas moins posée. Certes, dans certains cas, il est nécessaire d'y surseoir : anticoagulants efficaces, état général précaire d'un malade âgé. L'intervention est indiquée dans tous les autres cas. Elle permettra d'éviter la survenue d'une infection secondaire, de dehors en dedans.

Technique

L'installation doit être large et confortable. Il faut pouvoir manipuler le membre dans tous les sens afin de faire sortir l'hématome de la profondeur. Il est inutile en cas de stérilité des prélèvements préopératoires de faire un démontage complet des pièces prothétiques. On peut se contenter d'une évacuation simple avec une fermeture sur des drainages aspiratifs.

Reprise opératoire précoce de prothèses totales infectées du genou (fig 6)

Au genou, la reprise précoce d'une arthroplastie infectée est nettement moins satisfaisante qu'à la hanche. Les parties molles sont peu abondantes, le nettoyage risque d'entraîner des difficultés de fermeture.

Technique

Le malade est en décubitus dorsal. Garrot pneumatique à la racine de la cuisse, assurant une hémostase préventive. Reprise de la voie d'abord en excisant le trajet du Redon®. Nettoyage du tissu cellulaire sous-cutané à la rugine et à la curette. Il faut, à tout prix, se méfier des excisions du tissu cellulaire sous-cutané qui dévascularisent la peau et risquent de provoquer une nécrose cutanée secondaire. Luxation de l'appareil extenseur.

Prothèse à queue endomédullaire

Lorsque la prothèse comporte un scellement endomédullaire, il est possible de pratiquer l'ablation temporaire des deux pièces d'arthroplastie afin d'assurer un nettoyage correct. Pour les prothèses à charnière, l'ablation de l'axe pose habituellement peu de difficultés. Les pièces métalliques n'étant pas rétentes, on peut sortir la pièce fémorale, puis la pièce tibiale de leur fourreau acrylique. Le nettoyage est alors mené à la curette en arrière, au niveau des rampes capsulaires, puis progressivement latéralement pour se terminer en avant. Les pièces sont remises en place et la fermeture cutanée est faite simplement sur drainage aspiratif. Si le germe est sensible à la gentamicine, on peut utiliser des « gentabilles ». Il y a intérêt à faire une immobilisation postopératoire à visée de cicatrisation pour une période d'au moins 18 jours.

Prothèse sans tige endomédullaire

Les prothèses à glissement sont scellées sur l'épiphyse. Il est difficile d'en pratiquer l'ablation temporaire car le scellement est fait en os spongieux, friable ; on risque de créer des dégâts importants en pratiquant l'ablation temporaire. Par ailleurs, les pièces prothétiques sont souvent rétentes par rapport au ciment acrylique ; la prothèse, de ce fait, ne sort pas facilement de la gaine de ciment mais arrache le ciment avec elle. Il est donc préférable de se contenter d'un nettoyage périphérique aussi complet que possible, en sachant que cette situation est nettement moins favorable. Là encore, la fermeture sur gentabilles est souhaitable lorsque les germes sont sensibles à la gentamicine.

Difficultés de fermeture cutanée

Lorsque l'infection survient après une nécrose cutanée, il serait désastreux de vouloir refermer par suture directe. L'incision de décharge postérieure est un geste à proscrire en raison du risque de nécrose et du peu de gain cutané qu'elle procure. La prothèse doit être recouverte par un lambeau musculaire venant du jumeau interne, le plus souvent. La technique opératoire a été décrite plus haut. La couverture de la prothèse est, largement et sans difficulté, assurée par le lambeau ; l'incision de prélèvement du jumeau interne est refermée sur drainage, une greffe cutanée mince est faite sur la zone cruentée exposée du lambeau. Cette greffe cutanée peut être faite soit d'emblée, soit secondairement lorsque le lambeau musculaire a acquis sa forme définitive (fig 6).

Haut de page

PSEUDARTHROSES INFECTÉES

Lorsque l'infection focale n'a pas permis la consolidation du foyer fracturaire, rapidement se trouvent associés trois problèmes : l'infection, l'absence de continuité osseuse et la couverture cutanée. Ces trois difficultés, constamment associées à des degrés divers, conditionnent l'évolution et le traitement de la pseudarthrose suppurée. L'absence de couverture cutanée permettra éventuellement une surinfection secondaire ; la persistance d'une infection fait apparaître le plus souvent une rétraction des parties molles périphériques avec des difficultés de couverture cutanée ; l'absence de consolidation et la persistance d'une mobilité focale favorisent le plus souvent l'infection. Devant chaque pseudarthrose suppurée, la description des lésions et la thérapeutique doivent prendre en compte chacun de ces trois problèmes. Trois types de procédés thérapeutiques sont utilisés : les deux premiers, classiques, associent en plusieurs gestes opératoires excision, stabilisation et reconstruction. L'excision fait le nettoyage focal et, associée à l'antibiothérapie, assure la stérilité du foyer. La stabilisation, faite le plus souvent par fixateur externe, a pour but de permettre la consolidation osseuse d'une part et de lutter contre l'infection d'autre part. La reconstruction est assurée par des greffes osseuses. Deux possibilités se présentent : reconstruction avec fermeture cutanée par greffe corticospongieuse d'une part ^[6], reconstruction à ciel ouvert par greffe spongieuse (opération de Burri-Papineau) d'autre part. Ces deux méthodes que l'on a longtemps opposées ont, en fait, deux points communs : le nettoyage focal et la greffe osseuse ^[23]. L'utilisation de la greffe corticospongieuse impose la fermeture cutanée. En effet, l'os cortical supporte mal l'exposition à l'air. Il se nécrose. Par ailleurs, sa texture mécanique rend impossible son envahissement par le bourgeon de cicatrisation. Il peut donc jouer le rôle néfaste d'un corps étranger si l'assèchement focal a été insuffisant. Il n'en est pas de même de l'os spongieux. Celui-ci peut très bien se faire coloniser par le bourgeon charnu, assurant même la cicatrisation de deuxième intention ; de ce fait, il résiste mieux à l'infection.

En revanche, l'os cortical ou corticospongieux en fragments volumineux et rigides assure une tenue mécanique à laquelle ne peut prétendre l'os spongieux. Ces deux méthodes ont donc chacune leurs avantages et leurs inconvénients (tableau I).

À ces deux méthodes, s'oppose la technique d'Ilizarov, qui fait appel à un principe totalement différent, celui de la régénération de l'os sous l'effet de contraintes mécaniques parfaitement réparties, la régénération ayant pour effet de guérir l'infection sans même qu'on ait à faire un nettoyage focal. « L'infection brûle au feu de l'os » (Ilizarov). Alors que les deux premières méthodes (greffe à foyer fermé et greffe spongieuse à ciel ouvert) sont parfaitement connues avec des séries importantes de pseudarthroses suppurées traitées de cette façon, la méthode d'Ilizarov, révolutionnaire, faisant appel à des principes de régénérescence osseuse tout à fait nouveaux, ne peut se prévaloir en France, ni du recul, ni de l'importance de séries publiées, ce qui rend impossible toute

comparaison réelle. Cette méthode est décrite dans un autre chapitre de cet ouvrage. Nous ne la détaillerons pas.

Excision - Stabilisation - Reconstruction Chirurgie avec fermeture cutanée

Excision

L'abord est fait comme pour le nettoyage d'un foyer ostéitique. Les principes de l'excision d'une pseudarthrose infectée sont les mêmes : utilisation de l'hémostase préventive (garrot pneumatique ou bande d'Esmarch stérile), voie d'abord permettant une exposition élargie de la diaphyse. L'abord osseux sera le plus souvent fait en décortication.

Technique de la décortication (fig 7)

Dès la peau franchie, les instruments tranchants vont droit jusqu'à l'os. Une fois le contact osseux pris, on saisit le ciseau à décortiquer, le pouce sous le manche, les quatre doigts à la partie supérieure du manche, longitudinalement. Le marteau le frappe à petits coups.

On fait un premier passage transversal perpendiculaire au grand axe de l'os, l'épaisseur de la décortication étant guidée par le bruit du ciseau frappé.

Un bruit mat signifie que l'on est en train de pénétrer dans l'os, un bruit trop aigu signifie que l'on n'emporte pas suffisamment d'os avec le ciseau frappé. Le passage circonférentiel ayant été fait transversalement, on prend alors un ciseau plus large et on fait une décortication longitudinale, toujours guidée par le bruit du ciseau tenu quatre doigts au-dessus, le pouce en dessous. Les copeaux détachés sont préservés par les écarteurs de Hohmann.

La décortication doit être considérée comme un abord autant que comme un avivement susceptible de procurer un épaissement substantiel de l'os. En fait, très souvent, les décollements infectieux rendent impossible la création de copeaux ostéomusculaires satisfaisants.

L'ablation de tous les corps étrangers est le premier temps. Fil non résorbable, vis, cerclés et plaques sont enlevés. L'excision osseuse est le temps suivant. Pour la conduite à tenir vis-à-vis de l'os, les avis divergent. Classiquement, deux écoles s'imposent : Evrard ^[6] fait des excisions limitées réalisant un nettoyage focal visant à assurer l'assèchement.

À l'opposé, Judet et Letournel n'ont pas hésité à prononcer le mot d'« excision carcinologique » pour qualifier leurs excisions. Pour notre part, nous pensons que l'excision doit être suffisante mais non extensive. En aucun cas, elle ne doit être carcinologique car ce terme entraîne une notion d'excision de parties molles qu'il faut à tout prix éviter. Nous enlevons les séquestres et nous faisons une excision osseuse volontairement limitée. Il convient, en effet, de se poser le problème de la reconstruction ultérieure dès le temps d'excision. Par ailleurs, la conduite à tenir vis-à-vis de l'os nécrosé est souvent difficile à définir. Une excision complète permettra un nettoyage satisfaisant du foyer avec un assèchement rapide, mais sera plus difficile à reconstruire.

Une excision incomplète risque de voir réapparaître les phénomènes infectieux qui vont compromettre la greffe ultérieure. Evrard et al hésiteront à faire une résection diaphysaire. Pour nous, si la résection diaphysaire est nécessaire, elle doit être pratiquée, le mode de reconstruction devant alors être adapté. Il faut, toutefois, garder présent à l'esprit que la nécrose osseuse n'est qu'un instantané. Un os nécrosé est susceptible de se réhabiliter à condition qu'il existe un environnement correctement vascularisé et une infection contrôlée. Au cours de cette intervention, de nombreux prélèvements bactériologiques sont faits afin de saisir le germe responsable de l'infection en profondeur et d'adapter le traitement antibiotique.

Fermeture cutanée

C'est le temps fondamental lorsqu'on s'oriente vers une reconstruction par de l'os cortical ou corticospongieux. Chaque fois que cela est possible, la fermeture directe plan par plan est pratiquée. Malheureusement, très souvent, l'infection a sclérosé les parties molles et la fermeture cutanée n'est plus possible simplement. Si c'est rarement le cas à la cuisse, c'est une situation fréquente à la jambe. On doit donc faire appel à des procédés sophistiqués de fermeture. Lorsque les germes sont sensibles à la gentamicine, on peut avoir intérêt à refermer sur des gentabilles qui, outre l'effet antiseptique, auront un effet mécanique de préparation du lit de la greffe.

Lambeaux à visée de fermeture cutanée

Nous ne ferons que rappeler les lambeaux musculaires qui ont été décrits précédemment. Les muscles sont susceptibles d'assurer la couverture d'un foyer. On peut les transposer avec une palette cutanée (lambeau myocutané). Cette méthode est largement utilisable où le jumeau interne emmène sans difficulté une vaste raquette cutanée [22]. Mais pour nous, la rançon cicatricielle du lambeau myocutané de jumeau est rédhibitoire. Nous préférons utiliser le jumeau comme lambeau musculaire. Pour le lambeau de grand dorsal en revanche, nous n'hésitons pas à prélever une importante zone cutanée car la zone donneuse se referme facilement. Les autres muscles utilisables à la jambe sont des muscles profonds, n'ayant pas de secteur cutané sous leur dépendance vasculaire [21]. On est donc obligé de leur apposer une greffe mince qui en assurera l'épidermisation. La couverture d'un foyer de pseudarthrose par lambeau musculaire a le mérite, en outre, d'assurer un environnement vascularisé à la future greffe osseuse.

Lambeaux fasciocutanés

La description relativement récente de la vascularisation cutanée a permis de définir des nouveaux procédés de fermeture cutanée : les lambeaux fasciocutanés. À la jambe, la peau avait la réputation de ne pouvoir être décollée, interdisant les lambeaux locaux. En fait, certains lambeaux à la jambe sont utilisables à condition de décoller en bloc la peau et le fascia superficiel porteur d'une vascularisation maintenant bien connue (fig 8).

Le lambeau fasciocutané interne (fig 9) couvre correctement le tiers supérieur de jambe et le genou [5].
Technique : malade en décubitus dorsal, la découpe du lambeau comporte une incision antérieure longitudinale 2 cm en arrière de la crête tibiale, descendant jusqu'à 5 cm au-dessus de l'insertion du tendon d'Achille. La largeur du lambeau peut aller jusqu'à 5 cm. L'incision traverse sans décollement la peau, le tissu cellulaire sous-cutané et le fascia sous-jacent. On soulève en bloc le lambeau fasciocutané du plan musculaire. Il convient de faire ce décollement prudemment, en évitant un décollement parasite entre la peau et le fascia. Pour ce faire, des fils de traction sont passés, prenant d'emblée l'aponévrose. On a intérêt à inclure dans ce lambeau le pédicule saphène interne qui est porteur d'une vascularisation non négligeable. La zone donneuse est recouverte extemporanément par une greffe cutanée mince.

Le lambeau fasciocutané externe a une découpe semblable à celle du lambeau interne, mais il descend moins bas, devant s'arrêter 10 cm au-dessus du calcaneum. Il couvre correctement la face externe de jambe et la partie externe du genou. En fait, son utilisation est moindre car il s'agit de régions où le déficit cutané se fait moins souvent sentir.

Le lambeau bipédiculé (fig 10) est un lambeau très intéressant car il permet de recouvrir la région basse de jambe. La double vascularisation de ce lambeau (pédicule supérieur et pédicule inférieur) rend possibles des couvertures dans des zones difficiles, notamment antéro-internes. Il doit être longitudo-

Technique : on commence par ovaliser la perte de substance cutanée. On fait

une incision parallèle au grand axe de la perte de substance cutanée, en arrière de celle-ci. La largeur du lambeau dépend de la largeur de la perte de substance cutanée. On essaye, si possible, de faire le décollement sous-aponévrotique et on translate le lambeau vers la perte de substance. L'arc de rotation de ce lambeau est assez peu important malgré un décollement relativement important. En fait, très souvent, on s'adresse à la face interne du tibia sur des jambes multiopérées, où des adhérences et des remaniements scléreux rendent impossible la découverte du plan sous-aponévrotique. Il faut, alors, faire le décollement en bloc au ras de l'os, sans chercher à découvrir un plan de clivage physiologique. La zone donneuse est recouverte extemporanément par une greffe cutanée mince.

Autres lambeaux fasciocutanés. D'autres lambeaux sont décrits dans cet ouvrage ^[5] : lambeau postérieur (fig 11), lambeau antéroexterne et lambeau fasciocutané à pédicule inférieur ; ils sont, en fait, d'indication tout à fait exceptionnelle dans les pseudarthroses suppurées de jambe. Nous ne les détaillerons pas.

Lambeaux hétérojambeurs. Lorsque les lambeaux fasciocutanés ne sont plus possibles (cicatrices sur la jambe blessée ou lésion trop basse et trop large pour être accessible à un lambeau classique), on fait appel à un lambeau hétérojambeur. Le *cross-leg* à visée de couverture cutanée utilise le lambeau fasciocutané interne. L'utilisation d'un lambeau longitudinal d'une part, interne d'autre part, avec un pédicule permettant un arc de rotation très important, autorise des positions hétérojambeures beaucoup plus confortables pour le blessé. Là encore, la fixation sera le plus souvent assurée par un fixateur externe. En effet, d'une part, très souvent la pseudarthrose infectée a déjà son propre fixateur externe, d'autre part, avec les fixateurs modernes, un seul plan de fixation sur la jambe donneuse est suffisant. Par ailleurs, la fixation par plâtre ou pansement à l'Élastoplaste® est mal tolérée et ne permet pas de faire les pansements correctement. Quoi qu'il en soit, les lambeaux dans le cadre de l'infection sur os non consolidé n'ont qu'un seul rôle thérapeutique : la couverture cutanée. Ils ne représentent pas une méthode en eux, ils doivent être intégrés dans le cadre du triptyque : « excision, stabilisation, reconstruction ».

Stabilisation

La consolidation impose une stabilisation parfaite, du moins dans un premier temps. En cas d'infection, le plus souvent le matériel d'ostéosynthèse est considéré comme un corps étranger nuisant à l'assèchement. Il est enlevé et remplacé par un fixateur externe. Toutefois, il est indiscutable qu'un certain nombre de malades peuvent consolider matériel en place. L'ablation du matériel ne doit pas être systématique mais raisonnée. C'est ainsi qu'un clou centromédullaire remplissant parfaitement son rôle mécanique peut être laissé en place ^[31]. Dans la discussion sur l'ablation du matériel d'ostéosynthèse interne, plusieurs éléments doivent être pris en compte.

La date d'apparition de l'infection. Un sepsis très précoce impose une longue période où le matériel sera laissé en place ; or, au bout d'un certain temps, souvent, il se produit une ostéolyse septique autour du métal réduisant d'autant l'efficacité mécanique du matériel. Si l'ostéolyse survient avant l'apparition du cal, on risque de se voir trahi sur le plan mécanique. Il se produit donc une course de vitesse entre la consolidation et l'infection. Il faut savoir apprécier les possibilités de l'une et de l'autre.

Plus l'infection se manifeste tôt, plus le risque de réapparition du sepsis avant la consolidation est grand.

Une infection grave avec un germe résistant fera pencher en faveur de l'assèchement à tout prix, donc de l'ablation du matériel ^[26].

Une infection à germe sensible à la gentamicine pourra faire espérer un assèchement avec maintien du matériel grâce aux gentamicines.

Une reconstruction importante avec une résection diaphysaire imposera un assèchement parfait, la sécurité sera donc de faire l'ablation du matériel. En fait, si on peut dans certains cas guérir l'infection, matériel en place et obtenir la consolidation, l'assèchement à coup sûr du foyer nécessite l'ablation du matériel remplacé par un fixateur externe.

Dans ce débat qui divise les chirurgiens orthopédistes, un élément fondamental doit être pris en compte : la qualité du fixateur externe utilisé. Un fixateur

moderne utilisé correctement alourdit les suites opératoires, mais ne doit pas avoir de complications qui lui sont propres.

La fixation externe dans la pseudarthrose suppurée doit assurer une immobilisation parfaite ^[2]. Toute mobilité focale non contrôlée risque d'entraîner une récurrence infectieuse et une non-fusion de la greffe ultérieure. Par ailleurs, il est fréquent d'avoir à faire des gestes secondaires. Il faut donc lors de la mise en place du fixateur externe « ne pas couper les ponts » par des fiches ou des barres d'union qui interdiraient la chirurgie secondaire. Les fixateurs externes sont décrits, par ailleurs, dans cet ouvrage ^[20]. Rappelons simplement qu'un fixateur externe moderne doit permettre de faire des fixations en un seul plan diaphysaire. L'utilisation d'un deuxième plan, perpendiculaire ou non au premier, constitue une gêne pour la chirurgie secondaire, et un facteur important de séquelles fonctionnelles. Fiches transfixiantes et plans multiples de fixation doivent donc être évités au maximum. Lorsqu'il existe un contact osseux résiduel, l'ostéosynthèse externe peut facilement être allégée, l'os reprenant une partie des contraintes. En cas de résection diaphysaire, il faut faire appel à un matériel de grande stabilité et respecter certaines règles de la fixation diaphysaire ^[9] (**tableau II**). Les fiches doivent avoir au moins 5 mm de diamètre. Les porte-fiches doivent être très allongés afin d'assurer des prises étendues sur les diaphyses (**fig 12**). Les procédés d'union entre les porte-fiches (barres ou cornières) doivent être de diamètre suffisant. À ce prix, on peut réaliser, quel que soit le niveau de segment de membre, une ostéosynthèse en un seul plan. Certains matériels ont été d'emblée conçus dans ce but (fixateur ALJ, fixateur Ortho-Fix). D'autres toutefois peuvent être utilisés en un seul plan, certains avec une maniabilité moindre (fixateur des armées) ou pour d'autres, avec une nécessité de pièces spéciales (pour le matériel de Hoffmann, poignées Versailles et fiches 5 mm). Il semble, toutefois, que, quel que soit le matériel, en respectant les principes énoncés plus haut concernant la fixation diaphysaire, on puisse réaliser des ostéosyntheses en un seul plan. Le but à obtenir est un fixateur unilatéral ^[18]. Au fémur, le fixateur unilatéral sera posé en arrière de la cloison intermusculaire externe, donc très postérieure, ne nuisant pas au plan de glissement antérieur du quadriceps sur la cuisse. On limitera ainsi au maximum les risques de raideur de genou provoquée par la transfixion musculaire.

À la jambe, le plan de fixation est antéro-interne, là où l'os est sous-cutané (**fig 13**). On laisse donc possible toute chirurgie secondaire postéroexterne. Au membre supérieur, la fixation par fixateur unilatéral est plus classique et plus facile à réaliser, les contraintes étant moindres. Le plan de fixation huméral doit être antéroexterne, mais il peut être nécessaire de faire la mise en place des fiches de la partie basse de l'humérus sous contrôle de la vue (en raison du nerf radial). La fixation par fixateur externe des deux os de l'avant-bras doit être faite, elle aussi, en un plan.

Au radius, le plan est externe. Au cubitus, il est interne. Ces deux fixateurs seront souvent reliés l'un à l'autre, afin de bloquer la pronosupination en position intermédiaire pendant la période de cicatrisation.

Fixation externe épiphysaire (**fig 14**)

Le fixateur externe moderne doit permettre de faire une fixation au niveau des épiphyses. Certains systèmes ont prévu d'emblée cette possibilité, grâce à des pièces spécifiques ^[14] (plaques à noix du fixateur ALJ) (**fig 14**). D'autres ont la possibilité de s'adapter à certaines situations avec une maniabilité plus ou moins grande (cornières en T du fixateur de Judet, prise perpendiculaire pour le fixateur Ortho-Fix, poignée B115 et B116 du fixateur externe de Hoffmann) (**fig 15**). La nécessité de faire une ostéosynthèse épiphysaire est une éventualité fréquente. Ce n'est qu'en cas de très grosse ostéoporose ou de fragment épiphysaire trop petit, que l'on sera amené à pratiquer un pontage de l'articulation. Le pontage de l'articulation du genou se fait par une prise fémorale dont les fiches doivent impérativement respecter le plan de glissement du quadriceps (**fig 16**). Sur ce montage principal fémorotibial, on branchera une prise épiphysaire relais, stabilisant les fragments. Il ne s'agira que d'un épinglage épiphysaire. Secondairement, lorsque la consolidation sera sur le point d'être obtenue, ce groupe de fiches pourra devenir le seul plan de fixation, après

relais fémorotibial en une fixation directe ; celle-ci est beaucoup moins sollicitée lorsque le foyer est proche de la consolidation ; un seul plan de fixation épiphysaire suffira. À la cheville, le pontage de l'articulation se fait par l'intermédiaire de fiches calcanéennes et métatarsiennes. Là encore, au plan principal de fixation tibiocalcanéen, on peut ajouter un relais accessoire épinglant les fragments épiphysaires.

Fixateur externe postural ^[14] (fig 17)

Le pontage temporaire d'une articulation peut être fait pour des raisons posturales, un équin peut être immobilisé puis rééduqué grâce à une prise dans les métatarsiens ; cette prise temporaire du pied par « un fixateur antiéquin » a, en outre, l'intérêt de limiter les mouvements de parties molles, ce qui a un effet bénéfique sur la cicatrisation. Après une phase statique d'immobilisation de l'articulation, on peut lutter contre une éventuelle attitude vicieuse en remplaçant la barre d'union par un sandow ; ce rappel continu permet parfois de venir à bout de l'équin, et rend possible la mise en appui ; en effet, il ne faut jamais mettre en appui un fixateur externe antiéquin relié à une barre rigide, sous peine de fractures de fiches ou de fractures de métatarsiens.

Reconstruction

Grefe corticospongieuse

Date

La reconstruction par greffe corticospongieuse avec fermeture cutanée nécessite un assèchement parfait du foyer. Après le temps d'excision, il convient d'observer un délai de sécurité. La greffe corticospongieuse est faisable dès normalisation de la courbe thermique et cicatrisation de l'incision de nettoyage. Une normalisation de la vitesse de sédimentation est souhaitable. Habituellement, la greffe corticospongieuse n'est pas pratiquée avant la sixième semaine. L'évolution de la CRP est un guide précieux dans le choix de la date. Le délai peut être même prolongé jusqu'à la fin du troisième mois. Pratiquée trop tôt elle risque de rencontrer un foyer incomplètement asséché. Pratiquée trop tard, elle fait perdre du temps au malade d'une part, et elle prolonge la période de fixateur externe d'autre part. Or, on sait que ces ostéosynthèses externes ont une durée de vie limitée.

Voie d'abord

Certains pratiquent la reconstruction focale par la même voie d'abord. Cette technique a le mérite de la simplicité et permet une greffe en position anatomique. On respecte les copeaux de décortication des extrémités supérieures et inférieures. On retrouve le foyer excisé, on l'avive et on recrée un lit à la greffe par excision du tissu cicatriciel. C'est l'intérêt des chapelets de gentabilles qui maintiennent un espace à la greffe. L'avivement des fragments osseux restants est soigneux, une ou plusieurs baguettes corticospongieuses sont mises en place ; elles doivent recouvrir d'au moins 2 cm les extrémités de l'os à greffer (fig 18). Des copeaux de spongieux sont positionnés dans la cavité focale, de façon à assurer le volume osseux. La fermeture cutanée est faite en deux plans sur drainage aspiratif. Cette technique, malheureusement, expose au risque de récurrence infectieuse avec lyse du greffon. C'est pourquoi, le plus souvent, on préfère utiliser une voie d'abord différente pour la reconstruction.

Voie d'abord vierge : il existe, en effet, le plus souvent, une voie d'abord qui n'a pas encore été utilisée. Au fémur, la voie postérieure laissant le sciatique en dehors a le plus souvent été respectée au cours de l'histoire de la pseudarthrose suppurée. Cette voie permet de mettre en place une greffe corticospongieuse dans des conditions satisfaisantes, parfaitement environnées d'un lit musculaire vivant. À l'humérus, la voie antéro-interne est souvent utilisable, l'abord le plus habituel des excisions étant la voie externe ou exceptionnellement la voie interne. Cette voie antéro-interne laissant en

arrière le paquet vasculaire est symétrique de la voie externe décrite précédemment. Elle permet tout geste de reconstruction avec une grande sécurité.

Indications : la reconstruction par une voie d'abord vierge est préférable sur le plan infectieux. Elle n'est pas toujours possible pour des raisons locales. Sur le plan mécanique, elle est moins satisfaisante (fig 19). Elle présente un intérêt indiscutable pour renforcer un foyer où persiste un contact osseux. Mais lorsqu'on reconstruit une résection diaphysaire circonférentielle, la greffe se trouvera obligatoirement dans le foyer septique, il y a donc moins d'intérêt à utiliser une autre voie d'abord.

Greffons

Les prélèvements de greffons doivent être très importants. La crête iliaque antérieure donne une quantité le plus souvent suffisante. On prélève habituellement les deux corticales. La longueur de la baguette prélevée a été mesurée préalablement sur la radio. Il est impératif d'avoir une baguette continue susceptible de ponter la perte de substance osseuse. On complète le prélèvement par une prise de greffon spongieux en quantité la plus importante possible. La face interne du tibia est susceptible de procurer une excellente baguette de reconstruction. Elle a l'avantage d'avoir une tenue mécanique non négligeable. Elle est toutefois plus difficile d'incorporation qu'une crête iliaque. Par ailleurs, elle risque de fragiliser un tibia sain. Enfin, elle laisse peu de possibilité de prélèvement de spongieux. Le péroné est un greffon utilisable accessoirement. Il a d'excellentes qualités mécaniques, mais de très grosses difficultés d'incorporation. Il est donc réservé aux cas où il est nécessaire de prélever une quantité très importante de greffons et où les prélèvements classiques (crête iliaque antérieure et tibia) sont dépassés.

Mise en place des greffons : les greffons doivent être appliqués au moins 1,5 cm sur chacune des extrémités osseuses, pontant le defect par une pièce osseuse monobloc. Le contact avec les extrémités de l'os receveur doit être parfait. Celui-ci doit être soigneusement avivé jusqu'à en être « saignant ». Si les parties molles assurent une tenue suffisante aux greffons, il est inutile d'y ajouter une ostéosynthèse. Mais il peut être utile, dans certains cas, de visser l'os cortical aux fragments supérieur et inférieur. Le spongieux est tassé autour de la reconstruction par os cortical. La peau est refermée, de façon étanche sur drainage aspiratif, au besoin, on aura mis des billes de gentamicine.

Cas particulier : la greffe intertibiopéronière (GITP)

À la jambe, les conditions sont plus défavorables. Il peut être difficile de trouver une voie vierge (voie antéroexterne). C'est l'intérêt de la GITP (fig 20). Le principe de la GITP est de mettre en place un greffon par voie externe d'une part (parties molles vivantes) et solidarissant le tibia au péroné, d'autre part. Deux techniques sont possibles.

Voie d'abord préperonière

Malade sur le dos, incision antéroexterne, le long du bord antérieur du péroné. On prend contact avec le péroné en passant dans l'interstice entre le long et le court péronier latéral. On rugine la face antérieure du péroné. On prolonge l'action de la rugine jusqu'à ce qu'elle vienne en contact avec la membrane interosseuse. Celle-ci est ruginée en repoussant en avant la totalité des parties molles antérieures de la jambe. Il faut rester très soigneusement au contact de la membrane afin d'éviter de léser le paquet tibial antérieur. On parvient à bout de rugine jusqu'à la crête tibiale externe et la face antéroexterne du tibia. Celui-ci est avivé soigneusement.

Voie d'abord rétropéronière (fig 21)

interosseuse. On récline ainsi en arrière toutes les parties molles de la loge postérieure de jambe, l'artère péronière devant « partir » avec ces parties molles. L'avivement tibial est mené de la même façon que par la voie antéroexterne. Cette voie d'abord rétropéronière est relativement confortable, car le péroné est un élément postérieur de la jambe. En revanche, il fait pratiquer, dans un certain nombre de cas, le sacrifice involontaire de l'artère péronière : il est donc souhaitable de faire une artériographie préopératoire.

Prélèvement des greffons

On prend une baguette corticospongieuse de 4 cm plus longue que l'espace à combler. La crête iliaque antérieure est le plus souvent utilisée mais, si l'intervention est pratiquée en décubitus ventral, on fera appel à la crête iliaque postérieure. Après le prélèvement d'une baguette continue corticospongieuse, on complète par la prise de quantité importante de spongieux. On préférera les greffons iliaques aux greffons tibiaux.

En effet, si les greffons tibiaux ont une meilleure qualité mécanique, ils sont plus scléreux et ils présentent plus de difficultés d'incorporation. Par ailleurs, il n'est pas possible de trouver des quantités importantes de spongieux au tibia. Le greffon péronier n'a pas d'indication pour la GITP en raison de sa morphologie et des difficultés d'incorporation.

Mise en place des greffons

Le greffon est taillé selon la forme d'un losange dont la longueur dépasse de 4 cm la longueur à combler, la largeur étant de 0,5 cm supérieure à l'espace intertibiopéronier. Une pince écartante agrandit provisoirement l'espace intertibiopéronier. L'ablation de la pince permet le resserrage spontané du péroné sur le greffon qui est, dès lors, parfaitement encastré entre le tibia et le péroné. Habituellement, le greffon est autostable et c'est un des avantages de cette technique. Les parties molles sont refermées sans problème particulier.

Ostéosynthèse du péroné (fig 22)

Cette technique nécessite un péroné continu. S'il est mobile, il faut commencer par le synthésiser, soit par une plaque ou une vis péronéotibiale si les conditions locales le permettent, soit par deux fiches de fixateur, mises en relais sur le fixateur principal. Parfois, le péroné mobile présente un troisième fragment, qui peut être rapproché du tibia, diminuant d'autant l'espace intertibiopéronier à greffer.

Suites opératoires

L'incorporation du greffon intertibiopéronier est habituellement assez rapide, la mise en charge pouvant être autorisée sous couvert du fixateur dès le cinquième mois.

La GITP est un procédé très sûr de consolidation des pseudarthroses suppurées de jambe. Elle nécessite plusieurs conditions :

- des parties molles externes vivantes ;
- un assèchement correct du foyer ;
- une corticale postéroexterne tibiale continue, sur laquelle le greffon intertibiopéronier peut être appliqué.

On conçoit donc qu'elle réponde à des pseudarthroses suppurées de gravité moyenne. Elle a pu être utilisée dans les formes graves avec résection diaphysaire, en réalisant une solidarisation péronéotibiale supérieure et inférieure, sans chercher à greffer le foyer. Elle a pu procurer dans ces cas certaines satisfactions, mais avec des délais très importants et un risque de fracture itérative considérable. Dans ces formes graves avec avulsion osseuse et cutanée, elle nous semble dépassée.

Reconstruction par du spongieux

Greffe spongieuse à ciel ouvert (GSCO) : opération de Burri-Papineau

La paternité de cette intervention est difficile à définir. Le premier à l'avoir décrite est Roy-Camille . Il l'avait vu pratiquer à Montréal par Papineau ^[24]. Il lui a donc donné son nom. Mais le principe de la greffe spongieuse à ciel ouvert est décrit dans le livre de Burri ^[3] : *Post traumatische Osteitis*. Il est donc préférable de donner le nom de l'opération de Burri-Papineau à cette technique. Cette intervention repose sur plusieurs principes :

- ne pas refermer une plaie est une garantie anti-infectieuse ;
- l'os spongieux est susceptible de se corticaliser avec le temps et les contraintes ;
- les copeaux d'os spongieux sont susceptibles de se faire envahir et coloniser par le bourgeon, tout en conservant des propriétés ostéogéniques.

Nous commencerons par la description de la technique classique, nous en verrons les inconvénients et les risques pour définir l'état actuel de la GSCO et nous proposerons des modifications techniques. Face au tryptique pathologique : infection profonde - avulsion des parties molles - insuffisance mécanique osseuse, l'opération de Papineau a le mérite de proposer un protocole thérapeutique unique, comportant deux temps opératoires principaux. Le premier temps opératoire (P1) comporte l'excision et la stabilisation. C'est le traitement classique de l'infection focale.

L'originalité de la méthode tient au deuxième temps opératoire (P2) qui, en une seule intervention, la GSCO, règle deux problèmes : la consolidation osseuse et la couverture cutanée. Nous prendrons pour type de description une pseudarthrose suppurée ayant nécessité une résection diaphysaire circonférentielle (fig 23).

Premier temps (P1) : excision-stabilisation

L'intervention est menée sous garrot pneumatique, l'exposition osseuse est faite en passant à travers la fistule qui à la jambe est le plus souvent interne. L'excision cutanée doit être minime. Même si la peau est scléreuse, adhérente à l'os, elle doit être respectée et soulevée en bloc par un ruginage de la face interne. On tente alors une décortication dont la technique a été décrite plus haut. Celle-ci est très rarement satisfaisante. En effet, les attaches musculaires sont inexistantes à la face interne. En arrière et en dehors, il est très rare que l'on arrive à soulever des copeaux de décortication satisfaisants. Seules, les pseudarthroses hypertrophiques sont facilement décortiquées, mais alors on a l'inquiétude de laisser des éléments infectés dans des copeaux de décortication. Le nettoyage focal est pratiqué comme décrit précédemment. Il doit être mené sans agressivité mais sans pusillanimité. L'excision doit être suffisante mais non abusive. Les séquestres libres sont enlevés, l'os manifestement nécrosé, ivoirien est réséqué. Il convient de laisser en place uniquement du tissu parfaitement vivant. L'intervention est terminée par la mise en place d'un fixateur externe.

Papineau décrit son intervention sur enclouage centromédullaire ^[24]. Nous pensons que cet enclouage stabilise mal le foyer (possibilité de rotation sauf en cas d'enclouage verrouillé) et que la présence du clou prive le foyer d'une quantité importante d'os spongieux. Enfin, le risque infectieux de cet enclouage dans une pseudarthrose suppurée doit être pris en considération.

Le fixateur externe a été décrit précédemment. Sa mise en place ne pose pas de problème particulier. Il est toutefois impératif d'avoir un montage le moins encombrant possible, tout en étant inébranlable, en raison des pansements qui seront pratiqués dans les suites. La plaie opératoire est bourrée de gras, et un pansement compressif est pratiqué. Ce n'est qu'après ce pansement compressif que le garrot est enlevé. En effet, ces excisions osseuses et cutanées saignent parfois de façon considérable. Il est impératif de pratiquer un pansement circulaire sous le fixateur au contact de la peau, comprimant directement le foyer. Ce pansement assure l'hémostase et ne sera desserré qu'à la sixième heure.

Le pansement est défait au cinquième jour. La plaie est lavée abondamment « à grande eau », les antiseptiques ajoutés à l'eau de lavage n'ont qu'un rôle accessoire, c'est le lavage mécanique qui assure la détersion de la plaie. Habituellement, le premier pansement est propre. Il n'y a plus de pus, le lavage est donc relativement bref, d'autant qu'à ce stade, la plaie a encore tendance à saigner. Un pansement gras est de nouveau appliqué dans le fond dans les anfractuosités de la plaie ; ce pansement sera refait tous les jours jusqu'à ce qu'apparaisse le tissu de granulation. S'il est constant que le premier pansement soit propre, habituellement on voit réapparaître une certaine purulence aux alentours du dixième jour. Cette purulence, au début, doit être traitée par modifications des soins locaux et au besoin, par pansement humide au Dakin®. Il faut éviter les pansements bétadinés, car, la Bétadine® se desséchant, elle fait croûte au fond de la plaie et ne déterge plus. Si des pansements humides au Dakin® ne viennent pas à bout de la purulence, il faut se poser le problème d'une excision itérative et d'une modification de l'antibiothérapie. Habituellement, au 15^e jour, on a acquis la certitude que la totalité des éléments restants sont vivants. C'est alors qu'on peut pratiquer la greffe spongieuse.

Greffe spongieuse

Toutes les épiphyses sont susceptibles de fournir de l'os spongieux. Les quantités à trouver sont souvent très importantes. Il convient donc de prévoir plusieurs zones de prélèvement. Le site donneur principal, pour nous, est la crête iliaque postérieure. Celle-ci impose un prélèvement en décubitus ventral.

Technique du prélèvement de spongieux en décubitus ventral (fig 24)
Malade sur le ventre, le membre inférieur sain étant placé en flexion et rotation externe afin de visualiser dans la même installation le trochanter et le condyle fémoral. Les lignes d'incision sont marquées au stylo-feutre. Le champ opératoire inclut donc, le plus souvent, quatre zones de prélèvements potentielles. On commence par les crêtes iliaques postérieures, car c'est là qu'il existe la plus grosse quantité osseuse et c'est à cet endroit que l'os a la meilleure qualité. L'incision cutanée fait 5 cm environ, elle est centrée sur la saillie postérieure de l'épine iliaque postérosupérieure. On traverse le tissu cellulaire sous-cutané en allant droit à la crête iliaque. En bas, on repère facilement le renflement du massif iliaque postérieur. On rugine les premiers centimètres de la corticale exopelvienne de l'os iliaque. La trépanation est faite au ciseau frappé, elle est minime afin de ne pas perdre d'os. Le ciseau-gouge est volontiers utilisé. Cette trépanation est agrandie à la curette. Le but à obtenir est de racler les corticales à l'aide des curettes (fig 25). Toute fracture de la corticale va donc priver l'opérateur de l'appui de la curette, diminuant d'autant la possibilité de prélever de l'os. Les curettes s'insinuent entre les corticales. Pour ce faire, il convient de disposer de curettes de diamètre croissant allant de 6 à 12 mm. On est aidé par les curettes à long manche qui permettent une manipulation plus vigoureuse. Au début du prélèvement, on utilise des curettes de taille croissante jusqu'à obtenir un trou d'environ 10 mm. Dès lors, la curette de 10 mm va s'insinuer entre les corticales en avant, en arrière, suivant la morphologie complexe de l'aile iliaque. On peut aller très loin vers le bas et on sent parfaitement les limites qui amèneraient à sortir de la tubérosité iliaque postérieure. On parvient habituellement à faire des prélèvements considérables en jouant avec des curettes de taille différente (fig 26). Les deux massifs iliaques postérieurs fournissent couramment une quantité d'os spongieux de la taille du poing. La fermeture est faite sur Redon® en deux plans à points séparés sur la peau en raison de la fréquence des hématomes et de l'éventualité non exceptionnelle d'une infection du site de prélèvement. Les 24 premières heures, le drainage n'est pas mis en aspiration. Au début de notre expérience, nous avons comblé la zone donneuse avec du matériel résorbable afin de limiter l'hémorragie, mais nous avons eu un nombre important d'infections postopératoires et nous y avons renoncé. Lorsque la quantité prélevée sur les deux crêtes iliaques postérieures est insuffisante (ce qui est très rare lors des prélèvements de première intention), on continue l'intervention par une prise de greffe sur le trochanter et, éventuellement, sur le condyle fémoral. Ces prélèvements faits en zone porteuse sont dangereux en raison du risque de fragilisation et de fracture secondaire. La trépanation doit être faite impérativement en zone proche de

Prélèvement de spongieux en décubitus dorsal

Crêtes **iliaques** **antérieures**

| Prélèvements | itératifs |
|--------------|-----------|
|--------------|-----------|

Technique de mise en place des greffons (fig 27)

- reconstruction anatomique ;**
- volume osseux important ;**
- tassement correct ;**
- contact important avec les extrémités osseuses.**

Le premier pansement est fait au cinquième jour. La plaie est lavée abondamment. Habituellement, à ce stade, elle est parfaitement propre. On se

du gras. Nous verrons plus loin les modifications que nous apportons habituellement à ce schéma classique.

Dans les suites, progressivement, le bourgeon va envahir la surface cruentée, le bourgeon progressant par la périphérie, les berges de la plaie se rejoignent, le centre mettant un peu plus longtemps à se recouvrir. La rapidité de progression du bourgeon dépend de la qualité des parties molles avoisinantes et de la largeur de la plaie plus que de sa longueur, puisque c'est par les berges que se fait la fermeture. Chemin faisant, la plaie passe par des aspects variables. Tantôt, elle est parfaitement rouge avec, au centre, la zone blanche de l'os spongieux non encore envahie. Tantôt, une sécrétion verdâtre vient ternir l'aspect local. Cette sécrétion verdâtre habituellement est vaincue par le nettoyage de la plaie. Tantôt, le bourgeon prend un aspect atone, ne progressant pas, et l'os spongieux reste blanc, n'ayant aucune tendance à s'incorporer. Des pansements gras pro-inflammatoires sont alors pratiqués. Habituellement, en 3 à 4 mois, la totalité du spongieux est recouverte par le tissu de granulation. Dès lors, dans un certain nombre de cas, on peut être amené à pratiquer une greffe cutanée, mais celle-ci n'est pas toujours indispensable, l'épidermisation pouvant se faire spontanément, dans les pertes de substances cutanées ovalaires.

Suites mécaniques

L'appréciation de la consolidation est faite sur des nuances radiographiques. En effet, le spongieux après une phase de décalcification (pendant les 2 premiers mois) va se densifier pour obtenir sa densité finale aux alentours du sixième mois, la solidité mécanique survenant 1,5 mois ou 2 mois après cette période.

Antibiothérapie [25]

Habituellement, il n'est pas indispensable de maintenir une antibiothérapie prolongée. Il convient d'encadrer les deux temps opératoires par une antibiothérapie jusqu'au 15^e jour après P2. Au-delà du 15^e jour, c'est aux soins locaux que la lutte anti-infectieuse est confiée.

Insuffisances de l'intervention de Burri-Papineau [17]

Insuffisances

cutanées

La cicatrisation peut n'être pas complète. Il peut exister des difficultés pour la formation des derniers centimètres de bourgeon. Un avivement suivi d'une greffe spongieuse itérative a minima a été proposé par Roy-Camille (mini-Papineau). Plus inquiétantes sont les ulcérations chroniques après cicatrisation initiale. S'il est classique que le Papineau rejette un peu de sérosités dans le cours de la première année qui suit la guérison clinique, il est beaucoup plus inquiétant de voir apparaître des ulcérations tardives, trophiques, sur une peau adhérente et sur une zone cicatricielle remaniée.

Insuffisances

mécaniques

L'opération de Burri-Papineau ne remplit pas toujours son rôle de consolidation mécanique. L'insuffisance osseuse peut être le fait d'un volume osseux initial insuffisant par faute technique mais, dans un certain nombre de cas, une érosion progressive du spongieux exposé à l'air se produit. Par ailleurs, les irrigations-lavages tassent et creusent la greffe spongieuse à ciel ouvert, si bien que, lorsque la progression du bourgeonnement est lente, l'os spongieux s'élimine progressivement. Ailleurs, le volume osseux est suffisant mais l'os reconstitué n'est pas en situation anatomique. En effet, le positionnement de la greffe peut être difficile et nécessiter des radios peropératoires. Le spongieux étant malléable, il peut très bien ne pas reconstruire le fût diaphysaire de façon anatomique.

Insuffisances mécaniques et cutanées sont liées

En effet, plus le bourgeonnement est long à se produire, plus les pansements seront répétés et éroderont l'os. C'est ainsi qu'une fermeture rapide sera garante d'une meilleure consolidation : « le temps c'est de l'os ». Les lenteurs de cicatrisation ont deux causes principales :

la persistance d'un foyer septique profond ;

une perte de substance de parties molles arrondie et non ovalaire.

Principes

Le point d'achoppement de cette thérapeutique à ciel ouvert est le bourgeon charnu. De la progression du bourgeon dépendent l'incorporation de l'os et la cicatrisation. La formation du bourgeon charnu nécessite une vascularisation très importante. On conçoit que, certes, le bourgeon puisse venir de l'os cortical, à condition qu'il soit bien vascularisé, mais il viendra essentiellement des parties molles bien vivantes. Par ailleurs, si une infection modérée est compatible avec la progression du bourgeon charnu, une infection trop importante aura un effet désastreux. Un bourgeon infecté devient exubérant, très proliférant, hyperactif et, dans certains cas, il pourra lyser les greffons spongieux. On voit donc que les conditions du succès de la GSCO nécessitent une résection osseuse relativement importante et, surtout, un environnement de parties molles vivantes, charnues qui enverront, de toutes parts, un bourgeon à la greffe spongieuse. C'est ainsi que lorsque le greffon spongieux est posé sur une écaille corticale, même si cette écaille est parfaitement vivante, on observera un retard considérable d'incorporation par difficultés de formation et de progression du bourgeon. Ceci explique les résultats peu favorables de la GSCO dans le traitement de l'ostéite sur os continu. On voit aussi que la GSCO peut répondre à certaines insuffisances cutanées mais ne peut, en aucun cas, avoir des résultats favorables en l'absence de parties molles. C'est la raison pour laquelle sa place est pour nous maintenant bien définie. La GSCO nécessite un réceptacle de parties molles vivantes susceptibles de produire un bourgeon actif rapidement. La présence d'une écaille corticale même vivante est une contre-indication relative à la GSCO, de même que l'impossibilité de créer le réceptacle de parties molles. Toute GSCO doit donc répondre aux précautions techniques suivantes.

Excision suffisante : le maintien d'une infection torpide risque d'entraîner un bourgeon itératif dévorant la greffe.

Un environnement de parties molles vivantes : cette condition est plus facilement retrouvée au fémur qu'à la jambe où elle nécessite des artifices techniques que nous détaillerons.

Un volume de spongieux greffé au moins égal, voire supérieur, à la quantité d'os réséqué.

La greffe spongieuse doit être en position anatomique. Le spongieux est pendant longtemps moins solide que l'os cortical. La moindre désaxation ou le moindre pic de contrainte au niveau de la reconstruction entraînera une faiblesse intolérable.

Dans les faits, l'utilisation du spongieux facilite grandement la reconstruction. En effet, sur le plan infectieux, il est susceptible de s'incorporer malgré une contamination bactérienne. Certes, l'infection avérée lysera les copeaux spongieux mais le bourgeon charnu s'insinuant à l'intérieur du greffon osseux sera tout à fait capable de venir à bout d'une colonisation bactérienne modérée, aidée par des antibiotiques adaptés.

Sur le plan cutané, utiliser le spongieux autorise une approximation qui va simplifier considérablement des gestes de chirurgie plastique. C'est ainsi qu'il est même souhaitable de ne pas faire une fermeture étanche mais de laisser un espace entre des points lâches pour permettre aux sérosités de s'évacuer. Une telle approximation cutanée entraînerait inmanquablement une infection dans une reconstruction par de l'os cortical ou corticospongieux, mais elle est sans conséquence, voire souhaitable lorsque l'on fait appel au spongieux.

Cas particuliers : à la jambe, GSCO appuyée sur le péroné (GSAP) (fig 28)

À la jambe, les conditions locales font qu'il est difficile de constituer un réceptacle satisfaisant à la GSCO. D'une part, les parties molles sont peu abondantes, d'autre part, au niveau de la face interne du tibia, les pansements et l'évolution spontanée érodent très rapidement la greffe spongieuse. Nous avons donc cherché à augmenter le volume de spongieux greffé ^[16]. L'appui péronier présente donc un triple avantage : d'une part, il fait positionner la greffe dans

de la corticale postéroexterne. Nous ne faisons donc de GSAP à la jambe que lorsque la corticale postéroexterne n'est pas de bonne qualité. Si cette corticale est vivante, barrant l'espace intertibiopéronier par un os vivant, nous renonçons à cette technique au profit de la classique greffe intertibiopéronière décrite précédemment (fig 30).

L'excision est menée sous garrot pneumatique, comme décrit précédemment en décubitus dorsal. Si l'état de la corticale postéroexterne le nécessite, on se trouve donc en situation de résection diaphysaire. Le bistouri continue, il prend contact avec le péroné. Le plus souvent, l'artère péronière n'est pas vue, restant en arrière. On avive le péroné. Lorsqu'il est très mobile, on le stabilise soit par un relais sur le fixateur externe, soit par une vis tibiopéronière. On termine l'intervention par « une sculpture des parties molles » telle qu'on l'a décrite précédemment, réalisant un réceptacle parfaitement vivant à la future greffe spongieuse, les parois de ce réceptacle étant les muscles de la loge externe d'une part, le péroné avivé d'autre part, les extrémités du tibia (fragment proximal et distal) et les parties molles soulevées en bloc. Les parois sont maintenues suspendues par des gros fils de nylon au fixateur externe. Un pansement compressif est appliqué (fig 31).

Lors du deuxième temps de greffe spongieuse, une quantité très importante d'os est prélevée. La greffe doit, en effet, être massive. En plus, elle nécessite un volume d'autant plus considérable qu'elle intègre l'espace intertibiopéronier. Les greffons sont tassés comme décrit précédemment, d'abord au niveau des extrémités tibiales, puis sur le péroné, et enfin, l'ensemble est modelé pour avoir globalement la forme du tibia réséqué, tout en comblant l'espace intertibiopéronier. Le greffon spongieux est maintenu en place par une fermeture cutanée lâche. La suspension des parties molles d'une part, la légère rétroposition de la greffe par rapport à un tibia physiologique d'autre part, donnent du mou à la peau, si bien que la fermeture cutanée est le plus souvent praticable. Nous ne cherchons pas à obtenir une fermeture étanche, mais un rapprochement réduisant la perte de substance cutanée au maximum tout en laissant s'écouler les sérosités. L'intervention est terminée par un pansement gras, légèrement compressif.

Les suites opératoires sont modifiées par rapport à la technique de Burri-Papineau standard. Le premier pansement est fait au cinquième jour, puis il est fait le plus rarement possible. La qualité de l'environnement de parties molles fait que le bourgeonnement est obtenu très rapidement et l'os spongieux rapidement colonisé par le bourgeon. Les plaies sont très rarement suintantes. Il n'y a donc aucune nécessité à l'irrigation que nous ne pratiquons plus. La diminution des soins locaux, la rapidité de cicatrisation font qu'il y a peu de déperdition osseuse au cours de la cicatrisation. Par ailleurs, la perte de substance cutanée et la zone d'épidermisation secondaire étant réduites de façon considérable, la qualité de la peau néoformée est bien meilleure. Nous diminuons ainsi les séquelles cutanées de l'intervention. Le bilan radiologique doit être fait au cinquième mois après la greffe. Trois possibilités se présentent à ce stade.

L'os est solide ou presque. À la désolidarisation du fixateur, la mobilité focale est devenue inexistante. On peut enlever le fixateur. L'appui est autorisé avec prudence sous couvert d'une orthèse (un tiers des cas).

L'os est présent, en quantité suffisante et la mobilité focale persiste. Il suffit d'attendre. On met le malade en appui avec le fixateur qui sera enlevé au septième ou au huitième mois (un tiers des cas).

Il manque de l'os qui s'est manifestement lysé, il faut faire une greffe spongieuse itérative. La quantité d'os nécessaire est peu importante. C'est la raison pour laquelle dans les greffes spongieuses itératives, nous nous contentons d'un prélèvement, en décubitus dorsal, sur les crêtes iliaques antérieures (une ou deux). L'intervention de greffe itérative est faite en un seul temps. Après avoir prélevé l'os, on se reporte sur le foyer de pseudarthrose. L'avivement est fait à la curette en retrouvant le trait. Au cinquième mois, le spongieux incorporé a une texture suffisamment dure pour qu'on puisse cureter le foyer. Le spongieux est fortement tassé dans le foyer. La fermeture cutanée est faite en pratiquant « la sculpture des parties molles » décrite dans cet ouvrage. Cette fermeture n'est jamais totale mais suffisante pour ne pas perdre d'os lors des pansements et procurer un environnement de parties molles vivantes à cet apport osseux. L'incorporation de cet os nouveau au cinquième mois est habituellement très rapide.

La supériorité de la technique que nous utilisons est indiscutable (tableau III).

Les gestes de « sculpture des parties molles » et de rétroposition du greffon spongieux massif et l'appui péronier ont donné à la GSCO à la jambe, une grande fiabilité. Toutefois, il est indiscutable que la confection du réceptacle à la greffe spongieuse peut nécessiter certaines précautions. En cas de vascularisation précaire, il convient impérativement de faire une artériographie préopératoire afin de s'assurer du rôle seulement accessoire de l'artère péronière. En cas de très vaste avulsion cutanée, la confection du réceptacle de parties molles peut nécessiter un geste plastique (lambeau hétérojambier le plus souvent).

Au prix de ces précautions, la GSAP est susceptible de répondre aux pseudarthroses suppurées de jambe graves ayant nécessité une résection diaphysaire. Les formes avec absence totale de parties molles ne sauront être traitées par cette technique isolée ; elles nécessitent la réalisation d'un réceptacle de parties molles, par un lambeau notamment. Les formes avec contact cortical postéroexterne relèveront, elles, de la GITP.

Au fémur

L'importance des parties molles habituellement rencontrées à la cuisse donne une bonne fiabilité à la GSCO qui peut même être utilisée en cas d'écaille corticale résiduelle, en l'absence de résection diaphysaire circonférentielle (fig 32). Les conditions mécaniques à la cuisse étant toutefois particulièrement sévères, afin d'éviter les fractures itératives plusieurs principes doivent être respectés.

L'axe du membre inférieur : la moindre désaxation entraînera un pic de contraintes dangereux pour la solidité finale du membre. La perfection de l'axe du membre est facile à obtenir grâce aux fixateurs externes permettant une correction secondaire (« ostéotaxis » selon Hoffmann).

Le volume de l'os reconstruit : toute insuffisance de volume greffé répondra inéluctablement à une fragilité. Les quantités d'os à prélever sont donc souvent considérables. Il est exceptionnel que l'on soit « à court de matériel osseux » à condition d'utiliser les artifices techniques que nous avons décrits précédemment.

Greffes en position anatomique : la greffe doit ponter la perte de substance en position anatomique, ce qui peut être difficile à réaliser, d'autant que les parties molles multiopérées n'ont pas une souplesse totale, donnant une liberté de positionnement souvent limitée.

Le respect de la mobilité du genou est une condition fondamentale pour la solidité de la greffe au fémur. C'est l'intérêt de l'utilisation des fixateurs unilatéraux.

Protection par fixateur externe de tout foyer insuffisamment solide : c'est ainsi que, pour nous, toute ostéite fémorale ayant nécessité une excision un peu importante sera protégée par un fixateur externe unilatéral postéroexterne, laissant libre la mobilité du genou.

Nous rapportons une série de 24 cas sans fracture itérative. Nous pensons que les précautions énoncées précédemment sont cause de ce bon résultat, autant que l'utilisation de la GSCO. En effet, la réhabilitation d'un greffon corticospongieux se fait en partant de l'os sain par une zone d'ostéolyse progressant le long du greffon. Lorsque le front d'ostéolyse venant du fragment supérieur rejoint le front d'ostéolyse venant du fragment inférieur (huitième mois environ), il existe une zone de faiblesse (fig 33). C'est ainsi que, dans les reconstructions par os cortical, Letournel observe 20 fractures itératives sur 50 cas. Par ailleurs, la lenteur relative d'incorporation du spongieux est largement compensée par la position anatomique de la reconstruction. En effet, les reconstructions corticales faites selon Evrard par une autre voie d'abord nécessitent un remodelage osseux en fonction des contraintes, qui doivent être appliquées très progressivement. Même lorsque l'incorporation osseuse est terminée, la diaphyse fémorale reste fragile longtemps. C'est ainsi que, pour nous, la GSCO à la cuisse reste une intervention très fiable à condition de respecter les principes énoncés précédemment.

précédemment, une partie importante du spongieux ne s'incorpore pas. On se retrouve, en fin de protocole, avec une insuffisance mécanique. Deux possibilités sont offertes pour pallier cette faiblesse osseuse.

La greffe corticospongieuse de renforcement : pratiquée par une autre voie d'abord, un greffon corticospongieux est appliqué à l'os de Papineau.

Dans notre série, cette technique nous a donné une fois sur deux une récursive infectieuse.

La GSCO itérative : l'insuffisance mécanique, le plus souvent, ne nécessite pas un renforcement de la totalité de la greffe, la faiblesse osseuse venant de cavités à l'intérieur de la greffe spongieuse. Ces cavités, repérées à la radio, sont retrouvées en peropératoire à la curette, elles contiennent des fongosités que l'on prélève. On s'aide de la mobilité focale pour retrouver le trait d'insuffisance mécanique et on recrée une cavité dont les parois sont totalement osseuses. Au 15^e jour, la greffe spongieuse itérative est pratiquée. Elle nécessite des quantités d'os relativement peu importantes, c'est la raison pour laquelle, dans ces cas, nous utilisons habituellement les crêtes iliaques antérieures ou les tubérosités tibiales. La bonne époque pour faire cette GSCO itérative est le cinquième mois. À cette date, le spongieux précédemment greffé est suffisamment incorporé pour résister à la curette et les zones qui ne s'incorporent pas sont déjà parfaitement délimitées. La GSCO itérative peut même, dans un certain nombre de cas, être répétée plusieurs fois de suite toujours à 5 mois de la précédente. Ces renforcements pratiquement préventifs effectués au cinquième mois permettent à la GSCO d'obtenir des délais de consolidation tout à fait comparables à ceux de la chirurgie à foyer fermé avec greffe corticospongieuse. Malgré l'absence d'environnement charnu, l'incorporation du spongieux se fait sans difficulté, la greffe spongieuse itérative étant environnée de spongieux « en plein effort ostéogénique ».

Insuffisances

cutanées

En cours de cicatrisation, dans un certain nombre de cas, le bourgeon cesse de progresser. Tantôt, il s'agit d'une perte de substance plus arrondie qu'ovale où la cicatrisation par le bourgeon finit par s'épuiser. Il faut aviver la greffe spongieuse en perforant en profondeur le greffon.

Tantôt, il s'agit d'une absence de cicatrisation par persistance de l'infection, les berges progressent mais le cœur de la GSCO se creuse, est sale ; l'os spongieux reste mou. Il s'agit d'une insuffisance d'excision qui nécessite un complément d'excision. Ce complément d'excision sera, au mieux, fait au cinquième mois, retrouvant les principes de la GSCO itérative. Tardivement, alors que la cicatrisation est obtenue, la peau peut rester adhérente, provoquant des troubles trophiques. Ces troubles trophiques répondent très mal aux greffes cutanées, il faut savoir leur proposer des gestes de plastie secondaire. Habituellement, c'est aux localisations jambières basses que l'on retrouve ces troubles trophiques. Le traitement en est donc souvent difficile, sur des jambes porteuses de nombreuses cicatrices d'une part, et de trophicité globale peu satisfaisante d'autre part. À l'heure actuelle, notre tendance irait plutôt aux lambeaux fasciocutanés, bipédiculés. Notons que les modifications techniques que nous proposons à la GSCO ont considérablement réduit le nombre de ces complications cutanées. La fermeture cutanée réduisant considérablement la zone d'épidermisation secondaire et l'ovalisation systématique des pertes de substance rendent ces troubles nettement plus rares qu'au début de notre expérience.

Références

- [1] Alnot JY, Oberlin C. Les lambeaux pédiculés de recouvrement des pertes de substance cutanée au niveau des membres. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-traumatologie*, 44-070, 4 11 03, 18 p
- [2] Aro HT, Chao EY Biomechanics and biology of fracture repair under external fixation. *Hand Clin* 1993 ; 9 : 531-542
- [3] Burri C. Post traumatique Osteïtis. Wien : Hans Huber, 1973
- [4] Casey R. Les lambeaux musculaires pédiculés à la jambe. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Chirurgie plastique*, 45-860, 1987 : 28 p
- [5] Casey R. Les lambeaux fasciocutanés pédiculés de la jambe. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Chirurgie plastique*, 45-850, 1996, 26 p
- [6] Evrard J, d'Aubigne Merle Traitement des pseudarthroses infectées de la diaphyse fémorale. *Rev Chir Orthop* 1978 ; 64 : 45-58

- [7] Gustilo RB, Anderson JT Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty five open fractures of long bones. *J Bone Joint Surg* 1976 ; 58A : 453-458
- [8] Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D The management of open fractures. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72A : 299-303
- [9] Huiskes R, Chao EY Guideline for external fixation frame rigidity and stresses. *J Orthop Res* 1986 ; 4 : 68-75
- [10] Jenny G, Kempf I, Jaeger JH, Bitar S, Gebauer G Coloration vitale au bleu de disulphine dans la cure chirurgicale de l'infection osseuse. *Rev Chir Orthop* 1977 ; 63 : 531-537
- [11] Jenny G, Kempf I, Jaeger JH, Konsbruck R Utilisation de billes de ciment acrylique à la gentamicine dans le traitement de l'infection osseuse. *Rev Chir Orthop* 1977 ; 63 : 491-500
- [12] Lortat-Jacob A. Infection osseuse post-traumatique. Paris : Masson, 1992 : 136 p
- [13] Lortat-Jacob A, Bornert D, Coignard S, Beaufils PH Infection post-opératoire des fractures de l'extrémité supérieure du fémur. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 179-187
- [14] Lortat-Jacob A, Faivre M, Benoit J, Ramadier JO, Laurian C, Cormier JM Les séquelles au pied du syndrome de Volkmann. *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 617-624
- [15] Lortat-Jacob A, Guiziou B, Ramadier JO Fractures infectées de jambe. Intérêt de la greffe spongieuse à ciel ouvert appuyée sur le péroné. *Rev Chir Orthop* 1985 ; 71 : 515-526
- [16] Lortat-Jacob A, Hardy PH Infection des fractures de jambe. Technique et intérêt de la greffe spongieuse à ciel ouvert appuyée sur le péroné. *Acta Orthop Belg* 1992 ; 58 (suppl 1) : 236-251
- [17] Lortat-Jacob A, Lelong P, Benoit J, Ramadier JO Les gestes complémentaires de l'opération de Papineau. *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 115-120
- [18] Lortat-Jacob A, Lelong P, Benoit J, Ramadier JO Stabilité expérimentale du fixateur de Hoffmann. Présentation d'un nouveau matériel. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 83-90
- [19] Lortat-Jacob A, Sutour JM, Beaufils PH, Jouanin TH Infection après enclouage centro-médullaire pour fracture diaphysaire du fémur et du tibia. *Rev Chir Orthop* 1986 ; 72 : 485-494
- [20] Marotte JH, Samuel P. Les fixateurs externes. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-traumatologie*, 44020, 4 9 06, 21 p
- [21] Masquelet AC, Augereau B, Apoil A, Nordin JY Traitement des fractures complexes de jambe par lambeaux musculaires de recouvrement pédiculés ou libres par apport osseux complémentaire. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 (suppl 2) : 117-121
- [22] Masquelet AC, Nordin JY, Pages G Recouvrement des pertes de substance sacrée et ischiatique par des lambeaux musculo-cutanés. *Presse Med* 1985 ; 14 : 277-279
- [23] Nast-Kolb D, Schweiberer L Treatment concept in infected bone and soft tissue defects. *Orthopade* 1994 ; 23 : 430-436
- [24] Papineau LJ L'excision-greffe avec fermeture retardée délibérée dans l'ostéomyélite chronique. *Nouv Presse Med* 1973 ; 2 : 2753-2756
- [25] Pilly E. Maladies Infectieuses. Montmorency : Editions 2M2, 1992 : 671 p
- [26] Reis ND, Zinman C, Besser MI, Shiffrin LZ, Rosen H A philosophy of limb salvage in war : use of the external fixation. *Mil Med* 1991 ; 156 : 505-520
- [27] Roy-Camille R, Reignier B, Saillant G, Berteaux D Technique et histoire naturelle de l'intervention de Papineau. Excision greffe de spongieux à l'air libre. *Rev Chir Orthop* 1976 ; 62 : 337-345
- [28] Roy-Camille R, Reignier B, Saillant G, Berteaux D Résultats de l'opération de Papineau. À propos de 48 cas. *Rev Chir Orthop* 1976 ; 62 : 347-362
- [29] Schandellaier P, Krettek C, Rudolf J, Tschorne H Outcome of tibial shaft fractures with severe soft tissue injury treated by unreamed nailing versus external fixation. *J Trauma* 1995 ; 39 : 707-711
- [30] Varlet A, Dauchy PH Billes de plâtre de Paris aux antibiotiques dans le traitement de l'infection osseuse. Nouvelles associations plâtre-antibiotiques. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 239-244
- [31] Veng WN, Shih CH Management of infected tibial intra-medullary nailing using an organized treatment protocol. *J Formos Med Assoc* 1992 ; 91 : 879-885

© 1997 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

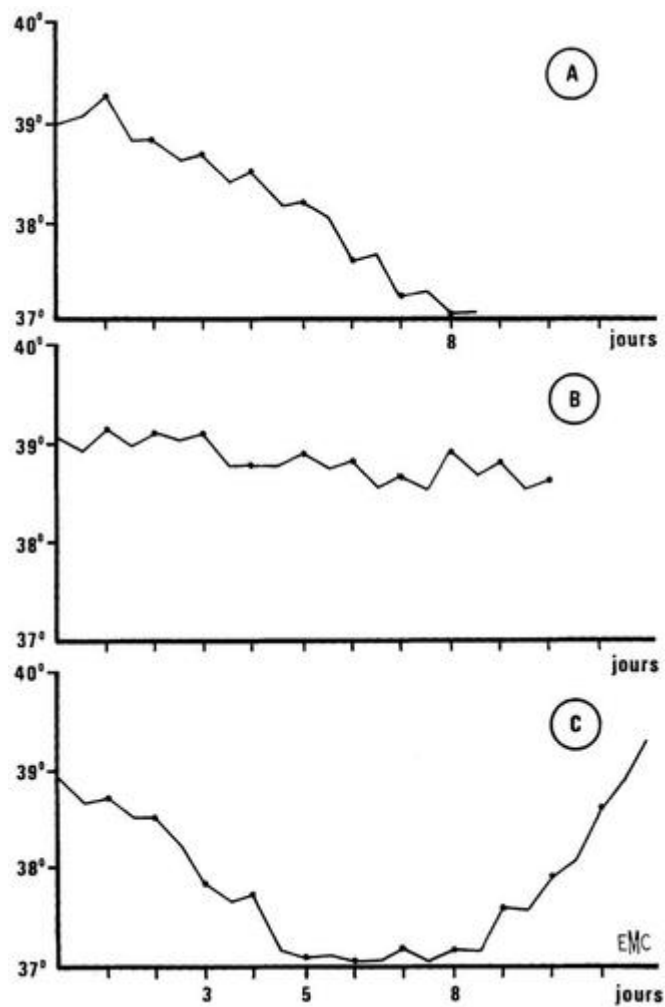


Fig 1 :

A. Courbe thermique rassurante.

Les courbes B et C sont tout à fait caractéristiques d'une infection post-opératoire.

Fig 2 :

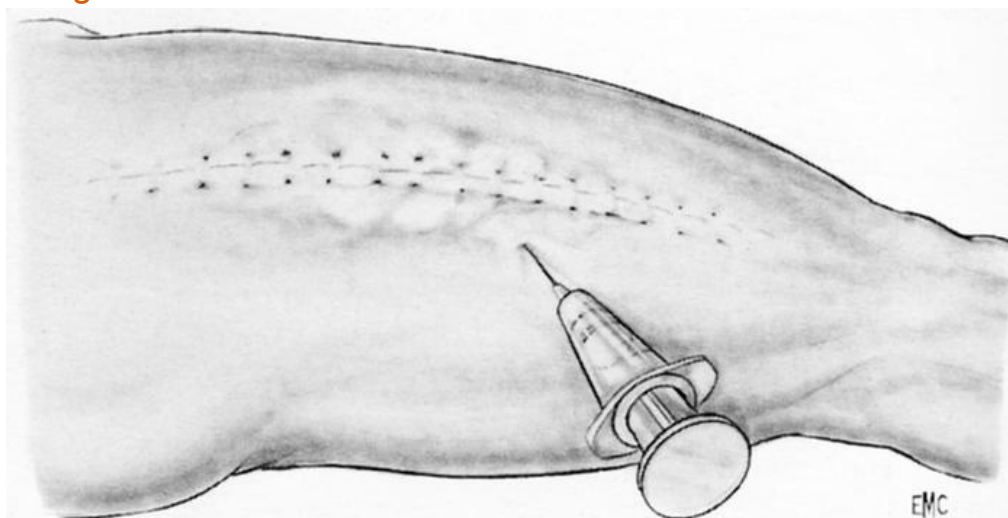


Fig 2 :

Au moindre doute, il sera pratiqué une ponction du foyer opératoire en passant à distance de la zone de suture cutanée.

Fig 3 :

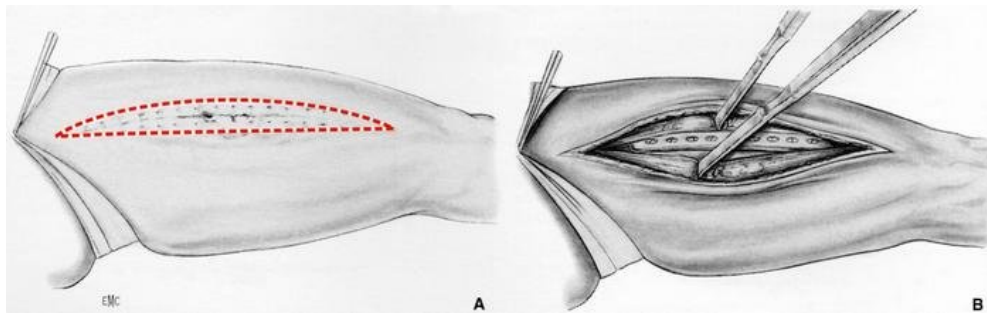


Fig 3 :

Reprise précoce pour infection d'une ostéosynthèse par plaque.

A. Excision cutanée.

B. Nettoyage des parties molles par raclage à la rugine. Le matériel est laissé en place s'il remplit son rôle.

Fig 4 :

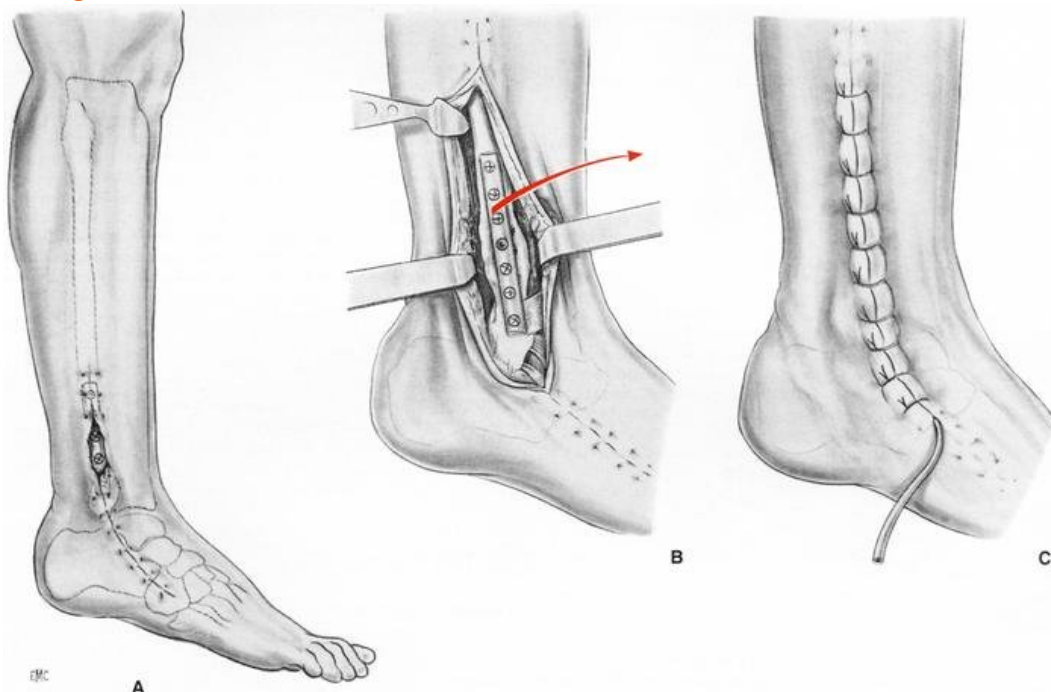


Fig 4 :

A. En zone épiphysaire, lorsque la consolidation est envisageable rapidement, il est possible de laisser une plaque exposée pendant plusieurs semaines jusqu'à obtention d'une consolidation osseuse (B). Lorsque la plaque est enlevée, il est possible de pratiquer une fermeture cutanée sur drainage (C).

Fig 5 :

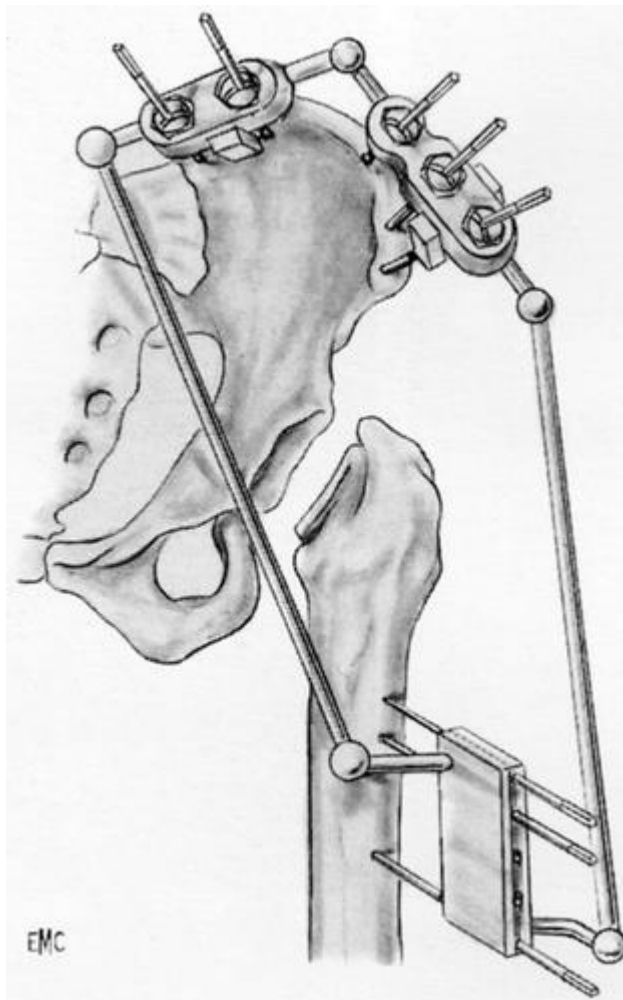


Fig 5 :

Exemple de montage visant à stabiliser, par fixateur externe, la résection tête et col.

Fig 6 :



Fig 6 :

Reprise pour infection de prothèses totales de genou.

La prothèse a été enlevée et changée pour une prothèse à queue longue, cimentée au Palacos Gentamicine®.

La perte de substance cutanée et sous-cutanée a été comblée par un lambeau de jumeau interne.

Fig 7 :

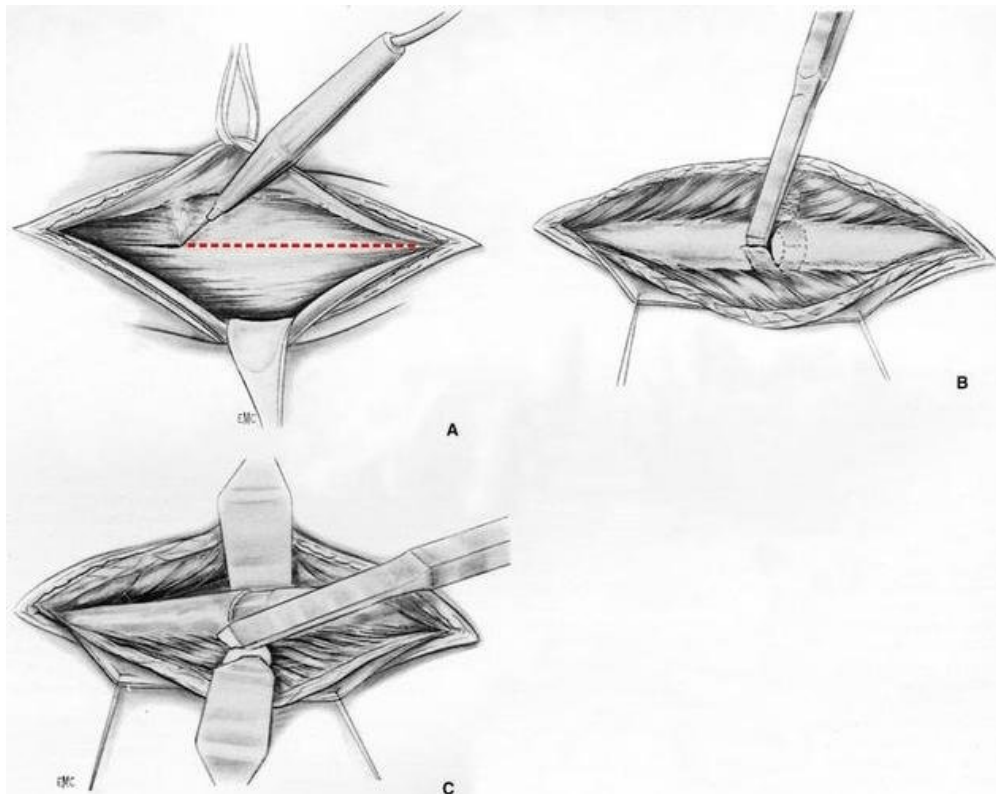


Fig 7 :

Technique de la décortication.

A. On aborde l'os directement sans utiliser de rugine.

B. Un premier passage du ciseau à décortiquer est effectué transversalement, donnant le repère de la morphologie osseuse.

C. Le deuxième passage des ciseaux est longitudinal, enlevant des copeaux qui sont protégés au fur et à mesure par les écarteurs de Hohmann.

Fig 8 :

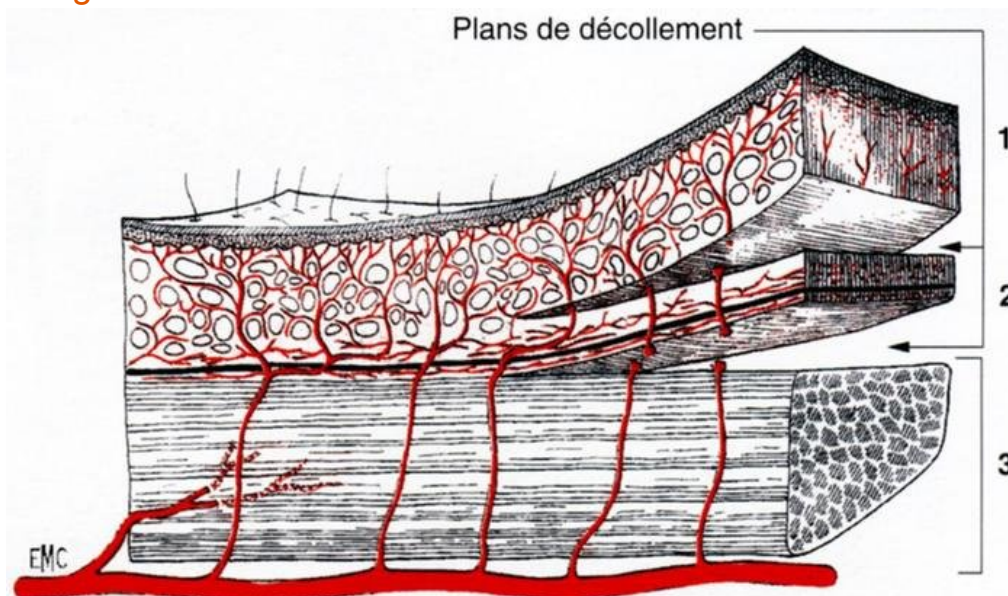


Fig 8 :

Différents types de lambeau pour couverture cutanée.

1. Lambeau cutané pur ; 2. lambeau fasciocutané ; 3. lambeau myocutané.

Fig 9 :

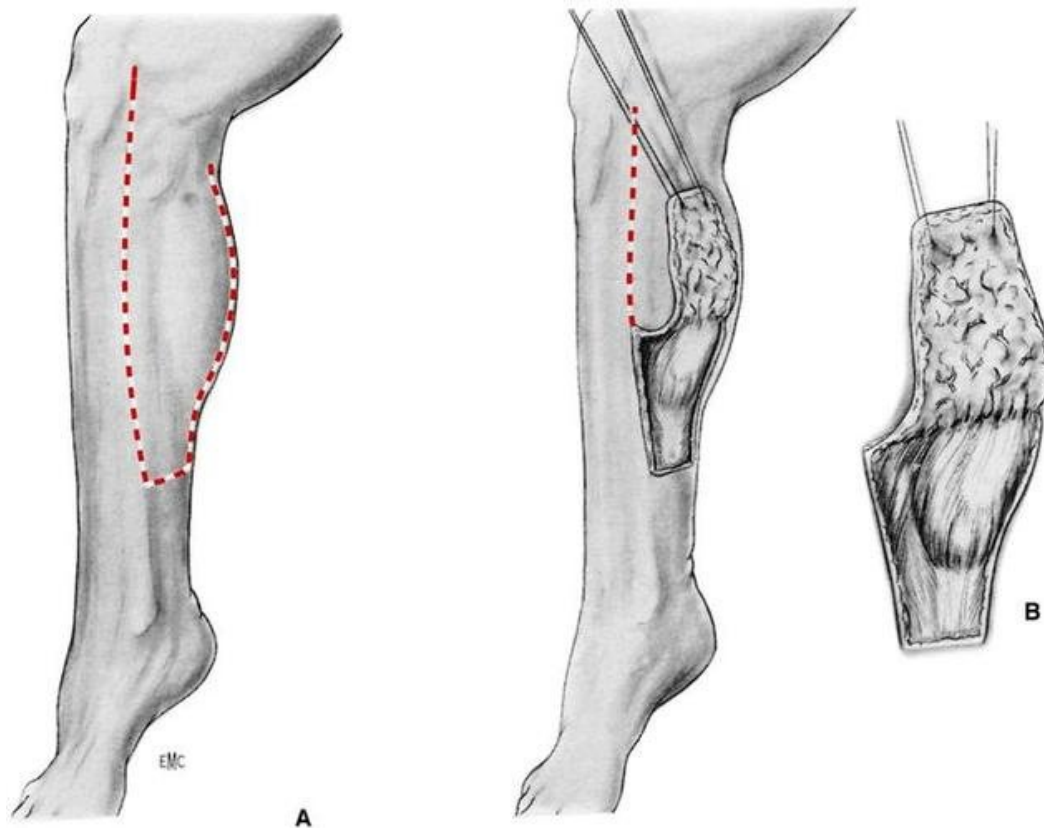


Fig 9 :

A. Dessin du lambeau fasciocutané interne.

B. Le décollement doit impérativement être fait entre le muscle et le fascia qui est soulevé avec la peau.

Fig 10 :

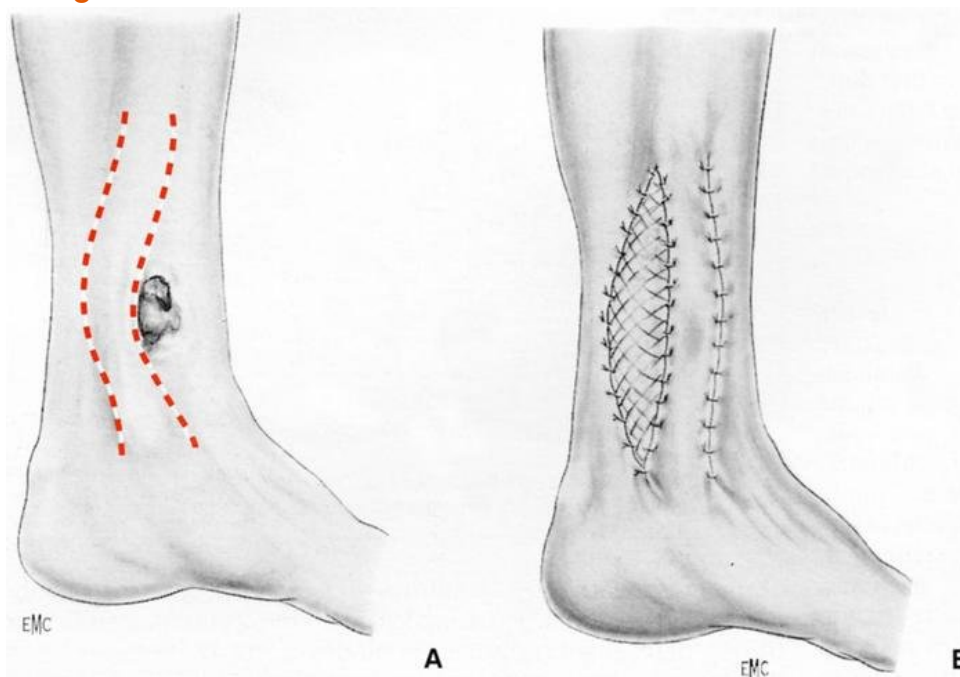


Fig 10 :

Le lambeau bipédiculé peut rendre des services précieux au quart inférieur de jambe. Il s'agit d'un lambeau fasciocutané. La zone donneuse est recouverte d'une greffe de peau.

Fig 11 :

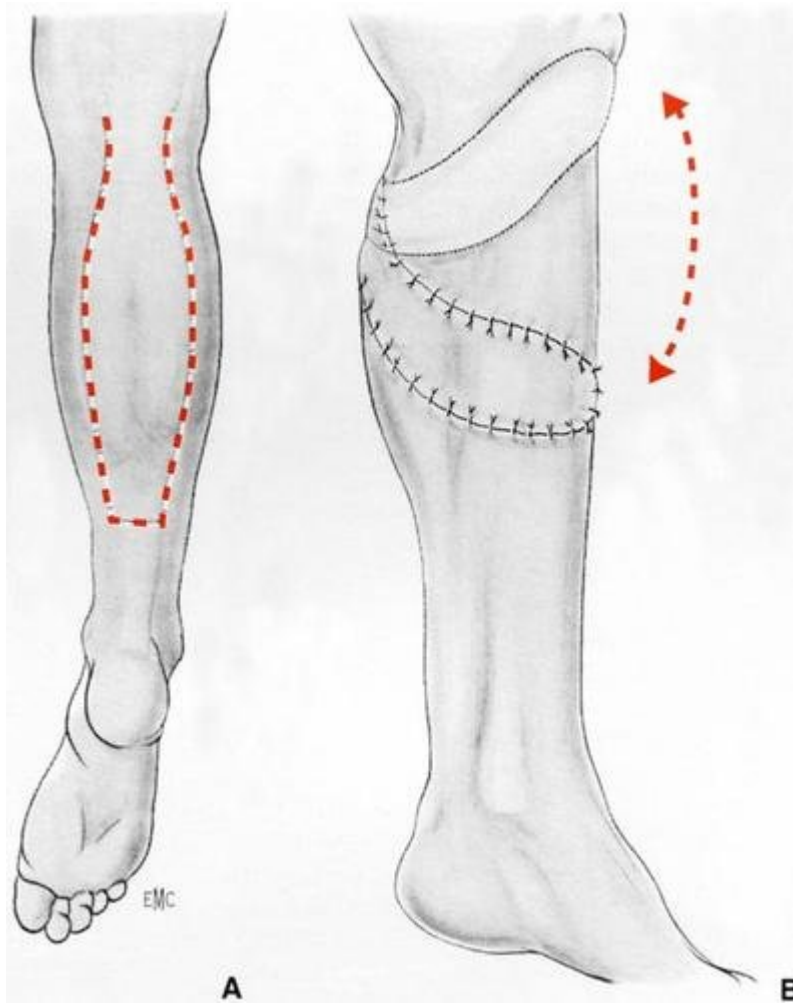


Fig 11 :

Dessin du lambeau fasciocutané postérieur.

Fig 12 :

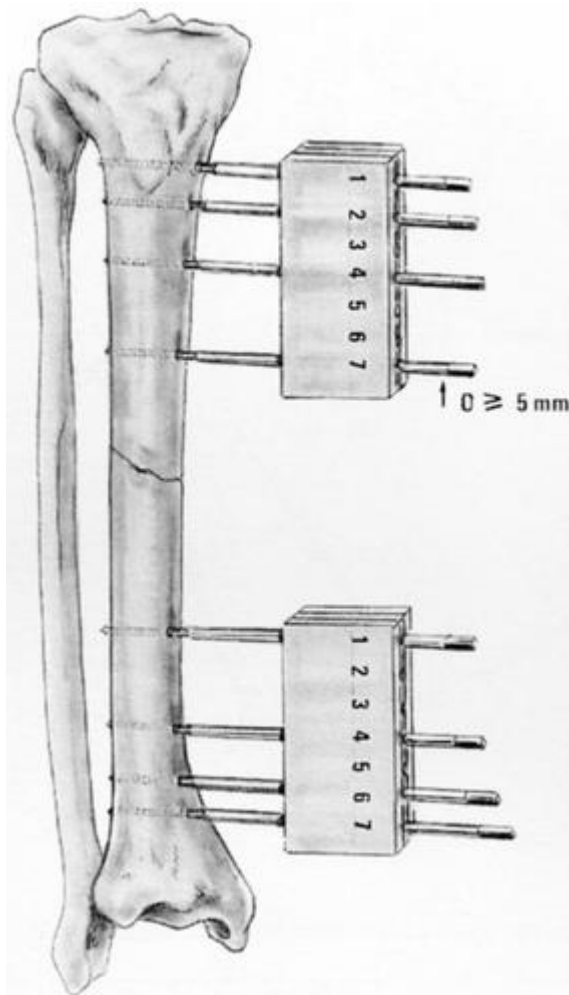


Fig 12 :

Principes de la fixation externe diaphysaire : les fiches doivent avoir au moins 5 mm de diamètre. Les prises doivent être très étendues sur les diaphyses, une fiche étant mise le plus près possible du foyer sans toutefois être dans la zone infectée, une fiche est mise le plus loin possible du foyer dans la mesure du matériel disponible. Quatre fiches par fragment permettent, dans de telles conditions, une stabilisation en un seul plan de fixation avec la plupart des fixateurs externes.

Fig 13 :

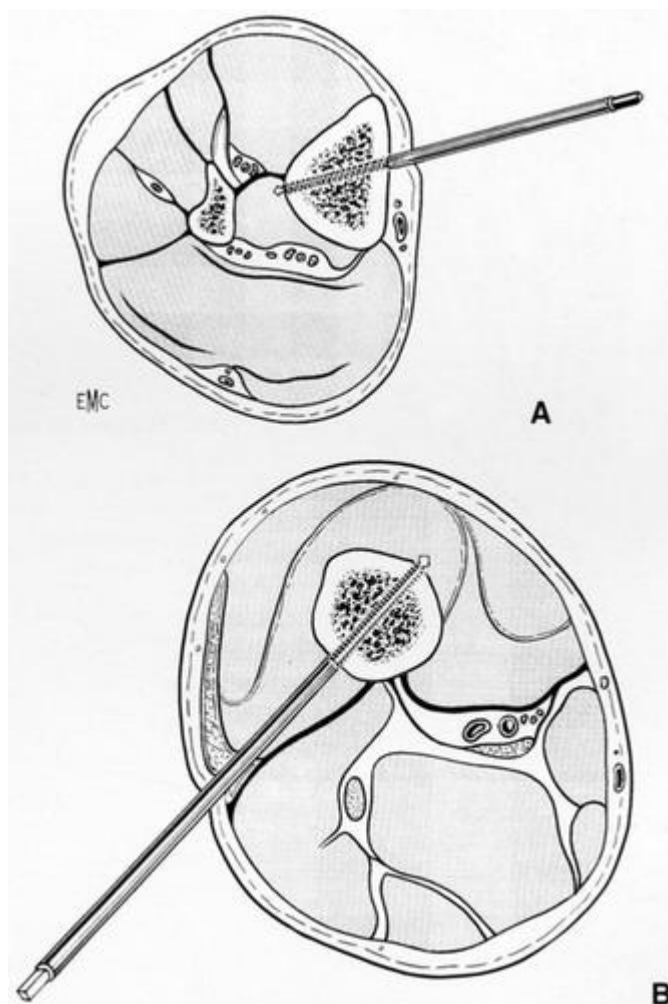


Fig 13 :

Positionnement des plans de fixation.

A. À la jambe : on utilisera un plan antéro-interne.

B. Au fémur : c'est un plan postéroexterne qui laisse libre le plan de glissement du quadriceps.

Fig 14 :

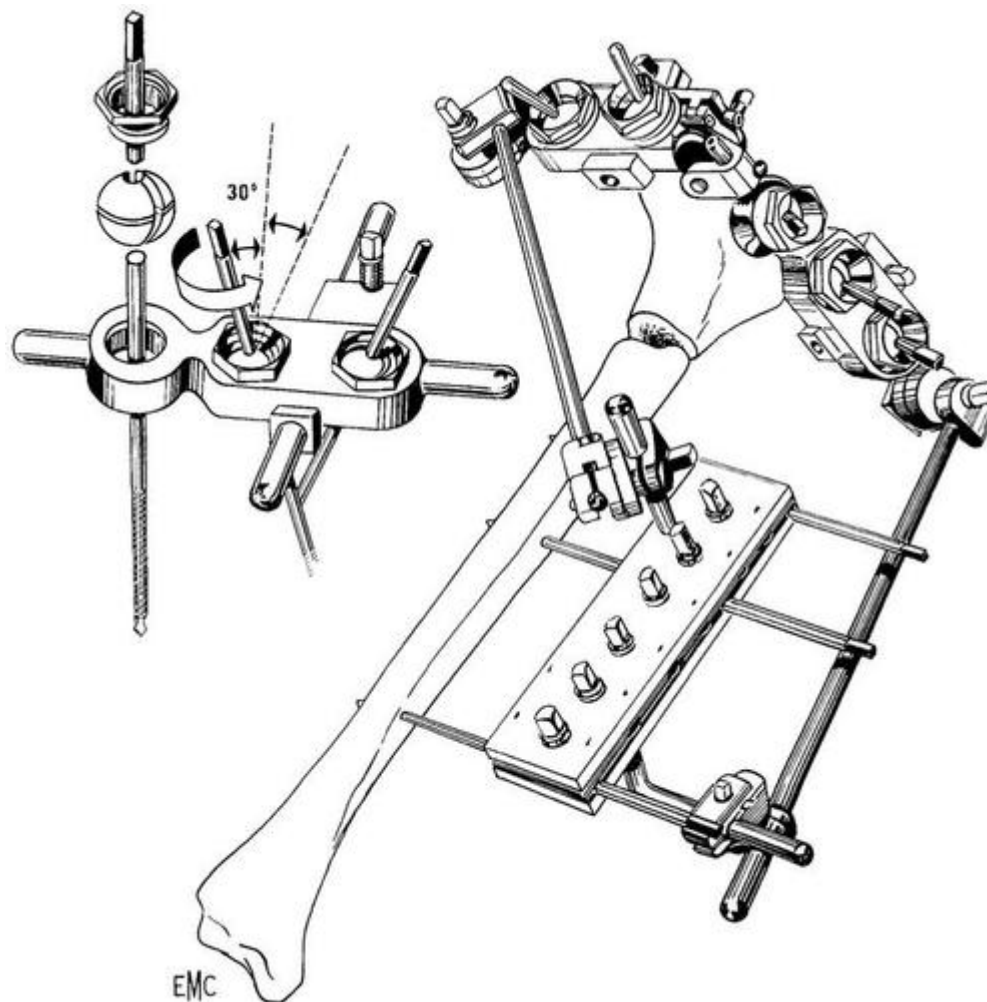


Fig 14 :

La plaque à noix est un matériel épiphysaire spécifique au fixateur ALJ.

Fig 15 :

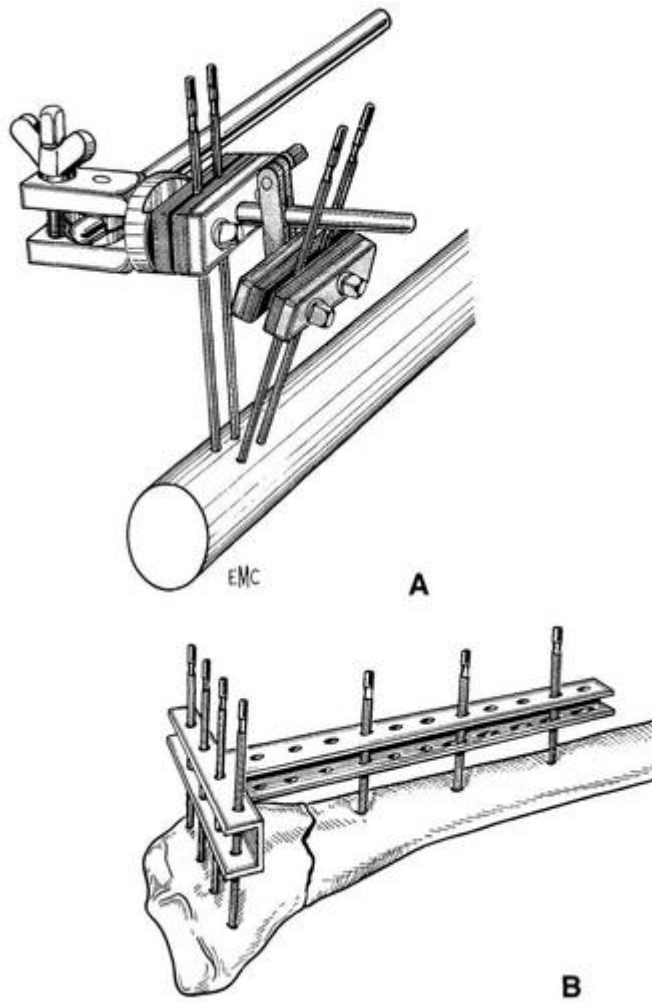


Fig 15 :

Possibilités de prise épiphysaire.

A. Poignée à ancrage oblique (Hoffmann).

B. Poignée en T du fixateur de Judet.

Fig 16 :

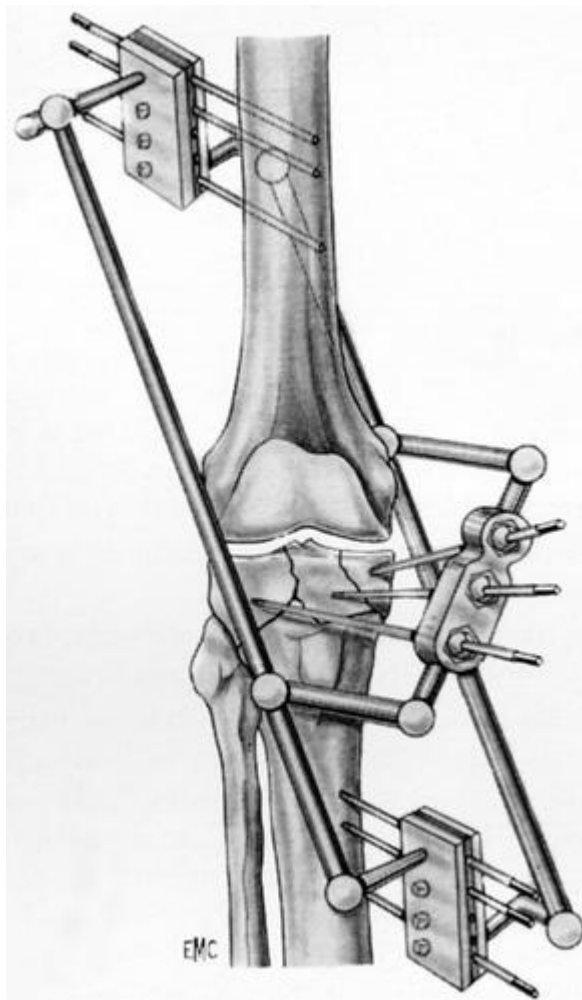


Fig 16 :

La plaque à noix peut être utilisée comme simple relais d'une ostéosynthèse fémorotibiale. Ce relais peut être transformé en fixateur externe principal par ablation du plan fémoral lorsque la consolidation est sur le point d'être obtenue.

Fig 17 :

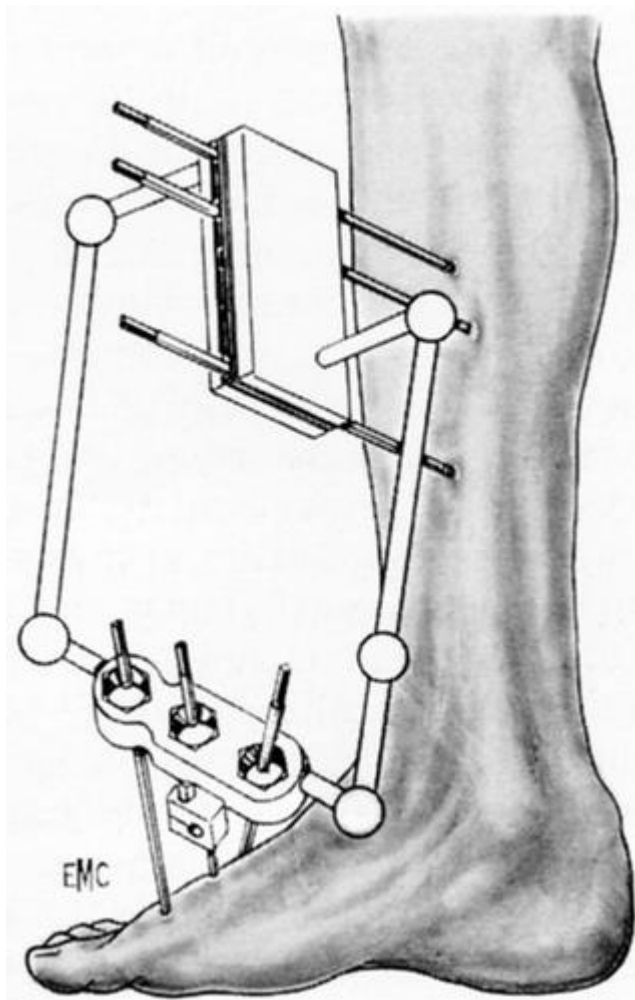


Fig 17 :

Fixateur externe postural.

En cas d'anesthésie plantaire, ou de paralysie des releveurs, ou de lésion basse de jambe, systématiquement on utilisera un fixateur externe évitant la mise en équin.

Fig 18 :

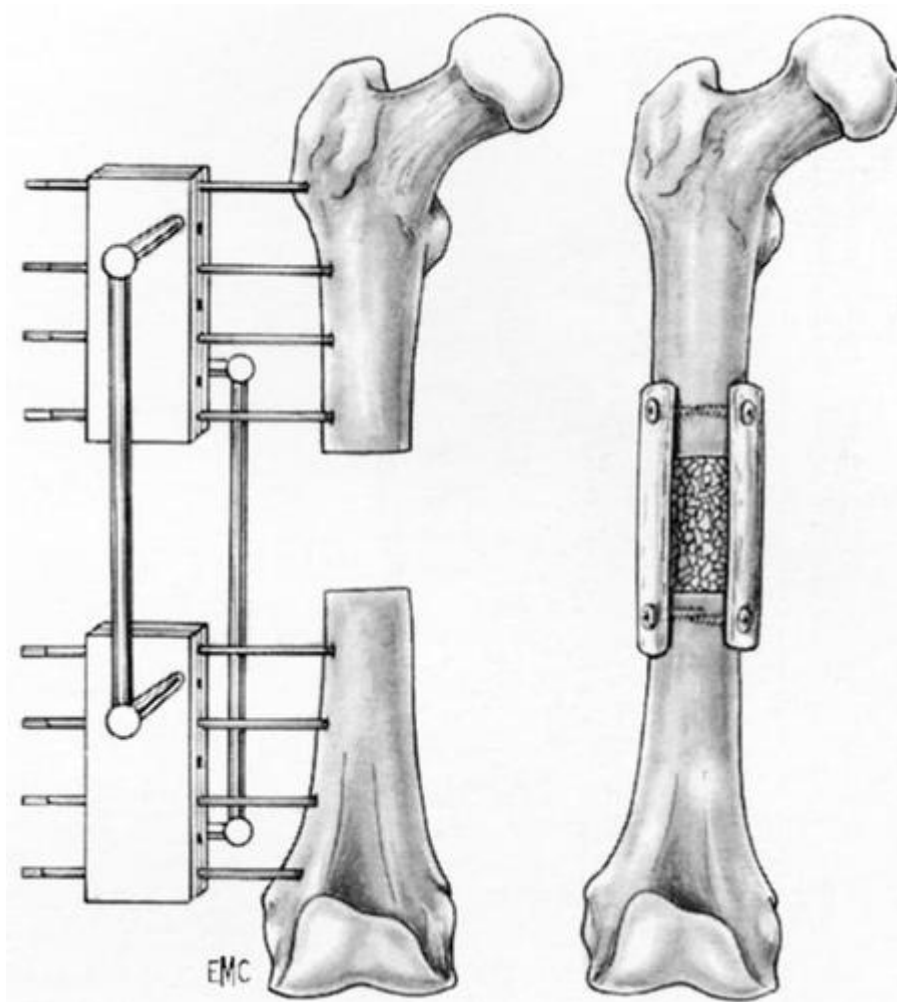


Fig 18 :

Réséction diaphysaire traitée par greffe corticospongieuse mise en place par la voie d'abord initiale.

Fig 19 :

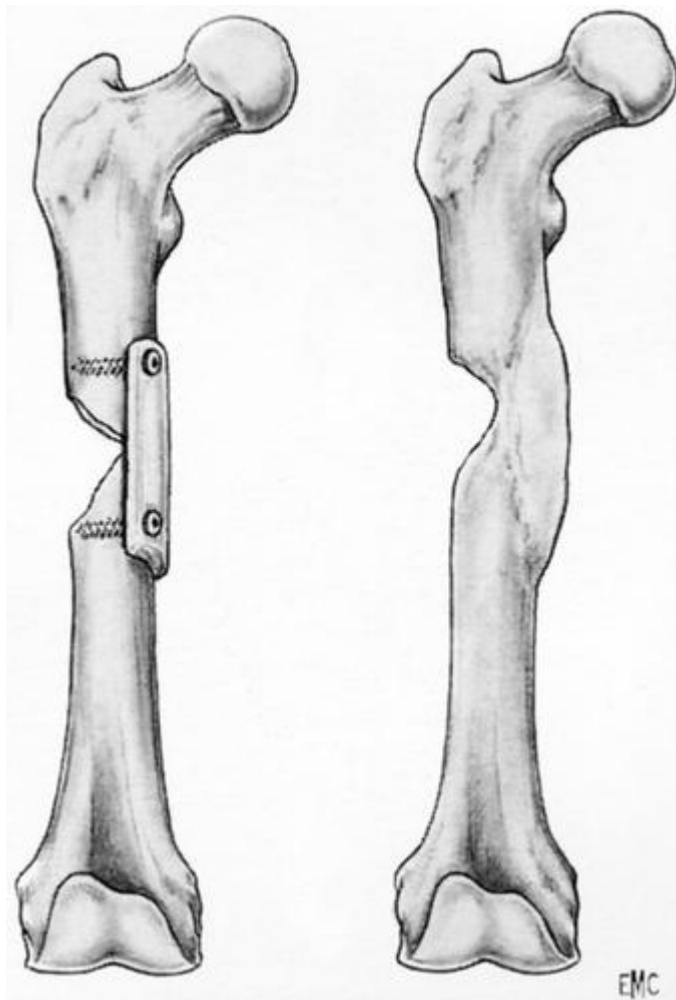


Fig 19 :

Résection diaphysaire quasi totale greffée par une autre voie d'abord.

Technique très sûre sur le plan infectieux. L'os reconstruit a une morphologie peu satisfaisante sur le plan mécanique mais, au cours du temps, les contraintes le réorganisent.

Fig 20 :

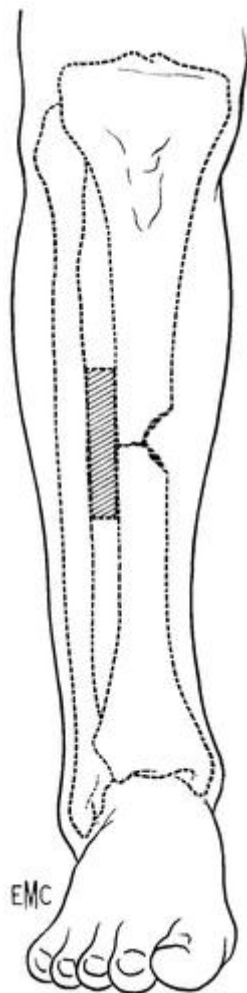


Fig 20 :

Principe de la greffe intertibiopéronière.

Fig 21 :

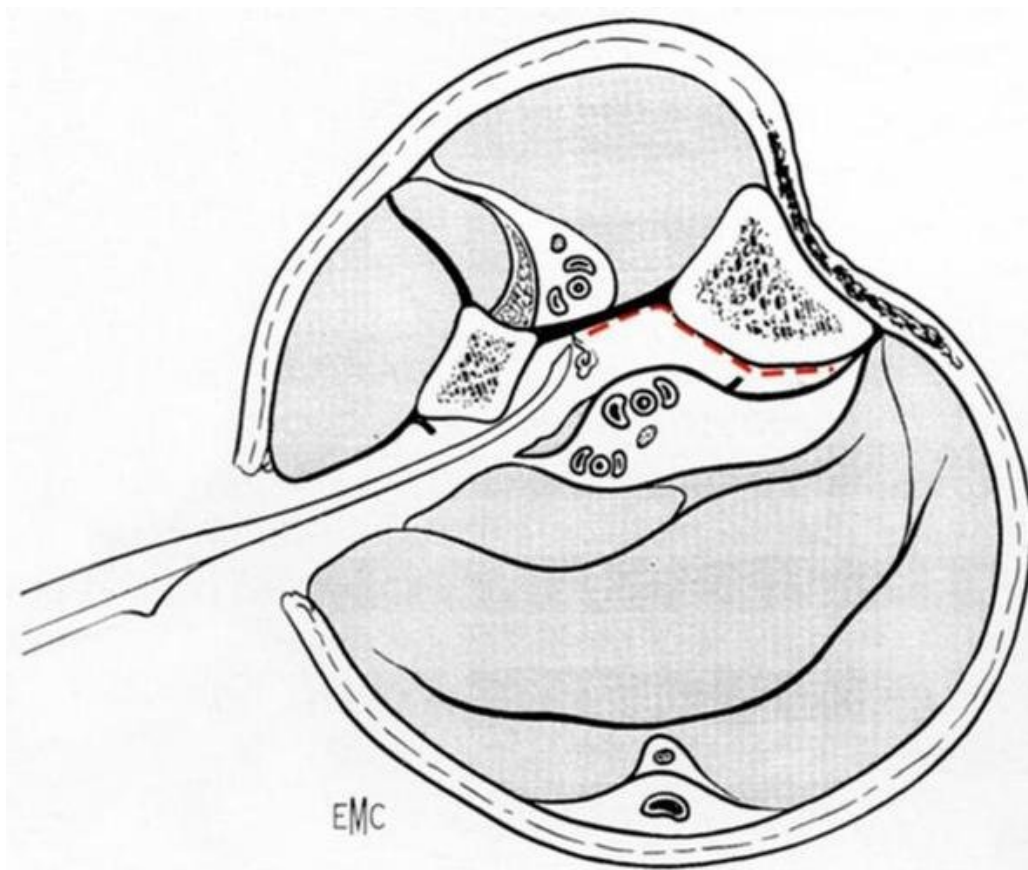


Fig 21 :

La voie d'abord la plus fréquente pour la greffe intertibiopéronière est la voie rétropéronière.

Malade en décubitus ventral. On prend contact avec le péroné et on décolle en bloc le paquet péronier et le paquet tibial antérieur sans faire courir de risque au paquet tibial postérieur.

Fig 22 :

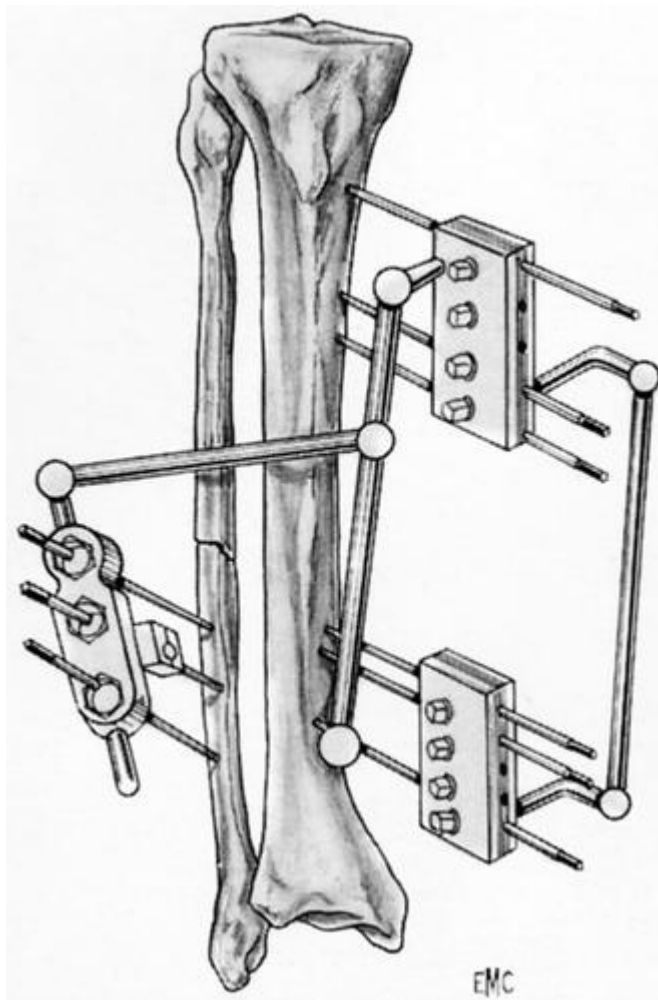


Fig 22 :

Il peut être nécessaire de pratiquer une ostéosynthèse du péroné.

Fig 23 :

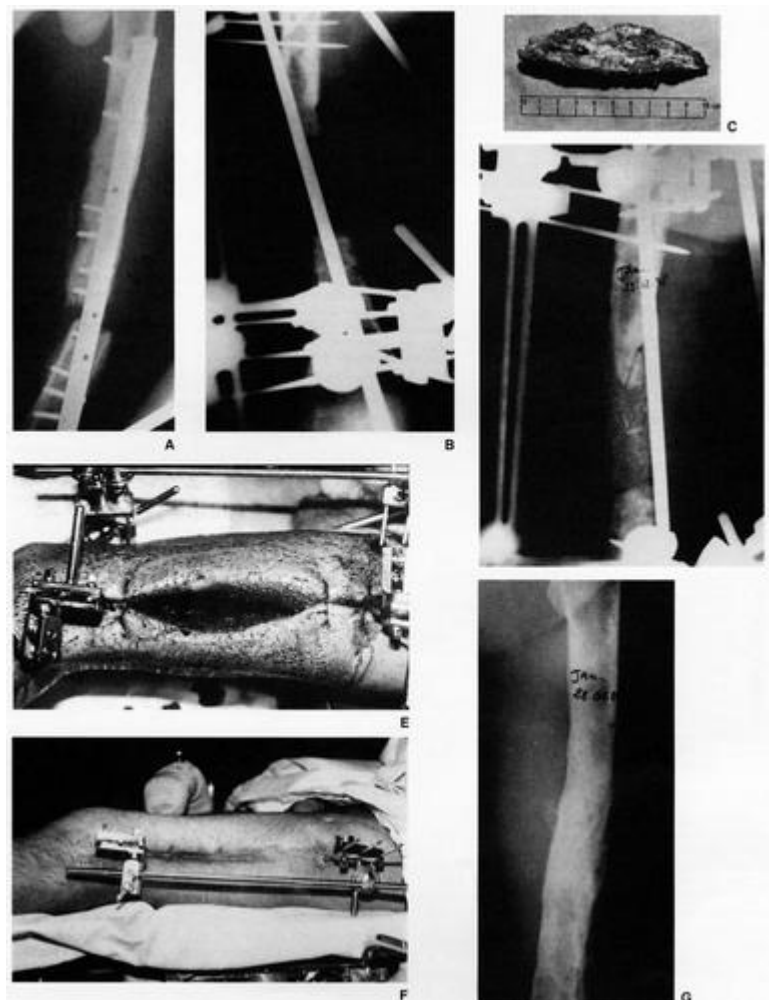


Fig 23 :

Exemples de résection diaphysaire du fémur traitée par greffe spongieuse à ciel ouvert (technique de Papineau).

- A. Infection sur plaque fémorale.
- B. La résection diaphysaire est rendue nécessaire par l'infection.
- C. Séquestre.
- D. Reconstruction par spongieux.
- E. La plaie est largement laissée ouverte.
- F. Fermeture cutanée en 3 mois (le fixateur a été allégé).
- G. Aspect à 9 mois (une greffe spongieuse itérative a été nécessaire).

Fig 24 :

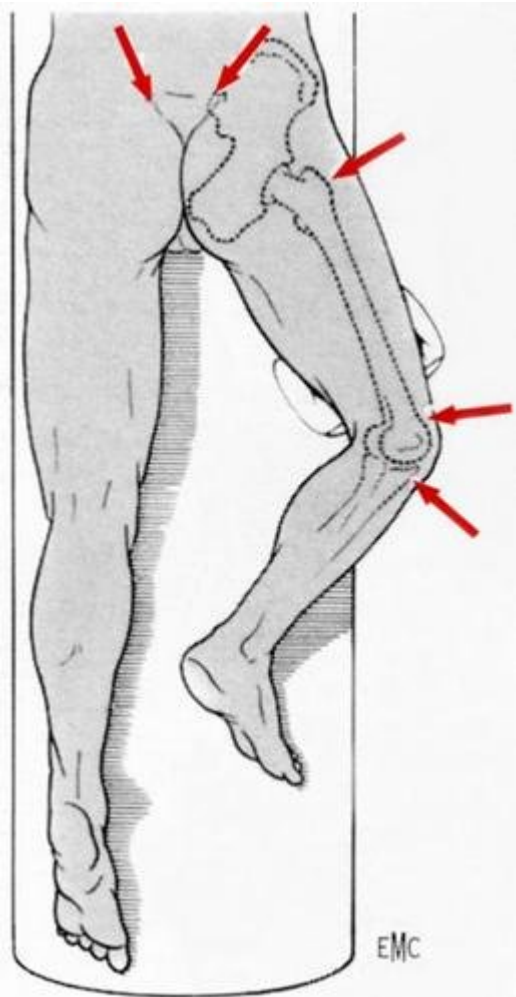


Fig 24 :

Sites de prélèvement du spongieux.

En décubitus ventral, on peut accéder aux deux crêtes iliaques postérieures, au trochanter, au condyle et à la tubérosité tibiale antérieure.

Fig 25 :

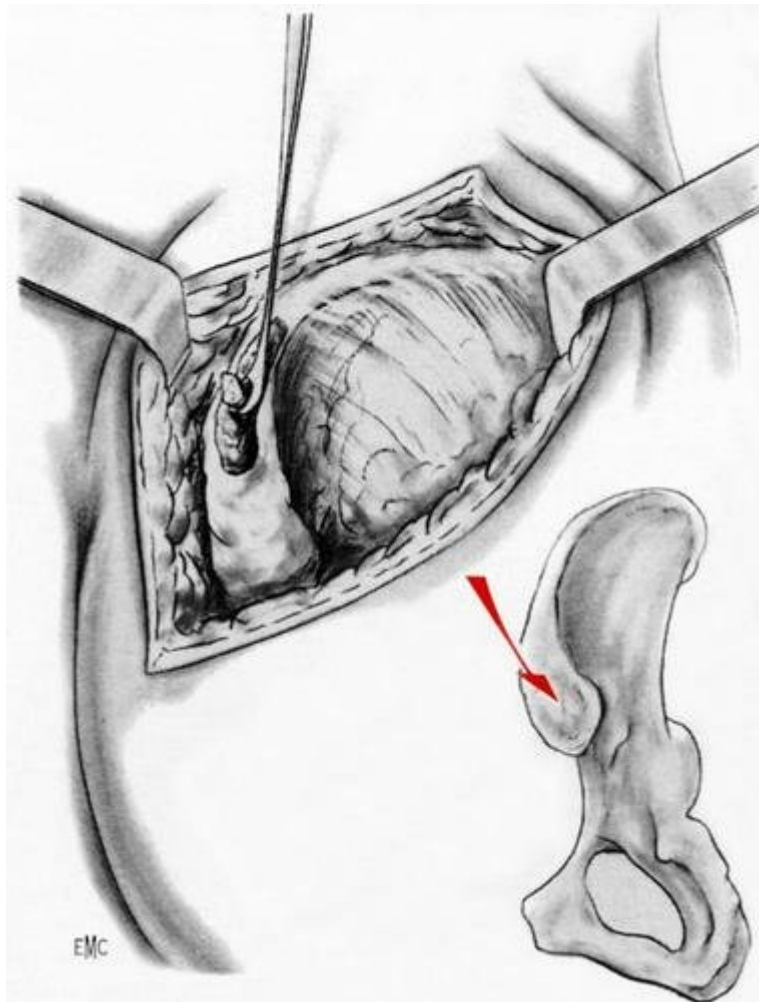


Fig 25 :

Technique de prélèvement de spongieux.

Une petite trépanation permet, à l'aide de curettes adaptées, d'évider le massif iliaque postérieur, procurant des quantités très importantes de spongieux.

Fig 26 :

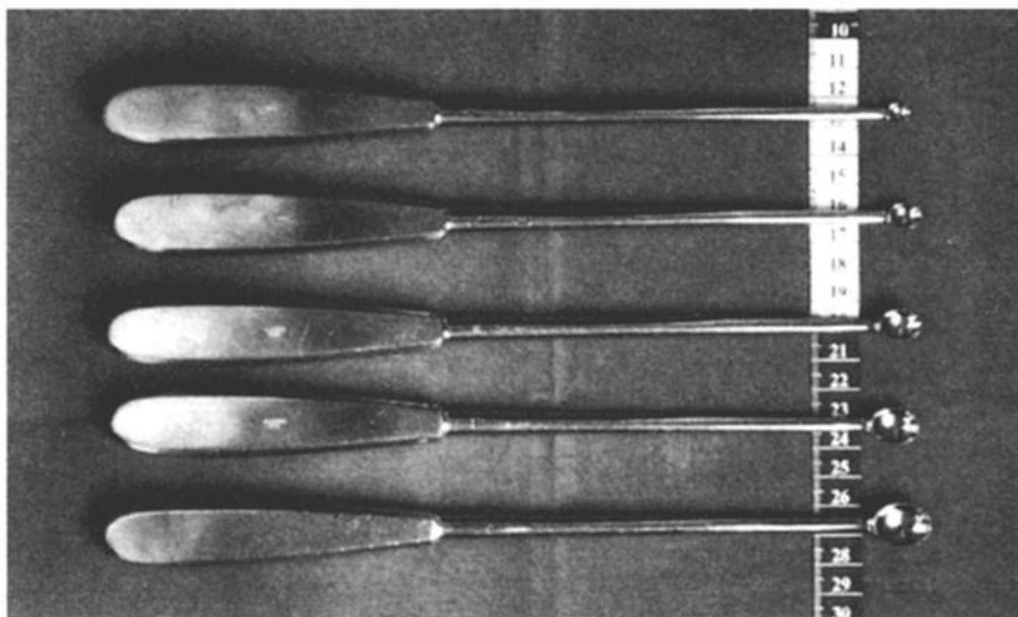


Fig 26 :

Un jeu complet de curettes de toutes les tailles, à long manche, est nécessaire pour faire des

prises de spongieux satisfaisantes.

Fig 27 :

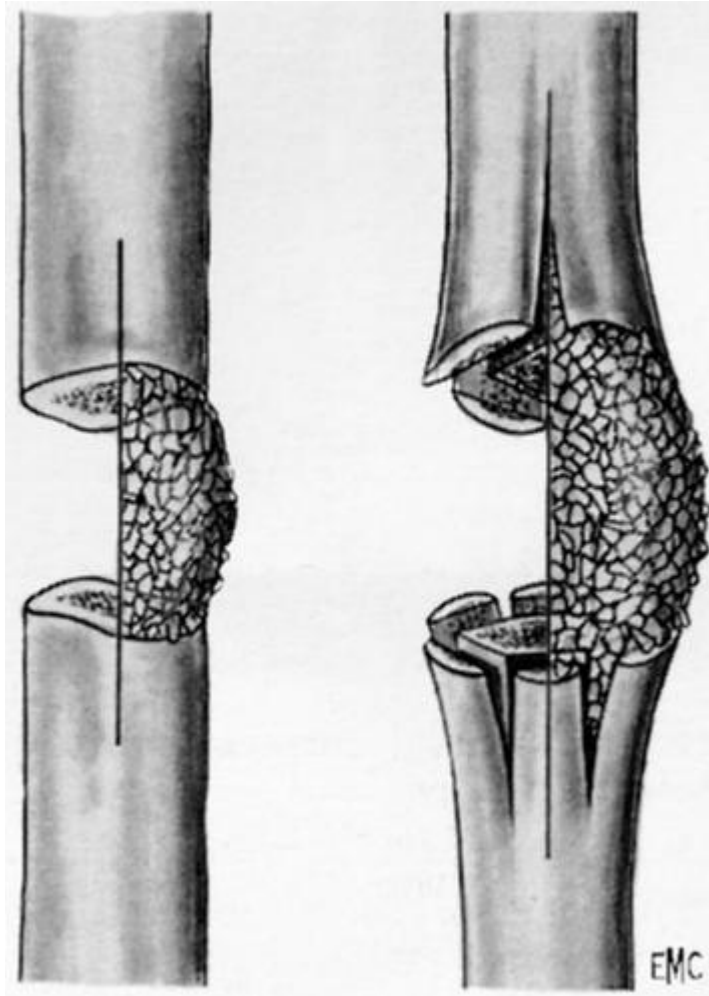


Fig 27 :

L'espace entre les fragments est rempli de spongieux qui doit, d'une part, être modérément tassé, d'autre part, être très appliqué au fragment (« pétalisation » selon Roy-Camille).

Fig 28 :

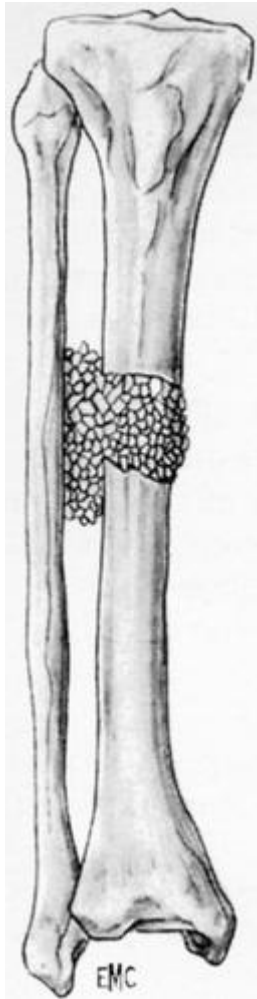


Fig 28 :

Grefe spongieuse à ciel ouvert appuyée sur le péroné. Le spongieux est mis en place entre les extrémités tibiales et va d'emblée prendre appui sur le péroné avivé (GSAP).

Fig 29 :

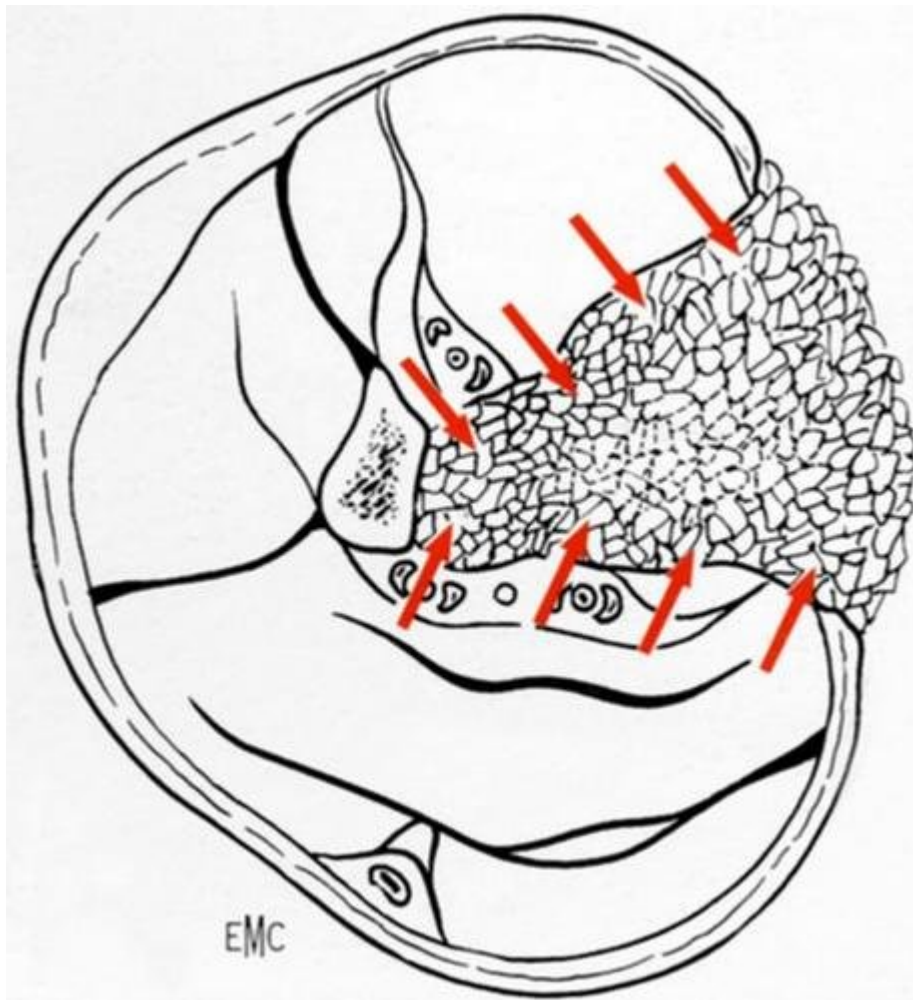


Fig 29 :

Greffe spongieuse à ciel ouvert appuyée sur le péroné. Le spongieux est mis en place dans une cavité dont les parois sont essentiellement musculaires, permettant un envahissement rapide du spongieux par le bourgeon.

Fig 30 :



Fig 30 :

À la jambe, lorsqu'il existe une continuité corticale externe, l'utilisation de la greffe spongieuse à ciel ouvert est déconseillée. La corticale restante gêne la progression du spongieux. Dans cette situation, il est préférable de faire appel à la greffe intertibiopéronière.

Fig 31 :

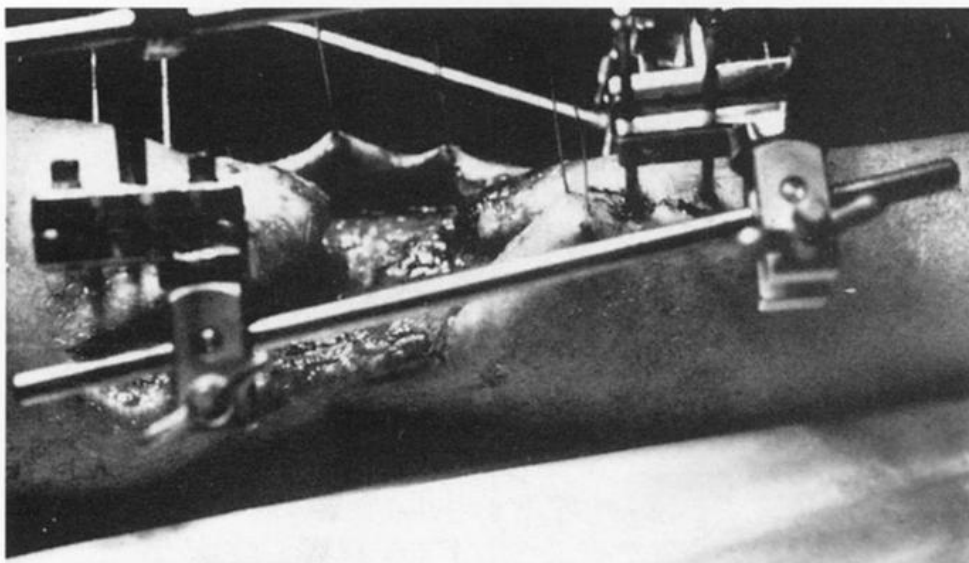


Fig 31 :

Sculpture des parties molles : c'est le temps fondamental de la greffe spongieuse à ciel ouvert modifiée. Le spongieux doit, impérativement, être posé dans un réceptacle plus ou moins rétentif et bien vascularisé.

Fig 32 :



Fig 32 :

Renforcement d'une ostéite postfracturaire par greffe spongieuse à ciel ouvert.

Au fémur, l'importance des parties molles rend possible l'utilisation du spongieux sur un os continu, alors que ce n'est pas le cas au tibia.

A. Ostéite postfracturaire sur enclouage.

B. Aspect peropératoire.

C. Fragilisation après trépanation.

D. Aspect radiographique.

E. Aspect 6 mois après greffe spongieuse à ciel ouvert.

Noter qu'il a été utilisé un fixateur externe préventif en un plan postéroexterne, genou 0/110°.

Fig 33 :

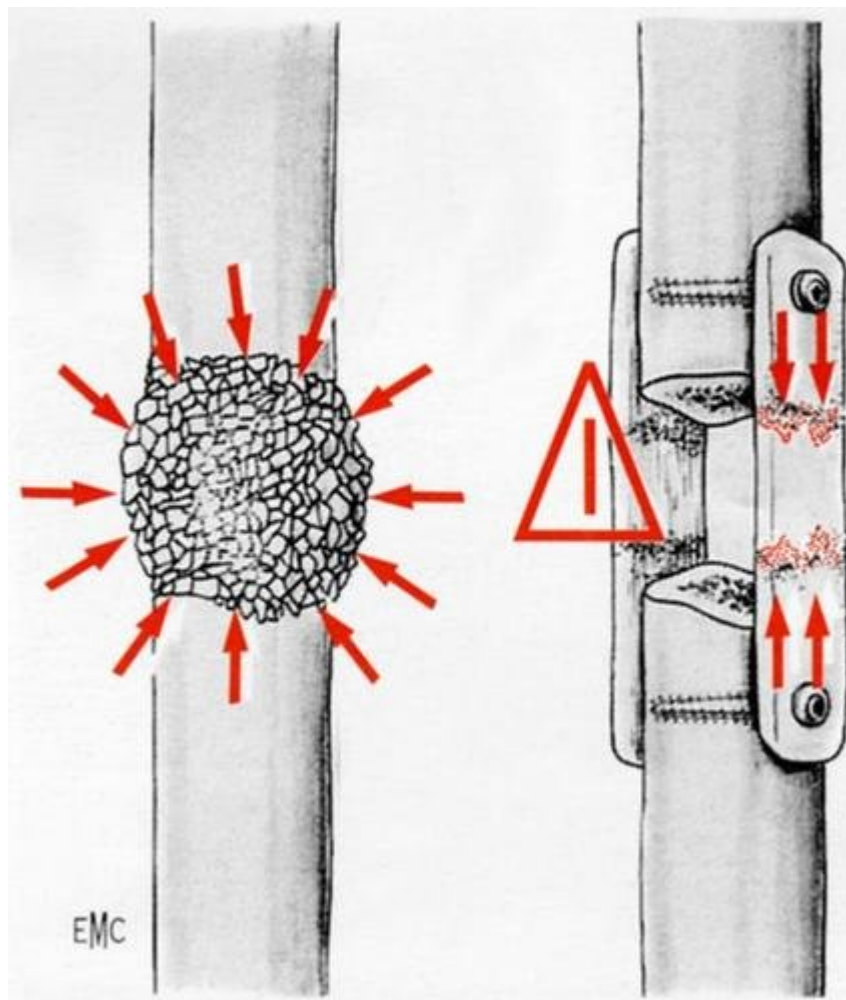


Fig 33 :

La reconstitution des résections diaphysaires par greffe spongieuse à ciel ouvert met davantage à l'abri de la fracture itérative. La *creeping-substitution* progresse longitudinalement le long du greffon corticospongieux, précédée d'un front d'ostéolyse. Lorsque les deux zones d'ostéolyse partant du fragment proximal et du fragment distal se rejoignent, il existe une zone de fragilité importante. L'envahissement du bourgeon se faisant de façon périphérique et centripète, il n'y a pas de zone élective de fragilité.

Tableaux

Tableau I.

Tableau I. – Pseudarthrose infectée : excision, stabilisation, reconstruction.

| | Os corticospongieux | Os spongieux |
|----------------------|--|---|
| Sites de prélèvement | crête iliaque antérieure +++ face antéro-interne tibia | crêtes iliaques postérieures +++ épiphyses tibiales supérieures, fémorales inférieures |

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| | quantité rarement limitée | quantité limitée techniques de prélèvement difficile |
| Adaptation morphologique | faible | importante |
| Tenue mécanique | importante | nulle |
| Résistance à l'infection | très faible | importante |
| Voie d'abord | vierge ++ avec fermeture totale | focale mais réceptacle des parties molles doit autoriser la fermeture partielle |
| Vitesse d'incorporation | rapide | assez lente |
| Fractures itératives | fréquentes | rares |
| <p>Le mode de reconstruction peut varier d'un cas à l'autre, en fonction de nombreux paramètres.</p> <p>Il faut donc connaître les avantages et les inconvénients de chacune des méthodes.</p> | | |

Tableau II.

Tableau II. – Règles de la fixation externe en un plan diaphysaire.

1. Fiches plus grandes ou égales à 5 mm
2. Porte-fiches couvrant au maximum les fragments
3. Une fiche très proche du foyer
4. Une fiche la plus éloignée possible
5. Trois fiches par fragment au tibia
6. Quatre fiches par fragment au fémur

7. Quatre fiches proches de la peau
8. Union entre les porte-fiches :
 - le plus solide possible
 - le plus proche de l'axe mécanique

Tableau III. – Résultats de 46 greffes spongieuses à ciel ouvert (GSCO) à la jambe.

| | Amputation | Délai de consolidation | Grefte itérative | Geste de cicatrisation cutanée | Fracture itérative |
|-------------------------|------------|------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|
| 10 GSCO selon Papineau* | 0 | 11 mois | 5 | 6 | 1 |
| 38 GSAP** | 1 | 9 mois | 10**** | 13 | |

* Technique décrite par Roy-Camille et al ; ** Greffe spongieuse à ciel ouvert appuyée sur le péron avec fermeture cutanée partielle ; *** Une nouvelle GSCO, 1 greffe postérieure, 3 greffes intertibiopéronées ; **** 9 GSCO, 1 GSCO associée à une greffe postérieure.

Risque infectieux en chirurgie orthopédique

H. Migaud, E. Senneville, F. Gougeon, E. Marchetti, M. Amzallag, P. Laffargue

Les facteurs de risque d'infection liés au patient peuvent être évalués en orthopédie au moyen du score NNIS (National Nosocomial Infection Surveillance), qui prend en compte des données non ou peu modulables : état du patient selon le score ASA, durée de l'intervention, type d'intervention, etc. Le risque infectieux dépend aussi de nombreux facteurs dont les plus importants exercent leur influence au cours de la période périopératoire. Certains de ces facteurs sont liés au patient (flore cutanée, portage de staphylocoque résistant à la pénicilline (SARM), pathologie sous-jacente, infection préexistante, patient polytraumatisé...), d'autres sont liés à l'environnement direct du patient (bloc opératoire, qualité de l'air et de l'eau, hygiène de l'équipe chirurgicale et des soignants, matériel...). Le polytraumatisé présente un risque particulier d'infection en raison de l'atteinte traumatique multiple, des lésions viscérales, et des gestes invasifs nécessaires à la ressuscitation. C'est essentiellement sur ce second groupe de facteurs que l'on peut agir pour diminuer le risque infectieux. Pour la période périopératoire notamment, des procédures validées permettent de diminuer le risque de contamination : préparation du patient, normes des blocs opératoires, lavage chirurgical des mains, qualité de l'air et de l'eau, antibioprophylaxie adéquate, prise en charge des autres pathologies, durée d'hospitalisation préopératoire, etc. Concernant les secteurs d'hébergement septique, une étude récente a montré que leur disparition risquait d'augmenter considérablement le risque de contamination à SARM. Les textes légaux (création du Comité local des infections nosocomiales [CLIN]) et les obligations de traçabilité visent à uniformiser et à optimiser les moyens de prévention. L'information du patient sur le risque d'infection et de ses conséquences est un impératif de l'exercice de l'orthopédie-traumatologie.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Infection nosocomiale ; Procédure d'hygiène ; Infection sur site opératoire ; Risque infectieux ; Antibioprophylaxie ; Information au patient ; Législation

Plan

| | |
|--|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Définition de l'infection et évaluation des modes de contamination | 2 |
| Définition de l'infection et classes d'interventions | 2 |
| Modes de contamination | 3 |
| ■ Risque infectieux lié au patient (et prévention au cours de l'hospitalisation) | 3 |
| État du patient et mesure du risque infectieux | 3 |
| Période préopératoire | 5 |
| Préparation cutanée | 5 |
| Antibioprophylaxie | 6 |
| Cas particuliers des traumatisés et des polytraumatisés | 8 |
| ■ Risque infectieux lié à l'environnement du patient (bloc, équipe chirurgicale) | 9 |
| Règles de base au bloc opératoire | 10 |
| Pénétration du patient au bloc opératoire | 10 |
| Gestion de l'air | 10 |
| Gestion de l'eau | 10 |
| Autres paramètres de l'environnement | 10 |
| Contamination d'origine humaine | 10 |
| Nettoyage de fin de bloc | 11 |
| Comportement de l'équipe chirurgicale et des soignants | 11 |
| Gestion du matériel chirurgical et stérilisation | 11 |
| Problème de l'isolement d'un bloc ou d'un secteur septique | 12 |

| | |
|---|----|
| ■ Obligations légales au bloc opératoire et dans le service d'hospitalisation | 12 |
| Traçabilité | 12 |
| Textes réglementaires et jurisprudentiels | 13 |
| ■ Information du patient sur le risque infectieux | 13 |
| ■ Prévention et hygiène | 13 |

■ Introduction

Le risque infectieux a été considéré depuis très longtemps par les chirurgiens orthopédistes. Dès les années 1960, notamment sous l'impulsion de Sir J. Charnley, des progrès décisifs ont été obtenus : l'utilisation des flux laminaires, ^[47] l'introduction de l'antibioprophylaxie, ^[22] l'utilisation du ciment comme vecteur des antibiotiques. ^[10, 18, 43] De même, fort de l'expérience du traitement difficile des infections ostéoarticulaires, les chirurgiens orthopédistes ont été régulièrement les promoteurs des mesures d'hygiène et de prévention. ^[45, 83, 87] Depuis quelques années, la judiciarisation de la profession nous a rappelé que, dans notre spécialité, la lutte contre l'infection doit rester une priorité. ^[17] Vécue comme un drame, aussi bien par le patient que par son chirurgien, la survenue d'une infection répond à des causes multiples tenant à la fois au patient, à l'équipe soignante et aux lieux où sont appliqués les soins. De ce fait, la prévention de l'infection dépend de nombreux facteurs pour

Tableau 1.
Types d'intervention selon le National Research Council (NRC) [56] et correspondance avec la classification d'Altemeier. [2]

| Classe d'intervention | Type d'intervention | Taux d'infections estimé en orthopédie | Classification d'Altemeier |
|----------------------------------|---|--|---|
| Classe I « hyperpropre » | Arthroplasties totales | 1 à 2,5 % | Classe I propre |
| Classe II « propre » | Arthrodèse vertébrale | 1 à 6,5 % | Site opératoire sans signe d'inflammation. |
| | Ostéotomie | | Plaie primitivement fermée et drainée par un système clos. Pas de rupture d'asepsie. Peut inclure la chirurgie des traumatismes fermés récents et propres |
| | Prothèse fémorale | | |
| | Synthèse fracture fermée | ≤ 5 % (fracture fermée : 1 à 5 %) | |
| | Chirurgie sous arthroscopie | | |
| Classe III « propre contaminée » | Ablation de matériel | | |
| | Fracture ouverte type I avant 6 heures | < 10 % (fracture ouverte type I : 2 à 8 %) | Classe II propre-contaminée |
| Classe IV « contaminée » | Fracture ouverte type II avant 6 heures | 20 à 50 % | Ouverture planifiée digestive ou urinaire |
| | Fracture ouverte stade III | | Classe III contaminée |
| Classe V « sale » | | | Plaies traumatiques ouvertes récentes. Rupture d'asepsie. Incision dans un tissu inflammatoire non purulent |
| | Ostéite, infection sur prothèse | 25 à 50 % (20 % si reprise avant 21 jours) | Classe IV sale |
| | | | Plaie ancienne avec nécrose ou infection. Présence des bactéries avant l'intervention |

Tableau 2.
Le score NNIS (National Nosocomial Infection Surveillance) [57] évalue le risque infectieux en fonction du terrain et de l'intervention. Un score est attribué à chaque patient en fonction de trois facteurs de risques indépendants : 1) le score ASA à 3 ou plus attribue 1 point ; 2) une chirurgie contaminée ou sale attribue 1 point ; 3) une durée opératoire supérieure au 75 percentile d'une durée moyenne estimée attribue 1 point (durée supérieure à 2 heures pour une prothèse totale de hanche et 2 heures pour une ostéosynthèse à foyer ouvert).

| Index NNIS | Tous types d'actes | Classe I et II CDC (propre et hyperpropre) | Classe III CDC (propre-contaminée) | Classe IV CDC (contaminée) | Classe V CDC (sale) |
|------------|--------------------|--|------------------------------------|----------------------------|---------------------|
| 0 | 1,5 | 1 | 2,1 | | |
| 1 | 2,6 | 2,3 | 4 | | |
| 2 | 6,8 | 5,4 | 9,5 | 6,8 | 8,1 |
| 3 | 13 | 13,2 | 13 | 13,2 | 12,8 |

Score ASA : ASA 1 = pas d'atteinte autre que celle justifiant l'intervention, ASA 2 = atteinte modérée et sans retentissement d'une grande fonction, ASA 3 = atteinte sévère et avec retentissement d'une grande fonction, ASA 4 = atteinte d'une grande fonction avec risque vital, ASA 5 = patient moribond. CDC : Center for Diseases Control.

chacun desquels une action spécifique doit être envisagée, la défaillance d'un seul élément anéantissant l'ensemble des efforts consentis. Dans cette optique globale, la constitution de cahiers de procédures accessibles à l'ensemble de l'équipe soignante et leur évaluation dans le cadre de l'accréditation permettent de valider l'ensemble de la démarche de prévention d'une équipe ou d'une institution. L'exposé sera focalisé sur les infections sur site opératoire (ISO), les infections nosocomiales non spécifiques (urinaires, pulmonaires, etc.) hors site opératoire ayant été abordées dans un autre feuillet de cet ouvrage. [20] Les buts de ce rapport étaient :

- de faire le point sur la mesure du risque infectieux en orthopédie-traumatologie ;
- de fournir aux chirurgiens orthopédistes un guide pour l'information au patient en matière de risque infectieux (support d'information, chiffres importants, etc.) ;
- de rappeler les obligations légales en matière de risque infectieux pour les praticiens et les institutions ;
- de résumer les mesures pratiques de prévention et d'hygiène.

■ Définition de l'infection et évaluation des modes de contamination

Définition de l'infection et classes d'interventions

Toute intervention chirurgicale peut se compliquer d'une ISO, qui résulte de la multiplication d'un agent infectieux. L'ISO peut se manifester après un délai variable suivant la contamination qui peut elle-même se produire avant, pendant ou après l'intervention. Même dans des conditions idéales, des séries

contemporaines associant l'antibioprophylaxie et un flux laminaire font état d'un taux d'infections après arthroplastie totale de hanche qui varie de 0,1 à 1 %. [45] Le taux d'infections sur site est fonction du terrain, qui sera évalué au chapitre suivant, mais aussi du type d'intervention et de ses conditions de réalisation. Les interventions peuvent être regroupées en cinq types selon le degré de contamination et le risque de survenue d'une infection (Tableau 1). [56] Pour chaque type d'intervention, en fonction du terrain, un taux d'infections peut être estimé à partir d'études épidémiologiques portant sur un nombre élevé de patients. [57] Afin d'évaluer proportionnellement le terrain et le type d'intervention, on peut utiliser l'index de risque National Nosocomial Infection Surveillance (NNIS) (Tableaux 2 et 3). [56, 57] Cet index a le mérite de permettre des comparaisons entre institutions pour une intervention et un type de terrain. À titre d'exemple, après une prothèse totale de genou, le risque infectieux passe de 0,87 % pour un score NNIS 0 à 1,26 % pour un score NNIS à 1, et 2,22 % pour un NNIS à 2 ou 3. [57] Le risque infectieux peut être comparé entre institutions et entre types d'intervention. Ainsi pour un NNIS à 0, le taux d'infections est de 0,87 % pour une prothèse de genou mais de 0,88 % pour une prothèse de hanche et de 0,81 % pour une fracture ouverte. Pour un NNIS à 3 le taux d'infections après prothèse de genou passe à 2,22 %, et celui après fracture ouverte à 2,91 % (Tableau 3). Une étude française récente (étude RAISIN) donne des chiffres détaillés pour les arthroplasties en fonction du score NNIS (Tableau 4). [68]

Une infection secondaire du site opératoire peut se produire à distance de l'intervention dans toutes les situations exposant à une bactériémie (soins dentaires, cystoscopie, endoscopie digestive, etc.). [6, 8, 10, 88] La fréquence de ce type d'infection n'est pas connue avec précision mais elle est estimée à 1,5/10 000 dans les 2 ans suivant la pose et à 0,5/10 000 au-delà. [29] Même si ce risque est faible, il doit être considéré, en retenant

Tableau 3.

Taux d'infections en orthopédie-traumatologie recensés par le Center for Diseases Control (CDC) entre 1992 et 2003. [57] Les taux sont rapportés par classe de score NNIS (National Nosocomial Infection Surveillance) (lorsque le nombre de cas par classe NNIS était insuffisant, des regroupements ont été pratiqués). Durée maximale de l'intervention à partir de laquelle une augmentation du score NNIS de 1 point est pratiquée.

| | Durée maximale de l'intervention (h) | Index NNIS | Nombre de patients | Taux moyen d'infections (%) |
|---|--------------------------------------|----------------|--------------------|-----------------------------|
| Arthrodèse vertébrale | 4 | 0 1 2, 3 | 42 824 | 1,10 2,76 6,3 |
| Ostéosynthèse fracture à foyer ouvert | 2 | 0 1 2 | 15 097 | 0,77 1,38 2,68 |
| Prothèse totale de hanche | 2 | 0 1 2, 3 | 36 668 | 0,88 1,61 2,49 |
| Prothèse totale du genou | 2 | 0 1 2, 3 | 53 759 | 0,87 1,26 2,22 |
| Laminectomie | 2 | 0 1 2, 3 | 64 547 | 0,92 1,39 2,49 |
| Autre prothèse | 3 | 0, 1, 2, 3 | 3 467 | 0,66 |
| Autre intervention musculo-squelettique | 3 | 0, 1, 2, 3 | 17 311 | 0,61 |
| Amputation | 2 | 0, 1, 2, 3 | 9 959 | 3,62 |

Tableau 4.

Taux d'infections sur site opératoire (ISO) selon le site d'infection pour l'ensemble des prothèses articulaires (étude RAISIN, France, 1999-2000). [68]

| | n | Prothèse (hanche, genou et autres) | | | | Organe | % ISO | Total | % ISO |
|---------------------|-------|------------------------------------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | | Superficiel | % ISO | Profond | % ISO | | | | |
| NNIS = 0 | 4 958 | 21 | 0,42 | 19 | 0,38 | 3 | 0,06 | 43 | 0,87 |
| NNIS = 1 | 3 787 | 50 | 1,32 | 18 | 0,48 | 8 | 0,21 | 76 | 2,01 |
| NNIS = 2,3 | 619 | 6 | 0,97 | 5 | 0,81 | 3 | 0,48 | 14 | 2,26 |
| NNIS non renseignés | 186 | 1 | 0,54 | 1 | 0,54 | 0 | 0,00 | 2 | 1,08 |
| Total | 9 550 | 78 | 0,82 | 43 | 0,45 | 14 | 0,15 | 135 | 1,41 |

qu'une prothèse est plus sensible à une contamination secondaire lorsqu'elle est implantée depuis 2 à 5 ans, lorsqu'elle est descellée, ou lorsqu'il existe des antécédents infectieux sur le site. [21] De même, certaines pathologies exposent plus volontiers à un risque de contamination secondaire : polyarthrite, immunodépression, traitement par corticoïdes ou immunosuppresseurs, diabète, hémophilie. [3, 46, 63, 67, 71] Ces situations doivent faire envisager une antibioprophylaxie adaptée au germe suspecté en cas de geste invasif. Ce traitement est discuté pour son rapport coût/efficacité, mais la gravité d'une seule de ces infections peut justifier une telle attitude. [6, 48, 88]

Modes de contamination

La contamination précède la survenue d'une ISO. L'infection fait suite à la contamination en fonction de l'importance de la contamination, de la virulence des germes et de la résistance du patient. En clinique, il est impossible de quantifier et d'agir sur la virulence des germes. De même, il est difficile de mesurer la résistance de l'hôte en pratique courante, mais on peut tenter de l'optimiser en diminuant l'inoculum contaminant par la prévention, par l'hygiène et par l'antibioprophylaxie.

La contamination s'effectue le plus souvent en période périopératoire, c'est donc sur cette période que doivent être concentrés la plupart des efforts de prévention. La contamination à distance de l'intervention est plus hypothétique et la prophylaxie reste discutée hormis le traitement de foyers

infectieux patents ou de bactériémies. Les sources de contamination étant nombreuses, il faut tenter dans la prévention d'agir sur tous les niveaux :

- la contamination à partir du patient par voie hématogène ou cutanée. Cela souligne l'importance de l'éradication des foyers infectieux à distance du site opératoire, la prévention des infections sur cathéter, et la préparation cutanée ;
- la contamination à partir de l'opérateur qui est certainement la plus fréquente à partir des mains, des squames cutanées ou par aérocontamination. Cela souligne l'importance du respect des règles d'asepsie au bloc opératoire. La connaissance des différents modes de contamination est indispensable pour faciliter les actions de prévention, ceux-ci sont résumés dans le Tableau 5. [27, 35, 39, 53]

■ Risque infectieux lié au patient (et prévention au cours de l'hospitalisation)

État du patient et mesure du risque infectieux

Des facteurs de risque de survenue d'une infection ont été identifiés de manière certaine en chirurgie générale, et c'est par approximation que les conclusions peuvent être élargies à la

Tableau 5.

Différents modes de contamination et moyens de prévention. Les signes ++ et + indiquent un mode de contamination prouvé par des études expérimentales ou contrôlées mais de fréquence plus (++) ou moins (+) importante, ± indique un mode de contamination suspecté mais non prouvé formellement.

| Période de contamination | Mode de contamination | Niveau de preuve | Moyen de prévention |
|--------------------------|---|-------------------------------|---|
| Préopératoire | Exposition du foyer de fracture [25, 27] | + mais rare | Parage et nettoyage plaie, fixation fracture, antibioprophylaxie |
| | Germe préexistant [29, 39] | + | Éviter intervention en poussée infectieuse sauf nécessité. Traitement des infections à distance du site avant l'intervention |
| Peropératoire | Aérocontamination [18, 26, 55] | + | Flux laminaire ou plafond soufflant, règle de circulation dans le bloc, antibioprophylaxie |
| | Équipe chirurgicale [30, 31] | ++ | Scaphandre, protection des cheveux, vêtements isolants non tissés, double paire de gants, changement des gants. Traitement des porteurs de germes ? |
| | Flore cutanée du patient [18, 79] | ++ | Préparation, antiseptie cutanée, antibioprophylaxie ^a , drainage en non tissé |
| | Hématogène [7, 44] | + | Éviter gestes invasifs inutiles (sonde urinaire...) aseptie lors de la mise en place des voies veineuses |
| Postopératoire | Drains [44, 53] | ± | Éviter drainages prolongés > 72 h |
| | Cicatrice (contamination par souillure ou faute de pansement) [29, 55] | ± | Protection des plaies, aseptie stricte au cours des pansements avant cicatrisation |
| | Hématogène (surtout à distance après intervalle libre, preuve si germe identique bactériémie) [7] | ± (+ si identification germe) | Éviter les gestes invasifs inutiles (sonde urinaire...) aseptie et surveillance des voies veineuses |
| À distance | Hématogène [7, 48] | + | Dépistage et traitement des foyers infectieux. Antibioprophylaxie lors de gestes invasifs ? |

^a L'effet de l'antibioprophylaxie locale (ciments aux antibiotiques) est suspecté mais non démontré dans une étude contrôlée.^{22,35,43} Son utilisation ne peut donc être formellement recommandée de manière courante, mais plutôt en situation d'infection.⁴⁹

Tableau 6.

Facteurs de risque de survenue d'une infection sur site opératoire (ISO) en orthopédie selon l'état du patient.

| | Niveau de risque | Action prévention | Autres actions |
|--|--|--|--|
| Antécédent infectieux local [8] | ++ | Biologie/scintigraphie Prélèvement sur site | Modification antibioprophylaxie |
| Intervention préalable [8] | ± (+ si réintervention précoce) | Examen histoire clinique Prélèvement site si doute | Modification antibioprophylaxie |
| Infiltration préalable corticoïdes [29] | + | Analyse histoire clinique Prélèvement site si doute | Modification antibioprophylaxie |
| Lésions cutanées et des annexes (ulcère, dermite, folliculite) [55] (eczéma, psoriasis, intertrigo ne constituent pas un facteur de risque s'ils sont secs non infectés) | ++ | Cicatrisation dirigée et soins locaux (isolement de la lésion si intervention en urgence) | Pas d'antibiothérapie, ni modification d'antibioprophylaxie |
| Diabète [46] | ++ | + Maintenir glycémie < 2 g l ⁻¹ en péri-opératoire | |
| Obésité | ± | ± Réduction de l'obésité en cas d'intervention programmée | |
| Tabac | ± | + Sevrage de plus de 1 mois | |
| Immunodépression, corticothérapie [12] | ± | + CD4 > 200 mm ⁻³ | |
| Chimiothérapie et radiothérapie | ± | Arrêt stéroïdes (?) anti-TNF (+) Au moins 500 GB mm ⁻³ ± arrêt méthotrexate dans PR | Fermeture cutanée (radiothérapie) |
| Transplanté et splénectomisé [81] | ± | Prévention pneumocoque | |
| Cirrhose | + (surtout si score de Child-B et C/bactériémie BGN) | Correction hémostasie | |
| Dénutrition | + (surtout si < 1 500 lymphocytes mm ⁻³ et < 35 g l ⁻¹ d'albume) | ± Administration parentérale nutriment isolée peu utile (ajout immunonutriments par voie entérale) | |
| Drépanocytose | ++ | Prévention pneumocoque et salmonelle | |
| Polyarthrite, hémophilie [3, 67] | + | Contrôle hémostasie et facteurs associés, arrêt anti TNF (+) | |
| Artérite | ± (trouble cicatrisation) | Revascularisation préalable | |
| Foyers infectieux à distance (ORL, urinaire, cutané, génital, etc.) [7, 55] | + (par le biais de bactériémies) | ++ Traitement adapté (examen dentaire, ± panoramique dentaire, ± ECBU selon clinique) | Pas de sondage urinaire préventif ni sondages répétés (laisser en place si plus de un sondage) |

++ : niveau de preuve élevé ; ± : suspicion d'effet mais pas de preuve dans une étude contrôlée ? Aucune preuve ; GB : globules blancs ; TNF : *tumour necrosis factor* ; PR : purpura rhumatoïde ; ECBU : examen cyto bactériologique des urines ; ORL : oto-rhino-laryngologique ; BGN : bacille Gram⁻ négatif.

chirurgie orthopédique (Tableau 6). [7, 12, 55, 81] Les ISO en unité d'orthopédie-traumatologie ne représentent que 20 % de l'ensemble des infections nosocomiales. [34] Peu d'études apportent un niveau de preuve élevé du rôle des facteurs de risque d'ISO en chirurgie orthopédique. Ainsi de Boer et al. [19] ont identifié, comme facteurs ayant un niveau de preuve suffisant, l'âge, une autre infection nosocomiale, le type de

chirurgie selon Altemeier, [2] la durée du séjour préintervention et le nombre d'interventions. Plus récemment, le portage préopératoire de *S. aureus* au niveau nasal a été reconnu comme facteur de risque de survenue d'une ISO liée à la même souche de portage nasal. [42] Ce facteur a même été identifié comme le facteur de risque le plus prédictif d'ISO (risque relatif [RR] de 8,9). [36, 42] Les souches de staphylocoques dorés résistants à la

méticilline (SARM) représentent un problème de plus en plus important dans la quasi-totalité des pays occidentaux sans que les mesures de prévention des infections nosocomiales mises en place ces dernières années puissent pour le moment ralentir cette progression. Les facteurs de risque d'infection à SARM sont classiquement le diabète sucré, la dialyse, l'artérite, l'exposition aux antibiotiques, la colonisation à SARM et un séjour prolongé en unité de soins intensifs. [42] Dans une étude américaine publiée en 2004, les facteurs de risque de survenue d'une ISO à SARM chez des patients opérés en majorité en unité d'orthopédie-traumatologie étaient le transfert secondaire en unité de poursuite de soins et de rééducation, une durée de l'antibiothérapie postopératoire de plus de 24 heures, la présence d'un drainage du site opéré plus de 24 heures et un séjour hospitalier de plus de 3 jours après l'intervention. [50] Dans cette étude, aucun des facteurs pré- ou peropératoires habituellement considérés comme responsables d'une infection à SARM n'étaient identifiés comme facteurs de risque. Ce travail met en valeur les facteurs postopératoires de l'acquisition de SARM qui sont souvent mal considérés au cours de la prescription probabiliste des antibiotiques chez ces patients. Ces résultats sont compatibles avec les résultats de deux études cliniques publiées en 2002 qui n'ont pas pu démontrer l'effet préventif de la mupirocine chez les patients opérés hormis chez les patients eux-mêmes porteurs de *S. aureus* au niveau nasal, ce qui correspond environ à un quart des patients. [36, 65] Ces trois études établissent la notion qu'un dépistage systématique préopératoire du portage nasal de SARM n'est pas indiqué. L'application nasale de mupirocine (au moins deux doses) en préopératoire diminue significativement le portage nasal de *S. aureus* mais ne diminue pas significativement la fréquence des ISO (y compris celles liées à *S. aureus*) ni la durée du séjour hospitalier. De plus, il a été rapporté des cas de sélection de souches de *S. aureus* résistant à la mupirocine après l'utilisation de cet antibiotique. [13] Les facteurs de risque de survenue d'une infection du matériel implanté (prothèse totale articulaire de hanche ou de genou) ont fait l'objet d'une étude cas-témoin menée à la Mayo Clinic et rapportée par Barbari en 1998. [8] L'étude statistique en analyse multivariée montre que quatre paramètres sont associés à la survenue d'une infection du matériel : ISO ne concernant pas le matériel (odds-ratio [OR] 35,9 ; IC 95 % ; 8,3-154,6), score NNIS (OR 1,7 ; IC 95 % ; 1,2-2,3), néoplasme (OR, 3,1 ; IC 95 % ; 1,3-7,2) et un antécédent d'infection de la prothèse (OR 2,0 ; IC 95 % ; 1,4-3,0).

En cas d'activité programmée, certains facteurs de risque peuvent faire l'objet d'une correction afin d'en réduire l'effet défavorable. Ces facteurs de risque doivent être identifiés dès la consultation préopératoire. En situation d'urgence, leur enregistrement dans le dossier du patient permet d'adapter les procédures de soin (Tableau 6) et peut constituer un élément de valeur légale.

Il est nécessaire de déterminer les facteurs augmentant le risque infectieux chez les patients de la communauté afin d'assurer un isolement si nécessaire (voir règles d'isolement détaillées plus bas). Le dépistage des réservoirs de staphylocoques dorés mérite une attention particulière compte tenu de sa fréquence lors des ISO. Le portage permanent du staphylocoque doré concerne 20 % de la population et 60 % pour le portage intermittent. Le gîte principal est la partie antérieure des fosses nasales, et le portage cutané est toujours secondaire au portage nasal. [36, 79] Il n'est pas recommandé de faire systématiquement un dépistage et une éradication préopératoire du staphylocoque doré en site nasal. C'est seulement en cas de survenue d'un taux anormalement élevé d'infections après intervention hyperpropre (classe I), et après avoir vérifié l'application des mesures de prévention des ISO, qu'un dépistage nasal des soignants et des patients sera appliqué. [36, 42] C'est aussi dans cette situation qu'un traitement préventif par la mupirocine peut être envisagé. [90] Le dépistage des SARM et des entérobactéries productrices de bêta-lactamases est indiqué en cas de chirurgie programmée dans les situations suivantes :

- patient ayant fait un séjour en réanimation ou en structure de long ou moyen séjour (notamment en cas d'antibiothérapie prolongée) ; [41, 79]

- patient présentant des lésions cutanées chroniques. [33, 54, 79]

En cas de portage de SARM, l'utilisation de mupirocine n'est pas recommandée. [79] Pour les autres bactéries, la présence d'une infection bactérienne sans rapport avec l'indication opératoire doit faire différer celle-ci. L'intervention ne doit pas être précédée d'une antibiothérapie (sauf situation vitale avec infection non contrôlée) surtout si l'intervention a un but de diagnostic bactériologique. En situation vitale, il est toujours possible d'effectuer une ponction à visée bactériologique sous anesthésie locale avant la mise en route de l'antibiothérapie. L'identification du portage d'une bactérie multirésistante (SARM, *Pseudomonas* spp. ticarcilline-résistant, entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre élargi) doit faire envisager un isolement afin de rompre la possibilité de dissémination à l'intérieur de l'établissement (voir règles d'isolement détaillées plus bas), notamment si ces germes ne sont pas accessibles à un traitement de décontamination.

Le dépistage et le risque de transmission des pathologies virales doivent aussi être considérés. La transmission des virus de l'hépatite B, C (VHB, VHC) et du virus de l'immunodéficience humaine (VIH) peut se faire à l'occasion d'un accident d'exposition au sang. [24, 91] La vaccination contre l'hépatite B est obligatoire pour tout le personnel soignant. [79] La connaissance de l'état sérologique du patient et du soignant permet :

- d'appliquer des traitements visant à réduire la charge virale ;
- de discuter le dossier médico-légal en cas de contamination (transfusion, blessure opératoire). [78]

Cependant, plutôt qu'un dépistage systématique du VIH et des hépatites chez le patient, on recommande le respect des précautions universelles de protection pour tout acte invasif (lunettes, gants). [76] De même, il n'est pas recommandé de dépister systématiquement le VIH et le VHC chez les soignants en dehors d'un accident d'exposition au sang. [79, 82] Pour la prévention des agents non transmissibles responsables des encéphalopathies spongiformes, la détection repose sur le repérage des patients suspects ou atteints avant toute intervention, notamment en cas d'intervention sur le système nerveux central. [79]

Période préopératoire

La durée de séjour hospitalier doit être réduite autant que possible, surtout pour la période précédant l'intervention. En effet, la flore du patient est susceptible de subir des modifications à l'occasion d'une période préopératoire trop longue. On peut donc recommander l'hospitalisation pour une intervention programmée au maximum la veille voire, lorsque c'est possible, le matin même. Cette dernière situation suppose que le patient « ambulatoire » soit capable de faire une préparation cutanée aussi soignée que le patient hospitalisé la veille, ce qui impose la rédaction de protocoles fournis au patient et le contrôle du respect des procédures. Si des procédures spécifiques sont nécessaires (à visée anti-infectieuse ou autres comme anti-thrombotiques), l'hospitalisation la veille permet de s'assurer de leur respect.

Préparation cutanée

Comme précisé dans le Tableau 5, la préparation cutanée est un des points clés de la prévention de la contamination opératoire. La peau normale est colonisée par une flore comportant des germes résidents et de transit. La flore résidente comporte des germes comme le staphylocoque à coagulase négative, les corynébactéries, et le *Propionibacterium acnes*. Cette flore est qualifiée par l'usage de « non pathogène », mais cette notion doit être limitée à l'aspect tégumentaire lorsque l'on connaît la fréquence des infections sur matériel engendrées par ces bactéries résidentes habituelles de la peau. [49] La flore de transit appelée « pathogène », comporte surtout les staphylocoques dorés, les streptocoques et le pyocyanique. Cette flore de transit peut évoluer notamment en cas de séjour prolongé en milieu hospitalier avec colonisation par des souches résistantes. Il n'est pas possible, par la préparation cutanée, d'obtenir la destruction complète de tous ces germes, mais seulement de diminuer fortement le nombre de contaminants potentiels. Il

faut considérer que la préparation cutanée est un processus long débutant la veille de l'intervention et s'étendant jusqu'à la mise en place des champs opératoires. Cette procédure permet une diminution de la flore cutanée, mais son efficacité dans le temps n'est pas définitive, les germes recolonisant progressivement la peau dès la fin de la préparation, ce qui doit amener à sélectionner des antiseptiques ayant une action rémanente pour limiter ce phénomène (la povidone iodée a une action rémanente par rapport à l'alcool iodé qui agit plus vite mais a une efficacité moins longue dans le temps).

Préparation de l'opéré avant l'arrivée au bloc opératoire

Il faut que le patient prenne une douche avec une solution antiseptique moussante de la même famille ou compatible avec celle utilisée pour la préparation finale au bloc opératoire. Il n'y a pas de preuve de la supériorité d'une solution moussante antiseptique (povidone iodée, chlorhexidine) par rapport à l'autre. La douche doit comporter un shampoing et concerner les zones pileuses et les plis, sites fréquents d'hébergement bactérien. Cette douche doit être suivie d'un séchage soigneux, les ongles doivent être brossés, coupés éventuellement de manière non traumatique et débarrassés de leur vernis. La solution utilisée pour cette douche et le processus ultérieur doivent tenir compte d'éventuelles allergies et de contre-indications liées au patient. En cas d'allergie, un savon doux peut être préféré, sans perte de qualité de la décontamination par rapport aux solutions moussantes habituelles. Le contrôle de l'hygiène buccodentaire est systématique, de même que le brossage des dents selon les règles de base de l'hygiène. La douche doit faire l'objet d'une information auprès du patient et sa réalisation doit être évaluée. Au moins une douche préopératoire est recommandée, et si deux sont possibles, une la veille de l'intervention et une autre le matin même. Les bijoux doivent être ôtés s'ils sont dans -ou à proximité de- la zone opératoire. Après la douche, le patient doit quitter ses vêtements et doit revêtir une tenue en non tissé ou en microfibre. Ces soins de préparations sont faits dans le service (la veille et/ou le matin) pour les patients hospitalisés, les patients ambulatoires doivent les pratiquer à domicile sur prescription médicale avec remise d'un protocole écrit. La préparation du champ opératoire la veille de l'intervention doit être proscrite (« emballage la veille »).

Traitement des pilosités

La dépilation ne réduit pas le taux d'ISO, mais elle peut être jugée indispensable pour les interventions en orthopédie (utilisations d'adhésifs pendant et après l'intervention, pénétration dans la plaie opératoire, etc.).^[1] La dépilation doit être pratiquée au plus proche de l'intervention, mais pas dans le bloc opératoire. En pratique, on recommande de la faire le matin même, et surtout de ne pas la pratiquer la veille. Le rasage doit être proscrit, ce qui suppose d'en avoir informé le patient avant l'intervention, notamment pour la chirurgie ambulatoire. Il n'y a pas de preuve de la supériorité de la tonte par rapport à l'épilation chimique. En cas de tonte, les lames doivent être à usage unique. La dépilation en salle d'opération doit être proscrite.

Préparation cutanée et muqueuse au bloc opératoire

Dans la salle d'induction ou d'intervention, la préparation finale comporte une phase de déterision après le traitement des pilosités et avant la désinfection terminale. La phase de déterision est indispensable pour permettre une meilleure efficacité des antiseptiques (ablation des squames, des débris et souillures). Elle se fait avec une solution moussante compatible avec celle utilisée pour la préparation préalable. Cette déterision doit être suivie d'un rinçage à l'eau stérile puis d'un essuyage-séchage. Le produit antiseptique final est alors appliqué largement sur et autour du site opératoire. L'application doit se faire en cercles concentriques en allant du centre vers la périphérie. Le choix du produit antiseptique est fait en accord avec les

produits utilisés précédemment, selon le site opératoire et en respectant les allergies éventuelles. Après application, il est nécessaire d'attendre un séchage spontané complet du champ opératoire avant le collage des champs opératoires. L'essuyage des produits antiseptiques avant séchage, pour accélérer la procédure, doit être proscrit. Deux familles d'antiseptiques sont recommandées actuellement : les agents iodés (povidone iodée plutôt que alcool iodé dont l'efficacité est plus limitée dans le temps), la chlorhexidine en solution alcoolique. Les autres antiseptiques ne sont pas indiqués dans la préparation cutanée en vue d'une intervention chirurgicale (hexamide [Héxomédine®], anilines [Solubacter®], organomercuriels [Mercryl®]), eau oxygénée. En cas de lésion suspecte (escarre, ulcère de jambe) la préparation est identique mais doublée : une première préparation est effectuée, suivie d'un isolement de la zone suspecte par des champs collants stériles en salle de préanesthésie, puis une seconde préparation conventionnelle est effectuée après l'isolement de la lésion.

Cas particulier de la préparation en urgence

Pour une fracture fermée, la préparation programmée n'étant pas possible, il est souhaitable de renforcer la phase de préparation au bloc opératoire. La préparation se fait en salle de préanesthésie ou de transfert après prémédication car la mobilisation d'un membre fracturé est douloureuse. Une phase de savonnage-déterision-rinçage puis séchage est pratiquée avec une solution moussante pour permettre l'ablation des corps étrangers et des souillures telluriques selon le même mode que précédemment. Puis la dépilation de la zone opératoire est effectuée à la tondeuse dont les lames sont à usage unique. Enfin un nouveau savonnage-rinçage-séchage est pratiqué avant application de l'antiseptique final. En cas de fracture ouverte, les mêmes précautions sont prises en ayant pris soin d'isoler la plaie fracturaire au moyen d'un pansement stérile. Seule la zone de la plaie fracturaire n'est pas dépilée et sa préparation finale est effectuée au bloc opératoire en condition d'asepsie chirurgicale (lavage des mains, gants stériles) par l'infirmier de bloc opératoire ou le chirurgien avant l'installation finale et la préparation complète du membre au moyen de l'antiseptique final.

Antibioprophylaxie

Plus de 8 millions d'actes chirurgicaux sont pratiqués en France chaque année. L'infection est la complication la plus menaçante qui s'explique par le fait que des bactéries pathogènes sont retrouvées dans la quasi-totalité des plaies opératoires lors de la fermeture. Cette colonisation bactérienne est à l'origine de l'étape suivante, certes non obligatoire, qu'est l'ISO. L'acte chirurgical en lui-même et les dégâts tissulaires induits par le geste opératoire sont des facteurs hautement favorisant de la survenue de l'infection. L'antibioprophylaxie est un acte médical dont l'objectif est de réduire significativement l'incidence des ISO (et non des infections à distance qui pourraient résulter d'un passage sanguin des bactéries). Le moyen est l'administration d'une séquence courte d'antibiotique(s) dont le spectre antibactérien doit couvrir la majorité des pathogènes impliqués régulièrement dans les ISO correspondant au geste réalisé chez un patient donné. Il n'est pas possible d'envisager une couverture exhaustive de tous les pathogènes possiblement responsables d'ISO, notamment si l'on se réfère à la grande variété d'espèces mises en évidence en cas d'ISO (Tableau 7).^[80, 86] En chirurgie orthopédique et traumatologique, les bactéries cibles sont essentiellement celles de la flore cutanée résidente (*S. epidermidis*, *S. aureus*, *Propionibacterium acnes* et les streptocoques) et les bactéries urinaires (*E. coli* et *K. pneumoniae*). L'efficacité de l'antibioprophylaxie sur l'incidence des ISO en orthopédie n'est cependant pas formellement démontrée. L'emploi de ciments aux antibiotiques a été comparé avec l'antibioprophylaxie systémique ; les infections profondes sont plus souvent présentes dans le groupe systémique alors que les infections superficielles sont plus fréquentes dans le groupe recevant le ciment aux antibiotiques.^[35, 52]

Tableau 7.

Pathogènes isolés lors des infections sur prothèse ostéoarticulaire. La grande variabilité des germes isolés en cas d'infection sur site opératoire (ISO) en orthopédie ne permet pas une antibioprophylaxie adaptée à toutes les situations.

| | Berbari [8] (n = 462) Années 1969-1991 | Steckelberg [80] (n = 1023) Années 1969-1991 | Tsukayama [86] (n = 106) Années 1980-1991 |
|------------------------------|--|--|---|
| <i>S. aureus</i> | 101 (22%) | 240 (23%) | 33 (31%) |
| SCN | 86 (19) | 254 (25) | 56 (53) |
| Streptocoques | 42 (9) | 79 (8) | 14 (13) |
| Bacilles à Gram ⁻ | 38 (8) | 114 (11) | 21 (20) |
| Anaérobies | 29 (6) | 62 (6) | 12 (11) |
| Culture stérile | 38 (8) | 83 (8) | 3 (3) |
| Autres | 21 (5) | 54 (5) | 11 (10) |
| Infection mixte | 88 (19) | 147 (14) | 27 (25) |

SCN : staphylocoque à coagulase négative.

Tableau 8.

Recommandations pour la pratique de l'antibioprophylaxie en chirurgie : Actualisation 1999 des recommandations issues de la conférence de consensus de décembre 1992 (modifié de : www.sfar.org). [75]

| Acte chirurgical | Produit | Posologie | Durée |
|---|--|---|---|
| Prothèse articulaire | Céfazoline | 2 g préopératoire (réinjection de 1 g si durée > 4 h) puis 1 g 8 h ⁻¹ | 48 h (ou limitée à la période opératoire) |
| | Céfamandole | 1,5 g préopératoire (réinjection de 0,75 g si durée > 2 h) puis 0,75 g 6 h ⁻¹ | 48 h (ou limitée à la période opératoire) |
| | Céfuroxime | 1,5 g préopératoire (réinjection de 0,75 g si durée > 2 h) puis 0,75 g 6 h ⁻¹ | 48 h (ou limitée à la période opératoire) |
| | Allergie : vancomycine* | 15 mg kg ⁻¹ préopératoire puis 10 mg kg ⁻¹ 8 h ⁻¹ | 48 h (ou limitée à la période opératoire) |
| Chirurgie orthopédique + mise en place de matériel, greffe osseuse, ligamentoplastie, fracture fermée | Céfazoline | 2 g préopératoire | Dose unique (réinjection de 1 g si durée > 4 h) |
| | Allergie : vancomycine* | 15 mg kg ⁻¹ préopératoire | Dose unique |
| | Pas d'ABP | | |
| | Céfazoline | 2 g préopératoire (réinjection de 1 g à la 4 ^e heure) puis 1 g 8 h ⁻¹ | 48 h |
| Chirurgie orthopédique autre et arthroscopie diagnostique | Péni A + IB** + gentamicine | 2 g préopératoire (réinjection de 1 g si durée > 2 h puis 2 g 8 h ⁻¹) 2 à 3 mg kg ⁻¹ 24 h ⁻¹ | 48 h 48 h |
| | Allergie : clindamycine + gentamicine | 600 mg (réinjection de 600 mg si durée > 4 h) puis 600 mg 6 h ⁻¹ 2 à 3 mg kg ⁻¹ 24 h ⁻¹ | 48 h |
| | Pénicilline A + IB** | 2 g préopératoire | Dose unique (réinjection de 1 g si durée > 2 h) |
| | Allergie : clindamycine + gentamicine | 600 mg : 3 mg kg ⁻¹ | Dose unique |

Indications de la vancomycine : allergie aux bêta-lactamines, colonisation suspectée ou prouvée par du staphylocoque méticilline-résistant : réintervention chez un malade hospitalisé dans une unité avec une écologie à staphylocoque méticilline-résistant, antibiothérapie antérieure. Péni A + IB** = aminopénicilline + inhibiteur de bêta-lactamases. ABP : antibiothérapie probabiliste.

Le choix des molécules en antibiothérapie systémique repose sur des produits à bonne diffusion dans les tissus ostéoarticulaires, présentant une toxicité minimale y compris un risque minime de réaction de type allergique et dont le pouvoir de sélection de résistance bactérienne est faible. L'utilisation d'un garrot permet d'obtenir de fortes concentrations locales, mais il n'est pas démontré en clinique le bénéfice de cette technique. [32]

L'antibioprophylaxie est administrée par voie intraveineuse au moment de l'induction pour les bêta-lactamines et 1 heure avant pour la vancomycine (compte tenu de son mode d'administration en seringue autopulsée sur 60 minutes). L'administration peut aller de la dose unique (généralement le double d'une dose usuelle) à l'administration répétée (souvent en cas de chirurgie longue) mais ne dépasse qu'exceptionnellement 24 heures. Dans tous les cas, elle ne dépasse pas 48 heures ou devient alors une antibiothérapie.

Une antibioprophylaxie est recommandée en orthopédie-traumatologie de type « propre, propre-contaminée ou contaminée notamment pour les fractures ouvertes ». [75, 93] Les interventions de type « sale » relèvent d'une antibiothérapie classique. Il existe des recommandations pour la pratique de l'antibioprophylaxie en chirurgie éditées en 1992 et actualisées en 1999 par la Société française d'anesthésie et de réanimation

(SFAR) et reportées dans le Tableau 8. [75] Des modifications peuvent être envisagées pour adapter ces recommandations aux données microbiologiques épidémiologiques propres à chaque unité, en accord avec les anesthésistes, les chirurgiens et les représentants de la microbiologie et du Comité de lutte contre les infections nosocomiales (CLIN) de chaque établissement et validées collégialement dans un protocole commun.

Certains patients sont à très haut risque de colonisation de germes multirésistants qui, en cas d'intervention chirurgicale, pourraient présenter des ISO non prévenues efficacement par une antibioprophylaxie « classique ». Ces patients relèvent donc d'une antibioprophylaxie « personnalisée » tenant compte des données microbiologiques propres du patient. En raison du risque écologique important lié à l'utilisation de molécules à très large spectre antibactérien, ces situations doivent rester exceptionnelles en réduisant le plus possible leur durée d'administration. Par exemple, les patients relevant d'une reprise précoce pour hématome, luxation ou tout autre motif non infectieux devraient probablement recevoir une molécule, prenant en compte le risque de colonisation par une flore transitaire potentiellement résistante, telle que la vancomycine ou la téicoplanine. En situation d'épidémie à bactérie à Gram⁻ multirésistante, une autre molécule peut être ajoutée en tenant compte des données microbiologiques disponibles.

Cas particuliers des traumatisés et des polytraumatisés

Principes généraux

Pour le traumatisé, outre les facteurs de risque infectieux qui sont propres au patient, s'ajoutent des facteurs spécifiques au traumatisme comme l'ouverture cutanée, les lésions vasculaires et tissulaires. Pour le patient polytraumatisé s'ajoutent des facteurs généraux liés au choc et aux gestes invasifs nécessaires à la survie et à des modifications physiologiques spécifiques. La situation d'urgence commune à ces patients ne facilite pas la correction des facteurs de risque d'infection spécifiques. Leur identification doit cependant figurer dans le dossier médical pour :

- permettre leur correction dans la période postopératoire (diabète par exemple) ;
- simplifier la gestion d'une éventuelle ISO aussi bien d'un point de vue microbiologique que médicolegal.

La prise en charge d'une simple plaie nécessite une évaluation précise du risque infectieux. Outre la prévention du tétanos, le parage et le nettoyage constituent les moyens préventifs les plus simples et les plus efficaces avant la fermeture. Pour des lésions spécifiques comme les attritions sévères des parties molles, notamment en cas de souillure tellurique, outre le parage, une antibiothérapie spécifique par amoxicilline-acide clavulanique (en l'absence d'allergie) doit être envisagée au même titre qu'une oxygénothérapie hyperbare lorsqu'on en dispose. Les morsures animales doivent faire évaluer le statut vaccinal de l'animal et faire discuter une antibiothérapie couvrant les streptocoques et staphylocoques, les germes anaérobies et *Pasteurella* spp. (amoxicilline-acide clavulanique, ou pristinamycine chez le patient allergique aux bêta-lactamines).

Pour les fractures fermées, la préparation cutanée doit être identique à celle des gestes programmés. Il est indispensable d'immobiliser correctement les fractures fermées afin d'éviter la survenue d'une ouverture toujours péjorative en termes de risque infectieux. L'intervention doit être pratiquée après un délai aussi court que possible, notamment pour les fractures cervicales survenant chez des patients âgés, avant que ne surviennent les décompensations des tares préalables qui vont favoriser la survenue de complications infectieuses. D'autres éléments sont à prendre en compte dans la prévention des ISO en orthopédie. Jusqu'à 30 % des femmes et 8 % des hommes sont porteurs d'une infection urinaire au moment d'une arthroplastie pour fracture. [5] Le dépistage des infections urinaires et l'obtention d'urines stériles au moment de l'intervention sont des mesures essentielles de lutte contre la survenue des ISO. L'antibioprophylaxie habituellement recommandée (céphalosporine de 1^{re} ou de 2^e génération) ne couvre pas correctement les germes urinaires chez des patients aux antécédents d'infections urinaires à répétition ou d'intervention urologiques. Chez ces patients, la stérilisation des urines par des traitements raccourcis (une dose, 1 jour ou 3 jours) permet de ne pas interférer, le cas échéant, avec la culture de prélèvements en cas d'infection secondaire précoce (moins de 2 % des patients). Près de la moitié des patients opérés pour arthroplastie présentent une rétention aiguë d'urine dans la période postopératoire immédiate. [62, 66] Le sondage systématique pendant 24 à 48 heures en postopératoire n'entraîne pas plus d'infection urinaire secondaire que le sondage intermittent, cette dernière technique ayant, en théorie, l'avantage d'accélérer le retour à une miction normale. [62, 77]

Il n'est pas démontré en pratique clinique que l'utilisation d'une antibioprophylaxie en période postopératoire précoce en cas de geste dentaire ou de tout autre geste comportant un risque important de bactériémie dispose d'un rapport favorable « coût-efficacité ». En revanche, il faut traiter efficacement et sans délai toute infection dès lors qu'elle est dûment diagnostiquée. Le traitement à l'aveugle d'une fièvre non expliquée chez un patient porteur d'une prothèse articulaire (ou de tout autre matériel prothétique) est délétère dans la mesure où il peut masquer l'infection du matériel lui-même dont on connaît les difficultés du diagnostic positif et la perte de chances en cas de

Tableau 9.

Classification des fractures ouvertes selon Gustilo [27] et correspondance avec la classification de Cauchoux et Duparc. [26]

| | Type de lésion | Équivalence selon Cauchoux et Duparc |
|--------------------------|--|--------------------------------------|
| Grade I | Ouverture punctiforme de dedans en dehors | Grade I |
| Grade II | Ouverture linéaire > 1 cm avec décollement cutané | Grade II |
| Grade IIIA Grade IIIB | Couverture possible du foyer Perte de substance étendue, lésions du périoste, couverture du foyer impossible sans recours à un geste de chirurgie plastique | Grade II à grade III Grade III |
| Grade IIIC | Lésions artérielles nécessitant une réparation | Grade III |

Le grade III correspond à des lésions après trauma à haute énergie (accident de la voie publique [AVP], écrasement lésion balistique) avec lésion sévère des parties molles.

retard à la prise en charge. La recherche agressive et une éradication des SARM chez les sujets âgés victimes d'une fracture du col ne peuvent être recommandées en routine. [38]

Pour les fractures ouvertes, certains éléments favorisent indiscutablement la survenue d'une infection : l'importance de l'ouverture selon Gustilo [27] (Tableau 9), [26] la localisation au tibia. C'est surtout lorsque la couverture de la fracture par les parties molles ne peut être obtenue de première intention (Gustilo grade IIIB et au-delà) que le risque infectieux est augmenté : taux d'infections de 0 à 2 % pour le grade I et de 1 à 7 % pour le grade II, passant de 7 % pour le grade IIIA à 50 % pour le grade IIIC. Outre la couverture cutanée, d'autres facteurs « de bon sens » interviennent dans la prévention de l'infection :

- la fixation de la fracture par un montage stable ;
- la prise en charge en urgence ;
- la qualité du parage ;
- l'antibioprophylaxie qui suit les règles détaillées plus haut pour les plaies des parties molles. Ainsi pour une fracture fermée, une céphalosporine de première ou deuxième génération est indiquée. Les glycopeptides (vancomycine ou téicoplanine) sont recommandés si le patient est allergique aux bêta-lactamines ou s'il est porteur d'un SARM ou en cas d'intervention différée ou de réintervention précoce (Tableau 8). Pour les fractures ouvertes, l'antibioprophylaxie est prescrite mais son efficacité n'est démontrée que pour les stades I à IIIA de Gustilo. Pour les stades I, on utilise une céphalosporine de 1^{re} ou 2^e génération, pour les stades II et IIIA on peut recommander une association céphalosporine de 1^{re} ou de 2^e génération (ou le choix de l'amoxicilline-acide clavulanique en cas de souillure tellurique) avec ou sans aminoside selon l'importance de la contamination. En cas d'allergie pour ces stades d'ouverture, une association comportant la clindamycine ou un glycopeptide peut être recommandée. Il faut noter que la prévalence actuellement croissante de la résistance des anaérobies à la clindamycine (> 20 %) limite le recours à cette molécule en prescription probabiliste et devrait faire envisager, dans ces situations particulières, un traitement par les imidazolés en association avec les glycopeptides ou la pristinamycine selon les cas. Au-delà, pour les stades IIIB et IIIC, la prévention de l'infection passe plus par le parage et la prise en charge chirurgicale que par l'antibioprophylaxie. On peut cependant recommander pour ces stades d'adapter l'antibioprophylaxie aux résultats des prélèvements faits au cours de l'évolution puisque, par définition, l'absence de fermeture conduit à réaliser des gestes complémentaires à l'occasion desquels des prélèvements profonds fiables peuvent être réalisés. Au départ, un élargissement de l'antibioprophylaxie peut être recommandé pour les stades IIIB et IIIC, notamment en cas de lésions sévères ou souillées, mais une telle attitude n'est pas confirmée par des études contrôlées. La durée de l'antibioprophylaxie idéale n'est pas déterminée avec précision, mais on peut recommander 48 heures pour une fracture

fermée ou de type I à IIIA. Pour les stades IIIB et IIIC, certains proposent jusqu'à 5 jours d'antibioprophylaxie mais aucune étude ne démontre l'intérêt d'une telle attitude. Le prélèvement systématique sur le foyer d'ouverture n'apporte pas d'élément pour la mesure du risque infectieux d'une fracture ouverte :

- seuls 28 % des fractures ouvertes sont contaminées à l'admission avec des germes comparables à la flore cutanée ;
- les germes sont comparables juste avant le parage chirurgical ;
- en cas de survenue d'une ISO, les prélèvements étaient négatifs à l'admission dans 50 %, et lorsque les cultures étaient positives, elles n'isolaient que très rarement le germe responsable de l'infection sur site.

En pratique, il n'est donc pas utile d'effectuer des prélèvements systématiques sur la plaie des fractures ouvertes lors de l'admission du patient. La seule indication est le prélèvement en fin de parage qui peut confirmer la qualité du parage chirurgical sans pour autant avoir de valeur formelle.

Cas particulier des polytraumatisés

Le patient polytraumatisé hospitalisé a un risque élevé de développer une infection nosocomiale. La susceptibilité des polytraumatisés aux infections varie selon le mécanisme et la gravité du traumatisme :

- elle croît avec la durée de séjour à l'hôpital et une hospitalisation au-delà de 3 à 5 jours constitue un facteur de morbidité, voire de mortalité important ;
- le recours à des méthodes diagnostiques et thérapeutiques invasives augmente aussi le risque d'infection en créant des portes d'entrées multiples pour les bactéries ;
- de même, il est suggéré que les lésions traumatiques créent un état de relative immunosuppression.

Cette capacité réduite à combattre l'infection apparaît majorée par l'admission dans les unités de soins intensifs, un apport nutritionnel inadéquat, l'administration de certaines médicaments, le recours à des procédures chirurgicales multiples et à des dispositifs médicaux invasifs.

Papia et al. [64] ont analysé l'incidence de l'infection et les facteurs de risque dans une série prospective de 563 polytraumatisés hospitalisés plus de 24 heures. Une ou plusieurs infections ont été diagnostiquées chez 37 % des patients (soit un taux d'infections de 32/1 000 patient-jours). Les infections nosocomiales représentaient 76 % des infections. Les principaux sites infectieux étaient respiratoires (28 %), urinaires (24 %) et les ISO (18 %). Les germes le plus souvent rencontrés étaient *Staphylococcus aureus* (19 %), *Escherichia coli* (16 %), *Pseudomonas aeruginosa* (10 %) et *Enterococcus species* (9 %), *Staphylococcus* à coagulase négative (5 %). L'expression clinique de ces infections comprenait 9 % de septicémies, 10 % de chocs septiques, 9 % de syndromes de détresse respiratoire aiguë et 4 % de défaillances multiviscérales. Parmi les 31 patients décédés (5,5 %), 15/31 étaient infectés, mais seulement pour cadrer d'entre eux le décès était directement lié à l'infection. Cette série a permis de souligner de nombreux facteurs associés au développement d'une infection :

- la gravité du traumatisme avec un score ISS (*injury severity score*) moyen de 30 ;
- la durée de l'hospitalisation ;
- l'admission en unité de soins intensifs et sa durée ;
- les traumatismes médullaires ;
- la nécessité d'une intubation et d'une ventilation ;
- la réalisation de procédures chirurgicales multiples ;
- la mise en place d'un cathéter veineux central ;
- les transfusions sanguines multiples. Si le risque d'infection croît avec le nombre de procédures chirurgicales, la réalisation d'un acte chirurgical dans les 24 heures suivant l'admission diminuait son risque potentiel d'infection.

L'âge représente également un facteur de risque d'infection : dans une étude prospective conduite sur 2 ans, Bochicchio et al. [11] ont montré que le risque relatif d'infection nosocomiale chez le polytraumatisé était multiplié par 2,2 chez les patients

de plus de 65 ans. Le sexe constitue un autre facteur de risque d'infection : Oberholzer et al. [61] ont montré que pour les polytraumatisés dont le score ISS était supérieur ou égal à 25, l'incidence des infections était augmentée de façon significative chez l'homme (30,7 % versus 17,0 %). D'autres facteurs de risque d'infection chez le polytraumatisé ont été mis en évidence : le type de traumatisme (ouvert ou fermé), l'existence d'un choc à l'admission, le nombre d'organes atteints, le niveau de conscience à l'arrivée au service des urgences, la réalisation d'une splénectomie. Une hypoperfusion occulte persistante est un facteur prédictif d'infection : évaluée par l'acidose avec un taux d'acide lactique supérieur à 2,4 mmol l⁻¹, le taux d'infections des polytraumatisés est de 12,7 % si l'hypoperfusion était corrigée dans les 12 heures, versus 49,3 % après 12 heures. [15]

La prescription systématique d'une antibioprophylaxie n'a pas fait la preuve statistiquement de son efficacité à réduire le risque infectieux, mais l'utilisation d'antibiotiques reste justifiée dans certains types de traumatismes, en particulier viscéraux et ostéoarticulaires ouverts. L'infection est reconnue comme une cause majeure de mortalité chez le polytraumatisé, représentant 12 à 44 % des décès selon les séries. [64]

Le délai de fixation des fractures chez le polytraumatisé fait l'objet de controverses en raison des risques d'embolie graisseuse, de complications pulmonaires, de déperdition sanguine importante, particulièrement délétères chez les traumatisés présentant des lésions crâniocéphaliques sévères. La gravité du traumatisme et les lésions associées peuvent contre-indiquer l'ostéosynthèse à foyer ouvert, notamment en cas d'hypoxie, de coagulopathie, d'instabilité hémodynamique, de pressions intracrâniennes élevées, ou en cas de risque de déstabilisation de lésions d'organes pleins ou de dissection aortique, par l'installation et la procédure d'enclouage. Scalea et al. [72] ont montré que la fixation précoce des fractures réduisait le risque de complication infectieuse. Ils soulignent l'intérêt de la fixation externe précoce, procédure rapide et peu hémorragique, en particulier si les autres lésions traumatiques contre-indiquent l'enclouage ou la réduction à foyer ouvert. Cette fixation externe précoce peut être temporaire en réalisant un enclouage centromédullaire secondairement, en particulier pour les fractures du fémur. [72] Nowotarski et al. [60] rapportent 69 cas de conversion précoce de fixation externe de fractures du fémur par enclouage centromédullaire, au délai moyen de 7 jours avec un taux d'infections de 1,7 %. Cette conversion était réalisée en un seul temps opératoire, encadrée d'une antibioprophylaxie de 48 heures, sauf pour les cas d'inflammation ou d'écoulement purulent aux orifices de broches (4/69) pour lesquels la conversion était réalisée en deux temps. Dans les cas de fracture du tibia, cette attitude de conversion en ostéosynthèse interne semble plus discutable avec un risque infectieux plus élevé. [60]

La gravité des infections chez le polytraumatisé peut mettre en jeu le pronostic vital et justifie une prise en charge multidisciplinaire, associant chirurgiens, anesthésistes et réanimateurs, avec l'objectif de traiter le maximum de lésions ostéoarticulaires précocement dans le respect des contre-indications générales et viscérales. Le recours à la fixation externe des fractures du fémur, dans ces derniers cas, est une alternative intéressante qui autorise une conversion en ostéosynthèse interne dans un délai court. Fidèles à la philosophie du traitement dénommée par Judet « le tout en un temps », nous préconisons le traitement des lésions ostéoarticulaires en urgence, de façon complète mais pas forcément définitive.

■ Risque infectieux lié à l'environnement du patient (bloc, équipe chirurgicale)

Les risques de contamination de la plaie opératoire liés à l'environnement que constitue le bloc opératoire sont liés à de nombreux facteurs dont les plus importants sont la conception du bloc opératoire, la qualité de l'air et de l'eau, et les règles régissant l'activité humaine. Le risque de contamination par voie aérienne est proportionnel à la quantité de particules

présentes dans le bloc opératoire, chaque particule pouvant être le vecteur d'un agent infectieux. Il est en fait admis que la probabilité de trouver un germe vivant sur une particule est de 1/10 000 (l'air pur naturel comporte 600 000 à 1,2 million de particules par pied/cube).

Règles de base au bloc opératoire

Un bloc opératoire doit séparer les circuits d'approvisionnement, du patient et du personnel. Une zone sas doit séparer les circulations du bloc opératoire de celles du reste de l'établissement. Le bloc opératoire doit être une structure indépendante du reste de l'hôpital dont il doit être séparé par différents systèmes le rendant « étanche ». [40] Le regroupement des blocs opératoires peut être envisagé pour réduire les coûts à condition de ne pas mettre en jeu la sécurité infectieuse.

La salle d'intervention doit comporter des murs lisses et disposer d'un système d'évacuation des déchets. Le nettoyage (bionettoyage, c'est-à-dire à la fois mécanique, et décontaminant) des surfaces horizontales (sols, plafond) et des surfaces verticales (murs) n'est réellement possible que si les anfractuosités et irrégularités de ces surfaces sont réduites au minimum : c'est le concept du « mur lisse », sans armoires, ni bien sûr de « catgutier ».

Si le dogme de la double circulation, circuit propre et circuit sale, n'est plus retenu actuellement lors de la conception d'un nouveau bloc, les déchets et le matériel contaminés doivent être évacués dans des conteneurs étanches. Il faut être très vigilant aux procédures et au bon état des chariots d'évacuation du matériel contaminé, et des déchets lorsque la zone « propre » est traversée.

On ne recommande pas de faire des prélèvements systématiques dans l'air ou sur les surfaces en régime de croisière du bloc et de la ventilation. En revanche, ces prélèvements sont recommandés en contexte épidémique, et lors de la mise en route du bloc après une période de travaux. Il faut éviter la stérilisation flash de l'instrumentation sauf cas particulier d'urgence.

Un temps de repos est nécessaire entre chaque bloc pour éviter une augmentation importante des particules donnant naissance à colonie (PNC). Notamment le lavage (sol et surfaces) doit être suivi d'une période de repos, le lavage entraînant par lui-même une élévation des PNC.

Les systèmes d'aspiration clos doivent être préférés si un drainage est nécessaire. [44, 79] À ce titre, l'utilisation d'un drainage n'est pas obligatoire et dans certaines indications, des études randomisées n'ont pas montré l'intérêt du drainage systématique. Il faut éviter de laisser les drains en place plus de 48 à 72 heures. Pour tous les soignants exposés aux projections, le port de lunettes est indispensable.

Pénétration du patient au bloc opératoire

Le lit ou le chariot qui ont servi au transport du malade depuis sa chambre ne doivent pas pénétrer le bloc. Un transfert doit être effectué dans une zone spécifique sur un chariot ne sortant pas du bloc opératoire. Puis ce chariot, qui est au mieux le plateau de la table d'opération, doit être conduit en salle d'intervention ou de préanesthésie après préparation du patient (bonnet pour couvrir les cheveux, couverture ...).

Gestion de l'air

L'utilisation des flux laminaires est recommandée mais non indispensable. [47] En dehors des flux laminaires, pour lesquels une norme est garantie par le fabricant [58] et doit être régulièrement vérifiée, il n'y a pas de normalisation réglementaire de la qualité de l'air à l'intérieur d'un bloc opératoire. Seules existent des recommandations de l'Union des comités de lutte contre les infections nosocomiales (UCLIN) et une obligation de moyens portant sur le débit de la ventilation (renouvellement de 20 volumes d'air par heure dont 2 en air neuf). [59] En fait, trois éléments doivent être considérés : la ventilation avec insufflation en partie haute et reprise en partie basse de la

pièce, l'existence d'une cascade de pression correctement orientée (la pression du bloc supérieure à celle de l'introduction, supérieure à celle des zones de circulation – concept d'asepsie progressive) et la numération particulaire définissant une classe. Les flux laminaires répondent à la classe 100 (100 particules soit 1/100^e de germe par pied cube, norme US), ou classe ISO 5 (3 520 particules $\geq 0,5 \mu\text{m}$ par m³ [norme internationale]). Pour une salle opératoire conventionnelle, une classe ISO 7 au minimum (352 000 particules $\geq 0,5 \mu\text{m}$ par m³) est souhaitable. Des normes spécifiques détaillent ces valeurs, [58, 59] mais d'autres normes (ISO 14698-1 et 14698-2) sont en projet. Ces normes ne réglementent pas la périodicité, mais les modalités des essais et de la surveillance des salles propres et des environnements maîtrisés apparentés. Dans le cadre d'une démarche qualité, l'instauration d'un plan de surveillance avec contrôle régulier programmé est souhaitable.

Gestion de l'eau

Contrairement à la gestion de l'air, il existe seulement depuis peu une réglementation de la qualité de l'eau utilisée au bloc opératoire. L'eau sanitaire délivrée doit être de « l'eau propre pour soins standards », ce qui correspond à une norme précise. [14] La recherche de *Pseudomonas aeruginosa* y est pratiquée comme indicateur d'une contamination par des bactéries hydriques responsables d'infections nosocomiales. Cette qualité d'eau peut être obtenue soit par chloration à partir du réseau, soit par filtration à l'aide de filtres stérilisables, ou à usage unique. La qualité de l'eau doit être vérifiée de façon trimestrielle, pour vérifier l'absence de germes pathogènes, et s'assurer que les colonies bactériennes restent en nombre inférieur à la norme. En cas de difficultés de traitement de l'eau, l'usage de produits hydroalcooliques est souhaitable pour le lavage chirurgical des mains, le protocole d'utilisation permettant de s'affranchir d'un rinçage terminal exposant à une nouvelle contamination de la peau.

Autres paramètres de l'environnement

La température doit être correctement réglée : trop froide, elle diminue les moyens de défense du patient, trop chaude, elle favorise la prolifération des germes sur les particules. L'humidification de l'air est devenue impossible du fait du risque lié au développement de légionelloses.

Le matériel doit être en bon état, et décontaminé entre chaque intervention. Une attention particulière doit être portée aux appareils et coussins anti-escarres qui entrent en contact direct avec le patient et qui peuvent être porteurs de germes. [69] Une procédure de décontamination doit leur être appliquée ainsi que des précautions d'usage (pas de passage d'un bloc à l'autre ou au sol, décontamination de surface, ne pas utiliser en cas de fuite du produit amortissant). [69]

Contamination d'origine humaine

Toutes les normes sont établies « en condition de fonctionnement » c'est-à-dire « bloc opératoire équipé », mais en dehors de toute présence humaine. Lorsque le fonctionnement est normal, la présence humaine est le facteur majeur de production de particules dans le bloc opératoire.

La réduction du risque de contamination à partir du personnel repose sur les points suivants :

- l'utilisation d'un sas qui permet de surveiller que chaque personne pénétrant dans le bloc est bien revêtue d'une tenue spécifique au bloc et que celle-ci ne peut être utilisée en dehors du bloc (circuit avec zone vestiaire éloignée du bloc opératoire) ;
- pour la tenue spécifique du personnel, le coton doit être évité du fait de sa faible capacité de barrière et de sa forte émission particulaire, les tenues en matières non tissées sont préférables, mais leur capacité d'émission particulaire doit être connue. Les habits doivent être changés lorsqu'ils sont visiblement contaminés ;
- chaque membre de l'équipe pénétrant au bloc doit porter une cagoule couvrant complètement la chevelure et un masque couvrant le nez et la bouche ;

- des casques et des champs imperméables sont recommandés, devant assurer une barrière lorsqu'ils sont humides ; [37]
- pour tous les soignants exposés aux projections, le port de lunettes est indispensable. L'utilisation de scaphandre peut être recommandée pour la protection du patient comme celle du chirurgien vis-à-vis des agents contaminants ; [4]
- l'hygiène du personnel doit être correcte, mais il faut éviter une douche juste avant de pénétrer au bloc car celle-ci augmente de manière importante la production de squames. L'hygiène des mains et des avant-bras est essentielle : ongles courts et propres, lavage des mains à l'entrée dans le bloc, absence de bagues, de bijoux ou de montre au poignet, lavage régulier des mains, utilisation de dispositifs spécifiques sans contact pour ouvrir les portes pour limiter le risque d'infection manuportée ;
- la discipline durant l'intervention (il faut limiter la circulation des personnes durant l'intervention, ce qui suppose la préparation complète du matériel nécessaire, la limitation des déplacements non indispensables) ;
- la réduction du nombre de personnes présentes au strict personnel nécessaire au bon déroulement de l'intervention ;
- le respect des règles de nettoyage entre deux interventions.

Nettoyage de fin de bloc

Le nettoyage entre les blocs doit comporter, après évacuation des déchets, le traitement humide de toutes les surfaces horizontales. Ce nettoyage doit être suivi d'une période de repos de 20 minutes (sans aucune circulation) nécessaires à la redéposition des particules et à l'efficacité des produits détergents-désinfectants utilisés. Un nettoyage spécifique n'est pas recommandé après une intervention sale ou contaminée. La journée opératoire doit s'achever par le nettoyage humide désinfectant du sol et des surfaces horizontales avec un produit détergent-désinfectant validé.

Comportement de l'équipe chirurgicale et des soignants

Le personnel doit avoir des ongles courts et propres. Si l'ablation du vernis est conseillée, l'ablation des bijoux est en revanche indispensable. Un nettoyage des ongles est indispensable avant le premier lavage chirurgical de la journée. Le lavage chirurgical des mains doit durer au moins 5 minutes, le rinçage doit être effectué mains en l'air en pliant les coudes, puis suivi d'un séchage avec un champ stérile. Le lavage chirurgical peut être pratiqué avec une solution moussante antiseptique comme évoqué plus haut ou au moyen de solutés hydroalcooliques. [31] Dans le premier comme dans le second cas, le lavage doit durer au moins 5 à 7 minutes et débuter par un brossage des doigts et des ongles avec une brosse à usage unique. En cas d'utilisation de solutés hydroalcooliques, cette partie est effectuée avec un savon neutre, ce qui limite l'effet irritant. Dans les deux cas, un rinçage est pratiqué en prenant soin de laisser les poignets plus hauts et les coudes fléchis. Le second temps comporte un massage soigneux des paumes et des avant-bras avec la solution antiseptique. S'il s'agit d'une solution moussante, ce lavage sera suivi d'un rinçage et d'un séchage. Dans le cas des solutés hydroalcooliques, le massage sera poursuivi jusqu'au séchage spontané. Les solutés hydroalcooliques ont l'avantage d'une rémanence et d'une moindre irritation cutanée. Cependant, l'absence de coloration rend nécessaire l'apprentissage de leur utilisation afin de ne pas méconnaître l'absence de passage sur certaines zones (espaces interdigitaux, bord ulnaire des mains et des poignets). Entre deux interventions avec les solutions moussantes classiques, un lavage complet est nécessaire. À l'inverse, un lavage « intermédiaire-allégé » aux solutés hydroalcooliques (sans brossage avec le savon neutre) est possible entre deux interventions, ce qui limite encore l'effet d'irritation cutanée.

Les gants doivent être doublés en orthopédie, compte tenu de la perforation fréquente par des instruments piquants et contondants. [30] La porosité fait que la paire superficielle doit être changée toutes les heures. Les gants assurent une protection

relative vis-à-vis des contaminations à partir du patient. Leur rôle protecteur est plus limité pour les aiguilles que pour les agents tranchants simples, pour lesquels le passage au travers des deux couches de latex assure un certain « essuyage ». On doit aussi considérer la perte de protection des gants à la jonction manchette-casque chirurgicale dès que celle-ci est contaminée par des liquides biologiques, ce qui suppose une surveillance rapprochée de cette zone lors des interventions. [30] L'utilisation d'un champ adhésif « à inciser » est recommandée. L'imprégnation préalable d'un antiseptique iodé a montré la réduction des bactéries contaminantes, mais l'intérêt sur le taux d'ISO n'a pas été prouvé dans une étude contrôlée en orthopédie. [23, 70, 92] L'utilisation de champs de bordure n'a pas fait la preuve de sa supériorité dans une étude contrôlée, mais elle peut sembler logique pour des interventions prolongées (d'une durée supérieure à 1 heure) à condition qu'ils soient imprégnés d'une solution antiseptique, ce qui assure une meilleure protection par rémanence. Les champs de bordure ont de plus l'avantage de limiter le risque de décollement du champ à inciser, notamment lorsque l'intervention est longue ou lorsqu'elle est hémorragique.

L'utilisation des irrigations opératoires est discutée. [51] Elles agissent essentiellement par effet mécanique et, dans ce sens, l'utilisation de sérum isotonique semble suffisante. [16, 51, 85] En condition expérimentale, l'utilisation de sérum isotonique semble suffisante vis-à-vis de colonies de *Pseudomonas* et de staphylocoques à coagulase négative, mais insuffisante vis-à-vis de colonies de staphylocoques dorés. [16, 51] Dans ces mêmes conditions, l'addition de chlorure de benzalkonium semble améliorer l'efficacité du lavage sur les colonies de staphylocoques dorés, sans entraîner d'effet secondaire tissulaire sous peine d'un lavage final au sérum isotonique. [16] Cette efficacité n'a cependant pas été confirmée in vivo sur le taux d'ISO.

Gestion du matériel chirurgical et stérilisation

Les procédures de décontamination et de stérilisation doivent être validées en commun par le bloc et l'unité de stérilisation. Tout le matériel contaminé par l'intervention doit être mis à décontaminer à la fin de l'intervention et acheminé vers le service de stérilisation. Aucun autre traitement ne doit être réalisé dans les locaux du bloc opératoire, sauf agrément de locaux spéciaux, et procédure validée en commun avec la stérilisation.

La principale difficulté de la prévention de la transmission des agents transmissibles non conventionnels (ATNC) réside dans l'évaluation des niveaux de risque :

- du patient (suspect ou atteint d'encéphalopathie spongiforme subaiguë transmissible (ESST) (maladie de Creutzfeldt-Jakob et du nouveau variant de cette maladie syndrome de Gerstmann-Sträussler-Scheinker-insomnie fatale familiale) ;
- de l'acte (les tissus considérés comme infectieux sont le système nerveux central, y compris le liquide céphalo-rachidien [LCR], l'œil et le nerf optique, et les formations lymphoïdes).

Sont considérés comme à risque de transmission les patients traités par hormone de croissance extractive, les patients ayant un antécédent familial, ou un antécédent d'intervention neurochirurgicale ou rachidienne. En ce qui concerne l'acte, les problèmes se posent pour l'orthopédiste dans la chirurgie du rachis. Les actes sont considérés comme à risque lorsqu'un ou plusieurs dispositifs médicaux utilisés pour cet acte entrent en contact avec des tissus considérés comme infectieux, par effraction ou contact prolongé au-delà de 1 heure. Ces niveaux de risque sont détaillés dans la circulaire DSG/5C/DHOS/E2/2001/138. Pour un acte à risque, il est recommandé d'utiliser des dispositifs médicaux à usage unique ou munis d'une protection à usage unique chaque fois que possible, à défaut du matériel recyclable autoclavable. Ce matériel ne doit en aucun cas être désinfecté (risque de fixation de l'infectiosité résiduelle). Le traitement du matériel doit comporter trois phases : le nettoyage, l'inactivation des ATNC, la stérilisation-désinfection contre les agents infectieux traditionnels. Les procédés d'inactivation sont répartis en cinq groupes (groupe 5 : destruction ;

groupe 4 : procédés d'efficacité maximale ; groupe 3 : procédés d'efficacité importante ...) qui doivent être choisis en fonction du type de dispositif médical et de la gravité de la contamination. Dans tous les cas, le traitement doit commencer par un nettoyage immédiat du matériel avant séchage d'abord dans un bain détergent sans aldéhyde, puis par nettoyage mécanique soigneux, suivi d'un rinçage à l'eau. Les bains de trempage et de nettoyage ne doivent pas être réutilisés. L'inactivation des ATNC fait ensuite appel, chaque fois que possible, à la stérilisation par autoclavage à 134 °C durant au moins 18 minutes. Si cette procédure est impossible, des procédés d'inactivation chimique simple (hypochlorite de sodium, ou soude durant 1 heure) peuvent être appliqués. Ils doivent être complétés par une stérilisation contre les agents conventionnels. Lorsque le diagnostic clinique est soupçonné, le matériel doit être séquestré après nettoyage jusqu'à confirmation ou infirmation. Dans tous les cas, une traçabilité des actes, du matériel, des procédés et procédures de traitement doit être assurée.

Problème de l'isolement d'un bloc ou d'un secteur septique

À propos d'un secteur d'isolement septique : « Il n'y a pas d'étude ni de consensus pour affirmer la supériorité d'une organisation s'agissant de la succession d'interventions de classes de contamination différentes au sein d'une même salle opératoire. Il convient de mettre en œuvre et de respecter les mesures de prévention des infections nosocomiales sur site opératoire ». [79] En pratique, il n'existe pour le moment aucun consensus national sur le niveau des mesures à mettre en œuvre à l'égard des patients porteurs de bactéries multirésistantes (BMR) en secteur d'hospitalisation autre que les unités de réanimation. On conçoit cependant que le respect des règles universelles d'hygiène soit une nécessité absolue dans les unités de chirurgie d'orthopédie-traumatologie. Ces mesures reposent en particulier sur l'utilisation des solutions (ou gels) hydroalcooliques après l'ablation des gants et avant tout contact avec un quelconque patient. Les patients infectés par une BMR doivent être placés dans des chambres seuls, et leurs soins réalisés à la fin du programme infirmier quotidien en utilisant une surblouse et des gants. Les mouvements hors de la chambre doivent être réduits au strict nécessaire et les objets souillés, autres que le matériel coupant ou piquant, doivent suivre un acheminement protégé jusqu'au centre d'incinération. Il n'y a pas d'indication à dépister les porteurs de BMR à l'entrée de patients en unité de chirurgie hormis les situations d'épidémies. En revanche, tout patient connu comme porteur d'une infection à BMR ou à haut risque (sondage urinaire à demeure, escarre notamment) devrait subir un isolement de type BMR en attendant les résultats des prélèvements microbiologiques (plaies, urines, etc.). Il apparaît prudent de maintenir les mesures d'isolement d'un patient porteur d'une infection à BMR durant toute la durée de son hospitalisation bien que cela complique souvent le transfert de ces patients en unité de suite de soins et de rééducation. Toutes les procédures de prévention des infections nosocomiales doivent être colligées dans un protocole qui tient compte des moyens disponibles, humains et matériels, et de certaines spécificités propres à chaque service. Ces protocoles doivent être rédigés en coopération avec les services de microbiologie et de pharmacie hospitalière, avec l'aide du Comité de lutte les infections nosocomiales (CLIN) et les référents locaux en maladies infectieuses.

L'une des questions débattues actuellement est celle de l'intérêt des unités dites « d'hébergement septique » en service de chirurgie d'orthopédie-traumatologie. Les unités existantes sont actuellement souvent remises en question en particulier pour des raisons de coût de fonctionnement. L'autre raison souvent avancée est celle de l'absence de preuve formelle de leur efficacité sur la prévalence des infections à BMR. Une étude française menée au CHU de Besançon a cependant rapporté récemment que le risque de contamination d'un patient « vierge » est sous la dépendance de la pression de colonisation (PC) correspondant au rapport des patients porteurs de SARM sur l'ensemble des patients hospitalisés. [84] Les auteurs de ce

travail ont établi qu'il existait une relation linéaire entre la PC des cas importés de chaque unité et le nombre de cas d'infections acquises. À l'aide d'un modèle, les auteurs ont démontré que l'absence d'unité d'isolement dans le service (qui comprend, dans les faits, trois unités « aseptiques » et une unité « septique ») serait à l'origine d'une augmentation du risque de contamination à SARM de 160 %, ce qui confirme des idées communément admises. D'autres arguments que le simple bon sens plaident en faveur des unités « d'hébergement septique » : l'absence de distinction entre les deux populations de patients entraîne une standardisation des procédures pré- ou peropératoires alors que la préparation des malades septiques nécessite une charge de soins a priori plus lourde que celle des patients non infectés. De plus, la coexistence de patients aigus non infectés et de patients infectés, plus chroniques, peut déséquilibrer l'intérêt de l'équipe soignante au profit des premiers. Enfin, la prise en charge de l'infection orthopédique est une activité spécifique, typiquement multidisciplinaire, dont les éléments médicaux mais aussi chirurgicaux relèvent d'une quasi-spécialisation de toute l'équipe soignante. Ces unités représentent un terrain de stage particulièrement utile à la formation des chirurgiens dans le domaine de l'infection qui n'est plus déconsidérée comme souvent dans les unités qui ne sont pas dotées de cette spécification. Les arguments habituellement opposés au regroupement des malades infectés en secteur de chirurgie d'orthopédie-traumatologie sont :

- le risque d'une majoration de contamination croisée mais la concentration des compétences dans le domaine du traitement et de la prévention de la dissémination des infections nosocomiales limite probablement ce risque ;
- les conséquences psychiques délétères liées au confinement des malades sont sûrement moins apparentes chez ces patients souvent immobilisés par leur affection orthopédique.

“ Mise au point

Le concept d'unité d'isolement et non de chambre d'isolement n'est probablement pas souhaitable dans la mesure où les espèces bactériennes résistantes ne sont pas limitées au SARM. Enfin, le surcoût souvent avancé de fonctionnement de telles unités ne peut être envisagé que dans le cadre d'une politique globale de la prise en charge des patients.

■ Obligations légales au bloc opératoire et dans le service d'hospitalisation

Traçabilité

La traçabilité fait partie de la démarche qualité, elle consiste en l'enregistrement de toutes les mesures de lutte contre les infections permettant à tout moment d'apporter la preuve du bon déroulement des opérations et l'analyse éventuelle de dysfonctionnements. Ces mesures doivent être évaluées dans le cadre de l'assurance qualité. Des protocoles écrits, datés et validés servent de support à l'évolution des pratiques et doivent être accessibles à tout moment par l'ensemble du personnel. La traçabilité doit concerner les points suivants :

- l'ordonnancement du programme opératoire ;
- l'antibioprophylaxie ;
- la préparation cutanée de l'opéré ;
- l'identification des intervenants ;
- les éléments constitutifs du score NNIS (ASA, durée opératoire, classe CDC) ;
- les matériels médicaux utilisés (notamment les implants) ;
- les procédures de nettoyage ;
- la chronologie des événements.

Textes réglementaires et jurisprudentiels

La loi 98-535 du 1^{er} juillet 1998 rend obligatoire la mise en œuvre d'un dispositif de vigilance et de prévention des infections nosocomiales. Ce dispositif est au cœur de l'accréditation. L'arrêt de la Cour de cassation du 29 juin 1999 a confirmé la nécessité pour les établissements de soins d'une obligation de sécurité de résultat. Il importe donc pour les institutions de mettre en route une politique claire de prévention, de la faire valider régulièrement et que cette information soit accessible à l'ensemble des acteurs intervenant dans la prise en charge d'un patient chirurgical.

■ Information du patient sur le risque infectieux

Au plan légal, il y a obligation d'une information claire et intelligible pour le patient. Le praticien doit s'assurer que le patient a bien perçu l'information concernant les risques infectieux et notamment le rapport bénéfice/risque de l'intervention. Le praticien doit indiquer que tout acte invasif/chirurgical comporte un risque infectieux et que tous les moyens seront mis en œuvre pour en éviter la survenue en sachant que le risque zéro n'existe pas. Le dossier du patient doit faire état de la délivrance de l'information sur le risque opératoire et notamment infectieux.

Parmi les informations données au patient devrait figurer la notion que l'infection en orthopédie peut être responsable :

- d'un déficit fonctionnel parfois plus sévère que l'affection qui avait motivé l'intervention ; [49]
- d'une surmortalité ; [9]
- d'une prolongation d'hospitalisation ; [83, 89]
- de l'ablation du matériel et ou de la prothèse parfois de façon définitive ; [49]
- et qu'elle peut justifier de traitements antibiotiques prolongés pendant plusieurs mois. [73]

Concernant les conséquences de la survenue d'une ISO, on peut estimer qu'elle occasionne un allongement du séjour de 2 semaines en moyenne, que le taux d'hospitalisations itératives est doublé et que le surcoût engendré est de 300 %. [89]

Une lettre peut être remise au patient mais elle ne prive pas d'une information orale et surtout d'un entretien au cours duquel le praticien doit s'assurer que le patient a bien perçu les informations concernant le risque d'ISO. Idéalement, des fiches d'informations doivent être émises par la Sofcot qui assurera ainsi un « label qualité » puisque celles-ci auront été visées (et sans doute validées) par les compagnies d'assurances, les juristes, les instances ordinales, etc.

“ Point fort

Le bon sens doit prévaloir en cas de survenue d'une ISO en donnant une information loyale et intelligible au patient sur son état et l'évolution sous l'effet des traitements appliqués. La meilleure règle est « ne pas abandonner le patient ». C'est souvent cette situation qui conduit à une procédure judiciaire, lorsque le patient se sent « lâché ou trompé ». Cela n'empêche pas de « passer la main » si le praticien estime que la prise en charge d'une ISO dépasse ses compétences ou les possibilités de son établissement. Cependant, les raisons de la prise en charge par un autre praticien doivent être clairement expliquées au patient sous peine de recréer « la situation d'abandon » évoquée plus haut. Enfin réglementairement, toute infection nosocomiale sur site opératoire doit faire l'objet d'une déclaration au CLIN de l'établissement.

■ Prévention et hygiène

Le retour d'information auprès du personnel soignant des enquêtes sur les études ISO est souhaitable. Il implique davantage l'équipe et, en favorisant la diffusion de l'information sur la pertinence des mesures, il contribue à la réduction de la fréquence des ISO. [28, 74]

■ Références

- [1] Alexander JW, Fischer JE, Boyajian M, Palmquist J, Morris MJ. The influence of hair removal methods on wound infection. *Arch Surg* 1983; **118**:347-52.
- [2] Altmeier WA. Sepsis in surgery. Presidential address. *Arch Surg* 1982; **117**:107-12.
- [3] Alarcon GS, Moreland LW, Jaffe K, Phillips RM, Bocanegra T. The use of methotrexate perioperatively in patients with rheumatoid arthritis undergoing major replacement surgery. *J Clin Rheumatol* 1996; **2**:6-8.
- [4] Anonymous. Surgical helmet systems. *Health Devices* 1996; **25**: 116-45.
- [5] Bailey RR, Peddie BA, Gorrie SI, Hume C, Gillespie WJ. Prevalence of asymptomatic bacteriuria in patients presenting for total hip or knee replacement. *N Z Med J* 1988; **101**:60 [letter].
- [6] Barry JM, Ferguson CD. Current dental concepts in antibiotic prophylaxis for total joint replacement patients. *Gen Dent* 2000; **48**: 170-2.
- [7] Bartzokas CA, Johnson R, Jane M, Martin MV, Pearce PK, Saw Y. Relation between mouth and hematogenous infection in total joint replacement. *BMJ* 1994; **309**:506-7.
- [8] Berbari EF, Hanssen AD, Duffy MC, Steckelberg JM, Ilstrup DM, Harmsen WS, et al. Risk factors for prosthetic joint infection: case-control study. *Clin Infect Dis* 1998; **27**:1247-54.
- [9] Bhattacharyya TB, Iorio R, Healy WL. Rate of and risk factors for acute inpatient mortality after orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2002; **84**:562-72.
- [10] Blomgren G, Lindgren U. Late hematogenous infection in total joint replacement: studies of gentamicin and bone cement in the rabbit. *Clin Orthop* 1981; **155**:244-8.
- [11] Bochicchio GV, Joshi M, Knorr KM, Scalea TM. Impact of nosocomial infections in trauma: does age make a difference? *J Trauma* 2001; **50**: 612-7.
- [12] Bodey GP, Buckley M, Sathe YS, Freireich EJ. Quantitative relationships between circulating leucocytes and infection in patients with acute leukemia. *Ann Intern Med* 1966; **64**:328-40.
- [13] Boyce JM. Preventing staphylococcal infections by eradicating nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: proceeding with caution. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996; **17**:775-9.
- [14] Circulaire relative au traitement de l'eau. DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4. 2002-243 du 22/04/2002.
- [15] Claridge JA, Crabtree TD, Pelletier SJ, Butler K, Sawyer RG, Young JS. Persistent occult hypoperfusion is associated with a significant increase in infection rate and mortality in major trauma patients. *J Trauma* 2000; **48**:8-14.
- [16] Conroy BP, Anglen JO, Simpson WA, Christensen G, Phaup G, Yeager R, et al. Comparison of castile soap, benzalkonium chloride, and bacitracin as irrigation solutions for complex contaminated orthopaedic wounds. *J Orthop Trauma* 1999; **13**:332-7.
- [17] Coudane H. Infection nosocomiale en chirurgie orthopédique. Table ronde de la SOFCOT. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2001; **87**:728-39.
- [18] Deacon JM, Pagliaro AJ, Zelicof SB, Horowitz HW. Prophylactic use of antibiotics for procedures after total joint replacement. *J Bone Joint Surg [Am]* 1996; **78**:1755-70.
- [19] De Boer AS, Mintjes-de Groot AJ, Severijnen AJ, Van den Berg JM, Van Pelt W. Risk assessment for surgical-site infections in orthopedic patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999; **20**:402-7.
- [20] Desplaces N. Infections nosocomiales en chirurgie orthopédique. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris) Appareil locomoteur, 14-016-B-10, 2000.
- [21] Dupon M, Lortat-Jacob A, Desplaces N, Gaudias J, Dacquet V, Carsenti H, et al. Secondary prosthetic joint infection: diagnostic criteria, treatment. *Med Mal Infect* 2001; **31**:123-30.
- [22] Espehaug B, Engesaeter LB, Vollset SE, Havelin LI, Langeland N. Antibiotic prophylaxis in total hip arthroplasty. Review of 10,905 primary cemented total hip replacements reported to the Norwegian arthroplasty register, 1987 to 1995. *J Bone Joint Surg Br* 1997; **79**: 590-5.

- [23] Fairclough JA, Johnson D, Mackie I. The prevention of wound contamination by skin organisms by the pre-operative application of an iodophor impregnated plastic adhesive drape. *J Int Med Res* 1986;**14**: 105-9.
- [24] Folin AC, Nordstrom GM. Accidental blood contact during orthopedic surgical procedures. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1997;**18**:244-6.
- [25] Gagey O, Doyon F, Dellamonica P, Carsenti-Etessé H, Desplaces N, Tancrede C, et al. Infection prophylaxis in open leg fractures. Comparison of a dose of pefloxacin and 5 days of cefazolin-oxacillin. A randomized study of 616 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1999;**85**:328-36.
- [26] Gillespie WJ. Prevention and management of infection after total joint replacement. *Clin Infect Dis* 1997;**25**:1310-7.
- [27] Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D. Current concept review. The management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1990;**72**:299-304.
- [28] Haley RW, Culver DH, Morgan WM, White JW, Emori TG, Hooton TM. Identifying patients at high risk of surgical wound infection. A simple multivariate index of patients susceptibility and wound contaminations. *Am J Epidemiol* 1985;**121**:206-15.
- [29] Hanssen AD, Osmon DR, Nelson CL. Prevention of deep periprosthetic joint infection. *Instr Course Lect* 1997;**46**:555-67.
- [30] Hentz VR, Stephanides M, Boraldi A, Tessari R, Isani R, Cadossi R, et al. Surgeon-patient barrier efficiency monitored with an electronic device in three surgical settings. *World J Surg* 2001;**25**:1101-8.
- [31] Hilburn J, Hammond BS, Fendler EJ, Groziak PA. Use of alcohol hand sanitizer as an infection control strategy in an acute care facility. *Am J Infect Control* 2003;**31**:109-16.
- [32] Hodinott C, Lovering AM, Fernando HC, Dixon JH, Reeves DS. Determination of bone and fat concentrations following systemic cefamandol and regional cefuroxime administration in patients undergoing knee arthroplasty. *J Antimicrob Chemother* 1990;**26**:823-9.
- [33] Hornberg C, Schafer TR, Koller A, Wetz HH. The MRSA patient in technical orthopaedics and rehabilitation. Part 2: hygiene management. *Orthopade* 2003;**32**:218-24.
- [34] Janin B, Chevalley F, Raselli P, Livio JJ, Francioli P. Prospective surveillance of nosocomial infections in a traumatology and orthopedics service. *Helv Chir Acta* 1993;**60**:211-8.
- [35] Joseffson G, Gudmundsson G, Kolmert L, Wijkstrom S. Prophylaxis with systemic antibiotics versus gentamicin bone cement in total hip arthroplasty: a five-year survey of 1688 hips. *Clin Orthop* 1990;**253**: 173-8.
- [36] Kalmeijer MD, Coertens F, Van Nieuwland-Bollen PM, Bogaers-Hofman D, de Baere GA, Stuurman A, et al. Surgical site infections in orthopedic surgery: the effect of mupirocin nasal ointment in a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Clin Infect Dis* 2002;**35**: 353-8.
- [37] Karagkevrekis B, Madhavan P, Leslie I. Types of gowns used in trauma and orthopaedic theatres. *Injury* 1997;**28**:213-4.
- [38] Khan OA, Weston VC, Scammel BE. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* incidence and outcome in patients with neck of femur fractures. *J Hosp Infect* 2002;**51**:185-8.
- [39] Kim YH, Oh SH, Kim JS. Total hip arthroplasty in adult patients who had childhood infection of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**: 198-204.
- [40] Kitzis M. *Anatomie et physiologie du bloc opératoire*. Paris: Tirésias; 1980 p. 71-8.
- [41] König DP, Randerath O, Hackenbroch MH. Nosocomial infections with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and epidermidis (MRSE) strains. Their importance, prophylaxis and therapy in orthopedic surgery. *Unfallchirurg* 1999;**102**:324-8.
- [42] Kluytmans J, Van Belkum A, Verbrugh H. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associate risks. *Clin Microbiol Rev* 1997;**10**:505-20.
- [43] Langlais F, Thomazeau H, Lambotte JC, Chohfi M, Brouard S, Prat Poiré N. Biomateriaux vecteurs d'antibiotiques : pharmacocinétique chez l'animal et en clinique. « Infections ostéo-articulaires » INSERM SOFCOT. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1998;**84**(supplI):1-0.
- [44] Lang GJ, Richardson M, Bosse MJ, Greene K, Meyer Jr RA, Sims SH, et al. Efficacy of surgical wound drainage in orthopaedic trauma patients: a randomized prospective trial. *J Orthop Trauma* 1998;**12**: 348-50.
- [45] Lecuire F, Gontier D, Carrere J, Giordano N, Rubini J, Basso M. Ten-year surveillance of nosocomial surgical site infections in an orthopedic surgery department. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2003;**89**: 479-86.
- [46] Leibovici L, Yehezkeili Y, Porter A, Regev A, Krauze I, Harell D. Influence of diabetes mellitus and glycaemic control on the characteristics and outcome of common infections. *Diabet Med* 1996;**13**:457-63.
- [47] Lidwell OM, Lowbury EJJ, Whyte W, Blowers R, Stanley SJ, Lowe D. Effect of ultraclean air in operating room on deep sepsis in the joint after total hip or knee joint replacement: a randomized study. *BMJ* 1982;**285**:10-4.
- [48] Little JW. Managing dental patients with prosthesis. *J Am Dent Assoc* 1994;**125**:1374-8.
- [49] Lortat Jacob A, Vielpeau C. Reprises de prothèses totales de hanche infectées. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002;**88** Suppl: 159-216.
- [50] Manian FA, Meyer PL, Sezter J, Senkel D. Surgical site infections associated with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: do post-operative factors play a role? *Clin Infect Dis* 2003;**36**:863-8.
- [51] Marberry KM, Kazmier P, Simpson WA, Christensen GD, Phaup JG, Hendricks KJ, et al. Surfactant wound irrigation for the treatment of staphylococcal clinical isolates. *Clin Orthop* 2002;**403**:73-9.
- [52] McQueen MM, Hughes SP, May P, Verity L. Cefuroxime in total joint arthroplasty: intravenous or in bone cement. *J Arthroplasty* 1990;**5**: 169-72.
- [53] Minnema B, Vearncombe M, Augustin A, Gollish J, Simor AE. Risk factors for surgical-site infection following primary total knee arthroplasty. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2004;**25**:477-80.
- [54] Mishal J, Sherer Y, Levin Y, Katz D, Embon E. Two-stage evaluation and intervention program for control of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the hospital setting. *Scand J Infect Dis* 2001;**33**:498-501.
- [55] Mutter J, Ebner W, Reichelt A, Ruden H, Daschner F. Proven and unproven hygiene measures in orthopedics. *Orthopade* 2002;**31**:1039-44.
- [56] National research council. Postoperative wound infection. *Ann Surg* 1964;**160**(suppl2):1-92.
- [57] NNIS System. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System Report, data summary from January 1992 through June 2003, issued August 2003. *Am J Infect Control* 2003;**31**:481-98.
- [58] Norme ISO sur l'air des salles en flux laminaire.
- [59] Norme ISO sur l'air des salles conventionnelles.
- [60] Nowotarski PJ, Turen CH, Brumback RJ, Scarborough JM. Conversion of external fixation to intramedullary nailing for fractures of the shaft of the femur in multiply injured patients. *J Bone Joint Surg Am* 2000;**82**: 781-8.
- [61] Oberholzer A, Keel M, Zellweger R, Steckholzer U, Trentz O, Ertel W. Incidence of septic complications and multiple organ failure in severely injured patients is sex specific. *J Trauma* 2000;**48**:932-7.
- [62] Oishi CS, Williams VJ, Hanson PB, Schneider JE, Colwell Jr CW, Walker RH. Perioperative bladder management after primary total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 1995;**10**:732-6.
- [63] Papagelopoulos PJ, Idusuyi OB, Wallrichs SL, Morrey BF. Long-term outcome and survivorship analysis of primary total knee arthroplasty in patients with diabetes mellitus. *Clin Orthop* 1996;**330**:124-32.
- [64] Papia G, McLellan BA, El-Helou P, Louie M, Rachlis A, Szalai JP, et al. Infection in hospitalized trauma patients: incidence, risk factors, and complications. *J Trauma* 1999;**47**:923-7.
- [65] Perl TM, Cullen JJ, Wenzel RP, Zimmerman MB, Pfaller MA, Sheppard D, et al. Intranasal mupirocin to prevent postoperative *Staphylococcus aureus* infections. *N Engl J Med* 2002;**346**:1871-7.
- [66] Petersen MS, Collins DN, Selakovich WG, Finkbeiner AE. Postoperative urinary retention associated with total hip and knee arthroplasties. *Clin Orthop* 1991;**146**:102-8.
- [67] Ragni MV, Crossett LS, Herndon JH. Postoperative infection following orthopaedic surgery in human immunodeficiency virus-infected hemophiliacs with CD4 counts or = 200/mm³. *J Arthroplasty* 1995;**10**: 716-21.
- [68] RAISIN. Surveillance des infections du site opératoire en France en 1999 et 2000 : résultats. InVS, Paris, 2003.
- [69] Ranawat VS, Dowell JK, Teare EL. Pressure sore prevention pads as an infective source in orthopaedic theatres. *J Hosp Infect* 2004;**56**:318-20.
- [70] Ritter MA, Campbell ED. Retrospective evaluation of an iodophor-incorporated antimicrobial plastic adhesive wound drape. *Clin Orthop* 1988;**228**:307-8.
- [71] Rodriguez-Merchan EC, Wiedel JD. Total knee arthroplasty in HIV-positive haemophilic patients. *Haemophilia* 2002;**8**:387-92.
- [72] Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *J Trauma* 2000;**48**:613-21.

- [73] Senneville E, Migaud H, Pinoit Y, Savage C, Laffargue P, Desplaces N. Modalités et facteurs de guérison de l'antibiothérapie systémique. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2003;**88** Suppl:184-6.
- [74] Schneeberger PM, Smits MH, Zick RE, Wille JC. Surveillance as a starting point to reduce surgical-site infection rates in elective orthopaedic surgery. *J Hosp Infect* 2002;**51**:179-84.
- [75] SFAR Recommandations pour la pratique de l'antibioprophylaxie en chirurgie : actualisation 1999 (actualisation des recommandations issues de la conférence de consensus de Décembre 1992). www.sfar.org.
- [76] Simonian PT, Gilbert M, Trumble TE. Incidence of hepatitis C in patients requiring orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Br* 1995;**77**:971-4.
- [77] Skelly JM, Guyatt GH, Kalbfleish R, Singer J, Winter L. Management of urinary retention after surgical repair of hip fracture. *Can Med Assoc J* 1992;**146**:1185-9.
- [78] Slappendel R, Dirksen R, Weber EW, Van der Schaaf DB. An algorithm to reduce allogenic red blood cell transfusions for major orthopaedic surgery. *Acta Orthop Scand* 2003;**74**:569-75.
- [79] Société française d'hygiène hospitalière. Conférence de consensus sur la gestion préopératoire du risque infectieux. Paris, 05/03/2004.
- [80] Steckelberg JM, Osmon DR. Prosthetic joint infections. In: Bisno AL, Waldvogel FA, editors. *Infection associated with indwelling medical devices*. Washington DC: American Society for Microbiology; 2000. p. 173-209.
- [81] Stromboni M, Menguy F, Hardy P, Leparc JM, Lortat-Jacob A, Benoit J. Total hip arthroplasty and femoral head osteonecrosis in renal transplant recipients. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002;**88**:467-74.
- [82] Sundkvist T, Hamilton GR, Rimmer D, Evans BG, Teo CG. Fatal outcome of transmission of hepatitis B from an e antigen negative surgeon. *Commun Dis Public Health* 1998;**1**:48-50.
- [83] Tai CC, Nirvani AA, Holmes A, Hughes SP. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in orthopaedic surgery. *Int Orthop* 2004;**28**:32-5.
- [84] Talon D, Vichard P, Muller A, Bertin M, Jeunet L, Bertrand X. Modeling the usefulness of a dedicated cohort facility to prevent the dissemination of MRSA. *J Hosp Infect* 2003;**54**:57-62.
- [85] Tarbox BB, Conroy BP, Malicky ES, Moussa FW, Hockman DE, Anglen JO, et al. Benzalkonium chloride. A potential disinfecting irrigation solution for orthopaedic wounds. *Clin Orthop* 1998;**346**:255-61.
- [86] Tsukayama DT, Estrada R, Gustilo RB. Infection after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1990;**72**:512-23.
- [87] Vielpeau C. Sauvetage des prothèses totales de hanche infectées. In: *Cahier d'enseignement de la SOFCOT. Conférences d'enseignement*. Paris: Éditions Médicales et Scientifiques Elsevier; 1986. p. 161-84.
- [88] Wahl MJ. Myths of dental-induced prosthetic joint infections. *Clin Infect Dis* 1995;**20**:1420-5.
- [89] Whitehouse JD, Friedman D, Kirkland KB, Richardson WJ, Sexton DJ. The impact of surgical site infections following orthopaedic surgery at a community hospital and a university hospital: adverse quality of life, excess length of stay, and extra cost. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2002;**23**:183-8.
- [90] Wilcox MH, Hall J, Pike H, Templeton PA, Fawley WN, Parnell P, et al. Use of perioperative mupirocin to prevent methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) for orthopaedic surgical site infections. *J Hosp Infect* 2003;**54**:196-201.
- [91] Wong KC, Leung KS. Transmission and prevention of occupational infections in orthopaedic surgeons. *J Bone Joint Surg Am* 2004;**86**:1065-76.
- [92] Yoshimura Y, Kubo S, Hirohashi K, Ogawa M, Morimoto K, Shirata K, et al. Plastic iodophor drape during liver surgery operative use of the iodophor-impregnated adhesive drape to prevent wound infection during high risk surgery. *World J Surg* 2003;**27**:685-8.
- [93] Zoutman D, Chau L, Watterson J, Mackenzie T, Djurfeldt M. A Canadian survey of prophylactic antibiotic use among hip-fracture patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;**20**:752-5.

H. Migaud, Professeur des Universités, chef de service (h-migaud@chru-lille.fr).
Service d'orthopédie C, hôpital Salengro, CHRU de Lille, rue du 8 Mai 1945, 59037 Lille cedex, France.

E. Senneville, Praticien hospitalier.
Service régional universitaire des maladies infectieuses, hôpital Dron, 59208 Tourcoing cedex, France.

F. Gougeon, Praticien hospitalier, chef de service.
Service d'orthopédie C, hôpital Salengro, CHRU de Lille, rue du 8 Mai 1945, 59037 Lille cedex, France.

E. Marchetti, Interne des hôpitaux de Lille.
Service de traumatologie, hôpital Salengro, CHRU de Lille, rue du 8 Mai 1945, 59037 Lille cedex, France.

M. Amzallag, Interne des hôpitaux de Lille.
Service d'orthopédie C, hôpital Salengro, CHRU de Lille, rue du 8 Mai 1945, 59037 Lille cedex, France.

P. Laffargue, Professeur des Universités, chef de service.
Service de traumatologie, hôpital Salengro, CHRU de Lille, rue du 8 Mai 1945, 59037 Lille cedex, France.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Technique de prescription des antibiotiques en chirurgie orthopédique

É. Senneville, L. Legout, C. Loïez, H. Migaud

La technique de prescription des antibiotiques en chirurgie orthopédique est issue le plus souvent de l'expérience acquise par chacun des spécialistes investis dans ce domaine. La rareté des études cliniques méthodologiquement acceptables fait que le rationnel du choix des molécules et des régimes thérapeutiques repose essentiellement sur les résultats d'études expérimentales animales ou in vitro. L'absence d'un niveau de preuve suffisant pour le meilleur choix en fonction de la situation infectieuse et du ou des pathogène(s) en cause explique ainsi la grande diversité des options thérapeutiques d'un établissement de soins à un autre. Les seuls éléments de relative convergence d'opinion concernent l'utilité de la rifampicine dans les infections à staphylocoques dorés et des fluoroquinolones pour les infections à Gram négatif, la nécessité de recourir à de fortes posologies, les conséquences désastreuses d'une antibiothérapie intempestive (non documentée) souvent non justifiée par l'urgence infectieuse, et surtout la place prépondérante du geste chirurgical comme élément thérapeutique de l'infection (réduction de l'inoculum dans les infections aiguës et suppression du biofilm dans les infections chroniques) et le caractère primordial de la documentation microbiologique. La complexité des situations de chaque patient justifie leur prise en charge dans des centres disposant d'équipes multidisciplinaires (chirurgien orthopédiste « rompu » aux techniques de la chirurgie infectieuse, anesthésiste, infectiologue, microbiologiste associé aux discussions d'interprétation des résultats microbiologiques).

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Infections à Gram négatif ; Infections à staphylocoques dorés ; Ostéoarthrite ; Chirurgie orthopédique

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Caractéristiques des infections en chirurgie orthopédique | 2 |
| ■ Éléments de physiopathologie : infection osseuse aiguë/chronique | 2 |
| Infections aiguës | 2 |
| Infections chroniques | 2 |
| Conséquences sur l'antibiothérapie | 2 |
| ■ Prescription antibiotique selon les situations et les pathogènes impliqués | 4 |
| Antibiothérapie probabiliste | 4 |
| Traitement antibiotique pour les infections chroniques documentées | 5 |
| ■ Relais oral : posologies en cas d'infection ostéoarticulaire | 5 |
| ■ Durée du traitement antibiotique | 6 |
| ■ Tolérance | 6 |
| ■ Suivi d'un patient sous antibiotiques pour une infection en chirurgie orthopédique | 6 |
| ■ Conclusion | 6 |

■ Introduction

L'antibiothérapie des infections en chirurgie orthopédique ne constitue qu'une partie du traitement pour ces patients qui

requièrent le plus souvent une prise en charge thérapeutique de type multidisciplinaire (en particulier, chirurgien, anesthésiste-réanimateur, microbiologiste et infectiologue). Cette antibiothérapie doit tenir compte du projet thérapeutique global et intégrer plusieurs caractéristiques de l'infection en chirurgie orthopédique : il s'agit le plus souvent de traitements longs, associant des molécules comportant un potentiel de toxicité et de sélection de résistance bactérienne, qui doivent donc être sélectionnées sur la base de résultats microbiologiques fiables [1]. Il s'agit la plupart du temps de prescriptions dites « documentées » par opposition aux prescriptions dites « probabilistes » dont la place doit être limitée aux situations urgentes s'accompagnant de sepsis aigu. Force est cependant de reconnaître que les quelques principes qui peuvent aider à rationaliser la prescription antibiotique de ces infections reposent quasi exclusivement sur les résultats de quelques études expérimentales in vitro et animales, et que les études cliniques méthodologiquement recevables sont pratiquement inexistantes.

L'objectif de cette mise au point est de :

- définir les caractéristiques essentielles de l'infection en chirurgie orthopédique ;
- rappeler les données microbiologiques et les grandes lignes des avancées établies par les études expérimentales dans ce domaine ;
- proposer, en fonction des pathogènes en cause et des situations cliniques les plus courantes en pratique clinique, des schémas thérapeutiques tenant compte de ces éléments ;
- fournir des éléments de surveillance des patients sous traitement.

L'antibioprophylaxie et l'administration locale des antibiotiques ne sont pas abordées ici, mais sont détaillées dans d'autres chapitres de ce traité (cf. article 44-005 de l'EMC).

■ Caractéristiques des infections en chirurgie orthopédique

Les principales situations infectieuses compliquant la chirurgie orthopédique peuvent être séparées en fonction de la présence ou non d'un matériel infecté. Sans matériel, il peut s'agir d'une arthrite aiguë, d'une ostéite (infection osseuse par contiguïté atteignant la corticale avant une possible extension vers la médullaire) ou d'une ostéomyélite aiguë (atteinte primitive de la médullaire par voie sanguine : bactériémie). Les infections chroniques sans matériel relevant de la chirurgie orthopédique correspondent essentiellement aux ostéites ou ostéomyélites chroniques. Les infections sur matériel (ostéosynthèse, prothèses articulaires, etc.) peuvent être aiguës ou chroniques (selon les définitions et les auteurs, il s'agit d'infections évoluant depuis au moins 1 à 2 mois pour les formes chroniques), postopératoires précoces ou tardives selon qu'elles surviennent avant ou après 1 à 3 mois après l'intervention [1-3]. Ces deux situations s'opposent point par point et leur prise en charge est radicalement différente. Dans les formes aiguës, le rôle de la chirurgie est essentiellement de réduire drastiquement la quantité de bactéries dans le site infecté (irrigation-lavage) afin de faciliter l'action des antibiotiques, le plus souvent limitée par l'effet inoculum (activité de l'antibiotique inversement proportionnelle à la quantité de bactéries). Dans les infections chroniques, son rôle est de supprimer le facteur limitant le plus important de ce type d'infection représenté par le biofilm [4] (protéines de l'inflammation présentes à la surface du séquestre ou du matériel étranger, *slime* correspondant à une structure fibrillaire obtenue par l'enchevêtrement de polymères de glycoprotéines produites par les bactéries, et les bactéries elles-mêmes).

Il faut se rappeler que la virulence d'une souche n'est pas corrélée à son degré de résistance aux antibiotiques. Les bactéries multirésistantes (BMR) (*Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline [SARM], *Pseudomonas aeruginosa* résistant à la ceftazidime, entérobactéries résistantes aux céphalosporines de 3^e génération [C3G], *Acinetobacter baumannii* résistants à la ticarcilline, entérocoques résistants à la vancomycine) sont même, pour certaines d'entre elles, moins virulentes que les souches correspondantes sensibles (dites « sauvages »). La prévalence élevée des BMR en chirurgie orthopédique septique rend indispensable la mise en place et le respect des mesures d'hygiène visant à réduire la diffusion de ces souches.

■ Éléments de physiopathologie : infection osseuse aiguë/chronique

Infections aiguës

Les bactéries impliquées sont en phase de croissance exponentielle et sont donc sensibles à l'action antibiotique des molécules. Elles comportent pour limites essentielles, le profil de sensibilité (l'antibiogramme), la quantité de bactéries (la présence de pus réduit l'action de la plupart des antibiotiques) et le pouvoir de diffusion au sein du tissu osseux infecté puisque l'action antibiotique est théoriquement corrélée à la possibilité, pour l'agent antibiotique, d'être présent au site infecté à des concentrations au moins supérieures à la concentration minimale inhibitrice (CMI) [1].

Infections chroniques

Sans la suppression du biofilm par l'ablation d'un matériel infecté ou d'un séquestre osseux, les chances de succès sont plus faibles et le risque de récurrence très élevé [5]. En effet, au cours de ces infections chroniques, les dégâts tissulaires osseux, notamment la nécrose avasculaire et les altérations du métabolisme bactérien, rendent l'action antibiotique très aléatoire [6, 7]. Ces limitations considérables et inhabituelles de l'action antibiotique expliquent le rôle prépondérant que joue la chirurgie dans

Tableau 1.
Micro-organismes isolés des infections sur matériel orthopédique.

| Micro-organismes | % |
|--|-------|
| Staphylocoques à coagulase négative | 20-25 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 20-25 |
| Plurimicrobien | 14-19 |
| Bacilles à Gram négatif | 8-11 |
| Streptocoques | 8-10 |
| Bactéries anaérobies strictes ^a | 6-10 |
| Entérocoques | 3 |

^a dépend des moyens de transports et des techniques de culture mis en œuvre.

ce type d'infection. Le biofilm constitue un environnement spécifique dans lequel les antibiotiques diffusent péniblement et qui échappe à l'action des phagocytes et autres cellules immuno-compétentes ou encore à l'action des protéines du système du complément [8, 9]. La capacité de diffuser dans le biofilm et le maintien de l'activité antibiotique d'une molécule sur des bactéries en phase de croissance lente, en présence d'une pression en oxygène faible et d'une forte concentration protéique, sont variables d'une classe antibiotique à une autre, ce qui explique en grande partie les différences observées dans les modèles expérimentaux [10]. Les β -lactamines et les glycopeptides (ainsi que la fosfomycine), actives contre les bactéries en phase de croissance puisque leur cible correspond à la synthèse du peptidoglycane, voient leur activité réduite sur les bactéries en phase de croissance lente. Des travaux expérimentaux ont établi des différences d'activité importantes entre ces différentes molécules, dans des modèles *in vitro* et des modèles animaux, essentiellement de lapin, avec ostéite chronique et plus récemment de prothèse articulaire de lapin [10-15]. Ces travaux aux conclusions globalement concordantes ont établi que les molécules suivantes pouvaient être retenues de première intention, après vérification de l'activité sur les données de l'antibiogramme : la rifampicine ou la clindamycine en cas d'infection à cocci à Gram positif et les fluoroquinolones pour les infections à bacille à Gram négatif [16, 17].

“ Point fort

Activité antibactérienne documentée dans les infections osseuses chroniques

- rifampicine et clindamycine dans les infections à cocci à Gram positif (*staphylocoques*, *streptocoques*) ;
- fluoroquinolones dans les infections à bacilles à Gram négatif.

Conséquences sur l'antibiothérapie

Les antibiotiques réputés actifs au cours des infections osseuses chroniques, en particulier la rifampicine, ont le pouvoir de sélectionner rapidement les mutants résistants présents naturellement dans la population bactérienne initiale, d'autant plus que celle-ci est élevée (généralement au-delà de 10^6) [18, 19]. En pratique, il est recommandé de ne prescrire la rifampicine, les fluoroquinolones, l'acide fusidique et la fosfomycine qu'en association avec une autre molécule active de façon à prévenir la sélection de résistance (principe de base du traitement antituberculeux dans sa phase de traitement d'attaque). Le corollaire en est que ce type d'antibiotique ne peut être prescrit que sur la base de résultats microbiologiques issus de prélèvements fiables. Afin d'éviter les faux négatifs liés à une prescription antibiotique intempestive avant le prélèvement (parfois justifiée en cas d'urgence infectieuse), les antibiotiques devraient être interrompus au moins 2 semaines avant les prélèvements, ce qui correspond au délai moyen d'élimination des antibiotiques des os après contact [20]. Les pathogènes isolés de ces prélèvements peuvent être variés, même si les staphylocoques dominent (Tableau 1), et aucun élément ne permet de prédire les micro-organismes en cause. Le recours à l'ensemencement

Tableau 2.

Posologie et principaux effets secondaires des antibiotiques utiles dans les infections en chirurgie orthopédique.

| Antibiotique | Forme | Posologie | Principale surveillance |
|-------------------------------------|-------------------|---|--|
| amoxicilline (Clamoxyl®...) | p.o. i.v. | 100-150 mg/kg/j en 3 prises 100 mg/kg/j en 3 prises | allergie, convulsions si insuffisance rénale |
| oxacilline (Bristopen®) | p.o. | 100-150 mg/kg/j en 3 prises | allergie, phlébite au point d'injection, hépatite cytolitique |
| Cloxacilline (Orbénine®) | i.v. | 100 mg/kg/j en 3 prises | allergie |
| céfalexine (Céporéxine®) | p.o. | 100 mg/kg/j en 3 prises | allergie |
| ceftriaxone (Rocéphine®) | i.v. i.m. | 2 g en une injection/j | allergie, hépatite |
| céfotaxime (Claforan®) | i.v. i.m. | 100 mg/kg/j en 3 prises | allergie, hépatite |
| ceftazidime (Fortum®) | i.v. i.m. | 2 g/6-8 h, 4-6 g en i.v. continu | allergie |
| céfépime (Axépip®) | i.v. i.m. | 2 g/8-12 h, 4-6 g en i.v. continu | allergie, convulsions si insuffisance rénale |
| imipénème (Tienam®) | i.v. i.m. | 500 mg/6-8 h, 1 g/8 h | allergie, convulsions |
| pipéra-tazobactam (Tazocilline®) | i.v. | 4 g /6-8 h | allergie, convulsions si insuffisance rénale |
| amikacine* (Amiklin®) | i.v. i.m. | 15 mg/kg/j en 1 à 2 injections perfusion i.v. de 30 min | insuffisance rénale, surdité, dosages en pic, et à la vallée |
| gentamicine* (Gentalline®) | i.v. i.m. | 3-5 mg/kg/j en 1 à 2 injections perfusion i.v. de 30 min | insuffisance rénale, surdité, dosages en pic, et à la vallée |
| pristinamycine (Pyostacine®) | p.o. | 1 g/6-8 h | allergie, nausées |
| clindamycine (Dalacine®) | i.v. p.o. | 600-900 mg/8 h, SAP > 60 min 600-900 mg/8 h | diarrhées, colite pseudomembraneuse monitorage cardiaque si i.v. |
| ofloxacine (Oflocet®) | i.v. p.o. | 600-800 mg/j en 2 à 3 prises | tendinopathies, confusion, hépatites, réaction solaire, corticoïdes |
| ciprofloxacine (Ciflox®) | i.v. p.o. | 200-400 mg/8-12 h 500 mg/8h, 0,75 g-1 g/12 h | tendinopathies, confusion, hépatites, réaction solaire, corticoïdes |
| rifampicine (Rifadine®) | i.v. p.o. | 10 mg/kg/12h (à jeun, p.o.) | nausées, hépatite, leucopénie, thrombopénie, interactions médicamenteuses (Tégréto®, œstroprogestatifs, AVK) |
| acide fusidique (Fucidine®) | i.v. p.o. | 500 mg/8 h (au milieu du repas, p.o.) | allergie, diarrhées, nausées, interactions médicamenteuses (neuroleptiques, anxiolytiques) |
| fosfomycine (Fosfocine®) | i.v. | 4 g en SAP de 4 h, /6-8 h | surcharge sodée, hypokaliémie |
| téicoplanine (Targocid®) | i.v. i.m. s.c. | 10-12 mg/kg/12 h pendant 4 à 5 j puis 1/j ; concentration > 25 mg/l en creux | allergie (réaction croisée avec la vancomycine exceptionnelle) |
| vancomycine (Vancomycine®) | i.v. | 15 mg/kg sans dépasser 1 g/60 min puis 30-40 mg/kg/j en SAP continue concentration > 25 mg/l | allergie, surdité, insuffisance rénale (avec médicaments néphrotoxiques), veinotoxicité +++ |

* : utiliser le « poids idéal » pour le calcul, afin d'éviter les surdosages (réduction d'environ 30 % du poids total en cas d'obésité) ; i.v. : intraveineuse ; i.m. : intramusculaire ; p.o. : per os. SAP : seringue autopulsée.

sur milieu enrichi directement au bloc opératoire permet de pallier aux insuffisances d'acheminement des échantillons au laboratoire [21]. Cette technique expose cependant aux difficultés d'interprétation des résultats et ne doit être utilisée qu'en conditions d'asepsie rigoureuse.

Afin de réduire les situations au cours desquelles les antibiotiques peuvent se trouver à des concentrations faibles, proches de la CMI, il est habituellement recommandé de les administrer

“ Point fort

Bioéquivalence voie orale/voie intraveineuse

- rifampicine ;
- fluoroquinolones (ofloxacine, péfloxacin) ;
- acide fusidique ;
- cotrimoxazole.

“ Point fort

Pouvoir de sélection de résistance bactérienne

- rifampicine +++ ;
- acide fusidique ;
- fosfomycine ;
- fluoroquinolones.

par voie intraveineuse, au moins au début du traitement, en utilisant les posologies maximales telles que celles utilisées au cours des bactériémies (Tableau 2). Il était recommandé, depuis plusieurs décennies, d'administrer les antibiotiques par perfusion intraveineuse pendant de longues semaines afin de pallier aux insuffisances de diffusion des antibiotiques dans le tissu osseux infecté. Il faut cependant tenir compte des performances pharmacocinétiques remarquables de certaines molécules telles

que la rifampicine, les fluoroquinolones (ofloxacine et péfloxacin), l'acide fusidique et le cotrimoxazole en termes de biodisponibilité intraveineuse/orale, proche de 100 %, par opposition aux molécules plus anciennes, en particulier les β -lactamines [22-24]. Un relais par voie orale après 1 semaine de traitement intraveineux semble suffisant dans la plupart des situations, ce qui permet d'envisager une sortie précoce des patients des unités de chirurgie orthopédique, à condition que les concentrations sériques des antibiotiques prescrits par voie orale soient acceptables, car des variations importantes de la pharmacocinétique sont observées chez les patients polymédicamentés.

■ Prescription antibiotique selon les situations et les pathogènes impliqués

Antibiothérapie probabiliste

Dans certaines situations aiguës fébriles, le traitement antibiotique doit être débuté avant de disposer des résultats des prélèvements microbiologiques. Ces prélèvements sont à faire systématiquement avant d'administrer ne serait-ce qu'une seule dose d'antibiotique. Les situations qui nécessitent une antibiothérapie probabiliste urgente, en chirurgie orthopédique, dans l'attente des résultats microbiologiques sont :

- les arthrites aiguës infectieuses bactériennes et les spondylodiscites aiguës (ces deux infections sont très fréquemment associées à une bactériémie à *Staphylococcus aureus*) ;
- les infections postopératoires précoces (moins de 3 mois après l'intervention) lorsque les signes évocateurs de l'infection sont récents (moins de 4-7 j) ou en cas d'infection tardive hémotogène. Cette « urgence » thérapeutique est liée à la nécessité de limiter le risque de la constitution du biofilm qui augmente le risque d'une évolution défavorable et d'ablation du matériel infecté [25, 26] ;
- toute infection en chirurgie orthopédique s'accompagnant d'un sepsis sévère (comportant au moins deux critères parmi : température $> 38^{\circ}\text{C}$ ou $< 36^{\circ}\text{C}$, fréquence cardiaque $> 90/\text{min}$, fréquence respiratoire $> 20/\text{min}$ ou pression du gaz carbonique dans le sang artériel $[\text{PaCO}_2] < 32$ torr, globules blancs $> 12\,000/\text{mm}^3$ ou $< 4\,000/\text{mm}^3$, tension artérielle < 90 mmHg ou baisse d'au moins 40 mmHg, associés à au moins une anomalie parmi : oligoanurie, encéphalopathie aiguë, hypoxie, coagulopathie) ; dans ces situations relativement rares, l'antibiothérapie est débutée sans délai après un minimum de prélèvements (hémocultures, examen cytobactériologique des urines [ECBU], ponction-aspiration, voire, le cas échéant, prélèvement d'une fistule en évitant les écouvillons).

Dès que les résultats des prélèvements bactériologiques sont disponibles, le spectre antibactérien du traitement probabiliste doit être réduit lorsque c'est possible (désescalade antibiotique) selon les données de l'antibiogramme, notamment lorsque ce traitement probabiliste comporte des C3G et/ou des glycopeptides.

Arthrite aiguë communautaire

Les antibiotiques diffusent généralement bien dans la synoviale enflammée. En cas d'arthrite aiguë, le choix antibiotique repose donc sur les données de l'antibiogramme et le respect des règles habituelles de prescription, tenant compte des caractéristiques du patient. Le pathogène le plus fréquemment en cause étant *Staphylococcus aureus* d'origine communautaire (donc sensible aux β -lactamines, à l'exception des souches résistantes communautaires encore rares en France), l'oxacilline (100-150 mg/kg/j en trois perfusions intraveineuses associée à la gentamicine (3-5 mg/kg/j en une ou deux perfusions intraveineuses) semble un choix logique, et en cas d'allergie vraie aux β -lactamines, la vancomycine (15 mg/kg sans dépasser 1 g/60 min sous peine de déclencher des réactions vasomotrices — *red man syndrome* — puis 30 mg/kg/j en perfusion intraveineuse continue), le but étant d'obtenir des concentrations sériques entre 25 et 35 mg/l en continu. Après une phase

d'attaque d'environ 1 à 2 semaines, par voie intraveineuse, sous réserve de l'absence d'une endocardite infectieuse associée, le traitement d'entretien par voie orale peut comporter une monothérapie par une pénicilline du groupe M, en évitant l'oxacilline en raison de ses mauvaises performances pharmacocinétiques par voie orale, et en privilégiant la céfalexine ou la cloxacilline (100 mg/kg/j en trois prises) associée ou non à une fluoroquinolone.

En cas d'infection à bacille à Gram négatif, une monothérapie par une fluoroquinolone peut être débutée après la phase d'attaque et poursuivie pour le reste de la durée programmée du traitement. La durée totale « idéale » de traitement semble se situer entre 3 et 4 semaines à partir du jour où le liquide articulaire est stérile, ou 6 semaines au total.

Ostéomyélite aiguë communautaire

Le traitement d'attaque est identique à celui des arthrites aiguës, mais le relais oral peut comporter dans ces cas la rifampicine à jeun (10 mg/kg/12 h) associée à une fluoroquinolone. Lorsque la rifampicine est administrée en traitement initial avec un « compagnon », il faut se souvenir que la rifampicine est un agent très rapidement bactéricide dont la diffusion tissulaire est obtenue très précocement, ce qui peut conduire à la sélection de résistance durant les toutes premières heures du traitement si le compagnon est moins performant que la rifampicine, ce qui est souvent le cas. Dans ces situations, il peut être utile de débiter le traitement par le compagnon seul, environ 24 heures avant d'administrer la rifampicine. En cas d'infection à bacille à Gram négatif, une monothérapie par une fluoroquinolone peut être débutée après la phase d'attaque et poursuivie pour le reste de la durée programmée du traitement. La durée totale « idéale » du traitement dans ces situations est de l'ordre de 6 à 12 semaines.

Infections postopératoires précoces (≤ 3 mois après l'intervention) ou en cas d'infection secondaire par voie hémotogène

En attendant les résultats des prélèvements bactériologiques postopératoires, une association de vancomycine et une C3G ou une C4G (céfépime) permet de couvrir de façon probabiliste la quasi-totalité des pathogènes en cause. Si le patient est connu porteur d'une bactérie multirésistante, cette association doit tenir compte des données de l'antibiogramme. En cas de sepsis sévère, un aminoside (gentamicine ou amikacine) peut être ajouté pendant les 3 à 5 premiers jours. Si le patient est connu intolérant à la vancomycine, la téicoplanine peut être envisagée (les allergies croisées avec la vancomycine sont rares), mais son coût d'utilisation et la diminution régulière de la couverture des staphylocoques hospitaliers (notamment les staphylocoques à coagulase négative et les SARM gentamicine-R) n'en font pas une molécule de premier choix en traitement probabiliste, malgré sa plus grande facilité d'emploi et l'obtention plus facile de taux sériques efficaces que ceux de la vancomycine. La téicoplanine nécessite, comme la vancomycine, l'utilisation d'une dose de charge (10-12 mg/kg/12 h) avec dosage à la vallée de la 4^e dose - juste avant la 5^e perfusion - le but étant d'obtenir des concentrations sériques entre 25 et 35 mg/l. La dose de charge ne doit pas être modifiée en cas d'insuffisance rénale ; la dose d'entretien est souvent plus faible en cas d'insuffisance rénale [27]. La durée de traitement de ces infections sur matériel se situe probablement entre 3 et 4 mois pour les prothèses totales de hanche et 4 à 6 mois pour les prothèses totales de genou, bien qu'en pratique, il ne soit pas toujours fait de différence entre ces deux situations [2].

Antibiothérapie lors du deuxième temps d'un rescellement septique

Afin de réduire le risque de colonisation du matériel implanté lors du deuxième temps de la dépose-repose d'une prothèse, une antibiothérapie à large spectre (type C3G-glycopeptide), tenant compte du risque de sélection de souches résistantes durant la phase de traitement antibiotique instaurée après la dépose, peut être débutée dès que les échantillons à visée microbiologique ont été prélevés. La négativité des cultures ne peut être interprétée que si le deuxième temps a été réalisé après une « fenêtre » sans antibiotique d'au moins 2 semaines avant le geste et

en l'absence d'antibioprophylaxie. Si les cultures sont stériles, aucune antibiothérapie supplémentaire ne semble nécessaire si la période de traitement avant le geste a été d'au moins 6 semaines ; sinon, l'antibiothérapie utilisée avant le deuxième temps peut être reprise pour compléter la durée totale de traitement antibiotique programmée (entre 3 et 4 mois pour les prothèses totales de hanche et 4 à 6 mois pour les prothèses totales de genou). Si les prélèvements peropératoires sont positifs, l'antibiothérapie est reprise avec les mêmes molécules s'il s'agit des mêmes pathogènes que ceux isolés durant ou avant le premier temps opératoire, ou sont adaptés aux données de l'antibiogramme si un « nouveau pathogène » est isolé de ces prélèvements.

“ Points forts

- La prescription des antibiotiques en chirurgie orthopédique ne doit jamais être probabiliste (« empirique »), excepté en cas d'urgence septique.
- Les prélèvements à visée microbiologique fiables sont :
 - les prélèvements peropératoires (sans antibio-prophylaxie) ;
 - la biopsie osseuse transcutanée en peau saine (à distance de toute plaie ou fistule) ;
 - la ponction articulaire ;
 - les hémocultures.
- Une période sans antibiotique (« fenêtre ») d'au moins 15 jours doit être respectée avant la réalisation des prélèvements à visée microbiologique.

Traitement antibiotique pour les infections chroniques documentées

L'adaptation de l'antibiothérapie aux prélèvements peropératoires et le recours aux agents antibiotiques réputés efficaces dans les infections osseuses chroniques semblent influencer favorablement l'évolution des patients traités pour infection en chirurgie orthopédique [28].

Infection à staphylocoques

Si le profil de sensibilité de la souche l'autorise et en l'absence de contre-indication, la rifampicine devrait être utilisée en association avec un partenaire qui est généralement une fluoroquinolone [14, 29, 30]. L'association doit être poursuivie durant toute la durée du traitement si la rifampicine fait partie du régime antibiotique. L'association d'une cycline ou d'un macrolide, voire d'une fluoroquinolone à forte métabolisation hépatique, comme la péfloxacin, avec la rifampicine expose probablement au risque de diminution des concentrations sériques du compagnon par l'effet d'induction métabolique hépatique lié à la rifampicine et à l'augmentation des risques d'une monothérapie effective par la rifampicine [31]. La lévofloxacine disponible par voie intraveineuse et orale semble la molécule la plus intéressante, mais elle ne dispose actuellement pas d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) dans cette indication. Le choix d'une β -lactamine est limité par des caractéristiques défavorables de cette classe antibiotique (cf. supra) et par une galénique peu adaptée à la nécessité de prescrire de très fortes doses (de l'ordre de 100 mg/kg/j). En cas de souche résistante à la méticilline, l'utilisation des fluoroquinolones est souvent impossible (résistance croisée) et le choix se porte, selon l'antibiogramme et le profil du patient, sur le cotrimoxazole, l'acide fusidique, les glycopeptides (vancomycine, téicoplanine), ou en dernière alternative, le linézolide (qui n'a actuellement pas d'AMM dans ce type d'indication et dont l'utilisation au long cours est pénalisée par une toxicité essentiellement hématologique et neurologique) [32-41]. On ne dispose d'aucune donnée sur les performances de diffusion intraosseuse de la pristinaïmycine, bien que cette molécule, uniquement disponible par voie orale, soit prescrite par les cliniciens [42].

“ Point fort

Antibiotiques à ne pas prescrire en monothérapie au moins au début du traitement

- rifampicine dans les infections à staphylocoques ;
- fluoroquinolones dans les infections à staphylocoques et à *Pseudomonas aeruginosa* ;
- acide fusidique dans les infections à staphylocoques ;
- fosfomycine dans les infections à staphylocoques.

Infection à streptocoques/entérocoques

Le traitement de ce type d'infection par les associations comprenant la rifampicine et une fluoroquinolone à activité élargie sur les cocci à Gram positif (lévofloxacine et moxifloxacine) n'est actuellement pas validé. Les recommandations de 1991 privilégient le recours à l'amoxicilline, voire aux glycopeptides en cas de souches résistantes [43]. En pratique, il est cependant difficile d'administrer au long cours ce type de traitement pour les raisons énoncées (cf. supra). La ceftriaxone peut être utile du fait de son administration en dose unique, mais uniquement par voie parentérale ; elle est totalement inactive sur les entérocoques. Lorsque le profil de sensibilité de la souche l'autorise, la clindamycine semble une alternative intéressante en traitement prolongé par voie orale, mais expose au risque de colite à *Clostridium difficile* [44].

Infections à bacilles à Gram négatif

Une bithérapie comprenant une C3G, comme la ceftriaxone ou le céfotaxime, associée à une fluoroquinolone pendant 1 à 2 semaines peut être prescrite, suivie d'une monothérapie par la fluoroquinolone jusqu'à la fin de la durée de traitement programmée. En cas d'infection à *Pseudomonas* sp. ou à entérobactérie du groupe 3 (*Enterobacter* spp., *Serratia* spp., *Providencia stuartii*, *Citrobacter freundii*, *Proteus indole* +), une association de ceftazidime ou de céfépime ou d'imipénème avec la ciprofloxacine peut être débutée pour une durée de 2 à 3 semaines, suivie de la monothérapie par la ciprofloxacine à très forte dose (400 mg/8 h par voie intraveineuse ou 750-1 000 mg/12 h par voie orale) [45, 46]. En cas de résistance de la souche aux fluoroquinolones, force est de recourir à un traitement prolongé par les β -lactamines parfois associées à la Colimycine® qui reste actuellement l'une des molécules les plus régulièrement actives contre ce type de souches, à l'exception de *Proteus* spp., *Providencia* spp. et *Serratia* spp. (résistance naturelle). Ce type de traitement oblige donc à recourir à l'implantation d'une chambre implantable mieux adaptée au traitement ambulatoire que la voie veineuse profonde.

Infections à bactéries anaérobies strictes

Le traitement d'attaque repose, dans ces situations, essentiellement sur la chirurgie, et les antibiotiques utiles durant cette phase sont essentiellement les β -lactamines (amoxicilline-acide clavulanique, pipéracilline-tazobactam, ticarcilline-acide clavulanique, imipénème, céfoxitine). Les molécules adaptées au traitement d'entretien sont le métronidazole (excepté en cas d'infection à *Propionibacterium acnes*), la clindamycine, voire la pristinaïmycine, la rifampicine et le linézolide.

■ Relais oral : posologies en cas d'infection ostéoarticulaire

Les posologies sont les suivantes :

- amoxicilline : 100 à 150 mg/kg/j en trois prises ;
- céfalexine : 100 à 150 mg/kg/j en trois prises ;
- rifampicine : 10 mg/kg/12 h à jeun (30 min avant ou 2 h après le repas) ;
- acide fusidique : 2 comprimés à 250 mg/8 h au milieu d'un repas riche en graisses ;
- ofloxacine : 400 à 600 mg en deux à trois prises/j ;
- ciprofloxacine : 500 mg/8 h ou 750 mg à 1 g/12 h ;

- pristinamycine : 2 comprimés à 500 mg/6-8 h ;
- clindamycine : 600-900 mg/8 h ;
- cotrimoxazole : 1 comprimé/8 h (Bactrim Forte® : 800 mg/160 mg).

■ Durée du traitement antibiotique

Les durées proposées ci-après n'ont pas été déterminées à partir d'études méthodologiquement indiscutables mais reposent sur des avis d'experts [2] :

- arthrite aiguë : 3 à 6 semaines ;
- prothèse totale de hanche-prothèse totale de genou : 3 à 6 mois ;
- intervalle entre la dépose et la repose en cas de changement en deux temps : environ 6 semaines ;
- ostéosynthèse : 3 à 4 mois d'antibiothérapie (en pratique jusqu'à la certitude de consolidation) sans dépasser 6 mois de traitement.

■ Tolérance

L'utilisation de molécules à forte dose, le plus souvent en association, chez des patients qui, pour une grande majorité d'entre eux, sont généralement âgés et donc peuvent être déjà lourdement traités pour des affections chroniques, rend la surveillance sous traitement indispensable. Il est nécessaire d'impliquer le médecin généraliste du patient dans cette surveillance de façon à limiter le risque de modifications du traitement antibiotique ne tenant pas compte des données microbiologiques généralement indisponibles en dehors du contexte hospitalier. Les principaux effets secondaires, selon la molécule antibiotique utilisée, sont reportés dans le [Tableau 2](#).

■ Suivi d'un patient sous antibiotiques pour une infection en chirurgie orthopédique

Le patient doit être mis au courant des objectifs du traitement antibiotique et de ses contraintes. Les effets secondaires principaux doivent être présentés avec la conduite à tenir immédiate dans certains cas (arrêt de la clindamycine en cas de diarrhées avec signes systémiques infectieux, douleurs tendineuses avec les fluoroquinolones, etc.). Le patient doit être informé de la nécessité de prendre ses traitements de façon quotidienne et de la justification des doses importantes et du nombre inhabituel d'antibiotiques.

Programme de suivi des patients :

- visites de contrôle à mois 1, mois 3 et fin du traitement antibiotique ;
- vérifier l'observance et la tolérance aux traitements anti-infectieux, contrôler les données cliniques, biologiques et radiologiques évaluant l'évolution de l'infection ostéoarticulaire ;
- surveillance biologique : numération-formule sanguine (NFS)-plaquettes, aspartate aminotransférase (ASAT)/alanine aminotransférase (ALAT), bilirubinémie, ionogramme, urémie, créatininémie et *C reactive protein* (CRP) au minimum toutes les 2 à 3 semaines, quel que soit le type d'antibiotique utilisé. Cette surveillance est rapprochée en fonction du profil de toxicité des produits et de tolérance du patient : dosage des glycopeptides tous les 15 jours, NFS-plaquettes hebdomadaire en cas d'utilisation du linézolide (sans dépasser 28 jours de traitement avec cette molécule).

■ Conclusion

L'antibiothérapie des infections en chirurgie orthopédique est encore souvent limitée par la prescription intempestive d'antibiotiques au titre de l'urgence. Celle-ci doit être très soigneuse-

ment évaluée en raison du retentissement sur la prise en charge ultérieure (traitement d'entretien) à cette prescription souvent vécue comme anodine. Le soin apporté à l'obtention de prélèvements à visée microbiologique fiables et la discussion avec les différents spécialistes rompus à ce genre de prise en charge, impliqués dans la décision thérapeutique, dans un cadre de centres multidisciplinaires de référence, sont autant d'éléments « pronostiques » sur lesquels il est possible d'intervenir par opposition à la virulence des pathogènes ou encore à l'état de santé du patient. Les « détails » de la technique de prescription des antibiotiques dans ce domaine (meilleure molécule, meilleures associations, durée optimale notamment) peuvent paraître alors secondaires.

“ Point fort

Diffusion osseuse satisfaisante

- fluoroquinolone (ofloxacin, péfloxacin)
- rifampicine
- acide fusidique
- clindamycine
- métronidazole
- (linézolide)



■ Références

- [1] Lew DP, Waldvogel FA. Osteomyelitis. *Lancet* 2004;**364**:369-79.
- [2] Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE. Prosthetic joint infections. *N Engl J Med* 2004;**351**:1645-54.
- [3] Gillespie WJ. Prevention and management of infection after total joint replacement. *Clin Infect Dis* 1997;**25**:1310-7.
- [4] Costerton JW, Khoury AE, Ward KH, Anwar H. Practical measures to control device-related bacterial infections. *Int J Artif Organs* 1993;**16**:765-70.
- [5] Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science* 1999;**284**:1318-22.
- [6] Gristina AG. Biomaterial-centered infection: microbial adhesion versus tissue integration. *Science* 1987;**237**:1588-95.
- [7] Proctor RA, Peters G. Small colony variants in staphylococcal infections: diagnostic and therapeutic implications. *Clin Infect Dis* 1998;**27**:419-22.
- [8] François P, Vaudaux P, Foster TJ, Lew DP. Host-bacteria interactions in foreign body infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996;**17**:514-20.
- [9] Hussain M, Wilcox MH, White PJ. The slime of coagulase-negative staphylococci: biochemistry and relation to adherence. *FEMS Microbiol Rev* 1993;**10**:191-207.
- [10] Widmer AF, Frei R, Rajacic Z, Zimmerli W. Correlation between in vivo and in vitro efficacy of antimicrobial agents against foreign body infections. *J Infect Dis* 1990;**162**:96-102.
- [11] Widmer AF, Wiestner A, Frei R, Zimmerli W. Killing of nongrowing and adherent *Escherichia coli* determines drug efficacy in device-related infections. *Antimicrob Agents Chemother* 1991;**35**:741-6.
- [12] Zeiler HJ, Voigt WH. Efficacy of ciprofloxacin in stationary-phase bacteria in vivo. *Am J Med* 1987;**82**:87-90.
- [13] Crémieux AC, Carbon AC. Experimental models of bone and prosthetic joint infections. *Clin Infect Dis* 1997;**25**:1295-302.
- [14] Zimmerli W, Widmer AF, Blatter M, Frei R, Ochsner PE. Role of rifampin for treatment of orthopedic implant-related staphylococcal infections: a randomized controlled trial. Foreign-Body Infection (FBI) Study Group. *JAMA* 1998;**279**:1537-41.
- [15] Zimmerli W. Prosthetic device infections. In: Root RK, Waldvogel FA, Corey L, Stamm WE, editors. *Clinical infectious diseases: practical approach*. Oxford: Oxford University Press; 1999. p. 801-8.
- [16] Widmer AF, Gaechter A, Ochsner PE, Zimmerli W. Antimicrobial treatment of orthopedic implant-related infections with rifampin combinations. *Clin Infect Dis* 1992;**14**:1251-3.

- [17] Widmer AF, Colombo VE, Gächter A, Thiel G, Zimmerli W. *Salmonella* infection in total hip replacement: tests to predict the outcome of antimicrobial therapy. *Scand J Infect Dis* 1990;**22**:611-8.
- [18] Wehrli W. Rifampin: mechanisms of action and resistance. *Rev Infect Dis* 1983;**5**(suppl1):407-11.
- [19] Zavasky DM, Sande MA. Reconsideration of rifampin: a unique drug for a unique infection. *JAMA* 1998;**279**:1575-7.
- [20] Witsø E, Persen L, Løseth K, Bergh K. Adsorption and release of antibiotics from morselized cancellous bone: in vitro studies of 8 antibiotics. *Acta Orthop Scand* 1999;**70**:298-304.
- [21] Senneville E, Savage C, Nallet I, Yazdanpanah Y, Giraud F, Migaud H, et al. Improved aero-anaerobe recovery from infected prosthetic joint samples taken from 72 patients and collected intraoperatively in Rosenow's broth. *Acta Orthop* 2006;**77**:120-4.
- [22] Greenberg RN, Newman MT, Shariaty S, Pectol RW. Ciprofloxacin, lomefloxacin, or levofloxacin as treatment for chronic osteomyelitis. *Antimicrob Agents Chemother* 2000;**44**:164-6.
- [23] Rissing JP. Antimicrobial therapy for chronic osteomyelitis in adults: role of the quinolones. *Clin Infect Dis* 1997;**25**:1327-33.
- [24] Kang SL, Rybak MJ, McGrath BJ, Kaatz GW, Seo SM. Pharmacodynamics of levofloxacin, ofloxacin, and ciprofloxacin, alone and in combination with rifampin, against methicillin-susceptible and-resistant *Staphylococcus aureus* in an in vitro infection model. *Antimicrob Agents Chemother* 1994;**38**:2702-9.
- [25] Brandt CM, Sistrunk WW, Duffy MC, Hanssen AD, Steckelberg JM, Ilstrup DM, et al. Staphylococcus aureus prosthetic joint infection treated with debridement and prosthesis retention. *Clin Infect Dis* 1997;**24**:914-9.
- [26] Tattévin P, Crémieux AC, Pottier P, Hutten D, Carbon C. Prosthetic joint infection: when can prosthesis salvage be considered? *Clin Infect Dis* 1999;**29**:292-5.
- [27] Pea F, Brollio L, Viale P, Pavan F, Furlanut M. Teicoplanin therapeutic drug monitoring in critically ill patients: a retrospective study emphasizing the importance of a loading dose. *J Antimicrob Chemother* 2003;**51**:971-5.
- [28] Senneville E, Migaud H, Pinoit Y, Savage C, Laffargue P, Desplaces N. Modalités et facteurs de guérisons de l'antibiothérapie systémique. *Rev Chir Orthop* 2002;**88**:1S184-1S186.
- [29] Drancourt M, Stein A, Argenson JN, Zannier A, Curvale G, Raoult D. Oral rifampin plus ofloxacin for treatment of Staphylococcus-infected orthopedic implants. *Antimicrob Agents Chemother* 1993;**37**:1214-8.
- [30] Drancourt M, Stein A, Argenson JN, Roiron R, Groulier P, Raoult D. Oral treatment of Staphylococcus spp. infected orthopaedic implants with fusidic acid or ofloxacin in combination with rifampicin. *J Antimicrob Chemother* 1997;**39**:235-40.
- [31] Humbert G, Brumpt I, Montay G, Le Liboux A, Borsa-Lebas F, Moore N. Influence of rifampin on the pharmacokinetics of pefloxacin. *Clin Pharmacol Ther* 1991;**50**:682-7.
- [32] Barberan J. Management of infections of osteoarticular prosthesis. *Clin Microbiol Infect* 2006;**12**:93-101.
- [33] Stein A, Bataille JF, Drancourt M, Curvale G, Argenson JN, Groulier P, et al. Ambulatory treatment of multidrug-resistant Staphylococcus-infected orthopedic implants with high-dose oral cotrimoxazole (trimethoprim-sulfamethoxazole). *Antimicrob Agents Chemother* 1998;**42**:3086-91.
- [34] Sánchez C, Matamala A, Salavert M, Cuchí E, Pons M, Anglés F, et al. Cotrimoxazole plus rifampicin in the treatment of staphylococcal osteoarticular infection. *Enferm Infect Microbiol Clin* 1997;**15**:10-3.
- [35] Bassetti M, Vitale F, Melica G, Righi E, Di Biagio A, Molfetta L, et al. Linezolid in the treatment of Gram-positive prosthetic joint infections. *J Antimicrob Chemother* 2005;**55**:387-90.
- [36] Razonable RR, Osmon DR, Steckelberg JM. Linezolid therapy for orthopedic infections. *Mayo Clin Proc* 2004;**79**:1137-44.
- [37] Aneziokoro CO, Cannon JP, Pachucki CT, Lentino JR. The effectiveness and safety of oral linezolid for the primary and secondary treatment of osteomyelitis. *J Chemother* 2005;**17**:643-50.
- [38] Senneville E, Legout L, Valette M, Yazdanpanah Y, Beltrand E, Caillaux M, et al. Effectiveness and tolerability of prolonged linezolid treatment for chronic osteomyelitis: a retrospective study. *Clin Ther* 2006;**28**:1155-63.
- [39] Senneville E, Legout L, Valette M, Yazdanpanah Y, Giraud F, Beltrand E, et al. Risk factors for anaemia in patients on prolonged linezolid therapy for chronic osteomyelitis: a case-control study. *J Antimicrob Chemother* 2004;**54**:798-802.
- [40] Ferry T, Ponceau B, Simon M, Issartel B, Petiot P, Boibieux A, et al. Possibly linezolid-induced peripheral and central neurotoxicity: report of four cases. *Infection* 2005;**33**:151-4.
- [41] Fripiat F, Bergiers C, Michel C, Dujardin JP, Derue G. Severe bilateral optic neuritis associated with prolonged linezolid therapy. *J Antimicrob Chemother* 2004;**53**:1114-5.
- [42] Ng J, Gosbell IB. Successful oral pristinamycin therapy for osteoarticular infections due to methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) and other Staphylococcus spp. *J Antimicrob Chemother* 2005;**55**:1008-12.
- [43] 3^e conférence de consensus en thérapeutique anti-infectieuse. Les infections bactériennes ostéo-articulaires en dehors des infections à mycobactéries. *Med Mal Infect* 1990;**20**:37-44.
- [44] Norden CW, Shinnors E, Niederriter K. Clindamycin treatment of experimental chronic osteomyelitis due to Staphylococcus aureus. *J Infect Dis* 1986;**153**:956-9.
- [45] Brouqui P, Rousseau MC, Stein A, Drancourt M, Raoult D. Treatment of *Pseudomonas aeruginosa* infected orthopedic prostheses with ceftazidime-ciprofloxacin antibiotic combination. *Antimicrob Agents Chemother* 1995;**39**:2423-5.
- [46] Legout L, Senneville E, Stern R, Yazdanpanah Y, Savage C, Roussel-Delvallez M, et al. Treatment of bone and joint infections caused by Gram negative bacilli with a cefepime-fluoroquinolone combination. *Clin Microbiol Infect* 2006;**12**:1030-3.

É. Senneville (esenneville@ch-tourcoing.fr).

L. Legout.

Service universitaire régional des maladies infectieuses et du voyageur, Centre hospitalier de Tourcoing, Hôpital Gustave Dron, 135, rue du Président-Coty, 59200 Tourcoing, France.

C. Loïez.

Laboratoire de bactériologie, Centre hospitalier régional universitaire de Lille, avenue Oscar-Lambret, 59037 Lille cedex, France.

H. Migaud.

Clinique d'orthopédie-traumatologie, Centre hospitalier régional universitaire de Lille, avenue Oscar-Lambret, 59037 Lille cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Senneville É., Legout L., Loïez C., Migaud H. Technique de prescription des antibiotiques en chirurgie orthopédique. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-088, 2008.

Disponibles sur www.em-consulte.com



Technique de reconstruction cartilagineuse

P. Djian, G. Versier

Le traitement des lésions du cartilage est actuellement en pleine évolution. Le cartilage est un matériau non vascularisé au potentiel très limité de cicatrisation. Les lésions cartilagineuses peuvent être d'origine traumatique et/ou dégénérative. Dans le cadre d'une atteinte traumatique, la réparation des lésions peut se faire par stimulation de l'os sous-chondral. Il s'agit de favoriser l'apparition d'un fibrocartilage. C'est le cas des perforations de Pridie, de l'abrasion et des microfractures. Ces techniques peuvent se concevoir en cas de lésion peu étendue en superficie. Dans le cas de lésions étendues en superficie et en profondeur, le recours aux techniques de remplacement prend toute son importance. Les allogreffes, les autogreffes ostéocartilagineuses et les cultures de chondrocytes sont utilisables dans ces indications. La première étape est de reconnaître l'atteinte cartilagineuse et de relier les signes cliniques aux lésions anatomiques. La seconde étape est d'établir un plan de traitement conjointement avec le patient car les suites opératoires sont longues la plupart du temps et nécessitent sa coopération et son adhésion au traitement.

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Cartilage ; Réparation cartilagineuse ; Microfractures ; Allogreffe ; Autogreffe ; Culture de chondrocytes

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Bases biologiques et histologiques | 1 |
| Généralités | 1 |
| Histologie | 2 |
| Propriétés mécaniques | 2 |
| Cicatrisation du cartilage | 2 |
| ■ Bilan clinique et imagerie | 3 |
| Évaluation fonctionnelle | 3 |
| Appréciation morphologique de la lésion préopératoire | 3 |
| Étude du terrain | 3 |
| ■ Techniques palliatives | 3 |
| Lavage articulaire | 3 |
| Techniques de stimulation ostéochondrale | 4 |
| ■ Techniques de réparation cartilagineuse | 6 |
| Allogreffes ostéochondrales | 6 |
| Greffes de périoste | 7 |
| Greffes de périchondre | 8 |
| Cultures de chondrocytes | 8 |
| Autogreffes ostéochondrales | 9 |
| ■ Résultats et comparaison des différentes techniques dans la littérature | 15 |
| ■ Indications | 16 |
| Indications selon le terrain | 16 |
| Indications selon la lésion | 16 |
| ■ Futures directions | 16 |
| ■ Conclusion | 16 |

■ Introduction

Le but des traitements des lésions du cartilage est double. Il doit faire disparaître les symptômes et prévenir une éventuelle dégradation du cartilage adjacent. Les atteintes cartilagineuses peuvent être arbitrairement séparées en deux types : soit elles surviennent lors d'un traumatisme ou d'une dystrophie dans le cadre d'une ostéochondrite et, dans ces cas, atteignent une seule surface articulaire, soit elles sont de type dégénératif et atteignent habituellement les deux surfaces d'une articulation. Les techniques de réparation dites traditionnelles regroupent les techniques orthopédiques et/ou chirurgicales qui entraînent une cicatrisation de la lésion par production de fibrocartilage ou d'un cartilage mixte. À l'opposé, il existe maintenant des techniques de régénération avec production de cartilage de type hyalin.

Après une revue des bases biologiques et de réparation spontanée, nous envisageons les techniques de réparation ou de remplacement du tissu cartilagineux. Les indications sont abordées ensuite en fonction du type d'atteinte et sont différenciées selon l'étiologie traumatique ou dégénérative.

■ Bases biologiques et histologiques

Généralités

Le cartilage articulaire adulte est un cartilage de type hyalin, différent du cartilage élastique que l'on peut trouver aux oreilles et du cartilage des extrémités tendineuse ou ligamentaire appelé fibrocartilage.

Le cartilage articulaire a deux fonctions importantes : la transmission des forces dans l'articulation et la participation à la mobilité.

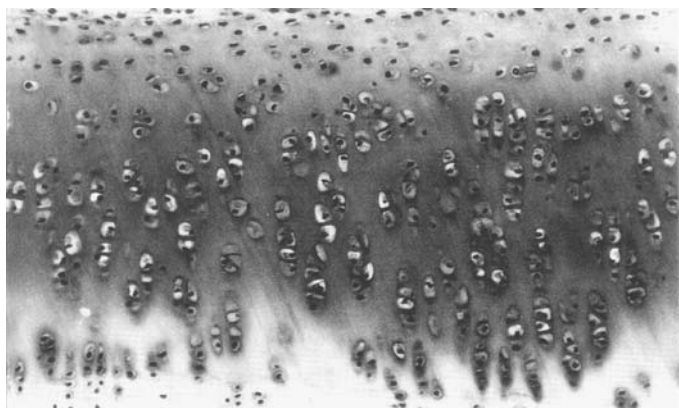


Figure 1. Histologie d'une coupe de cartilage.

Il n'y a aucun vaisseau sanguin, ni lymphatique, ni aucune terminaison nerveuse dans le cartilage. C'est l'absence de suppléance vasculaire qui empêche toute réparation spontanée cartilagineuse après une lésion, ce qui peut aboutir, à terme, à une arthrose. Le cartilage articulaire normal est composé de chondrocytes et d'un gel hydraté constituant la matrice extracellulaire.

La fonction primaire des chondrocytes est de synthétiser et de maintenir la matrice extracellulaire. Celle-ci est composée de 60 à 80 % d'eau et d'environ 20 % de macromolécules organisées en un réseau qui donne au cartilage sa structure et ses capacités mécaniques [1]. Les macromolécules sont composées d'environ 60 % de collagène. Ce collagène est du collagène de type II pour 90 à 95 % mélangé avec du collagène de type IV, IX, X et XI pour le reste. Le collagène donne au cartilage sa résistance à la déformation et permet le maintien des protéoglycanes. Les autres macromolécules représentent 20 à 35 % et sont de deux types. La molécule principale est l'agrécanne qui donne des propriétés viscoélastiques et de répartition de la charge au cartilage. L'agrécanne est composée de chaînes d'acide hyaluronique (HA) liées aux monomères de glycosaminoglycane (GaG), de chondroïtine sulfate et de kératan sulfate. Dans 15 à 20 % des cas, des protéines non collagéniques, participent à la stabilisation macromoléculaire. Il s'agit entre autres de *decorin*, *biglycan* et de *fibromodulin*.

La matrice extracellulaire et les chondrocytes sont imbriqués [2]. Il s'agit d'un processus dynamique que maintient l'hydratation de la matrice. Celle-ci protège les cellules d'agression physique comme les forces de transmission. Les chondrocytes vont produire et dégrader les macromolécules grâce aux cytokines et aux facteurs de croissance. L'activité anabolique est aussi stimulée par l'application des forces passant à travers l'articulation [3, 4].

Histologie

Histologiquement, le cartilage articulaire possède une structure très organisée que l'on trouve dans toutes les articulations. Quelle que soit l'épaisseur du cartilage, il est toujours formé de quatre couches superposées (Fig. 1, 2).

- De la surface à la profondeur, quatre couches sont décrites :
- la première couche est fine (5 à 10 % de la hauteur totale du cartilage) et assure le glissement avec le cartilage situé en face. Elle est très riche en collagène et pauvre en protéoglycanes [3] ; sa structure offre une résistance aux déchirures et aux forces en compression et permet l'isolement vis-à-vis du système immunitaire. Les chondrocytes quiescents peuvent s'activer et proliférer en cas de lésions du cartilage ;
- la deuxième couche (35 à 40 % de la hauteur totale du cartilage), dite de transition, contient moins de collagène, mais celui-ci possède des fibres de diamètre plus épaisses. La concentration en eau diminue. Les chondrocytes y sont actifs ;
- la troisième couche dite profonde (40 à 45 % de la hauteur totale du cartilage) a le taux de protéoglycanes le plus élevé,



Figure 2. Les quatre couches composant le cartilage. 1. Couche superficielle ; 2. couche transitionnelle ; 3. couche radiaire ; 4. couche calcifiée.

la concentration en eau la plus faible, et les fibres de collagène les plus épaisses. Les chondrocytes, organisés en chondrons perpendiculaires à la surface, ont une activité de synthèse dix fois supérieure à celle des chondrocytes de la couche superficielle. C'est dans cette couche que l'on trouve des fibres de collagène qui s'étendent dans la « Tidemark » qui marque le début de la zone calcifiée ;

- la dernière couche est une zone calcifiée qui permet la jonction entre le cartilage hyalin et l'os sous-chondral. L'activité métabolique y est très faible. C'est à ce niveau que peuvent se produire les lésions par cisaillement du fait de l'interface entre le cartilage souple et l'os plutôt dur.

Propriétés mécaniques

L'orientation spatiale des fibres de collagène, couplée aux propriétés des protéoglycanes, a une implication biomécanique. Le cartilage articulaire peut être modélisé comme un matériau biphasique.

Lorsqu'il n'y a pas de contrainte, il y a un passage de fluide à travers le cartilage. Lorsqu'il existe une contrainte, le cartilage est comprimé, sa raideur et sa résilience sont dépendantes de la tension des macromolécules. La perméabilité du cartilage permet de retenir les fluides dans le cartilage et d'augmenter ainsi la résistance aux chocs [3-7].

Cicatrisation du cartilage

Le cartilage articulaire possède des capacités d'autoréparation très limitées. En temps normal, les chondrocytes sont quiescents. Dans un cartilage mature, le métabolisme basal et le chimiotactisme des chondrocytes sont faibles ; ils ne lui permettent pas de réparer les lésions.

Dans les lésions superficielles, les chondrocytes peuvent s'activer et proliférer pour remodeler la surface, évitant ainsi une évolution vers la destruction du cartilage. Un tissu mixte fait de fibrocartilage et de cartilage hyalin est obtenu.

Dans les lésions de profondeur partielle, les fissures n'atteignent pas l'os sous-chondral. La réparation est de mauvaise qualité et la faible prolifération des cellules ne comble pas les fissures.

Dans les lésions profondes atteignant l'os sous-chondral, les capacités d'autoréparation sont beaucoup plus efficaces. Du fait de l'atteinte de l'os sous-chondral, il se produit un hématome. Des cellules mésenchymateuses progénitrices provenant de la moelle osseuse vont pouvoir migrer jusqu'à la lésion. Le caillot fibrineux se transforme progressivement en tissu fibroblastique et en chondrocytes. Le collagène qui prédomine initialement est de type I, créant un fibrocartilage. Le taux de collagène de type II augmente ensuite progressivement sur 24 mois pour devenir prédominant. Le cartilage formé se rapproche alors du cartilage hyalin sans jamais l'égaliser car il existe toujours un contingent de collagène de type I. Après 24 mois, le cartilage commence à se dégrader [7, 8].

Dans les lésions qui surviennent habituellement, il faut distinguer les atteintes traumatiques ou microtraumatiques des atteintes dites dégénératives. Tous les traitements proposés ne peuvent pas être utilisés dans toutes les situations et, dans le chapitre « Indications », nous reviendrons sur cette subdivision.

■ Bilan clinique et imagerie

C'est la première étape de ce choix thérapeutique. Il s'agit d'une évaluation à la fois fonctionnelle et morphologique que l'on trouve dans la fiche de l'International Cartilage Repair Society (ICRS) [9] pour le genou, modifiée et adaptée au dôme talien pour la cheville, les traitements locaux des lésions chondrales aux autres articulations (hanche, coude et épaule) étant plus anecdotiques et non encore validés.

Évaluation fonctionnelle

Elle porte classiquement sur la douleur, la mobilité et la marche pour le membre inférieur (la douleur, la mobilité et la force de préhension ou de soulèvement pour le membre supérieur). Cette évaluation chiffrée est relative par rapport au côté opposé supposé sain intéressant par exemple :

- l'échelle visuelle analogique de la douleur ;
- l'évaluation subjective du genou lésé en pourcentage par rapport au genou sain ;
- le niveau d'activité du patient avant l'accident, avant et après le traitement ;
- l'état fonctionnel subjectif (normal, presque normal, limité, très limité) avant l'accident, avant et après le traitement ;
- les amplitudes articulaires pour la cheville ;
- les items de la fiche IKDC [10] pour le genou.

Cette évaluation permet à la fois de quantifier la gêne fonctionnelle préopératoire et d'évaluer le résultat postopératoire.

Appréciation morphologique de la lésion préopératoire

Elle est radiologique, repose peu sur les radiographies simples qui ne sont significatives qu'en cas d'atteinte de l'os sous-chondral, mais surtout sur l'arthroscanner, l'arthro-imagerie par résonance magnétique (IRM).

L'arthroscanner est performant pour réaliser une cartographie lésionnelle (images en addition), et particulièrement intéressant selon Daenen [11] pour explorer les lésions de grade III en coupes millimétriques jointives mais aussi pour identifier les méplats des stades II ou les fissures. Ses inconvénients majeurs sont son caractère invasif et l'irradiation qui rend son utilisation discutable dans le suivi répété pour apprécier l'évolution de ces lésions.

L'IRM est plus complexe. On peut obtenir des images de qualité avec des appareils performants, ou en utilisant des incidences et des séquences adaptées et si l'examen est bien orienté. Si le diagnostic topographique et lésionnel est aisé pour les lésions chirurgicalement réparables, c'est-à-dire de grade III et IV, il est plus difficile pour les stades I et II, bien qu'il soit facilité par la présence d'un éventuel épanchement articulaire [12]. En revanche, l'évolution des machines doit permettre, dans un proche avenir, d'effectuer de manière fiable et reproductible le suivi de l'intégration des greffes ostéo-chondrales, et d'apprécier l'épaisseur et le volume du cartilage.

Enfin, cette évaluation peut être arthroscopique, notamment dans le cadre des greffes de chondrocytes où cela représente le premier des deux temps de la technique (prélèvement de cartilage en vue de sa mise en culture).

La connaissance de la profondeur de la lésion est intéressante car l'espoir d'une stabilisation ou d'une pseudocicatrisation en dépend [8].

Étude du terrain

Elle est fondamentale car l'évolution spontanée de la lésion et le résultat d'une éventuelle réparation chirurgicale en dépendent.

Il faut apprécier :

- le poids, les activités physiques sportives et professionnelles actuelles et souhaitées du patient, et naturellement le morphotype du membre qui peut être mécaniquement favorable ou défavorable selon la localisation de la lésion (par exemple un genu valgum peut être favorable en cas de lésion du condyle médial) ;
- la stabilité articulaire qui doit être appréciée cliniquement mais aussi radiologiquement avec la présence ou non d'une laxité car celle-ci représente un facteur connu de dégradation cartilagineuse ;
- l'âge qui est également un facteur limitant, arbitrairement fixé à 50 ans mais corroboré par les résultats des techniques de réparation qui sont moins bons au-delà de cet âge.

■ Techniques palliatives

Lavage articulaire

Principes

Le mécanisme d'action du lavage articulaire lors d'une atteinte cartilagineuse n'est pas très clair. Récemment, plusieurs auteurs [13, 14] ont suggéré que le lavage avait pour but de retirer « mécaniquement » les cytokines (interleukine 1 [IL-1], *tumor necrosis factor b* [TNF-b]) et les métalloprotéases de l'articulation, ainsi que les produits de dégradation du cartilage, les débris cartilagineux ou les cristaux de pyrophosphate de calcium irritant la synoviale. Dans les stades précoces, l'ablation de telles enzymes permet aux chondrocytes de réguler leurs activités biologiques. D'autres mécanismes comme la distension capsulaire ont été invoqués pour expliquer l'effet bénéfique symptomatique du lavage. Le renouvellement du liquide synovial peut influencer l'élasticité du cartilage hyalin en changeant les rapports entre protéoglycans et sodium et favoriser une augmentation de la perméabilité du cartilage. Lorsque le cartilage a complètement disparu et qu'il existe un contact os-os, l'effet bénéfique du lavage articulaire est minime.

Le lavage articulaire a un effet symptomatique réel mais transitoire, de quelques mois à 1 an ; il peut être éventuellement répété [13].

Cependant, par son efficacité transitoire, le lavage articulaire apparaît avant tout comme un traitement de la gonarthrose en poussée, avec épanchement chronique résistant aux infiltrations de corticoïdes, sans signe clinique de dérangement mécanique intra-articulaire (pas d'accrochages, pas de douleurs brèves et brutales « en éclairs »).

Réalisation

Techniquement, le lavage articulaire peut se faire de deux manières.

Lavage à l'aiguille (Fig. 3)

Toutes les grosses articulations comme le genou, l'épaule, le coude, la cheville, exceptionnellement la hanche peuvent être accessibles à un lavage à l'aiguille. Le geste a lieu le plus souvent en ambulatoire. L'anesthésie est locale. Pour le genou, le malade est installé en décubitus dorsal, les deux jambes en légère rotation interne pour que le plan des rotules soit horizontal.



Figure 3. Lavage à l'aiguille.

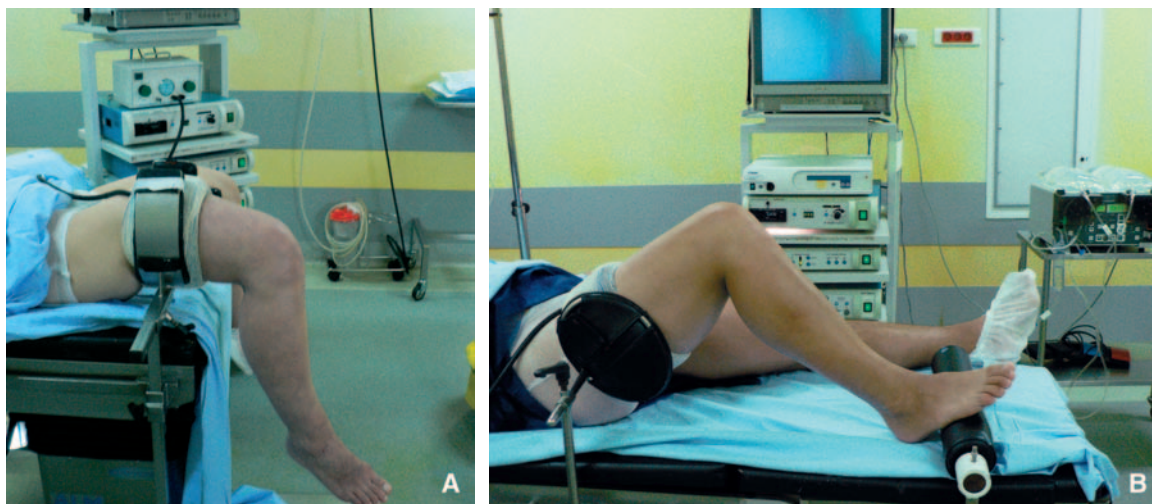


Figure 4. Installation lors d'une arthroscopie.
A. Jambe pendante dans un étau.
B. Jambe installée sur une table ordinaire.

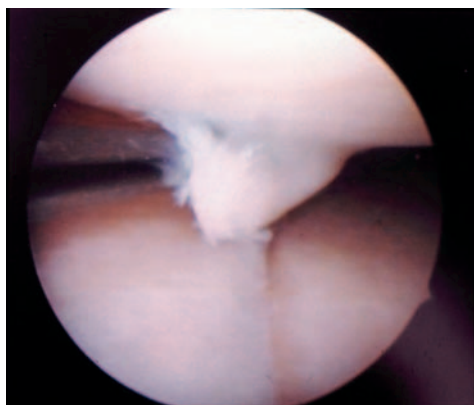


Figure 5. Exemple de chondrectomie par résection d'un clapet cartilagineux.

Deux voies d'abord sont utilisées en pratique : la voie supérolatérale et la voie inférolatérale. On commence par la voie supérolatérale en anesthésiant progressivement les plans cutanés, sous-cutanés et profonds. Dans un premier temps, l'aiguille supérieure est introduite dans le cul-de-sac sous-quadriceps, puis connectée à la tubulure, elle-même reliée à une poche de 1 à 2 l de sérum physiologique. On laisse gonfler le genou, ce qui décolle la rotule et permet de mettre en place sans difficulté la seconde aiguille. La bonne mise en place est confirmée par l'écoulement du sérum physiologique.

Lavage lors d'une arthroscopie (Fig. 4)

Technique. Elle est standardisée et se fait de manière concomitante lors de la réalisation du geste. Le lecteur peut se référer à la technique d'arthroscopie [15].

Le patient est placé en décubitus dorsal, soit la jambe pendante et la cuisse maintenue dans un étau, soit la jambe librement installée sur une table avec un appui latéral sur la cuisse et un appui sous les orteils permettant de tenir le genou à un degré de flexion prédéterminé. Un garrot est systématiquement mis en place à la racine de la cuisse et peut être utilisé au besoin. L'injection de sérum physiologique se fait soit par gravité, c'est le cas le plus fréquent, soit à l'aide d'une arthropompe. Plusieurs portes d'entrée sont utilisées : les portes d'entrée habituelle antéromédiane et antérolatérale. Des voies supérieures latérale et médiale peuvent être utilisées pour permettre un lavage efficace et permanent durant l'intervention. D'autres voies postérieures médiales et/ou latérales sont aussi recommandées en cas d'atteinte postérieure.

Gestes associés. Lors d'une arthroscopie-lavage, divers traitements peuvent être associés à la demande en fonction des lésions rencontrées.

Chondrectomie ou shaving (Fig. 5). L'excision d'un clapet cartilagineux se fait à l'aide d'une pince-basket et peut être

complétée par des instruments motorisés. Il faut enlever uniquement la partie mobile du clapet cartilagineux. L'excision d'un clapet cartilagineux post-traumatique est certainement plus bénéfique que la chondrectomie sur une chondropathie dégénérative.

Ménisectomie. Pour la technique opératoire, le lecteur peut se référer à la technique décrite dans l'EMC [16]. Lorsqu'une arthroscopie est proposée pour une atteinte méniscale sur un genou arthrosique, les conclusions fondées sur la revue de la littérature peuvent s'établir ainsi [17].

“ Points importants

Il faut savoir limiter le geste à l'ablation isolée d'une languette méniscale instable.

Les patients ayant un antécédent traumatique et une symptomatologie de douleurs brèves et brutales peuvent espérer voir une amélioration après l'arthroscopie.

La présence d'une atteinte cartilagineuse dégénérative importante est un facteur péjoratif pour le résultat final.

La présence d'une déviation axiale importante associée à une longue histoire de douleurs ne doit pas conduire à une arthroscopie.

Synovectomie. Pour la technique opératoire, il faut se référer à l'EMC [18]. La synovectomie antérieure est rarement pratiquée à titre isolé dans une atteinte cartilagineuse. La synovectomie d'une synovite inflammatoire n'est pas un geste anodin et peut être responsable d'une hémiarthrose postopératoire. Le plus souvent, il s'agit de synovectomie très partielle avec une résection de franges synoviales.

Techniques de stimulation ostéocondrale

Ces différentes techniques cherchent à produire une réparation fibrocartilagineuse en exposant l'os sous-chondral tout en produisant un caillot de fibrine. Les cellules mésenchymateuses indifférenciées vont se multiplier et peuvent, en fonction de facteurs locaux et de facteurs mécaniques, se différencier en cartilage ou en os. Cependant, le cartilage « reconstitué » est très loin du cartilage hyalin et il s'agit d'un fibrocartilage constitué de collagène de type II très fragile. Ces techniques ont d'abord été décrites pour le traitement des pertes de substance cartilagineuse post-traumatique et n'ont été utilisées que plus tardivement pour le traitement des lésions cartilagineuses dégénératives.

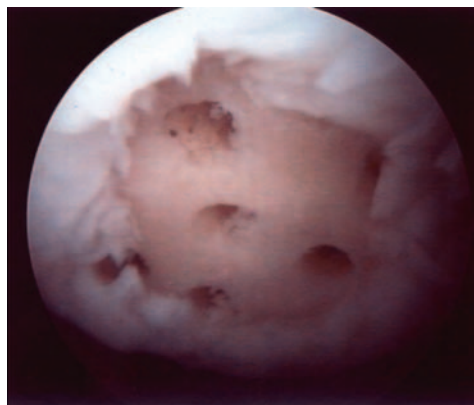


Figure 6. Perforations de Pridie, vue arthroscopique.

Perforations de l'os sous-chondral selon Pridie (Fig. 6)

Technique opératoire

Pridie [19] a décrit sa technique de perforation de l'os sous-chondral en 1956 à l'aide d'une broche de Kirschner. Les perforations se font sous arthroscopie à l'aide de broches de Kirschner de 18 ou 20/10° de millimètre introduites à l'aide d'un moteur. Les perforations se font après avoir nettoyé la région dépourvue de cartilage. Les broches de Kirschner doivent perforer l'os sous-chondral. Une des difficultés de cette technique est que la broche doit être perpendiculaire à la surface osseuse si bien que certaines régions sont difficiles d'accès comme la partie postérieure des condyles ou des plateaux tibiaux. Cette technique est inutilisable pour la surface articulaire de la rotule. Les patients sont autorisés à prendre appui immédiatement après cette intervention.

Résultats

Les études animales ont confirmé les travaux de Pridie : Mitchell et Shepard [20] ont montré que la stimulation de l'os sous-chondral aboutissait à une restauration d'une surface importante à partir du point d'entrée des broches. Il s'agit d'un tissu de régénération de type fibrocartilage avec une concentration en protéoglycane inférieure à celle du cartilage normal. La profondeur de la perforation reste très discutée dans la littérature. En effet, Hjertquist et Lemberg [21] montrent que la stimulation cartilagineuse n'est possible que si la perforation reste superficielle avec une corticale intacte.

Cette technique est encore très souvent pratiquée et facile à réaliser sous arthroscopie. Dans une étude faite par Tipett [22], le groupe de patients qui a bénéficié d'une ostéotomie tibiale associée à des perforations de Pridie a un résultat meilleur que le groupe qui n'a bénéficié que d'une ostéotomie seule.

Abrasion arthroplastique (Fig. 7)

Technique opératoire

Cette technique très agressive a été défendue depuis 1979 par Johnson [23]. La fraise motorisée doit réaliser des sillons parallèles dans l'os sous-chondral de la perte de substance cartilagineuse. La technique s'effectue sous arthroscopie et nécessite l'utilisation d'une fraise motorisée pour réaliser des sillons parallèles de faible profondeur dans l'os sous-chondral, permettant cependant le saignement lors de la levée du garrot. Dans les suites opératoires, l'auteur recommandait un rodage articulaire avec une mobilisation active aidée sans appui pendant 45 jours.

Résultats

Johnson [23] constatait, dans une étude rétrospective non contrôlée sur 423 cas, un taux de 16 % de réopérations après 5 ans. Les patients étaient sans appui pendant 2 mois. Cet auteur notait l'existence d'un fibrocartilage avec un petit pourcentage de collagène de type II.

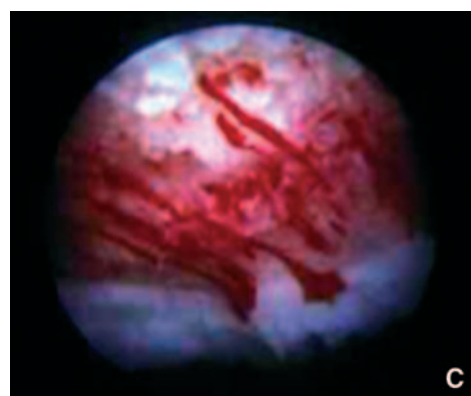
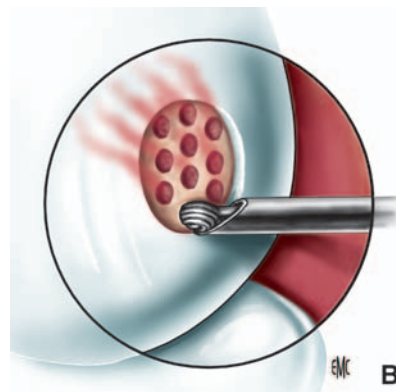
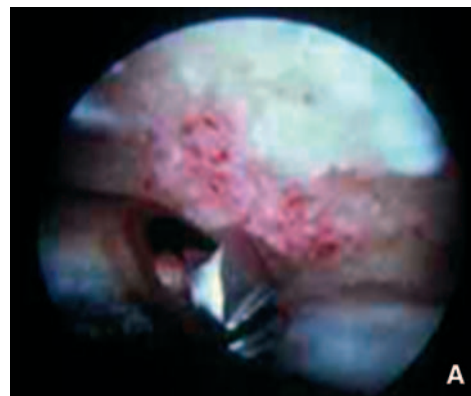


Figure 7. Abrasion arthroplastique.

A. Vue arthroscopique d'une fraise motorisée.

B. Vue des sillons parallèles sur la surface cruantée.

C. Aspect en fin d'intervention après levée de garrot.

Singh [24], dans une étude rétrospective non contrôlée sur 52 genoux avec un recul de 3 à 27 mois, soulignait que pour 51 % des patients, leur état s'améliorait, pour 23 % il restait inchangé et que pour 26 %, il s'aggravait. Bert et Maschka [25] ont publié une série avec un recul de 5 ans comparant l'abrasion arthroscopique au débridement sous arthroscopie. Dans le groupe des abrasions arthroscopiques (59 patients), 33 % des patients ont eu un mauvais résultat et dix patients présentaient un moins bon état qu'avant l'intervention. Dans le groupe des débridements (67 patients), 21 % des patients avaient un mauvais résultat et 12 patients présentaient un moins bon état qu'avant. Friedman et al. [26] ont publié sur une série de 73 patients avec un recul de 12 mois : 60 % des patients ont vu leur état s'améliorer, 34 % ne notaient aucun changement et 6 % présentaient un moins bon état qu'avant l'intervention.

Microfractures (Fig. 8)

Technique opératoire

Steadman [27, 28] a décrit cette technique en 1994. Les lésions doivent être, dans un premier temps, « débridées » à la curette ou avec un instrument motorisé de façon à s'affranchir de tout

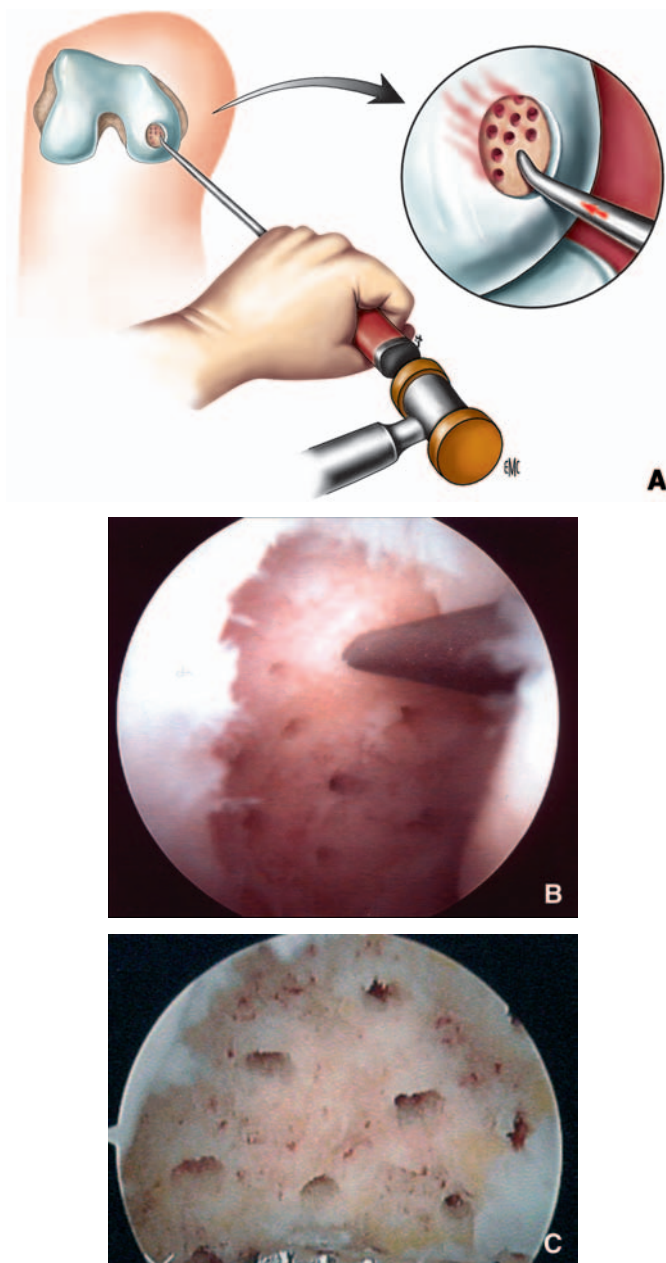


Figure 8. Microfractures.

A. Vue arthroscopique d'un pic.

B. Vue des perforations sur la surface cruantée.

C. Aspect en fin d'intervention après levée de garrot.

fragment cartilagineux libre jusqu'à l'os sous-chondral. Il faut obtenir une lésion avec des bords nets. Puis les perforations sont réalisées avec un poinçon ; plusieurs angulations sont utilisables. La lame sous-chondrale doit être perforée tous les 2 à 3 mm ; la profondeur des perforations doit se faire sur 3 à 4 mm de profondeur. L'utilisation d'un poinçon repose sur l'idée d'éviter tout dommage thermique à l'os sous-chondral.

Dans les suites opératoires, une mobilisation immédiate est instituée sur arthromoteur. La reprise de l'appui est effectuée 8 semaines après l'intervention. Le but de la mise en décharge est de protéger le caillot et de permettre la prolifération, la différenciation des cellules souches et enfin d'engendrer une maturation du cartilage en un tissu durable.

Résultats

L'auteur [27] a montré, dans une étude prospective non contrôlée sur 298 cas avec un recul moyen de 7 ans, que 75 % des patients ont vu une amélioration de leur état, 20 % sont restés inchangés et 5 % ont vu leur état s'aggraver. Les patients font, en postopératoire, 6 à 8 heures par jour de rodage articulaire sur arthromoteur. L'auteur constate, dans 77 cas, lors

d'une biopsie au cours d'une seconde arthroscopie, un mélange de cartilage hyalin et de fibrocartilage, avec des chondrocytes viables.

Passler [29] a montré, dans une étude rétrospective non contrôlée sur 351 cas (dont 46 % avaient répondu à un questionnaire) avec un recul de 4,4 ans, que 78 % des patients présentaient une amélioration fonctionnelle, 18 % restaient inchangés et 4 % étaient aggravés.

McGinley [30] dans une série de 191 patients candidats pour la mise en place d'une prothèse totale, note que seul un quart des patients tiraient profit d'une arthroscopie.

Aichroth et Patel [31], dans une étude rétrospective non contrôlée de 254 cas avec un recul de 44 mois, relatent 18 % d'excellents résultats, 57 % de bons résultats, 15 % de résultats moyens et 10 % de résultats mauvais.

Gobbi [32] en 2005, sur une étude prospective, rapporte une série de 53 patients avec un recul de 6 ans : le score IKDC subjectif est de 70/100. L'indolence est trouvée chez 62 % des patients. Cependant, 80 % des patients ont diminué leur niveau d'activité sportive ; 10 % d'échecs sont à déplorer.

Mithoefer et al. [33], en 2005, rapportent les résultats d'une étude prospective sur 58 patients au recul moyen de 41 plus ou moins 7 mois avec un minimum de 24 mois. Tous les patients ont des lésions de stade III ou IV au niveau fémoral. L'évaluation subjective est faite sur l'échelle SF 36, le score IKDC et le score genou établi par Irrgang [34]. Une IRM est faite chez 24 patients. Au dernier recul, 32 (67 %) patients ont un bon ou un excellent résultat, 12 (25 %) ont un résultat moyen et 4 (8 %) ont un mauvais résultat. Il y a une amélioration significative des scores subjectifs. Les IRM postopératoires montrent une augmentation de signal de l'os sous-chondral sur 22 patients (92 %). Avec cet examen, la réparation cartilagineuse est considérée comme bonne dans 67 à 100 % des cas. Cependant, les auteurs notent une diminution significative des scores subjectifs à 24 mois postopératoires pour les patients ayant une « réparation cartilagineuse » qualifiée de médiocre. Deux patients ont eu une dégradation fonctionnelle malgré une réparation qualifiée de modérée. Enfin, trois patients ont eu une dégradation malgré une réparation jugée bonne. *L'un des critères qui favorisent une bonne réparation cartilagineuse semble être un index de masse corporelle bas.* La persistance d'un hiatus entre la zone réparée et le cartilage adjacent sain n'est pas péjorative et n'entraîne pas de chute du niveau fonctionnel. Le délai préchirurgical influence de manière significative le résultat. Plus ce délai dépasse 20 mois et plus le résultat est péjoratif. *Il existe enfin une tendance aux bons résultats lorsque les patients ont moins de 30 ans au moment du traitement.*

De nombreux auteurs [35-40] insistent sur deux facteurs péjoratifs : l'importance des lésions cartilagineuses érosives et le facteur temps. Après 2-3 ans, les résultats se dégradent. Ces résultats se dégradent lorsqu'il n'existe pas de cicatrisation de la zone défectueuse. Il faut certainement réserver cette technique aux patients maigres, avec un délai accident-chirurgical court.

■ Techniques de réparation cartilagineuse

Allogreffes ostéocondrales (Fig. 9)

Principes

La première utilisation des allogreffes ostéocondrales remonte aux travaux de Lexer en 1908. Un fragment ostéocondral est prélevé sur un cadavre dans des conditions aseptiques strictes, en général moins de 12 heures après la mort. Le fragment est alors congelé. Il n'y a besoin d'aucune concordance immunologique. La lésion est préparée par un débridement jusqu'à l'os sous-chondral saignant. Le fragment est ensuite apposé sur ce sous-sol saignant. Gross [41] a obtenu une évaluation fonctionnelle satisfaisante sur neuf cas d'allogreffes ostéocondrales. Les allogreffes fraîches semblent donner de meilleurs résultats car la congélation ne permet pas une bonne viabilité des chondrocytes.

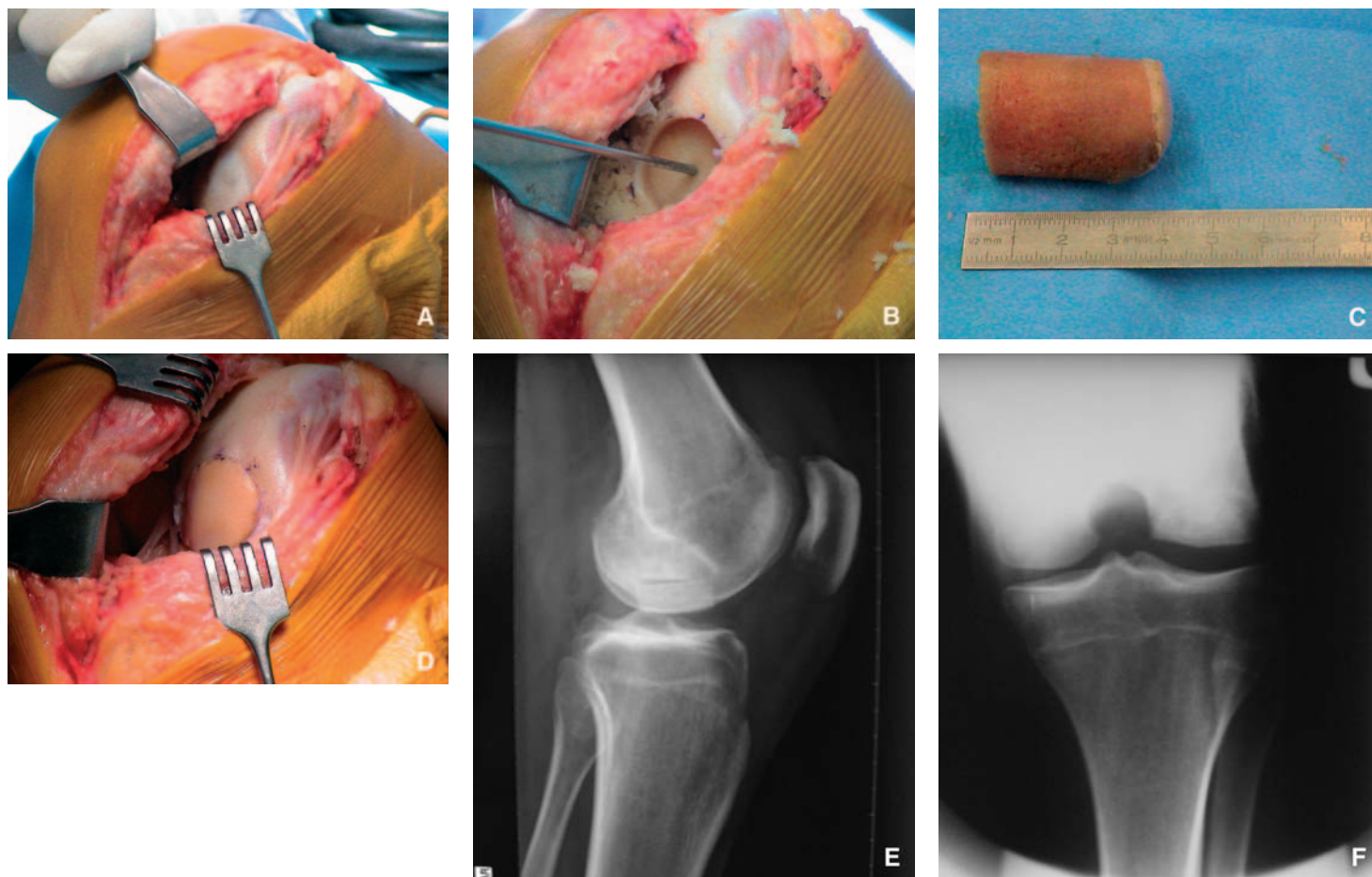


Figure 9. Allogreffes ostéocartilagineuses.

- A.** Vue de la lésion par arthrotomie.
- B.** Vue de la préparation après forage.
- C.** Vue de la greffe avant impaction.
- D.** Vue de la greffe impactée.
- E.** Aspect radiographique de face.
- F.** Aspect radiographique de profil.

Actuellement, les allogreffes ostéochondrales sont utilisées de manière courante dans des greffes plus petites qu'auparavant et l'on peut même réaliser des greffes en *mosaic plasty*. Cependant, comme nous l'avons dit, les prélèvements et l'implantation doivent être faits dans les 12 heures, ce qui limite leur utilisation en France.

Les différents travaux de Gross et al. [42, 43] permettent de constater que les allogreffes fraîches peuvent être utilisées dans les cas de fractures ou pseudarthroses importantes du condyle ou du tibia. Ces allogreffes se font avec un réaligement de l'axe du membre inférieur avec des ostéotomies tibiale ou fémorale. Dans un article récent [44], l'étude des courbes de survie met en évidence une greffe encore présente dans 95 % à 5 ans, 80 % à 10 ans et 65 % à 15 ans.

Technique opératoire

La greffe se fait généralement pour des pertes de substance importantes et nécessite donc le recours à une arthrotomie. Nous allons prendre le cas d'une allogreffe condylienne médiale en *mosaic plasty*.

Le patient est installé en décubitus dorsal, un garrot à la racine du membre. L'incision permet une arthrotomie parapatellaire médiale. Le genou est fléchi ou étendu jusqu'à une parfaite exposition de la lésion (Fig. 9A). Puis, la lésion est débridée et on détermine sa taille exacte. Actuellement, il existe sur le marché des ancillaires permettant de faire ce type d'intervention à partir d'une broche de Kirschner fichée au centre de la lésion (Fig. 9B). Puis des fraises circulaires sont introduites au centre de cette broche permettant de forer un puits receveur sur 6 à 10 mm de profondeur. Le diamètre de la

greffe est adapté au diamètre de la perte de substance. Puis la greffe est préparée à l'aide d'un ancillaire permettant de découper une pastille ostéochondrale de dimension identique à la zone receveuse (Fig. 9C). La greffe est ensuite impactée dans le condyle médial. La tenue se fait par effet de coin et ne nécessite habituellement aucun moyen de fixation externe (Fig. 9D). La fermeture de l'arthrotomie est tout à fait classique. Les suites opératoires comprennent un rodage articulaire immédiat sans appui pendant 45 jours (Fig. 9E, F).

Cette technique peut se faire avec greffe massive d'un condyle ou d'un plateau tibial entier. Dans ce cas, les différents auteurs [42, 43] recommandent la pratique systématique d'une ostéotomie tibiale ou fémorale en fonction de la déformation préopératoire.

Greffes de périoste

Technique opératoire

Un lambeau périosté légèrement supérieur à la surface lésionnelle est prélevé au niveau de la face interne du tibia en emportant sa couche profonde. Il est ensuite plaqué sur la lésion en plaçant sa face superficielle du côté du receveur. On pratique si besoin des tunnels dans la base osseuse pour avoir des points de fixation du lambeau libre. Une mobilisation passive est indispensable en postopératoire.

Résultats

La greffe périostée (Fig. 10) est connue depuis 1940. Rubak [45] a montré, en 1982, que cette méthode produit une néocondrogenèse riche en collagène de type II chez le lapin.

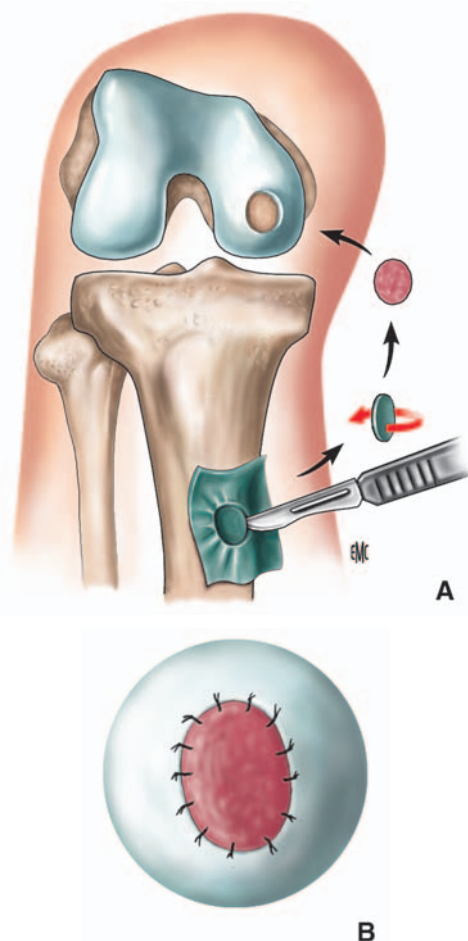


Figure 10. Greffe périostée.

A. Schéma de prélèvement de la greffe périostée.

B. Schéma de mise en place de la greffe périostée.

Hoikka [46] rapporte 13 cas de réparation rotulienne à 4 ans de recul avec huit bons résultats, quatre moyens et un échec. Ritsila [47] a revu la même série à 13 ans de recul avec huit résultats moyens et cinq mauvais. Alfredson [48] rapporte 57 cas de reconstruction rotulienne avec 76 % de bons et très bons résultats, 19 % de moyens et 5 % de mauvais résultats. Il observe quatre dégradations secondaires. Les biopsies montrent un cartilage presque hyalin.

Deux inconvénients hypothèquent les possibilités de réparation : d'une part, il existe un risque de calcification du cartilage à moyen terme probablement dû à la présence de collagène de type X et d'autre part, la densité de cellules progénitrices diminue très rapidement avec l'âge.

Certains auteurs [49] ont donc abandonné ces greffes périostées en raison de ce risque d'ossification tardive qui conduit à une dégradation secondaire des résultats.

Greffes de périchondre

La greffe de périchondre (Fig. 11) a été introduite par Homminga en 1990 [50]. Le lambeau est prélevé sur la portion cartilagineuse des dernières côtes en emportant la couche profonde. Le prélèvement est alors adapté à la zone receveuse. Homminga [50] obtient de bons résultats cliniques à propos de 25 patients à 1 an bien que peu de cartilage hyalin ait été observé. En revanche, à 4 ans de recul, les résultats sur 88 patients sont décevants : 55 % de mauvais résultats, 8 % de moyens et seulement 38 % de bons et excellents résultats. Il existe, là aussi, un risque de calcification endochondrale qui peut se développer dès le premier mois postopératoire mais aussi un risque de délaminage du cartilage, d'un arrachement de lambeau ou d'une croissance du tissu conjonctif. La technique est enfin plus difficile que la greffe périostée.

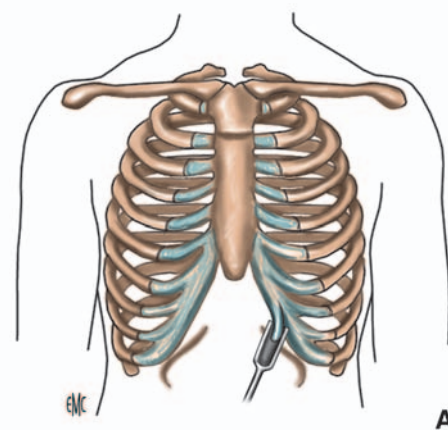


Figure 11. Greffe de périchondre.

A. Prélèvement de la greffe de périchondre.

B. Mise en place de la greffe de périchondre.

Cultures de chondrocytes

La transplantation de chondrocytes autologues s'est développée depuis 1987 (Fig. 12). Brittberg et al. [51] ont publié les premiers résultats cliniques en 1994.

Technique opératoire

L'intervention se déroule en trois temps. Un prélèvement de cartilage sain est d'abord effectué sur une zone non portante du condyle médial ou de l'échancrure intercondylienne. Ce prélèvement est au mieux fait sous arthroscopie. Celle-ci permet un prélèvement de cartilage en quantité importante. Elle permet également de faire le point sur la zone de condyle dépourvue de cartilage. Après un conditionnement stérile, le prélèvement est confié au laboratoire de culture cellulaire agréé. Les chondrocytes sont séparés de leur matrice par digestion enzymatique. Ces chondrocytes sont instables sur le plan phénotypique et vont se différencier en prenant l'apparence de fibroblastes capables de synthétiser des fibres de collagène de type I et III, et des protéoglycanes. La troisième étape est l'implantation de la culture par arthrotomie. L'arthrotomie est habituellement pararotulienne médiale ou latérale. La lésion est débridée jusqu'à l'os sous-chondral. Un lambeau de périoste est prélevé sur la face interne du tibia puis il est suturé de manière la plus étanche possible. Il est scellé avec une colle à fibrine sur la lésion. La culture est alors injectée sous le lambeau de périoste. La rééducation nécessite une mobilisation passive puis une reprise progressive de l'appui dès la 6^e semaine. Une variante de la technique consiste à ne pas cultiver les chondrocytes librement mais dans une matrice tridimensionnelle avec, si besoin, l'adjonction de facteurs de croissance *insuline-like growth factor 1* (IGF-1). Cela permet aux chondrocytes de garder une structure histologique stable, la matrice se résorbant spontanément une fois implantée.

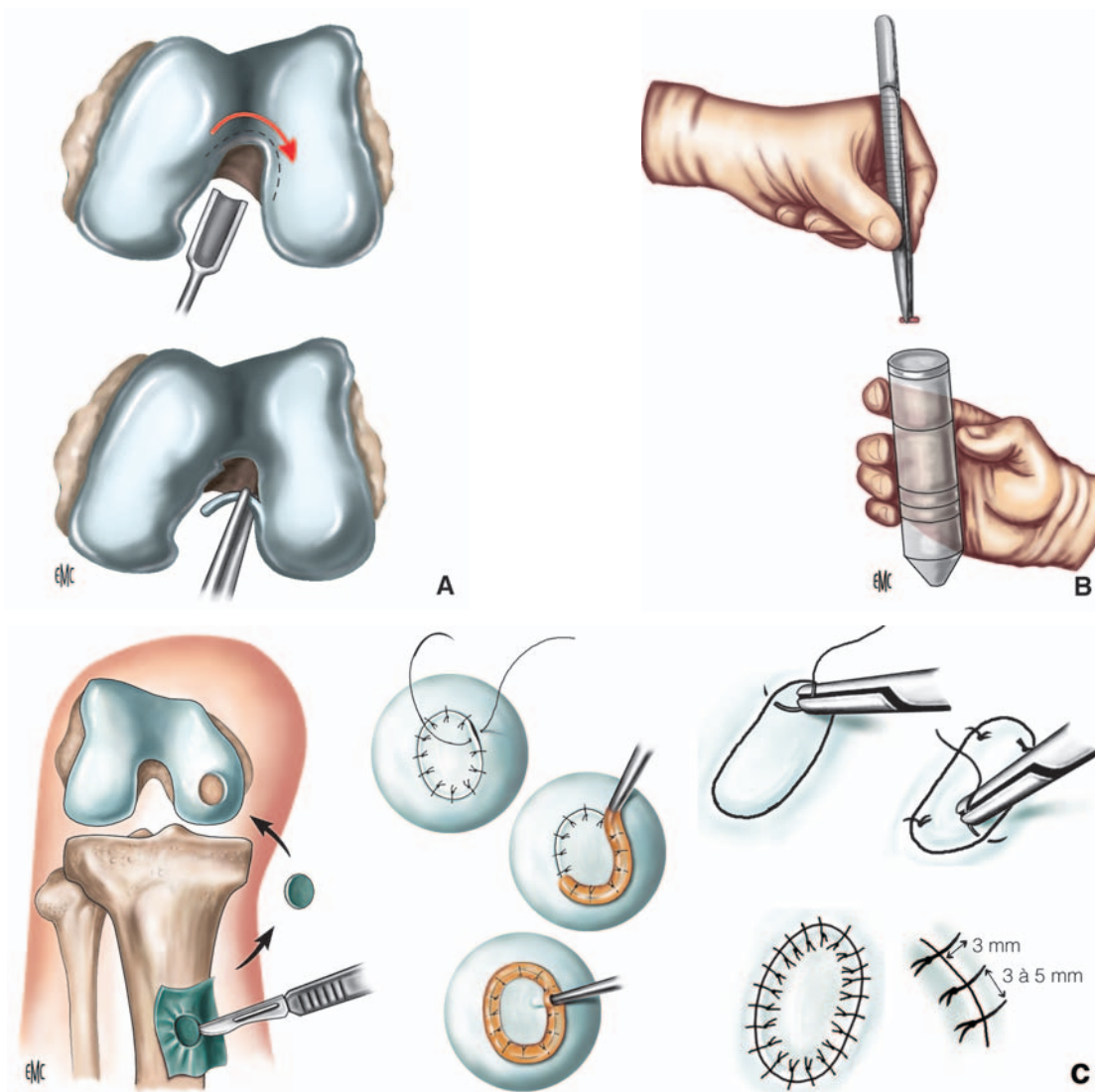


Figure 12. Détails de la technique de transplantation de chondrocytes.

A. Prélèvement de cartilage sain sous arthroscopie.

B. Culture cellulaire.

C. Implantation de la greffe cartilagineuse.

Résultats

On estime à 10 000 le nombre de greffes faites. Les résultats sont issus des séries suédoises dont le suivi comporte peu de perdus de vue. Entre 5 et 10 ans, les résultats sont tout à fait encourageants et se maintiennent. Des biopsies ont été effectuées avec confirmation du phénotype « *hyaline-like* ».

Micheli et al. [52] rapportent une série de 50 patients au recul minimum de 36 mois et notent une augmentation de 5 points sur le score de Cincinnati modifié ; 84 % des patients ont une augmentation de leur fonction, 2 % sont inchangés et 13 % disent que leur fonction s'est dégradée. Peterson et al. [53] ont publié leur résultat sur 94 patients avec un recul compris entre 2 et 9 ans. Les résultats varient en fonction de la localisation des defects : pour la rotule, les résultats sont bons dans 62 % et peuvent augmenter à 85 % si une médialisation de la tubérosité tibiale antérieure est associée. Pour les lésions condyliennes, 92 % de bons résultats sont annoncés. Les ostéochondrites condyliennes semblent une bonne indication puisque les résultats sont bons 16 fois sur 18 patients. Les biopsies montrent un tissu « *hyaline-like* » avec du collagène de type II en immunohistochimie. Dans 10 à 15 % des cas, les biopsies ont montré une réponse exagérée.

À long terme, Petersen et al. [54] rapportent une série de 61 patients au recul moyen de 7,4 ans. Les résultats sont bons

dans 81 % des cas à 2 ans de recul et 83 % à 5-11 ans. Les échecs sont de 16 % et apparaissent dans les deux premières années.

Cole et al. [55] rapportent une série de 103 pertes de substance sur 83 patients évalués avec le score de Cincinnati, IKDC, Tegner, Lysholm et la SF-12. Tous les scores s'améliorent de manière significative chez 30 patients au recul minimum de 2 ans ; 79,3 % des patients s'estiment améliorés.

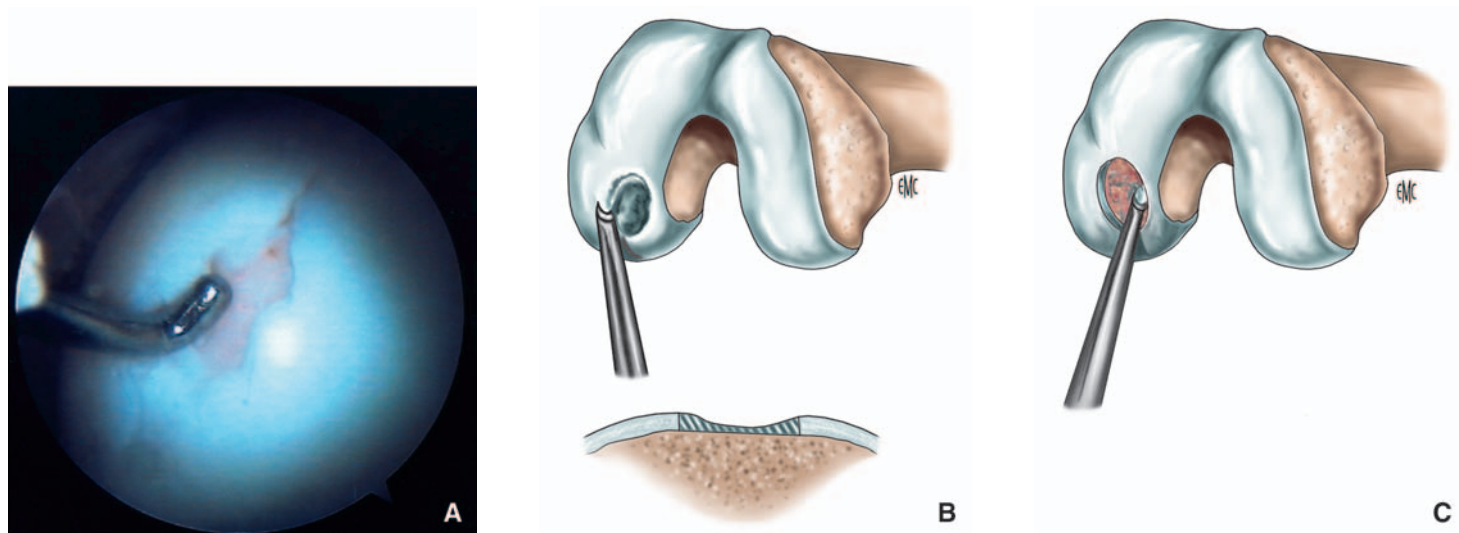
Futures directions

L'implantation arthroscopique est de plus en plus développée. Elle nécessite l'utilisation de polymère de 2 mm d'épaisseur avec une culture de chondrocytes autologues dans un gel de fibrine.

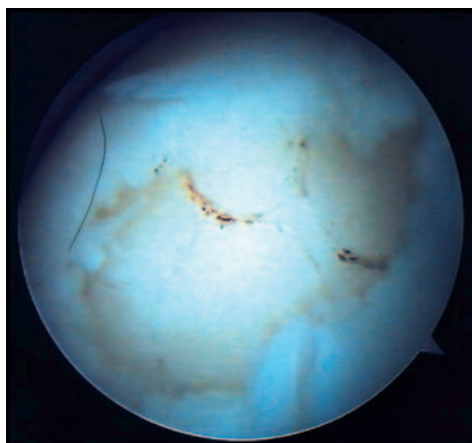
Dans le futur, des développements de ce type d'implant et munis de cellules allogéniques doivent pouvoir éviter la première étape de prélèvement du cartilage.

Autogreffes ostéochondrales

Le premier cas de greffe autologue ostéochondrale sur un genou humain fut publié en 1985 par Yamashita [56]. Il s'agissait d'un seul bloc ostéochondral fixé par deux petites vis sur une large lésion d'ostéochondrite disséquante. En 1993, Matsusue [57] publie la première série clinique de transplantation par arthroscopie de multiples fragments ostéochondraux sur des genoux.

**Figure 13.**

- A.** Technique d'autogreffe ostéocartilagineuse au niveau du genou.
B. Débridement de la perte de substance cartilagineuse.
C. Les bords de celle-ci sont coupés à angle droit sans laisser de cartilage décollé.

**Figure 14.** Avivement de l'os sous-chondral jusqu'en zone saine.

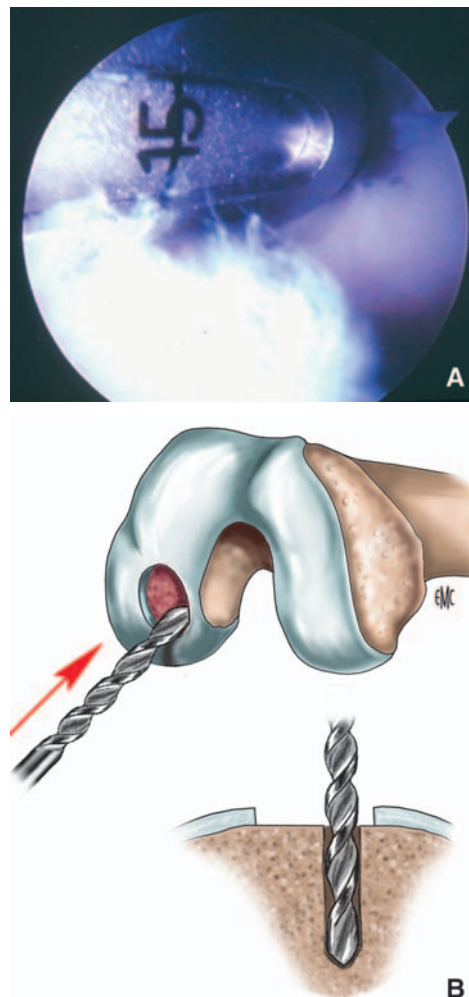
La technique en *mosaic plasty* fut développée en Hongrie par Hangody [58] au début des années 1990. Elle fut d'abord appliquée chez le chien en 1991 puis chez l'homme en 1992.

Technique opératoire [59-61]

Genou

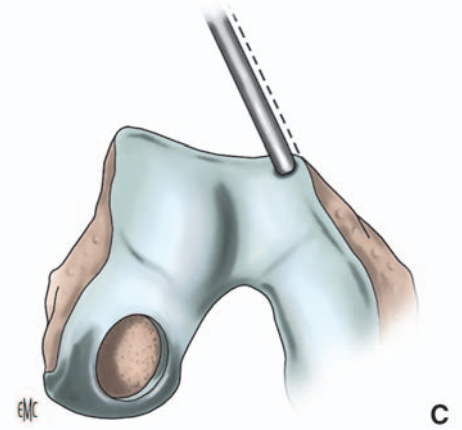
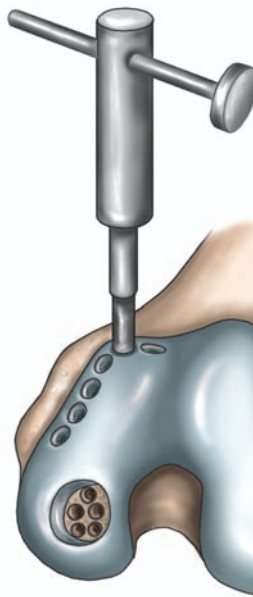
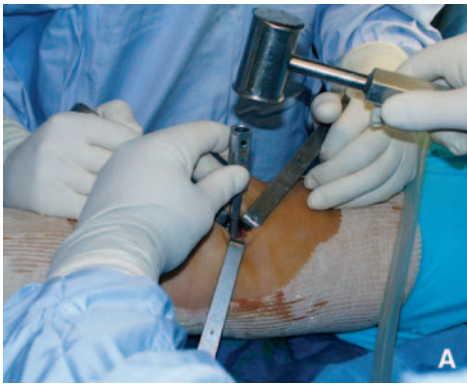
Nous prenons comme description la technique princeps, celle concernant la greffe d'une perte de substance cartilagineuse d'un condyle fémoral. L'intervention peut être menée par arthrotomie ou par arthroscopie.

Technique par arthrotomie. La voie d'abord est parapatellaire interne ou externe en fonction du siège de la lésion condylienne. Le premier temps consiste, avec l'aide d'une curette ou d'un bistouri, à régulariser les bords cartilagineux de la perte de substance, à angle droit jusqu'au cartilage hyalin sain (Fig. 13). Le plancher de la lésion est ensuite avivé jusqu'à obtenir une surface sous-chondrale saignante (Fig. 14), ce qui favorise la production de fibrocartilage entre les greffes. Sous contrôle visuel, le forage du premier tunnel est effectué perpendiculairement à la surface du condyle en utilisant une mèche adaptée dont le diamètre peut varier de 2,7 à 8,5 mm (Fig. 15). La profondeur du tunnel est de 15 mm pour les avulsions chondrales et de 20 à 25 mm pour les ostéochondrites disséquantes. La profondeur du tunnel est d'autant plus importante que la profondeur du lit de l'ostéochondrite est importante. Un greffon cylindrique est alors prélevé aux dépens du bord interne

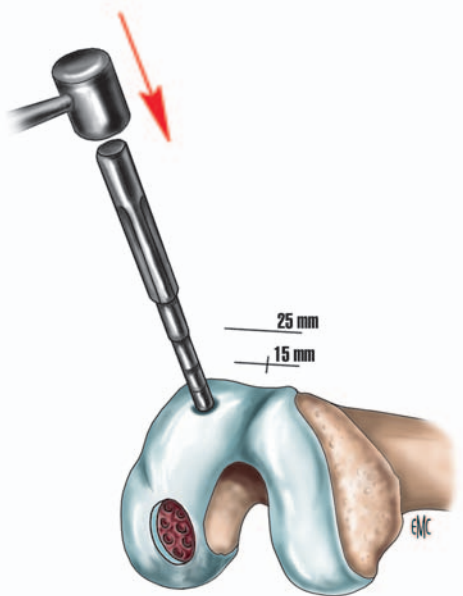
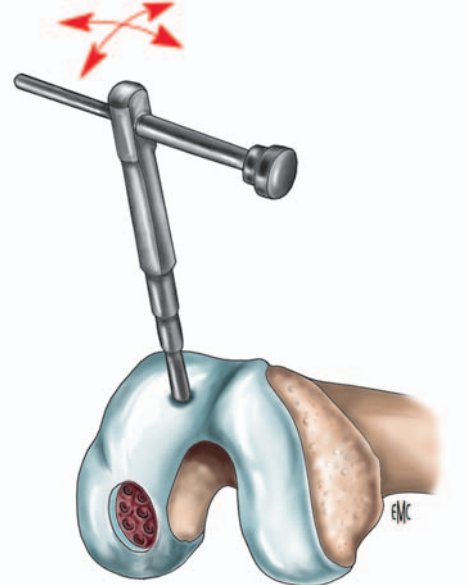
**Figure 15.**

- A, B.** Sous contrôle visuel, le forage du premier tunnel receveur est effectué perpendiculairement à la surface du condyle.

de la trochlée fémorale, en dehors des zones portantes fémoropatellaires, avec une gouge tubulaire dont le diamètre correspond à celui du foret utilisé pour préparer le puits du site donneur. Point fondamental, la gouge est soigneusement positionnée perpendiculairement à la surface cartilagineuse

**Figure 16.**

A, B, C. Le prélèvement de la greffe se fait perpendiculairement à la surface du site de prélèvement.

**Figure 17.** La gouge tubulaire est enfoncée à la profondeur désirée au marteau de façon à éviter tout échauffement dommageable pour la vitalité de la greffe.**Figure 18.** La greffe est détachée de la trochlée par deux mouvements aller et retour perpendiculaires sans tourner la gouge. Il faut être prudent dans l'amplitude des mouvements pour ne pas fracturer le rebord trochléen.

(Fig. 16). Elle est enfoncée à la profondeur correspondant à celle du puits receveur (Fig. 17). La gouge est ensuite mobilisée dans deux directions perpendiculaires, ce qui entraîne le décrochage du greffon à l'entrée distale de la gouge (Fig. 18). On retire ensuite cette gouge qui contient le greffon puis un système de guide et de chasse-greffon permet d'expulser facilement le greffon de la gouge (Fig. 19). Le puits receveur est ensuite dilaté avec un dilateur, instrument tronconique qui permet d'évaser légèrement la partie superficielle du trou et ainsi d'introduire la greffe ostéochondrale puis de la faire progresser dans son logement sans difficulté.

Un tube de transfert est mis en place en regard de l'orifice superficiel du puits receveur puis la greffe cylindrique est enfoncée dans le puits avec un chasse-greffon gradué qui permet d'enfoncer la greffe à la profondeur désirée de manière que la surface cartilagineuse de la greffe soit au niveau du cartilage hyalin adjacent (Fig. 20). Idéalement, la longueur de la greffe ostéochondrale doit correspondre à la profondeur du

puits et à la hauteur du defect (ostéo)cartilagineux. Un chasse-greffon large permet d'ajuster le niveau de la greffe par rapport à la surface adjacente (Fig. 21).

Une fois la première greffe mise en place, l'opération est répétée autant de fois que nécessaire en maintenant au site receveur un espace de 1 mm au plus entre les différentes greffes (Fig. 22). Au site de prélèvement, un espace de 3 mm environ doit être maintenu entre les différents trous. Le diamètre et le nombre de puits à utiliser dépendent de la taille de la perte de substance cartilagineuse et de la morphologie de celui-ci.

Rappelons qu'au moins 70 % du defect cartilagineux doit être couvert par les greffes (Fig. 23).

Technique arthroscopique. Cette technique est envisageable si la lésion fait moins de 2 cm de diamètre et si elle peut être couverte par quatre à six greffes au maximum. La technique arthroscopique est difficile et nécessite un opérateur entraîné. Le choix de l'orifice d'entrée est critique car les instruments doivent être positionnés perpendiculairement au site receveur



Figure 19. La greffe est doucement expulsée de la gouge grâce à un chasse-greffon guidé par un guide de taille adapté.



Figure 20. Mise en place de la greffe grâce au tube de transfert et du chasse-greffon gradué.

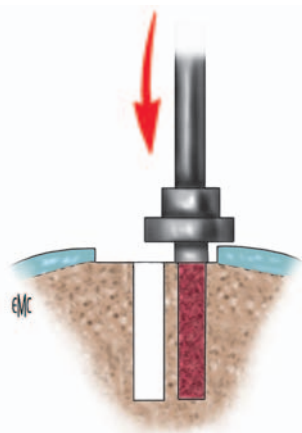


Figure 21. Ajustement du niveau de la greffe.

(Fig. 24). Plusieurs orifices peuvent parfois être nécessaires pour pouvoir respecter cette perpendicularité. On peut aussi s'aider d'une aiguille intramusculaire pour déterminer le meilleur point d'accès (Fig. 25). Comme le defect condylienne est généralement situé près de l'échancrure intercondylienne, le point d'accès instrumental est généralement plus central que les orifices d'entrée antéro-interne ou antéroexterne habituels. Par ailleurs, l'installation du patient doit permettre de fléchir le genou jusqu'à 120°.

Les principes de l'intervention sont similaires à ceux de la chirurgie à ciel ouvert : il faut exciser le cartilage décollé et régulariser les berges du defect de façon à obtenir des bords perpendiculaires à la surface sous-chondrale. Avec une fraise motorisée, il faut abraser l'os sous-chondral jusqu'à ce que celui-ci saigne. Dans le cas d'une ostéochondrite disséquante, le curetage doit être plus important pour enlever le tissu scléreux du lit de l'ostéochondrite. On introduit ensuite un tube de transfert d'un diamètre variant entre 2,7 et 4,5 mm (Fig. 26).

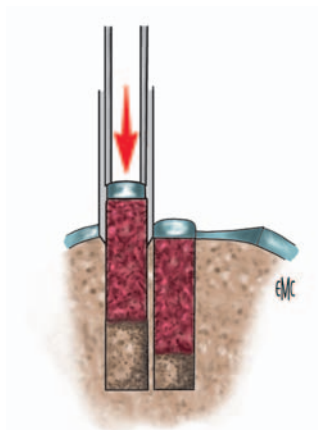


Figure 22. Mise en place d'une seconde greffe selon les mêmes principes à 1 mm de la précédente.

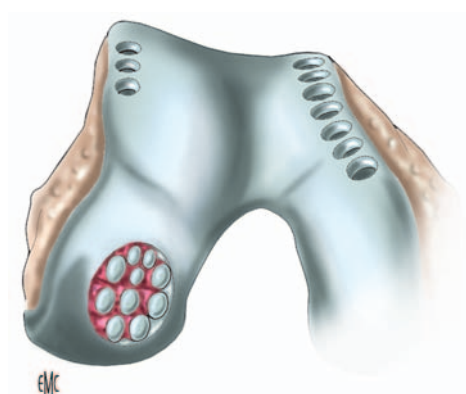


Figure 23. Aspect final : greffes en place et sites de prélèvement.

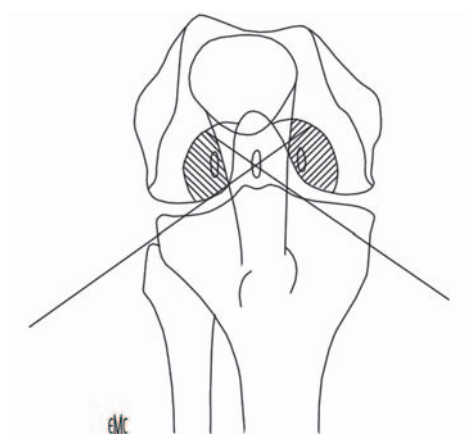


Figure 24. En ombré sont représentées les zones condyliennes greffables par arthroscopie.

Celui-ci permet de déterminer le nombre et la taille des greffes qui sont nécessaires. La gouge tubulaire de prélèvement est ensuite introduite par une voie accessoire parapatellaire interne pour prélever les greffes ostéochondrales dans la berge interne de la trochlée. Ce prélèvement par arthroscopie est difficile et nécessite de sublaxer fortement la rotule en dehors. Rappelons qu'il est essentiel de prélever des greffes perpendiculaires à la surface cartilagineuse et que, en cas de difficultés, il ne faut pas hésiter à recourir à une petite arthrotomie parapatellaire interne de 1,5 à 2 cm. Une fois le nombre de greffes nécessaires prélevé (Fig. 27), le tube de transfert est remis en place. Ce tube est muni de fenêtres latérales qui permettent par arthroscopie de suivre la progression de la mèche graduée qui va servir à forer le puits (Fig. 28). Une fois que la profondeur désirée est



Figure 25. Avec une aiguille, on détermine l'emplacement de la porte d'arthroscopie telle que les instruments soient perpendiculaires à la zone à greffer.

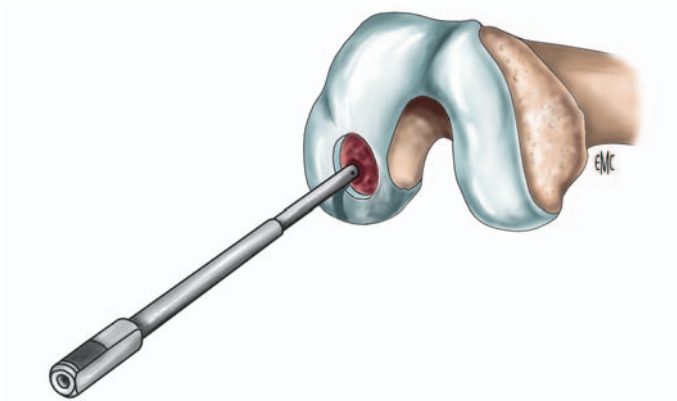


Figure 26. Mise en place du tube de transfert pour la première greffe.

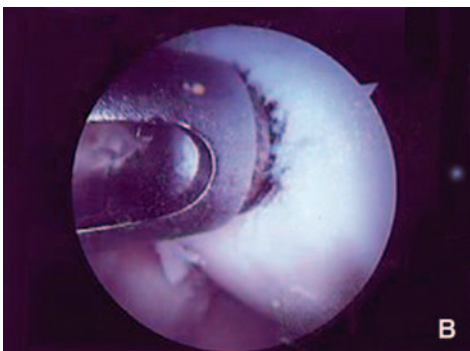


Figure 27.
A, B. Greffes prêtes à être implantées ; huit greffes de 4,5 mm et deux greffes de 3,5 mm, ayant entre 15 et 20 mm de long.

obtenue, la mèche est remplacée par un dilateur qui lui-même est gradué (Fig. 29). La greffe peut ensuite être mise en

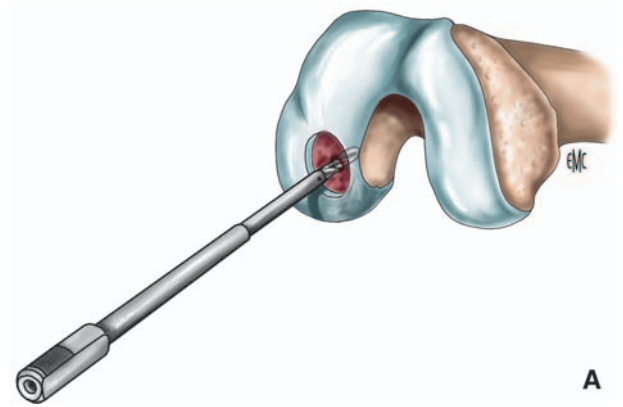


Figure 28. Forage du puits.
A. La profondeur de la mèche est contrôlée par la fenêtre du tube de transfert.
B. Vue endoscopique.

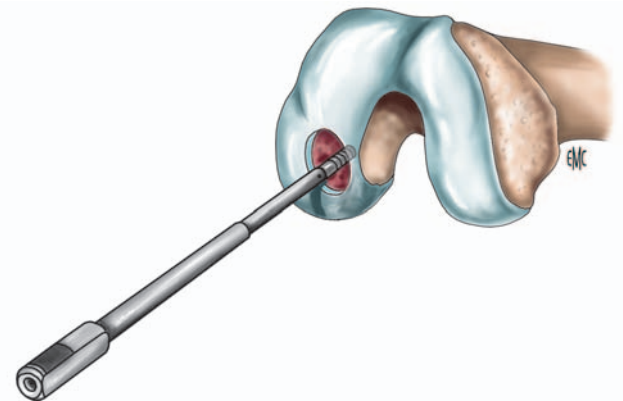
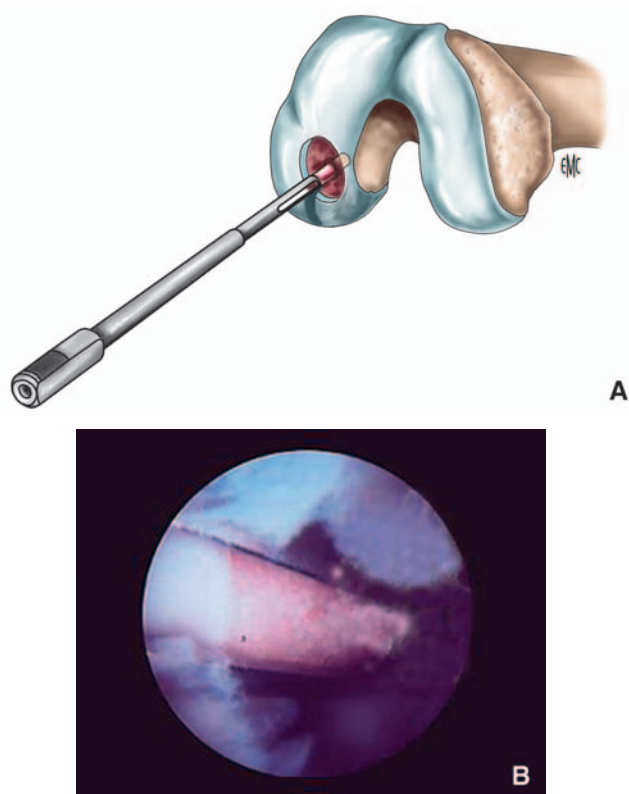
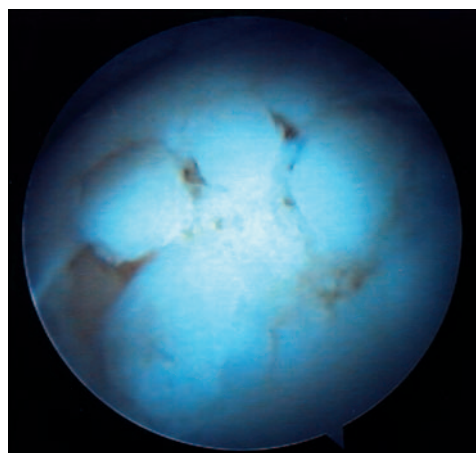


Figure 29. Mise en place du dilateur.

place et impactée à la profondeur désirée selon les règles déjà énoncées plus haut (Fig. 30). L'opération est répétée le nombre de fois nécessaire avec, à chaque fois, la même séquence : perforation, dilatation, impaction. La berge interne de la trochlée ne permettant de prélever au maximum que quatre greffes de 4, 5 mm de diamètre, il peut être nécessaire de compléter par des prélèvements effectués sur les bords de l'échancrure intercondylienne. Si cela s'avère encore insuffisant, il faut alors prélever le bord externe de la trochlée, mais ce prélèvement n'est faisable que par arthrotomie du fait du valgus de l'appareil extenseur. Toutefois, il faut savoir que le cartilage de la trochlée présente une meilleure qualité et une meilleure épaisseur que celui de l'échancrure intercondylienne. Par ailleurs, les prélèvements effectués trop près de la limite osseuse ne contiennent pas uniquement du cartilage hyalin.

Comme dans la technique à ciel ouvert, la perte de substance cartilagineuse doit être couverte au moins à 70 % (Fig. 31). Les greffes doivent mesurer 15 mm de long pour les defects cartilagineux purs et 20 à 25 mm pour les ostéochondrites. D'une manière générale, l'utilisation de l'arthroscope permet un remplissage et un positionnement plus précis qu'à ciel ouvert

**Figure 30.****A.** Mise en place de la greffe dans le puits dilaté.**B.** Vue endoscopique.**Figure 31.** Aspect final, vue endoscopique.

surtout en ce qui concerne le rétablissement de la congruence car les différences de hauteurs cartilagineuses sont mieux visibles par arthroscopie du fait du grossissement optique.

Suites opératoires. Dans les deux cas, par arthrotomie ou par arthroscopie, un drain de Redon intra-articulaire est mis en place pour 24 heures. Le patient est mis en décharge pour une durée variant de 4 à 8 semaines en fonction de la taille et de la localisation du defect cartilagineux. La remise en charge est progressive. Pendant toute cette durée, le genou peut être mobilisé sans danger pour les greffes.

Cheville (Fig. 32) [62]

L'arthrotomie est préférée dans ce cas, car l'approche sous arthroscopie ne permet pas d'insérer les greffons ostéocartilagineux d'une manière perpendiculaire à la lésion.

Pour les lésions antérolatérales, la voie d'abord antérolatérale est utilisée pour les lésions antérolatérales ou antérocentrales lorsque leur exposition est possible par une simple mise en équin de l'articulation tibiotallienne.

Lorsque les lésions se situent dans la zone postérolatérale ou supéroexterne du dôme du talus, il faut alors faire une ostéotomie de la malléole latérale (Fig. 33). Après une incision latérale en prenant soin de ne pas léser le nerf musculocutané en avant et le nerf saphène externe en arrière, la malléole latérale est exposée et les tendons fibulaires sont protégés. Les ligaments tibiofibulaires antérieur et inférieur sont repérés. Ils sont détachés de leur insertion tibiale avec un médaillon osseux sur le tubercule de Chaput. On réalise alors une ostéotomie sus-ligamentaire de la malléole latérale dans un plan oblique vers le bas et vers l'arrière. La bascule de la fibula vers l'arrière, l'équin forcé et la supination forcée du pied permettent de visualiser la lésion.

Lorsque la lésion se situe sur la partie médiale du dôme talien, l'exposition du site est relativement difficile. L'articulation tibiotallienne est très emboîtée, la pince bimalléolaire se resserre fortement sur le dôme du talus et celui-ci est plus large en arrière. Pour toutes ces raisons, il devient nécessaire de faire une ostéotomie de la malléole médiale.

Après une incision antéromédiale, la malléole médiale est exposée et le tibia postérieur est protégé par un instrument. On pratique en premier lieu un forage des trajets d'une ou des futures vis d'ostéosynthèse. L'ostéotomie est effectuée à l'aide d'une scie oscillante fine dans un plan oblique vers le bas et l'avant. La bascule, vers le bas de la malléole médiale, l'équin forcé et une pronation forcée du pied permettent un accès au dôme du talus.

Le site de greffe est ensuite préparé. À l'aide d'une curette et d'une lame de bistouri, les bords de la lésion sont taillés à angle droit jusqu'au cartilage hyalin sain. On réalise les mesures des grands axes de la lésion avec avivement jusqu'en os sous-chondral.

Les greffons sont prélevés sur le genou homolatéral par une courte arthrotomie antéro-interne.

L'impaction des greffons obéit aux mêmes règles que pour le genou.

Pièges de la technique

En règle générale, les prélèvements doivent être effectués perpendiculairement à la surface articulaire. Cela permet d'obtenir des greffes avec un couvercle cartilagineux d'épaisseur homogène et perpendiculaire à l'axe du cylindre sous-chondral et spongieux sous-jacent. Les greffes prélevées obliquement aboutissent à des spécimens dont la surface cartilagineuse est orientée en biseau par rapport à l'axe de la greffe. Dans ce cas, la partie cartilagineuse la plus saillante n'a que très peu de support osseux et se comporte comme une simple apposition chondrale sur une surface osseuse. Cependant, un certain degré d'obliquité peut être recherché dans les cas où le rayon de courbure est très prononcé, comme pour le talus par exemple. Il existe vraisemblablement un degré de tolérance dans l'obliquité du prélèvement, mais celui-ci reste à établir.

Il ne faut pas endommager le couvercle cartilagineux durant le prélèvement et, si celui-ci a tendance à se décoller de la plaque sous-chondrale, il vaut mieux faire un prélèvement supplémentaire.

En cas de greffe en surplomb par rapport à la surface articulaire adjacente, il faut raccourcir la partie spongieuse de la greffe de façon qu'elle vienne affleurer la surface articulaire.

Si au contraire, la greffe est trop enfoncée, il faut la retirer sans l'endommager puis reprendre une nouvelle greffe aux bonnes dimensions. En fin d'impaction, la greffe ostéochondrale ne doit pas pouvoir s'enfoncer car la surface articulaire reconstruite est alors en retrait.

Les manœuvres d'impaction des greffes sous-chondrales doivent être effectuées avec douceur pour ne pas endommager le cartilage par contusion. Jakob a développé une instrumentation qui évite d'avoir à frapper sur la greffe au moment de son extraction de la gouge de prélèvement.

La couverture du defect cartilagineux doit être la plus complète possible, il ne faut pas hésiter à rajouter des greffes en cas d'espace intergreffe trop important.

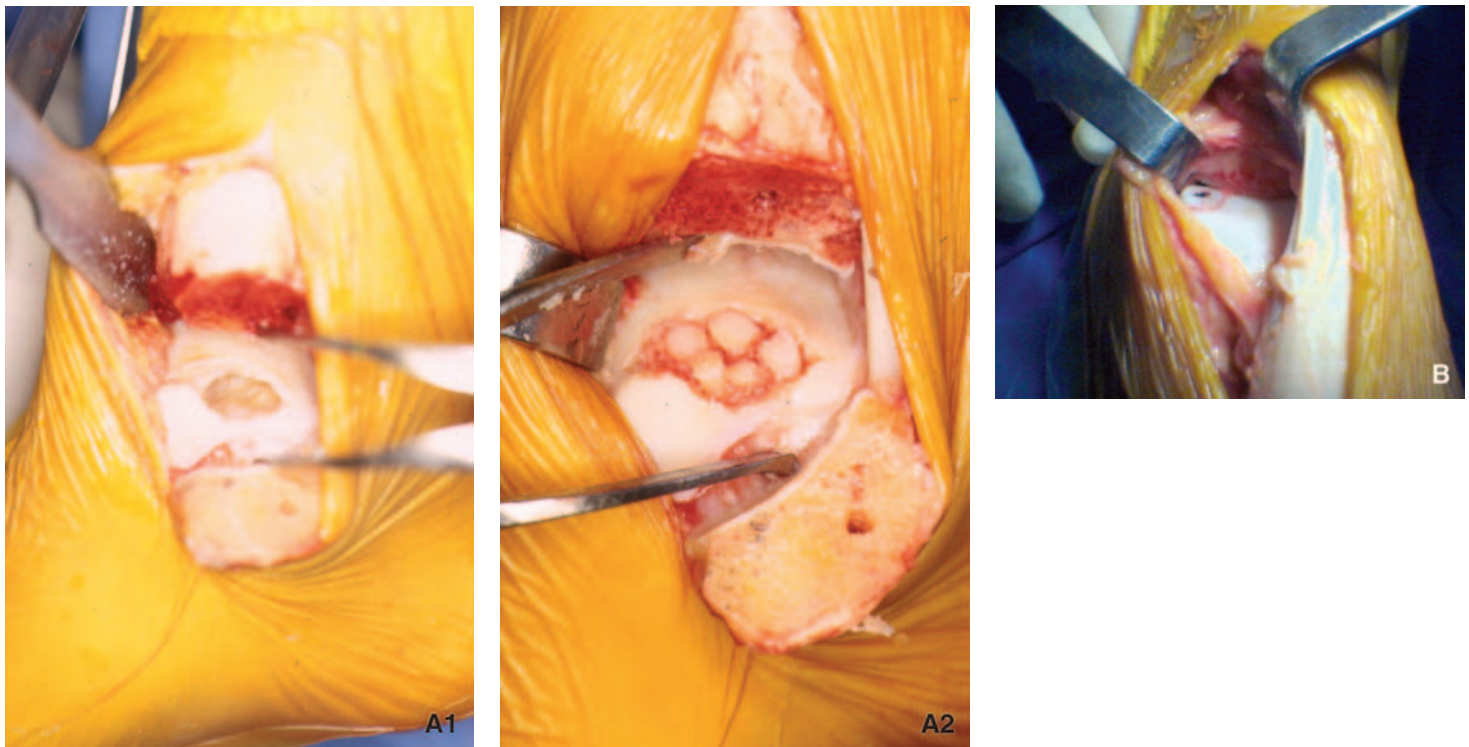


Figure 32. Technique d'autogreffe ostéocartilagineuse au niveau de la cheville.

A. Technique sur la partie médiale du dôme talien.

A1. Aspect avant greffe.

A2. Aspect après greffe.

B. Technique sur la partie latérale du dôme talien.

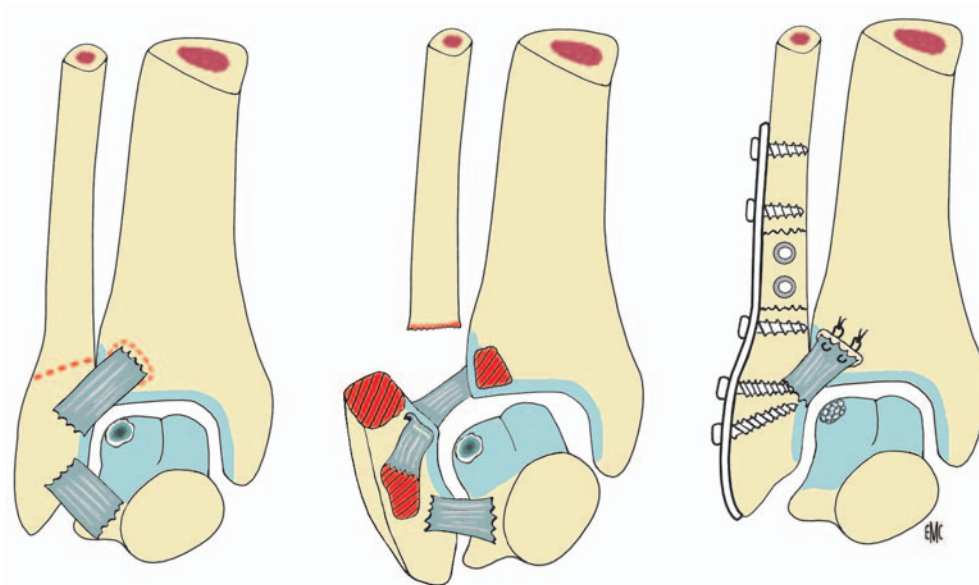


Figure 33. Ostéotomie de la malléole externe lors d'un abord latéral.

■ Résultats et comparaison des différentes techniques dans la littérature

Parmi les différentes publications, deux études randomisées comparent les greffes ostéochondrales et les cultures de chondrocytes. Une étude compare les microfractures et les cultures de chondrocytes, cinq séries de cas prospectives et trois séries rétrospectives.

Bentley [63], en 2003, a comparé la greffe autologue de chondrocytes chez 58 patients à l'autogreffe en *mosaic plasty* chez 48 patients ; 88 % des patients traités par autogreffe de chondrocytes avaient un bon résultat à 1 an de recul pour 69 %

dans le groupe *mosaic plasty*. Les auteurs ont fait une arthroscopie de contrôle : le résultat est moins bon pour le groupe *mosaic plasty* car 66 % des genoux avaient un résultat inchangé ou une aggravation. Dans le groupe greffe chondrocytaire, ce chiffre passe à 18 %. Aucun patient n'ayant eu une *mosaic plasty* n'a de bons résultats au contrôle arthroscopique. Dans le groupe greffe chondrocytaire, sept patients avaient un cartilage hyalin, sept patients avaient un mélange cartilage-hyalin-fibrocartilage et cinq patients avaient un fibrocartilage.

Horas [64], en 2003, comparait de façon randomisée les greffes autologues en *mosaic plasty* aux greffes chondrocytaires sur deux groupes de 20 patients. Les résultats en termes de score de Meyer et de Tegner sont similaires. Le recul est de 2 ans avec une constante amélioration des scores au cours du recul. Le

contrôle arthroscopique a été fait chez six patients du groupe chondrocytaire et cinq patients du groupe *mosaic plasty*. Le résultat montre un fibrocartilage pour les greffes de chondrocytes et un cartilage hyalin pour les greffes en *mosaic plasty*.

Dans une étude norvégienne, Knutsen [65] rapporte une série randomisée multicentrique de 80 patients comparant le traitement par microfractures aux greffes chondrocytaires. L'hypothèse de l'étude était une différence de 25 % pour un critère composite de construction non précisé à partir du score SF-36 et Lysholm pour un délai de suivi non précisé. Tous les patients avaient une perte de substance fémorale et 65 % des patients avaient une étiologie traumatique. La technique de greffes chondrocytaires était celle décrite par Brittberg en 1994 [51]. Le recul de chaque série est de 2 ans. Le score douleur est amélioré chez 78 % des patients du groupe « chondrocytaire » et 75 % du groupe « microfracture ». À 2 ans, une arthroscopie de contrôle a permis de constater le même score ICRS dans les deux groupes. Les auteurs concluaient que les résultats à 2 ans étaient équivalents pour les deux groupes et qu'un suivi à long terme était nécessaire.

La morbidité du site donneur est rarement étudiée dans la littérature. Les douleurs sont rapportées dans 3 % des cas [66, 67].

Un des problèmes principaux est l'intégration cartilagineuse des greffons en périphérie. Comment optimiser cette intégration ? La viabilité des cellules cartilagineuses peut être mise en cause à tout moment de la procédure. Le prélèvement est important et la forme des ciseaux gouges tubulaires aussi : il faut choisir un ciseau à bord long affûté et un angle de 20° [68, 69]. Le prélèvement au moteur induit une mort cellulaire importante [70]. Le prélèvement réduit de 24 % le nombre de cellules viables [68]. Les greffons doivent être impactés délicatement au niveau de la surface cartilagineuse. Les travaux de Huang [71] le démontrent. Lorsque les greffons sont au même niveau que le cartilage adjacent, il existe une consolidation osseuse avec un couvercle cartilagineux de qualité. S'il existe un enfoncement de 1 mm des greffons, la consolidation osseuse est acquise, mais il se produit une hypertrophie du cartilage adjacent qui recouvre le greffon. La qualité du cartilage greffé est alors médiocre. Si l'enfoncement est de 2 mm, il se produit une nécrose du cartilage greffé.

Bert [25], avec un recul de 60 mois et sur 126 cas, compare 67 cas de débridement et 59 cas d'abrasion associée à un débridement. Dans la première situation, il existe 66 % de bons résultats et 21 % de mauvais. Dans l'association abrasion et débridement, il existe 51 % de bons résultats et 33 % de mauvais, indiquant ainsi que l'abrasion peut aggraver le résultat du débridement.

Hubbard [72], dans une étude prospective randomisée, compare le lavage articulaire (38 cas) et le débridement (40 cas) avec un recul de 4,5 ans. Il trouve un taux d'échecs de 86 % pour le lavage et de 20 % pour le débridement.

A contrario, Chang [35], dans une étude prospective randomisée de 32 cas avec un recul de seulement 1 an, montre que le pourcentage de satisfaction est plus grand avec le seul lavage : 12 cas (56 %) qu'avec le seul débridement : 20 cas (44 %).

■ Indications

Le traitement des lésions cartilagineuses est en constante évolution depuis quelques années. Les études comparatives sont encore peu importantes. L'utilisation d'une classification universelle est importante pour pouvoir clarifier ces indications. L'idéal est d'utiliser la classification de l'ICRS qui est internationale. En préambule, les lésions importantes en surface et en profondeur méritent une attention particulière. Nous pouvons schématiser les indications selon plusieurs critères.

Indications selon le terrain

Le patient doit être âgé de 15 à 45-50 ans. La perte de substance doit être unilatérale. L'environnement local doit être correct en termes de ménisque, ligament ou alignement du membre inférieur. Il faut vérifier tous ces éléments qui doivent être corrigés au cours de la même intervention ou en deux

temps si l'état le permet. Les réparations méniscales ou les allogreffes ne sont pas abordées dans cet article ; la correction d'une laxité est à envisager, mais n'est pas traitée ici.

■ Indications selon la lésion

L'atteinte post-traumatique peut être superficielle et peut bénéficier d'un traitement conservateur visant à stimuler une éventuelle repousse fibrocartilagineuse. À ce titre, le nettoyage au shaver ou les microfractures sont tout à fait indiqués. Si l'atteinte va jusqu'à l'os sous-chondral, une autogreffe en *mosaic plasty* peut être proposée en fonction de la superficie. Entre 2 cm² et 4 cm², cette option est retenue. En dessous de 2 cm², des microfractures sont proposées. Au-delà de 4 cm², une autogreffe chondrocytaire est retenue.

L'ostéochondrite disséquante est une lésion à part non traumatique et les indications retenues sont celles qui ont été proposées lors du dernier symposium de la Sofcot en 2005 [73] : chez l'enfant aux cartilages de croissance ouverts, si le fragment est encore en place, il faut certainement utiliser les perforations rétrogrades sous arthroscopie. En cas, de fragment instable, l'ablation du fragment est suffisante, si la lésion est inférieure à 2 cm² en zone portante.

Chez l'adulte, l'ablation du fragment de manière isolée n'est pas à recommander. La fixation d'un fragment instable doit s'accompagner de stimulation de l'os sous-chondral et d'une fixation solide par vis métallique. En cas d'atteinte importante, en zone portante à partir de 2 cm², le recours à l'autogreffe en *mosaic plasty* ou aux greffes de chondrocytes si la superficie est supérieure à 4 cm² est recommandé. Le recours à l'ostéotomie tibiale en l'absence d'arthrose n'est pas recommandé.

Dans le cas d'une atteinte dégénérative, le recours aux techniques de régénération n'est pas reconnu. En revanche, l'utilisation de stimulation par microfractures est recommandée par certains auteurs. Il est certain que, dans ces cas, il vaut mieux avoir recours à d'autres thérapeutiques qui ne sont pas décrites dans ce chapitre.

Les contre-indications des cultures de chondrocytes ont été établies par le groupe de travail sous l'égide de la Haute Autorité de Santé (HAS) [74] : toutes les pathologies inflammatoires, l'arthrose, les lésions en miroir, les lésions inférieures à 1 cm², la ménisectomie totale.

Les contre-indications suivantes sont relatives : le surpoids, le tabagisme, une mauvaise compliance au traitement.

■ Futures directions

Le futur est résolument tourné vers la biologie et l'utilisation de facteurs de croissance comme la *bone morphogenetic protein* (BMP), a été reconnue comme stimulante de la cicatrisation cartilagineuse in vitro et chez l'animal. L'utilisation concomitante de facteurs de croissance et de stimulation des cellules mésenchymateuses libérées lors des microfractures pourrait être une voie de recherche.

La thérapie génique est aussi à l'étude in vitro.

Enfin, l'utilisation de support dans les cultures de chondrocytes devrait améliorer la tenue mécanique de ces cellules. Des essais sont en cours en Europe. Ces supports peuvent éviter le prélèvement et la suture d'un patch de périoste. L'utilisation de cellules allogéniques peut éviter le premier temps de prélèvement de cellules cartilagineuses préalable à la culture cellulaire. Enfin, l'utilisation de ces supports permet l'implantation sous arthroscopie.

La recherche avec utilisation de cellules souches est en cours d'expérimentation in vitro.

■ Conclusion

Les techniques de réparation cartilagineuse sont en pleine expansion. Actuellement, il n'y a pas une réponse pour un problème donné et chaque cas doit être considéré comme particulier. Il faut savoir qu'actuellement, en France, il n'y a pas d'accès aux cultures de chondrocytes pour pallier certaines pertes de substance importante.



Références

- [1] Mow VC, Rosenwasser M. In: *Articular cartilage: biomechanics. Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues*. Park Ridge IL: AAOS; 1998. p. 427-63.
- [2] Buckwalter JA. Articular cartilage. *Instr Course Lect* 1983;**32**:349-70.
- [3] Buckwalter JA, Mankin HJ. Articular cartilage: tissue design and chondrocyte-matrix interactions. *Instr Course Lect* 1998;**47**:477-86.
- [4] Freeman MA. In: *Adult articular cartilage*. New York: Grune and Stratton; 1972. p. 1-59.
- [5] Mow VC, Ateshian GA, Ratcliffe A. In: *Anatomic form and biomechanical properties of articular cartilage of the knee joint. Biology and biomechanics of the traumatized synovial joint: the knee as a model*. Rosemont, IL: AOOS; 1992. p. 55-81.
- [6] Mow VC, Ratcliffe A, Poole AR. Cartilage and diarthrodial as paradigms for hierarchical materials and structures. *Biomaterials* 1992;**13**:67-97.
- [7] Newman A. Current concept: articular cartilage repair. *Am J Sports Med* 1998;**26**:309-24.
- [8] Camps C, Passuti N, Guillo S. Réparation spontanée du cartilage. In: *Annales de la Société Française d'Arthroscopie*. Montpellier: Sauramps Médical; 1999. p. 173-9.
- [9] International Cartilage Repair Society. *Congrès de Göteborg*. 2000.
- [10] Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, Fu FH. Use of the international knee documentation committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;**6**:107-14.
- [11] Daenen BR, Ferrara MA, Marcelis S, Dondelinger RF. Evaluation of patellar cartilage surface lesions: comparison of CT arthrography and fat-suppressed FLASH 3D MR imaging. *Eur Radiol* 1998;**8**:981-5.
- [12] Recht M, Bobic V, Burstein D, Disler D, Gold G, Gray M, et al. Magnetic resonance imaging of articular cartilage. *Clin Orthop Relat Res* 2001;**391**(suppl):S379-S396.
- [13] Ayril X, Dougados M. Le lavage articulaire. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1995;**62**:293-301.
- [14] Gilbert JE. Current treatment options for the restoration of articular cartilage. *Am J Knee Surg* 1998;**11**:42-6.
- [15] Dorfmann H. Arthroscopie. *Encycl Med Chir (Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur*, 14-001-P-10, 1999.
- [16] Panisset JC, Neyret P. Ménisectomie sous arthroscopie. *Encycl Med Chir (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie*, 44-765, 2002.
- [17] Bellier G, Moyen B, Symposium de la SFA 2000. In: *Arthroscopie et gonarthrose. Perspectives en arthroscopie*. Paris: Springer-Verlag; 2000. p. 127-58.
- [18] Charrois O, Louisia S, Beaufils P. Synovectomie du genou : techniques par arthrotomie et technique endoscopique synovectomie. *Encycl Med Chir (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie*, 44-820, 2002.
- [19] Pridie AH. A method of resurfacing osteoarthritic knee joints. *J Bone Joint Surg Am* 1959;**41**:618.
- [20] Mitchell N, Shepard N. Resurfacing of adult rabbit articular cartilage by multiperforations through the subchondral bone. *J Bone Joint Surg Am* 1976;**58**:220-33.
- [21] Hjertquist SO, Lemberg R. Histologic, autoradiographic and microchemical studies of spontaneously headline ostéochondrose articular defenders in adult rabbits. *Calcif Tissue Res* 1971;**8**:54-72.
- [22] Tipett JW. Articular cartilage drilling and osteotomy in osteoarthritis of the knee. In: MacGinty JB, Caspari RB, Jackson RW, Poehling GG, editors. *Operative arthroscopie*. Philadelphia: Lippincott-Raven publishers; 1996. p. 411-26.
- [23] Johnson LL. Arthroscopic abrasion arthroplasty: historical and pathological perspective: present status. *Arthroscopy* 1986;**2**:54-69.
- [24] Singh S, Lee CC, Tay BK. Results of arthroscopic abrasion arthroplasty in osteoarthritis of the knee joint. *Singapore Med* 1991;**32**:34-7.
- [25] Bert JM, Maschka K. The arthroscopic treatment of unicompartmental gonarthrosis: a five-year follow-up study of abrasion arthroplastie plus arthroscopic débridement and arthroscopic débridement alone. *Arthroscopy* 1989;**5**:25-32.
- [26] Friedman MJ, Berasi CC, Fox JM, Del Pizzo W, Snyder SJ, Ferkel RD. Preliminary results with abrasion arthroplasty in the osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1984;**182**:200-5.
- [27] Rodrigo JJ, Steadman JR. Improvement of full thickness chondral defect healing in the human knee after debridement and microfracture using continuous passive motion. *Am J Knee Surg* 1994;**7**:109-16.
- [28] Steadman JR, Rodkey WG, Singleton SB, Briggs KK. Microfracture technique for full-thickness chondral defenders: technique and clinical results. *Oper Tech Orth Hop* 1997;**7**:300-4.
- [29] Passler HH. Microfracture for treatment of cartilage defenders. *Zentralbl Chir* 2000;**125**:500-4.
- [30] McGinley BJ, Cushner FD, Scott WN. Debridement arthroscopy. 10-year follow-up. *Clin Orthop Relat Res* 1999;**367**:190-4.
- [31] Aichroth PM, Patel DV, Moyes ST. A prospective review of arthroscopic débridement for degenerative joint disease of the knee. *Int Orthop* 1991;**15**:351-5.
- [32] Gobbi A, Nunag P, Malinowski K. Treatment of full thickness chondral lesions of the knee with microfracture in a group of athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;**13**:213-21.
- [33] Mithoefer K, Williams 3rd RJ, Warren RF, Potter HG, Spock CR, Jones EC, et al. The microfracture technique for the treatment of articular lesions in the knee. A prospective cohort study. *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**:1911-20.
- [34] Irrgang JJ, Snyder-Mackler L, Wainner RS, Fu FH, Harner CD. Development of a patient-reported measure of function of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1998;**80**:1132-45.
- [35] Chang RW, Falconer J, Stulberg SD, Arnold WJ, Manheim LM, Dyer AR. A randomized, controlled trial of arthroscopic surgery versus closed needle joint lavage for patients with osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 1993;**36**:289-96.
- [36] Baumgaertner MR, Cannon Jr. WD, Vittori JM, Schmidt ES, Maurer RC. Arthroscopic débridement of the arthritic knee. *Clin Orthop Relat Res* 1990;**253**:197-202.
- [37] Jackson DW, Lalor PA, Aberman HM, Simon TM. Spontaneous repair of full-thickness defects of cartilage in a goat model. A preliminary study. *J Bone Joint Surg Am* 2001;**83**:53-64.
- [38] McLaren AC, Blokker CP, Fowler PJ, Roth JN, Rock MG. Arthroscopic débridement of the knee for osteoarthritis. *Can J Surg* 1991;**34**:595-8.
- [39] Oggilvie-Harris DJ, Fitisalos DP. Arthroscopic management of the degenerative knee. *Arthroscopy* 1991;**7**:151-7.
- [40] Timoney JM. Arthroscopy in the osteoarthritis knee: long-term follow-up. *Orthop Rev* 1990;**19**:371-9.
- [41] Gross AE, Agnidis Z, Hutchison CR. Osteochondral defects of the talus treated with fresh osteochondral allograft transplantation. *Foot Ankle Int* 2001;**22**:385-91.
- [42] Gross AE, Shasha N, Aubin P. Long-term follow-up of the use of fresh osteochondral allografts for posttraumatic knee defects. *Clin Orthop Relat Res* 2005;**435**:79-87.
- [43] Aubin PP, Cheah HK, Davis AM, Gross AE. Long-term follow-up of fresh femoral osteochondral allografts for posttraumatic knee defects. *Clin Orthop Relat Res* 2001;**391**(suppl):S318-S327.
- [44] Gross AE, Shasha N, Aubin P. Long-term follow-up of the use of fresh osteochondral allografts for posttraumatic knee defects. *Clin Orthop Relat Res* 2005;**435**:79-87.
- [45] Rubak JM, Poussa M, Ritsila V. Effects of joint motion on the repair of articular cartilage with free periosteal grafts. *Acta Orthop Scand* 1982;**53**:187-91.
- [46] Hoikka VE, Jaroma HJ, Ritsila VA. Reconstruction of the patellar articulation with periosteal grafts. 4-year follow-up of 13 cases. *Acta Orthop Scand* 1990;**61**:36-9.
- [47] Ritsila VA, Santavirta S, Alhopuro S, Poussa M, Jaroma H, Rubak JM, et al. Periosteal and perichondral grafting in reconstructive surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1994;**302**:259-65.
- [48] Alfredson H, Lorentzon R. Superior results with continuous passive motion compared to active motion after periosteal transplantation. A retrospective study of human patella cartilage defect treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;**7**:232-8.
- [49] Minas T, Nehrer S. Current concepts in the treatment of articular cartilage defects. *Orthopedics* 1997;**20**:525-38.
- [50] Homminga GN, Bulstra SK, Bouwmeester PS, van der Linden AJ. Perichondral grafting for cartilage lesions of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 1990;**72**:1003-7.
- [51] Brittberg M, Lindahl A, Nilsson A, Ohlsson C, Isaksson O, Peterson L. Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. *N Engl J Med* 1994;**331**:889-95.
- [52] Micheli LJ, Browne JE, Erggelet C, Fu F, Mandelbaum B, Moseley JB, et al. Autologous chondrocyte implantation of the knee: multicenter experience and minimum 3-year follow-up. *Clin J Sport Med* 2001;**11**:223-8.
- [53] Peterson L, Minas T, Brittberg M, Lindahl A. Treatment of osteochondritis dissecans of the knee with autologous chondrocyte transplantation: results at two to ten years. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**(suppl2):17-22.
- [54] Peterson L, Brittberg M, Kiviranta I, Akerlund EL, Lindahl A. Autologous chondrocyte transplantation. Biomechanics and long-term durability. *Am J Sports Med* 2002;**30**:2-12.

- [55] Cole BJ, Lee SJ. Complex knee reconstruction: articular cartilage treatment options. *Arthroscopy* 2003;**19**(suppl1):1-0.
- [56] Yamashita F, Sakakida K, Suzu F, Takai S. The transplantation of an autogeneic osteochondral fragment for osteochondritis dissecans of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1985;**201**:43-50.
- [57] Matsusue Y, Yamamuro T, Hama H. Arthroscopic multiple osteochondral transplantation to the chondral defect in the knee associated with anterior cruciate ligament disruption. *Arthroscopy* 1993;**9**:318-21.
- [58] Hangody L, Karpati Z. New possibilities in the management of severe circumscribed cartilage damage in the knee. *Magy Traumatol Ortop Kezseb Plasztikai Seb* 1994;**37**:237-43.
- [59] Hangody L, Kish G, Bartha L, Bodo G, Kish G. Mosaic plasty for the treatment of articular defects of the knee and ankle. *Clin Orthop Relat Res* 2001;**391**:328-36.
- [60] Christel P, Versier G, Landreau P, Djian P. Les greffes ostéochondrales selon la technique de la mosaic plasty. *Maîtrise Orthop* 1998;**76**:1-3.
- [61] Robert H. Techniques des autogreffes ostéo chondrales. In: *Annales de la Société Française d'Arthroscopie*. Montpellier: Sauramps Médical; 2000. p. 181-9.
- [62] Versier G, Bures C. Traitement chirurgical des lésions du cartilage en 2002 : qui ? quand ? comment ? *Rhumatologie* 2002;**54**:36-42.
- [63] Bentley G, Biant LC, Carrington RW, Akmal M, Goldberg A, Williams AM, et al. A prospective, randomized comparison of autologous chondrocyte implantation versus mosaicplasty for osteochondral defects in the knee. *J Bone Joint Surg Br* 2003;**85**:223-30.
- [64] Horas U, Pelinkovic D, Herr G, Aigner T, Schnettler R. Autologous chondrocyte implantation and osteochondral cylinder transplantation in cartilage repair of the knee joint: a prospective, comparative trial. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**:185-92.
- [65] Knutsen G, Engebretsen L, Ludvigsen TC, Drogset JO, Grontvedt T, Solheim E, et al. Autologous chondrocyte implantation compared with microfracture in the knee. A randomized trial. *J Bone Joint Surg Am* 2004;**86**:455-64.
- [66] LaPrade RF, Botker JC. Donor-site morbidity after osteochondral autograft transfer procedures. *Arthroscopy* 2004;**20**:e69-e73.
- [67] Simonian PT, Sussmann PS, Wickiewicz TL, Paletta GA, Warren RF. Contact pressures at osteochondral donor sites in the knee. *Am J Sports Med* 1998;**26**:491-4.
- [68] Huntley JS, Bush PG, McBirnie JM, Simpson AH, Hall AC. Chondrocyte death associated with human femoral osteochondral harvest as performed for mosaicplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**:351-60.
- [69] Evans PJ, Miniaci A, Hurtig MB. Manual punch versus power harvesting of osteochondral grafts. *Arthroscopy* 2004;**20**:306-11.
- [70] Huntley JS. Cutting cartilage--surgical perspective. *Osteoarthritis Cartilage* 2004;**12**:846-7.
- [71] Huang FS, Simonian PT, Norman AG, Clark JM. Effects of small incongruities in a sheep model of osteochondral autografting. *Am J Sports Med* 2004;**32**:1842-8.
- [72] Hubbard MJ. Articular debridement versus washout for degeneration of the medial femoral condyle. A five-year study. *J Bone Joint Surg Br* 1996;**78**:217-9.
- [73] Moya B, Lefort G. Les ostéochondrites du genou. In: *Symposium de la SOFCOT*. Paris: Elsevier; 2005.
- [74] HAS. *Évaluation de la greffe chondrocytaire autologue du genou. Rapport d'étape*. 2005.

Pour en savoir plus

Fiche ICRS et fiche IKDC : www.koos.nu.

P. Djian (patrick.djian@wanadoo.fr).
3, rue Goethe, 75116 Paris, France.

G. Versier.
HIA Bégin service d'orthopédie, 69, avenue de Paris, 94160 Saint-Mandé, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Djian P., Versier G. Technique de reconstruction cartilagineuse. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-035, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-016]

Techniques de l'enclouage centromédullaire

Ivan Kempf : Professeur des Universités, chirurgien des hôpitaux de Strasbourg
Laurent Pidhorz : Ancien chef de clinique, assistant des hôpitaux de Strasbourg, chirurgien
Centre de traumatologie et d'orthopédie, 10, avenue Baumann, F 67400, Illkirch Graffenstaden
France

Résumé

La technique de fixation des fractures des os longs à l'aide d'un clou placé dans le canal médullaire dite « enclouage centromédullaire » (ECM) se pratique à l'heure actuelle selon les principes de son initiateur, le chirurgien allemand Gerhard Küntscher (1940), à foyer fermé (FF), après alésage et avec le complément moderne souvent indispensable du verrouillage appelé « enclouage centromédullaire à foyer fermé avec verrouillage » (ECMV).

Bien que basée sur des principes mécaniques et biologiques irréfutables, cette méthode s'est imposée avec peine en raison de la redoutable concurrence de la plaque reposant sur la rigidité absolue du montage et le foyer ouvert. A présent, grâce aux améliorations du matériel et à l'apport du verrouillage, l'enclouage prend de plus en plus d'importance et gagne de nombreux adeptes.

© 1996 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Haut de page

PRINCIPES DE LA MÉTHODE

Les principes de base de l'ECM à foyer fermé selon Küntscher sont :

- au plan biologique, grâce à l'introduction du clou à foyer fermé :
 - le respect de la vascularisation périostée favorable à la consolidation ;
 - la réduction du risque infectieux ;
 - et le rôle de stimulation de l'ostéogenèse par le produit d'alésage ;
- au plan mécanique, l'ostéosynthèse réalisée par un tube creux, placé dans l'axe mécanique neutre de l'os assure :

dans tous les cas, une ostéosynthèse stable permettant la mobilisation immédiate ;
et dans les cas sélectionnés, une ostéosynthèse solide autorisant non seulement la mobilisation mais aussi la mise en charge immédiate.

L'apport de l'alésage ^[19] (au début des années 1950), qui réalise l'adaptation du diamètre du canal médullaire à celui du clou, a permis l'introduction de clous plus gros donc plus solides (la résistance du clou augmente selon la puissance trois à quatre de son diamètre) et a définitivement éliminé la complication la plus dangereuse de l'ECM sans alésage : l'enclavement du clou. Contesté à ses débuts, l'alésage l'est à nouveau à l'heure actuelle et sur les mêmes arguments : destruction de la vascularisation endomédullaire, largage de microembolies graisseuses pouvant aboutir, dans de rarissimes cas, à des décès brutaux, ce qui a conduit l'AO à la mise au point d'un petit clou de tibia sans alésage. Le bien-fondé de cette nouvelle orientation thérapeutique, qui devrait réduire le risque infectieux et létal dans les fractures ouvertes de grade 3, n'est à l'heure actuelle pas scientifiquement établi ^[1].

Il est prouvé que la vascularisation de la diaphyse dans toute son épaisseur est entièrement rétablie dans un délai de 3 à 6 semaines. Comme par ailleurs, les microembolies n'ont dans l'immense majorité des cas aucune traduction clinique, l'alésage reste partie intégrante de la méthode.

Néanmoins, l'ECM classique avec alésage ne contrôlait pas ou mal la rotation des fragments, leur télescopage et les angulations, malgré l'enclavement élastique transversal induit par sa forme en trèfle et sa fente longitudinale, réalité d'ailleurs contestée au profit de son enclavement longitudinal selon le principe trois ou quatre points. Les indications de l'ECM ne concernaient idéalement que les fractures simples médiadiaphysaires avec des limites proximales et distales situées à 3 cm au minimum de l'élargissement du canal médullaire.

L'adjonction du verrouillage, qui consiste à fixer le clou à l'os par l'intermédiaire de vis transfixiantes, réalisant l'ECMV a apporté une solution élégante et sûre à ces problèmes (Küntscher ^[16], Klemm et Schellmann ^[14], Kempf et coll ^[9]).

Deux types de montage peuvent être réalisés selon le type de verrouillage (**fig. 1**).

Dans le *montage dynamique*, le verrouillage n'intéresse qu'une des extrémités, la plus proche du trait de fracture ; il contrôle la rotation et permet dans les traits de fracture simples la mise en charge immédiate.

Dans le *montage statique*, le verrouillage est proximal et distal, il neutralise la rotation, le télescopage et l'angulation. Il permet la mobilisation immédiate mais non la mise en charge. Le montage statique peut être « dynamisé » par l'ablation du verrouillage le plus éloigné du foyer de fracture. Il est prouvé tant par la clinique que par l'expérimentation que la dynamisation n'a pas d'influence sur la qualité finale du cal et qu'elle ne doit être pratiquée qu'en cas de menace de pseudarthrose avec diastasis, avec le complément indispensable de la mise en charge immédiate. Le verrouillage a permis de faire bénéficier de l'enclouage tous les types de fractures sur toute la longueur de la diaphyse, de métaphyse à métaphyse, et de l'étendre à l'humérus, au cubitus et à l'extrémité supérieure du fémur.

En résumé, l'ECM dans son mode simple ou avec verrouillage dynamique réalise fondamentalement un montage élastique autorisant une certaine mobilité résiduelle du foyer de fracture considérée à juste titre comme bénéfique à la consolidation. Ce montage est quelque peu rigidifié par le verrouillage statique mais jamais dans les proportions et au lourd prix de la plaque et il est susceptible à tout moment d'être dynamisé soit spontanément par prise de jeu des vis de verrouillage, soit intentionnellement par ablation raisonnée de certaines de ces vis.

La notion de rigidité est pour l'enclouage une discipline parfois nécessaire, celle de l'élasticité une liberté contrôlée ^[13].

Haut de page

FOYER FERMÉ DES OS LONGS

Réinsistons à nouveau sur la notion fondamentale du foyer fermé qui fait partie intégrante de la méthode. L'enclouage à foyer ouvert doit rester l'exception réservée aux difficultés techniques insurmontables et dans cette hypothèse il ne doit jamais être exécuté en « va-et-vient ».

Matériel

Implants

Les trois clous verrouillés les plus utilisés actuellement sont :

- le clou de Kempf et Grosse (Strasbourg, Howmedica) ;
- le clou de Klemm et Schellmann (Francfort, Orthopedia) ;
- le clou universel de l'AO.

Ils sont tous trois dérivés d'un clou simple sans orifice de verrouillage, dont la coupe est en forme de trèfle, fendus sur toute ou partie de leur longueur. Le clou simple garde des indications pour des fractures médiadiaphysaires transversales ou pour réaliser, sur des types de fractures complexes, l'enclouage dit d'alignement ^[21]. Il devrait, ne serait-ce que pour des arguments économiques, rester dans le commerce. Pour des raisons de stockage, il tend à disparaître et certains, comme l'AO, en ont définitivement arrêté la fabrication.

Les clous fémoral et tibial de Strasbourg sont en forme de trèfle partiellement fendus pour améliorer la tenue en rotation. Un orifice supérieur comportant deux méplats latéraux et un pas de vis assure une parfaite solidarisation avec l'appareil de visée proximal et avec la toupie d'extraction.

Le clou fémoral est précourbé d'une longueur de 360 à 480 mm et de diamètre de 12 à 16 mm. Il existe une longueur 320 et 340 mm pour les diamètres 12 et 13 mm. Le clou existe également sans sente de 260 à 420 mm et de diamètre de 10 et 11 mm, avec une tenue en rotation 20 fois supérieure au clou fendu. Il est utilisé dans des indications spéciales : grand fracas, os très porotique, reconstruction après chirurgie tumorale.

L'extrémité proximale est percée d'un orifice fileté oblique à 130° en bas et en dedans, admettant une vis de verrouillage à filetage continu de 6,35 mm de diamètre, de longueur de 40 à 100 mm mise avec une mèche de 5 mm.

Son extrémité distale est percée de deux orifices transversaux distants de 25 mm, le plus distal se trouvant à 15 mm de l'extrémité inférieure conique du clou et admettant des « vis-boulons » de verrouillage partiellement filetés de 6 mm de diamètre, autotaraudeuses, de longueur de 30 à 90 mm.

Le clou tibial est béquillé dans le plan sagittal pour faciliter son introduction, de longueur de 285 à 405 mm et de diamètre de 11 à 15 mm. Les clous de 11 mm vont de 270 à 375 mm, les clous de 12 mm allant de 270 à 390 mm. Il existe des clous de petit diamètre (9 et 10 mm) sans fente, de longueur de 240 à 390 mm. Il est muni de deux orifices proximaux et deux orifices distaux transversaux admettant des « vis-boulons » de verrouillage de 5 mm, de longueur de 25 à 70 mm, mise en place avec une mèche de 3,5 mm et de 5 mm pour l'avant-trou.

Les vis de verrouillage fémorales et tibiales viennent d'être uniformisées. Elles sont toutes entièrement filetées et elles ne nécessitent qu'un seul méchage des deux corticales. La gamme comporte à présent une seule vis fémorale de 6,28 mm de diamètre (mèche de 5 mm) et une seule vis tibiale de 4,6 mm (mèche de 3,7 mm). Les têtes et les longueurs de vis sont identiques.

Le matériel AO est également en forme de trèfle et partiellement fendu. La courbure du clou fémoral impose un orifice d'entrée au ras de la fossette digitale et de l'implantation du col. Il est percé de deux orifices proximaux dont l'un est oblong permettant une compression interfragmentaire et deux orifices distaux admettant des vis de verrouillage à

filetage continu peu profond et autotaraudeuses. Les orifices de verrouillage plus écartés et plus éloignés des extrémités du clou par rapport au clou de Strasbourg réduisent la longueur du segment diaphysaire et limitent de ce fait les indications de la méthode.

Le clou tibial AO est également béquillé avec un segment coudé plus long qui facilite son introduction et qui impose un point d'introduction au ras de la surface préspinale. Le dispositif de verrouillage proximal comprend trois orifices dont un oblong permettant également une compression interfragmentaire. Il existe trois orifices de verrouillage distal, cylindriques : deux transversaux et un antéropostérieur situé entre les deux premiers et utilisé en cas de fracture basse, proche du premier orifice transversal. Le verrouillage est pratiqué à l'aide d'un viseur spécial : la première vis est placée sous contrôle scopique et la deuxième de manière automatique grâce au viseur.

Les particularités du clou de Francfort par rapport aux deux matériels précédents sont une fente longitudinale continue et un verrouillage proximal du fémur par une vis à filetage continu oblique à 150°.

Ancillaires (à l'exclusion des guides, chasse-clous, marteaux et matériels d'extraction)

Cadre de visée proximal

Basé sur le même principe dans les trois matériels décrits, il est étroitement solidaire du clou par un dispositif approprié muni de canons de visée et de douilles amovibles permettant le passage du pointeau, des mèches et des vis montées sur des tournevis adaptés.

Visée distale

Elle continue à poser problème. Malgré divers essais tels un long appareil de visée distale solidarisé à l'extrémité proximale du clou inutilisable (en raison de la courbure du fémur et des contraintes en flexion et en torsion auxquelles il est soumis lors de son introduction), la recherche des orifices distaux par des dispositifs électromagnétiques, électroniques ou aux ultrasons, l'utilisation de l'amplificateur de brillance est à l'heure actuelle toujours indispensable. La recherche des trous de verrouillage doit exposer le moins possible l'opérateur, ses aides et le patient aux rayons X. L'appareil de visée le plus utilisé, car le plus simple, est le viseur à long manche tenu à la main. Cette technique dite « free hand », « à main levée » (**fig. 2 A**) reste dangereuse pour les mains de l'opérateur. Le viseur de Strasbourg solidaire de l'amplificateur (**fig. 2 B**) stérilisable, muni d'un canon de visée offre les meilleures garanties de protection de l'équipe opératoire dont les membres portent obligatoirement un tablier de plomb. Son maniement demande un manipulateur entraîné.

Amplificateur de brillance

Il est indispensable non seulement pour la visée distale mais pour tous les autres temps de l'enclouage : réduction, mise en place du guide, alésage, pose du clou.

Seules des conditions de dénuement justifieront le recours aux radiographies de contrôle peropératoires en série avec un appareil conventionnel.

Technique opératoire

Nous décrirons en détail l'ECMV du fémur qui comporte tous les temps de l'ECM complétés par les manœuvres de verrouillage en incluant les différents incidents et erreurs peropératoires possibles.

ECMV du fémur

L'objectif, quel que soit le type ou le niveau de la fracture, est de réaliser une synthèse stable permettant la mobilisation et dans les cas sélectionnés une fixation solide autorisant en plus la mise en charge précoce.

Information du patient

Rare possibilité de consolidation retardée ou de pseudarthrose.
Réintervention précoce éventuelle pour dynamisation.
Douleurs à l'extrémité proximale du clou.
Cal vicieux, raccourcissement modéré.
Réintervention tardive pour ablation de matériel.

Moment de l'intervention

En cas de fracture isolée, l'intervention est programmée en urgence différée, le mieux le lendemain de l'admission ou dans les premières 48 heures. Chez le polytraumatisé ou le polyfracturé, la fixation en urgence des fractures, compte tenu des priorités thérapeutiques, est un moyen efficace de minimiser le choc traumatique, les douleurs et de prévenir l'embolie graisseuse.

Mesures provisoires et préparation à l'intervention

Si l'opération n'est pas exécutée en urgence, le membre est mis en traction par broche de Kirschner ou clou transtubérositaire tibiale et non transcondylien. En effet la traction est souvent posée de façon imprécise en urgence et elle peut de ce fait être gênante pour l'intervention ou, en cas de report inopiné de l'opération, de petits phénomènes d'intolérance peuvent apparaître comportant un risque infectieux.

En cas de fracture comminutive, une mesure radiographique de la longueur du fémur sain controlatéral est réalisée.

Installation (fig. 3)

Elle est réalisée par le chirurgien. La position classique en décubitus latéral est abandonnée en faveur du décubitus dorsal, sur table orthopédique, plus propice aux manoeuvres de verrouillage, plus simples à réaliser et moins choquant chez le polytraumatisé ou le vieillard. Le membre inférieur controlatéral est placé sur un support en position gynécologique, hanche et genou fléchis à 90°. Est mis en place (en observant strictement les règles d'asepsie) un clou de Steinmann transcondylien, sous contrôle télévisé et dans l'axe de la diaphyse (un peu plus ventral pour les fractures distales) parallèle à 2 cm de l'interligne articulaire. Ce clou est solidarisé directement à la table d'extension, sans dispositif intermédiaire (corde, élastique), grâce à un étrier approprié. Pour mieux faire saillir la région trochantérienne, le tronc du patient est incliné vers le côté opposé et le membre orienté à 10-15° d'adduction (fig. 3).

Installation de l'amplificateur de brillance

Son arceau doit pouvoir pivoter aisément autour de la cuisse pour les contrôles de face et de profil.

Réduction de la fracture

C'est le temps capital qui précède la mise en place des champs opératoires. Elle est réalisée par la traction sur table, par la manipulation par pression sur les fragments, le cas échéant en s'aidant de la manoeuvre du petit clou introduit dans le fragment proximal et faisant levier. L'alignement des fragments doit être le meilleur possible. Le champ opératoire est réalisé de préférence avec un set de non tissé, recouvrant le membre inférieur de la taille au dispositif de traction.

Erreurs : ne pas réduire avant le début de l'intervention proprement dite et croire en l'action réductrice du guide et du clou.

L'incision est de 5 à 7 cm de long, allant de la pointe du grand trochanter en direction proximale. Après incision de l'aponévrose, le moyen fessier est dissocié dans le sens de ses fibres jusqu'à la palpation directe au doigt de la pointe du trochanter.

Le point d'entrée (fig. 4) est repéré soigneusement sous amplificateur de brillance avec une pointe carrée, et non au doigt, sur son sommet légèrement médial pour les clous de Grosse-Kempf et de Klemm-Schellmann. **Erreurs :** trop médial, il vient dangereusement au contact de l'artère circonflexe postérieure et de l'implantation du col. Il peut être responsable de fracture de ce dernier ainsi que de nécrose tardive de la tête fémorale. Ces dangers existent avec le clou AO dont la courbure impose un point d'entrée au voisinage de la fossette digitale. Trop latéral, le point d'entrée expose au balayage du clou dans le massif trochantérien et en raison de la position oblique induite du clou à des éclats au niveau de la corticale interne du fragment proximal.

La mise en place du guide à bout renflé est d'autant plus facile que la fracture aura été bien réduite. La forme béquillée permet de franchir aisément une translation résiduelle. Son extrémité distale, parfaitement centrée, affleure l'échancrure intercondylienne.

Erreurs : tolérer une position distale excentrée qui sera pérennisée par l'alésage et responsable d'un cal vicieux.

Alésage : en commençant avec l'alésoir de 9 mm, il est progressif de 0,5 en 0,5 mm jusqu'à 14 mm en moyenne, le diamètre du clou le plus usuel au fémur étant 13 mm. En cas de fracture comminutive, il faut arrêter l'alésoir lors du passage de la comminution. Sur une fracture bifocale, il existe un risque assez potentiel au fémur, mais très réel au tibia, d'entraînement du fragment intermédiaire par l'alésoir. Si nécessaire, on fixera provisoirement ce fragment par un davier percutané.

Incident grave : le blocage de l'alésoir ! Il ne faut pas forcer mais extraire l'alésoir au marteau en le saisissant avec une pince forte. La cause de cette complication est le bourrage des rainures par le produit d'alésage. Dès lors que l'alésoir mord, il faut le retirer plusieurs fois si nécessaire pour le désobstruer.

Mesure de la longueur du clou par soustraction.

Changement du guide d'alésage sur tube de Téflon® par celui d'enclouage.

L'enclouage est effectué avec le clou fendu conventionnel après avoir vérifié sa longueur et son diamètre. La pénétration est progressive et contrôlée à l'amplificateur de brillance ; il faut être très vigilant au moment du passage du foyer de fracture, des imperfections résiduelles de réduction pouvant être corrigées par pression manuelle. Le clou sans fente est indiqué dans les grandes comminutions et les ostéoporoses sévères du vieillard. **Erreurs :** choisir un clou trop long pour les fractures proximales ou trop court pour les fractures distales. L'opération s'arrêtera là dans les fractures médiadiaphysaires simples : transversales, obliques courtes, à très petite comminution laissant de part et d'autre de la fracture des segments suffisamment longs du canal médullaire intact. Il s'agira dans ces cas d'un ECM simple. Il sera complété par le verrouillage dès lors qu'existera un risque de rotation, de télescopage et d'angulation des fragments.

Verrouillage proximal (fig. 5 A) : le clou ayant été enfoncé jusqu'à 5 cm environ de son point d'introduction, la stabilité du chasse-clou, qui fait office d'appareil de visée proximale, est vérifiée et il est resserré si nécessaire. Les différents temps sont les suivants :

mise en place de la douille ;

préparation de l'orifice à la pointe carrée ;

forage à la mèche de 5 mm en traversant les deux corticales ;

mise en place de la vis de 6,35 autotaraudeuse à filetage complet à travers le canon de visée, après l'ablation de la douille et la mesure de la longueur de la vis (contrôle à l'amplificateur de la longueur de la vis).

Incident : appareil de visée mal fixé avec danger de fausse route.

Impaction de la fracture, si nécessaire, en relâchant la traction et en frappant fortement avec le plat de la main ou le poing sur le genou fléchi.

Verrouillage distal (fig. 5 B)

Première variante : l'appareil de Lafforgue et Grosse, stérile, est mis en place sur l'embase basculante de l'amplificateur de brillance. Son générateur est recouvert d'une housse stérile. Le manipulateur radio réalise la superposition exacte de l'orifice de verrouillage du clou avec celui du canon de visée. Il doit obtenir une image parfaitement ronde. L'appareil est alors bloqué, récepteur au contact de la face interne de la cuisse, canon de visée contre la peau du côté externe. Les différents temps du verrouillage distal (fig. 5) sont alors réalisés :

- mise en place de la douille qui est poussée jusqu'au contact osseux après incision de la peau et discision des parties molles à l'aide d'une pointe mousse ;
- préparation du point d'entrée à la pointe carrée ;
- forage des deux corticales à la mèche de 4,5 mm puis de la corticale proximale à la mèche de 6 mm ;
- mise en place après mesure de la vis autotaraudeuse à filetage partiel.

Les vis proximales donnant une meilleure prise sont indiquées sur os porotique chez le vieillard. La même manoeuvre est réalisée pour le deuxième orifice de verrouillage distal.

Les *incidents* et les *erreurs* possibles sont les suivants :

- mauvaise pénétration de la corticale à la pointe carrée, dérapage de la mèche avec mise en place de la vis à côté du clou !
- une des vis de verrouillage se trouve dans le foyer de fracture ou inversement l'un des trous de verrouillage reste libre entraînant dans les deux cas un risque de pseudarthrose ;
- vis de verrouillage ne prenant pas correctement la corticale opposée ;
- oubli de l'impaction laissant persister un diastasis.

Deuxième variante : le verrouillage à main levée est réalisé lorsque l'on ne possède pas de cadre de visée. Un clou de Steinmann (de diamètre 3,2 mm) monté sur moteur est placé au centre du trou sous contrôle scopique puis introduit parallèlement à la direction présumée du faisceau radiologique dans la première corticale. Sa position centrale est alors contrôlée à la scopie. Il est introduit dans la deuxième corticale et retiré. La mèche est ensuite passée dans les deux corticales après nouveau contrôle scopique. La vis est mise en place. On peut également utiliser pour cette méthode à main levée le viseur radiotransparent universel de Pennig.

Fermeture sur drain de Redon non aspiratif de l'incision proximale. Un ou deux points de suture sur les incisions de verrouillage.

Soins postopératoires

- Installation sur coussin biseauté.
- Ablation des drains de Redon au deuxième ou troisième jour.
- Mobilisations et contractions statiques dès le réveil ou le lendemain matin.
- Traitement anticoagulant de règle.
- La mise en charge dépend du type de fracture.

Extraction

proximal du clou de la fibrose, voire de l'ossification présente, on procède au vissage du boulon d'extraction et de la masse et à l'ablation du clou. La mise en charge est autorisée dès que possible sans protection.

ECMV du tibia

Installation et réduction (fig. 6)

Malade en décubitus dorsal sur table orthopédique.

Genou calé sur un support placé non pas dans le creux poplité mais au-dessus, à la face postérieure de la partie basse de la cuisse. Son placement est surtout important pour les fractures hautes car il évite la bascule antérieure du fragment proximal et la compression du paquet vasculonerveux contre le plan osseux. Pour cette dernière raison, cette position doit être systématique quels que soient le niveau et le type de la fracture.

Deux appuis condyliens montés en étau fixent le genou, rotule au zénith.

La traction est réalisée : soit par fixation de la cheville et du pied sur la table orthopédique par un chausson en cuir ou mieux avec des bandes collées pour ne pas interférer avec le site du verrouillage ; soit par une extension continue par clou de Steinmann transcalcanéen monté sur étrier.

La réduction sous amplificateur doit être la plus parfaite possible et ne pose guère de problème sauf pour les fractures basses où la traction transcalcanéenne est préférable.

La voie d'abord, verticale médiane de 3 à 4 cm, est prérotulienne pour la peau et transtendineuse dans le sens des fibres au milieu du tendon rotulien.

L'orifice d'entrée du guide et du clou préparé à la pointe carrée droite puis courbe est extra-articulaire (fig. 7). Il se situe sur le versant supérieur et interne de la tubérosité tibiale antérieure (la tubérosité n'est pas anatomiquement dans l'axe du tibia mais plutôt externe par rapport à celui-ci) entre la bourse séreuse sous-rotulienne et l'insertion tibiale du tendon rotulien, dans l'axe de la crête tibiale. La pointe carrée doit rapidement prendre une direction parallèle à la corticale antérieure du tibia pour ne pas venir buter sur la corticale postérieure et éventuellement la perforer.

Le guide doit être strictement médian dans l'épiphyse distale.

L'alésage se fait en moyenne jusqu'à 12 à 13 mm et l'enclouage avec un clou de 11 à 12 mm. Le foyer de fracture est impacté chaque fois que nécessaire. Le clou doit affleurer l'orifice supérieur et la plaque métaphysaire sauf pour les fractures hautes où il faut laisser une certaine marge permettant l'impaction.

Le verrouillage supérieur est en théorie facile et pratiqué par la face médiale du tibia pour la vis transversale. Il faut sans cesse avoir à l'esprit le danger potentiel d'une lésion vasculaire non seulement poplitéotibiale postérieure pour la vis antéropostérieure mais aussi à l'origine de la tibiale antérieure pour la vis transversale. La perforation à la mèche des corticales postérieure et latérale doit être prudente, strictement contrôlée et la longueur des vis très exactement calculée afin qu'elles ne dépassent pas la corticale de plus d'un pas de vis.

Le verrouillage distal se fait également de dedans en dehors, selon les mêmes séquences qu'au fémur.

Soins postopératoires et extraction

Mêmes séquences qu'au niveau fémoral.

Extension de la méthode

Enclouage verrouillé de l'humérus

Le traitement des fractures de la diaphyse humérale est resté longtemps dominé par les diverses méthodes du traitement orthopédique non sanglant et pour des indications bien précises par l'ostéosynthèse par plaque. L'enclouage simple préconisé par Küntscher lui-même et en France avec de bons résultats par Schvingt ne contrôlait qu'imparfaitement la rotation de même que l'embrochage fasciculé selon Hackethal ou le clou d'Ender. Seidel [23] a mis au point un clou huméral verrouillé. Il est creux, sans fente, trifolié et béquillé de 8 et 9 mm de diamètre et de longueur de 180 à 280 mm. Il est muni de deux orifices proximaux perpendiculaires admettant des vis autotaraudeuses de 4,5 mm. Le verrouillage distal est réalisé par un dispositif à palettes qui s'écartent grâce à une vis expansive et dont la tenue dans le canal médullaire distal très étroit est suffisante pour neutraliser la rotation.

Installation en décubitus dorsal (fig. 8), l'épaule est dégagée en mettant un coussin sous l'omoplate, en la faisant légèrement déborder de la table et en tournant la tête du côté opposé. L'aide réalisera les manoeuvres de réduction en tirant sur l'avant-bras, le coude à 90° pour contrôler la rotation, complétées par la pression directe sur les fragments. L'amplificateur de brillance, placé entre les deux opérateurs, est indispensable pour vérifier la bonne réduction, la mise en place du guide et la progression du clou.

L'incision est en barrette de 4 à 5 cm à un travers de doigt de l'acromion. L'aponévrose est fendue dans le sens des fibres de la partie moyenne du deltoïde, qui sont dissociées pour accéder facilement au trochiter.

Le point d'introduction extra-articulaire (fig. 8) se trouve au bord externe et légèrement en dessous de la facette d'insertion du sus-épineux. Après la mise en place du guide d'alésage, l'enclouage est réalisé, vis d'expansion introduite au préalable dans le clou, en contrôlant la rotation. En cas de diastasis, l'impaction se fait par quelques coups avec la paume de la main sur le coude fléchi à 90° ; si nécessaire, il ne faut pas hésiter à réaléser. L'extrémité proximale du clou doit affleurer le rebord osseux, voire être enfoncée de quelques millimètres afin d'éviter tout conflit sous-acromial.

Le verrouillage distal est effectué en premier en actionnant la vis d'expansion à l'aide d'un grand tournevis. Pour le verrouillage proximal : un détail important, il faut dissocier les parties molles jusqu'au contact osseux avec une pince mousse pour éviter toute lésion du nerf circonflexe.

Immobilisation pendant quelques jours en écharpe ou en jersey tubulé.

Mobilisation passive dès le premier ou le deuxième jour en ne forçant pas sur les rotations puis progressivement mobilisation plus ample et active.

Extraction

Ablation première des vis de verrouillage proximal après dégagement de leur tête avec un instrument mousse.

Dévisage de la vis d'expansion.

Ablation du clou dont l'extrémité a été débarrassée de sa gangue osseuse.

ECMV du cubitus [17]

Dominé par l'ostéosynthèse par plaque, le traitement par l'ECM des fractures des deux os de l'avant-bras est réservé au seul cubitus de par sa forme plus ou moins rectiligne et malgré l'étroitesse de son canal. Mais l'embrochage ou l'enclouage simple se soldaient par un certain nombre de pseudarthroses en raison du mauvais contrôle des petits mouvements de rotation et de l'absence de compression interfragmenteaire. La mise au point par Lefèvre [17] d'un clou de cubitus verrouillé télescopique a résolu ce problème et permet en plus la compression interfragmenteaire, voire la distraction (pour certaines indications en chirurgie réglée).

Le clou est télescopique avec une variation de longueur de 45 mm ; il est utilisable quels que soient le cas et le côté. La partie proximale a 8 mm de diamètre et la portion distale 4,5 ou 6 mm. Le verrouillage proximal est fait à l'aide d'une palette verticale postérieure solidaire de la portion proximale qui se

place dans une gorge peu profonde façonnée à la face postérieure de l'olécrâne. La partie distale est munie d'un orifice oblong permettant le verrouillage distal de 2,7 ou 4,5 mm. La mise en place sous contrôle télévisé est réalisée grâce à un viseur à main en double canon, l'un étant pour une broche de fixation provisoire l'autre pour le vissage proprement dit.

Installation en décubitus dorsal, sous anesthésie plexuelle et mise en place d'un garrot pneumatique. Le membre supérieur est placé sur un plateau accessoire en abduction, coude fléchi, la rotation variant selon les temps opératoires.

Voie d'abord courte, médiane, verticale, à cheval sur la pointe de l'olécrâne qui est forée avec une mèche à butée de 8 mm à travers un gabarit.

Réalisation de la gorge olécrânienne postérieure à la pince gouge. L'alésage est le temps le plus difficile compte tenu de l'étroitesse du canal : à 5 mm pour le clou de 4,5 mm et à 6,5 mm pour le clou de 6 mm en commençant à 3 mm. En cas de difficultés, il faut aléser complètement le fragment proximal puis reprendre l'alésoir de 3 mm pour réduire le foyer de fracture et aléser le fragment distal.

Passage du guide clou et enclouage ; le clou est poussé à la main puis au maillet.

Verrouillage distal : mise en compression après mise en place de la vis.

Verrouillage proximal.

Mise en écharpe. Mobilisation immédiate en ne forçant pas au début sur la pronosupination, puis progressivement mobilisation plus ample et active.

Extraction

Après ablation des vis de verrouillage proximal et distal, un extracteur est vissé dans la partie distale permettant son extraction. La partie proximale est simplement retirée à la main.

Traitement à foyer fermé des fractures trochantériennes

Déjà amorcé par Küntscher lui-même grâce à son clou en Y et à son clou trochantérien, le traitement à foyer fermé des fractures du massif trochantérien s'est véritablement imposé d'abord par la mise au point de l'enclouage selon Ender perfectionné par Kempf et Bitar par le verrouillage coulissant ^[5] puis par le développement du clou Gamma de Kempf, Grosse et Taglang ^[11]. Ces techniques sont décrites en détail dans d'autres fascicules de l'Encyclopédie médicochirurgicale ^[11].

Seul sera décrit rapidement le clou Gamma long, dernier né de la famille, et qui s'impose de plus en plus dans le traitement des fractures trochantérodiaphysaires, fémorales hautes et des fractures associées diaphyse-trochanter ou col du fémur.

La partie proximale est celle du clou Gamma avec les mêmes angulations (125°, 130°, 135°) et le même diamètre (17 mm). Elle est prolongée par un clou diaphysaire creux, non fendu, à paroi d'épaisseur de 1,5 mm, de diamètre distal de 11 mm avec quatre longueurs 340, 360, 380 et 400 mm. Il existe en version droit et gauche et il n'est pas précourbé dans le sens sagittal.

La technique est identique à celle du clou Gamma. Quelques points doivent être précisés :

l'installation est comme celle d'une fracture diaphysaire avec un clou de Steinmann transcondylien ;

la manoeuvre du petit clou est fréquemment nécessaire pour obtenir la réduction ;

l'alésage diaphysaire doit être réalisé jusqu'à 13 mm c'est-à-dire 2 mm au-dessus du diamètre du clou en raison de sa rigidité accrue et du risque d'enclavement ;

le clou est enfoncé à la main sauf pour les 3 à 4 derniers centimètres où un impacteur spécial est utilisé.

Embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) à foyer fermé [20]

Cette technique est venue bouleverser l'attitude thérapeutique très systématique en faveur des méthodes non sanglantes pour les fractures de l'enfant. Pratiqué de longue date de façon sporadique et sans règles techniques bien définies, l'ECMES a été élaboré et codifié par Prévot et Métaizeau et appliqué à une échelle de plus en plus large non seulement aux fractures diaphysaires (fémur, tibia, rarement humérus, deux os de l'avant-bras) mais aussi par voie rétrograde aux fractures épiphysaires (supracondylienne de l'humérus et du fémur, tête et col du radius). Cette technique a fait l'objet d'un fascicule de l'Encyclopédie médicochirurgicale [20].

Haut de page

CAS PARTICULIERS

Pseudarthroses

L'ECM à FF avec alésage pour les pseudarthroses médiadiaphysaires, complété par le verrouillage le plus souvent dynamique pour les pseudarthroses proximales ou distales peut être considéré comme le meilleur traitement actuel de ces complications. Il permet en règle générale la mise en charge immédiate qui est à considérer comme partie intégrante de la méthode. En effet, elle assure une pression interfragmentaire intermittente et physiologique réduisant le diastasis et contribuant grandement à la consolidation.

La technique comporte quelques particularités et difficultés.

Pour le membre inférieur, l'installation est systématique sur table orthopédique avec un dispositif de traction.

Ablation préalable du matériel en place. S'il s'agit d'un clou, seuls les clous courbés ou fracturés posent problèmes mais leur ablation avec un crochet spécial peut en règle se faire sans ouverture du foyer. Les plaques et autres matériels sont enlevés par une voie d'abord économique menant directement et sans décollement sur le matériel. La plaie est suturée et la suite de l'opération se fait selon les principes du foyer fermé. S'il s'agit d'une pseudarthrose sur clou, le nouveau clou doit avoir un diamètre supérieur d'au moins 2 mm. Il faudra donc aléser de 3 mm au-dessus du diamètre de départ.

Il a été prouvé que l'alésage par l'avivement endomédullaire stimule l'ostéogénèse et que les produits d'alésage ont les mêmes propriétés ostéoformatrices que des greffons spongieux. Le produit d'alésage présent dans les rainures des alésoirs doit être soigneusement recueilli et peut être réintroduit avant l'enclouage au contact du foyer par l'intermédiaire d'un gros drain ou d'un tube en Téflon®.

S'il s'agit d'une pseudarthrose après un autre mode de traitement, la traversée des extrémités obturées et sclérosées représente la difficulté majeure de l'intervention. Des guides lancéolés ou pointus sont alors indispensables, complétés parfois par l'utilisation d'un alésoir de très petit calibre... et par beaucoup de patience !

Le verrouillage est en règle dynamique sauf en cas de pseudarthrose avec perte de substance. Seule cette pseudarthrose ainsi que certaines formes très atrophiques nécessitent une greffe en règle corticospongieuse complémentaire ou une décortication.

La correction d'une pseudarthrose vicieuse peut souvent être exécutée par manoeuvres externes musclées. Parfois, une ostéotomie percutanée au ciseau

frappé est nécessaire.

La mise en charge est sauf exception systématique.

Cals vicieux

Tous les cals vicieux angulaires ou en rotation ainsi que les ostéotomies d'allongement ou de raccourcissement peuvent être stabilisés par ECMV statique. Les techniques à foyer ouvert ont été décrites ailleurs (Kempf et coll ^[7]). Seule sera mentionnée ici la technique à foyer fermé imaginée par Küntscher qui a mis au point une ingénieuse scie endomédullaire excentrée, introduite après alésage approprié du canal médullaire (fig. 9). Des ostéotomies transversales suivies de correction angulaire ou rotatoire, ou d'allongement de 2 à 2,5 cm au maximum ainsi que des résections de cylindres osseux de 3 à 4 cm meulés et fragmentés in situ à l'aide d'instruments appropriés en vue d'un raccourcissement peuvent ainsi être réalisées. Toujours réservée à un cercle d'initiés, cette belle mais astreignante technique est peu ou pas utilisée en France. Elle mériterait d'être diffusée d'autant plus que des scies plus perfectionnées, en particulier la nouvelle scie mise au point à Hambourg et à Strasbourg, facilitent grandement sa réalisation.

Mentionnons :

les possibilités de la méthode dans la *chirurgie tumorale* : ostéosynthèse à foyer fermé des fractures et des lésions métastatiques fragilisantes des os longs. Elle est beaucoup moins agressive que les méthodes à foyer ouvert. Les clous sont utilisés dans les reconstructions après grande résection des tumeurs primitives. Le clou sans fente autorisant l'appui plus précoce trouve ici de bonnes indications. Mais la rigidité accrue est parfois responsable de fracture du greffon lors de son introduction. Il faut donc « hyperaléser » le greffon et enclouer avec la plus grande prudence.

L'existence de clous télescopiques adaptés au traitement des diverses *affections et dysplasies sévères de l'enfant*.

Haut de page

COMPLICATIONS TARDIVES

Certaines sont directement en relation avec la méthode, d'autres sont indépendantes.

Liées à la méthode

Nécrose ischémique tardive de la tête fémorale, en relation avec un mauvais point d'introduction (cf supra).

Issue du matériel : la migration se fait en général vers le haut, l'extrémité proximale du clou venant faire saillie dans les parties molles. Elle est souvent due à une erreur d'appréciation de la longueur du clou lors de l'opération. Une bursite se développe en règle à son contact. Au fémur la gêne est moindre vu l'épaisseur des parties molles et l'ablation du clou est moins urgente. Au tibia, la gêne et l'agression des parties molles sont plus importantes provoquant irritation du tendon rotulien ou de la synoviale avec irruption du clou dans l'articulation. L'ablation, le changement ou parfois le renforcement du clou s'imposent le plus souvent. Il en est de même à l'humérus où la saillie du clou entraîne inéluctablement un conflit sous-acromial. Il faut enlever ou changer rapidement le clou. Le problème est analogue au niveau olécrânien : la minceur des parties molles

et l'importance de la bursite avec menace de perforation poussent à la réintervention précoce. La saillie des broches dans l'ECMES, voire la perforation cutanée, est la complication locale majeure de cette méthode. Elle nécessite une recoupe des broches au cours d'une courte hospitalisation ou l'ablation précoce de celles-ci si le cal est suffisant. Plus rarement, la migration se fait vers l'articulation adjacente (genou ou tibiotarsienne) que le clou perfore. Cette complication parfois due au caractère très ostéoporotique de l'os, d'où la règle de toujours verrouiller dans ces cas, est à nouveau le plus souvent en rapport avec une erreur de mensuration et avec l'imprécision des conséquences d'une éventuelle dynamisation. Il faut donc rappeler la règle suivante : en cas de fracture proximale, choisir un clou plus court qui n'atteint pas la plaque métaphysaire ; pour des fractures basses l'extrémité du clou doit se trouver au ras du point d'entrée.

Impaction secondaire de la fracture : cause de la saillie du matériel, elle doit être prévenue en peropératoire dès lors qu'il existe un diastasis notable. Il ne faut jamais oublier d'impacter la fracture avant de procéder au verrouillage statique et en cas de verrouillage dynamique, bien apprécier la possibilité d'impaction par la mise en charge. Si nécessaire, procéder à l'ablation d'un fragment cortical interposé.

Non liées à la méthode

Nous nous contenterons de mentionner deux complications redoutables et qui mériteraient chacune de longs développements :

l'infection ^[3] dont les taux moyens se situent entre 1 et 3 % pour les fractures fermées et 4 à 6 % pour les fractures ouvertes grades 1 et 2 avec des pics jusqu'à 8 à 10 % pour les grades 3 ;

les complications thromboemboliques : les patients ayant subi un enclouage doivent être soumis au traitement anticoagulant réglé habituel et de principe.

Le syndrome de loge n'est pas lié à la méthode et ne semble pas favorisé par elle. Il est fréquent à la jambe (22 cas sur 399 enclouages du tibia réalisés dans notre centre), exceptionnel à la cuisse ^[18], non décrit à notre connaissance au bras ou à l'avant-bras. Les malades encloués du tibia à foyer fermé doivent donc être particulièrement surveillés : bilans cliniques répétés, prise systématique des pressions dans les cas suspects, aponévrotomie sans délai dès lors que la menace se confirme.

Haut de page

AUTRES MATÉRIELS ET TECHNIQUES - NOUVELLES ORIENTATIONS

De très nombreux modèles de clous envahissent le marché. Les variations portent :

sur la forme du clou à la section : hexagonale, clou de Vives (Cremascoli) ; cylindrique : nouveau clou de Francfort ; fendu à bandes de renforcement (Mécron) ; clou sans fente de Russel-Taylor (Richards) dont le risque d'enclavement en raison de sa perte de flexibilité doit être compensé par un hyperalésage, etc.

sur le mode de verrouillage proximal : deux vis dans l'axe du col pour le clou de Russel-Taylor ;

sur le mode de verrouillage distal : système à palettes qui s'écarte des clous de Richards, Médinov, Langlais ; ce système apparemment simple par rapport aux appareils de visée manque d'efficacité dès lors que la cavité médullaire est très large ou l'os très porotique ; il est en revanche performant

à l'humérus dont le canal médullaire distal est très étroit.

D'autres modèles remettent plus ou moins en cause le principe du foyer fermé : ainsi le clou d'Huckstep ou celui très voisin de Colchero repris par Vidal sous le nom de clou claveté sont des clous pleins (donc sans possibilités d'utiliser un guide et des alésoirs) comportant une dizaine d'orifices de verrouillage. Entre les mains de leurs concepteurs, leur mise en place se fait à foyer largement exposé. Tout récemment sous le nom de Nail-Loc (Tornier), l'école montpelliéraine a amélioré le matériel permettant le foyer fermé sans alésage, le verrouillage sans irradiation et la mise en charge immédiate.

Cette nouvelle orientation suit celle de l'AO qui, en raison de la remise en question de l'alésage, a développé son petit clou de tibia sans alésage (« tibia unreamed nail ») dont les performances mécaniques laissent à désirer ^[1].

L'ostéogénèse en distraction sur clou centromédullaire selon le principe de l'Ilizarov ^[2] représente en revanche un nouveau concept particulièrement fascinant. De nombreux modèles sont en voie de conception et d'expérimentation mais nul doute que cette méthode s'imposera pour le comblement de pertes de substance par transport de segment et les ostéotomies d'allongement.

L'enclouage rétrograde (« retro-nail ») en particulier au niveau du genou par l'échancrure intercondylienne rend d'intéressants services dans quelques cas particuliers : fractures fémorales sous une prothèse de hanche, fractures très distales de cet os.

Haut de page

CONCLUSION

En 1980, le Professeur Robert Merle d'Aubigné devant l'Académie de Chirurgie avait élevé Gerhard Küntscher à la dignité de « Bienfaiteur de l'Humanité ». Nous nous associons à cet éclatant hommage.

Références

- [1] HAAS S, KRETTEK C, TSCHERNE H A new solid unreamed tibial nail for shaft fractures with severe soft tissues injuries. *Injury* 1993 ; 24 : 49-54
- [2] ILIZAROV GA. Transosseous osteosynthesis (1 vol). Springer Verlag. Paris. 1992
- [3] JENNY G, JENNY JY, AMARTI K. Complications septiques de l'enclouage centromédullaire verrouillé en traumatologie. In : Cah Enseig SOFCOT. L'enclouage centromédullaire à foyer fermé des os longs selon Küntscher. n° 39, pp 81-88. Expansion Scientifique Française. Paris. 1990 ; 116 p
- [4] KEMPF I. L'enclouage centromédullaire à foyer fermé des os longs selon Küntscher. Cah Enseig SOFCOT. n° 39. Expansion Scientifique Française. Paris. 1990 ; 116 p
- [5] KEMPF I, BITAR S. Place et limites de la méthode d'Ender modifiée avec verrouillage coulissant dans le traitement des fractures trochantériennes. In : Cah Enseig SOFCOT. L'enclouage centromédullaire à foyer fermé des os longs selon Küntscher. n° 39, pp 38-46. Expansion Scientifique Française. Paris. 1990 ; 116 p
- [6] KEMPF I, DAGRENAT D, KARGER C Fractures de l'extrémité supérieure du fémur. In: *Encycl Med Chir (Ed.) Appareil locomoteur, 14-076-A10* Paris Elsevier: 1993; 28 **[interref]**
- [7] KEMPF I, GROSSE A, ABALO C Locked intra-medullary nailing. Its application to femoral axial, rotational, lengthning and shortening osteotomies. *Clin Orthop* 1986 ; 212 : 165-173
- [8] KEMPF I, GROSSE A, KARGER C. Traitement des pseudarthroses aseptiques du fémur et du tibia par l'enclouage centromédullaire. Apport du verrouillage. In : Cah Enseig SOFCOT. L'enclouage centromédullaire à foyer fermé des os longs selon Küntscher. n° 39, pp 91-96. Expansion Scientifique Française. Paris. 1990 ; 116 p
- [9] KEMPF I, GROSSE A, LAFFORGUE P L'apport du verrouillage dans l'enclouage centromédullaire des os longs. *Rev Chir Orthop* 1978 ; 64 : 635-631
- [10] KEMPF I, GROSSE A, RIGAULT P The treatment of non infected pseudarthrosis of the femur and the tibia with locked intra-medullary nailing. *Clin Orthop* 1986 ; 212 : 142-154

- [11] KEMPF I, GROSSE A, TAGLANG G, FAVREUL E Le clou gamma dans le traitement à foyer fermé des fractures trochantériennes. *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 : 29-40
- [12] KEMPF I, HECKEL TH, PIDHORZ LE, TAGLANG G, GROSSE A L'enclouage verrouillé selon Seidel des fractures diaphysaires humérales récentes. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 : 5-13
- [13] KEMPF I, MEYRUEIS JP, PERREN S La fixation d'une fracture doit-elle être rigide ou élastique ? *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 335-380
- [14] KLEMM K, SCHELLMANN WP Dynamische und statische Verriegelung des Marknagels. *Monatschr Unfallheilkd* 1972 ; 75 : 568-575
- [15] KÜNTSCHER G. Praxis der Marknagelung. In : Schattauer FK ed. Springer Verlag. Stuttgart. 1962
- [16] KÜNTSCHER G Die Nagelung des Defektrümmerbruches. *Chirurg* 1964 ; 35 : 277-280
- [17] LEFEVRE C. L'ostéosynthèse intramédullaire des deux os de l'avant-bras. In : Cah Enseig SOFCOT. L'enclouage centromédullaire à foyer fermé des os longs selon Küntscher. n° 39, pp 60-66. Expansion Scientifique Française. Paris. 1990 ; 116 p
- [18] McQUEEN MM, CHRISTIE J, COURT-BROWN CM Compartment pressures after intramedullary nailing of the tibia. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72-B : 395-397
- [19] OLERUD S. The effects of intramedullary reaming. In : Browner BO et Edwards CC eds. The science and practice of intramedullary reaming. Lea and Febiger. Philadelphia. 1987 ; pp 61-64
- [20] PREVOT J, METAIZEAU JP, LIGIER JN, LASCOMBES P, LESUR E, DAUTEL G. Embrochage centromédullaire élastique stable. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie.* 44-018. 1993 ; 13 p
- [21] SCHVINGT E, JACQUEMAIRE B, BABIN S, KATZNER M L'enclouage d'alignement des fractures diaphysaires du fémur. *Rev Chir Orthop* 1976 ; 62 : 137-149
- [22] SCHWARTZ BT, BRUMBACK RJ, LAKATOS R, POKA A, BATHON GH, BURGESS AR Acute compartment syndrome of the thigh. *J Bone Joint Surg* 1989 ; 71-A : 392-400
- [23] SEIDEL H. Traitement des fractures de l'humérus à l'aide d'un clou verrouillé. In : Cah Enseig SOFCOT. L'enclouage centromédullaire à foyer fermé des os longs selon Küntscher. n° 39, pp 55-59. Expansion Scientifique Française. Paris. 1990 ; 116 p

© 1996 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

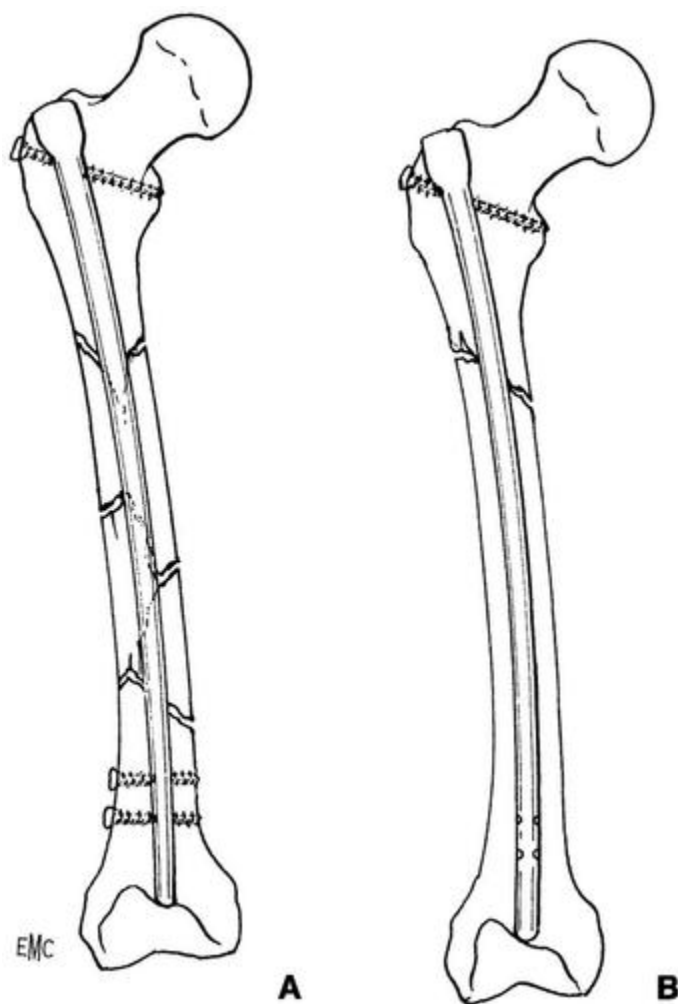


Fig 1 :

Montage statique (A) et dynamique (B).

Fig 2 :

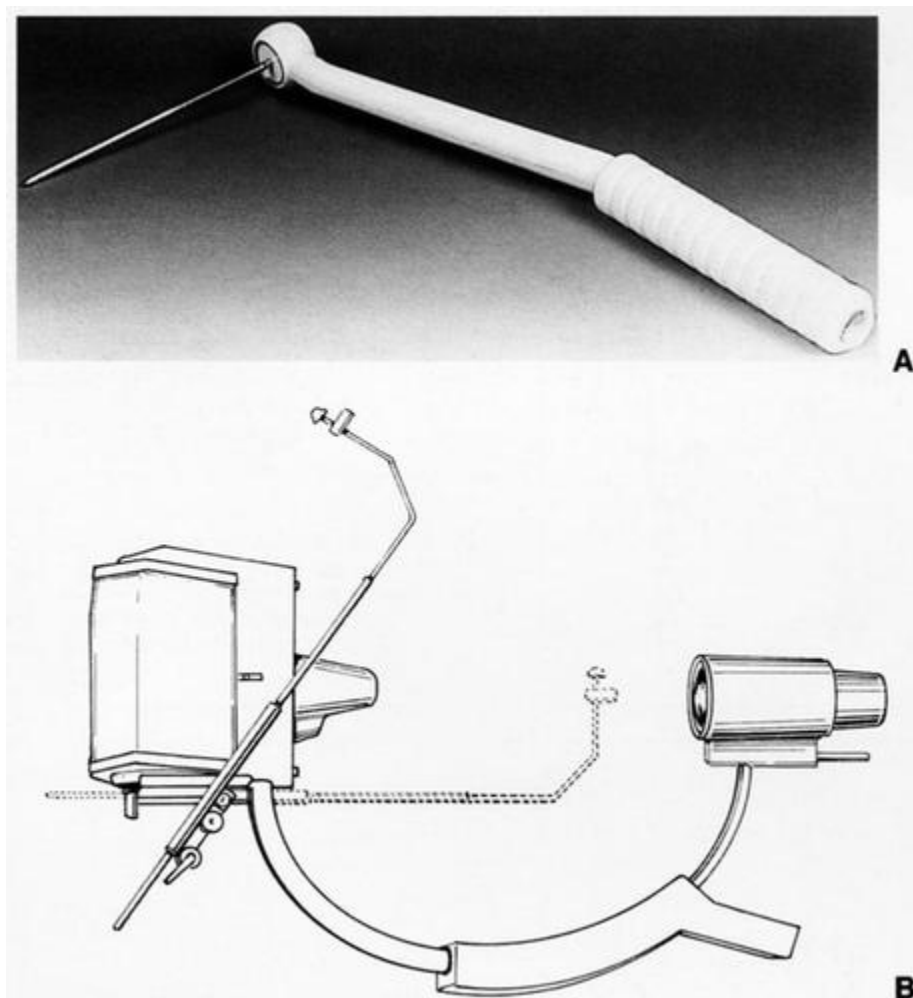


Fig 2 :

Viseur à main levée de Pennig (A) et viseur de Strasbourg (B).

Fig 3 :

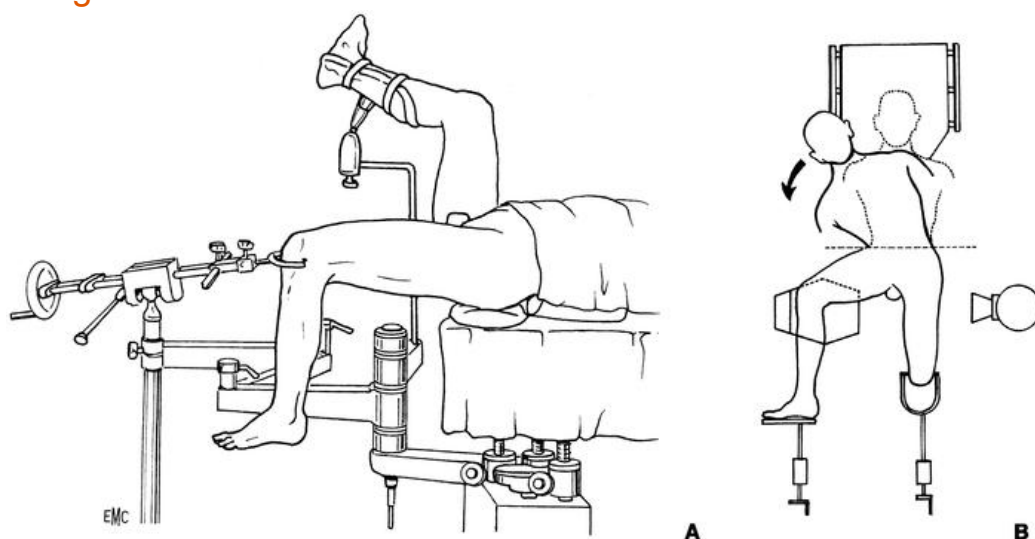


Fig 3 :

A. Installation du malade en décubitus dorsal pour enclouage verrouillé du fémur.

B. Inclinaison du tronc et adduction de la cuisse pour faire saillir le grand trochanter).

Fig 4 :

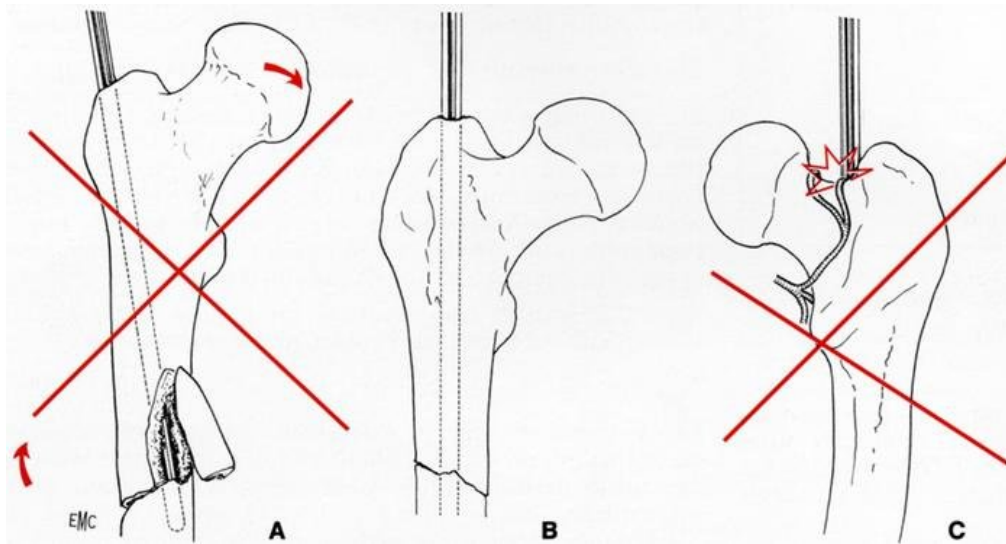


Fig 4 :

Point d'introduction.

A. Trop externe. Varus. Ecaille corticale interne.

B. Point d'introduction correct.

C. Trop interne : danger vasculaire, fragilisation du col du fémur.

Fig 5 :

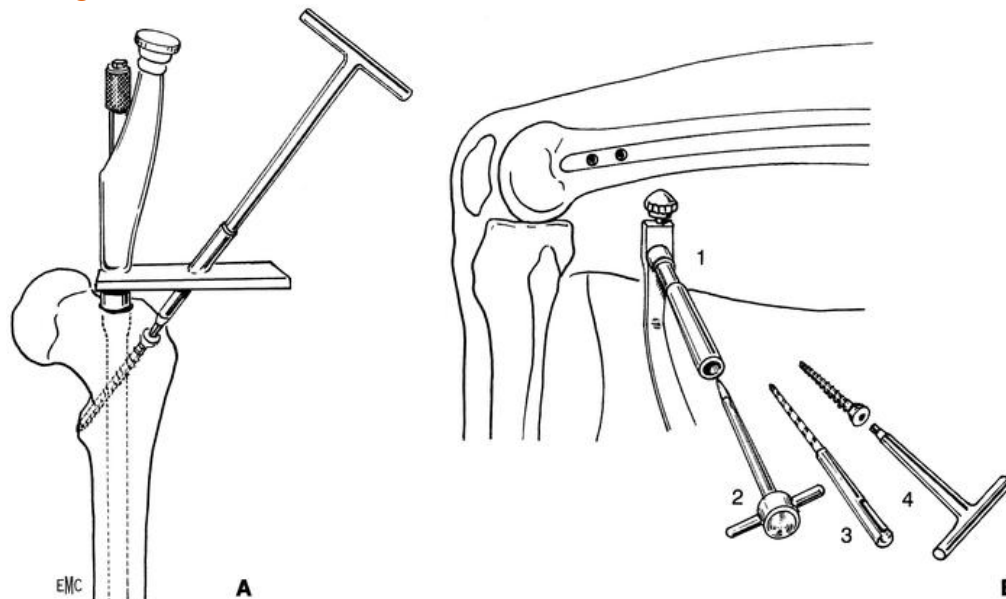


Fig 5 :

Verrouillage proximal (A) et distal (B). Les différents temps du verrouillage : 1. mise en place de la douille ; 2. préparation du point d'entrée à la pointe carrée ; 3. forage des deux corticales à la mèche ; 4. mise en place après mesure de la vis autotaraudeuse.

Fig 6 :

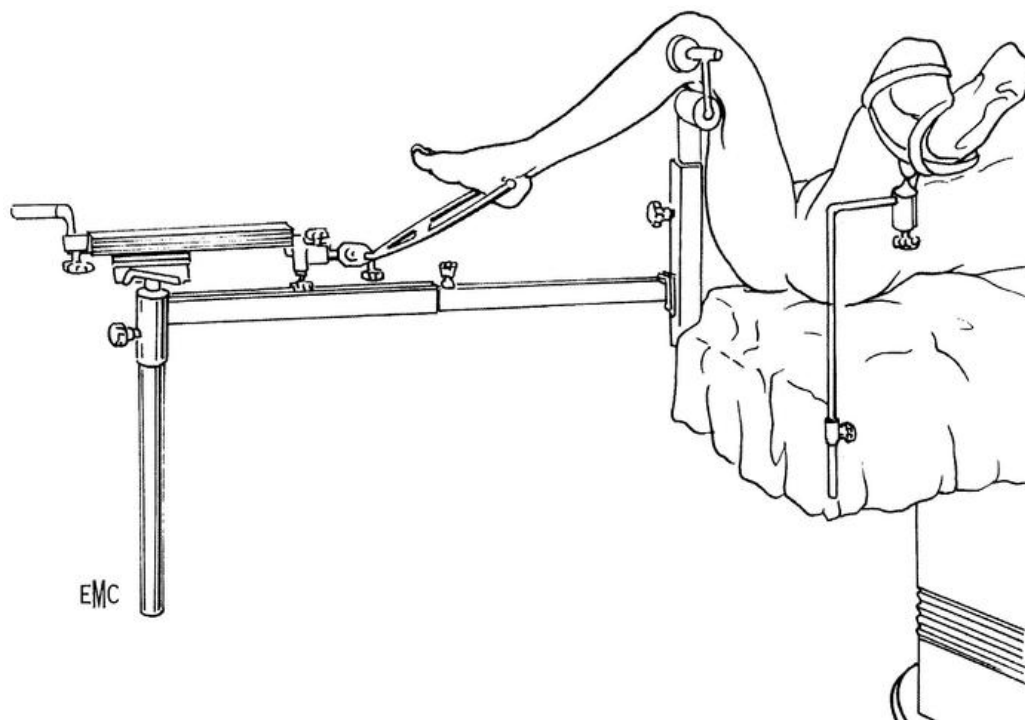


Fig 6 :

Installation pour enclouage tibial : le support n'est pas dans le creux poplité mais au-dessus de lui.

Fig 7 :

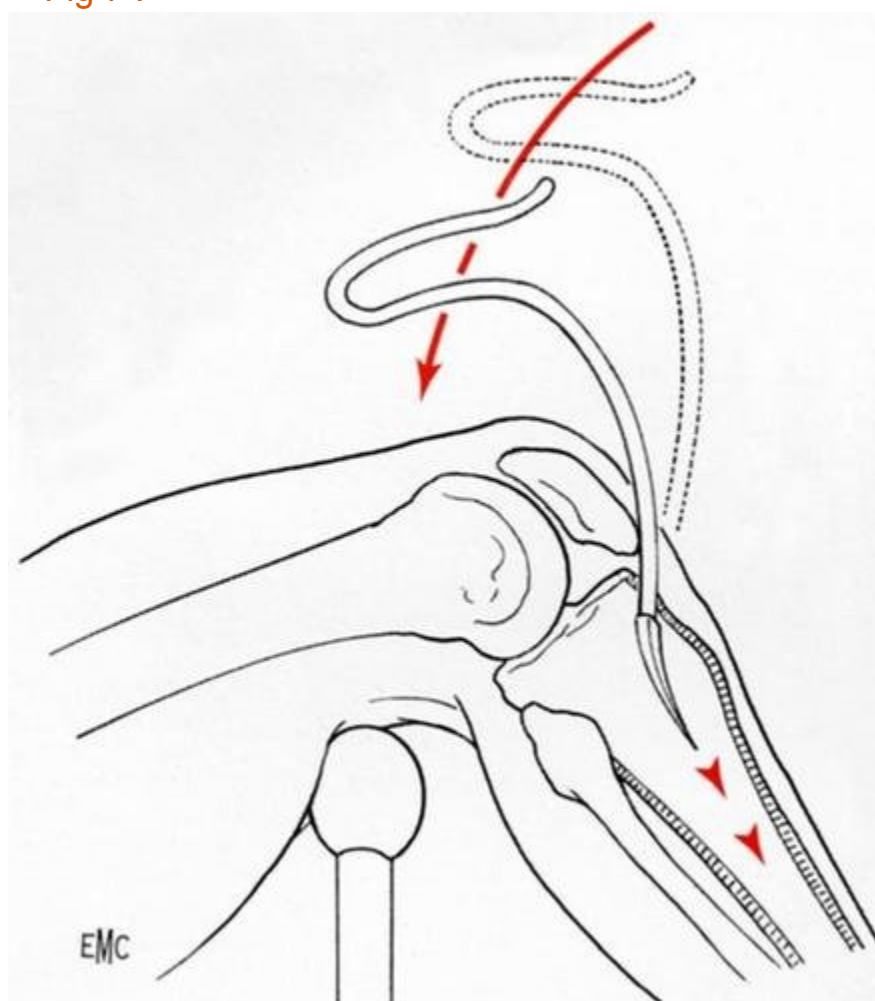


Fig 7 :

Point de pénétration et mouvement de bascule de la pointe carrée pour se placer parallèlement à la corticale postérieure.

Fig 8 :

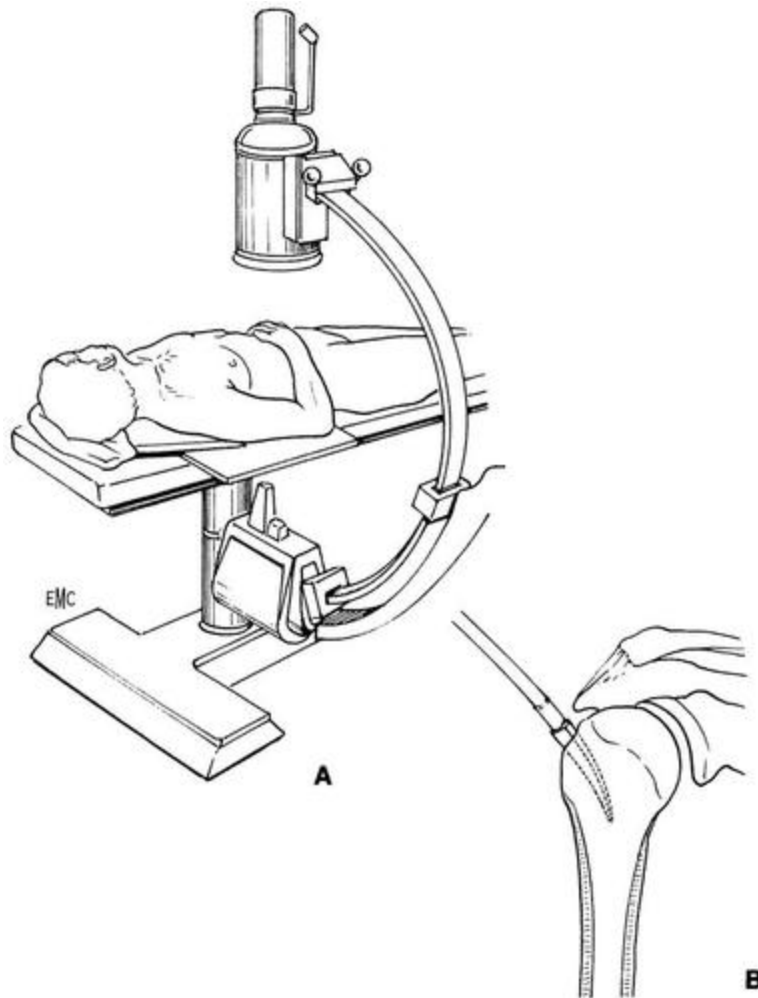


Fig 8 :

A. Installation pour enclouage de l'humérus.

B. Point de pénétration.

Fig 9 :

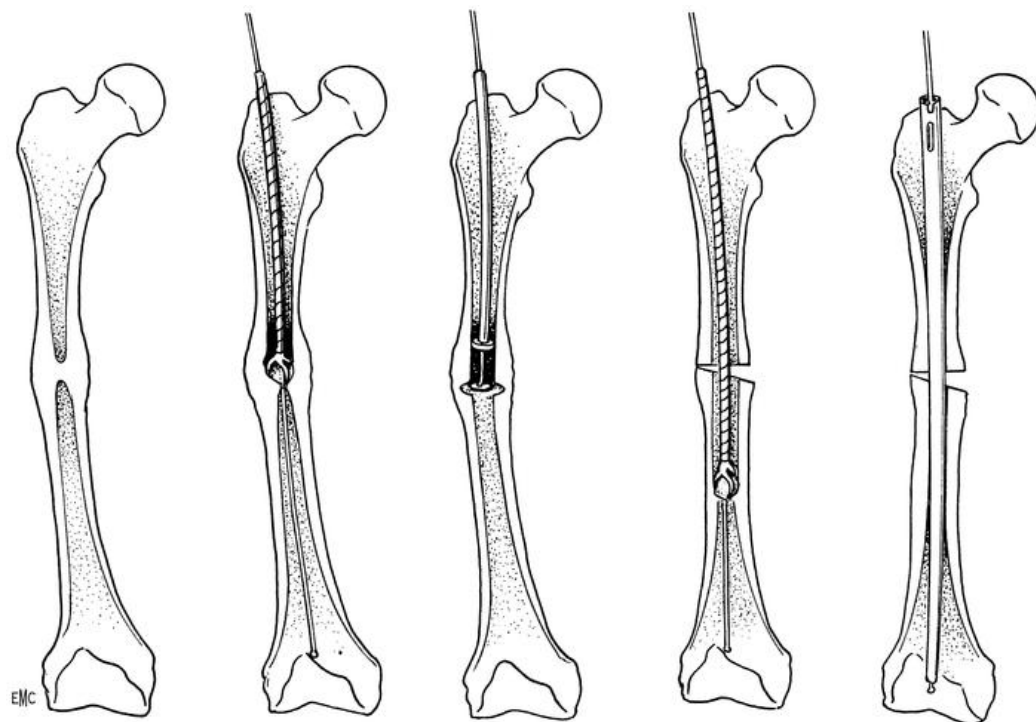


Fig 9 :

Correction à foyer fermé d'un cal vicieux angulaire à l'aide de la scie endomédullaire de Küntscher.

Techniques de pose d'un fixateur externe unilatéral chez l'adulte

A Lortat-Jacob
P Boisrenoult

Résumé. – Le concept de fixation externe unilatérale est apparu dans les années 1980, grâce à une meilleure connaissance de la biomécanique des fixateurs externes. Ce nouveau concept a permis d'étendre les indications des fixateurs externes. De nombreux modèles ont été développés. Si les détails d'utilisation varient avec les caractéristiques propres à chaque fixateur, les principes généraux de pose sont identiques pour tous. Le but de cet article est de décrire ces principes fondamentaux. Les principales causes de complications, leur prévention et leur traitement sont également exposés.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

Mettre en place un fixateur externe est un exercice auquel les chirurgiens orthopédistes sont peu habitués, en dehors des services spécialisés en traumatologie lourde ou en chirurgie septique. Jusqu'au début des années 1980, le fixateur externe était souvent considéré comme une ostéosynthèse d'exception. Depuis, grâce à une meilleure compréhension de la mécanique de la fixation externe [3, 6], les matériels ont considérablement évolué [11, 12, 20]. Cette évolution s'est faite dans un double sens : stabilité et maniabilité. C'est ainsi que l'on a vu apparaître une véritable « course à la stabilité » dans la mise au point des fixateurs externes. L'apparition des fixateurs circulaires modifia les mentalités. Sous la direction d'Illizarov [18], on a mieux compris que l'immobilisation totale est néfaste à la consolidation, et que l'ostéogénèse ne répond pas obligatoirement aux lois de Roux. En effet, Les fixateurs circulaires tels que les concevait Illizarov laissent persister une mobilité focale non négligeable mais celle-ci, parfaitement orientée, est canalisée uniquement dans le sens axial [24]. Cette mobilité axiale améliorerait considérablement la consolidation. Malheureusement, l'utilisation des fixateurs circulaires a déçu : le contrat biomécanique de départ est très difficile à réaliser ; la gêne et la iatrogénie de l'appareil circulaire les rendent peu utilisables ; la difficulté de leur mise en place les rend impropres à l'utilisation quotidienne en traumatologie ; ils sont décrits ailleurs dans cet ouvrage [31]. Si leur utilisation est en net déclin, ils ont permis de faire évoluer les fixateurs externes classiques [9] pour définir un concept nouveau : la fixation unilatérale [14]. De nombreux appareils sont disponibles sur le marché, nous ne les détaillerons pas. Ils ont en commun le fait d'utiliser les fiches reliées en dehors de l'organisme par un matériel plus ou moins complexe. Cette particularité morphologique entraîne une biomécanique très particulière. Seule une bonne connaissance de la biomécanique des fixateurs externes permet de réaliser des montages unilatéraux satisfaisants.

Éléments de mécanique

De très nombreux travaux ont été faits concernant la stabilité des fixateurs externes. Certains visent à définir le rôle de chacun des plans de fixation, [1, 3, 6, 19] d'autres comparent les fixateurs les uns aux autres [7, 20], d'autres enfin analysent les propriétés mécaniques respectives des fixateurs circulaires et des fixateurs unilatéraux [25]. Ces travaux menés par différentes équipes se recoupent plus ou moins, les derniers réalisés utilisant des technologies très sophistiquées, surtout en ce qui concerne les moyens d'analyse des déformations grâce à l'informatique. Il est impossible de détailler ici tous ces travaux, nous nous contentons de les résumer pour faire une étude mécanique simple de la mobilité focale lors de l'utilisation d'un fixateur externe.

Fixation diaphysaire

Fiche : équation de départ [19]

Toute la stabilité du montage repose sur elle. La fiche est soumise à des contraintes en flexion, en traction et en torsion. Les contraintes les plus importantes, pour la mobilité focale, sont les contraintes en flexion. La figure 1 expose les données mécaniques de la contrainte en flexion. La mobilité F est régie par l'équation :

$$F = 1/3 \frac{P \times L^3}{E \times I}$$

- P est la charge à laquelle est soumise la fiche ;
- L est la distance comprise entre le point d'ancrage dans l'os et le porte-fiche ;
- E est le module de Young, donnée objective et invariable ;
- I est le moment d'inertie : $I = 0,05 \times d^4$ (d étant le diamètre de la fiche).

On voit donc dans cette équation que certains paramètres dépendent du matériel, et d'autres du mode d'utilisation.

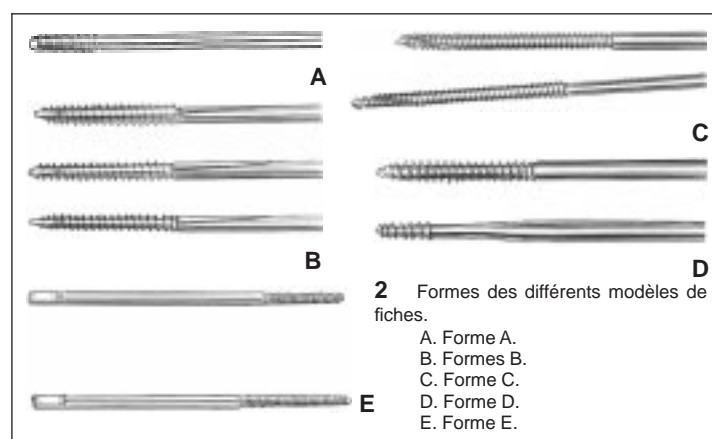
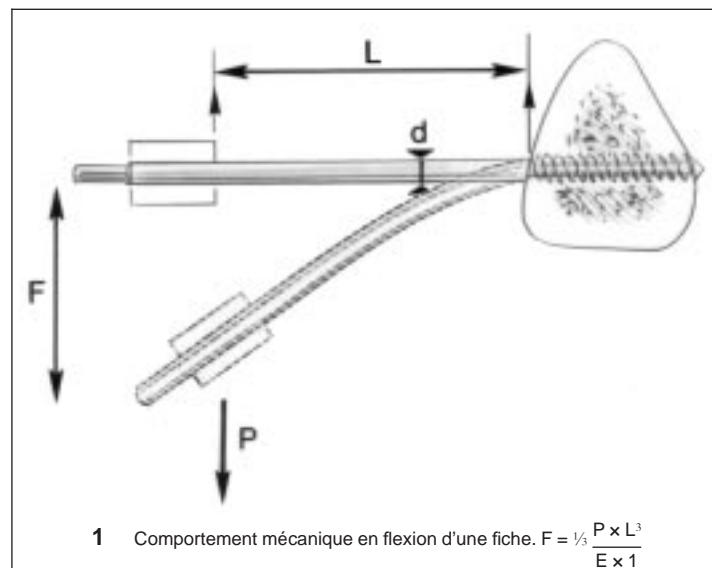
Paramètres dépendant du matériel

Module de Young ou module d'élasticité

Il dépend du métal utilisé. C'est ainsi que l'acier inoxydable doit être préféré au titane, celui-ci étant quatre fois plus « souple ». Utiliser les fiches en titane augmenterait donc par quatre la mobilité focale. Même si la tolérance théorique du titane est meilleure, en pratique les données mécaniques interdisent son utilisation.

Alain Lortat-Jacob : Professeur des Universités, praticien hospitalier.
Philippe Boisrenoult : Chef de clinique-assistant.
Service d'orthopédie et traumatologie, hôpital Ambroise-Paré, 92100 Boulogne, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Lortat-Jacob A et Boisrenoult P. Techniques de pose d'un fixateur externe unilatéral chez l'adulte. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-020, 1999, 13 p.



Diamètre de la fiche

On voit que la mobilité F évolue à la puissance 4 du diamètre (fig 1). En augmentant le diamètre de la fiche d'un facteur 2, on diminue la mobilité focale d'un facteur 16. Il existe donc un intérêt théorique fondamental à dimensionner au maximum les fiches, limité en pratique par le risque de fracture. La fragilisation doit être considérée comme intolérable, dès que le diamètre du trou de la fiche dépasse le quart du diamètre de la diaphyse concernée [8]. En fait, sur le plan fonctionnel, la fiche doit être divisée en deux sections :

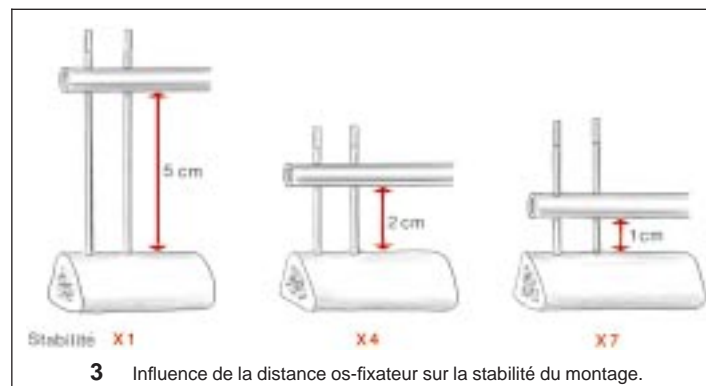
- une section intraosseuse, dont la mécanique est celle de la tenue dans l'os de toute ostéosynthèse ;
- une section extraosseuse qui est responsable de la mobilité focale.

Si la tenue intraosseuse est inébranlable, l'ensemble os et fiche intraosseuse répond aux conditions mécaniques de « poutre neutre » [19] et aucune déformation ne se produit à l'intérieur. La mobilité focale n'est donc affectée que par la portion extraosseuse ; or, cette portion extraosseuse peut sans difficulté être surdimensionnée. L'utilisateur d'un fixateur externe doit être conscient de l'intérêt qu'il y a à utiliser des fiches les plus grosses possible, dans les limites raisonnables des possibilités de la diaphyse concernée. Au membre inférieur, le diamètre 5 mm est le strict minimum ; les fixateurs de conception récente utilisent sous une forme différente des fiches extraosseuses de taille supérieure (Ortho-Fix®, ALJ®) (fig 2).

Facteurs dépendant du mode d'utilisation

Ancrage dans l'os [17]

La fiche doit être mise en répondant aux rigueurs de la mécanique : forage préalable, puis vissage soigneux quel que soit le type de fiche. Les deux corticales doivent être prises [3]. Le but est d'assurer une tenue intraosseuse inébranlable, afin que l'ensemble fiche-os réponde aux critères mécaniques de la poutre neutre.



Distance entre l'os et le porte-fiche

$$F = \frac{1}{3} \frac{P \times L^3}{E \times I}$$

Cette distance détermine la longueur utile de la fiche. Ce facteur est fondamental : on voit qu'il fait varier la mobilité focale à la puissance 3. L'utilisateur doit donc être conscient que plus le fixateur est proche de la peau, meilleure sera la stabilité (fig 3).

Union entre la fiche et le porte-fiche

À la jonction de la fiche et du porte-fiche, des contraintes importantes s'exercent. La mobilité à ce niveau a une influence directe sur le foyer. Les éléments enserrant la fiche doivent donc être parfaitement serrés. Le risque principal habituel est le glissement entre la fiche et le porte-fiche. La morphologie du porte-fiche a un rôle fondamental. Plus il est large, plus il contrôle le glissement d'une part, et les déformations parasites de la fiche d'autre part.

Union entre porte-fiches

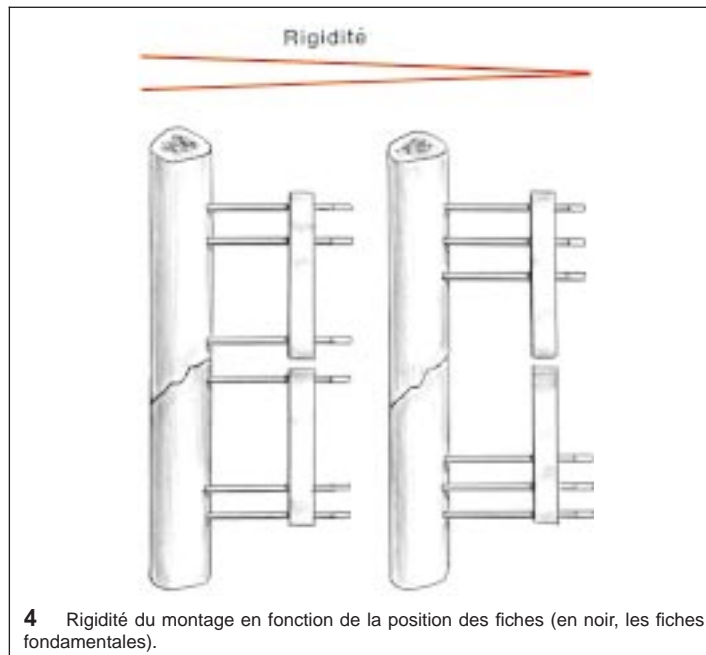
Elle influe directement sur la mobilité focale. Plus cette union est directe, moins il y a de raccord et d'angulation entre les moyens d'union, plus la stabilité est grande [7, 19, 25, 29]. C'est ainsi que les fixateurs à cornière ou à tube ont une rigidité unitaire plus grande que les fixateurs passant par l'intermédiaire d'un porte-fiche indépendant. Dans ce cas, les moyens d'union sont soumis à des contraintes en flexion importantes qui représentent un problème mécanique classique dont la solution varie d'un appareil à l'autre.

Géométrie des montages [13]

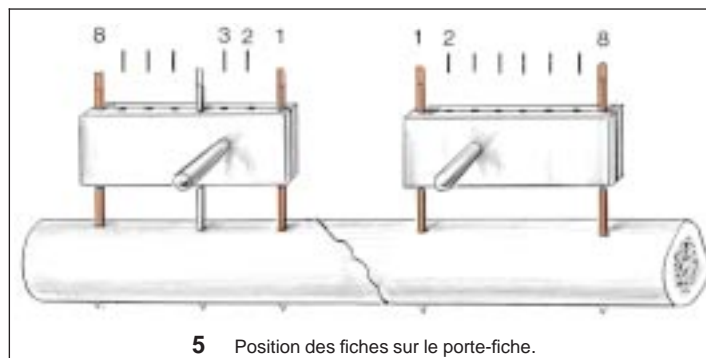
La géométrie de la mise en place des fiches répond à des règles précises. Deux fiches fondamentales conditionnent la stabilité et la rigidité immédiate du montage, ce sont la fiche la plus proche du foyer et la fiche la plus à distance (fig 4) [29]. Les autres fiches ou fiches intermédiaires ont un rôle différent. Certes, elles augmentent un peu la stabilité immédiate [32], mais elles ont surtout un rôle à long terme. En effet, elles diminuent les contraintes sur les fiches [32] ; de ce fait, la tolérance des fiches devient meilleure, on limite ainsi les faillites mécaniques et infectieuses de l'ancrage osseux. On voit donc que lors de la mise en place d'un fixateur externe, pour la stabilité immédiate, les fiches 1 et 8 sont fondamentales (fig 5). Pour les fiches intermédiaires, qu'elles soient en 2, 3, 6 ou 7 est peu important. L'important est de mettre un nombre suffisant de fiches pour éviter les excès de contraintes sur chacune. Il faut garder à l'esprit que le but à obtenir est de réaliser des montages très étendus sur les fragments diaphysaires. Certains fixateurs se prêtent mieux que d'autres à cette contrainte mécanique : fixateur à cornières ou à tubes, fixateur ALJ®. D'autres sont, par définition, limités par leurs possibilités de prise étendue sur les segments en raison de leur morphologie.

Géométrie des moyens d'union

Les moyens d'union doivent être le plus direct possible (cf supra), évitant toute coudure. De même, ces moyens d'union doivent être le plus près possible de l'axe mécanique afin d'éviter les bras de levier représentés par l'excentration. Plus le moyen d'union est décalé par rapport à l'axe des contraintes, plus le couple déformant est important.



4 Rigidité du montage en fonction de la position des fiches (en noir, les fiches fondamentales).



5 Position des fiches sur le porte-fiche.

Principes de fixation unilatérale [2, 14]

En résumé de ces données biomécaniques, on peut énoncer des « principes de fixation diaphysaire unilatérale ». Ces principes permettent d'optimiser le montage, de diminuer au maximum la mobilité focale pour un matériel donné :

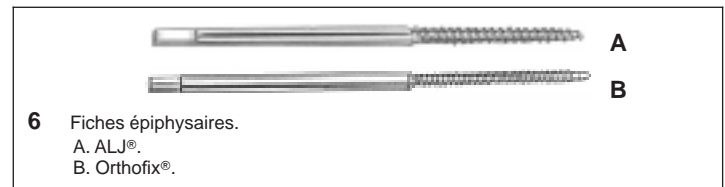
- fiches du plus gros diamètre possible ;
- porte-fiche le plus large possible ;
- porte-fiche le plus proche possible de la peau ;
- union la plus directe possible entre fiche et porte-fiche ;
- moyen d'union entre les porte-fiches les plus proches de l'axe mécanique ;
- porte-fiches les plus étendus assurant une couverture la plus grande possible des segments diaphysaires.

Biomécanique de la fixation épiphysaire

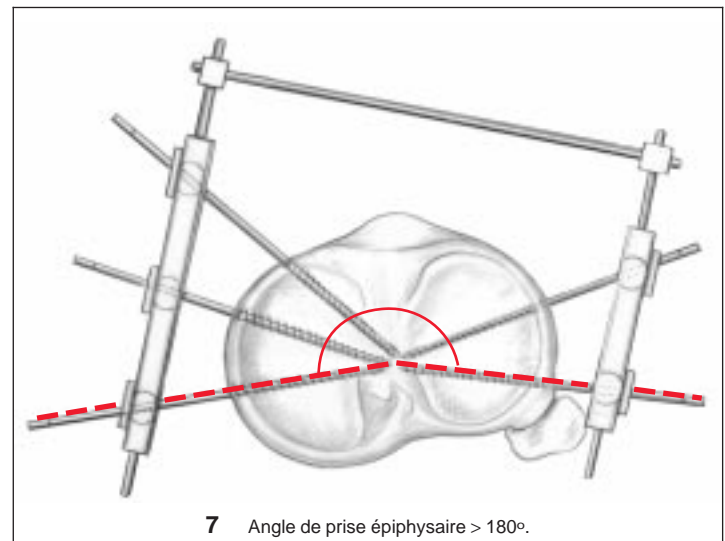
Elle doit tenir compte de ce que les fragments sont petits et la tenue dans l'os plus aléatoire.

Fiche épiphysaire

Son segment extraosseux a les mêmes impératifs qu'au niveau diaphysaire. Plus le diamètre est grand, plus la stabilité sera importante. La tenue dans l'os spongieux épiphysaire dépend de la différence entre le diamètre extérieur du filet et les diamètres de l'âme de la fiche (fig 6). La profondeur du pas de vis doit être plus importante qu'au niveau diaphysaire. Ces fiches à filet large ont un pas de vis plus important. Elles sont mises sans forage préalable.



6 Fiches épiphysaires.
A. ALJ®.
B. Orthofix®.



7 Angle de prise épiphysaire > 180°.

Porte-fiche épiphysaire

Il a deux impératifs :

- il doit autoriser une prise transversale par rapport à la prise diaphysaire ;
- il doit permettre d'orienter les fiches avec le plus de liberté possible au gré de l'opérateur. En effet, les fragments sont souvent petits et il peut être difficile de les épingler.

Les différents fixateurs règlent, chacun à leur façon, le problème de la pièce épiphysaire.

Stabilité immédiate du montage

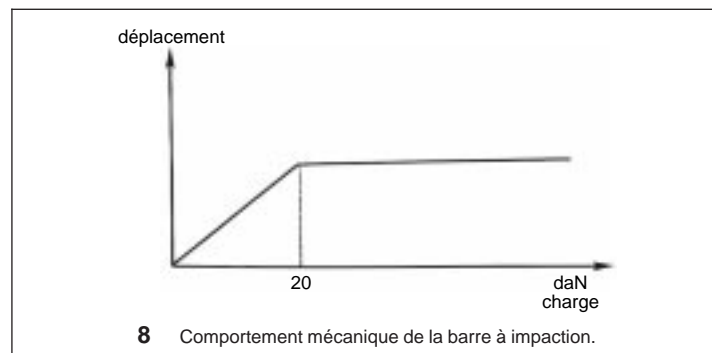
Elle dépend de trois notions :

- l'angle de prise épiphysaire. Cette notion géométrique conditionne la stabilité en torsion. L'angle de prise épiphysaire est défini sur une épiphyse en vue supérieure. Il est mesuré entre les points d'entrée des deux fiches les plus opposées passant par le centre de l'épiphyse, qui est assimilée à un cercle. Cet angle doit être égal ou supérieur aux 180° qui seraient donnés par une fiche transfixiante passant par le centre de l'épiphyse [17, 19] (fig 7) ;
- la prise diaphysaire. Elle doit répondre aux principes de la fixation externe unilatérale ;
- la jonction entre la prise épiphysaire et la prise diaphysaire. Elle répond aussi à des conditions mécaniques différentes. Les travaux biomécaniques sur ce sujet sont assez peu nombreux. Il semble intéressant de réaliser un véritable cadre fermé entre le porte-fiche diaphysaire et les extrémités du porte-fiche épiphysaire.

La liberté de l'articulation diminue considérablement les contraintes focales. Pour le tiers supérieur du tibia par exemple, faire une prise fémorale augmente les contraintes au niveau du foyer, par ballant et augmentation du bras de levier. Cette augmentation des contraintes en arrive le plus souvent à annihiler le bienfait mécanique du pontage articulaire.

Dynamisation du fixateur externe

La consolidation des fractures immobilisées par fixateur externe est difficile. Dans la littérature, les séries des fractures traitées par fixateur externe ont des temps de consolidation plus longs qu'avec n'importe quel autre traitement [32]. Certes, les fractures traitées par un fixateur externe sont d'une gravité généralement supérieure mais il est indiscutable que le fixateur externe conventionnel ne favorise pas la



consolidation. L'excès de stabilité que produisent les fixateurs externes modernes nuit à la formation du cal d'origine périosté. Ce cal, bien connu dans les traitements orthopédiques, demande une certaine mobilité du foyer de fracture pour apparaître. L'importance et la direction de cette mobilité sont mal définies. Il semble toutefois que les contraintes en compression pure limitées à quelques millimètres favorisent l'apparition de ce cal périosté. Il est toutefois indiscutable qu'une mobilité trop importante s'accompagne d'un retard de consolidation [26]. L'idéal est donc de trouver un procédé d'union entre les porte-fiches qui permette une impaction limitée et réversible. Le fixateur ALJ® utilise une barre d'union dite « à impaction ». Celle-ci permet le coulisement des deux pièces de la barre sur 2 mm pour une charge de 20 daN. Sur le plan théorique (fig 8), la barre se comporte comme une barre rigide au-delà de 20 daN. La mise en précontrainte de l'élastomère permet de ne pas avoir de micromobilité, qui serait gênante.

Tous les fixateurs modernes essaient de réaliser cette dynamisation de façon plus ou moins logique sur le plan théorique [28]. La réalisation de la dynamisation en pratique repose sur une double incertitude :

- *le contact osseux*. Dès que des fragments osseux viennent au contact, l'impaction n'est plus possible. On parle alors d'augmentation des contraintes au niveau du foyer de fracture. Il est difficile de savoir cliniquement, lorsqu'on met un foyer en impaction, s'il va se produire une augmentation de mobilité ou une augmentation des contraintes. L'augmentation des contraintes aurait elle aussi, selon certains auteurs, un effet bénéfique sur la consolidation ;

- *la mobilité pathologique des fiches*. Après une certaine période d'utilisation, les fiches n'ont plus la même tenue dans l'os. Il n'est plus possible de parler de « poutre rigide » aux alentours du 3^e mois. Or, la plupart du temps, c'est à cette date qu'on met en charge les fixateurs externes pour les dynamiser. Personne ne sait alors exactement ce qui se passe au niveau du foyer de fracture. Quoi qu'il en soit, à l'heure actuelle, si on ne connaît pas encore exactement les besoins de la dynamisation, on sait que celle-ci est indispensable pour obtenir la consolidation.

Cahier des charges d'un fixateur externe moderne

Un fixateur externe moderne doit être capable de résoudre un certain nombre de problèmes.

- *Réalisation de montage en un plan*. Le montage en un plan doit être le but de l'opérateur. Les principes mécaniques de la fixation diaphysaire unilatérale sont maintenant connus. La plupart des fixateurs modernes y répondent. Un montage en un plan limite considérablement la iatrogénie (cf infra). Il est possible, même en cas de résection diaphysaire au membre inférieur, de réaliser des montages suffisamment « stables » en un seul plan avec des fixateurs modernes. La mobilité entre les deux segments osseux qui ne sont pas au contact est habituellement suffisante pour obtenir la consolidation de la greffe nécessaire.

- *Possibilités d'ostéotaxis*. La correction secondaire de la réduction a été appelée par R Hoffmann : « ostéotaxis » [16]. Cette possibilité d'ostéotaxis impose d'utiliser des porte-fiches d'une part, et un moyen les reliant entre eux d'autre part. C'est une aide considérable dans la réalisation des montages.

Classification des fixateurs externes

On distingue les fixateurs à deux éléments et les fixateurs à trois éléments :

- *les fixateurs à deux éléments* sont représentés essentiellement en France par le fixateur de Judet et le fixateur du service de santé des armées (fig 9). Ces fixateurs sont d'une grande stabilité [29]. Ils permettent par définition de faire des prises très étendues sur les diaphyses. Il n'y a pas de moyen d'union entre porte-fiches, aucun effet de couple ne vient donner une mobilité. Ils sont par ailleurs d'une grande simplicité de maintenance et peu onéreux. Ils sont en revanche de maniement difficile, imposant une réduction préalable avant la mise en place du fixateur. Il n'y a donc pas de possibilité d'ostéotaxis. Par ailleurs, les cornières droites ne s'appliquent pas toujours aux diaphyses légèrement courbes ;

- *les fixateurs à trois éléments* dérivent du fixateur de Hoffmann (Hoffmann 2, Mono-Tube®, ALJ® 2 et Ortho-Fix®) (fig 10). Les fiches sont mises en place et reliées entre elles par un porte-fiche. Les porte-fiches sont reliés entre eux par des procédés d'union (barre ou corps de fixateur). La mise en place de ces fixateurs est infiniment plus aisée, leur manque de stabilité a été le point de départ de tous les travaux récents sur la fixation externe.

Quel est le meilleur ? Il est impossible de dire quel est le meilleur type de fixateur externe. Sur le plan biomécanique, les différentes études comparatives entre fixateur ne sont pas satisfaisantes. En effet, dans les tests mécaniques comparatifs, on teste les éléments mais on ne teste pas les montages [15]. La possibilité de faire des prises très étendues sur les diaphyses, par exemple, n'est jamais prise en compte dans les tests mécaniques. Il faudrait, en fait, tester la mobilité focale au niveau d'une perte de substance osseuse, à un niveau anatomique donné, en fonction de l'utilisation optimale de chacun des fixateurs. Ce travail n'a jamais été fait. Par ailleurs, on sait qu'en augmentant les plans de fixation, on peut augmenter la rigidité, mais en fait, on a vu qu'on ne sait toujours pas quelle est la rigidité nécessaire et suffisante pour obtenir la consolidation. Seules des études cliniques prospectives et randomisées pourraient fournir la réponse. Nous pouvons toutefois affirmer que cliniquement, avec des fixateurs modernes, en respectant les principes de la fixation diaphysaire, en optimisant les montages, on peut traiter la quasi-totalité des fractures diaphysaires par des montages en un seul plan.

Réalisation des montages

Mise en place des fiches

Mise en place de la fiche diaphysaire (fig 11)

Mettre en place une fiche de fixateur externe impose une séquence technique précise, commune à tous les fixateurs externes. Le forage préalable ne se discute plus. À l'époque du fixateur de Hoffmann 1, les fiches ne faisaient que 4 mm. On pouvait donc leur confier trois fonctions : perforer, tarauder et visser. À l'heure actuelle, pour le membre inférieur au niveau diaphysaire, les fiches ont toutes un diamètre d'au moins 5 mm. Il est indispensable de faire un forage préalable.

Incision cutanée

Elle doit être franche, directement en regard de l'endroit où le forage va être effectué. Lorsque le fixateur est mis à foyer ouvert, on peut mettre la fiche par l'incision, mais la peau doit impérativement être refermée entre les fiches (fig 11A).

Mise en place du canon de perçage

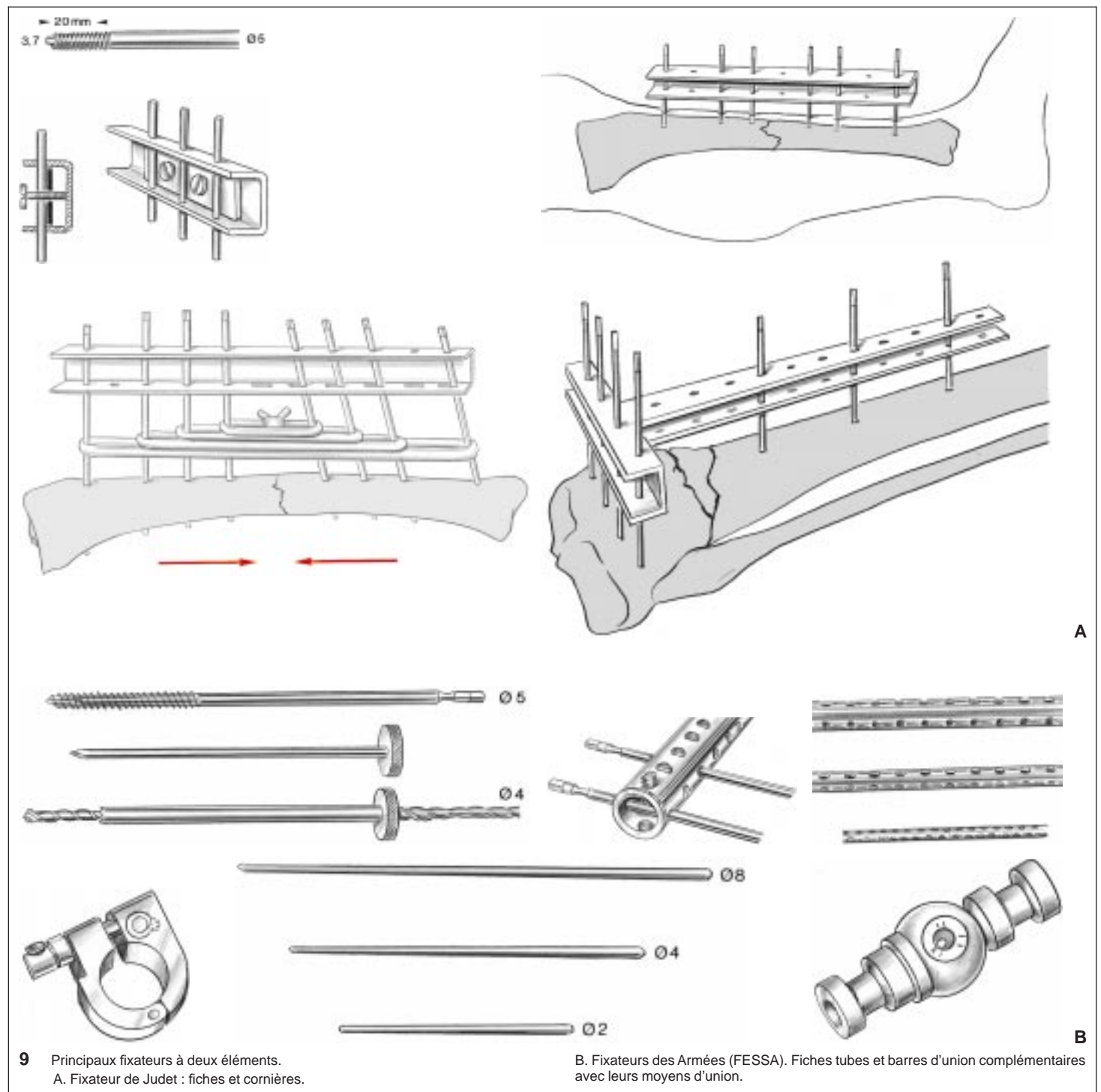
Celui-ci évite que le foret ne lèse les éléments musculaires lors de son utilisation. Il est introduit par l'incision cutanée. Pour assurer sa stabilité, il a habituellement une extrémité crantée qui accroche sur l'os (fig 11B).

Pointage

Le foret est souvent utilisé tangentiellement à la corticale. Il a tendance à dérapier. Ce dérapage est souvent la cause de fractures de mèches ou de fiches. Le poinçonnage est fait par un pointeau rigide utilisé à la main ou au marteau et évite le dérapage du foret (fig 11C).

Forage lui-même (fig 11D)

La mèche doit avoir un diamètre de 1 mm inférieur à celui de la fiche utilisée. Habituellement, on perce les deux corticales. Pour le matériel



ALJ® 2, seule la corticale proximale est perforée. Il était classique de dire que ce forage devait être fait à la main. Cette notion date de l'époque de la fiche autoperforante. Elle éviterait l'échauffement osseux et la nécrose qui en résulte. En fait, lorsqu'on utilise un foret, on est dans les conditions habituelles de la mise en place d'un vissage. Afin de minimiser l'échauffement, source de nécrose indiscutable, il faut utiliser des forets parfaitement affûtés. Ce n'est que lorsque les forets coupent mal que l'échauffement devient préoccupant.

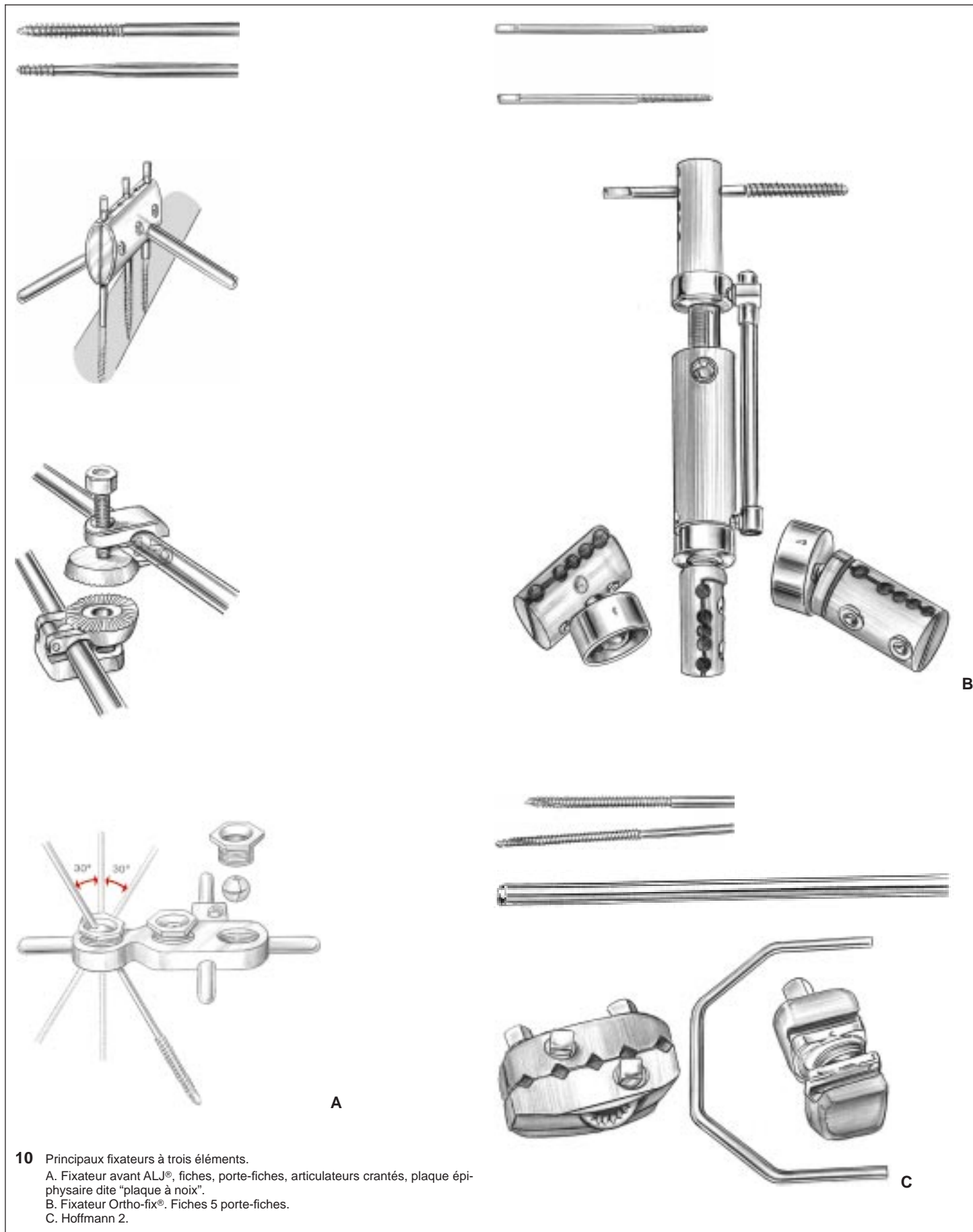
Insertion de la fiche (fig 11E)

La fiche est mise en place à la main, afin de bien sentir le passage des deux corticales. Dès la sensation de dureté de la deuxième corticale, on limite le vissage à quelques tours (deux habituellement). La première fiche est mise en place « à main levée » en repérant au besoin à l'amplificateur de brillance, sa position par rapport au foyer. Elle doit être mise le plus près possible du foyer de fracture, mais à une distance suffisante pour qu'une éventuelle infection sur fiche ne soit pas propagée

au foyer. La fiche suivante à mettre en place est la fiche la plus éloignée du foyer. Celle-ci est impérativement mise en se servant du gabarit de pose. Systématiquement, le porte-fiche utilisé doit être le plus long possible. On a vu l'intérêt mécanique qu'il y avait à couvrir au maximum les segments. On présente le gabarit (ou la cornière en cas de fixateur à deux éléments). La mise en place de la fiche la plus éloignée répond à la même séquence technique que celle vue précédemment : incision cutanée, pointage, canon de perçage, forage et insertion en place de la fiche. Les fiches intermédiaires sont posées selon la même séquence technique en fonction des données mécaniques que l'on a vues. Habituellement, pour une diaphyse fémorale, quatre fiches semblent nécessaires, trois fiches sont suffisantes pour une diaphyse tibiale.

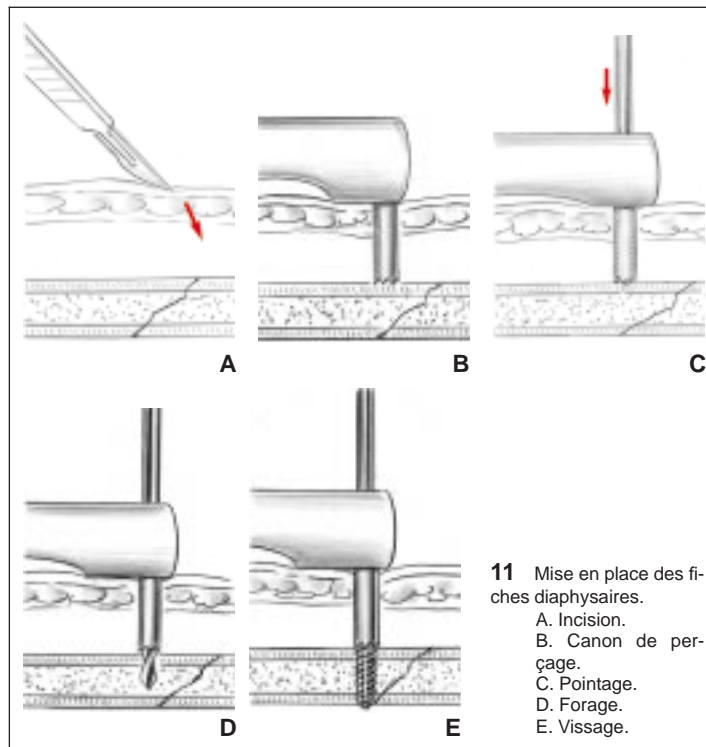
Contrôle radiologique

La longueur des fiches doit être contrôlée après leur mise en place par une radiographie de contrôle postopératoire ou par l'utilisation d'un amplificateur de brillance permettant les contrôles peropératoires. Ce



contrôle radiologique évite une modification secondaire du montage pour excès de longueur ou insuffisance de tenue osseuse. En cas d'utilisation de

fiches coniques (Orthofix® par exemple), il est nécessaire d'estimer la longueur des fiches en préopératoire par l'utilisation de calques.



Mise en place de la fiche épiphysaire

Cette mise en place, en os spongieux, ne nécessite pas de forage préalable. Il est possible de mettre la fiche directement. En revanche, la proximité de l'articulation impose un repérage radioscopique. La séquence technique doit être la suivante :

- marquage au stylo feutre du cul-de-sac synovial ;
- visée après repérage radioscopique de la position par rapport à l'interligne ;
- incision cutanée franche ;
- mise en place de la fiche épiphysaire au moteur lent afin de bien sentir le passage de la corticale opposée.

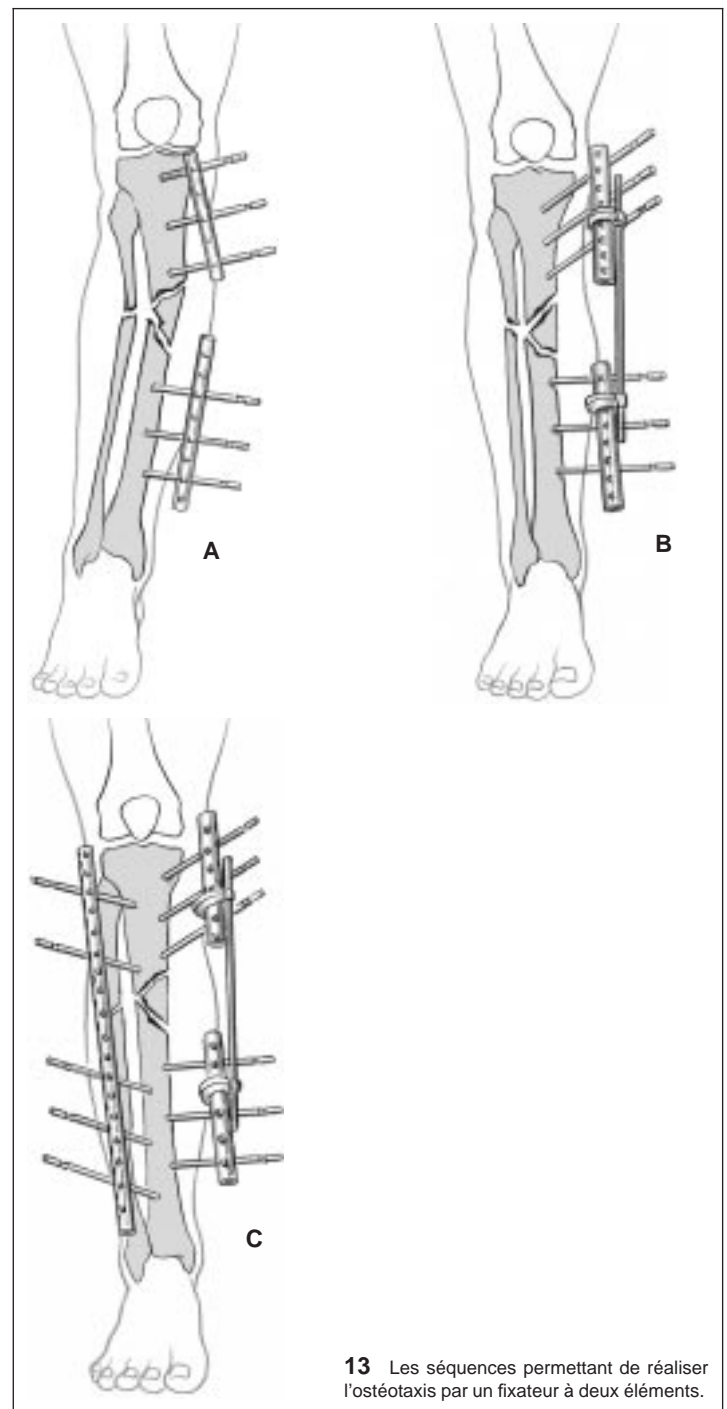
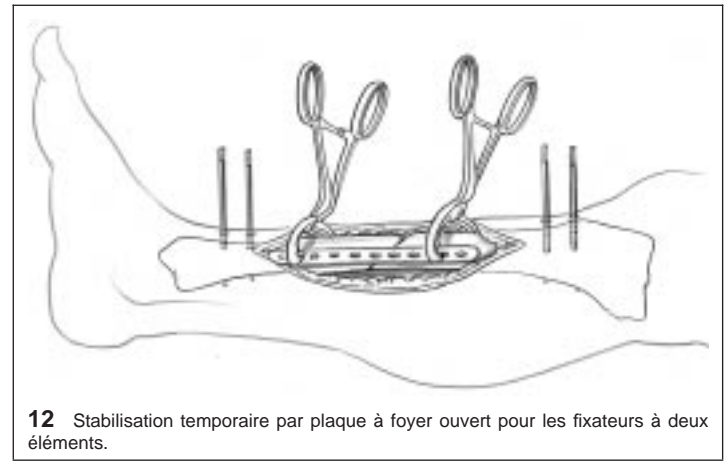
Cette première fiche épiphysaire sert de base à la synthèse épiphysaire. C'est à partir de cette fiche que les autres sont mises en place, compte tenu de la position du cul-de-sac synovial et de l'interligne articulaire. En fonction du modèle de fixateur utilisé, les fiches peuvent être mises, soit indépendamment les unes des autres et reliées entre elles secondairement, soit, la première fiche étant mise à « main levée », le porte-fiche épiphysaire est présenté, les autres fiches sont alors mises à travers ce porte-fiche épiphysaire. La mise en place du versant diaphysaire de la fixation externe est faite selon la même séquence technique que celle décrite précédemment.

Mise en place des porte-fiches et des moyens d'union

Fixateur à deux éléments

Ces fixateurs n'ont pas la possibilité de corriger la réduction. Celle-ci doit être d'emblée parfaite lors de la mise en place. La mise en place du porte-fiche doit donc, d'emblée, se faire sur un foyer réduit et en présentant les fiches les plus éloignées les unes des autres, afin d'éviter de se trouver dans le vide sur les diaphyses courbes (fémur). Trois procédés de réduction sont utilisables. Ils peuvent d'ailleurs s'associer :

- la *table orthopédique* est préconisée par R et J Judet. Elle permet une approximation. Elle ne met qu'exceptionnellement à l'abri de l'ouverture du foyer de fracture ;
- l'*ouverture du foyer de fracture* : la réduction temporaire par daviers est rarement possible. En effet, les foyers sont souvent comminutifs et il faut donc obtenir une stabilisation temporaire du foyer par une plaque tenue par davier (case) (fig 12). Sur ce foyer stabilisé, on peut présenter la cornière la plus grande possible selon les procédés mécaniques (cf infra) ;



- l'*utilisation de l'ostéotaxis* (fig 13) ^[10], en utilisant deux minicornières (ou tubes). On peut manipuler les fragments osseux, les

stabiliser temporairement et mettre en place, sur une autre face de l'os, un fixateur unilatéral, sur un foyer réduit par ostéotaxis et stabilisé temporairement par un fixateur d'appoint. Ce fixateur secondaire peut être enlevé ou laissé selon les désirs de l'opérateur.

Fixateur à trois éléments

Dans ce cas, la situation est plus simple. Les possibilités de manipulation secondaire, une fois les fiches mises en place, permettent de faire véritablement de la chirurgie à foyer fermé. Toutefois, les possibilités d'ostéotaxis sont variables d'un fixateur à l'autre. C'est ainsi que certains nécessitent une réduction préalable, le fixateur étant mis sur un foyer à peu près réduit puis, secondairement, la réduction est perfectionnée sous contrôle de l'amplificateur de brillance (Ortho-Fix®). Quel que soit le modèle utilisé, on a toujours intérêt à mettre en place le fixateur sur un foyer à peu près aligné. La mise en place du matériel de dynamisation en sera facilitée. Le positionnement des fiches et des moyens d'union doit être réalisé en tenant compte des temps thérapeutiques secondaires éventuels, par exemple ne pas gêner la réalisation d'un lambeau dans une fracture ouverte de jambe, ou des attitudes vicieuses pouvant être induites par le fixateur (rotation interne de la hanche par un fixateur fémoral trop postérieur).

Positionnement des fiches en fonction des segments osseux

Le positionnement des fiches sur les différents segments osseux est fonction du segment considéré et non du fixateur employé. Les principes de pose doivent être respectés, quel que soit le modèle utilisé. La figure 14 schématise les positions classiques des fiches selon les différents segments osseux.

Complications peropératoires

Blessures directes

La mise en place des fiches étant faite en percutané, on ne voit pas les éléments sous-jacents, certains sont susceptibles d'être lésés lors de la mise en place. Il peut se produire deux types d'incidents peropératoires :

- l'embrochage direct par le matériel peut se produire à certaines zones qu'il faut connaître. À l'humérus, les broches supérieures risquent de léser le nerf circonflexe ou le nerf radial. Les broches inférieures risquent de léser le nerf cubital (fig 15A). À la jambe, il faut signaler la possibilité de blessure vasculaire au tiers supérieur du tibia (fig 15B) [30]. Ces localisations doivent être abordées par une courte incision avec une dissection des éléments. Mais, plus redoutables et plus difficiles à parer, sont les échappées de matériel. Elles ne sont pas propres à l'ostéosynthèse par fixateur externe, mais elles peuvent se voir. C'est ainsi qu'une échappée de la mèche peut embrocher l'artère humérale à l'humérus, l'artère fémorale à la cuisse. Il est impératif d'éviter un contre-appui lorsqu'on fait le forage car on plaque ainsi les éléments nobles contre la structure osseuse, ceux-ci ne pouvant plus fuir devant la mèche. Ils sont donc éminemment exposés (fig 16) ;

- ailleurs, les éléments sont enroulés lors du forage. C'est ainsi qu'il peut se produire un effet de « moulinet » pour les aponévroses ou les muscles qui, enroulés par le foret, attirent les éléments nobles à distance pour finir par les arracher. Il est impératif de faire ces traversées de parties molles à l'aide d'un canon de perçage qui protège les éléments périphériques.

Hyperpression

La traversée osseuse doit être faite directement et ne doit pas être décalée par rapport à la traversée cutanée. C'est ainsi qu'il ne faut pas réaliser le très mauvais geste qui consiste à piquer à travers les parties molles puis à modifier l'inclinaison du foret une fois l'os atteint (fig 17). On crée ainsi une zone d'hyperpression cutanée, susceptible de donner une nécrose cutanée. Par ailleurs, ce geste écrase les parties molles et risque de comprimer les vaisseaux. C'est ainsi qu'il a été décrit de véritables compressions de l'artère tibiale antérieure par les fiches transfixiantes à la partie haute de jambe [30]. Si la compression cutanée est facilement soluble par une incision le long de la fiche, il n'en est pas de même des compressions musculaires. Il faut donc être très méticuleux lors de la mise en place.

Fractures de mèches ou fiches

Elles peuvent se produire lors de la mise en place. En effet, le canal osseux est fait à travers la peau et il est difficile de contrôler avec précision les relations entre le matériel perforant et l'os. C'est ainsi que la face externe du fémur étant convexe, la mèche a tendance à déraiper en avant lorsqu'on fait une visée postéroexterne. Dès lors, fermement contenue dans son canon de perçage et glissant en avant ou en arrière, elle se coude et elle se fracture. Il est impératif de préparer la pénétration osseuse par poinçonnage. Pour les fixateurs qui n'utilisent pas de forage préalable, des précautions équivalentes doivent être faites pour éviter les fractures de fiches.

Soins locaux et suivi d'un fixateur externe

Nettoyage du matériel

La fiche est une source de contamination pour l'os. Les soins locaux sont primordiaux. Ils doivent être quotidiens. Le nettoyage du corps du fixateur ne peut être fait avec n'importe quel produit, certains sont agressifs pour les composants métalliques (bétadine) et doivent être évités. Il est fait au mieux à l'eau et au savon par le malade lui-même. Le corps doit être propre.

Jonction fiche-peau

C'est le point crucial de la tolérance du fixateur. Une cicatrisation spontanée s'effectue au contact de la fiche, colmatant le trajet menant à l'os. Ce bourrelet de cicatrisation doit être respecté, mais aussi nettoyé pour éviter qu'il ne contienne trop de germes. L'usage de la compresse bétadinée, laissée à demeure, est formellement proscrite. En effet, elle perd toutes ses propriétés antiseptiques et devient mécaniquement agressive lorsqu'elle sèche et durcie. Les nettoyages doivent être faits aux ammoniums quaternaires à la compresse douce, sans faire saigner. Dans des milieux sociaux difficiles, il doit être confié à l'infirmière. Lorsque la coopération avec le malade est bonne, on peut lui confier ce soin. Les conflits entre la peau et les fiches doivent être prévenus par un débridement cutané. Les conflits entre les barres ou les porte-fiches et la peau doivent être prévenus par une distance suffisante des moyens d'union avec la peau.

Pansement laissé sur le fixateur

Il doit être le plus léger possible et cela dépend là aussi du niveau de coopération du malade. Dans des conditions saines, sur un malade coopérant, on doit laisser le fixateur totalement à l'air. Dès que les conditions sont difficiles et qu'il est impossible de maintenir une hygiène suffisante, le fixateur doit être simplement emballé dans un grand pansement d'isolement.

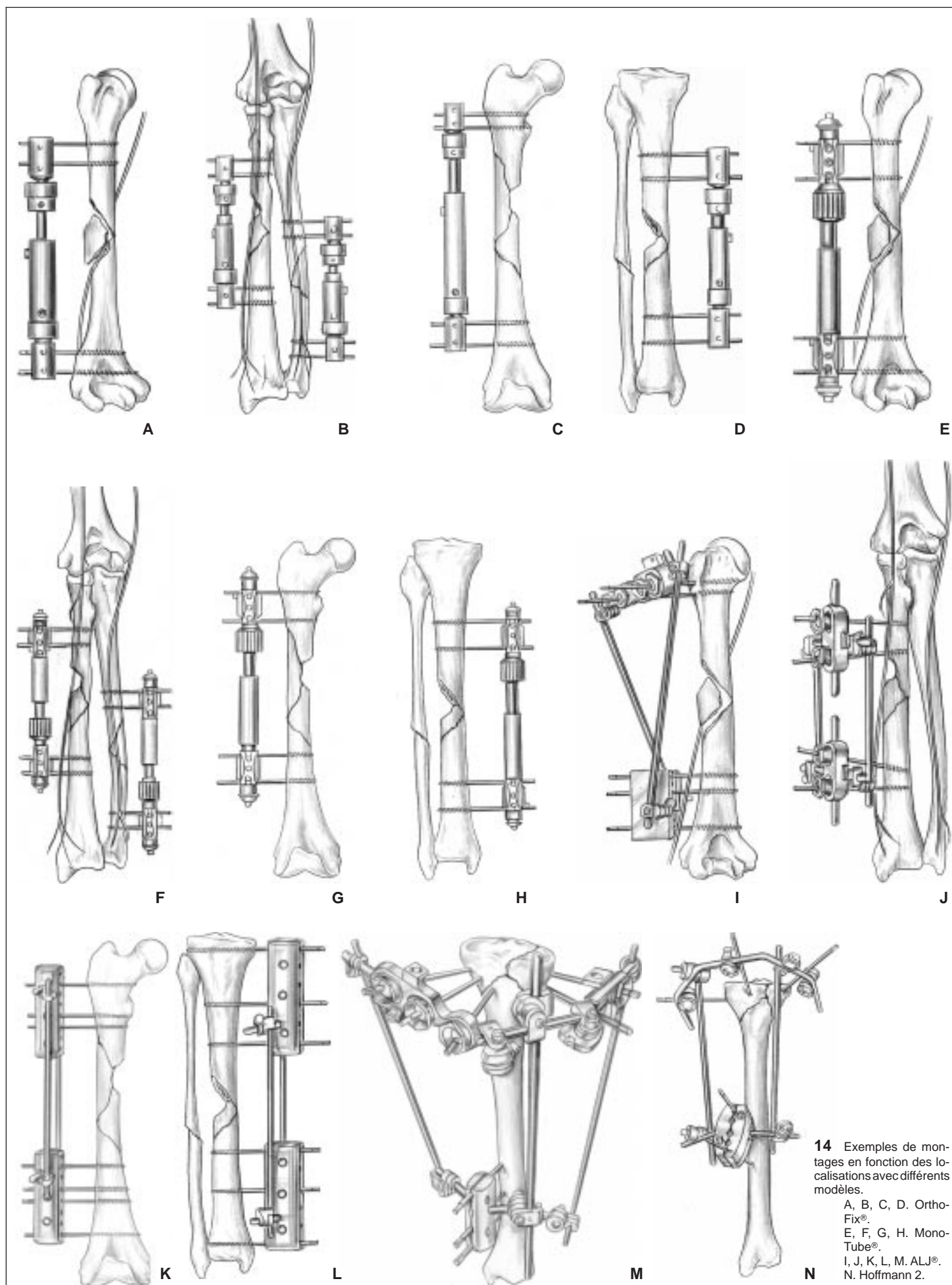
Complications évolutives

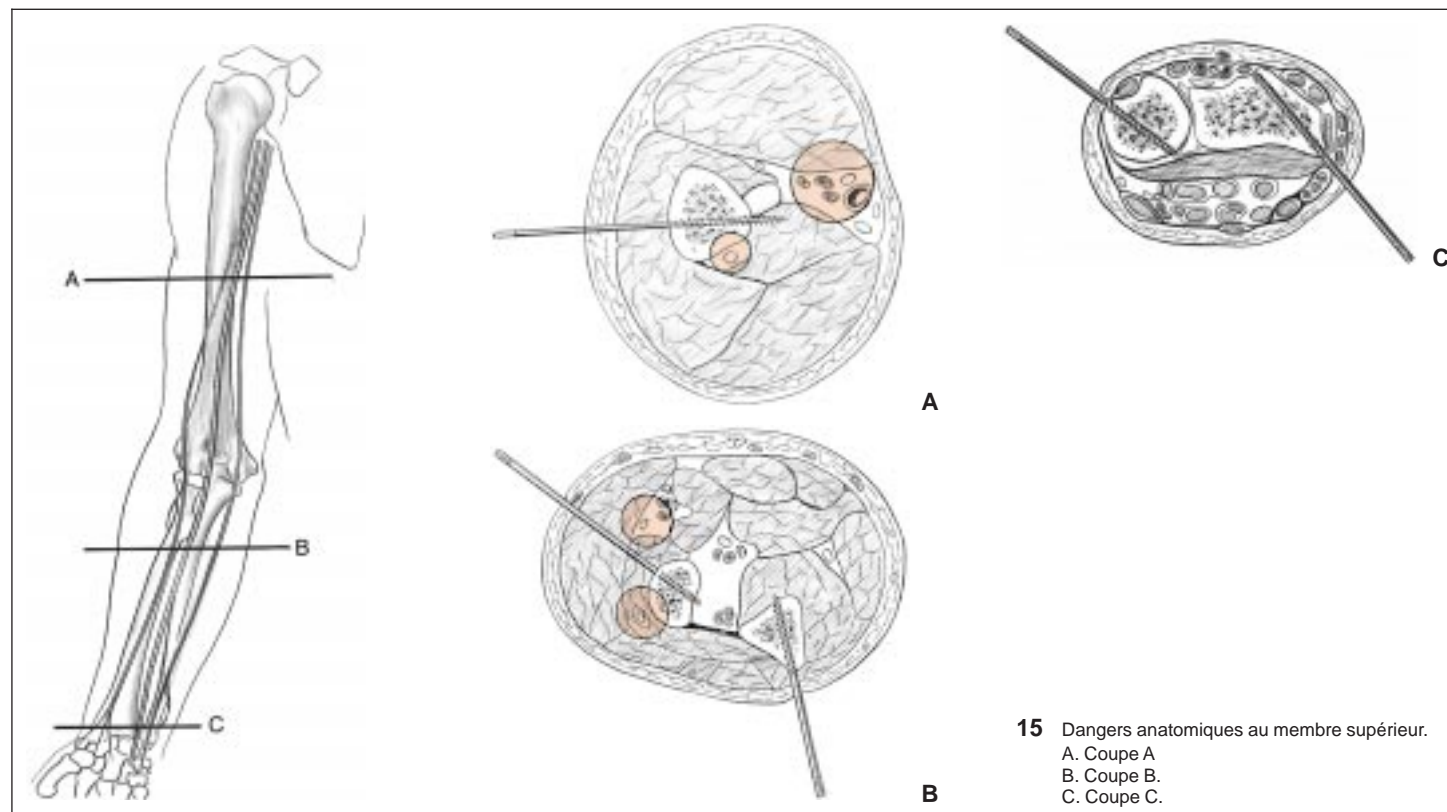
Infection locale

C'est « l'infection sur fiches ». Nous distinguons trois stades.

Rougeur cutanée

La périphérie de l'orifice devient inflammatoire, boursoufflée, douloureuse. Ces signes d'infection cutanée surviennent à n'importe quel moment de l'évolution. Ils peuvent se voir précocement si les précautions peropératoires n'ont pas été prises : incision franche de la peau et protection de la peau de la brûlure thermique lors de la mise en place. Habituellement, ce stade de rougeur ne nécessite que des soins locaux et une mise au repos. En effet, la mobilisation des articulations sus- et sous-jacentes entraîne une irritation de la peau au contact des fiches. Par ailleurs, lorsque cette rougeur survient tardivement, elle peut être le témoin d'une hypersollicitation (mise en charge). Le traitement à ce stade doit être local : pansement quotidien et humidification, voire alcoolisation des orifices. Si cette rougeur persiste, entraînant de façon durable l'arrêt de la rééducation, ce qu'il faut toujours éviter, on est en





droit alors de prescrire une antibiothérapie. L'antibiothérapie, à titre exceptionnel, et c'est le seul moment où nous le faisons, est une antibiothérapie orale, simple, antistaphylococcique par une synergistine. On espère ainsi diminuer la prolifération de germes sans avoir la prétention de stériliser. C'est ainsi que la pristinamycine, prescrite à la dose de 3 g/j peut, de façon durable, améliorer la tolérance des fiches. Cette antibiothérapie n'est prescrite qu'après échec des soins locaux.

Écoulement

Le stade suivant de l'infection sur les fiches est l'apparition de pus. Tantôt il s'écoule librement, tantôt il faut presser les bords cutanés pour faire apparaître une goutte de pus. D'habitude, paradoxalement, la douleur a diminué et il faut savoir examiner les orifices de fiches pour déceler ce stade évolutif. Un prélèvement bactériologique est alors pratiqué, en en connaissant les limites. En effet, il existe certainement une contamination par des germes saprophytes et ce prélèvement n'a pas forcément valeur absolue. Au vu de cet examen, s'il existe une population microbienne monomorphe, ou avec une dominante quasi exclusive d'un germe, on peut mettre en route une antibiothérapie. Mais, ce stade évolutif survenant le plus souvent assez tard dans la mise en place du fixateur, il peut être difficile de réhospitaliser le porteur du fixateur uniquement pour soigner un problème de fiches. C'est ainsi que l'on peut être amené délibérément à pratiquer une antibiothérapie moins adaptée, uniquement pour avoir une possibilité de prescription orale. Le but de cette antibiothérapie est de diminuer la population bactérienne de façon quantitative sans sélectionner des germes dangereux. Les synergistines remplissent correctement ce rôle. En pratique, elles améliorent de façon significative la tolérance des fiches. Cette antibiothérapie orale doit être associée à des soins locaux quotidiens.

Lyse osseuse

Le troisième stade est celui de l'apparition d'une ostéite radiologique. Lorsque l'infection sur fiches continue, elle finit par attaquer l'os, réalisant une ostéolyse autour des fiches. Une radiographie s'impose, centrée sur les fiches infectées, qui peuvent être à distance du foyer de fracture. Des incidences spécifiques peuvent être nécessaires. Les ostéolyses sur fiches peuvent prendre des proportions importantes. Elles sont augmentées par la sollicitation mécanique. C'est ainsi que plus les montages seront « légers », plus l'ostéolyse apparaît : la destruction osseuse en effet est à la fois infectieuse et mécanique. Sous l'effet de

l'ostéolyse, les fiches perdent leur tenue et l'ostéosynthèse se trouve trahie. L'apparition d'une ostéolyse importante nécessite une modification du montage, avec l'ablation de la fiche responsable. Si le fixateur n'a plus qu'un rôle de soutien, alors que le foyer est proche de la consolidation, on peut ne pas remplacer cette fiche, mais souvent on est amené, pour faire durer le fixateur externe, à remettre en place une ou des fiches supplémentaires. Il ne faut jamais perdre de vue qu'un fixateur externe est une ostéosynthèse à durée de vie limitée. Avec le temps, elle prend du jeu sous l'effet de cette ostéolyse.

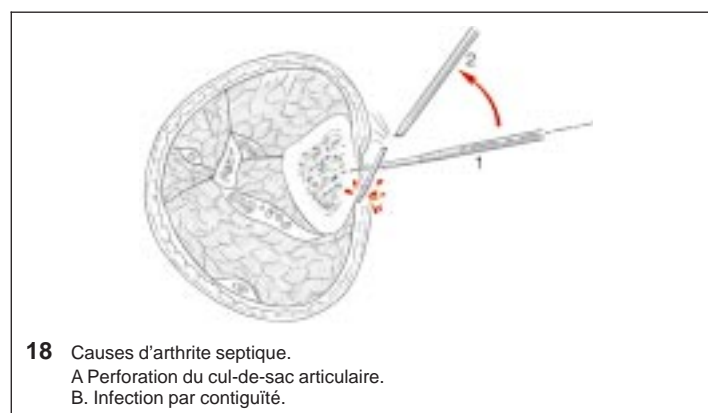
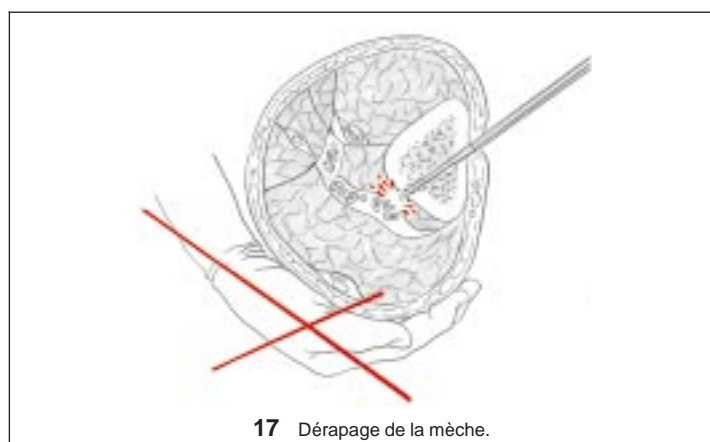
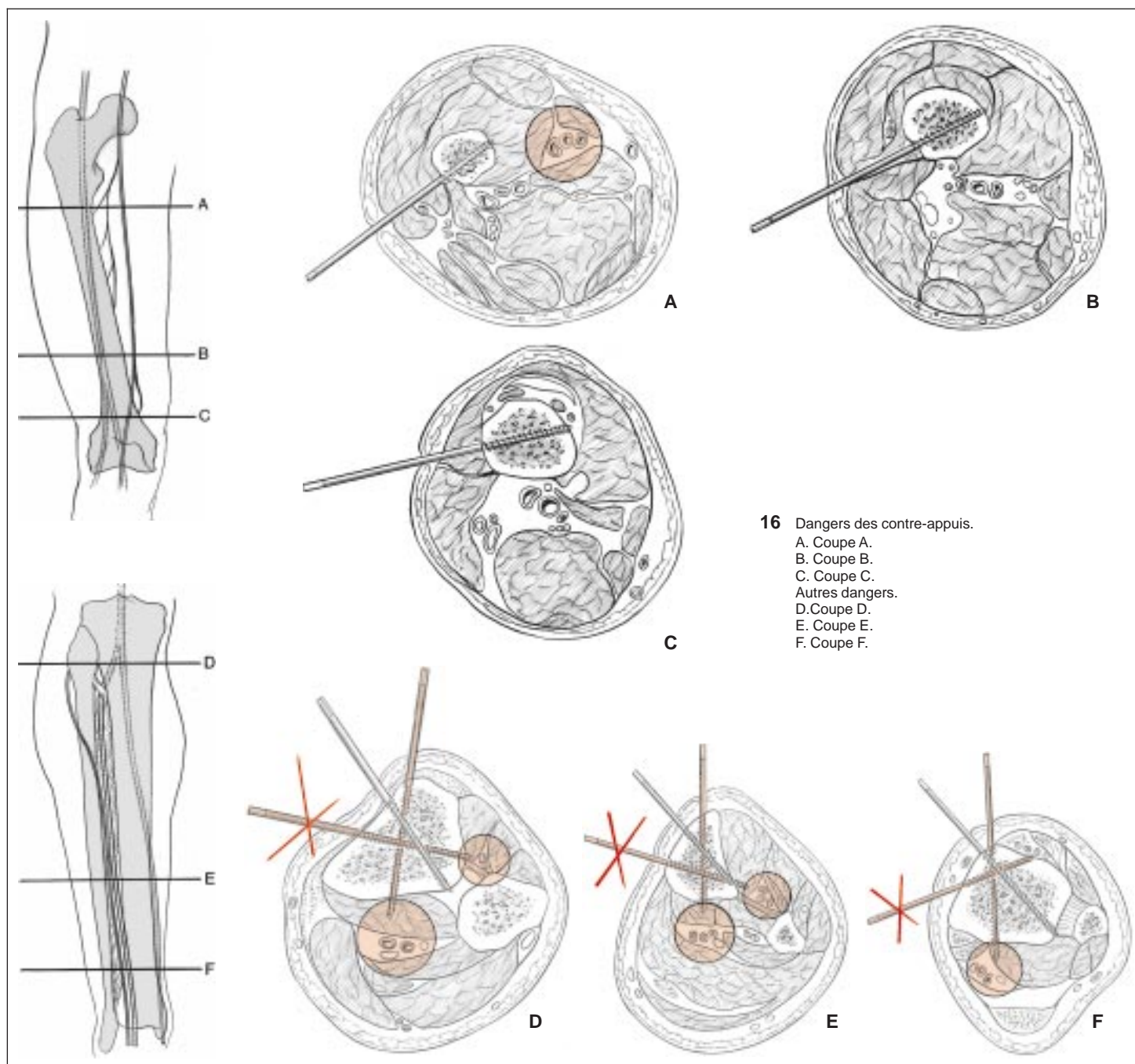
Ces infections dont la fiche est le point départ, se voient le plus souvent dans deux conditions : malades sales, négligeant les soins locaux, ou sollicitations mécaniques excessives. Ces dernières sont de deux types :

- d'une part, dans les montages « légers », c'est la fiche qui, se courbant, va irriter les bords de son canal osseux ;
- d'autre part, dans les régions proches des articulations, là où il existe des zones de glissement cutané, c'est la mobilisation de la peau qui entraîne une réaction cutanée. Il est alors impératif, au bistouri, de créer le chemin cutané.

Dans tous les cas, les soins locaux doivent réduire considérablement les infections sur fiches.

Infection articulaire

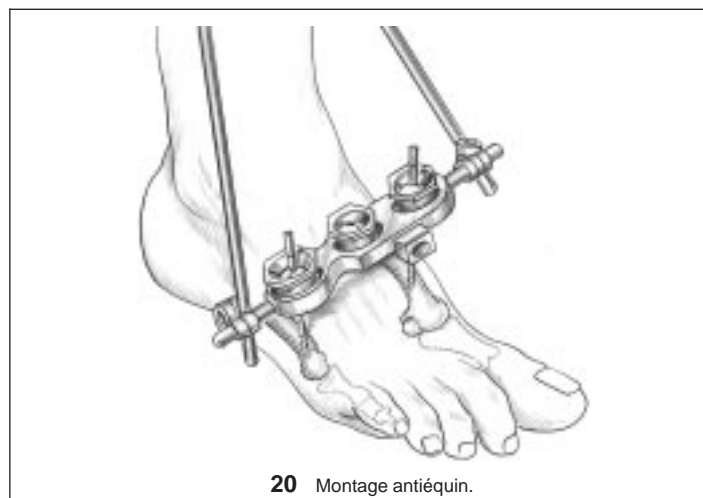
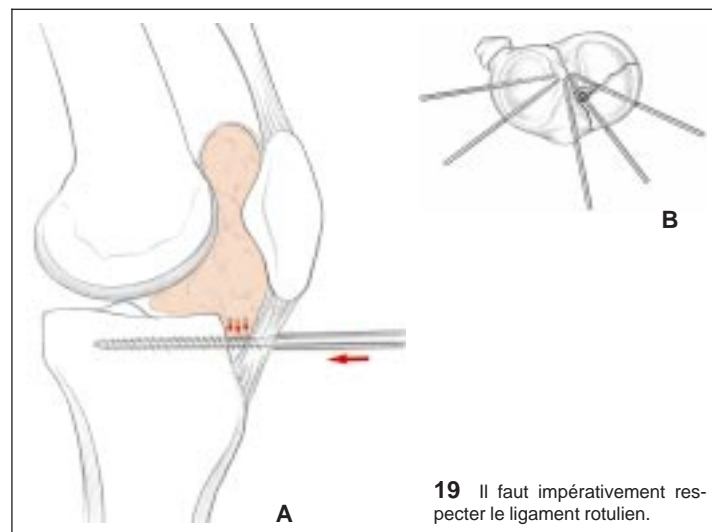
Certaines fiches proches de l'articulation doivent être surveillées de très près car elles sont susceptibles d'entraîner une arthrite septique. C'est ainsi que les ostéosynthèses épiphysaires sont menaçantes pour l'articulation. Il faut, en tout cas, proscrire les fiches qui traversent la synoviale, mettant en communication la cavité articulaire avec l'extérieur (fig 18). De même, lorsque les fiches respectent le cul-de-sac synovial, elles peuvent, par contiguïté, provoquer une infection articulaire. Si la mobilisation articulaire devient douloureuse, si la pression des culs-de-sac synoviaux est douloureuse, s'il existe une modification radiologique de l'interligne, il faut de toute urgence traiter cette arthrite, ce qui complique considérablement l'évolution. De même, il faut rester très vigilant pour toutes les fiches qui sont à proximité du foyer. En effet, une infection importante sur fiches avec apparition de pus risque de provoquer une infection focale. On n'aura donc pas la même attention, ni la même rapidité d'action, en fonction du siège de la fiche. Une fiche proche de l'articulation ou proche du foyer fracturaire



Démontage

sera l'objet d'une surveillance particulièrement vigilante. De même, une fiche au contact du tendon rotulien représente un risque majeur d'infection très difficile à traiter (fig 19).

Le fixateur externe peut se démonter. C'est surtout le cas des fixateurs à trois composants. En effet, il existe un grand nombre de liaisons mécaniques vissées. Le dévissage de ces éléments constamment



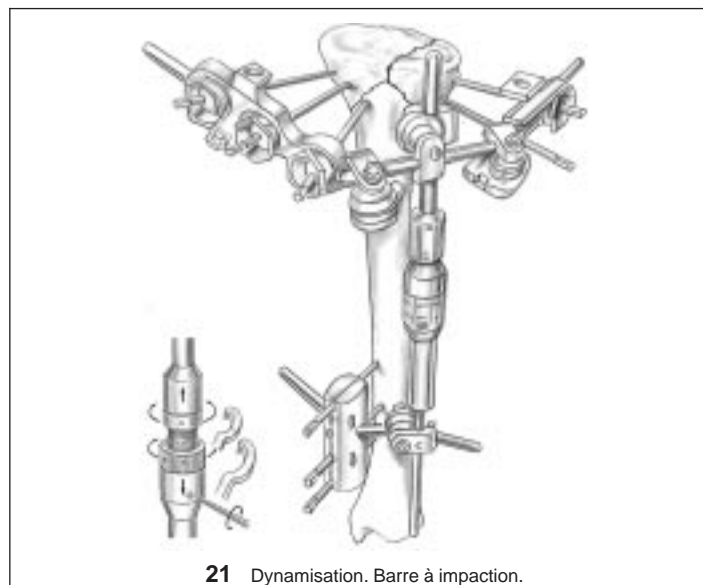
micromobilisés est toujours possible. Il est nécessaire de les resserrer régulièrement de façon à éviter les glissements. Dans les fixateurs à trois composants, le glissement peut se produire entre la fiche et le porte-fiche. C'est surtout le cas des montages pour *cross-leg*, là où le porte-fiche est sollicité en traction par rapport à la fiche. Dans les autres cas, le porte-fiche contient les fiches de façon habituellement suffisante et il est inutile de trop serrer les pièces qui sont susceptibles de se fracturer. La jonction porte-fiche-barre d'union est beaucoup plus sollicitée, surtout que de plus en plus, les montages ayant tendance à s'alléger, une ou deux barres d'union seulement sont responsables de la totalité de l'ostéosynthèse. Le moindre dévissage risque de voir un démontage focal complet. Il est donc nécessaire de resserrer régulièrement les jonctions entre les barres et les porte-fiches.

Pour les fixateurs à deux composants, ces risques sont moindres. En effet, la jonction entre la fiche et la cornière ou le tube est particulièrement ajustée. Il convient simplement de resserrer de temps en temps les petits écrous filetés qui assurent la solidarisation.

Les démontages peuvent être le fait de fractures de fiches, qui sont toujours possibles. Il s'agit, le plus souvent, d'excès de sollicitations, soit par sous-estimation de l'opérateur qui a autorisé la reprise de l'appui trop tôt, soit par indiscipline du patient. Il faut dire que ces ostéosynthèses mises en place très longtemps, le plus souvent chez des sujets relativement jeunes, sont difficiles à tolérer sur le plan psychologique et que l'indiscipline fait partie intégrante des causes des complications des fixateurs externes.

Raideurs articulaires

Le fixateur externe « cloue » les éléments mous à l'os. En tant que tel, il gêne les mobilisations articulaires et est susceptible d'entraîner des raideurs articulaires. Cette complication doit être prévenue par la rééducation. Dès la mise en place du fixateur, toutes les articulations sus- et sous-jacentes doivent être mobilisées. Cette mobilisation est douloureuse car les parties molles se blessent sur les fiches. Il faut malgré tout, sous couvert d'antalgiques, faire une rééducation le plus intensivement possible. Un fixateur de jambe doit voir sa cheville mobilisée régulièrement. Un fixateur de fémur doit permettre la mobilisation du genou. Les arthromoteurs sont tout à fait utilisables malgré la présence du fixateur. Mais la rééducation, dans certains cas, n'est pas possible. Il faut alors penser à immobiliser les articulations en position de fonction. Une cheville non rééducable doit être immobilisée à angle droit, sous peine de voir apparaître un équin postural très difficile à traiter secondairement. Si cet équin est déjà installé lors de la mise en place du fixateur, ce dernier peut servir à traiter cette déformation. Un groupe de fiches métatarsiennes peut être mis en place (fig 20). Il va permettre, grâce à une liaison souple et « persuasive » avec le fixateur principal, une réduction de l'équin. Ailleurs, si l'on utilise un fixateur à trois éléments, un fixateur fémorotibial peut permettre de posturer le genou. La barre fémorotibiale est désaccouplée, la posture est faite en resserrant la barre, genou fléchi en position de flexion. De toute façon, la prévention des raideurs doit être faite dès la mise en place du fixateur. C'est ainsi que moins on transfixie de masses musculaires mobiles,



moins on entraînera d'adhérences. Il faut donc privilégier les montages légers et savoir apprécier la stabilité ou l'instabilité focale afin d'ajuster l'importance du montage. Il faut, au plus, viser à réaliser des montages unilatéraux en un seul plan :

- antéro-internes à la jambe, n'ayant pas d'influence sur la cheville, sauf si celle-ci est elle-même traumatisée ;
- postéroexternes au fémur, laissant libre le plan de glissement du quadriceps.

Si l'on ne dispose pas de matériel suffisamment stable pour permettre une ostéosynthèse en un seul plan, au fémur notamment, il faut mettre le fixateur sur un genou fléchi.

Non-consolidation

On a vu que les fixateurs ont la fâcheuse réputation de ne pas favoriser la consolidation. Dans certains cas, ils sont trop rigides, ils pérennisent un écart interfragmentaire [32]. Dans d'autres cas, au contraire, ils sont trop souples et laissent persister une mobilité focale. De plus en plus, les différents fixateurs offrent des possibilités de compression biodynamique [11, 12, 20]. Le type en est la barre à impaction du fixateur ALJ® (fig 21). La barre de liaison est enlevée alors que la mobilité focale a déjà décréu, au 45^e jour environ. Le blessé est mis en charge sur sa barre à impaction, provoquant une compression mesurée et calibrée du foyer. Par ailleurs, le fixateur doit être enlevé rapidement pour être remplacé par un plâtre ou une orthèse, dès que la consolidation le permet. C'est dire l'intérêt de régler rapidement les problèmes cutanés qui peuvent empêcher de plâtrer.

Agressivité du fixateur externe

Mettre un fixateur externe est un geste lourd. L'ostéosynthèse par fixateur externe est d'une grande agressivité :

- *agressivité anatomique* : on a vu les complications peropératoires possibles ;
- *agressivité physiologique* : on a vu les enraidissements et toutes les difficultés qui en résultent ;
- *agressivité sur la consolidation* : la non-consolidation doit être intégrée dans le programme thérapeutique lorsqu'un fixateur externe a été mis en place. Elle doit être prévue dès le début du programme ;
- *agressivité psychologique* : il est très difficile de supporter psychologiquement un appareillage sortant de la peau, douloureux, nécessitant des soins constants. Les fixateurs sont le plus souvent posés pour des situations traumatiques lourdes chez des jeunes qui supportent très mal cette situation. L'encadrement psychologique est très important ;
- *agressivité financière* : l'ostéosynthèse par fixateur externe est très onéreuse. Le prix de revient d'une ostéosynthèse doit toutefois être tempéré par son taux de réutilisation. Seules les fiches sont à usage unique, les autres éléments du fixateur sont réutilisables. Le taux de réutilisation varie d'un fixateur à l'autre, c'est ce taux de réutilisation qui fait le prix de revient réel de l'ostéosynthèse.

Au total, l'ostéosynthèse par fixateur externe a des complications qui lui sont propres. Elles sont suffisamment nombreuses pour n'utiliser les fixateurs qu'en cas de nécessité absolue. Le fixateur représente une servitude pour le blessé. Mais surtout la surveillance d'un fixateur externe par l'orthopédiste nécessite une vigilance particulière ; le chirurgien doit acquérir des réflexes différents qui vont choquer ses habitudes : tolérance d'un écoulement, maniement particulier des antibiotiques, mise en charge précoce, difficultés d'appréciation de la consolidation. Ces réflexes particuliers sont peut-être ce qu'il y a de plus difficile à acquérir dans l'usage des fixateurs.

Possibilités d'enclouage secondaire

Dans un certain nombre de cas, lorsque le fixateur externe a permis de régler le problème cutané, il a été proposé de l'enlever et de le remplacer

par une ostéosynthèse conventionnelle (enclouage secondaire) [4, 5, 21, 22, 23]. Le risque infectieux de cette méthode est très variable selon les auteurs, 43 % pour Mc Graw en 1988 [23], 4 % pour Blachut en 1990 [5] et nul pour Bernat en 1996 [4]. Si cette technique est choisie, il nous semble préférable de procéder en deux temps :

- ablation du fixateur dans un premier temps ;
- quelques jours après, lorsque les orifices de fiches sont cicatrisés, pratiquer l'enclouage dans les conditions d'asepsie conventionnelle.

•
•

On voit donc tout l'intérêt d'utiliser la fixation unilatérale. Si, dans la décennie précédente, la course à la rigidité totale du foyer a permis de faire de gros progrès sur la connaissance mécanique des fixateurs externes, à l'heure actuelle, les conditions ont changé. Les fixateurs modernes ont une rigidité unitaire nettement plus importante. Les fixateurs sont réservés soit aux grandes pertes de substance osseuse, soit aux fracas comminutifs. Alors, les conditions biomécaniques de la consolidation sont totalement différentes de celles d'une fracture simple. Dans ces cas graves, les nécessités biomécaniques de consolidation sont mal connues. Il peut paraître illogique de vouloir immobiliser millimétriquement deux extrémités osseuses distantes de 10 cm en cas de résection diaphysaire, alors que les parties molles, elles, ne seront pas immobilisées et auront une mobilité très importante, entraînant une mobilisation inéluctable du foyer de reconstruction. On voit donc que, dans l'incertitude des nécessités biomécaniques, il est nécessaire de privilégier l'innocuité physiologique et fonctionnelle, c'est ce que fait le fixateur externe unilatéral. Il semble que, misant sur cette amélioration fonctionnelle, on ait dans le même temps amélioré de façon non négligeable les résultats des fixateurs externes sur la consolidation.

Une bibliographie particulièrement exhaustive peut être trouvée dans « Fixation externe du squelette ». In : Meyrueis JP, Merloz Ph ed. Cahier d'Enseignement de la SOFCOT n° 58. Paris : Expansion Scientifique Française, 1997.

Références

- [1] Adrey J. Le fixateur externe d'Hoffmann couplé en cadre. Étude biomécanique dans les fractures de la jambe. [thèse], Montpellier, 1970
- [2] Behrens F, Johnson W. Unilateral external fixation : methods to increase and reduce frame stiffness. *Vet Surg* 1987 ; 16 : 207-211
- [3] Bennett RA, Egger EL, Histan M, Ellis AB. Comparison of the strength and holding power of 4 pins design for use with half pins external skeletal fixation. *Clin Orthop* 1989 ; 241 : 48-56
- [4] Bernat M, Lecoq C, Lempidakis M, Martin G, Aswad R, Poitout DG. Ostéosynthèse interne secondaire après fixation externe pour fracture ouverte, récente ou ancienne, du membre inférieur. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 : 137-144
- [5] Blachut PA, Meek RN, O'Brien PJ. External fixation and delayed intramedullary nailing of open fractures of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg Am* 1990 ; 72 : 729-735
- [6] Bonnel F, Rabischong P, Adrey J, Perruchon E. Étude biomécanique du fixateur externe en cadre. Insuffisances, améliorations et codifications. *Montpellier Chir* 1971 ; 17 : 529-535
- [7] Bonnel F, Temoingt P, Micaleff JP. Étude biomécanique comparative des fixateurs externes (tibia et fémur). *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 367-370
- [8] Burnstein AH, Currey J, Frankel VH, Keiple KG, Lunseth P. Bone strength: the effect of screw holes. *J Bone Joint Surg Am* 1972 ; 54 : 1143
- [9] Burny FL. Elastic external fixation of tibial fractures: study of 1421 cases. In : External fixation. Baltimore: Wilkins and Williams, 1979
- [10] Cazenave A, Meyrueis JP. Techniques de pose des fixateurs externes. In : Meyrueis JP, Merloz P éd. Fixation externe du squelette. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 58. Paris : Expansion Scientifique Française, 1997 : 82-87
- [11] De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L. Dynamic axial fixation. *Int Orthop* 1986 ; 10 : 95-99
- [12] De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L. The treatment of fractures with a dynamic axial fixator. *J Bone Joint Surg Br* 1984 ; 66 : 538-545
- [13] Egan JM, Shearer JR. Behaviour of an external fixation frame incorporating an angular separation of the fixator pins. *Clin Orthop* 1987 ; 223 : 265-274
- [14] Evans M, Kenwright J, Tanner KE. Analysis of single-sided external fracture fixation. *EngMed* 1979 ; 8 : 133
- [15] Gardner TN, Evans M. Relative stiffness, transverse displacement and dynamization in comparable external fixators. *Clin Biomech* 1992 ; 7 : 231-239
- [16] Hoffman R. Rotules à os pour la réduction dirigée non sanglante des fractures (ostéotaxis). *Helv Med Acta* 1938 ; 5 : 844
- [17] Huiskes R, Chao EY, Crippen TE. Parametric analysis of pin bone stresses in external fracture fixation devices. *J Orthop Res* 1985 ; 3 : 341-349
- [18] Ilizarov GA. Principes fondamentaux de l'ostéosynthèse en compression distraction *Ortop Traumatol Protez* 1971 ; 32 : 7-15
- [19] Lavaste F, Mekarnia A, Bisserie M, Lortat-Jacob A. Étude comparative du comportement des fixateurs externes. Optimisation de leur rigidité en fonction des sollicitations imposées en service, lors de différentes postures. *Rev Eur Techn Bioméd* 1982 ; 4 : 225-226
- [20] Lortat-Jacob A, Lelong P, Benoit J, Ramadier JO. Stabilité expérimentale du fixateur externe de Hoffmann. Présentation d'un nouveau matériel. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 83-90
- [21] Matsoukis J, Thomine JM, Khallouk R, Biga N. Enclouage verrouillé de jambe secondaire après fixation externe : 25 cas. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 : 555-561
- [22] Maurer DJ, Merkow RL, Gustilo RB. Infection after intramedullary nailing of severe open tibial fractures initially treated with external fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1989 ; 71 : 835-838
- [23] McGraw JM, Lim E. Treatment of open tibial shaft fractures. External fixation and secondary intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Am* 1988 ; 70 : 900-910
- [24] Merloz PH, Maurel N, Marchand D, Lavaste F, Barnole J, Faure C et al. Rigidité tridimensionnelle de l'appareil d'Ilizarov (original et modifié) implanté au fémur. Étude expérimentale et déductions cliniques. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 : 65-76
- [25] Merloz PH, Petit PH, Maurel N, Lavaste F. Biomécanique des fixateurs externes en général et de l'appareil d'Ilizarov en particulier. Pathologie locomotrice. Paris : Masson, 1994 : 92-94
- [26] Meyrueis JP. La fixation des foyers de fracture doit-elle être rigide ? *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 (suppl II) : 78-81
- [27] Meyrueis JP. Essai de définition théorique et pratique de la fixation rigide et de la fixation élastique. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 338-339
- [28] Meyrueis JP. Dynamisation du fixateur externe. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 375-376
- [29] Meyrueis JP, Mine J, Rochat G, Mayaudon JC, Tripon PH. Étude mécanique comparative de fixateurs externes. Le modèle du service de santé des Armées. *Rev Chir Orthop* 1980 ; 66 : 317-321
- [30] Raimbeau G, Chevallier JM, Raguin J. Les risques vasculaires du fixateur externe en cadre à la jambe. *Rev Chir Orthop* 1979 ; 65 (suppl II) : 77-82
- [31] Sollogoub I, Asquier PH, Bonnard CH, Glorion B. Fixateur externe d'Ilizarov. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, 44-020, 1989 : 1-5
- [32] Wu JJ, Shyr HS, Chao EY, Kelly PJ. Comparison of osteotomy healing under external fixation devices with different stiffness characteristics. *J Bone Joint Surg Am* 1984 ; 66 : 1258-1264

Techniques et indications des greffes et transplantations osseuses et ostéocartilagineuses

P Anract
L Vastel
B Tomeno

Résumé. – Les substituts osseux synthétiques n'ont pas supplanté les greffes osseuses qui restent la seule solution fiable pour la reconstruction des pertes de substance du squelette.

Les autogreffes restent la référence en ce domaine et les techniques de microchirurgie permettent même l'utilisation de greffons vascularisés pédiculés ou libres. Les allogreffes constituent une alternative intéressante pour le comblement de petits volumes, en revanche elles n'ont pas procuré les résultats escomptés pour les reconstructions massives. La reconstruction du fémur proximal constitue, à notre avis, la seule indication valable d'utilisation d'allogreffe dans la mesure où elles sont associées à une tige prothétique (prothèse composite). Dans les autres cas de figure, le recours à des reconstructions mixtes (mélange d'allogreffe et d'autogreffe) doit être privilégié chaque fois que cela est possible.

© 1999, Elsevier, Paris.

Définitions

La greffe osseuse est un apport de tissu osseux vivant ou non. Si le greffon provient du receveur lui-même, il s'agit d'une autogreffe ; si le greffon provient d'un autre individu de la même espèce, on parle d'allogreffe (anciennement homogreffe) ; si le donneur est d'une espèce différente, il s'agit d'une xénogreffe. Ces dernières ne sont pas traitées dans ce chapitre et sont assimilées aux substituts osseux.

Ces greffes peuvent être non vascularisées, vascularisées-pédiculées (on parle alors de transferts osseux) ou vascularisées-libres (avec une anastomose microchirurgicale des vaisseaux nourriciers).

Ces apports osseux, notamment les autogreffes, peuvent induire localement la formation de tissu osseux qui va progressivement remplacer le tissu transplanté par résorption-substitution (*creeping-substitution*). Il s'agit alors d'une ostéo-induction. Dans d'autres cas, la greffe peut se comporter comme le support biologique qui va permettre une repousse osseuse à partir de l'os receveur appelée ostéoconduction.

Caractéristiques des différents greffons

Caractéristiques physiques

Greffons corticaux

Dans ce cas, les ostéocytes ne sont pas viables, et la consolidation osseuse passe par une phase de résorption ostéoclastique suivie d'une reconstruction osseuse. Leur solidité primaire est celle de l'os cortical ; lors de la phase de résorption, cette solidité diminue.

Greffons spongieux

Ils ont un rôle ostéo-inducteur mais leur qualité mécanique est médiocre, sauf lorsqu'ils sont utilisés en matériau de comblement de cavités.

Caractéristiques en fonction du site donneur

Autogreffes

Elles ont un haut pouvoir ostéogénique et sont colonisées par de l'os néoformé en passant par une phase de résorption et reconstruction. Ce remodelage permet une intégration complète du greffon. L'utilisation de greffons vascularisés permet une consolidation plus rapide sans passer par cette phase de résorption ^[13].

Cas particulier de la moelle osseuse : elle est utilisée par certains auteurs ^[15]. Une ponction de moelle est réalisée à l'aide d'un trocart dans la crête iliaque ; le produit de cette ponction est ensuite centrifugé (afin d'extraire les cellules ostéocompétentes), puis réinjecté dans le foyer de pseudarthrose. Cette technique est encore du domaine de la recherche et n'est pas entrée en pratique courante : le principal obstacle à son utilisation est la nécessité de centrifuger les cellules de façon parfaitement stérile.

Allogreffes

Elles passent probablement par une phase de résorption, puis par une phase de reconstruction osseuse (au moins pour les greffes d'os spongieux de petit volume). Les allogreffes massives corticales ne sont probablement qu'ostéoconductrices ; elles consolident habituellement au niveau de la jonction et permettent à l'os néoformé de progresser sur quelques millimètres, voire quelques centimètres. Il n'y a jamais de véritable réhabilitation complète de ces allogreffes massives ^[27]. Des publications récentes font penser que le respect des groupes HLA des allogreffes permettrait une ostéoconduction, voire une ostéo-induction, plus satisfaisante ^[7, 9, 21, 23, 45]. Cependant, le respect de la compatibilité pour les groupes HLA lors de l'utilisation des allogreffes expose à des difficultés (coût, nombre de donneurs, etc) non résolues actuellement.

Philippe Anract : Praticien hospitalier.
Bernard Tomeno : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service.
Service de chirurgie orthopédique B.
Laurent Vastel : Praticien hospitalier, service de chirurgie orthopédique A.
Groupe hospitalier Cochin, 27, rue du Faubourg Saint-Jacques, 75679 Paris cedex 14, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Anract P, Vastel L et Tomeno B. Techniques et indications des greffes et transplantations osseuses et ostéocartilagineuses. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie - Traumatologie, 44-030-A, 1999, 14 p.

Technique de prélèvement des différents greffons

Autogreffes non vascularisées

Il s'agit de la technique la plus fiable et la plus constante dans ses résultats. Elle évite par ailleurs la transplantation de produits biologiques d'origine humaine ou animale. Le prélèvement alourdit cependant le geste opératoire et allonge la durée de l'intervention. En cas de grosse perte de substance osseuse, la disponibilité de greffon est parfois insuffisante. Le temps de prélèvement doit être planifié lors de l'intervention afin d'éviter des contaminations septiques ou tumorales du site donneur et de limiter la morbidité liée à ce geste (saignement, cicatrice douloureuse, hématome et fracture).

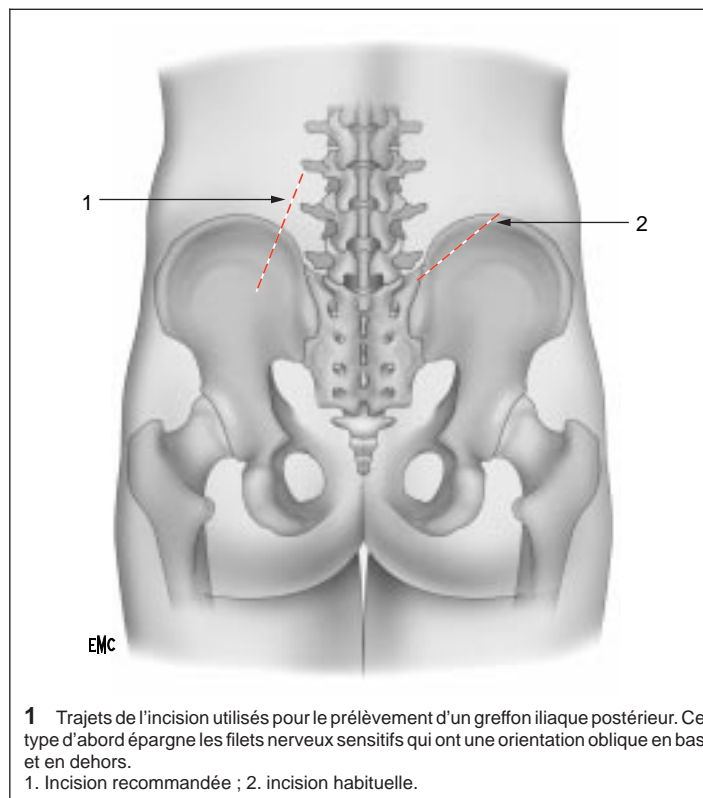
Conservation des greffons avant leur implantation : les fragments d'os spongieux sont conservés dans une cupule et parfaitement repérés par l'ensemble de l'équipe chirurgicale afin de ne pas être jetés ou stérilisés par erreur. Ces greffons peuvent rester 1 ou 2 heures dans cette cupule recouverte d'un champ. Si l'utilisation est plus tardive, il est possible d'ajouter un peu de sérum physiologique dans la cupule pour éviter que les greffons ne se dessèchent. De longues baguettes d'os cortical sont entourées de compresses imbibées de sérum physiologique si des récipients de taille adaptée ne sont pas disponibles. Il faut cependant savoir que la viabilité des ostéocytes du greffon ne dépasse pas une demi-heure après son prélèvement. Il n'est pas souhaitable de les plonger dans une solution antiseptique qui peut détruire les cellules ostéocompétentes. Nous n'utilisons pas de solution additionnée d'antibiotiques pour imprégner les greffons. Cette possibilité a cependant été décrite par d'autres équipes [16] qui utilisent notamment la gentamycine et la vancomycine : 500 mg dans 50 mL de sérum pour 20 g de greffe spongieuse, pendant une demi-heure ; ces antibiotiques diffusent localement après implantation des greffons, avec des concentrations de 3 à 15 % des concentrations minimales inhibitrices (CMI). Ces auteurs recommandent de ne pas utiliser le chloramphénicol qui a un effet toxique sur la moelle osseuse, et la néomycine du fait de sa neurotoxicité.

Prélèvement d'une crête iliaque

Le site donneur le plus couramment utilisé est la crête iliaque. Selon la position du patient, on utilise soit la crête iliaque antérieure qui procure de 5 à 10 mL d'os spongieux, soit, si cela est possible, la crête iliaque postérieure qui permet d'obtenir jusqu'à 30 mL d'os spongieux [24].

Prélèvement d'une crête iliaque antérieure

L'installation peut être faite en décubitus dorsal ou latéral. Si le patient est installé en décubitus dorsal, il est souhaitable de positionner un petit coussin sous la fesse pour faire saillir l'épine iliaque antérosupérieure. L'incision cutanée débute 1 cm en arrière de l'épine iliaque antérosupérieure (afin d'éviter toute lésion du nerf fémorocutané). Elle est de taille adaptée à l'importance du prélèvement, arciforme, et décalée de quelques centimètres en dessous de la crête iliaque (afin d'éviter l'adhérence ou le frottement sur les vêtements). Le périoste de la crête est incisé et ruginé au niveau de la zone à prélever avec les muscles qui s'y insèrent. Chez l'enfant, le cartilage de croissance est divisé longitudinalement en deux, récliné avec le périoste, et ensuite refermé soigneusement en fin d'intervention. Il est préférable de prélever, quand cela est possible, la corticale interne de l'os en épargnant le bord supérieur (afin de limiter les douleurs postopératoires et les séquelles cosmétiques) ; la face interne est alors ruginée. Il est également préférable d'utiliser une grande compresse ou des champs afin de ne pas les oublier dans le site opératoire. Un écarteur contre-coudé permet de récliner les parties molles et expose parfaitement la face endopelvienne de l'aile iliaque. Les greffons sont prélevés à l'aide de ciseaux à frapper ; des curettes et des ciseaux gouge permettent de retirer le spongieux. S'il est nécessaire d'obtenir un greffon concave, il faut alors le prélever à la face externe de l'os iliaque ; c'est le cas pour une butée de hanche ou une reconstruction de plateau tibial. Il est aussi possible d'obtenir un greffon tricortical : le bord supérieur de la crête iliaque et les corticales interne et externe dans la région du tubercule du moyen fessier sont prélevés à l'aide de ciseaux à os, la coupe sur le versant iliaque est plus facilement réalisée avec un ciseau courbe de Cauchoux. Lorsque la quantité de tissu osseux nécessaire est modérée, il est possible



1 Trajets de l'incision utilisés pour le prélèvement d'un greffon iliaque postérieur. Ce type d'abord épargne les filets nerveux sensitifs qui ont une orientation oblique en bas et en dehors.
1. Incision recommandée ; 2. incision habituelle.

d'effectuer ce prélèvement par une courte incision à l'aide d'une tréphine : le ou les greffons obtenus sont alors cylindriques. Une rugine glissée sur la face interne et une autre sur la face externe de l'os iliaque évitent de prolonger trop loin d'éventuelles fausses routes [47].

Prélèvement de la crête iliaque postérieure

La crête iliaque postérieure et le massif des épines iliaques postérieures fournissent une plus grande quantité d'os corticospongieux (30 mL). L'installation du patient se fait en décubitus latéral, ou au mieux ventral, en utilisant des coussins positionnés sous les épines iliaques antérosupérieures et sous le thorax, ou plus simplement un cadre de Hall. L'incision suit classiquement la crête iliaque, avec un trajet arciforme. L'autre possibilité est de pratiquer une incision qui part de la partie basse du rachis lombaire et croise la crête iliaque en étant oblique en bas et en dehors ; ce type d'incision est, semble-t-il, moins douloureux dans les suites de l'intervention, car il évite de sectionner les filets nerveux sensitifs de cette région [4] (fig 1).

Si ce prélèvement est réalisé lors d'une intervention sur le rachis lombaire bas par voie postérieure, il n'est pas indispensable d'imposer une deuxième cicatrice au patient. Un simple décollement sous-cutané, à partir de l'incision médiane postérieure, permet d'exposer la crête iliaque sans difficulté. L'aide récline la berge cutanée à l'aide d'un écarteur de Farabeuf qui sera ensuite remplacé par un écarteur contre-coudé. La crête iliaque est alors exposée à la rugine, après incision du fascia thoracolombaire. La face postéroexterne de l'aile iliaque est ensuite ruginée, mais il faut prendre soin de ne pas pousser trop loin cette libération afin de ne pas léser l'artère fessière dans l'échancrure sciatique qui est très proche. Un écarteur contre-coudé récline les masses fessières, et des baguettes corticospongieuses peuvent être prélevées à l'aide de ciseaux gouge de Stagnara. Le spongieux est prélevé avec les mêmes ciseaux et des curettes. Le curetage sur le versant médial est prudent, afin de ne pas ouvrir l'articulation sacro-iliaque.

Fermeture

Elle est la même dans tous les cas. De la cire chirurgicale peut être déposée sur les tranches osseuses. Il faut ensuite refermer le périoste et les muscles abdominaux ou le fascia thoracolombaire. Le drain aspiratif est positionné en sous-cutané plutôt qu'au contact de l'os afin de limiter les pertes sanguines. La quantité de sang recueillie dans les redons doit être contrôlée régulièrement dans les heures qui suivent l'intervention. Si cette quantité est supérieure à 100 mL, le vide doit être supprimé des flacons.

Prélèvement d'un greffon tibial***Prélèvement d'une baguette tibiale***

La face interne du tibia procure des greffons corticospongieux longs, rectilignes et solides. Il est préférable d'utiliser la partie haute de la diaphyse, qui est plus large et plus plate que la partie distale. La longueur de ces baguettes peut aller jusqu'à 30 cm chez les patients de grande taille. La longueur de cette baguette peut être appréciée avant l'intervention en mesurant la distance qui sépare la tubérosité tibiale antérieure et la région sus-malléolaire interne. Le patient est installé en décubitus dorsal, avec un garrot pneumatique à la racine de la cuisse qui est gonflé après surélévation du membre pendant 5 minutes. La peau est incisée au milieu de la face interne du tibia. L'os est atteint sans décollement sous-cutané, puis le périoste est ruginé de chaque côté afin d'exposer toute la face interne du tibia. La baguette osseuse est alors découpée à la scie oscillante, en restant au moins à 5 mm de la crête tibiale antérieure et du bord postérieur et en orientant la lame obliquement vers le centre de la diaphyse de façon à rester à distance de la corticale adjacente. Un ciseau à frapper permet de détacher la greffe à ses extrémités sans la casser ni fragiliser le tibia. Le spongieux restant est prélevé à l'aide d'une curette. Les baguettes corticales sont conservées dans un récipient adapté contenant du sérum physiologique, ou enveloppées dans des compresses humidifiées de sérum physiologique. Le périoste est alors suturé à l'aide d'un surjet. Le drainage se fait en sous-cutané. Le débit de ces drains doit être surveillé, et s'il est trop important (supérieur à 100 mL), le vide doit être « cassé » pendant 6 heures. Dans les suites de l'intervention, aucune contention plâtrée n'est indiquée, et un appui total est autorisé. Cependant, le patient doit éviter les mouvements de torsion pendant au moins 3 mois.

Prélèvement de spongieux dans la métaphyse tibiale supérieure

Le prélèvement spongieux s'effectue dans la métaphyse et dans l'épiphyse. Une courte voie d'abord verticale (5 cm), en dedans de la tubérosité tibiale antérieure, permet de réaliser une fenêtre osseuse rectangulaire. Le spongieux est alors prélevé à l'aide de curettes de différentes tailles. Il ne faut cependant pas remonter dans la région sous-chondrale, au risque de provoquer une fracture pathologique à ce niveau. Le greffon peut là aussi être prélevé à l'aide d'une tréphine par une courte incision cutanée. Des trajets divergents permettent d'obtenir jusqu'à quatre carottes osseuses [47]. La fermeture est réalisée plan par plan sur un drain aspiratif, positionné en sous-cutané. La marche en appui total est autorisée immédiatement.

Autres sites pouvant être utilisés pour prélever des greffons***Fibula***

Elle peut être prélevée simplement, sans sa vascularisation. Le prélèvement de la partie moyenne de la diaphyse est aisé et sans conséquences fonctionnelles ; il est néanmoins souhaitable de rester à 10 cm au-dessus de la pointe de la malléole externe afin d'éviter une déstabilisation de la cheville, et à 10 cm en dessous de l'interligne du genou pour ne pas léser le nerf fibulaire. Le prélèvement de la partie proximale est possible, mais il doit être réalisé de préférence par voie postéroexterne, avec repérage du nerf fibulaire. Le patient est installé en décubitus dorsal avec un gros coussin sous la fesse homolatérale, ou en décubitus latéral avec un garrot à la racine de la cuisse. L'incision cutanée est centrée sur la diaphyse fibulaire ; elle débute 10 cm en dessous de l'interligne du genou et s'arrête 10 cm au-dessus de la pointe de la malléole externe. L'espace entre le muscle peroneus longus et le muscle soléaire est repéré et discisé afin d'exposer la diaphyse qui est alors ruginée sur la hauteur désirée en évitant de léser les vaisseaux péroniers. Deux écarteurs contre-coudés procurent une exposition très satisfaisante de la diaphyse et permettent de protéger les vaisseaux péroniers et tibiaux antérieurs lors des coupes osseuses. Les ostéotomies sont réalisées de préférence à l'ostéotome, ou à l'aide d'une petite lame de scie oscillante. Il est préférable de lâcher le garrot avant la fermeture de l'incision pour contrôler et compléter l'hémostase. La fermeture, uniquement de la sous-peau et de la peau, est réalisée sur un drain de Redon. Dans les suites, l'appui total est autorisé immédiatement.

Grand trochanter

Il est abordé par une courte incision verticale de 5 cm, qui débute 1 cm en dessous du sommet du grand trochanter. La fenêtre corticale doit être circulaire et de 1 à 2 cm de diamètre, dans la région trochantérienne. Le

spongieux est prélevé à la curette dans le massif trochantérien ; il est possible d'extraire de 5 à 10 mL d'os, comme l'a montré Lindberg [24].

Autres sites

- Condyles fémoraux et pilon tibial. Ce dernier site, en cas d'arthrodèse de cheville, est localisé dans le champ opératoire. Il procure de l'os spongieux ou une baguette tibiale corticospongieuse qui peut être translaturée distalement afin de s'encaster dans le calcanéus.
- Olécrâne et métaphyse radiale inférieure. Ils peuvent aussi donner une petite quantité d'os spongieux pour des interventions sur le membre supérieur. Les besoins en greffon doivent, dans ce cas, être très limités (par exemple : apport osseux pour une pseudarthrose de scaphoïde).

Transferts osseux pédiculés

Les greffons peuvent être pédiculés sur des masses musculaires ou sur des vaisseaux plus individualisés.

Autogreffes pédiculées sur des masses musculaires***Bord latéral de l'omoplate***

Il peut être prélevé sur une hauteur de 10 à 15 cm et une largeur de 4 cm, en conservant les insertions musculaires du minor teres, une partie de celles de l'infraspinatus et du subscapularis. Ce greffon corticospongieux à pédicule musculaire peut venir compléter l'apport osseux d'une arthrodèse glénohumérale à sa partie inférieure.

Crête iliaque postérieure

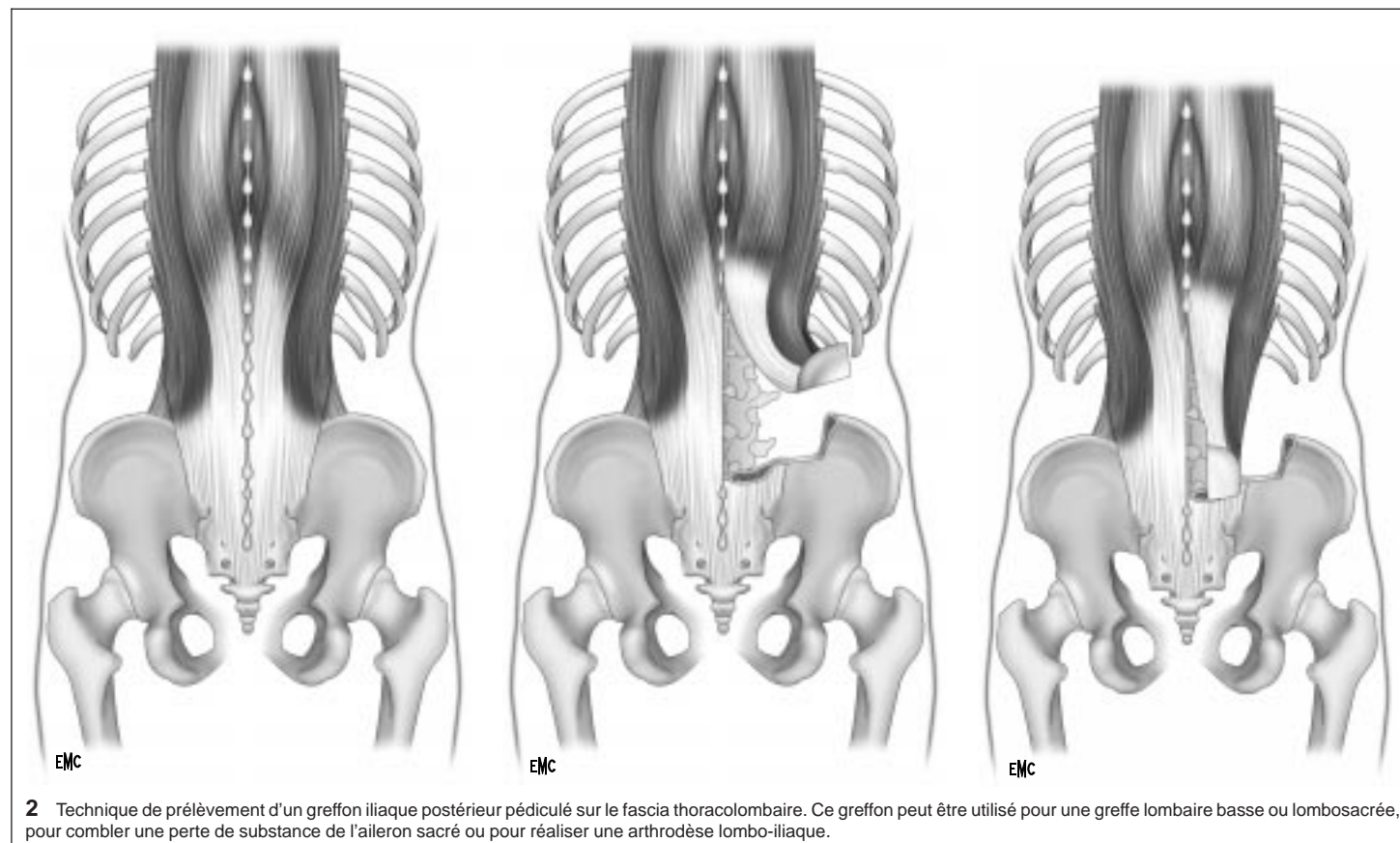
Pédiculée sur les masses musculaires thoracolombaires, elle peut être utilisée sur le rachis lombaire bas ou pour une arthrodèse sacro-iliaque après résection tumorale (fig 2). L'installation du patient et l'incision cutanée sont celles utilisées pour le prélèvement d'une crête iliaque postérieure. Le muscle gluteus medius est désinséré et ruginé sur une hauteur de 5 cm, et l'articulation sacro-iliaque est repérée. L'ostéotomie de la crête iliaque est réalisée à l'aide de ciseaux à os, en conservant l'insertion du fascia thoracolombaire. Le greffon tricortical, qui peut mesurer jusqu'à 8 cm de large pour une hauteur de 3 à 4 cm, est ensuite relevé et libéré des plans profonds. Les veines sont soigneusement coagulées, sans déborder en avant des apophyses transverses pour ne pas blesser les racines. Le greffon peut ensuite être mobilisé et déposé verticalement dans une gouttière paravertébrale comme apport osseux d'une arthrodèse postérolatérale. Il peut aussi servir de greffon pour une arthrodèse sacro-iliaque.

Autogreffes avec pédicule vasculaire individualisé

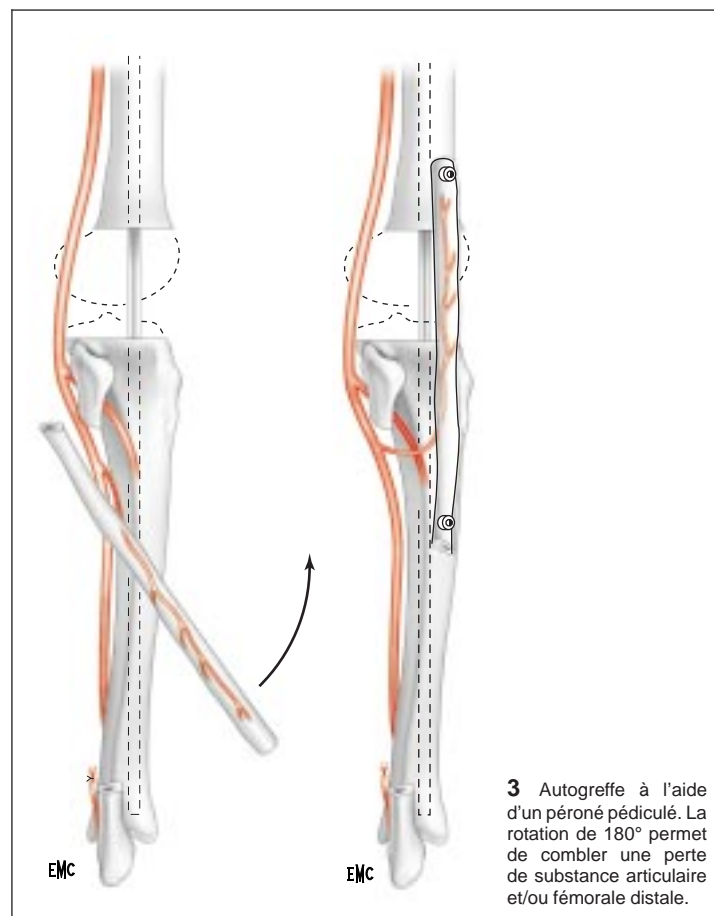
La fibula, lorsqu'elle est utilisée localement, peut être gardée pédiculée sur sa vascularisation péronière [4]. Ce greffon permet de combler, soit une perte de substance au genou lors d'une arthrodèse fémorotibiale (c'est le cas notamment dans les reconstructions du fémur distal où une rotation de 180° du greffon autour de son axe vasculaire permet de combler la perte de substance) (fig 3), soit une perte de substance au tibia, comme dans le cas d'une résection diaphysaire [37]. Le patient est installé comme décrit précédemment pour le prélèvement de fibula non pédiculé, et l'incision cutanée est la même. L'espace entre le peroneus longus et le soléaire est repéré et la dissection est alors extrapériostée, laissant une couche musculaire antéroexterne. La dissection s'étend en avant jusqu'à la membrane interosseuse, et en arrière jusqu'au flexor hallucis longus. La fibula est alors sectionnée à la hauteur voulue, ce qui permet de mobiliser le segment diaphysaire et de sectionner prudemment la membrane interosseuse, et ainsi de repérer le pédicule vascularisant la fibula qui habituellement prend naissance au niveau des vaisseaux péroniers. Le pédicule est disséqué jusqu'à son origine. Le greffon peut alors être mobilisé par translation externe afin de combler un defect tibial, ou par rotation de 180° pour réaliser un apport osseux fémorotibial.

Autogreffes vascularisées libres

De nombreuses greffes de ce type ont été décrites. Elles exigent un repérage soigneux du pédicule vasculaire (artère et veine) qui est



2 Technique de prélèvement d'un greffon iliaque postérieur pédiculé sur le fascia thoracolombaire. Ce greffon peut être utilisé pour une greffe lombaire basse ou lombosacrée, pour combler une perte de substance de l'aileron sacré ou pour réaliser une arthrodèse lombo-iliaque.



3 Autogreffe à l'aide d'un péroné pédiculé. La rotation de 180° permet de combler une perte de substance articulaire et/ou fémorale distale.

à cette technique. Les allogreffes de ce type sont essentiellement la fibula, la crête iliaque et les côtes. La technique de prélèvement de ces greffons fera l'objet d'un chapitre spécifique.

Allogreffes osseuses

Malgré leur faible pouvoir ostéo-inducteur (ils sont plutôt ostéoconducteurs), les greffons osseux massifs et les allogreffes spongieuses restent extrêmement utiles en chirurgie de reconstruction. C'est le cas notamment en chirurgie tumorale, où de grandes résections osseuses sont de préférence comblées avec des greffes osseuses afin d'obtenir des propriétés biologiques proches de la normale. Les têtes fémorales de banque fragmentées sont probablement ostéo-inductrices ou constituent au moins un matériau permettant une ostéoconduction satisfaisante ; leur utilisation est extrêmement courante pour les comblements de petites cavités, notamment au cotyle et dans différentes régions après curetage d'une tumeur bénigne. L'utilisation de tissu osseux d'origine humaine a été strictement encadrée par le législateur dans le cadre des lois de juillet 1994 (dites de bioéthique), puis des nombreux textes réglementaires qui en découlent. Les prélèvements, comme l'implantation de toute greffe, sont placés sous la responsabilité du chirurgien qui les réalise. La conservation, la transformation, la manipulation et la distribution des tissus d'origine humaine sont strictement limitées aux seuls établissements autorisés, autorisation délivrée au terme d'une procédure définie par décret en conseil d'État. Les règles de sécurité sanitaire applicables aux allogreffes osseuses, ainsi que les moyens de stérilisation et de conservation de ces greffons, sont traités dans le fascicule 44-031 de l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale.

Les greffes osseuses correspondent en pratique à deux types de greffons distincts :

- d'une part, les allogreffes provenant de donneurs décédés et correspondant le plus souvent aux allogreffes massives (os longs, hémibassin, vertèbres) qui ne peuvent être prélevées que dans des établissements autorisés ;
- d'autre part, les têtes fémorales prélevées à l'occasion d'arthroplasties totales de hanche, qui ont le statut de résidus opératoires, et qui peuvent être prélevées, après information et consentement éclairé du donneur, dans des établissements de soins non autorisés, mais dont les étapes de

sectionné puis anastomosé au site donneur [13, 18, 33, 50]. L'intérêt des greffons est qu'ils ne passent pas par une phase de résorption-reconstruction et, de ce fait, consolident beaucoup plus rapidement, et peuvent ensuite s'épaissir. Cet épaississement du greffon est cependant très long (2 à 3 ans pour une fibula), ce qui constitue l'obstacle essentiel

transport, de « sécurisation », de conservation et de distribution ne peuvent être effectuées que par une banque de tissus agréée, ce qui implique en pratique un accord de fonctionnement entre chaque établissement préleveur et une banque.

Choix du type de greffe en fonction des indications

Il s'agit d'un chapitre général qui expose les différentes utilisations des greffons osseux. Les principes techniques de ces différentes interventions sont rapidement exposés dans cet article et sont détaillés dans les chapitres spécifiques à chaque technique.

Greffes à visée ostéo-inductrice

Il s'agit essentiellement d'indications pour les pseudarthroses (infectées ou non), mais aussi pour les cals à avenir incertain (jonction allogreffe-os receveur) et les arthrodèses. Dans ces cas, il faut utiliser uniquement de l'autogreffe (spongieuse ou corticospongieuse).

Pseudarthroses

Apport osseux spongieux

L'abord des pseudarthroses se fait de préférence par une décortication. Cette dernière a probablement aussi un effet ostéo-inducteur et permet de plaquer les greffons spongieux (ou corticospongieux) au contact de la région non consolidée. Le tissu fibreux est excisé, ainsi que les séquestres d'os dévitalisé, et le canal médullaire reperméabilisé. Si l'ostéosynthèse n'est pas satisfaisante, elle est remplacée par un matériel solide qui doit procurer une bonne stabilité du foyer de pseudarthrose et permettre éventuellement la mise en compression de ce dernier. Les greffons spongieux sont plaqués en regard de la pseudarthrose, si possible de façon circconférencielle, et tassés dans le defect diaphysaire. Les lambeaux musculopériostés de décortication sont rapprochés et, si cela est possible, suturés autour des greffons [18, 25].

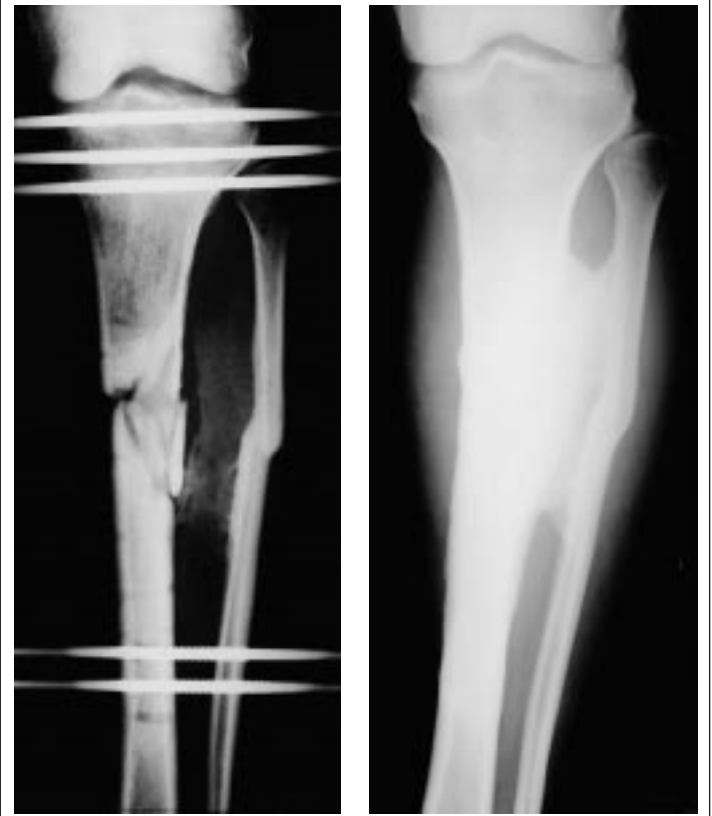
Greffe intertibiopéronière (intertibiofibulaire)

Les pseudarthroses de jambe, surtout si elles se situent dans la partie basse et/ou si elles sont infectieuses, peuvent bénéficier d'une greffe intertibiopéronière (GTP) si la fibula est solide. Dans les pseudarthroses infectées de jambe, elle permet de réaliser un apport osseux sans aborder directement le foyer de fracture (par exemple : abord postéroexterne en cas de fistule antéro-interne) et la membrane interosseuse constitue une barrière anatomique à la diffusion de l'infection [34, 48].

Cette technique consiste à encastrer un greffon iliaque corticospongieux entre le tibia et la fibula, habituellement par une voie postéroexterne ou plus rarement antéroexterne.

Le bilan préopératoire comprend des radiographies standards de jambe, et notamment des clichés de trois quarts afin de mesurer l'espace intertibiopéronière et, de ce fait, la largeur du greffon. Lorsqu'il existe des antécédents de fracture déplacée ou de chirurgie itérative, il est préférable de réaliser une artériographie avant l'intervention, comme le recommande Vidal, afin de s'assurer que la jambe n'est pas vascularisée par un tronc artériel unique qui pourrait être lésé ou comprimé par le greffon [48]. Si cela est le cas, il faut alors modifier la voie d'abord (voie antérieure si l'axe restant est l'artère tibiale postérieure), voire renoncer à cette technique.

Le patient est installé en décubitus latéral ou ventral, le membre inférieur et la crête iliaque antérieure ou postérieure sont inclus dans le champ opératoire. Un garrot stérile est positionné à la racine de la cuisse. L'abord est de préférence postéroexterne ; la fibula est abordée entre le muscle peroneus longus et le soléaire. Ce dernier, ainsi que le long fléchisseur de l'hallux et le muscle tibial postérieur sont ruginés jusqu'à la membrane interosseuse. Les vaisseaux tibiaux postérieurs sont repérés et refoulés. Il nous paraît souvent nécessaire d'exciser la membrane interosseuse afin d'encastrer plus facilement le greffon. Vidal quant à lui recommande de la conserver [48]. La fibula et le tibia sont avivés et l'espace tibiofibulaire est ouvert à l'aide d'une pince écartante (type Méary). Cet espace est mesuré de façon précise et le greffon iliaque est prélevé. De nouveaux instruments et gants sont utilisés en cas



4 A. Greffe intertibiopéronière sur une pseudarthrose de jambe infectée. La stabilité osseuse est assurée à l'aide d'un fixateur externe.
B. Résultat à 2 ans, la consolidation est acquise et le patient est guéri de son infection.

d'antécédents septiques. Un greffon bicortical de la largeur de l'espace tibiopéronier et du spongieux sont obtenus selon la technique décrite précédemment. Le site de prélèvement n'est pas refermé immédiatement, afin de pouvoir prélever à nouveau des greffons si cela est nécessaire. Le greffon est alors encastré dans l'espace entre la fibula et le tibia, et la pince de Méary relâchée. La stabilité primaire, souvent satisfaisante, permet parfois de se passer de contention plâtrée (fig 4) [48]. La fermeture de la sous-peau et de la peau est effectuée sur un drain aspiratif. Si la stabilité du montage est insuffisante, une botte plâtrée est confectionnée.

Greffe spongieuse totale

En cas de pseudarthrose septique avec nécrose osseuse étendue, il est possible de proposer la résection « carcinologique » de la zone infectée, puis le comblement par de l'os spongieux. Au niveau de la jambe, le spongieux vient s'appuyer contre la fibula [25]. La consolidation et la corticalisation sont extrêmement longues (fig 5).

Cette technique peut s'effectuer en deux temps :

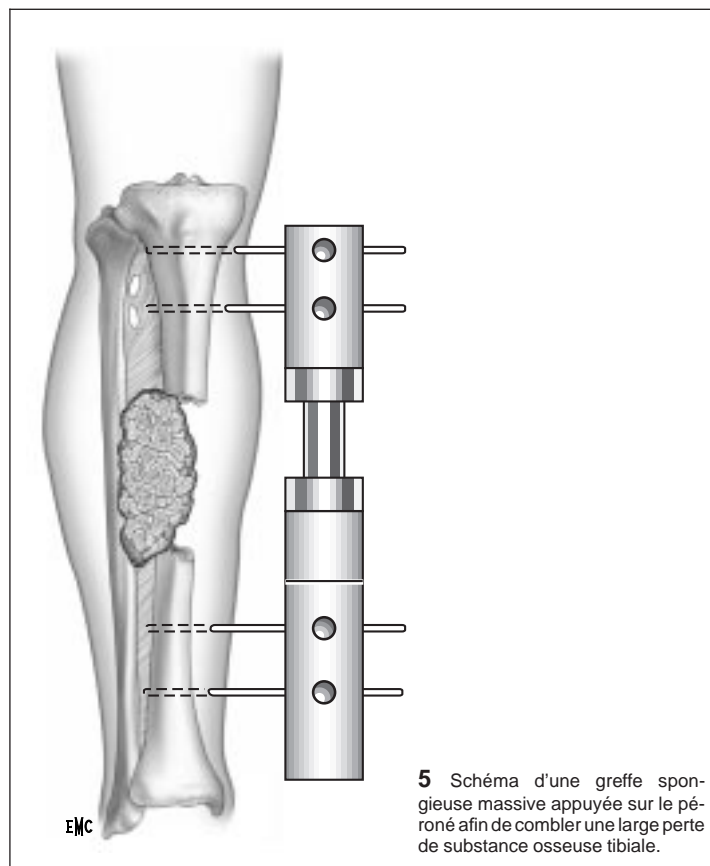
- la première intervention consiste en la résection de tous les tissus infectés et nécrotiques, la mise en place d'un *spacer* de ciment, éventuellement additionné d'antibiotiques, et la couverture cutanée ou cutanéomusculaire par un lambeau si nécessaire ;
- lorsque l'infection est guérie, une nouvelle intervention permet de faire l'ablation du ciment, et de l'autogreffe spongieuse est déposée dans cet espace entouré d'une néocapsule [25].

Technique de Papineau

Elle fait aussi appel à de l'autogreffe spongieuse, mais sans fermeture cutanée ; cette dernière est obtenue par cicatrisation dirigée [25, 38].

Elle comprend habituellement quatre phases :

- l'excision large des tissus infectés sans fermeture cutanée et la mise en place d'un pansement gras sous anesthésie au bloc opératoire ;
- pansement tous les jours pendant 15 jours. Le nettoyage est fait par irrigation avec du sérum physiologique coulant goutte à goutte pendant 2 à 3 heures par jour au lit du malade ;



– au 15^e jour, le patient est anesthésié afin de prélever des greffons spongieux sur la ou les crêtes iliaques. Le site receveur est nettoyé, le bourgeon charnu avivé, et les greffons sont déposés et tassés dans la perte de substance. Un pansement gras termine l'intervention ;

– des pansements quotidiens, avec irrigation, sont ensuite réalisés au lit du patient jusqu'à ce que la cicatrisation soit complète par bourgeonnement de la périphérie vers le centre.

Cette technique a comme inconvénients : un temps d'hospitalisation prolongé, une perte de volume du greffon lors de la phase de cicatrisation et l'évolution vers une cicatrice adhérente.

Lortat-Jacob a apporté quelques modifications. Il insiste notamment sur la préparation du lit de la greffe en y associant volontiers un lambeau musculaire afin d'obtenir des parties molles de bonne qualité. Lors du temps d'apport osseux, il effectue une fermeture cutanée ou musculocutanée ^[25] immédiatement.

Jonction allogreffe-os receveur (cal à avenir incertain)

Cet apport peut être du spongieux ou des baguettes d'autogreffe corticospongieuses, cerclés en palissade autour de cette jonction. Si des lambeaux périostés ou de décortication ont pu être conservés, il sont rabattus sur les greffons. Il a été prouvé, de façon significative, qu'un apport d'autogreffe à la jonction allogreffe-os receveur favorise la consolidation ^[49].

Arthrodèses

Lors de la réalisation d'arthrodèses, le simple avivement des surfaces articulaires peut suffire. Dans d'autres cas (correction d'axe, nécrose osseuse, arthrodèse rachidienne postérieure, etc), il est indispensable d'effectuer un apport osseux qui est de préférence de l'autogreffe.

Greffes apposées et butées

L'implantation d'une greffe dans un site extraosseux induit un risque de résorption osseuse beaucoup plus important qu'une greffe encastrée ou intercalée (soumise aux lignes de force passant par le corps de l'os). Dans ce cas, il est également préférable d'utiliser des autogreffes, qui ont moins tendance à la résorption. Pour les butées de hanche, on utilise volontiers un crête iliaque prélevée sur son versant externe (la concavité

naturelle permet d'augmenter la congruence articulaire). Pour l'épaule, l'apophyse coracoïde prélevée localement procure un greffon satisfaisant dans la majorité des cas. Ce greffon peut être vissé verticalement ou horizontalement après avivement du bord de la glène. Gosset a quant à lui décrit la butée armée, réalisée à l'aide d'une côte qui est ostéosynthésée par une broche.

Comblements de pertes de substance parcellaires

Il s'agit là d'une indication assez classique de l'allogreffe fragmentée et tassée. En cas de grosse perte de substance, il est préférable d'y associer de l'autogreffe. Il n'est pas possible de savoir si les allogreffes cryoconservées (tête fémorale) procurent de meilleurs résultats que celles qui sont stérilisées par radiothérapie. Ils trouvent leur indication en chirurgie tumorale (après curetage d'une tumeur bénigne) et en traumatologie (où la réduction d'une fracture épiphysaire démasque souvent une perte de substance osseuse).

Comblement de spongieux

Le comblement d'une cavité, après curetage ou réduction d'une fracture, a pour but de renforcer la solidité locale de l'os qui vient d'être plus ou moins évidé. Si de l'os est utilisé, le comblement doit être complet et serré afin d'obtenir une solidité primaire ; il doit réaliser un véritable plombage, et les fragments doivent être coupés le plus fin possible et tassés au chasse-greffon. Il est parfois nécessaire d'y associer un renforcement par de l'os cortical ou une ostéosynthèse.

Comblement spongieux par auto- ou allogreffe

Le spongieux autogène est habituellement prélevé aux crêtes iliaques, mais parfois sur des sites plus proches, notamment sur le tibia supérieur. Les allogreffes sont prélevées sur des têtes fémorales de banque. Le greffon doit être débarrassé de l'os cortical à l'aide d'une scie oscillante, puis il est alors fragmenté en petits cubes. Ces derniers sont alors morcelés à la pince gouge, ou au mieux à l'aide d'une « moulinette » pneumatique stérile proposée par divers laboratoires (par exemple : Mixer Depuy orthopédie). Le spongieux est cureté et fragmenté en petits morceaux. Ces fragments sont alors tassés au chasse-greffon dans toutes les anfractuosités puis, de proche en proche, ils permettent de combler les cavités en les tassant le plus possible. Il est souvent souhaitable de mélanger auto- et allogreffes. Si le tassement est suffisant et la cavité rétentive, la solidité primaire est tout à fait satisfaisante et autorise une reprise de l'appui.

Comblement spongieux renforcé par de l'os cortical

Si le comblement intéresse une zone articulaire portante, un simple comblement spongieux est souvent insuffisant ou peut entraîner une issue intra-articulaire des fragments osseux. On utilise alors volontiers des fragments de crête iliaque qui vont constituer un étai sous-chondral (fig 6). Des baguettes tibiales ou iliaques vont aussi renforcer la solidité corticale en réalisant un système de triangulation. Le reste de la perte de substance est comblé soit par de l'autogreffe spongieuse, soit par de l'allogreffe.

Comblement spongieux renforcé par une ostéosynthèse

Lorsque le curetage conduit à une grande fragilisation (notamment de la corticale ou du spongieux sous-chondral en zone portante), il semble indispensable d'opérer un renforcement à l'aide d'une ostéosynthèse dont les vis peuvent, elles aussi, venir en étai sous le spongieux sous-chondral (fig 6).

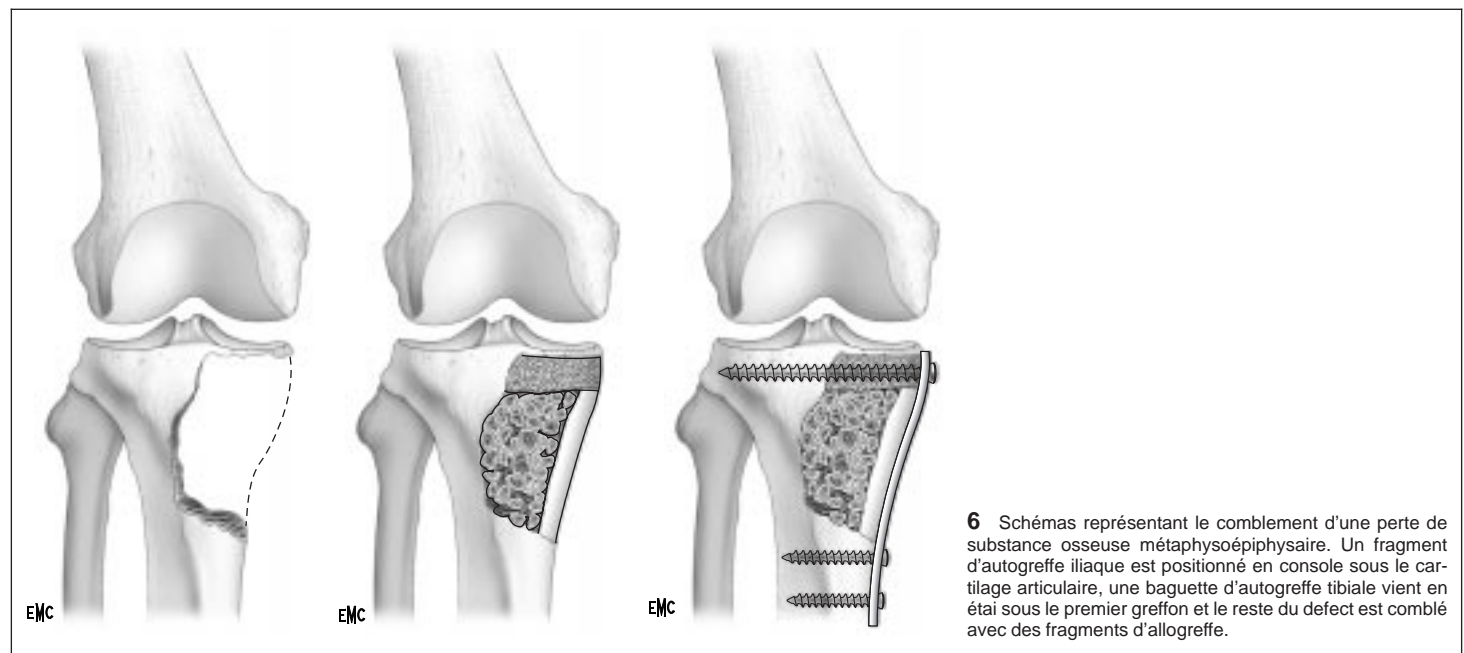
Quand cela est possible, il faut refermer ou rapprocher les berges du périoste autour de ces greffes osseuses.

Comblements osseux en chirurgie prothétique

Prothèses de hanche

- Reconstruction cotyloïdienne

Pour les prothèses de première intention, il s'agit essentiellement de butées osseuses qui ont pour but d'augmenter la profondeur d'un cotyle dysplasique, afin de sceller de façon satisfaisante un cotyle prothétique. Un fragment de la tête fémorale réséquée lors de l'intervention peut être



taillé sur mesure, habituellement en forme de croissant. La partie receveuse du cotyle est avivée à l'aide de curette, puis le greffon est vissé dans la zone de découverte en veillant à ce que les têtes de vis ne soient pas dans une zone où la greffe est fraisée. Il est alors possible de creuser la butée à l'aide des fraises à cotyle, avant scellement de l'implant [41].

Lors des arthroplasties totales de hanches itératives, les pertes de substance de ce type peuvent être comblées à l'aide d'un fragment de tête fémorale de banque. Il est alors préférable de l'armer d'un anneau de renfort métallique afin de diminuer le risque de résorption, donc d'échec mécanique [28, 41].

Dans les changements de prothèse, la destruction osseuse est souvent plus large et peut intéresser les différentes parois du cotyle. Le prélèvement d'autogreffe alourdit le geste opératoire et les suites, ce qui rend préférable l'utilisation d'allogreffes provenant de têtes de banque. Un anneau de soutien métallique est souvent utile et parfois indispensable. Ce renfort, qui prend appui sur le trou obturateur, permet de positionner le cotyle à la bonne hauteur [41] (fig 7). Ensuite, soit les defects sont comblés avant la mise en place du renfort et vissés (le greffon peut être une tête fémorale entière dans laquelle une cavité cotyloïdienne est fraisée), soit les fragments de greffe sont encastrés derrière cette plaque ou vissés avec elle. La cavité cotyloïdienne doit être reconstruite entièrement afin de sceller un implant dans des conditions proches de la normale. Si ces greffons s'incorporent, le stock osseux cotyloïdien est alors reconstitué [41]. Il semble que certaines de ces allogreffes utilisées dans ces conditions sont exposées à la résorption tardive (5 à 10 ans), responsable de la faillite mécanique de l'implant cotyloïdien [17, 28].

• Reconstructions fémorales

Les pertes de substance fémorale limitées de la région du Merckel peuvent être reconstruites à l'aide de fragments de têtes de banque, notamment de col. Ces fragments sont encastrés en force entre la prothèse et le fémur restant au moment du scellement. Un cercle métallique peut, si cela est nécessaire, venir synthétiser ce fragment. Ces apports d'allogreffe ont tendance à se résorber, sans entraîner cependant de faillite mécanique de la prothèse [19].

Les pertes de substance corticale étendues sans fracture du fût fémoral peuvent bénéficier d'une reconstruction osseuse endomédullaire selon la technique X-Change [5, 29] : des fragments de spongieux de têtes de banque sont tassés contre les parois fémorales à l'aide d'un ancillaire spécifique. Une fois effectué cet apport osseux spongieux cylindrique et endomédullaire, il est possible de sceller une tige fémorale prothétique. L'appui n'est autorisé qu'au bout de 6 semaines (fig 7). Lorsque la continence du fût fémoral est insuffisante, il est possible de contenir la greffe spongieuse avec un treillis métallique cerclé autour de la diaphyse. Ce type de reconstruction procure de bons résultats fonctionnels et radiologiques à court terme. Il semble cependant que l'implant fémoral migre vers le bas de façon régulière, ce qui est inquiétant pour l'avenir.

Pour ces pertes de substance corticale fémorale, il est aussi possible d'utiliser des baguettes d'allogreffe qui sont cerclées à l'extérieur du fût fémoral. Ce type de greffon procure un renforcement mécanique satisfaisant et s'incorpore rapidement et de façon satisfaisante.

Les pertes de substance majeures nécessitent l'utilisation de greffes massives qui sont traitées plus loin.

• Prothèses de genou

Les indications de greffe pour les prothèses de première intention sont essentiellement des pertes de substance tibiale sur des déformations frontales importantes. Cette greffe peut être en coin ou sous forme d'un cube avec de l'autogreffe (produit de la coupe tibiale de l'autre plateau, ou de coupe fémorale ou de la crête iliaque) ou de l'allogreffe (fragments de têtes de banque). Des vis pilotis stabilisent ces greffons avant le scellement. Il est sans doute préférable de poser un plateau tibial muni d'une tige d'extension endomédullaire afin de limiter les contraintes sur la greffe.

Dans les prothèses itératives, le defect osseux peut intéresser le tibia et le fémur. Des fragments de têtes de banque, taillés en forme, sont vissés sur l'os hôte puis retaillés à l'aide de l'ancillaire afin de reconstituer les épiphyses [11]. Dans ces cas aussi, il est préférable d'utiliser des tiges d'extension médullaire [6] (fig 8).

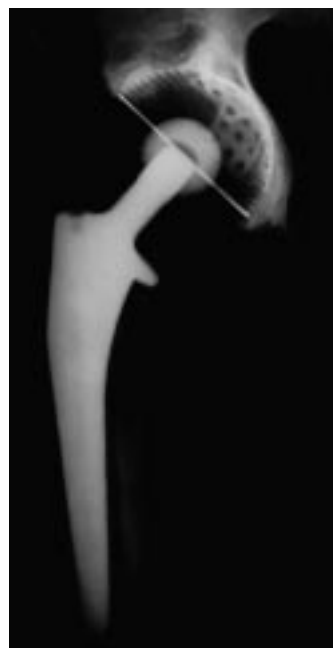
Reconstructions massives

Problèmes techniques généraux

Dans le précédent article de l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale, les auteurs rapportaient des résultats très encourageants avec l'utilisation des allogreffes massives et, de ce fait, les indications étaient assez larges. Nos résultats plus lointains (plus de 5 ans), ainsi que ceux d'autres équipes, nous incitent à beaucoup plus de modération dans nos indications. Les allogreffes massives ne sont probablement jamais réhabilitées et seule la jonction fusionne. Si ces reconstructions ne sont pas armées d'un matériel, l'échec mécanique est quasiment inéluctable. Pour les reconstructions composites (allogreffes autour d'une prothèse) en chirurgie tumorale, l'allogreffe se résorbe dans la majorité des cas dans les 5 premières années, en provoquant dans certaines localisations (comme le tibia proximal) une faillite de la reconstruction [1, 46]. Lors de la chirurgie de reprise des prothèses totales de hanche, lorsqu'il est possible d'encastrer l'allogreffe dans le manchon osseux et périosté du receveur, les résultats sont plus constants, et l'allogreffe se résorbe moins fréquemment.

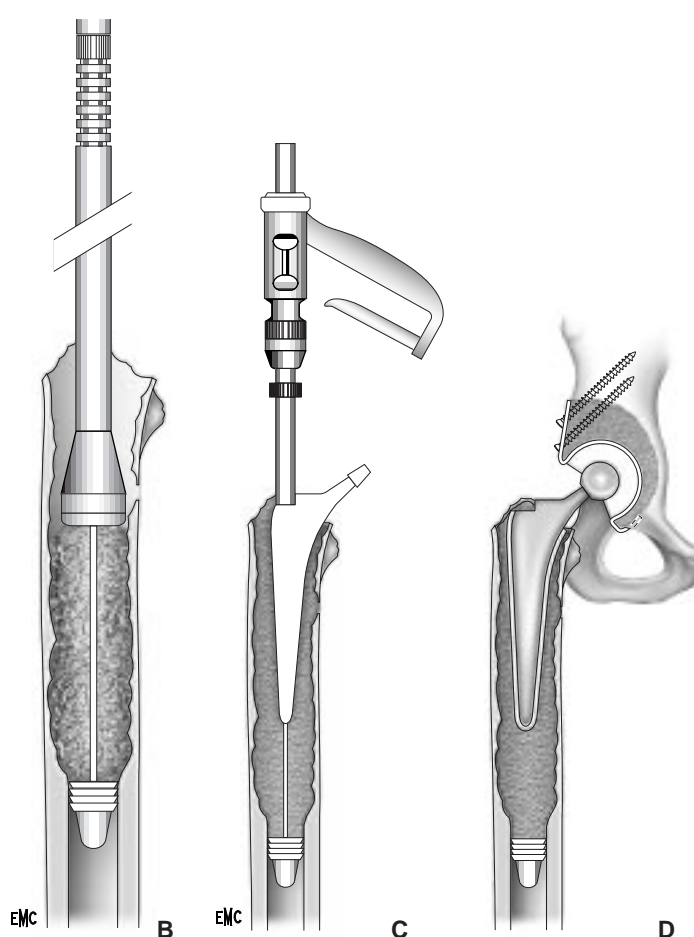
Nous pouvons tirer plusieurs enseignements de ces constatations :

– les allogreffes massives ostéocartilagineuses du membre inférieur (qui remplacent une épiphyse ou une articulation dans son ensemble) sont inéluctablement vouées à l'échec mécanique ;



A

- 7 A. Échec mécanique d'une prothèse totale de hanche responsable d'une importante destruction corticale fémorale externe. Une reconstruction endomédullaire à l'aide d'allogreffe spongieuse tassée a été réalisée. Les defects corticaux ont été comblés par des rondelles d'allogreffe cerclées et le cotyle a été reconstruit avec des fragments de tête de banque et un anneau métallique de renfort. Une prothèse standard a pu être scellée.
B, C, D. Schémas de la reconstruction endomédullaire type X-Change (Howmedica®).



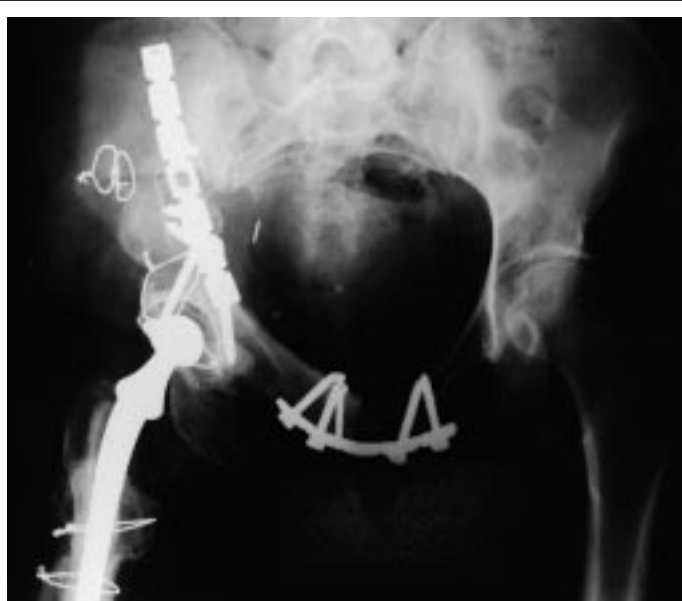
- 8 La reconstruction des pertes de substance épiphysaire fémorale et tibiale a été réalisée avec des fragments d'allogreffe vissés. Une prothèse de genou avec des extensions médullaires a ensuite été scellée.

- toute reconstruction massive par allogreffe impose d'armer cette dernière avec une ostéosynthèse ou une prothèse ;
- en chirurgie tumorale, une reconstruction par autogreffe ou allogreffe et autogreffe doit être préférée au « tout allogreffe », chaque fois que cela est techniquement réalisable ;
- dans les reprises de prothèse totale de hanche il faut, quand cela est possible, encastrer le manchon d'allogreffe dans le fût fémoral restant.

Choix de la greffe

La perte de substance osseuse prévisible est appréciée sur les radiographies et sur l'imagerie par résonance magnétique (IRM) en pathologie tumorale. Le choix du greffon dépend des mensurations radiologiques comparant les clichés du patient et ceux du greffon ; il faut

que ces deux séries d'images soient géométriquement identiques quant à l'incidence et à l'agrandissement (intérêt des téléradiographies). Il est rare d'avoir à se préoccuper en détail de la morphologie extérieure globale de la pièce osseuse, en dehors des greffes d'hémibassin et des reconstructions d'une épiphyse à l'aide d'une allogreffe ostéocartilagineuse massive sans prothèse. Il est même bien souvent inutile de respecter l'homologie « droite/gauche » (on peut remplacer un fémur droit par un fémur gauche si la greffe n'est là que pour combler la région métaphysaire et diaphysaire autour d'une prothèse). De même, il n'est pas obligatoire de respecter l'« homologie de segment » (on peut souvent reconstruire un tibia supérieur avec un tibia inférieur retourné, ou encore remplacer une diaphyse tibiale d'enfant par un segment d'humérus d'adulte).



9 Reconstruction de la région cotyloïdienne après résection pour tumeur. Le fémur proximal (tête et col) est utilisé comme autogreffe et permet le scellement d'une prothèse. Le defect du fémur est comblé par des têtes de banque. Le grand trochanter est laissé en continuité avec la diaphyse fémorale.

Les critères majeurs de ce choix sont :

- la longueur ;
- le diamètre mesuré à différents niveaux, en distinguant bien le diamètre externe du diamètre du canal médullaire (élément fondamental dès que l'on s'oriente vers un montage armé par clou ou par queue de prothèse).

Préparation et conservation du greffon en salle d'opération

Si l'on utilise un greffon congelé, il est préférable qu'il soit mis à température ambiante 2 heures avant de l'utiliser. La décongélation préalable facilite le modelage et diminue le risque de fracture de la greffe. Le greffon peut être plongé dans le sérum physiologique ou entouré de compresses imbibées de sérum. Aucune étude n'a prouvé l'intérêt d'utiliser un bain additionné d'antibiotiques. De ce fait, il ne nous semble pas indiqué de le faire. Il est cependant possible d'imprégner d'antibiotiques ces greffons, en utilisant soit de la gentamycine, soit de la vancomycine, comme cela a été décrit pour les autogreffes [16]. Il est cependant probable que l'os cortical n'est pas imprégné et que le spongieux non fragmenté de ces greffes massives l'est peu.

En cours d'intervention, le greffon, dans la plupart des cas, doit être façonné : section à bonne longueur, alésage du canal médullaire, abrasion des saillies inutiles, réduction du volume, remodelage d'un massif épiphysométaphysaire, ablation de certains cartilages, perforation pour ancrages transosseux (tendons, ligaments...). Cette préparation est réalisée à l'aide de scies oscillantes et d'alésoirs motorisés plutôt que des ciseaux à os, afin de ne pas fracturer le greffon.

Montages

Ostéosynthèses

Elles dépendent du type de reconstruction envisagé. Tous les types d'ostéosynthèse disponibles en chirurgie orthopédique peuvent être utilisés ; toutefois, nous devons insister sur l'intérêt des montages solides et durables pour les raisons exposées précédemment. Les synthèses endomédullaires, lorsqu'elles sont topographiquement envisageables, sont supérieures aux montages types « plaque, clou-plaque, lame-plaque ». Lorsqu'une ostéosynthèse centromédullaire (fig 9) ou une prothèse vient armer l'allogreffe, il n'est pas souhaitable d'y ajouter une ostéosynthèse latérale à la jonction. Ce type de montage n'améliore pas la stabilité et il fragilise l'allogreffe au niveau des orifices de vis [52].

Utilisation du ciment

Lors de l'utilisation d'un matériel centromédullaire (tige de prothèse ou clou centromédullaire), il est préférable de le sceller dans l'allogreffe à l'aide de méthyle métacrylate afin d'améliorer la stabilité du montage,

ce qui a pour effet de diminuer le risque de fracture de la greffe et de pseudarthrose à la jonction comme l'a montré Ozaki [36].

Jonctions

Le contact osseux « greffon-hôte » peut se faire de deux manières :

- simple affrontement bout à bout, cela quelle qu'en soit la forme (plane, oblique ou en « marche d'escalier »). Il y a alors intérêt à entourer la jonction d'un manchon d'autogreffe spongieuse autogène, ou d'une palissade de baguettes corticospongieuses cerclées [49]. Il semble préférable que le diamètre de l'allogreffe soit inférieur à celui de la diaphyse receveuse, afin de faciliter l'ostéoconduction d'un éventuel cal périphérique à partir du périoste de l'os receveur. Si les conditions locales le permettent, la conservation d'un manchon périosté ou corticopériosté augmente les chances de fusion de cette jonction ;
- encastrement : lorsqu'il est possible, ce montage est probablement un facteur de stabilité et un garant supplémentaire de fusion. L'idéal, en cas de reprise de prothèse totale de hanche, est d'encaster le manchon d'allogreffe dans le manchon ostéopériosté résiduel du fémur receveur (cf fig 15) [3].

Différents types de reconstructions

Intercalaires

Un segment de greffe est interposé entre deux segments osseux du receveur. C'est le cas après résection diaphysaire, mais aussi lors des résections-arthrodèses. Ces greffes intercalaires peuvent être réalisées de trois façons.

Tout autogreffe

Cela ne peut s'envisager que pour des defects limités. Le greffon peut être iliaque, tibial ou fibulaire (fig 10). En chirurgie tumorale, si le patient doit être traité par chimiothérapie après l'intervention, nous préférons combler le defect à l'aide d'un montage utilisant un clou centromédullaire et du ciment dans la zone de résection, et ne reconstruire avec de l'autogreffe qu'après ces traitements lourds qui limitent la consolidation des greffes et augmentent le risque infectieux [10].

Tout allogreffe

Elle est constituée d'un greffon cylindrique intercalé. Les jonctions peuvent se faire soit avec contact bout à bout, soit avec contact par encastrement. L'ostéosynthèse est au mieux réalisée à l'aide d'un clou centromédullaire verrouillé afin de ne pas être amené à compléter la synthèse par des plaques vissées à la jonction. Du greffon autogène est déposé aux jonctions. S'il s'agit d'un montage au niveau du tibia, des GTP réalisées à chaque extrémité augmentent les chances de succès de l'intervention. Ce montage procure une excellente solidité immédiate, mais la consolidation nécessite souvent de nombreuses réinterventions d'apport d'autogreffe [51].

Greffe composite

Mélange d'autogreffe et d'allogreffe, c'est une technique classique décrite par Merle d'Aubigné [30]. Elle allie les avantages de la solidité primaire de l'allogreffe et le pouvoir ostéogénique de l'autogreffe. Elle procure une solidité durable. Ce type de reconstruction peut associer par exemple une hémivalve d'autogreffe d'un Juvara et un hémicylindre d'allogreffe pour une arthrodèse fémorotibiale, ou une diaphyse tibiale d'allogreffe et une fibula vascularisée pour une arthrodèse d'épaule (fig 11, 12) [35].

Dans les résections diaphysaires étendues, une diaphyse d'allogreffe va procurer, avec l'ostéosynthèse, une stabilité immédiate. Un greffon fibulaire vascularisé positionné au centre de la diaphyse d'allogreffe (grâce à une fenêtre corticale de 2 cm de large, découpée sur toute la hauteur du greffon) assure, après consolidation et épaississement cortical, la pérennité du montage (fig 13). L'ostéosynthèse ne peut être que latérale et fait alors appel à une plaque ou un clou-plaque [37].

Terminales

Pour reconstruire une extrémité osseuse (massif épiphysométaphysaire plus ou moins étendu à la diaphyse), on peut utiliser :



10 Résection partielle diaphysaire du tibia distal pour un adamantinome. La reconstruction fait appel à une ostéosynthèse centromédullaire et une autogreffe corticale prélevée à la partie moyenne de la diaphyse et translaturée plus bas. Des fragments de tête de banque viennent combler le reste du defect et le site de prise de greffe.



11 Arthrodèse du genou type Juvara après une arthrectomie monobloc emportant le fémur distal. La reconstruction fait appel à un clou fémorotibial et un apport osseux composite : une hémivalve de tibia d'autogreffe médialement et des hémitêtes de banques cerclées latéralement. Le site donneur sur le tibia est comblé par des fragments de tête de banque. À 1 an, l'arthrodèse est parfaitement consolidée.

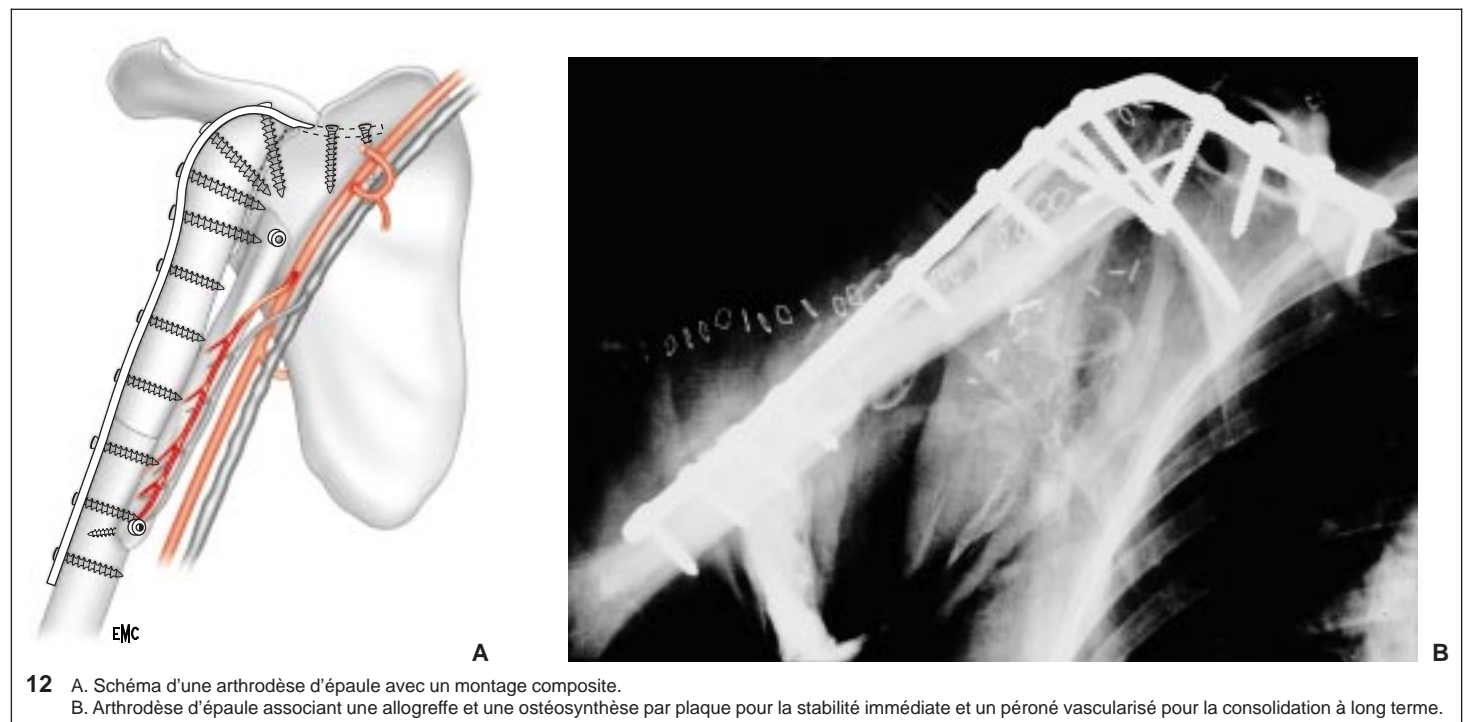
– soit uniquement une allogreffe massive ostéocartilagineuse non vascularisée [26], en veillant ici à respecter l'homologie de segment et de côté, et en prêtant attention à la compatibilité de forme des surfaces articulaires (contours d'un massif condylien par rapport aux plateaux tibiaux du receveur, diamètre d'une tête fémorale par rapport au cotyle, etc). Dans ce cas de figure, il est souvent nécessaire de prélever un greffon comportant encore ses attaches tendinoligamentaires pour assurer la stabilité articulaire par reconstruction des moyens d'union. Le montage osseux est, là aussi, de préférence endomédullaire, associé à du méthyle métacrylate afin d'armer le greffon. On comprend volontiers qu'il s'agit là du procédé avec lequel il est le plus difficile d'obtenir une reconstruction fonctionnelle satisfaisante, d'autant que, lorsqu'il s'agit d'un membre porteur et que le patient a échappé aux complications, il

est habituel de voir apparaître en quelques années une arthrose dislocante considérable quasi tabétique. Le taux des complications mécaniques à moyen terme excède 20 % [26]. Cette technique ne nous paraît pas intéressante, du moins pour les articulations du membre inférieur. L'importance de l'exérèse musculaire limite par ailleurs souvent les possibilités fonctionnelles ;

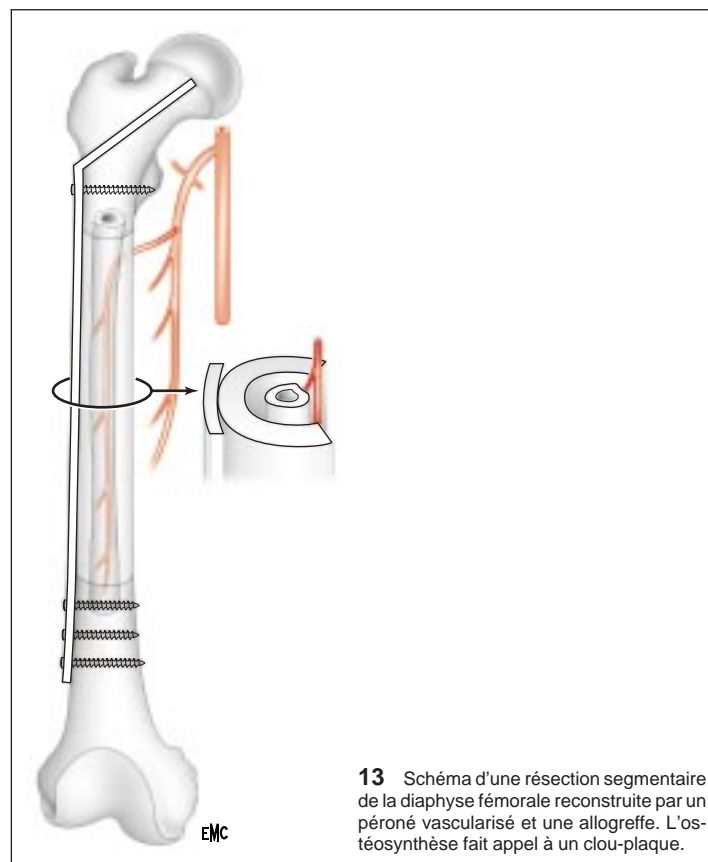
– soit une allogreffe manchonnant une prothèse (reconstruction composite) : la queue de celle-ci, habituellement cimentée, sert d'ostéosynthèse endomédullaire. La prothèse peut être épiphysaire simple, ou totale, selon l'articulation reconstruite et les nécessités locales. Pour le fémur distal et l'extrémité supérieure de l'humérus, ce type de reconstruction n'apporte aucun avantage par rapport aux prothèses massives. Pour le tibia supérieur, les complications mécaniques des reconstructions composites sont supérieures à celles des prothèses massives. Pour le fémur proximal, ce procédé est probablement aujourd'hui le plus satisfaisant, qu'il s'agisse de reconstructions primaires ou d'échecs de reconstructions prothétiques. En effet, le résultat fonctionnel, notamment sur la boiterie, semble légèrement supérieur à celui qui est obtenu avec les prothèses massives [52] (fig 14).

La planification avant l'intervention repose sur les clichés de téléradiographie et l'IRM, afin de quantifier la hauteur de la résection ou de la perte de substance osseuse. La prothèse fémorale doit être d'un diamètre adapté au fût fémoral du receveur, mais aussi au canal médullaire du greffon, la longueur d'ancrage dans le fémur hôte doit être de 15 cm quand cela est possible.

Lors de l'intervention, il est indispensable d'effectuer des repères de rotation (encoche sur la diaphyse) et de longueur (broche dans le cotyle) avant la résection. La résection ou l'exérèse d'une prothèse descellée ne présente pas de particularité. Il ne nous semble pas indispensable que de la jonction allogreffe-fémur hôte ait une surface asymétrique (marche d'escalier), ce d'autant qu'il est plus facile d'affronter correctement des surfaces planes. Le fût fémoral du receveur, stabilisé par un davier de Farabeuf, est préparé à l'aide d'alésours, et un bouchon est positionné distalement en endomédullaire quand cela est possible. Dans le même temps, un autre opérateur peut préparer le greffon. Les reliquats tendineux sont excisés et le canal médullaire alésé pour admettre la prothèse. Un rinçage au sérum sous pression permet d'évacuer les débris spongieux. Un essai de reconstruction avec la prothèse permet de vérifier la longueur, les rotations et le bon affrontement des coupes à la jonction. Du ciment basse viscosité est alors injecté dans le fémur receveur et dans le greffon. La pièce fémorale est ensuite introduite dans le greffon, puis l'ensemble est scellé dans le fémur receveur. La jonction est nettoyée de tout excès de ciment, puis du greffon autogène est déposé en périphérie.



12 A. Schéma d'une arthrodèse d'épaule avec un montage composite.
B. Arthrodèse d'épaule associant une allogreffe et une ostéosynthèse par plaque pour la stabilité immédiate et un péroné vascularisé pour la consolidation à long terme.



13 Schéma d'une résection segmentaire de la diaphyse fémorale reconstruite par un péroné vascularisé et une allogreffe. L'ostéosynthèse fait appel à un clou-plaque.

Si le grand trochanter peut être conservé, il est réinséré à l'aide de fils métalliques sur l'allogreffe. Dans le cas contraire, le gluteus medius est suturé sur la greffe par des tunnels transosseux, mais aussi au tenseur du fascia lata. Pour reconstruire les pertes de substance fémorale lors des prothèses itératives sans fracture du fût fémoral, il est aussi possible d'utiliser la technique dite du « double fourreau ». Le cylindre d'allogreffe est encastré dans le fût fémoral restant, et une prothèse de longueur standard est scellée dans l'allogreffe. La prothèse ne va pas s'ancrer dans le fémur distal sain. Ce type de reconstruction semble donner des résultats encourageants, sans dégradation à 5 ans de recul ^[3] (fig 15).

Cas particuliers

Cas particuliers en fonction du greffon

Greffes autoclavées

Plusieurs auteurs ont proposé de réséquer la pièce osseuse atteinte par la tumeur, puis de la traiter à haute température (autoclave) afin de détruire les cellules tumorales, mais ce procédé détruit aussi toutes les cellules ostéocompétentes du greffon. La pièce osseuse traitée est ensuite réimplantée chez le patient selon les techniques d'ostéosynthèse habituelles. Ce procédé présente l'avantage de ne pas utiliser d'allogreffe et de procurer un greffon parfaitement adapté au patient d'un point de vue morphologique. Les limites de cette technique sont une ostéolyse importante et une déformation osseuse majeure ^[44]. Le grand inconvénient de la méthode est qu'elle ne permet pas une analyse de la pièce pour préciser les limites de résection et le pourcentage de nécroses après chimiothérapie.

Allogreffe massive vascularisée

Kirschner et al ont rapporté l'utilisation de ce type de greffe pour remplacer une épiphyse fémorale distale dans les suites d'un traumatisme ou d'une articulation complète. Le greffon doit être implanté immédiatement après le prélèvement, et il impose la prescription d'un traitement immunosuppresseur lourd. Le recul en ce domaine est actuellement limité ^[20].

Cas particuliers en fonction de la localisation

Bassin

Autogreffes

La chirurgie tumorale du bassin expose à des problèmes de reconstruction souvent difficiles à résoudre. C'est le cas, notamment, des résections de la région périacétyloïdienne. Quand la résection n'est pas trop étendue (conservation d'une colonne ou d'un toit), il est possible de réaliser une reconstruction à l'aide de fragments d'autogreffe et d'un anneau cotyloïdien métallique. Lorsque la résection intéresse toute la région périacétyloïdienne et déborde sur l'aile iliaque et/ou sur le cadre obturateur, la reconstruction doit faire appel à des techniques plus complexes. Puget ^[42] a décrit une méthode astucieuse qui consiste en l'utilisation du fémur proximal (tête et région trochantérienne) comme autogreffe cotyloïdienne. Ce greffon peut être orienté de différentes façons : tête en bas ou en haut. Il est ostéosynthésé solidement au bassin



14 Reconstruction composite (prothèse entourée d'un manchon d'allogreffe) du fémur proximal après résection pour tumeur. Les radiographies successives permettent de visualiser la résorption de l'allogreffe sans faille de la prothèse ni altération du résultat fonctionnel.

restant. Une cavité est ensuite fraisée dans le massif trochantérien, et un cotyle prothétique y est scellé. Le grand et le petit trochanter sont quant à eux laissés en place et sont fixés sur l'allogreffe (en général une tête de banque) qui vient manchonner la pièce prothétique fémorale (fig 9).

Allogreffes massives

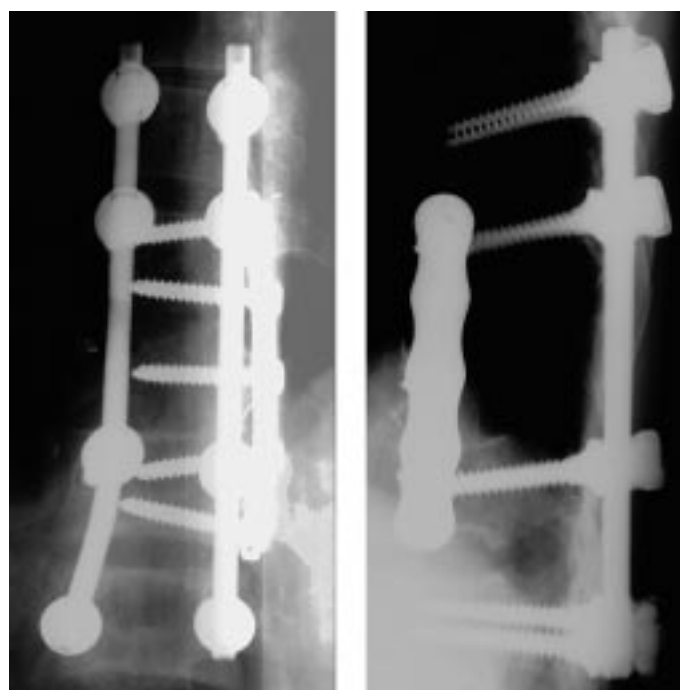
Notre expérience des reconstructions de bassin par allogreffe massive n'a pas été concluante en raison d'un fort taux d'échecs infectieux et mécaniques. Ces nombreux échecs mécaniques sont peut-être dus au fait que nos greffons étaient stérilisés par irradiation. Les équipes qui utilisent des greffons cryoconservés semblent obtenir de meilleurs résultats [2, 22, 32, 40]. L'allogreffe doit être choisie en fonction de la taille du receveur. Elle est taillée aux dimensions du defect, et l'ostéosynthèse doit être solide. De l'autogreffe est déposée aux jonctions. Il semble préférable de positionner une prothèse cotyloïdienne plutôt que d'utiliser la cavité osseuse de la greffe pour recevoir une prothèse intermédiaire ou la tête de l'hôte.

Rachis

Les corporectomies antérieures ou les spondylectomies totales impliquent, en plus de l'arthrodèse postérieure, l'utilisation d'un comblement antérieur, qui peut être effectué avec du ciment ou des prothèses. On obtient des résultats intéressants avec ces deux méthodes. Il est possible de combler ce defect avec de l'allogreffe. Une tête de banque taillée en forme de cube se prête facilement à ce type d'apport osseux ; elle est encastrée après avoir distracté les corps vertébraux adjacents. Il semble préférable d'y associer une ostéosynthèse antérieure par plaque vissée sur les vertèbres adjacentes et dans le greffon (fig 16). En effet, les quelques cas stabilisés uniquement par une ostéosynthèse postérieure se sont compliqués d'une résorption et d'un tassement de la greffe. Une autogreffe iliaque tricorticale ou des fragments de fibula donnent aussi de bons résultats. Minami a décrit l'utilisation d'un greffon fibulaire vascularisé anastomosé sur les vaisseaux intercostaux dans cette indication [31].

•
•

Les autogreffes restent la référence en matière de greffe osseuse. Les allogreffes n'ont pas permis d'obtenir les résultats escomptés

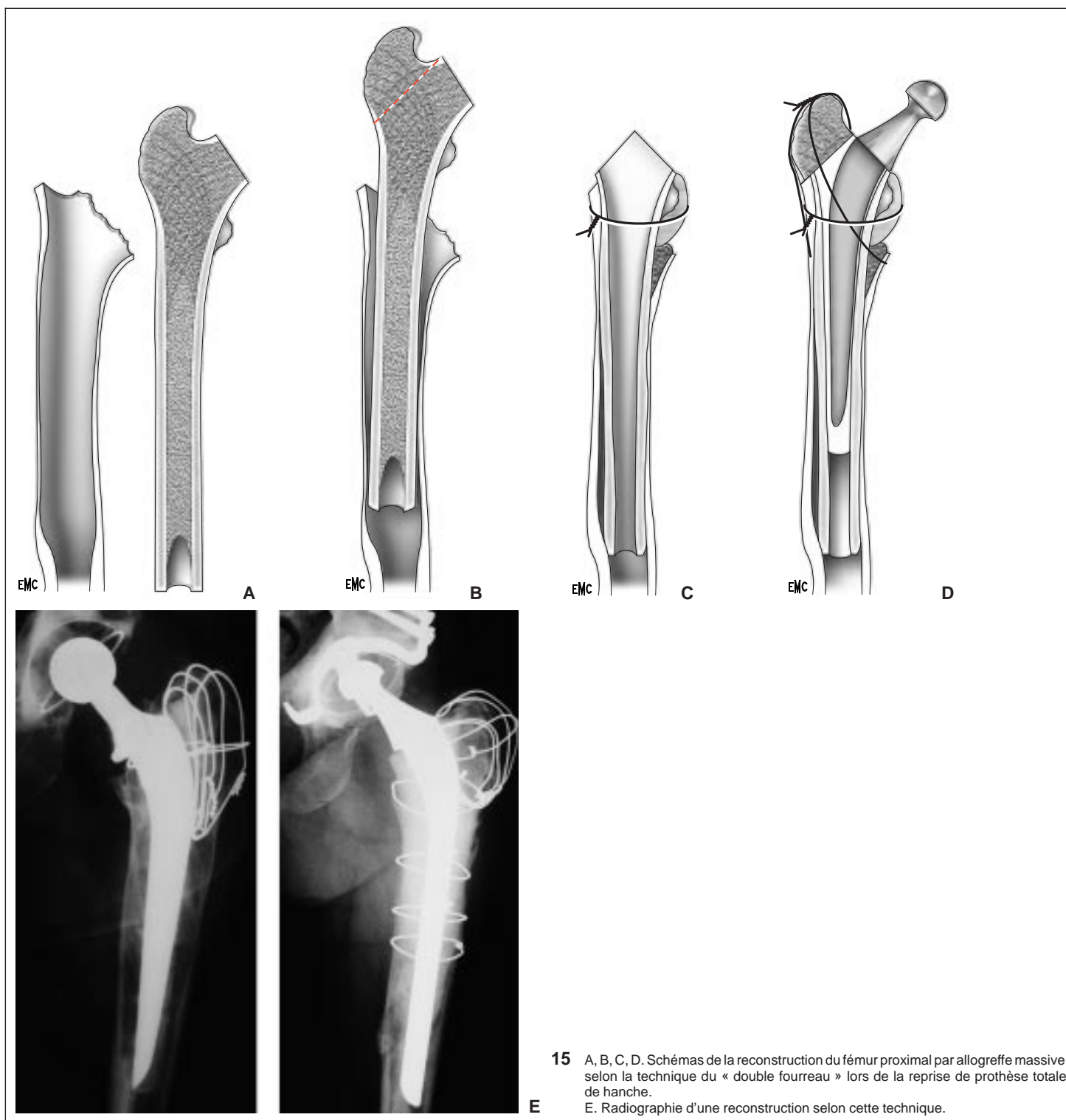


16 Reconstruction corporelle de T11 après vertèbrectomie totale pour tumeur. Une tête de banque est encastrée et l'ostéosynthèse postérieure est complétée par une plaque antérieure. De l'autogreffe spongieuse a été déposée en postérolatéral lors du temps postérieur.

et leurs indications doivent être bien posées. L'utilisation de reconstructions mixtes (allo- et autogreffe) s'avère être souvent la solution idéale dans les larges defects osseux.

L'utilisation d'allogreffes non irradiées, et surtout un respect des groupes d'histocompatibilité tissulaire, permettront peut-être d'améliorer les résultats de ces allogreffes.

Le développement de nouveaux substituts osseux synthétiques et de facteurs de croissance ouvre de nouveaux horizons, qui sont cependant encore dans le domaine de la recherche.

[Références ►](#)

Références

- [1] Anract PH, Cotte JL, Katabi M, Ouaknine M, Tomeno B. Proximal reconstruction with large bone allograft and prostheses. Amsterdam : 7th World Congress of SIROT, 1996
- [2] Bell RS, Davis AM, Wunder JS, Buconjic T, McGovern B, Gross AE. Allograft reconstruction of the acetabulum after resection of the stage IIB sarcoma. Intermediate-term results. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 1663-1674
- [3] Charrois O. Reconstruction fémorale selon la technique du « double fourreau » lors des reprises d'arthroplasties totales de hanche [thèse]. Paris : Université René Descartes. Faculté Cochin-Port-Royal, 1998
- [4] Colterjohn NR, Bednar DA. Procurement of bone graft from the iliac crest. An operative approach with decrease morbidity. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 756-759
- [5] Elting JJ, Mikhail WE, Zicat BA, Hubbell JC, Lane LE, House B. Preliminary report of impaction grafting for exchange femoral arthroplasty. *Clin Orthop* 1995 ; 319 : 159-167
- [6] Engh GA, Herzog PJ, Parks NL. Treatment of major defects of bone with bulk allografts and stemmed components during total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 1030-1039
- [7] Enneking WF, Mindell ER. Observations on massive retrieved human allografts. *J Bone Joint Surg Am* 1991 ; 73 : 1123-1142
- [8] Evrard J, Lebard JP. Pseudarthroses infectées de la diaphyse fémorale. *Rev Chir Orthop* 1971 ; 57 : 527-546
- [9] Friedlaender GE. Immune responses to osteochondral allografts. Current knowledge and future directions. *Clin Orthop* 1983 ; 174 : 58-68
- [10] Friedlaender G, Tross RB, Doganis AC, Kirkwood JM, Baron R. Effects of chemotherapeutic agents on bone. *J Bone Joint Surg Am* 1984 ; 66 : 602-607
- [11] Ghavazi MT, Stockley I, Yee G, Davis A, Gross AE. Reconstruction of massive bone defects with allograft in revision total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 17-25
- [12] Gilbert A. Surgical technique. Vascularized transfer of the fibula shaft. *Int J Microsurg* 1979 ; 1 : 100-102
- [13] Han CS, Wood MB, Bishop AT, Cooney WP, III. Vascularized bone transfer. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 1441-1449
- [14] Harrison DH. The osteocutaneous free fibular graft. *J Bone Joint Surg Br* 1986 ; 68 : 804-807
- [15] Hernigou P, Beaujean F. Pseudarthroses traitées par greffe percutanée de moelle osseuse autologue. *Rev Chir Orthop* 1997 ; 83 : 495-504
- [16] Hernigou P, Glorion CH, Girard-Pipau F, Goutallier D. Antibiotic impregnated bone graft, transfer and activity of antibiotics in vitro and in vivo. *J Bone Joint Surg Br* 2 (suppl) : 1991 ; 73 : 185-186
- [17] Hooten JP, Engh C, Heekin RD, Vinh TN. Structural bulk allografts in acetabular reconstruction. Analysis of two grafts retrieved at post-mortem. *J Bone Joint Surg Br* 1996 ; 78 : 270-275
- [18] Hsu WW, Wood MB, Sim FH, Chao YS. Free vascularized fibular grafting for reconstruction after tumour resection. *J Bone Joint Surg Br* 1997 ; 79 : 36-42
- [19] Jofe MH, Gerbhart MC, Tomford WW, Mankin HJ. Reconstruction for defects of the proximal part of the femur using allograft arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1988 ; 70 : 507-516
- [20] Kirschner MH, Hofmann GO, Land W, Bühren V. Clinical experience with transplantation of allogenic vascularized femoral diaphyses under immunosuppression. Amsterdam : 7th World Congress of SIROT, 1996
- [21] Langer F, Czitrom A, Pritzker K, Gross A. The immunogenicity of fresh and frozen allogeneic bone. *J Bone Joint Surg Am* 1975 ; 57 : 216-220
- [22] Langlais F, Vielpeau C. Allografts of the hemipelvis after tumour resection. *J Bone Joint Surg Br* 1989 ; 71 : 58-62
- [23] Lee MY, Finn HA, Lazda VA, Thistlethwaite JRJR, Simon MA. Bone allografts are immunogenic and may preclude subsequent organ transplants. *Clin Orthop* 1997 ; 340 : 215-219
- [24] Lindberg EJ, Katchis SD, Smith RW. Quantitative analysis of cancellous bone graft available from the greater trochanter. *Foot Ankle Int* 1996 ; 17 : 473-476
- [25] Lortat-Jacob A. Infection osseuse post-traumatique. Paris : Masson, 1992
- [26] Mankin HJ, Doppelt S, Tomford W. Clinical experience with allograft implantation. *Clin Orthop* 1983 ; 174 : 69-86
- [27] Mankin HJ, Gebhardt MC, Jennings LC, Springfield DS, Tomford WW. Long-term results of allograft replacement in the management of bone tumors. *Clin Orthop* 1996 ; 324 : 86-97
- [28] Massin P, Tanaka C, Hutten D, Duparc J. Traitement des descellements acétabulaires aseptiques par reconstruction associant greffe osseuse et anneau de Müller. Analyse actuarielle sur 11 ans. *Rev Chir Orthop* 1998 ; 84 : 51-60
- [29] Meding JB, Ritter MA, Keating EMMDT, Faris PM. Impaction bone-grafting before insertion of a femoral stem with cement in revision total hip arthroplasty. A minimum two year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 1835-1841
- [30] Merle d'Aubigné R, Dejovany JP. Diaphyso-epiphysal resection for bone tumor at the knee. With report of nine cases. *J Bone Joint Surg Br* 1958 ; 40 : 385-395
- [31] Minami A, Kaneda K, Satoh S, Abumi K, Kutsumi K. Free vascularized fibular strut graft for anterior spinal fusion. *J Bone Joint Surg Br* 1997 ; 79 : 43-47
- [32] Mnaymneh W, Malinin T, Mnaymneh LG, Robinson D. Pelvic allograft: a case report with a follow-up evaluation of 5,5 years. *Clin Orthop* 1988 ; 255 : 128-132
- [33] Moore JR, Weiland AJ, Daniel RK. Use of free vascularized bone in the treatment of bone tumors. *Clin Orthop* 1983 ; 175 : 37-44
- [34] Moyikoua A, Pena-Pitra B. Intérêt de la greffe intertibiopéronière dans les pseudarthroses de jambe à risque septique. *Rev Chir Orthop* 1998 ; 84 : 358-362
- [35] O'Connor MI, Sim FH, Chao EYS. Limb salvage for neoplasms of the shoulder girdle. Intermediate reconstructive and functional results. *J Bone Joint Surg Am* 1996 ; 78 : 1872-1888
- [36] Ozaki T, Hillmann A, Bettin D, Wuisman P, Winkelmann W. Intramedullary, antibiotic-loaded cemented, massive allografts for skeletal reconstruction: 26 cases compared with 19 uncemented allografts. *Acta Orthop Scand* 1997 ; 68 : 387-391
- [37] Ozaki T, Hillmann A, Wuisman P, Winkelmann W. Reconstruction of tibia by ipsilateral vascularized fibula and allograft: 12 cases with malignant bone tumors. *Acta Orthop Scand* 1997 ; 68 : 198-301
- [38] Papineau LJ. L'excision-greffe avec fermeture retardée délibérée dans l'ostéomyélite chronique. *Nouv Presse Méd* 1973 ; 2 : 2753-2755
- [39] Pho RWH. Malignant giant-cell tumour of the distal end of the radius treated by a free vascularized fibular transplant. *J Bone Joint Surg Am* 1981 ; 63 : 877-884
- [40] Poitout D, Gaujoux G, Lempidakis M. Total or partial reconstruction using allografts from the bone bank. *Int Orthop* 1990 ; 14 : 111-119
- [41] Postel M, Kerboull M, Evrard J, Jp C. Arthroplastie totale de hanche. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo : Springer-Verlag, 1985
- [42] Puget J, Uttheza G. Reconstruction de l'os iliaque à l'aide du fémur homolatéral après résection pour tumeur pelvienne. *Rev Chir Orthop* 1986 ; 72 : 151-155
- [43] Rasmussen MR, Bishop AT, Wood MB. Arthrodesis of the knee with a vascularized fibular rotatory graft. *J Bone Joint Surg Am* 1995 ; 77 : 751-759
- [44] Smith WS, Struhl S. Replantation of an autoclaved autogenous segment of bone for treatment of chondrosarcoma. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1988 ; 70 : 70-75
- [45] Stevenson S, Li XQ, Davy DT, Klein L, Vm G. Critical biological determinants of incorporation of non-vascularized cortical bone grafts. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 1-16
- [46] Tomeno B, Anract PH. Interest of allografts surrounding Stems of Hip and Knee Massives Protheses. Istanbul : European Musculo-Skeletal Oncology Society Meeting, 1996
- [47] Van Damme PA, Merckx MA. A modification of the tibial bone-graft-harvesting technique. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1996 ; 25 : 346-348
- [48] Vidal J, Buscayret CH, Finzi M, Melka J. Les greffes inter-tibio-péronières dans le traitement des retards de consolidation jambiers. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 123-132
- [49] Wang JW, Shih CH. Allograft transplantation in aggressive or malignant bone tumors. *Clin Orthop* 1993 ; 297 : 203-209
- [50] Weiland AJ, Daniel RK. Microvascular anastomoses of bone grafts in the treatment of massive defects in bone. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 61 : 98-104
- [51] Weiner SD, Scarborough M, Vandre-Griend RA. Resection arthrodesis of the knee with an intercalary allograft. *J Bone Joint Surg Am* 1996 ; 78 : 185-192
- [52] Zehr R, Enneking W, Scarborough M. Allograft-prosthesis composite versus megaprosthesis in proximal femoral reconstruction. *Clin Orthop* 1996 ; 322 : 207-223



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-010]

Tractions et suspensions (membre inférieur, membre supérieur, rachis)

Frantz Langlais : Professeur, chef du service
Jean-Claude Lambotte : Chef de clinique-assistant
Service de chirurgie orthopédique, traumatologique et réparatrice, hôpital Sud, 16, boulevard de
Bulgarie, 35056 Rennes France

© 1996 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

[Haut de page](#)

MEMBRE INFÉRIEUR

Les tractions et les suspensions sont le plus souvent utilisées comme traitement d'attente ou comme thérapeutique complémentaire postopératoire des fractures des membres inférieurs. Leur utilisation comme thérapeutique exclusive d'une fracture devient en revanche moins habituelle et concerne essentiellement les fractures du cotyle.

Nous envisagerons successivement :

- les indications et les règles des tractions et suspensions ;
- les tractions-suspensions transtibiales les plus fréquentes ;
- les suspensions postopératoires ;
- les tractions transcalcanéennes ;
- les tractions-mobilisations.

Indications des différents types de traction et suspension

Règles générales

La part relative de la traction et de la suspension varie selon le geste thérapeutique.

Traitement temporaire

La traction-suspension est parfois nécessaire comme « traitement d'attente » d'une ostéosynthèse (fracture cervicotrochantérienne inopérable d'emblée en raison d'un traitement par médicaments dangereux ; fracture de jambe avec phlyctène).

Dans ces cas, la traction est l'élément essentiel s'opposant à la contracture musculaire algique. Pour une fracture du col fémoral, la méthode usuelle est représentée par la traction par bande adhérente. Mais, dès que la traction dépasse une certaine durée (24 heures) ou une certaine force (2 kg), la traction cutanée par adhésif se révèle insuffisante, voire mal tolérée, et il faut recourir à une traction par broche transosseuse.

Traitement « complet » d'une fracture par traction

On confie à la traction le rôle de réduire et de maintenir la fracture. La traction est forte, exigeant l'utilisation d'une grosse broche transosseuse, voire d'un clou de Steinmann dont le diamètre important répartit mieux les contraintes et qui peut donc être remarquablement toléré pendant plus de 2 mois.

Cette réduction par traction nécessite habituellement un contrôle de la rotation autour de l'axe du membre et donc un double système d'étriers perpendiculaires (par exemple attelle de Merle assurant la traction et étrier de Kirschner contrôlant la rotation).

Dans cette catégorie, entre surtout le traitement des fractures du cotyle.

Quant aux fractures des plateaux tibiaux, voire les fractures supracondyliennes, elles peuvent de surcroît bénéficier de la traction-mobilisation par arthromoteur.

Traitements postopératoires

Parfois, la traction est utile : fracture comminutive du cotyle (où l'ostéosynthèse reste fragile). Une broche est donc indiquée.

Ailleurs, c'est la mobilisation-surélévation qui est l'essentiel (fracture des plateaux tibiaux opérée) : on recherche une mobilisation douce sans effort, et une surélévation du membre.

S'il n'est pas indiqué de mobiliser le membre, mais seulement de le positionner, l'utilisation d'un lit orthopédique articulé est aussi efficace et plus confortable qu'une suspension.

Impératifs techniques

Broche ou clou ?

La tolérance de la broche sera bonne si elle n'est pas l'objet d'une infection. Ceci exige une mise en place aseptique, mais surtout une absence totale de tension de la broche sur les parties molles et notamment la peau, sinon celle-ci se nécrose, ouvrant la porte à l'infection. Une nécrose cutanée, voire osseuse, peut aussi se produire si la traction est très forte : mieux vaut alors préférer un gros clou de Steinmann à la broche. Pour éviter toute nécrose thermique, il faut en outre que la broche soit mise au moteur tournant très lentement, évitant tout échauffement.

L'introduction se fait pour le fémur et le tibia au niveau métaphysaire, suffisamment loin de l'articulation pour ne pas risquer une arthrite, mais dans une zone résistante. On évitera, surtout avec les clous de Steinmann, de pénétrer en zone corticale, car le risque de fissure osseuse n'est pas nul. La pénétration se fait à partir du côté où se trouvent les éléments nobles qu'on évite ainsi plus sûrement : de dedans en dehors pour les broches

transcondyliennes (artère fémorale) ; de dehors en dedans pour les broches transtibiales (nerf péronier commun) ; de dedans en dehors pour les broches transcalcanéennes (pédicule tibial postérieur).

Contrôle de la rotation et de l'équin

Il est nécessaire, surtout dans les traitements complets par traction-suspension, de contrôler la rotation axiale par l'utilisation de deux étriers perpendiculaires, l'un assurant la traction et le varus-valgus, l'autre réglant la rotation.

Le pied tend à tomber en équinisme, bientôt fixé par la rétraction des jumeaux et de la capsule talocrurale (tibioastragaliennne) : une planchette antiéquin risque d'être soit inefficace, soit traumatisante au niveau des coussinets métatarsophalangiens, avec escarre s'installant à bas bruit. Est préférable une traction en flexion dorsale de la cheville, très douce (500 g ou moins), mais permanente, assurée par une chaussette collée.

Efficacité de la traction (fig 1)

Elle nécessite une contre-traction. il faut :

que le corps du malade fasse contrepoids et s'oppose à la traction ; la pesanteur doit donc entraîner le tronc vers la tête du lit ; de plus, la suspension ne doit pas s'opposer à la traction ;

qu'il n'y ait aucune butée neutralisant la traction : blocage de l'attelle ou d'un noeud sur une poulie, poids reposant sur les montants du lit ou sur le sol...

Confort de l'opéré (fig 2)

À efficacité égale, certains dispositifs sont préférables.

La traction-suspension par système de Merle d'Aubigné (laissant la face postérieure du genou et de la cuisse libre) est bien plus confortable que la traction sur cadre de Boppe-Braun : ce dernier dispose en effet de montants qui traumatisent les faces internes des cuisses, tandis que son encombrement empêche tout mouvement dans le lit, favorisant les escarres.

La suspension par attelle type Zimmer est beaucoup mieux acceptée que le cadre de Rieunau classique, dont les arceaux cruraux sont mal supportés.

Traction-suspension transtibiale

Nous décrirons deux exemples de traction-suspension transtibiale :

la traction « temporaire » par broche transtibiale : ce type de traction est le plus fréquemment utilisé, notamment lorsque la traction doit être modérée (3 à 5 kg) et de durée limitée (aux environs de 3 semaines) ; parmi ses indications les plus habituelles, on rencontre le traitement d'attente d'une fracture qu'on ne peut pas opérer d'emblée (cervicotrochantérienne, voire diaphyse fémorale) et la protection d'une ostéosynthèse d'une fracture comminutive du cotyle ;

le traitement « complet » par traction (clou transtibial) d'une fracture du cotyle.

Traction-suspension « temporaire » par broche pour fracture cervicotrochantérienne (fig 3)

Matériel nécessaire

Broche de Kirschner 22/10°.
Étrier de Kirschner.
Attelle en U de Merle d'Aubigné.
Deux serres-broches pouvant coulisser sur la broche.
Deux cavaliers.
Gants stériles.
Matériel à anesthésie locale.
Bistouri à pointe fine n° 15.
Moteur à rotation lente et guide-broche.

Pose de la broche transtibiale (fig 3 A)

Le membre inférieur est allongé, le bord interne du pied maintenu perpendiculaire au pied du lit par un aide. L'autre membre est en abduction.

Désinfection de la face antérieure du genou et de l'épiphyse tibiale. Mise en place d'un champ troué.

Repérage du point d'entrée de la broche situé à environ 3 cm en arrière de la saillie de la tubérosité antérieure du tibia et à 4 cm au-dessous de l'interligne articulaire (qui correspond à la pointe de la rotule). On infiltre successivement à la Xylocaïne® la peau, le muscle tibial antérieur, le périoste.

Ponction cutanée au bistouri. La broche est enfoncée à la main jusqu'au périoste.

Perforation osseuse au moteur à rotation lente.

Lorsqu'on voit saillir la broche sous la peau interne, on ponctionne celle-ci au bistouri, après infiltration à la Xylocaïne®.

Il est essentiel que la peau ne tende pas, sinon on doit l'inciser (voire les tissus sous-jacents) au bistouri, sur le billot formé par la broche.

Mise en place du dispositif de traction (fig 3 B et C)

Il comporte deux éléments essentiels :

une attelle en U, sur laquelle repose la jambe, notamment maintenue par un hamac de jersey ; c'est par cette attelle que s'effectue la traction axiale ;
un étrier de Kirschner, qui tend la broche, permet la suspension, et le contrôle de la rotation du membre.

L'installation s'effectue de la manière suivante :

la broche est passée dans les orifices de l'attelle, de façon que son axe corresponde avec celui de la jambe et que la base du U dépasse le talon d'au moins 5 cm ;

les deux serre-broches sont enfilés sur la broche ;

les deux cavaliers sont placés sur les mors de l'étrier de Kirschner, les tétons sont enfoncés dans les trous de l'attelle, en général deux trous au-dessous de la broche ;

l'ouverture de l'étrier est réglée pour qu'il existe 1 à 2 cm entre l'étrier et la peau de la jambe, à leurs points les plus rapprochés ;

on visse alors les serre-broches, on tord l'extrémité de la broche et on la coupe à 2 cm de la sortie du papillon ;

on tend l'étrier de Kirschner au maximum.

Installation au lit (fig 3 D et E)

Contre-traction

La traction est vouée à l'inefficacité si l'installation du malade ne lui évite pas d'être progressivement entraîné vers le bas du lit par les poids. On doit donc pour créer une contre-traction :

soit surélever les pieds du lit d'une dizaine de centimètres ;
soit faire basculer le lit autour de son axe pour obtenir une surélévation égale (c'est la solution la plus simple et la plus efficace) ;
soit utiliser le système de flexion des genoux, si le lit ne bascule pas.

Il faut veiller à ce que :

le bas de l'attelle n'entre pas en contact avec les poulies de traction ;
la suspension se fasse exactement selon la verticale et non pas en sens inverse de la traction, ce qui limiterait d'autant son effet.

Installation des poulies et poids

Trois barres sont installées sur le cadre de traction :

l'une au pied du lit, avec une poulie (traction) ;
l'une à la verticale de l'étrier, avec trois poulies, de dedans en dehors :
réflexion de la traction axiale ;
suspension ;
traction antiéquin ;
la troisième à la tête du lit qui permet la réflexion des précédentes : elle éloigne les poids des montants du lit.

Un jersey est enfilé sur l'attelle en U. Il réalise un hamac où s'appuie le mollet, au-dessus du tendon d'Achille.

Une chaussette de jersey maintient le pied en rectitude grâce à un poids de 500 g. Elle est solidarisée à l'attelle.

Une traction de 3 kg et une suspension égale sont en général suffisantes. Les poids de suspension devront être augmentés jusqu'à ce que l'on puisse passer la main entre le plan du lit et le creux poplité.

Traitement « complet » par traction-suspension par clou de Steinmann d'une fracture du cotyle

Matériel

Clou de Steinmann de diamètre 40/10^e, longueur 20 cm.
Étrier type Boehler (permettant la rotation axiale du clou), ou de Rieunau.
Attelle en U de Merle d'Aubigné dont les orifices sont de diamètre suffisant (6 mm).
Matériel à anesthésie locale.
Bistouri n° 15.
Marteau ou, mieux, « nez américain » porte-clou.

Pose du clou de Steinmann transtibial

Niveau identique à celui de la broche de Kirschner.
Après anesthésie, le clou est poussé jusqu'au périoste externe, puis enfoncé au marteau ou avec la poignée, mais surtout pas au moteur à rotation rapide.
Débridement éventuel de la peau si elle est tendue par le clou.

Mise en place du dispositif de traction (fig 4)

s'appliquer à la face interne des mors de l'étrier de Rieunau.

On place le hamac de suspension jambière et la chaussette antiéquin.

Installation au lit

Pour que la traction se fasse selon le plan d'ouverture du cotyle, la hanche doit être en abduction de 10 à 15°. Ceci peut être obtenu par la mise en place d'une traction tirant en dehors de l'axe du lit (utilisant des barres transversales plus longues). Cependant, la seule traction axiale suffit souvent à faire basculer le bassin autour de la charnière lombosacrée et à entraîner une abduction suffisante.

La traction doit être souvent forte (1/10^e du poids du corps initialement, puis diminuant progressivement vers 3 kg en fonction des radiographies de contrôle) : elle nécessite donc une surélévation importante des pieds du lit.

La correction de la rotation du membre est obtenue en modifiant la position de la poulie de suspension (translatée en dedans, elle crée une rotation interne) : le poids appliqué est en moyenne de 3 kg.

Il faut éviter de trop lever le dossier du lit car ceci crée un flexum de hanche qui risque de devenir assez rapidement difficile à récupérer par la rééducation.

L'excellente tolérance du clou de Steinmann peut permettre de maintenir cette traction pendant plus de 2 mois.

Autres types de traction pour fracture du cotyle

Les tractions transcondyliennes évitent de solliciter les ligaments du genou mais elles entraînent, dès qu'elles sont un peu distales, un risque important d'adhérence du plan capsulaire aux joues condyliennes, limitant la flexion, et aussi un risque septique en traversant les récessus synoviaux latérocondyliens. Il s'agit donc d'un procédé qui ne peut être que temporaire (peropératoire par exemple) ou lié à une contre-indication de la traction tibiale. Le clou de Steinmann est enfoncé de dedans en dehors, 5 cm en arrière du plan antérieur de la rotule, au niveau des tubercules latéraux des condyles ou légèrement au-dessus. À signaler, l'utilisation de cette traction, pour ménager l'articulation du genou, dans les distractions fortes nécessitées par la chirurgie rachidienne (traction halofémorale pour scoliose).

Surveillance des tractions-suspensions (fig 1)

Ces installations ont l'avantage de permettre la mobilisation du blessé (rééducation, alimentation, utilisation du plat-bassin, change du lit) mais, de ce fait, doivent être vérifiées quotidiennement ; les médecins et le personnel doivent s'assurer que :

- la traction est efficace ;
 - les pieds du lit sont bien surélevés (contre-traction) ;
 - les poids de traction ne touchent pas le sol ou un montant du lit ;
 - la traction n'est pas supprimée par la butée de l'étrier ou d'un noeud sur une poulie ;
- la suspension ne s'oppose pas à la traction (forces divergentes) ;
- la traction est bien orientée ;
 - il n'y a pas de rotation anormale de l'extrémité distale du membre (modifier la position de la poulie de suspension) ;
 - le pied ne tombe pas en équin ;
 - le genou est légèrement fléchi (on passe la main sous le creux poplité) ;

il n'y a pas de flexum de hanche important (le dossier n'est pas trop relevé) ;
la traction est bien tolérée ;
il n'y a pas de nécrose cutanée sur les orifices de broche ;
il n'y a pas de lésions cutanées au niveau du pied et du tendon d'Achille.

Suspension postopératoire d'une fracture du membre inférieur

Dans certaines fractures opérées, notamment les fractures articulaires (sus- et intercondyliennes du fémur, plateaux tibiaux), il est intéressant que le blessé puisse rééduquer précocement son genou, soit passivement, soit activement : la suspension permet de mettre le membre inférieur en « apesanteur » et favorise cette rééducation. De plus, la survélévation est un élément favorable de lutte contre les troubles trophiques.

Nous utilisons un hamac de suspension comportant une attelle jambièrè et une attelle crurale, articulé au niveau du genou, et suspendu à ce niveau (5 kg environ) ainsi qu'au niveau du pied (3 kg environ). Ce dispositif peut être complété par une poignée de traction tirant sur l'arceau supérieur et permettant au patient de s'aider pour les mouvements de flexion (fig 5).

Signalons que ce dispositif :

ne réalise aucune traction : il n'y a donc pas à incliner le lit, ni à utiliser une poulie en bout de lit qui empêcherait l'ascension de l'attelle jambièrè ;
ne permet pas de s'opposer à la rotation externe du segment sous-jacent à une fracture, comme le font les dispositifs de traction-suspension précédemment décrits.

Il ne s'applique donc qu'aux fractures déjà opérées, où la rigidité de l'ostéosynthèse contrôle les rotations.

Une alternative intéressante est l'utilisation de l'arthromoteur, qui à la fois surélève le membre et mobilise le genou.

Traction transcalcanéenne pour fracture de jambe (fig 6)

Le but de cette traction est de réaliser un alignement permettant d'aboutir à une fracture « engluée », qu'on peut alors traiter soit selon les méthodes orthopédiques classiques (Boëhler : immobilisation par plâtre cruropédieux au bout de 3 à 6 semaines, l'appui étant interdit avant consolidation radiologique), soit selon les principes de contention hydraulique de Sarmiento (constitution au bout de 10 à 20 jours d'un appareil jambier ajusté, permettant la marche avec appui progressif).

Les principes de cette installation sont :

un contre-appui non traumatisant pour le creux poplité : on utilise des appareils dérivés de l'attelle de Braun, dont le but se limite à l'installation du membre en flexion, tandis que les forces de traction s'exercent par l'intermédiaire d'une poulie fixée sur le lit, et celles de contre-traction par le poids du corps ; l'installation est proche des cas précédents : pieds du lit surélevés pour diminuer l'importance de l'appui crural ; si la rotule regarde en dehors, traduisant une rotation externe antalgique du segment sus-jacent, celle-ci peut être corrigée en mettant la cuisse en rotation interne en soulevant la fesse du côté traumatisé par des alèzes ;

une détente des gastrocnémiens et des ischiojambiers par la mise en flexion du genou, la jambe étant horizontale ;

une traction transcalcanéenne par broche (3 à 5 kg) ; le réglage de l'axe de traction de la chaussette antiéquin suffit en général à assurer le contrôle de la rotation du segment sous-jacent.

Traction-mobilisation des fractures des plateaux tibiaux (fig 7)

Cette possibilité thérapeutique est intéressante :

à condition que la fracture soit accessible à une réduction par traction (c'est-à-dire si les lésions sont plus le fait de séparation que d'enfoncement central) ;

s'il existe un risque opératoire important (mauvais état cutané, comminution peu accessible à l'ostéosynthèse) ;

et si le patient peut supporter un décubitus dorsal prolongé (ce qui rend cette méthode peu souhaitable chez le sujet âgé).

En fait, ces conditions sont rarement simultanément rencontrées et l'ostéosynthèse est pour nous le traitement habituel des fractures des plateaux tibiaux (nous la faisons suivre d'une rééducation en suspension-mobilisation).

Quand le traitement orthopédique s'impose, nous utilisons une variante de la traction-mobilisation décrite par de Mourgues : c'est l'application d'une traction axiale (qui réduit les fragments) et d'une mobilisation précoce par arthromoteur.

Le membre inférieur est installé sur une attelle motorisée et la traction se fait sur le genou par un clou transcalcanéen maintenu par un étrier. Une chaussette peut être utile pour contrôler la rotation. L'arthromoteur est utilisé comme attelle de repos à 45° de flexion du genou, entre les deux ou trois séances quotidiennes de mobilisation. Celles-ci durent environ 2 heures, débutant de 0 à 45° pour atteindre 0 à 90° au-delà du dixième jour. Un poids de 3 kg est en général suffisant et la traction est poursuivie jusqu'à « engluement » de la fracture articulaire, vers la sixième à huitième semaine. L'appui n'est autorisé qu'au troisième mois.

Comme dans tout traitement par traction, surtout d'une fracture articulaire, la qualité de la réduction doit être vérifiée radiologiquement.

Haut de page

MEMBRE SUPÉRIEUR

Chez l'adulte, les indications du traitement par traction-suspension sont exceptionnelles : nous n'y avons recours habituellement ni pour les fractures de l'épaule, ni pour les fractures articulaires du coude (palette humérale, olécrane, coronoïde) ni pour les fractures diaphysaires de l'avant-bras (justiciables d'ostéosynthèse ou de traitement orthopédique).

Le traitement temporaire des fractures de la diaphyse humérale (fig 8) peut être réalisé par traction :

lorsque le traitement orthopédique (par plâtre pendant ou par immobilisation coude au corps), ne peut être réalisé d'emblée (fractures de côtes empêchant le bandage coude au corps ; lésions associées interdisant le lever et limitant donc l'efficacité d'un plâtre pendant) ;

et qu'en même temps l'ostéosynthèse paraît non indispensable ou risquée (lésions cutanées, fracture comminutive dont le traitement chirurgical complexe paraît injustifié, alors que la consolidation survient toujours par le traitement orthopédique).

La traction est réalisée par broche transolécranienne introduite de dedans en dehors (pour éviter le nerf ulnaire) et tendue sur un étrier de Kirschner. Elle s'effectue verticalement dans l'axe du bras. Elle est modérée : le moignon de l'épaule doit à peine décoller du plan du lit. Il est important de vérifier

radiologiquement que du fait du relâchement musculaire ne se révèle pas au bout de quelques jours un hiatus interfragmentaire, qui imposerait de diminuer la traction. Quant à l'avant-bras, la solution la plus confortable est qu'il repose horizontalement sur une attelle de Merle d'Aubigné avec hamac de jersey.

Cette traction est remplacée par le traitement orthopédique habituel dès que le lever du malade rend celui-ci possible.

Haut de page

RACHIS

En traumatologie du rachis dorsolombaire, nous utilisons parfois la traction comme procédé de réduction opératoire. Elle est alors réalisée par une sangle occipitomentonnière, contrôlée par un dynamomètre, tandis que la contre-traction est assurée par une table orthopédique.

Pour le rachis cervical, la traction peut être utilisée dans deux circonstances :

- traitement orthopédique définitif d'une lésion insuffisamment stable pour être traitée par minerve : on utilise alors le *halo* ;
- réduction par traction pré- et peropératoire d'une lésion instable ; l'*étrier* est une alternative fréquente en raison de sa simplicité d'utilisation.

Traction par halo crânien

Le halo crânien présente de nombreux avantages sur les tractions par étrier :

- il réalise une traction très bien tolérée localement, même pour les 3 mois habituellement nécessaires à la consolidation d'une lésion traumatique ;

- les axes de cette traction sont parfaitement contrôlés : non seulement l'inclinaison latérale est réglée en tirant plus ou moins sur un côté ou l'autre, mais surtout la traction sur la partie postérieure ou antérieure de l'anneau permet le réglage de la flexion et de l'extension, essentiels pour obtenir une réduction satisfaisante ;

- dans certains cas il permet un traitement ambulatoire : associé à un corset thoracique il réalise une contention plus fiable et plus confortable qu'une minerve.

Nous utilisons donc le halo à chaque fois :

- que la traction nous paraît devoir être gardée pendant plus de 3 semaines ;
- que les difficultés de la réduction nécessitent un contrôle précis de la flexion-extension.

Mise en place du halo (fig 9)

Malade en décubitus dorsal, la tête dépassant de la table, soutenue par une planchette de 8 cm de large (elle passe entre tête et halo, pendant la pose de celui-ci). Les cheveux sont nettoyés avec un savon antiseptique et le cuir chevelu décontaminé.

Choix du diamètre du halo, dont le plan est légèrement oblique en haut et en avant pour correspondre au grand diamètre céphalique et limiter ainsi le risque de dérapage. Le halo doit être à 15-20 mm du plan cutané, il est alors maintenu dans cette

position par quatre plaquettes de positionnement qui seront remplacées par des pointeaux. Ils doivent éviter la fosse temporale (où ils traverseraient l'insertion musculaire et seraient donc mal tolérés) ainsi que la base de la mastoïde, peu résistante. Les pointeaux antérieurs se trouvent au niveau frontal, au bord antérieur de la fosse temporale, juste en avant de la racine des cheveux (la cicatrice ultérieure sera ainsi peu visible, ou assez aisément masquée). Les pointeaux postérieurs se situent en arrière de la fosse temporale, environ 4 cm au-dessus et 4 cm en arrière du méat auditif externe.

Les quatre pointeaux sont vissés jusqu'au niveau de la peau et on insensibilise chaque zone cutanée correspondante par injection d'anesthésique local. Aucune incision cutanée n'est nécessaire. Les pointeaux sont vissés, puis serrés en croix de Saint-André au tournevis dynamométrique (couple 4 kg/m chez l'adulte, 3 kg/m chez l'enfant). Si le halo est suffisamment serré, sa mobilisation est indolore et on peut exercer sur lui de fortes tractions sans risque de dérapage.

On enlève alors les pointeaux et plaquettes « de positionnement » et on serre les contre-écrous de blocage des pointeaux.

Systématiquement, au bout de quelques jours, ou si le halo devient douloureux à la mobilisation, on vérifie au tournevis dynamométrique le couple de serrage des pointeaux.

Installation en traction au lit (fig 10)

Le halo peut être utilisé pour des manoeuvres de réduction (accrochage des articulaires) en salle d'opération. Il sert ensuite à immobiliser le rachis en position de réduction.

Le blessé est installé dans un lit, mis en position déclive ; le dossier est enlevé, une poulie installée à la tête du lit ; les épaules du patient sont soulevées par des alèzes, pour éviter que le halo, en appuyant sur le plan du lit, ne fléchisse le rachis.

Deux rênes antérieures et postérieures relient le halo à la corde de traction et déterminent la position du rachis : il est d'autant plus fléchi que les rênes postérieures seront courtes et que la poulie est haut placée.

Des coussins latéraux peuvent limiter la rotation du rachis. La traction est modérée, de l'ordre de 3 à 5 kg, en fonction des clichés radiographiques de profil.

Efficace contention en décubitus, le halo permet aussi une traction peropératoire car il dispose d'une échancrure dégagant la nuque et permettant une incision médiane, remontant jusqu'au tubercule occipital.

Pour une meilleure compatibilité avec l'imagerie par résonance magnétique, on a développé des halos en graphite, titane, nylon et fibres de verre, aluminium. Ceux-ci sont fermés ou ouverts (réalisant un cerclage incomplet) et toujours associés à des pointeaux en titane. Le positionnement est le même que celui des pointeaux des halos en acier, mais l'utilisation de matériaux différents modifie le couple de serrage à appliquer pour obtenir une stabilisation équivalente. Il faut donc toujours se référer aux préconisations du constructeur.

Immobilisation en position assise

Si la traction en décubitus peut être remplacée par une contention permettant la position assise ou debout, le halo représente une solution moins astreignante que la minerve à appui mentonnier, et réalise une contention plus rigoureuse. On peut utiliser certains dispositifs commercialisés, solidarissant le halo à un corset ajustable, en matière plastique (fig 11 A).

Nous utilisons parfois une variante aussi confortable et moins onéreuse : sur le patient assis, on maintient la traction sur le halo par une potence et on réalise un

gilet plâtré. Puis quatre oeillets sont vissés sur les orifices libres du halo ; quatre tiges métalliques filetées et angulées prennent appui sur le plâtre et sont vissées dans les oeillets ; elles assurent alors le maintien de l'immobilisation cervicale (fig 11 B).

Traction par étrier

C'est la solution la plus rapide à mettre en oeuvre et elle peut être recommandée notamment pour des tractions de brève durée (traction pré- ou peropératoire).

L'étrier de Crutchfield ne permet pas de traction supérieure à 10 kg et exige l'utilisation d'une mèche à butée. On lui préfère donc l'étrier de Gardner-Wells qui se pose sans ancillaire, sans incision cutanée ni forage osseux, et qui permet une traction dépassant 30 kg.

Il est composé d'un cadre en forme d'ellipse ouverte portant à chaque extrémité un pointeau ajustable par un pas de vis, et pouvant être bloqué par un contre-écrou.

Un des pointeaux est porteur d'un indicateur dynamométrique qui fait issue de la mollette de serrage en fonction de la pression exercée sur la pointe.

Il n'existe qu'une seule taille et c'est la longueur des pointeaux qui permet de s'adapter à la morphologie d'un crâne d'enfant ou d'adulte.

La résistance au dérapage est augmentée par la direction et la forme de l'extrémité du pointeau : elle est en effet située au-dessous du plan du plus grand diamètre céphalique (fig 12 A).

L'étrier est disposé dans le plan frontal, les pointeaux doivent respecter les muscles et les vaisseaux temporaux. Leur point de pénétration est généralement situé à la verticale du méat auditif externe, et 1 cm au-dessus de la racine de l'oreille (fig 12 B). Un positionnement plus antérieur accentue l'extension du rachis, et un positionnement plus postérieur la flexion. Les deux pointeaux doivent être parfaitement symétriques.

En s'aidant d'une anesthésie locale, ils sont serrés simultanément à la main, jusqu'à obtenir une saillie de la jauge de pression de 1 mm à l'extérieur de la mollette de serrage.

La mise en place est achevée en basculant l'étrier alternativement en avant et en arrière à plusieurs reprises.

L'indication dynamométrique est recontrôlée, et le serrage éventuellement adapté.

La traction est transmise par l'intermédiaire du crochet. L'emplacement de l'étrier étant défini, le réglage de la flexion-extension du rachis ne peut se faire que par la modification de la hauteur des épaules par rapport à l'axe rachidien. Si nécessaire, le chirurgien peut facilement saisir l'étrier à deux mains et appliquer des mouvements de rotation dans le cas d'une réduction d'accrochage articulaire.

L'inconvénient de cet étrier est son encombrement transversal qui gêne le décubitus latéral.

Un étrier compatible avec l'imagerie par résonance magnétique a été développé. Il associe un cadre en graphite et des pointeaux en titane ; sa tenue en traction atteint 30 kg.

Fig 1 :

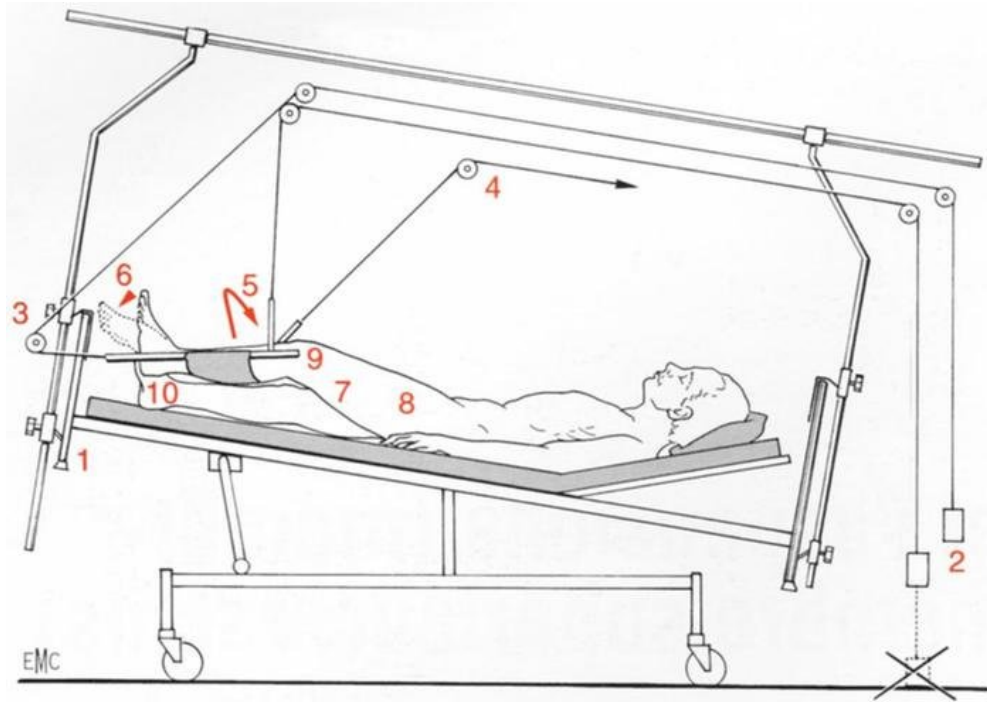


Fig 1 :

Les dix éléments de surveillance d'une traction transtibiale. Cette traction-suspension doit être :

- efficace :

1. pieds du lit surélevés ou lit basculé ;
2. poids à distance du sol ;
3. pas de butée sur les poulies ;
4. pas de tractions divergentes ;

- bien orientée :

5. contrôle de la rotation de la jambe ;
6. contrôle de l'équin du pied ;
7. légère flexion du genou ;
8. flexion de hanche minimale ;

- bien tolérée :

9. au niveau de la broche+++ ;
10. au niveau du talon et du pied.

(pour la clarté du dessin, hanche et genou ont été représentés ici plus fléchis qu'il n'est souhaitable).

Fig 2 :

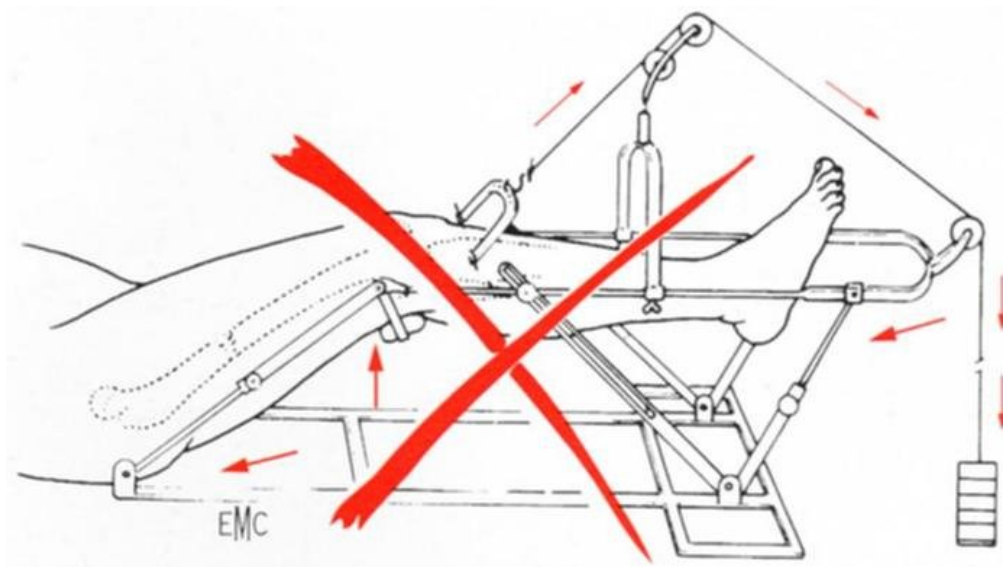


Fig 2 :

L'attelle de Boppe, traumatisante par ses contre-appuis poplités et cruraux est déconseillée.

Fig 3 :

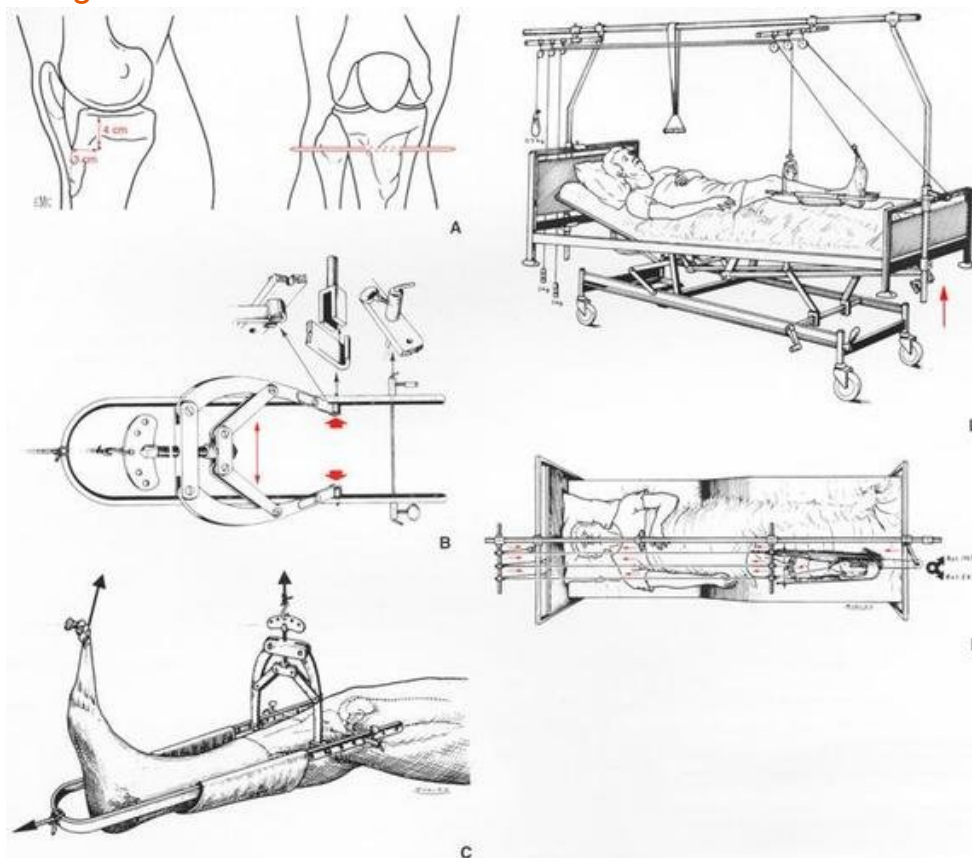


Fig 3 :

Traction-suspension par broche transtibiale.

A. Mise en place de la broche de Kirschner, de dehors en dedans.

B. Installation de l'attelle en « U » de Merle d'Aubigné, et de l'étrier-tendeur de Kirschner.

C. Mise en place du hamac jambier et de la chaussette antiéquin.

D. Installation au lit.

E. La disposition de la poulie de traction sur l'étrier permet de régler la rotation du membre : si cette poulie est déplacée vers le dedans, elle rappelle la jambe en rotation interne.

Fig 4 :

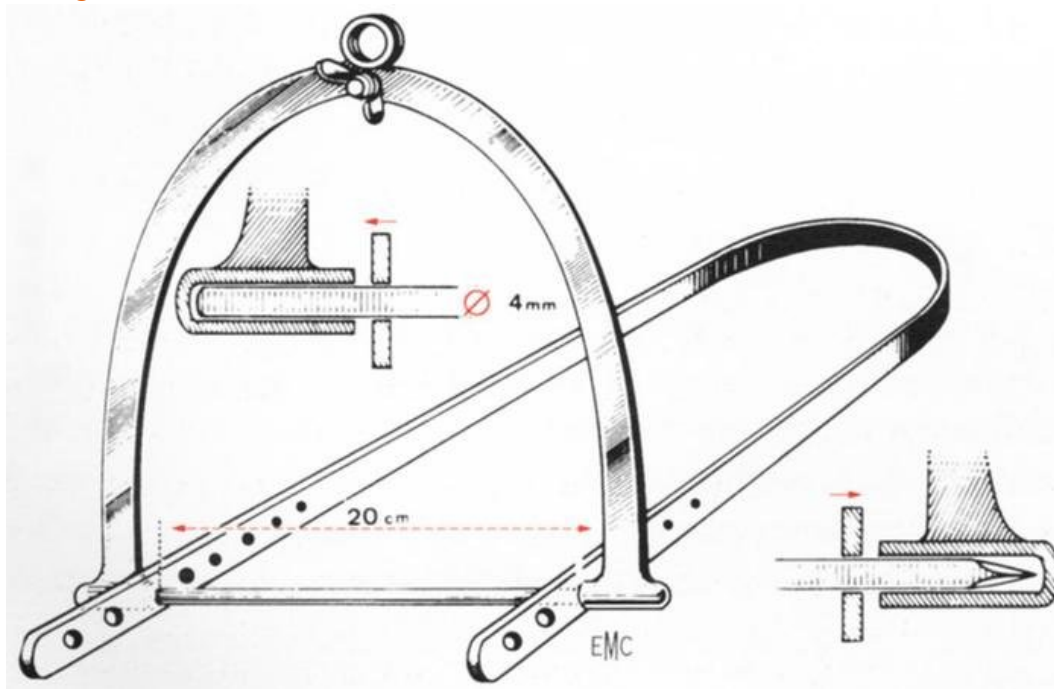


Fig 4 :

Traction par clou de Steinmann : celui-ci tourne librement dans l'étrier de Rieunau, qui maintient en outre l'attelle en « U ».

Fig 5 :

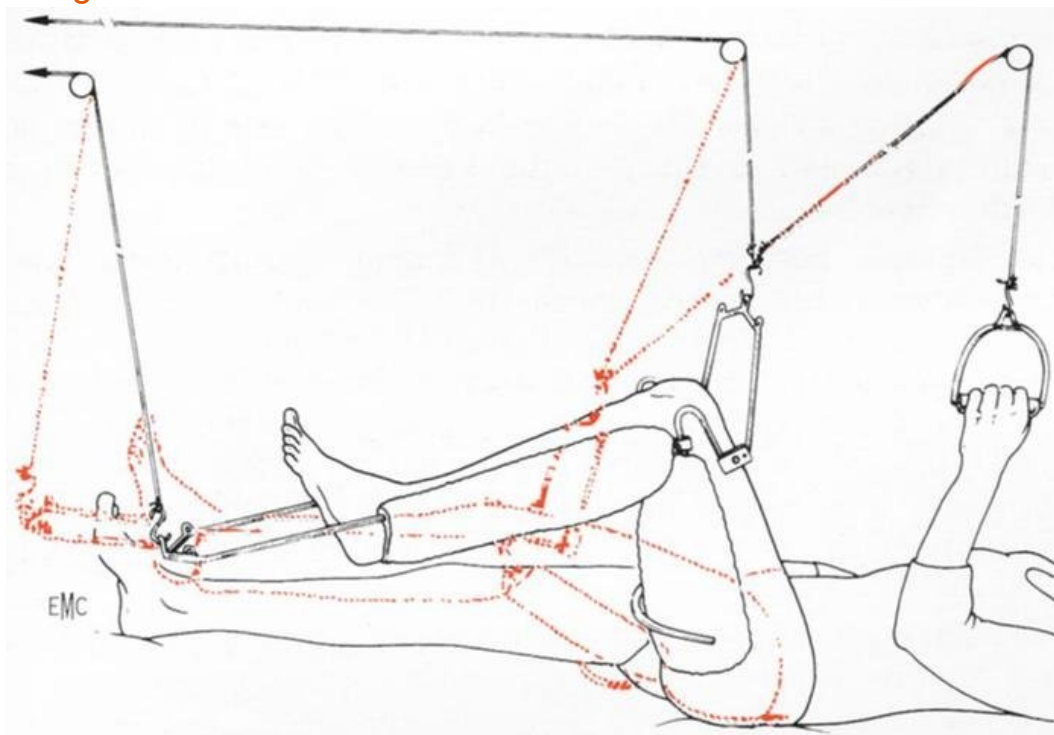


Fig 5 :

Mobilisation en suspension d'une fracture opérée du membre inférieur. Il s'agit d'une simple suspension, sans aucune traction distale sur le membre inférieur (le lit est donc horizontal). Le patient peut s'aider en tirant sur l'arceau soutenant le genou.

Fig 6 :

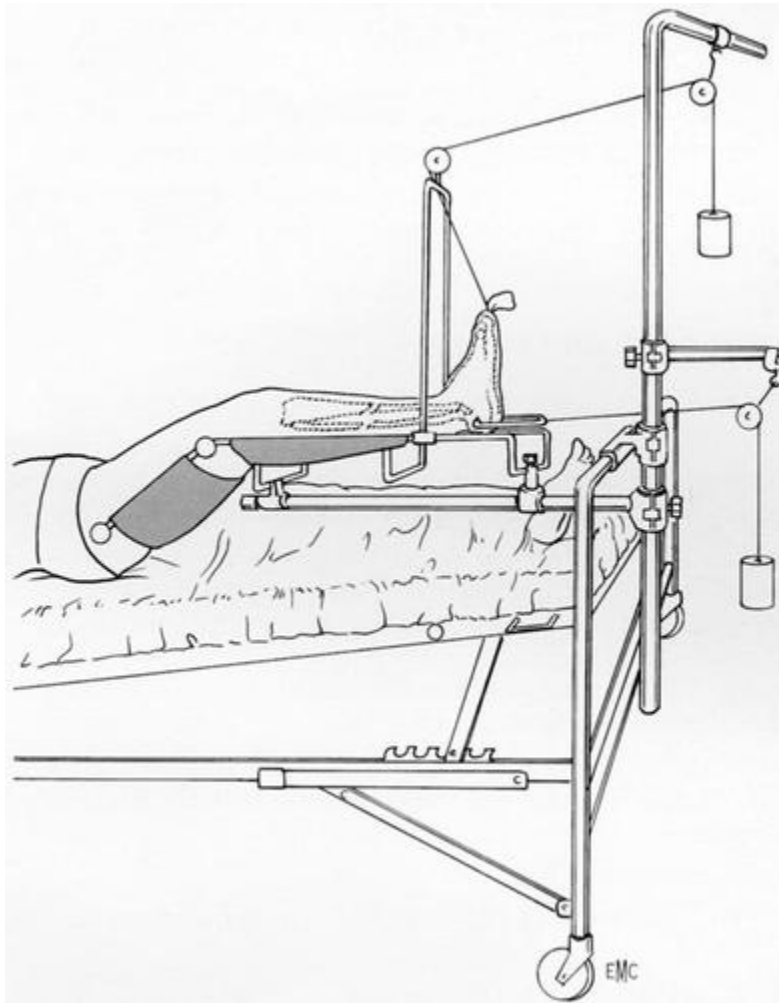


Fig 6 :

Traction transcalcaneéenne pour fractures de jambe avec l'attelle de Braun. Le contre-appui est assuré par le poids du corps, les pieds du lit étant surélevés. Une chaussette de jersey permet, si nécessaire, de contrôler l'équin et la rotation du pied.

Fig 7 :

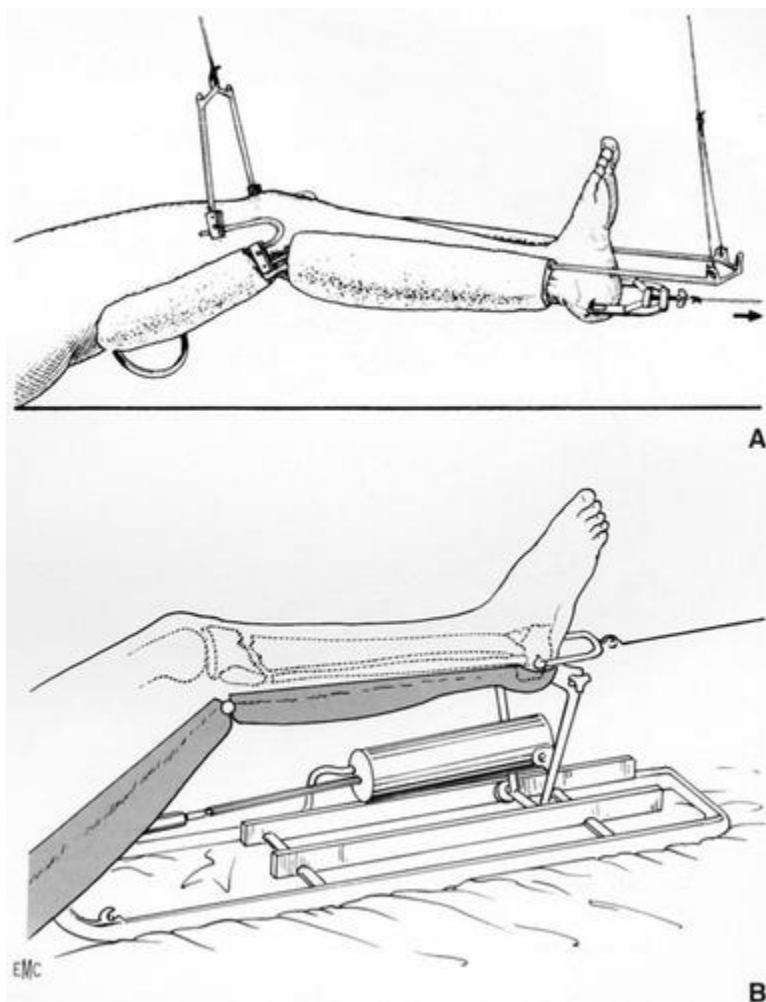


Fig 7 :

Traction-mobilisation d'une fracture des plateaux tibiaux.

A. Sur cadre de suspension ;

B. Sur arthromoteur.

Fig 8 :

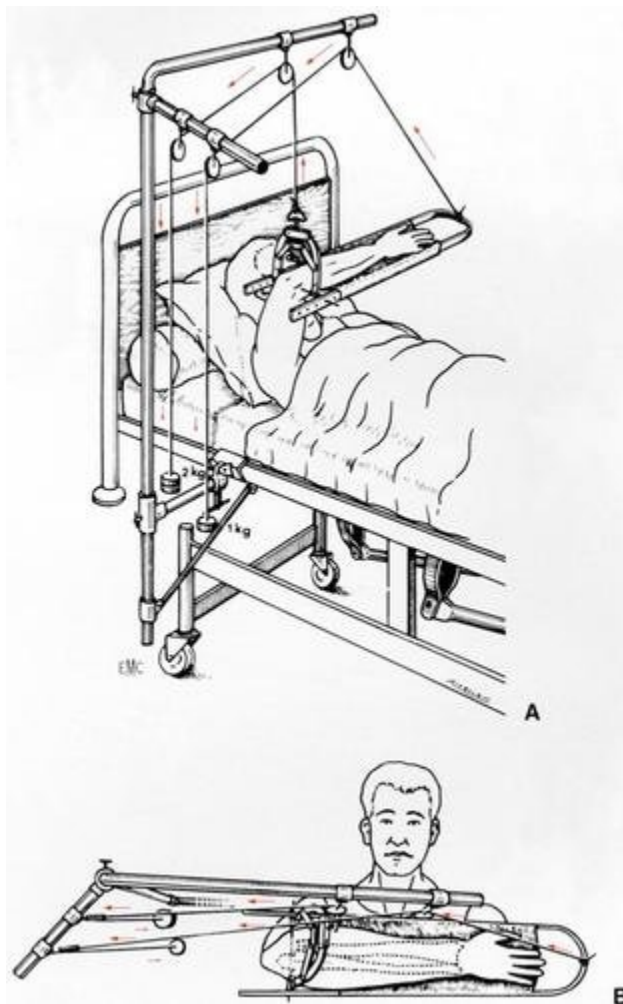


Fig 8 :

Traction-suspension d'une fracture de l'humérus par broche transolécranienne.

Fig 9 :

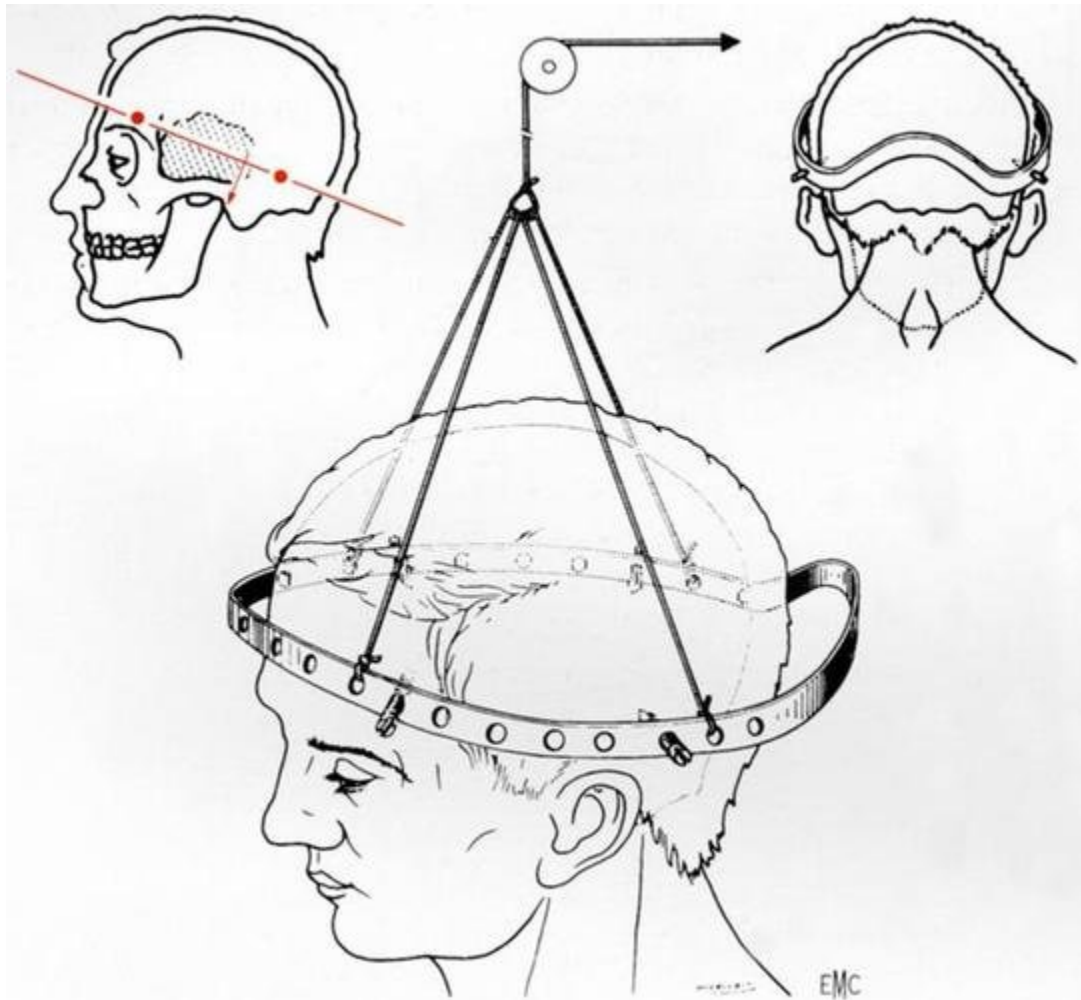


Fig 9 :

Traction cervicale par halo crânien.

Noter :

- les points d'ancrage des pointeaux, épargnant la fosse temporale, et répartis selon le grand diamètre du crâne ;
- l'utilisation d'un halo échancré, permettant une incision médiane postérieure ;
- l'utilisation de « rênes » antérieures et postérieures, dont le réglage en longueur détermine la flexion-extension.

Fig 10 :

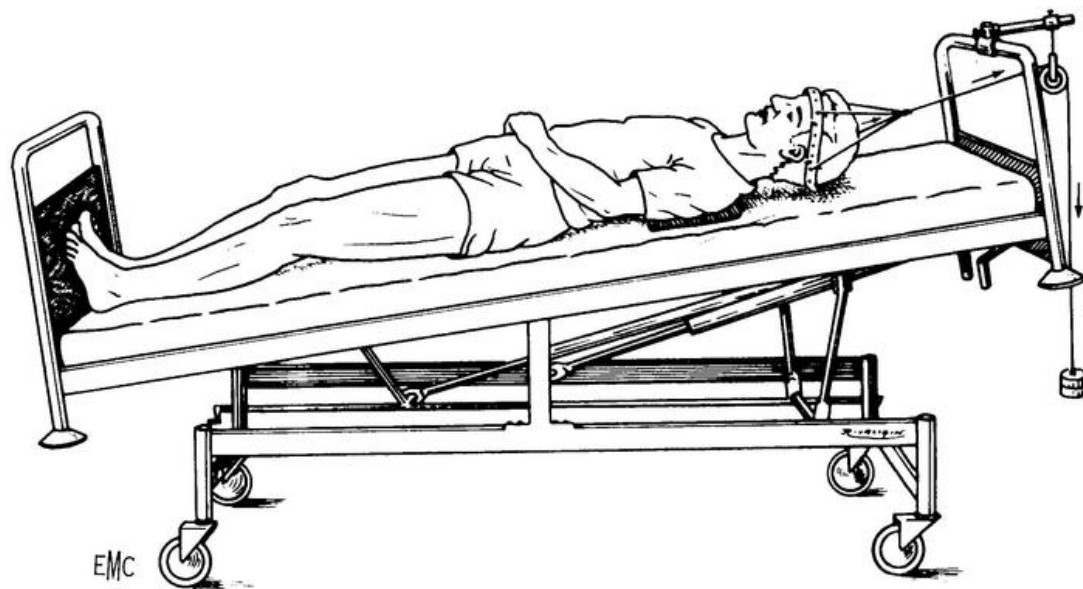


Fig 10 :

Installation en traction au lit par halo.

Noter :

- le lit en position déclive ;
- les alèzes surélevant les épaules ;
- le niveau de la poulie de flexion, réglant la flexion-extension.

Fig 11 :

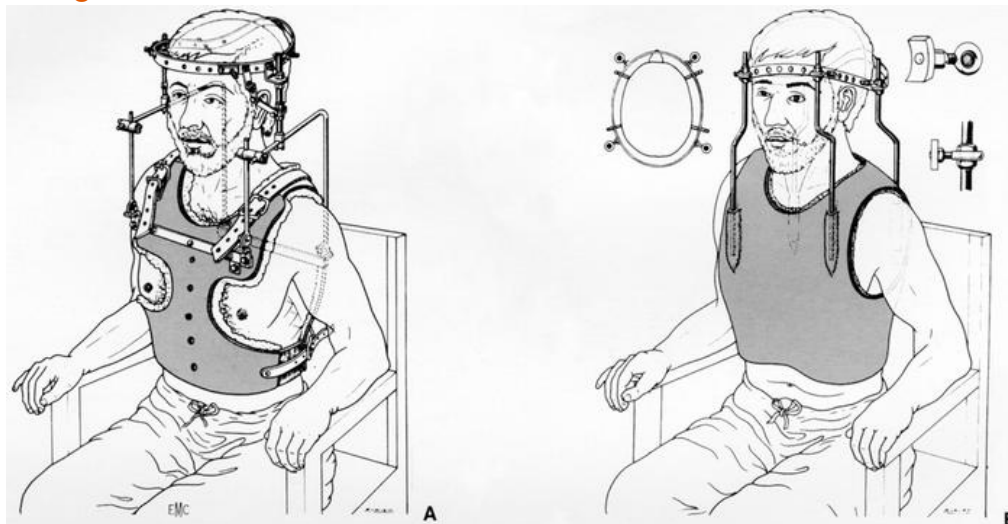


Fig 11 :

Traction verticale par « halo-minerve ».

A. Le halo peut être solidarisé par un système de tiges et biellettes à un corset ajustable en matière plastique.

B. Un dispositif aussi efficace est constitué par un corset plâtré, où viennent prendre appui quatre tiges contre-coudées et filetées. Celles-ci sont fixées par des écrous dans les anneaux solidaires du halo.

Fig 12 :

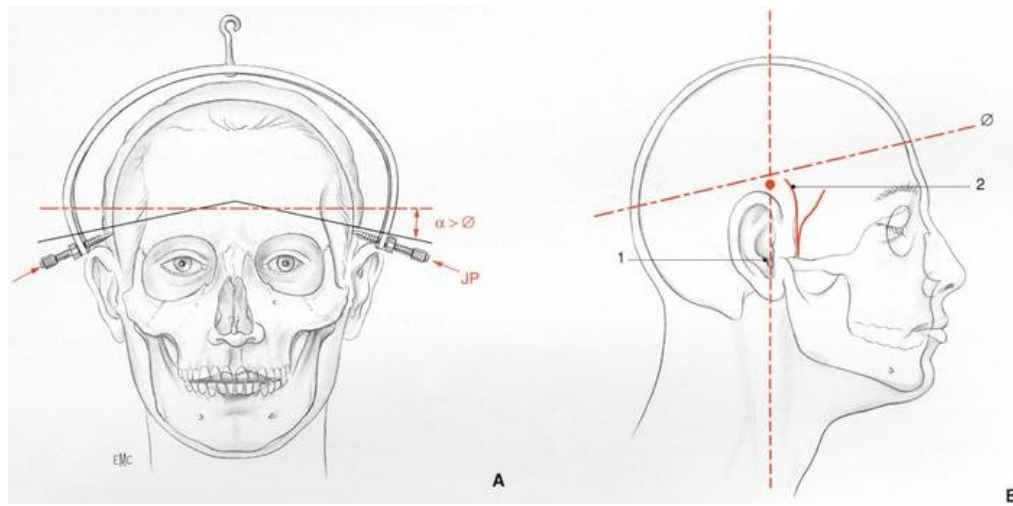


Fig 12 :

Étrier de Gardner.

A. Vue de face : les pointeaux sont au-dessous du grand diamètre du crâne. Noter la saillie de la jauge de pression (JP).

B. Vue de profil : le point de pénétration est au-dessus du méat auditif externe (1) et en arrière de l'artère temporale superficielle (2).

Traitement chirurgical des escarres

F. Rimareix, X. Delpit, T. Bauer, A. Lortat-Jacob

La chirurgie des escarres s'adresse dans la majorité des cas aux patients handicapés médullaires. Les indications chirurgicales sont posées en fonction de la profondeur et de la taille de la perte de substance selon une classification anatomique. Le terrain intervient aussi : escarre de réanimation, escarre du sujet âgé, escarre du handicapé moteur. Les techniques utilisées sont celles de la chirurgie plastique des lambeaux : grand fessier musculocutané en îlot ou en VY pour l'escarre ischiatique et sacrée, ischiojambiers musculocutanés en VY ou droit interne pour l'escarre ischiatique, tenseur de fascia lata pour l'escarre trochantérienne, lambeau plantaire interne pour l'escarre talonnière. L'excision se fait le plus souvent dans le même temps que la couverture ; un protocole bactériologique permet d'adapter secondairement l'antibiothérapie. Les suites sont assurées dans un service spécialisé en chirurgie du handicapé médullaire avec des supports adaptés. Les cas particuliers de l'arthrite de hanche, de la dégénérescence maligne des escarres chroniques, des récurrences, nécessitent une chirurgie plus complexe. Les complications postopératoires les plus fréquentes sont : hématome, désunion septique, récurrence précoce par persistance d'un foyer infectieux, récurrence tardive chez un handicapé moteur qui se néglige.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Escarre ; Handicapé médullaire ; Lambeau de grand fessier ; Lambeau d'ischiojambiers ; Protocole bactériologique ; Antibiothérapie

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Indications chirurgicales | 1 |
| Classification épidémiologique | 1 |
| Classification anatomique | 2 |
| ■ Préparation à la chirurgie | 2 |
| ■ Anesthésie | 3 |
| ■ Techniques chirurgicales | 3 |
| Excision | 3 |
| Escarre sacrée | 3 |
| Escarre ischiatique | 6 |
| Escarre trochantérienne | 8 |
| Arthrite coxofémorale sur escarre trochantérienne | 9 |
| Escarre talonnière | 11 |
| Escarres multiples ou confluentes du siège | 11 |
| Carcinome épidermoïde sur escarre chronique | 12 |
| Récidiviste | 12 |
| Place du « vacuum assisted closure » ou VAC | 13 |
| ■ Gestion des suites opératoires | 13 |
| ■ Gestion des complications | 14 |
| Nécrose du lambeau | 14 |
| Infection postopératoire | 14 |
| Désunion | 15 |
| Séromes ou hydromes | 15 |
| Complications générales | 15 |
| ■ Conclusion | 15 |

■ Introduction

La chirurgie des escarres est complexe, peu standardisable, s'adapte au cas par cas, elle nécessite une double formation en chirurgie plastique et orthopédique.

À l'heure actuelle, les centres de chirurgie du handicapé médullaire sont très peu nombreux, ce qui entraîne un retard dans la prise en charge de ces pathologies avec pour conséquence des aggravations dramatiques et un refus des structures non spécialisées à prendre en charge ces patients dans l'attente de la chirurgie. Il faut une équipe multidisciplinaire médicale et chirurgicale ainsi qu'une structure adaptée, spécialisée dans la prise en charge du handicap.

La situation actuelle est un « marasme » par non-valorisation de cette chirurgie lourde, par absence de structures adaptées à ces pathologies particulières.

■ Indications chirurgicales

Une classification épidémiologique et anatomique doit être connue avant d'envisager cette chirurgie. Il faut savoir quel type de patient doit être opéré en fonction du terrain et des antécédents, ainsi que la taille et la profondeur de la perte de substance.

Classification épidémiologique (Tableau 1)

Trois types de patient :

- l'escarre-accident qui survient au décours d'une pathologie de réanimation ^[1], suite à un alitement prolongé chez un sujet

Tableau 1.

Classification épidémiologique des escarres.

| Escarre-accident | Escarre du patient âgé | Escarre du handicapé médullaire |
|--------------------|------------------------|--------------------------------------|
| - réanimation | - pronostic vital | - escarre aiguë de réanimation |
| - patient marchant | - soins locaux | - escarre-dépression ou hospitalière |
| - +/- chirurgical | - non chirurgical | - escarre du récidiviste |

Tableau 2.

Classification anatomique des escarres.

| | |
|----------|---|
| Type I | Nécrose cutanée et sous-cutanée |
| Type II | Nécrose cutanée avec décollement sous-jacent |
| Type III | Nécrose musculoaponévrotique |
| Type IV | Ostéite associée |
| Type V | Atteintes d'organes nobles (urètre, rectum, hanche) |

marchant : coma de causes diverses. L'escarre est chirurgicale quand la pathologie causale est guérie ou en rémission, en fonction de la taille de la perte de substance, pour accélérer la reprise d'une vie normale et diminuer les douleurs ;

- l'escarre du sujet âgé, grabataire qui n'est presque jamais chirurgicale car le pronostic vital est en jeu ; tout lambeau de couverture est voué à l'échec étant donné l'alitement permanent du patient ;
- l'escarre du handicapé médullaire :
 - escarre aiguë qui survient après l'accident, en réanimation, la chirurgie est souvent nécessaire avant la phase de rééducation ;
 - escarre-dépression ou hospitalière survenant chez un patient qui se prend bien en charge mais qui est, soit alité pour dépression, soit hospitalisé dans un service n'ayant pas l'habitude du nursing de la personne handicapée ;
 - escarre du récidiviste chez un para- ou tétraplégique qui se prend mal en charge, se néglige.

Classification anatomique (Tableau 2)

L'indication chirurgicale ne dépend pas seulement du terrain du patient mais aussi de la profondeur et de la superficie de l'escarre.

La nécrose doit faire poser l'indication opératoire. Puis il est utile de connaître la profondeur de la perte de substance pour savoir quel type de geste pratiquer.

- Type I : nécrose cutanée et sous-cutanée : l'excision est nécessaire, il s'agit d'un geste infirmier qui doit être fait au lit du patient en dehors de trouble de l'hémostase. Le chirurgien intervient si la surface à cicatrifier est importante [2] ; dans ce cas, des lambeaux de couverture cutanés ou fasciocutanés suffisent.
- Type II : nécrose cutanée avec décollement sous-jacent : ces escarres sont fréquentes en regard des bourses séreuses : ischion ou trochanter. La nécrose atteint la bourse et crée un décollement qui se surinfecte et aggrave l'escarre : l'excision chirurgicale est impérative, créant une cavité qui doit être comblée par un lambeau épais, le plus souvent musculocutané. Au maximum, il peut exister une grande plage de décollement sous une peau correcte, c'est l'escarre « à peau conservée ». Le diagnostic est simple et clinique : on palpe

une fluctuation liquidienne en regard du trochanter ou le plus souvent de l'ischion ; l'indication chirurgicale est posée.

- Type III : nécrose musculoaponévrotique : si au cours de l'excision infirmière il apparaît des éléments verdâtres, blanchâtres évoquant des aponévroses ou de l'os nécrotique, l'infirmière doit passer la main au chirurgien : l'excision devient chirurgicale ; délicate et hémorragique, la couverture est importante, devant apporter un matelas épais et résistant pour l'os.
- Type IV : ostéite associée : le diagnostic est difficile et il est très souvent fait en peropératoire. L'atteinte septique de l'os relève du schéma thérapeutique suivant : excision des séquestres osseux, lambeau de couverture et antibiothérapie prolongée (30 à 45 j).
- Type V : atteinte d'éléments nobles sous-jacents : arthrite de hanche sur escarre trochantérienne, fistule urétrovésicale sur escarre périnéale confluyente du siège, atteinte rectale. Autant de complications nécessitant un geste d'excision, de couverture par lambeau mais aussi de dérivation urinaire ou digestive.

“ À retenir

Les indications chirurgicales sont posées sur trois éléments : siège, profondeur de l'escarre et état général du patient.

■ Préparation à la chirurgie (Tableau 3)

Il faut prendre en considération tous les aspects du patient ; nous prenons l'exemple d'un patient paraplégique.

- Renutrition [3] : si l'albuminémie est inférieure à 30, il faut envisager une renutrition, soit per os, soit par voie entérale ou parentérale. Il est totalement contre-indiqué d'opérer un patient dénutri ; il ne cicatrifiera pas. En revanche, si les escarres sont multiples, confluentes, elles peuvent être un facteur aggravant de la dénutrition ; il faut alors discuter avec les médecins nutritionnistes pour établir un planning.
- Préparation colique : il est préférable que le patient n'ait pas de diarrhée au moment du geste chirurgical car il existe un risque de contamination par les selles. Au besoin, il faut rechercher un *Clostridium difficile* et le traiter. Dans certains cas, il faut faire une colostomie avant la chirurgie plastique [4].
- Traitement des contractures : il faut savoir les traiter avant ou en même temps que les escarres. Si nécessaire, en fonction de la localisation des escarres, il faut pratiquer des ténotomies. Une pompe à Lioréal® peut aussi se discuter.
- État de l'appareil urinaire [5] : s'il existe une fistule avec l'urètre, il faut s'en occuper avant les escarres et si besoin faire une dérivation type Bricker.
- État psychiatrique : toute pathologie psychiatrique est à prendre en considération, elle peut conditionner la réussite chirurgicale, les suites et la bonne prise en charge de la reprise de la station assise. Il faut savoir contre-indiquer une chirurgie d'escarre chez certains patients car le risque opératoire est estimé supérieur au bénéfice à long terme.

Tableau 3.

Préparation à la chirurgie.

| Nutrition | Appareil digestif | Bilan neurologique | Appareil urinaire | État psychiatrique | Contexte social |
|------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Albumine ? | Colostomie ? | Contractures ? | Dérivation ? | Pathologie ? | Famille ? |

- Contexte socioéconomique : le patient a-t-il une famille, est-elle présente, comment et où se fait la reprise au fauteuil ? Autant de questions à se poser avant la chirurgie.

“ À retenir

Ne jamais opérer un patient sans bilan préalable digestif, nutritionnel et urinaire.

■ Anesthésie

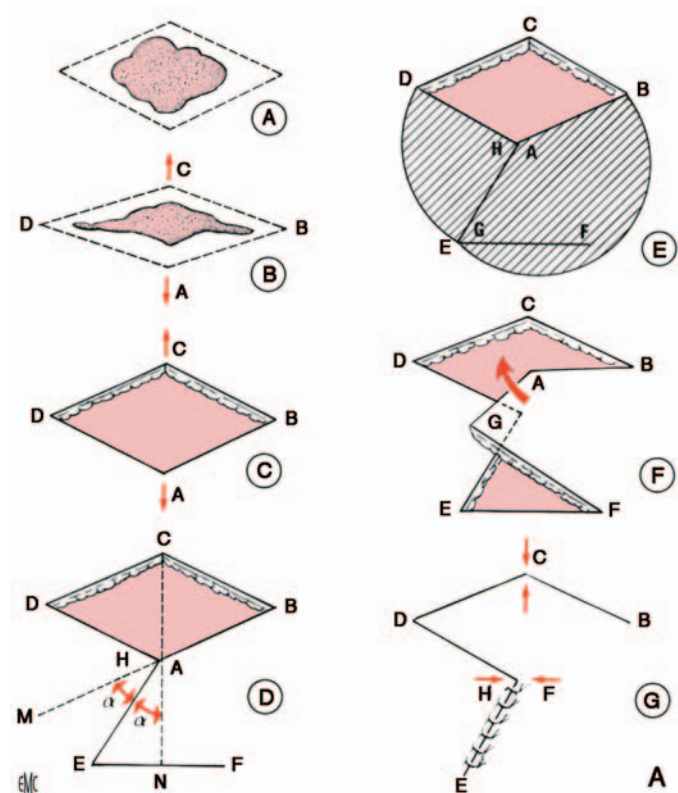
Une consultation d'anesthésie est obligatoire même si le patient n'a aucune sensibilité et aucune contracture. Des anesthésies générales ou des rachianesthésies peuvent se discuter même à proximité de l'escarre ; l'expérience ne montre pas un taux élevé de méningites avec une locorégionale.

La position opératoire est fonction de la localisation de l'escarre. L'idéal est un décubitus ventral mais il faut savoir se contenter d'un décubitus latéral chez des tétraplégiques ne pouvant tenir sur le ventre pour raison respiratoire. L'essentiel est de protéger la peau du patient : occiput, coudes, fesses, genoux, talons ; il faut mettre des gels de silicone de protection ; en leur absence, des pansements protecteurs de type américain.

■ Techniques chirurgicales

Excision

L'excision d'une escarre doit se faire de manière « carcinologique », en excisant, au bistouri électrique de préférence, la totalité des tissus nécrotiques, macroscopiquement infectés ou douteux ; il n'est pas question que le lambeau qu'on a programmé en préopératoire conditionne l'excision ; il faut faire ce qui est nécessaire et ensuite on rediscute de la couverture.



En ce qui concerne l'excision osseuse, il faut rester prudent : on doit réséquer tout l'os macroscopiquement infecté mais pas plus. En effet, si nous prenons l'exemple d'une escarre ischiatique, si l'infection le permet, il faut éviter l'ischiotomie qui déséquilibre la station assise et peut aggraver des escarres controlatérales.

Des prélèvements bactériologiques sont faits selon un protocole bien précis ; A : écouvillon avant tout geste, B : prélèvement chirurgical sur les tissus sales en profondeur, C : prélèvement profond après excision et D : prélèvement osseux profond après excision. Ne sont traités que les germes retrouvés sur C ou D.

“ À retenir

L'excision d'une escarre est carcinologique, une bactériologie peropératoire est indispensable, on ne traite par antibiotiques que les germes des prélèvements profonds.

Escarre sacrée

Trois types de lambeaux sont classiquement utilisés après excision : le lambeau en LLL de Dufourmentel sur une petite perte de substance superficielle, le lambeau de Griffith qui permet de couvrir de grandes pertes de substance sacrées peu profondes et le lambeau musculocutané de grand fessier en VY permettant la couverture des pertes de substance profondes, de petite ou grande taille.

Lambeau en LLL de Dufourmentel (Fig. 1)

C'est un lambeau cutané pur de transposition. L'excision de l'escarre est losangique.

On trace la bissectrice de l'angle formé par le prolongement d'un des côtés du losange avec le prolongement de la petite

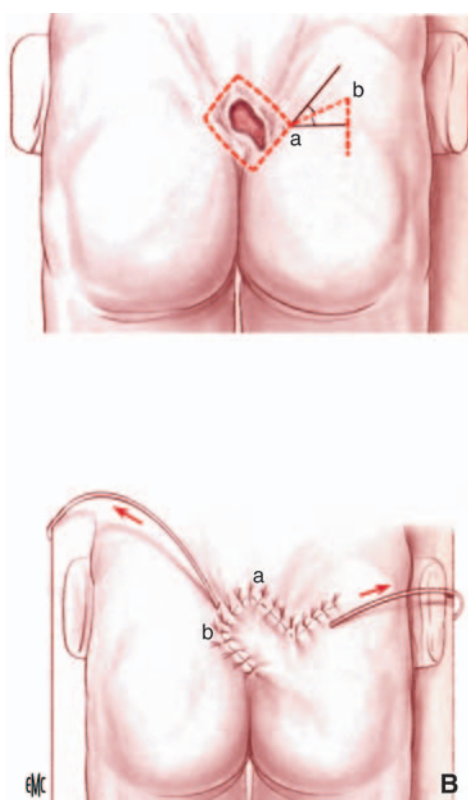


Figure 1. Technique du lambeau en LLL de Dufourmentel.

A. Schéma théorique du lambeau.

B. Dessin du lambeau sur escarre sacrée.

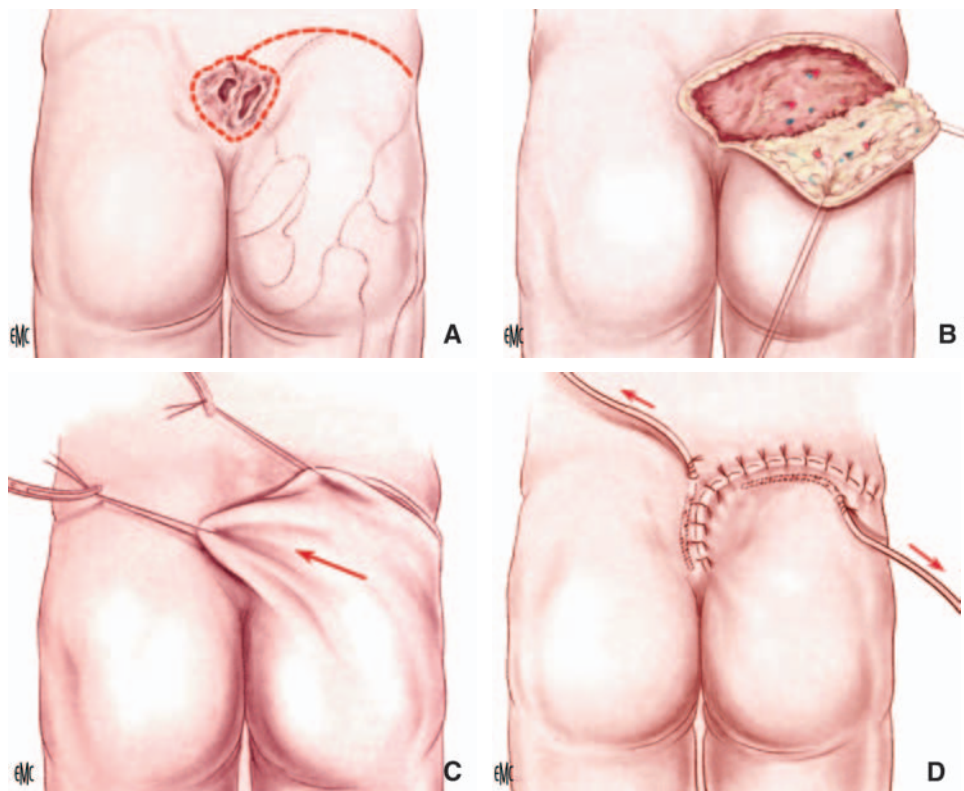


Figure 2. Schémas du lambeau de Griffith sur escarre sacrée.

A. Dessin.

B. Décollement jusqu'à l'épine iliaque postérosupérieure dans le plan du tissu cellulaire sous-cutané sacré.

C. Mise en place du lambeau sur la perte de substance.

D. Fermeture en deux plans sur deux Redons aspiratifs.

diagonale du losange. C'est sur cette bissectrice que l'on découpe le bord proximal du lambeau en L. La longueur de ce lambeau doit être égale ou un peu supérieure au côté du losange à couvrir, l'autre branche du lambeau en L est découpée sur la perpendiculaire à la médiane du losange. Le lambeau en L est décollé et il couvre la perte de substance par rotation, il s'échange avec un deuxième lambeau représenté par la peau adjacente qui couvre très bien la zone donneuse. La fermeture se fait sur un drain aspiratif.

Il ne fait que couvrir, sans apporter aucun capitonnage sous-jacent. Il convient mal aux vastes pertes de substance. Il fait des cicatrices traversant la fesse qui vont compliquer la situation en cas de récurrence.

Les indications doivent rester rares.

Lambeau de Griffith (Fig. 2)

Il s'agit d'un lambeau dermograisieux monobloc de rotation qui consiste à amener sur la perte de substance une peau bien vascularisée qui assure une couverture de bonne qualité.

Le malade est placé en décubitus ventral ; après excision large de l'escarre, le lambeau est dessiné le long de la crête iliaque, partant de l'épine iliaque postérosupérieure et allant très loin en avant jusqu'à l'épine iliaque antérosupérieure ; le décollage est effectué en sus-aponévrotique, sur toute la longueur de l'incision. La rotation permet un avancement de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané fessier qui va jusqu'à la zone donneuse permettant de couvrir des pertes de substance de 10 cm de large environ. La suture est faite en deux plans après hémostase. La fermeture de la zone donneuse est faite, soit directement, soit à l'aide d'un triangle d'avancement. On met en place un drain de Redon sur la zone donneuse et un sur la zone receveuse.

C'est un lambeau qui, en cas de récurrence d'escarre, laisse toutes possibilités pour une chirurgie autre.

Lambeau musculocutané de grand fessier en VY (Fig. 3,4)

Le développement et l'utilisation de ces lambeaux voient leur essor avec le livre de Mathes et Nahai en 1979 « Clinical application for muscle and musculocutaneous flaps » [6].

La première description de lambeau de grand fessier revient à Schefflan en 1981 ; des modifications sont apportées par Stevenson en 1986.

Il en existe différents types :

- le lambeau musculaire retourné décrit par Ger en 1976 qui nécessite une section complète de l'insertion distale, une levée du lambeau sur les deux pédicules et une greffe sur la face profonde du muscle retourné sur la perte de substance sacrée ;
- le lambeau musculocutané de rotation : section proximale sur la crête iliaque avec une palette qui s'étend sur le trochanter ;
- le lambeau musculocutané de transposition en îlot supérieur décrit par Dumurgier en 1991 [7] ;
- le lambeau musculocutané de grand fessier en VY, type III de la classification de Mathes et Nahai, lambeau classique de couverture d'une escarre sacrée.

On peut faire des plasties sur les branches perforantes issues de l'artère fessière ou celles issues de l'artère ischiatique [8].

Le malade est installé en décubitus ventral ou en décubitus latéral. On incise un lambeau triangulaire à base médiane représentée par les limites de l'escarre sacrée et à pointe trochantérienne. Les limites latérales sont : l'anus en inférieur et en dedans, l'escarre en latéral interne, la crête iliaque en haut et le trochanter en dehors.

Le bistouri traverse la peau, le tissu cellulaire sous-cutané, l'aponévrose du grand fessier, en commençant par la branche inférieure du triangle. Au ciseau, l'opérateur discise alors le grand fessier. Il arrive à l'aponévrose profonde du grand fessier qu'il franchit pour ouvrir un plan de décollement où cheminent le nerf sciatique et une branche artérielle constante de l'ischiatique à visée musculaire. Cette branche est repérée mais elle peut très bien être liée. Une grande compresse est tassée dans le décollement ; on fait les mêmes gestes au niveau de la branche supérieure du triangle. On prend contact avec la grande compresse qui avait été tassée sous la branche inférieure du



Figure 3. Technique chirurgicale du lambeau musculocutané de grand fessier en VY sur escarre sacrée stade III.

- A.** Dessin du lambeau.
- B.** Dissection du lambeau.
- C.** Transposition du lambeau sur zone donneuse.
- D.** Postopératoire immédiat.

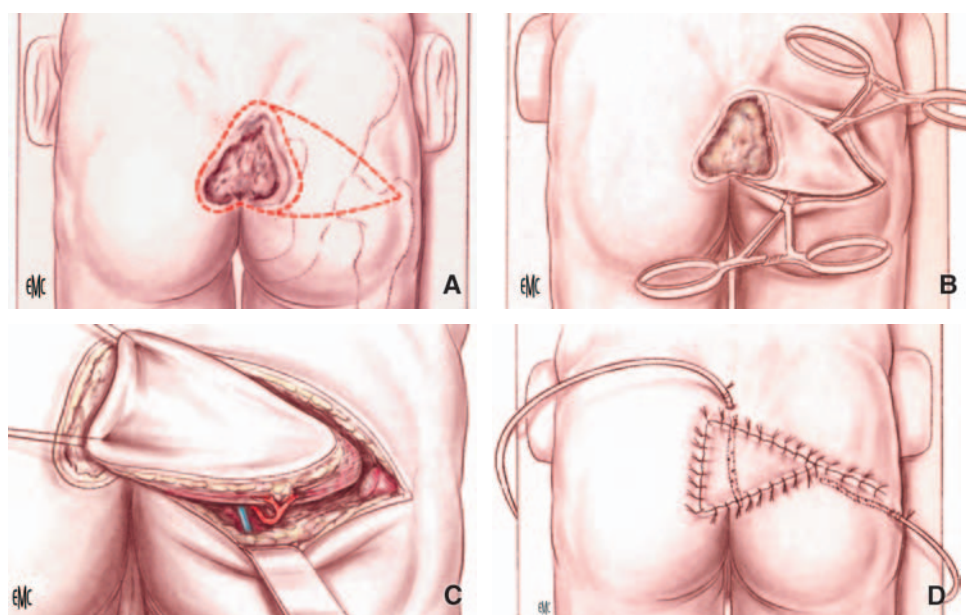


Figure 4. Schémas du lambeau de grand fessier en VY.

- A.** Dessin du lambeau triangulaire, pointe trochantérienne, base sacrée.
- B.** Incision du lambeau et dissection jusqu'au plan du nerf sciatique.
- C.** Lever du lambeau en sectionnant les fibres musculaires supérieures ou inférieures, translation vers la ligne médiane.
- D.** Fermeture en deux plans sur deux drains aspiratifs.

triangle. On soulève en bloc le lambeau musculocutané après section des fibres trochantériennes. On peut dès lors compléter l'hémostase. On termine la mobilisation du lambeau par section des insertions sacrées supérieures et inférieures du grand fessier. La translation vers la ligne médiane permet de couvrir en deux plans la perte de substance sur un drain de Redon. La zone donneuse est suturée directement selon le procédé de VY sur un autre drain aspiratif.

Dans les vastes pertes de substance, on peut utiliser deux VY se rejoignant sur la ligne médiane.

Ce lambeau peut être utilisé même lorsque la fesse est traversée de cicatrices. Le VY du grand fessier peut donc être un excellent moyen de sauvetage des escarres multiopérées. Il est peu sujet aux séromes car la face profonde du lambeau est musculaire. Il couvre très bien et il matelasse bien par son épaisseur musculaire.

Le prélèvement d'une partie du grand fessier est sans conséquence fonctionnelle lorsqu'il est unilatéral. Nous ne le prélevons pas bilatéral chez les sujets susceptibles de se remettre debout.

L'intervention est relativement hémorragique. Enfin, la section de la branche venant de l'artère ischiatique compromet les possibilités secondaires d'utilisation du faisceau inférieur en cas d'escarre ischiatique associée ou d'apparition secondaire. En effet, il faut absolument, pour préserver l'avenir, éviter de faire un lambeau empiétant sur deux territoires vasculaires. Toutefois, la fiabilité de ce lambeau en fait pour nous l'indication de choix dans l'escarre sacrée de première intention ou multiopérée par lambeaux cutanés.

“ À retenir

Le traitement de l'escarre sacrée chirurgicale avec atteinte osseuse est l'excision suivie dans le même temps d'une couverture par lambeau musculocutané de grand fessier en VY.

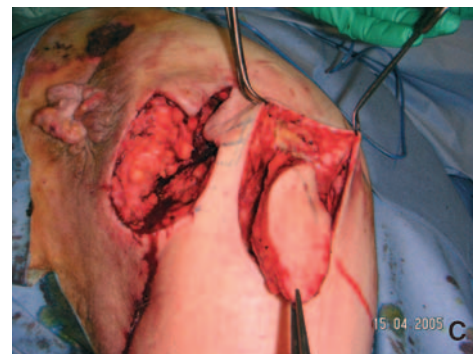
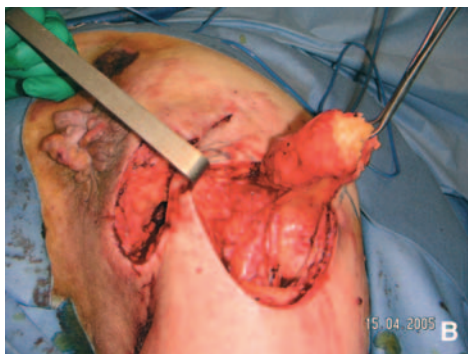


Figure 5. Technique chirurgicale du lambeau musculocutané de grand fessier en îlot sur une escarre ischiatique.

- A.** Dessin du lambeau.
B. Lever du lambeau.
C. Passage sous un pont cutané.
D. Fermeture directe de la zone donneuse.
E. Postopératoire immédiat.

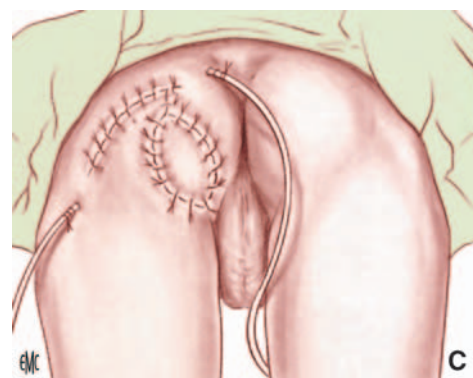
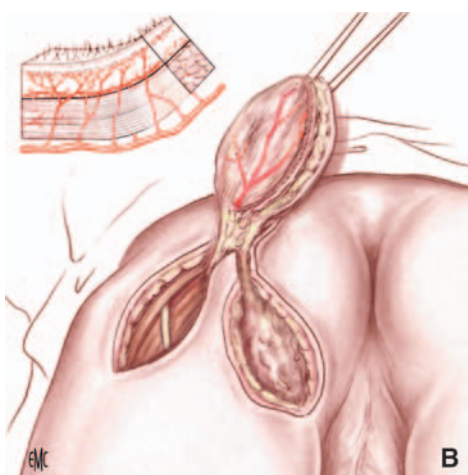


Figure 6. Schémas du lambeau de grand fessier en îlot.

- A.** Dessin du lambeau entre ischion et trochanter.
B. Lever du lambeau musculocutané en ayant repéré le plan du nerf sciatique, transfert sur ischion, soit en passant sous un pont sous-cutané, soit en pratiquant une tranchee cutanée.
C. Fermeture directe de la zone donneuse sur un Redon, fermeture de l'îlot sur l'ischion sur un deuxième Redon.

On peut, dans certains cas particuliers de volumineuses escarres sacrées récidivantes, discuter la technique d'expansion tissulaire ; nous l'utilisons très rarement car l'infection cutanée fait le lit de l'infection du site donneur après mise en place de l'expandeur.

Escarre ischiatique

Deux types de lambeaux sont utilisés : le musculocutané de grand fessier en îlot pour de petites escarres ischiatiques et le musculocutané d'ischiojambiers en VY pour des escarres plus vastes et plus proches de l'anus.

Lambeau musculocutané de grand fessier en îlot vasculaire (Fig. 5,6)

Le lambeau est ovalaire, découpé horizontalement ; la partie inférieure du lambeau ne doit pas être plus basse que le pli fessier inférieur ; au niveau de l'incision inférieure, le bistouri

traverse la peau, le tissu cellulaire sous-cutané et l'aponévrose du grand fessier. Dès lors, on discise aux ciseaux les fibres musculaires, on trouve le plan du nerf sciatique qui est repéré. On le protège par une paire de ciseaux et les fibres musculaires sont sectionnées transversalement à l'aplomb de l'incision cutanée inférieure. Au niveau de l'incision supérieure du lambeau, on traverse la peau, le tissu cellulaire sous-cutané et l'aponévrose fessière superficielle. Le lambeau est mobilisé en bloc avec le muscle grand fessier qui, à la demande, est décollé du tissu cellulaire sous-cutané. On est amené à sectionner quelques fibres musculaires transversales à la partie haute, en pleine fesse. Dès lors, le lambeau tourne très bien. Le muscle est suturé aux berges de la perte de substance profonde, au contact de l'ischion. La suture cutanée est faite bord à bord. La zone donneuse est refermée directement en deux plans. Là encore, les sutures sont faites sur deux drains aspiratifs distincts, un pour la zone donneuse et un pour la zone receveuse.

Le lambeau de grand fessier en îlot est une solution particulièrement simple et élégante aux escarres ischiatiques. Les

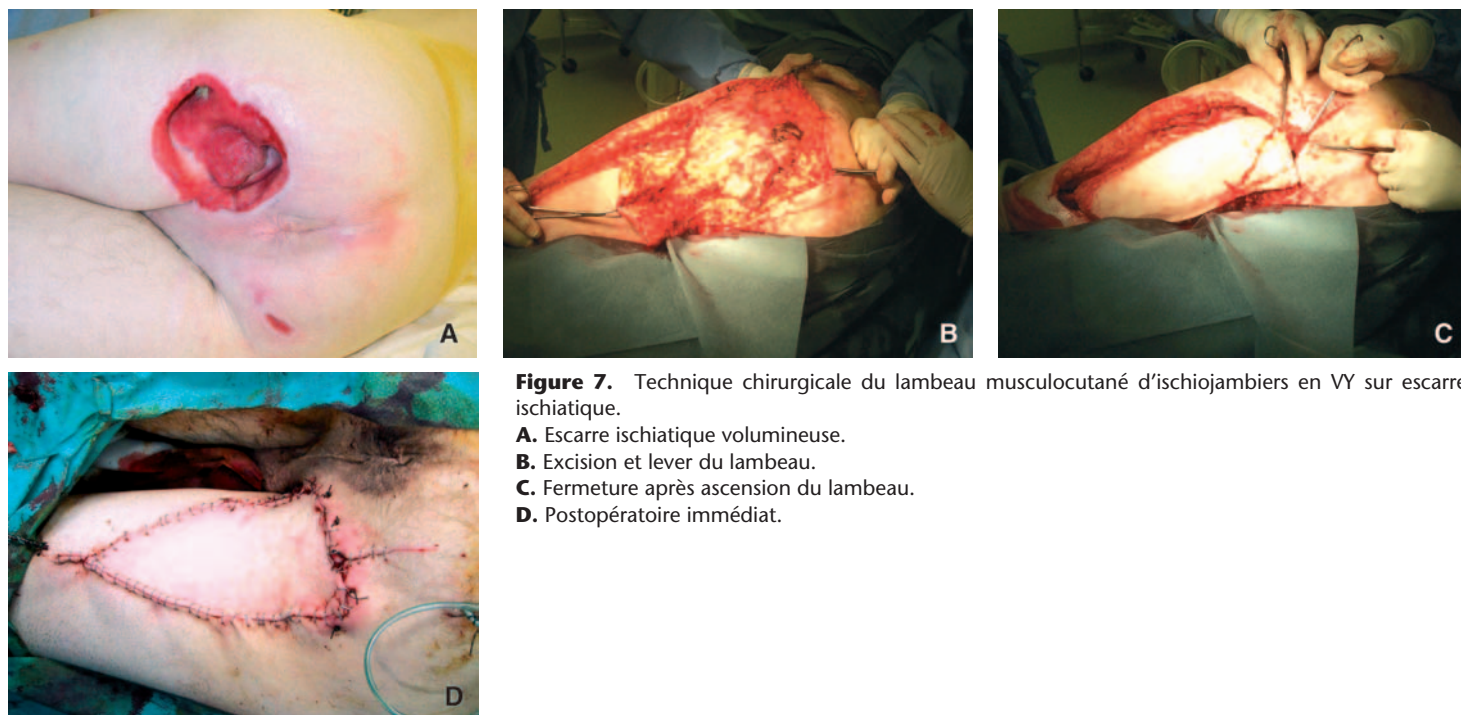


Figure 7. Technique chirurgicale du lambeau musculocutané d'ischiojambiers en VY sur escarre ischiatique.

- A.** Escarre ischiatique volumineuse.
- B.** Excision et lever du lambeau.
- C.** Fermeture après ascension du lambeau.
- D.** Postopératoire immédiat.

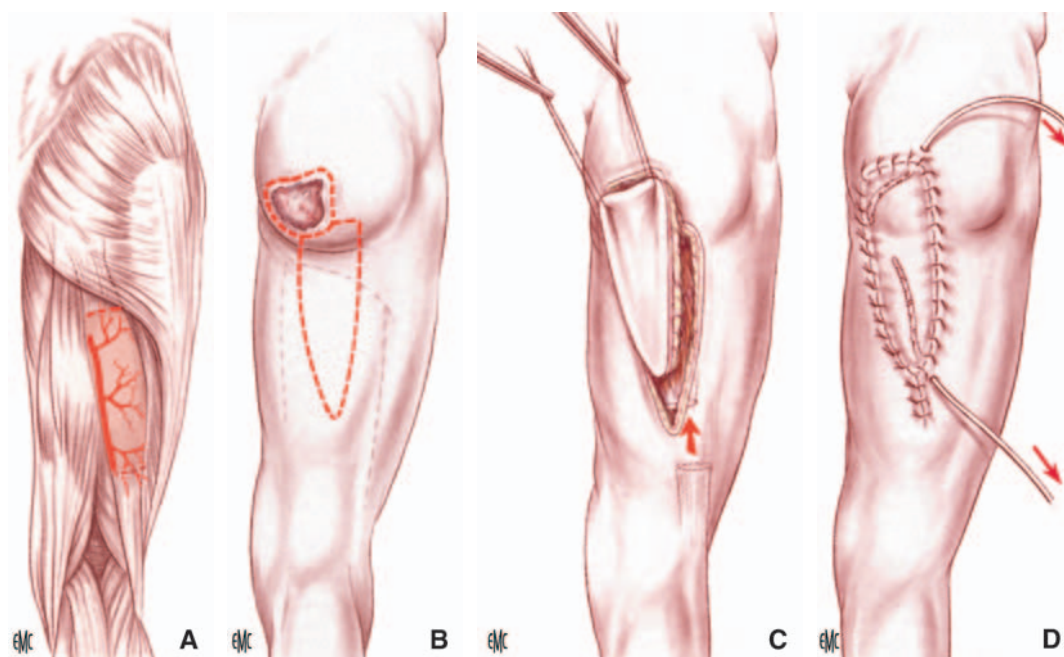


Figure 8. Schémas du lambeau d'ischiojambiers en VY.

- A.** « No man's land » vasculaire du lambeau = tiers supéro-interne.
- B.** Dessin du lambeau.
- C.** Incision des berges du lambeau, dissection musculaire, section basse musculaire, ascension du lambeau.
- D.** Fermeture en deux plans sur deux Redons aspiratifs.

séquelles fonctionnelles sur la zone donneuse sont minimales et la fermeture directe de la zone donneuse limite au maximum les cicatrices, préservant l'avenir. Surtout, ce lambeau apporte un matelassage très satisfaisant à l'ischion.

Il impose l'intégrité du pédicule inférieur du grand fessier. Or ce pédicule peut avoir été lésé dans une plastie précédente pour escarre sacrée traitée par lambeau musculocutané en VY. En dehors de cette restriction, ce lambeau est des plus simples et des plus sûrs.

Lambeau musculocutané d'ischiojambiers en VY (Fig. 7,8)

Il est le plus souvent utilisé pour la couverture d'une volumineuse escarre ischiatique proche de l'anus.

Le premier lambeau sur les ischiojambiers a été décrit par Conway en 1964 ; il a été utilisé en 1977 par Hagerty [9] pour une escarre ischiatique. Il a été modifié par Kauer [10] en 1985 avec reconstruction du pli fessier.

Il s'agit d'un lambeau de type II dans la classification de Mathes et Nahai (un pédicule dominant et des accessoires) : avancement en bloc du biceps ou des trois ischiojambiers et de la peau en regard.

Le malade est installé en décubitus ventral ou en décubitus latéral, le membre inférieur en flexion de hanche. On taille un triangle cutané dont la base est représentée par le bord inférieur de l'escarre. Le bistouri traverse la peau, le tissu cellulaire sous-cutané et l'aponévrose. On repère par la branche externe du triangle la jonction entre le biceps et le vaste externe. Par le bord interne du triangle, il faut faire une dissection prudente car c'est par là que les pédicules nourriciers arrivent. On fait une section transversale basse du corps musculaire. La section doit être faite au moins au tiers moyen de la cuisse car les pédicules artériels pénètrent le muscle au tiers supérieur de la cuisse. Le triangle cutané glisse vers le haut. On s'aide aussi de la désinsertion ischiatique. Ainsi libéré, le lambeau a le double intérêt de matelasser la tubérosité ischiatique et d'assurer la couverture

cutanée. La zone donneuse est refermée directement en VY sur un Redon aspiratif, la zone receveuse sur un autre drain aspiratif.

C'est un lambeau très sûr, mais il nécessite des précautions techniques : la vascularisation du biceps est assurée par trois pédicules dominants venant de la fémorale profonde et abondant le bord interne du muscle ; on ne peut en sectionner sans faire courir un risque d'ischémie au lambeau. Tout le tiers supérieur du bord interne doit donc être respecté : c'est un « no man's land ». Le muscle coulisserait en fait très bien sans faire de dissection profonde et sans désinsérer le court biceps de la ligne âpre. On peut prélever en même temps le demi-tendineux en cas de perte de substance étendue ; dès lors, on peut réaliser des triangles cutanés de 8 à 10 cm de base. L'ascension se fait après section basse du demi-tendineux. La dissection du bord externe de celui-ci ne doit pas être faite. L'ascension se fait en bloc avec le biceps, en repérant le bord externe du biceps et le bord interne du demi-tendineux. Ce vaste lambeau d'avancement permet de répondre aux escarres ischiatiques étendues.

Le lambeau d'ischiojambiers en VY ne reconstruit pas le pli fessier et les contraintes cutanées sont importantes lors de la flexion de hanche et surtout dans la station assise. C'est pourquoi Christiane Kauer a décrit un procédé visant à horizontaliser le triangle cutané, reconstituant ainsi le pli fessier. Cet élégant artifice technique nécessite une dissection minutieuse qui diminue la fiabilité de ce lambeau. Par ailleurs, la vascularisation cutanée de la face postérieure de cuisse est assurée par très peu d'artérioles perforantes. Il n'est pas rare que la pointe du triangle parfois se nécrose, ce qui est sans gravité, mais qui complique la cicatrisation de la zone receveuse.

Lambeau de droit interne

La vascularisation de ce lambeau est de type II (un pédicule dominant : l'artère circonflexe interne de la cuisse et des accessoires) dans la classification de Mathes et Nahai.

Ce lambeau est prélevé sur la face interne de la cuisse en arrière d'une ligne unissant l'épine du pubis et le bord supérieur du condyle interne fémoral ; la largeur de la palette peut être de 6 à 9 cm, elle ne doit pas déborder sur le tiers inférieur de cuisse.

On repère d'abord le tendon du muscle en incisant sous la palette cutanée et en tractant le muscle, on incise le bord antérieur de la palette, on repère le couturier et les adducteurs

puis on dissèque le muscle en l'emportant monobloc avec la peau de la palette. Puis on incise le bord postérieur de la palette, on suture ensuite le muscle à la peau, lever du lambeau en îlot musculocutané. On peut placer le lambeau sur la zone excisée de l'escarre, soit en le tunnélisant, soit en pratiquant une tranchée cutanée entre zone de prélèvement de la palette et zone receveuse ; cette deuxième solution est plus fiable sur le plan vasculaire.

“ À retenir

Le traitement de l'escarre ischiatique chirurgicale est, après excision, dans le même temps : le lambeau musculocutané de grand fessier en îlot pour une petite escarre loin de l'anus ; le lambeau musculocutané d'ischiojambiers en VY pour une escarre volumineuse, proche de l'anus ou récidivante [11].

Escarre trochantérienne

Il s'agit d'une escarre qui est presque toujours chirurgicale, quelle que soit la taille de la perte de substance car très rapidement, surtout chez le handicapé médullaire, elle s'aggrave et devient une arthrite coxofémorale. Si l'escarre se creuse, même si son diamètre est petit (inférieur à 1 cm), il faut intervenir, soit par excision-suture directe sur un Redon aspiratif, soit par lambeau type tenseur de fascia lata.

Lambeau de tenseur de fascia lata (Fig. 9,10)

Le muscle tenseur du fascia lata est une expansion aponévrotique vascularisée par une artère unique circonflexe iliaque superficielle : type I dans la classification de Mathes et Nahai. Cette artère naît 8 cm sous l'épine iliaque antérosupérieure, elle aborde le muscle par son bord antérieur, puis elle court sur la face superficielle du fascia lata et s'épuise au quart inférieur de la cuisse. Le territoire cutané de cette artériole descend donc très bas sur la cuisse.

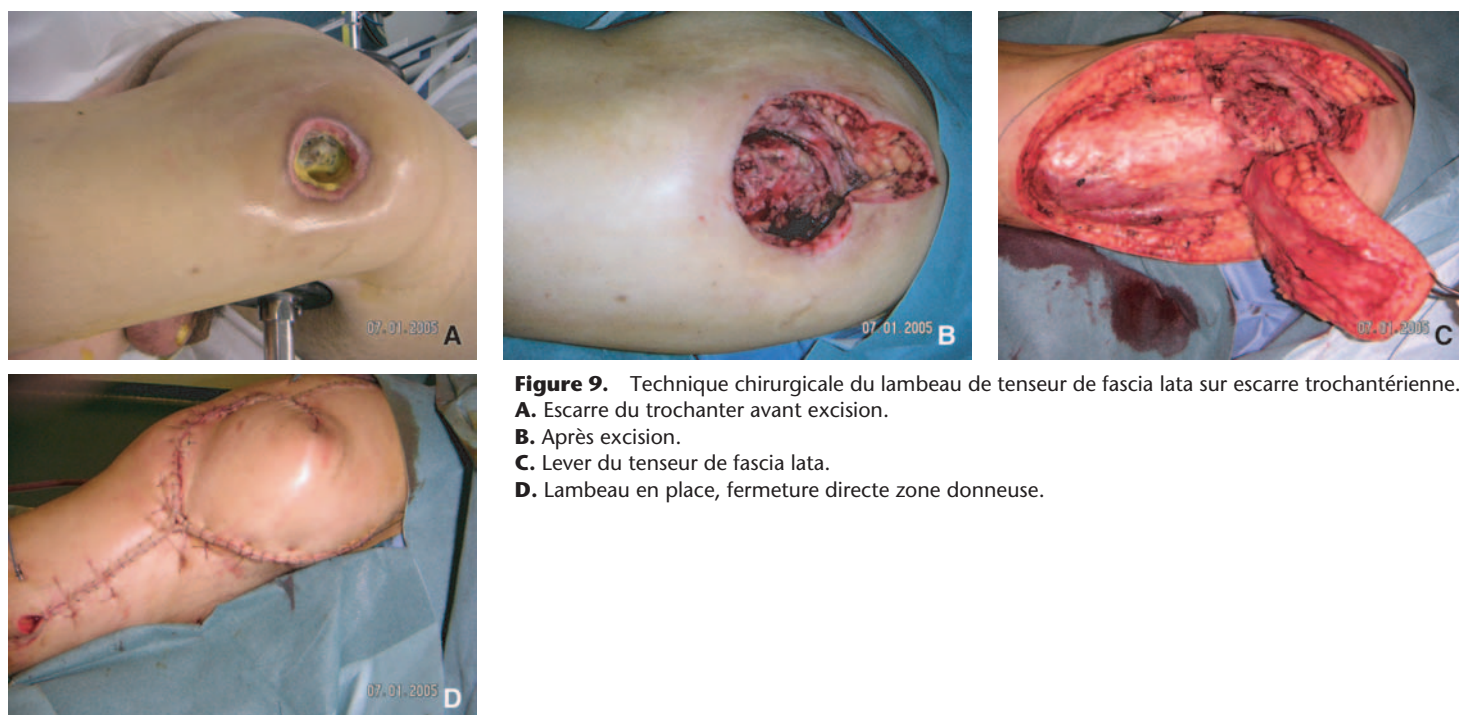


Figure 9. Technique chirurgicale du lambeau de tenseur de fascia lata sur escarre trochantérienne.
A. Escarre du trochanter avant excision.
B. Après excision.
C. Lever du tenseur de fascia lata.
D. Lambeau en place, fermeture directe zone donneuse.

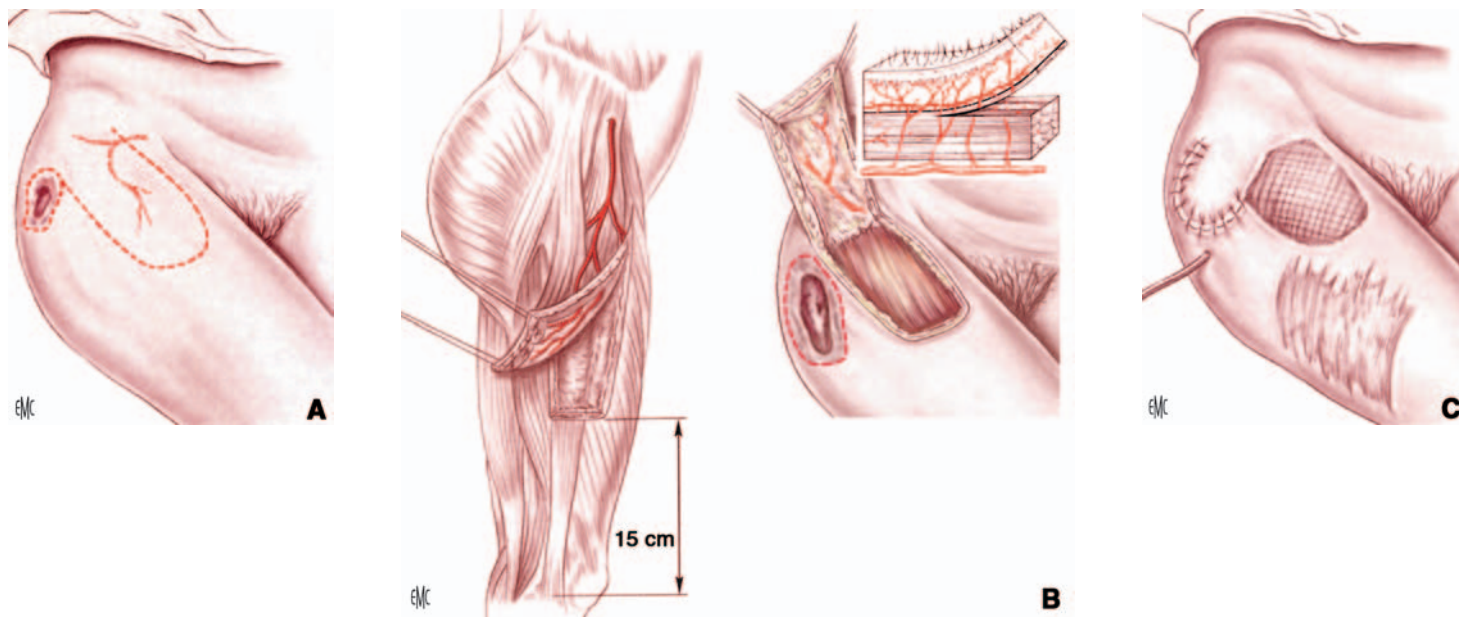


Figure 10. Schémas du lambeau de tenseur de fascia lata.

A. Dessin du lambeau.

B. Dissection sous le plan aponévrotique.

C. Transfert du lambeau sur trochanter sur un drain, fermeture directe ou greffe de peau sur zone donneuse.

Le malade est installé en décubitus latéral en préparant tout le membre inférieur en prévision d'une éventuelle arthrite coxofémorale de découverte peropératoire. On commence par l'excision de l'escarre, puis on dessine un lambeau dont la partie postérieure est représentée par la partie la plus antérieure de l'escarre. On s'aide d'un patron de toile pour apprécier la longueur à donner à ce lambeau, on incise la berge antérieure en traversant d'emblée peau, tissu cellulaire sous-cutané et aponévrose. La berge antérieure doit se trouver sur une ligne allant de l'épine iliaque antérosupérieure au condyle externe. On fait la section transversale et le lambeau comportant l'aponévrose est levé de distal en proximal. La rotation vers l'arrière permet la couverture de la perte de substance, par une suture en deux plans, sur drain de Redon. Lorsque le lambeau n'est pas trop large, dans un grand nombre de cas, la fermeture directe de la zone donneuse est possible. Sinon, on applique une greffe cutanée sur la zone non suturée. La partie distale du lambeau peut être désépidermée et enfouie dans la zone receveuse pour matelasser le plus possible le trochanter.

On peut prélever des lambeaux allant jusqu'à 8 cm du genou (Mathes). En fait, sa fiabilité dès lors n'est plus totale et il faut le limiter à 15 cm au-dessus du genou.

Il s'agit d'un lambeau fasciocutané. On applique sur la perte de substance une aponévrose lisse qui fait assez souvent des séromes ; il n'adhère pas aussi bien aux plans profonds qu'un muscle ou que du tissu cellulaire.

La fermeture de la zone donneuse est souvent difficile et on laisse parfois une zone en cicatrisation dirigée qui a du mal à cicatriser, surtout chez le handicapé médullaire.

Chez les sujets obèses, la rotation n'est pas aisée et crée une « oreille » à la partie antérieure, alors le lambeau très épais est difficilement suturé bord à bord sur la zone receveuse [12].

Pour éviter ces inconvénients, le tenseur de fascia lata peut être prélevé en îlot cutané ; on incise la palette cutanée ronde en ayant pris soin de calculer sa hauteur et sa distance à l'escarre avec un patron de toile ; on dissèque l'îlot en emportant le fascia et par une incision longitudinale externe, on aborde l'aponévrose et le pédicule qui sont emportés dans le lambeau en conservant autour de l'artère une atmosphère cellulograissee de protection. La zone donneuse de l'îlot est greffée en peau mince.

“ À retenir

Toute escarre trochantérienne chez un handicapé moteur doit être bien évaluée car c'est le lit de l'arthrite coxofémorale. Le traitement, en dehors de l'arthrite, est soit l'excision-suture si la taille le permet, soit le lambeau de tenseur de fascia lata.

Ne jamais négliger une escarre du trochanter, même petite ou peu profonde.

Lambeau de vaste latéral

Pour certaines escarres trochantériennes de taille inférieure ou égale à 4 cm de diamètre, le lambeau antérolatéral de cuisse peut être utilisé avec le lambeau de vaste latéral.

Arthrite coxofémorale sur escarre trochantérienne

La présence ou non d'une ostéite sur escarre trochantérienne ne pose pas de problème technique ; la présence d'une communication articulaire impose la résection de hanche et l'impossibilité de mettre une prothèse pour des raisons septiques. Il est évident qu'on ne doit faire cette intervention que la main forcée car elle a plusieurs conséquences : déséquilibre du bassin en station assise, risque d'escarres ischiatiques par décompensation de la station assise. Le diagnostic préopératoire est souvent difficile. L'état infectieux est souvent grave, mais une arthrite fistulisée peut être apyrétique. La douleur manque dans ce tableau neurologique. La radiographie est difficile à interpréter car les malades neurologiques ont souvent un pincement articulaire de « non-usage ». En fait, deux signes imposent le diagnostic : l'issue de liquide articulaire par l'escarre lors de la mobilisation de la hanche, et la découverte de l'articulation lors de l'excision chirurgicale. Le scanner ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM) peut se faire en préopératoire en dehors de l'urgence chirurgicale pour apprécier l'étendue des lésions infectieuses, l'éventuel contact avec les vaisseaux



Figure 11. Traitement chirurgical de l'arthrite coxofémorale sur escarre trochantérienne.

A. Résection tête et col fémoraux.

B. Tête réséquée.

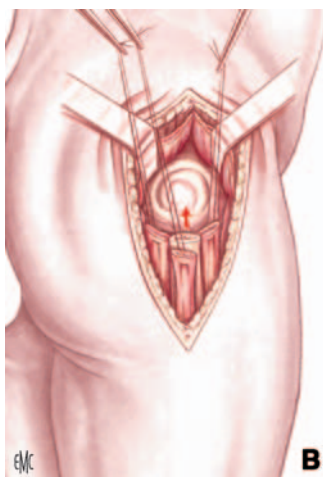
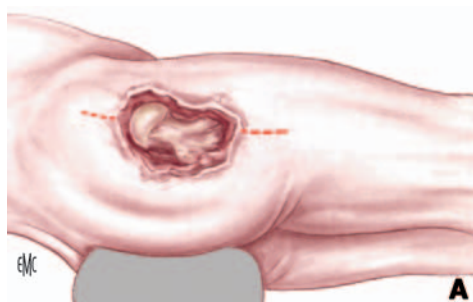


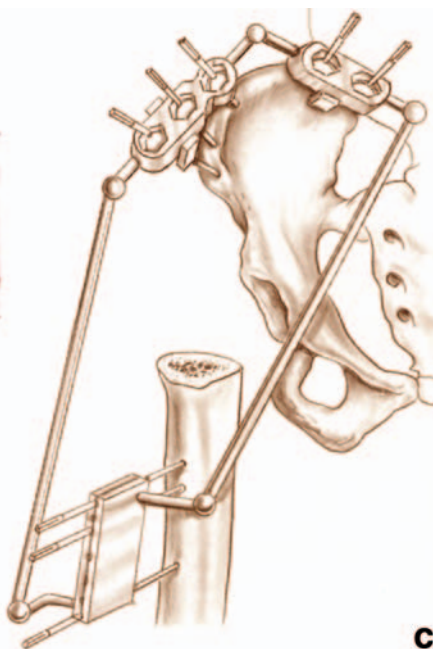
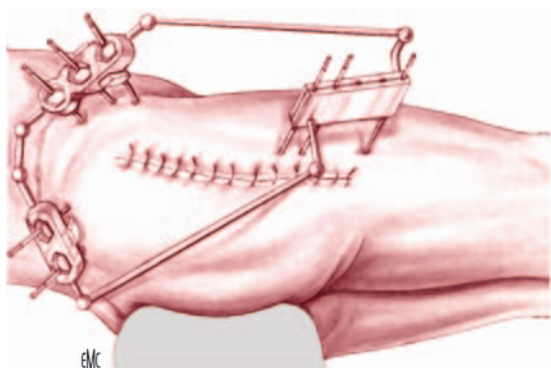
Figure 12. Schémas de la technique du traitement de l'arthrite coxofémorale par voie d'abord de hanche par le lambeau et fixateur externe iliofémoral.

A. Excision de l'escarre trochantérienne.

B. Résection tête et col fémoraux.

C. Mise en place du fixateur externe iliofémoral.

D. Comblement de la cavité de résection par lambeau musculaire de vaste externe.



fémoraux, ou un abcès qui a fusé au-delà du toit du cotyle avec atteinte rétropéritonéale pouvant nécessiter une double équipe chirurgicale.

Technique de la résection de hanche par voie d'abord par le lambeau (Fig. 11,12)

La résection doit être large, sous-trochantérienne, menée par la voie d'excision de l'escarre. Ce temps est souvent hémorragique. La fermeture directe est alors possible par le gain considérable en parties molles apporté par la résection [13]. On fait « monter » toutes les parties molles de cuisse et la suture est faite en deux plans avec un drain dans la cavité cotyloïdienne. On met en place un fixateur externe iliofémoral pour une durée

de 45 jours afin de limiter les mouvements et permettre la cicatrisation en bonne position.

La résection de hanche permet de refermer, sans plastie, des escarres très importantes, chez des malades souvent multiopérés. En cas de nécessité d'un lambeau, il faut faire un dessin préalable qui permette à la fois le tracé du lambeau et l'abord de l'articulation. Il peut s'agir, soit d'un tenseur de fascia lata, soit d'un grand fessier en ilot.

La cavité cotyloïdienne n'est pas comblée par les parties molles ; il existe un espace « mort ». Il peut y avoir des fistules articulaires, stériles au début, infectieuses après un certain temps d'évolution. En cas de fistule persistante, il faut avoir recours au lambeau de vaste externe : le vaste externe est sectionné de son

insertion sur le tendon quadricipital ; il est disséqué du droit antérieur et il est remonté jusqu'à 10 cm en dessous de la crête intertrochantérienne. Il est alors basculé et il plonge dans la cavité cotyloïdienne qu'il remplit parfaitement. La peau est refermée simplement. Ce lambeau de vaste externe est très fiable. Il peut même parfois être remonté jusqu'au périnée en cas de vaste perte de substance, lorsqu'il est associé à la résection de hanche.

C'est une intervention lourde et hémorragique. La prise en charge préopératoire doit donc comporter : un bilan complet de la crase sanguine et hémoglobine en vue de transfusions.

Escarre talonnière

Cette escarre est très rarement chirurgicale chez les handicapés moteurs car ce n'est pas une zone portante ; l'indication chirurgicale se discute lorsque l'escarre représente une épine irritative avec aggravation d'une paraplégie spastique et augmentation des contractures. De plus, les escarres talonnières chez le handicapé médullaire, dans notre expérience, se présentent souvent à des stades avancés, avec des atteintes calcanéennes majeures et nécrose complète de la coque talonnière empêchant l'efficacité d'une cicatrisation dirigée.

Chez le patient marchant, l'escarre survient chez des diabétiques mal équilibrés sur mal perforant, ou chez des patients artéritiques ; la cicatrisation est alors impérative pour ne pas déséquilibrer le diabète ou après un geste de revascularisation du membre inférieur.

Nous utilisons le lambeau plantaire interne ; il est de dissection délicate et demande un certain apprentissage.

Le lambeau plantaire interne [14] est fasciocutané, en îlot, pédiculé sur l'artère plantaire interne, prélevé en zone non portante de la voûte plantaire ; les limites du dessin sont : la tête des métatarsiens en avant, l'arche externe en latéral et le talon portant en postérieur.

L'intervention est menée en décubitus dorsal, sous garrot pneumatique, le membre inférieur en rotation externe, un coussin sous la fesse controlatérale. On aborde le pédicule tibial postérieur par une incision partant 2 cm derrière la malléole interne et se terminant sur la tête du premier métatarsien ; on repère facilement le paquet vasculonerveux ; sa gouttière est en avant de la gouttière du fléchisseur. Dans sa propre gouttière, à la partie haute, l'artère est l'élément le plus antérieur. La dissection amène à repérer la division de la tibiale postérieure : la plantaire externe est volumineuse, elle semble poursuivre la direction de la tibiale postérieure, pour plonger vers la plante. La plantaire interne est plus fine et reste à la face interne de la plante. Après la division en plantaire interne et plantaire externe, le nerf devient plus dorsal que l'artère, si bien qu'après la division, suivre le nerf plantaire interne est une sécurité pour l'artère et la veine plantaires internes ; après avoir repéré le nerf plantaire interne, le pédicule est disséqué avec dissection de l'abducteur du gros orteil. Le plan est donné par le nerf plantaire interne. On lie toutes les branches à visée dorsale, en respectant soigneusement les branches à visée plantaire que l'on ne doit même pas voir au cours de la dissection. Cette dissection est menée jusqu'à la base du premier métatarsien. Dès lors, on fait le tracé antérieur du lambeau. Il est pratiqué juste en arrière de la tête des métatarsiens ; on commence par décrocher la jonction entre l'incision antérieure et la dissection interne. On repère alors très bien la profondeur de la dissection qui doit emporter l'aponévrose plantaire moyenne. On prolonge le décollement vers l'extérieur et l'incision externe est pratiquée. En levant le lambeau, on voit apparaître une anastomose avec la plantaire externe qu'il faut lier. Par ailleurs, à la partie moyenne de la plante, l'artère plantaire interne est souvent un peu coudée et chemine plus externe qu'on ne le croit. C'est le temps dangereux dans la dissection, il est impératif d'avoir repéré le pédicule par l'incision interne. La levée du lambeau est pratiquée par la section transversale postérieure. On sectionne

la peau, le tissu cellulaire sous-cutané et l'aponévrose plantaire moyenne, transversalement jusqu'au ras du pédicule. Dès lors, on peut mobiliser, après décollement sous-cutané, l'îlot plantaire. On lâche le garrot et on fait l'hémostase plantaire. On creuse une tranchée en direction de la perte de substance talonnière ; le lambeau est mis en place après excision de l'escarre. La zone donneuse est recouverte par une greffe de peau en filet. Le lambeau est suturé à la zone receveuse en surveillant sa vascularisation ; cette suture est faite si possible sur drainage aspiratif ; lorsque la couverture n'est pas étanche, il faut se contenter d'un faisceau de crins.

Le prélèvement peut être fasciocutané sensible en emportant les éléments nerveux plantaires qui se présentent au cours de la dissection antérieure. Malheureusement, ces prélèvements nerveux provoquent une anesthésie plantaire des orteils concernés, qui régresse avec le temps, mais qui est gênante pendant longtemps chez des patients qui ont une sensibilité conservée.

Ce lambeau procure une couverture très satisfaisante pour l'escarre talonnière au stade « aigu » ou au stade de séquelle chronique. La peau transplantée s'incorpore parfaitement. Et secondairement, elle peut même se transformer en véritable coque talonnière de même consistance qu'une coque talonnière normale. Les séquelles sur la zone donneuse sont peu importantes même si, parfois, la cicatrisation est un peu longue. La zone donneuse n'est pas une zone d'appui, d'une part, et la rétraction de la greffe cutanée la réduit.

La taille de ce lambeau peut être très grande : on peut prélever toute la peau plantaire qui n'est pas en appui, sans risque vasculaire et sans séquelles fonctionnelles notables.

En sectionnant l'artère plantaire externe, on peut accroître encore l'arc de rotation du lambeau pour couvrir dès lors jusqu'au quart inférieur de jambe.

La dissection n'est pas toujours très simple. Dans un certain nombre de cas, le plan est difficile à trouver. Par ailleurs, le débit de l'artère plantaire interne est assez faible et il faut se méfier de la coudure du pédicule susceptible de le thromboser. Il faut savoir ne pas suturer de façon trop serrée l'îlot à la zone receveuse. Il faut surveiller de très près la couleur et la chaleur du lambeau et être prêt à faire sauter des points au moindre doute. Le lambeau plantaire interne est très sûr sur le plan du territoire vasculaire ; il est en revanche très délicat sur le plan du débit sanguin dans le pédicule. Il faut au moindre doute faire une artériographie préopératoire. Si l'artère tibiale postérieure n'est pas absolument saine (athérome ou traumatisme), il faut renoncer au lambeau plantaire interne.

Dans les suites opératoires, le pied doit être surélevé 10 jours et la marche reprise après le premier mois postopératoire.

Dans notre expérience, nous avons très peu d'indication de couverture d'escarres talonnières chez le handicapé médullaire par lambeau fasciocutané postérieur sural retourné.

Escarres multiples ou confluentes du siège (Fig. 13)

L'évolution d'escarres multiples chez un patient handicapé moteur peut, en l'absence de soins, devenir dramatique avec

“ À retenir

Le lambeau plantaire interne est le traitement chirurgical de l'escarre talonnière dans certaines indications particulières. On ne traite chirurgicalement l'escarre du talon que lorsqu'elle est une épine irritative aggravant la spasticité d'un handicapé médullaire ou chez un patient polyvasculaire après traitement des lésions vasculaires artérielles des membres inférieurs.



Figure 13. Techniques chirurgicales utilisées en cas d'escarres confluentes du siège. Gangrène de Fournier : après excision, fermeture directe périnéale antérieure, greffes de peau et lambeau musculocutané d'ischiojambiers sur ischion.

A. Après excision.

B. Couverture.

escarres multiples sacrées, ischiatiques et trochantériennes qui confluent et deviennent une escarre confluyente avec atteinte urologique, entraînant des risques vitaux : choc hypovolémique ou septique. Une dénutrition majeure peut être associée.

La prise en charge de ces escarres est pluridisciplinaire associant la réanimation pré-, per- et postopératoire, la chirurgie de reconstruction, une dérivation urinaire au préalable ainsi qu'une colostomie.

Au maximum, l'escarre confluyente peut dégénérer en gangrène de Fournier nécessitant des excisions itératives de nécrose purulente ; seule l'excision chirurgicale carcinologique associée à la réanimation peut sauver le patient.

Une fois les excisions réalisées, la reconstruction associe : greffes de peau mince en filet sur les zones antérieures du périnée, non portantes ; lambeaux d'ischiojambiers en VY ou droit interne pour les ischions et grands fessiers en VY pour le sacrum [15].

Il faut que ces patients soient pris en charge dans des unités spécialisées de chirurgie du handicapé médullaire après leur passage en réanimation.

Carcinome épidermoïde sur escarre chronique

Lorsque les escarres sont chroniques, présentes depuis de nombreuses années, en moyenne plus de 10 ans d'évolution, une dégénérescence en carcinome épidermoïde est possible ; il s'agit de l'ulcère de Marjolin [16]. Il est suspecté sur l'examen clinique et confirmé par la biopsie avec examen anatomopathologique.

Une escarre bourgeonnante, crayeuse avec des nécroses caséuses qui se délitent au contact, très malodorantes, évoque ce diagnostic ; une biopsie chirurgicale le confirme. Si on y pense cliniquement, la biopsie s'impose.

La conduite à tenir est :

- bilan d'extension générale par tomodensitométrie (TDM) corps entier ;
- bilan d'extension locorégionale par TDM de la région de l'escarre ;
- bilan urologique : faudra-t-il faire une dérivation avant exérèse ? ;
- bilan viscéral : y a-t-il nécessité de pratiquer une colostomie ? ;
- bilan d'opérabilité car la chirurgie proposée est très lourde.

Reconstruction fessière par lambeau cutanéomusculaire complet de membre inférieur (Fig. 14)

En cas d'absence de localisation secondaire, on peut proposer, chez les patients handicapés moteurs, une excision carcinologique suivie d'une reconstruction fessière par lambeau cutanéomusculaire de membre inférieur.

En décubitus dorsal : le premier temps opératoire peut être un curage ganglionnaire lomboaortique par voie abdominale en

fonction des images de la TDM. Puis on pratique une colostomie de dérivation qui est le plus souvent définitive. On passe en décubitus ventral : l'excision est ensuite menée de proche en proche sur la totalité de l'escarre qui est souvent en pratique une escarre confluyente du siège avec atteinte osseuse sacrée, ischiatique et iliaque. Tous les prélèvements sont adressés identifiés et numérotés en anatomopathologie.

La perte de substance après excision représente très souvent la totalité des deux fesses ; un lambeau locorégional ne suffit pas ; de même, il est déconseillé de faire un lambeau microanastomosé car les vaisseaux receveurs sont en territoire septique avec un risque majeur de thromboses des anastomoses.

La reconstruction s'effectue par un lambeau complet de membre inférieur (patient non marchant) : prélèvement d'un lambeau de face antéroexterne de cuisse et jambe par incision cutanéograsseuse et musculaire en interne, désarticulation de hanche et ablation par « décoconnage » du fémur et du tibia afin de pouvoir remonter le lambeau sur les fesses. Les vaisseaux sont ligaturés au fur et à mesure, les nerfs coagulés.

L'hémostase doit être soigneuse, pas à pas.

Le lambeau est fixé en deux plans sur la zone receveuse, sur deux ou trois drains aspiratifs, les sutures cutanées doivent être lâches comme dans toute amputation.

Les suites opératoires sont assurées sur lit à air à pression dynamique variable.

Cette chirurgie est exceptionnelle, réalisée chez des patients jeunes, handicapés médullaires, en bon état général, sans envahissement à distance. Elle associe une radiothérapie locorégionale dans un deuxième temps.

Nous n'avons pas l'expérience de l'hémicorporectomie [17].

“ À retenir

Toute escarre qui évolue depuis plusieurs années, bourgeonnante, crayeuse, nauséabonde doit faire pratiquer une biopsie à la recherche d'une dégénérescence en carcinome épidermoïde.

Récidiviste

Dans notre expérience, 30 % des handicapés que nous opérons d'escarre récidivent, soit la même, soit une autre escarre ; ceci correspond à la littérature [18, 19]. Des facteurs multiples en sont la cause : soit échec chirurgical et dans ce cas récurrence précoce avant le sixième mois : il s'agit le plus souvent d'un échec bactériologique par insuffisance d'excision ou mauvaise adaptation de l'antibiothérapie.

Il peut s'agir d'une récurrence tardive après la première année qui correspond à une négligence de la part du patient : état psychologique instable, l'escarre est un mode de suicide

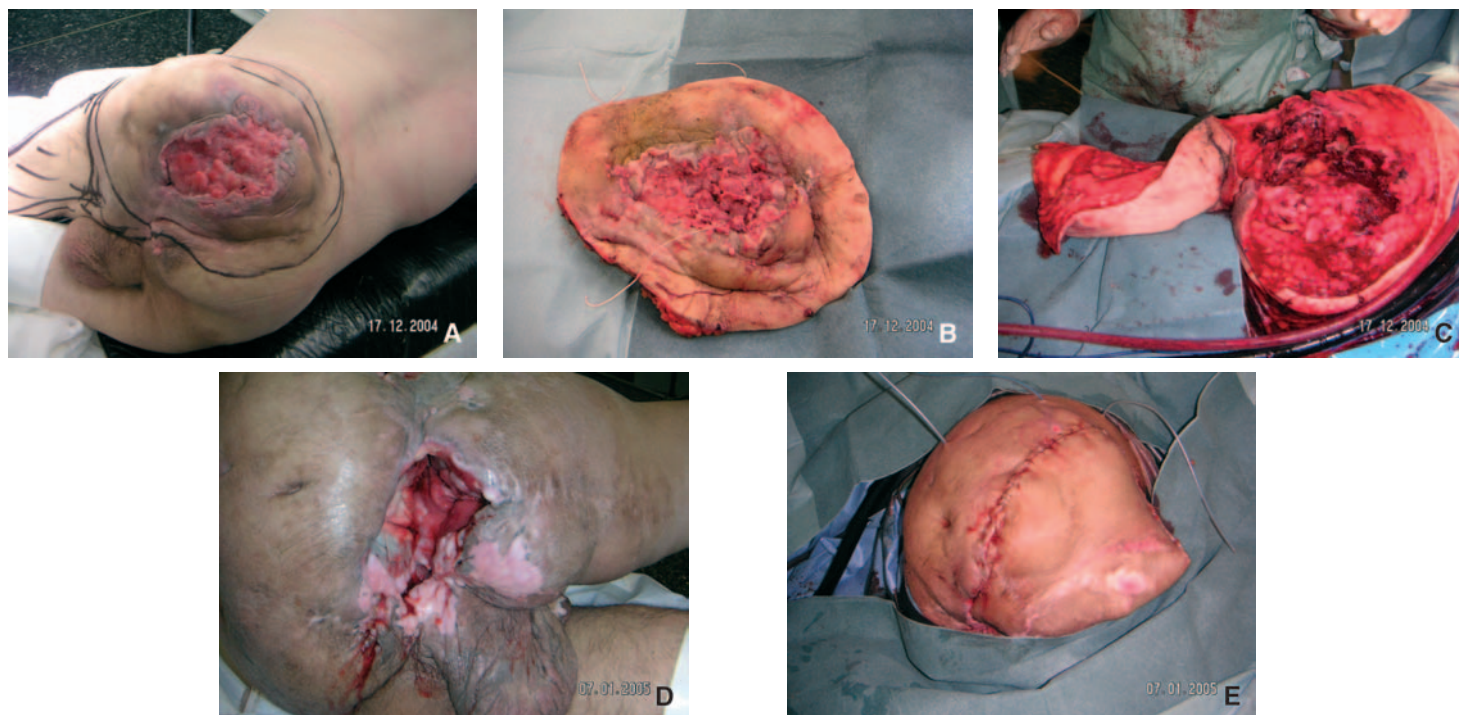


Figure 14. Dégénérescence spinocellulaire sur escarre périnéale datant de plus de 20 ans : excision carcinologique, anatomopathologie, désarticulation de hanche, utilisation de tout le membre inférieur en lambeau musculocutané de couverture fessière.

- A.** Carcinome épidermoïde sur escarre chronique.
B. Excision large.
C. Lever du lambeau de membre inférieur après désarticulation de hanche.
D. Escarre chronique ischiatique : carcinome avec arthrite de hanche.
E. Lambeau complet de membre inférieur après désarticulation pour couverture fessière.

chez le handicapé médullaire, problèmes sociaux, décompensation urologique, dénutrition...

Les techniques chirurgicales chez les récidivistes ne sont pas standardisées et il faut s'adapter aux cicatrices présentes et aux différents lambeaux déjà pratiqués ; c'est une chirurgie au cas par cas qui n'est pas décrite ici.

Place du « vacuum assisted closure » ou VAC

La place de cette technique dans l'arsenal thérapeutique est variable en fonction des recrutements des unités de soins.

Le VAC n'a pas d'indication sur les escarres volumineuses, atones et fibrineuses avec atteinte osseuse majeure. Dans notre unité de chirurgie du handicapé médullaire à Garches, les patients arrivent avec des escarres qui sont malheureusement au-delà de la possibilité thérapeutique que représente le VAC.

Cette technique réalise une pression négative régulée, contrôlée et localisée à la plaie. Elle favorise l'apparition des facteurs de croissance vasculaires et permet l'apparition d'un bourgeon charnu de bonne qualité. Pour de petites escarres avec des surfaces bien vascularisées, le VAC présente un intérêt, soit en permettant l'apparition d'un tissu de granulation de bonne qualité, soit en préparation à la chirurgie.

Les contre-indications sont : les plaies sur lésions malignes, les ostéites non traitées et les pertes de substance nécrosées.

Il faut utiliser le VAC avec prudence chez les patients sous anticoagulants à doses thérapeutiques, et sur les escarres avec fistules digestives.

Cette technique peut aussi avoir un intérêt chez des patients multirécidivistes sur lesquels les possibilités chirurgicales deviennent difficiles.

Les indications chirurgicales de toutes ces escarres en fonction de leur siège sont résumées dans le [Tableau 4](#).

Tableau 4.

Indications chirurgicales des escarres chez le handicapé médullaire.

| | |
|-------------------------------------|---|
| Escarre sacrée | Grand fessier en VY Griffith Lambeau en LLL |
| Escarre ischiatique | Grand fessier en îlot Ischiojambiers en VY |
| Escarre trochantérienne | Tenseur de fascia lata Excision-suture |
| Escarre talonnière | Cicatrisation dirigée Plantaire interne |
| Arthrite de hanche | Résection tête et col, fixateur externe, lambeau |
| Escarre confluyente du siège | Excision, lambeau Colostomie Dérivation urinaire |
| Dégénérescence maligne | Excision large Couverture par lambeau Radiothérapie |
| Récidiviste | Chirurgie à discuter Prise en charge globale |

■ Gestion des suites opératoires

(Tableau 5)

- Les *drains de Redon* sont laissés tant qu'ils donnent. On peut être amené à laisser les drains en place longtemps (jusqu'à 15 jours parfois). Il faut savoir enlever assez vite le drain de Redon de la zone donneuse et laisser plus longtemps celui de la zone receveuse. On met en culture le liquide de drainage

Tableau 5.
Suites opératoires.

| | |
|-------------------------|---|
| Drains | En bactériologie Ablation quand inférieurs à 20 ml |
| Antibiotiques | Adaptés aux prélèvements C et D Adaptés aux drains |
| Fils et agrafes | Ablation j21 |
| Lits et supports | Lit à air à pression dynamique variable Pas de station assise 45 jours postopératoires |
| Nutrition et transit | Renutrition orale, entérale ou parentérale Réguler le transit |
| Gestion des urines | Sonde à demeure en postopératoire Reprise des autosondages j10 |
| Informations au patient | Sur les suites opératoires Sur la reprise de l'appui |
| Suites de soins | Hospitalisation à domicile Service de rééducation |

- de la zone receveuse dès la 24^e heure. C'est lui qui sert de base pour l'antibiothérapie. En cas de positivité des drains, il est impératif de mettre en place une antibiothérapie adaptée même si l'évolution locale est favorable, le risque étant la désunion ou récurrence septique.
- *L'antibiothérapie* est prescrite très largement : en pré- et peropératoire, c'est la prévention de la gangrène gazeuse qui est assurée par l'association pénicilline et métronidazole ou mieux par l'Augmentin®. En cas d'allergie à la pénicilline, on prescrit de la vancomycine. Dès le retour de la culture du drain, on ajuste l'antibiothérapie. On peut être amené à prescrire des associations lourdes en raison de la variabilité et de la multiplicité des germes retrouvés. Mais il s'agit d'une antibiothérapie discutée et documentée dont on ne peut se passer. En effet, la culture du drain est le reflet fidèle de l'état local [20]. On sait bien que l'aspect cutané et clinique peut être rassurant alors que l'hématome opératoire, profond, se surinfecte et va donner un décollement infecté dans les jours qui viennent. Les antibiotiques sont poursuivis jusqu'à l'ablation des drains. En cas de doute clinique, on peut faire des cultures itératives qui permettent d'ajuster les antibiotiques. Il ne faut pas prescrire d'antibiotiques sur la base des prélèvements superficiels faits sur l'escarre mais sur les prélèvements profonds après excision [21]. La flore superficielle retrouvée est en effet multiple, et ce n'est pas celle qui persiste après l'excision chirurgicale. La culture des drains de Redon est bien plus fiable et permet d'alléger les thérapeutiques. Dans de rares cas, si on connaît le germe en préopératoire, on peut être amené à mettre en place des billes de gentamicine dans la cavité d'excision et avant le deuxième temps de couverture [22].
 - Les *fils et agrafes* sont enlevés vers le 21^e jour. Il n'y a aucun inconvénient à les laisser longtemps. En revanche, les téguments des malades neurologiques cicatrisent lentement et les désunions sont à craindre.
 - Les opérés sont sur des *lits à air de préférence à pression dynamique variable*. La remise en station assise est autorisée au 45^e jour postopératoire. Avant, une longue préparation locale doit être faite, pour assurer la souplesse et l'élasticité de la zone opérée. À partir du premier mois, la région doit être massée et les cicatrices doivent être mobilisées. Pour les escarres ischiatiques, on doit attendre la fin du premier mois pour reprendre les flexions de hanche.
 - *Gestion de la nutrition et du transit* : au besoin renutrition par sonde nasogastrique, éviter les diarrhées, source de désunion septique.
 - *Gestion des urines* : sonde à demeure le plus souvent mise en place la veille de l'intervention et laissée une quinzaine de jours pour éviter que des fuites ne souillent le lambeau et entraînent une macération.

- *Informations au patient et à sa famille* sur l'évolution, sur le protocole de reprise de station assise.
- *Préparation des suites* en centre de rééducation, ou à domicile avec ou sans hospitalisation à domicile.
- *Soutien psychologique* : au mieux par un psychologue, la période postopératoire est toujours très difficile à gérer, faisant revenir en surface la notion de handicap et de dépendance.

“ À retenir

Les drains sont mis en culture, les antibiotiques sont modifiés en fonction.
La renutrition est instaurée.
Le support est adapté.
Pas de station assise pendant les 45 jours postopératoires.

■ Gestion des complications (Tableau 6)

Nécrose du lambeau

Elle est le plus souvent une faute technique. En fait, la nécrose ne doit pas se produire sur une escarre de première intention. En revanche, chez les neurologiques multiopérés, on peut avoir une appréciation un peu trop optimiste de la vascularisation restante, et la nécrose survient. Il faut, après mise en place du lambeau, regarder la coloration cutanée et ne pas hésiter à faire sauter des points cutanés, quitte à avoir une suture lâche. La nécrose n'est pas toujours totale, et une retouche du lambeau est possible dès que la nécrose semble bien définie.

Infection postopératoire

Elle se produit dans 10 % des cas environ. Elle se manifeste de plusieurs façons. Tantôt elle est évidente. La fièvre et la rougeur locale ne font pas de doute. Il faut savoir que ce tableau d'infection aiguë peut être trompeur. En effet, l'œdème local est parfois ischémiant pour le lambeau. Le traitement de l'infection lève l'ischémie. Un lambeau cyanique doit donc être mis aux antibiotiques au plus vite. Ailleurs, c'est un écoulement entre deux points, sans fièvre, qui fait le diagnostic. Ailleurs enfin, c'est sur la culture du Redon qu'on parle d'infection. Le traitement est d'abord et avant tout médical. L'antibiothérapie a une grande efficacité sur un foyer opératoire vascularisé. Après quelques jours d'antibiotiques, si l'évolution n'est pas favorable, il faut réintervenir pour nettoyer, évacuer l'hématome infecté et refermer sur de nouveaux drains. Cette intervention ne doit pas être effectuée trop tardivement car le lambeau infecté se rétracte

Tableau 6.
Gestion des complications.

| Complications | Diagnostic | Traitement |
|-------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Nécrose partielle | Clinique | Chirurgical |
| Infection | Clinique/ bactériologique | Antibiotiques ± chirurgie |
| Désunion | Clinique | Chirurgie |
| Séromes | Clinique | Évacuation au lit |
| Complications générales | Clinique et bilan biologique | HBPM et autres |

HBPM : héparines de bas poids moléculaire.

et la fermeture lors de la réintervention est parfois difficile. Plus l'intervention est précoce, plus elle est efficace et simple. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue qu'un grand nombre d'infections locales guérissent par antibiotiques seuls. Elles sont parfois longues à guérir, mais n'influencent pas le résultat final.

Désunion

Elle est rarement le fait de la zone receveuse. Quand c'est le cas, il peut s'agir, soit d'une faute de l'opérateur, soit d'une faute de nursing. Toute désunion sur la zone receveuse doit être resuturée. Si la cause en est une traction excessive sur la suture, il faut reprendre la plastie et l'agrandir. S'il s'agit d'une faute de nursing, on peut se contenter d'une suture large, au lit du malade, par un ou deux gros points. Les désunions sur la zone donneuse sont sans gravité. Elles guérissent habituellement spontanément sans séquelle pour la plastie. Toutefois, un certain nombre de désunions sur zone donneuse peuvent nécessiter un traitement chirurgical si elles sont trop larges (suture secondaire ou plastie).

Séromes ou hydromes

Ils sont de traitement difficile. Ils sont le fait presque électif des lambeaux fasciocutanés. Ils sont rares dans les lambeaux cutanés, et exceptionnels dans les lambeaux musculocutanés. Il s'agit d'épanchements liquidiens clairs, stériles qui décollent le lambeau. Tant qu'ils ne sont pas fistulisés, on a intérêt à les ponctionner de façon répétitive. En revanche, s'ils sont fistulisés, ils ne vont pas manquer de se surinfecter, provoquant des infections focales très difficiles à traiter. Il faut donc les opérer. L'intervention consiste à reprendre la plastie en totalité, à enlever la paroi de la poche, à refermer sur drains et, si possible, à appliquer la plastie au fond osseux par des points transosseux. Mais, là aussi, l'intervention pour hydrome n'est pas toujours couronnée de succès.

Complications générales

On retrouve : décompensation d'une pathologie associée, septicémie, complications thromboemboliques prévenues systématiquement par héparine de bas poids moléculaire jusqu'à reprise de la station assise chez le handicapé.

“ À retenir

La récurrence précoce est souvent un échec bactériologique et nécessite une reprise chirurgicale.

La récurrence tardive est un échec mécanique, la chirurgie se discute au cas par cas.

Conclusion

La chirurgie des escarres associe excision et couverture par lambeau, le plus souvent en un seul temps opératoire. Les différents lambeaux utilisés sont classiques pour les cas simples. En cas d'escarres multiples, de récurrence, il faut s'adapter aux cicatrices existantes.

Les soins périopératoires sont primordiaux : la gestion de la bactériologie et des antibiotiques, la gestion des supports, l'absence de station assise pendant les 45 jours postopératoires.

Malheureusement, cette chirurgie est ingrate, difficile, peu valorisante et donc pratiquement plus enseignée. Le marasme de la prise en charge de l'escarre chirurgicale n'est pas prêt de s'améliorer.

Dans ce contexte, toutes les solutions permettant la régénération tissulaire sont à étudier : facteurs de croissance notamment [23].

Cette chirurgie demande une connaissance des techniques de chirurgie plastique, des techniques de résection osseuse et des notions précises de bactériologie. Elle ne peut se pratiquer en dehors d'unité spécialisée multidisciplinaire.



Références

- [1] Keller BP, Wille J, Van Ramshorst B, Van der Werken C. Pressure ulcers in intensive care patients: a review of risks and prevention. *Intensive Care Med* 2002;**28**:1379-88.
- [2] Le Chapelain L, Fyad JP, Beis JM, Thisse MO, Andre JM. Early surgery management of pelvic region pressure ulcers versus directed cicatrization in a population of spinal cord injured patients. *Ann Readapt Med Phys* 2001;**44**:608-12.
- [3] Bansal C, Scott R, Stewart D, Cockerell CJ. Decubitus ulcers: a review of the literature. *Int J Dermatol* 2005;**44**:805-10.
- [4] Deshmukh GR, Barkel DC, Sevo D, Hergenroeder P. Use of misuse of colostomy to heal pressure ulcers. *Dis Colon Rectum* 1999;**39**:737-8.
- [5] Sterbis JR, Lewis VL, Bushman W. Urologic and plastic surgical collaboration for continent diversion when urine leakage is complicated by pressure ulcers or obesity. *J Spinal Cord Med* 2003;**26**:124-8.
- [6] Mathes SJ, Nahai F. *Clinical applications for muscle and musculocutaneous flaps*. St Louis: CV Mosby; 1982.
- [7] Dumurgier C, Lantieri L, Rougier G, Pujol G. Le lambeau musculocutané en îlot de faisceau supérieur de muscle grand fessier. *Ann Chir Plast* 1991;**36**:125-31.
- [8] Ichioka S, Okabe K, Tsuji S, Ohura N, Nakatsuka T. Distal perforator-based fasciocutaneous V-Y flap for treatment of sacral pressure ulcers. *Plast Reconstr Surg* 2004;**114**:906-9.
- [9] Hagerty RF. The hamstring myocutaneous flap in repair of ischial decubiti. *Ann Plast Surg* 1980;**5**:227-31.
- [10] Kauer C. Escarre ischiatique : reconstruction du pli fessier. *Ann Chir Plast Esthet* 1985;**30**:171-4.
- [11] Rimareix F, Lortat-Jacob A. Comparative study of 2 surgical techniques in the treatment of ischial pressure ulcers in paraplegic patients. Retrospective study of 90 cases. *Ann Chir Plast Esthet* 2000;**45**:589-96.
- [12] Aslan G, Tuncali D, Bingul F, Ates L, Yavuz N. The “duck” modification of the tensor fascia lata flap. *Ann Chir Plast Esthet* 2005;**54**:637-9.
- [13] Evans GR, Lewis VL, Manson PN, Loomis M, Vander Kolk CA. Hip joint communication with pressure sore: the refractory wound and the role of Girdlestone arthroplasty. *Plast Reconstr Surg* 1993;**91**:288-94.
- [14] Masquelet AC, Gilbert A, Restrepo J. Le lambeau plantaire en chirurgie réparatrice du pied. *Presse Med* 1984;**13**:935-6.
- [15] Yu P, Sanger JR, Matloub HS, Gosain A, Larson D. Anterolateral thigh fasciocutaneous island flaps in perineoscrotal reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2002;**109**:610-8.
- [16] Chraïbi H, Dereure O, Teot L, Guillot B. The diagnosis and treatment of carcinomas occurring at the sites of chronic pressure ulcers. *J Wound Care* 2004;**13**:447-8.
- [17] Peterson R, Sardi A. Hemiscorpectomy for chronic pressure ulcer carcinoma: 7 years of follow-up. *Am Surg* 2004;**70**:507-11.
- [18] Tavakoli K, Rutkowski S, Cope C, Hassal M, Barnett R, Richards M, et al. Recurrence rates of ischial sores in para and tetraplegics treated with hamstring flaps: an 8-year study. *Br J Plast Surg* 1999;**52**:476-9.
- [19] Kuwahara M, Tada H, Mashiba K, Yurugi S, Iioka H, Niitsuma K, et al. Mortality and recurrence rate after pressure ulcer operation for elderly long-term bedridden patients. *Ann Plast Surg* 2005;**54**:629-32.
- [20] Heym B, Rimareix F, Lortat-Jacob A, Nicolas-Chanoine MH. Bacteriological investigation of infected pressure ulcers in spinal cord-injured patients and impact on antibiotic therapy. *Spinal Cord* 2004;**42**:230-4.

- [21] Robson MC, Mannari RJ, Smith PD, Payne WG. Maintenance of wound bacterial balance. *Am J Surg* 1999;**178**:399-402.
- [22] Priesack W, Fuchs KH, Bauer E. Primary immediate coverage of decubitus ulcers by musculocutaneous flaps and gentamicin PMMA beads. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1987;**19**:10-6.
- [23] Kallianinen LK, Hirshberg J, Marchant B, Rees RS. Role of platelet-derived growth factor as an adjunct to surgery in the management of pressure ulcers. *Plast Reconstr Surg* 2000;**106**:1243-8.

Pour en savoir plus

- Colin D, Barrois B, Pélissier J. *L'escarre. Problèmes en médecine de rééducation*. Éditions Masson; 1998.
- Lortat-Jacob A, Colin D. *Les escarres. Actes des 13^e Entretiens de l'Institut Garches*. Éditions Frison-Roche; 2000.
- Barrois B. Pansements d'escarre : comment faut-il nettoyer la plaie? Faut-il utiliser les antiseptiques? *L'escarre. Rev Officielle Assoc Perse* 2000;**7**:10-2.

F. Rimareix, Praticien hospitalier, praticien spécialisé des CLCC, chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique (francoise.rimareix@igr.fr).

X. Delpit, Interne de chirurgie des hôpitaux de Paris.

T. Bauer, Chef de clinique-assistant, chirurgie orthopédique.

A. Lortat-Jacob, Professeur Faculté Paris Ouest, chef de service, chirurgien des Hôpitaux.

Service de chirurgie orthopédique et réparatrice, centre hospitalier universitaire Ambroise Paré, 9, avenue Charles-De-Gaulle, 92100 Boulogne Billancourt, France.

Unité Toulouse Lautrec de chirurgie du handicapé médullaire, Hôpital Raymond Poincaré, 104, boulevard Raymond-Poincaré, 92380 Garches, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Rimareix F., Delpit X., Bauer T., Lortat-Jacob A. Traitement chirurgical des escarres. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-072, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Traitement chirurgical des pseudarthroses diaphysaires aseptiques

J. Brilhault, L. Favard

Le choix du traitement d'une pseudarthrose doit prendre en compte tout le passé de la pseudarthrose depuis la fracture jusqu'à sa constitution. En effet, le choix thérapeutique en dépend le plus souvent. Dans un certain nombre de cas, le recours à des techniques particulières (reconstructions des pertes de substances importantes, recours aux lambeaux composites) s'impose. Elles ne seront que citées dans cet article car elles ont déjà été traitées ailleurs. Le plus souvent, la pseudarthrose relève d'un traitement classique que nous décrivons ici. Nous détaillerons enfin les spécificités techniques du traitement de quelques pseudarthroses diaphysaires en fonction de leurs localisations (jambe, fémur, humérus et clavicule). Le passé des malades porteurs d'une pseudarthrose est souvent lourd, émaillé de plusieurs interventions avec un retentissement psychologique non négligeable. Il faut tout faire pour que le traitement soit d'emblée une réussite. La rigueur et le soin technique interviennent pour beaucoup dans son succès.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Pseudarthrose ; Greffe osseuse ; Clavicule ; Humérus ; Fémur

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Introduction | 1 |
| Définition | 1 |
| Facteurs qui conduisent à une pseudarthrose | 1 |
| Bilan d'une pseudarthrose | 2 |
| ■ Démarche pratique devant une pseudarthrose diaphysaire | 2 |
| Pseudarthrose | 2 |
| Environnement cutané et musculaire | 3 |
| État régional | 3 |
| État général | 3 |
| Infection | 3 |
| ■ Schéma thérapeutique | 3 |
| Choix de la voie d'abord | 3 |
| Abord du foyer | 3 |
| Relance des processus de consolidation | 4 |
| Couverture du foyer | 11 |
| Stabilisation du foyer | 11 |
| ■ Spécificités du traitement des pseudarthroses diaphysaires de la jambe, du fémur, de l'humérus et de la clavicule | 11 |
| Pseudarthroses aseptiques de jambe | 11 |
| Pseudarthroses du fémur | 17 |
| Pseudarthrose de la diaphyse humérale | 19 |
| Pseudarthrose de la clavicule | 21 |
| ■ Conclusion | 22 |

■ Introduction

Définition

On parle de pseudarthrose quand il persiste une mobilité interfragmentaire et qu'il est avéré que le traitement institué initialement n'amènera pas la consolidation de la fracture. Ce

diagnostic est lourd de conséquences car il implique une nouvelle décision thérapeutique. Le délai de consolidation (et donc par extension d'absence de consolidation) varie selon le site fracturaire, le type de fracture et le traitement initialement mis en œuvre. Bien que la limite entre retard de consolidation et pseudarthrose soit parfois difficile à tracer, on a l'habitude de ne parler de pseudarthrose des os longs qu'en l'absence de consolidation à 6 mois du traumatisme.

Facteurs qui conduisent à une pseudarthrose

Les facteurs qui conduisent à une pseudarthrose sont de deux types : mécanique et biologique. Il est habituel de distinguer les pseudarthroses selon la trophicité des extrémités osseuses sur les radiographies. On parle alors de pseudarthrose hypertrophique (d'origine principalement mécanique) ou atrophique (d'origine principalement biologique) :

- en termes simples, la pseudarthrose hypertrophique est caractérisée par des extrémités osseuses élargies (en patte d'éléphant), bien vascularisées, sans sclérose ni ostéoporose (Fig. 1). La pseudarthrose est alors le plus souvent serrée. Elle est la conséquence d'un défaut mécanique du traitement initial et requiert un geste de stabilisation ;
- à l'opposé, la pseudarthrose atrophique est caractérisée par des extrémités osseuses rétrécies (en pinceau), mal vascularisées avec une ostéoporose et/ou une sclérose des fragments (Fig. 2). Elle est la conséquence d'un défaut biologique du traitement initial et requiert, outre un geste de stabilisation, un geste de relance des processus de consolidation.

À ces deux facteurs principaux conduisant à une pseudarthrose on doit ajouter l'infection. En cas de pseudarthrose septique, la prise en charge est profondément modifiée c'est dire l'importance des prélèvements bactériologiques et histologiques systématiques lors de la prise en charge chirurgicale d'une pseudarthrose.

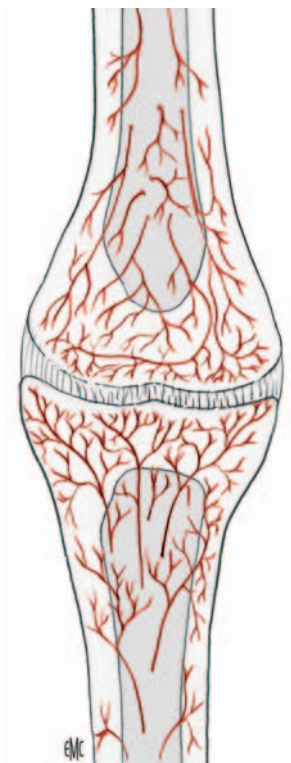


Figure 1. Pseudarthrose hypertrophique.

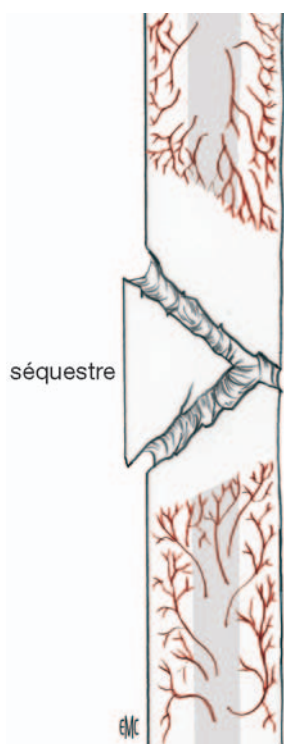


Figure 2. Pseudarthrose atrophique avec séquestre.

Bilan d'une pseudarthrose

L'enjeu et le choix de la stratégie chirurgicale font du bilan de la pseudarthrose (surtout si celle-ci est infectée) une étape essentielle du traitement. Voilà pourquoi nous l'incluons dans le chapitre de thérapeutique. Le bilan d'une pseudarthrose peut être décrit en fonction du type d'examen effectué (clinique, radiographique et biologique). Il nous a semblé plus simple de le décrire comme nous le réalisons en pratique, c'est-à-dire : local, régional et général.

■ Démarche pratique devant une pseudarthrose diaphysaire

Le bilan a pour but de faire le diagnostic précis de la pseudarthrose, d'évaluer son retentissement sur le membre atteint et sur le patient. L'anamnèse reprend toute l'histoire de la pseudarthrose depuis la fracture jusqu'à sa constitution.

Pseudarthrose

Le premier temps du bilan consiste à faire le diagnostic de la pseudarthrose. Cliniquement, il persiste une mobilité interfragmentaire (pas toujours facile à percevoir) qui peut aussi être objectivée par des clichés en stress. Radiologiquement, il persiste une solution de continuité. Les simples radiographies de face et de profil ne suffisent pas toujours, il faut alors rechercher (et obtenir) l'incidence radiographique qui est perpendiculaire et met en évidence la solution de continuité (Fig. 3). Les radio-



Figure 3. Radiographie du foyer de pseudarthrose.
A. Perpendiculaire au foyer.
B. Dans le plan du foyer.

graphies standards permettent, dans le même temps, d'apprécier la trophicité osseuse (et d'affiner le diagnostic entre pseudarthrose hypertrophique ou atrophique), de rechercher la présence de séquestres, de lacunes et d'un matériel d'ostéosynthèse. Elles doivent aussi permettre d'apprécier la perte de substance osseuse avant l'intervention mais aussi après un premier temps d'excision. Le scanner et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) permettent de juger de la vitalité osseuse et de l'extension d'une ostéite.

Environnement cutané et musculaire

L'examen du revêtement cutané relève les cicatrices, les zones de greffes et les lambeaux. Il évalue la souplesse et l'épaisseur des téguments, leur mobilité par rapport aux plans profonds (os et muscles). L'examen des parties molles débute autour du foyer de pseudarthrose et s'étend au reste du membre. Il évalue, par la palpation, la souplesse des loges musculaires et leur retentissement (en cas de rétraction) sur les articulations.

État régional

On poursuit l'examen du patient par l'évaluation des amplitudes articulaires, la recherche d'une inégalité de longueur des membres et d'une déviation axiale. La quantification d'un raccourcissement du segment de membre atteint se fait de façon comparative, par une incidence de face sur une même plaque et, ce d'autant qu'il existe un enraidissement articulaire. Un pangonogramme (en cas d'atteinte des membres inférieurs) permet de quantifier la déviation axiale (locale et constitutionnelle). Les clichés en stress permettent d'apprécier la réductibilité de la déformation si elle existe.

L'examen se termine par l'évaluation de l'état artériel et veineux et par l'examen neurologique. Une artériographie de tout le membre peut être utile pour choisir la voie d'abord mais est surtout décisive dans la perspective de différentes techniques comme la greffe intertibiofibulaire ou les lambeaux.

État général

Il s'agit là d'évaluer le retentissement fonctionnel de la pseudarthrose sur le membre et le patient, mais aussi d'apprécier l'état physiologique du patient et son aptitude à « endurer un traitement chirurgical ambitieux » : âge, poids/taille (index de masse corporelle), tares éventuelles (diabète, maladie chronique, toxicomanie, néoplasie, etc.). Le tabagisme a une place à part. Il est maintenant établi qu'il est un facteur de risque important des pseudarthroses.^[1] Le patient doit donc être averti et conscient que la suspension de son tabagisme (au cours du traitement) représente sa participation au succès du traitement.

Infection

L'infection doit être recherchée tout au long de l'examen : dès l'anamnèse, au cours de l'examen local (plaie chronique, fistule, chaleur locale, adénopathies) et au moment de consigner les signes généraux (état général, poids, fièvre). Le bilan biologique, outre l'état général du patient, cherche à évaluer un processus infectieux évolutif par un hémogramme, une vitesse de sédimentation et un dosage de la protéine C réactive. Si, dans certains cas, l'infection est certaine et évidente sur la présence d'une fistule productive avec des prélèvements bactériologiques positifs, dans la majorité des cas, il faut effectuer des prélèvements profonds au niveau du foyer de pseudarthrose pour faire la preuve du caractère septique, ou aseptique de ce dernier (voir l'article de l'Encyclopédie médico-chirurgicale « Principes de traitement de la chirurgie de l'infection osseuse. Infection sur os non solide »).

■ Schéma thérapeutique

Une raideur articulaire, une déviation axiale, voire une perte de substance sont préoccupantes mais sont presque toujours susceptibles d'amélioration après l'obtention de la consolidation et leur traitement par des gestes secondaires spécifiques. En revanche, l'état neurologique, vasculaire et trophique du segment de membre en aval de la pseudarthrose ainsi que l'état général du patient commandent le pronostic fonctionnel final. Ce sont eux qui déterminent en définitive le traitement de la pseudarthrose et justifient les risques encourus. Au bout du compte, trois situations peuvent être abordées :

- un état catastrophique devant faire poser d'emblée l'indication d'une amputation. Cela peut être le fait de la pseudarthrose comme du patient et n'est surtout vrai qu'à la jambe. Il reste alors à apprécier le bénéfice fonctionnel apporté au patient par le niveau de l'amputation en fonction de son état et des risques encourus ;
- une pseudarthrose serrée ou hypertrophique permettant d'envisager une solution simple pour obtenir la consolidation sans abord du foyer : la remise en charge du membre, une ostéotomie de la fibula, le changement d'un clou centromédullaire avec alésage ou la modification du montage d'un fixateur externe ;
- enfin, le cas le plus fréquent où il faut relancer le processus de consolidation, stabiliser le foyer de pseudarthrose et obtenir une bonne couverture de celui-ci. C'est cette dernière situation que nous détaillerons ici.

Choix de la voie d'abord

Le choix de la voie d'abord est essentiel. Il est facile, lorsque la peau est de bonne qualité, sans intervention préalable. Dans ce cas, c'est la technique retenue qui conditionne le choix de la voie d'abord. Il est parfois difficile, du fait de l'état trophique, des interventions préalables, de la réalisation des gestes de couverture ou des lésions vasculaires. Dans ce cas, plus que la technique, c'est le risque cutané ou vasculaire qui détermine la voie d'abord. Celle-ci doit offrir le maximum de sécurité, même si le geste osseux devient plus difficile à effectuer. Il ne faut pas passer au travers d'une peau fine, adhérente, ou de trophicité limite, ni au travers d'une greffe de peau mince. Lorsqu'un lambeau a été réalisé, la voie d'abord ne doit pas compromettre sa vitalité.

Dans certains cas, il n'existe pas de solution sûre et le choix doit être fait entre les techniques à foyer fermé (alésage sans abord du foyer ou injection de moelle osseuse) et la pratique de gestes de couverture préalables ou associés aux gestes osseux.

Abord du foyer

Parage du foyer

Ce geste, destiné à exciser tout le fibreux de la pseudarthrose n'est en général pas nécessaire. Il risque de déstabiliser le foyer surtout s'il s'agit d'une pseudarthrose serrée. Il n'amène pas une consolidation plus rapide mais contribue à une dévascularisation plus importante. Parfois, ce parage peut être nécessaire pour la correction d'une déviation axiale, en permettant une meilleure mobilisation des fragments.

Reperméabilisation du canal médullaire

Elle impose un démontage du foyer avec les inconvénients cités précédemment si elle est réalisée à ciel ouvert. L'alésage du foyer de pseudarthrose, quand il est possible, permet de ne pas aborder le foyer et de réaliser un apport osseux par le produit d'alésage.

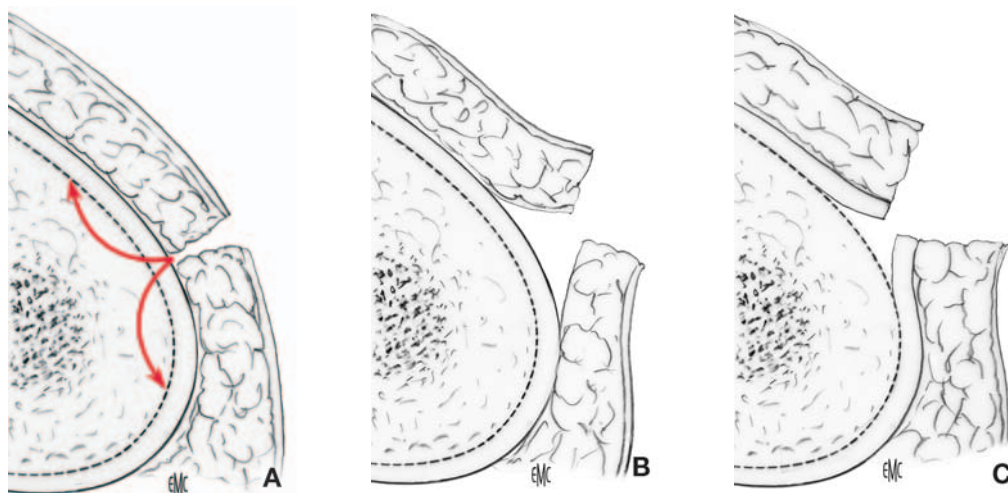


Figure 4. Principes de la voie d'abord dans la décortication.

- A.** D'emblée jusqu'à l'os.
- B.** Pas de décollement sous-cutané.
- C.** Pas de décollement périosté.

Excision de l'os nécrotique

La conduite à tenir vis-à-vis de l'os nécrotique n'est pas univoque. En effet, si tout séquestre doit être enlevé, il ne faut pas réaliser une excision extensive conduisant à une perte de substance massive de réparation difficile. Seules les pseudarthroses septiques peuvent imposer de tels gestes : l'excision doit, dans ce cas, être complète, quel que soit le sacrifice osseux qui en résultera, pour obtenir l'assèchement du site.

Relance des processus de consolidation

Le but du traitement est de rétablir la continuité osseuse par l'obtention d'un cal unitif. Cet objectif est prioritaire sur la correction des déformations et des petites inégalités de longueur des membres. Les grandes pertes de substances des membres inférieurs requérant des techniques spécifiques de reconstruction échappent à cette règle. Les moyens à mettre en œuvre associent habituellement à la stabilisation du squelette, le plus souvent par ostéosynthèse, des gestes spécifiques de relance des processus de consolidation et/ou de renforcement du cal osseux : la décortication ostéomusculaire et la greffe osseuse autologue.

Décortication ostéomusculaire

Elle peut être utilisée isolément, ou faire partie de la voie d'abord dans le cadre d'autres techniques. Elle doit être considérée comme une greffe osseuse vascularisée. Son principe a été clairement exposé par Robert Judet, [2, 3] père de la technique : « C'est une portion vivante qui reste sur place, qui est simplement séparée de l'os, et à laquelle on confie la tâche de se ressouder à l'os et, en même temps qu'elle se ressoude à l'os, d'entraîner le processus de consolidation de cet os lui-même. »

Elle réalise un manchonnage du foyer de pseudarthrose par un abord intracortical de l'os à l'aide d'un ciseau à os. Le fourreau de copeaux osseux vascularisé a un double rôle d'ostéogenèse périfocale et de relance des processus de consolidation du foyer de pseudarthrose lui-même. Elle représente un geste de base du traitement à foyer ouvert des pseudarthroses. Elle doit toujours être associée à une synthèse solide. Elle est pratiquée isolément dans le cas des pseudarthroses hypertrophiques, mais doit être associée à une greffe spongieuse ou cortico-spongieuse toutes les fois où il existe un defect osseux. Dans le cas des pseudarthroses infectées, elle est réalisable en l'absence d'abcès périossesux décollant les parties molles de l'os.

Voie d'abord

La voie d'abord est la plus directe possible, allant d'emblée jusqu'à l'os (Fig. 4). Aucun décollement cutané ne doit être effectué, encore moins de décollement au contact de l'os, en

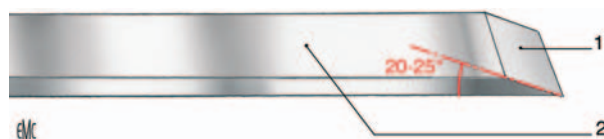


Figure 5. Ciseau à décortiquer. 1. Biseau ; 2. planche.

particulier périosté, car les éléments de la décortication ne seraient plus pédiculés. Cette voie d'abord doit être suffisamment longue, d'une part pour la décortication elle-même qui doit s'étendre sur au moins un tiers de la longueur de l'os, d'autre part pour récliner plus facilement les copeaux ostéopériostés et tourner autour de la diaphyse.

Technique

Deux instruments seulement sont nécessaires :

- un ciseau à os (Fig. 5) : il doit posséder un biseau et être parfaitement tranchant. La décortication est irréalisable si le biseau n'est pas bien affûté et il n'est pas inutile de vérifier soi-même l'affûtage avant l'intervention ;
- un maillet : notre préférence va au maillet de « nylon » qui permet un travail plus souple, plus précis et une meilleure perception de ce qui se passe au bout du ciseau.

La tenue de ces instruments est importante et répond à des règles [4] : elle est identique à celle des menuisiers. Le manche du ciseau (comme celui du maillet) doit être tenu à pleine main (Fig. 6), le pouce au-dessus des doigts longs. C'est la seule façon d'avoir une tenue ferme, précise, et de guider son ciseau comme on le souhaite.

Pour le travail du biseau, le ciseau attaque l'os obliquement et le biseau revêt de ce fait une importance primordiale. Si le biseau est dirigé vers l'os, il tend, lors de son travail, à écarter le ciseau de l'os. La lamelle corticopériostée enlevée est alors très fine, voire inexistante, réalisant un dépériostage préjudiciable à toute consolidation. Si la planche du ciseau (côté plat opposé au biseau) est dirigée contre l'os, le travail du ciseau se fait en profondeur. Il faut alors se méfier de ne pas aller trop profondément (Fig. 7). L'opérateur doit donc en permanence inverser son ciseau selon qu'il est trop superficiel ou trop profond.

La décortication doit pouvoir être effectuée dans de bonnes conditions si la chronologie suivante est respectée (Fig. 8) :

- faire l'entaille du premier copeau ostéopériosté, planche contre l'os, pour obtenir une entaille de 2 à 3 mm de profondeur ;
- retourner le ciseau et travailler le biseau contre l'os, progressivement, le ciseau remontant à la surface en détachant un copeau ostéomusculaire de bonne épaisseur ;
- recommencer de la même façon pour le copeau suivant.



Figure 6. Tenue du ciseau.

Avec l'expérience, il est possible de travailler le biseau toujours contre l'os, en faisant varier l'inclinaison du ciseau au fur et à mesure de sa progression, l'important étant de ne jamais perdre le contact osseux. Il est important, avant de débiter la décortication, de bien analyser l'aspect radiographique de la pseudarthrose. Il est en effet bien rare que les faces osseuses soient planes et régulières. Beaucoup plus souvent, elles présentent bosses, creux et anfractuosités, rendant difficile la décortication. L'opérateur doit donc avoir noté avec soin la situation de ces changements de relief, au risque de se fourvoyer trop profondément ou trop superficiellement. C'est en progressant ainsi que de fines lamelles corticomusculaires, saignantes, bien attenantes aux parties molles doivent être détachées, si possible de façon circonférentielle et sur 10 à 15 cm selon l'os abordé.

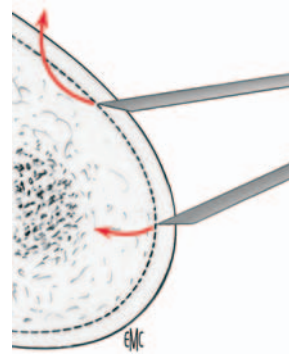


Figure 7. Travail du ciseau selon l'orientation du biseau.

Ce n'est que lorsque la décortication est terminée que l'on est autorisé, si besoin est, à pratiquer des gestes complémentaires au niveau du foyer de pseudarthrose.

Grefe corticospongieuse autologue

La greffe osseuse a un rôle d'inducteur de la consolidation et de comblement d'un defect osseux parcellaire ou segmentaire. Les greffons peuvent être de trois types : spongieux, corticospongieux ou corticaux. Selon leur mode d'utilisation, la greffe peut être apposée (correspondant au manchonnement d'un foyer par du spongieux), de comblement (en cas de defect parcellaire), encastrée dans une tranchée (greffe en *inlay*) ou vissée en pontant le foyer de pseudarthrose.

Quelle que soit la technique retenue, l'apport de greffons spongieux est toujours bénéfique. Ces greffons se défendent bien contre l'infection, ils induisent une ostéogenèse rapide et peuvent être placés dans les moindres recoins sans problème. À l'inverse, la greffe corticale pure (tibiale) a une ré-habitation lente et se défend mal contre l'infection. Son prélèvement entraîne toujours la fragilisation du segment de membre donneur. Employée seule, sans synthèse de complément, elle n'assure pas, quel que soit le mode de fixation, une stabilisation satisfaisante du foyer de pseudarthrose. Elle est actuellement abandonnée.

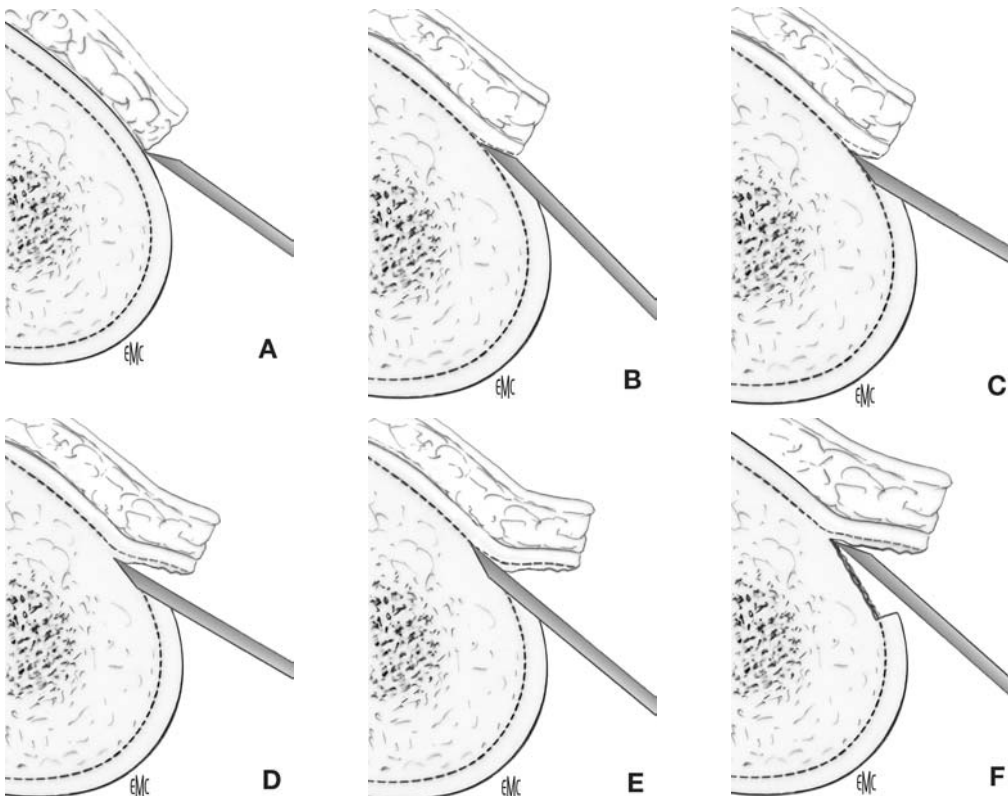


Figure 8. Maniement du ciseau au cours de la décortication (A à F).

Les greffons autologues sont majoritairement prélevés sur l'os iliaque. Ce choix découle de sa qualité ostéogénique, de la présence d'un volume d'os important permettant des prélèvements de greffons corticospongieux (ou spongieux) de forme et de taille variables.

Si les prélèvements sont habituellement bien tolérés, la prise de greffe iliaque n'est pas pour autant un acte bénin et secondaire. Les complications existent, [5] les plus graves sont les lésions de l'artère fessière, la perforation péritonéale, la lésion urétérale, la hernie abdominale, la lésion de l'articulation sacro-iliaque et la lésion du nerf fémorocutané. Elles sont heureusement rares (moins de 10 % des cas). Les complications mineures (de 10 % à 20 % des cas) sont des douleurs persistantes au-delà de 3 mois en rapport avec la lésion de branches nerveuses et la fracture de l'épine iliaque antérosupérieure. [6]

“ Points forts

La prise de greffe n'est donc pas un acte bénin et secondaire, une intervention sans risque ou un exercice d'acrobatie. Par conséquent, il faut : savoir utiliser les différents types de prélèvements, connaître les différentes voies d'abord et leurs dangers, s'installer correctement et avoir de bons instruments ! L'instrumentation nécessaire comporte

- une rugine large ;
- un écarteur contre-coudé de type Homman ;
- des lames de Pauwells et un maillet ;
- une gouge de Kelly ou de Stagnara ;
- une curette tranchante ;
- un compas ou une réglette pour mesurer les greffons.

Les sites de prélèvement sur le bassin sont la crête iliaque antérieure et le massif des épines iliaques postérieures.

Prise de greffons dans la crête iliaque antérieure

L'accès de la crête iliaque antérieure est facile, le patient peut être installé en décubitus dorsal ou latéral et elle permet de prélever des greffons corticospongieux d'excellente qualité bien que d'un volume de spongieux peu important.

Les complications à éviter sont :

- l'atteinte du nerf fémorocutané ;
- la fracture de l'épine iliaque antérosupérieure ;
- la lésion de la branche postérieure du 12^e nerf thoracique ;
- la perforation de l'aile iliaque ;
- l'oubli de compresses lors de la fermeture.

Rappel anatomique. Le bord externe de la crête iliaque qui constitue le relief esthétique de la crête est la zone d'insertion des fessiers qui doit être préservée chaque fois que possible. La convergence des faces internes et externes de l'aile iliaque, zone la plus mince de l'aile, se trouve 3 cm en arrière et en dessous du tubercule du moyen fessier (Fig. 9). L'épine iliaque antérosupérieure fait saillie en avant et surplombe le bord antérieur de l'aile iliaque, expliquant le risque de fracture en cas de prélèvement trop antérieur.

Deux rapports nerveux sont à retenir (Fig. 10). Le nerf cutané fémoral latéral (branche du plexus lombaire) suit le muscle iliaque dans un dédoublement du fascia iliaque puis croise l'épine iliaque antérosupérieure 1 cm en dedans, sous l'arcade crurale. Les branches du 12^e nerf thoracique perforent l'aponévrose du grand dorsal au-dessus de la crête qu'elles croisent à l'union de son tiers postérieur et de ses deux tiers antérieurs, en arrière du tubercule du moyen fessier.

Exposition de la crête iliaque antérieure. L'installation du patient se fait le plus souvent en décubitus dorsal avec un

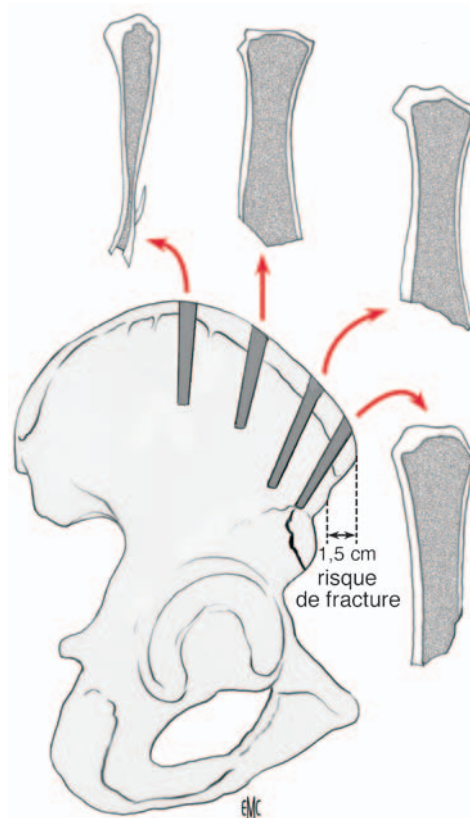


Figure 9. Architecture osseuse de l'aile iliaque.

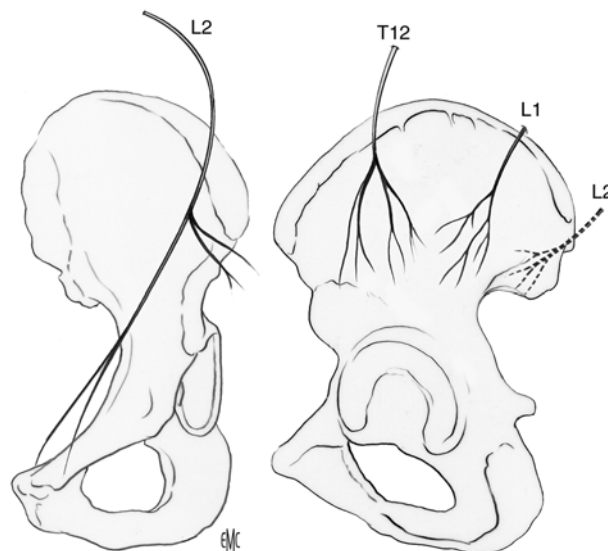


Figure 10. Rapports neurologiques de l'aile iliaque.

coussin sous la fesse homolatérale. Le décubitus latéral est possible mais attention à ce qu'il ne soit pas trop postérieur. Il est prudent de marquer la crête et l'épine iliaque antérosupérieure. Enfin, il est préférable de badigeonner et de « champer » large car si le membre inférieur est installé dans le même temps, les champs descendent lorsque le membre inférieur est reposé sur la table et masquent alors la crête iliaque.

L'incision cutanée est habituellement réalisée 1 cm sous la crête car les muscles de l'abdomen retombent « en besace » sur la crête (Fig. 11). En fait, il est possible, compte tenu de la mobilité cutanée dans cette zone, de décaler l'incision pour éviter qu'elle gêne en cas de port de ceinture ou pour la cacher plus haut dans un maillot. L'incision débute 1,5 cm en arrière de l'épine iliaque antérosupérieure pour ne pas léser le

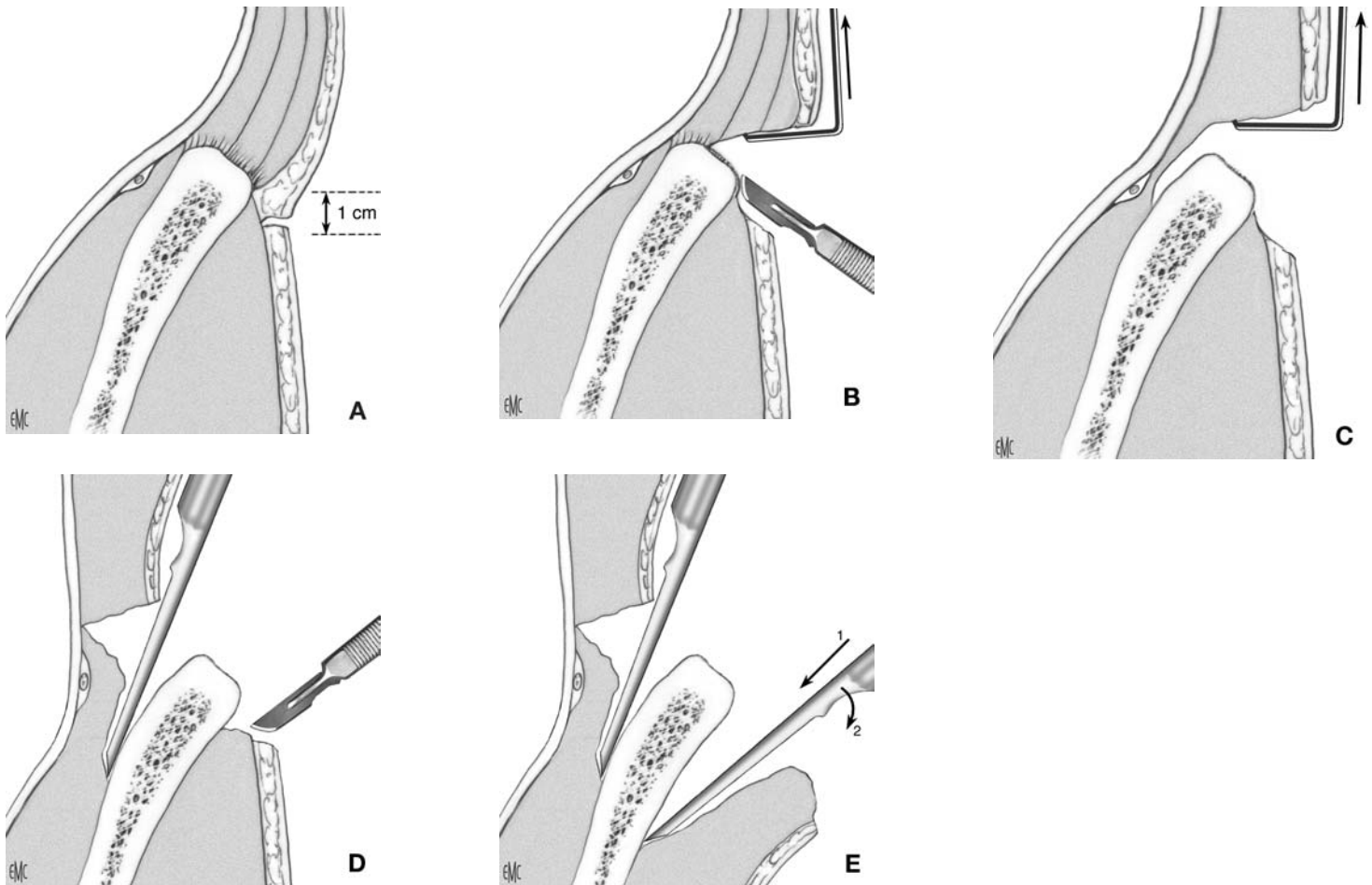


Figure 11. Exposition de la crête iliaque antérieure (A à E).

nerf cutané fémoral latéral et ne pas fracturer l'épine iliaque antérosupérieure en taillant un greffon trop antérieur. Sa longueur est fonction de la taille du prélèvement souhaité et de l'obésité du patient.

Après la dissection du tissu cellulaire sous-cutané, il faut repérer le bord inférieur des muscles abdominaux et relever ceux-ci jusqu'au bord supérieur de la crête (respecter le 12^e intercostal en arrière du tubercule du moyen fessier). Il faut ensuite décoller le périoste au bistouri du bord externe au bord interne de la crête puis désinsérer toujours au bistouri le muscle iliaque de la crête jusqu'à voir la zone musculaire sur toute l'étendue du prélèvement. À l'aide d'une rugine, décoller le muscle iliaque de la face interne de l'aile iliaque en restant au contact de l'os. En cas de décollement étendu, des artères nourricières peuvent saigner, leur hémostase se faisant alors à la cire. Pour s'exposer, il suffit alors de maintenir la rugine courbe verticale ou de planter un écarteur de Homman à la face interne de l'aile iliaque.

Un dégagement de la fosse iliaque externe est nécessaire si l'on doit prélever un greffon de pleine crête (tricortical). Il faut alors inciser le périoste et dégager en sous-périosté la face externe de l'aile iliaque avec une rugine.

Prise d'un greffon corticospongieux. Le greffon doit être pris sur la face interne, respectant ainsi les fessiers et le galbe de la crête. Il faut mesurer au préalable la taille requise pour le greffon. Amorcer les coupes antérieure et postérieure au ciseau à os à partir du bord interne de la crête, sans dépasser son milieu. La dernière coupe est réalisée, dans le plan de l'aile iliaque, au petit ciseau (en attaquant du coin du ciseau), en suivant le sommet de la crête entre les coupes précédentes (Fig. 12). Il faut ensuite s'étendre en profondeur avec des lames de Pauwells en faisant attention à ne pas perforer l'aile iliaque. Enfin, il faut rompre la corticale avec un ciseau à os.

La prise de greffons en allumettes est exposée avec la prise de greffons iliaques postérieurs.

Prise d'un greffon en pleine crête (tricortical). Le site de prélèvement (antéropostérieur) et l'orientation du ciseau sont fonction de la forme désirée pour le greffon et de la courbure de la crête iliaque. La zone de prélèvement (théorique) débute à 1,5 cm en arrière de l'épine iliaque antérosupérieure pour se prolonger jusqu'à 3 cm en arrière du tubercule du moyen fessier où se situe la partie la plus mince de l'aile iliaque.

Une fois le site de prélèvement localisé, il faut réaliser la coupe postérieure (Fig. 13). La lame de Pauwells est laissée en place dans le trait de l'ostéotomie de façon à ne pas fragiliser le greffon lors de l'ostéotomie antérieure. Après avoir marqué l'extrémité antérieure du greffon au ciseau, on réalise la coupe à l'aide d'une lame de Pauwells. La section des corticales inférieures est effectuée à l'aide d'un ciseau courbe ou droit de dehors en dedans, l'écarteur ou la rugine placée à la face interne servant de protection.

Dans le cas particulier de la prise de deux greffons de pleine crête juxtaposés, il faut réaliser successivement les traits d'ostéotomie suivants en laissant en place une lame de Pauwells dans chacun d'eux : trait antérieur, trait intermédiaire et enfin trait postérieur. Il ne faut pas libérer les deux greffons ensemble car le prélèvement complet du premier greffon rendrait difficile la prise du greffon adjacent. En effet, le défaut d'appui lié au defect du premier greffon risque de fragiliser le second greffon lors de son prélèvement.

Fermeture. Il faut suturer les aponévroses de fessiers et du muscle iliaque pour éviter les hernies (Fig. 14). Vérifier qu'aucune compresse n'a été oubliée (et ne pas se fier au simple compte de celles-ci). Un drain de Redon sous-cutané est positionné (en évitant le nerf cutané fémoral latéral lors du passage de l'aiguille à l'aîne).

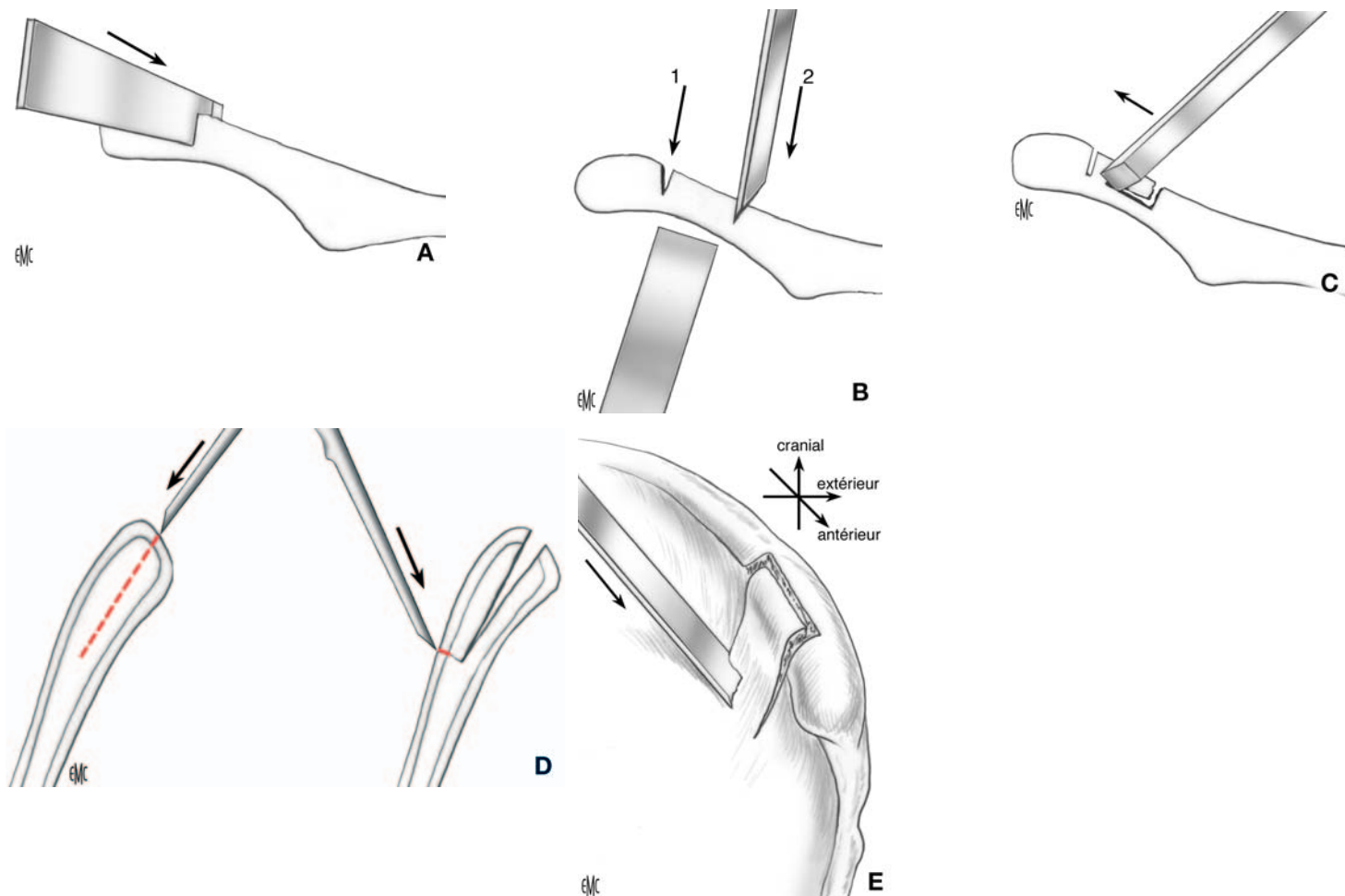


Figure 12. Prélèvement d'un greffon corticospongieux iliaque antérieur (A à E).

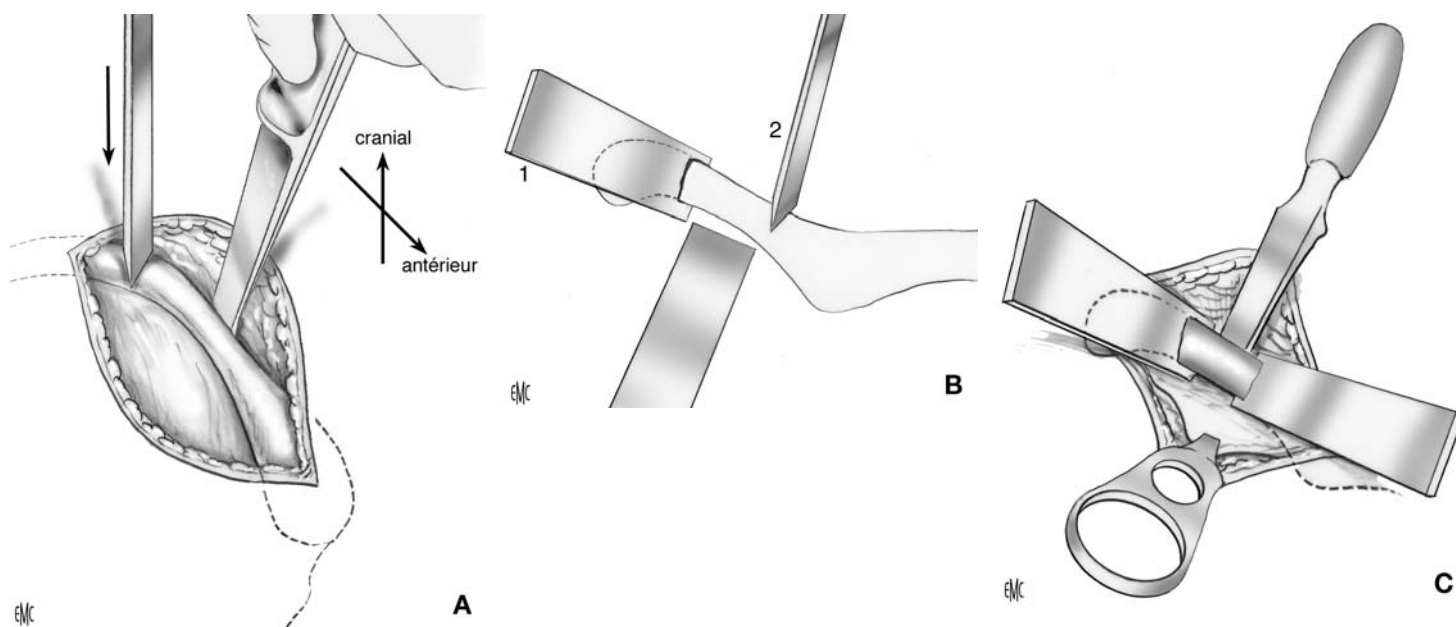


Figure 13. Prélèvement d'un greffon tricortical sur l'aile iliaque antérieure (A, B, C).

Prise de greffons dans la crête iliaque postérieure

Elle permet de prélever des greffons de grand volume et si nécessaire sur les deux crêtes dans une même installation. Cette installation se fait en décubitus ventral, le patient reposant sur les abords en postopératoire. Il n'est pas possible de prélever de greffon tricortical du fait de la présence de l'articulation sacro-iliaque. Cette zone de prélèvement a été rapportée pour être la moins pourvoyeuse de douleurs postopératoires. [6]

Les complications à éviter sont :

- la lésion des branches postérieures des premier et deuxième nerfs lombaires ;
- l'ouverture de l'articulation sacro-iliaque ;
- la plaie de l'artère fessière dans l'échancrure sciatique ;
- l'oubli de compresses lors de la fermeture.

Rappel anatomique. Les branches postérieures des premier et deuxième nerfs lombaires traversent l'aponévrose du muscle

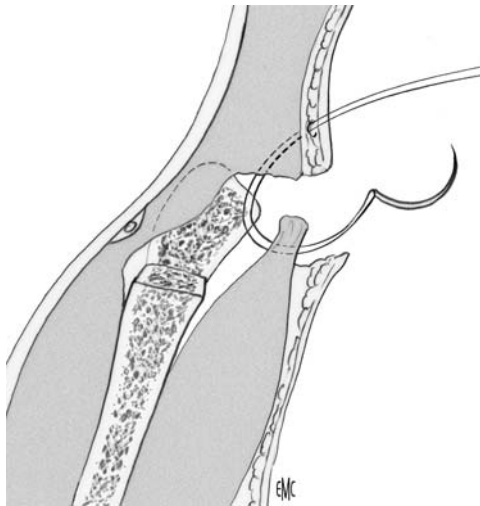


Figure 14. Fermeture.

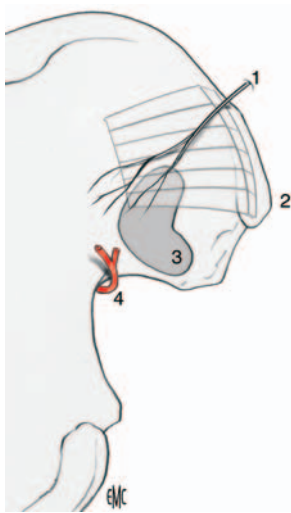


Figure 15. Rapports anatomiques de la crête iliaque postérieure. 1. Branche cutanée de L1 ; 2. Épine iliaque postérosupérieure ; 3. projection de l'articulation sacro-iliaque ; 4. arbre fessier (danger anatomique).

grand dorsal à l'union de son quart postérieur et de ses trois-quarts antérieurs pour le premier nerf lombaire et plus en arrière pour le deuxième nerf lombaire (Fig. 15). L'articulation sacro-iliaque est en forme de L à la face interne de l'aile iliaque. Sur un patient installé en décubitus ventral, il faut se rappeler que le bord supérieur de l'échancrure sciatique est perpendiculaire au plan de la table et débute 2 à 3 cm au-dessous de l'épine iliaque postéro-inférieure. Au fond de l'échancrure passe l'artère fessière.

Exposition de la crête iliaque postérieure. L'incision cutanée doit être perpendiculaire au grand axe de la crête et parallèle aux rameaux nerveux cutanés pour limiter les lésions de ces derniers (et donc les douleurs postopératoires). L'incision du périoste se fait entre les insertions du grand fessier et de l'aponévrose lombaire (Fig. 16). Il faut ensuite mettre à nu la crête au bistouri. La fosse iliaque externe est exposée à la rugine. Cette exposition est maintenue à l'aide d'un écarteur de Homman planté dans l'os iliaque.

Prélèvement des greffons allumettes. Il faut tout d'abord inciser verticalement au ciseau la corticale externe en dessinant des greffons juxtaposés de la taille souhaitée (Fig. 17). Ces traits doivent être perpendiculaires à la table pour éviter d'atteindre l'échancrure sciatique. Un trait axial, réalisé à l'aide d'un ciseau large sur la crête puis en profondeur au contact de la table interne, dégage les greffons. Pour finir, il faut relever les greffons en bloc et les libérer en sectionnant leur extrémité inférieure à l'aide d'un ciseau courbe.

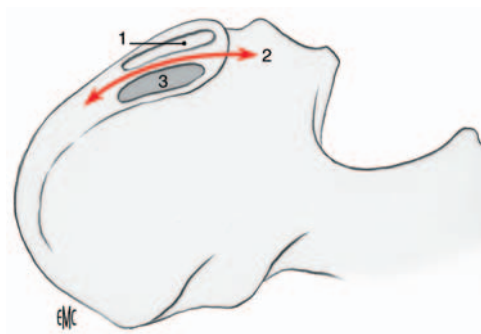


Figure 16. Exposition de la crête iliaque postérieure. 1. Zone d'insertion de l'aponévrose lombaire ; 2. siège de l'incision du périoste ; 3. zone d'insertion du grand fessier.

Prélèvement des greffons spongieux. Il faut, à l'aide d'une gouge de Kelly, attaquer perpendiculairement la surface osseuse du tranchant de la gouge (Fig. 18). Puis, avec des mouvements de pronosupination, on laisse progresser la gouge selon sa courbure. Enfin, à l'aide d'une curette, on peut vider l'épine iliaque postérosupérieure et le bord inférieur de la crête. Il faut toujours penser, lors des différentes manœuvres, à éviter l'effraction de l'articulation sacro-iliaque toute proche.

Fermeture. La réinsertion du grand fessier et de l'aponévrose lombaire est illusoire, celle du moyen fessier possible doit être réalisée. Vérifier qu'aucune compresse n'a été oubliée (et ne pas se fier au simple compte de celles-ci). Le drainage est réalisé par un drain de Redon sous-cutané sortant vers l'avant.

Grefe apposée

Cette technique a été décrite par Phemister, [7] qui l'avait appliquée au tibia après avoir obtenu une consolidation de la mandibule. Il s'agit de mettre au contact du foyer de pseudarthrose un greffon simplement apposé et maintenu par la suture des parties molles. Initialement, ce greffon était cortical. Actuellement, c'est un greffon corticospongieux qui est le plus habituellement employé. [8, 9]

Dans tous les cas, l'abord est rectiligne, sans décollement, jusqu'à l'os. L'abord du foyer de pseudarthrose se fait par décortication, selon la technique préalablement décrite, mais cette décortication peut se limiter à la face sur laquelle est apposé le greffon.

Le greffon ne doit être prélevé qu'après avoir abordé le foyer, car la découverte d'un foyer septique ou d'un séquestre peut modifier l'indication. Cette prise de greffe se fait avec des instruments propres, différents de ceux de l'abord du tibia. Le greffon est prélevé dans l'épaisseur de la crête et sa taille est adaptée à celle de la pseudarthrose et de l'os à greffer.

Le greffon est ensuite apposé contre la pseudarthrose par sa face spongieuse et maintenu dans cette position par la suture des parties molles (Fig. 19). Cette face spongieuse est sculptée pour s'adapter à la surface sur laquelle on la pose, éventuellement en mastiquant du spongieux pour effacer les reliefs.

Autres possibilités

Alésage

Il peut réaliser un apport spongieux au foyer de pseudarthrose par le produit l'alésage. Il peut être employé seul en dehors de l'enclouage centromédullaire et associé à une stabilisation du foyer par un fixateur externe (notamment en cas d'infection).

Greffes vascularisées

Elles peuvent être pédiculées ou microanastomosées. Elles réalisent un apport osseux vascularisé, donc d'emblée vivant avec un double avantage : une capacité d'intégration probablement meilleure et une meilleure défense contre le réveil infectieux. [10] Séduisantes dans les grandes pertes de substances,

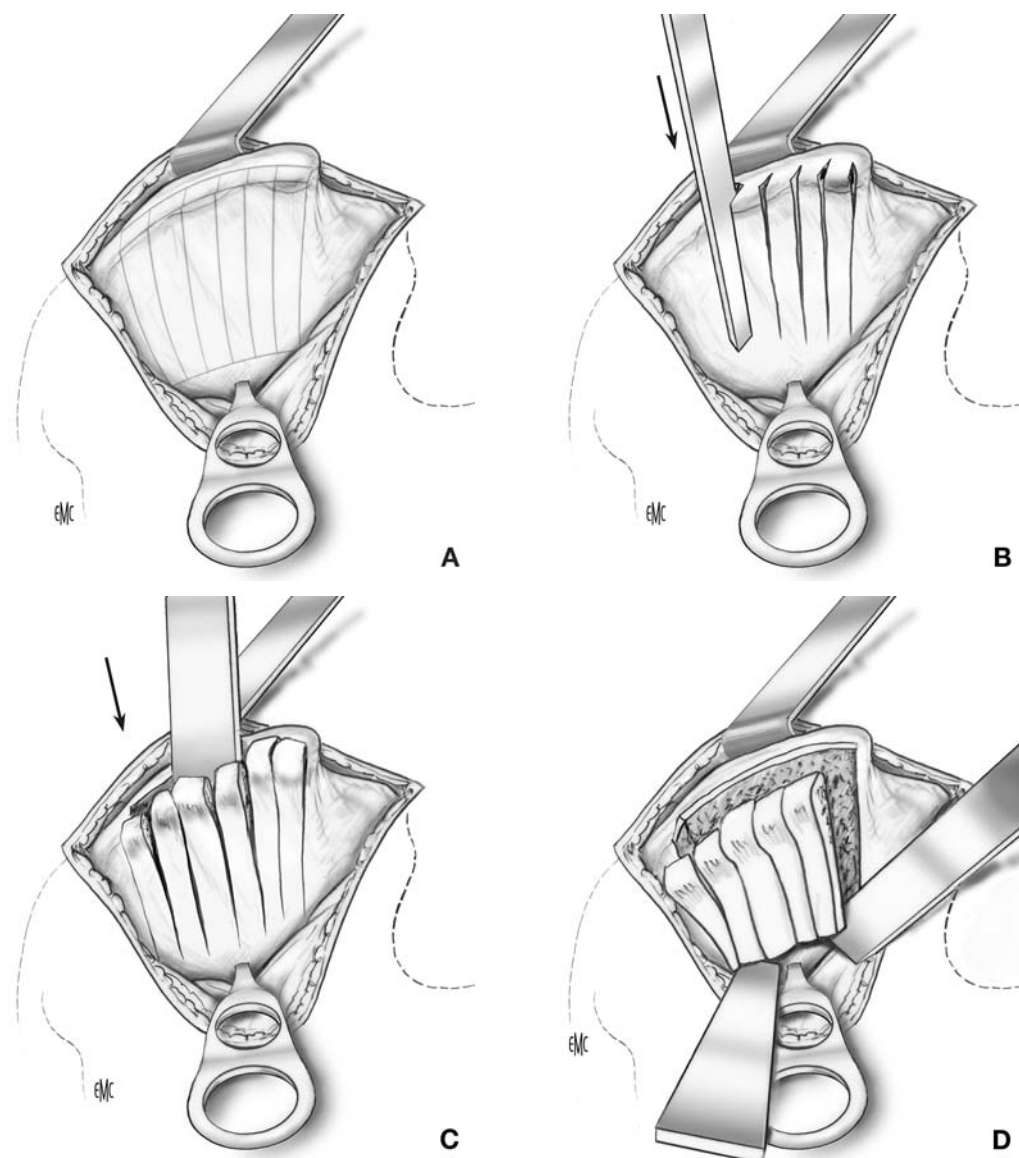


Figure 17. Prélèvement de greffons « allumettes » sur la crête iliaque postérieure (A à D).

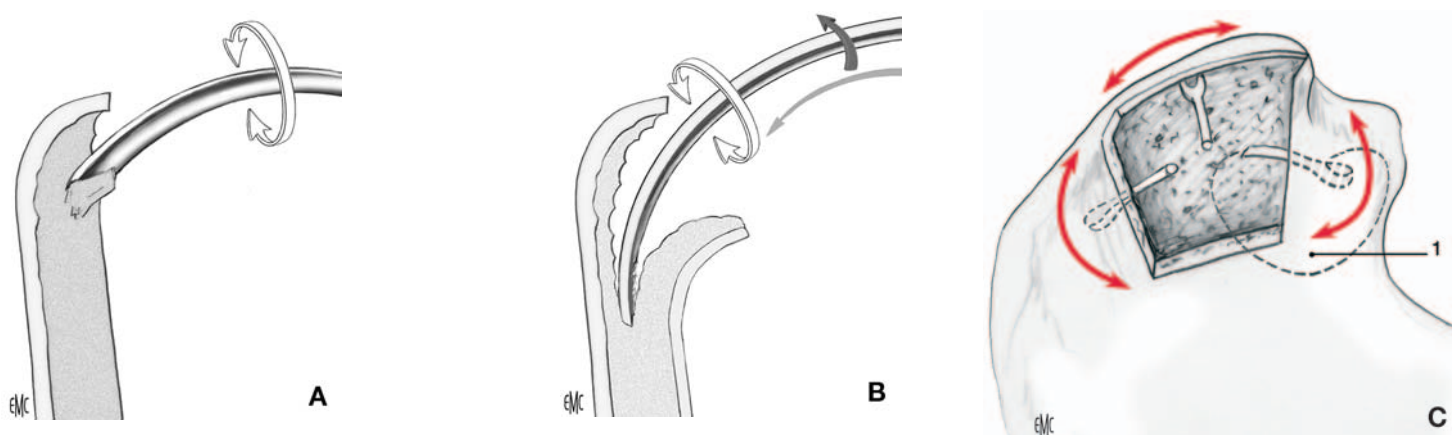


Figure 18. Prélèvement de greffons spongieux sur la crête iliaque postérieure (A, B, C).

elles ont un coût pour le patient qu'il faut pouvoir évaluer en préopératoire. Certaines ont l'avantage d'apporter à la fois l'os et la couverture cutanée.

Champs magnétiques

Ils induiraient la sécrétion par les ostéoblastes de molécules ostéo-inducibles. [11] Plusieurs études cliniques [12, 13] rapportent

des résultats positifs sans pour autant égaler les taux de succès des traitements conventionnels par autogreffes.

Ultrasons pulsés de basse intensité

Ils permettraient d'accélérer la formation du cal osseux primaire (enchondral) par une action spécifique sur les chon

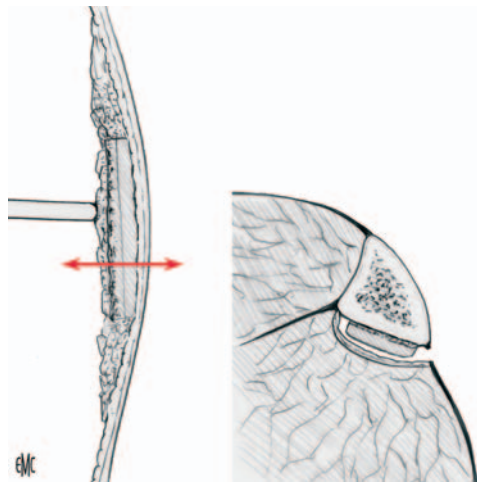


Figure 19. Greffe apposée.

drocytes. ^[14] Nous ne disposons pas encore d'études cliniques comparant cette méthode au traitement conventionnel par autogreffes.

Injection de moelle osseuse

Bien que peu répandue car elle nécessite d'avoir à proximité un laboratoire permettant la concentration des ostéoblastes prélevés sur le patient, cette méthode semble prometteuse. ^[15, 16] Elle permet d'augmenter la réponse ostéogénique du foyer de pseudarthrose.

Greffes de banque homologues

Elles ont l'avantage d'éviter tout prélèvement et d'être disponibles en volume illimité. Leur propriété ostéogénique est inférieure à celle de l'os autologue. Leur mise en place dans un foyer potentiellement septique est risquée et, dans le cadre d'une intervention dont le but essentiel est l'obtention d'une consolidation, leur emploi est déconseillé. Leur utilisation associée à des protéines ostéo-inductrices en fait une matrice potentielle pour la reconstruction de perte de substance osseuse. ^{17.}

Substituts osseux

Ils peuvent être utilisés pour augmenter le volume d'une greffe spongieuse autologue. Leurs utilisations isolées ont un rôle et une place discutés dans le traitement des pseudarthroses. Comme pour les allogreffes, le regain d'intérêt actuel les concernant provient de leurs couplages potentiels avec des protéines ostéo-inductrices.

Protéines ostéo-inductrices

Les plus connues sont le *transforming growth factor* β (TGF- β) et les *bone morphogenetic proteins* 2 et 4 (BMP). Ces dernières ont passé le stade de l'expérimentation en clinique. ^[17] Plus récemment, des résultats similaires ont été obtenus avec une autre protéine de la famille BMP, l'*osteoinductive protéine-1* (OP-1). ^[18, 19]

Concernant ces techniques d'avenir, plusieurs articles de synthèse récents méritent d'être lus : celui de Hannouch et al., ^[20] et ceux de Rodriguez-Merchan et al. ^[21] et de Aaron et al. ^[22] tous deux issus du même symposium.

Couverture du foyer

Toutes les fois qu'une reconstruction par greffe osseuse est envisagée (technique de Papineau mise à part), il est impératif d'avoir des parties molles de couverture de bonne qualité. Dans certains cas, il est nécessaire de faire appel à des lambeaux de type variable. La réalisation d'un tel programme doit être décidée en tenant compte du bénéfice potentiel pour le traitement de la pseudarthrose, du coût fonctionnel du lambeau

envisagé et de sa fiabilité, en particulier dans un contexte de jambe gravement traumatisée et multiopérée dont la vascularisation est médiocre.

Stabilisation du foyer

En règle générale le traitement d'une pseudarthrose nécessite une fixation stable du foyer. Seules les pseudarthroses serrées, pour lesquelles aucune réaxation n'est nécessaire, peuvent être immobilisées par un plâtre. Les synthèses, outre la stabilisation du foyer, doivent permettre la rééducation pour améliorer ou prévenir les séquelles articulaires de la pseudarthrose.

Enclouage centromédullaire

Chaque fois qu'il est réalisable, l'enclouage centromédullaire constitue le meilleur moyen de fixation au membre inférieur. Il permet souvent de se dispenser de geste complémentaire au foyer de fracture. Il permet une repérémentation du cal de pseudarthrose, un apport osseux réalisé par le produit d'alésage et une stabilisation par le clou. L'appui précoce dans le cas d'un enclouage dynamique est en général possible, favorisant la consolidation.

Plaque vissée

L'utilisation d'une plaque vissée est préférable dans certaines localisations telles que le membre supérieur, les métaphyses du fémur et du tibia et l'avant-pied. Cependant, l'implantation d'un tel matériel oblige à un déperostage et/ou une dévascularisation qui sont discutables dans le traitement des pseudarthroses. (Voir l'article de l'EMC « Matériel d'ostéosynthèse. Vis et plaques ».)

Fixateur externe

Fixateur externe classique

Il permet la fixation du foyer quelle que soient sa localisation et son degré d'infection. Il peut être utilisé en statique comme en dynamique puisque la plupart des fixateurs offrent des systèmes de compression. Il a contre lui des complications qui lui sont propres dominées par les infections (actives ou quiescentes) des fiches qui limitent le recours aux moyens de fixation interne secondaires.

Fixation externe dynamique

Le concept d'Illizarov constitue un autre moyen de traitement des pseudarthroses. Il repose sur la stabilisation dynamique d'un foyer de pseudarthrose associée à la mise en charge pour obtenir un cal unitif. En cas de perte de substance, des procédés associés de transfert osseux, fondés sur le mécanisme de régénération en distraction ou callotaxis, permettent des traitements sans nécessiter d'apport osseux par greffe. Il nécessite une technique rigoureuse et doit être réservé à des indications particulières. (Voir l'article de l'Encyclopédie médico-chirurgicale « Technique de pose d'un fixateur externe unilatéral chez l'adulte ».)

■ Spécificités du traitement des pseudarthroses diaphysaires de la jambe, du fémur, de l'humérus et de la clavicule

Pseudarthroses aseptiques de jambe

Rappel

La neutralisation des forces de cisaillement au tibia est un prérequis indispensable à la consolidation de toute pseudarthrose de jambe. Dès lors, la connaissance de la biomécanique de la jambe nous semble indispensable pour appréhender au mieux la genèse de la pseudarthrose et guider son traitement. ^[23, 24]

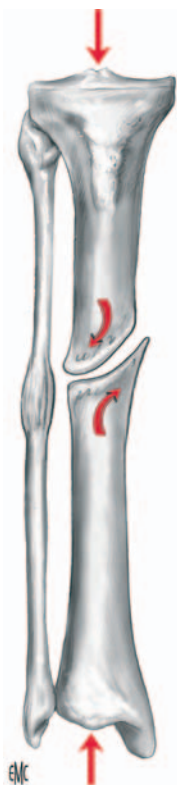


Figure 20. Pivot fibulaire induisant une pseudarthrose tibiale.

Le squelette jambier est constitué par le cadre tibiofibulaire rigidifié par la membrane interosseuse qui joue un rôle de hauban horizontal. Cette dernière s'oppose à « l'incurvation » postérolatérale de la fibula lorsque le membre est en charge. Elle permet ainsi la transmission des contraintes par la fibula qui constitue alors un arc-boutant et transmet de 16,5 à 30 % des forces de compression axiales (ces variations dépendent de l'obliquité de l'articulation tibiofibulaire proximale). En présence d'une solution de continuité mécanique du tibia, le rôle de l'attelle fibulaire ne doit donc pas être négligé.

Conduite à tenir vis-à-vis de la fibula

Pseudarthrose associée de la fibula

Le rôle mécanique de la fibula dans la stabilisation du squelette jambier dépend de deux paramètres principaux : sa rigidité propre (ou son mode de fixation) et le mode de fixation du tibia. En l'absence de contact cortical tibial, l'enclouage centromédullaire permet d'atteindre 55 % de la stabilité d'une jambe normale en charge. Cette stabilité, quel que soit le mode de fixation de la fibula, n'est pas modifiée de manière significative. À l'inverse, la fixation externe du tibia (mono- ou biplan) ne permet d'obtenir, dans les mêmes conditions, que 34 % de la stabilité d'une jambe normale. [23] La fixation par plaque (plaques à compression dynamique pour vis de 3,5) de l'attelle fibulaire est alors déterminante puisqu'elle permet de multiplier par 2,2 la stabilité du montage. Ainsi, la fixation par plaque de la fibula nous semble indispensable dans les cas où le tibia est maintenu par un fixateur externe et plus encore en l'absence de fixation tibiale comme ce peut être le cas dans certaines pseudarthroses septiques du tibia.

Fibula solide

En cas de pseudarthrose survenue à la suite d'une fracture du tibia ou d'une fracture de jambe dont la fibula a consolidé rapidement, la fibula joue un rôle de pivot pour les fragments tibiaux qui se déplacent autour de ce dernier lors de la mise en charge du membre (Fig. 20). L'attitude vis-à-vis de la fibula dépend alors du principe de traitement retenu.

Dès lors que le traitement repose sur la possibilité d'une compression dans le foyer tibial, l'ostéotomie de la fibula est



Figure 21. Ostéotomie fibulaire isolée avec mise en charge précoce.

indispensable. Elle doit être faite, chaque fois que possible, à un niveau différent mais peu éloigné du foyer de pseudarthrose. Le trait d'ostéotomie doit être oblique, dans un plan le plus proche possible de la réaxation. Il est réalisé à l'ostéotome après préparation par des trous de mèche ou, mieux, à la scie oscillante. L'ostéotomie fibulaire peut être réalisée isolément. Le membre est ensuite remis en charge et la stabilisation de la jambe est confiée à un appareillage de Sarmiento (Fig. 21). L'ostéotomie fibulaire peut être associée à un enclouage centromédullaire dynamique du tibia ou à un fixateur externe circulaire en compression. La remise en charge du membre est, là aussi, immédiate.

En revanche, si le traitement repose sur l'intégrité de la fibula qui joue un rôle d'attelle, il ne faut pas faire d'ostéotomie (Fig. 22). La neutralisation des forces de cisaillement au tibia est alors réalisée par un agrafage biologique (greffe encastrée pontant le foyer) ou mécanique (plaque ou fixateur externe). Le moyen de fixation retenu doit pouvoir être positionné sur la convexité de la déformation pour la réduire et jouer un rôle de hauban.

L'ostéotomie peut être nécessaire lorsque la fibula s'oppose à la réduction de la déformation tibiale ou lorsque le geste effectué sur le tibia entraîne une incongruence articulaire de l'articulation tibiofibulaire distale ou talofibulaire.

Voie d'abord et couverture

Le choix de la voie d'abord est essentiel. Il est facile, lorsque la peau est de bonne qualité, sans intervention préalable. Dans ce cas, c'est la technique retenue qui conditionne le choix de la voie d'abord. Il est parfois difficile, du fait de l'état trophique, des interventions préalables, de la réalisation des gestes de couverture ou des lésions vasculaires. Dans ce cas, plus que la technique, c'est le risque cutané ou vasculaire qui détermine la voie d'abord. Celle-ci doit offrir le maximum de sécurité, même si le geste osseux devient plus difficile à effectuer. Il ne faut pas passer au travers d'une peau fine, adhérente ou de trophicité limite, ni au travers d'une greffe de peau mince. Lorsqu'un lambeau a été réalisé, la voie d'abord ne doit pas compromettre sa vitalité.

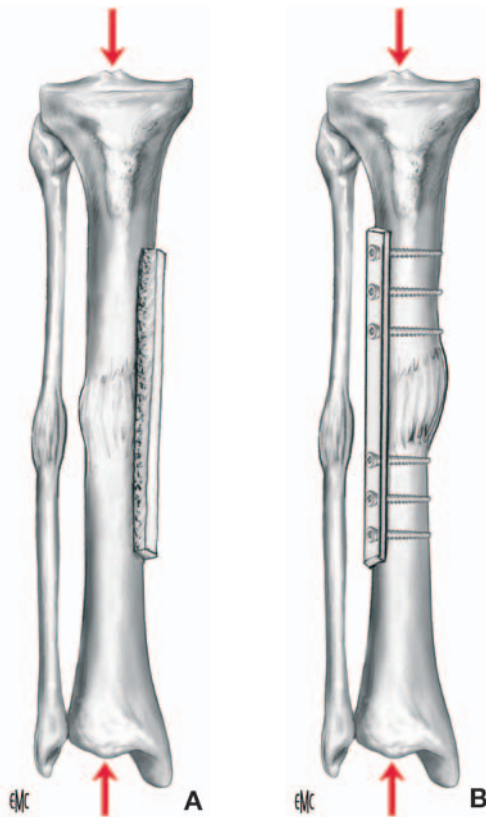


Figure 22. Neutralisation de forces de cisaillement tibiale.
A. Agrafage biologique par greffon apposé selon Phemister.
B. Agrafage mécanique par plaque latérale.

Dans certains cas, il n'existe pas de solution sûre et le choix doit être fait entre les techniques à foyer fermé (alésage sans abord du foyer ou injection de moelle osseuse) et la pratique de gestes de couverture préalables ou associés aux gestes osseux. Sous le terme de « couverture » se cachent deux types de gestes : le recouvrement cutané et la réparation des parties molles. [25] En pratique, lorsqu'il s'agit de traiter une ulcération chronique, une zone cicatricielle fragile ou d'obtenir une fermeture sans tension après une greffe apposée, on fait appel aux lambeaux pédiculés [26] : lambeaux gastrocnémien médial, fasciocutané jambier à pédicule proximal et soléaire pour la partie proximale et moyenne de jambe, lambeaux pré-malléolaire latéral, rétro-malléolaire latéral ou plantaire médial pour le quart distal de jambe et la cheville (Fig. 23). En revanche, lorsqu'il existe une perte de substance importante ou lorsqu'on souhaite restaurer un espace souple et bien vascularisé pour une reconstruction osseuse à ciel fermé, on doit recourir à un lambeau libre, habituellement le lambeau de grand dorsal.

Parmi les différentes voies d'abord de jambe, la voie antéro-médiale nous semble à proscrire du fait des risques qu'elle présente pour la vascularisation cutanée. Restent les voies antérolatérale et postérolatérale décrites au chapitre de la greffe inter-tibiofibulaire et la voie postéromédiale. Cette dernière permet un abord direct du tibia et peut constituer une solution de sécurité compte tenu de sa qualité des parties molles des loges postérieures de jambe, mais elle comporte le risque de favoriser un équin. L'incision doit longer le bord postéromédial du tibia. La veine grande saphène croise son trajet et il faut rester prudent pour ne pas la léser. L'abord est rectiligne sans décollement jusqu'à l'os. L'abord du foyer de pseudarthrose se fait par décortication. Cette décortication peut se limiter à la face postérieure du tibia.

Conduite à tenir vis-à-vis du foyer de pseudarthrose

Le respect du foyer de pseudarthrose et de sa vascularisation (même pauvre) est la règle :

- le parage du foyer destiné à exciser tout le fibreux de la pseudarthrose n'est en général pas nécessaire. Il risque de

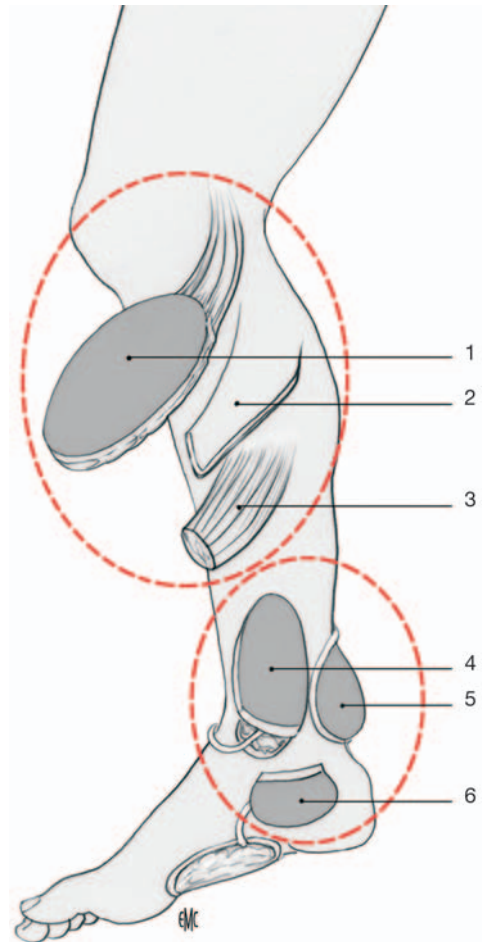


Figure 23. Principaux lambeaux pédiculés pour la couverture des pertes de substances de jambe (inspiré de C. Oberlin, D. Bastian et P. Gréant. *Les lambeaux pédiculés de couverture des membres*, guide pratique ; L'Expansion Scientifique Française, Paris, 1994).

déstabiliser le foyer surtout s'il s'agit d'une pseudarthrose serrée. Il n'amène pas une consolidation plus rapide mais contribue à une dévascularisation plus importante. Parfois, ce geste peut être nécessaire pour la correction d'une déviation axiale, en permettant une meilleure mobilisation des fragments ;

- la reperméabilisation du canal médullaire impose une ouverture du foyer avec les inconvénients cités précédemment si elle est réalisée à ciel ouvert. L'alésage du foyer de pseudarthrose, quand il est possible, permet de ne pas aborder le foyer et de réaliser un apport osseux par le produit d'alésage ;
- la conduite à tenir vis-à-vis de l'os nécrotique n'est pas univoque. En effet, si tout séquestre doit être enlevé, il ne faut pas réaliser une excision extensive conduisant à une perte de substance massive de réparation difficile. Seules les pseudarthroses septiques peuvent imposer de tels gestes : l'excision doit, dans ce cas, être complète, quel que soit le sacrifice osseux qui en résultera pour obtenir l'assèchement du site.

Fixations

Enclouage centromédullaire

Chaque fois qu'il est réalisable, l'enclouage centromédullaire constitue le meilleur moyen de fixation. Il est particulièrement indiqué dans les pseudarthroses diaphysaires. Il permet souvent de se dispenser de gestes complémentaires sur le foyer, l'apport osseux réalisé par le produit d'alésage et la stabilisation par le clou permettant la consolidation. L'appui précoce, en général possible, associé à un montage dynamique, engendre des contraintes verticales favorables à l'ostéogénèse et favorise par là même la consolidation.

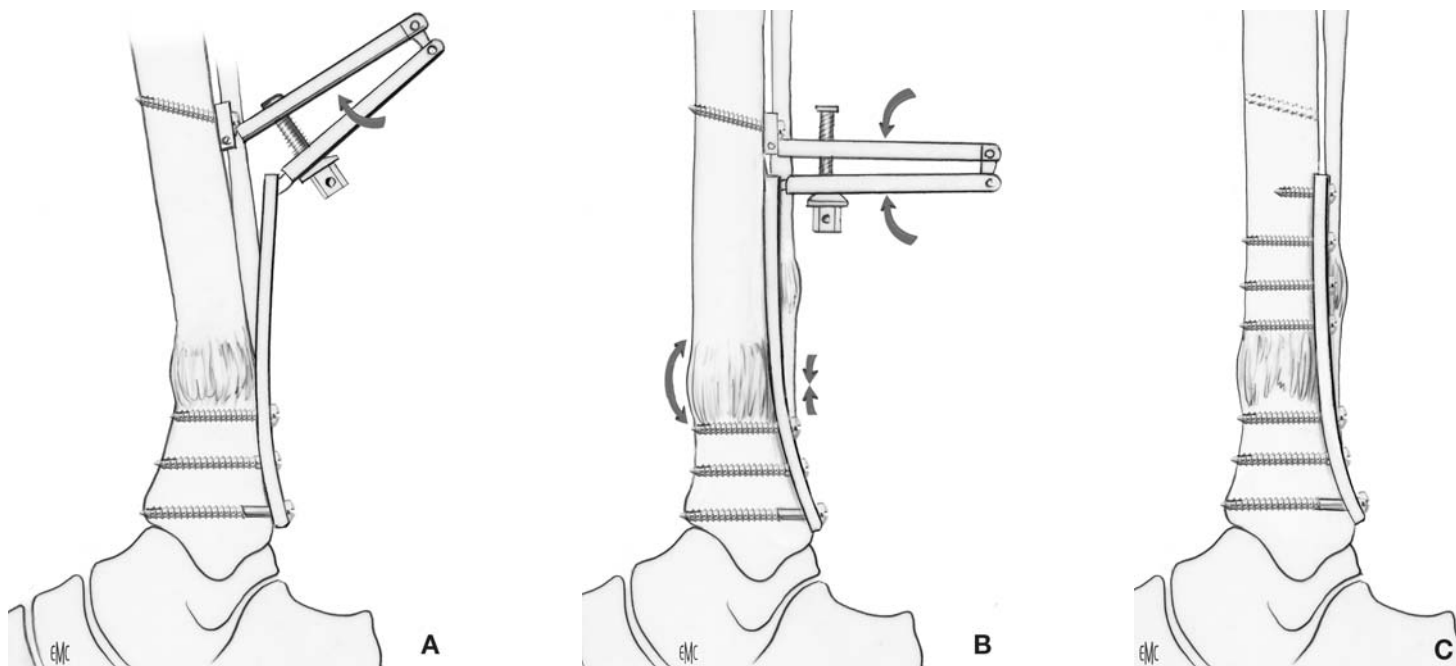


Figure 24. Fixation par plaque-hauban postérieure d'une pseudarthrose transversale serrée avec recurvatum du tiers distal de jambe.

A. Fixation de la plaque préchantournée en distal et mise en place du compresseur.

B. Compression postérieure avec réduction du recurvatum.

C. Fixation proximale.

L'enclouage doit être réalisé dans la mesure du possible à foyer fermé. Il arrive parfois que l'ablation d'un matériel d'ostéosynthèse obstruant le canal médullaire rende nécessaire l'abord du foyer. Cet abord peut être réalisé en décortication ostéomusculaire sous réserve d'avoir une corticale de bonne épaisseur (et des insertions musculaires sur les corticales diaphysaires), mais la décortication n'est pas recommandée en association avec l'alésage. Un autre motif d'abord est la réalisation d'une ostéotomie (ou ostéoclasie) du tibia quand la déformation n'est pas réductible. Cette ostéotomie est alors réalisée après celle de la fibula par un abord limité.

En cas d'obstruction du canal médullaire, il est prudent d'avoir recours aux alésoirs à main pour passer le foyer. Cet alésage manuel est poursuivi jusqu'au diamètre 9 avant de poursuivre avec les alésoirs mécaniques habituels. Lors de l'alésage, on doit avoir à l'esprit que l'os cortical est relativement fin et remanié en cas de pseudarthrose. Le risque est d'aléser trop, plutôt que pas assez.

Au tiers distal de jambe, l'enclouage centromédullaire est encore possible bien qu'il soit plus compliqué. Il est particulièrement utile si la déformation est absente ou réductible et que l'état de parties molles ne permet pas d'aborder le foyer. Dans ces cas, la réduction doit être effectuée et maintenue de façon stable pendant toute la durée de l'intervention. L'alésage distal ne doit pas dépasser le diamètre escompté du clou, permettant d'obtenir ainsi une stabilité du clou dans le spongieux métaphysaire. Contrairement au segment diaphysaire moyen, il est ici prudent d'avoir recours à un montage statique. Un verrouillage distal par au moins deux vis est indispensable.

Plaque vissée

L'ostéosynthèse par plaque est utile pour les lésions métaphysaires où le clou ne permet pas une stabilisation suffisante du foyer de pseudarthrose. Cependant, l'implantation d'un tel matériel oblige à un déperiostage et/ou à une dévascularisation qui sont discutables dans le traitement des pseudarthroses.

Tiers distal de jambe. Les pseudarthroses y sont fréquentes du fait de la pauvre vascularisation de l'os et des parties molles à ce niveau. Le recours à l'ostéosynthèse par plaque doit permettre d'aboutir à une fixation rigide corrigeant les déformations fréquentes à ce niveau.

Le choix du type de plaque est guidé par les contraintes qu'elles doivent supporter : les plaques droites AO® standard larges ou étroites pour vis 4,5. Six à huit corticales doivent être tenues de part et d'autre du foyer de pseudarthrose. Deux types de montage sont possibles :

- les fixations par plaques-haubans sont réservées aux pseudarthroses transversales serrées associées à une importante déformation (en varus, flexum ou recurvatum). La plaque devant être positionnée sur la convexité de la déformation, les valgus importants nécessitant une plaque médiale sous-cutanée sont plus délicats à proposer compte tenu de la fragilité des parties molles. La plaque est chantournée en distal pour s'adapter à la forme de la métaphyse et la moitié proximale est laissée droite. Une fois le vissage distal effectué, le tendeur de plaque est utilisé pour réduire la déformation, assurer la compression et appliquer la plaque (Fig. 24). Le vissage est ensuite effectué de distal en proximal :
 - les fixations par plaques de neutralisation (ou de soutien) sont effectuées plus souvent. Elles s'adressent à des pseudarthroses obliques ou spiroïdes. Dans ces cas, la plaque est chantournée puis appliquée du côté du déplacement du fragment proximal ou sur la convexité. La réduction est obtenue « sur plaque » à l'aide de daviers ou par une vis mise en compression dans le foyer s'il s'agit d'une spire. La compression du foyer est habituellement effectuée par deux vis mises en compression au travers de la plaque (Fig. 25). Si l'os est particulièrement ostéoporotique, une seconde plaque en sandwich peut être nécessaire. Dans ces cas, compte tenu de la dévascularisation engendrée par deux abords, nous préférons avoir recours à la greffe intertibiofibulaire.

Tiers proximal de jambe. Les pseudarthroses y sont plus rares du fait de sa bonne vascularisation, elles sont habituellement le fait d'ostéotomies dont la synthèse n'était pas suffisamment solide et/ou de patients ayant repris l'appui précocement. La fixation rigide du foyer de pseudarthrose y est difficile dans la mesure où le fragment tibial proximal est petit, ostéoporotique et remanié par une précédente ostéosynthèse. Dès lors, il ne faut pas hésiter à réaliser une fixation plus rigide : par deux plaques

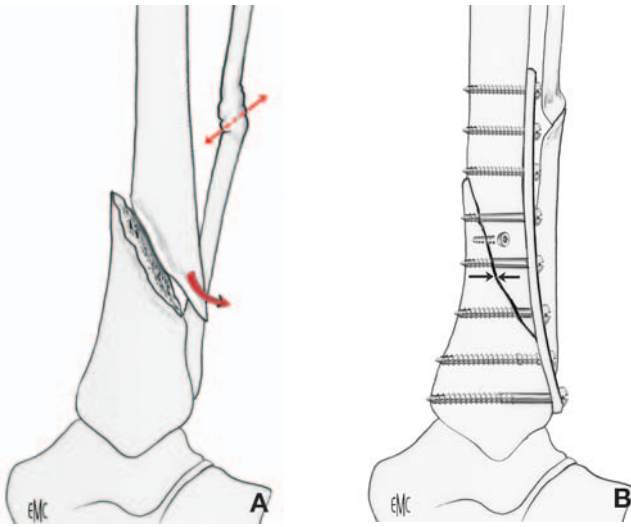


Figure 25. Fixation par plaque en neutralisation d'une pseudarthrose lâche oblique du tiers distal de jambe.

A. Déplacement postérieur du tibia et cal vicieux fibulaire obligeant à une ostéotomie première de la fibula.

B. Première compression du foyer par une vis en compression puis compression sagittale par trois vis au travers de la plaque. Neutralisation secondaire du montage en distal et en proximal augmentant la stabilité du montage.

ou mieux encore par une plaque verrouillable [27] qui permettrait de limiter la dévascularisation du foyer de pseudarthrose. La compression est obtenue en utilisant le tendeur de plaques (pour au moins une des deux plaques).

Fixateurs externes

Ils permettent une fixation du foyer quels que soient sa localisation et son degré d'infection. Il s'agit d'un système de fixation souple [23] qui nécessite une fibula solide ou fixée par une plaque épaisse pour obtenir une stabilisation satisfaisante du cadre jambier. Il peut être utilisé en statique comme en dynamique puisque la plupart des fixateurs offrent des systèmes de compression. Il a contre lui des complications qui lui sont propres dominées par les infections (actives ou quiescentes) des fiches qui limitent le recours aux moyens de fixation interne secondaires.

L'appareil d'Illizarov constitue un autre moyen de traitement des pseudarthroses. Il repose sur la stabilisation dynamique d'un foyer de pseudarthrose associée à la mise en charge pour obtenir un cal unitif. En cas de perte de substance, des procédés associés de transfert osseux fondés sur le mécanisme de régénération en distraction ou callotaxis permettent des traitements sans nécessiter d'apport osseux par greffe. Il nécessite une technique rigoureuse et doit être réservé à des indications particulières.

Synostoses tibiofibulaires dirigées

L'appui fibulaire s'avère extrêmement utile quand il existe une discontinuité anatomique ou mécanique du tibia. De ce fait, plusieurs techniques reposent sur la réalisation d'une synostose volontaire entre tibia et fibula créant ainsi une jambe à un seul pilier mécanique (et parfois anatomique). Les deux techniques principales sont la greffe intertibiofibulaire et la fibula protibia.

Greffe intertibiofibulaire

La greffe intertibiofibulaire permet de ponter la pseudarthrose du tibia en réalisant une synostose entre tibia et fibula de part et d'autre du foyer de pseudarthrose. [28, 29] La fibula doit être solide. La continuité osseuse est ainsi assurée (Fig. 26). L'indication idéale est une pseudarthrose courte au tiers moyen du tibia avec une corticale postérolatérale du tibia conservée et une fibula peu remaniée. À l'inverse, les contre-indications de la

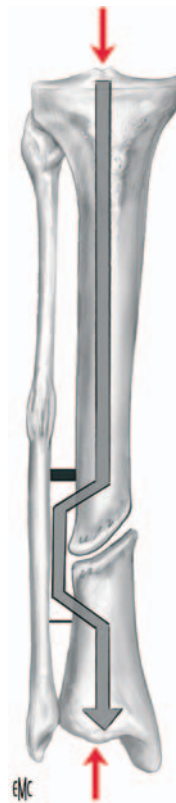


Figure 26. Synostose tibiofibulaire dirigée par greffe intertibiofibulaire assurant une continuité mécanique et anatomique de transmission des contraintes.

technique sont : l'existence d'une suppuration de la fibula, une comminution ou une perte de substance sur la fibula, un état vasculaire précaire de la jambe ou un patient artéritique, le siège proximal de la fracture, ou des antécédents de greffes multiples effectuées sur les quatre sites de prélèvement iliaques.

Rappel anatomique. L'analyse sur pièces anatomiques de la forme de la fibula et de l'emplacement de la membrane interosseuse plaide en faveur de l'abord postérieur (Fig. 27). La fibula est un élément postérieur et sa forme est telle que l'abord postérieur nous semble plus approprié à un bon encastrement du greffon. En avant, les éléments vasculonerveux sont proches de la membrane interosseuse, alors qu'en arrière, ils restent relativement éloignés, seule l'artère fibulaire est menacée.

Voie d'abord. Le choix de la voie d'abord dépend avant tout des possibilités cutanées et vasculaires. Si un doute existe sur l'intégrité d'un des axes artériels jambiers, une artériographie préopératoire s'impose et décide du type d'abord approprié.

La voie postérolatérale nous semble préférable chaque fois qu'elle est possible (Fig. 28) car, elle ne croise pas d'éléments sous-cutanés importants, l'encastrement du greffon y est plus facile, la loge musculaire est tolérante, la couverture musculaire est épaisse et les éléments vasculonerveux principaux sont à distance. L'installation la plus commode est le décubitus ventral qui permet par ailleurs de prélever de volumineux greffons d'excellente qualité sur la crête iliaque postérieure. L'incision cutanée est rectiligne, en arrière de la ligne, joignant la malléole latérale et la tête de la fibula. L'ouverture de l'aponévrose jambière doit se faire au niveau de la loge superficielle postérieure immédiatement en arrière de la cloison intermusculaire latérale. Le passage s'effectue le long de la face postérieure de la cloison intermusculaire latérale jusqu'à la fibula qu'il faut ensuite longer ainsi que la membrane interosseuse. La membrane interosseuse est incisée ou excisée sur toute la hauteur prévue du greffon. Les faces interosseuses de la fibula et du tibia sont soigneusement avivées. Ce temps est difficile, en particulier au niveau de la fibula qui est un os cortical, dur, difficile à aviver.

La voie antérolatérale est plus facile, car moins profonde et réalisable en décubitus dorsal. [28] L'incision croise dans la partie distale le nerf fibulaire superficiel lorsqu'il traverse l'aponévrose

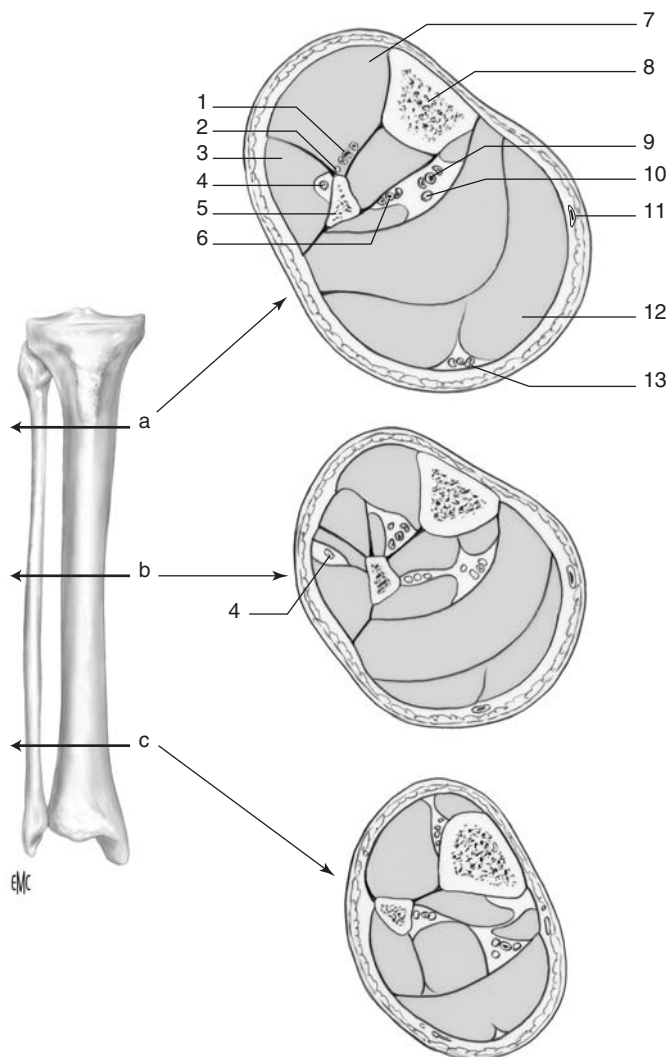


Figure 27. Rapports anatomiques. a. Tiers proximal de jambe. b. Tiers moyen de jambe. c. Tiers distal de jambe. 1 : artère tibiale antérieure ; 2 : nerf tibial antérieur ; 3 : loge externe ; 4 : nerf musculocutané ; 5 : péroné ; 6 : artère péronière ; 7 : loge antérieure ; 8 : tibia ; 9 : artère tibiale postérieure ; 10 : nerf tibial postérieur ; 11 : veine saphène interne ; 12 : loge postérieure ; 13 : veine saphène externe.

jambière pour devenir sous-cutané. L'incision de cette aponévrose doit donc être particulièrement prudente. Il faut ensuite longer la cloison intermusculaire antérieure jusqu'à la fibula et à la membrane interosseuse au contact de laquelle il faut strictement rester pour ne pas prendre de risque vis-à-vis des vaisseaux tibiaux antérieurs. Le positionnement du greffon, après résection de la membrane interosseuse et avivement, est souvent difficile.

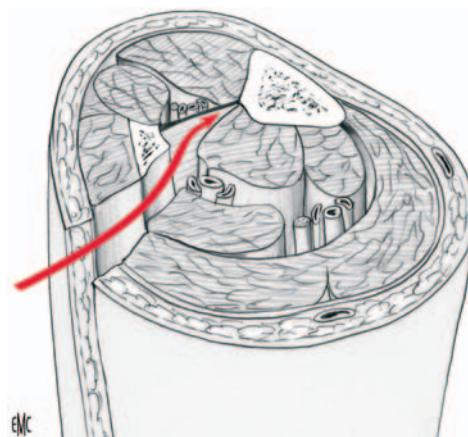


Figure 28. Voie d'abord postérolatérale de l'espace intertibi-fibulaire.

Enfin, il est possible de passer par des voies d'abord médiales (antérieure ou postérieure), si les autres abords ne sont pas praticables.

Greffon. Le greffon doit s'étendre sur au moins 3 à 4 cm de part et d'autre de la pseudarthrose. Sa largeur doit être légèrement supérieure à celle de l'espace interosseux. C'est un greffon corticospongieux. Il doit être façonné pour s'adapter au mieux à son futur emplacement. Les prélèvements sur la crête iliaque postérieure fournissent de plus volumineux greffons.

Mise en place du greffon. Le greffon est encastré en force dans l'espace interosseux à l'aide d'un chasse-greffon (Fig. 29). On peut également élargir l'espace interosseux à l'aide d'une pince distractrice ; le greffon est alors positionné puis la pince est retirée. Le greffon est ainsi tenu fermement entre les faces avivées du tibia et de la fibula.

Technique de fibula protibia^[30]

Elle repose sur le même principe que la greffe intertibiotalaire. Elle est réservée aux pertes de substance importantes du tibia où elle est en concurrence avec les greffes fibulaires microanastomosées. Elle a un taux de consolidations (92 %) et de fractures de fatigue (26 %) similaire avec l'avantage de ne pas avoir de morbidité sur le site donneur.^[31] La technique de fibula protibia partage des contre-indications avec la greffe intertibiotalaire. Elle requiert un volume moins important de greffe spongieuse que la greffe intertibiotalaire. Compte tenu du retentissement de l'ostéotomie fibulaire sur la cheville, elle ne nous semble pas indiquée pour traiter les pseudarthroses du quart distal de la jambe pour lesquelles nous lui préférons la greffe intertibiotalaire.

Voie d'abord. Une artériographie préopératoire permet d'évaluer l'état vasculaire du membre et de choisir la voie d'abord. La voie la plus utilisée est postérolatérale. Dans le cas où la pédicule est vascularisée par l'artère fibulaire, l'abord est antérolatéral. L'abord proximal nécessite une dissection du nerf

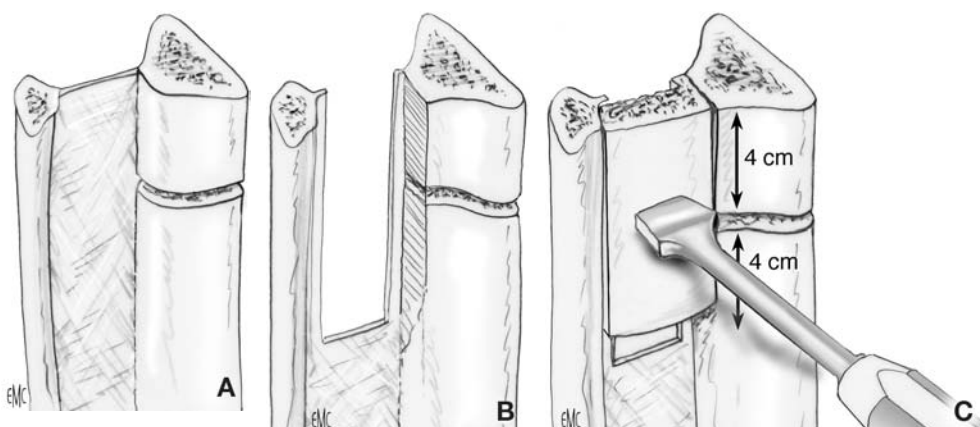


Figure 29. Greffe intertibiotalaire par voie postérolatérale.

- A.** Membrane interosseuse.
- B.** Résection de la membrane interosseuse et avivement des berges osseuses.
- C.** Mise en place du greffon.

Figure 30. Fibula protibia.

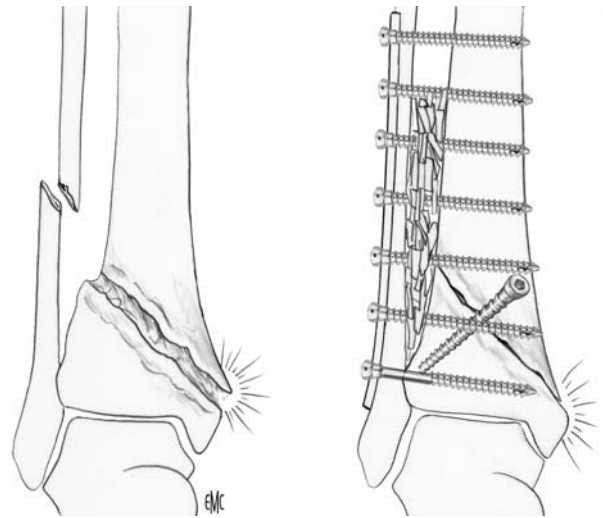

fibulaire commun. Le reste de la voie d'abord est identique à celle précédemment décrite pour la greffe intertibiofibulaire à une différence près que le site de la pseudarthrose n'est pas abordé et qu'il faut préserver au mieux les insertions musculaires et les vaisseaux nourriciers de la fibula. Par exemple, un abord postérolatéral respecte toute la face antérieure de la fibula ainsi que sa face postérieure au niveau de la pseudarthrose. L'avivement du tibia et de la fibula est effectué sur les zones de synostose.

Transposition de la fibula sur le tibia. L'ostéotomie de la fibula est réalisée à distance de la pseudarthrose en respectant la tête de la fibula en proximal et 8 cm de fibula en distal. Une fois l'ostéotomie réalisée, la fibula est poussée au contact du tibia et fixée à celui-ci par une ou deux vis selon la taille de l'os (Fig. 30). Des greffons spongieux sont prélevés sur l'aile iliaque et sont apposés sur 4 cm au niveau des deux sites de synostose tibiofibulaire, ce qui réduit d'autant le volume de greffons nécessaire en cas de perte de substance tibiale.

Pseudarthroses du quart distal de la jambe

L'anatomie des pièces osseuses, la mécanique articulaire de la cheville et la vascularisation locale font des pseudarthroses du quart inférieur de la jambe une entité à part. Comment stabiliser le foyer de pseudarthrose pendant toute la durée (souvent longue) de la consolidation ?

Parfois, le fragment osseux distal du tibia est volumineux et l'état cutané permet d'avoir recours à une synthèse par plaque. Les principes sont alors identiques à ceux décrits pour les pseudarthroses au tiers distal de jambe. Le plus souvent, la petite taille du fragment tibial distal presque purement spongieux et déjà remanié par une synthèse antérieure limite la tenue des vis. L'état cutané médial ne permet que rarement une synthèse par plaque. Les fixateurs externes circulaires ne permettent que rarement d'obtenir une tenue solide des broches distales pendant les trois mois nécessaires à la consolidation. Seule l'utilisation d'un fixateur pontant la cheville, et souvent le couple de torsion, permettrait d'obtenir un montage stable. Or, on connaît la rançon de raideurs en cas d'immobilisation prolongée. En dernier lieu, les rapports tibiofibulaires doivent


Figure 31. Synostose tibiofibulaire distale avec fixation en « peigne » sur une plaque fibulaire.

être conservés sous peine d'un enraidissement ou d'une déstabilisation de la cheville voisine. Pour toutes ces raisons, nous avons recours à une greffe intertibiofibulaire basse armée par une plaque fibulaire et un vissage fibulotibial en « peigne ». [32]

Voie d'abord

Le choix de la voie d'abord est guidé par les cicatrices préexistantes et l'artériographie préopératoire. La voie d'abord est habituellement antérolatérale mais une voie postérolatérale qui nécessite un décubitus ventral peut être réalisée. Une voie d'abord médiale est associée dans la mesure du possible, elle facilite la réduction de la déformation du tibia. Cette réduction est tenue par des broches temporaires ou, quand l'état cutané le permet, une plaque fine.

Synostose par greffe intertibiofibulaire

Les versants interosseux du tibia et de la fibula ainsi que le tiers proximal de l'articulation tibiofibulaire distale sont avivés par voie latérale sur tout le quart distal de la jambe. Une plaque DCP 3,5 est appliquée à la face latérale ou postérolatérale de la fibula. Les vis corticales 3,5 traversent l'espace interosseux au contact de la membrane interosseuse sous contrôle de la vue pour aller se ficher sur la corticale médiale du tibia (Fig. 31). La synthèse doit être effectuée cheville maintenue en talus pour ne pas fermer la mortaise tibiofibulaire. La plaque est chantournée si besoin. Des greffons spongieux sont prélevés sur l'aile iliaque pour être tassés dans l'espace interosseux avivé. Si la déformation du tibia est en varus, sa correction révèle une perte de substance dans laquelle doit être encastré un greffon cortico-spongieux par voie médiale.

Si la synthèse n'est pas jugée suffisamment stable, un fixateur tibioalcanéen est mis en place pour 6 semaines puis il est relayé par une botte plâtrée jusqu'à consolidation.

Pseudarthroses du fémur

En dehors des pseudarthroses septiques et des pertes de substances importantes qui posent des problèmes thérapeutiques majeurs, les pseudarthroses de la diaphyse fémorale ne présentent pas de particularités spécifiques. L'élément important est l'ostéosynthèse qui doit assurer un maintien parfait sur un os aux sollicitations très élevées. Par ailleurs, l'environnement musculaire permet de réaliser des décortications efficaces.

Voie d'abord

Cette voie d'abord ne pose pas de problème particulier. Il s'agit d'une voie externe, passant le long de la cloison intermusculaire externe, en avant d'elle, jusqu'à l'os. Dès que l'os est abordé, il faut réaliser une décortication ostéomusculaire au niveau de la ligne âpre en arrière et avec des copeaux pédiculés sur les différents chefs du quadriceps en avant et en dedans.



Figure 32. Radiographie d'une pseudarthrose du fémur associée à une fracture du matériel (clou centromédullaire).

Abord du foyer

Tout le tissu fibreux de la pseudarthrose doit être excisé. L'os nécrotique, notamment en cas de pseudarthrose atrophique, doit être retiré. En général, le foyer de pseudarthrose doit être démonté et le canal médullaire reperméabilisé.

Fixation de la pseudarthrose

L'ostéosynthèse idéale est certainement l'enclouage centromédullaire permettant d'obtenir la meilleure stabilité tout en autorisant une compression du foyer si le verrouillage n'est pas statique. D'ailleurs, dans certaines situations de pseudarthrose hypertrophique sur clou, il est possible de réaliser un simple changement du clou après alésage sans abord direct du foyer de pseudarthrose. Dans le cas des pseudarthroses sous-trochantériennes, le recours à un système de verrouillage cervicocéphalique type « Clou 3 long® » est indispensable. Si le clou n'apparaît pas indiqué du fait par exemple de la forme du fémur qui peut être très remaniée suite à la fracture, une ostéosynthèse par une grande plaque est réalisable. Elle se fait dans le lit de la décortication et doit s'accompagner d'un apport d'os spongieux. En dehors de cas particuliers, l'ostéosynthèse du fémur ne doit pas faire appel à un fixateur externe : sa stabilité est insuffisante et les fiches, même mises latéralement, sont gênantes pour un fonctionnement optimum du genou.

Cas particulier des pseudarthroses s'accompagnant d'une fracture du matériel

Dans un certain nombre de situations où il est difficile de juger de la consolidation du foyer de fracture, il arrive que l'évolution soit défavorable et se fasse vers une fracture du matériel témoignant alors de la réalité de la pseudarthrose (Fig. 32). Cette situation n'est pas exceptionnelle au niveau du fémur compte tenu de l'importance des sollicitations qui s'exercent sur cet os. Dans un tel cas, le planning de traitement de la pseudarthrose doit prendre en compte l'ablation du matériel préexistant. S'il s'agit d'une plaque, cela pose peu de problèmes puisque l'abord permet en général l'ablation assez aisée de cette plaque sauf si des vis sont cassées, rendant le geste un peu plus délicat. En revanche, s'il s'agit d'un clou centromédullaire, le bris peut siéger à différents endroits. Si le clou se casse en regard du foyer de pseudarthrose, l'extraction du fragment distal peut être réalisée assez facilement par l'abord

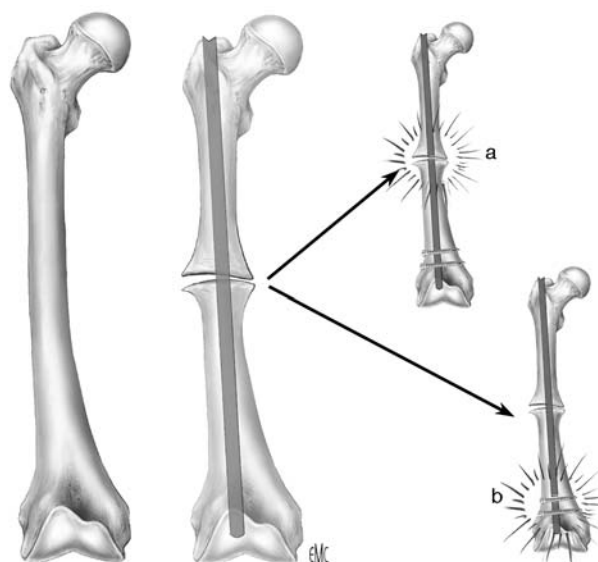


Figure 33. Pseudarthrose diaphysaire du fémur aboutissant à une fracture « de fatigue » du clou centromédullaire. a. En regard du foyer de pseudarthrose ; b. en amont des vis de verrouillage distales.

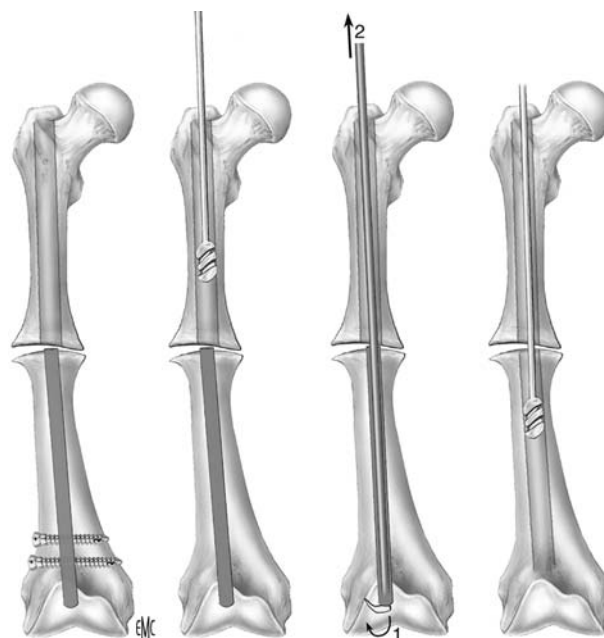


Figure 34. Extraction d'un clou cassé en regard du foyer de pseudarthrose.

direct du foyer ou selon la technique décrite ci-dessous lorsqu'on ne veut pas aborder le foyer. Quelquefois, le bris se fait plus bas, notamment au niveau des vis de verrouillage inférieures (Fig. 33). Dans ces situations, il faut retirer la partie supérieure du clou, aléser à un ou deux diamètres supérieurs jusqu'à la partie du clou restée dans le fémur en distal puis retirer, avec un petit crochet adapté, l'extrémité distale du clou (Fig. 34). Si, malgré cet artifice, il n'est pas possible de ramener la partie distale du clou, il reste la possibilité de faire une trépanation corticale, plutôt antérieure, de telle façon que si un clou doit être remis en place, il puisse être verrouillé correctement en externe. Il y a enfin la possibilité de le repousser par un abord articulaire à minima dans le genou comme pour un clou supracondylien.

En conclusion, le traitement d'une pseudarthrose aseptique du fémur doit le plus souvent faire appel à un mode d'ostéosynthèse solide, en général, centromédullaire et pose régulièrement le problème du bris de matériel associé à la pseudarthrose. L'extraction de ce matériel doit faire partie des préoccupations du chirurgien lorsqu'il établit son planning opératoire.

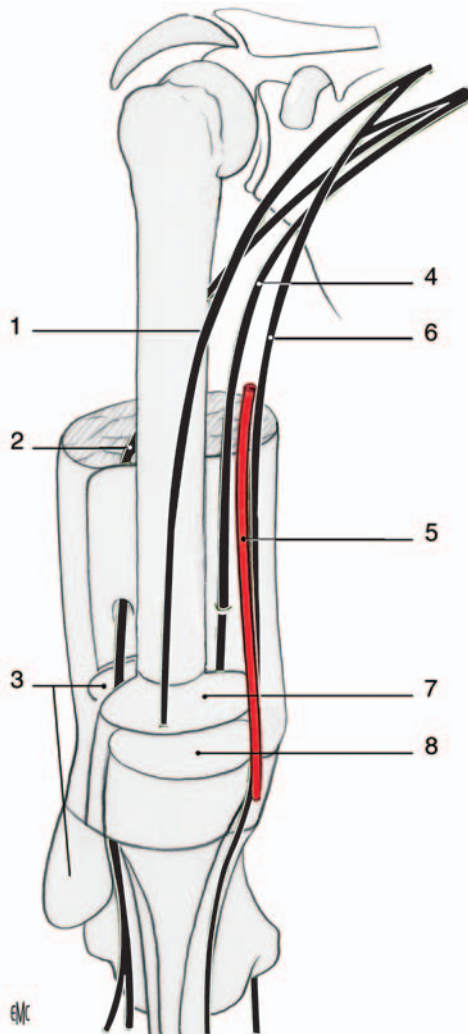


Figure 35. Vue générale de l'humérus et de ses rapports avec les différents éléments vasculonerveux du bras notamment le nerf radial. 1 : nerf musculocutané ; 2 : nerf radial ; 3 : brachioradial ; 4 : nerf ulnaire ; 5 : artère brachiale ; 6 : nerf médian ; 7 : brachial ; 8 : biceps.

Pseudarthrose de la diaphyse humérale

Rappels

L'humérus présente quelques particularités importantes à rappeler dans le cadre du traitement des pseudarthroses diaphysaires :

- le membre supérieur est en décharge. On ne peut donc pas espérer une mise en compression du foyer de fracture ou de pseudarthrose par un système d'ostéosynthèse centromédullaire comme cela est possible, aux membres inférieurs, par la reprise de l'appui [33] ;
- les contraintes sont maximales en rotation. C'est avant tout ce secteur de contraintes qu'il faudra parfaitement neutraliser avec le système d'ostéosynthèse et, là encore, les systèmes centromédullaires n'apparaissent pas les plus appropriés ;
- enfin, l'humérus présente à sa face postérieure une gouttière osseuse où passe le nerf radial qui contracte donc des rapports très étroits avec l'os (Fig. 35). Cela représente l'une des difficultés majeures de la dissection lors de l'abord des pseudarthroses de la diaphyse humérale.

Voie d'abord

Le choix de la voie d'abord optimale dépend des interventions antérieures et du type d'ostéosynthèse choisi pour la stabilisation de la pseudarthrose. En effet, selon que l'on s'oriente vers un clou centromédullaire ou vers une plaque diaphysaire, la voie d'abord est radicalement différente. La plupart des séries de la littérature [34-38] recommandent un geste

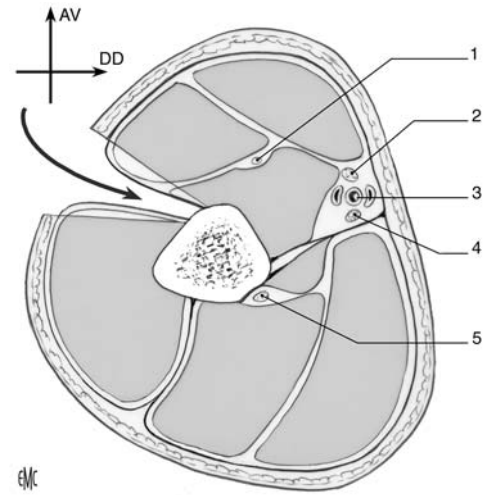


Figure 36. Schématisation de la voie d'abord au tiers supérieur de l'humérus. 1 : nerf musculaire ; 2 : nerf médian ; 3 : artère humérale ; 4 : nerf ulnaire ; 5 : nerf radial.

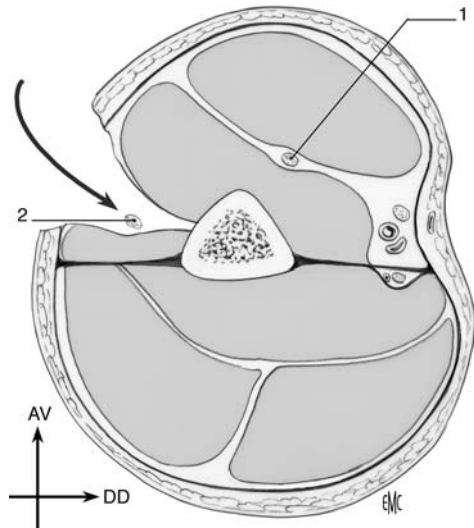


Figure 37. Schématisation de la voie d'abord au tiers inférieur de l'humérus. 1 : nerf musculocutané ; 2 : nerf radial.

d'apport osseux au niveau du foyer de pseudarthrose et une ostéosynthèse par plaque. Ces deux éléments nécessitent de réaliser un abord de la diaphyse humérale contrairement au clou centromédullaire, qu'il soit antérograde ou rétrograde. Nous ne détaillerons que les problèmes liés à la voie d'abord directe de la diaphyse humérale, les voies d'abord de mise en place des clous centromédullaires étant en général plus aisées, alors que la mise en place d'un fixateur externe, notamment type Ilizarov, pose le problème des couloirs de sécurité pour le passage des broches. [39]

La voie d'abord habituelle est la voie latérale qui consiste à passer entre les muscles triceps et brachial antérieur, en avant de la cloison intermusculaire externe. À la partie supérieure (Fig. 36) de la diaphyse, le problème est celui de l'insertion deltoïdienne qu'il faut contourner en général par en avant, en rejoignant le sillon deltopectoral. À ce niveau, le nerf radial est encore postérieur et ne pose pas de problème majeur de dissection. À la partie inférieure de la diaphyse, le problème est celui du nerf radial (Fig. 37). En effet, il est nécessaire de bien le repérer et de l'isoler avant d'effectuer les gestes sur la pseudarthrose proprement dite. Deux cas de figure peuvent être distingués :

- si le foyer n'a jamais été abordé (traitement orthopédique, enclouage centromédullaire foyer fermé, fixateur) la dissection est en général assez facile car la fibrose n'est pas trop



Figure 38. Radiographie d'une pseudarthrose sur clou centromédullaire avec la chambre de mobilité distale autour du clou.

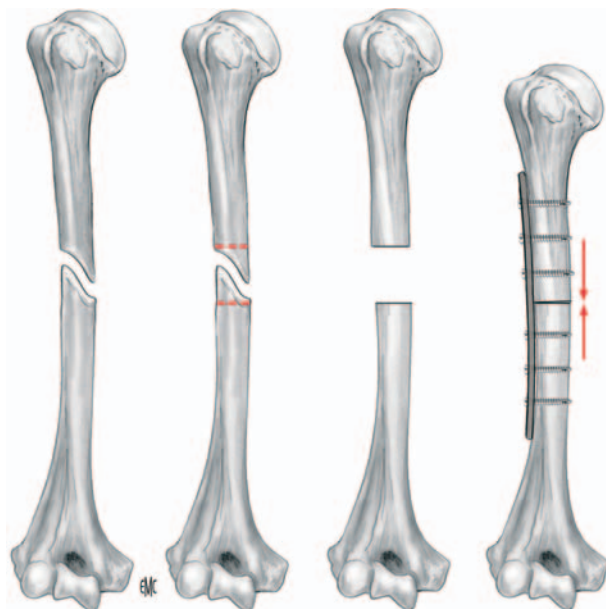


Figure 39. Traitement d'une pseudarthrose atrophique par accourcissement huméral.

importante. Néanmoins, il faut se méfier de l'inflammation des tissus situés autour de la pseudarthrose pouvant englober le nerf radial dans son trajet à proximité de l'os ;

- si le foyer a été abordé antérieurement, la dissection est beaucoup plus difficile et la règle est d'aller repérer le nerf radial en zone saine, c'est-à-dire, habituellement, à la partie basse du bras entre brachioradial et brachial antérieur (Fig. 35) ;
- lorsque le nerf radial a été repéré et neurolysé, il est habituellement bien difficile de réaliser une décortication ostéomusculaire car la dissection a déjà en partie séparé les muscles de l'os.

Gestes sur le foyer de pseudarthrose

Si la pseudarthrose survient sur un enclouage centromédullaire, il s'agit en général d'une pseudarthrose par défaut de stabilisation en rotation (Fig. 38). Il pourrait être indiqué de réaliser un simple apport de spongieux et une plaque antirotation. Néanmoins cette plaque aura une tenue précaire puisque la prise des vis est a priori unicorticale ce qui, au niveau de l'humérus, est insuffisant. Il paraît donc préférable, dans une telle circonstance, d'enlever le clou centromédullaire et de changer de mode d'ostéosynthèse.

Tout le tissu fibreux de la pseudarthrose doit être excisé. L'os nécrotique, notamment en cas de pseudarthrose atrophique, doit être excisé. L'une des particularités de l'humérus, qui constitue d'ailleurs un avantage, est la possibilité d'effectuer un accourcissement par résection des extrémités pouvant aller jusqu'à 3 cm sans préjudice notable, ni au plan esthétique, ni sur la force musculaire. Ainsi, le travail d'excision, la recoupe à bords nets des extrémités fracturaires pseudarthrosées est tout à fait réalisable moyennant un raccourcissement de l'humérus, notamment dans les pseudarthroses atrophiques (Fig. 39).

Apport de greffe : en dehors des pseudarthroses hypertrophiques très constructives, la règle pour les pseudarthroses de l'humérus est

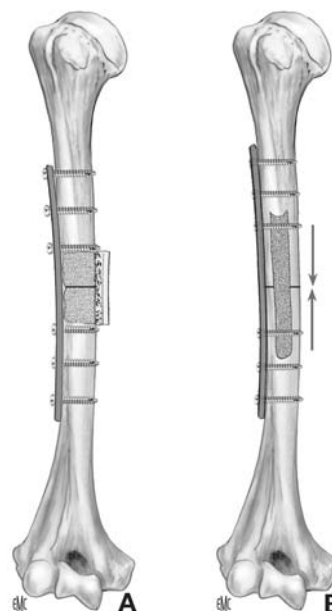


Figure 40. Greffes corticospongieuses.

A. Greffon apposé.

B. Greffon encastré en « bilboquet ».

l'apport d'os spongieux prélevé en général sur la crête iliaque homolatérale. Il peut s'agir de spongieux pur placé dans le foyer de pseudarthrose et, à sa périphérie, d'un greffon corticospongieux apposé ou encore d'un greffon corticospongieux utilisé en bilboquet en étant placé dans le canal médullaire (Fig. 40). Lorsqu'il existe un defect important ou encore un os très nécrotique, il faut discuter l'opportunité d'utiliser un greffon vascularisé susceptible de favoriser un peu plus la consolidation.

Fixation

L'ostéosynthèse doit faire appel à une plaque dont le calibre est important. Il s'agit au minimum d'une plaque à tibia. La prise corticale de part et d'autre du foyer de pseudarthrose impose au moins six prises et au mieux huit prises corticales (Fig. 41). Si le foyer de pseudarthrose s'y prête (résection perpendiculaire des extrémités, fracture transversale), l'utilisation d'une plaque à compression est conseillée car cela améliore la stabilité du montage. La plaque est posée sur la face externe ou mieux antéroexterne de l'humérus pour rester plus à distance du nerf radial. [34]

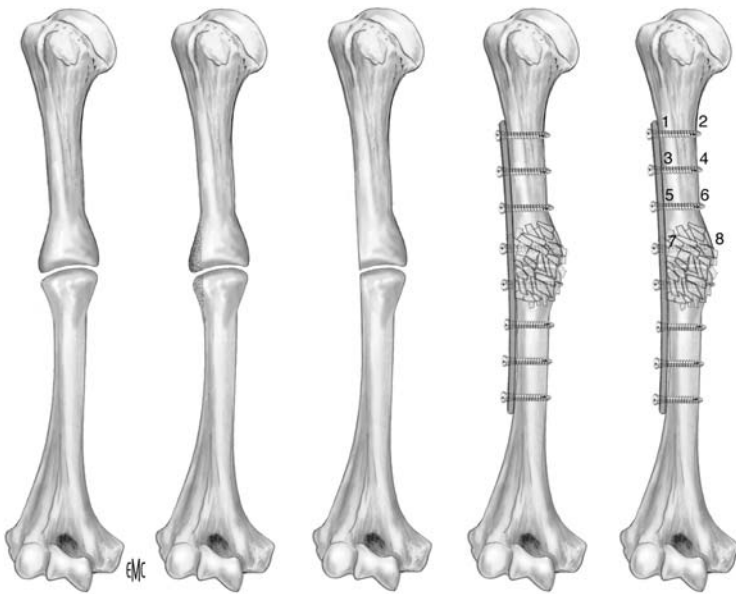


Figure 41. Traitement d'une pseudarthrose hypertrophique par greffe spongieuse et plaque prenant huit corticales de part et d'autre du foyer (en règle au moins six corticales).

En cas d'os très fragile, comme cela peut se voir chez les personnes âgées, il peut être utile d'accroître la tenue de l'ostéosynthèse par l'utilisation de ciment en veillant à ce que ce dernier ne s'interpose pas entre les extrémités osseuses. D'autres auteurs ont utilisé une greffe de péroné mise en intramédullaire.

Dans les suites de l'intervention, si l'opérateur estime l'ostéosynthèse trop fragile, il est important d'assurer une immobilisation qui bloque surtout les rotations, c'est-à-dire un bandage coude au corps. En effet, ce sont les contraintes en rotation qui sollicitent le plus les différents types d'ostéosynthèse de la diaphyse humérale.

Cas particulier des pseudarthroses associées à une paralysie radiale

Lors de l'abord de la pseudarthrose, le nerf radial doit être exploré. [34] Il peut apparaître continu et une simple neurolyse peut être effectuée dans le même temps opératoire que le traitement de la pseudarthrose. En revanche, si le nerf n'est pas continu, il faut discuter (en fonction de l'âge du patient, de son côté dominant, de l'ancienneté des lésions), de réaliser soit des transferts musculaires palliatifs, soit une greffe nerveuse. Dans cette dernière hypothèse, il est recommandé de réaliser la greffe dans un second temps, environ 2 mois après la cure de la pseudarthrose. [34]

Pseudarthrose de la clavicule

Rappel

Cet os, volontairement assimilé à un os diaphysaire, présente plusieurs particularités :

- de nombreuses pseudarthroses sont totalement asymptomatiques et, dans ce cas, ne doivent pas être opérées ;
- la clavicule est soumise à des sollicitations importantes, notamment en rotation, lors de la mobilisation de l'épaule. [40] De ce fait, tout type d'ostéosynthèse centromédullaire risque de ne pas bien stabiliser ce type de contrainte ;
- l'environnement vasculonerveux de la clavicule, notamment vers l'arrière et le dedans, doit rendre extrêmement prudent lors de la réalisation de l'intervention. Par ailleurs, l'utilisation de broches expose celles-ci au risque de rupture et surtout de migration secondaire pouvant aboutir à des catastrophes compte tenu de cette proximité vasculonerveuse ;
- enfin, la pseudarthrose s'accompagne souvent d'un raccourcissement assez important qu'il faut s'efforcer de corriger pour redonner à l'épaule une distance acromion-manubrium sternal normale (Fig. 42).

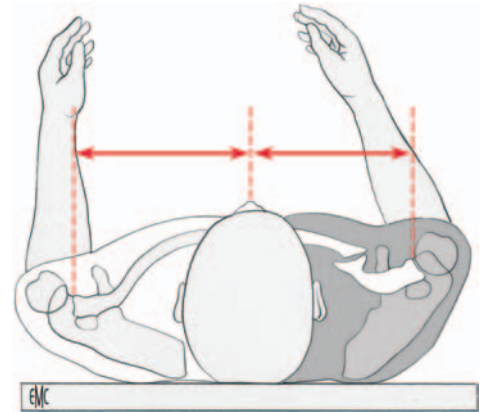


Figure 42. Vue supérieure montrant l'accourcissement induit par une pseudarthrose de clavicule.

Voie d'abord

Il faut s'efforcer de faire une voie d'abord qui soit légèrement décalée par rapport au mode d'ostéosynthèse retenu, notamment s'il s'agit d'une plaque. En effet, la clavicule est un os sous-cutané et la plaque le sera également mais, si possible, à légère distance de l'incision. Après l'incision cutanée, il faut aller d'emblée jusqu'à l'os en suivant le grand axe de la clavicule, puis réaliser, chaque fois que possible, une décortication permettant de bien exposer le foyer de pseudarthrose et de favoriser la consolidation. [41] Les copeaux de décortication sont vascularisés par le grand pectoral et le deltoïde à la partie antérieure.

Gestes au niveau du foyer de pseudarthrose

Le foyer doit être démonté. Il est possible mais pas toujours très facile de retrouver le canal médullaire. [41] Les extrémités nécrotiques doivent être excisées. Ensuite, en fonction de l'aspect de la pseudarthrose, oblique ou transversale, il est possible de décider du type d'apport osseux qu'il faut faire et de l'ostéosynthèse qu'il faut choisir :

- s'il s'agit d'une pseudarthrose ayant un aspect oblique long, il est possible de faire glisser les deux fragments l'un contre l'autre afin de regagner la longueur tout en conservant un contact osseux (Fig. 43), mais la clavicule aura un aspect aminci. Dans ce cas, il est possible d'utiliser une vis de compression interfragmentaire, mise au travers d'une plaque de neutralisation. L'apport osseux peut être uniquement spongieux placé sur le pourtour de la zone de pseudarthrose ;
- s'il s'agit d'une pseudarthrose ayant un aspect transversal, il est probable que la phase d'excision s'accompagne d'un

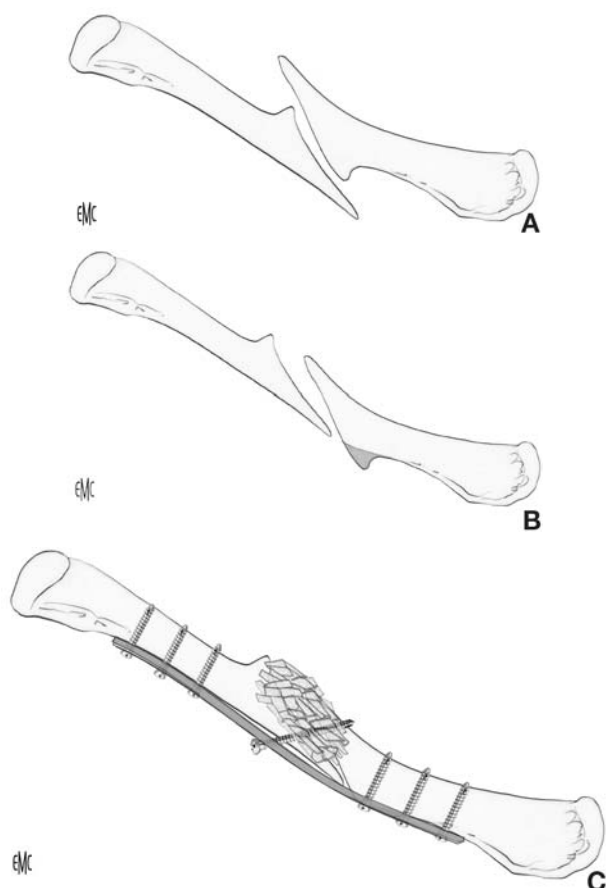


Figure 43. Exemple de traitement d'une pseudarthrose oblique longue (A, B, C).

raccourcissement net de la clavicule. Dans ce cas, il faut plutôt s'orienter vers un apport osseux de type corticospongieux, prélevé en pleine crête, afin de l'interposer entre les deux extrémités fracturaires (Fig. 44). L'ensemble est ensuite neutralisé par une plaque d'ostéosynthèse.

Fixation

Il est actuellement déconseillé par la plupart des auteurs d'utiliser des broches. Celles-ci risquent de se rompre puis de migrer, pouvant être responsables de problèmes vasculonerveux graves. L'utilisation de système centromédullaire est assez délicate compte tenu de la forme en S de la clavicule. Rockwood [42] a néanmoins décrit une technique utilisant une vis canulée, pouvant convenir à des pseudarthroses du tiers moyen, introduite à la partie postérieure et latérale de la clavicule après avoir effectué un alésage en va-et-vient à partir du foyer (Fig. 45). En dehors de cette technique, les meilleurs taux de consolidations sont obtenus par l'utilisation d'une plaque et d'un apport osseux. [41, 43, 44] Cette plaque peut être mise à la face supérieure de la clavicule ou sur son bord antérieur. Elle doit être suffisamment longue pour autoriser six prises corticales de part et d'autre et suffisamment forte (type plaque d'avant-bras).

Conclusion

Le traitement d'une pseudarthrose de clavicule ne doit être réalisé que si cette pseudarthrose est symptomatique. La cicatrice est souvent disgracieuse. L'environnement vasculonerveux postérieur doit inciter à la plus grande prudence. L'ostéosynthèse doit être préférentiellement une plaque. Les broches sont contre-indiquées en raison du risque de migration.

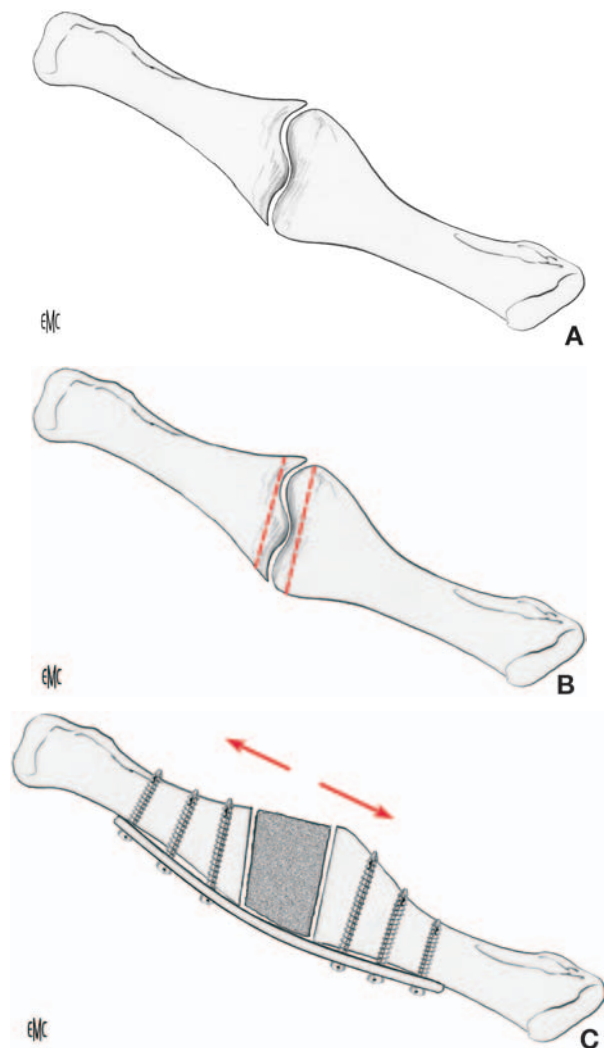


Figure 44. Exemple de traitement d'une pseudarthrose avec allongement et greffe corticospongieuse interposée (A, B, C).

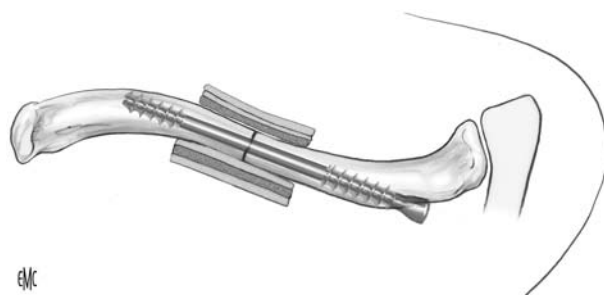


Figure 45. Exemple de synthèse par une vis centromédullaire à double filetage selon Rockwood.

Références

- [1] Kwiatkowski TC, Hanley Jr EN, Ramp WK. Cigarette smoking and its orthopedic consequences. *Am J Orthop* 1996;**25**:590-7.
- [2] Judet R, Judet J. Décortication ostéo-périostée : principe, technique, indication, résultats. Académie de chirurgie, séance du 12 mai 1965.
- [3] Judet R, Patel A. Décortication ostéomusculaire. Révision de 1150 cas. *Rev Chir Orthop* 1972;**58**:147-50.
- [4] Castaing J, Favard L. *Du bon usage des instruments en chirurgie orthopédique*. Montpellier: Sauramps Médical; 1993.
- [5] Younger EM, Chapman MW. Morbidity at bone graft donor sites. *J Orthop Trauma* 1989;**3**:192-5.

- [6] Ahlman E, Patzakis M, Roidis N, Sheperd L, Holtom P. Comparison of anterior and posterior iliac crest bone grafts in terms of harvest-site morbidity and functional outcomes. *J Bone Joint Surg Am* 2002;**84**: 716-20.
- [7] Phemister DB. Treatment of ununited fractures by onlay bone grafts without screw or fixation and without breaking down of the fibrous union. *J Bone Joint Surg* 1947;**29**:946-60.
- [8] Pokannen P, Slati P, Kallio E. Subcortical bone grafting (Phemister-Charnley) in the treatment of delayed union of the tibial shaft fractures. *Acta Chir Scand* 1967;**133**:523-6.
- [9] Rogers WJ. Iliac inlay-on-edge bone graft. Technique and report of 33 cases. *J Bone Joint Surg Am* 1968;**50**:1410-6.
- [10] LeNen D, Dubrana F, Hu W, Prud'homme M, Lefèvre C. Fibula vascularisée. Techniques, indications en orthopédie et traumatologie. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-040, 2002 8p.
- [11] Ryaby JT. Clinical effects of electromagnetic and electric fields on fracture healing. *Clin Orthop* 1998;**355**(suppl):S205-S215.
- [12] Sedel L, Christel P, Duriez J, Duriez R, Evrard J, Ficat C, et al. Results of non-unions treatment by pulsed EMF stimulation. *Acta Orthop Scand* 1982;**196**(suppl):81-91.
- [13] Scott G, King JB. A prospective double-blind trial of electrical capacitive coupling in the treatment of nonunion of long bones. *J Bone Joint Surg Am* 1994;**76**:820-6.
- [14] Hadjiargyrou M, McLeod K, Ryaby JP, Rubin C. Enhancement of fracture healing by low intensity ultrasound. *Clin Orthop* 1998;**355**(suppl): S216-S219.
- [15] Hernigou P, Beaujean F. Pseudarthroses traitées par greffe percutanée de moelle osseuse autologue. *Rev Chir Orthop* 1997;**83**:495-504.
- [16] Garg NK, Gaur S, Sharma S. Percutaneous bone-marrow grafting in 29 cases of ununited fracture. *Acta Orthop Scand* 1993;**64**:671-2.
- [17] Johnson EE, Urist MR. Human bone morphogenetic protein allografting for reconstruction of femoral non-union. *Clin Orthop* 2000;**371**:61-74.
- [18] Friedlaender GE, Perry CR, Cole JD, Cook SD, Cierny G, Muschler GF, et al. Osteogenic protein-1 (bone morphogenetic protein-7) in the treatment of tibial non-unions. *J Bone Joint Surg Am* 2001;**83**(suppl1): S151-S158.
- [19] Pecina M, Giltaji LR, Vukicevic S. Orthopaedic applications of osteogenic protein-1 (BMP-7). *Int Orthop* 2001;**25**:203-8.
- [20] Hannouch D, Petite H, Sedel L. Current trends in the enhancement of fracture healing. *J Bone Joint Surg Br* 2001;**83**:157-64.
- [21] Rodriguez-Merchan EC, Forriol F. Nonunion: general principles and experimental data. *Clin Orthop* 2004;**419**:4-12.
- [22] Aaron RK, Ciomber DM, Simon BJ. Treatment of non-unions with electric and electromagnetic fields. *Clin Orthop* 2004;**419**:21-9.
- [23] Weber TG, Harrington RM, Henley MB, Tencer AF. The role of fibular fixation in combined fractures of the tibia and fibula: a biomechanical investigation. *J Orthop Trauma* 1997;**11**:206-11.
- [24] Wagner J, Bourgeois R, Hermanne A. Biomécanique du cadre tibio-péronier : rôle mécanique et physiologique du péroné. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 19*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1983. p. 101-14.
- [25] Masquelet AC. Les pseudarthroses infectées de jambes. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, n°40*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1991. p. 177-88.
- [26] Touam C, Oberlin C. Lambeaux pédiculés de recouvrement des pertes de substance cutanée au niveau des membres. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-070, 1996 10p.
- [27] Gosling T, Schandelmaier P, Marti A, Hufner T, Partenheimer A, Krettek C. Less invasive stabilization of complex tibial plateau fractures: a biomechanical evaluation of a unilateral locked screw plate and double Plating. *J Orthop Trauma* 2004;**18**:546-51.
- [28] Evrard J. Place de la greffe inter-tibio-péronière dans le traitement des fractures et pseudarthroses infectées de jambe. *Rev Chir Orthop* 1992;**78**:389-98.
- [29] Reckling W, Waters CH. Treatment of non-unions of fractures of the tibial diaphysis by posterolateral cortical cancellous bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am* 1980;**62**:936-41.
- [30] Kassab M, Samaha C, Saillant G. Ipsilateral fibular transposition in tibial nonunion using Huntington procedure: a 12-year follow-up study. *Injury* 2003;**34**:770-5.
- [31] Al-Zaharani S, Harding MG, Kremlin M, Kahn FA, Ikram A, Takroni T. Free fibular graft still has a place in the treatment of bone defects. *Injury* 1993;**24**:551-4.
- [32] DeOrio JK, Ware AW. Salvage technique for treatment of periapical tibial fractures: modified fibula-pro-tibia procedure. *Foot Ankle Int* 2003;**24**:228-32.
- [33] Rosen H. Compression treatment of long bones pseudarthrosis. *Clin Orthop* 1979;**138**:154-66.
- [34] Segonds JM, Alnot JY, Masmejean E. Aseptic non-union of humeral shaft fractures treated by plating and bone grafting. *Rev Chir Orthop* 2003;**89**:107-14.
- [35] Marti RK, Verheyen CC, Besselaar PP. Humeral shaft non-union: evaluation of uniform surgical repair in fifty-one patients. *J Orthop Trauma* 2002;**16**:108-15.
- [36] Rosen H. The treatment of non-unions and pseudarthroses of the humeral shaft. *Orthop Clin North Am* 1990;**21**:725-42.
- [37] Fattah HA, Halawa EE, Shafy TH. Non-union of the humeral shaft: a report of 25 cases. *Injury* 1982;**14**:255-62.
- [38] Healy WL, White GM, Mick CA, Brooker AF, Weiland AJ. Non-union of the humeral shaft. *Clin Orthop* 1987;**219**:206-13.
- [39] Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE. Non-unions of the humerus. *Clin Orthop* 2004;**419**:46-50.
- [40] Jupiter JB, Leffert RD. Non-union of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am* 1987;**69**:753-60.
- [41] Nikiforidis P, Babis GC, Vayanos ED. Treatment of pseudarthrosis of the clavicle by bone plate with screw fixation and autologous spongiosa graft. *Rev Chir Orthop* 1996;**82**:125-9.
- [42] Boehme D, Curtis Jr RJ, DeHaan JT, Kay SP, Young DC, Rockwood Jr CA. Non-union of fractures of the mid-shaft of the clavicle. Treatment with a modified Hagie intramedullary pin and autogenous bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am* 1991;**73**:1219-26.
- [43] Kitsis CK, Marino AJ, Krikler SJ, Birch R. Late complications following clavicular fractures and their operative management. *Injury* 2003;**34**:69-74.
- [44] Bradbury N, Hutchinson J, Hahn D, Colton CL. Clavicular nonunion. 31/32 healed after plate fixation and bone grafting. *Acta Orthop Scand* 1996;**67**:367-70.

J. Brilhault, Docteur* (jean.brilhault@med.univ-tours.fr).

L. Favard, Professeur.

Chirurgie orthopédique et traumatologique 1, CHRU de Tours, hôpital Trousseau, 37044 Tours cedex 1, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Brilhault J, Favard L. Traitement chirurgical des pseudarthroses diaphysaires aseptiques. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-050, 2005.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Traitement chirurgical du syndrome des loges et du syndrome de Volkmann

AC Masquelet

Résumé. – Il est désormais aisé de définir le syndrome de Volkmann comme un ensemble de signes traduisant une rétraction ischémique des éléments d'une loge musculaire. Le syndrome de Volkmann doit donc être compris comme la séquelle d'un événement aigu, antérieur, qu'il est convenu d'appeler syndrome des loges. Si l'on entend par syndrome des loges l'ensemble des manifestations cliniques en rapport avec une augmentation de la pression tissulaire à l'intérieur d'un espace inextensible, alors tous les patients porteurs d'une lésion des membres ont, à un moment donné, un syndrome des loges. En effet, toute contusion par un agent extérieur, tout hématome sous-fascial, toute intervention chirurgicale induit inéluctablement une hyperpression tissulaire. C'est ici qu'il faut faire intervenir la notion d'un seuil critique, à la fois dans l'intensité et dans la durée, au-delà duquel la pression induit des lésions irréversibles qui vont se développer en cascade. C'est dire la vigilance extrême dont il faut faire preuve, quotidiennement, dans la surveillance des patients susceptibles de développer une hyperpression tissulaire localisée. La localisation à la jambe est la plus fréquente et la plus connue. Plus surnois, mais tout aussi lourds de conséquences, sont les syndromes des loges retardés, qui se développent vers le 4^e ou le 5^e jour après le traumatisme initial, les syndromes des loges profonds n'intéressant qu'un groupe musculaire, et les syndromes des loges affectant les extrémités, main et pied. À ce titre, une simple fracture du calcanéus entraîne une hyperpression dans la loge de l'abducteur du gros orteil.

L'étape essentielle du diagnostic est de penser au syndrome des loges. Aucun signe clinique n'est spécifique. Les prises de pression répétées sont une aide efficace à la décision. La fasciotomie, tôt réalisée, permet une restitutio ad integrum avant la constitution de lésions ischémiques affectant les muscles et les nerfs qui définissent le syndrome de Volkmann.

À ce stade ultime, la chirurgie n'est bien souvent que palliative.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : loges, Volkmann, ischémie, hyperpression tissulaire, paralysie, transferts palliatifs.

Introduction

Il est à présent clairement établi que le syndrome des loges est une entité regroupant les manifestations cliniques diverses d'une situation conflictuelle entre un contenant peu extensible, la loge, et un contenu extensible, le muscle^[9] ; l'augmentation de pression à l'intérieur de la loge réduit le flux capillaire et compromet la viabilité des tissus. La souffrance tissulaire est avant tout une anoxie musculaire mais les axes nerveux qui cheminent à l'intérieur de la loge peuvent également souffrir par un double mécanisme d'ischémie et de compression, responsable de déficits moteurs et sensitifs. La notion cruciale d'augmentation de pression dans un espace clos et la réversibilité jusqu'à un certain stade des lésions musculaires et nerveuses justifient amplement les interventions chirurgicales de décompression par fasciotomie en l'absence desquelles l'évolution se fait vers la fibrose aseptique ou la nécrose infectieuse. La possibilité d'évolutions dramatiques, pouvant mener à l'amputation d'un membre, est l'occasion d'insister sur l'importance de la formation des médecins et du personnel soignant, dans la détection et la prévention d'un syndrome des loges aigu.

Les localisations électives des syndromes des loges sont les extrémités des membres (avant-bras, main, jambe et pied) en raison de la constitution bien définie de loges ostéofibreuses à ces niveaux. Cependant, les syndromes des loges aigus peuvent survenir dans des circonstances inhabituelles. Nous citerons comme exemples le syndrome des loges à la jambe résultant d'une fracture des plateaux tibiaux ou du pilon tibial^[42] et les syndromes des loges intéressant isolément une loge ou un muscle comme la loge postérieure profonde de jambe dans le cas particulier d'une fracture de jambe peu déplacée^[37], la loge médiale du pied dans une fracture du calcanéus^[35], le muscle carré pronateur dans une fracture de l'extrémité inférieure du radius^[71]. En réalité, tout traumatisme des membres ou des ceintures est susceptible d'induire un syndrome des loges^[1, 2, 6, 28, 41, 52, 55, 74, 82], ce qui justifie une attitude de vigilance extrême et systématique vis-à-vis de cette redoutable complication.

Principes de traitement des syndromes des loges aigus

La décompression chirurgicale que réalise une fasciotomie est le seul moyen de réduire la pression à l'intérieur d'une loge et de préserver la viabilité des tissus.

Le diagnostic d'un syndrome des loges aigu repose sur des symptômes et des signes cliniques : la douleur spontanée - souvent

Alain Charles Masquelet : Professeur des Universités, service de chirurgie orthopédique, traumatologique et réparatrice, hôpital Avicenne, 125, route de Stalingrad, 93009 Bobigny cedex, France.

sans commune mesure avec le traumatisme initial ou l'intervention antérieure -, l'augmentation de volume des parties molles, la palpation douloureuse d'une loge définie. Les manœuvres d'étirements musculaires sont en général suffisantes lorsqu'elles sont douloureuses pour affirmer l'existence d'un syndrome des loges aigu. La constatation d'une souffrance nerveuse distale est déjà une indication opératoire. Plus que le chiffre brut de la pression intratissulaire, dont la mesure nous paraît désormais obligatoire, c'est la notion de seuil critique différentiel qui semble pertinente car plus adaptée à chaque cas clinique [26, 32, 43].

Il est admis actuellement qu'une pression différentielle inférieure à 30 mmHg confirme l'indication d'une fasciotomie (Δ = pression diastolique – pression de la loge).

Il ne faut pas craindre de répéter que seule la décompression chirurgicale permet l'expansion nécessaire du contenu d'une loge soumise à une hyperpression. Chacune des enveloppes entourant le muscle peut jouer un rôle dans la genèse ou le maintien d'une pression élevée.

– Le plâtre et les pansements serrés ont été initialement incriminés comme seuls responsables de la compression. En réalité, un plâtre, par une compression localisée résultant d'une malfaçon, peut induire une souffrance musculaire génératrice d'un œdème local. Quoi qu'il en soit, la simple section du plâtre ne suffit jamais à assurer la décompression d'une loge dont le seuil critique de pression a été dépassé.

– La peau, dans certaines situations, peut constituer un facteur limitant l'expansion complète du contenu de la loge après la fasciotomie qui est le geste essentiel [19, 47]. La peau, en elle-même, peut jouer un rôle compressif dans certaines loges où le fascia est peu développé, comme dans les segments proximaux des membres, et dans les cas de brûlures lorsque la rétraction de l'escarre devient un élément plus compressif que le fascia. Enfin, dans certaines localisations, il est nécessaire, outre la fasciotomie, de réaliser une épimysiotomie pour libérer les muscles des couches profondes ou des muscles comportant plusieurs faisceaux. Ainsi, doit-on réaliser systématiquement un tel geste pour le fléchisseur commun profond des doigts et le long fléchisseur du pouce à l'avant-bras [12]. Il en est de même pour le deltoïde et l'ensemble de l'éventail fessier.

De ce qui précède, on peut inférer un certain nombre de règles de pratique chirurgicale face à un syndrome des loges aigu.

Dans les situations « limites » (absence de signe de souffrance nerveuse, pression différentielle supérieure à 30 mmHg), il n'y a pas de place pour l'indécision ; ce qui signifie qu'il vaut mieux réaliser ce qui apparaîtra a posteriori comme une fasciotomie préventive que de laisser évoluer un authentique syndrome des loges.

Une fois que l'indication chirurgicale a été décidée, il faut réaliser l'intervention le plus vite possible ; il s'agit d'une urgence vasculaire.

– Dans les formes décelées tardivement (24 à 36 heures), l'indication de fasciotomie est discutable [16, 20, 65]. Certains auteurs [65] défendent néanmoins la fasciotomie qui permet de réaliser les excisions musculaires nécessaires susceptibles de réduire les séquelles fonctionnelles. D'autres auteurs [16, 32] conseillent l'abstention opératoire en arguant du fait que l'ouverture de la loge transforme inéluctablement un foyer de myonécrose aseptique en myonécrose septique ; ce qui conduit à des incisions itératives comportant le risque d'exposition des foyers de fracture, d'amputation, voire de décès. En outre, dans certaines localisations comme la loge antérieure de jambe, la nécrose aseptique évolue vers une fibrose rétractile avec un effet heureux de ténodèse, limitant ainsi la chute du pied en équin. En fait, chaque cas vu tardivement doit être discuté selon ses particularités propres. Au-delà de 36 heures, alors même que les phénomènes douloureux commencent à régresser, il y a probablement plus de risques à faire une fasciotomie qu'à préconiser une abstention vigilante.

En revanche, lorsque le début du syndrome ne peut être fixé avec précision mais qu'il reste inférieur à 24 heures et que le patient est hyperalgique, l'indication d'une fasciotomie est licite, en rappelant toutefois qu'il faudra probablement affronter les complications inhérentes aux excisions musculaires.

– La fasciotomie doit intéresser toute l'étendue de la loge. Une fasciotomie incomplète ne permet pas la décompression de la totalité de la loge et accentue, en revanche, la souffrance tissulaire par la production d'une hernie musculaire.

– Le seul moyen d'être sûr de réaliser une fasciotomie complète est de faire une longue incision cutanée sur toute l'étendue de la loge. Les fasciotomies sous-cutanées doivent être proscrites ; elles exposent au risque de lésion des nerfs superficiels et des muscles sous-jacents, avec la formation d'hématomes susceptibles d'accroître encore la pression intratissulaire.

– Les tunnels fibreux, lieu de passage des troncs nerveux à l'entrée et à la sortie des loges, doivent être systématiquement ouverts (tunnel carpien au poignet, tunnel tarsien à la cheville).

– L'incision cutanée ne doit pas être refermée immédiatement en regard de la loge. Un procédé de resserrement progressif des berges permet dans la majorité des cas d'aboutir à une suture linéaire secondaire qui évite les effets fonctionnels et esthétiques négatifs des greffes de peau.

Seules les incisions cutanées placées en regard des nerfs libérés peuvent et doivent être suturées de première intention.

Traitement chirurgical des syndromes des loges aigus du membre supérieur

Une place prépondérante est ici accordée à l'avant-bras, lieu électif des syndromes des loges.

TRAITEMENT D'UN SYNDROME DES LOGES AIGU À L'AVANT-BRAS

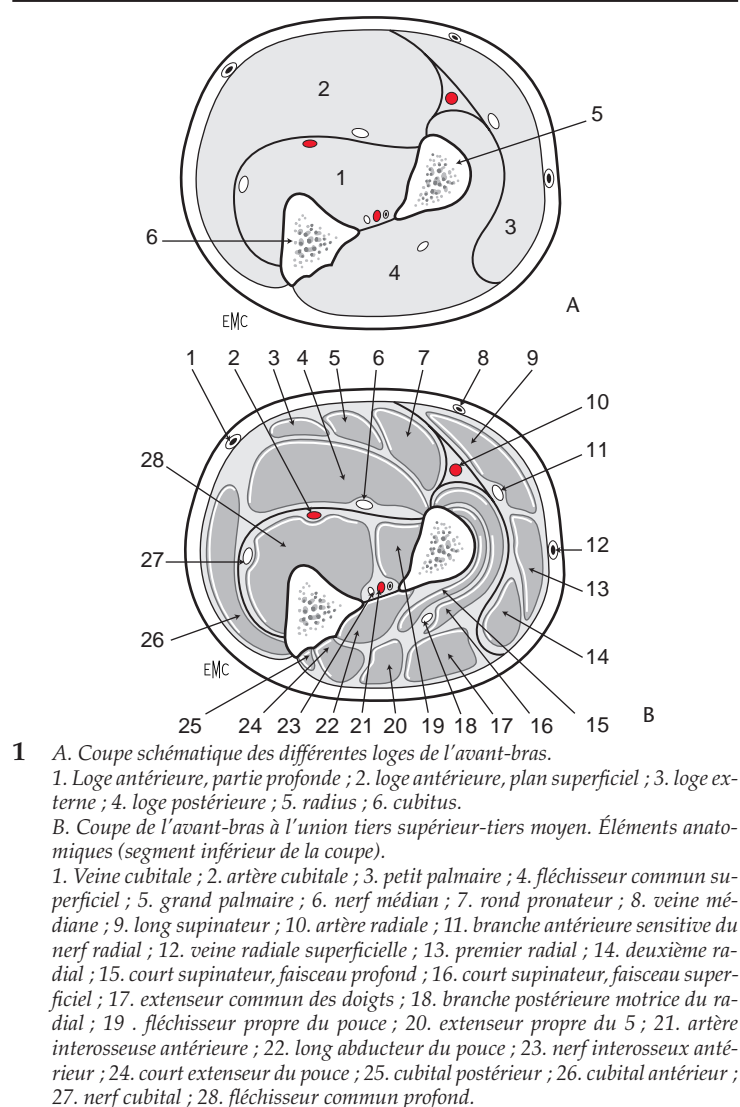
■ Décompression de la loge antérieure (fig 1)

Historiquement, il semble bien que Bardenheuer [3] ait été le premier à réaliser une fasciotomie à l'avant-bras. Jepson [28] puis Moulouguet et Senèque [44] insistèrent sur la nécessité d'une fasciotomie chez certains patients mais sans décrire la technique en détail. Garber [18] recommandait la fasciotomie associée à une libération des gaines des fléchisseurs, une exploration des nerfs médian et ulnaire et de l'artère humérale au coude. Eichler et Lipscomb [13] ont, les premiers, décrit un abord chirurgical détaillé et Eaton et Green [12] ont mis au point l'opération de décompression de l'avant-bras en associant fasciotomie et épimysiotomie de la couche musculaire profonde.

Technique chirurgicale

Trois types d'incision antérieure sont possibles, l'incision ulnaire, l'incision curviligne et l'incision brisée (fig 2). Dans tous les cas, l'incision commence au coude et se termine à la paume de la main car le ligament annulaire antérieur du carpe doit être impérativement sectionné. L'incision ulnaire a l'avantage de ne pas laisser le médian à découvert et possède peut-être une supériorité d'ordre esthétique. Nous la pratiquons lorsqu'il n'y a aucun signe de souffrance du nerf médian. En revanche, les incisions curviligne ou brisée permettent une exploration complète de tous les axes vasculonerveux. En cas de souffrance du nerf médian, elles deviennent nécessaires pour libérer tous les obstacles sur le trajet du nerf. C'est la voie d'abord curviligne (fig 2B) que nous décrivons en détail.

Le dessin de l'incision commence à 1 cm au-dessus et 2 cm en dehors de l'épitrachée. Elle traverse obliquement la fossette antérieure du coude et rejoint la ligne médiane à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur de l'avant-bras. Au poignet, elle reste du côté ulnaire du palmaris longus pour éviter une blessure de la branche thénarienne sensitive du nerf médian, et chemine dans l'axe du quatrième rayon. L'aponévrose antébrachiale est sectionnée dans toute sa longueur et, dans sa continuité, le ligament annulaire antérieur du carpe. Puis chaque muscle est exploré et, s'il persiste la moindre tension, l'épimysium est incisé (fig 3). Ce geste concerne



surtout le fléchisseur commun profond des doigts et le long fléchisseur du pouce. S'il existait, avant l'intervention, des signes de souffrance du nerf médian, le trajet entier du nerf doit être vérifié. Les compressions localisées possibles sont le lacertus fibrosus, le bord proximal du pronator teres, le bord proximal du flexor digitorum sublimis et le canal carpien.

Il est possible, dans les cas opérés précocement, d'éviter la grande incision et de procéder par deux voies d'abord séparées (fig 4). L'incision proximale s'arrête au milieu de l'avant-bras à l'endroit de la jonction myotendineuse des fléchisseurs. L'autre incision distale est l'incision standard de libération du tunnel carpien. Cet abord par deux incisions séparées a l'avantage de laisser un pont cutané qui protège les tendons à la partie basse de l'avant-bras. En revanche, l'aponévrotomie reste incomplète car il est déconseillé de faire une aponévrotomie sous-cutanée à l'avant-bras en raison des veines et des petits nerfs sensitifs superficiels. De plus, cette approche incomplète ne permet pas d'explorer le long fléchisseur du pouce.



3 Aponévrotomie à l'avant-bras.
 Il est nécessaire de réaliser une épimysiotomie complémentaire des muscles fléchisseurs profonds des doigts et long fléchisseur du pouce.



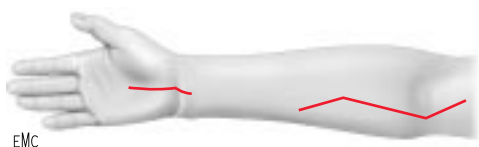
Certains auteurs recommandent la prise de pression pendant l'intervention, mais ce geste ne nous semble pas indispensable. Quant à l'attitude vis-à-vis des lésions musculaires, elle doit être mesurée ; connaissant la capacité de régénération des muscles, certaines lésions peuvent évoluer favorablement après décompression. Les zones manifestement nécrotiques doivent être excisées mais il faut savoir que l'appréciation de la vitalité tissulaire est plus aisée à formuler 48 heures plus tard.

■ Décompression de la loge postérieure

Elle s'avère de principe nécessaire lorsque l'étiologie est celle d'une compression longtemps maintenue sur les deux faces de l'avant-bras (comas toxiques, *crush syndrome*). Dans le cas d'un syndrome des loges antérieur, initialement isolé, le compartiment postérieur peut souffrir par réduction du débit de perfusion de l'artère interosseuse antérieure qui vascularise presque entièrement les muscles extenseurs. Au moindre doute, une prise de pression peut être renouvelée en peropératoire après décompression de la loge antérieure. La voie d'abord de décompression de la loge dorsale est verticale en pleine face postérieure (fig 5). Elle commence à 2 cm en position distale par rapport à l'épicondyle et s'arrête à 7 cm au-dessus du poignet. Le fascia est incisé sur toute la longueur de l'incision cutanée et la décompression de la loge postérieure suffit en général à décompresser la loge externe.

■ Soins postopératoires

Sauf au poignet, où la fermeture de l'incision du canal carpien est en général réalisable d'emblée, les incisions sont laissées ouvertes et l'avant-bras est recouvert d'un pansement volumineux, non serré, en plaçant les compresses en longueur dans l'axe du membre. Une attelle plâtrée maintient le coude à 90° de flexion et le poignet en légère extension pour éviter la luxation antérieure des tendons fléchisseurs. Le membre est surélevé, main et coude dans un même plan horizontal, un peu au-dessus du niveau du cœur. La



4 Incisions cutanées limitées pour un syndrome des loges décelé précocement. L'aponévrotomie n'est pas réalisée dans l'intervalle séparant les deux incisions.



5 Décompression de la loge postérieure de l'avant-bras. L'incision rectiligne est située au milieu de la face postérieure de l'avant-bras.

mobilisation active et passive des doigts est commencée 48 heures après la fasciotomie. Au 3^e ou 4^e jour, le patient retourne en salle d'opération et on réalise un débridement et une excision des zones infarctées si cela se révèle nécessaire. Le rapprochement cutané à l'avant-bras peut être tenté, sans tension, avec mise en place d'un procédé de resserrement progressif des berges cutanées. La mobilisation est précoce, dans les jours qui suivent la fasciotomie. Une attelle antébrachiale maintient, pendant 3 semaines, le pouce en opposition et le poignet en position neutre, le coude étant laissé libre.

■ Cas particuliers

En cas de fracture des deux os de l'avant-bras, il est nécessaire de stabiliser les foyers de fracture. Une synthèse interne par plaque chez l'adulte est souvent réalisable par la voie antérieure, le matériel étant recouvert par les muscles. Le fixateur externe pose des difficultés pour rapprocher ultérieurement la peau. Chez l'enfant, la synthèse est réalisée par broche intramédullaire.

Après réparation artérielle de l'artère humérale, il est recommandé de faire une fasciotomie préventive à l'avant-bras intéressant au moins la loge antérieure. Lorsqu'il existe un syndrome des loges et une interruption de la circulation distale, comme c'est le cas dans les fractures supracondyliennes de l'enfant, il peut être intéressant d'adjoindre à l'anesthésie générale un bloc axillaire, qui a pour effet de vasodilater les vaisseaux car l'interruption du flux vasculaire est en général due à un simple spasme de l'artère humérale. L'aponévrotomie de la loge de l'avant-bras est réalisée de principe ou de nécessité.

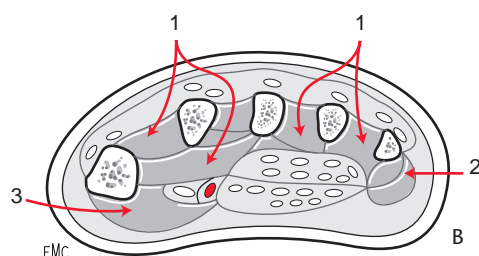
TRAITEMENT DES SYNDROMES DES LOGES AIGUS À LA MAIN

La main possède trois loges musculaires : hypothénarienne, thénarienne et interosseuse. La loge hypothénarienne est limitée par le fascia hypothénarien palmaire, le septum hypothénarien et le cinquième métacarpien. Elle contient les muscles hypothénariens : abducteur, fléchisseur et opposant du cinquième doigt. La loge thénarienne est circonscrite par le fascia palmaire, le septum thénarien et le premier métacarpien. Elle contient les muscles thénariens : court abducteur, court fléchisseur, opposant et adducteur du pouce. Enfin, la loge des muscles interosseux est limitée en avant et en arrière par les fascias interosseux et latéralement par les métacarpiens. Les loges des muscles interosseux sont séparées au plan anatomique et chacune d'elles peut être le siège d'un syndrome d'hyperpression.

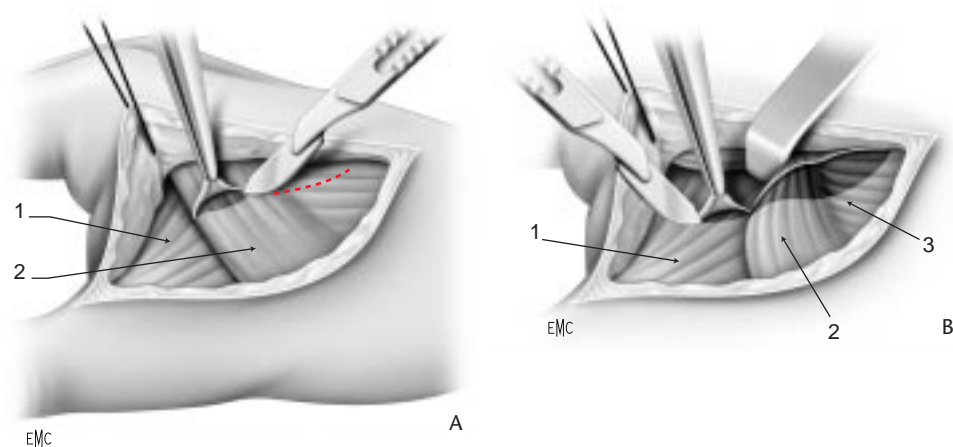
Il faut noter que la loge centrale palmaire ne constitue pas à proprement parler une loge musculaire puisqu'elle contient les tendons fléchisseurs des doigts, les artères et les nerfs digitaux. Cependant, une collection liquidienne (hématome ou abcès) de la loge palmaire centrale est susceptible d'entraîner une souffrance nerveuse et peut dès lors être assimilée à un syndrome des loges par hyperpression.

Un syndrome des loges aigu affecte principalement le compartiment des muscles interosseux [2, 24]. La cause est habituellement une compression de longue durée, intéressant alors électivement la première commissure, ou un écrasement traumatique du dos de la main qui induit une hyperpression dans toutes les loges des interosseux. La main se présente alors en attitude intrinsèque « moins », articulations métacarpophalangiennes en extension et interphalangiennes en flexion. La douleur est majorée par l'étirement passif des interosseux, en flexion des métacarpophalangiennes et extension des interphalangiennes. Le syndrome des loges à la main doit être distingué d'un syndrome des loges à l'avant-bras, qui peut par ailleurs entraîner des paralysies des intrinsèques mais, dans ce dernier cas, la douleur à l'étirement passif concerne uniquement les fléchisseurs des doigts. Dans la majorité des cas, les données cliniques suffisent à poser l'indication d'une fasciotomie. L'existence de fractures multiples des métacarpiens peut rendre néanmoins l'appréciation difficile et la prise des pressions nécessaire.

La décompression dorsale est réalisée par deux incisions, l'une sur le bord radial de l'index, l'autre en regard de la diaphyse du quatrième métacarpien. Les fascias de tous les espaces sont incisés et l'adducteur du pouce est décomprimé par l'incision de la première commissure (fig 6, 7).



6 Décompression des loges de la main.
A. Deux incisions sont nécessaires pour décompresser les loges des interosseux. Elles sont situées dans l'axe du deuxième et du quatrième métacarpien et permettent d'accéder à deux loges adjacentes. L'incision externe permet d'aborder également la loge de l'adducteur du pouce.
B. Les quatre abords nécessaires pour décompresser toutes les loges de la main.
1. Loges des interosseux ; 2. loge hypothénarienne ; 3. loge thénarienne.



7 Syndrome compartimental de la première commissure de la main. Fasciotomies.

A. Fasciotomie de la loge du premier interosseux dorsal.

1. Adducteur du pouce ; 2. premier interosseux dorsal.

B. Fasciotomie de la loge de l'adducteur du pouce.

1. Adducteur du pouce ; 2. premier interosseux dorsal (chef superficiel) ; 3. premier interosseux dorsal (chef profond).

TRAITEMENT DES SYNDROMES DES LOGES AIGUS À L'ÉPAULE

À l'épaule, deux incisions cutanées peuvent se révéler nécessaires pour traiter une hyperpression dans la loge deltoïdienne. Chaque faisceau du deltoïde est séparé par des septa issus de l'aponévrose superficielle. Il est donc nécessaire, après fasciotomie superficielle, de réaliser des épimysiotomies sur chacun des faisceaux du deltoïde.

TRAITEMENT DES SYNDROMES DES LOGES AIGUS AU BRAS

Un syndrome des loges aigu au bras résulte habituellement d'une compression prolongée. Chacune des deux loges antérieure ou postérieure peut être intéressée. La loge antérieure est décomprimée par une incision longitudinale antéro-interne et la loge postérieure par une incision verticale médiane.

Traitement chirurgical des syndromes des loges aigus du membre inférieur

L'unicité pathogénique et thérapeutique des syndromes des loges restreint la discussion aux détails techniques spécifiques à chaque localisation. Malgré la description princeps de Volkmann^[79], les conceptions thérapeutiques de décompression au membre inférieur ont suivi l'expérience acquise au membre supérieur avec un réel décalage dans le temps.

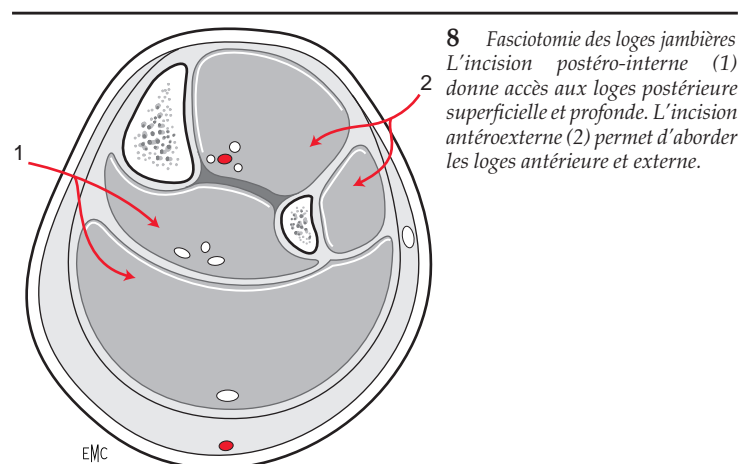
TRAITEMENT DES SYNDROMES DES LOGES AIGUS DE JAMBE

Sirbu et al^[66] furent parmi les premiers à rapporter une fasciotomie de jambe pour un syndrome des loges aigu d'effort. Seddon^[61], en 1966, avait déjà noté que la loge postérieure profonde était souvent intéressée et traitée de façon insuffisante. Kelly et Whitesides^[30], en 1967, insistaient sur l'aspect pluricompartimental de la jambe et proposaient une décompression des quatre loges en excisant le péroné par une seule incision latérale. Patman et Thompson^[50], suivant en cela les auteurs précédents, conseillaient la fibulectomie en présence d'une nécrose musculaire évidente ou d'une lésion de l'artère poplitée. Les deux auteurs recommandaient néanmoins l'utilisation de deux incisions dans les cas moins graves ou pour des aponévrotomies préventives. Matsen et Krugmire^[38], en 1978, proposaient une seule incision parafibulaire pour décompresser les quatre compartiments, sans enlever le péroné.

En définitive, la technique désormais reconnue fait appel à deux incisions comme l'ont décrit Mubarak et Owen^[45], en 1977. Nous décrivons cette technique comme technique standard, car deux incisions sont nécessaires pour décompresser les quatre loges de la jambe (fig 8).

■ Incision antéroexterne

La longueur de l'incision cutanée est superposable aux fasciotomies qui doivent intéresser toute l'étendue des deux loges. Elle est située



8 Fasciotomie des loges jambières

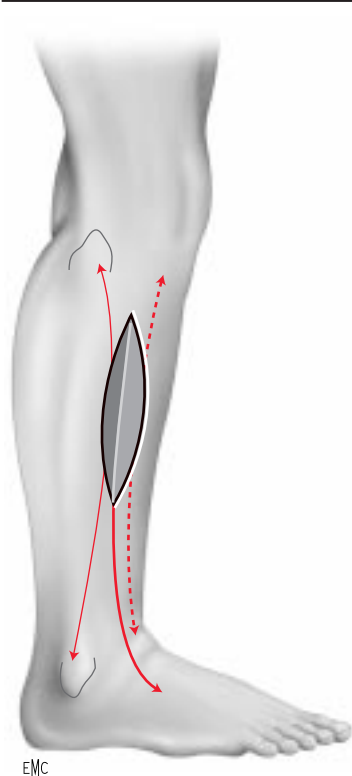
L'incision postéro-interne (1) donne accès aux loges postérieure superficielle et profonde. L'incision antéroexterne (2) permet d'aborder les loges antérieure et externe.

à égale distance du péroné et du tibia, en regard du septum qui sépare la loge antérieure de la loge externe (fig 9). La peau et le tissu cellulaire sous-cutané sont mobilisés en bloc au ras de l'aponévrose, de part et d'autre des berges de l'incision. L'identification du septum est en général aisée. La cloison septale séparant les deux loges est marquée par une légère dépression dans le plan fascial. Le septum est également palpable au doigt sous forme d'une arête vive qui tranche avec la tension uniforme des muscles. En cas de doute, une courte incision transversale permet de repérer le septum et de délimiter les deux loges (fig 10). La fasciotomie de chacune des deux loges est réalisée à ciel ouvert, au bistouri ou aux ciseaux, sur la totalité du trajet de l'incision cutanée. La section du fascia aux ciseaux en sous-cutané, sur une partie de son trajet, n'est pas conseillée en raison du risque de lésions nerveuses (nerfs péroniers commun et superficiel) et de production d'hématome par lésion de fibres musculaires immédiatement sous-fasciales.

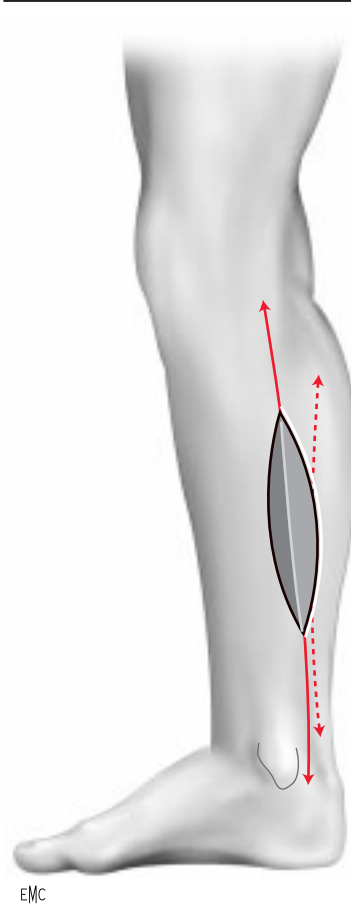
■ Incision postéro-interne

Elle est située 2 cm en arrière du bord postéromédial du tibia (fig 11) sur toute la longueur de la jambe, du bord inférieur des tendons de la patte d'oie jusqu'à la malléole médiale.

Le nerf et la veine saphènes médiaux sont repérés et isolés dans les deux tiers proximaux de l'incision. Le fascia de la loge superficielle est incisé sur toute la longueur de l'incision cutanée jusqu'à la malléole médiale. L'exposition de la loge postérieure profonde est réalisée en réclinant la partie basse du soléaire (fig 12). Au tiers inférieur de jambe, un plan de clivage existe entre soléaire et fascia profond. Plusieurs artérioles naissent à ce niveau de l'artère tibiale postérieure pour irriguer le tiers distal du muscle. Le fascia profond n'existe réellement que dans les deux tiers distaux de la jambe. Au tiers moyen du segment jambier, le soléaire doit être désinséré du bord antérieur du tibia. Lorsqu'il existe des signes de souffrance du nerf tibial, il est impératif d'ouvrir le canal tarsien dont les berges cutanées en regard sont suturées en fin d'intervention.



9 Fasciotomie des loges jambières antérieure et externe. L'incision cutanée est faite sur toute la longueur de la jambe, à mi-distance entre le tibia et le péroné. La fasciotomie de la loge antérieure se fait en direction de la rotule vers le haut et vers le gros orteil en bas. La fasciotomie de la loge externe est dirigée vers la tête du péroné du côté proximal et vers la malléole externe du côté distal. On épargne de cette façon le nerf musculocutané.



11 Fasciotomie des loges postérieures de jambe. Tracé de l'incision cutanée au tiers moyen de jambe. Il est nécessaire de poursuivre la dermatomie jusqu'à la malléole interne pour ouvrir la loge postérieure profonde sans léser les artérioles issues de l'artère tibiale postérieure.

Habituellement, les berges cutanées sont rapprochées progressivement à partir du 5^e-7^e jour, par la technique de suture en « lacet de chaussure » [5, 25] (fig 13) par un surjet continu progressivement resserré ou un procédé fondé sur une tension élastique de rapprochement (fig 14). Auparavant, on aura inspecté les muscles pour décider un débridement itératif de zones infarctées n'ayant pas récupéré. Une attelle postérieure maintient la cheville à 0° car les accollements ou les rétractions se développent insidieusement. Un fixateur externe peut se révéler nécessaire : il facilite, en outre, les soins locaux.

■ Cas particuliers

L'existence d'un syndrome des loges contemporain d'une fracture de jambe pose le difficile problème de la stabilisation du foyer. Le trajet des incisions cutanées doit impérativement tenir compte de la double nécessité de laisser la peau ouverte et de maintenir le foyer

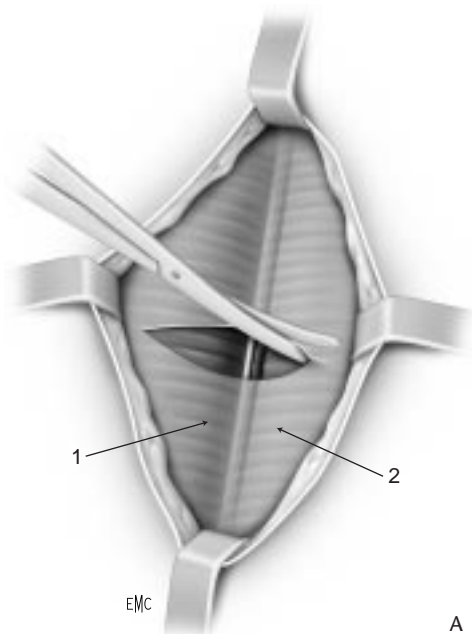
couvert. En particulier, la position des fiches d'un fixateur externe ne doit pas gêner la mobilisation secondaire et progressive des berges cutanées.

Les fasciotomies préventives sont obligatoires chez l'enfant, dans toute ostéotomie tibiale ou dans les allongements de jambe.

La réparation d'une lésion artérielle après une période d'ischémie justifie une fasciotomie des quatre loges.

AUTRES LOCALISATIONS AU MEMBRE INFÉRIEUR

Les autres localisations de syndrome des loges au membre inférieur sont la cuisse, la fesse, la fosse iliaque interne, le pied et la cheville.

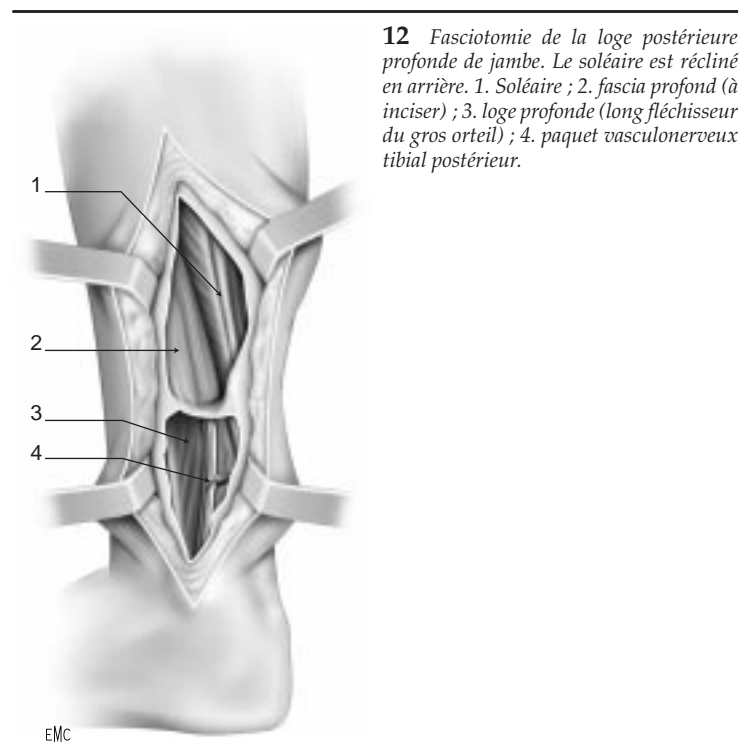


A

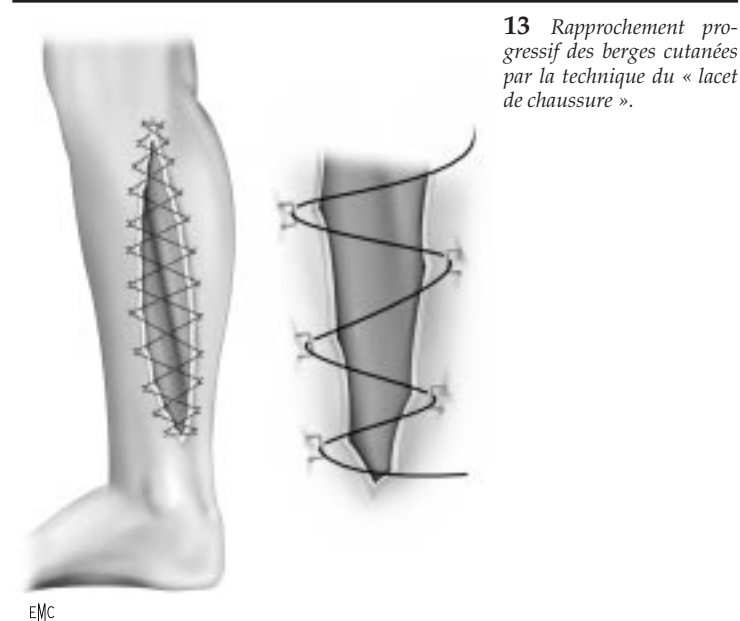


B

10 A. Incision transversale du fascia pour identifier le septum qui sépare les deux loges.
B. Fasciotomie longitudinale.



12 Fasciotomie de la loge postérieure profonde de jambe. Le soléaire est récliné en arrière. 1. Soléaire ; 2. fascia profond (à inciser) ; 3. loge profonde (long fléchisseur du gros orteil) ; 4. paquet vasculonerveux tibial postérieur.



13 Rapprochement progressif des berges cutanées par la technique du « lacet de chaussure ».

Enfin, des syndromes des loges aigus existent au pied et à la cheville. Anatomiquement, il existe une portion musculaire du muscle extenseur du gros orteil et du péronier antérieur située sous le ligament annulaire antérieur. Un œdème dans cette région, dû par exemple à une fracture de la cheville, peut être responsable d'un minisyndrome des loges. La décompression peut être nécessaire pour éviter la nécrose musculaire localisée et la souffrance des axes nerveux de passage (tibial antérieur).

TRAITEMENT CHIRURGICAL DES SYNDROMES DES LOGES AIGUS AU PIED

Au pied, la disposition des loges musculaires est complexe.

Le cloisonnement par des fascias rigides et épais prédispose à la survenue de syndromes d'hyperpression après des traumatismes d'écrasement compliqués ou non de fractures des métatarsiens, du médiopied ou du calcanéus. Une fracture isolée du calcanéus peut s'accompagner d'un syndrome des loges. On reconnaît l'existence de neuf loges au pied [35, 53].

- La loge médiale contient les muscles abductor hallucis et les deux chefs du flexor hallucis brevis.
- La loge latérale renferme les muscles abductor digiti minimi et flexor digiti minimi brevis.
- La loge centrale superficielle contient les muscles lombricaux et flexor digitorum brevis.
- Le muscle adductor hallucis est contenu dans une loge propre.
- On dénombre quatre loges contenant les muscles interosseux dorsaux et plantaires.
- La loge centrale profonde ou loge calcanéenne contient le muscle carré plantaire. Cette loge communique avec la loge postérieure profonde de la jambe par l'intermédiaire du canal tarsien en arrière de la malléole médiale.

Il faut noter que les loges médiale, latérale et centrale superficielle s'étendent sur toute la longueur du pied, alors que les loges de l'adductor hallucis et des interosseux sont limitées à l'avant-pied. La loge calcanéenne est la seule qui soit localisée à l'arrière-pied.

Les patients porteurs d'un syndrome des loges au pied accusent des douleurs sévères, non soulagées par les antalgiques. Le pied repose habituellement en position antalgique de légère flexion-adduction. La douleur est augmentée à l'extension passive des orteils et de la cheville. Des dysesthésies ou une hyperesthésie du pied peuvent traduire également une hyperpression tissulaire. En l'absence de traitement, l'évolution conduit à une déformation des orteils en griffe et à un pes cavus accompagné de raideur et de paresthésies dans le territoire des nerfs plantaires. L'existence d'un nombre important de loges implique plusieurs sites de mesure de pressions (fig 16).

La décompression d'un syndrome des loges des interosseux s'effectue par deux incisions dans l'axe du pied permettant une fasciotomie de chacun des espaces (fig 17). Dans de rares cas, l'hyperpression peut intéresser les loges plantaires [6, 35, 53].

La voie d'abord de Henry permet alors une décompression des quatre loges plantaires du pied (fig 18), autres que les loges des muscles interosseux.

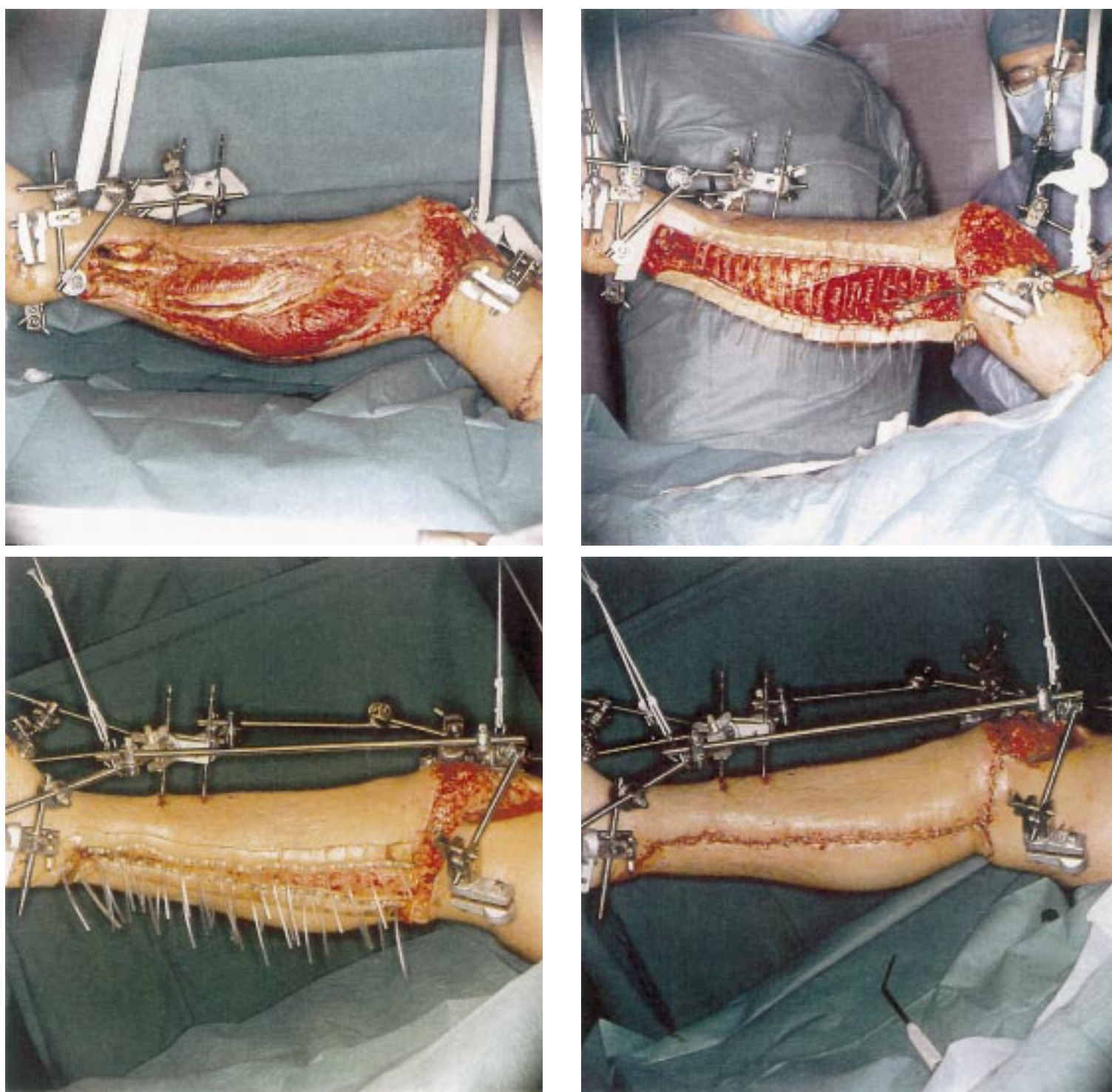
L'incision est tracée sur le bord interne du pied et suit l'articulation métatarsophalangienne du gros orteil jusqu'à la tubérosité antérieure du calcanéus.

La loge médiale est ouverte en premier, puis les loges centrales. Le compartiment latéral est abordé en réclinant l'insertion proximale de l'abducteur du gros orteil et le court fléchisseur des orteils. Cette manœuvre permet d'exposer la portion proximale de l'abducteur du cinquième orteil.

À la cuisse, les syndromes des loges antérieur ou postérieur sont habituellement secondaires à des compressions prolongées. L'incision cutanée est faite en regard de la loge concernée, mais une seule incision latérale permet la fasciotomie des loges antérieure et postérieure [74, 78] (fig 15). La fasciotomie doit bien entendu ouvrir le compartiment en totalité.

À la fesse, les manifestations distales dans le territoire du sciatique sont peu fréquentes sauf dans les hématomes secondaires à la chirurgie de la hanche. La voie la plus adaptée est la voie postérolatérale de Gibson qui permet une exposition des trois loges de la fesse. On réalise alors de multiples aponévrosiotomies en raison du caractère plurifasciculaire de la loge musculaire.

Quant à la fosse iliaque interne, elle constitue une localisation classique de syndrome compressif chez les hémophiles ou les patients sous anticoagulants [80]. Cliniquement, la compression se traduit par une tuméfaction de l'aîne et une paralysie crurale, la hanche étant en flexion et rotation externe. La paralysie du nerf crural est une indication opératoire. L'intervention consiste à inciser le fascia qui recouvre les muscles psoas et iliaque pour libérer le nerf de la compression engendrée par l'hématome.



14 *Rapprochement progressif des berges cutanées par un procédé de traction élastique continu. Le rapprochement a été obtenu au 5^e jour (avec la permission du Dr Gunnar Blomqvist).*

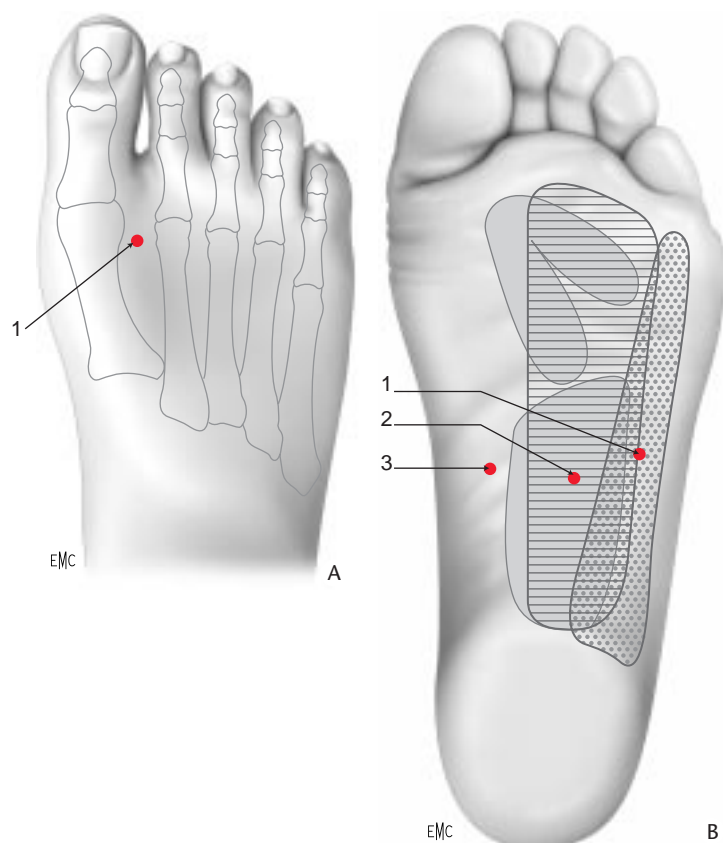


15 *Fasciotomie des loges antérieure et postérieure de cuisse.*

A. *Tracé de l'incision cutanée. Une seule incision cutanée est suffisante.*

B. *L'incision du fascia lata décomprime la loge antérieure.*

C. *La désinsertion du vaste externe permet d'exposer la cloison aponévrotique qui sépare la loge antérieure et la loge postérieure.*

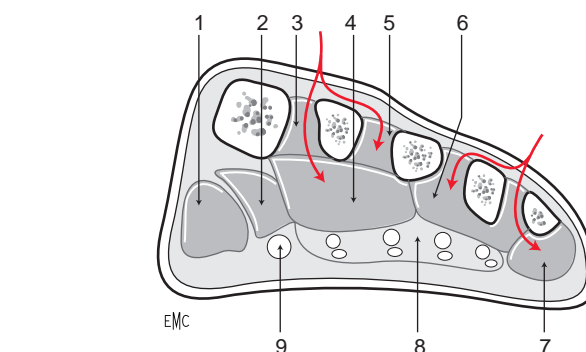


- 16** Sites de mesure des pressions au pied.
 A. Face dorsale. 1. Loge des muscles interosseux du premier espace.
 B. Face plantaire. 1. Loge latérale ; 2. loges centrales superficielle et profonde ; 3. loge médiale.

Rétraction ischémique de Volkmann au membre supérieur

BILAN

La rétraction ischémique de Volkmann est la conséquence d'une nécrose irréversible du tissu musculaire et sa transformation fibreuse. La rétraction de la masse fibreuse se poursuit pendant une

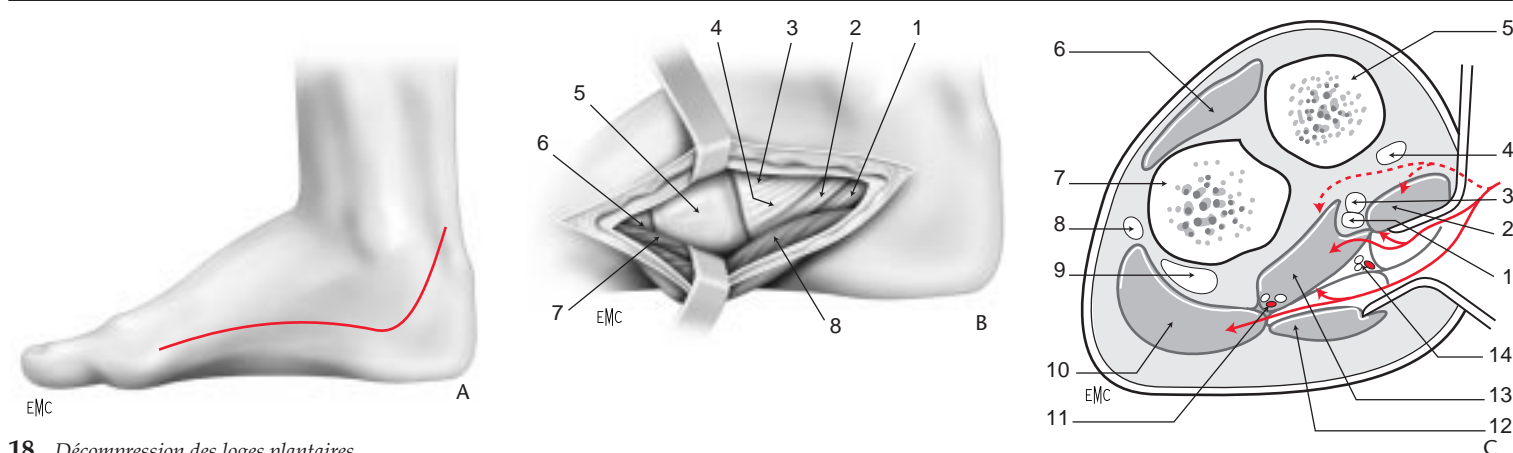


- 17** Décompression des loges dorsales du pied. Loge des interosseux.
 Deux incisions à la face dorsale de l'avant-pied sont nécessaires. La loge latérale et la loge de l'adducteur peuvent également être ouvertes par la voie dorsale.
 1. Muscle adducteur de l'hallux ; 2. muscle court fléchisseur de l'hallux ; 3. loge du premier interosseux dorsal ; 4. muscle adducteur de l'hallux (chef oblique) ; 5. loge du second interosseux dorsal ; 6. muscles interosseux dorsaux 3 et 4 et interosseux plantaires 3-5 ; 7. loge latérale ; 8. loge centrale superficielle ; 9. tendon du long fléchisseur de l'hallux.

période de 6 à 12 mois après le traumatisme initial. La fibrose adhère aux structures périphériques et limite la course des unités tendinomusculaires intactes. La restauration fonctionnelle exige une évaluation précise des lésions musculaires et nerveuses du membre et une classification de la sévérité de l'atteinte pour dégager les indications. Les deux éléments du bilan et du pronostic sont la rétraction fibreuse musculaire et les paralysies nerveuses.

■ Rétraction

Elle affecte surtout la loge profonde des muscles de l'avant-bras. Dans les atteintes moyennes, seuls le quatrième doigt ou les quatrième et cinquième doigts sont rétractés. Dans les atteintes plus importantes, tous les fléchisseurs profonds des doigts sont concernés. À un degré plus sévère, le fléchisseur long du pouce est également dégénéré et rétracté. Le flexor digitorum sublimis et le pronator teres sont en général moins sévèrement touchés. Dans les cas sévères, les fléchisseurs du poignet et les extenseurs du poignet et des doigts sont également impliqués. Dans les formes extrêmes, le membre supérieur se présente alors en position de flexion du coude, pronation de l'avant-bras, flexion du poignet, extension des métacarpophalangiennes des doigts et flexion des inter-



- 18** Décompression des loges plantaires.
 A. Incision cutanée médiale (voie de Henry). La voie d'abord suit la courbure de la voûte plantaire. Elle peut être prolongée vers le haut pour ouvrir le canal tarsien.
 B. Approche médiale pour libérer les quatre loges plantaires du pied.
 1. Tendon du fléchisseur long de l'hallux ; 2. tendon du fléchisseur commun des orteils ; 3. scaphoïde tarsien ; 4. tendon tibial postérieur ; 5. premier cunéiforme ; 6. premier métatarsien ; 7. muscle fléchisseur court de l'hallux ; 8. muscle abducteur de l'hallux.
 C. Approche médiale du pied pour libérer les quatre loges plantaires. L'abducteur de l'hallux peut être récliné du côté plantaire (flèche en pointillés), ce qui permet d'explorer le paquet vasculonerveux ou du côté dorsal pour exposer le septum intermusculaire profond (flèche pleine).
 1. Tendon du fléchisseur commun des orteils ; 2. loge médiale ; 3. tendon du fléchisseur long de l'hallux ; 4. tendon tibial postérieur ; 5. tête du talus ; 6. muscle court extenseur des orteils ; 7. tubérosité antérieure du calcaneus ; 8. tendon du court péronier latéral ; 9. tendon du long péronier latéral ; 10. loge latérale ; 11. paquet neurovasculaire plantaire latéral ; 12. loge centrale superficielle. 13. loge centrale profonde ; 14. paquet neurovasculaire plantaire médial.



19 Déformation de la main caractéristique d'un syndrome de Volkmann constitué : flectum du poignet, hyperextension des métacarpophalangiennes, flectum des interphalangiennes proximales, pouce flexus et adductus.

phalangiennes proximales. Le pouce est dans la paume, en adduction et flexion. Cette déformation fixée correspond à ce que l'on appelle la griffe de Volkmann.

■ Déformations de la main

La rétraction ischémique des interosseux donne habituellement une position intrinsèque « plus » des doigts (métacarpophalangiennes fléchies, interphalangiennes étendues). Or, dans la rétraction ischémique des muscles de l'avant-bras, les doigts sont en position intrinsèque « moins » (métacarpophalangiennes étendues, interphalangiennes fléchies) (fig 19). Lorsque les deux syndromes sont associés, la position résultante est celle des muscles les plus forts qui sont les fléchisseurs des doigts. Dans ce cas, la rétraction des intrinsèques ne se dévoile que lorsque les fléchisseurs sont libérés par désinsertion, allongement ou ténotomie. Le test de rétraction des intrinsèques devient alors positif. Le degré de rétraction est évalué cliniquement par le déficit global d'extension (DGE) : celui-ci est la somme des flectums articulaires de laquelle on soustrait l'hyperextension des métacarpophalangiennes (fig 20).

Si les rétractions constituent le caractère le plus frappant extérieurement, le pronostic fonctionnel des rétractions ischémiques de Volkmann ressort en fait directement des atteintes nerveuses. Celles-ci se présentent dans deux tiers des cas comme une association d'une paralysie du nerf médian et du nerf ulnaire. C'est dire la gravité des séquelles d'un syndrome de Volkmann.

Il ressort de deux études qu'il existe une relation directe entre la sévérité de l'atteinte nerveuse et l'importance de la rétraction fibreuse. Benkeddache et al^[4] en ont tiré une classification de la gravité fondée sur l'atteinte nerveuse. Inversement, Sundararaj et al^[72, 73] ont élaboré une classification fondée sur le degré de rétraction. Cette classification se rapproche de celle de Tsuge^[77]. Seddon^[63] avait proposé une classification en trois types anatomocliniques combinant l'évaluation de la rétraction et l'état neurologique. La classification de Zancolli^[81] est basée sur l'état de la musculature intrinsèque de la main. Dans la pratique, ces diverses classifications (tableau I) sont superposables à partir de la constatation du fait que l'importance des rétractions et la gravité de l'atteinte neurologique vont de pair. Pour éviter d'ajouter à la confusion entretenue par les

diverses classifications, nous considérons les formes légères sans troubles neurologiques et les formes à rétraction moyenne et sévère qui comportent des troubles nerveux.

TRAITEMENT DES RÉTRACTIONS LÉGÈRES

Dans ces cas, la sensibilité de la main et la force des muscles sont normales. La rétraction intéresse uniquement les fléchisseurs profonds. Le traitement est essentiellement conservateur, basé sur un programme de rééducation et de physiothérapie utilisant des orthèses passives et dynamiques. Le but du traitement est de maintenir le poignet et les interphalangiennes proximales des doigts en extension et d'accroître l'amplitude de la première commissure. Tsuge^[77] réalise, dans les cas de rétraction légère, des excisions des zones fibreuses.

TRAITEMENT DES RÉTRACTIONS MOYENNES ET SÉVÈRES ASSOCIÉES À DES TROUBLES NEUROLOGIQUES

La plupart des séquelles du syndrome de Volkmann répondent à cette définition. La rétraction plus ou moins importante et les troubles neurologiques distaux se combinent pour donner une main paralytique complexe. L'avenir fonctionnel de la main dépend en réalité de la récupération nerveuse potentielle, surtout sensitive. Le traitement chirurgical réparateur comporte alors trois étapes :

- récupération de la sensibilité nerveuse ;
- traitement des rétractions ;
- traitement palliatif des paralysies par transfert tendineux.

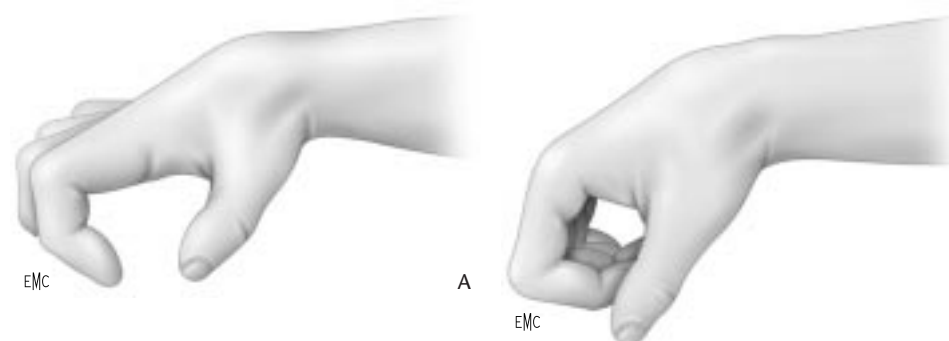
Les deux premiers peuvent être réalisés dans le même temps opératoire^[77]. Les transferts tendineux doivent être réalisés à distance.

■ Récupération nerveuse

La réversibilité des lésions de compression et d'ischémie est plus importante pour les nerfs que pour les muscles. Si les nerfs sont en continuité, la récupération peut se faire après 1 an et même au-delà lorsque le patient est jeune. L'évaluation précise des trois nerfs est indispensable au début du traitement. L'intervention d'exploration des nerfs doit être réalisée le plus rapidement possible. Le nerf médian est en général le plus sévèrement atteint. La neurolyse doit intéresser le trajet entier du nerf en explorant les sites préférentiels de compression qui sont le lacertus fibrosus, le muscle pronator teres, l'arcade du muscle flexor digitorum sublimis et le canal carpien. L'intervention peut être menée sous garrot, sauf dans les semaines qui suivent immédiatement le traumatisme. On attend de la libération des nerfs le retour de la sensibilité et la diminution des douleurs. Lorsque le nerf présente une solution de continuité ou lorsque la fibrose est telle qu'on ne peut espérer de récupération par la simple neurolyse, une greffe nerveuse est alors indiquée.

Grefe nerveuse

Les greffes nerveuses conventionnelles ont un pronostic fonctionnel médiocre lorsqu'elles sont placées dans un lit fibreux mal vascularisé. L'opération de Strange^[67] a pour but d'apporter un



20 Évaluation fonctionnelle de la main au stade des rétractions fixées.

A. Le déficit global d'extension est la somme des flectum du poignet, des interphalangiennes proximales et distales.

B. L'amplitude globale de flexion active des doigts est égale à la somme des flexions actives des métacarpophalangiennes et des interphalangiennes des doigts après mise en flexion du poignet pour réduire la griffe.

Tableau I. – Classification des syndromes de Volkmann constitués à l’avant-bras, selon leur gravité.

| Seddon (1960) | Zancolli (1965) | Tsuge (1975) | Benkeddache (1985) (selon l’atteinte nerveuse) | Sundararaj (1985) (selon la rétraction) |
|---|---|--|---|--|
| Stades 1 - Ischémie diffuse Récupération spontanée Rétraction légère Pas d’atteinte nerveuse 2 - Ischémie des fléchisseurs profonds Muscles superficiels épargnés Rétraction importante Lésion nerveuse (médian) 3 - Destruction de tous les fléchisseurs Atteinte des extenseurs Lésion nerveuse Rétraction et paralysie sévère | Stades 1 - Muscles intrinsèques normaux Griffe souple. Pas de paralysie 2 - Paralysie des intrinsèques avec rétractions des fléchisseurs Type 1 : non compliquée (Bouvier+) Type 2 : extension des IP impossible Type 3 : raideur des IP 3 - Rétraction des intrinsèques (déformation en « col de cygne ») Rétraction des fléchisseurs | Formes <i>Localisée (légère) :</i> Rétraction partielle du fléchisseur profond Peu de signes nerveux <i>Moyenne :</i> Rétraction fibreuse du fléchisseur prfond et long fléchisseur du pouce Lésion nerveuse (médian) <i>Sévère :</i> Atteinte de tous les fléchisseurs Lésion nerveuse sévère | Stades 1 - Pas d’atteintes nerveuses 2 - Atteinte nerveuse récupérable 3 - Atteinte nerveuse partielle 4 - Atteinte nerveuse définitive de tous les territoires 5 - Atteinte nerveuse définitive avec destruction complète des éléments de l’avant-bras | Formes <i>Légère :</i> Rétraction des fléchisseurs Muscles intrinsèques normaux Pas de déformation du poignet et des MP <i>Moyenne :</i> Rétraction des fléchisseurs Rétraction des MP en extension Pas de déformation du poignet <i>Sévère :</i> Rétraction fibreuse des muscles de l’avant-bras et de la main Déformation sévère avec flessum du poignet, hyper-extension MP Peau cicatricielle |

segment nerveux préalablement revascularisé. Cette intervention peut encore avoir quelques indications lorsqu’il existe une perte de substance importante des nerfs médian et ulnaire. La greffe nerveuse vascularisée semble actuellement apporter une meilleure récupération que la greffe conventionnelle [11, 15, 40, 76]. Le retour de la sensibilité est capital car il conditionne le reste du traitement. En effet, un gain d’extension et d’ouverture d’une main insensible ou douloureuse présente peu d’intérêt pour l’amélioration de la fonction globale.

■ **Traitement des rétractions**

Généralités

La rétraction intéresse, dans les cas graves, toutes les chaînes articulaires ; flexion du coude, flexion et pronation du poignet, griffe des doigts et adduction du pouce donnent un aspect singulier au membre supérieur caractéristique du syndrome de Volkmann constitué. En règle générale, la correction des déformations digitales est reportée après le traitement des rétractions de l’avant-bras, sauf en cas de rétraction des interosseux responsable d’une attitude intrinsèque plus. C’est une situation peu commune qui nécessite une libération première des intrinsèques pour obtenir un enroulement passif des doigts.

Traitement des rétractions à l’avant-bras

De nombreuses opérations ont été proposées dans le but de redonner une fonction satisfaisante à la main. Plusieurs façons de traiter les rétractions ont été envisagées :

- le raccourcissement du squelette antébrachial est actuellement abandonné ;
 - les ténotomies ne se justifient que par des transferts palliatifs ultérieurs et en l’absence d’atteintes nerveuses ;
 - les opérations d’allongement tendineux se conçoivent pour des rétractions limitées et partielles : elles ont l’inconvénient de diminuer la force de flexion mais peuvent, dans certains cas de rétraction légère, donner d’excellents résultats [73].
- En réalité, deux techniques essentielles sont utilisées avec leurs indications respectives :
- la désinsertion musculaire, d’étendue variable, est proposée lorsque la rétraction est modérée et que les fléchisseurs ont conservé une force satisfaisante ;
 - l’excision des muscles cicatriciels est indiquée en cas de rétraction importante et de force faible des fléchisseurs ; une chirurgie palliative de transfert tendineux est habituellement nécessaire dans un second temps.

• *Technique de la désinsertion musculaire à l’avant-bras*

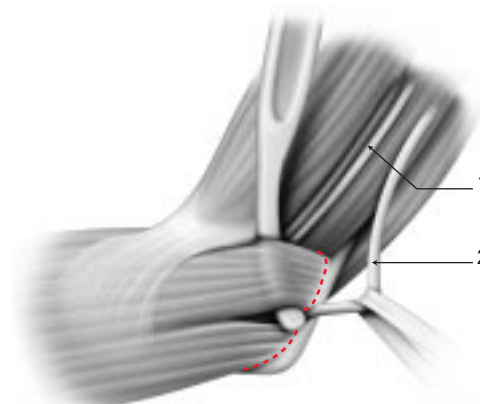
Cette intervention initialement décrite par Page [48], puis développée par Scaglietti [59], a été introduite en France par Gosset [21, 22].

C’est une technique standard pour une rétraction modérée intéressant les fléchisseurs des doigts.

L’intervention est menée sous anesthésie générale et garrot de bras, haut placé. L’incision cutanée est tracée en « zigzag » de la région sus-trochléenne jusqu’au tiers inférieur de l’avant-bras (fig 21). Les veines antérieures doivent être épargnées ainsi que le nerf musculocutané. Après incision de l’aponévrose et repérage de l’insertion des muscles épitrochléens, l’artère et la veine humérales et les nerfs médian et ulnaire sont identifiés. Le nerf ulnaire est libéré de la gouttière épitrochléo-olécranienne jusqu’à l’arcade du flexor carpi ulnaris et chargé sur un lacs. Puis on suit le nerf médian en le libérant jusqu’au bord proximal du pronator teres qui est dégagé. Une spatule est ensuite introduite entre le brachial antérieur et l’origine commune sur l’épitrochlée des muscles fléchisseurs et pronateurs. La spatule est poussée en dedans à la face profonde des muscles et ressort entre les deux chefs huméral et cubital du flexor carpi ulnaris. On doit dans cette manœuvre prendre garde au nerf ulnaire (fig 22). Puis on détache au bistouri l’insertion commune des muscles. On libère ainsi le pronator teres, le flexor carpi radialis, le palmaris longus, le chef huméral du flexor carpi ulnaris et le flexor digitorum sublimis. La capsule articulaire du coude est alors exposée ainsi que l’apophyse coronoïde. Dans un deuxième temps, le chef cubital du flexor carpi ulnaris est désinséré en sous-périosté de la face médiale du cubitus. L’importance de la désinsertion dépend du degré de la rétraction mais en général on est obligé d’étendre la désinsertion jusqu’au tiers moyen de l’avant-bras. Dans le même temps, toutes les insertions du flexor digitorum profundus sont libérées en procédant de la face médiale vers la face antérieure jusqu’à la membrane interosseuse. La libération musculaire en regard de l’espace interosseux doit être menée avec précaution pour ménager le pédicule vasculonerveux interosseux antérieur (fig 23). Dans les cas qui s’accompagnent d’une paralysie nerveuse sensitive et motrice, la neurolyse doit être effectuée en même temps que la désinsertion musculaire. Le nerf ulnaire est passé en avant de l’épitrochlée pour être placé près du nerf médian. Le lacertus fibrosus du biceps a été naturellement sectionné. La masse musculaire est translatée vers l’extrémité du membre jusqu’à obtenir l’extension digitale désirée, la translation étant habituellement de 2 à 3 cm. Les muscles sont fixés en place, en plusieurs endroits, au périoste et au tissu sous-cutané. Après fermeture de l’incision sur drainage aspiratif, le membre est immobilisé dans une attelle plâtrée, coude à 90° de flexion, poignet et doigts en extension et avant-bras



21 Désinsertion des muscles rétractés. Tracé de l'incision cutanée.

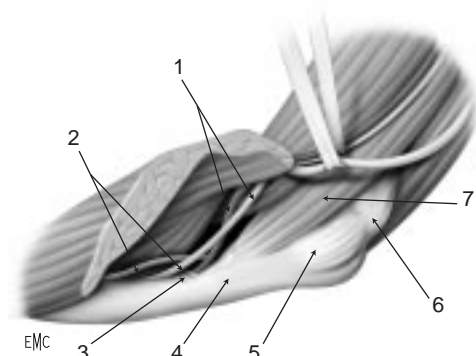


22 Désinsertion des muscles rétractés.

1. Nerf médian ; 2. nerf cubital.

Repérage du nerf cubital. Isolement des muscles épitrochléens.

La spatule passe entre le chef huméral et le chef cubital du muscle cubital antérieur.



23 Désinsertion des muscles rétractés.

Les muscles fléchisseurs et pronateur ont été détachés de l'épitrôchlée.

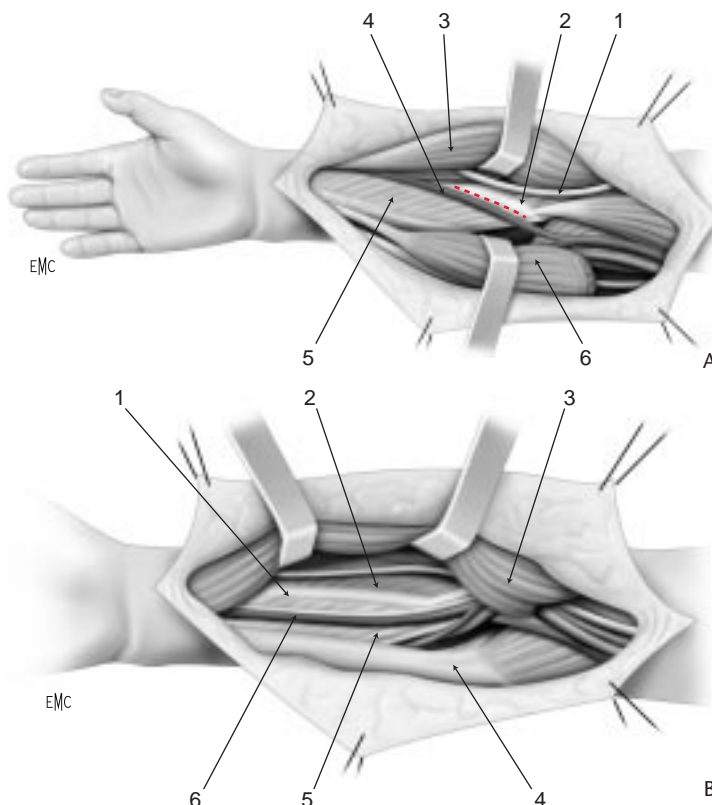
La désinsertion se poursuit à la face interne du cubitus (cubital antérieur) en regard de la capsule et de la membrane interosseuse (muscles fléchisseurs et pronateurs). Il faut prendre garde au pédicule interosseux antérieur.

1. Tronc commun des artères interosseuses ; 2. artère et nerf interosseux antérieurs ; 3. membrane interosseuse ; 4. cubitus (désinsertion du fléchisseur profond) ; 5. capsule articulaire ; 6. épitrôchlée ; 7. muscle brachial antérieur.

en supination. La mobilisation active et passive est tôt commencée. Le plâtre est enlevé à la deuxième semaine. Correctement réalisée, cette intervention donne de bons résultats.

• Désinsertion élargie

Dans les cas où l'aire de rétraction est plus étendue, il peut se révéler nécessaire d'élargir la désinsertion au pronator teres et au flexor pollicis longus. La première partie de l'opération est réalisée dans les conditions décrites précédemment. Pour aborder le rond pronateur et le long fléchisseur du pouce, il nous semble préférable de faire une deuxième incision cutanée sur le bord radial de l'avant-bras, contrairement à Tsuge^[77] qui préconise l'exposition des deux muscles par un large décollement cutané à partir de la première incision. Dans les rétractions étendues, en effet, le revêtement cutané est souvent adhérent aux muscles sous-jacents et les grands décollements comportent un risque important de nécrose. En réclinant le brachioradialis, on expose le pronator teres et le radius. Le pronator teres est désinséré en prenant soin de ne pas léser la branche sensitive du nerf radial (fig 24A). Puis c'est au tour du flexor pollicis longus d'être désinséré du radius en sous-périosté. La désinsertion est réalisée en direction de l'espace interosseux jusqu'à rejoindre la zone de libération des fléchisseurs. On peut alors mobiliser en masse les fléchisseurs et les faire glisser en position



24 Désinsertion élargie

A. Lorsque la désinsertion intéresse le long fléchisseur du pouce, il est prudent de réaliser une deuxième voie d'abord située sur le versant radial de l'avant-bras.

1. Nerf radial ; 2. court supinateur ; 3. long supinateur ; 4. artère radiale ; 5. long fléchisseur du pouce ; 6. masse des fléchisseurs et du rond pronateur désinsérée.

B. La mobilisation en masse des fléchisseurs désinsérés permet un glissement distal de 3 à 4 cm.

1. Radius ; 2. court supinateur ; 3. muscle fléchisseur des doigts ; 4. cubitus ; 5. membrane interosseuse ; 6. artère et nerf interosseux antérieurs.

distale de 3 à 4 cm (fig 24B). Les nerfs médian et ulnaire doivent être libérés des gangues scléreuses qui les entourent. En cas de rétraction sévère, il est préférable de laisser persister quelques degrés de rétraction car une libération complète entraîne inévitablement une diminution importante de la force musculaire. La diminution de la force musculaire peut rendre nécessaires des transferts palliatifs qui seront réalisés ultérieurement.

Certaines critiques peuvent être adressées à l'encontre de l'opération de désinsertion :

- l'imprévisibilité du résultat ;
- le risque de récurrence de la déformation avec la croissance ;
- l'absence d'excision des tissus fibreux.

Néanmoins, entre des mains expérimentées, et à condition que l'indication en soit correctement posée, cette intervention donne de bons résultats.

• Excision des tissus fibreux

L'excision des tissus fibreux a été préconisée par Seddon^[61, 62, 63] dans un but de neurolyse et de libération de la rétraction. L'incision en « zigzag » est tracée de la face antérieure du coude jusqu'au poignet. Après excision du fascia, les nerfs ulnaire et médian sont repérés et libérés au poignet et au coude en zone saine. Le flexor digitorum sublimis est exposé et son atteinte moins sévère permet parfois de le conserver. En revanche, le flexor digitorum profundus et le flexor pollicis longus sont excisés à la jonction musculotendineuse. L'excision peut également intéresser une portion du flexor digitorum sublimis. La rétraction des doigts est dès lors corrigée et la libération du médian est commencée du côté proximal. Il peut se révéler nécessaire d'exciser également le pronator teres et le pronator quadratus qui, à lui seul, peut constituer un obstacle à la liberté de

la pronosupination. De la même façon, le nerf ulnaire est libéré tout au long de son trajet en excisant, si besoin est, une portion du flexor carpi ulnaris. L'excision des muscles dégénérés est souvent considérable. Il est alors nécessaire d'envisager la restauration de la fonction qui ne peut être faite qu'à l'aide de transferts tendineux ou musculaires. La restauration de la fonction peut être réalisée dans le même temps opératoire que l'excision des tissus fibreux, mais il est souvent difficile d'évaluer, avant l'intervention, l'importance de l'excision. Par conséquent, excepté dans les cas où l'intervention d'excision et de neurolyse est menée rapidement et où la main est souple après libération, il est préférable de réaliser les transferts dans un second temps. Les soins postopératoires après libération impliquent en effet un maintien en attelle d'extension du poignet et des doigts et de supination de l'avant-bras, position qui peut se révéler antinomique de celle imposée par un éventuel transfert palliatif.

■ Restauration de la fonction par transferts tendineux ou musculaires

Les transferts tendineux et musculaires doivent être réalisés à distance des interventions de neurolyse, de désinsertion ou d'excision musculaire. Ils nécessitent en effet des articulations souples et une évaluation précise des transferts éventuels.

Transferts tendineux

Phalen et Miller^[51], en 1947, puis Parks^[49], en 1951, ont établi les principes des transferts palliatifs dans le syndrome de Volkmann. Le traitement palliatif a pour but en effet de réanimer la flexion des doigts et du pouce et l'opposition de la première colonne. Les muscles disponibles sont situés à la face dorsale de l'avant-bras et plusieurs montages peuvent être proposés.

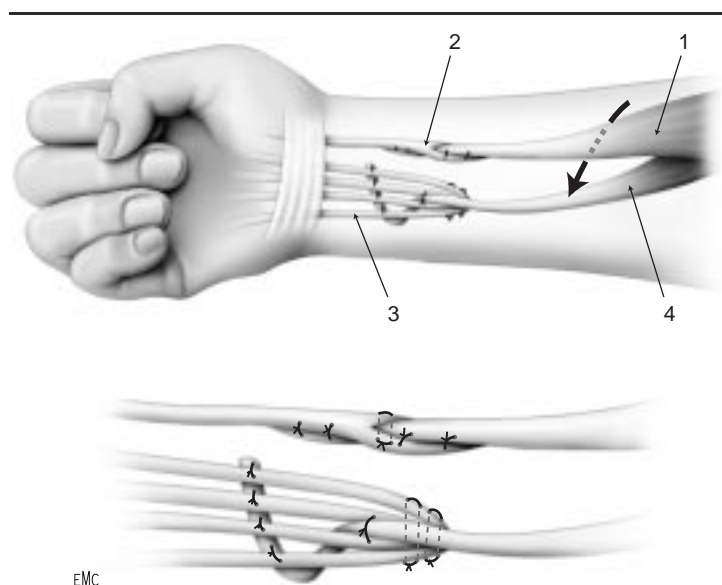
Le transfert de base est l'extensor carpi radialis longus (ECRL) transposé sur le flexor digitorum profundus après excision des tendons du flexor digitorum sublimis^[51, 77, 81]. La réanimation du flexor pollicis longus est assurée par le brachioradialis^[77] ou par l'extensor carpi ulnaris. Zancolli^[81] propose un simple allongement du tendon du flexor pollicis longus quand le muscle n'est pas complètement fibreux. Zancolli transfère l'ECRL sur le flexor digitorum profundus des troisième, quatrième et cinquième doigts et le brachioradialis sur le fléchisseur profond de l'index pour assurer une indépendance de la pince. L'inconvénient du transfert de l'ECRL est sa course insuffisante avec un risque de limitation de l'extension des doigts et il peut être intéressant dans un second temps, comme le proposent Revol et Servant^[58], de réaliser un allongement à la jonction myotendineuse par des incisions transversales, sans interrompre la continuité de l'unité tendinomusculaire.

• Technique

Le brachioradialis est désinséré de son attache radiale puis l'ECRL est libéré du second compartiment et de ses connexions avec l'extensor carpi radialis brevis (ECRB) pour augmenter sa course et lui donner un trajet aussi rectiligne que possible à la face antérieure de l'avant-bras. Le transfert de l'ECRL est passé sous le brachioradialis. Les anastomoses sont réalisées selon la technique de Pulvertaft (fig 25). La main est immobilisée par une attelle dorsale pour 4 semaines, poignet en rectitude, doigts et pouce en flexion. Les mouvements actifs sont débutés à l'ablation du plâtre et des orthèses dynamiques sont utilisées dès la 5^e ou 6^e semaine. L'opposition du pouce doit être réanimée dans un second temps. Les transferts utilisés peuvent être l'extensor carpi ulnaris prolongé par une greffe lorsqu'il est resté actif^[51], l'extensor pollicis brevis à travers le tunnel du flexor carpi radialis^[81] ou l'extensor indicis proprius selon un trajet circumcubital^[8]. Le transfert de l'abductor digiti quinti est envisagé lorsque les extenseurs sont paralysés^[33].

Transferts musculaires libres

Lorsqu'il n'y a pas de transfert local disponible, un transfert musculaire libre peut être envisagé grâce aux avancées techniques de la microchirurgie. Le premier transfert pour syndrome de



25 Réanimation de la flexion des doigts et du pouce par transferts tendineux.

1. Long supinateur ; 2. long fléchisseur du pouce ; 3. flexor digitorum profundus ; 4. extensor carpi radialis longus.

Transfert du premier radial sur les fléchisseurs profonds.

Transfert du long supinateur sur le long fléchisseur du pouce.

Volkmann fut réalisé en 1976 au Sixième-Hôpital-du-Peuple de Shanghai^[64], en utilisant le grand pectoral. D'autres auteurs ont rapporté, depuis, de courtes séries de transferts de muscles libres^[27, 34, 60].

Le muscle gracile est actuellement le muscle de choix, de préférence au jumeau médial, en raison de sa plus grande amplitude de course. L'intervention est habituellement réalisée dans le même temps que l'excision complète des reliquats fibreux des muscles de l'avant-bras. La condition à cette intervention est la récupération préalable d'une bonne souplesse articulaire des chaînes digitales.

• Technique

– Évaluation du site receveur.

Une artériographie est nécessaire pour déterminer l'artère receveuse et le type d'anastomoses. Le nerf interosseux antérieur est habituellement le nerf receveur, car il est protégé, par sa position profonde, des traumatismes, même sévères. La couverture cutanée doit être de bonne qualité à la moitié inférieure de l'avant-bras pour assurer le souple glissement des tendons. Dans le cas contraire, la mise en place d'un lambeau cutané peut être nécessaire avant le transfert musculaire. Le transfert musculaire lui-même peut être prélevé avec son territoire cutané. L'incision doit exposer toutes les structures du coude au poignet, en particulier les vaisseaux et les nerfs receveurs, les tendons du flexor digitorum profundus et du flexor pollicis longus et l'épitrôchlée où sera fixé le transplant. Les tissus fibreux sont excisés.

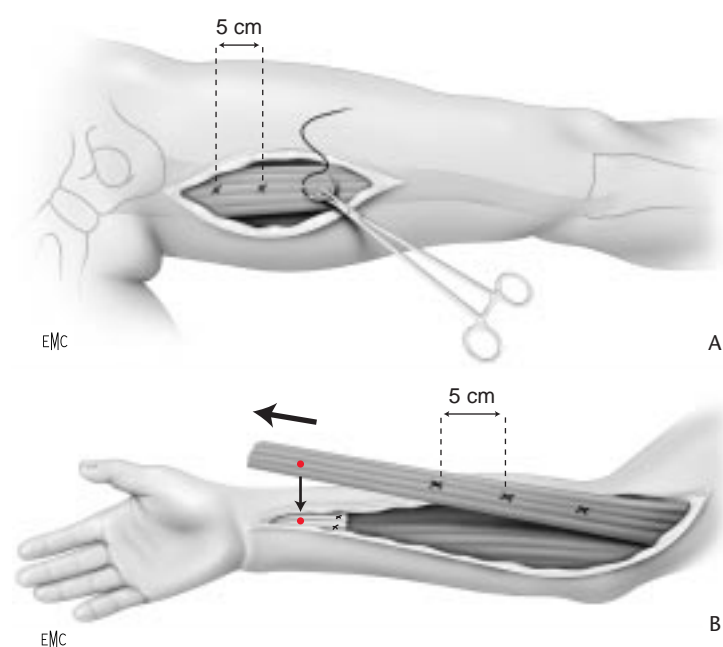
– Prélèvement du transplant musculaire.

Le muscle gracile est situé à la face interne de la cuisse. Il peut être prélevé sans préjudice fonctionnel apparent. Son nerf moteur est issu du nerf obturateur. Il existe deux ou trois pédicules vasculaires dont l'un est prédominant, situés à 10 cm de l'insertion proximale du muscle. L'artère naît de l'artère fémorale profonde, possède une longueur de 4 à 6 cm et un diamètre de 1 ou 2 mm. Lorsque le muscle est exposé, des sutures-repères sont placées tous les 5 cm en tension maximale du muscle (genou en extension), pour retrouver une tension identique lors de sa mise en place à l'avant-bras (fig 26).

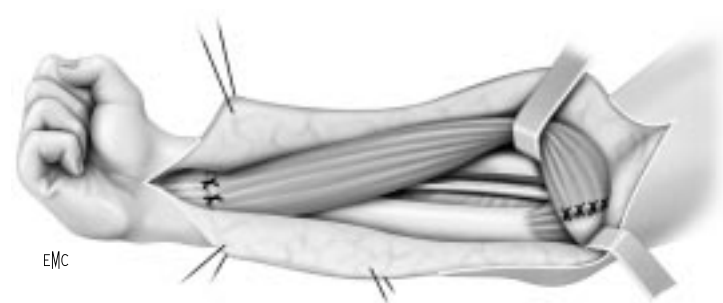
– Transplantation (fig 27).

Plusieurs détails techniques méritent d'être soulignés.

– Il peut être nécessaire de suturer deux veines de retour si les veines concomitantes sont plus petites que l'artère du muscle.



26 Réanimation de la flexion des doigts par transfert musculaire libre. Prélèvement du droit interne à la face interne de la cuisse. Des repères sont placés tous les 5 cm avant le prélèvement musculaire (A) pour retrouver la tension physiologique lors du transfert (B).



27 Mise en place du transfert musculaire libre à l'avant-bras. Les sutures sont réalisées sur le poignet et les doigts en flexion complète.

– La suture nerveuse doit se situer aussi près que possible de la jonction neuromusculaire pour permettre une réinnervation rapide du muscle transplanté.

– L'origine du muscle est fixée sur l'épitrachée. Les tendons du flexor digitorum profundus sont suturés les uns aux autres pour offrir une flexion combinée. Le tendon du flexor pollicis longus est suturé au flexor digitorum profundus de telle sorte que le pouce soit porté en opposition avec les autres doigts après le début de l'enroulement en flexion des doigts.

– La tension du muscle doit être considérable pour obtenir une force de flexion satisfaisante. Elle est donnée par la méthode des repères préalables au prélèvement. La suture du muscle au flexor digitorum profundus est réalisée poignet et doigts en flexion. L'extension du poignet et des doigts reste possible.

– La couverture du muscle dans sa portion proximale est habituellement assurée par une greffe de peau mince.

• Soins postopératoires

Le poignet et les doigts sont placés en flexion modérée pour relâcher la suture tendineuse. Les mouvements passifs d'étirement sont commencés après 3 semaines. Les premiers signes cliniques de réinnervation se manifestent vers le 2^e ou le 3^e mois. L'extension complète des doigts est obtenue entre le 6^e et le 12^e mois et la force de la prise s'accroît progressivement jusqu'à 2 à 3 ans après l'intervention.

• Résultat

On peut espérer, dans les meilleurs cas, une mobilité complète des doigts avec une force de prise égale à la moitié de celle du côté opposé [34].

Récemment, Gousheh [23] a proposé la réanimation de la flexion des doigts par le transfert pédiculé du grand dorsal homolatéral prolongé par une bande d'aponévrose (fig 28) ou par le transfert pédiculé du biceps prolongé par une greffe tendineuse (fig 29).

CORRECTION DE LA DÉFORMATION DES MAINS

Il est essentiel de rappeler que, dans la majorité des cas, les atteintes les plus significatives à la main sont dues à la pathologie de l'avant-bras. L'étiologie des déformations de la main est plus souvent la conséquence d'une paralysie médio-ulnaire que d'une nécrose ischémique à la main. Zancolli [81] classe en trois catégories les altérations de la musculature intrinsèque.

– Dans le groupe 1, les muscles intrinsèques ne sont pas paralysés. Certains patients présentent des métacarpophalangiennes des doigts en hyperextension qui simulent une paralysie intrinsèque. Cette déformation disparaît avec la correction du flessum du poignet et de la flexion des doigts.

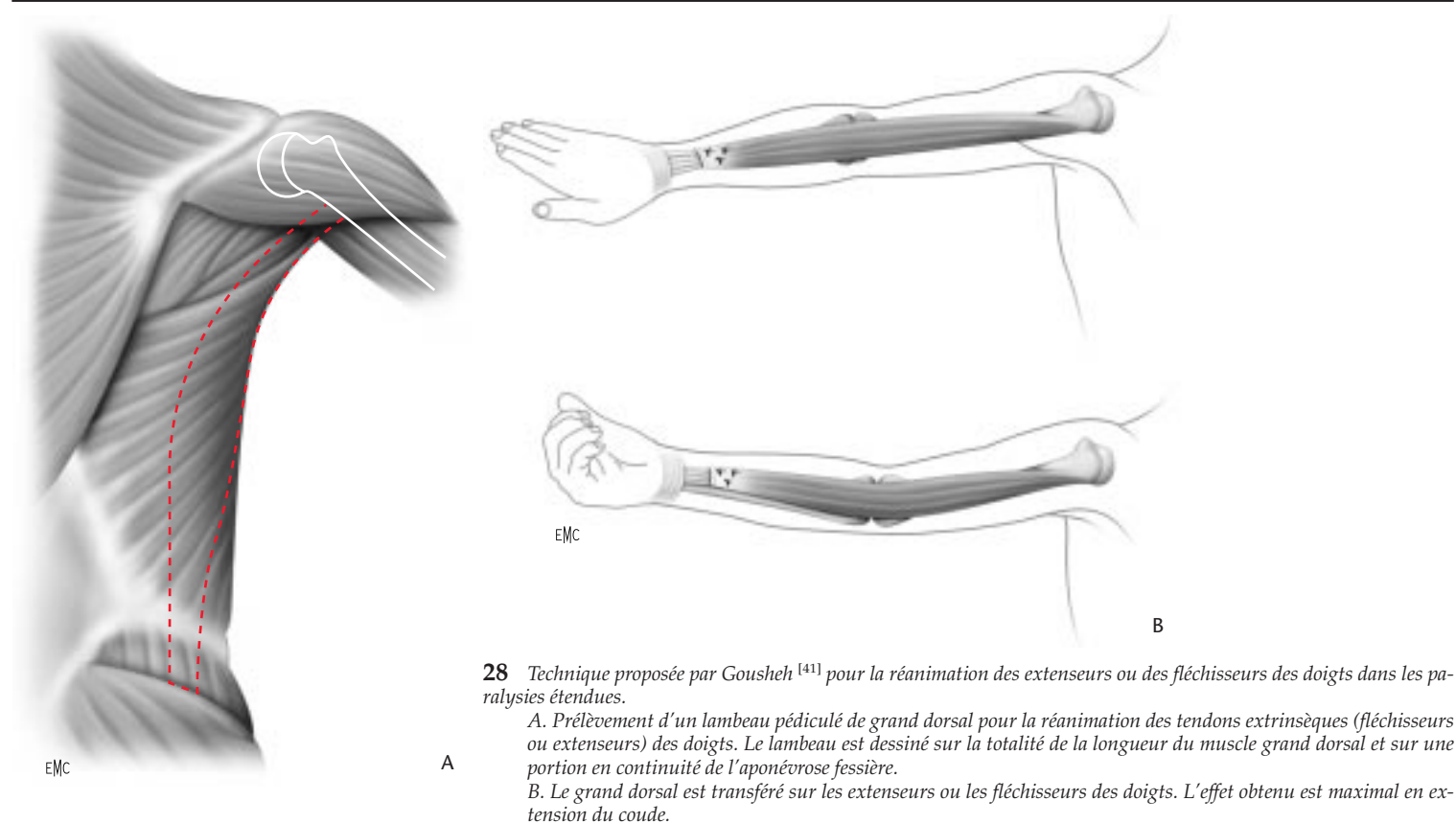
– Le groupe 2 concerne les déformations en « griffe » secondaires à une paralysie des intrinsèques. Plusieurs situations peuvent être distinguées : lorsque les métacarpophalangiennes possèdent une certaine mobilité passive, il faut différencier les cas où l'extension des interphalangiennes proximales est possible par la stabilisation des métacarpophalangiennes en légère flexion et les cas où l'extension est impossible soit par étirement du tendon extenseur sur la face dorsale de l'articulation, soit plus communément par raideur de l'interphalangienne proximale. La raideur des métacarpophalangiennes en extension assombrit les possibilités de restauration. Ce sont les cas les plus défavorables.

– Enfin le groupe 3, plus rare, intéresse les rétractions ischémiques des intrinsèques. La main se présente en flexion du poignet, flexion des métacarpophalangiennes, extension des interphalangiennes proximales et flexion importante des interphalangiennes distales sous l'action des fléchisseurs profonds rétractés. Le traitement est différent selon qu'il s'agit d'une paralysie ou d'une rétraction. En cas de paralysie des intrinsèques avec des métacarpophalangiennes souples, c'est l'indication d'une opération « antigriffe », soit passive, simple capsulorraphie, soit active, par le procédé du lasso en choisissant comme moteur un muscle dorsal. On peut être amené à proposer des opérations ultérieures pour accroître l'extension des interphalangiennes proximales dans les cas où celles-ci sont restées souples, en réalisant un raccourcissement de la bandelette médiane, une reconstruction du ligament triangulaire et une reposition des bandelettes latérales. Ces indications sont rares dans le syndrome de Volkmann.

En revanche, lorsqu'il s'agit d'une rétraction des intrinsèques avec l'attitude caractéristique que nous avons décrite, il faut traiter les rétractions des intrinsèques avant de proposer la libération des fléchisseurs à l'avant-bras. Le traitement consiste en la libération des fibres obliques de la dossière des extenseurs et, si ce geste ne suffit pas, il faut réaliser une véritable excision des muscles interosseux. À l'inverse, la déformation « intrinsèque plus » se dévoile fréquemment après la libération des muscles de l'avant-bras. La rétraction est alors bien souvent modérée et il est recommandé de ne pas chercher une libération complète des interosseux pour prévenir une récurrence de la griffe.

■ Cas particulier du pouce

Le pouce se présente habituellement dans les formes sévères en flexion-adduction. La libération de l'interphalangienne est assurée par la désinsertion ou l'excision du long fléchisseur à l'avant-bras. La libération de la première commissure, suivant son degré de rétraction, fait appel à l'excision des muscles du premier espace complétée par une arthrolyse trapézométacarpienne. L'importance



29 Technique proposée par Gousheh ^[41] pour la réanimation des extenseurs ou des fléchisseurs des doigts dans les paralysies étendues. Réanimation de la flexion des doigts par le biceps. L'insertion radiale du biceps est libérée. Une greffe tendineuse assure la continuité avec les tendons fléchisseurs.

de la rétraction cutanée du pouce peut requérir un lambeau de couverture ^[36]. La stabilisation du pouce peut justifier une arthrodèse de la métacarpophalangiennes. Les transferts de réanimation ne doivent pas être réalisés avant cette étape intermédiaire de libération.

RÉSUMÉ DES INDICATIONS DANS LE TRAITEMENT DU SYNDROME DE VOLKMANN CONSTITUÉ AU MEMBRE SUPÉRIEUR

Plusieurs situations sont à distinguer selon que l'on se trouve dans la phase aiguë d'un syndrome des loges ou au stade des déformations fixées d'un syndrome de Volkmann constitué.

Devant un syndrome des loges aigu, le principe du traitement est la décompression par fasciotomie en urgence pour rétablir la microcirculation et prévenir la dégénérescence musculaire. Si le syndrome des loges aigu évolue déjà depuis un certain temps avec pour conséquence une nécrose musculaire, la fasciotomie peut encore être utile comme geste de décompression car certaines lésions sont susceptibles de régresser. Cette attitude est néanmoins sujette à controverse en raison du risque infectieux majeur. La fasciotomie doit être faite en urgence, dès qu'on a constaté des manifestations

cliniques corrélées à une augmentation de pression. Lorsque la chirurgie est réalisée tardivement, une libération extensive des nerfs et des vaisseaux peut entraîner une majoration de l'attrition tissulaire sans bénéfice réel en retour. Dans les stades avancés d'une phase aiguë, les fasciotomies doivent être mesurées dans leur étendue car le risque d'une suppuration, consécutive en particulier à une souffrance cutanée, n'est pas négligeable. La phase aiguë passée, la physiothérapie et surtout le port d'attelles dynamiques doivent autant que possible prévenir l'installation des rétractions. Ce traitement fonctionnel est instauré pendant plusieurs semaines, bien au-delà de la consolidation d'une éventuelle fracture, contemporaine de l'évolution des lésions musculaires et nerveuses, dans le sens d'une régénération ou d'une transformation fibreuse.

La récupération musculaire et nerveuse après la phase aiguë est toujours lente et rarement complète. La main initialement paralysée retrouve partiellement sa fonction et se pose alors une question essentielle : à quelle période faut-il intervenir sur un syndrome de Volkmann constitué ?

La réponse demande à être nuancée car, si la chirurgie précoce sur les muscles n'est pas souhaitable, la libération des nerfs, elle, doit être réalisée rapidement.

En règle générale, plus l'atteinte est grave, plus la chirurgie des nerfs doit être précoce. Cette notion implique qu'il ne faut pas se presser d'intervenir dans les cas de syndrome de Volkmann de gravité moyenne, surtout quand les troubles nerveux sont absents ou discrets.

La période optimale d'intervention se situe au-delà de 5 à 6 mois mais avant le délai de 1 an suivant la phase aiguë.

Quels sont les principes de traitement chirurgical dans un syndrome de Volkmann constitué ?

Les deux éléments à prendre en considération sont, d'une part l'importance de la rétraction musculaire et son corollaire, la force résiduelle des fléchisseurs, d'autre part l'atteinte nerveuse principalement sensitive.

Rétablir la sensibilité est l'objectif primordial de l'intervention chirurgicale qui doit de plus traiter la rétraction. Lorsque la rétraction est modérée et surtout s'il persiste une bonne force des

fléchisseurs dans le secteur résiduel de mobilité, c'est l'indication habituelle d'une désinsertion plus ou moins étendue selon les cas, associée à la neurolyse.

Les allongements tendineux ne peuvent se concevoir que pour des rétractions très localisées.

Lorsque la rétraction est très importante avec une paralysie des fléchisseurs et une atteinte sensitive sévère, l'état des masses musculaires réduites à des blocs fibreux conduit à une opération d'excision qui, dans le même temps, libère les nerfs et traite la rétraction.

Certaines atteintes nerveuses jugées irréversibles peuvent requérir des greffes.

L'excision de quelques zones fibreuses ne peut être envisagée que dans certaines formes très localisées de dégénérescence musculaire sans trouble neurologique.

Les déformations de la main doivent être traitées dans un second temps après les libérations musculaires et nerveuses, sauf quand la main se présente en position « intrinsèque plus », par rétraction des muscles intrinsèques. Il s'agit là d'une situation peu commune dans les syndromes de Volkmann constitués mais, dans ces cas-là, la libération intrinsèque doit précéder la libération des muscles de l'avant-bras.

Enfin, les opérations palliatives de restauration fonctionnelle utilisant des transferts tendineux doivent être réalisées à distance lorsque les interventions de libération tendineuse, articulaire et nerveuse ont été effectuées à l'avant-bras et à la main.

En revanche, le transfert libre d'un muscle peut être réalisé dans le même temps que l'excision des tissus fibreux qui intéresse, dans ces cas, la totalité des parties molles de l'avant-bras. Les déformations à la main doivent cependant avoir été préalablement corrigées.

Traitement du syndrome de Volkmann constitué au membre inférieur

La fréquence de survenue des syndromes des loges au membre inférieur est probablement sous-estimée en raison des atteintes limitées et partielles réalisant des tableaux cliniques incomplets. Ellis ^[14], en 1958, relevait neuf cas de rétractions ischémiques sur 225 fractures de jambe. Owen et Tsimboukis ^[47], en 1967, constataient dans une étude rétrospective l'existence de dix cas de rétractions au membre inférieur sur une série de 100 fractures. Ces proportions sont considérables. Elles signifient qu'un certain nombre de syndromes des loges localisés passent inaperçus au membre inférieur, d'autant que le compartiment le plus affecté est la loge postérieure profonde dont on connaît la difficulté d'exploration clinique. Bowden et Gutmann ^[7], en 1949, ont constaté que la loge des péroniers était peu affectée et Seddon ^[61] a confirmé ce fait en montrant que les muscles les plus concernés par la rétraction ischémique étaient le fléchisseur des orteils, le tibialis posterior et surtout le flexor pollicis longus (60 % des cas). Les nerfs qui traversent les loges souffrent par compression et ischémie contemporaine du syndrome d'hyperpression, tandis que ceux situés en dehors des loges restent intacts. L'ischémie de la physe est susceptible chez l'enfant d'entraîner à long terme un défaut de croissance et donc une inégalité de longueur des membres inférieurs. Les déformations du pied reflètent l'atteinte préférentielle d'une des loges de la jambe. Ainsi, la rétraction ischémique des muscles de la loge profonde entraîne une griffe des orteils et un cavus fixé ^[29]. À la loge antérieure, la nécrose musculaire a pour conséquence un pied tombant mais, avec le temps, la rétraction fibreuse postérieure superficielle entraîne un équin varus. L'atteinte simultanée des deux loges postérieures donne un tableau complexe de déformations associant un équin, un cavus, une adduction de l'avant-pied et une griffe des orteils. Les rétractions discrètes sont souvent mises à tort sur le compte d'une raideur d'immobilisation. En réalité, après une

fracture de jambe, une griffe des orteils peut relever de plusieurs étiologies possibles :

- une faiblesse des intrinsèques ;
- une lésion nerveuse ;
- une rétraction ischémique des fléchisseurs ;
- un possible englobement des fléchisseurs dans le cal de la fracture situé au tiers inférieur ; dans ce dernier cas, les orteils peuvent être étendus lorsque la cheville est en flexion plantaire.

Certains examens complémentaires aident à mieux cerner l'origine de la déformation fixée, et concernent l'évaluation musculaire et nerveuse (électromyogramme [EMG]), squelettique (radiologie) et vasculaire (doppler, artériographie). Des confusions diagnostiques sont en effet possibles d'après le seul examen clinique et, à titre d'exemple, une rétraction d'un petit muscle du pied peut masquer un authentique syndrome du canal tarsien.

Le traitement proprement dit doit être conservateur au début car il existe des cas de récupération partielle spontanée. Les attelles, les étirements musculaires, les mobilisations articulaires parviennent à réduire les rétractions modérées. L'échec du traitement conservateur ne peut être constaté avant 6 mois.

Le traitement chirurgical, mené sous garrot, réalise dans un premier temps l'excision des muscles fibreux de la superficie vers la profondeur et l'allongement du tendon d'Achille associé éventuellement à une capsulotomie postérieure de la cheville.

La chirurgie des transferts palliatifs est exceptionnelle dans les syndromes de Volkmann constitués de la jambe ^[31]. En revanche, les interventions de correction des déformations sont nombreuses et utiles pour redonner au pied un appui au sol normal :

- fasciotomie plantaire et allongement tendineux pour corriger la griffe ;
- double arthrodèse sous-talienne et médiotarsienne ;
- arthrodèse ou arthroplastie des articulations interphalangiennes des orteils ;
- opération de Keller pour hallux flexus ;
- ostéotomie du tarse ;
- ostéotomie tibiale de dérotation tridimensionnelle ^[29].

L'existence d'ulcérations neurologiques, de douleurs rebelles et de déformations non corrigées peut dans certains cas extrêmes faire proposer une amputation. Il est important de souligner, pour le pronostic fonctionnel, que la jambe peut être gardée quelle que soit l'étendue de l'excision musculaire, à condition que la cheville soit fixée à 90° et que le pied soit sensible.

Syndromes d'effort

GÉNÉRALITÉS

Les syndromes d'effort sont une variété particulière de syndrome des loges. Ils sont induits par l'effort et se présentent sous deux formes, la forme aiguë et la forme récurrente. La forme aiguë est semblable aux formes traumatiques dans ses manifestations cliniques.

L'hyperpression dans la loge est telle qu'une décompression rapide est nécessaire pour prévenir la nécrose musculaire. En revanche, dans la forme récurrente ^[52, 68, 69, 70], l'exercice fait augmenter la pression dans la loge musculaire, suffisamment pour compromettre la microcirculation, entraînant un début d'ischémie et donc une douleur, mais rarement un déficit neurologique.

La douleur reste le signe d'alarme. Elle disparaît lorsque l'activité responsable cesse ou se ralentit mais réapparaît à l'occasion d'un nouvel effort. Si l'effort intense est poursuivi en dépit de la douleur, sous produits dopants par exemple, le syndrome chronique peut se transformer en forme aiguë.

La première description de syndrome des loges d'effort semble revenir à Wilson ^[17], médecin de l'expédition Scott au Pôle Sud. Les premières formes chroniques de syndromes des loges intéressant la jambe ont été publiées par Mavor ^[39] en 1956, Renemann ^[56] en 1968, Puranen ^[54] en 1974 et Styf ^[70] en 1986. D'autres localisations ont été récemment rapportées intéressant les muscles interosseux dorsaux à la main ^[55, 68] et les muscles de l'avant-bras ^[71, 75]. Le pied peut également être le siège de syndrome des loges récurrent ^[46].

PATHOGÉNIE

Dans les formes récurrentes des syndromes des loges, l'augmentation de pression est la résultante de la limitation du compartiment et de l'augmentation du volume à l'intérieur. La loge antérieure de jambe est habituellement la plus vulnérable car très peu extensible. Deux ordres de phénomènes interviennent lors d'un effort physique dans les conditions physiologiques normales :

- lors d'une contraction, qu'elle soit isométrique ou isotonique, la pression augmente suffisamment pour rendre le muscle ischémique ;
- lors d'un exercice prolongé, le volume d'un muscle s'accroît de 20 %. Cette augmentation de volume est le reflet de l'augmentation de perméabilité capillaire résultant de l'accumulation de liquide dans les espaces cellulaires et extracellulaires.

D'autres facteurs peuvent intervenir comme des anomalies veineuses ou lymphatiques ou des hémorragies intramusculaires chez des sujets non entraînés.

DIAGNOSTIC

Le syndrome de la loge antérieure de la jambe est plus fréquent dans sa forme récurrente que dans sa forme aiguë. Il frappe les soldats nouvellement enrôlés, les coureurs de marathon ou les joggeurs occasionnels. Pour un individu donné, le début des douleurs apparaît pour une distance et une vitesse spécifiques.

L'examen clinique à froid est la plupart du temps négatif. On note parfois immédiatement après l'effort une hypoesthésie sur le dos du pied, parfois associée à des hernies musculaires du tiers inférieur de jambe (20 à 60 % des cas) qui peuvent entraîner une irritation du nerf musculocutané. Devant une douleur survenant à l'effort, plusieurs diagnostics, autres que le syndrome des loges, doivent être discutés :

- une claudication intermittente mais qui survient chez des patients en général plus âgés ;
- une fracture de fatigue responsable d'une douleur localisée et localisable à la scintigraphie ;
- une ténosynovite où l'on retrouve des signes d'inflammation et de crépitation ;
- une syndrome tibial interne qui peut être confondu avec un syndrome des loges postérieur chronique ^[54]. Il s'agit semble-t-il en réalité d'une réaction périostée à l'effort musculaire, car l'étude des pressions ne milite pas en faveur d'un syndrome des loges.

En définitive, la prise de pression à l'intérieur de la loge est essentielle pour affirmer le diagnostic de syndrome des loges récurrent et proposer un traitement approprié ^[69]. Chez un sujet normal, la pression de la loge au repos est de 0 ± 4 mmHg. La pression monte à plus de 50 mmHg à l'effort, puis descend immédiatement après la cessation de l'activité physique. Chez un sujet porteur d'un syndrome chronique, la pression de repos est voisine de 15 mmHg à l'effort et surtout elle reste stationnaire à plus de 30 mmHg pendant 5 minutes après la cessation de l'activité.

TRAITEMENT

Le traitement logique est alors une fasciotomie réalisée selon les principes techniques que nous avons déjà évoqués. Lorsqu'il existe une hernie, l'incision est centrée sur le defect aponévrotique en prenant soin des nerfs sensitifs superficiels.

Références ➤

Références

- [1] Abdul-Wamid AK. First dorsal interosseous compartment syndrome. *J Hand Surg Br* 1987 ; 12 : 269-272
- [2] Apoil A, Karren CH, Augereau B, Pupin P. Pathogénie du syndrome de Volkmann de la première commissure de la main et déductions thérapeutiques. *Ann Chir Main* 1982 ; 1 : 210-213
- [3] Bardenheuer L. Die Entschung und Behandlung der ischämischen Muskelkontractur und Gangrän. *Dtsch Z Chir* 1911 ; 108 : 44
- [4] Benkeddache Y, Gottesman H, Hamidani M. Proposition d'une nouvelle classification du syndrome de Volkmann au stade de séquelles. *Ann Chir Main* 1985 ; 4 : 134-142
- [5] Berman SS, Schilling JD, McIntyre KE, Hunter GC, Bernhard VM. Shoe lace technique for delayed primary closure of fasciotomies. *Am J Surg* 1994 ; 167 : 435-436
- [6] Bonutti PM, Bell GA. Compartment syndrome of the foot. A case report. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 1449-1451
- [7] Bowden RE, Gutmann E. The fate of voluntary muscle after vascular injury in man. *J Bone Joint Surg Br* 1949 ; 31 : 356-368
- [8] Burkhalter W, Christensen RC, Brown P. Extensor indicis proprius opponenplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1973 ; 55 : 725-732
- [9] Christel P, Roulot E. Syndrome des loges. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 15-110-A-10, 1994 : 1-12
- [10] Cohen MS, Garfin SR, Hargens AR, Mubarak SJ. Acute compartment syndrome. Effect of dermatomy on fascial decompression in the leg. *J Bone Joint Surg Br* 1991 ; 73 : 287-290
- [11] Doi K, Kuwata N, Sakai K, Tamaru K, Kawai S. A reliable technique of free vascularized sural nerve grafting and preliminary results of clinical applications. *J Hand Surg Am* 1987 ; 12 : 677-684
- [12] Eaton RG, Green WT. Epimysiotomy and fasciotomy in the treatment of Volkmann's ischemic contracture. *Orthop Clin North Am* 1972 ; 3 : 175-186
- [13] Eichler GR, Lipscomb PR. The changing treatment of Volkmann's ischemic contractures from 1955 to 1965 at the Mayo Clinic. *Clin Orthop* 1967 ; 50 : 215-223
- [14] Ellis H. Disabilities after tibial shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1958 ; 40 : 190-197
- [15] Faschinelli A, Masquelet AC, Restrepo J, Gilbert A. The vascularized sural nerves. Anatomy and surgical approach. *Int J Microsurg* 1981 ; 3 : 57-62
- [16] Finkelstein JA, Hunter GA, Hu RW. Lower limb compartment syndrome; course after delayed fasciotomy. *J Trauma* 1996 ; 40 : 342-344
- [17] Freedman BJ. Dr Edward Wilson of the Antarctic: a biographical sketch, following by an inquiry into the nature of this last illness. *Proc R Soc Med* 1953 ; 47 : 7-13
- [18] Garber JN. Volkmann's contracture as complication of fractures of the forearm and elbow. *J Bone Joint Surg* 1939 ; 21 : 154-168
- [19] Gaspar DJ, Kohl RD. Compartment syndromes in which the skin is the limiting boundary. *Clin Orthop* 1975 ; 113 : 65-67
- [20] Godinger JJ, Huc De Bat JM, Lecestre P, Lortat-Jacob A, Aubert JD, Ramadier JO. Syndrome ischémique post-traumatique des loges de la jambe. *Rev Chir Orthop* 1979 ; 65 : 221-229
- [21] Gosset J. La désinsertion chirurgicale des muscles de la loge antérieure de l'avant-bras dans le traitement de contractures et rétractions ischémiques. *J Chir* 1956 ; 72 : 487-494
- [22] Gosset J. Les nécroses ischémiques et anoxiques des muscles de l'avant-bras et de la main. *Ann Chir* 1975 ; 29 : 1059-1064
- [23] Gousheh J. Biceps transfer for finger flexion and latissimus dorsi transfer for finger flexion or extension. In : Tubiana R, Gilbert A, Masquelet AC eds. An Atlas of surgical techniques of the hand and wrist. London : Martin Dunitz, 1999 : 351-354
- [24] Halpern AA, Greene R, Nichols T, Burton DS. Compartment syndrome of the interosseous muscles. Early recognition and treatment. *Clin Orthop* 1979 ; 140 : 23-25
- [25] Harris I. Gradual closure of fasciotomy wounds using a vessel loop shoe lace. *Injury* 1993 ; 24 : 565-566
- [26] Heckmann MM, Whitesides TE, Grewe SR, Rooks MD. Compartment pressure in association with closed tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1994 ; 76 : 1285-1292
- [27] Ikuta Y, Kubo T, Tsuge R. Free muscle transplantation by microsurgical technique to treat severe Volkmann's contracture. *Plast Reconstr Surg* 1976 ; 58 : 407-411
- [28] Jepson PN. Ischemic contracture. Experimental study. *Ann Surg* 1926 ; 84 : 785
- [29] Karlstrom G, Lonnerholm T, Olerud S. Cavus deformity of the foot after fracture of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg Am* 1975 ; 57 : 893-900
- [30] Kelly AP, Whitesides TE. Transfibular route for fasciotomy of the leg. *J Bone Joint Surg Am* 1967 ; 49 : 1022-1023
- [31] Kikuchi S, Hause M, Watanabe M. Ischemic contracture in the lower limb. *Clin Orthop* 1978 ; 134 : 185-192
- [32] Letenneur J, Arnaud JP, Friehe JM, Meynet JC, Oudet D, Rogez JM et al. Syndrome des loges des membres inférieurs. *Ann Orthop Ouest* 1989 ; 21 : 155-188
- [33] Littler JW, Cooley SG. Opposition of the thumb and its restoration by abductor digiti quinti transfer. *J Bone Joint Surg Am* 1963 ; 45 : 1389-1396
- [34] Manktelow RT, Zuker RM, McKee NH. Functioning free muscle transplantation. *J Hand Surg Am* 1984 ; 9 : 32-39
- [35] Manoli A, Weber TG. Fasciotomy of the foot: an anatomical study with reference to release of the calcaneal compartment. *Foot Ankle* 1990 ; 10 : 267-275
- [36] Masquelet AC, Pentead CV. Le lambeau interosseux postérieur. *Ann Chir Main* 1987 ; 6 : 131-139
- [37] Matsen FA, Clawson DK. The deep posterior compartmental syndrome of the leg. *J Bone Joint Surg Am* 1975 ; 57 : 34-39
- [38] Matsen FA, Krugmire RB. Compartmental syndromes. *Surg Gynecol Obstet* 1978 ; 147 : 943-949
- [39] Mavor GE. The anterior tibial syndrome. *J Bone Joint Surg Br* 1956 ; 38 : 513-517
- [40] McCullough CJ, Gagey O, Higginson DW, Sandin BM, Crow JJ, Seville A. Axon regeneration and vascularisation of nerve grafts. An experimental study. *J Hand Surg Br* 1984 ; 9 : 323-327
- [41] McLardysmith P, Burge PD, Watson NA. Ischaemic contracture of the intrinsic muscles of the hands. A hazard of physical restraint. *J Hand Surg Br* 1986 ; 11 : 65-67
- [42] McQueen MM. Compartment syndromes. In : Court-Brown CM, McQueen MM, Quaba AA eds. Management of open fractures. London : Martin Dunitz, 1996
- [43] McQueen MM, Courtrown CM. Compartment monitoring in tibial fractures. The pressure threshold for decompression. *J Bone Joint Surg Br* 1996 ; 78 : 99-104
- [44] Moulonquet P, Seneque J. Syndrome de Volkmann. *Bull Mém Soc Nat Chir* 1928 ; 54 : 1094
- [45] Mubarak SJ, Owen CA. Double incision fasciotomy of the leg for decompression in compartment syndromes. *J Bone Joint Surg Am* 1977 ; 59 : 184-187
- [46] Muller GP, Masquelet AC. Syndrome de loge d'effort du pied. *Rev Chir Orthop* 1995 ; 81 : 549-552
- [47] Owen R, Tsimboukis B. Ischemia complicating closed tibial and fibular shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1967 ; 49 : 268-275
- [48] Page CM. An operation for relief of flexion-contracture in the forearm. *J Bone Joint Surg* 1939 ; 21 : 233-234
- [49] Parks A. The treatment of established Volkmann's contracture by tendon transplantation. *J Bone Joint Surg Br* 1951 ; 33 : 359-362
- [50] Patman RD, Thompson JE. Fasciotomy in peripheral vascular surgery. Report of 164 patients. *Arch Surg* 1970 ; 101 : 663-672
- [51] Phalen GS, Miller RC. The transfer of wrist extensor muscles to restore or reinforce flexion power of the fingers and opposition of the thumb. *J Bone Joint Surg* 1947 ; 29 : 993-997
- [52] Phillips JH, MacKinnon SE, Murray JF, McUrtry RY. Exercise-induced chronic compartment syndrome of the first interosseous muscle of the hand: a case report. *J Hand Surg Am* 1986 ; 11 : 124-127
- [53] Pisan M, Klaue K. Compartment syndrom of the foot. *Eur J Foot Ankle Surg* 1994 ; 1 : 29-36
- [54] Puranen J. The medial tibial syndrome: exercise ischaemia of the medial fascial compartment of the leg. *J Bone Joint Surg Br* 1974 ; 56 : 712-715
- [55] Reid RL, Travis HT. Acute necrosis of the second interosseous compartment of the hand. *J Bone Joint Surg Am* 1973 ; 55 : 1095-1097
- [56] Renemann RS. The anterior and the lateral compartment syndrome of the leg due to intensive use of muscles. *Clin Orthop* 1975 ; 113 : 69-80
- [57] Renemann RS, Slaaf DW, Lindbom L, Tangelder GJ, Arfors KE. Muscle blood flow disturbances produced by simultaneously elevated venous and total muscle tissue pressure. *Microvasc Res* 1980 ; 20 : 307-318
- [58] Revol M, Servant JM. Paralysies médio-cubitales hautes. In : Paralysies de la main et du membre supérieur. Paris : Medsi, 1980 : 226
- [59] Scaglietti O. Sindromi cliniche immediate e tardive de lesioni vascolari nelle fratture degli arti. *Riforma Med* 1957 ; 71 : 749-755
- [60] Schenck RR. Free muscle and composite skin transplantation by microvascular anastomoses. *Orthop Clin North Am* 1977 ; 8 : 367-375
- [61] Seddon HJ. Volkmann's contracture. Treatment by excision of the infect. *J Bone Joint Surg Br* 1956 ; 38 : 152-174
- [62] Seddon HJ. L'ischémie de Volkmann. Une nouvelle étude de son traitement. *Rev Chir Orthop* 1960 ; 46 : 149-162
- [63] Seddon HJ. Volkmann's ischaemia in the lower limb. *J Bone Joint Surg Br* 1966 ; 48 : 627-636
- [64] Shangai sixth people's hospital. Free muscle transplantation by microsurgical neurovascular anastomoses. Report of a case. *Chin Med J* 1976 ; 2 : 47-50
- [65] Shaw CJ, Spencer JD. Late management of compartment syndromes. *Injury* 1995 ; 26 : 633-635
- [66] Sirbu AB, Murphy MJ, White AS. Soft tissue complication of fracture of the leg. *Calif West Med* 1944 ; 60 : 53-56
- [67] Strange FG. An operation for nerve pedicle grafting. Preliminary communication. *Br J Surg* 1947 ; 34 : 423-425
- [68] Styf J, Forssblad P, Lindborg G. Chronic compartment syndrome in the first dorsal interosseous muscle. *J Hand Surg Am* 1987 ; 12 : 757-762
- [69] Styf J, Korner L, Suurkula M. The muscle intramuscular pressure and muscle blood flow during exercise in chronic compartment syndrome. *J Bone Joint Surg Br* 1987 ; 69 : 301-305
- [70] Styf J, Korner LM. Chronic anterior compartment syndrome of the leg. Results of treatment by fasciotomy. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 1338-1347
- [71] Summerfield SL, Folberg CR, Weiss AP. Compartment syndrome of the pronator quadratus: a case report. *J Hand Surg Am* 1997 ; 22 : 266-268
- [72] Sundararaj GD. Management of Volkmann's ischaemic contracture of the upper limb. *J Hand Surg Br* 1985 ; 10 : 401-403
- [73] Sundararaj GD, Mani K. Pattern of contracture and recovery following ischaemia of the upper limb. *J Hand Surg Br* 1985 ; 10 : 155-161
- [74] Tarlow SD, Achterman CA, Hayhurst J, Ovadia DN. Acute compartment syndrome in the thigh complicating fracture of the femur. A report of three cases. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 1439-1446
- [75] Tompkins DG. Exercise myopathy of the extensor carpi ulnaris muscle. Report of a case. *J Bone Joint Surg Am* 1977 ; 59 : 407-408
- [76] Townsend PL, Taylor GL. Vascularized nerve grafts using composite arterialised neurovascular systems. *Br J Plast Surg* 1984 ; 37 : 1-17
- [77] Tsuge K. Treatment of established Volkmann's contracture. *J Bone Joint Surg Am* 1975 ; 57 : 925-929
- [78] Viegas SF, Rimoldi R, Scarborough M, Ballantyne GM. Acute compartment syndrome in the thigh: a case report and a review of the literature. *Clin Orthop* 1988 ; 234 : 232-234
- [79] Volkmann R. Die ischaemischen Muskellähmungen und Kontrakturen. *Zentrabl Chir* 1881 ; 51 : 801
- [80] Wells J, Templeton J. Femoral neuropathy associated with anticoagulant therapy. *Clin Orthop* 1977 ; 124 : 155-160
- [81] Zancolli E. Tendon transfers after ischemic contracture of the forearm. Classification in relation to intrinsic muscles disorders. *Am J Surg* 1965 ; 109 : 356-360
- [82] Ziu I, Mosheiff R, Zeligowski A, Lilbergall M, Lowe J, Segal D. Crush injuries of the foot with compartment syndrome: immediate one-stage management. *Foot Ankle* 1989 ; 9 : 185-189

Traitement de l'infection articulaire

A. Lortat-Jacob

Résumé. – L'inoculation d'un germe dans une articulation engendre un processus pathologique qui passe par trois stades : le stade liquidien avec modification du liquide articulaire, le stade synovial avec une réaction inflammatoire de la synoviale, puis un stade ostéoarticulaire avec une atteinte osseuse aux insertions capsulosynoviales. Chacun de ces stades correspond à un traitement spécifique. L'arthroscopie trouve une place de choix dans le stade liquidien et le stade synovial ; la résection osseuse et articulaire est le plus souvent indispensable au stade d'ostéoarthrite. Le diagnostic est fait par la ponction articulaire avant toute antibiothérapie. Il s'agit d'une urgence thérapeutique car les stades pathologiques peuvent s'enchaîner de façon très rapide, aggravant le processus.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Infection articulaire ; Synovectomie ; Arthrodèse ; Prothèse articulaire ; Ponction articulaire

Histoire naturelle de l'infection articulaire

ANATOMIE PATHOLOGIQUE

L'infection articulaire engendre une succession de phénomènes pathologiques qui passent par trois stades. Ces stades ont été parfaitement décrits par Steen-Jensen lors d'un protocole expérimental d'arthrite du genou chez le lapin.^[1]

Premier stade : c'est celui des réactions synoviales. Dans les cinq premiers jours qui suivent l'inoculation articulaire, on assiste à une prolifération synoviale : congestion vasculaire avec infiltration leucocytaire. Dès le troisième jour apparaît une modification du cartilage articulaire. Il devient plus mou et plus déformable. On conçoit que, sur une articulation en charge, on puisse déjà observer un pincement de l'interligne. Les causes exactes de ces modifications articulaires sont difficiles à définir. Steen-Jensen estime que des enzymes protéolytiques sont libérées des leucocytes et des cellules bordantes de la synoviale. Ce ne semble pas être le seul processus, car le liquide synovial, dans le même temps, change considérablement. Il devient donc un milieu d'imbibition défavorable pour le cartilage qui, par simple modification physicochimique, perd ses propriétés. Dans le même temps, la prolifération synoviale se fait en direction de ses insertions sur l'os. La synoviale pénètre dans le tissu osseux, attaquant le cartilage directement à cet endroit par contiguïté.

Deuxième stade : à partir du onzième jour apparaît le pannus synovial, véritable prolifération abcédée de la synoviale. Ce pannus siège essentiellement au condyle fémoral. À l'intérieur de cette prolifération, on trouve des abcès. Le cartilage continue à perdre de sa hauteur, mais il n'est pas encore attaqué directement sur sa surface portante. En revanche, dès ce stade, on trouve des modifications des ligaments latéraux et des éléments périarticulaires.

Troisième stade : l'ostéoarthrite. À partir du dix-septième jour, l'infection a largement dépassé la cavité articulaire. Les ligaments latéraux et la capsule sont détruits ; l'infection pénètre dans les extrémités osseuses, provoquant une ostéite. Aux zones portantes, il existe des ulcérations cartilagineuses avec une participation ostéomyélitique sous-jacente. Le cartilage articulaire a perdu globalement la moitié de sa hauteur.

CONSÉQUENCES PRATIQUES

Ces trois stades décrits dans un protocole expérimental se retrouvent en clinique humaine. La guérison de l'infection articulaire sans séquelle ne peut être obtenue que si le traitement est efficace lors du premier ou du deuxième stade. On voit par ailleurs le rôle fondamental de la synoviale, seul moyen de défense contre l'infection articulaire. Au début, dans les suites immédiates de l'inoculation, c'est elle qui, par sa réaction inflammatoire, lutte contre les germes ; puis, par ces modifications du liquide articulaire, elle a un effet bactéricide intra-articulaire.

Dans un deuxième temps, débordée par l'infection, elle s'abcède. Elle devient alors néfaste et elle est même responsable de la propagation infectieuse au-delà de l'articulation : à l'os d'une part, aux formations ligamentaires périphériques d'autre part. On voit, par ailleurs, que les modifications cartilagineuses restent assez longtemps réversibles. Ce n'est qu'au troisième stade que se produisent des ulcérations par attaque directe du liquide infecté contre le cartilage. Avant, il s'agit soit de modifications physicochimiques vraisemblablement réversibles, soit d'une attaque périphérique du cartilage par la synoviale sans conséquence fonctionnelle prévisible. À chacun des stades répond une attitude thérapeutique.

Principes de traitement de l'infection articulaire

FERMETURE CUTANÉE

La chirurgie doit comporter une fermeture cutanée. En effet, une articulation exposée n'a aucune tendance à se refermer spontanément. Le bourgeonnement ne se produit pas sur le

A. Lortat-Jacob (Professeur des Universités)
Adresse e-mail: alain-lortat-jacob@apr.ap-hp-paris.fr
Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital Ambroise Paré, 2, avenue Charles-de-Gaulle,
92104 Boulogne cedex, France.

cartilage ; par ailleurs, l'exposition à l'air d'un cartilage entraîne inévitablement sa destruction. On conçoit donc que les procédés classiques de la chirurgie osseuse septique ne soient pas adaptés à l'infection articulaire. Il existe des techniques spécifiques que nous décrirons.

IMMOBILISATION

La guérison de l'infection passe par une immobilisation. En effet, les parties molles sont mises au repos par l'immobilisation, ce qui permet une cicatrisation plus rapide. Or, on a vu que l'infection articulaire touche autant les parties molles périarticulaires que l'articulation elle-même. On conçoit l'intérêt de l'immobilisation qui a toutefois le risque de majorer l'enraidissement, évolution quasi inéluctable de l'arthrite septique. Cette immobilisation a deux impératifs :

- elle doit être faite en position de fonction ;
- elle doit être la plus brève possible.

Dès la sédation des signes locaux et la chute de la protéine C réactive, la mobilisation doit débuter.

ÉTAPES THÉRAPEUTIQUES

De même qu'on décrit trois stades évolutifs (stade liquidien, stade synovial, ostéoarthrite), on peut décrire trois étapes thérapeutiques : traitement du liquide (ponction ou arthroscopie) ; synovectomie (arthroscopique ou à ciel ouvert) ; résection articulaire (suivie ou non d'arthrodèse ou de prothèse).

RÔLE DE LA PONCTION

L'antibiothérapie est guidée par les résultats de la ponction. Celle-ci est donc la base de la thérapeutique. Elle doit être faite au plus vite, dès que le diagnostic est évoqué, avant toute antibiothérapie. C'est d'abord et avant tout un geste diagnostique, mais c'est aussi le premier geste thérapeutique ; il doit donc impérativement s'agir d'une ponction évacuatrice ; elle permet ainsi de faire la part de la synoviale dans l'augmentation de volume global de l'articulation. Le diagnostic de pannus synovial est fait devant une articulation qui reste grosse après évacuation du liquide.

ANTIBIOTHÉRAPIE

L'antibiothérapie est la constante du traitement. Elle doit être adaptée aux germes, au vu d'un antibiogramme. C'est l'intérêt de faire la ponction articulaire et de mettre en culture le liquide. Le traitement médical est mis en route sur le mode probabiliste dès que la ponction est faite. Une bithérapie intraveineuse est prescrite. Elle est ajustée secondairement, lorsque l'antibiogramme est disponible. Les antibiotiques doivent être prescrits à fortes doses, souvent aux limites de la toxicité. La voie veineuse n'est pas indispensable si les germes sont sensibles à des molécules correctement absorbées et à bon tropisme osseux (rifampicine, acide fusidique, quinolones).

BACTÉRIOLOGIE

■ Germes en cause

Le germe rencontré le plus souvent est un staphylocoque. Le clinicien est habituellement confronté à quatre types de staphylocoques à traiter.

Le staphylocoque « de la rue » est sensible à tout, même à la pénicilline. Il représente environ 10 % des infections staphylococciques.

Les staphylocoques les plus habituels sécrètent de la pénicillinase : ils sont donc résistants à la pénicilline, mais ils restent sensibles à la méticilline et à l'oxacilline. Ils représentent environ 60 % des infections staphylococciques.

Les staphylocoques méti-R (résistants à la méticilline et à l'oxacilline) sont fréquents en service hospitalier. Ils représentent environ 20 % des infections hospitalières. Ils restent habituellement sensibles aux synergistines et à la rifampicine.

Les staphylocoques atypiques commencent à voir le jour, méticillino-résistants et résistants aux synergistines. Ceux-ci ne semblent être, à l'heure actuelle, sensibles qu'à la vancomycine et à la téicoplanine.

■ Prescription

Fort de cette épidémiologie bactériologique, on peut, avant même d'avoir vu l'antibiogramme, commencer la thérapeutique qui, bien évidemment, est modulée en fonction des résultats. Une affection de ville est très correctement traitée par l'association classique : méticilline-aminosides. Une affection hospitalière a beaucoup de risques de ne pas être sensible à cette association et c'est la vancomycine et un aminoside récent qui sont le plus souvent utilisés.

Au vu de l'antibiogramme, on prescrit une bithérapie par voie parentérale afin d'obtenir des taux sériques élevés jusqu'à normalisation des signes généraux. Dans un deuxième temps, au vu de la normalisation de la courbe de température, on est autorisé à prescrire une monoantibiothérapie orale qui est poursuivie 15 jours après la normalisation des signes locaux. S'il y a eu des hémocultures positives, le traitement comporte obligatoirement trois semaines d'antibiothérapie parentérale et trois semaines d'antibiothérapie orale.

IMMOBILISATION

L'infection articulaire guérit d'autant mieux que les mouvements sont supprimés. Les parties molles ne sont plus alors irritées par la mobilisation et la réaction inflammatoire synoviale est nettement diminuée. Le plâtre est très souvent utilisé. Un plâtre circulaire est confectionné. Il est fendu en bivalve au dixième jour pour surveiller l'état local. L'attelle plâtrée peut être utilisée, mais elle est rarement bien adaptée.

À l'épaule, c'est le Dujarrier qui est utilisé.

Au coude, le plâtre brachiopalmaire doit impérativement être fait en position de fonction : flexion à 90 °, pronosupination intermédiaire.

Le poignet est immobilisé par une manchette plâtrée à 10 ° de flexion dorsale.

Les métacarpophalangiennes sont immobilisées dans une boule plâtrée à 60 ° de flexion au moins. Les interphalangiennes distale et proximale sont immobilisées dans une position proche de l'extension.

L'immobilisation de la hanche est plus difficile à réaliser. Le plâtre pelvipédieux est généralement mal toléré. On se contente donc souvent de mettre le malade en traction-suspension afin, par la détente articulaire, d'éviter le tassement cartilagineux et de permettre une immobilisation relative.

Le genou est immobilisé dans un plâtre cruropédieux à 20 ° de flexion. La cheville est mise dans une botte plâtrée à angle droit.

La discussion est de savoir si on a le droit de faire appuyer sur un membre inférieur atteint d'une arthrite. En effet, le cartilage, ramolli par les phénomènes que nous avons vus, aurait vraisemblablement besoin d'être mis en décharge.

Conduite à tenir vis-à-vis du liquide articulaire

PONCTION

La ponction articulaire est le temps fondamental du traitement de l'arthrite. Pratiquement, toutes les articulations peuvent être ponctionnées, mais la ponction est un geste dangereux qui doit être fait dans des conditions d'asepsie rigoureuse et en connaissant parfaitement les rapports anatomiques.

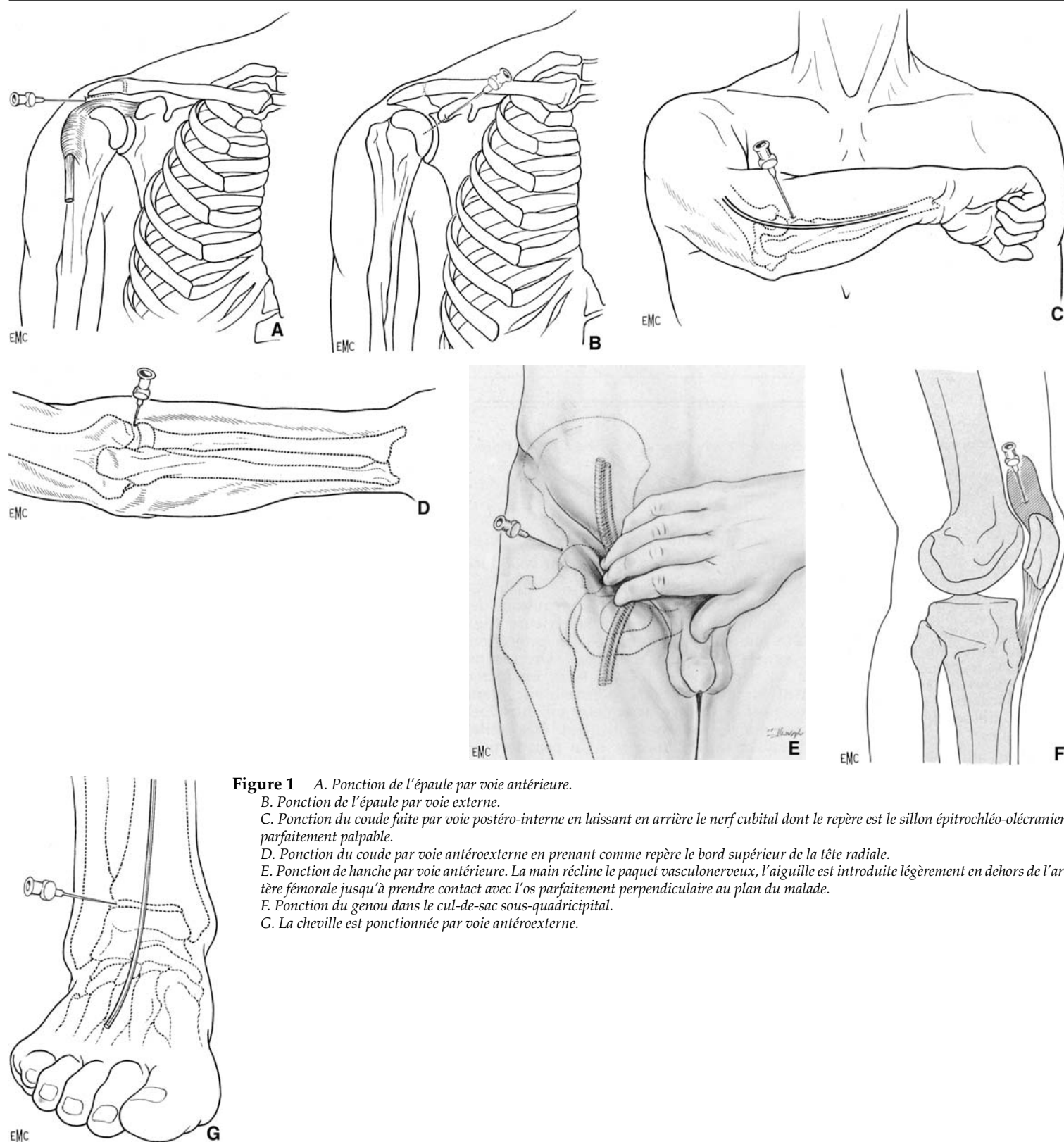


Figure 1 A. Ponction de l'épaule par voie antérieure.

B. Ponction de l'épaule par voie externe.

C. Ponction du coude faite par voie postéro-interne en laissant en arrière le nerf cubital dont le repère est le sillon épitrochléo-olécrânien parfaitement palpable.

D. Ponction du coude par voie antéroexterne en prenant comme repère le bord supérieur de la tête radiale.

E. Ponction de hanche par voie antérieure. La main récline le paquet vasculonerveux, l'aiguille est introduite légèrement en dehors de l'artère fémorale jusqu'à prendre contact avec l'os parfaitement perpendiculaire au plan du malade.

F. Ponction du genou dans le cul-de-sac sous-quadricipital.

G. La cheville est ponctionnée par voie antéroexterne.

À l'épaule, la ponction est faite soit par voie antérieure, en passant légèrement en dehors du sillon deltopectoral dont le repère supérieur est la coracoïde (Fig. 1A), soit par voie externe transdeltoidienne (Fig. 1B).

Le coude est ponctionné par voie postéro-interne (Fig. 1C) ou par voie antéroexterne (Fig. 1D).

Le poignet est ponctionné par voie dorsale.

Les articulations des doigts sont accessibles par voie dorsale, latéralisée en dedans ou en dehors.

La hanche est difficile à ponctionner en raison de sa profondeur. La ponction est faite par voie antérieure (Fig. 1E) ; le repère de la tête

fémorale est donné par la projection de l'artère fémorale sur la ligne de Malgaigne. On récline le paquet vasculaire en dedans avec les doigts et on introduit l'aiguille légèrement en dehors. Si la ponction est blanche, il faut alors faire appel au lavage articulaire en introduisant un peu de liquide qui est réaspiré. Il peut être utile de s'aider de l'amplificateur de brillance et d'un peu de produit de contraste pour s'assurer qu'on a effectivement pénétré dans la cavité articulaire.

Au genou, la ponction est faite dans le cul-de-sac sous-quadricipital (Fig. 1F).

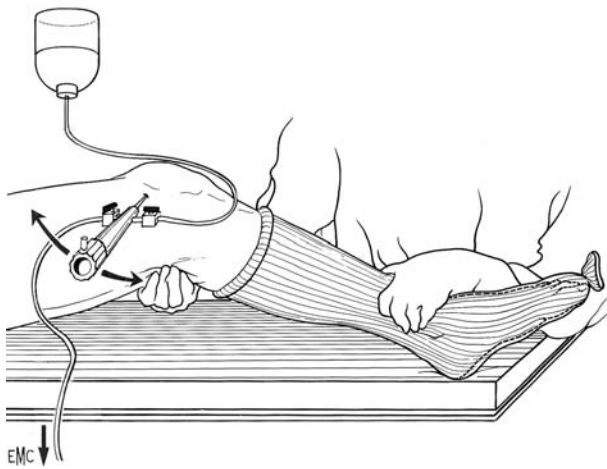


Figure 2 Lavage arthroscopique du genou. L'arthroscope permet de faire un lavage très efficace par les quantités de liquide introduites et par la possibilité d'introduire un liquide dans les recoins articulaires. La vision intra-articulaire, en revanche, est souvent plus difficile dans une atmosphère infectée.

La cheville est ponctionnée par voie dorsale, en dehors du pédicule pédieux (Fig. 1G).

La ponction ne doit pas être répétée trop fréquemment. En effet, le risque de surinfection n'est pas négligeable. Une ponction diagnostique et évacuatrice est absolument indispensable ; une succession de ponctions à visée évacuatrice l'est beaucoup moins. Le liquide est examiné cliniquement : Est-il purulent ? Est-il simplement épais et filant ? Il est ensuite envoyé en bactériologie où il est mis en culture. Il est aussi envoyé en biochimie pour étudier ses propriétés et les éléments cellulaires sont comptés ; en cas de doute diagnostique avec une éventuelle poussée de chondrocalcinose, on fait rechercher des microcristaux.

LAVAGE ARTICULAIRE

Lorsque l'épanchement articulaire se reproduit, il peut être intéressant de faire un véritable lavage.

■ Lavage au trocart

L'articulation est ponctionnée avec un très gros trocart. Un autre gros trocart évacuateur est introduit par une autre voie d'abord. Dans le premier trocart, on fait couler une perfusion contenant du liquide additionné d'antibiotique ou d'antiseptique. Une quantité très importante de liquide doit passer. En effet, c'est l'effet mécanique du lavage qui importe plus que la qualité du liquide introduit. Le lavage articulaire est un temps très important dans le traitement de l'infection. Toutefois, si l'épanchement articulaire se reproduit, il est vraisemblablement inutile de recommencer les lavages. Il y a alors une étape supérieure à franchir : modifications d'antibiotiques et éventuellement synovectomie. Pour pouvoir faire un bon lavage articulaire, il est préférable de le faire sous anesthésie générale (ou rachianesthésie).

■ Irrigation-lavage

Cette technique doit être abandonnée en raison du risque de surinfection qu'elle entraîne.

■ Lavage arthroscopique (Fig. 2)

L'arthroscope permet d'introduire de très grosses quantités de liquide et de faire un lavage des plus efficaces. Il doit impérativement être fait sous anesthésie générale. Il est parfaitement adapté aux lavages du genou, mais les autres articulations, ayant une cavité articulaire réduite, se prêtent moins bien au lavage arthroscopique. Il peut cependant être préconisé en fonction de l'expérience de chacun quant à l'usage de l'arthroscopie dans ces autres utilisations.

Technique de l'arthroscopie-lavage du genou

L'arthroscope est introduit par voie antéro-interne. Dans un premier temps, on se contente de remplir l'articulation avec le liquide de lavage. Ce liquide est évacué par l'arthroscope. Ce geste est répété de nombreuses fois après une longue période de lavage ; lorsque le liquide évacué est relativement clair, on peut continuer par une arthroscopie classique. On met alors le trocart d'évacuation supérieure dans le cul-de-sac quadricipital. Il faut noter toutefois que l'arthroscopie prescrite trop tard en milieu septique est souvent très difficile à faire et qu'elle peut alors être décevante. En effet, la synovite gêne considérablement et, par ailleurs, les cloisonnements se font rapidement dans l'articulation. Le rôle de l'arthroscopie est donc, en fait, d'assurer un meilleur lavage. Après 48 à 72 heures, il peut être difficile de visualiser correctement l'état des cartilages. L'utilisation d'instruments motorisés permet cependant de dégager l'espace articulaire.

■ Évacuation chirurgicale

L'arthrotomie peut être justifiée. Elle doit être pratiquée selon les voies d'abord classiques et confortables pour chacune des articulations. En fait, cette évacuation chirurgicale est d'indication très rare, car sa place est limitée entre, d'une part, les évacuations à l'aiguille au trocart ou à l'arthroscope, et, d'autre part, les synovectomies.

Traitement du stade synovial

SYNOVECTOMIE (Fig. 3)

Cette intervention très ancienne a été décrite en 1895 par Albertin.^[2] Le principe est d'enlever la synoviale lorsqu'elle est abcédée. On a vu que ce principe, empiriquement découvert au départ, était tout à fait justifié dans l'évolution et la physiopathogénie de l'infection articulaire.

■ Genou

Nous décrirons de façon standardisée la synovectomie du genou, parce que c'est l'articulation où la synovectomie a le plus d'indications.

Voie d'abord

On utilise une voie interne, soit voie de Gernez passant en arrière du vaste interne et luxant l'appareil extenseur, soit voie parapatellaire interne passant entre le droit antérieur et le vaste interne. Une fois le plan musculaire abordé, on dissèque la poche articulaire en faisant le tour du cul-de-sac quadricipital supérieur. On repère les insertions supérieures de la synoviale en repérant d'éventuels récessus remontant à la face antérieure du genou. On fait l'exérèse de la synoviale en désinsérant celle-ci du fémur d'abord. La face antérieure de l'os est raclée à l'aide de la rugine de Lambotte. On aborde ainsi l'articulation. On luxe l'appareil extenseur et on débarrasse l'échancrure intercondylienne de toute la prolifération synoviale que l'on trouve. On glisse une pince à hémostase latéralement aux bords périphériques des ménisques et on enlève « à l'arraché » le plus possible de synoviale. Il est impossible de faire une synovectomie totale par cette simple voie d'abord antérieure. En cas de pannus synovial postérieur important, il serait indispensable de faire un deuxième temps opératoire en décubitus ventral pour aborder le creux poplité. En pratique, ce geste est rarement nécessaire. La synovectomie est donc forcément incomplète, mais elle peut être suffisante pour permettre la guérison. On ne peut parler d'éradication bactérienne totale, mais de diminution de la quantité de germes permettant aux antibiotiques de remplir leur rôle avec plus d'efficacité. L'intervention est terminée par une suture des plans musculaires le plus soigneusement possible et une fermeture cutanée étanche. On met en place deux drains aspiratifs, un se dirigeant vers le haut, et un vers le bas et en arrière. Une immobilisation plâtrée temporaire est pratiquée.

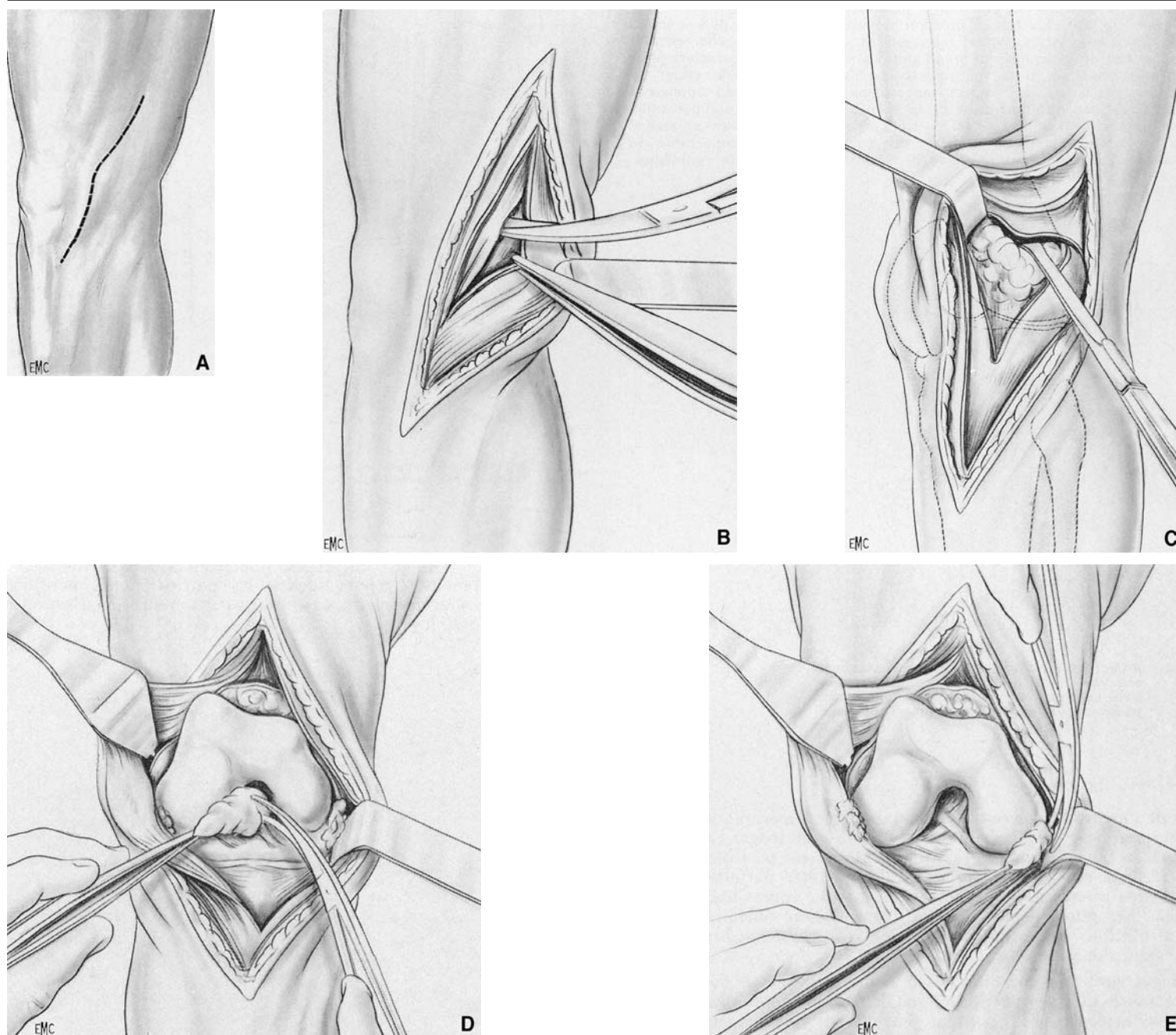


Figure 3 Synovectomie du genou par voie antéro-interne (voie d'abord de Gernez).

A. Incision cutanée.

B. On passe en arrière du vaste interne.

C. On aborde le cul-de-sac synovial qui est volumineux et exubérant. Détersion du cul-de-sac à la rugine.

D. Après luxation de l'appareil extenseur, nettoyage aux ciseaux de l'échancrure intercotyloïdienne.

E. Nettoyage des rampes latérales.

Suites opératoires

L'antibiothérapie est poursuivie. Les drains aspiratifs de Redon sont enlevés lorsqu'ils ne donnent plus. L'articulation est mobilisée à partir du douzième jour lorsque la cicatrisation cutanée est correcte.

■ Épaule

La synovectomie est faite avec les mêmes principes.

■ Coude

La synovectomie doit être faite par deux voies d'abord, postéroexterne d'une part, et antérieure d'autre part.

■ Poignet

La synovectomie est faite sans grande difficulté. La voie d'abord dorsale permet de faire une bonne dissection de la cavité articulaire.

■ Hanche

Elle pose plus de difficultés : la voie d'abord est antérieure, voie de Hueter. Cette voie d'abord permet un bon jour sur l'articulation, mais elle n'expose pas la totalité de la synoviale ; il est nécessaire de luxer la hanche pour visualiser celle-ci. La luxation, même antérieure, alourdit considérablement l'intervention (enraidissement et risque de nécrose secondaire) ; c'est la raison pour laquelle elle ne doit pas être pratiquée systématiquement. Lorsque la synovectomie a pu être menée de façon suffisamment complète sans luxation, il est préférable d'en rester là.

■ Cheville

La voie d'abord est antéroexterne. La dissection articulaire est faite sans difficulté et la synovectomie peut être très satisfaisante, même si la quantité de synoviale enlevée n'est pas très importante ; elle est toutefois souvent assez complète.

LIMITES DE LA SYNOVECTOMIE

On a vu que, pour chacune des articulations, une voie d'abord unique était impossible pour enlever la totalité de la synoviale. Si, au coude, deux voies d'abord sont utilisables de façon concomitante, ce n'est pas toujours forcément le cas. Toutefois, le caractère incomplet de la synovectomie n'est pas gage de mauvais résultats ; c'est ainsi que Gérard et al.^[3] sur 16 synovectomies du genou, trouvent 11 succès pour cinq échecs sur le plan infectieux, et à la hanche, où manifestement la synovectomie a dû être moins importante, il décrit trois succès sur trois cas. La synovectomie, même incomplète, est donc un excellent moyen de guérison d'infection articulaire à condition que le stade évolutif de l'infection soit celui de la synovite abcédée sans réaction osseuse sous-jacente ; plus que des raisons anatomiques, c'est l'évolution de l'infection qui doit être invoquée dans les échecs de synovectomie. Par ailleurs, sur le plan fonctionnel, l'enraidissement est habituel mais limité et tout à fait compatible avec un résultat fonctionnel correct à condition que la mobilisation ait été pratiquée précocement, dès la cicatrisation cutanée. C'est d'ailleurs l'avis de Ballard et al.^[4] qui préconisent la mobilisation immédiate après chirurgie de l'infection articulaire, que ce soit par évacuation chirurgicale ou par synovectomie.

Traitement de l'ostéoarthrite

ARTHRODÈSE

■ Principes

L'arthrodèse supprime la cavité articulaire par fusion entre les épiphyses. Elle guérit l'infection articulaire en enlevant la synoviale abcédée et les séquestres cartilagineux ; mais elle ne peut guérir l'infection osseuse associée dans les formes graves d'ostéoarthrite. Le résultat fonctionnel de l'arthrodèse dépend de l'articulation fusionnée, la fusion articulaire assurant stabilité et indolence aux dépens de la mobilité ; pour certaines articulations, la suppression de la mobilité est plus gênante que pour d'autres : enraidir un coude est plus lourd de conséquences qu'enraidir un poignet. Par ailleurs, sur un membre, un enraidissement biarticulaire est beaucoup plus grave : une raideur associée du genou et de la hanche rend impossible, pour le malade, l'accès à son pied. En fait, dans l'infection articulaire, l'arthrodèse n'est proposée qu'au stade d'ostéoarthrite où la fonction est habituellement désastreuse. À ce stade, l'intervention enraidissante ne peut qu'apporter une amélioration fonctionnelle, encore ne doit-elle être proposée qu'après un bilan très complet des articulations sus- et sous-jacentes.

■ Voie d'abord

Elle répond moins à des impératifs anatomiques qu'à des nécessités infectieuses. En effet, les muscles moteurs de l'articulation peuvent être sacrifiés si l'éradication des foyers infectés le nécessite. C'est ainsi qu'on est en droit de faire une section de l'appareil extenseur du genou par exemple.

■ Avivement

Il est fondamental. La totalité du cartilage articulaire est enlevée, puis les coupes osseuses sont faites de façon à obtenir un contact le plus large possible dans la position choisie (Fig. 4). En fait, l'infection impose le plus souvent des excisions larges, voire épiphysaires, car elle envahit rapidement le spongieux qui prend alors l'aspect caractéristique en sucre mouillé. Il est en fait très difficile de savoir où arrêter l'excision, car l'aspect macroscopique du spongieux infecté est peu différent de celui du spongieux ostéoporotique par immobilisation. Quoi qu'il en soit, on est souvent amené à faire une excision qui supprime une partie importante du contact. Dès lors vont se poser deux ordres de problèmes.

■ Stabilisation

La fusion de l'arthrodèse nécessite une stabilisation mécanique parfaite et prolongée, car les délais de fusion sont longs. La

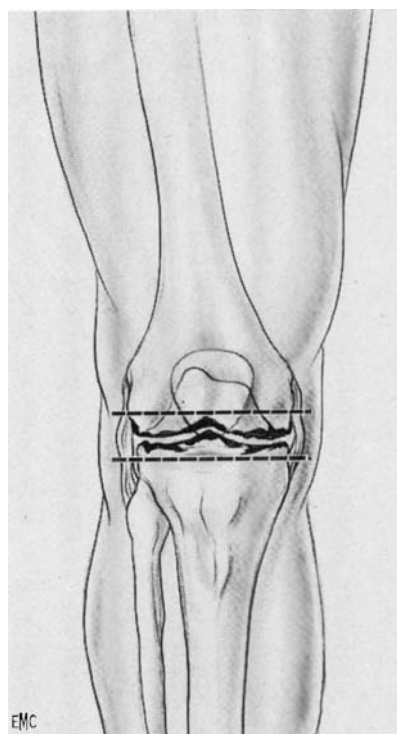


Figure 4 Arthrodèse pour arthrite septique. L'avivement emporte la totalité du cartilage. Les coupes sont faites de façon à assurer un contact parfait dans la position choisie par l'opérateur.

stabilisation mécanique par ostéosynthèse interne est possible, mais elle réclame plusieurs impératifs. Elle doit être parfaite, nécessitant des montages extensifs en raison de contraintes mécaniques. En effet, le blocage de l'articulation entraîne une augmentation très importante des contraintes. Les montages sont donc fortement sollicités.

Les montages sont souvent difficiles à réaliser en raison des excisions osseuses et du fréquent manque de stabilité spontanée du foyer. Les ostéosyntheses pontent souvent des vides osseux importants, situation mécanique peu satisfaisante.

L'ostéosynthèse ne doit pas représenter un risque infectieux. Si un matériel léger enfoui dans l'os est tolérable vis-à-vis de l'infection, une vaste plaque pontant un defect osseux est vraisemblablement source d'un échec infectieux. On voit donc que l'excision, en fait, est au cœur du débat et qu'elle conditionne l'ostéosynthèse. Un large defect osseux nécessiterait une ostéosynthèse extensive. On lui préfère donc habituellement le fixateur externe (Fig. 5).

Le fixateur externe doit être stable et les mouvements focaux doivent disparaître. Si les montages n'ont habituellement pas les mêmes nécessités de respect des plans de glissement périarticulaire, ils doivent être simples pour permettre des modifications secondaires éventuelles, soit pour des raisons de contact osseux, soit pour des raisons de position.

■ Consolidation (Fig. 6)

La fusion de l'arthrodèse postarthrite est difficile à obtenir pour plusieurs raisons :

- l'os en contact est infecté ; il a un pouvoir ostéogénique moindre ; par ailleurs, les parties molles péri focales sont souvent scléreuses et fournissent une vascularisation médiocre au foyer ;
- le contact focal est souvent partiel en raison de l'excision et des géodes ; le vide focal risque fréquemment de se surinfecter, nuisant encore à la consolidation ;
- le fixateur externe a classiquement un rôle défavorable sur la consolidation : tantôt il pérennise les écarts interfragmentaires, interdisant l'impaction focale ; tantôt, il laisse persister une micromobilité focale en raison de l'importance des sollicitations.

Pour lutter contre ces difficultés de consolidation, deux types de solutions sont proposés.

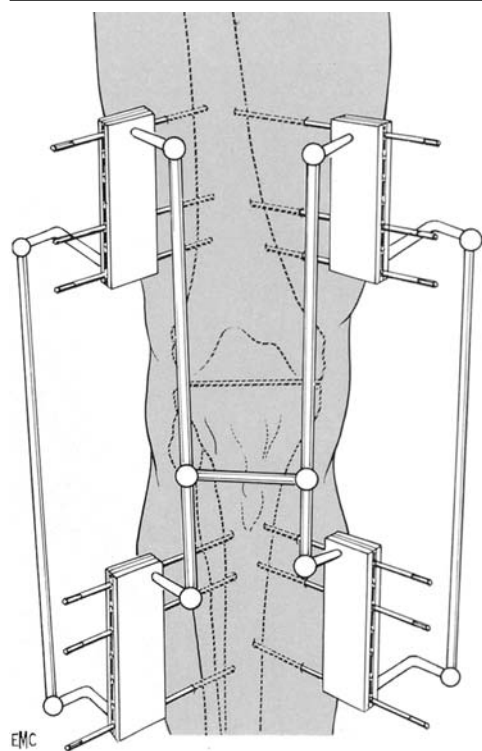


Figure 5 Arthrodèse pour arthrite septique. La stabilisation est confiée le plus souvent à un fixateur externe.

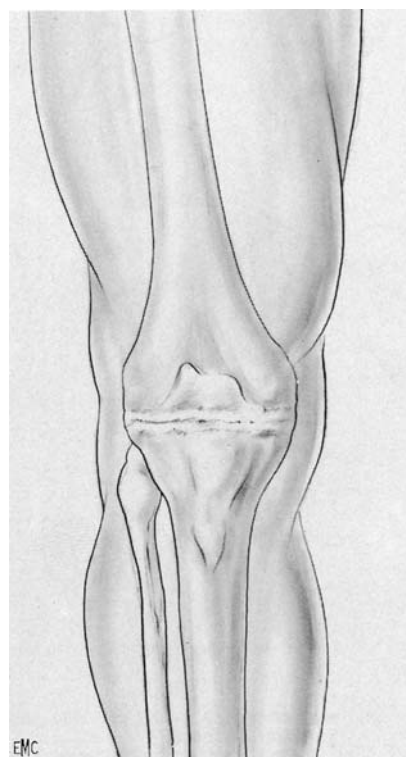


Figure 6 Une fois la stabilisation obtenue, la cavité articulaire a complètement disparu.

Mise en charge

Au membre inférieur, la mise en appui a un rôle bénéfique indiscutable. L'amélioration de la trophicité du membre et l'impaction focale augmentent la charge calcique et favorisent la consolidation. Cette mise en charge ne doit pas, pour autant, créer de mobilité focale parasite. Elle doit provoquer une impaction sans translation ni rotation parasite. C'est l'intérêt d'un fixateur rigide à impaction contrôlée et modulable. Nous utilisons une barre télescopique pourvue d'un amortisseur : la barre à impaction. Celle-ci, en l'absence de contact, crée une augmentation de mobilité purement axiale, qui serait favorable à la consolidation. Quand il y a un contact osseux, la barre à impaction provoque une augmen-

tation bénéfique des contraintes focales, mais surtout, par son effet amortisseur, le plus souvent elle autorise l'appui.

Grefe osseuse

C'est la seule solution dans les pertes de substance importantes.

La greffe corticospongieuse apposée nécessite une voie d'abord vierge.^[5] Elle impose la fermeture cutanée totale. Elle ne s'applique pas toujours très bien au foyer que l'on souhaite renforcer. Elle a un risque de récurrence septique. Enfin, elle renforce l'os là où il est le plus souvent continu, donc elle est peu satisfaisante, tant sur le plan mécanique que sur le plan infectieux.

La greffe spongieuse à ciel ouvert est lente à s'incorporer dans cette atmosphère de parties molles scléreuses peu propices au bourgeonnement.^[6] La constitution d'un réceptacle est souvent difficile. La quantité de spongieux nécessaire est très importante. Il s'agit en effet, parfois, de véritables reconstructions épiphysaires. Enfin, la « corticalisation » est lente et, les contraintes étant considérables, le risque de fracture itérative est important. Mais en raison de sa fiabilité vis-à-vis de l'infection et compte tenu de sa maniabilité peropératoire, elle a pour nous une place prépondérante dans l'arthrodèse pour arthrite septique.

Elles peuvent encore être indiquées en raison de la gravité infectieuse. C'est plus le fait de certains germes virulents (anaérobies) chez certains sujets que le fait de certaines articulations. Mais, dans ce contexte infectieux sévère, il s'agit en fait plus du problème de l'éradication d'un foyer infectieux que de l'infection d'une articulation.

Indications

On a vu que l'infection articulaire passait par des stades anatomiques. À chacun de ces stades correspond une étape thérapeutique.^[7, 8, 9, 10]

Une articulation douloureuse et fébrile relève de la ponction diagnostique, de l'immobilisation et du traitement médical. C'est indiscutablement à ce stade que les résultats sont les plus favorables. On comprend que la littérature puisse soutenir que les meilleurs résultats sont à mettre à l'actif du traitement médical.

Une articulation infectée depuis moins de 3 semaines, présentant un important épanchement liquidien, relève du traitement actif du liquide articulaire (évacuation-lavage ou lavage arthroscopique). Après évacuation, la reproduction de l'épanchement articulaire doit faire envisager l'étape ultérieure. L'arthroscopie permet une thérapeutique « à cheval » entre le stade liquidien et la synovectomie. En effet, la possibilité d'effondrer des cloisonnements et de faire des synovectomies partielles permet d'élargir un peu le stade dit « liquidien », mais une évolutivité lente doit faire passer à la synovectomie radicale.

La synovectomie est indiquée lorsque, après l'évacuation liquidienne, on palpe un pannus synovial. Ce gonflement non liquidien correspond à une microabcédation de la synoviale qui doit être enlevée. Mais certaines articulations profondes (hanche ou épaule) sont peu accessibles à la palpation. C'est donc sur la durée d'évolution et sur la persistance des signes infectieux que l'indication de l'arthrotomie doit être portée. Cette arthrotomie amène à faire la synovectomie le plus souvent. L'apparition d'un pincement articulaire ne doit pas faire récuser la synovectomie. Elle en assombrit toutefois le pronostic fonctionnel.

L'arthrodèse est indiquée dans l'ostéoarthrite, lorsque les signes radiologiques associent pincement et géodes épiphysaires. Si l'état infectieux le nécessite, l'arthrodèse doit être faite rapidement (arthrodèse intrafébrile). Sinon, on peut tenter de temporiser en prolongeant l'antibiothérapie et en maintenant l'immobilisation. Dans certains cas, un enraidissement quasi spontané se produit, pouvant même aller jusqu'à l'ankylose, réglant le problème fonctionnel de façon plus simple qu'en pratiquant l'arthrodèse chirurgicale. Cette attitude attentiste est d'autant plus souhaitable que l'arthrodèse est difficile à réaliser (coude par exemple), mais ce

n'est possible que si l'état infectieux le permet. Pour la hanche, nous ne reviendrons pas sur les alternatives à l'arthrodèse. Deux situations particulières se présentent fréquemment : les séquelles articulaires après arthrites septiques guéries et l'infection sur fracture articulaire non consolidée.

Séquelles articulaires postinfectieuses

SYMPTÔMES

Après guérison infectieuse, l'articulation peut rester raide et douloureuse. La raideur est provoquée par deux phénomènes :

- l'infection périarticulaire sclérose les plans de glissement et symphyse la synoviale ;
- l'épanchement articulaire fibrineux s'organise et crée une véritable pseudo-prolifération intra-articulaire.

La douleur, elle, peut être le fait soit des modifications capsuloligamentaires, soit des destructions cartilagineuses : tantôt le cartilage perd globalement de sa hauteur dans un pincement régulier, tantôt il présente des ulcérations en coup d'ongle sur une partie seulement de l'articulation.

TRAITEMENT DE LA RAIDEUR SÉQUELLAIRE

■ Principe

L'arthrolyse après arthrite peut être tentée, mais il faut savoir qu'elle donne de moins bons résultats que l'arthrolyse pour raideur non septique. ^[1] Plusieurs précautions doivent être prises :

- les phénomènes infectieux doivent être absents depuis 1 an au moins ; la vitesse de sédimentation doit être normalisée ;
- l'interligne articulaire doit être préservé et il faut s'assurer de l'absence de fusion partielle de l'articulation ;
- les épiphyses ne doivent pas avoir subi de bouleversements morphologiques.

Sur le plan technique, l'arthrolyse après arthrite pose des difficultés importantes, car les adhérences sont souvent très importantes et nécessitent parfois une véritable sculpture intra- et périarticulaire.

Les suites sont souvent décevantes. L'échec infectieux est relativement rare. En revanche, le réenraidissement à bas bruit est assez fréquent. Les résultats finaux sont donc nettement moins bons que dans l'arthrolyse classique.

■ Arthrolyse arthroscopique

Au genou, l'arthrolyse peut se faire par voie endoscopique. L'indication doit alors être posée plus précocement, avant l'organisation des adhérences entre le quadriceps et la diaphyse fémorale. On doit faire cette technique avant le cinquième mois qui suit la guérison clinique et biologique de l'infection. Dans un premier temps, l'arthroscope est introduit par voie antéro-interne et, à l'aveugle, il décolle en force le

cul-de-sac sous-quadricepsal. Puis on libère les rampes condyliennes internes en glissant l'arthroscope au ras de la joue du condyle interne. Dans un deuxième temps, par voie antéroexterne, on décolle la rampe condylienne externe. Si ces deux gestes ne suffisent pas, on peut être amené à sectionner les ailerons rotuliens. Cette technique est relativement fiable et permet une excellente arthrolyse intra-articulaire : elle doit donc être d'indication précoce.

TRAITEMENT DE LA DOULEUR SÉQUELLAIRE

Il est le plus souvent décevant. Les douleurs périarticulaires relèvent de la physiothérapie. Elles peuvent être rebelles. Lorsque existent des lésions cartilagineuses, on peut proposer un traitement proche de celui de l'arthrose. Il faut attendre la guérison des phénomènes inflammatoires depuis au moins 1 an. C'est ainsi qu'une ulcération cartilagineuse du compartiment interne du genou peut être améliorée par une ostéotomie tibiale. L'arthroplastie doit être d'indication prudente, mais en respectant les délais, car elle est souvent décevante : l'enraidissement postopératoire y est fréquent, et les prothèses sont plus souvent douloureuses que dans les autres indications.

Prothèses après arthrite septique

Les séquelles de l'arthrite peuvent être très invalidantes ; la tentation est grande à la hanche et au genou de les traiter par prothèse une fois l'infection contrôlée. À la hanche, un travail dirigé par Evrard ^[11] avait montré que, sur 30 cas, passé 1 mois de traitement médical les prélèvements faits lors de l'arthroplastie sont négatifs. Il n'y avait qu'un seul cas de réveil septique, et là encore la prothèse avait été faite à 1 mois d'évolution. Il paraît possible de proposer une prothèse dans les 45 jours qui suivent l'arrêt du traitement antibiotique. La durée idéale, du traitement antibiotique elle-même, n'est pas clairement définie, elle varie de 30 à 45 jours.

Au genou, il n'y a pas de série conséquente, mais notre expérience personnelle nous pousse à avoir une attitude similaire. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que l'arthrite est autant une maladie des parties molles périarticulaires que de l'articulation elle-même. Le résultat de la prothèse après arthrite est moins bon que dans le cadre de l'arthrose, surtout au genou. C'est pourquoi les indications doivent rester prudentes, même si le risque infectieux paraît contrôlable. Par ailleurs, la prothèse après arthrodèse est difficile à réaliser à la hanche et quasi impossible à faire au genou. C'est la raison pour laquelle, dans nos cas les plus récents, nous avons adopté une attitude différente et que nous proposons avec prudence dans les ostéarthrites de hanche et de genou :

- un premier temps : résection articulaire avec *spacer* de ciment acrylique au genou ou traction suspension à la hanche (les *spacers* n'ayant pas les mêmes propriétés mécaniques à la hanche) ;
- un deuxième temps, après normalisation de la protéine C réactive : pose de la prothèse environ à 30 jours.

Cette attitude thérapeutique peut être proposée avec prudence et très étroit suivi microbiologique.

Références

- [1] Steen-Jensen J, Riegel S, Nielsen P, Frimodt-Møller N. The natural course of pyogenic arthritis in rabbits. Communication au meeting annuel du Groupe européen d'étude de l'infection articulaire, Kristianstad mai 1985
- [2] Albertin D. De la synovectomie dans les arthrites infectieuses aiguës du genou. *Prov Méd* 1895; 11: 1985-1997
- [3] Gerard Y, Lamarque B, Segal P, Bedoucha JS, Schernberg F. La place de la synovectomie dans le traitement des arthrites aiguës à pyogène. *Rev Rhum Mal Ostéoartic* 1977; 44: 741-747
- [4] Ballard A, Burkhalter WE, Mayfield GW, Brown PW. The functional treatment of pyogenic arthritis of the adult knee. *J Bone Joint Surg [Am]* 1975; 57: 1119-1123
- [5] Lortat-Jacob A, Beaufils P, Coignard S, Elhamadi J. L'arthrodèse tibio-tarsienne en milieu septique. *Rev Chir Orthop* 1984; 70: 449-456
- [6] Lortat-Jacob A, Lelong P, Benoit J, Ramadier JO. Arthrodèse du genou après ablation de prothèse totale de genou selon une technique inspirée de la méthode de Papineau. *Rev Chir Orthop* 1979; 65: 461-468
- [7] Lidgren L, Lindberg L. Twenty nine cases of bacterial arthritis. A prospective study. *Acta Orthop Scand* 1973; 44: 263-269
- [8] Travers V, Koechlin P, Apoil A, Bonnet JC. Traitement des arthrites aiguës à pyogènes des grosses articulations des membres. *Rev Chir Orthop* 1985; 71: 235-240
- [9] Travers V, Narotte G, Augereau B, Gaudillat C. L'arthroscopie dans le traitement des arthrites aiguës primitives du genou à pyogènes chez l'adulte. À propos de 12 observations. *Rev Chir Orthop* 1988; 74: 357-361
- [10] Bussiere F, Beaufils P. Apport de l'arthroscopie au traitement des arthrites septiques à pyogènes banales du genou de l'adulte. *Rev Chir Orthop* 1999; 85: 803-810
- [11] Evrard J, Postel M. Opérations mobilisatrices du genou dans les raideurs d'origine septique. *Rev Chir Orthop* 1978; 64: 685-690

Utilisation des allogreffes de banque en orthopédie

Aspects réglementaires

L Vastel
P Anract
B Tomeno
JP Courpied

R é s u m é. – La législation et la réglementation concernant le prélèvement et l'utilisation des organes et tissus au cours des dernières années ont profondément évolué, amenant d'importants changements dans l'organisation des banques de tissus, ainsi que dans les modalités d'utilisation des greffons osseux par les chirurgiens.

Bien que les textes concernant les critères d'agrément des banques ne soient pas encore parus au Journal officiel, les banques propres à chaque service, largement répandues jusqu'à ces dernières années, ne seront à l'évidence plus en mesure de respecter les normes réglementaires désormais très strictes de ce type d'activité.

Compte tenu de la difficulté pour les chirurgiens orthopédistes à suivre l'évolution des textes et leurs conséquences pratiques, il nous a paru intéressant de réaliser une synthèse des modalités actuelles d'utilisation des greffons osseux, détaillant en particulier les implications quotidiennes des nouveaux textes pour les chirurgiens orthopédistes. Ces considérations ne peuvent être exhaustives, elles sont illustrées par notre expérience quotidienne au sein d'une banque fonctionnant depuis plusieurs décennies, et qui sécurise actuellement plus de 600 greffons chaque année.

Afin de mieux comprendre l'importance des changements survenus, nous expliciterons les lois de bioéthique dans un premier temps, puis envisagerons certaines des règles de sécurité sanitaire devenues réglementairement obligatoires, ainsi, enfin, que les obligations nouvelles supportées par les chirurgiens orthopédistes.

© 1999, Elsevier, Paris.

Esprit des lois de bioéthique : statut juridique du corps humain

L'utilisation de tissus d'origine humaine a été strictement encadrée par le législateur dans le cadre des lois de juillet 1994 (dites de bioéthique), puis des nombreux textes réglementaires qui en découlent (cf annexe).

En ce qui concerne la loi, le législateur a clairement réaffirmé la doctrine française qui consacre l'indivisibilité du corps et de ses éléments de la personne humaine. Il faut ici préciser que le droit français, comme celui de la plupart des pays occidentaux, est l'héritier du droit romain, qui

distingue deux catégories dans le monde qui nous entoure : les personnes et les choses.

La personne est constituée d'un ensemble de droits et de devoirs propres à la vie en société (elle peut même être morale et correspondre à une association d'individus...), qui prennent fin à la disparition de celle-ci. Elle est clairement distincte du corps en tant que tel.

Les choses ont été divisées depuis l'Antiquité en choses qui sont dans le commerce (*res in commercio*) et choses qui ne sont pas dans le commerce (*res extra commercium*), correspondant à des choses sacrées (qui imposent la terreur ou qui ont trait au divin). C'est cette dernière catégorie à laquelle les juristes se sont référés depuis l'Antiquité lorsqu'ils avaient affaire au corps humain.

La doctrine française pose donc comme principe fondamental l'indivisibilité de la personne et de l'ensemble de ses éléments corporels. Cette position est certainement le mieux à même de protéger la personne humaine car si le corps est une chose, fût-elle sacrée, la personne est propriétaire de son corps et il est alors délicat de lui interdire d'en disposer comme bon lui semble, et, par exemple, de vendre un de ses reins ou certaines de ses cellules. En privant de valeur patrimoniale les tissus concernés, on interdit de facto toute transaction commerciale sur les tissus humains eux-mêmes.

On comprend donc l'intérêt de la position adoptée par la loi de bioéthique qui, à partir de ce principe fondamental, encadre strictement les activités thérapeutiques en rapport avec des produits d'origine humaine. On comprend également, à côté de règles visant à garantir la

Philippe Anract : Praticien hospitalier universitaire.
Bernard Tomeno : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service, Service de chirurgie orthopédique B.
Laurent Vastel : Praticien hospitalier.
Jean-Pierre Courpied : Professeur, praticien hospitalier.
Service de chirurgie orthopédique A et banque de tissus osseux. Hôpital Cochin, 27, rue du Faubourg-Saint-Jacques, 75014 Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Vastel L, Anract P, Tomeno B et Courpied JP. Utilisation des allogreffes de banque en orthopédie. Aspects réglementaires. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-031, 1999, 4 p.

sécurité sanitaire, que c'est le souci d'éviter tout risque de dérives commerciales qui motive certaines de ses prescriptions fondamentales : consentement et gratuité du don, anonymat donneur-receveur, absence de valeur patrimoniale des tissus prélevés, interdiction de paiement à l'acte des préleveurs, responsabilité de l'implanteur, agrément seulement pour des structures publiques ou privées à but non lucratif...

Conséquences pratiques de la loi et des textes réglementaires qui en découlent

Règles de sécurité sanitaire

Les bilans de sécurisation concernant les greffes tissulaires comprennent trois étapes majeures impératives.

- En premier lieu, la sélection des donneurs, vérifiant lors du prélèvement l'absence de contre-indication à l'utilisation ultérieure du greffon.
- La réalisation d'un bilan biologique visant à détecter la présence d'agents infectieux transmissibles.
- Au terme de ces deux premières étapes, un troisième volet correspondant soit à un bilan biologique complémentaire, soit à un traitement stérilisateur, est nécessaire pour autoriser l'utilisation des allogreffes. Le délai nécessaire à l'obtention de toutes les données pertinentes pour la décision finale d'utilisation (validation), ou quarantaine, impose une conservation au sein de la banque dans des conditions appropriées.

Sélection des donneurs

La première étape consiste à sélectionner les donneurs susceptibles de ne pas faire courir de risque accru de contamination au receveur par un agent transmissible : infection bactérienne ou virale, néoplasie, agent transmissible non conventionnel (ATNC, encore appelé prion).

Il est par ailleurs important de s'assurer de la qualité de l'os prélevé. Les critères d'exclusion au don sont précisés par une circulaire de l'Établissement français des greffes (EFG) de septembre 1997. Sont ainsi des contre-indications formelles au prélèvement et à l'utilisation :

- la notion ou la suspicion d'infection virale par le virus d'immunodéficience humaine (VIH), l'*human T-cell lymphoma virus* (HTLV), le virus de l'hépatite C ;
- la notion d'infection récente ou chronique par le virus de l'hépatite B ;
- la notion de tuberculose, de lèpre, de maladie parasitaire transmissible, de mycose systémique ;
- des éléments de la vie privée récente (12 derniers mois) susceptibles d'accroître la probabilité pour le donneur d'être en période de séroconversion virale au moment du prélèvement : toxicomanie par injections intraveineuses, homosexualité masculine ou partenaires sexuels multiples, séjour en milieu carcéral, accident d'exposition au sang ou à ses dérivés ;
- des antécédents personnels ou familiaux en relation potentielle avec une contamination par ATNC : démence ou maladie neurologique d'étiologie inconnue pouvant évoquer une encéphalopathie subaiguë spongiforme, antécédents familiaux de maladie de Creutzfeldt-Jakob, traitement par hormones hypophysaires extractives, intervention neurochirurgicale ayant pu comporter une greffe dure-mérienne ou non documentée ;
- tout antécédent néoplasique, même considéré comme guéri ;
- les maladies systémiques d'étiologies mal connues : polyarthrite rhumatoïde, spondylarthrite ankylosante, Horton, lupus érythémateux disséminé, pseudopolyarthrite rhizomélisque... ;
- les antécédents infectieux ostéoarticulaires locaux, même anciens, ou généraux récents (séjour récent prolongé en réanimation, notion de septicémie, infection active en cours).

La qualité de l'os prélevé impose d'exclure les donneurs ayant des antécédents fracturaires locaux, d'irradiation, ou de nécrose de la tête fémorale.

Bilan biologique réalisé par la banque

Il est fixé par décret et doit comprendre les examens biologiques nécessaires au dépistage :

- de l'infection par les VIH1 et VIH2 (anticorps par deux techniques ou réactifs différents, dont au moins un par technique immuno-enzymatique mixte, antigène P₂₄) ;
- de l'infection par le HTLV₁ (anticorps) ;
- de l'infection par le virus de l'hépatite C (anticorps par deux techniques ou réactifs différents) ;
- de l'infection par le virus de l'hépatite B (antigène HBs et anticorps anti HBc) ;
- de la syphilis (anticorps TPHA [*Treponema pallidum haemagglutination assay*]).

Un taux anormalement élevé d'alanine aminotransférase (ALAT) est une contre-indication à l'utilisation de la greffe. Légalement, la banque doit, par ailleurs, garder systématiquement un échantillon de sérum de chaque donneur dans une sérothèque. Un examen bactériologique doit être réalisé avec une mise en culture prolongée de plusieurs semaines. Les textes récents n'imposent plus la réalisation systématique du dépistage de l'infection par le virus Epstein-Barr (EBV), le cytomégalovirus (CMV) et la toxoplasmose. La prudence s'impose néanmoins vis-à-vis de ces agents infectieux en cas d'implantation chez un receveur gravement immunodéprimé.

Quarantaine

La quarantaine est définie par les textes comme le délai nécessaire à l'obtention des résultats des examens réalisés dans le cadre du bilan de sécurisation, permettant une décision définitive quant à leur utilisation ultérieure. Les conditions de levée de cette quarantaine doivent faire l'objet d'un texte spécifique, non paru à ce jour. Toutefois, les recommandations du GESTO (Groupe d'étude pour les substituts tissulaires en orthopédie) de 1993 en la matière sont toujours d'actualité. Celles-ci conditionnent la levée de la quarantaine aux critères suivants :

- absence de critères d'exclusion dans les antécédents, négativité du bilan biologique initial réalisé et :
- soit négativité d'un deuxième bilan sérologique réalisé chez le donneur 4 mois, voire au mieux 6 mois après le prélèvement ;
- soit négativité d'un bilan de biologie moléculaire (réaction de polymérisation en chaîne [PCR]), réalisé dans le même temps que le bilan initial, et concernant au moins les virus de l'hépatite C et le VIH. La PCR est une technique de biologie moléculaire surtout utilisée en pratique courante pour la détection virale. Elle permet, à partir d'un échantillon de sang (ou de moelle osseuse), la détection directe du génome de l'agent recherché, après répllication et hybridation de celui-ci (amplification). Cette technique est intéressante pour la sécurisation tissulaire du fait de son extrême sensibilité, excluant quasiment, lorsqu'elle est éventuellement réalisée sur plusieurs sites du génome viral, toute possibilité de faux négatifs pour le virus recherché ;
- soit la réalisation d'un traitement stérilisateur complémentaire, les plus classiques étant les irradiations bêta ou gamma, mais de nombreux autres apparaissant ou réapparaissant aujourd'hui : chauffage en chaleur humide, céramisation à très haute température, délipidation mécanique et/ou chimique associée à un traitement par la soude ou l'urée 8M, suivi ou non d'une irradiation complémentaire...

Enfin, il faut noter que pour les greffons massifs prélevés dans le cadre de prélèvements multiorganes, les contrôles sérologiques des autres receveurs d'organes ou de tissus prélevés chez le même donneur constituent une sécurité supplémentaire pour le tissu osseux, dont la conservation peut être longue avant son implantation. La proportion de greffons rejetés dans notre banque au terme de ce bilan est actuellement de 14 % des têtes fémorales prélevées, dans la majorité des cas en rapport avec une élévation anormale des ALAT. Ce constat doit tenir compte de la présélection effectuée avant le prélèvement.

Règles de traçabilité, de bonnes pratiques et modalités de remboursement par les organismes de sécurité sociale

Traçabilité

La traçabilité implique de nouvelles obligations pour le chirurgien, susceptible de faire l'objet de contrôles par les directions

départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS). La définition de la traçabilité est précise : « Ensemble des informations et des mesures prises pour suivre et retrouver rapidement l'ensemble des étapes allant de l'examen clinique du donneur à l'utilisation thérapeutique de cet élément ou produit du corps humain, en passant par le prélèvement, la transformation, la conservation, le transport, la distribution et la dispensation à un patient. La traçabilité permet d'établir un lien entre le donneur et le ou les receveurs. Elle est établie à partir d'une codification préservant l'anonymat des personnes. » En pratique, le lien entre donneur et receveur n'est possible qu'au sein de la banque, qui collecte des tissus sous les noms des donneurs, puis leur attribue un code anonyme dans le déroulement de son processus de sécurisation. Un double archivage papier et informatique permet de garder durablement toutes les informations utiles. Les normes d'étiquetage, ainsi que les règles devant être respectées au sein de la banque sont définies réglementairement. En ce qui concerne le praticien, il doit garder une trace précise de tous les prélèvements réalisés dans son établissement sous sa responsabilité (registre des prélèvements) et une trace précise de toutes les implantations réalisées (registre des allogreffes implantées). Afin de pouvoir donner l'« alerte » en cas de problème découvert ultérieurement chez un donneur ou un receveur, le dossier du donneur doit comporter la trace du prélèvement, et toute greffe implantée doit être clairement signalée dans le dossier du receveur. Dans les deux cas, les références précises de la banque doivent figurer sur le signalement choisi.

Enfin, l'ensemble des étapes de la sécurisation et les résultats des examens biologiques, ainsi que les techniques utilisées et les laboratoires les ayant réalisés, doivent figurer sur les documents joints à l'allogreffe utilisée, et le chirurgien doit impérativement en prendre connaissance avant toute utilisation. Ces documents doivent être archivés dans le dossier du patient greffé.

Règles de bonne pratique

Les bonnes pratiques de prélèvement ont fait l'objet d'un texte spécifique qui précise les règles devant être suivies lors du prélèvement des tissus : lieu, organisation et modalités du prélèvement, conditionnement et étiquetage des greffons, transport vers la banque, missions et responsabilités des différents intervenants, respect des règles sanitaires applicables et documents relatifs à l'activité de prélèvement. Il faut rappeler ici que les prélèvements de tissus ou d'organes ne peuvent faire l'objet d'une rémunération à l'acte des médecins préleveurs. L'ensemble des règles de bonne pratique devant être respectées par les banques lors de la collecte, de la conservation, de la sécurisation puis de la distribution des allogreffes pour obtenir l'agrément de fonctionnement seront par ailleurs annexées au décret fixant les modalités d'agrément. Celles-ci fixent notamment les conditions de locaux, d'équipement (chaîne du froid par exemple...), de personnel, et d'organisation interne nécessaires pour garantir une sécurité optimale. Après sa parution, seules les banques ayant obtenu cet agrément seront autorisées à gérer des tissus d'origine humaine.

Remboursement des allogreffes par les organismes de sécurité sociale

Les allogreffes osseuses sont inscrites au Tarif interministériel des prestations sanitaires (TIPS) depuis janvier 1996. Pour être remboursées par les organismes de sécurité sociale, les allogreffes doivent être fournies par une banque ayant obtenu l'agrément ministériel de prise en charge. L'obtention de cet agrément passe par un avis favorable de la Commission de sécurité microbiologique de la Direction générale de la santé, groupe d'experts qui émet un avis sur les protocoles utilisés par la banque. Les modalités de facturation des greffons sont cependant soumises à une contrainte qui découle de l'application de la loi. En aucune façon, une activité concernant des tissus d'origine humaine ne peut donner lieu à la réalisation de bénéfices. Cela impose un suivi permanent des coûts afin de ne facturer que le strict coût de la sécurisation. Enfin, toute publicité ou toute action pouvant y être assimilée est strictement interdite. À titre d'exemple, nos têtes fémorales sont actuellement facturées 4 507,00 FF lorsqu'elles ne sont pas irradiées et 5 867,30 FF lorsqu'elles ont reçu une irradiation. La différence correspondant exactement au coût de l'irradiation.

Responsabilité du chirurgien

En pratique, la responsabilité du chirurgien est engagée à plusieurs niveaux. Lors de la réalisation du prélèvement, comme lors de l'implantation d'une greffe, la loi le désigne clairement comme responsable. Dans les deux cas, le patient concerné doit avoir bénéficié d'une information « éclairée », et avoir donné son accord. La preuve de cette information est toujours difficile, mais une sécurité minimale consiste en la signature d'un imprimé spécifique par le patient. Dans le cas d'un prélèvement, le chirurgien est responsable de l'examen préalable permettant d'écarter les donneurs à risque, et du respect du protocole établi par la banque de tissus comme des règles de traçabilité.

Dans le cas d'une implantation, dans le cadre de la responsabilité civile et pénale habituelle de son geste thérapeutique, le chirurgien doit pouvoir justifier de la nécessité de la greffe au regard du risque (jamais nul) de toute allogreffe. Cette obligation découle de la responsabilité du chirurgien, rappelée par la loi de bioéthique, la prise en compte du risque de la greffe s'intégrant à l'appréciation bénéfice/risque de l'indication opératoire. Il doit respecter les règles de traçabilité, pouvoir justifier qu'il s'est adressé à une banque autorisée pour l'obtention d'un greffon, et qu'il a pris connaissance des documents l'accompagnant (fiche d'implantation), documents qui doivent rester archivés dans le dossier du patient receveur. Il est hautement recommandé de réaliser avant l'intervention chez chaque receveur un bilan biologique comprenant les sérologies des hépatites C et B, du VIH et du HTLV, afin de connaître le statut sérologique du receveur vis-à-vis de ces virus. Un nouveau bilan sera réalisé 3 mois après implantation afin de détecter une contamination potentielle.

Enfin, lorsqu'un dépôt de têtes fémorales est organisé dans son établissement, celui-ci doit comporter les équipements nécessaires à la conservation des têtes fémorales, y compris alarmes et enregistreurs de température éventuels, et des procédures de contrôle doivent être organisées et suivies au sein du bloc. Le chirurgien est de fait responsable des conditions de stockage local des greffes qu'il implante (contrôles réguliers de la DDASS).



Ces nouvelles règles d'utilisation des allogreffes osseuses sont en fait largement rappelées par les banques de tissus osseux, et ne constituent le plus souvent que quelques formalités supplémentaires. Elles permettent de se rappeler que le risque de toute allogreffe n'est jamais nul, en particulier vis-à-vis de pathologies transmissibles encore non connues. Toutefois, l'obligation de faire appel à une banque agréée, l'encadrement réglementaire très strict des règles de sécurité sanitaires applicables constituent à n'en pas douter une protection pour le patient comme pour son chirurgien.

Annexe

Principaux textes concernant les greffes tissulaires osseuses.

Lois bioéthiques du 29/07/1994 :

loi n° 94-653 relative au respect du corps humain ;

loi n° 94-654 relative au don et à l'utilisation des éléments ou produits du corps humain, à l'assistance médicale à la procréation et au diagnostic anténatal.

Décret n° 94-416 du 24/05/1994 relatif à la prévention de la transmission de certaines maladies infectieuses, modifiant le décret n° 92-174 du 25/02/92.

Décret n° 97-928 du 09/10/1997 relatif aux règles de sécurité sanitaire applicables à tout prélèvement d'éléments ou toute collecte de produits du corps humain et à leur utilisation thérapeutique.

Arrêté du 09/10/97 pris en application des articles R 665-80-3 et R665-80-8 du Code de la santé publique.

Arrêté du 24/07/1996 relatif à la nature des examens à réaliser pour la détection des marqueurs biologiques de l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH1 et VIH2) et par le virus de l'hépatite C avant toute utilisation thérapeutique chez l'homme d'éléments ou produits du corps humain à des fins de greffe.

Circulaire du 26/12/1995 relative au contrôle des tissus d'origine humaine utilisés dans les établissements publics et privés de santé.

Circulaire DGS - EFG du 14/02/1995 sur la sécurité des greffes tissulaires.

Circulaire EFG du 09/09/1997 relative aux spécifications techniques concernant la sélection clinique des donneurs en vue du recueil de tissus lors d'interventions chirurgicales (résidus opératoires).

Circulaire EFG du 13/05/1997 relative aux spécifications techniques concernant la sélection clinique des donneurs lors de prélèvements de tissus sur donneurs décédés.

Décret n° 97-306 du 01/04/1997 relatif aux conditions d'autorisation des établissements de santé effectuant des prélèvements d'organes et de tissus à des fins thérapeutiques.

Décret n° 96-1041 du 02/12/1996 relatif au constat de la mort préalable au prélèvement d'organes, de tissus ou de cellules à des fins thérapeutiques ou scientifiques et modifiant le Code de la santé publique.

Circulaire DGS n° 96-733 du 04/12/1996 relative au constat de la mort préalable au prélèvement d'organes, de tissus et de cellules à des fins thérapeutiques ou scientifiques défini par le décret n°96-1041 du 02/12/1996.

Arrêté du 24/05/1994 fixant la liste des tissus et cellules pour lesquels le prélèvement sur cadavre est autorisé.

Arrêté du 01/04/1997 portant homologation des règles de bonne pratique relatives au prélèvement des tissus et au recueil de résidus opératoires issus du corps humain utilisés à des fins thérapeutiques.

Arrêté du 09/10/1995 fixant les modalités de transmission des informations nécessaires au suivi et à la traçabilité des éléments et produits du corps humain (organes, tissus et cellules et leurs dérivés) utilisés chez l'homme à des fins thérapeutiques.

Arrêté du 26/01/1996 modifiant le titre III du Tarif interministériel des prestations sanitaires relatif aux dispositifs médicaux implantables, implants issus de dérivés d'origine humaine ou en comportant et greffons tissulaires d'origine humaine.

Loi n° 92-1477 du 31/12/1992 modifiée relative aux produits soumis à certaines restrictions de circulation et à la complémentarité entre les services de gendarmerie et de douane, et notamment son article 18.

Décret n° 96-327 du 16/04/1996 fixant les règles relatives à l'importation et à l'exportation d'organes, de tissus et de cellules du corps humain, à l'exception des gamètes.

Article L 673-8 du Code de la santé publique et décret n°94-870 du 10/10/1994 relatifs à l'Établissement français des greffes.

Arrêté du 29/12/1998 portant homologation des règles de bonne pratique relatives à la conservation, à la transformation et au transport des tissus d'origine humaine utilisés à des fins thérapeutiques.

Biopsie pour tumeurs des os

B. Tomeno

Résumé. – De par son essence même (prélèvement partiel d'une lésion souvent polymorphe d'un endroit à l'autre) la biopsie d'une tumeur osseuse comporte un certain risque d'erreur ou d'imprécision. Pour minimiser ce risque, il convient : de faire des biopsies généreuses (en les réalisant toutefois par une voie d'abord la plus économique possible) et de communiquer au pathologiste renseignements cliniques et documents radiologiques, d'en confronter les résultats avec le contexte radioclinique ; de les faire effectuer le plus souvent possible dans des centres spécialisés en la matière, surtout lorsqu'il existe une suspicion de malignité. Biopsies à ciel ouvert et biopsies percutanées sont plus complémentaires qu'antinomiques ; elles ont chacune leurs indications et leurs limites. Le trajet des biopsies percutanées doit être repéré de façon indélébile. Le trajet de la biopsie doit toujours être choisi en fonction de ce que sera le traitement chirurgical, ce qui demande une bonne dose d'intuition et de connaissance de la pathologie tumorale. En effet en matière de tumeur maligne, ce trajet doit être excisé « en monobloc » avec la pièce de résection, et il est donc constamment préférable que biopsie et traitement soient effectués par la même équipe.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Tumeur des os ; Biopsie des os ; Biopsie à ciel ouvert ; Biopsie percutanée

Introduction

La biopsie d'une image osseuse anormale a pour but de répondre aux questions suivantes :

- est-ce une tumeur ou autre chose (ostéite, maladie métabolique ou « rhumatismale », lésions dystrophiques ou pseudotumorales, etc.) ?
- si c'est une tumeur, est-elle primitive ou secondaire (métastase) ?
- si c'est une métastase révélatrice, la biopsie permet-elle une orientation diagnostique dans la recherche du cancer primitif ?
- si c'est une tumeur primitive est-elle bénigne ou maligne ?
- et de quelle variété précise de tumeur s'agit-il ? (il faut donc connaître la classification actuelle des tumeurs des os : cf. Tableau 1) ;
- au besoin quel en est le grade (ou le degré) ? : certaines tumeurs sont en effet classées en grades ou degrés selon leur agressivité histologique.

Il existe toujours une part d'incertitude dans l'analyse du résultat d'une biopsie :

- elle peut parfois ne donner de réponses qu'à une partie des questions sus-jacentes ;
- elle peut être « blanche » soit parce que le prélèvement n'a pas porté sur une zone significative, soit parce que le prélèvement est arrivé au laboratoire sans avoir été conservé dans un liquide adéquat, soit parce qu'il n'a pas été acheminé assez vite et que les tissus se sont desséchés au contact de l'air, etc. ;
- la biopsie, de par son essence (prélèvement *partiel* d'une lésion), peut donner un résultat erroné dans les tumeurs inhomogènes

(celles où, d'un endroit à l'autre, les aspects sont variables). Par exemple on sait que certains ostéosarcomes peuvent comporter un secteur chondroblastique ; si la biopsie n'a porté, par malchance, que sur cette zone, le risque est de conclure à un chondrosarcome, ce qui pose problème puisque le traitement des deux entités est très différent (l'ostéosarcome est chimiosensible, le chondrosarcome ne l'est pas). De même, certaines tumeurs à cellules géantes en voie de transformation maligne peuvent comporter des zones encore bénignes et d'autres déjà malignes.

– la conclusion peut rester hésitante entre deux maladies présentant des similitudes anatomopathologiques (exemples : chondrome et chondrosarcome de basse malignité, tumeur à cellules géantes et localisation osseuse d'une hyperparathyroïdie, etc.).

Pour se tirer d'affaire dans de telles situations peu claires, les solutions sont les suivantes :

- faire le plus souvent possible des biopsies « généreuses » ramenant un fort volume de tissu pathologique, mais bien sûr dans les limites du raisonnable compte tenu du contexte locorégional, du risque de fracture pathologique, etc. (c'est-à-dire prendre tout ce qui est facilement accessible sans préjudice ni difficultés supplémentaires) ;
- confronter le résultat anatomopathologique avec les données radiocliniques (et parfois biologiques) est une étape essentielle toujours obligatoire : l'âge, la localisation de la lésion et son aspect radiologique, sa taille, les antécédents du patient, l'allure évolutive (tumeur quiescente, voire asymptomatique versus tumeur agressive et « bruyante »), la perturbation de certaines constantes biologiques, etc. permettent souvent de trancher ;
- demander l'avis d'un autre anatomopathologiste *mais* en lui communiquant la totalité des prélèvements (partager un prélèvement entre deux pathologistes est une erreur : cf. ci-dessus le cas de la tumeur à cellules géantes comportant à la fois des zones malignes et d'autres bénignes). Il est aussi possible de demander, quant à l'interprétation des images radiologiques, l'avis d'un autre chirurgien ou d'un radiologue habitué à ce type de problème ;

Tableau 1. – Classification des tumeurs osseuses

| Tumeurs osseuses primitives des os ; classification-nomenclature ; (version simplifiée, limitée aux lésions les plus habituelles). En italique = les entités fréquentes à bien connaître. | | |
|---|---|--|
| Tissu concerné | Tumeurs bénignes | Tumeurs malignes |
| Os | <i>Ostéome ostéoïde</i> <i>Ostéoblastome</i> | <i>Ostéosarcomes</i> et leurs variantes |
| Cartilage | <i>Chondrome</i> (solitaires et multiples) <i>Exostose ostéogénique</i> (solitaires et multiples) <i>Chondroblastome</i> <i>Fibrome chondromyxoïde</i> | <i>Chondrosarcomes</i> et leurs différentes formes |
| Conjonctif | <i>Fibrome</i> <i>Fibrome non ossifiant</i> | <i>Fibrosarcomes</i> <i>Histiocytofibrome malin</i> |
| Tissu hématopoïétique de la moelle osseuse | | <i>Lymphomes (= lymphosarcomes)</i> <i>Myélome-plasmocytome</i> |
| Notochorde | | <i>Chordome</i> |
| Neuro-ectoderme | <i>Neurofibrome</i> <i>Schwannome</i> | <i>Sarcome d'Ewing</i> <i>Schwannome malin</i> |
| Origine incertaine | <i>Tumeurs à cellules géantes</i> | <i>Adamantinome</i> <i>Tumeurs à cellules géantes</i> |
| Lésions pseudotumorales | <i>Kyste essentiel</i> <i>Kyste anévrismal</i> <i>Dysplasie fibreuse</i> | |

– recommencer la biopsie est une ultime possibilité à ne pas ignorer (cette éventualité rare s’avère nécessaire dans 2 ou 3 % des cas dans notre pratique, il ne faut pas en avoir honte bien au contraire).

Divers modes de biopsie : avantages et inconvénients

Les biopsies peuvent se faire à ciel ouvert (au bloc opératoire), ou bien être moins invasives (biopsies percutanées). Ces deux méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients ainsi que leurs indications spécifiques.

BIOPSIES À CIEL OUVERT

Elles ont pour avantages de permettre un prélèvement quantitativement généreux et de contrôler « de visu » l’aspect des tissus prélevés. Les inconvénients (médicaux et économiques) sont ceux de toute hospitalisation et de tout acte chirurgical.

■ Examen conventionnel

Le résultat n’est récupéré que quelques jours plus tard (délai variable selon la consistance de l’échantillon : des tissus mous peuvent être analysés en 5 à 8 jours, de l’os spongieux ou de l’os cortical lytique en 1 ou 2 semaines, de l’os très dense, très cortical, demandera en revanche 2 à 4 semaines de décalcification avant de pouvoir être confié au microtome).

Le laboratoire a ici « tout son temps » pour faire des colorations sophistiquées, des réactions immuno-histo-chimiques, voire des recherches chromosomiques ou génétiques. Ayant « tout son temps », le pathologiste a moins de risques de se tromper que lors d’une biopsie extemporanée.

■ Examen extemporané

On demande ici au pathologiste de donner en cours d’intervention chirurgicale et, en quelques minutes, un diagnostic (ou du moins une orientation) et l’on attend son verdict avant de poursuivre l’acte opératoire. On conçoit que le risque d’erreur est ici plus grand et que, de ce fait, c’est une technique à utiliser avec circonspection.

Pour se permettre d’effectuer un traitement au cours de la même anesthésie, il faut :

– que « tout concorde », c’est-à-dire que le diagnostic rendu par le pathologiste soit en accord avec le diagnostic évoqué par l’analyse préopératoire des données radiocliniques ;

– que l’acte thérapeutique prévu ne comporte pas de sacrifice majeur et soit le plus conservateur possible.

Si la réponse du pathologiste n’est pas formelle, si elle est très éloignée des hypothèses préopératoires, il faut s’interdire de poursuivre, il faut fermer la voie d’abord et attendre le résultat de l’histologie conventionnelle.

Le bon exemple pour illustrer cette pratique est celui d’une tumeur bénigne pour laquelle on envisage de faire un curetage-comblement, qu’il s’agisse d’une tumeur à cellules géantes bénigne, ou d’un chondroblastome, etc. Dans de tels cas, et puisque le traitement des tumeurs bénignes intra-osseuses est toujours le même (curetage-comblement), on peut même accepter que le pathologiste nous réponde que c’est une tumeur bénigne mais qu’il ne peut pas en extemporané nous donner de diagnostic plus précis.

Un autre exemple est celui d’une lésion lytique du col fémoral fortement suspecte d’être métastatique : si le pathologiste confirme l’hypothèse métastatique, on est en droit de poursuivre l’acte opératoire (ostéosynthèse le plus souvent) ; si en revanche il pense que la lésion peut être primitive, ou tout simplement s’il n’arrive pas à trancher, les règles de bonne conduite imposent de refermer et de remettre le traitement à plus tard : *il est interdit de traiter une lésion tant qu’elle n’est pas correctement identifiée*. Transgresser cette affirmation ne peut être que source d’ennuis fréquents et graves, ainsi que le montre, hélas et encore trop souvent, l’analyse du comportement de certains chirurgiens.

BIOPSIES PERCUTANÉES

Elles sont effectuées sous amplificateur de brillance ou sous scanner, le plus souvent après une simple anesthésie locale. Elles sont faites soit par le chirurgien, soit par le radiologue, sur un malade « externe » ou sur un patient en hôpital de jour, soit à l’aiguille soit de préférence avec un trocart de quelques millimètres de diamètre. Les « aspirations » à l’aiguille ne permettent qu’une analyse cytologique (et non pas histologique !).

Ses avantages sont donc évidents. Ses inconvénients sont les suivants :

– prélèvement de faible volume (« moins il en a, plus le pathologiste risque l’erreur ») ;

Tableau 2. – Aléas de la biopsie (selon Mankin)

| 597 Tumeurs malignes Soit 362 des os et 235 des tissus mous | 597 cas au total | 315 biopsies en centres spécialisés | 282 biopsies en centres non spécialisés |
|---|------------------|-------------------------------------|---|
| Erreurs diagnostiques (*) | 106 (17,8 %) | 39 (12,3 %) | 77 (27,4 %) |
| Biopsies non concluantes ou de technique discutable | 165 (27,7 %) | 24 (7,6 %) | 141 (50,2 %) |
| Complications locales postbiopsiques | 95 (15,9 %) | 13 (4,1 %) | 82 (29,1 %) |
| Conséquences péjoratives sur les traitements | 115 (19,3 %) | 13 (4,1 %) | 102 (36,3 %) |
| Retentissement aggravant le pronostic | 60 (10,1 %) | 11 (3,5 %) | 49 (17,4 %) |
| Préjudice conduisant à l'amputation | 18 (3 %) | 6 (1,9 %) | 12 (4,3 %) |

* Dans les erreurs diagnostiques sont incluses les erreurs graves (confusion bénin/malin par exemple) mais aussi des erreurs moins dramatiques (confusion entre deux tumeurs bénignes dont cependant le traitement est le même).

- impossibilité de choisir « à l’œil nu » les zones probablement significatives ;
- plus grand risque de biopsie blanche ;
- plus grand risque d’erreur diagnostique si la maladie n’a pas le même aspect d’un endroit à un autre.

Néanmoins, cette méthode n’est pas à condamner. Ses échecs peuvent toujours être repris par une biopsie chirurgicale. On la conseille généralement dans les lésions où l’abord chirurgical n’est pas anodin (corps vertébral, cotyle), dans les cas où un diagnostic presque certain cherche une simple confirmation, dans les tumeurs non hétérogènes (les suspicions de sarcome d’Ewing, de localisations osseuses du myélome et des lymphomes, les métastases, ...) sont de bonnes indications car, en règle, les aspects sont identiques d’un endroit à l’autre de la lésion ; il en va de même s’il s’agit simplement de confirmer une suspicion de récidence sur une tumeur dont le diagnostic de variété est déjà connu.

La biopsie est-elle indispensable ?

La réponse est simple :

- oui et toujours dès que la radiographie évoque la malignité ;
- oui et toujours lorsque la radiographie ne permet pas de trancher entre « indiscutablement bénin » et « peut-être malin » ;
- non en cas d’image très typique d’une entité indiscutablement bénigne peu ou pas évolutive et sans grand risque de transformation maligne (exostose ostéogénique solitaire typique, fibrome non ossifiant, îlot osseux solitaire bénin, certaines dysplasies fibreuses, les ostéomes ostéoïdes, les chondromes des doigts, les kystes essentiels...).

La biopsie est-elle dangereuse ?

La crainte de favoriser une dissémination locale ou générale de cellules malignes a pu être avancée comme argument visant à freiner les indications de la biopsie. Ce raisonnement doit être formellement condamné car, d’une part cette hypothèse n’a jamais été confirmée et d’autre part traiter sans certitude diagnostique absolue ne peut être que la source de dramatiques déconvenues.

Les vrais dangers de la biopsie sont en fait les suivants :

- prélèvement en zone non significative ;
- prélèvement mal conservé avant son arrivée au laboratoire ;
- prélèvement étudié par un pathologiste n’ayant pas l’habitude des tumeurs osseuses ;
- voie d’abord mal choisie peu compatible avec la voie d’une éventuelle résection ;
- biopsie suivie d’infection rendant dangereux tout acte de résection-reconstruction ;
- fracture postopératoire sur l’orifice de trépanation osseuse.

Cette énumération est plus compréhensible lorsque le lecteur prend connaissance du paragraphe ci-dessous : « Qui doit faire une biopsie et dans quel type d’établissement ? ».

La biopsie est-elle urgente ?

Si le diagnostic radiologiquement probable est celui d’une lésion certainement ou potentiellement maligne, il faut réaliser la biopsie le plus rapidement possible. On est certes en droit de s’accorder 8 ou 10 jours de délai pour réaliser un bon bilan radiologique (scanner, imagerie par résonance magnétique [IRM]...) et biologique mais il serait critiquable de la différer de plusieurs semaines sous prétexte d’attendre des résultats d’examen complémentaires difficiles à obtenir en semi-urgence.

Qui doit faire la biopsie et dans quel type d’établissement ?

Il serait faux de penser que la biopsie est un acte « mineur » à confier au plus jeune de l’équipe et à réaliser rapidement en fin de programme opératoire. C’est le plus expérimenté de l’équipe qui doit faire la biopsie (ou du moins doit-il la contrôler, la superviser, et cela de très près).

La biopsie est la première pierre d’un édifice thérapeutique souvent complexe où le pronostic vital et la conservation du membre sont parfois engagés : cette pierre ne doit donc pas être posée de travers.

Mankin [1] a fait une intéressante étude sur les biopsies, leur fiabilité et leurs complications, en comparant deux groupes d’actes : ceux réalisés dans des centres habitués aux tumeurs et ceux réalisés dans des établissements plus ordinaires. Le Tableau 2 en est la synthèse : on y voit que tout le monde peut faire de mauvaises biopsies mais que ce risque est bien plus important en milieu non spécialisé.

Il apparaît clairement que, si tout le monde peut se tromper, le risque est multiplié par trois ou quatre en cas de prise en charge dans un centre non spécialisé. Cela nous conforte dans l’idée qu’au-delà du dépistage radiologique des lésions tumorales, il est préférable de confier les patients à des équipes « reconnues comme expertes », y compris pour la simple réalisation de l’acte biopsique.

Techniques des biopsies

BIOPSIES À CIEL OUVERT

Elles se font bien sûr au bloc opératoire, sous anesthésie générale ou locorégionale. Chaque fois que possible, on utilise le garrot pneumatique (mais posé sans comprimer la zone tumorale par une bande d’Esmarch !).

Le principal problème est celui de la voie d’abord. Elle doit être réfléchie au cas par cas en mémorisant bien le fait qu’en cas de tumeur maligne primitive, le trajet de la biopsie doit être excisé en monobloc avec la tumeur lorsque vient le moment de la résection (Fig. 1).

Aux membres, il faut faire des abords verticaux et courts (Fig. 2), toujours plus faciles à exciser que les abords inutilement trop longs ou a fortiori horizontaux. Dans de très nombreux cas où l’os est assez proche de la peau (région trochantérienne, tibia...) des voies de 2 ou 3 cm de long suffisent. Il faut bannir les voies passant à proximité des trajets vasculonerveux pour éviter d’avoir à réséquer ces éléments lors du traitement. Une fois franchis les plans

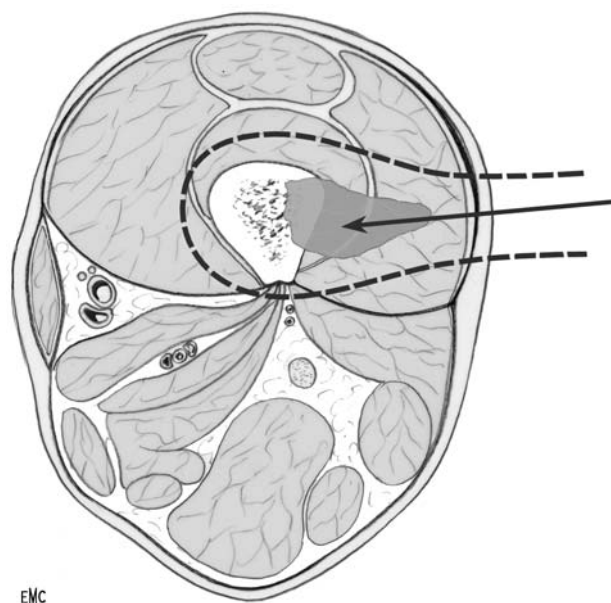


Figure 1 Règles d'une bonne biopsie et d'une résection correcte. Le trajet de biopsie (trait plein fléché) doit être « direct », facilement excisable en monobloc avec la pièce de résection dont le cheminement (trait pointillé) doit se faire partout en tissu sain, à distance de la tumeur.

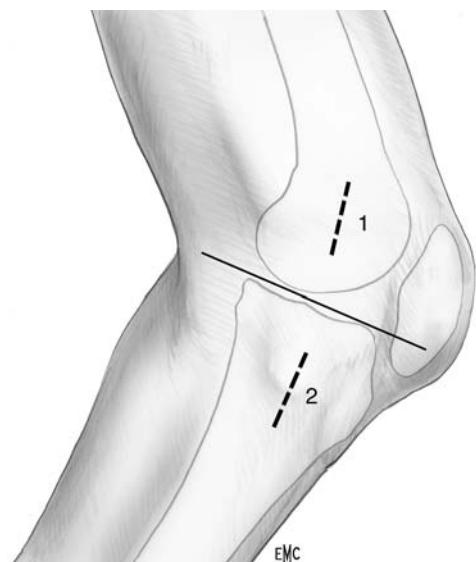


Figure 2 Il est hautement recommandé d'éviter les abords chirurgicaux inutilement grands. De petites incisions bien centrées sont préférables. Exemples : (1) pour une tumeur du condyle externe ; (2) pour une tumeur du plateau tibial externe (incision sur le tubercule de Gerdy, à distance du tendon rotulien).

superficiels, il faut aller le plus directement possible sur l'os sans dissection extensive, sans utiliser les « écarteurs à becs » qui favorisent l'ensemencement de la face opposée de l'os. S'il existe un volumineux envahissement des parties molles on peut se contenter de le prélever généreusement à la curette sans pénétrer obligatoirement dans la cavité médullaire de l'os porteur de la tumeur.

Il faut se méfier de certaines tumeurs à contenu plus ou moins liquidien : lors d'un abord trop extensif, l'écoulement dans tout le champ opératoire de ce liquide tumoral peut ensemençer gravement toute la région, majorant considérablement le risque de récurrence locale. Avant d'ouvrir la tumeur, il est prudent, dans de tels cas, d'avoir un aspirateur sous la main et d'avoir tapissé avec de grandes compresses tout le champ opératoire pour que le liquide entre le moins possible en contact avec les tissus sains.

S'il faut aller dans l'os (ce qui est tout de même le cas le plus fréquent) l'orifice de trépanation corticale doit de préférence être

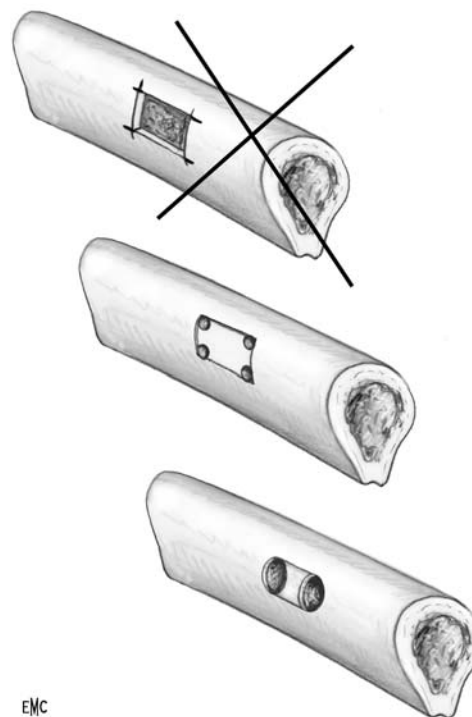


Figure 3 Pour prévenir les fractures postbiopsiques, il faut éviter les trépanations corticales à angles vifs faites à la scie oscillante (schéma du haut). Il faut préférer des trous de mèche réunis par des traits de scie ou des coupes au ciseau à frapper (schémas du milieu et du bas).

rond ou ovalaire : cela conduit à un moins grand risque de fracture postbiopsique qu'avec un orifice carré ou rectangulaire (Fig. 3) ainsi que l'a montré Clark.^[2] Grâce à un seul orifice cortical on peut, à la tréphine (ou à la curette), prélever de grosses carottes corticospongieuses dans plusieurs directions (Fig. 4). Si l'os biopsié est très hémorragique, on peut combler l'orifice cortical avec une compresse hémostatique résorbable, voire avec un peu de ciment chirurgical. L'utilisation d'un drain aspiratif n'est pas toujours obligatoire, mais si on y a recours, il faut que le drain traverse la peau dans l'axe de l'incision cutanée et à très petite distance d'une de ses extrémités : l'orifice de sortie du drain doit en effet être inclus dans l'exérèse de la voie d'abord lors du temps thérapeutique.

Voici quelques exemples (Tableau 3) de ce qu'il faut faire ou éviter de faire dans les sites tumoraux les plus fréquents.

BIOPSIES PERCUTANÉES

Elles se font :

- sous anesthésie locale dans le service de radiologie (biopsie sous écran conventionnel ou sous scanner) ou encore à la consultation de chirurgie sous simple contrôle de la vue ;
- sous anesthésie générale au bloc opératoire, sous contrôle direct de la vue et du doigt si on biopsie une zone osseuse « superficielle et palpable », sous amplificateur de brillance dans le cas contraire.

Une très courte incision cutanée (moucheture de la pointe d'un bistouri) est souhaitable directement en regard de l'endroit où la tumeur est la plus superficielle. Au bloc opératoire, on utilise ensuite soit un trocart (de type trocart à ponction sternale, de 3 ou 4 mm de diamètre, mais en plus long si besoin), soit des tréphines (sorte de très gros trocart de 8 à 15 mm de diamètre), soit des curettes, soit des pinces dites « mange-disques » empruntées à l'ancillaire de la hernie discale. Préalablement, il a parfois été nécessaire de franchir la corticale, ce qui bien souvent est aisé car elle est détruite ou fragilisée par la tumeur. Si tel n'est pas le cas, on peut bien sûr y créer un orifice au petit ciseau gouge ou au foret.

En radiologie on se sert soit d'un trocart comme ci-dessus, soit parfois (car le diamètre du trocart peut être trop important pour certains sites) d'une aiguille à biopsie.

Hormis les aiguilles conventionnelles que l'on monte sur une seringue et qui ne permettent de prélever par aspiration que des tumeurs « molles » presque liquidiennes, il existe de nos jours des

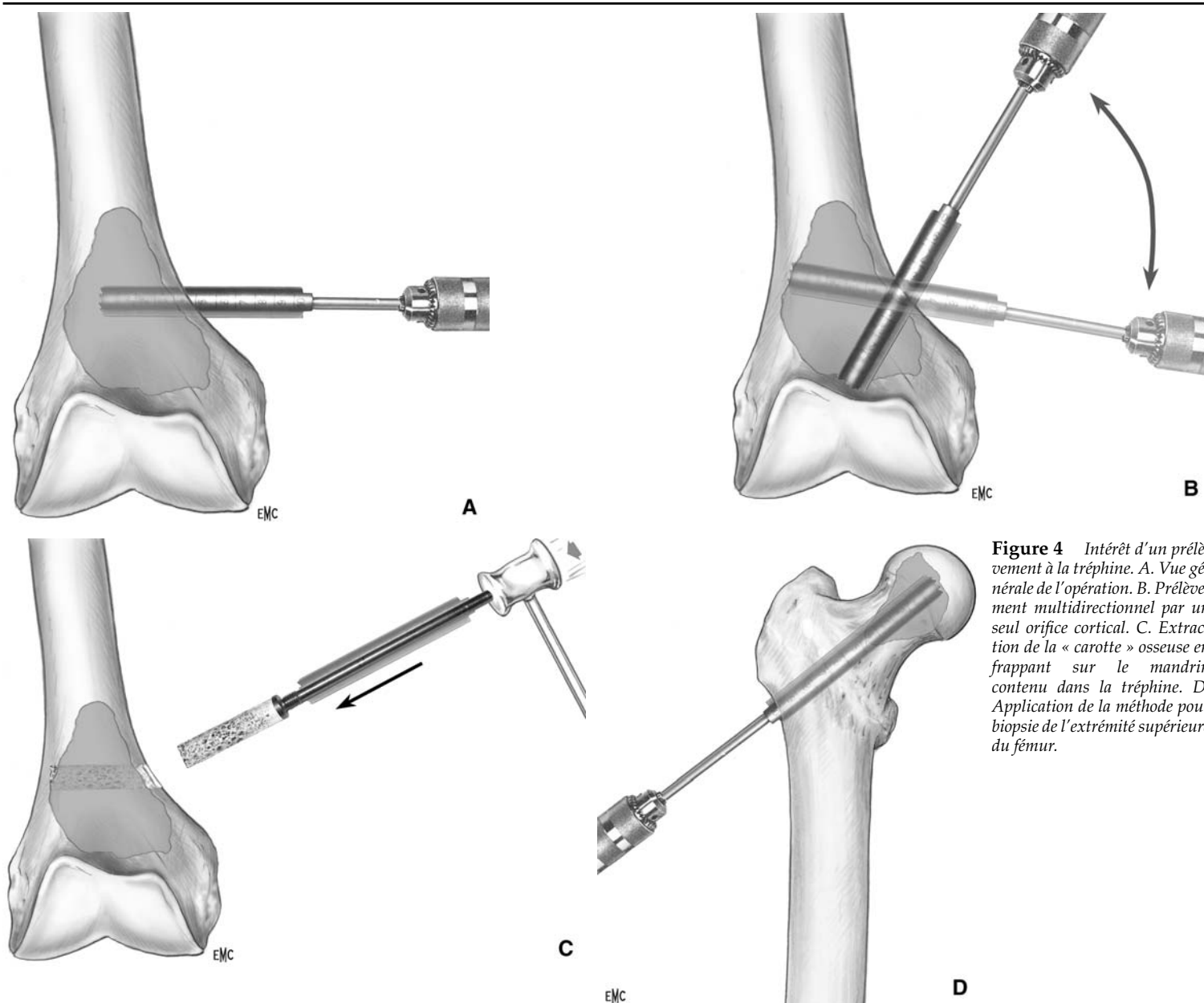


Figure 4 Intérêt d'un prélèvement à la tréphine. A. Vue générale de l'opération. B. Prélèvement multidirectionnel par un seul orifice cortical. C. Extraction de la « carotte » osseuse en frappant sur le mandrin contenu dans la tréphine. D. Application de la méthode pour biopsie de l'extrémité supérieure du fémur.

aiguilles très particulières (dites « *thru-cut* ») qui comportent une sorte de gachette permettant, une fois le bout de l'aiguille en place, de déclencher un mouvement rapide de « va-et-vient » ; on ressort alors l'instrument du corps du patient et on trouve dans une encoche de l'aiguille quelques mm³ de tissu tumoral que l'on peut mettre dans un flacon.

Les points de la ponction-biopsie doivent si possible être marqués à l'encre de Chine ou grâce à un stylo-feutre spécial indélébile, cela afin que le chirurgien puisse exciser cette zone lors de la résection.

En ce qui concerne la fiabilité des biopsies percutanées, les performances se sont améliorées au fil des années et l'on peut de nos jours considérer, au vu des plus récentes publications, que la fiabilité des biopsies à l'aiguille est de l'ordre de 90 %, avec une sensibilité de près de 100 % et une spécificité aux environs de 85 %, cela aussi bien pour les biopsies sous écran^[3] que pour les biopsies sous scanner.^[4]

Comment conserver et envoyer le prélèvement ?

Si le laboratoire d'anatomie pathologique est situé dans le même établissement que le lieu de prélèvement, l'idéal est de n'utiliser

aucun conservateur ni fixateur : il suffit de veiller à ce que le prélèvement soit tout de suite acheminé, en ayant simplement été placé dans un récipient clos qui n'a même pas besoin d'être stérile (à l'inverse d'un prélèvement pour étude bactériologique).

Si l'acheminement ne peut être immédiat, il faut placer le produit de biopsie dans du liquide de Bouin ou mieux dans du formol acétique.

S'il existe plusieurs échantillons (par exemple tissu mou et os) il faut les mettre dans des récipients distincts correctement étiquetés et numérotés.

Pour quelques tumeurs, il est intéressant de compléter les techniques classiques d'anatomie pathologique par des études cytogénétiques. C'est par exemple le cas du sarcome d'Ewing^[5] que l'on a parfois du mal à distinguer des autres sarcomes dits « à petites cellules rondes ». Il existe cependant un marqueur presque pathognomonique de l'Ewing qui est une translocation chromosomique 11-22. Pour de telles recherches il faut donc ajouter à l'échantillon biopsique habituel un petit prélèvement supplémentaire congelé dans l'azote liquide. Tout cela nous montre bien que pour faire une bonne biopsie, il est important de ne pas s'y lancer « le nez au vent », mais au contraire en ayant déjà une petite idée diagnostique en tête : si, dans la plupart des cas, la biopsie est

Tableau 3. – Les bons et les mauvais gestes pour une biopsie

| Siège de la tumeur | Ce qui nous semble bien | Ce qui est condamnable |
|--|---|--|
| Tumeur trochantérienne ou cervicale | Court abord vertical externe (2 ou 3 cm) en regard du grand trochanter dont on trépane la partie haute de la corticale externe. | Voie externe « longue comme pour un clou plaque » Voie postérieure ou antérieure |
| Tumeur du bas du fémur | Petite voie verticale (2 ou 3 cm) à travers les fibres les plus latérales du vaste interne ou du vaste externe (<i>préférer la voie interne, plus commode pour une future résection, sauf si la tumeur est franchement externe</i>) | Voie dans le tendon quadricipital Voie transarticulaire ! Voie postérieure à travers le creux poplité. |
| Tumeur de la diaphyse fémorale | Petite voie externe de 5 à 10 cm | Voie antérieure, postérieure ou antéro-interne |
| Tumeur du haut du tibia | Petite voie (1 cm) en regard du tubercule de Gerdy ou entre patte d’oie et tendon rotulien | Voie horizontale Voie au ras du tendon rotulien ou même le traversant ! |
| Tumeur développée en arrière du haut du tibia | Petite voie postéro-interne derrière la patte d’oie | Voie à travers le creux poplité Voie en regard du sciatique poplité externe (SPE) |
| Tumeur du bas du tibia | Voie postéro-interne directe et courte | Voie à travers la loge antérieure |
| Tumeur de l’extrémité supérieure de l’humérus | Petite voie verticale à travers le faisceau antérieur du deltoïde (éviter le sillon deltopectoral si la lésion semble maligne) | Voie externe sous-acromiale Voie interne ou axillaire |
| Tumeur de l’aile iliaque et de la région sus-cotyloïdienne | Petite voie horizontale de 2 ou 3 cm le long de la crête iliaque puis descendre le long de l’aile ou bien descendre entre ses deux corticales | Voie « à travers la fesse » Voie à travers la paroi abdominale |
| Tumeur de la zone rétro-cotyloïdienne ou de l’ischion | Aucune bonne solution chirurgicale... ! Préférer les biopsies percutanées | Grande voie postéroexterne type Kocher-Langenbeck exposant le sciatique |
| Tumeur de la corne antérieure du cotyle | Petite voie verticale de type Hueter bien en dehors des vaisseaux | Voie exposant le paquet vasculaire |
| Tumeur du cadre obturateur et du pubis | Petite voie horizontale en regard de la partie interne de la branche iliopubienne bien en dedans des vaisseaux | Voie longeant les vaisseaux fémoraux Voie transvaginale Voie abdominale |
| Tumeur de l’articulation sacro-iliaque | Voie verticale postérieure à travers l’épine iliaque postéro-supérieure. Voie horizontale le long du tiers postérieur de la crête iliaque | Voie abdominale |
| Sacrum | Petite voie verticale postérieure paramédiane | Voie abdominale, voie transrectale |
| Corps vertébraux | Voie postérieure transpédiculaire Biopsie radioguidée | Voie transpleurale |

indispensable au diagnostic, le garant d’une bonne biopsie est d’avoir préalablement déjà évoqué les diagnostics les plus probables. Ce qu’on envoie au laboratoire doit impérativement être accompagné d’une bonne radiographie significative et d’un minimum de renseignements cliniques : âge, localisation, diagnostic radiologique suspecté, antécédents dans le même domaine (radiothérapie ? chimiothérapie récente ? récurrence ?), date et heure du prélèvement. Pour que la réponse du pathologiste corresponde bien aux questions que se pose le clinicien, le mieux est de les formuler par écrit. Rappelons enfin qu’il est de bonne pratique d’associer au prélèvement anatomopathologique un prélèvement bactériologique.

Conclusion

Il ne faut pas assimiler la réponse du pathologiste à un oracle incontestable. Il faut la confronter au contexte, savoir la discuter avec son auteur, recommencer la biopsie si nécessaire. Il ne faut pas considérer l’anatomie pathologique comme une science divinatoire, mais donner au pathologiste des renseignements cliniques et des documents radiographiques. Il ne faut pas entreprendre de traitement sans certitude diagnostique (ce qui, huit ou neuf fois sur dix, signifie « sans avoir fait une biopsie », en

sachant qu’il a quand même quelques situations où l’analyse du dossier radiologique permet la certitude). Il ne faut jamais envoyer la moitié d’une biopsie à Paul et l’autre moitié à Pierre, fussent-ils des anatomopathologistes de grand renom, mais faire circuler la totalité du prélèvement. Il ne faut pas choisir la voie d’abord de biopsie sans avoir auparavant réfléchi à ce que sera la voie d’abord de la résection, et faire des incisions très courtes. Dès que les radiographies sont potentiellement inquiétantes, ne pas hésiter à faire pratiquer la biopsie par un centre spécialisé. Il est toujours préférable que biopsie et traitement soient effectués par la même équipe.

Références

[1] Mankin HJ, Mankin CJ, Simon MA. The hazards of the biopsy (revisited). *J Bone Joint Surg [Am]* 1996; 78: 656-663

[2] Clarck CR, Morgan C, Sonstegard DA, Matthews LS. The effect of biopsy-hole shape and size on bone strength. *J Bone Joint Surg [Am]* 1977; 59: 213-217

[3] Yamamoto T, Nagira K, Marui T, Akisue T, Hitora T, Nakatani T et al. Fine-needle aspiration biopsy in the initial diagnosis of bone lesions. *Anticancer Res* 2003; 23: 793-797

[4] Issakov J, Flusser G, Kollender Y, Merimsky O, Lifschitz-Mercer B, Meller I. Computed tomography-guided core needle biopsy for bone and soft tissue tumors. *Isr Med Assoc J* 2003; 5: 28-30

[5] Aurias A, Rimbaud C, Buffe D, Dubousset J, Mazabraud A. Chromosomal translocations in Ewing’s sarcoma. *N Eng J Med* 1983; 309: 496-497

Principes du traitement des sarcomes des tissus mous de l'adulte

S. Bonvalot
D. Vanel
P. Terrier
C. Le Pechoux
A. Le Cesne

Résumé. – L'amélioration de la qualité de vie des patients atteints d'un sarcome des tissus mous dépend en premier lieu d'un traitement d'emblée carcinologique afin de diminuer le risque de récurrence locale et les chirurgies itératives pouvant aboutir à un geste mutilant, et en second lieu d'une chirurgie de plus en plus fonctionnelle devenue possible grâce à une prise en charge multidisciplinaire en milieu spécialisé. Aucun geste ne doit être effectué avant une imagerie adaptée. La biopsie préopératoire réalisée après l'imagerie par résonance magnétique (IRM) permet de définir d'emblée la démarche thérapeutique. Les décisions thérapeutiques doivent être prises sur un résultat histologique définitif car l'examen extemporané est grevé d'un risque d'erreur élevé. Le principe de la chirurgie carcinologique est l'exérèse large avec des marges de résection histologiquement saines. Le choix a priori d'une amputation est obsolète, d'autant que celle-ci ne garantit pas toujours des marges saines. L'abord chirurgical est orienté dans l'axe du membre. La cicatrice de biopsie, la tumeur et une marge circonférencielle de tissu non tumoral (une épaisseur de muscle de 2 cm ou une barrière anatomique fibreuse – comme une aponévrose) doivent être réséquées en bloc, sous peine d'une effraction tumorale et d'un essaimage tumoral. Les progrès de la chirurgie de reconstruction permettent d'atténuer les conséquences fonctionnelles d'une exérèse large. La qualité de la chirurgie est déterminée par l'examen histologique des marges de la pièce opératoire, c'est-à-dire de la quantité de tissu sain péri-tumoral. Une reprise chirurgicale doit être discutée si les marges ne sont pas saines car la radiothérapie ne pallie pas une chirurgie inadaptée. La radiothérapie est associée de manière standard à la chirurgie lorsqu'elle est carcinologique. Cependant, sur la base d'études rétrospectives, l'exérèse chirurgicale carcinologique de certaines tumeurs de bas grade, de petite taille et de siège superficiel pourrait suffire, ce qui reste à valider par des études prospectives. La chimiothérapie se discute chez les patients jeunes dont le sarcome est de haut grade de malignité. Enfin, la perfusion de hautes doses de chimiothérapie grâce à la technique du membre isolé par une circulation extracorporelle permet d'améliorer le résultat carcinologique et fonctionnel de la chirurgie effectuée dans un second temps pour certaines tumeurs localement évoluées ou en situation de récurrence. La planification et la réalisation de ces traitements relèvent d'une prise en charge par une équipe multidisciplinaire spécialisée.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Sarcome ; Chirurgie des sarcomes ; Perfusion de membre isolé ; Anatomopathologie des sarcomes ; Chimiothérapie ; Radiothérapie

Introduction

Les sarcomes des tissus mous représentent en France 1 000 nouveaux cas par an dont 600 localisés aux membres. Le risque essentiel de ces tumeurs rares est de méconnaître initialement le diagnostic, ce qui entraîne des gestes inadaptés (drainage sur un diagnostic d'hématome, effraction tumorale, liposuccion, énucléation) qui peuvent compromettre un traitement conservateur ultérieur.^[1, 2]

La chirurgie initiale conditionne l'avenir du patient et les reprises chirurgicales élargies ne permettent pas toujours de replacer le patient dans des conditions optimales.

Afin d'éviter des gestes inadaptés sur une tumeur des tissus mous, il est nécessaire de réaliser, avant toute chirurgie, une imagerie adaptée, puis de faire une biopsie sur le trajet de la future exérèse afin d'adapter d'emblée le geste chirurgical et la démarche thérapeutique au diagnostic histologique définitif (un examen extemporané ne permet pas toujours de trancher entre bénin et malin ni de certifier s'il s'agit bien d'une tumeur conjonctive).

Épidémiologie ^[3-5]

FRÉQUENCE

Les sarcomes des tissus mous sont rares. Ils représentent de 0,5 à 1 % des tumeurs malignes de l'adulte. Leur incidence est évaluée en fonction des données de certains centres spécialisés. Elle est estimée à 30 cas par million d'habitants.

Les sarcomes sont beaucoup moins fréquents que les tumeurs bénignes développées dans les tissus mous. En pratique générale, le

S. Bonvalot
Adresse e-mail: bonvalot@igr.fr
Département de chirurgie, Institut Gustave Roussy, 39, rue Camille-Desmoulins, 94805 Villejuif, France.
D. Vanel
Département de radiologie, Institut Gustave Roussy, 39, rue Camille-Desmoulins, 94805 Villejuif, France.
P. Terrier
Département d'anatomopathologie, Institut Gustave Roussy, 39, rue Camille-Desmoulins, 94805 Villejuif, France.
C. Le Pechoux
Département de radiothérapie, Institut Gustave Roussy, 39, rue Camille-Desmoulins, 94805 Villejuif, France.
A. Le Cesne
Département de médecine, Institut Gustave Roussy, 39, rue Camille-Desmoulins, 94805 Villejuif, France.

rapport est de l'ordre de un sarcome pour 100 tumeurs bénignes. Cette proportion est nuancée selon les modes de recrutement et d'activité, mais la relative rareté des sarcomes combinée à une grande variété morphologique explique largement la difficulté du diagnostic anatomopathologique.

ÂGE ET SEXE

Comme pour les carcinomes, la fréquence des sarcomes des tissus mous augmente chez l'adulte avec l'âge, et la moitié environ des patients sont âgés de plus de 50 ans. Il existe néanmoins des variations de répartition des différents types de sarcomes en fonction de l'âge : les synoviosarcomes, les sarcomes à cellules claires, les sarcomes épithélioïdes sont plus fréquents chez l'adulte jeune (20-30 ans), alors que l'histiocytofibrome malin (MFH) prédomine largement chez l'adulte plus âgé (50-60 ans).

Suivant les séries, la répartition entre les deux sexes est équilibrée ou montre une discrète prédominance masculine. Cette prépondérance s'accroît, dans certaines séries, au-delà de 60 ans.

LOCALISATION

Près de 60 % des sarcomes des tissus mous (STM) siègent au niveau des extrémités. Par ordre de fréquence décroissante ils intéressent : les membres inférieurs (50 %), les régions profondes du tronc (médiastin et rétropéritoine) (20 %), les membres supérieurs (15 %), la paroi du tronc (10 %), la tête et le cou (5 %). À peu près les trois quarts des sarcomes sont profonds, situés sous l'aponévrose superficielle.

FACTEURS ÉTIOLOGIQUES

Le mécanisme de la genèse des sarcomes des tissus mous est inconnu. Certains facteurs favorisants sont reconnus, d'autres sont suspectés. Le rôle exact d'un facteur précis est difficile à déterminer en raison de la relative rareté des sarcomes, d'un temps de latence important entre l'exposition à ce facteur et la survenue de la tumeur, et de l'intrication possible de différents facteurs environnementaux ou de prédisposition.

■ Irradiation et facteurs génétiques

Deux types de facteurs interviennent de manière certaine : l'irradiation et les facteurs génétiques.

Irradiation

Environ 0,1 % des patients ayant subi une radiothérapie intensive pour une tumeur maligne et ayant survécu plus de 5 ans développent en zone irradiée un sarcome des os ou des tissus mous. Ces tumeurs, qui surviennent dans un délai d'au moins 3 ans après l'irradiation, représentent environ 5 % des sarcomes. Ce sont principalement des histiocytofibromes malins, des ostéosarcomes extrasquelettiques, et des fibrosarcomes. Ils ont en commun une forte agressivité et un pronostic défavorable.

Facteurs génétiques

La large majorité des sarcomes apparaît sporadique, mais différentes maladies génétiques sont associées au développement d'un sarcome :

- dans la neurofibromatose de type 1 ou maladie de Von Recklinghausen, maladie autosomique dominante, 1 à 5 % des patients présentent des sarcomes des gaines des nerfs périphériques correspondant à la dégénérescence maligne de neurofibromes préexistants. Le gène NF1, localisé sur le chromosome 17, est considéré comme un gène suppresseur de tumeur qui intervient dans la prolifération et/ou la différenciation cellulaire. Le rôle précis de la neurofibromine codée par ce gène reste à préciser. L'altération partielle et constitutionnelle du gène serait à l'origine des lésions bénignes, tandis que son altération complète et acquise expliquerait leur transformation maligne ;

- le syndrome de Li Fraumeni est un syndrome familial rare qui comporte une fréquence élevée de tumeurs malignes chez des sujets jeunes, dont des sarcomes des tissus mous et des os. Ce syndrome est associé à des modifications germinales et à des altérations acquises du gène suppresseur de tumeur p53 ;

- dans le cadre du rétinoblastome héréditaire bilatéral une complication possible est la survenue tardive d'un sarcome des tissus mous, en dehors de toute zone d'irradiation. La perte de fonction (successivement constitutionnelle puis acquise) des deux allèles du gène *RB1*, qui est également un gène suppresseur de tumeur impliqué dans le contrôle de la prolifération cellulaire, détermine la survenue des tumeurs rétinienues et des sarcomes.

■ Autres facteurs

D'autres facteurs sont fréquemment ou plus épisodiquement évoqués :

- les traumatismes, souvent mentionnés par les patients ou leur entourage, semblent essentiellement révélateurs, attirant le plus souvent l'attention sur une lésion préexistante au traumatisme. Ils ont exceptionnellement fait la preuve de leur responsabilité directe ;

- en dehors des angiosarcomes sur lymphoedème chronique, des observations anecdotiques ont été publiées de sarcomes survenant sur cicatrice d'une lésion ancienne ou sur une lésion chronique ;

- des produits chimiques, dont la dioxine, entrant dans la composition de certains herbicides ont été incriminés comme étant à l'origine d'une plus grande incidence des sarcomes des tissus mous dans certaines catégories professionnelles (agriculteurs, forestiers) sans que des preuves formelles aient été retenues ;

- le rôle de certains virus, parmi lesquels le cytomégalovirus, mais aussi l'herpès virus (HHV8), est suspecté dans le sarcome de Kaposi associé au syndrome d'immunodéficience acquise (sida). Le virus Epstein-Barr est associé à certaines proliférations tumorales à différenciation musculaires lisses dans le cadre de déficits immunitaires acquis.

Imagerie

Toute masse des tissus mous persistante doit avoir une imagerie adaptée avant un geste diagnostique ou thérapeutique (biopsie ou chirurgie) (Fig. 1). Se rappeler que l'hématome persistant n'existe pas, a fortiori sans facteurs de risques (anticoagulants, hémophilie). L'erreur la plus fréquente est d'opérer d'emblée sur un diagnostic d'hématome ou d'abcès un sarcome. L'effraction tumorale liée au drainage contamine tout le foyer opératoire et les reprises sont difficiles. À l'échographie, la nécrose tumorale peut également en imposer pour un hématome et il faut être prudent, cela d'autant que l'on retrouve parfois un antécédent de traumatisme chez les patients qui développent un sarcome.

Aucune méthode d'imagerie ne permet de différencier avec certitude les lésions bénignes des lésions malignes, bien que l'imagerie par résonance magnétique ait néanmoins considérablement amélioré les performances.

Le rôle de l'imagerie est de suggérer une possible lésion maligne, de déterminer l'extension locale et à distance afin d'adapter la démarche thérapeutique et l'étendue du geste chirurgical, d'évaluer la réponse au traitement, et de détecter les récives.

BILAN LOCAL

■ Clichés standards

Ils n'ont qu'un rôle limité. Ils sont néanmoins toujours réalisés pour éliminer une tumeur osseuse envahissant les tissus mous, identifier des calcifications ou un envahissement osseux de voisinage.

■ Échographie

Elle permet d'identifier une masse superficielle, et de détecter une récive. ^{[6] [7]} Le champ de vue limité et le rôle de l'opérateur, ainsi que la non-représentation spatiale pour le chirurgien, limitent son utilité.

IMAGERIE PUIS BIOPSIE

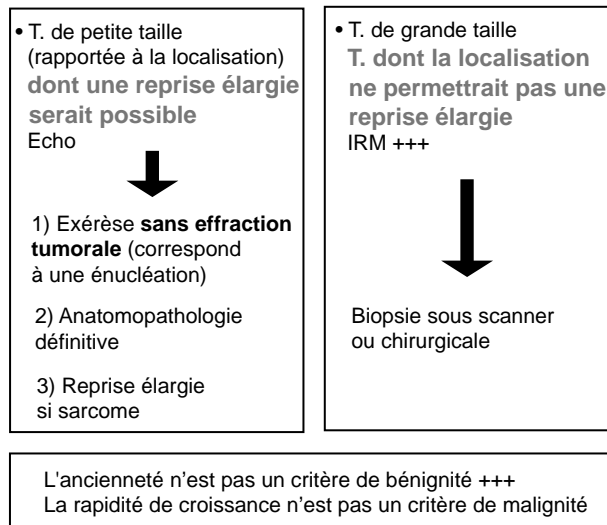


Figure 1 Imagerie puis biopsie. T : tumeur.

■ **Scanner**

Il n'est utilisé dans le bilan local que si l'imagerie par résonance magnétique (IRM) n'est pas disponible, ou contre-indiquée. C'est une bonne technique d'étude du rétropéritoine, où ses performances égalent l'IRM. Il peut également guider des biopsies de récidives ou de métastases.

■ **Imagerie par résonance magnétique**

C'est la méthode principale d'imagerie des tumeurs malignes des parties molles, du fait de son contraste élevé et de la possibilité d'acquisitions dans plusieurs plans sans déplacer le patient. [8-10]

Bilan initial

L'examen initial doit être pratiqué avant la biopsie. [11] Le protocole comprend d'habitude des images pondérées T1 et T2, avec des études dans des plans orthogonaux. La tumeur maligne est habituellement une masse hétérogène de signal faible en imagerie pondérée T1, intense en imagerie T2, et qui augmente son signal après injection de produit de contraste. Un œdème péri-tumoral est fréquemment rencontré. [11] La taille de la lésion est aussi un critère d'évaluation simple, peu de lésions malignes mesurant moins de 3 cm de diamètre. [12, 13] Cependant, il y a un recoupement trop important pour permettre une réelle possibilité diagnostique. Les études dynamiques, étudiant la durée entre l'injection et l'apparition de la prise de contraste, ou mieux entre les prises de contraste artériel et tumorale, apportent des éléments utiles, mais pas de certitude, les lésions malignes prenant souvent le contraste plus tôt [14], et d'abord en périphérie. [15]

L'extension locale est bien appréciée en IRM. Dans les parties molles, elle est mieux étudiée sur les images pondérées T2, et en intramédullaire sur les séquences pondérées T1. De même, l'atteinte cutanée, vasculaire ou nerveuse est bien appréciée.

Évaluation de la chimiothérapie préopératoire

L'IRM permet de suivre les tumeurs sous chimiothérapie néoadjuvante. La diminution de taille de la tumeur et sa moindre vascularisation après injection de produit de contraste sont en faveur d'un traitement efficace.

Surveillance après traitement

L'IRM est la méthode de choix pour détecter les récidives après traitement. La séquence pondérée T2 est la plus utile pour exclure une récidive : l'absence de signal intense permet d'affirmer l'absence

de récidive. Un signal intense diffus sans masse traduit des lésions inflammatoires, habituellement consécutives à la radiothérapie. En cas de masse de signal intense, on doit utiliser une injection de produit de contraste qui permet de différencier hématome ou cavité liquidienne postopératoire qui ne se modifient pas, d'une récidive tumorale ou de processus inflammatoires qui prennent le produit de contraste. [16] Cependant, certaines tumeurs contenant du mucus (chondrosarcome, liposarcome) peuvent ne pas avoir de rehaussement après injection. Dans les cas difficiles où tumeur ou pseudotumeur inflammatoire sont mal différenciées, une étude dynamique peut être réalisée : la tumeur prend le produit de contraste dans les deux premières minutes après injection, l'inflammation le plus souvent plus tardivement. [14, 17]

BILAN À DISTANCE

La recherche de métastases pulmonaires repose sur les clichés standard et le scanner thoracique.

On pratique un bilan d'extension lymphatique dans les sous-types lymphophiles.

Biopsie**RATIONNEL**

La biopsie est indispensable dans la majorité des cas pour les raisons suivantes (Fig. 1) :

- confirmer qu'il s'agit bien d'une tumeur conjonctive (la moitié des tumeurs des tissus mous rétropéritonéaux sont des lymphomes, des tumeurs germinales ou des métastases de carcinomes : ces tumeurs ne justifient pas systématiquement d'un traitement chirurgical, en tout cas d'emblée) ;
- savoir s'il s'agit d'une tumeur bénigne ou maligne ;
- définir d'emblée le type de chirurgie qui doit être réalisé. La plupart des tumeurs conjonctives bénignes peuvent être énucléées alors qu'un sarcome relève d'une chirurgie élargie. Les reprises d'exérèse élargies après chirurgie initiale inadaptée ne sont pas toujours possibles et ne permettent pas toujours de se replacer dans des conditions optimales en particulier quand il y a eu une effraction tumorale ;
- discuter un traitement néoadjuvant (chimiothérapie intraveineuse, perfusion de membre isolé, radiothérapie préopératoire) lorsqu'il s'agit d'une tumeur localement évoluée. Leurs indications respectives, voire leurs associations (Tableau 1) dépendent de la topographie de la tumeur, de son grade, de l'âge et des comorbidités du patient, de l'existence de métastases synchrones...).

BIOPSIE CHIRURGICALE OU BIOPSIE PERCUTANÉE (« TRU-CUT ») [18-21]

Jusqu'à présent, le standard était de réaliser une biopsie chirurgicale dans l'axe du membre, à l'aplomb de la tumeur afin que celle-ci puisse être réséquée secondairement largement lors de l'exérèse. Depuis quelques années, la divulgation de la technique de biopsie sous scanner permet, en collaboration avec le radiologue et l'anatomopathologiste, de réaliser cette biopsie sous anesthésie locale avec un trocart protégé par un mandrin.

Les avantages et inconvénients respectifs de ces deux modalités techniques doivent être connus pour en poser l'indication.

Seule la biopsie chirurgicale peut ramener un fragment suffisant qui permet de grader la tumeur et d'en congeler une partie pour des études cytogénétiques.

Les inconvénients de l'abord chirurgical sont le risque d'hématome, de surinfection et d'envahissement secondaire de la cicatrice cutanée. De plus, si la lésion est profonde, la réalisation de la biopsie chirurgicale impose une anesthésie générale, ce qui alourdit la prise

Tableau 1. – Avantages et inconvénients des traitements néoadjuvants

| | Avantages | Inconvénients |
|--|---|--|
| Chimiothérapie intraveineuse | Toutes topographies Traite des métastases cliniques ou occultes Pour les hauts grades de malignité | Toxicité générale Limitée par l'âge et les comorbidités Inactive sur les bas grades Nécessite plusieurs séances |
| Perfusion sous circulation extracorporelle | 1 seule séance Réponse indépendante du grade Peut être associée à une chimiothérapie intraveineuse (séquentielle ou adjuvante) L'âge est une contre-indication relative si l'état vasculaire est bon | Anesthésie générale Nécessité d'un bon état vasculaire (canules) Plateau technique nécessaire Petit risque de toxicité locale Concerne tous les membres sauf les racines |
| Radiothérapie | Quel que soit le grade Tumeurs sous-péritonéales et en sablier (pelvis/racine du membre inférieur) | Majore les complications aiguës postopératoires sur les membres |

en charge. Mais le risque essentiel est une voie d'abord ectopique de la biopsie par rapport à la cicatrice d'exérèse chirurgicale ultérieure (cicatrice « esthétique » dans le pli inguinal par exemple). Ces voies d'abord ectopiques peuvent définitivement compromettre un traitement fonctionnel ultérieur.

L'alternative est de réaliser la biopsie par voie percutanée, sous scanner ou sous échographie si la lésion est profonde (ce qui évite une anesthésie générale), et de réserver la biopsie chirurgicale aux échecs de la biopsie percutanée.

L'abord percutané évite les complications locorégionales de l'abord chirurgical et l'anesthésie générale. Cette technique est beaucoup plus simple dans le cas des tumeurs rétropéritonéales où elle évite d'une part le risque d'essaimage intrapéritonéal d'une biopsie chirurgicale transpéritonéale et d'autre part des laparotomies inutiles (près de la moitié des tumeurs rétropéritonéales ne sont pas des sarcomes et justifient d'un traitement médical : lymphomes, tumeurs germinales). L'organisation est plus simple, ce qui permet une mise en pratique et une divulgation plus large.

L'inconvénient est qu'il n'est pas toujours possible de grader la tumeur car il y a moins de matériel biopsique qu'avec l'abord chirurgical, cependant, elle permet le plus souvent de faire le diagnostic de sarcome. Les équipes du Memorial Sloan Kettering de New York et du Royal Marsden de Londres ont montré que la biopsie percutanée permettait le diagnostic de sarcome dans 95 % des cas et que le grade était correct dans 62 à 80 % des cas.

La biopsie sous scanner peut être réalisée en première intention car elle permet le plus souvent de faire le diagnostic de sarcome et d'éliminer d'autres pathologies.

Secondairement, l'indication d'une biopsie chirurgicale peut être discutée en comité multidisciplinaire spécialisé.

TECHNIQUE DE LA BIOPSIE

■ Écueils à éviter

Les écueils à éviter sont :

- ne pas faire la biopsie avant une imagerie adaptée ;
- ne pas prendre de décision thérapeutique sur un examen extemporané. Les tumeurs conjonctives exposent aux risques d'erreurs entre bénin et malin. S'il s'agit d'une tumeur maligne, c'est l'immunohistochimie sur l'examen définitif qui permet de s'assurer que c'est bien un sarcome et non une tumeur maligne qui ne justifierait pas d'un traitement chirurgical (lymphome par exemple). L'étude cytogénétique permet, dans certains cas, de préciser le sous-type histologique ;
- ne pas compromettre ou compliquer le traitement ultérieur par une incision inadaptée (trop grande et se rapprochant d'un drainage tumoral, mal placée ou dans un axe inadéquat et pouvant nécessiter un lambeau lors de la chirurgie d'exérèse) ou par une complication (infection, hématome, envahissement de la cicatrice cutanée) ;

– faire un prélèvement insuffisant ne permettant pas un travail histodiagnostique complet. Si une biopsie sous scanner a été effectuée, il faut soit la recommencer avec des trocars d'un diamètre correct, soit effectuer une biopsie chirurgicale. L'extemporané peut permettre de s'assurer qu'il y a suffisamment de matériel biopsique.

■ Technique de la biopsie sous scanner

La biopsie sous scanner se fait sous anesthésie locale. L'orifice de ponction doit être situé au niveau de la future cicatrice d'exérèse de façon à pouvoir être repris secondairement. Il faut donc en discuter préalablement avec le chirurgien qui fera l'exérèse. Ce point d'entrée doit être tatoué. Il faut utiliser des aiguilles coaxiales d'un diamètre suffisant (16 G) et prendre plusieurs carottes pour rapporter suffisamment de matériel. Il ne faut pas ponctionner dans une zone nécrotique et s'aider de l'examen extemporané pour s'assurer qu'il y a suffisamment de matériel.

■ Technique de la biopsie chirurgicale

Biopsie incisionnelle

Elle doit obéir à des règles strictes dont le non-respect peut compromettre le traitement, voire être à l'origine d'amputations iatrogènes :

- faire un abord tumoral le plus direct possible, à l'aplomb de la tumeur pour permettre une exérèse de l'ensemble du trajet cutané et profond lors du temps thérapeutique par une incision ogivale circonscrivant la cicatrice de biopsie ;
- pratiquer l'incision dans l'axe des membres ou des côtes. Dans le cas des tumeurs rétropéritonéales, la difficulté de reprendre une cicatrice de biopsie rétropéritonéale lors du temps d'exérèse (la voie d'abord n'est pas forcément la même) fait privilégier les biopsies sous scanner car le trocar de ponction est protégé par un mandrin et on peut se passer de reprendre le trajet de biopsie ;
- effectuer la cicatrice de biopsie la plus petite possible (incision de 1 à 2 cm) pour pouvoir facilement passer à distance lors de l'exérèse chirurgicale (une grande incision se rapproche d'un « drainage » chirurgical) ;
- ne pas disséquer ou décoller les plans anatomiques mais traverser l'aponévrose puis les muscles en « dissisant » dans leur axe les fibres jusqu'à la tumeur ;
- aborder le seul compartiment atteint afin de ne pas contaminer un compartiment adjacent par la biopsie (exemple : effraction d'une membrane interosseuse d'un membre) ;
- éviter de biopsier à proximité d'un pédicule vasculonerveux majeur ;
- éviter de drainer. Si un drainage est nécessaire, faire sortir le drain par la cicatrice ou à proximité afin que son trajet puisse être enlevé ultérieurement ;
- si besoin, faire réaliser une analyse extemporanée des tissus prélevés, non pour obtenir un diagnostic dans l'immédiat, mais pour

s'assurer que le tissu prélevé contient bien des fragments tumoraux analysables (et non seulement de la nécrose ou de la stroma-réaction périphérique).

Biopsie exérèse

Elle est réservée aux petites tumeurs. Elle correspond à l'énucléation de la lésion. Il ne faut pas faire d'effraction tumorale.

Histologie

GÉNÉRALITÉS

L'identification des tumeurs des tissus mous repose essentiellement sur un examen microscopique standard rigoureux. La lecture des prélèvements de ces tumeurs rares nécessite de l'habitude, et il est important de demander facilement une relecture des lames en cas de doute. L'immunohistochimie est actuellement la technique spéciale la plus utilisée en complément de la morphologie. Il est donc indispensable d'attendre le résultat définitif de l'anatomopathologie et de ne pas prendre de décision sur un examen extemporané.

Les sarcomes des tissus mous sont définis comme les tumeurs malignes développées aux dépens du tissu conjonctif commun extrasquelettique et de ses variétés spécialisées : tissu adipeux, tissu musculaire strié, vaisseaux et système nerveux périphérique.

En sont exclus les sarcomes des viscères et des os qui posent des problèmes diagnostiques, thérapeutiques et évolutifs différents, de même que les tumeurs du tissu lymphoïde et du système nerveux central.

DIAGNOSTIC

Le diagnostic anatomopathologique nécessite un prélèvement représentatif, il est avant tout basé sur l'analyse morphologique microscopique standard d'un matériel prélevé et traité dans de bonnes conditions techniques. L'examen des coupes colorées habituellement à l'hématoxyline-éosine-safran (HES) recueille sur la lésion des informations à différents grandsissements intéressants sa taille, sa situation (cutanée, sous-cutanée, profonde), l'aspect des bords et la cellularité, l'architecture générale, l'aspect des cellules et du stroma, la présence de nécrose, les aspects et anomalies des noyaux et des cytoplasmes, la fréquence des mitoses. Ces lésions rares posent des problèmes spécifiques au pathologiste qui doit procéder par étapes et répondre successivement à trois ordres de questions.^[22]

■ S'agit-il réellement d'une tumeur, ou s'agit-il d'une lésion pseudotumorale ?

Les lésions pseudotumorales réactionnelles (fasciites pseudosarcomateuses et lésions apparentées : myosite proliférative, nodule à cellules fusiformes postopératoire) ont un aspect inquiétant et trompeur par leur croissance rapide, une importante cellularité, des atypies nucléaires et un index mitotique élevé qui peuvent en imposer pour une tumeur maligne. Il est capital de reconnaître ces lésions parfaitement bénignes qui guérissent après simple exérèse ou régressent parfois spontanément. Il est fondamental que le pathologiste soit parfaitement informé du contexte clinique et réalise un examen microscopique attentif en s'attachant tout particulièrement à l'aspect architectural de la lésion. L'immunohistochimie est, dans ces cas, d'un intérêt limité. Elle doit être pratiquée et interprétée avec circonspection : ces lésions sont riches en myofibroblastes et le profil immunohistochimique avec une positivité pour l'actine musculaire lisse n'est pas spécifique.

■ S'il y a tumeur, est-elle maligne ou bénigne, d'aspect atypique ou rare ?

Le diagnostic de malignité peut être difficile en particulier pour les tumeurs graisseuses : lipome ou liposarcome de bas grade « *lipoma-like* ». L'aspect radiologique (travées musculaires au sein de la lésion

en faveur du lipome), la taille et la topographie (les lésions profondes, intramusculaires, de plus de 5 cm sont suspectes) ou l'évolution (la récurrence d'un « lipome » doit faire suspecter un liposarcome) peuvent aider au diagnostic. La découverte de lipoblastes est nécessaire pour faire le diagnostic histologique de liposarcome : comme ils peuvent être rares au sein d'une tumeur très bien différenciée, cela conduit souvent à une sous-évaluation initiale du diagnostic. La cytogénétique peut aider au diagnostic de liposarcome bien différencié. L'étude cytogénétique moléculaire révèle précocement des anomalies nucléaires non visibles optiquement (chromosomes en anneaux surnuméraires, amplification sur le chromosome 12). Ces anomalies cytogénétiques sont actuellement effectuées dans le cadre de la recherche mais devraient être disponibles dans la pratique courante dans un avenir proche. De même, le diagnostic de malignité peut être difficile également pour certaines tumeurs à cellules fusiformes.

Dans le cas de certaines tumeurs des nerfs périphériques comme le schwannome cellulaire ou le schwannome avec dystrophies nucléaires, l'immunohistochimie peut apporter une aide efficace : la protéine S100 est habituellement fortement positive dans la majorité des cellules tumorales et ce type de résultat peut constituer un argument décisif pour le diagnostic de bénignité. Certaines tumeurs rares rencontrées dans les tissus mous peuvent présenter un profil immunohistochimique particulier : le paragangliome contient des cellules principales exprimant fortement la chromogranine A et des cellules sustentaculaires exprimant la protéine S100.

La connaissance des formes atypiques des tumeurs bénignes (exemple : forme cellulaire d'un histiocytofibrome cutané) et des tumeurs rares (exemple : lipome à cellules pléiomorphes) est la meilleure parade à cette possibilité de confusion et d'erreur. Il faut savoir interpréter les atypies nucléaires et la cellularité en fonction du contexte et rechercher attentivement la nécrose tumorale qui constitue un excellent signe en faveur de la malignité.

■ En cas de tumeur maligne : s'agit-il d'un sarcome ?

Devant une tumeur maligne indifférenciée, il convient d'éliminer formellement les tumeurs non conjonctives : carcinome, mélanome, ou lymphome qui peuvent prendre un aspect architectural (aspect de MFH, d'hémangiopéricytome...) et cellulaire (cellules pléiomorphes, fusiformes, rondes...) trompeur très évocateur d'un sarcome. Une plus grande attention doit être portée au contexte clinique (antécédents, localisation à la peau ou aux muqueuses, topographie ganglionnaire ou proximité d'organes), à la qualité de l'échantillonnage et à la recherche de certains éléments microscopiques comme une composante épithéliale ou mélanique typique.

En dehors du recours aux colorations spéciales (exemple : recherche de mélanine), c'est surtout l'immunohistochimie qui apporte une aide précieuse. Attendre le résultat définitif est essentiel et il ne faut pas prendre de décision sur un examen extemporané. L'immunohistochimie permet dans la majorité des cas d'identifier un carcinome (cytokératine et *epithelial membrane antigen* [EMA] positifs), un mélanome (vimentine, protéine S100 et HMB45 positifs), un lymphome (CD45 positif). Toutefois, il existe des cas dont l'identification reste difficile : certains carcinomes (rein, poumon, endomètre, thyroïde) exprimant la vimentine, certains sarcomes exprimant les marqueurs épithéliaux (sarcome épithélioïde, synoviosarcome), certains lymphomes n'exprimant pas l'antigène leucocytaire commun (CD45). Dans de telles circonstances, c'est l'évaluation de l'importance réciproque des caractères cliniques, morphologiques standards et immunohistochimiques qui conduit à suggérer le diagnostic le plus plausible.

CLASSIFICATION

■ Références

La classification de référence des sarcomes des tissus mous est la classification de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Tableau 2. – Classification histogénétique des tumeurs des tissus mous (Organisation mondiale de la santé [OMS] 1994)

| | |
|-----|--|
| 1. | Tumeurs du tissu fibreux |
| 2. | Tumeurs fibrohistiocytaires |
| 3. | Tumeurs adipeuses |
| 4. | Tumeurs musculaires lisses |
| 5. | Tumeurs musculaires striées |
| 6. | Tumeurs endothéliales des vaisseaux sanguins et lymphatiques |
| 7. | Tumeurs périvasculaires |
| 8. | Tumeurs synoviales |
| 9. | Tumeurs mésothéliales |
| 10. | Tumeurs du système nerveux |
| 11. | Tumeurs paraganglionnaires |
| 12. | Tumeurs cartilagineuses et osseuses |
| 13. | Tumeurs conjonctives et pluritissulaires |
| 14. | Tumeurs diverses |
| 15. | Tumeurs non classées |

Tableau 3. – Sarcomes des tissus mous et anomalies chromosomiques

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Synoviosarcome | t(X;18) (p11;q11) |
| Sarcome d'Ewing | t(11;22) (p24;q12) |
| Rhabdomyosarcome alvéolaire | t(2;13) (q37;q14) |
| Liposarcome myxoïde | t(12;16) (q13.3;p11.2) |
| Chondrosarcome myxoïde | t(9;22) (q31;q12.2) |
| Sarcome à cellules claires | t(11;22) (q13;q12) |

Proposée initialement en 1969, [23] elle a été révisée en 1994. [24] Elle répertorie les tumeurs bénignes et malignes en 15 grands types et environ 170 sous-types (Tableaux 2, 3). La complexité de cette classification se reflète dans la difficulté de la reproductibilité du diagnostic de type histologique avec des discordances entre pathologistes d'autant plus grandes qu'il s'agit de pathologistes non spécialisés dans ce domaine. [25]

Cette classification, dite à l'origine « histogénétique », fait référence à la différenciation en comparant la tumeur au type cellulaire qui lui ressemble le plus dans les tissus normaux (classification « analogique »). Elle ne préjuge pas de la cellule, du tissu ou de la structure qui peuvent avoir donné naissance à la tumeur.

Classer un sarcome revient donc à déterminer le phénotype des cellules tumorales (fibroblastique, musculaire lisse ou strié...) et cette détermination est d'autant plus aisée que la lésion est bien différenciée et qu'elle présente un profil morphologique facilement reconnaissable.

Quelques colorations spéciales restent d'utilisation courante et peuvent rendre service dans des situations précises : recherche de glycogène par la coloration au *periodic acide schiff* (PAS), de mélanine par la coloration de Fontana, d'une trame de réticuline intercellulaire par imprégnation argentique.

■ Immunohistochimie

Elle est actuellement la technique la plus importante. Elle est surtout utile pour confirmer un type de sarcome suspecté sur la morphologie, mais sa contribution dépend du type histologique envisagé. [26] Elle est souvent décisive pour un rhabdomyosarcome (desmine positive dans environ 90 % des tumeurs), un synoviosarcome (vimentine, cytokératine et EMA positifs), un sarcome vasculaire (sensibilité et spécificité du CD31 pour une différenciation vasculaire) et certains sarcomes rares comme le sarcome d'Ewing et les neuroépithéliomes des tissus mous (détection par l'anticorps O13 de la protéine membranaire correspondant au gène MIC2 hyperexprimé). Elle peut apporter une contribution pour un léiomyosarcome (desmine, actine musculaire globale, actine musculaire lisse positives), une tumeur des gaines des nerfs périphériques, ou un chondrosarcome extrasquelettique (protéine S100 positive).

■ Cytogénétique

Elle a permis de mettre en évidence des anomalies chromosomiques clonales caractéristiques de certains types histologiques de sarcomes

Tableau 4. – Sarcomes des tissus mous de l'adulte. Principaux types histologiques

| | |
|-------------------------|-----------|
| Histiocytofibrome malin | 30 % |
| Rhabdomyosarcome | 12 à 17 % |
| Liposarcome | 11 à 14 % |
| Synoviosarcome | 6 à 8 % |
| Fibrosarcome | 5 % |
| Neurosarcome | 6 à 8 % |
| Angiosarcome | 4 à 7 % |

BIOPSIE = SARCOME

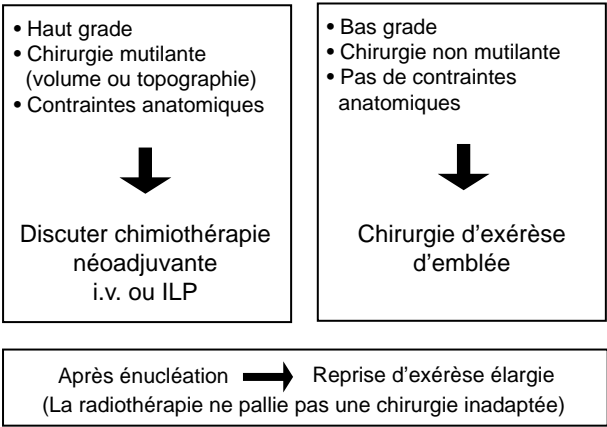


Figure 2 Démarche thérapeutique après la biopsie. ILP : isolated limb perfusion.

(Tableau 4). La mise en évidence d'une telle anomalie peut rendre service dans le cas d'un sarcome à cellules rondes qui s'avérera être un sarcome d'Ewing extrasquelettique par la démonstration d'une translocation t (11;22) (q24;q12), ou d'un sarcome à cellules fusiformes correspondant à un synoviosarcome monophasique par la mise en évidence d'une translocation (X;18) (p11;q11).

Délicates car nécessitant du matériel frais et rapidement mis en culture, ces techniques ont tendance à être complétées et remplacées par les techniques de la biologie moléculaire (*Reverse transcription-polymerase chain reaction* [RT-PCR], hybridation par fluorescence in situ [FISH]) qui permettent d'utiliser du matériel congelé et sous certaines conditions du matériel fixé et inclus en paraffine. C'est en particulier le cas du sarcome d'Ewing et des tumeurs apparentées où des transcrits anormaux correspondant aux gènes de fusion des remaniements chromosomiques peuvent être mis en évidence. [27–29]

GRADE

La définition du grade (en France, le plus utilisé est celui de la Fédération nationale des centres de lutte contre le cancer [FNCLCC]) tient compte de trois paramètres : le nombre de mitoses, le pourcentage de nécrose et la différenciation. [30] Les tumeurs de bas grades ont un risque métastatique faible et le pronostic est surtout local. Les tumeurs de hauts grades ont un risque métastatique élevé. Le grade est défini sur la tumeur initiale. Les récurrences ne sont pas gradées, mais si elles l'étaient, le grade serait souvent plus élevé. Les tumeurs de haut grade de malignité localement évoluée (Fig. 2) doivent faire discuter une chimiothérapie néoadjuvante en fonction des comorbidités du patient (voir paragraphe Chimiothérapie).

Facteurs pronostiques

Les sarcomes des tissus mous ont un potentiel évolutif à la fois local et métastatique conditionné essentiellement par les facteurs pronostiques suivants : [31, 32] la taille de la lésion, le caractère profond ou superficiel de la lésion, le développement intra- ou extracompartmental, le grade histologique et le caractère complet ou incomplet de l'exérèse chirurgicale. L'établissement de facteurs

pronostiques reproductibles permet de sélectionner des sous-groupes de patients susceptibles de bénéficier d'un traitement adjuvant.

RECHUTE LOCALE

La qualité de l'exérèse chirurgicale lors du traitement initial est le seul facteur retrouvé de façon constante et significative dans toutes les études comportant une analyse multivariée. L'exérèse large (taux de rechute locale de 5 à 15 %) doit être privilégiée au détriment des exérèses marginales toujours inadéquates (50 à 90 % de rechute locale), et a fortiori des exérèses intracapsulaires qui ne sont autres que de simples biopsies chirurgicales. Les traitements adjuvants actuels ne rattrapent en aucun cas une chirurgie de mauvaise qualité, et une reprise systématique du lit tumoral doit être proposée si la tumeur a été ouverte pendant l'intervention, si l'opérateur n'a pas envisagé qu'il pouvait s'agir d'un sarcome en préopératoire, et si l'exérèse est incomplète ou marginale.

RISQUE MÉTASTATIQUE

Le facteur pronostique le plus important est le grade histologique (90, 60 et 35 % de survie à 5 ans respectivement pour les grades 1, 2 et 3). L'influence de la rechute locale sur la survie globale est diversement appréciée dans la littérature. Dans de nombreuses séries rétrospectives récentes et portant sur un nombre important de patients, la rechute locorégionale est un facteur pronostique indépendant défavorable pour la survie.

Technique chirurgicale

EXTENSION LOCORÉGIONALE DES SARCOMES DES TISSUS MOUS

La connaissance du mode d'extension locale des sarcomes des tissus mous est indispensable pour comprendre les principes qui régissent l'exérèse chirurgicale.

L'extension locorégionale des sarcomes des tissus mous a été particulièrement étudiée par Bowden et Enneking. Les sarcomes des tissus mous croissent par poussée centrifuge à l'encontre des tissus adjacents. Contrairement aux carcinomes, l'aspect macroscopique d'une tumeur primitive est rarement infiltrant, ce qui donne une fausse impression de bénignité. Cette poussée entraîne, en périphérie de la tumeur, une compression des tissus, d'où l'apparence d'une délimitation nette. La pseudocapsule est donc constituée de cellules tumorales densifiées. La tumeur est d'ailleurs habituellement clivable au niveau de cette stroma-réaction (on parle d'énucléation). En périphérie de cette pseudocapsule, l'examen microscopique retrouve des éléments tumoraux. On comprend que l'énucléation simple en passant dans le plan de clivage naturel laisse en place des reliquats tumoraux microscopiques sources de récurrences. Des nodules satellites tumoraux peuvent migrer à distance de la tumeur primitive (skip métastases), surtout en cas de haut grade de malignité tumorale. Un autre mode de propagation locorégionale, indépendant du grade de malignité, est la migration des cellules tumorales le long de plans anatomiques de résistance, tels les fascias et aponévroses musculaires, les cloisons intermusculaires, les gaines vasculaires et nerveuses, le périoste, le trajet constitué par un drain chirurgical. Les barrières anatomiques ne sont que rarement et tardivement traversées ; elles déterminent des compartiments et sont à la base de la classification d'Enneking.

L'existence de ces barrières anatomiques est l'une des raisons qui rendent difficile d'apprécier la qualité de l'exérèse chirurgicale uniquement sur des marges données en centimètres ou millimètres. La texture du tissu constituant la marge chirurgicale est probablement un facteur important mais cela n'a pas été démontré. La classification d'Enneking est avant tout chirurgicale. Elle désigne le compartiment comme cible du traitement. Cette notion de compartiment s'applique essentiellement aux sarcomes des membres

où des loges anatomiques bien délimitées sont décrites. Un sarcome situé dans une loge musculaire est intracompartmental, en revanche, un sarcome situé dans la graisse qui entoure le nerf sciatique est extracompartmental. Les sarcomes rétropéritonéaux sont également extracompartmentaux.

L'extension ganglionnaire est rare dans les sarcomes des tissus mous de l'adulte (inférieure à 5 %). L'incidence d'envahissement ganglionnaire est plus élevée pour certaines formes histologiques : sarcome épithélioïde, sarcome synovial, sarcomes à cellules claires, rhabdomyosarcome.

DÉVELOPPEMENT DES TECHNIQUES MÉDICOCHIRURGICALES

Même en cas de chirurgie radicale (amputation de membre), environ 30 % des patients développent des métastases conduisant au décès dans la majorité des cas. Cela explique que depuis 25 ans, on assiste à une diminution du caractère mutilant de la chirurgie des sarcomes de membres rendue possible grâce au développement des techniques chirurgicales et aux associations thérapeutiques médicochirurgicales.

En 1975, Suit^[33] obtenait des taux de survie équivalents chez des patients irradiés après chirurgie extracompartmentale (c'est-à-dire en enlevant toute la ou les loges musculaires sièges de la tumeur et en sectionnant les insertions tendineuses) et chez des patients amputés. Ces résultats ont été confirmés en 1983 par Rosenberg^[34] dans une étude randomisée. En 1986, Collin et Henneking ont démontré qu'une exérèse large (fonctionnellement moins mutilante : exérèse de la tumeur entourée d'une marge de tissu sain) suivie d'une irradiation systématique assurait les mêmes taux de contrôle local qu'une chirurgie extracompartmentale associée à une irradiation systématique.

La chirurgie doit cependant être impérativement carcinologique et répondre à des règles strictes afin d'éviter aux patients des exérèses itératives pouvant aboutir à des gestes mutilants qui auraient pu être évités.

Les facteurs de risque de récurrence locale liés au traitement et au fait qu'il s'agit déjà d'une récurrence sont des marges chirurgicales insuffisantes.

L'objectif chirurgical est donc double : d'une part obtenir des marges histologiques saines et éviter toute effraction tumorale et d'autre part maintenir la fonction. Le développement récent de l'utilisation de lambeaux de reconstruction permet de respecter ce contrat et d'éviter des indications d'amputation sur les tumeurs localement évoluées ou les récurrences, en particulier en territoire irradié. En effet, la possibilité d'apporter un lambeau de couverture musculocutané sur le site d'exérèse permet au chirurgien oncologue d'effectuer d'emblée l'exérèse optimale (R0) même dans le cas de tumeurs localement évoluées ou de reprise après un geste initial inadéquat (par exemple : drainage tumoral pour un diagnostic supposé d'hématome avec envahissement secondaire de la peau, liposuction avec envahissement des zones décollées et des orifices de trocart, cicatrices étagées ou transversales à l'axe du membre).

TRAITEMENT CHIRURGICAL DE LA TUMEUR PRIMITIVE

Le traitement chirurgical ne doit pas se décider sans un bilan d'extension complet (scanner thoracique ++). L'essaimage est hémotogène : métastases pulmonaires essentiellement, plus métastases dans les tissus mous et l'abdomen dans certains sous-types histologiques (liposarcomes myxoïdes, sarcomes à cellules claires). Les métastases ganglionnaires sont rares et concernent le plus souvent certains sous-types histologiques : synoviosarcomes, sarcomes épithélioïdes, sarcomes à cellules claires, rhabdomyosarcomes.

Il ne faut pas faire un traitement chirurgical mutilant si le patient est métastatique (Fig. 2).

■ Règles générales de l'exérèse chirurgicale

La voie d'abord doit se faire dans l'axe des membres, de façon à pouvoir repérer en premier les structures éventuellement limitantes

que sont les vaisseaux et les nerfs et à pouvoir sectionner le ou les muscles en amont et en aval de la tumeur. Dans le cas des sarcomes de la paroi thoracique, l'incision doit être faite dans l'axe des côtes de façon à pouvoir les réséquer si nécessaire.

La cicatrice doit être axiale sauf dans les plis de flexion, de façon à pouvoir être reprise facilement en cas de récurrence. Il faut donc proscrire les plasties types plasties en Z.

La chirurgie doit être effectuée en un bloc, tumeur entourée de tissu sain d'emblée. [35-37] Les zones de section étant bien définies sur l'imagerie préopératoire en fonction des contraintes anatomiques, il n'est donc pas indiqué de faire des recoups musculaires (qui sous-entendent que l'on a d'abord énucléé la tumeur puis effectué les recoups pour réséquer le « coquetier » de la tumeur, ce qui expose en pratique à une contamination du champ opératoire même si les marges définies in fine sur les recoups par l'anatomopathologiste sont saines).

Lors de l'intervention, des clips de repérage sont placés au niveau des sites où les marges sont minimales.

On effectue le moins de décollements cutanés possible afin de limiter les sites opératoires susceptibles de récurrences. Dans les cas d'envahissement musculocutané important, il faut prévoir en préopératoire la mise en place d'un lambeau musculocutané de couverture. Dans certains cas, il existe des envahissements vasculaires pouvant amener à la réalisation de pontages.

Le curage ganglionnaire n'est pas systématique.

Les drainages sont systématiquement placés dans l'axe et à proximité de la cicatrice afin de pouvoir être repris facilement en cas de récurrence et limiter les champs d'irradiation postopératoire.

La pièce d'exérèse est envoyée à l'anatomopathologie fixée sur un liège avec schéma permettant de parfaitement orienter la pièce et en ayant repéré les marges minimales par des fils.

■ Types d'exérèses chirurgicales

Généralités

Les différentes modalités d'exérèse sont définies par rapport aux notions anatomiques d'extension tumorale énoncées préalablement et en fonction de la marge minimales d'exérèse. Toutes ne sont pas carcinologiques. Les anciennes publications comparaient traitement conservateur versus amputation. Depuis, il est clairement apparu que ce sont les marges histologiques qui sont le facteur thérapeutique essentiel. Or, une amputation peut être marginale sur le plan histologique et une chirurgie conservatrice peut être large avec des marges saines. Le standard actuellement est d'effectuer une exérèse large avec des marges histologiques saines de manière circonférentielle. La quantité de cette marge n'est pas encore définie de manière précise. C'est la marge minimales qui compte.

Le caractère « large » de la chirurgie ne préjuge pas du type d'intervention mais de l'étude anatomopathologique des marges chirurgicales. Les techniques de reconstruction par lambeaux et pontages vasculaires ont élargi les possibilités de chirurgie large mais conservatrice du membre dans les cas de tumeurs localement évoluées ou anatomiquement mal placées. Dans les séries récentes, les taux d'amputation pour des tumeurs primitives sont inférieurs à 10 %.

Exérèse intracapsulaire (effraction tumorale)

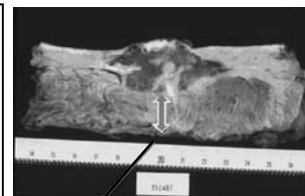
Elle correspond à une exérèse par fragmentation de la tumeur ou à un drainage de la tumeur (sur un diagnostic préopératoire erroné le plus souvent, par exemple d'hématome ou d'abcès).

Lorsqu'il n'est pas explicite dans le compte rendu opératoire, ce type d'exérèse peut être suspecté si l'anatomopathologiste décrit dans son compte rendu plusieurs fragments tumoraux. Une effraction tumorale expose à une poursuite évolutive plus ou moins rapide en fonction du grade de la tumeur. Il est important de la définir, car il s'agit d'une indication formelle de reprise chirurgicale et la radiothérapie ne pallie pas une chirurgie inadaptée (mais peut compliquer la reprise).

EXÉRÈSE « LARGE »

« Large » ne concerne pas le volume de la tumeur réséquée ou l'impression du chirurgien, mais la quantité de tissu sain autour déterminée par l'anatomopathologiste +++

- Marges de tissu sain tout autour de la tumeur (R0)
- Le pronostic local est lié à la marge minimale ++
- La quantité et la qualité du tissu constituant la marge comptent :
 - barrière anatomique (aponévrose, périoste, épimèvre)
 - 2 cm théoriques de muscle



Marges circonférentielles de tissus sains = R0

Figure 3 Exérèse large.

Exérèse marginale (ou énucléation ou biopsie-exérèse)

L'exérèse marginale correspond à l'ablation de la tumeur sans tissu sain en périphérie en passant dans le plan de clivage naturel. Le plan de clivage se situe au niveau de la pseudocapsule, laissant toujours en place un reliquat tumoral microscopique dans les tissus adjacents. Pratiquée seule, l'énucléation expose le patient à un risque de rechute locale de 50 à 93 % (Yang, 1993). Techniquement, la difficulté est de ne pas énucléer la tumeur qui, spontanément, glisse le long des plans musculaires.

Exérèse large : c'est le standard chirurgical

La tumeur est emportée en bloc avec une marge de tissu sain sur toute sa surface, sans être vue au cours de la dissection. Le caractère « large » de la chirurgie ne dépend pas de ce qu'on enlève, mais de la qualité des marges chirurgicales définie par l'anatomopathologiste sur l'ensemble de la périphérie de la tumeur. Ce n'est donc pas parce que la pièce est volumineuse que l'exérèse est large. L'exérèse large a donc une définition clinique et anatomopathologique. Paradoxalement, une désarticulation iliaque peut être marginale si la tranche de section est envahie. La quantité de tissu sain à obtenir autour de la tumeur varie largement selon les auteurs. Par ailleurs, aucune publication ne tient compte de la nature du tissu qui constitue cette marge. L'exérèse large consiste à emporter 1 à 2 cm de tissu sain dans tous les plans et/ou une barrière anatomique (par exemple, l'aponévrose) (Fig. 3). Réaliser une exérèse large est évidemment plus simple et plus facilement fonctionnel lorsque la tumeur est petite ou intracompartmentale, située dans le chef musculaire d'un muscle volumineux comme le quadriceps que lorsqu'elle est extracompartmentale (par exemple rétropéritonéale) ou située à proximité de structures limitantes (vaisseaux, nerfs). Lorsqu'on réalise une exérèse large, on ne va pas « disséquer » la tumeur, on passe d'emblée à distance à des niveaux préalablement définis sur l'imagerie. De plus, disséquer la tumeur à son contact expose au risque de l'ouvrir car ces lésions, souvent nécrotiques, peuvent être friables. Ouvrir la tumeur ensemence le champ opératoire de cellules tumorales, et faire des recoups musculaires dans le même temps opératoire à la suite d'une effraction n'évite donc pas les reliquats microscopiques.

Exérèse extracompartmentale

Décrite par Bowden et développée par Enneking, elle vise à enlever la totalité d'un compartiment avec ses structures anatomiques limitantes et la totalité du contenu, emportant les muscles et leurs aponévroses de leur origine à leur terminaison et emportant les troncs vasculonerveux et le squelette inclus ou au contact. Comme les tendons sont désinsérés au niveau des articulations, les champs d'irradiation qui incluent la cicatrice d'exérèse sont plus larges et

comprennent les articulations. Les inconvénients de ce type d'exérèse sont donc l'importance des séquelles fonctionnelles. Ce type d'intervention ne correspond plus au standard chirurgical.

Amputations ou désarticulations

Il s'agit d'un type d'intervention qui ne préjuge pas de son caractère large ou non. Des marges larges passant en tissu sain sont plus facilement obtenues par amputation (surtout si la lésion est distale) expliquant un taux de rechute locale de 0 à 20 %. Mais une désarticulation carcinologique (marges saines) n'est pas toujours possible car la tumeur peut s'étendre au niveau de section théorique (en particulier dans des cas de récurrence) (par exemple, une tumeur de la racine de la cuisse s'étendant au-dessus du niveau de section iliaque d'une désarticulation). Lorsque l'on réalise un traitement conservateur pour une récurrence proximale de sarcome de membre, il faut faire attention de ne pas compromettre une amputation carcinologique ultérieure par des prolongations inadaptées d'incisions chirurgicales.

■ Reconstructions [38, 39]

L'apport du lambeau évite des décollements cutanés excessifs qui sont le site potentiel de récurrence locale et permet l'exérèse de cicatrices initiales inadaptées en particulier perpendiculaires à l'axe du membre ou à la suite de plastie en Z (la reprise d'exérèse dans ces cas impose la double contrainte d'effectuer l'exérèse de la cicatrice précédente et des zones de décollement et d'effectuer l'exérèse élargie dans l'axe du membre). L'apport de tissu sain sur ces sites d'exérèse étendus permet une cicatrisation rapide en évitant une fermeture sous tension ou un espace mort qui sont sources de désunions cutanées et qui retardent l'irradiation postopératoire si elle est nécessaire. Les lambeaux permettent des exérèses en territoire irradié. Les récurrences en territoire irradié nécessitent l'apport de tissus bien vascularisés pour éviter le risque de désunion de la cicatrice en particulier lorsqu'elles exposent des axes vasculaires majeurs ou des pontages.

Le prélèvement du lambeau doit être effectué avec une instrumentation différente de celle de l'exérèse en séparant les champs s'il s'agit d'un lambeau libre.

Par rapport aux lambeaux pédiculés sur leur axe vasculaire, l'utilisation de lambeaux libres (micro-anastomose de l'axe vasculaire du lambeau pris à distance avec un pédicule vasculaire situé à proximité du site d'exérèse) apporte plusieurs avantages qui doivent être discutés au moment du choix de la technique de couverture. Les lambeaux libres sont toujours réalisables même dans des régions où les lambeaux pédiculés ne seraient pas disponibles ou bien lorsque les interventions précédentes ont éliminé cette solution locorégionale. Ils permettent de ne pas aggraver (par la prise du lambeau elle-même s'il est pédiculé) la fonction d'un membre déjà altérée par l'exérèse chirurgicale. Ils évitent de mettre en contact le site d'exérèse et le site de prélèvement, ce qui diminue l'aire de la cicatrice et permet de diminuer le champ d'irradiation. Par ailleurs, cela évite de devoir reprendre les deux en même temps en cas de récurrence.

REPRISES D'EXÉRÈSES ÉLARGIES (Fig. 4)

■ Geste initial

Fréquemment, les patients sont opérés sans imagerie ni diagnostic histologique, sur des diagnostics d'hématomes ou d'abcès, ce qui entraîne des gestes inadaptés tels que drainage ou parfois liposuction, ce qui favorise l'essaimage local et le risque de récurrence. Dans l'ensemble des séries de reprises systématiques après chirurgie première inadaptée, la fréquence des reliquats tumoraux microscopiques visibles à l'examen microscopique est de 50 %. [40-43] L'irradiation ne pallie pas une chirurgie inadaptée et on s'expose aux récurrences précoces en territoire irradié. La survie sans récurrence locale est améliorée après reprise systématique. Lorsqu'il n'existe pas de reliquats tumoraux sur la pièce de reprise après une chirurgie

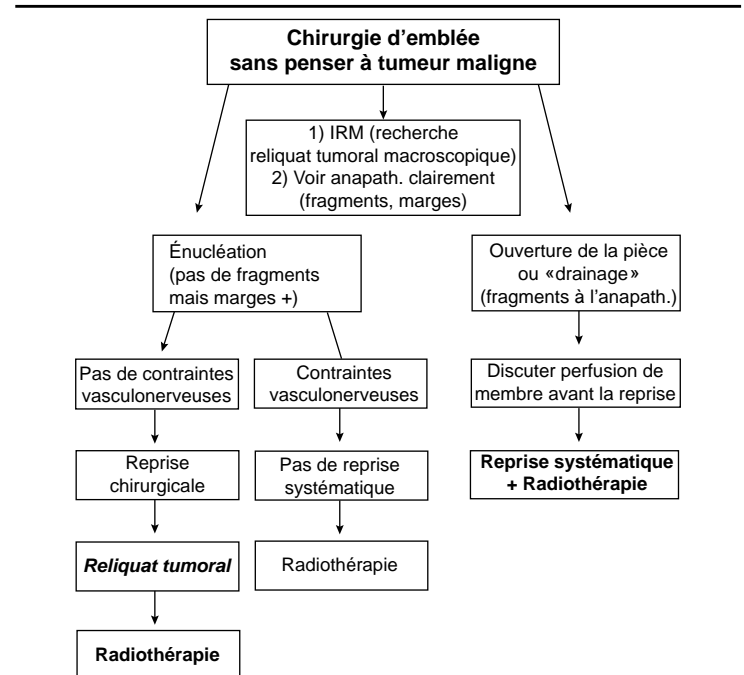


Figure 4 Indications de reprises chirurgicales après chirurgie initiale inadaptée.

inadaptée, cela ne signifie pas qu'il n'y en a pas, mais que les coupes de l'anatomopathologiste ne sont pas passées dessus ceci d'autant que les reliquats, lorsqu'ils sont microscopiques, sont difficiles à identifier dans la fibrose inflammatoire de l'intervention précédente.

■ Indications de la reprise

Pour porter l'indication d'une reprise d'exérèse, il est indispensable d'avoir le compte rendu opératoire et le compte rendu anatomopathologique.

Si le patient a été opéré d'emblée sans penser à une lésion maligne et qu'il a été effectué une énucléation (exérèse type R1) sans ouverture de la pièce, on sait que l'on a 60 % de risques de récurrences locales si on ne fait pas de reprise élargie. Il ne faut pas attendre la récurrence locale car elle peut être multifocale ou comportant des clones cellulaires plus indifférenciés et imposer des chirurgies plus mutilantes qu'une reprise systématique. La radiothérapie ne supplée pas une chirurgie inadéquate.

Deux situations se présentent :

- soit la tumeur était au contact de structures vasculonerveuses et, dans ce cas, une reprise élargie serait difficile et on ne fait pas des résections « systématiques » de structure nobles comme les vaisseaux ou les troncs nerveux majeurs ;
- soit la tumeur n'était pas au contact de structures vasculonerveuses et, dans ce cas-là, il faut envisager une reprise chirurgicale.

S'il y a eu une ouverture de la pièce, ou bien un drainage sur le diagnostic d'hématome ou d'abcès, ou bien une « liposuction » (qui peuvent être objectivés par la fragmentation de la pièce à l'anatomopathologie) il faut envisager systématiquement une reprise chirurgicale suivie de radiothérapie. Dans ces cas pourrait se discuter une perfusion de membre avant la reprise. On peut faire une IRM avant d'envisager la reprise chirurgicale qui peut montrer un reliquat macroscopique.

Dans tous les cas, si une reprise d'exérèse systématique est envisagée, il faut attendre la cicatrisation de l'intervention précédente pour éviter de mettre en contact l'ancien site d'exérèse et le nouveau. La cicatrice précédente et les orifices de drainage doivent être réséqués.

S'il y a eu une IRM avant la première intervention, on résèque les muscles situés initialement autour de la tumeur. S'il n'y avait pas eu d'imagerie avant la première intervention, la reprise est difficile car

il faut empiriquement définir la topographie présumée de la tumeur en fonction de sa taille et de la description de la première intervention. Une IRM postopératoire effectuée avant la reprise chirurgicale peut aider s'il existe un reliquat macroscopique.

APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DE LA CHIRURGIE : ÉVALUATION DES MARGES CHIRURGICALES PAR L'ANATOMOPATHOLOGISTE

Les marges chirurgicales sont appréciées de façon circonférentielle. Le mieux est d'avoir un schéma sur le liège de manière à orienter l'anatomopathologiste. C'est la marge minimum qui compte.

L'anatomopathologiste définit la qualité de l'exérèse selon les critères de l'Union internationale de lutte contre le cancer (UICC) (R classification de l'UICC dans la quatrième édition TNM) :

- R0 : marge microscopique saine, la marge minimale est définie en millimètres en précisant la qualité du tissu la constituant et le chirurgien a précisé dans le compte rendu opératoire le facteur limitant à ce niveau l'exérèse (structure vasculaire, nerveuse) ;
- R1 : existence d'un résidu microscopique, il existe une marge envahie sur le plan microscopique, c'est typiquement ce que l'on obtient après une énucléation ;
- R2 : existence d'un résidu macroscopique, c'est le chirurgien qui doit l'indiquer dans son compte rendu opératoire.

Radiothérapie

Le facteur essentiel de risque de rechute locale est la qualité de l'exérèse chirurgicale, définie par la marge finale de résection. L'adjonction d'une radiothérapie après chirurgie inadéquate peut améliorer le contrôle local, mais sans pouvoir atteindre celui obtenu après chirurgie adéquate. En cas de chirurgie inadaptée ou non programmée, il faut systématiquement discuter en milieu spécialisé une reprise d'exérèse.

HISTORIQUE

Dans les années 1970, la radiothérapie a progressivement trouvé sa place dans une approche conservatrice des sarcomes des membres avec possibilité de préserver une bonne fonction des membres dans près de 80 % des cas. [44-46] Même si les marges de résection et les modalités de l'irradiation (dose, volume) ne sont pas toujours précisées dans ces premières études, le taux de récurrence locale varie entre 10 et 30 %. Une première étude randomisée a validé l'approche conservatrice même si elle était petite, incluant 43 patients. Elle a montré ainsi que le taux de contrôle local (100 versus 85 %), ainsi que le taux de survie sans maladie (81 versus 78 %) des patients amputés étaient équivalents à ceux des patients ayant eu un traitement conservateur. [47] Dès lors, la chirurgie conservatrice suivie d'irradiation s'est donc imposée comme le traitement de référence des sarcomes des membres. Trois études randomisées ont confirmé depuis que la radiothérapie diminuait le risque de récurrence locale. [47-49]

QUELLES MODALITÉS DE RADIOTHÉRAPIE ?

■ Radiothérapie postopératoire externe : volume et dose

Volume

Classiquement, le volume d'irradiation est compartimental correspondant à la loge anatomique musculaire où siège la tumeur, mais cette radiothérapie compartimentale n'apporte pas d'avantages significatifs en termes de contrôle local par rapport à une radiothérapie plus localisée et la tendance actuelle est donc de réduire celui-ci. En effet, les complications sont fonction du volume de la lésion, du volume d'irradiation, de la dose totale, et elles surviennent plus fréquemment aux membres inférieurs.

De toute façon, tout le lit opératoire et donc la cicatrice ainsi que les orifices et trajets de drainage doivent être inclus dans le volume d'irradiation. Les marges autour du lit opératoire sont variables selon les auteurs, mais il semble que celles-ci doivent être au moins de 5 cm. Ainsi les patients traités avec des faisceaux incluant une marge de sécurité minimale de 5 cm ont un taux de contrôle local de 93 contre 30 % en cas de marge plus faible. En cas d'hématome postopératoire, celui-ci devrait être inclus dans le volume d'irradiation initial.

Dose

Aucune étude randomisée n'a cherché à définir la dose optimale après chirurgie. L'étude de la littérature montre une tendance à la réduction de la dose totale. Le traitement le plus fréquent actuellement est une dose de 50 Gy plus ou moins un complément sur un volume réduit de 10-15 Gy. Certains modulent la dose sur le volume réduit selon l'état des marges ou selon le grade de différenciation.

■ Radiothérapie préopératoire

Plusieurs équipes, en particulier nord-américaines, ont publié des résultats encourageants obtenus avec une radiothérapie (RT) préopératoire suivie d'une chirurgie pour des lésions localement avancées. D'après Suit et al., les résultats sont d'autant plus intéressants que les lésions sont volumineuses. [50] Les avantages et inconvénients font l'objet de controverses. Une étude randomisée a été conduite au Canada comparant une radiothérapie préopératoire à la dose de 50 Gy à une radiothérapie postopératoire (50 ± 10-16 Gy). Les complications aiguës sont plus fréquentes avec la radiothérapie préopératoire. Les complications à long terme sont plus fréquentes dans le bras radiothérapie externe (RTE) postopératoire (fibrose et œdème). Avec un suivi médian de 3,3 années, le taux de rechutes locales est identique dans les deux bras (7 %). Cette étude a été récemment publiée. [51] Une étude sur cette population de patients s'est plus particulièrement intéressée aux conséquences fonctionnelles après RT préopératoire ou RT postopératoire. [52] Le timing a peu d'impact sur la qualité de vie et les conséquences fonctionnelles avec un recul de 2 ans. Ce sont surtout les problèmes de cicatrisation et les caractéristiques de la tumeur (exérèse incomplète préalable, résection d'un nerf, taille de la lésion) qui ont des conséquences sur le résultat fonctionnel.

■ Curiethérapie

La curiethérapie peropératoire est généralement faite à bas débit de dose, par iridium 192. Elle peut être utilisée seule avec des résultats intéressants en termes de contrôle local (67 à 90 %). [53, 54] Elle nécessite une bonne coordination entre chirurgien et curiethérapeute. Elle ne peut être proposée dans tous les cas selon la taille ou la localisation. Les résultats sont particulièrement intéressants chez des patients ayant une récurrence locale ou en cas d'envahissement vasculonerveux, le contrôle local étant supérieur à 60 % et permettant d'éviter l'amputation.

■ Association curiethérapie et radiothérapie externe

L'association curiethérapie-RTE semble particulièrement intéressante chez les patients ayant des marges histologiques positives (si une reprise chirurgicale n'est pas possible). Les avantages de la curiethérapie sont multiples : le lit tumoral reçoit une dose élevée alors que les tissus sains sont bien épargnés. La mise en place des tubes plastiques vecteurs en cours d'intervention permet de très bien localiser le lit tumoral. Ce dernier serait mieux oxygéné en phase postopératoire immédiate et l'on connaît la possible importance de l'oxygénation comme facteur pronostique.

PEUT-ON ÉVITER LA RADIOTHÉRAPIE ?

Si l'association radiochirurgicale avec exérèse large et radiothérapie reste le traitement local de référence pour les sarcomes des extrémités, un sous-groupe de patients ayant un faible risque de récurrence locale peut être dégagé.

Ainsi parmi les patients ayant une lésion de moins de 5 cm, le risque de rechute locale varie entre 7 et 10 %.^[55, 56] Ils peuvent donc être traités par chirurgie exclusive à condition que les marges soient suffisantes (plus de 1 cm). Il en va de même des patients ayant un sarcome superficiel ou strictement intracompartimental où le risque de rechute locale après chirurgie exclusive est de 6,5 %.^[57]

Pour les sarcomes supérieurs à 5 cm, les attitudes ne sont pas univoques.^[58]

Une chirurgie conservatrice exclusive peut donc être discutée d'après des études rétrospectives mais cela reste à valider par une étude prospective (chirurgie large adaptée d'emblée pour des sarcomes des tissus mous superficiels, de petite taille et de faible grade).

Chimiothérapie

CHIMIOTHÉRAPIE NÉOADJUVANTE SYSTÉMIQUE

Les objectifs de la chimiothérapie néoadjuvante, première ou d'induction, visent à diminuer le volume tumoral initial afin de faciliter le temps opératoire, agir précocement sur les métastases infracliniques, mais surtout tester la chimiosensibilité tumorale in vivo afin de mieux sélectionner des patients pouvant bénéficier d'une éventuelle chimiothérapie adjuvante.

Les patients présentant un sarcome des tissus mous localement évolué et/ou de haut grade de malignité sont des candidats potentiels à une chimiothérapie première.

Une seule étude randomisée a posé l'intérêt d'une chimiothérapie première. Coordonnée par l'Organisation européenne de recherche sur le traitement des cancers (EORTC) et ouverte en 1985, cette étude, portant sur 150 patients, comparait trois cycles de chimiothérapie (AI-50) suivis de la chirurgie, à la chirurgie seule sur des sarcomes localement avancés, considérés cependant comme techniquement opérables. Malgré un taux de réponse objective de 28 % dans le bras chimiothérapie, le nombre d'amputations, la survie sans récurrence et la survie globale sont identiques dans les deux bras thérapeutiques. Ces résultats décevants doivent être interprétés prudemment compte tenu de la nature de la chimiothérapie (anthracycline administrée à des doses considérées aujourd'hui comme insuffisantes), du nombre de cycles de celle-ci et des caractéristiques cliniques hétérogènes de la population étudiée (tumeur [T] > 8 cm, T < 8 cm de grade 2 et 3, rechute locale, chirurgie initiale incomplète, T toutes opérables d'emblée).

PERFUSION DE MEMBRE ISOLÉ SOUS CIRCULATION EXTRACORPORELLE

Malgré les associations médicochirurgicales classiques, un petit pourcentage de patients gardait une indication d'amputation en particulier lorsqu'il s'agissait de récurrence itérative. Lorsqu'il s'agit de récurrences de sarcomes distaux des membres inférieurs ou d'un doigt autre que le pouce, la qualité des résultats fonctionnels d'un bon appareillage en cas d'amputation reste concurrentielle d'un traitement à tout prix conservateur mais qui peut être fonctionnellement mutilant. En revanche, les amputations proximales du membre inférieur ne supportent pas la comparaison avec un traitement conservateur. De même, aucune prothèse n'a jamais remplacé un bras. C'est donc en particulier dans les cas où la chirurgie conservatrice apporte un avantage certain que se discutent des traitements combinés associant à présent la perfusion de membre isolé sous circulation extracorporelle (CEC) avec du *tumour necrosis factor* (TNF) et du melphalan.

■ Principe

Des canules artérielles et veineuses sont mises en place à un niveau qui dépend de la topographie tumorale. Pour le membre inférieur, on effectue une perfusion iliaque ou fémorale. Pour le membre supérieur, on effectue une perfusion axillaire ou sous-claviaire. Un

garrot est placé à la racine du membre avant que la CEC ne soit mise en route puis les canules sont reliées à une ligne artérielle et à une ligne veineuse, reliées elles-mêmes à la pompe de circulation extracorporelle. Le bloc pompe de CEC/oxygénateur est relié à un bloc thermique permettant d'atteindre une température dans les tissus de 38 °C. Les médicaments sont directement injectés dans la ligne artérielle de la pompe de CEC. Comme le membre est isolé du reste de la circulation générale, il est possible de dépasser les doses possibles en systémique, contrairement à de l'intra-artériel simple.

■ Historique de la perfusion de membre sous circulation extracorporelle

La technique de perfusion de membre isolé par un garrot a été décrite initialement par Creech en 1958.^[59] Son objectif est d'administrer des concentrations de médicaments dix fois supérieures aux doses systémiques tolérables afin de diminuer au maximum le volume tumoral tout en minimisant les effets généraux secondaires. Jusqu'en 1990, différents antimitotiques ont été évalués selon ce mode d'administration mais ont tous été arrêtés dans les indications de sarcome en raison de taux de réponses objectives inférieurs à 10 %. Cette technique a donc été abandonnée dans des indications de sarcome mais est restée utilisée dans des indications de métastases en transit de mélanome où l'administration de melphalan seul à la dose de 10 mg l⁻¹ de membre perfusé permettait d'obtenir des taux de réponse objective de l'ordre de 70 % tout en évitant la neurotoxicité des autres médicaments.

Le *tumour necrosis factor α* (TNFα) a été découvert en 1975.^[60] Plusieurs études de phase I^[61] ont permis de déterminer la dose maximum tolérable (DMT) située entre 150 et 200 µg m⁻². Plusieurs études de phase II ont été réalisées de 1985 à 1990 sur différents types tumoraux.^[62] Les taux de réponses objectives ne dépassant pas 10 %, ce médicament a été progressivement abandonné par voie générale en monothérapie.

En 1992, Lejeune et Lienard^[63] rapportent sur des mélanomes et des sarcomes localement évolués 89 % de réponses objectives en utilisant le TNFα à fortes doses associé à du melphalan et initialement à de l'interféron gamma par voie sous-cutanée. L'idée était d'utiliser le TNFα à fortes doses en utilisant la technique de perfusion de membre isolé sous circulation extracorporelle et en l'associant au melphalan qui était le médicament le plus efficace et le mieux toléré par cette voie d'administration.

De façon empirique, la dose de TNFα a été fixée à 4 mg pour le membre inférieur et 3 mg pour le membre supérieur, c'est-à-dire 10 fois la DMT. L'interféron gamma a été secondairement abandonné car il majorait la toxicité sans augmenter les taux de réponse.^[64]

L'utilisation du TNFα à hautes doses impose (en raison de la cardiotoxicité) un contrôle instantané isotopique des fuites de médicaments du membre vers la circulation générale afin de corriger les paramètres de la CEC si nécessaire.

En 1996, Eggermont^[65] rapporte les résultats d'une étude multicentrique européenne portant sur 186 patients (10 centres pendant 5 ans d'inclusion) atteints d'un sarcome de membre et dont l'indication initiale avant perfusion était une amputation. Le taux de réponse objective était de 75 %, dont 28 % de réponses complètes. Ces réponses objectives ont permis une conservation des membres dans des proportions équivalentes, ce qui a contribué à l'obtention de l'autorisation de mise sur le marché (AMM) du TNFα en avril 1999. Ces résultats ont été confirmés par d'autres équipes.^[66] Depuis juin 2000, des perfusions de membre avec du TNFα sont effectuées en France dans des indications de sarcomes localement évolués. En juin 2003,^[67] il a été montré dans une étude randomisée comparant quatre doses de TNFα qu'une dose de 1 mg était suffisante et donnait les mêmes taux de réponses complètes que les doses fortes (4 mg pour le membre inférieur et 3 mg pour le membre supérieur). Le retentissement des fuites de TNFα à pourcentage équivalent est moindre. Dans cette étude, le taux de réponses complètes radiologiques est de 36 % et le taux de réponses complètes histologiques (0 % cellules viables) est de 13 % avec 14 % de très bons répondeurs (moins de 10 % de cellules viables).

■ Indications de la perfusion de membre isolé

Les patients qui relèvent de ce traitement médocochirurgical néoadjuvant sont ceux dont l'exérèse serait susceptible d'entraîner des séquelles fonctionnelles importantes (perte de plusieurs muscles ou de nerfs), voire de nécessiter une amputation.

Les patients dont la topographie initiale de la tumeur ne permettrait pas, dans l'immédiat, d'avoir des marges suffisantes, par exemple en cas de localisation à proximité d'un axe artériel, sont également des candidats à ce type de prise en charge.

La rétraction ou la nécrose de la tumeur après perfusion de membre permet secondairement d'améliorer la qualité des marges ou d'avoir des marges correspondant à de la nécrose et non de la tumeur, et donc de diminuer le risque de récurrence.

Certains sous-types histologiques comme les angiosarcomes répondent particulièrement bien à ce type de traitement.

L'objectif de ce nouveau traitement est donc d'améliorer la qualité de vie des patients en permettant un traitement conservateur et carcinologique.

CHIMIOTHÉRAPIE ADJUVANTE

La chimiothérapie adjuvante a pour but de diminuer l'incidence des récurrences locales et des métastases, et donc d'améliorer théoriquement la survie sans récurrence (SSR) et la survie globale (SG). Les schémas thérapeutiques adjuvants les plus utilisés sont la doxorubicine seule (A) ou en association avec l'ifosfamide (AI), le cyclophosphamide, le déticène et la vincristine (Cyvadic®). Sur les 13 études randomisées comparant l'abstention thérapeutique à une chimiothérapie après l'exérèse d'un STM de haut grade de malignité (grade 2 et 3), deux montrent une amélioration significative de la SG en faveur de la chimiothérapie adjuvante et quatre une amélioration de la SSR par le biais principalement d'une diminution du taux de récurrence locale.^[68]

Une méta-analyse sur données individuelles des patients inclus dans ces 13 études randomisées a confirmé l'impact de la chimiothérapie sur l'incidence de la rechute locale (bénéfice de 5 % à 5 ans) et métastatique (bénéfice de 9 % à 5 ans), mais ne modifie pas significativement la SG, même si le bénéfice escompté de la chimiothérapie est voisin de 4 % à 5 ans.^[69] Cette méta-analyse autorise encore la poursuite d'études randomisées comparant une chimiothérapie adjuvante à une simple surveillance.

Ces résultats doivent être pondérés par les résultats préliminaires d'une étude randomisée italienne menée de 1992 à 1996 et portant sur des patients présentant exclusivement un STM des extrémités.^[70] Cette étude, qui comparait une chimiothérapie adjuvante associant des fortes doses de 4-épiadriamycine (120 mg m⁻² sur 2 jours) et d'ifosfamide (1,8 mg m⁻² j⁻¹ du J1 au J5) à une simple surveillance, a dû être prématurément interrompue après l'inclusion de 104 patients, devant une amélioration très significative de la SSR ($p < 0,001$) et de la SG ($p = 0,007$) des patients inclus dans le bras « chimiothérapie ». Ces résultats, qui méritent bien entendu d'être validés sur un suivi plus long des patients, peuvent être expliqués par deux paramètres non forcément indépendants l'un de l'autre :

- un groupe de patients très homogène avec des STM développés exclusivement au niveau des membres ;
- une chimiothérapie adjuvante comportant pour la première fois des fortes doses d'ifosfamide (dose totale de 9 g m⁻²) administrée selon un schéma fractionné (5 jours).

Nul doute que la réactualisation prochaine de la méta-analyse qui tiendra compte des études plus récentes (la dernière citée et celle en cours de l'EORTC) permettra certainement de mieux définir la place de la chimiothérapie adjuvante.

Conclusions

L'amélioration de la qualité de vie des patients atteints d'un sarcome des tissus mous dépend d'abord d'un traitement d'emblée carcinologique afin de diminuer le risque de récurrence locale et les chirurgies itératives pouvant aboutir à un geste mutilant, et en second lieu d'une chirurgie de plus en plus fonctionnelle devenue possible grâce à une prise en charge multidisciplinaire en milieu spécialisé. La chirurgie d'exérèse ne doit être effectuée que par un chirurgien entraîné à cette pathologie.

Aucun geste ne doit être effectué avant une imagerie adaptée. La biopsie préopératoire réalisée après une IRM permet d'engager à bon escient un traitement lourd dont la pierre angulaire est le plus souvent une chirurgie de qualité confirmée par l'anatomopathologiste.

Les décisions thérapeutiques sont prises sur un résultat histologique définitif car l'examen extemporané est grevé d'un risque élevé d'erreurs. Le principe de la chirurgie carcinologique est l'exérèse large avec des marges de résection histologiquement saines. Le choix a priori d'une amputation est obsolète, d'autant que celle-ci ne garantit pas toujours des marges saines.

L'abord chirurgical est orienté dans l'axe du membre. La cicatrice de biopsie, la tumeur et une marge circonférentielle de tissu non tumoral (une épaisseur de muscle de 2 cm ou une barrière anatomique fibreuse – comme un fascia) doivent être réséquées en bloc, sous peine d'une effraction tumorale et d'un essaimage tumoral.

Les progrès de la chirurgie de reconstruction permettent d'atténuer les conséquences fonctionnelles d'une exérèse large.

La qualité du résultat de la chirurgie est déterminée par l'examen histologique des marges de la pièce opératoire, c'est-à-dire de la quantité de tissu sain péri-tumoral. C'est d'elle que dépend la suite du traitement, notamment la nécessité d'une reprise chirurgicale.

La chirurgie est associée à la radiothérapie. Cependant, sur la base d'études rétrospectives, l'exérèse chirurgicale carcinologique de certaines tumeurs de bas grade, de petite taille et de siège superficiel pourrait suffire, ce qui reste à valider par des études prospectives.

Une chimiothérapie adjuvante se discute chez les patients jeunes dont le sarcome est de haut grade de malignité.

Enfin, la perfusion de hautes doses de chimiothérapie grâce à la technique du membre isolé par une circulation extracorporelle permet d'améliorer le résultat carcinologique et fonctionnel de la chirurgie effectuée dans un second temps pour certaines tumeurs localement évoluées ou en situation de récurrence.

Références

- [1] Siebenrock KA, Hertel R, Ganz R. Unexpected resection of soft-tissue sarcoma: More mutilating surgery, higher local recurrence rates, and obscure prognosis as consequences of improper surgery. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000; 120: 65-69
- [2] Davis AM, Kandel RA, Wunder JS, Unger R, Meer J, O'Sullivan B et al. The impact of residual disease on local recurrence in patients treated by initial unplanned resection for soft tissue sarcoma of the extremity. *J Surg Oncol* 1997; 66: 81-87
- [3] Enzinger FM, Weiss SW. Soft tissue tumors. Saint-Louis: CV Mosby, 1995
- [4] WHO Pathology and genetics of tumors of soft tissue and bone Lyon: IARC Press, 2002
- [5] Olsson H, Atvegard TA, Brandt L, Möller T. Overview of epidemiologic research: The Scandinavian Sarcoma Group ten years experience. *Acta Oncol* 1989; 28 suppl2: 5-7
- [6] Bernardino ME, Jing BS, Thomas JL, Lindell MM Jr, Zornoza J. The extremity soft-tissue lesion: a comparative study of ultrasound, computed tomography, and xeroradiography. *Radiology* 1981; 139: 53-59
- [7] Yeh HC, Rabinowitz JG. Ultrasonography of the extremities and pelvic girdle and correlation with computed tomography. *Radiology* 1982; 143: 519-525
- [8] Aisen AM, Martel W, Braunstein EM, McMillin KI, Phillips WA, Kling TF. MRI and CT evaluation of primary bone and soft-tissue tumors. *AJR Am J Roentgenol* 1986; 146: 749-756
- [9] Tehranzadeh J, Mnaymneh W, Ghavam C, Morillo G, Murphy BJ. Comparison of CT and MR imaging in musculoskeletal neoplasm. *J Comput Assist Tomogr* 1989; 13: 466-472
- [10] Shapeero LG. MRI of the foot and ankle. In: Gooding CR, ed. *Diagnostic radiology*. San Francisco: University of California Press, 1990; 454-466
- [11] Beltran J, Simon DC, Katz W, Weis LD. Increased MR signal intensity in skeletal muscle adjacent to malignant tumors: pathological correlation and clinical relevance. *Radiology* 1987; 162: 251-255
- [12] Berquist TH, Ehman RL, King BF, Hodgman CB, Ilstrup DM. Value of MR imaging in differentiating benign from malignant soft tissue masses: study of 95 lesions. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 155: 1251-1255
- [13] Schepper AMDe, Beuckeleer LDe, Vandevenne J, Somville J. Magnetic resonance imaging of soft tissue tumors. *Eur Radiol* 2000; 10: 213-223
- [14] Verstraete KL, Deene YDe, Roels H, Dierick A, Uyttendaele D, Kunnen M. Benign and malignant musculoskeletal lesions: dynamic contrast-enhanced MR imaging-parametric "first-pass" images depict tissue vascularization and perfusion. *Radiology* 1994; 192: 835-843
- [15] Ma LD, Frassica FJ, McCarthy EF, Bluemke DA, Zerhouni EA. Benign and malignant musculoskeletal masses: MR imaging differentiation with rim-to-center differential enhancement ratios. *Radiology* 1997; 202: 739-744
- [16] Vanel D, Shapeero LG, Baere TDe, Gilles R, Tardivon A, Genin J et al. MR imaging in the follow-up of malignant and aggressive soft tissue tumors: results of 511 examinations. *Radiology* 1994; 190: 263-268
- [17] Vanel D, Shapeero LG, Tardivon A, Western A, Guinebreière JM. Dynamic contrast-enhanced MRI with subtraction of aggressive soft tissue tumors after resection. *Skeletal Radiol* 1998; 27: 505-510
- [18] Heslin MJ, Lewis JJ, Woodruff JM, Brennan MF. Core needle biopsy for diagnosis of extremity soft tissue sarcoma. *Ann Surg Oncol* 1997; 4: 425-431
- [19] Ball AB, Fisher C, Pittam M, Watkins RM, Westbury G. Diagnosis of soft tissue tumours by Tru-Cut biopsy. *Br J Surg* 1990; 77: 756-758
- [20] Hoerber I, Spillane AJ, Fisher C, Thomas JM. Accuracy of biopsy techniques for limb and limb girdle soft tissue tumors. *Ann Surg Oncol* 2001; 8: 80-87
- [21] Barth RJ Jr, Merino MJ, Solomon D, Yang JC, Baker AR. A prospective study of the value of core needle biopsy and fine needle aspiration in the diagnosis of soft tissue masses. *Surgery* 1992; 112: 536-543
- [22] Brooks JJ. Disorders of soft tissue. In: Sternberg SS, ed. *Diagnostic surgical pathology*. New York: Raven Press, 1994; 147-229
- [23] Enzinger FM, Lattes R, Torloni H. Histologic typing of soft tissue tumors. International histological classification of tumors Geneva: World Health Organization, 1969
- [24] Weiss SW, Sobin LH. Histologic typing of soft tissue tumors: International classification of tumors. Berlin: Springer-Verlag, 1994; World Health Organization
- [25] Coindre JM, Trojani M, Contesso G, David M, Rouesse J, Bui NB et al. Reproducibility of a histopathologic grading system for adult soft tissue sarcomas. *Cancer* 1986; 58: 306-309
- [26] Coindre JM. Intérêt pratique de l'immunohistochimie dans le diagnostic des tumeurs des tissus mous. *Rev Fr Lab* 1994; 267: 41-48
- [27] Ladanyi M, Lewis R, Garin-Chesa P, Rettig WJ, Huvos A, Healey JH et al. EWS rearrangement in Ewing's sarcoma and peripheral neuroectodermal tumor. Molecular detection and correlation with cytogenetic analysis and MIC2 expression. *Diagn Mol Pathol* 1993; 2: 141-146
- [28] Sorensen PH, Liu XF, Delattre O, Rowland JM, Biggs CA, Thomas G et al. Reverse transcriptase PCR amplification of EWS FLI-1 fusion transcripts as a diagnostic test for peripheral primitive neuroectodermal tumors of childhood. *Diagn Mol Pathol* 1993; 2: 147-157
- [29] Nagao K, Ito H, Yoshida H, Minimizaki T, Furuse K, Yoshikawa T et al. Chromosomal rearrangement t(11;22) in extraskeletal Ewing's sarcoma and primitive neuroectodermal tumour analysed by fluorescent in situ hybridization using paraffin-embedded tissue. *J Pathol* 1997; 181: 62-66
- [30] Trojani M, Contesso G, Coindre JM, Rouesse J, Bui NB, Mascarel Ade et al. Soft tissue sarcoma of adults, study of pathological variables and definition of histopathological grading system. *Int J Cancer* 1984; 33: 37-42
- [31] Coindre JM, Terrier Ph, Bui NB, Bonichon F, Collin F, Le Doussal V et al. Prognostic factors in adult patients with locally controlled soft tissue sarcoma: a study of 546 patients from the French Federation of Cancer Centers Sarcoma Group. *J Clin Oncol* 1996; 14: 869-877
- [32] Pisters PW, Leung DH, Woodruff J, Shi W, Brennan MF. Analysis of prognostic factors in 1041 patients with localized soft-tissue sarcomas of the extremities. *J Clin Oncol* 1996; 14: 1679-1689
- [33] Suit HD, Russell WO, Martin RG. Sarcoma of soft tissue: clinical and histopathologic parameters and response to treatment. *Cancer* 1975; 35: 1478-1483
- [34] Rosenberg SA, Tepper J, Glatstein E, Costa J, Young R, Baker A et al. Prospective randomized evaluation of adjuvant radiotherapy in adults with soft tissue sarcomas of the extremities. *Cancer* 1983; 52: 424-434
- [35] Trovik CS, Bauer HC, Alvegard TA, Anderson H, Blomqvist C, Berlin O et al. Surgical margins, local recurrence and metastasis in soft tissue sarcomas: 559 surgically-treated patients from the Scandinavian Sarcoma Group Register. *Eur J Cancer* 2000; 36: 710-716
- [36] Tanabe KK, Pollock RE, Ellis LM, Murphy A, Sherman N, Romsdahl MM. Influence of surgical margins on outcome in patients with preoperatively irradiated extremity soft tissue sarcomas. *Cancer* 1994; 73: 1652-1659
- [37] Stojadinovic A, Leung DH, Hoos A, Jaques DP, Lewis JJ, Brennan MF. Analysis of the prognostic significance of microscopic margins in 2,084 localized primary adult soft tissue sarcomas. *Ann Surg* 2002; 235: 424-434
- [38] Langstein HN, Robb GL. Reconstructive approaches in soft tissue sarcoma. *Semin Surg Oncol* 1999; 17: 52-65
- [39] Bonvalot S, Kolb F, Mamlouk K, Cavalcanti A, Le Pechoux C, Terrier P et al. Reconstruction par lambeaux libres dans les sarcomes localement évolués. *Ann Chir* 2001; 126: 308-313
- [40] Goodlad JR, Fletcher CD, Smith MA. Surgical resection of primary soft-tissue sarcoma: Incidence of residual tumour in 95 patients needing re-excision after local resection. *J Bone Joint Surg [Br]* 1996; 78: 658-661
- [41] Giuliano AE, Eilber FR. The rationale for planned reoperation after unplanned total excision of soft-tissue sarcomas. *J Clin Oncol* 1985; 3: 1344-1348
- [42] Zornig C, Peiper M, Schroder S. Re-excision of soft tissue sarcoma after inadequate initial operation. *Br J Surg* 1995; 82: 278-279
- [43] Davis AM, Kandel RA, Wunder JS, Unger R, Meer J, O'Sullivan B et al. The impact of residual disease on local recurrence in patients treated by initial unplanned resection for soft tissue sarcoma of the extremity. *J Surg Oncol* 1997; 66: 81-87
- [44] Leibel SA, Tranbaugh RF, Wara WM, Beckstead JH, Bovill EG, Phillips TL. Soft tissue sarcoma of the extremities. Survival and patterns of failure with conservative surgery and postoperative irradiation compared to surgery alone. *Cancer* 1982; 50: 1076-1083
- [45] Lindberg RD, Martin RG, Romsdahl MM, Barkley HD. Conservative surgery and postoperative radiotherapy in 300 adults with soft tissue sarcomas. *Cancer* 1981; 47: 2391-2397
- [46] Suit HD, Russell WO, Martin GR. Management of patients with sarcoma of soft tissue in an extremity. *Cancer* 1973; 31: 1247-1255
- [47] Rosenberg SA, Tepper J, Glatstein E, Costa J, Baker A, Brennan M et al. The treatment of soft-tissue sarcomas of the extremities: prospective randomized evaluations of (1) limb-sparing surgery plus radiation therapy compared with amputation and (2) the role of adjuvant chemotherapy. *Ann Surg* 1982; 196: 305-315
- [48] Pisters PW, Feig BW, Leung DH, Brennan MF. New developments in soft tissue sarcoma. *Cancer Treat Res* 1997; 90: 91-107
- [49] Yang JC, Chang AE, Baker AR, Sindelar WF, Danforth DN, Topalian SL et al. A randomized prospective study of the benefit of adjuvant radiation therapy in the treatment of soft tissue sarcomas of the extremity. *J Clin Oncol* 1998; 16: 197-203
- [50] Suit HD, Mankin HJ, Wood WC, Proppe KH. Preoperative, intraoperative, and postoperative radiation in the treatment of primary soft tissue sarcoma. *Cancer* 1985; 55: 2659-2667
- [51] O'Sullivan B, Davis AM, Turcotte R, Bell R, Catton C, Chabot P et al. Preoperative versus postoperative radiotherapy in soft-tissue sarcoma of the limbs: a randomised trial. *Lancet* 2002; 359: 2235-2241
- [52] Davis AM, O'Sullivan B, Bell RS, Turcotte R, Catton CN, Wunder JS et al. Function and health status outcomes in a randomized trial comparing preoperative and postoperative radiotherapy in extremity soft tissue sarcoma. *J Clin Oncol* 2002; 20: 4472-4477
- [53] Habrand JL, Gerbaulet A, Pejovic MH, Contesso G, Durand S, Haie C et al. Twenty years experience of interstitial iridium brachytherapy in the management of soft tissue sarcomas. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1991; 20: 405-411
- [54] Pisters PW, Harrison LB, Woodruff JM, Gaynor JJ, Brennan MF. A prospective randomized trial of adjuvant brachytherapy in the management of low grade soft tissue sarcomas of the extremity and superficial trunk. *J Clin Oncol* 1994; 12: 1150-1155
- [55] Geer RJ, Woodruff JM, Casper ES, Brennan MF. Management of small soft-tissue sarcoma of the extremity in adults. *Arch Surg* 1992; 127: 1285-1289
- [56] Marcus SG, Merino MJ, Glatstein E, DeLaney TF, Steinberg SM, Rosenberg SA et al. Long-term outcome in 87 patients with low-grade soft-tissue sarcoma. *Arch Surg* 1993; 128: 1336-1343
- [57] Rydholm A, Gustafson P, Rooser B, Willen H, Akerman M, Herrlin K et al. Limb-sparing surgery without radiotherapy base on anatomic location of soft tissue sarcoma. *J Clin Oncol* 1991; 9: 1757-1765
- [58] Fabrizio PL, Stafford SL, Pritchard DJ. Extremity soft-tissue sarcomas selectively treated with surgery alone. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000; 48: 227-232
- [59] Creech O, Krementz E, Ryan R, Winblad J. Chemotherapy of cancer: regional perfusion utilizing an extracorporeal circuit. *Ann Surg* 1958; 148: 616-632
- [60] Carswell EA, Old LJ, Kassel RL, Green S, Fiore N, Williamson B. An endotoxin-induced serum factor that causes necrosis of tumors. *Proc Natl Acad Sci USA* 1975; 72: 3666-3670
- [61] Creagan ET, Kovach JS, Moertel CG, Frytak S, Kvols LK. A phase I clinical trial of recombinant human tumor necrosis factor. *Cancer* 1988; 62: 2467-2471
- [62] Hersh EM, Metcalf BS, Muggia FM, Brown TD, Whitehead RP, Budd GT et al. Phase II studies of recombinant human tumor necrosis factor alpha in patients with malignant disease: a summary of the Southwest oncology Group experience. *J Immunother* 1991; 10: 426-431
- [63] Lienard D, Ewalenko P, Delmotte JJ, Renard N, Lejeune FJ. High-dose recombinant tumor necrosis factor alpha in combination with interferon gamma and melphalan in isolation perfusion of the limbs for melanoma and sarcoma. *J Clin Oncol* 1992; 10: 52-60
- [64] Lejeune FJ, Pujol N, Lienard D, Mosimann F, Raffoul W, Genton A et al. Limb salvage by neoadjuvant isolated perfusion with TNFalpha and melphalan for non-resectable soft tissue sarcoma of the extremities. *Eur J Surg Oncol* 2000; 26: 669
- [65] Eggermont AM, Schraffordt Koops H, Klausner JM, Kroon BB, Schlag PM, Lienard D et al. Isolated limb perfusion with tumor necrosis factor and melphalan for limb salvage in 186 patients with locally advanced soft tissue extremity sarcomas. The cumulative multicenter European experience. *Ann Surg* 1996; 224: 756-764
- [66] Gutman M, Inbar M, Lev-Shlush D, Abu-Abid S, Mozes M, Chaitchik S et al. High dose tumor necrosis factor-alpha and melphalan administered via isolated limb perfusion for advanced limb soft tissue sarcoma results in a >90% response rate and limb preservation. *Cancer* 1997; 79: 1129-1137
- [67] Bonvalot S, Lejeune F, Laplanche A, Stoeckle E, Le Pechoux C, Vanel D et al. Limb salvage by isolated limb perfusion (ILP) in patients with locally advanced soft tissue sarcoma: a randomised phase II study comparing 4 doses TNF. *Proc Am Soc Clin Oncol* 2003; 22: 3307[abstract]
- [68] Cesne ALe. Chimiothérapie des sarcomes des tissus mous métastatiques. *Presse Méd* 1995; 24: 1214-1220
- [69] Sarcoma meta-analysis group. Adjuvant chemotherapy for localized resectable soft-tissue sarcoma of adults: meta-analysis of individual data. *Lancet* 1997; 350: 1647-1654
- [70] Frustaci S, Gherlinzoni F, De Paoli A. Maintenance of efficacy of adjuvant chemotherapy in soft tissue sarcoma of the extremities: up-date of a randomized trial. *Proc Am Soc Clin Oncol* 1999; 18: 2108[abstract]

Résections-reconstructions pour tumeurs osseuses malignes du membre supérieur

P. Anract, B. Tomeno

Les tumeurs osseuses et des parties molles malignes du membre supérieur sont moins fréquentes que celles du membre inférieur (un tiers versus deux tiers) ; elles sont alors essentiellement localisées à l'épaule et, plus particulièrement, à l'humérus proximal. Pour ces localisations, une résection conservatrice est possible dans plus de 80 % des cas. En revanche, pour les tumeurs plus distales, au niveau et en dessous du coude, quand il existe un envahissement extraosseux, la conservation du membre est souvent compromise. Dans la majorité des cas, il est indispensable d'effectuer une biopsie avant le traitement définitif de la tumeur. Par ailleurs, avant tout traitement, un bilan d'extension locorégional doit être effectué afin de préciser : les limites de la tumeur dans l'os et les parties molles, ses rapports avec les articulations et les paquets vasculonerveux. Après résection totale de la scapula, la reconstruction consiste à suspendre l'humérus à la clavicule ou au gril costal. Les prothèses et les allogreffes massives de scapula sont peu utilisées. Les résections de l'extrémité supérieure de l'humérus avec conservation du deltoïde permettent une reconstruction composite avec prothèse inversée, allogreffe massive ou prothèse composite humérale. Les résections de l'humérus proximal avec sacrifice du deltoïde sont, au mieux, reconstruites par arthrodèse omohumérale (avec allo- et autogreffe). Après résection de la diaphyse humérale, la reconstruction fait appel à des baguettes d'allo- et d'autogreffe associées à une ostéosynthèse. Les résections au niveau du coude sont suivies d'une reconstruction par arthrodèse ou prothèse massive ; l'utilisation d'une allogreffe massive est aussi possible. Pour le radius distal, après résection, la reconstruction est effectuée par une arthrodèse entre l'extrémité inférieure du radius et la première rangée des os du carpe. Les alternatives sont : le greffon de fibula vascularisé et l'allogreffe massive utilisés pour une arthrodèse, ou une arthroplastie. Pour l'ulna distal, il n'est pas nécessaire d'effectuer de reconstruction. Les tumeurs malignes primitives osseuses sont exceptionnellement localisées à la main ; dans ce cas, elles touchent essentiellement les métacarpiens. Les résections conservatrices sont rarement possibles et il est habituellement nécessaire de réaliser une amputation complète ou partielle de la main afin d'obtenir des marges de résection saines.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Tumeurs osseuses ; Tumeur à cellules géantes ; Chondrosarcome ; Ostéosarcome ; Sarcome d'Ewing ; Transfert de la fibula ; Prothèse articulaire ; Sarcomes

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Généralités | 1 |
| ■ Bilan et biopsie | 2 |
| ■ Techniques de résection et reconstruction | 2 |
| Épaule | 2 |
| Résection-reconstruction de la diaphyse humérale | 7 |
| Résection-reconstruction de l'articulation du coude | 8 |
| Résection-reconstruction des diaphyses des os de l'avant-bras | 10 |
| Résection-reconstruction du poignet | 10 |
| Résection-reconstruction des métacarpiens | 14 |
| Divers | 15 |

■ Généralités

Les tumeurs osseuses et des parties molles malignes du membre supérieur sont moins fréquentes que celles du membre inférieur (un tiers versus deux tiers) ; elles sont alors essentiellement localisées à l'épaule. Pour cette localisation, une résection conservatrice est possible dans plus de 80 % des cas. En revanche, pour les tumeurs plus distales, au niveau et en dessous du coude, quand il existe un envahissement extraosseux, la conservation du membre est souvent compromise. ^[1] La possibilité de conservation du membre est appréciée sur les éléments fournis par l'examen clinique, les radiographies, la tomодensitométrie (TDM), l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et une éventuelle angio-IRM. ^[1]

“ Point fort

Les reconstructions qui suivent la résection ont la particularité de ne pas être soumises au poids du corps. En revanche, les fonctions qu'elles doivent assurer sont plus complexes qu'au membre inférieur. Par ailleurs, il convient de savoir que les amputations du membre supérieur ont des conséquences fonctionnelles beaucoup plus sévères que celles engendrées par les amputations du membre inférieur.

■ Bilan et biopsie

Dans la majorité des cas, il est indispensable d'effectuer une biopsie avant le traitement définitif d'une tumeur, *a fortiori si elle est maligne*. Cette biopsie va permettre de procurer un diagnostic histologique. La biopsie peut être réalisée à « ciel ouvert » ou par voie percutanée sous contrôle radiologique. Dans ce cas, le point de biopsie est tatoué à l'aide d'un marqueur utilisé pour le repérage des champs de radiothérapie. Il convient de rappeler que le trajet de la biopsie doit pouvoir être excisé en bloc avec la tumeur lors de la résection, qu'il ne doit pas exposer les paquets vasculonerveux ni les articulations. Pour la scapula, le trajet de cette biopsie doit se situer sur celui de la future incision choisie pour la résection. Pour l'humérus proximal, il est préférable de choisir un trajet direct au travers des fibres du tiers antérieur du deltoïde afin de limiter la diffusion de l'hématome et de ne pas contaminer l'espace deltopectoral. [2]

S'il s'agit d'une tumeur maligne, des métastases sont recherchées à l'aide d'une TDM pulmonaire avec injection de produit de contraste et d'une scintigraphie osseuse au technétium corps entier. Pour le sarcome d'Ewing, une biopsie médullaire est réalisée en plus de ce bilan.

Avant tout traitement, un bilan d'extension locorégional doit être effectué afin de préciser les limites de la tumeur dans l'os et les parties molles, ses rapports avec les articulations et les paquets vasculonerveux. Ce bilan repose sur des radiographies standards de face et de profil prenant les articulations adjacentes, si possible à l'échelle 1/1 ou accompagnées d'une échelle. L'IRM constitue actuellement l'examen de référence. Elle doit explorer l'ensemble du segment osseux atteint et les articulations adjacentes (afin de détecter d'éventuelles *skip*-métastases). Elle comprend des séquences T1, T1 avec injection de gadolinium et T2. Les coupes doivent être sagittales, frontales et horizontales. S'il existe un doute sur un envahissement vasculaire, cet examen est complété par une angio-IRM qui s'avère aussi performante que l'angiographie. La TDM permet de mieux explorer les structures calcifiées (recherche d'une ostéolyse et/ou de calcifications). Le développement récent des TDM multibarrettes permet, avec injection, d'obtenir des images de reconstructions en trois dimensions et de visualiser les rapports avec les éléments vasculaires.

Ce bilan locorégional est pratiqué au moment du diagnostic. Si une chimiothérapie néoadjuvante est effectuée, le bilan est répété après deux cures, afin de s'assurer de l'absence de progression tumorale sous chimiothérapie et, dans tous les cas, juste avant la résection chirurgicale afin d'apprécier le volume et la localisation de la tumeur ainsi que ses rapports avec les vaisseaux et les nerfs.

Ce bilan va préciser :

- sur le segment osseux :
 - la hauteur de la tumeur ;
 - la localisation du pôle supérieur et du pôle inférieur de la tumeur par rapport à un repère osseux facilement identifiable pendant l'intervention (ex. : interligne articulaire, sommet du trochiter, etc.) ;

- la présence d'une rupture corticale ;
- dans les parties molles :
 - l'éventuel envahissement des parties molles et sa localisation ;
 - les rapports de la tumeur avec les vaisseaux.

■ Techniques de résection et reconstruction

Les techniques seront décrites pour chaque articulation et segment osseux, en détaillant celle qui est le plus couramment utilisée. Les techniques moins courantes seront évoquées ensuite.

Dans tous les cas, la cicatrice de biopsie est incisée et laissée en monobloc avec la tumeur. Il est souvent nécessaire de la fixer aux plans profonds avec deux fils afin d'éviter un « savonnage » des plans superficiels. Pour les tumeurs malignes, la résection doit être large, c'est-à-dire passer à distance de la tumeur en conservant une couche de tissus sains au contact de la pseudocapsule tumorale.

Épaule

Les résections partielles ou totales de la clavicule et les résections de l'acromion ne nécessitent pas de reconstruction et ne sont pas abordées ici.

Scapula

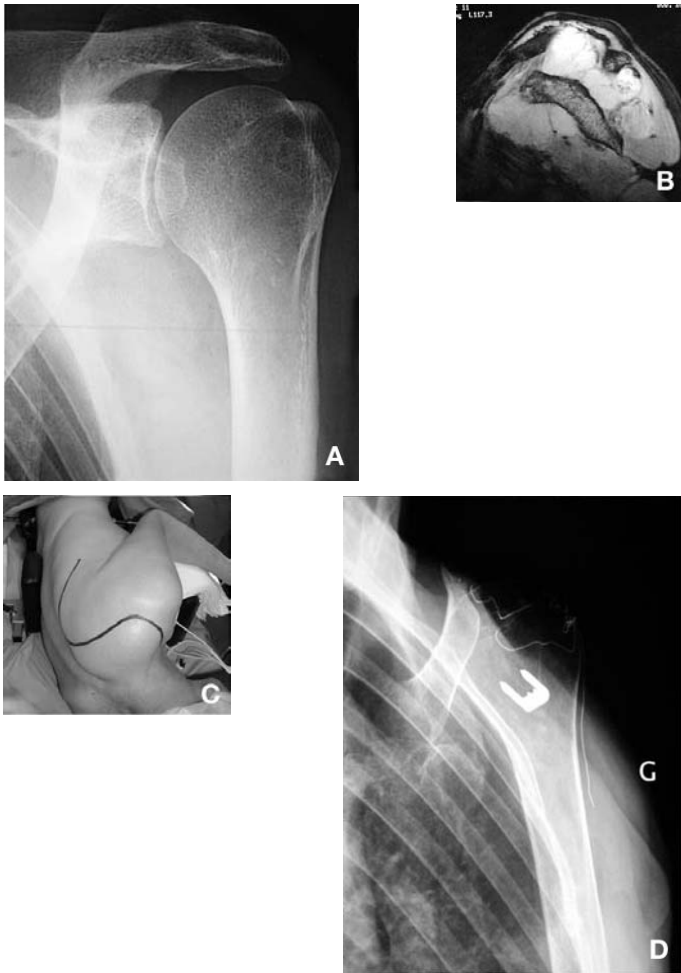
Les tumeurs les plus fréquentes sont les chondrosarcomes, les sarcomes d'Ewing et les métastases. Les résections totales de la scapula sont indiquées lorsque l'ensemble de cet os est atteint par la tumeur ou lorsque la glène et une partie de la scapula sont envahies. La reconstruction est extrêmement rudimentaire et consiste à suspendre l'humérus à la clavicule ou au gril costal afin d'éviter la survenue de douleurs par étirement des racines du plexus brachial dues à la traction du membre supérieur non suspendu. Malawer et al. ont développé une prothèse de scapula dont les indications sont restreintes. [3]

Scapulectomie totale avec suspension de l'humérus à la clavicule (Fig. 1)

Installation. Le patient est installé en décubitus latéral sur le côté opposé à l'épaule atteinte ; deux appuis arthrodèses maintiennent le bassin, un appui-bras permet de reposer le membre à opérer. L'ensemble du membre supérieur, les régions claviculaire et scapulaire sont incluses dans le champ opératoire.

Voie d'abord et résection. À la voie d'abord en T, nous préférons une grande incision en S (Fig. 2) qui débute en regard de la coracoïde puis suit la clavicule jusqu'à l'acromion. Elle s'incurve au niveau du moignon de l'épaule, suit l'épine, se incurve à nouveau sur le bord spinal de la scapula et se termine obliquement en bas et en dehors. Cette incision permet de délimiter deux grands lambeaux musculocutanés qui, une fois relevés, exposent largement la scapula. [4] La cicatrice de biopsie est, bien sûr, excisée afin de rester en monobloc avec la tumeur.

Résection. En fonction de l'envahissement tumoral, la section musculaire est plus ou moins large et proche des insertions osseuses. Le temps le plus difficile et hémorragique est la section du trapèze et du deltoïde. Ces deux muscles sont relevés et forment deux grands lambeaux musculocutanés qui procurent une large exposition. L'angulaire et les rhomboïdes sont sectionnés et leurs vaisseaux sont liés. L'écaille de la scapula est ensuite relevée afin de détacher le seratus. Ensuite le deltoïde est relevé, l'épaule est positionnée en abduction afin de sectionner et repérer, d'avant en arrière, les muscles de la coiffe : le sous-scapulaire, le supra-spinatus, l'infra-spinatus et le teres minor. La longue portion du triceps est sectionnée ainsi que le teres major. La capsule est ouverte d'arrière en avant ; le long biceps est sectionné et repéré sur fil. Le paquet axillaire est

**Figure 1.**

- A.** Radiographie d'un chondrosarcome de la scapula.
B. Imagerie par résonance magnétique (IRM) de la tumeur.
C. Photographie du tracé de la voie d'abord en S.
D. Radiographie de la reconstruction avec suspension de l'humérus à la clavicule.

repéré à son émergence du trou carré de Velpeau et il est lié. Dans certains cas, le nerf axillaire peut être repéré dans le trou

carré de Velpeau, avant la section du muscle grand rond et de la longue portion du triceps, et peut être conservé. L'articulation acromioclaviculaire est ouverte ; la section du muscle omohyoïdien, au bord supérieur de l'omoplate, permet de basculer l'omoplate en arrière afin d'exposer le paquet sus-scapulaire et de le lier. La dissection est poursuivie en haut et en avant afin de sectionner les ligaments acromioclaviculaires et de sectionner les muscles et ligaments s'insérant sur la coracoïde (le ligament coracoclaviculaire, le petit pectoral, le coracobrachial et la courte portion du biceps). Si la coracoïde n'est pas envahie, ses insertions sont conservées et elle est sectionnée à sa base à l'aide d'une scie oscillante. Le nerf musculocutané, très proche, est repéré et préservé quand cela est possible. La scapula est alors envoyée en anatomopathologie en positionnant des repères sur la pièce afin que le pathologiste puisse l'orienter. Le champ opératoire est lavé abondamment et un complément d'hémostase est réalisé.

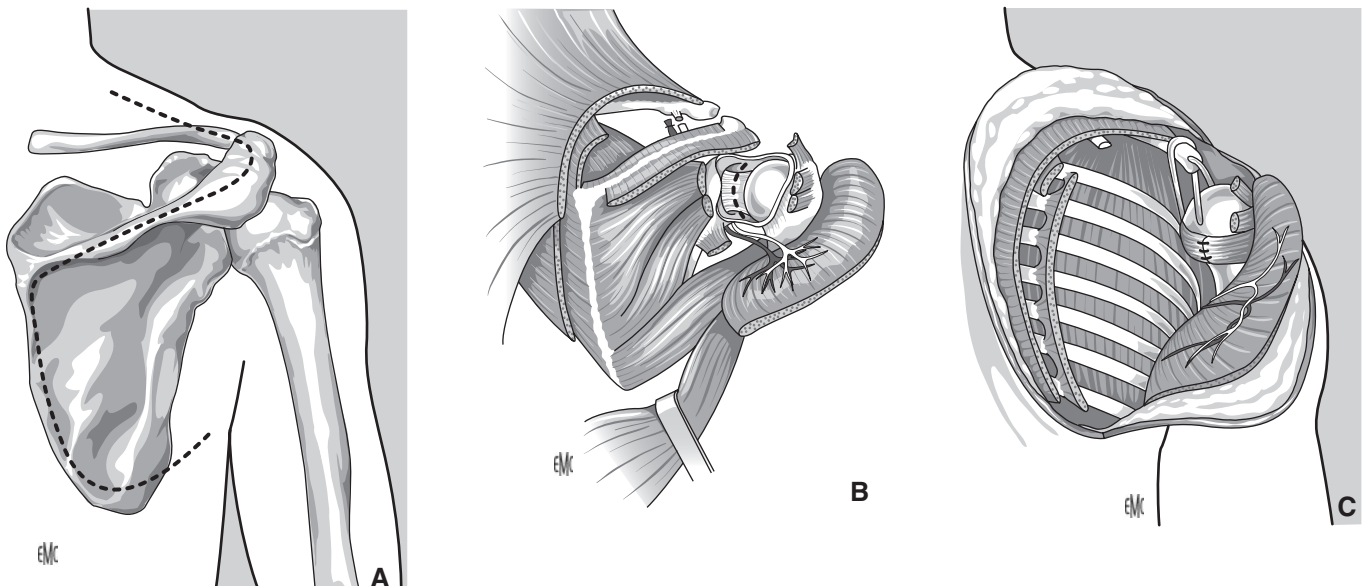
En cas d'envahissement de la paroi thoracique, une pariéctomie est associée. Dans ce cas, l'intervention est menée avec un chirurgien thoracique. L'intubation sélective n'est pas nécessaire. Après avoir abordé la cavité pleurale par un espace intercostal, la plèvre et le poumon sont soigneusement refoulés afin de sectionner les côtes à distance de la tumeur en liant les pédicules intercostaux. La paroi thoracique reste en monobloc avec la scapula.

Reconstruction. Il n'est pas nécessaire de débarrasser la tête humérale du cartilage. Un tunnel antéropostérieur est foré dans la tête humérale afin d'y faire passer un ligament artificiel. Le long biceps préalablement repéré est passé dans un tunnel creusé dans le quart externe de la clavicule et il est suturé sur lui-même. Le ligament artificiel vient renforcer ce tendon. Si la coracoïde a pu être conservée, elle est fixée à la clavicule par une vis ou un fil de cerclage.

Si une résection pariétale a été effectuée, elle est réparée avec une plaque de Gore-Tex® qui est recouverte d'un lambeau musculaire pédiculé de grand dorsal. Deux drains thoraciques sont mis en place.

La fermeture est effectuée en suturant les muscles restants : grand dorsal, trapèze et deltoïde sur des drains aspiratifs de Redon.

Suites de l'intervention. Le membre est immobilisé dans une attelle coude au corps ou un « Mayo-clinic » en légère abduction pendant 6 semaines. La rééducation du coude, du poignet et de la main est débutée immédiatement. Une antibioprophylaxie est instituée dès l'induction de l'anesthésie et poursuivie pendant 48 heures.

**Figure 2.**

- A.** Schéma de la voie d'abord en S utilisée pour les scapulectomies.
B. Schémas montrant les différents temps de la scapulectomie et de la reconstruction.

Scapulectomie totale avec arthrectomie monobloc de l'articulation scapulohumérale ou intervention de Tikhoff-Linberg

Lorsque l'articulation glénohumérale est envahie, il convient de la réséquer en monobloc avec la scapula dans le même temps.

La branche antérieure de l'incision décrite précédemment ne remonte pas vers la clavicule mais s'incurve en bas et se prolonge par une voie deltopectorale. [5-8] Après les sections musculaires, la capsule est repérée et le trait de coupe humérale est effectué sous l'insertion capsulaire. La suspension de l'humérus s'effectue alors soit directement, soit à l'aide d'un clou centromédullaire scellé dans l'humérus et suspendu à la clavicule par un ligament artificiel.

Scapulectomie totale avec prothèse de scapula ou allogreffe massive de scapula

Malawer et al. ont développé une prothèse de scapula et d'articulation scapulohumérale contrainte. [3, 9] Cette prothèse nécessite une conservation d'un capital musculaire suffisant afin de recouvrir et de stabiliser l'implant et pour que le patient puisse obtenir une mobilité active. La pièce métallique scapulaire est stabilisée en effectuant des paletots des muscles restants : grand dorsal, angulaire grand rond et deltoïde. L'articulation glénohumérale est stabilisée en reconstruisant une néocapsule à l'aide d'une prothèse vasculaire aortique en Gore-Tex®. Cette technique a des indications extrêmement restreintes, et le résultat fonctionnel n'est sans doute pas à la hauteur de la complexité de l'intervention.

Mnaimneh et al. ont proposé d'utiliser une allogreffe massive de scapula pour ces reconstructions. Elles exposent à de nombreuses complications et ne procurent de meilleurs résultats fonctionnels que pour les suspensions de l'humérus. [10]

Scapulectomie partielle conservant la glène

Lorsque l'envahissement tumoral n'intéresse pas l'ensemble de la scapula, il est possible d'effectuer une scapulectomie partielle avec conservation de la glène. Cette dernière est attachée au gril costal par un ligament artificiel. L'épaule n'a pas de mobilité active, mais elle est stable.

Réséction de l'extrémité supérieure de l'humérus

Les tumeurs de cette localisation sont les plus fréquentes du membre supérieur ; il s'agit habituellement de chondrosarcomes, d'ostéosarcomes et de métastases de cancers du rein. L'envahissement articulaire est rare. Nous prendrons comme description de base la réséction de l'extrémité supérieure de l'humérus avec conservation d'une partie du deltoïde et reconstruction composite par prothèse inversée ; ensuite, la réséction de l'humérus proximal avec sacrifice du deltoïde et reconstruction par arthrodèse sera abordée. Les reconstructions par allogreffes massives et prothèses humérales simples et composites sont aussi exposées. L'arbre décisionnel pour le choix des techniques est présenté dans la Figure 3.

Réséction de l'extrémité supérieure de l'humérus avec conservation du deltoïde et reconstruction par prothèse composite inversée (Fig. 4)

Planification opératoire. Elle évalue, en plus de l'extension tumorale, le diamètre de la glène osseuse qui doit être d'au moins 30 mm. La hauteur de réséction est mesurée sur l'IRM afin de commander une pièce humérale suffisamment longue (pour obtenir un ancrage d'au moins 10 cm dans l'humérus receveur). Une allogreffe fraîche congelée d'humérus proximal est commandée à la banque d'os. La longueur de ce greffon est celle de la hauteur de réséction. Le côté doit être le même, et ce greffon doit comporter les tendons de la coiffe. Des clichés de face et de profil à l'échelle 1/1 sont adressés à la banque d'os

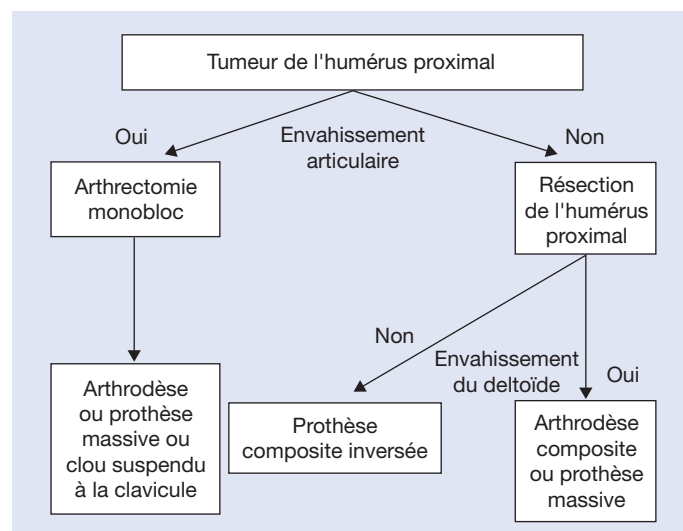


Figure 3. Arbre décisionnel. Choix des techniques de reconstruction après réséction de l'extrémité supérieure de l'humérus pour tumeur.

afin d'obtenir un greffon dont la taille est la plus proche de celle du receveur. Juste avant son utilisation, ce greffon est plongé dans un mélange de sérum et de Rifadine® pendant 20 minutes pour décontamination.

Installation. Le patient est installé en décubitus latéral sur le côté opposé à l'épaule atteinte ; deux appuis maintiennent le bassin ; un appui-bras permet de reposer le membre à opérer. L'ensemble du membre supérieur, les régions claviculaire et scapulaire sont incluses dans le champ opératoire.

Voie d'abord. L'incision est une grande voie deltopectorale, souvent un peu plus externe, afin d'exciser en monobloc avec la tumeur la cicatrice de biopsie qui a été faite au travers des fibres du deltoïde. Si nécessaire, cette voie peut se prolonger par un V postérieur réalisant la voie de Martini. Le deltoïde est alors désinséré de l'humérus et relevé, avec le nerf axillaire, créant ainsi un grand lambeau musculocutané.

Réséction. Le tendon du grand pectoral est repéré par un fil tracteur et sectionné, procurant ainsi une large exposition du paquet vasculonerveux. Si ce dernier doit être disséqué et repéré sur lac, les muscles s'insérant sur la coracoïde sont détachés. Le nerf le plus proche de l'humérus proximal est le musculocutané qui est préservé quand cela est possible. Ensuite, les insertions du grand dorsal et du teres major sur l'humérus sont repérées et les tendons sont détachés au bistouri électrique. Le sous-scapulaire est sectionné « à hauteur » de la coracoïde. Tous ces tendons sont repérés sur fil. La capsule antérieure est sectionnée près de son insertion sur la scapula. Pour la face antérieure de l'humérus, la réséction passe habituellement dans l'épaisseur du muscle brachial antérieur. Au poignet proximal, les muscles de la coiffe sont sectionnés, et le moignon proximal de ces tendons est repéré sur fil. La longue portion du biceps, puis l'insertion glénoïdienne du triceps sont sectionnées et repérées. Ensuite, l'humérus est sectionné à la hauteur voulue (3 cm plus bas que le pôle inférieur de la tumeur repéré sur l'IRM). La diaphyse est mobilisée à l'aide d'un davier de Farabeuf à crémaillère en flexion et abduction ; la portion médiale du triceps reste souvent au contact de la tumeur. En revanche, la longue portion et le chef latéral sont habituellement conservés. Le nerf radial est repéré en haut après la division du tronc secondaire postérieur et en bas afin d'être préservé. S'il est envahi, il est sacrifié.

Le nerf axillaire est lui aussi soigneusement repéré et disséqué pour le libérer du col de l'omoplate s'il n'est pas envahi. La capsule postérieure et inférieure est ensuite sectionnée, libérant ainsi la pièce de réséction. Cette dernière est envoyée pour examen anatomopathologique. Un prélèvement du spongieux diaphysaire distal est envoyé séparément en anatomie pathologique. Un lavage abondant et un complément d'hémostase sont effectués.



Figure 4.

A. Radiographie et imagerie par résonance magnétique (IRM) d'un chondrosarcome de l'extrémité supérieure de l'humérus.

B. Radiographies de la reconstruction par prothèse inversée Delta entourée d'une allogreffe.

C. Photographies illustrant le résultat clinique de ce type de reconstruction.

Reconstruction. La glène est préparée à l'aide des fraises de l'ancillaire pour prothèse inversée et une glénosphère est impactée et vissée. [3, 11, 12] La reconstruction de l'humérus s'effectue avec une prothèse entourée d'une allogreffe. Nous utilisons un implant scellé en essayant d'obtenir au moins 12 cm d'ancrage dans la diaphyse. L'humérus receveur est alésé à 2 mm au-dessus de celui de la tige prothétique, sur une hauteur de 12 cm. L'allogreffe congelée non irradiée qui a été commandée est plongée dans un mélange de sérum et de Rifadine® pendant 20 minutes. L'allogreffe est ensuite préparée,

la coupe épiphysaire est effectuée à l'aide de l'ancillaire centromédullaire de la prothèse Delta. La rétroversion est celle de la tête de l'allogreffe. Le fût diaphysaire est alésé et la métaphyse est préparée à l'aide des râpes de l'ancillaire prothétique. Un essai est effectué avec l'implant dans l'allogreffe, puis l'ensemble est positionné sur l'humérus receveur afin de choisir la taille de l'implant et de la « métaglène ». Ensuite, l'implant définitif est scellé dans l'allogreffe avec du ciment chargé en antibiotique. Ce bloc prothèse et implant est ensuite scellé dans l'humérus receveur avec une autre dose de ciment en positionnant l'ensemble avec une rétroversion de 5 à 10°. La jonction allogreffe-humérus doit être la plus congruente possible. Elle est débarrassée du surplus de ciment, et des fragments d'autogreffe, prélevés sur la crête iliaque, sont déposés en palissade, à cheval sur cette jonction, et ils sont stabilisés par un ou deux fils Nylon de gros diamètre. Le choix de la métaglène définitive est ensuite effectué. Après réduction et test de la prothèse, la capsule et les tendons de la coiffe de l'allogreffe sont suturés sur la capsule et sur les tendons de la coiffe du receveur, d'arrière en avant en position d'abduction à 60°. Cette suture a pour but de stabiliser la prothèse et de diminuer ainsi le risque de luxation. Le grand pectoral et le grand dorsal sont eux aussi suturés sur l'allogreffe avant d'effectuer la fermeture sur des drains aspiratifs.

Suites de l'intervention. Le patient est immobilisé dans une attelle qui maintient l'épaule en abduction à 90° et en antépulsion à 30° pendant 1 mois et demi. La rééducation passive au-dessus de ce plan est débutée immédiatement. La rééducation active commence lors de l'ablation de l'attelle.

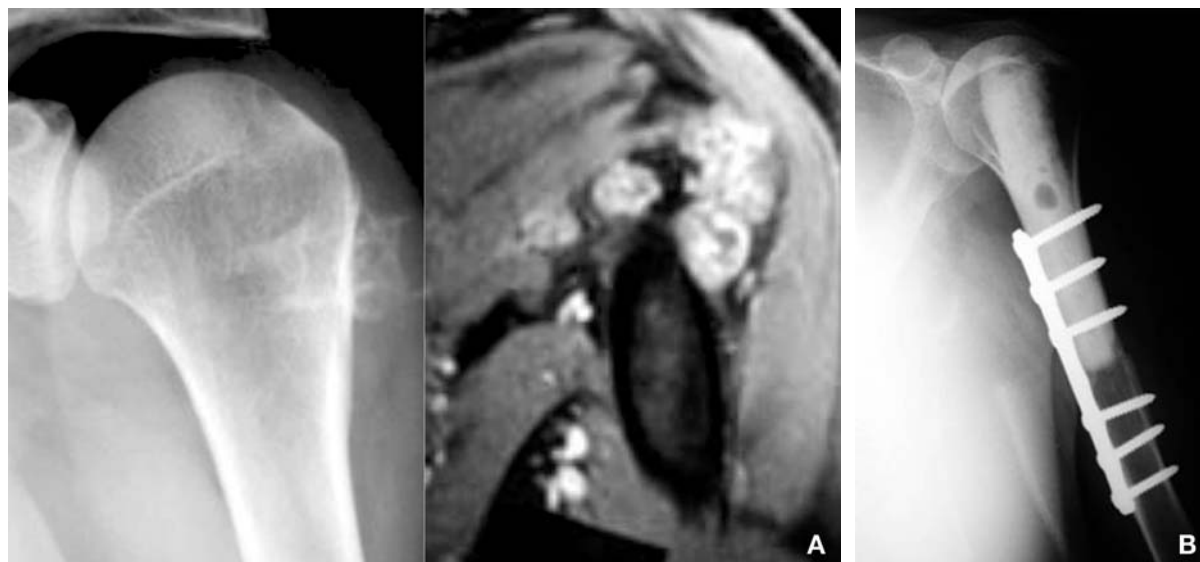
Autres modes de reconstruction avec conservation du deltoïde

Reconstruction composite avec prothèse humérale simple. La reconstruction est similaire à celle décrite précédemment, mais la glène du receveur est conservée. La greffe massive fraîche congelée avec capsule et tendons conservés est préparée à l'aide de l'ancillaire de la prothèse choisie. Un essai est effectué pour s'assurer que la longueur de la reconstruction composite (prothèse et allogreffe) est satisfaisante. La prothèse humérale simple est ensuite scellée dans l'allogreffe puis le bloc allogreffe-prothèse est à son tour scellé dans l'humérus receveur en respectant une rétroversion de 20 à 30° afin de diminuer le risque de luxation antérieure. [9] La capsule et les tendons de la coiffe des rotateurs de l'allogreffe sont suturés sur ceux du receveur, le bras maintenu en abduction à 90°. La jonction allogreffe-humérus est greffée comme décrit précédemment. [9, 13, 14]

Les suites de l'intervention sont identiques à celles des prothèses inversées.

Reconstruction par allogreffe massive (Fig. 5). Le greffon, après décontamination dans un bain de Rifadine®, est sectionné à la bonne longueur et sa cavité centromédullaire diaphysaire est alésée jusqu'à la métaphyse. L'épiphyse est, elle aussi, débarrassée de son spongieux à l'aide d'une curette. Un essai de l'allogreffe est effectué afin de s'assurer que la longueur de la reconstruction est satisfaisante. Cette cavité est ensuite injectée avec du méthyl-métacrylate de méthyl additionné d'antibiotiques. [15] Le cartilage de la tête humérale est préservé. Le greffon est ensuite ostéosynthésé à l'aide d'une plaque vissée en respectant la rétroversion et en vérifiant que les surfaces de section des deux diaphyses sont parfaitement en contact. Une autogreffe spongieuse est ensuite déposée au niveau de la jonction afin d'augmenter ses chances de fusion. La tête humérale est ensuite positionnée en regard de la cavité glénoïdienne. Les reliquats de capsule et de coiffe sont suturés à la capsule et les tendons de la coiffe de l'allogreffe d'arrière en avant, le membre est maintenu en abduction à plus de 90° durant cette suture. Le sous-scapulaire, le grand pectoral et le grand dorsal sont aussi réinsérés.

Les suites opératoires sont identiques à celles des reconstructions composites.

**Figure 5.**

A. Radiographie et imagerie par résonance magnétique (IRM) d'un chondrosarcome de l'humérus proximal.

B. Radiographie de la reconstruction par allogreffe massive injectée de ciment.

Reconstruction par prothèse humérale massive ou spacer. Cette intervention peut être utilisée pour reconstruire l'humérus proximal après résection sans ou avec sacrifice du deltoïde.

La reconstruction est similaire à celle décrite pour les prothèses composites ; une prothèse ou un « espaceur » (clou entouré de ciment), de longueur suffisante pour obtenir un ancrage de 10 cm dans l'humérus distal est scellé. Les tendons de la coiffe sont réinsérés sur la prothèse métallique. Certains implants sont recouverts d'hydroxyapatite dans la zone des tubérosités. Zimmer propose le Trabecular Metal qui semble pouvoir être « réhabité » par les parties molles. Cependant, actuellement aucun biomatériau n'a montré d'efficacité pour la pérennité de ces réinsertions. Cette reconstruction expose le patient à des luxations antérieures. Il convient de stabiliser la prothèse par un ligament artificiel et par une butée antérieure, entre la glène et la coracoïde. Cette butée est prélevée sur la crête iliaque. Il est aussi possible de sectionner la partie externe de la glène, dans le plan sagittal, et de l'utiliser comme butée. [1] Lors de la fermeture, il convient de réaliser un paletot musculaire afin de recouvrir la prothèse. Ce type de reconstruction, simple et peu coûteux, procure une épaule stable mais sans mobilité active, avec une fonction du coude et de la main tout à fait normale. [14] Dans les suites de l'intervention, le patient est immobilisé coude au corps pendant 6 semaines.

Résection de l'extrémité supérieure de l'humérus avec sacrifice du deltoïde et reconstruction par arthrodèse scapulohumérale (Fig. 6)

Installation. Elle est identique à la précédente.

Voie d'abord. Elle part de l'épine de la scapula à sa partie moyenne, suit l'acromion et descend le long du bord postérieur du deltoïde jusqu'au V deltoïdien et remonte en suivant le trajet d'une incision deltopectorale ; il s'agit d'une voie d'abord de type Martini étendue à la scapula. Le relèvement du deltoïde ne peut être effectué quand il est envahi, la dissection passe alors dans l'épaisseur du muscle ou à sa superficie. La fosse sus-épineuse est ruginée afin d'admettre la plaque d'ostéosynthèse. Après section du grand pectoral et des muscles s'insérant sur la coracoïde, l'artère humérale est abordée et mise sur lacs. S'il existe un pédicule collatéral de bon calibre, il est préservé et clampé soigneusement.

Résection. Elle ne présente pas de particularité par rapport à la description précédente, hormis qu'une partie ou tout le deltoïde est laissé au contact de la tumeur. Le muscle est désinséré de l'acromion et de la clavicule. Si l'articulation gléno-humérale est envahie, la capsule articulaire n'est pas ouverte, elle est ruginée jusqu'à la glène, et une section osseuse est

effectuée au niveau du col de la scapula, en dedans de l'insertion de la capsule. En cas d'envahissement plus important, il peut être nécessaire d'effectuer une scapulectomie partielle et d'emporter le tiers externe de la clavicule avec le deltoïde, il s'agit de l'intervention princeps décrite par Tikhoff-Linberg.

Reconstruction. Habituellement, l'importance de la résection fait que le comblement du defect osseux ne peut pas se faire uniquement avec de l'autogreffe. Par ailleurs, les qualités mécaniques à long terme d'une allogreffe ne sont pas suffisantes pour utiliser ce type de greffon seul. Il convient d'utiliser un mélange d'auto- et d'allogreffe. L'allogreffe massive utilisable est soit une extrémité supérieure de l'humérus, soit une extrémité inférieure du tibia. Cette allogreffe, qui est un os mort, va consolider aux jonctions, mais n'est jamais « réhabitée », ce qui a pour conséquence la survenue de fractures à moyen terme. Il convient donc de doubler cette allogreffe par de l'autogreffe, le meilleur choix étant une fibula vascularisée. [16, 17] L'allogreffe est préparée selon la technique décrite précédemment ; la partie distale du tibia (ou proximale de l'humérus) est sectionnée obliquement à 45° afin de venir se positionner sur la glène ; la coupe diaphysaire est perpendiculaire à l'axe du segment osseux et permet d'avoir un greffon à la longueur souhaitée. La glène du receveur est avivée par une coupe de quelques millimètres à la scie en restant parallèle à la surface articulaire. Un essai est effectué avec le greffon afin de vérifier la bonne orientation du bras qui doit avoir une abduction à 45° et une antéversion de 30°. L'allogreffe est alors vissée, à l'aide de deux vis de 5 mm, directement dans la scapula. Ensuite, une longue plaque type Maconer 2 est cintrée afin de venir se positionner dans la fosse sus-épineuse et d'être vissée dans l'épine, pour suivre ensuite l'allogreffe et se terminer sur l'humérus receveur restant. Il est nécessaire d'obtenir quatre vis en regard de l'épine et trois en regard de l'humérus receveur. Une ou deux vis sont positionnées dans l'allogreffe afin de la stabiliser sans trop la fragiliser. Les amplitudes de mobilité du membre supérieur sont vérifiées (le patient doit pouvoir porter la main à la bouche sans difficulté).

Parallèlement au temps de résection, une deuxième équipe chirurgicale aura prélevé le greffon vascularisé de fibula (technique décrite au chapitre 44040 de l'EMC). Le chirurgien qui va faire l'anastomose vasculaire explore le paquet huméral et la collatérale repérée, habituellement l'artère scapulaire inférieure, et prépare son anastomose. La fibula vascularisée est positionnée entre le bord inférieur de la glène (ou l'acromion) et l'humérus receveur. L'anastomose est effectuée sur la veine et l'artère sous microscope, avant ou après positionnement définitif et ostéosynthèse de la fibula. L'ostéosynthèse de ce greffon est réalisée à l'aide de deux vis de 3,5 mm à chaque extrémité. La fermeture

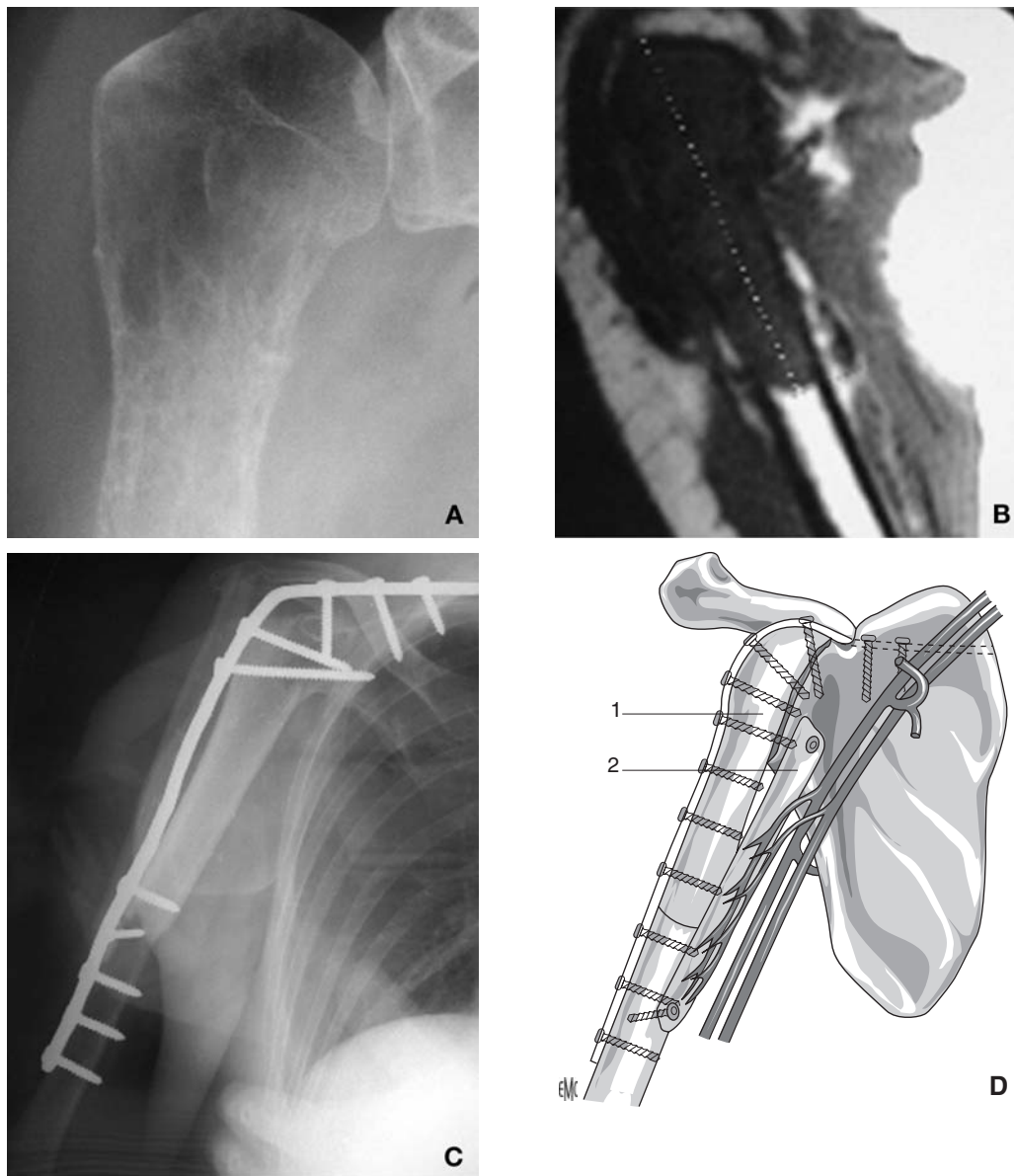


Figure 6. Radiographie (A) et imagerie par résonance magnétique (IRM) (B) d'un hémangiopéricytome de l'humérus proximal. C. Radiographie de l'arthrodèse associant une allogreffe (tibia distal) et une fibula vascularisée. D. Schéma de ce type d'arthrodèse composite (1 : allogreffe, 2 : autogreffe de fibula vascularisée).

est effectuée plan par plan sur des drains de Redon. Les muscles restants sont suturés en paletot autour de la reconstruction afin d'obtenir une couverture musculaire.

Variante en fonction du greffon. La fibula vascularisée peut être remplacée par une fibula non vascularisée ou des baguettes tibiales. Lorsque la résection n'excède pas 15 cm, la fibula peut être remplacée par un greffon prélevé sur le bord latéral de la scapula et pédiculé sur les muscles grands et petits ronds (Fig. 7).^[18]

Suites de l'intervention. Le membre opéré est immobilisé dans une attelle d'abduction qui est remplacée, avant la sortie du patient, par un plâtre thoracobrahial. Cette immobilisation est conservée 2 mois. Le poignet et le coude sont rééduqués dans l'attelle. À l'ablation du plâtre, le membre est rééduqué de façon active, notamment l'articulation scapulothoracique qui va procurer la mobilité de l'épaule.

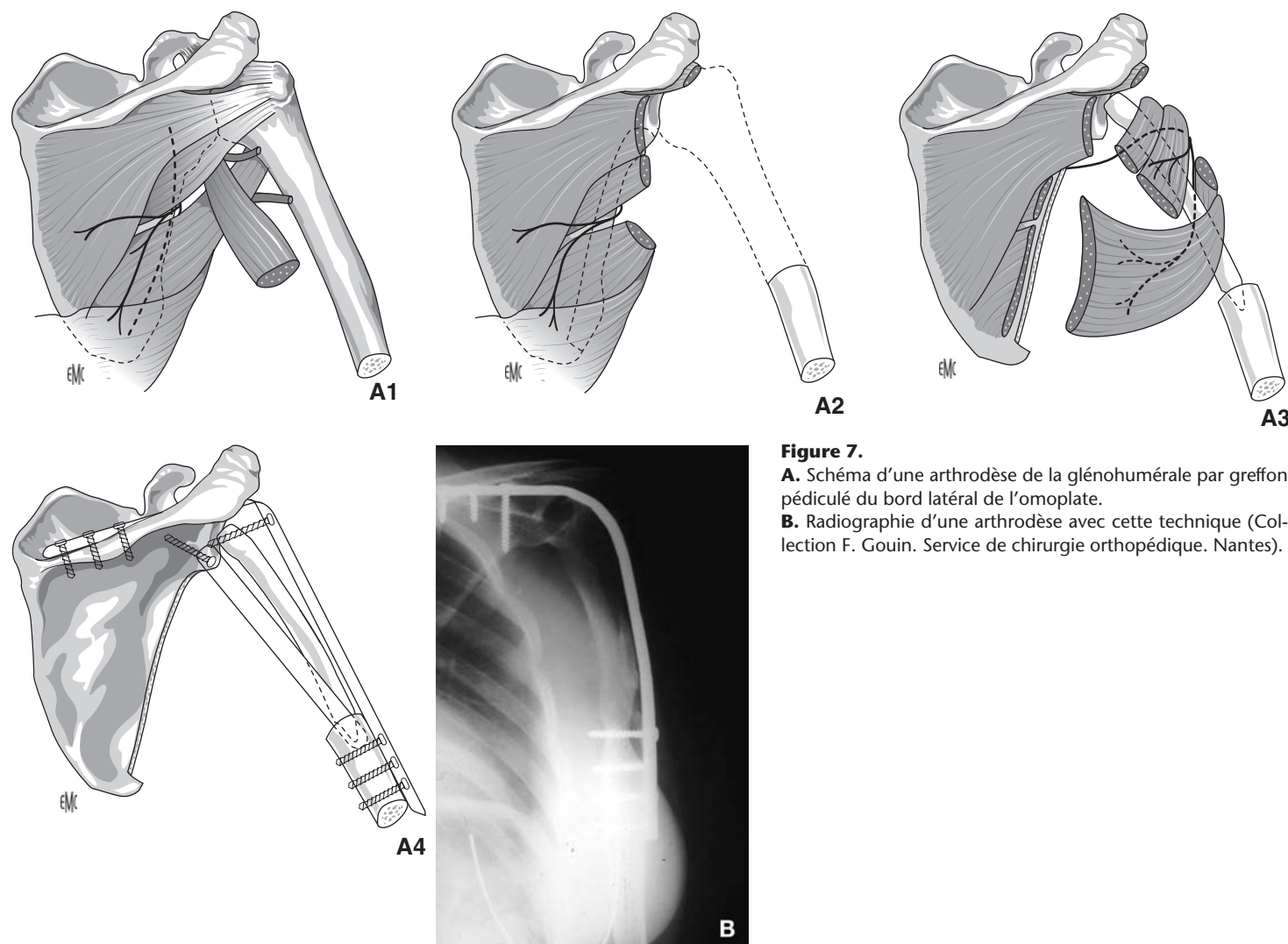
Résection de l'humérus proximal avec scapulectomie partielle emportant les articulations glénohumérale et acromioclaviculaire en monobloc (intervention de Tikhoff-Linberg)

Malawer et al. recommandent une voie deltopectorale qui se prolonge en arrière jusqu'en dessous de la fosse sous-

épineuse.^[7] La résection est identique à celle décrite précédemment pour l'humérus. Sur l'omoplate, la coupe passe à distance de la glène, dans l'écaïlle de l'omoplate ; la clavicule est sectionnée dans son quart externe. La reconstruction ne peut pas être réalisée par arthrodesis. Il convient alors de suspendre l'humérus à la clavicule restante par un ligament artificiel. Lorsqu'une résection claviculaire plus large est nécessaire, il convient de repérer et de disséquer les vaisseaux sous-claviculaires, et la suspension de l'humérus est faite sur les côtes. Les muscles restants sont alors suturés en paletot autour de l'humérus. La description princeps du Tikhoff-Linberg emporte aussi les deux tiers externes de la clavicule et la suspension de l'humérus se fait directement sur le muscle trapèze, attirant ainsi fortement le bras vers le haut.

Résection-reconstruction de la diaphyse humérale (Fig. 8)

Les localisations diaphysaires des tumeurs malignes sont beaucoup plus rares ; il s'agit plus fréquemment de sarcomes d'Ewing et de chondrosarcomes. La résection obéit aux règles habituelles de la chirurgie carcinologique.

**Figure 7.**

A. Schéma d'une arthrodèse de la glénohumérale par greffon pédiculé du bord latéral de l'omoplate.

B. Radiographie d'une arthrodèse avec cette technique (Collection F. Gouin. Service de chirurgie orthopédique. Nantes).

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal et le membre supérieur est positionné sur une table à bras. La voie d'abord est externe et, si la tumeur remonte très haut, cette incision se prolonge par une voie deltopectorale.

Résection

Le repérage du nerf radial est souvent nécessaire à sa partie distale, et la dissection est effectuée de façon rétrograde ; s'il est envahi par la tumeur, il sera sacrifié.

En cas d'envahissement médial important, il est parfois nécessaire de réaliser une contre-incision interne pour contrôler les vaisseaux, le nerf musculocutané et le nerf médian. Une couche musculaire saine est laissée au contact de la tumeur ; c'est le cas du brachial antérieur et de la courte portion du triceps. Les limites de la résection sont calculées sur les plaques IRM à partir de repères fiables (interlignes articulaires). Les parties molles sont protégées par des compresse et des écarteurs contrecoudés. Les sections osseuses sont réalisées à l'aide d'une scie oscillante.

Reconstruction

L'ostéosynthèse est effectuée à l'aide d'un clou centromédullaire, idéalement en titane avec verrouillage proximal et distal. Une ou deux baguettes d'autogreffe (selon la longueur autorisée par la résection) sont positionnées autour du clou et viennent au contact des deux extrémités de l'humérus receveur. Si l'apport osseux est insuffisant (dans les grandes résections, il n'est pas possible d'obtenir deux baguettes tibiales), une ou

deux baguettes d'allogreffe viennent compléter l'autogreffe. Ces greffons sont stabilisés à l'aide de deux ou trois cerclages métalliques de 12/10° de mm. Il est aussi possible d'utiliser une fibula vascularisée comme autogreffe ; elle peut être positionnée latéralement par rapport au clou ou encastrée dans le canal médullaire à chaque extrémité. Dans ce dernier cas de figure, l'ostéosynthèse fait appel à une plaque vissée latérale.

La fermeture se fait plan par plan sur des drains de Redon.

Il est aussi possible d'utiliser une allogreffe massive diaphysaire ostéosynthésée par une plaque vissée ou un clou centromédullaire.

Suites de l'intervention

Le patient est immobilisé dans un bandage coude au corps afin de contrôler les rotations. Les articulations du membre sont rééduquées de façon passive.

Résection-reconstruction de l'articulation du coude

Les tumeurs localisées au coude sont rares et touchent essentiellement l'humérus distal ; il convient de préciser qu'à ce niveau, les structures osseuses sont sous-cutanées et en contact étroit avec les tendons et pédicules vasculonerveux. De ce fait, seules les petites tumeurs sans ou avec un envahissement extraosseux limité peuvent bénéficier d'une exérèse conservatrice. Le choix de la reconstruction se fait en fonction de l'âge du patient, de son activité professionnelle et du pronostic de la maladie.

**Figure 8.**

A. Radiographie et imagerie par résonance magnétique (IRM) d'un chondrosarcome de la diaphyse humérale.

B. Radiographie de la reconstruction diaphysaire par fibula vascularisée et clou centromédullaire.

Résection-reconstruction de l'humérus distal

Installation et voie d'abord

Le choix de la voie d'abord est conditionné, d'une part, par la localisation de la tumeur et, d'autre part, par le type de reconstruction envisagé. Une voie postérieure est préférable chaque fois que cela est possible. Dans ce cas, le patient est installé en décubitus latéral, le coude sur un appui arthrodèse. Si la tumeur se présente avec un envahissement extraosseux antérieur ou latéral, une ou deux voies d'abord, médiale et latérale, sont choisies, et le patient est installé en décubitus dorsal, le membre opéré sur une table à bras. Si la tumeur ne remonte pas trop haut, un garrot pneumatique est utilisé en vidant le membre par élévation sans utiliser de bande d'Esmarch.

Résection

La cicatrice de biopsie est excisée et reste solidaire de la tumeur. Le nerf cubital est repéré, disséqué s'il est possible de le conserver. Le triceps est sectionné en V en restant à distance de la tumeur. L'humérus est ensuite libéré latéralement et à sa face antérieure. Si la tumeur remonte à plus de 7 cm de l'interligne articulaire, il est nécessaire de repérer et de disséquer le nerf radial, à la face postérieure de l'humérus, afin de l'isoler s'il n'est pas envahi par la tumeur. Le centre de la trochlée est repéré et matérialisé sur l'humérus restant par une encoche faite au ciseau à frapper. La hauteur de résection est alors soigneusement mesurée et la diaphyse est sectionnée à la scie oscillante après avoir protégé les parties molles avec des compresses et des écarteurs contrecoudés. La diaphyse devient facilement mobilisable avec un davier de Farabeuf. La dissection antérieure est complétée de haut en bas. La capsule et les ligaments latéraux sont ensuite sectionnés et la pièce de résection est envoyée en anatomopathologie. Un fragment de spongieux de la diaphyse restante est également envoyé en anatomopathologie.

Reconstruction

Reconstruction par arthrodèse (Fig. 9). Ce type de reconstruction est indiqué chez les travailleurs de force et les patients jeunes. Il est préférable d'utiliser de l'autogreffe, éventuellement associée à de l'allogreffe pour les longues reconstructions. L'autogreffe peut être constituée de baguettes tibiales ou d'une diaphyse de fibula. [16] L'ostéosynthèse est réalisée à l'aide d'une

plaque chantournée et disposée de préférence en avant du squelette afin de ne pas se trouver juste sous la peau. Les greffons sont stabilisés par encastrement et vissage de 3,5. Une immobilisation par plâtre brachio-palmaire pendant 3 mois est nécessaire.

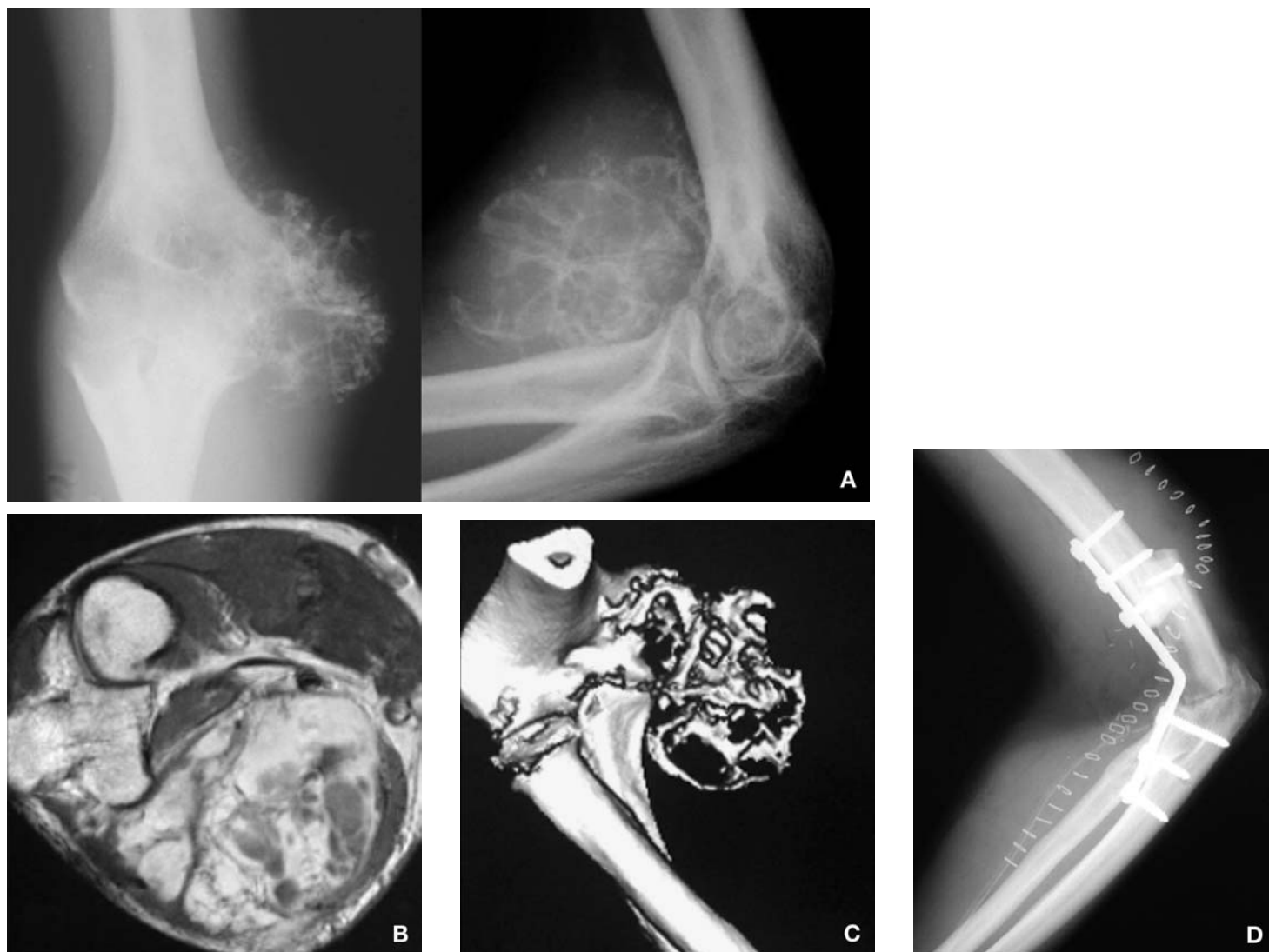
Reconstruction par prothèse. Il convient d'utiliser des prothèses contraintes, qui exposent malheureusement à des descellements précoces. Ces prothèses sont fabriquées sur mesures ; Stryker, Tornier, Stanmore et la plupart des fabricants d'implants réalisent ce type de prothèse sur mesures dans un délai variant de 3 à 8 semaines. [1] Après préparation des canaux médullaires de l'humérus distal et de l'ulna proximal, un essai avec les implants définitifs est réalisé. Ensuite, les tiges prothétiques sont scellées en respectant la rotation repérée avant résection. La prothèse est ensuite réduite et l'axe est mis en place. Le tendon du triceps est suturé et la fermeture effectuée plan par plan sur des drains aspiratifs.

Reconstruction par allogreffe massive. Certains auteurs proposent d'utiliser une allogreffe fraîche congelée d'extrémité d'humérus distal avec sa capsule et ses ligaments. L'allogreffe est injectée de ciment additionné d'antibiotiques et l'ostéosynthèse est réalisée à l'aide d'une plaque vissée. La capsule et les ligaments du receveur sont suturés à ceux de l'allogreffe. [10, 15] Pour les résections partielles (versant médial ou latéral de l'humérus distal), il est possible d'utiliser des fragments d'allogreffes, de taille correspondante, qui sont « ostéosynthésés » à l'humérus receveur.

Reconstruction par autogreffe. Il est possible d'utiliser une reconstruction plus rudimentaire avec une autogreffe iliaque taillée en forme afin de « ressembler » à une palette humérale.

Suites de l'intervention

Le patient est immobilisé dans une attelle. L'état cutané est surveillé plusieurs fois par semaine. Pour les prothèses et les allogreffes ostéochondrales massives, la rééducation est débutée dès le deuxième jour en actif aidé pendant 6 semaines. Pour les arthrodèses, les patients sont immobilisés dans un plâtre, associé à un bandage coude au corps afin d'éviter les rotations, pour 6 semaines. Pour les reconstructions par autogreffe de palette humérale, le patient doit être immobilisé 3 mois dans une attelle articulée.

**Figure 9.**

A. Radiographie d'un sarcome de l'extrémité inférieure de l'humérus.

B. Imagerie par résonance magnétique (IRM) de cette tumeur montrant l'extension antéro-interne.

C. Reconstruction tridimensionnelle tomodensitométrique (TDM) de la tumeur.

D. Radiographie de la reconstruction par arthrodèse, avec plaque et autogreffes de baguettes tibiales, effectuée après résection.

Résection-reconstruction du cubitus et du radius à leur partie proximale

Résection-reconstruction de l'extrémité supérieure du cubitus

Il s'agit d'une indication rare, car l'atteinte isolée de ce segment osseux est exceptionnelle. La reconstruction peut faire appel à une prothèse massive de coude (Fig. 10). Cependant, l'ancrage dans le cubitus est médiocre et soumis à d'importantes contraintes qui aboutissent à des descellements précoces. La reconstruction par une allogreffe massive de coude est une alternative ; elle expose le patient à des échecs mécaniques à moyen terme. Rhydhölm [19] propose de dérouter la partie proximale du radius par une ostéotomie afin qu'elle vienne s'articuler avec la palette humérale ; le biceps est réinséré sur la tête radiale. Cette reconstruction recrée ainsi une articulation rudimentaire et probablement instable. La solution la plus adaptée est l'arthrodèse de coude avec autogreffe et ostéosynthèse par plaque comme cela a été décrit plus haut.

Résection-reconstruction de l'extrémité supérieure du radius

Les tumeurs malignes localisées à ce niveau sont, elles aussi, exceptionnelles ; il s'agit plus souvent de tumeurs à cellules géantes (TCG) et de dysplasies fibreuses. La résection n'impose

pas de reconstruction systématique car le coude est stable. Une reconstruction par prothèse de tête radiale peut tout à fait être proposée.

Résection-reconstruction des diaphyses des os de l'avant-bras

Ce type de résection-reconstruction est d'indication extrêmement rare du fait de la rareté des tumeurs malignes à ce niveau et, quand elles existent, l'envahissement tumoral contre-indique fréquemment la conservation du membre du fait de la proximité entre l'os et les paquets vasculonerveux. La technique de résection obéit aux règles habituelles de la chirurgie carcinologique. La reconstruction se fait facilement avec un fragment de fibula vascularisé ou non. [16] L'ostéosynthèse est réalisée à l'aide d'une plaque vissée. Une immobilisation de 3 mois est nécessaire.

Résection-reconstruction du poignet

Les tumeurs les plus fréquentes au radius distal sont les TCG. Dans notre expérience, il est rarement possible d'effectuer un curetage-comblement pour les TCG de cette localisation, Turcotte et al. en rapportent quelques cas. [20] Le traitement de choix est, pour nous, l'arthrodèse entre l'extrémité inférieure du

**Figure 10.**

A. Radiographie d'un ostéosarcome de l'extrémité supérieure du cubitus.

B. Radiographie de la reconstruction par une prothèse massive semi-contrainte type Conrad-Morey.

radius et la première rangée des os du carpe avec un greffon tibial interposé. Les patients conservent ainsi une pronosupination normale et une mobilité en flexion-extension dans l'articulation médiocarpienne. Les alternatives sont le greffon de fibula vascularisée et l'allogreffe massive. Les tumeurs malignes sont exceptionnelles à ce niveau. Pour l'ulna distal, il n'est pas nécessaire d'effectuer de reconstruction. [21]

Résection-reconstruction du radius distal par arthrodèse radiocarpienne (Fig. 11)

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal, le membre sur une table à bras. Un garrot pneumatique est gonflé à la racine du membre sans utiliser de bande d'Esmarch.

Résection

L'incision est postéroexterne ; elle passe entre le long extenseur du pouce et le court extenseur du pouce. Elle est en forme de S allongé. Le retinaculum des extenseurs est ouvert ; les extenseurs sont refoulés en dedans. L'épiphyse est ruginée ainsi que la capsule radiocarpienne ; cette dernière est ensuite ouverte par une incision transversale. Le ligament latéral externe et les ligaments radio-ulnaires sont sectionnés afin d'exposer le carpe. La diaphyse est ruginée de façon circonférentielle à la hauteur de coupe planifiée. Après avoir protégé les parties molles avec des compresses et des écarteurs contrecoudés, la diaphyse est sectionnée et un davier de Farabeuf permet de la relever afin de libérer la face antérieure du radius distal à la rugine et au bistouri électrique. Le nerf médian et les fléchisseurs sont refoulés vers l'avant. Le carré pronateur est ruginé ou laissé au contact de la pièce s'il est envahi. La capsule antérieure est alors sectionnée avec les ligaments radiocarpiens, ainsi que le ligament triangulaire. La pièce de résection est envoyée en anatomopathologie. Le garrot est lâché afin de compléter l'hémostase.

Reconstruction

Après changement de tenue et d'instruments, la baguette tibiale est prélevée selon la technique décrite dans « Techniques et indications des greffes et transplantations osseuses et ostéo-cartilagineuses » 44-030-A de EMC. [16] Le prélèvement est effectué à la face interne du tibia, sur une largeur de 1 à 1,5 cm.

La première rangée des os du carpe est avivée à sa face antérieure, et une tranchée est réalisée dans le semi-lunaire. [22]

Une des baguettes est encastrée en haut dans la cavité médullaire du radius et en bas dans la tranchée du semi-lunaire. La deuxième baguette est positionnée en avant du radius en haut et à la face antérieure du semi-lunaire et du scaphoïde en bas. Ces deux baguettes sont vissées l'une à l'autre avec des vis de 3,5 mm en haut et en bas. Une vis du même diamètre vient stabiliser les greffons sur le radius en haut et sur le carpe en bas. Ce montage fragile est doublé par un fixateur externe avec deux fiches postéroexternes sur le radius et deux fiches sur le deuxième métacarpien. Cette arthrodèse avec la première rangée des os du carpe permet de conserver des mobilités en flexion-extension et une pronosupination. Les extenseurs sont repositionnés, le retinaculum est suturé et la peau est refermée sur des drains aspiratifs.

Suites de l'intervention

Une attelle palmaire protège le montage, et la rééducation en pronosupination est débutée le lendemain.

Le fixateur externe est conservé au moins 3 mois avant d'être remplacé par une attelle en résine amovible que le patient conserve encore au moins 3 mois.

Variantes

Il est aussi possible de réaliser une arthrodèse avec les deux rangées des os du carpe, ce qui augmente la surface de contact entre le greffon et le carpe, mais supprime la mobilité de l'articulation médiocarpienne. [22]

L'extrémité inférieure du cubitus peut aussi être translattée sous le radius est utilisée comme autogreffe pédiculée.

Variantes en fonction du greffon utilisé

Fibula proximale vascularisée ou non. Dans ces cas, il convient de prélever la fibula avec la tête (la technique de prélèvement est décrite dans l'article 44-040 de EMC). Pour cela, la fibula proximale est abordée par voie postérolatérale. Le nerf fibulaire commun est repéré et préservé. Le ligament collatéral latéral et le tendon du biceps sont détachés de la tête de la fibula et la tête de la fibula est désarticulée. La membrane interosseuse est ruginée, ainsi que les insertions musculaires, en protégeant les vaisseaux poplités et le paquet tibial antérieur. Ensuite, la diaphyse est sectionnée à la hauteur nécessaire. Le ligament collatéral latéral et le biceps sont réinsérés sur le tibia par des points transosseux. Ce greffon

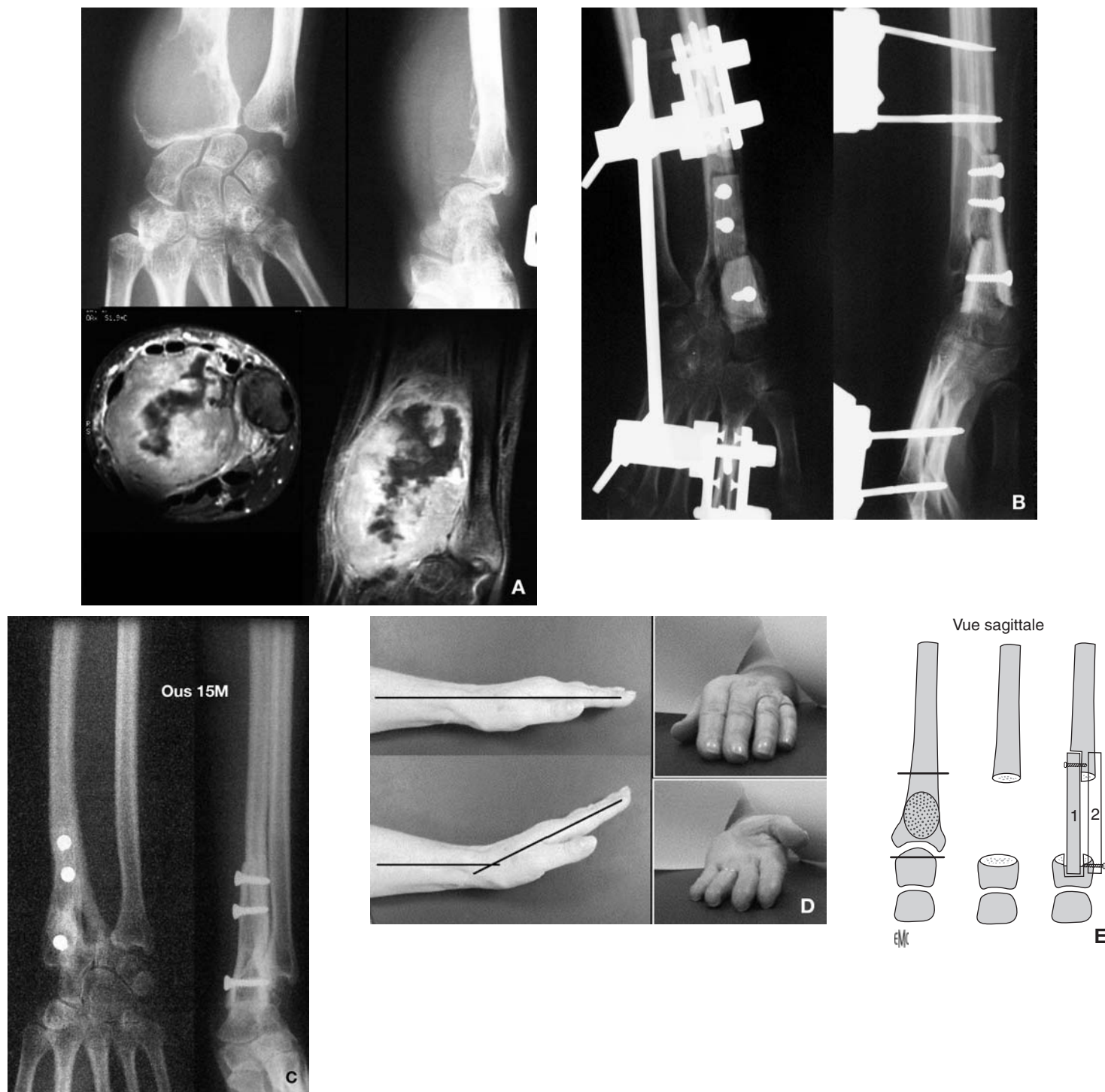


Figure 11.

- A.** Radiographies et imagerie par résonance magnétique (IRM) d'une tumeur à cellule géante de l'extrémité inférieure du radius.
B. Radiographie après résection et reconstruction par arthrodèse entre la diaphyse radiale et les os de la première rangée du carpe. Ostéosynthèse légère doublée d'une immobilisation par fixateur externe.
C. Radiographie 15 mois après la reconstruction.
D. Photographies illustrant le résultat clinique de ce type d'arthrodèse.
E. Schéma de l'arthrodèse.

fibulaire peut être prélevé avec son pédicule et être anastomosé sur le site receveur. La diaphyse fibulaire est positionnée en regard de la diaphyse radiale et synthésée par une plaque vissée. [23] La tête de la fibula est orientée de façon à venir en regard du semi-lunaire et du scaphoïde. Elle est avivée ainsi que les os de la première rangée du carpe et une ostéosynthèse par une vis de 3,5/10^e de millimètre est réalisée. Un fixateur externe renforce le montage comme décrit précédemment. L'utilisation d'un greffon vascularisé a comme avantage de permettre une fusion et une consolidation plus rapides. En revanche, il s'agit d'une technique beaucoup plus délicate,

nécessitant la présence d'un chirurgien habitué à ce type de prélèvement et à la réalisation de microanastomoses.

Ulna translaté et pédiculé (Fig. 12). Il est aussi possible d'utiliser comme autogreffe l'ulna distal qui est sectionné et translaté avec ses insertions musculaires sous le radius. La styloïde cubitale avec ses attaches est sectionnée et laissée en place. Ce greffon est « arthrodésé » selon la même technique qu'avec la fibula. [23]

Autres techniques. Leung et Chang [24] ont aussi décrit l'utilisation d'une crête iliaque vascularisée microanastomosée sur l'artère circonflexe iliaque profonde. Cette technique est

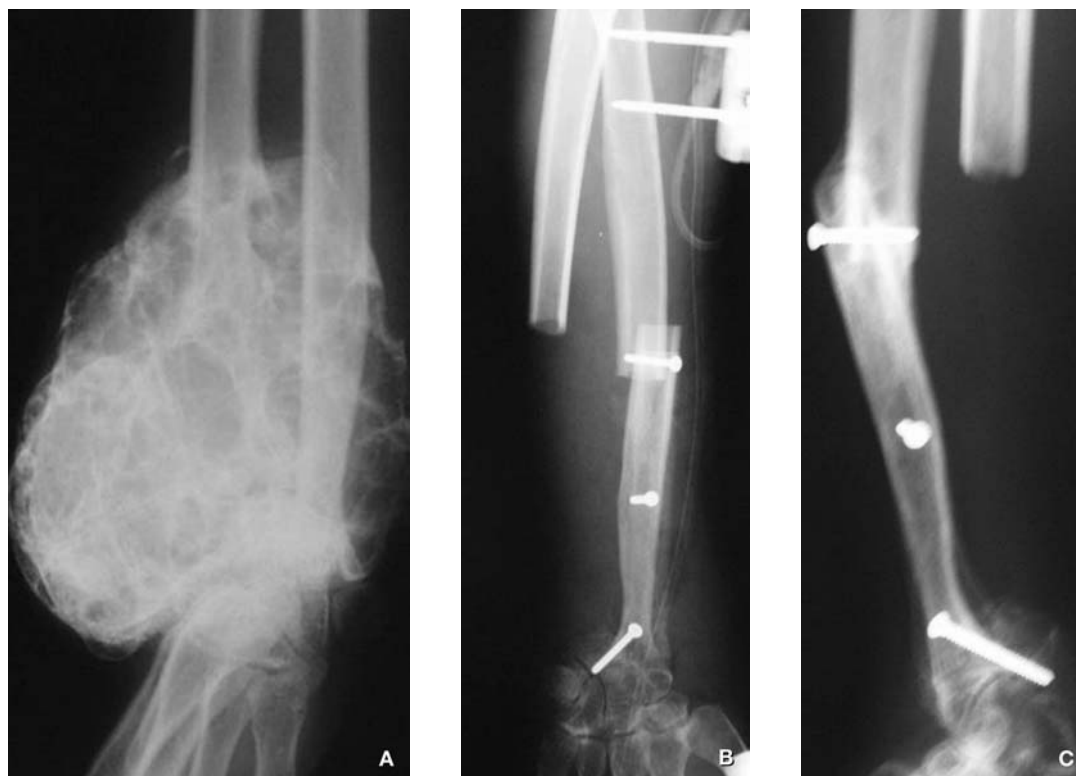


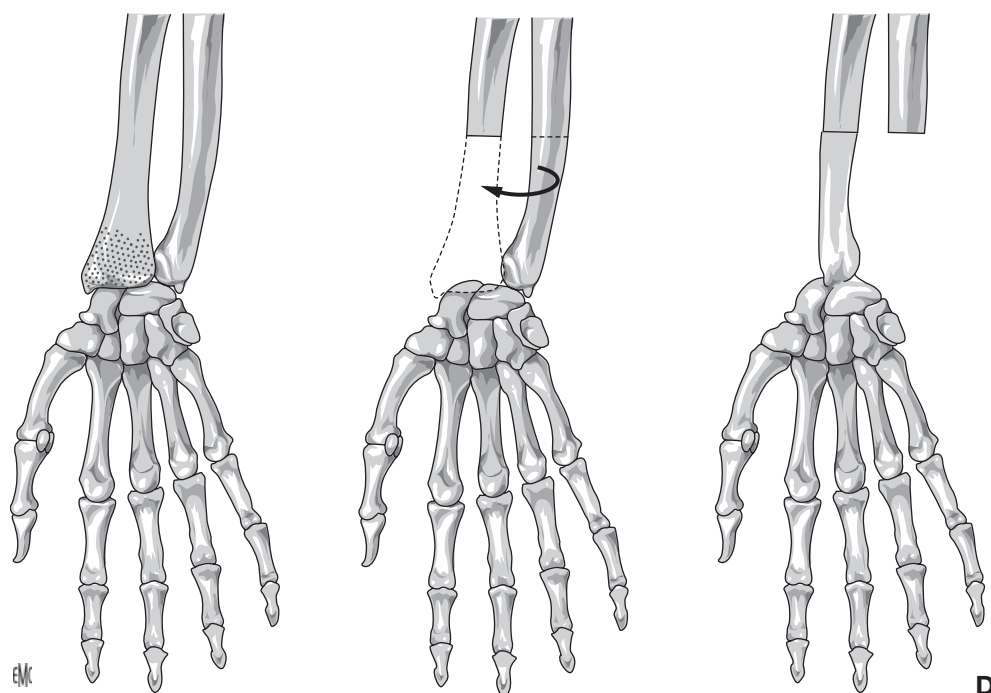
Figure 12.

A. Radiographie d'une tumeur à cellules géantes du radius distal.

B. Radiographie après traitement par résection et arthrodèse radiocarpienne (fixateur externe en place) avec interposition d'un greffon d'ulna homolatéral pédiculé.

C. Radiographie après consolidation.

D. Schéma de ce type de reconstruction.



utilisable pour de petites résections. Il est aussi possible d'utiliser une allogreffe massive de radius distal. [25] qui ne présente pas d'avantage par rapport aux autogreffes et expose aux fractures.

Résection-reconstruction du radius distal par arthroplastie par transfert de fibula vascularisée (Fig. 13)

Ce type de reconstruction procure un poignet avec des mobilités similaires à une arthrodèse entre le radius et la première rangée des os du carpe. En revanche, il existe un risque important de dislocation du poignet avec subluxation palmaire. Il faut cependant noter qu'il s'agit d'une technique difficile et fréquemment compliquée de luxations antérieures du carpe. Avant la résection, il convient d'effectuer un test d'Allen afin de s'assurer de la suppléance de l'artère cubitale pour la vascularisation de la main, car le paquet radial est anastomosé sur la fibula.

Installation et résection

Ce sont les mêmes que celles décrites au chapitre précédent.

Reconstruction

Le prélèvement de fibula vascularisée est réalisé du même côté par une seconde équipe chirurgicale. La reconstruction comprend la tête et une partie de la diaphyse avec le paquet fibulaire. Le prélèvement est réalisé par voie postéroexterne et il est décrit dans l'article 44-040.

La tête de la fibula est positionnée avec la surface articulaire qui regarde en bas et en avant ; puis la diaphyse est positionnée contre la diaphyse du radius, et l'ostéosynthèse est effectuée à l'aide d'une plaque vissée. Le semi-lunaire et le scaphoïde sont positionnés sous la tête de la fibula. La capsule et les ligaments radiocarpiaux sont réinsérés sur la tête fibulaire par des points transosseux ou des ancrs. Le carpe est stabilisé en position

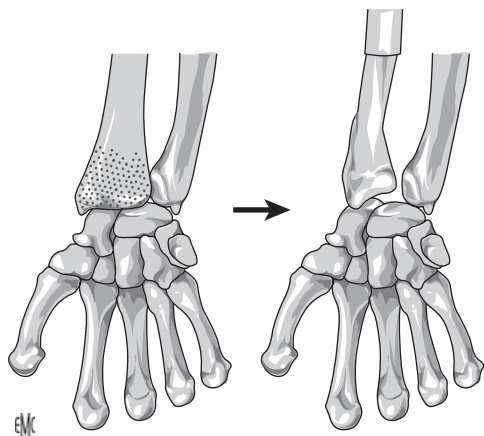


Figure 13. Schéma d'une arthroplastie du poignet en utilisant la partie proximale d'une fibula vascularisée microanastomosée.

neutre et synthésé provisoirement par deux ou trois broches. Les microanastomoses entre le paquet fibulaire et l'artère radiale sont effectuées en commençant par la veine. Il est possible d'effectuer un pontage de l'artère radiale à l'aide du paquet fibulaire en effectuant une anastomose proximale et distale du paquet radial sur le paquet fibulaire. [24, 26, 27] La fermeture cutanée est effectuée sur des drains aspiratifs.

Suites de l'intervention

Une manchette plâtrée est réalisée pour 8 semaines, ensuite, le plâtre et les broches sont retirés et le poignet rééduqué.

Résection-reconstruction par arthrodèse ulnocarpienne

Il s'agit d'une technique simple qui a comme inconvénient de bloquer la pronosupination. La résection ne présente pas de particularité. Le carpe peut rester en place et être arthrodésé en position radiale en augmentant la surface de radius distal latéralement par un greffon iliaque (Fig. 14). [23] L'autre solution est de translater le carpe sous l'ulna et « d'arthrodésé » le semi-lunaire et le scaphoïde avec la tête ulnaire. [23]

Résection-reconstruction des métacarpiens (Fig. 15)

Les tumeurs malignes primitives osseuses sont exceptionnellement localisées à la main. Dans ce cas, elles touchent essentiellement les métacarpiens. Les sarcomes des parties molles sont moins exceptionnels. Les résections conservatrices sont rarement possibles et il est habituellement nécessaire de réaliser une amputation complète ou partielle de la main afin d'obtenir des marges de résection saines.

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal avec une table à bras et un garrot à la racine du bras.

Résection

La voie d'abord est dorsale, centrée sur le métacarpien. La résection peut être uniquement diaphysaire ou intéresser tout le métacarpien. Pour les résections diaphysaires, les parties molles sont refoulées latéralement. Les nerfs collatéraux, lorsqu'ils peuvent être conservés, sont préservés. La section diaphysaire est effectuée en fonction des images radiographiques et IRM.

Lorsqu'une résection de l'ensemble du métacarpien est indiquée, après libération antérieure, postérieure et latérale, le métacarpien est désarticulé à sa base, ce qui permet de le relever et d'aller sectionner la capsule et les ligaments latéraux de la métacarpophalangienne le plus près possible du métacarpien.

Reconstruction

Pour les résections diaphysaires, elle fait appel à une baguette d'autogreffe prélevée sur le tibia. Une ostéosynthèse légère avec

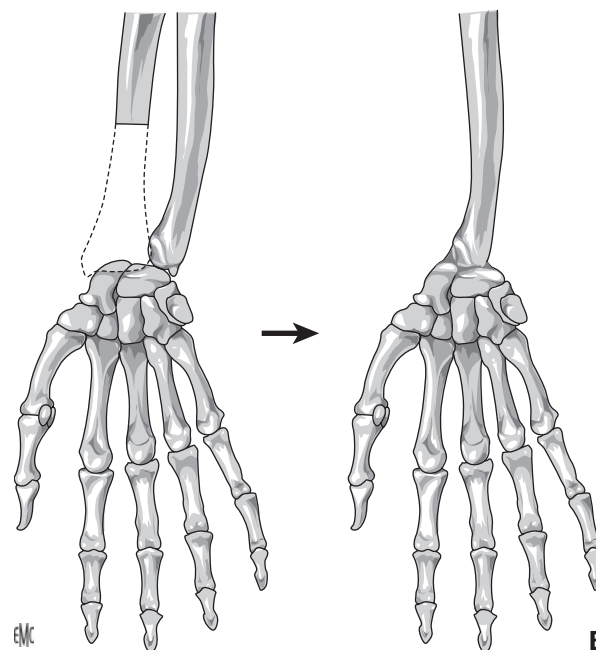
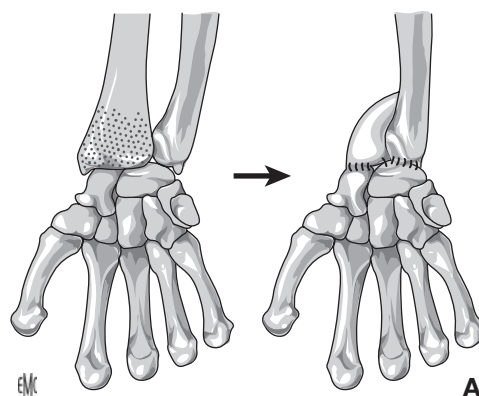


Figure 14. Schéma d'une arthrodèse ulnocarpienne avec greffon iliaque (A) et avec translation ulnaire du carpe (B).

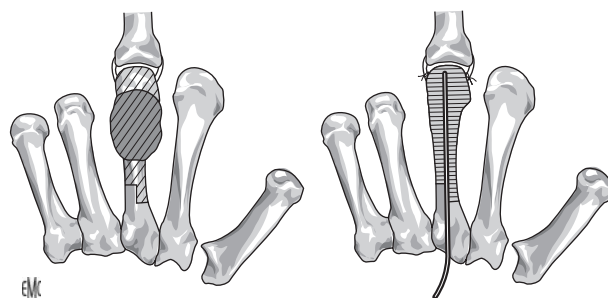


Figure 15. Schéma d'une résection du troisième métacarpien et reconstruction par transfert autologue du troisième métatarsien.

broches est effectuée. Une attelle en position intrinsèque plus est réalisée avec syndactylie avec le doigt adjacent pour 1 mois. Ensuite la syndactylie est conservée 1 mois.

Pour les résections totales du métacarpien, la reconstruction est effectuée avec un métatarsien prélevé sur le pied. Des radiographies de l'avant-pied et de la main à la même échelle permettent de choisir le segment osseux le plus adapté. Ce métatarsien est arthrodésé sur le carpe préalablement avivé ; l'ostéosynthèse est effectuée par un brochage. L'articulation métacarpophalangienne est reconstituée par suture de la capsule et des ligaments latéraux.

Suites de l'intervention

Le patient est immobilisé 15 jours en position intrinsèque plus avec syndactylie, et la rééducation est ensuite débutée rapidement.

Divers

Les résections de l'ulna distal ne nécessitent pas de reconstruction. Les tumeurs du carpe sont exceptionnelles et habituellement bénignes. Le traitement de tumeurs bénignes localisées à ce niveau se fait par curetage et comblement.

Les tumeurs malignes des phalanges sont exceptionnelles, et, dans ce cas, il est rarement possible de conserver le doigt qui doit être amputé. Pour le pouce, les amputations peuvent être suivies d'une reconstruction par transfert d'orteil ou pollicisation d'un des doigts longs. Ces techniques non spécifiques aux tumeurs sont décrites dans l'article 44-382 de EMC.

Références

- [1] Tomeno B. In: Forest M, Tomeno B, Vanel D, editors. *Orthopedic surgical pathology: diagnosis of tumors and pseudotumoral lesions of bone and joint*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1998. p. 717-28.
- [2] Anract P. In: Forest M, Tomeno B, Vanel D, editors. *Orthopedic surgical pathology: diagnosis of tumors and pseudotumoral lesions of bone and joint*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1998. p. 27-32.
- [3] Wittig JC, Bickels J, Wodajo F, Kellar-Graney KL, Malawer MM. Constrained total scapula reconstruction after resection of a high-grade sarcoma. *Clin Orthop* 2002;**397**:143-55.
- [4] Anract P, Jeanrot C, Katabi M, Vinh TS, Tomeno B. An original approach for scapulectomy. *J Surg Oncol* 2000;**75**:210-3.
- [5] Guerra A, Capanna R, Biagini R, Ruggieri P, Campanacci M. Extra-articular resection of the shoulder (Tikhoff-Linberg). *Ital J Orthop Traumatol* 1985;**11**:151-7.
- [6] Linberg BE. Interscapulo-thoracic resection for malignant lesion of the shoulder with limb preservation. *J Bone Joint Surg Am* 1928;**10**:344-9.
- [7] Malawer MM, Sugarbaker PH, Lampert M, Baker AR, Gerber NL. The Tikhoff-Linberg procedure: report of ten patients and presentation of a modified technique for tumors of the proximal humerus. *Surgery* 1985;**97**:518-28.
- [8] Aubriot JH, Richter D, Bvielleau C. Opération de Tokhoff-Linberg ou résection interscapulo-thoracique en bloc. Aspects techniques pour un chondrosarcome de l'extrémité supérieure de l'humérus, et un chondrosarcome de l'omoplate. *Ann Orthop Ouest* 1983;**15**:81-5.
- [9] Malawer MM. Tumors of the shoulder girdle. Technique of resection and description of a surgical classification. *Orthop Clin North Am* 1991;**22**:7-35.
- [10] Mnaymneh WA, Temple HT, Malinin TI. Allograft reconstruction after resection of malignant tumors of the scapula. *Clin Orthop* 2002;**405**:223-9.
- [11] De Wilde L, Sys G, Julien Y, Van Ovost E, Poffyn B, Trouilloud P. The reversed Delta shoulder prosthesis in reconstruction of the proximal humerus after tumor resection. *Acta Orthop Belg* 2003;**69**:495-500.
- [12] De Wilde LF, Van Ovost E, Uyttendaele D, Verdonk R. Results of an inverted shoulder prosthesis after resection for tumor of the proximal humerus. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002;**88**:373-8.
- [13] Wittig JC, Bickels J, Kellar-Graney KL, Kim FH, Malawer MM. Osteosarcoma of the proximal humerus: long-term results with limb-sparing surgery. *Clin Orthop* 2002;**397**:156-76.
- [14] Malawer MM, Sugarbaker PH. In: *Musculoskeletal cancer surgery. Treatment of sarcomas and allied diseases*. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers; 2001. p. 519-69.
- [15] Donati D, Giacomini S, Gozzi E, Di Bella C, Mercuri M. The results of the surgical treatment of bone tumors using massive homoplastic grafts. *Chir Organi Mov* 2003;**88**:115-22.
- [16] Anract P, Vastel L, Tomeno B. Techniques et indications des greffes et transplantations osseuses et ostéocartilagineuses. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-030-A, 1999: 14p.
- [17] O'Connor MI, Sim FH, Chao EY. Limb salvage for neoplasms of the shoulder girdle. Intermediate reconstructive and functional results. *J Bone Joint Surg Am* 1996;**78**:1872-88.
- [18] Amin SN, Ebeid WA. Shoulder reconstruction after tumor resection by pedicled scapular crest graft. *Clin Orthop* 2002;**397**:133-42.
- [19] Rydholm A. Reconstruction after resection of the proximal ulna. Report of a case of chondrosarcoma. *Acta Orthop Scand* 1987;**58**:671-2.
- [20] Turcotte RE, Wunder JS, Isler MH, Bell RS, Schachar N, Masri BA, et al. Giant cell tumor of long bone: a Canadian Sarcoma Group study. *Clin Orthop* 2002;**397**:248-58.
- [21] Cooney WP, Damron TA, Sim FH, Linscheid RL. En bloc resection of tumors of the distal end of the ulna. *J Bone Joint Surg Am* 1997;**79**:406-12.
- [22] Tomeno B, Trevoux L. Giant-cell tumor of the lower end of the radius treated by resection-arthrodesis. Report of 9 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1990;**76**:420-4.
- [23] Hackbarth Jr. DA. Resections and reconstructions for tumors of the distal radius. *Orthop Clin North Am* 1991;**22**:49-64.
- [24] Leung PC, Chan KT. Giant cell tumor of the distal end of the radius treated by the resection and free vascularized iliac crest graft. *Clin Orthop* 1986;**202**:232-6.
- [25] Kocher MS, Gebhardt MC, Mankin HJ. Reconstruction of the distal aspect of the radius with use of an osteoarticular allograft after excision of a skeletal tumor. *J Bone Joint Surg Am* 1998;**80**:407-19.
- [26] Ihara K, Doi K, Sakai K, Yamamoto M, Kanchiku T, Kawai S, et al. Vascularized fibular graft after excision of giant cell tumor of the distal radius. A case report. *Clin Orthop* 1999;**359**:189-96.
- [27] Kumta SM, Leung PC, Yip K, Hung LK, Panozzo A, Kew J. Vascularized bone grafts in the treatment of juxta-articular giant-cell tumors of the bone. *J Reconstr Microsurg* 1998;**14**:185-90.

P. Anract, Professeur des Universités, praticien hospitalier* (philippe.anract@cch.aphp.fr).

B. Tomeno, Professeur des Universités, praticien hospitalier.

Service de chirurgie orthopédique, hôpital Cochin, AP-HP, université Paris V, 27, rue du Faubourg-Saint-Jacques, 75014 Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Anract P., Tomeno B. Résections-reconstructions pour tumeurs osseuses malignes du membre supérieur. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-097, 2005.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Tumeurs bénignes épiphysométaphysaires

H. Thomazeau, M. Ropars, N. Belot, J. Lasbleiz, F. Langlais

Le traitement des tumeurs osseuses bénignes épiphysométaphysaires n'est pas univoque et dépend de leur type. Ces tumeurs sont classées selon la nature du tissu prolifératif (osseux, cartilagineux ou fibreux), et ont en commun de ne présenter aucune des caractéristiques histologiques ou cytologiques des tumeurs malignes. Le pronostic vital n'est pas en jeu et le thérapeute ne doit donc pas imposer au patient de techniques invasives si le doute histologique est inexistant ou l'agressivité tumorale locale faible. Des traitements simples peuvent être proposés, allant de la surveillance à la destruction radioguidée. À l'inverse, il existe quelques situations d'agressivité tissulaire locale imposant une prise en charge chirurgicale rapide et importante. Les techniques d'exérèse vont alors du curetage, le plus souvent utilisé, jusqu'à la rare résection-reconstruction. La bénignité de ces tumeurs ne dispense pas d'une méticulosité à chaque étape de la démarche. Le chirurgien orthopédiste averti peut diagnostiquer et traiter nombre de ces tumeurs. À l'inverse, la méconnaissance de leur aspect, de leur évolutivité et de leur traitement doit conduire à prendre un avis auprès d'un centre spécialisé et ce dès la première étape diagnostique et avant tout geste local.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Tumeurs osseuses ; Tumeurs osseuses bénignes ; Biopsie de tumeurs osseuses ; Résection de tumeurs osseuses

Plan

| | |
|--|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Définitions | 1 |
| Localisation de la tumeur | 1 |
| Bénignité de la tumeur | 2 |
| Type de l'exérèse | 2 |
| ■ Stratégie globale face à une suspicion de tumeur bénigne | 2 |
| Faut-il biopsier et comment ? | 2 |
| Faut-il opérer et comment ? | 2 |
| Quelle imagerie demander ? | 3 |
| Quelle technique d'exérèse utiliser ? | 3 |
| ■ Stratégies particulières par type tissulaire | 6 |
| Tumeurs ostéofomatrices | 6 |
| Tumeurs chondroformatrices | 7 |
| Pseudotumeurs | 8 |
| ■ Conclusion | 11 |

■ Introduction

Les tumeurs osseuses épiphysométaphysaires sont beaucoup plus souvent bénignes que malignes. [1, 2] Le chirurgien orthopédiste est régulièrement confronté à leur découverte et à l'organisation de leur prise en charge. Le type de la tumeur guide la conduite médicochirurgicale qui est plus éclectique que pour les tumeurs osseuses malignes. La biopsie première reste la règle, mais elle n'est pas systématique. L'indication d'exérèse relève soit de la nécessité diagnostique (biopsie-exérèse), soit de l'existence de symptômes cliniques liés à la tumeur, soit enfin

de l'agressivité tissulaire de celle-ci risquant de compromettre l'intégrité squelettique ou articulaire. La technique d'exérèse tumorale varie de la destruction radioguidée à la résection chirurgicale large, en passant par le curetage-évidement, le plus souvent utilisé.

La prise en charge s'effectue dans un contexte moins dramatique que pour les tumeurs malignes et le rôle du chirurgien est aussi de rassurer le patient toujours angoissé par la révélation d'une lésion tumorale intraosseuse. Une grande rigueur s'impose dans la démarche. La confrontation entre la clinique et la radiologie est déterminante pour la première orientation diagnostique. La confirmation histologique repose ensuite sur la biopsie et nécessite en cas de doutes une discussion entre clinicien et anatomopathologiste pouvant aller jusqu'à une réexpertise histologique. Les approximations peuvent avoir de graves conséquences : soit traiter de façon large et mutilante une tumeur bénigne, soit à l'inverse traiter de façon conservatrice et contaminante une tumeur maligne. En l'absence d'expérience particulière dans ce domaine, ou en cas de doutes, le recours à une équipe spécialisée multidisciplinaire s'impose.

■ Définitions

Localisation de la tumeur

La région épiphysométaphysaire s'étend de l'os sous-chondral jusqu'à l'origine de l'isthme cortical diaphysaire. Elle a donc la particularité de comporter une partie juxta-articulaire, située à l'intérieur des insertions capsulaires et ligamentaires. Cette proximité peut poser d'une part le problème du soutien mécanique du cartilage, voire de son effraction, et d'autre part celui de la conservation de la stabilité ligamentaire. Une tumeur est

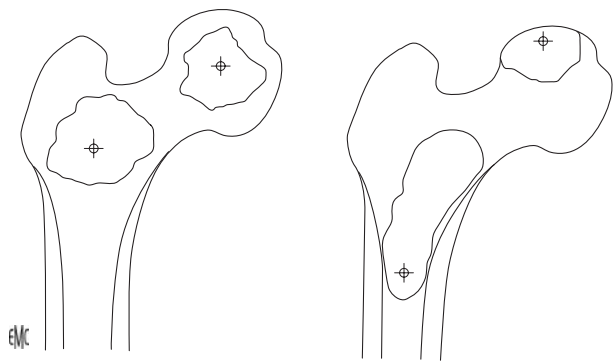


Figure 1. À gauche, tumeurs métaphysaire et épiphysaire ; à droite tumeurs diaphysométaphysaire et épiphysaire excentrée.

dite épiphysométaphysaire quand son centre géométrique, souvent assimilé à son point de départ, est situé en région métaphysaire (cas le plus fréquent), ou épiphysaire (plus rarement) (Fig. 1).^[3] La progression de l'une vers l'autre est classique. Une tumeur diaphysaire peut également se propager vers la métaphyse et l'épiphyse. Elle sort du cadre de cet article, mais peut toutefois poser des problèmes diagnostiques et thérapeutiques voisins de ceux des tumeurs bénignes épiphysométaphysaires (dysplasie fibreuse par exemple).

La tumeur peut être unique (forme monostotique), ou multiple (polyostotique : enchondrome, exostose ostéogénique), parfois hémimélique (dysplasie fibreuse).

Bénignité de la tumeur

Type histologique

Une tumeur osseuse bénigne est caractérisée par le type du tissu prolifératif (osseux, cartilagineux ou fibreux).^[4, 5] Ce tissu ne présente aucune des caractéristiques histologiques et cytologiques d'une tumeur maligne.

Grade

Il n'existe pas de gradation microscopique de l'agressivité tumorale. L'évaluation de celle-ci repose sur la confrontation entre l'aspect radiographique de la lésion (destruction corticale péri-tumorale) et son évolutivité. Il est ainsi possible de distinguer trois grades : le grade 1 est dit latent, le grade 2 actif mais sans destruction corticale même si celle-ci est souflée ou déformée alors que le grade 3 détruit la barrière corticale et peut envahir les parties molles. La notion d'évolutivité est difficile à apprécier au moment de la découverte de la lésion et des radiographies itératives doivent être réalisées après la biopsie et en préalable immédiat à l'exérèse si celle-ci est décidée.

“ Point important

Pour le clinicien, une tumeur bénigne osseuse se caractérise avant tout par l'absence d'évolution métastatique réduisant la problématique thérapeutique aux risques d'extension ou de récurrence locales, mais le plus souvent sans risque vital. Les traitements oncologiques adjuvants sont en règle inutiles et l'éradication tumorale est le plus souvent chirurgicale.

Type de l'exérèse

Sur le plan chirurgical, l'exérèse tumorale est toujours intracompartmentale. Elle est le plus souvent intralésionnelle ou périlésionnelle, beaucoup plus rarement extralésionnelle. La

nécessité d'un renforcement dépend de la fragilité liée à la tumeur ou induite par la biopsie, et répond aux règles de la chirurgie orthopédique et aux impératifs mécaniques de chaque site.

■ Stratégie globale face à une suspicion de tumeur bénigne

Faut-il biopsier et comment ?

La règle de la biopsie préalable à toute thérapeutique n'est pas absolue. Le plus souvent, le type de la tumeur ou son degré d'agressivité (1, 2, ou 3) ne peuvent être formellement affirmés par la radiographie. La décision de la biopsie s'appuie alors sur un certain nombre de critères qui doivent faire l'objet d'une étude systématique dès la première consultation :

- critère clinique : la tumeur est-elle de découverte fortuite ou responsable de symptômes (douleurs) ?
- critères radiographiques : l'image est-elle caractéristique sinon pathognomonique d'un type de tumeur bénigne et évolue-t-elle sur deux clichés successifs s'ils sont disponibles ?
- critères scintigraphiques : existe-t-il une fixation squelettique, isolée (monostotique) ou multiple (polyostotique), et l'intensité de cette fixation dépasse-t-elle celle de l'épine iliaque antérosupérieure ?^[6]

Aucun de ces critères n'a de valeur absolue (Tableau 1).

Seul le regroupement des quatre critères rassurants peut conduire à se dispenser de la biopsie. À l'inverse, le constat d'un seul des critères inquiétants impose la biopsie. Certaines explorations encore en évaluation telles que la tomographie à émission de positon (TEP-Scan) doivent permettre probablement de déterminer l'activité tumorale de certains cas douteux.^[7]

Deux types de biopsie peuvent être réalisées :

- la biopsie diagnostique qui n'emporte qu'un fragment de la tumeur peut être radioguidée, réalisée à l'aide d'un trocart, ou le plus souvent chirurgicale. Si la biopsie est indiquée, elle doit être réalisée selon les règles des biopsies des tumeurs osseuses malignes (cf. EMC 44-089 B. Tomeno) en anticipant la technique de l'éventuelle exérèse secondaire. La fenêtre corticale peut être circulaire et donc réalisée à la mèche ou quadrangulaire, arrêtée sur quatre trous de mèche de 2,2 mm. Dans ce cas, il est important de repositionner le capot osseux de la biopsie. À l'inverse des tumeurs malignes, il est conservé et parfois inclus dans une fenêtre plus large. Une vis corticale de 3,5 ou 4 mm placée dans l'un de ses angles suffit à le bloquer (Fig. 2) ;
- la biopsie-exérèse qui emporte la totalité de la tumeur (cf. infra).

Faut-il opérer et comment ?

Justifications de l'exérèse

Une fois acquise la certitude diagnostique, et contrairement aux tumeurs malignes osseuses dont l'exérèse est pratiquement systématique, le traitement d'une tumeur bénigne peut rester conservateur.

Dans certains cas (grade 1), une simple surveillance radiographique peut suffire (kyste essentiel, chondrome distal de petite taille). Parfois, un traitement médical peut être proposé (ostéome ostéoïde, dysplasie fibreuse).^[8]

Tableau 1.

Critères d'indication d'une biopsie de tumeur osseuse d'allure bénigne. La biopsie est a priori inutile lorsque les quatre critères de droite sont réunis.

| Biopsie | Oui | Non |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Clinique | douleur ou fracture | découverte fortuite |
| Radiographie, TDM, IRM | non caractéristique | pathognomonique |
| Radiographies | évolutivité | stabilité |
| Scintigraphie | fixation > épine iliaque | fixation < épine iliaque |

TDM : tomodensitométrie ; IRM : imagerie par résonance magnétique.



Figure 2. Le capot cortical est remis en place à l'aide d'une vis d'interférence placée dans l'un des quatre trous d'angle.

Ailleurs une exérèse doit être réalisée. Les raisons n'en sont pas nécessairement d'ordre carcinologique. La tumeur peut être douloureuse. Cette douleur peut être liée soit à l'activité tumorale (ostéome ostéoïde), soit à la fragilisation épiphysaire (tumeurs à cellules géantes) ou métaphysaire (dysplasie fibreuse avec déformation). Il est néanmoins important de s'assurer que les douleurs ressenties ne sont pas liées à une pathologie abarticulaire, ce qui est souvent le cas, la tumeur étant alors contingente et de découverte fortuite.^[9] Les exemples les plus typiques sont les tumeurs découvertes à l'occasion d'une tendinopathie dégénérative de l'épaule (supraspinatus), ou de la hanche (gluteus medius), ou encore d'une arthrose de la hanche ou du genou. Il faut alors prendre le temps de la discussion avec le patient qui rapporte le plus souvent tous ses symptômes à la lésion intraosseuse.

Parfois, l'indication d'exérèse est portée sur le risque fracturaire métaphysaire qui peut être lié au volume de la tumeur en zone portante (chondrome proximal du fémur) ou à son évolutivité sous-chondrale (kyste anévrisimal ou tumeur à cellules géantes). Plus rarement, c'est le risque de dégénérescence maligne qui conduit à l'exérèse (chondrome proximal de très grande taille).

Marges d'exérèse

La particularité des tumeurs bénignes est d'autoriser dans l'immense majorité des cas une intervention conservatrice. Les marges d'exérèse sont indiquées par le stade d'agressivité et l'évolutivité de la tumeur. Le plus souvent la résection est intralésionnelle, ou extralésionnelle marginale sous-périostée (grades 1 et 2). Les résections extralésionnelles larges sont rares, habituellement réservées aux tumeurs de grade 3 ou aux récurrences de tumeurs à forte agressivité locale (tumeurs à cellules géantes par exemple). Dans ces cas, la résection large doit emporter une épaisseur de tissus sains qui, dans la localisation métaphyséoépiphysaire de ces tumeurs, comporte généralement l'appareil de stabilisation ligamentaire et tout ou partie des surfaces articulaires, imposant l'utilisation d'une reconstruction arthroplastique, autologue (radius distal) ou prothétique (genou). L'excision du trajet d'une biopsie préalable n'est pas obligatoire et n'est réalisée que si elle ne compromet ni la fermeture cutanée, ni la fonction ultérieure.

Quelle imagerie demander ?

La radiologie standard et la tomodensitométrie permettent de régler la majorité des situations diagnostiques et thérapeutiques.

Tableau 2.

Analyse de l'état osseux péri-tumoral d'après Lodwick^[10] (Fig. 3).

| | |
|-----|---|
| IA | Ostéolyse géographique avec liseré marginal de condensation |
| IB | Ostéolyse géographique avec liseré marginal mais sans condensation, et apparition d'une érosion corticale partielle |
| IC | Ostéolyse géographique avec perte du liseré marginal, et érosion corticale partielle ou totale |
| II | Ostéolyse non géographique et apparition d'un aspect mité des berges spongieuses ou corticales > 1 cm |
| III | Ostéolyse non géographique et apparition d'une perméation corticale effractive |

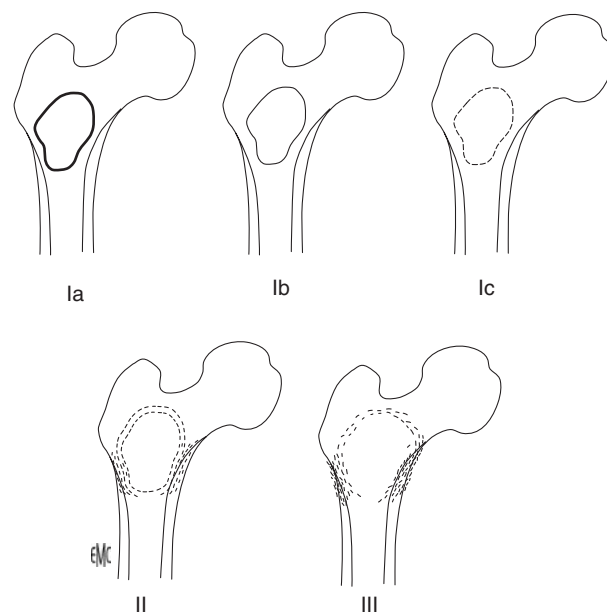


Figure 3. Cinq stades radiographiques de Lodwick.^[10]

Ces examens en rayons X autorisent l'analyse de la destruction corticale liée à la tumeur. Le type et l'évolutivité de cette destruction permettent de grader la tumeur (cf. supra) mais également de planifier la technique opératoire.

La zone de fragilité maximale de la corticale est en général la voie de pénétration de la biopsie, ou de la résection si celle-ci est intralésionnelle.

L'analyse de la réaction osseuse péri-tumorale guide la technique chirurgicale et en particulier l'utilisation de renforts mécaniques. Cette analyse peut s'appuyer sur la classification de Lodwick.^[10] Celle-ci impose une lecture précise des paramètres corticaux suivants : aspect global de l'ostéolyse tumorale (géographique ou non), aspects des berges osseuses péri-tumorales (présence ou non d'un liseré de condensation et, en son absence, aspect mité ou non de ces berges), structure de l'os adjacent à la tumeur et en particulier de la corticale (érosion ou pénétration). Cette analyse autorise une classification en cinq stades : IA, IB, IC, II et III (Tableau 2) (Fig. 3).^[10, 11]

La scintigraphie évalue l'activité locale et permet de dépister les formes polyostotiques de certaines tumeurs (exostose ostéogénique, enchondrome, dysplasie fibreuse).

L'imagerie par résonance magnétique est réalisée dans deux situations : d'une part la recherche d'un aspect pathognomonique (niveaux liquides du kyste anévrisimal osseux) et d'autre part le bilan d'extension locale dans les grades III avec effraction corticale et envahissement articulaire ou des parties molles (certaines tumeurs à cellules géantes).

Quelle technique d'exérèse utiliser ?

Les tumeurs bénignes épiphysométaphysaires sont de natures histologiques, de tailles et de localisations trop multiples pour pouvoir décrire un type unique d'intervention. Il est toutefois possible de donner des règles générales applicables aux trois types d'exérèse qui peuvent être individualisés.

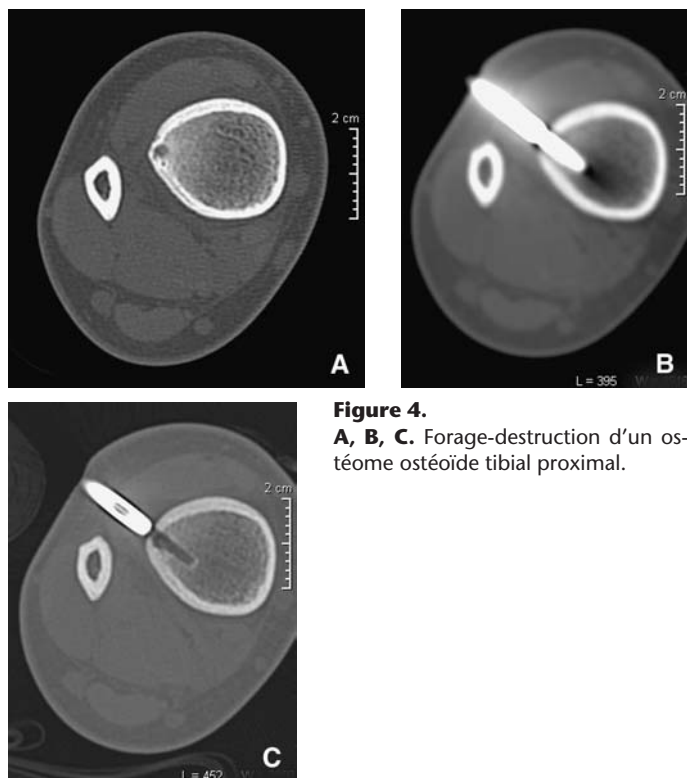


Figure 4.
A, B, C. Forage-destruction d'un ostéome ostéoïde tibial proximal.

Destruction radioguidée

Elle est basée sur le forage transosseux aboutissant à une tumeur qui peut être repérée sous amplificateur de brillance ou le plus souvent sous tomodensitométrie. [12] Elle doit être réalisée par un radiologue spécialisé dans la prise en charge des pathologies ostéoarticulaires. Son indication doit faire l'objet d'un accord entre ce radiologue et le chirurgien responsable de la démarche diagnostique initiale et surtout du traitement chirurgical secondaire en cas d'échec de la technique radiologique. Les critères d'indication sont en effet très précis : la lésion doit avoir l'aspect radiographique pathognomonique d'un type histologique bénin. Son diamètre ne doit pas excéder celui du foret. Le trajet instrumental est aussi important que pour une biopsie chirurgicale. Les trocars ou les mèches sont rectilignes et imposent une trajectoire directe vers la lésion. L'utilisation de la photocoagulation au laser est prônée par certains auteurs. [13] Il est capital que ce trajet soit déterminé en commun par le radiologue et le chirurgien susceptible de réopérer le patient en cas de doute ou d'échec. Ce trajet doit être éloigné de toutes les structures vasculaires ou nerveuses dont le sacrifice serait impossible en cas de reprise chirurgicale. Son avantage est de pouvoir atteindre directement et de façon non délabrante une lésion peu accessible à la chirurgie (acétabulum). Son inconvénient est de ne pas permettre de confirmation histologique car la lésion est plus détruite que biopsiée (Fig. 4). En pratique, cette technique s'applique essentiellement aux ostéomes ostéoïdes lorsqu'ils sont intraosseux, et en situation profonde (acétabulum par exemple).

Curetage-évidement

Il s'agit d'une exérèse intralésionnelle. Sa simplicité n'est qu'apparente et il est impératif de ne pas le considérer comme un geste mineur. Son objectif est d'ôter la totalité du tissu tumoral en conservant l'environnement cortical de la tumeur. Sa technique obéit à des règles précises.

Fenêtre de curetage

Sa position et sa taille doivent être déterminées sur les radiographies préopératoires. Il faut s'assurer que les curettes peuvent atteindre la totalité de la paroi corticale bordant la tumeur. Il existe un risque de laisser de la tumeur sur le versant cortical correspondant à la fenêtre osseuse et donc inaccessible

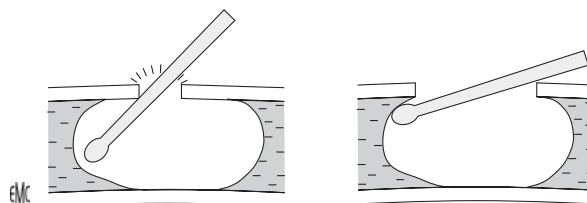


Figure 5. À gauche (mauvais), la fenêtre corticale trop limitée interdit l'accès à la totalité de la tumeur. À droite, bon.

à la vision directe (Fig. 5). Ceci impose donc une taille de fenêtre d'au moins 10 mm dans son plus grand diamètre lorsqu'il s'agit de la région épiphysométaphysaire d'un os long majeur (humérus, fémur et tibia).

La position de la fenêtre est parfois imposée par la pénétration corticale d'une biopsie préalable. Il est alors classique de reprendre ce trajet, en le circonscrivant parfois dans la nouvelle fenêtre si celle-ci est de grande taille. Le repérage préopératoire immédiat par l'amplificateur de brillance, patient installé sur table, est recommandé. La projection cutanée de la position de la fenêtre est marquée au crayon dermatographique et le trait de l'incision est centré sur ce repère.

Réalisation du curetage

Des curettes de tailles et de formes différentes doivent être utilisées. Les curettes droites de gros diamètre (5 à 10 mm) autorisent l'ablation du volume central de la tumeur. Des curettes plus petites sont utilisées pour les parois. Leur diamètre réduit (2 à 5 mm) permet de nettoyer les logettes corticales avec une pression importante. Celle-ci peut encore être augmentée par l'utilisation de curettes fenêtrées. Il faut enfin disposer de curettes angulées afin de pouvoir atteindre les logettes proches de la fenêtre corticale. Le curetage doit attaquer la couche superficielle de la paroi condensée ou corticale périphérique que l'on sait contaminée par la tumeur. Si la condensation osseuse est importante, il faut utiliser une fraise motorisée. La totalité du produit tumoral est envoyée au laboratoire.

Adjuvants

Il est possible de compléter la destruction tumorale par le traitement des parois corticales à l'aide d'adjuvants cytotoxiques. Ceux-ci peuvent être physiques par augmentation de la chaleur (polyméthylmétacrylate ou bistouri électrique), ou par refroidissement (cryothérapie). [14] Ils peuvent également être chimiques par l'utilisation de phénol. L'utilisation de ces adjuvants est affaire d'école et ne peut en aucun cas se substituer à la qualité du curetage mécanique.

Comblement

Il peut être réalisé par de l'autogreffe spongieuse, parfois associée à une allogreffe morcelée en cas de cavité volumineuse. L'utilisation de substituts de synthèse (céramique de phosphate tricalcique essentiellement) est possible sous forme injectable ou solide, granules ou billes. [15, 16] Néanmoins, nombre de cavités résiduelles de petits diamètres (< 30 mm) sont susceptibles de se combler spontanément.

Renforcement

Le renforcement mécanique n'est pas systématique et dépend de l'analyse de l'état cortical péri-tumoral. La classification de Lodwick permet de quantifier l'ostéolyse et de discuter le renforcement pour les stades IC, II et III avec deux situations topographiques différentes.

Perte du soutien sous-chondral épiphysaire. Certaines tumeurs ont une extension essentiellement épiphysaire pouvant aboutir à une réduction du soutien mécanique du cartilage. Dans cette situation, le renfort ne peut être placé que sous l'os sous-chondral. Il est donc positionné par la fenêtre de curetage qui doit être agrandie à la demande. Un greffon corticospongieux iliaque est placé sous la cavité articulaire, face corticale résistante contre l'os sous-chondral (Fig. 6). Sa stabilité est souvent

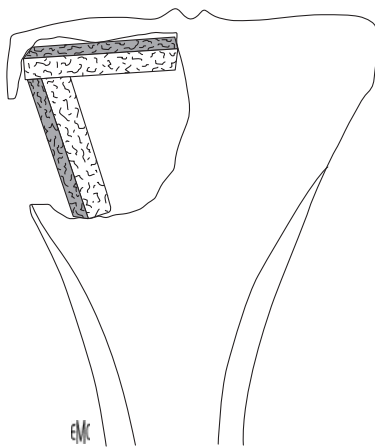


Figure 6. Exemple d'auto-greffe iliaque encastrée avec étai osseux.

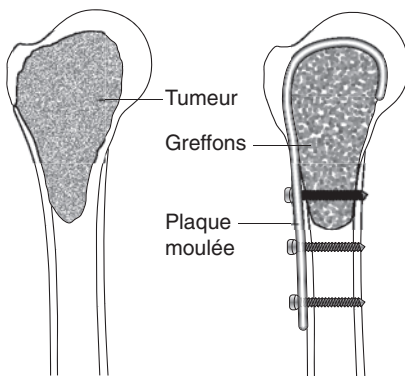


Figure 7. Plaque à extension endo-osseuse (d'après B. Toméno).

obtenue par encastrement mais elle doit parfois être renforcée par un étai osseux ou par une plaque à extension endo-osseuse (Fig. 7).

Renforcement cortical métaphysaire. Il est parfois nécessaire en cas de tumeurs volumineuses ou ostéolytiques (IIC ou III) de siège (chondrome) ou à extension (tumeur à cellules géantes) métaphysaire. Cette nécessité est impérative au membre inférieur ou en cas d'utilisation d'un adjuvant physique ayant pu entraîner une nécrose osseuse périphérique (cryothérapie). Le polyméthylmétaacrylate ne peut pas représenter un procédé de renforcement durable. Il assure certes un comblement immédiat, cytotoxique par la chaleur, mais il est menacé de fractures de fatigue et ne reconstruit en rien un os biologique. Le renforcement doit donc privilégier l'utilisation d'un matériel permettant un ancrage proximal et distal à la zone de curetage et éventuellement associée à un comblement tel que précédemment décrit. La même voie d'abord doit être utilisée pour le curetage et le renforcement sans extension inutile de la zone opératoire, une mauvaise surprise histologique étant toujours possible. Il faut toujours prévoir et anticiper une éventuelle reprise-excision large de la zone curetée et renforcée.

Les plaques et les vis-plaques apparaissent plus logiques que les dispositifs endomédullaires lorsque la tumeur est de taille limitée, ou lorsqu'il persiste un doute histologique (grand chondrome proximal IC par exemple). Au fémur proximal, une vis-plaque peut ainsi autoriser une réintervention par prothèse avec conservation du muscle gluteus medius, qui est à l'inverse condamné par l'utilisation d'un clou cervicocéphalique qui contamine de plus la diaphyse sous-jacente (Fig. 8).

Les matériels endomédullaires sont, à l'inverse, recommandés lorsque la tumeur est de nature histologique certaine, et qu'elle est de grande taille, voire étendue à la diaphyse sous-jacente (dysplasie fibreuse), rendant impossible l'utilisation d'un matériel à vissage cortical.

Résection monobloc

Elle est le plus souvent marginale, sous-périostée, car la bénignité de la tumeur n'impose pas la création de marges d'exérèse larges.

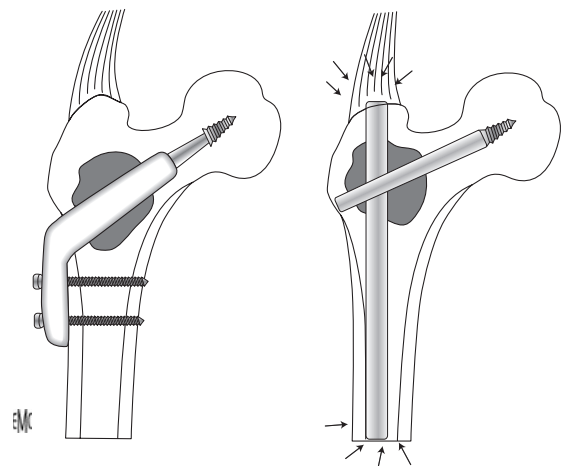


Figure 8. Le clou endomédullaire cervicocéphalique (à droite) contamine le tendon du muscle gluteus medius et la diaphyse proximale.



Figure 9. Exérèse d'une exostose ostéogénique fémorale distale (A, B).

Résection monobloc de première intention sans reconstruction

Elle est possible dans deux situations.

Tumeurs sessiles : l'intervention comporte la section de l'implantation corticale de la tumeur. Aucune ostéosynthèse n'est nécessaire si la base d'implantation est de petite taille (< 15 mm) (Fig. 9). Dans le cas contraire une plaque de renforcement cortical peut être utilisée.

Tumeurs des épiphyses « accessoires » : il s'agit essentiellement de l'ulna distal et de la fibula proximale dont le sacrifice sans reconstruction est possible. Dans le second cas, la dissection du nerf péronier commun est impérative et souvent difficile. Le patient doit être informé de la possibilité d'une neuropraxie transitoire avec déficit moteur réversible (Fig. 10).

Résection monobloc avec reconstruction articulaire

Elle est exceptionnelle en première intention, le plus souvent réservée aux récurrences multiples de tumeurs à forte agressivité locale avec extension épiphysaire intra-articulaire (tumeurs à cellules géantes). La résection peut en règle rester marginale vers les parties molles et la reconstruction articulaire rejoint celle des techniques de résection pour tumeurs malignes (cf. EMC 44-092 F. Langlais). Si la conservation de l'appareil ligamentaire est possible, il faut privilégier l'utilisation de prothèses non contraintes mais le plus souvent avec une extension diaphysaire du côté de la résection tumorale.

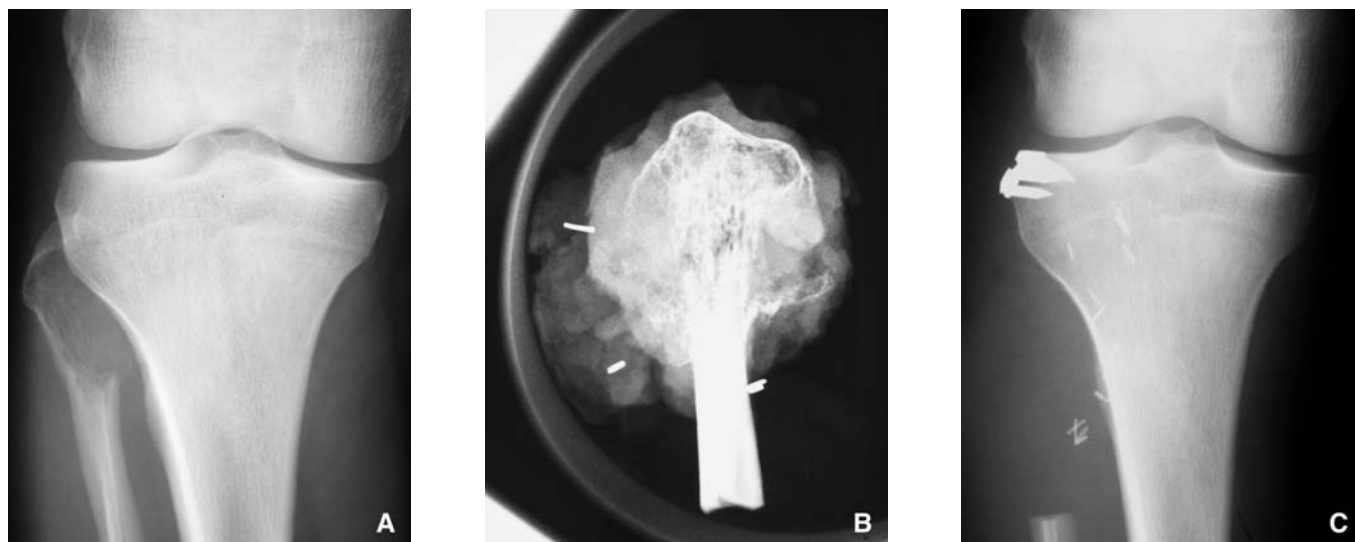


Figure 10. Résection fibulaire proximale pour tumeur à cellules géantes « agressive » (A, B, C).



Figure 11. Fraisage par voie postéromédiale d'un ostéome ostéoïde cortical, peu accessible à la destruction radioguidée (risque vasculaire). À noter l'existence d'un defect cortical (2) sous-jacent à l'ostéome ostéoïde (1) (A, B, C).

■ Stratégies particulières par type tissulaire

Le polymorphisme clinique, topographique et cytohistologique est tel qu'il est impossible de définir une conduite commune à l'ensemble des tumeurs bénignes épiphysométaphysaires des os. Ce chapitre expose les orientations et particularités pour chaque grande famille histologique de tumeurs bénignes.

Tumeurs ostéoformatrices

Ostéome ostéoïde

Le choix de la technique de biopsie-exérèse dépend de la capacité à repérer le nidus dont la taille est par définition de quelques millimètres (≤ 10 mm). La chirurgie doit en théorie toujours être préférée car elle autorise le prélèvement de ce nidus et son identification histologique. À l'inverse, les techniques radioguidées s'imposent quand le nidus est profondément situé, rendant la chirurgie disproportionnée par rapport à la taille de la lésion et ce d'autant qu'il n'y a jamais de reconstruction du fait de l'importante ostéoformation centrifuge au nidus. Deux situations caricaturales sont retrouvées en pratique clinique.

Nidus sous-périosté ou cortical : la chirurgie est recommandée car le nidus est facilement repérable lors de l'intervention. Après

“ Points importants

Clinique : douleurs +++
Radiographie : souvent pathognomonique
Type de la biopsie : biopsie-exérèse
Traitement dominant : exérèse

installation, la condensation corticale est visible sous amplificateur de brillance et peut être reportée par un trait cutané marquant le centre de la voie d'abord. Celle-ci est ensuite réalisée de façon conventionnelle jusqu'à rencontrer la corticale exubérante. Il faut alors ruginer le périoste de la périphérie jusqu'au site présumé du nidus. Celui-ci apparaît spontanément dans les formes sous-périostées. Dans les formes corticales, la technique de fraisage progressif [17] réalisée de façon centripète permet d'ouvrir la cupule d'ostéocondensation contenant le nidus (Fig. 11).

Celui-ci apparaît comme une zone rougeâtre hyperhémique au sein de la couronne corticale condensée. Il suffit alors de le prélever à la curette, puis de fraiser le fond de la cupule afin d'éliminer le tissu ostéoïde résiduel. [18] Un contrôle par

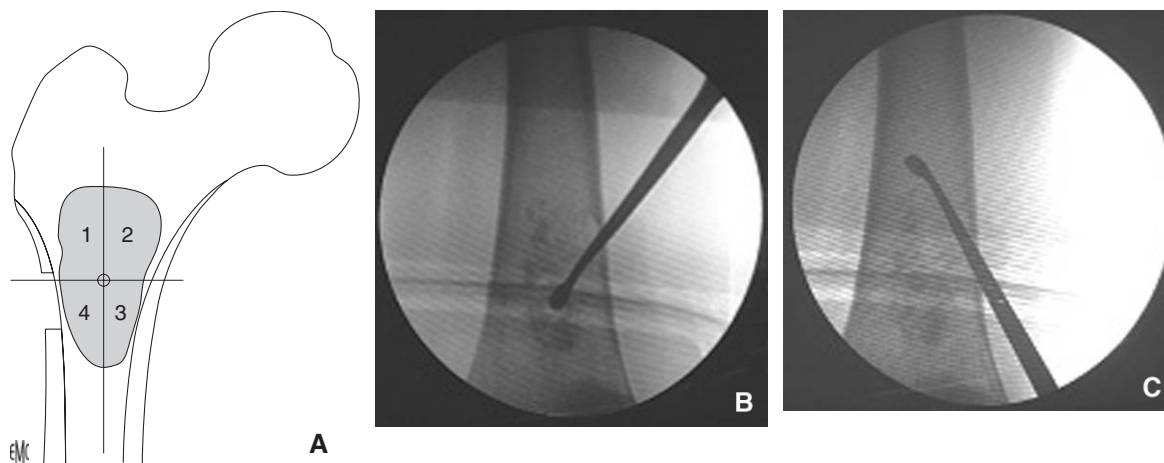


Figure 12. La biopsie doit intéresser les quatre quadrants de la tumeur et bénéficier d'un contrôle par amplificateur de brillance (A, B, C).

amplificateur de brillance permet de vérifier la position de cette cupule (marquée par une petite broche) par rapport à la zone d'ostéocondensation préalablement repérée. Aucun renforcement n'est habituellement nécessaire dans ces formes très ostéocondensantes.

Nidus intraspongieux : la destruction radioguidée peut être indiquée si la lésion est visible à la tomodynamométrie et le trajet direct possible (métaphyse tibiale par exemple). À l'inverse, si la lésion est peu visible ou un trajet direct impossible du fait de la proximité d'un paquet vasculonerveux, l'exérèse chirurgicale est préférable. Une fenêtrée corticale est réalisée. Elle doit permettre un trajet direct vers le nidus. Le repérage de celui-ci peut être facilité par l'usage des radio-isotopes ou plus facilement par fluorescence de la tétracycline. [19]

Ostéoblastome

“ Points importants

Clinique : douleurs ++
Radiographie : parfois douteuse
Type de la biopsie : biopsie-exérèse
Traitement dominant : exérèse

Sa taille supérieure à celle de l'ostéome ostéoïde (diamètre de 10 à 20 mm) interdit le plus souvent la destruction radioguidée au profit de l'exérèse chirurgicale. Un diagnostic histologique est d'autre part souhaitable car l'ostéoblastome peut prendre l'aspect radiologique d'une tumeur maligne, et particulièrement d'un ostéosarcome. L'exérèse est le plus souvent intralésionnelle par curetage, éventuellement par résection marginale si la topographie le permet (côte, fibula).

Tumeurs chondroformatrices

Tumeurs intraosseuses

Chondromes dits centraux (enchondromes)

Ne sont pas traitées ici deux formes de chondromes intraosseux que tout oppose : d'une part les chondromes des os plats, notamment coxaux, toujours suspects et dont la prise en charge doit se rapprocher de celle des chondrosarcomes au sein d'une équipe spécialisée ; d'autre part, les chondromes des extrémités (métacarpiens et phalanges), toujours bénins, et qui relèvent d'un curetage simple avec autogreffe. [20, 21]

La prise en charge des chondromes métaphysaires des os longs (humérus, fémur et à un moindre degré tibia) doit se

“ Points importants

Clinique : silencieuse
Radiographie : douteuse
Type de la biopsie : biopsie première
Traitement dominant : exérèse chirurgicale

faire avec méfiance. [20, 21] Il faut toujours évoquer le diagnostic de chondrosarcome dont l'aspect radiologique peut être strictement identique. Cette précaution doit être maximale pour les localisations proximales des os tubulaires. La biopsie chirurgicale première reste la règle. Si la lésion est étendue (> 30 mm), il faut prélever chacun des quadrants de la tumeur car des zones d'histocytologies différentes peuvent coexister (Fig. 12). [22]

Lorsque le diagnostic de chondrome est histologiquement confirmé, plusieurs attitudes sont possibles en fonction du patient et de la tumeur. Les chondromes de petite taille (< 30 mm), d'aspect radiologique typique, de siège fémoral distal ou huméral proximal, asymptomatiques, peuvent être simplement surveillés radiographiquement tous les ans chez un patient observant. Dans les autres cas, mieux vaut réaliser un curetage-évidement avec ou sans renforcement selon la localisation et la taille de la lésion.

Chondroblastome

“ Points importants

Clinique : douleurs
Radiographie : douteuse
Type de la biopsie : biopsie première
Traitement dominant : exérèse chirurgicale

La volumineuse géode épiphysaire (et non métaphysaire), volontiers latéralisée, qui caractérise cette tumeur doit être curetée et comblée. [23, 24] Le curetage insuffisant expose particulièrement aux récurrences. [25] Il doit donc dépasser de 2 mm la condensation péri-tumorale d'apparence saine. La situation juxta-articulaire du chondroblastome, volontiers tibial ou huméral proximal, peut ainsi nécessiter un greffon de soutien encastré dans la condensation périphérique de la corticale (Fig. 13).

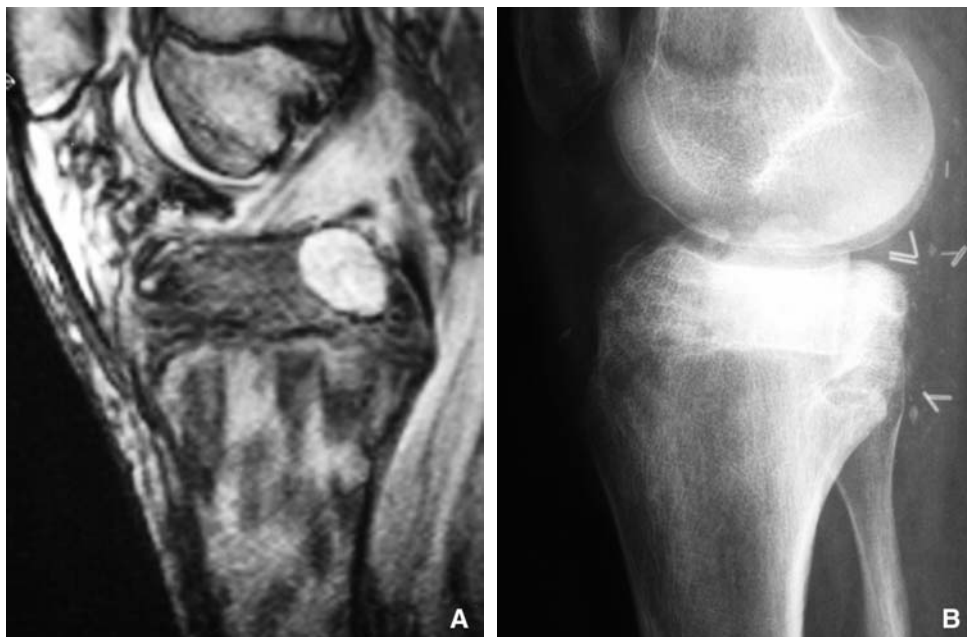


Figure 13. Traitement d'une récurrence de chondroblastome tibial proximal, par résection (voie de Trickey) et autogreffe iliaque corticospongieuse (A, B).

Tumeurs extraosseuses

Exostose ostéogénique (ostéochondrome)

“ Points importants

Clinique : tuméfaction
Radiographie : souvent pathognomonique
Type de la biopsie : biopsie-exérèse
Traitement dominant : exérèse chirurgicale

L'indication est habituellement la gêne liée au volume de la tumeur entraînant soit une voussure cutanée visible (tibia proximal), soit un conflit avec les éléments tendineux satellites (fémur distal). La voie d'abord est centrée sur l'exostose qui est dégagée jusqu'à son pédicule cortical. La résection est de type monobloc et il faut prendre soin de ne pas désolidariser le capuchon cartilagineux actif de l'expansion corticale qui est sectionnée à sa base au ciseau à frapper ou à la scie oscillante. La pièce de résection est envoyée en totalité à l'analyse. Dans les formes sessiles, la perte de substance corticale induite par la résection peut nécessiter une ostéosynthèse par plaque épiphysométaphysaire.

Fibrome chondromyxoïde

“ Points importants

Clinique : douleur, tuméfaction
Radiographie : douteuse
Type de la biopsie : biopsie première
Traitement dominant : exérèse chirurgicale

La tumeur est à la fois intraosseuse par son point de départ et extraosseuse par son expansion qui soufle la corticale épiphysométaphysaire sans la rompre (Fig. 14). L'exérèse se fait

par curetage souvent complété par un étai cortical ou une plaque en fonction de l'étendue de la perte de substance corticale et de sa localisation. [26]

Pseudotumeurs

Kyste osseux essentiel

“ Points importants

Clinique : douleurs si fractures
Radiographie : pathognomonique
Type de la biopsie : inutile
Traitement dominant : abstention ou ponction-injection radioguidée

Souvent typique chez l'enfant et l'adolescent, il relève alors rarement d'un traitement chirurgical qui risquerait d'altérer la physe contre laquelle il se développe distalement.

Chez l'adulte, sa découverte est le plus souvent fortuite et sa prise en charge dépend du doute diagnostique, du degré de fragilité corticale et de la localisation. Le traitement habituel est le curetage-comblement, mais certains auteurs prônent le traitement percutané par injections, parfois répétées, de stéroïdes. [27, 28]

Tumeur à cellules géantes (TCG)

“ Points importants

Clinique : douleurs
Radiographie : douteuse
Type de la biopsie : biopsie première
Traitement dominant : exérèse chirurgicale

Généralités

Son traitement est marqué par un taux de « récurrences » pouvant aller jusqu'à 35 %. [29] Ces « récurrences » sont dans la

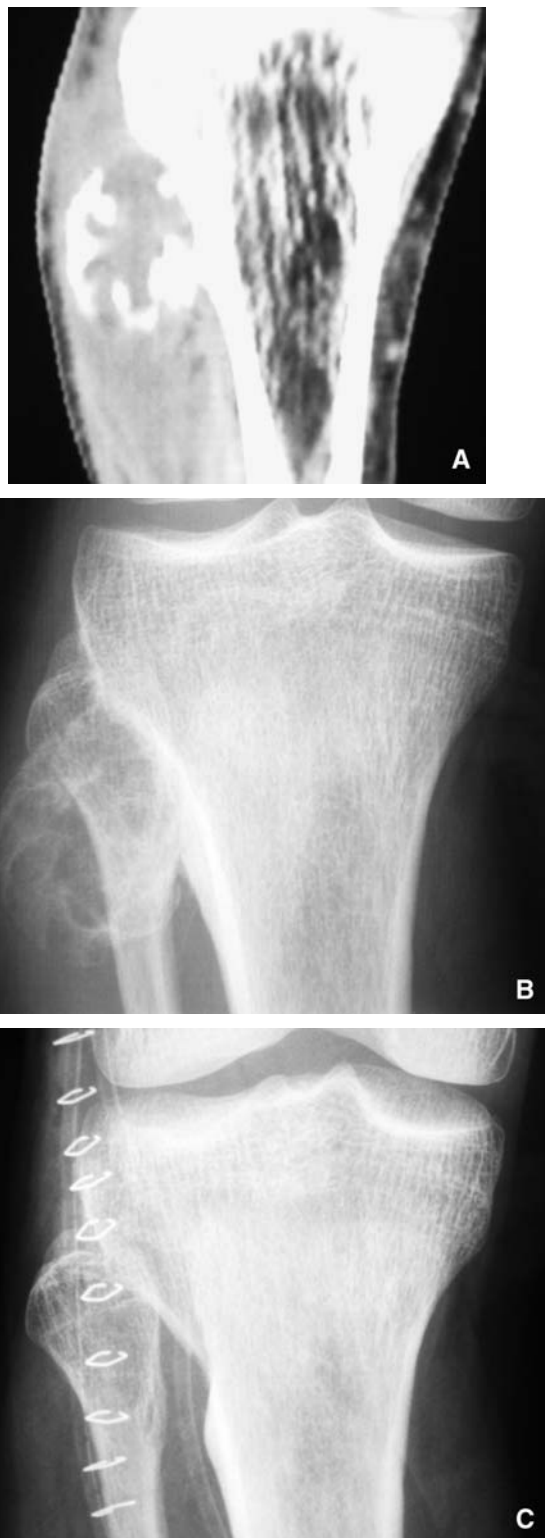


Figure 14. Résection d'un fibrome chondromyxœide tibial proximal. À noter le respect de la corticale qui a permis de se dispenser d'ostéosynthèse de renforcement (A, B, C).

majorité des cas liées au caractère incomplet de l'exérèse initiale tant les limites de la tumeur sont imprécises. En pratique, l'exérèse chirurgicale impose certaines conditions :

- être réalisée dans un centre rompu à leur traitement et à leurs complications, y compris la prise en charge psychologique du patient ;
- prévenir ce patient du risque de « récurrence », voire de métastase pulmonaire bénigne ;
- essayer de typer le caractère agressif ou non de la tumeur sur des critères cliniques, radiographiques et surtout évolutifs en sachant répéter les bilans radiographiques, même à brève échéance ;

- planifier l'exérèse par une imagerie par résonance magnétique nucléaire qui surpasse ici la tomодensitométrie du fait de la fréquence de l'envahissement des parties molles et du franchissement de l'os sous-chondral.

Formes peu agressives

La tumeur est peu douloureuse, confinée, sans effraction corticale et peu ou pas évolutive d'une radiographie à l'autre. Le curetage-comblement doit, ici plus qu'ailleurs, être réalisé avec la minutie précédemment décrite tant l'oubli de tissu tumoral expose à une repousse qui n'a rien d'une récurrence. La trépanation de la lésion doit se faire dans la corticale la plus détruite lors du bilan tomодensitométrique. Cette trépanation doit être large, aboutissant le plus souvent à l'ablation du reliquat cortical. Certains auteurs parachèvent le curetage mécanique par cautérisation ou carbonisation à l'électrocoagulation. [30, 31] L'utilisation de la cryothérapie est le plus souvent contre-indiquée du fait de la proximité articulaire. La reconstruction est entièrement dépendante de l'épaisseur d'os sous-chondral intact après curetage :

- si l'épaisseur est supérieure à 7 mm, un comblement conventionnel par greffons morcelés et compactés peut être utilisé. Certains privilégient dans ce cas l'utilisation du ciment dont la polymérisation exothermique peut compléter la stérilisation tumorale ; [32]
- si l'épaisseur est inférieure à 7 mm, et a fortiori si la cavité résiduelle est immédiatement sous-chondrale, il faut éviter le ciment dont le soutien mécanique n'est que temporaire (fracture de fatigue) et préférer un comblement à la fois résistant et biologique : autogreffe corticospongieuse immédiatement sous-chondrale complétée par un comblement de la cavité par de l'autogreffe, de l'allogreffe ou un mélange des deux (Fig. 15).

Formes agressives

Leur traitement, sans en avoir l'enjeu vital, se rapproche de celui des tumeurs malignes. La radiographie s'est souvent modifiée entre le cliché de découverte et le bilan d'extension. L'intervention doit être réalisée sans délai car l'objectif est la conservation articulaire. Celle-ci peut devenir impossible en cas de pénétration articulaire de la tumeur ou de destruction du soutien osseux et de l'appareil ligamentaire. La résection large s'impose alors avec remplacement articulaire, soit par arthroplastie autologue vascularisée ou non (radius distal), soit par arthroplastie prothétique (genou).

Récurrences

Elles ne condamnent pas la chirurgie conservatrice et l'exérèse obéit aux mêmes règles que celles de la chirurgie première (Fig. 16).

Kyste anévrismal

Le curetage-comblement est le traitement habituel. [33] Le

“ Points importants

Clinique : douleurs ++

Radiographie : souvent pathognomonique, IRM

Type de la biopsie : biopsie-exérèse

Traitement dominant : exérèse

risque de récurrence est élevé, ce qui fait adjoindre un traitement adjuvant (phénol ou cryothérapie) par certains auteurs. [34, 35] Dans certains kystes volumineux ou proximaux, une embolisation préopératoire peut être proposée.

Dysplasie fibreuse

Les fibromes non ossifiants ne sont qu'évoqués car leur aspect est souvent typique, n'imposant pas la biopsie. Leur localisation

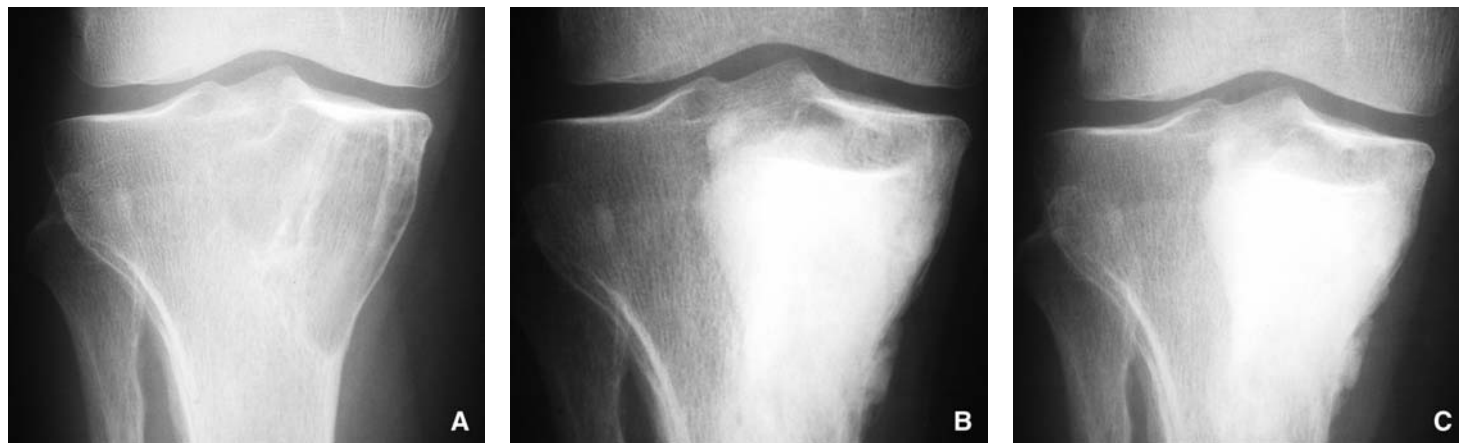


Figure 15. Tumeur à cellules géantes tibiale avec une épaisseur d'os sous-chondral inférieure à 7 mm. Mise en place d'une greffe iliaque structurale sous le plateau tibial. De gauche à droite, préopératoire, 1 an et 13 ans. Actuellement le soutien de la greffe se ferait non par du ciment mais par un second greffon structural (A, B, C).



Figure 16. Récidive de tumeur à cellules géantes après comblement partiel par substituts (A). Réintervention par curetage itératif et comblement par l'association autogreffe-ciment : aspect à 10 ans (B).

métaphysaire, épargnant par définition l'épiphyse, n'est qu'exceptionnellement fragilisante et ne nécessite donc pas de mesures chirurgicales particulières.

La dysplasie fibreuse touche essentiellement les diaphyses mais peut présenter une extension, voire une localisation primitive métaphysaire. La conduite à tenir dépend de son caractère monostotique (touchant un seul os), ou polyostotique (touchant plusieurs os, souvent de façon hémimélique). Dans les deux cas il faut discuter de l'association du traitement médical par les biphosphonates [36, 37] et du traitement chirurgical. [38]

Forme monostotique

Elle est souvent de découverte fortuite et n'impose pas d'exérèse systématique. Le traitement chirurgical dépend de la localisation et du degré d'atteinte corticale. La localisation fémorale proximale est la plus fréquente, souvent peu déformante dans ces formes monostotiques. Elle peut nécessiter un renforcement par vis-plaque ou clou cervicocéphalique (Fig. 17). L'adjonction d'un greffon est déconseillée car sa prise est inconstante, alors que la seule biopsie ou le passage des matériels d'ostéosynthèse ou de leurs ancillaires suffisent à déclencher une réaction ostéogénique, éventuellement renforcée par l'association du traitement médical.

“ Points importants

Clinique : silencieuse
Radiographie : douteuse
Type de la biopsie : biopsie première
Traitement dominant : surveillance ou traitement médical

Forme polyostotique

Le diagnostic est porté facilement sur la dissémination des lésions, souvent hémiméliques et déformantes. Celles-ci ne sont pas évolutives sur le plan tumoral, mais risquent de se compliquer de fissures douloureuses ou de fractures lorsque les déformations dépassent les capacités de résistance mécanique de l'os. Le traitement chirurgical vise, là encore, non pas à traiter la tumeur, mais ses conséquences anatomiques et mécaniques utilisant des ostéotomies parfois étagées et maintenues par des matériels endomédullaires du fait de l'extension de la maladie osseuse.



Figure 17. Renforcement par vis-plaque d'une dysplasie fibreuse métaphysaire monostotique (A, B).

“ Points importants

Clinique : douleurs, fractures

Radiographie : pathognomonique

Type de la biopsie : inutile

Traitement dominant : correction des déformations

■ Conclusion

La relative simplicité des techniques chirurgicales utilisées rend en théorie accessible à nombre de chirurgiens orthopédistes le traitement des tumeurs osseuses bénignes métaphyséoépiphysaires. Le chirurgien doit néanmoins maîtriser, ou tout au moins connaître, les enjeux de chacune des étapes diagnostiques et thérapeutiques. Dans le cas contraire, le recours à un centre spécialisé est préférable.

■ Références

- [1] Enneking WF. *Musculoskeletal tumor surgery*. New York: Churchill Livingstone; 1983.
- [2] Mirra JM, Picci P, Gold RH. *Bones tumors: clinical, radiologic and pathologic correlations*. Philadelphia: Lea and Febiger; 1989.
- [3] Laredo JD. Conduite à tenir devant une image osseuse unique d'allure tumorale. In: Laredo JD, Tomeno B, editors. *Conduite à tenir devant une image osseuse ou des parties molles d'allure tumorale. Monographie du GETROA*. Montpellier: Sauramps Medical; 2004. p. 17-33.
- [4] Schajowicz F. *Tumors and tumors like of bone*. New-York: Springer-Verlag; 1994.
- [5] Giletis S, Wilkins R, Conrad EU. Benign bone tumors. *J Bone Joint Surg Am* 1995;**77**:1756-82.
- [6] Flemming DJ, Murphey MD. Enchondroma and chondrosarcoma. *Semin Musculoskelet Radiol* 2000;**4**:59-71.
- [7] Aoki J, Watanabe H, Shinizaki T, Tokunaga M, Inoue T, Endo K. FDG-TEP in differential diagnosis and grading of chondrosarcomas. *J Comput Assist Tomogr* 1999;**23**:603-8.
- [8] Kneis JS, Simon MA. Medical management compared with operative treatment for osteoid osteoma. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**:179-85.
- [9] Levy JC, Temple HT, Mollabshy A, Sanders J, Kransdorf M. The causes of pain in benign solitary enchondromas of the proximal humerus. *Clin Orthop* 2005;**431**:181-6.
- [10] Lodwick GS, Wilson AJ, Farrell C, Virtama P, Ditttrich F. Determining growth rates of focal lesions of bone from radiographs. *Radiology* 1980;**134**:577-83.
- [11] Moser RP, Madewell JE. An approach to primary bone tumors. *Radiol Clin North Am* 1987;**25**:1049-93.
- [12] Sans N, Galy-Fourcade D, Assoun J, Jarlaud T, Chiavassa H, Bonneville P, et al. Osteoid osteoma: CT-guided percutaneous resection and follow-up in 38 patients. *Radiology* 1999;**212**:687-92.
- [13] Witt JD, Hall-Craggs MA, Ripley P, Cobb JP, Bown SG. Interstitial laser photocoagulation for the treatment of osteoid osteoma: results of a prospective study. *J Bone Joint Surg Br* 2000;**82**:1125-8.
- [14] Schreuder HW, Pruszczynski M, Veth RP, Lemmens JA. Treatment of benign and low grade malignant intramedullary chondroid tumors with curettage and cryosurgery. *Eur J Surg Oncol* 1998;**24**:120-6.
- [15] Gouin F, Delécrin J, Passuti N, Touchais S, Poirier P, Bainvel JV. Comblement osseux par céramique phosphocalcique biphasée macroporeuse : à propos de 23 cas. *Rev Chir Orthop* 1995;**81**:59-65.
- [16] Nicholas RW, Lange TA. Granular tricalcium phosphate grafting of cavitary lesions in human bone. *Clin Orthop* 1994;**306**:197-203.
- [17] Ward WG, Eckardt JJ, Shayestehfar S, Mirra J, Grogan T, Oppenheim W. Osteoid osteoma diagnosis and management with low morbidity. *Clin Orthop* 1993;**291**:229-35.
- [18] Campanacci M, Ruggieri P, Gasbarrini A, Ferraro A, Campanacci L. Osteoid osteoma: direct visual identification and intralesional excision of the nidus with minimal removal of bone. *J Bone Joint Surg Br* 1999;**81**:814-20.
- [19] Thomazeau H, Langlais F, Goldschild M, Lancien G. Apport de la fluorescence du nidus dans le traitement chirurgical de l'ostéome ostéοide (à propos de 17 cas). *Rev Chir Orthop* 1996;**82**:737-42.
- [20] Brien EW, Mirra JM, Kerr R. Benign and malignant cartilage tumors of bone and joint: their anatomic and theoretical basis with an emphasis on radiology, pathology and clinical biology. *Skeletal Radiol* 1997;**26**:325-53.
- [21] Tomeno B. Tumeurs bénignes cartilagineuses. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Conférences d'enseignement*. Paris: Expansion Scientifique Française; 2000. p. 41-60.
- [22] Mirra JM, Gold R, Eckardt JJ. A new histologic approach to the differentiation of enchondroma and chondrosarcoma of the bones: a clinicopathologic analysis of 51 cases. *Clin Orthop* 1985;**201**:214-37.
- [23] Dahlin DC, Ivins JC. Benign chondroblastomas. A review of 125 cases. *Cancer* 1972;**30**:401-13.

- [24] Meary R, Abelanet R, Forest M, Le Charpentier Y, Tomeno B, Languepin A. Les chondroblastomes bénins des os : à propos de 11 observations. *Rev Chir Orthop* 1975;**61**:717-34.
- [25] Accadbled F, Bouchet A, Salmeron F, Darodes P, Cahuzac JP, Sales de Gauzy. Récidive de chondroblastome agressif : à propos de 2 cas et revue de la littérature. *Rev Chir Orthop* 2001;**87**:718-23.
- [26] Rahimia J, Beabout JW, Ivins JC, Dahlin DC. Chondromyxoid-fibroma. A clinico-pathologic study of 76 cases. *Cancer* 1972;**30**:726-36.
- [27] Oppenheim WL, Galleno H. Operative treatment versus steroid injection in the management of unicameral bone cysts. *J Pediatr Orthop* 1984;**4**:1-7.
- [28] Parman LM, Murphey MD. Alphabet soup: cystic lesions of bone. *Semin Musculoskelet Radiol* 2000;**4**:89-101.
- [29] Goldenberg RR, Campbell CJ, Bonfiglio M. Giant-cell tumors of bone. An analysis of two hundred and eighteen cases. *J Bone Joint Surg Am* 1970;**52**:619-64.
- [30] Kirby E, Buchalter JS, Kastenbaum DM, Kenan S, Kummer FJ, Lewis MM. CO sub2 laser cauterization of giant-cell tumors margins. *Clin Orthop* 1990;**253**:231-9.
- [31] Tomeno B. Conduite à tenir devant une tumeur à cellules géantes. *Maîtrise Orthop* 2004;**136**:28-35.
- [32] Komiya S, Inoue A. Cementation in the treatment of giant cell tumors of bone. *Arch Orthop Trauma Surg* 1993;**112**:52-5.
- [33] Vergel de Dios AM, Bond JR, Shives TC, McLeod RA, Unni KK. Aneurysmal bone cyst. A clinicopathologic study of 238 cases. *Cancer* 1992;**69**:2921-31.
- [34] Campanacci M, Capanna R, Picci P. Unicameral and aneurysmal bone cysts. *Clin Orthop* 1986;**204**:25-36.
- [35] Marcove RC, Sheth DS, Takemoto S, Healey JH. The treatment of aneurysmal bone cyst. *Clin Orthop* 1995;**311**:157-63.
- [36] Lane JM, Khan SN, O'Connor WJ, Nydick M, Hommen JP, Schneider R. Biphosphonate therapy in fibrous dysplasia. *Clin Orthop* 2001;**382**:6-12.
- [37] Meunier PJ. Apport des biphosphonates au traitement médical de l'ostéoporose, de la maladie de Paget et de la dysplasie fibreuse des os. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris: Expansion Scientifique Française; 2001. p. 301-12.
- [38] Bollini G. Dysplasie fibreuse. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris: Expansion Scientifique Française; 2003. p. 185-202.

H. Thomazeau (Herve.thomazeau@chu-rennes.fr).

M. Ropars.

N. Belot.

Service de chirurgie orthopédique et réparatrice, hôpital Sud, 16, boulevard de Bulgarie, 35056 Rennes cedex, France.

J. Lasbleiz.

Département de radiologie (Pr R. Duveauferrier), hôpital Sud, 16, boulevard de Bulgarie, 35056 Rennes cedex, France.

F. Langlais.

Service de chirurgie orthopédique et réparatrice, hôpital Sud, 16, boulevard de Bulgarie, 35056 Rennes cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Thomazeau H., Ropars M., Belot N., Lasbleiz J., Langlais F. Tumeurs bénignes épiphysométaphysaires. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-091, 2005.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Tumeurs malignes osseuses du fémur proximal : exérèses et reconstructions

F. Langlais, N. Belot, H. Thomazeau, J.-C. Lambotte, M. Ropars

L'extrémité supérieure du fémur représente la seconde plus fréquente localisation des tumeurs primitives des os. Dans la majorité des cas, la reconstruction doit être réalisée par une prothèse totale composite avec allogreffe combinée. L'exérèse comporte l'extrémité supérieure du fémur entourée de ses muscles, avec la terminaison de l'éventail fessier. On utilise une prothèse fémorale cimentée dans une allogreffe, avec une suture des tendons des fessiers du patient sur les tendons fessiers de l'allogreffe. L'extrémité de la tige prothétique est cimentée dans le fémur receveur. La stabilité de la prothèse est assurée par une capsuloplastie tandis que la suture des tendons fessiers permet de retrouver une abduction efficace. Rarement, la tumeur est propagée à l'articulation : il faut alors pratiquer une exérèse monobloc de l'extrémité supérieure du fémur, de la capsule et du cotyle, réalisée par une voie d'Ollier. La reconstruction fémorale est constituée par une prothèse composite combinée, tandis que le bassin est reconstruit par une allogreffe de cotyle dans lequel est cimentée une cupule. Des solutions alternatives telles que la prothèse en selle sont possibles. L'extrémité supérieure du fémur est le site le plus fréquent des métastases des membres. L'ostéolyse métastatique est traitée de façon palliative par une prothèse de reconstruction implantée dans l'os sain après la résection de la zone ostéolytique. L'abord est réalisé par une trochantérotomie digastrique. Une capsuloplastie stabilise la hanche. Cette intervention simple permet la reprise rapide de l'appui complet et une radiothérapie complémentaire précoce.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Tumeurs primitives des os ; Ostéosarcomes ; Métastases osseuses ; Prothèses de reconstruction ; Prothèses composites ; Allogreffes combinées ostéotendineuses ; Allogreffes de bassin

Plan

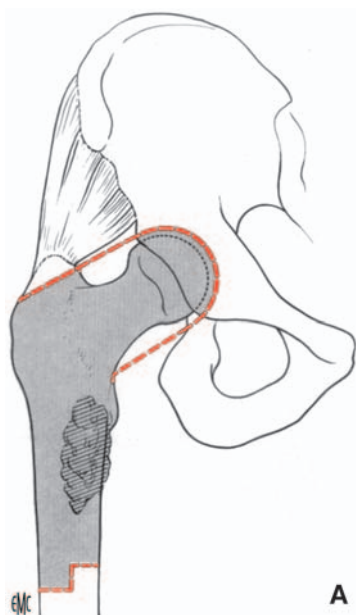
| | |
|---|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Résection et reconstruction des tumeurs primitives épargnant l'acétabulum | 3 |
| Principes de la résection et de la reconstruction | 3 |
| Étapes de la résection | 4 |
| Reconstruction | 5 |
| Soins postopératoires | 7 |
| Cas particulier : autres reconstructions des abducteurs | 7 |
| Résultats et complications | 7 |
| ■ Résection-reconstruction après excision palliative de métastase | 7 |
| Principes de la résection et de la reconstruction | 7 |
| Excision | 8 |
| Reconstruction | 8 |
| ■ Tumeur fémorale primitive avec extension acétabulaire | 8 |
| Excision | 9 |
| Reconstruction | 9 |
| ■ Conclusion | 10 |

■ Introduction

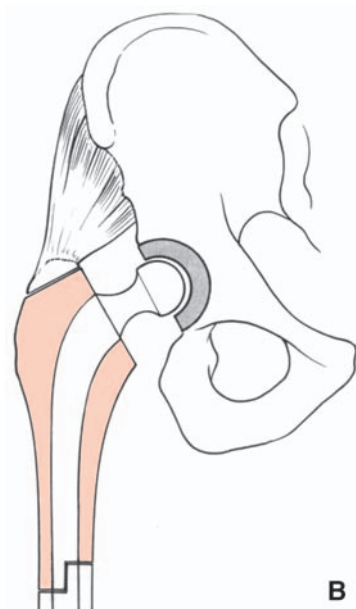
Le fémur proximal est une localisation usuelle des tumeurs malignes : c'est en effet la seconde localisation des tumeurs primitives des os, après le genou (fémur distal et tibial proximal). La reconstruction comporte habituellement une prothèse totale de hanche qui, actuellement, est le plus souvent une prothèse composite avec allogreffe. L'allogreffe est essentiellement osseuse, mais peut aussi comporter un tendon, réalisant alors une allogreffe combinée. Associées à la chimiothérapie, les excisions-reconstructions fémorales permettent de conserver le membre neuf fois sur dix, et de guérir la tumeur dans deux tiers des cas. La métaphyse fémorale est également un site très usuel des métastases des membres : lorsqu'une ostéosynthèse de renforcement n'est pas réalisable, on pratique une résection palliative de la tumeur, suivie de l'implantation d'une prothèse de reconstruction. Cette technique permet une reprise précoce de la marche et une amélioration significative de l'autonomie.

Nous discutons trois techniques chirurgicales pour les tumeurs malignes du fémur proximal.

Traitement radical des tumeurs primaires par prothèse composite avec allogreffe (Fig. 1) : il s'agit de la technique préférentielle dans les tumeurs primitives (ostéosarcome, chondrosarcome, sarcome d'Ewing, histiocytobrome malin), qui épargne l'acétabulum mais demande une excision extensive. [1-3] Dans un petit nombre de cas, cette technique peut être aussi utilisée pour le



A



B

Figure 1.

A. Tumeur fémorale primitive épargnant l'acétabulum.

B. Reconstruction par une prothèse totale composite avec allogreffe.

traitement curatif d'une métastase apparemment solitaire, développée aux dépens d'une tumeur primaire qui paraît guérie. Cette exérèse carcinologique des métastases peut permettre en effet l'éradication complète de la pathologie maligne (par exemple, dans les cancers de la thyroïde).

Traitement palliatif des métastases du fémur proximal (Fig. 2) : le chirurgien n'a recours à cette technique que lorsque l'ostéosynthèse de renforcement n'est pas possible en raison de l'extension de l'ostéolyse ou parce que ce renforcement a échoué en raison de la progression tumorale (il s'agissait habituellement de vis-plaque ou de clou de reconstruction). La technique palliative comporte une résection suivie d'une arthroplastie. Son objectif n'est pas d'obtenir à tout prix une excision complète de la tumeur, mais plutôt de réduire le volume tumoral, de permettre un appui précoce indolore, et si nécessaire un traitement adjuvant postopératoire, par exemple par irradiation. Dans la plupart des cas, on utilise une prothèse de reconstruction sans greffe qui permet d'obtenir une bonne stabilité et la reprise de l'appui dès les jours postopératoires. [4, 5]

Traitement des tumeurs primitives du fémur proximal à extension acétabulaire (Fig. 3) : la méthode utilisée dépend de l'extension

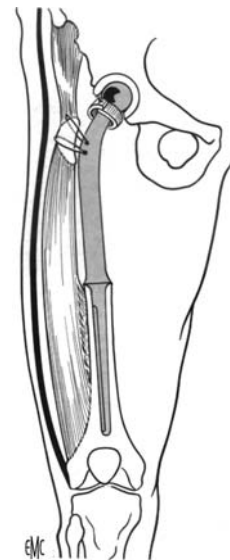
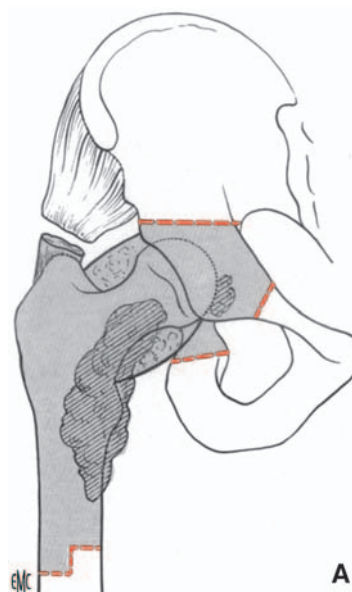
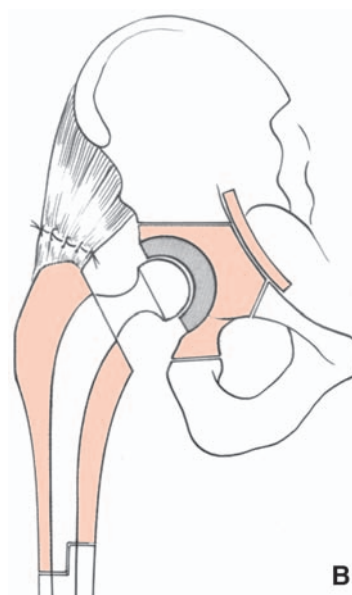


Figure 2. Métastase fémorale proximale. Excision et prothèse fémorale de reconstruction.



A



B

Figure 3. Tumeur fémorale primitive contaminant l'acétabulum : reconstruction par allogreffe acétabulaire et prothèse totale de hanche composite et combinée (allogreffe osseuse et tendineuse).

tumorale et de l'état général du patient. Chez les jeunes patients qui peuvent être traités par une excision extensive, le fémur est reconstruit selon les techniques de la prothèse composite avec allogreffe, tandis que l'acétabulum est reconstruit par une allogreffe acétabulaire massive. Chez les patients dont l'état général est moins satisfaisant, on ne réalise pas une reconstruction de l'acétabulum et on s'oriente vers une chirurgie palliative par une prothèse en selle [6] qui s'articule avec l'aile iliaque laissée en place, voire une prothèse de bassin. [7]

■ Résection et reconstruction des tumeurs primitives épargnant l'acétabulum

Principes de la résection et de la reconstruction

Planification de la résection

La lésion osseuse est retirée en préservant une marge d'environ 3 cm par rapport à la périphérie de la tumeur définie en imagerie par résonance magnétique (IRM). Les tissus mous sont excisés avec une marge de 1 ou 2 cm par rapport aux zones suspectes. On considère que l'articulation est indemne de tumeur si la tumeur n'atteint pas la région intertrochantérienne, zone d'insertion de la capsule et de la synoviale, et s'il n'y a à l'IRM aucun signe d'épanchement articulaire. Lorsque l'IRM montre un épanchement, on pratique une ponction articulaire préopératoire à la recherche de cellules malignes. Si elles sont mises en évidence, on doit pratiquer une ablation monobloc de l'acétabulum avec l'épiphyse fémorale. Lorsque les tumeurs sont limitées au fémur proximal, on retire en monobloc avec la métaphyse fémorale (Fig. 4) :

- la capsule qui s'attache sur la ligne intertrochantérienne ; quant à ses 2 cm d'insertion sur le rebord acétabulaire, ils peuvent être utilisés pour stabiliser la prothèse ;
- le grand trochanter, et les insertions terminales du gluteus medius et minimus, le tendon distal de l'iliopectineus et la partie distale de ce muscle adhérente à la capsule ;
- le quadriceps sur toute la hauteur de la tumeur, comportant le rectus femoris en entier, le vaste latéral, le septum intermusculaire latéral sur lequel il s'accroche et le vaste médial ;
- les insertions trochantériennes des muscles gemelli, obturator et quadratus femoris, ainsi que les insertions fémorales des adducteurs et du gluteus maximus.

Planification de la reconstruction

Une prothèse totale de hanche est habituellement utilisée chez l'adulte. Chez les patients avec un cartilage de croissance encore ouvert, l'implantation d'une prothèse fémorale bipolaire sans resurfaçage acétabulaire est préférée, afin de préserver la croissance du cotyle. La tige est cimentée dans la diaphyse et dans l'allogreffe.

L'utilisation d'un ciment aux antibiotiques permet une stabilisation immédiate de l'allogreffe et en même temps l'élution d'antibiotiques tout autour du site opératoire, ceci protégeant la prothèse et l'allogreffe de l'infection, notamment pendant les épisodes bactériémiques fréquents pendant la chimiothérapie postopératoire. De surcroît, comme cette chimiothérapie ralentit la repousse osseuse, la fixation immédiate stable par le ciment apporte une fiabilité complémentaire. La cupule acétabulaire et la partie de la tige située à l'intérieur du fémur hôte peuvent éventuellement être implantées sans ciment, mais du ciment doit être utilisé pour fixer la tige sur l'allogreffe. La taille des tiges doit être sélectionnée de façon à ce que la tige s'encastre fermement à l'intérieur du fémur au

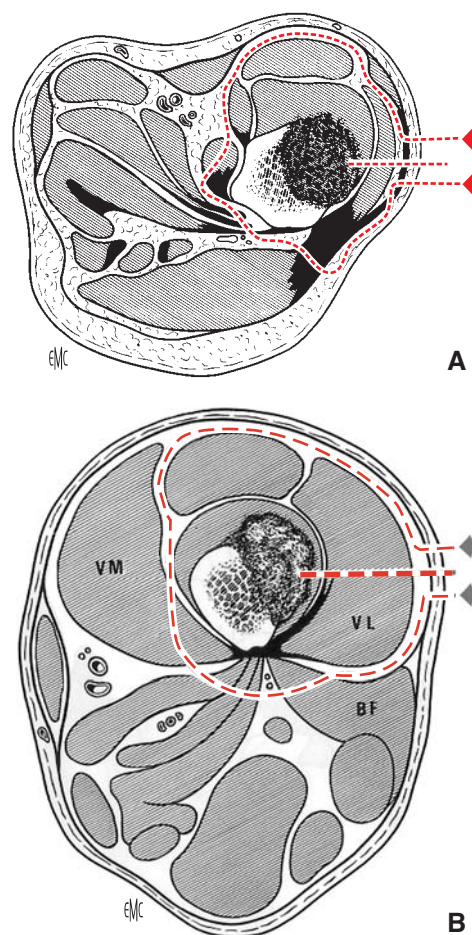


Figure 4. Tumeur primitive du fémur proximal : marges de résection au niveau du petit trochanter (A) et de la diaphyse (B). VM : vastus medialis ; VL : vastus lateralis ; BF : biceps femoris.

niveau même de la résection, après ablation de l'os spongieux, sans alésage de l'endocortex, selon les principes du « french paradox ». [8] La longueur de la tige située à l'intérieur du fémur hôte doit être de 120 à 150 mm. Nous utilisons habituellement une tige de type Charnley Kerboul dont la tête de 22 mm utilise très peu la cupule de polyéthylène. La cupule peut être standard ou avec un rebord postérosupérieur qui limite passivement le risque de luxation.

Planification de l'allogreffe

Nous utilisons une allogreffe cryopréservée non irradiée [9] qui comporte les deux ou trois centimètres des tendons d'insertion du gluteus medius sur le grand trochanter du donneur. L'allogreffe doit être suffisamment large pour s'adapter à la prothèse préalablement sélectionnée en fonction du fémur hôte. La technique d'allogreffe composite est celle qui donne la meilleure abduction active car elle permet la réinsertion du gluteus medius et minimus. Pour le moment, il n'existe pas de méthode éprouvée permettant la réinsertion efficace de tendons sur une prothèse métallique. C'est la raison pour laquelle l'utilisation d'une allogreffe est la seule méthode qui permette d'obtenir un résultat fonctionnel très satisfaisant (avec une force des abducteurs cotée à 4/5 ou 5/5 dans plus des deux tiers des cas) ; de plus, la réinsertion des tissus mous sur l'allogreffe apporte une bonne mobilité passive et réduit le risque de luxation prothétique malgré l'importance de l'excision musculaire. La jonction entre l'allogreffe et le fémur du patient se fait par une marche d'escalier qui permet un excellent contrôle de la rotation. Ceci contribue à diminuer les forces de cisaillement en rotation à l'interface prothèse/fémur hôte et peut contribuer à augmenter la longévité de la fixation prothétique. [10, 11]

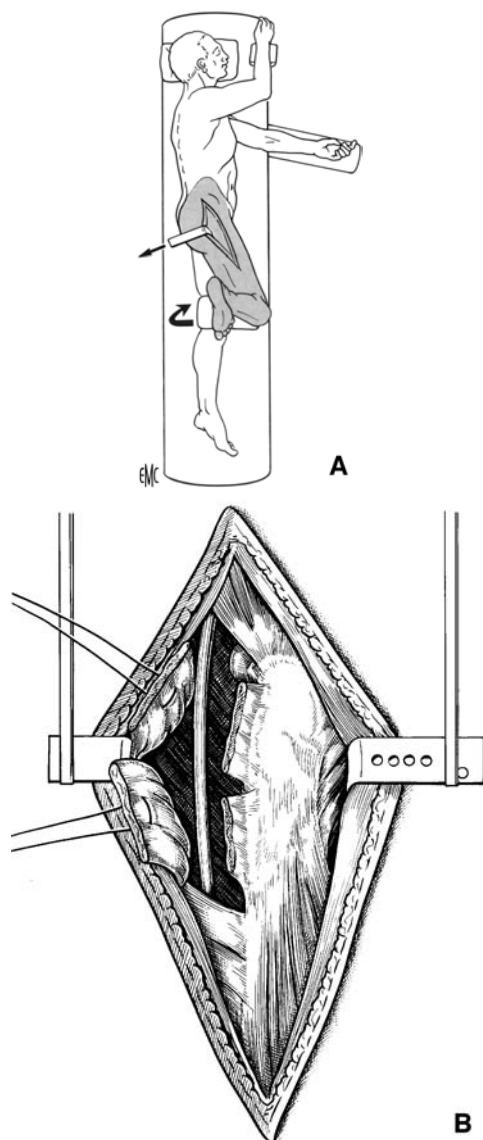


Figure 5. Dissection postérieure, le membre étant en rotation interne (A, B).

Étapes de la résection

Installation du patient et incision

Le patient est en décubitus latéral. Un champ portefeuille est placé sur la face latérale de la table, pour pouvoir recevoir la jambe pendant la reconstruction. La longueur totale de l'incision est d'environ 300 mm : de 200 à 250 mm le long de la face externe de la diaphyse, prolongée sur 80 à 100 mm à la fesse en légère inclinaison vers l'arrière. L'incision circonscrit le trajet de la biopsie à environ 10 à 15 mm. Les tissus sous-cutanés et le fascia sont incisés de façon identique et ils sont retirés monobloc avec la tumeur. Le fascia lata est ouvert longitudinalement. L'aponévrose du gluteus maximus est incisée et le muscle est discisé.

Dissection postérieure puis antérieure

Tandis que la jambe est en extension et rotation interne (Fig. 5), le piriforme, le plan postérieur formé par les jumeaux, l'obturateur interne et le quadratus fémoral sont identifiés et sectionnés à 20 ou 30 mm en amont de la ligne intertrochantérienne. Des fils repères sont placés. Le nerf sciatique est protégé par ces muscles éversés. Le vaste latéral est séparé du fascia fémoral et le septum intermusculaire est incisé sur la ligne de réflexion du vaste latéral. Le nerf ischiatique est isolé au bord

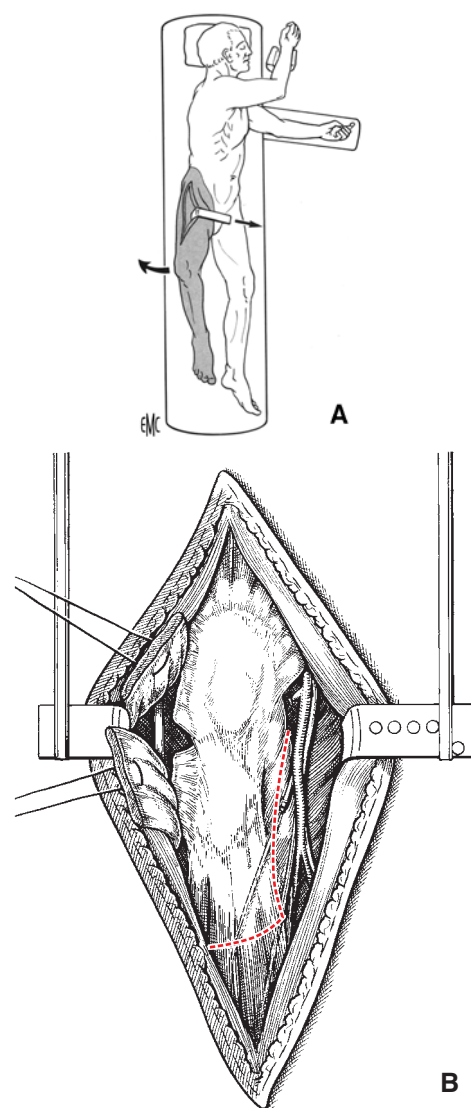


Figure 6. Dissection antérieure, le membre étant en rotation externe (A, B).

supérieur du tendon diaphysaire du gluteus maximus et est repoussé médialement. L'insertion de la portion profonde du gluteus medius est détachée à environ 20 mm de la ligne âpre. La dissection est continuée vers le bas jusqu'au niveau prévu de résection fémorale. La cuisse est alors placée en légère flexion et rotation externe (Fig. 6). Le quadriceps est séparé de l'aponévrose fémorale jusqu'au dièdre formé par le bord médial du vastus medialis et le bord antérieur des muscles adducteurs, qui cheminent en arrière du tenseur du fascia lata et du sartorius. Le tendon de l'iliopsoas est sectionné au-dessus du petit trochanter et le muscle est rétracté en dedans, parfois globalement mais parfois en laissant des fibres adhérentes à la capsule. En dedans, plusieurs branches de l'artère fémorale profonde sont ligaturées, en particulier l'artère circonflexe médiale, et le tronc des artères quadricipitale et circonflexe latérale. Quelques branches du nerf fémoral destinées au rectus femoris et au vastus lateralis sont sectionnées.

Sections proximale et distale

Le bord antérieur et postérieur de l'éventail des muscles fessiers est isolé, et les muscles sont sectionnés au bistouri électrique à environ 10 à 20 mm de leur insertion sur le trochanter. On passe entre la face profonde des muscles fessiers et la capsule. Les muscles sont retenus au-dessus de l'acétabulum par trois clous de Steinmann. Le sommet du trochanter est repéré à l'aide d'une aiguille et on repère alors le niveau de

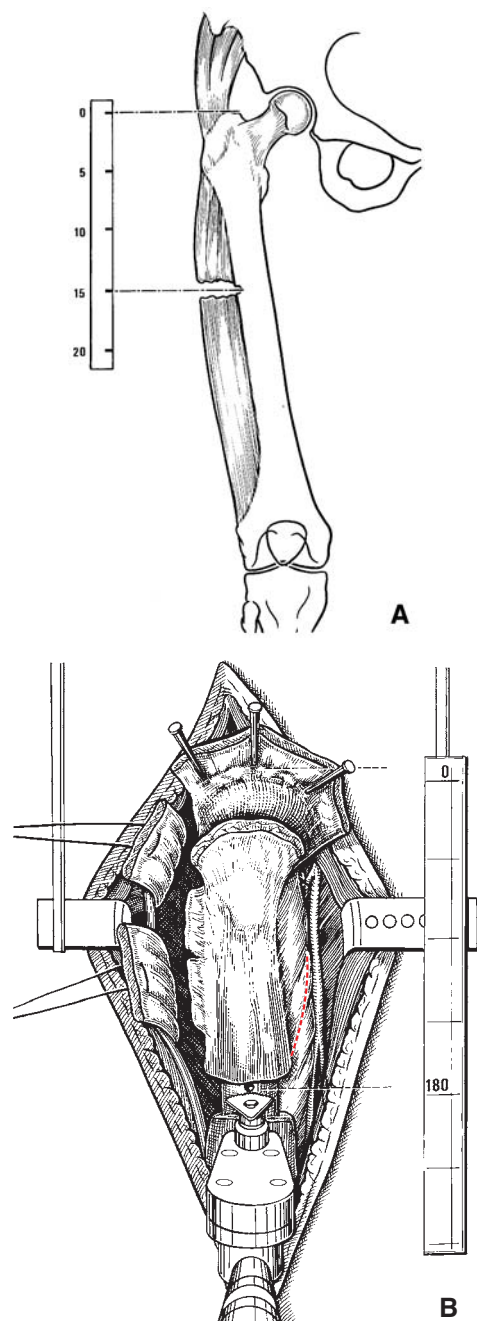


Figure 7. Sections proximale et distale.

section distale (150 mm au-dessous dans l'exemple choisi) (Fig. 7A). Le quadriceps est alors coupé au bistouri électrique, un peu proximale par rapport à la section osseuse. On mesure la distance entre le clou de Steinmann sus-acétabulaire et le niveau de résection (ici, 180 mm). Lorsque la reconstruction sera réalisée, la distance entre le niveau de section osseuse et le clou de Steinmann acétabulaire devra demeurer inchangée pour s'assurer que la longueur du membre inférieur a été laissée à l'identique (Fig. 7B).

Dissection médiale (Fig. 8)

Pendant cette dernière étape de la dissection, l'extrémité distale du fragment métaphysaire est maintenue avec un davier et progressivement écartée en abduction. Ceci met en tension les muscles accrochés à la ligne âpre : le gluteus maximus en arrière et les adducteurs en dedans. Des clips sont placés sur les artères perforantes qui cheminent dans les insertions des adducteurs. Les muscles sont sectionnés progressivement, en commençant par le niveau de la résection osseuse vers le col

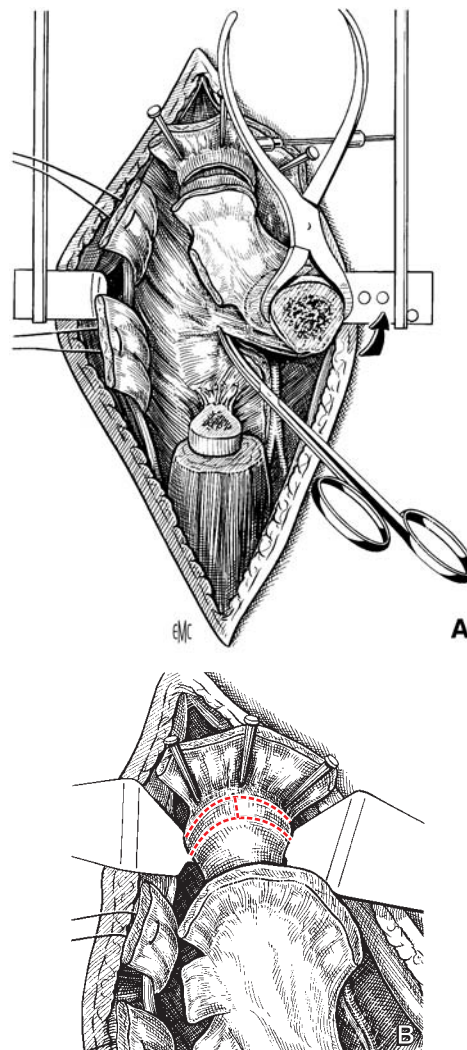


Figure 8.

A. Dissection médiale.

B. Incision de la capsule articulaire.

fémoral, au fur et à mesure que le fémur proximal est placé en abduction. Le muscle obturateur externe est sectionné au bord inférieur de la capsule. À ce moment, la seule connexion qui reste entre l'épiphyse fémorale et l'acétabulum est la capsule, qui est coupée circulairement à 2 cm du rebord acétabulaire. Une incision du bord supérieur de la capsule permet d'extraire la tête.

Reconstruction

Préparation de l'acétabulum (Fig. 9)

Le membre étant placé dans le champ en portefeuille, la capsule est préparée en deux lambeaux qui conservent leur attache intérieure. Le pulvinaire est réséqué. L'acétabulum est préparé comme pour une prothèse de hanche habituelle, puis la cupule est cimentée à 10° d'antéversion et 35° d'inclinaison sur l'horizontale.

Préparation du fémur

Les râpes rotatives retirent l'os spongieux. Il est important de s'assurer que la tige prothétique rentre à frottement dur et se stabilise au niveau prévu par son adaptation géométrique.

Préparation de l'allogreffe (Fig. 10A)

Une greffe du fémur proximal est utilisée. Il s'agit d'une allogreffe combinée qui associe un constituant osseux (fémur proximal) et les tendons (insertion sous-trochantérienne des

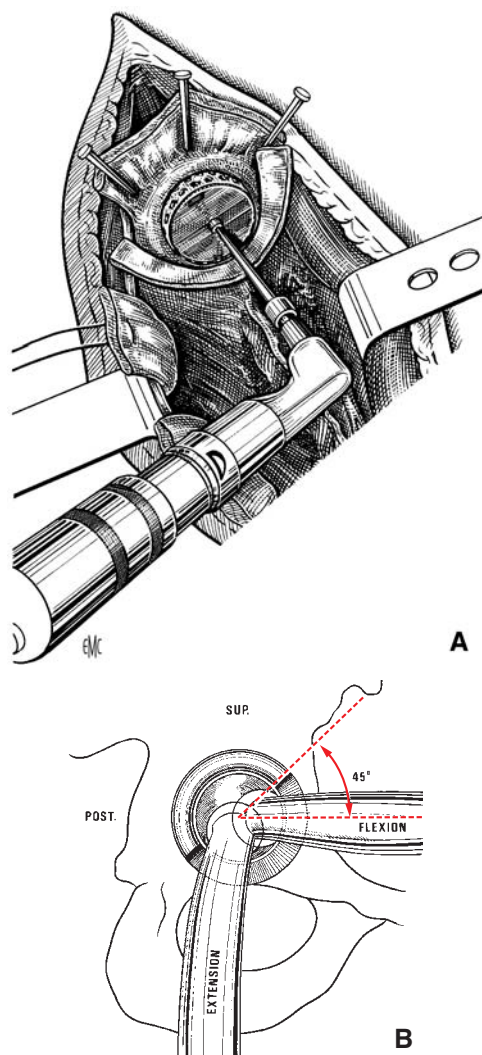


Figure 9. Préparation de l'acétabulum (A) et positionnement de la cupule (B).

muscles fessiers). La diaphyse est sectionnée 20 ou 30 mm en aval du niveau nécessaire. Elle est alésée jusqu'à ce que son diamètre soit au moins égal au dernier diamètre de préparation fémorale. L'épiphyse est réséquée au niveau de la ligne intertrochantérienne. Des râpes rotatives sont utilisées pour enlever le spongieux métaphysaire. On s'assure de la parfaite fixation de la prothèse sur l'allogreffe. Une jonction en marche d'escalier de 5 à 8 mm de haut est réalisée de façon à empêcher toute rotation de l'allogreffe. [12]

Cimentage de la prothèse

Ceci se réalise avec obturation distale. Un ciment à basse viscosité chargé d'antibiotiques est injecté à la seringue de distal en proximal. On commence par remplir le fémur hôte puis l'allogreffe. La prothèse est introduite dans le canal de l'allogreffe, puis la tige de la prothèse est poussée dans le fémur hôte.

Stabilisation de la prothèse (Fig. 10B, C)

Trois artifices sont utilisés pour améliorer la stabilité.

La stabilité passive de la tête est obtenue en réalisant une suture en paletot des deux lambeaux capsulaires au bord supérieur du col. Les lambeaux restent accrochés aux cornes de l'acétabulum et réalisent une sangle antiluxation qui ne limite pas la mobilité en flexion de la prothèse.

La stabilisation active par les *gluteus medius* et *minimus* joue un rôle clé. [13, 14] Une puissante réinsertion est obtenue en suturant la lame tendineuse intramusculaire des muscles fessiers

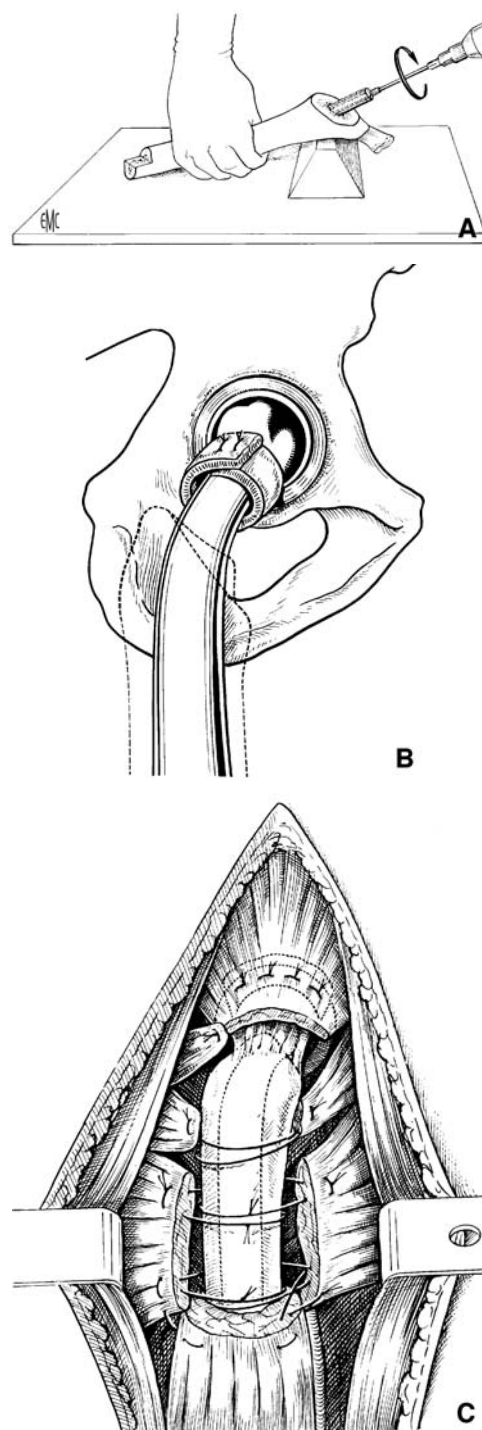


Figure 10.

A. Préparation de l'allogreffe fémorale.

B. Stabilisation de la reconstruction fémorale passive par le lambeau capsulaire.

C. Stabilisation de la reconstruction fémorale active en suturant les tendons fessiers du patient sur les tendons de l'allogreffe combinée os-tendon et en « réinsérant » les muscles sur l'allogreffe.

du patient au tendon de l'allogreffe par une suture en paletot. Les autres muscles sont rapprochés de la prothèse. Quelques autogreffes (prélevées par exemple dans les trous d'ancrage de la cupule dans l'acétabulum) peuvent être ajoutées à la jonction fémur/greffe, ainsi que des chips provenant de la partie interne de la tête, s'il est acquis que celle-ci est indemne de toute tumeur.

Les plans superficiels sont attentivement reconstruits en faisant particulièrement attention à reconstruire l'aponévrose du *fascia lata* et du *gluteus maximus*. Plusieurs drains aspiratifs sont mis en place.

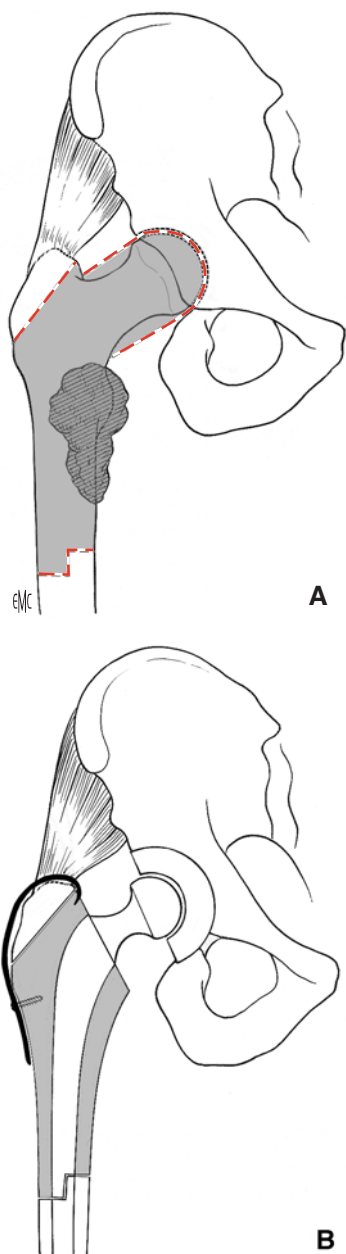


Figure 11. Tumeur fémorale primitive épargnant le grand trochanter.
A. Abord par ostéotomie trochantérienne.
B. Reconstruction par une allogreffe fémorale sur laquelle le trochanter du patient est fixé par une plaque à crochets.

Soins postopératoires

Le patient est laissé au lit pendant environ 1 semaine. Des contractions isométriques du quadriceps et des mouvements passifs de flexion extension du genou sont démarrés précocement, le patient étant couché sur le côté. La marche avec deux cannes béquilles sans appui est autorisée pendant les 20 premiers jours, puis un appui partiel est autorisé jusqu'à la sixième semaine. On commence alors seulement la rééducation des abducteurs. L'utilisation d'une canne tenue sur le côté opposé est recommandée pendant les 3 premiers mois, jusqu'à ce que la fixation des muscles fessiers sur l'allogreffe tendineuse soit acquise. La chimiothérapie peut être reprise dès le dixième jour postopératoire.

Cas particulier : autres reconstructions des abducteurs (Fig. 11)

Chez la plupart des patients, il y a une extension de la tumeur au grand trochanter, nécessitant sa résection ainsi que celle des tendons du gluteus medius et maximus (cf. supra).

Cependant, dans quelques tumeurs modérément agressives (telles que les chondrosarcomes), l'imagerie par IRM montre de façon certaine que la tumeur est à distance du grand trochanter. Dans ces cas, une ostéotomie trochantérienne peut être réalisée, débutant au niveau de la crête du vaste latéral et enlevant un fragment de 40 mm de haut et 10 mm d'épaisseur. À la fin de l'opération, ce fragment est placé sur l'allogreffe, recoupé, et est fixé avec une plaque à crochet. Les soins postopératoires sont identiques aux précédents.

Résultats et complications

Après une excision carcinologique, l'avenir oncologique est favorable pour les trois quarts des patients qui sont des bons répondeurs à la chimiothérapie, comme le montre l'analyse de la nécrose sur la pièce d'exérèse. La luxation postopératoire est la complication principale.^[15] Elle est tout à fait rare si une sangle capsulaire a été réalisée et si l'on a pris soin de s'assurer que la longueur des deux membres inférieurs est équivalente. Pour obtenir une fonction satisfaisante des abducteurs, les exercices ne doivent pas être débutés avant que la cicatrisation de la réinsertion des abducteurs soit acquise. Ceci concerne aussi bien la technique de reconstruction suturant les muscles fessiers du patient au tendon de l'allogreffe, que celle de réinsertion du grand trochanter. Les résultats de la littérature montrent des résultats fonctionnels nettement meilleurs avec les prothèses composites^[3, 13, 16, 17] qu'avec les prothèses de reconstruction.^[5] Les prothèses de reconstruction ne permettent pas une fixation satisfaisante des muscles abducteurs et s'accompagnent d'une boiterie marquée dans un tiers des cas. De plus, les prothèses ne permettent d'aboutir à une force des abducteurs à 4/5 ou 5/5 que dans un tiers des cas.^[4] Le risque de luxation est pratiquement éliminé avec les prothèses composites, qui aboutissent à une force d'abduction active cotée à 4/5 ou 5/5 dans les deux tiers des cas.

■ Résection-reconstruction après excision palliative de métastase

Principes de la résection et de la reconstruction (Fig. 2)

À l'opposé des résections oncologiques décrites précédemment où la priorité absolue a été donnée à une excision large qui est la condition d'une guérison complète, on se trouve ici dans le cas où une excision tumorale complète n'est pas réalisable. L'objectif principal de l'intervention est donc d'apporter d'emblée un gain fonctionnel important pour un patient dont l'espérance de vie est limitée. Pour obtenir cela, le volume tumoral doit être réduit de façon à permettre la reprise rapide de la fonction, et en réduisant au mieux les complications. Les traitements adjuvants peuvent alors être utilisés pour compléter la réduction tumorale. Un des objectifs est de rechercher le meilleur compromis entre l'excision la plus complète des tissus tumoraux et la conservation de la stabilité articulaire. Au fémur, on peut enlever l'essentiel de la tumeur et rechercher une zone d'implantation prothétique mécaniquement satisfaisante, en se fondant sur l'apparence des corticales sur la radiographie, qui détermine la zone de fixation prothétique. On peut utiliser soit une prothèse monobloc, soit une prothèse modulaire. Celle-ci a l'avantage d'être mieux adaptable et le risque de corrosion aux jonctions modulaires n'est pas préoccupant chez ces patients dont l'espérance de vie est limitée.

Les orifices sagittaux dans la région trochantérienne sont utiles pour rattacher les muscles abducteurs. Une tête de 32 mm permet d'obtenir une bonne mobilité passive, et nous n'hésitons pas à utiliser une cupule avec un rebord postérosupérieur ou plus volontiers encore une prothèse à cupule mobile qui fait pratiquement disparaître les risques de luxation. [18] Si la texture de l'acétabulum est modifiée par la tumeur ou par l'ostéoporose, un renforcement par un anneau acétabulaire est recommandé : de longues vis fixent l'anneau dans l'os respecté de la région sus-acétabulaire et des cornes iliaques, permettant d'améliorer la fixation de la cupule cimentée. L'utilisation d'une prothèse composite n'est pas nécessaire dans le traitement palliatif des métastases car les excisions musculaires sont moins importantes que dans les chirurgies d'exérèse carcinologiques, et posent donc moins de problème de réinsertion de muscles. De plus, la prothèse composite est une technique dont la lourdeur ne paraît justifiée que pour un traitement curatif. Dans les prothèses de reconstruction, la stabilisation prothétique est un objectif essentiel pour permettre l'appui immédiat et la qualité de vie. Dans ce but, un muscle digastrique [19] est constitué entre le gluteus medius, le grand trochanter et le vaste latéral. De plus, la capsule est laissée en place pour permettre une suture en paletot au-dessus du col prothétique. À la fin de l'opération, le trochanter est raccroché à la métaphyse prothétique grâce à ses orifices, de façon à améliorer la stabilité. Si une résection du trochanter ou du vaste latéral est nécessaire, on stabilise la hanche par une ténodèse en suturant les tendons du gluteus medius et minimus à la face profonde du fascia lata.

Excision (Fig. 12)

Les conditions sont identiques à celles de la chirurgie curative : patient en décubitus latéral, incision cutanée identique.

Après incision du fascia lata, le muscle digastrique est préparé en repérant le bord antérieur et postérieur du gluteus medius et minimus, et en détachant distalement le vaste latéral du septum intermusculaire latéral. On pratique une résection marginale qui permet de détacher de l'os la face profonde du quadriceps. La tumeur est souvent contenue dans l'os, et on peut alors effectuer une dissection extra- ou sous-périostique, en recherchant la solution la moins hémorragique. Si la tumeur a envahi le muscle, un clivage intramusculaire est réalisé. On peut alors couper le trochanter d'arrière en avant en laissant accrochés sur lui les fessiers et le vaste. La hanche est placée en flexion. Ceci déplace les fragments trochantériens vers l'avant. On peut alors ouvrir la capsule, réalisant les deux lambeaux capsulaires comme dans l'exérèse carcinologique. La hanche est luxée. Le niveau de section fémorale est déterminé en prenant comme repère le bord supérieur du grand trochanter. Le fémur proximal est réséqué.

Reconstruction (Fig. 13)

La préparation de l'acétabulum et le cimentage de la prothèse sont réalisés comme précédemment. La fixation de la prothèse fémorale est réalisée en injectant du ciment basse viscosité chargé d'antibiotiques à la seringue. La stabilité est obtenue par une prothèse à grosse tête ou mieux par cupule à double mobilité, et la fronde capsulaire est tendue au-dessus du col prothétique. On remet le trochanter en place, le membre en extension, en le fixant par quelques cerclages dans les trous prothétiques. La marche avec appui complet est autorisée dès la première semaine postopératoire s'il est indolore, en s'aidant de deux cannes béquilles, puis d'une simple canne. On ne cherche pas à obtenir de flexion marquée de la hanche pendant les 6 premières semaines, délai nécessaire pour que les tissus périarticulaires cicatrisent. La radiothérapie (et éventuellement une chimiothérapie) peut être commencée dès le dixième jour postopératoire. Les résultats et les complications de ces prothèses de reconstruction ont déjà été décrits, comparant les prothèses composites avec allogreffes et les prothèses de reconstructions (cf. supra).

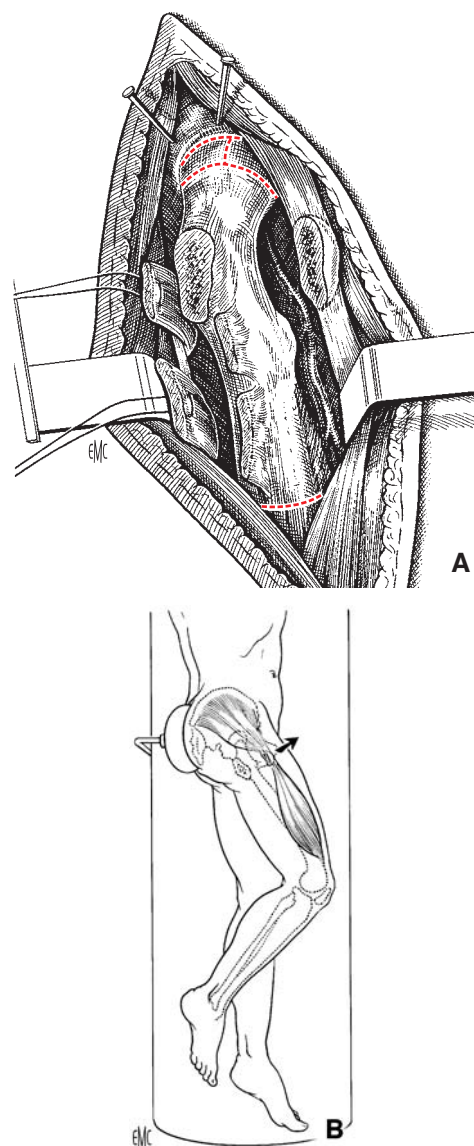


Figure 12. Résection palliative d'une métastase et mise en place d'une prothèse fémorale de reconstruction par trochantérotomie digastrique (A). La flexion de la hanche déplace vers l'avant le trochanter (B) et facilite l'accès.

■ Tumeur fémorale primitive avec extension acétabulaire

Celle-ci relève d'une excision monobloc de tout le fémur proximal de l'articulation de la hanche et de l'acétabulum (Fig. 3). La reconstruction est obtenue en utilisant une prothèse composite avec une allogreffe au fémur et une allogreffe à l'acétabulum. [20-22] La technique de la prothèse en selle est décrite dans la section « tumeur pelvienne » de cet ouvrage.

Une tumeur du fémur proximal qui s'étend jusque dans la cavité articulaire et l'acétabulum demande une exérèse monobloc de tout le fémur proximal, de l'articulation et de l'acétabulum.

Les marges de l'acétabulum sont constituées d'une ligne horizontale qui passe au bord supérieur de la capsule et de deux lignes situées à la partie juxta-articulaire des rameaux ischiopubien et ilio-pubien. La voie d'abord est un Y dont la partie verticale permet la dissection du fémur, tandis que les deux autres branches en avant et en arrière permettent de relever les muscles gluteus minimus et medius, et d'exposer les colonnes antérieure et postérieure de l'acétabulum.

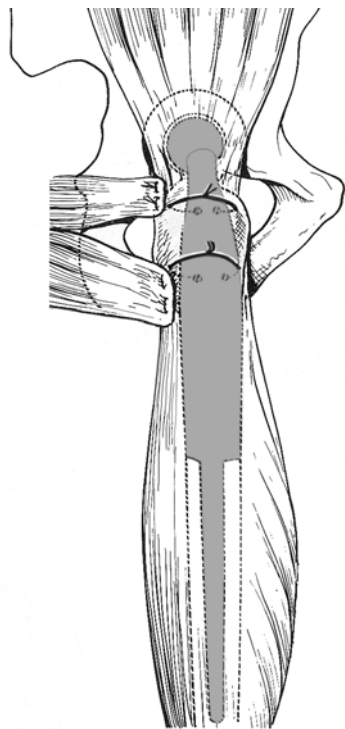


Figure 13. Stabilisation de la prothèse de reconstruction. Le trochanter est cerclé sur la prothèse par des fils métalliques. Les tendons du piriformis et du gluteus maximus sont « réinsérés ».

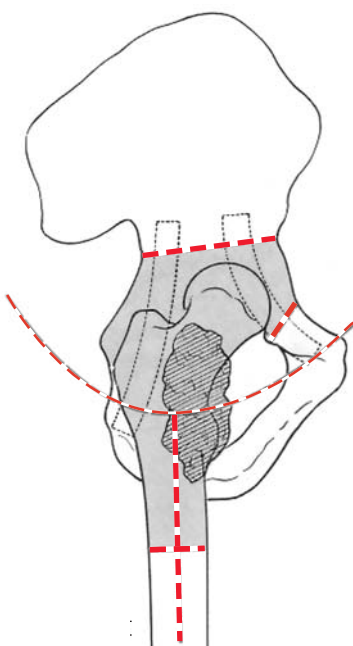


Figure 14. Tumeur primitive du fémur avec extension acétabulaire : abord par voie en Y d'Ollier.

Excision

Le premier temps consiste dans le prélèvement éventuel d'autogreffes iliaques controlatérales.

Abord (Fig. 14)

La voie d'abord en Y est dérivée de la voie d'Ollier. L'incision verticale mesure environ 150 mm de long, à la face latérale du fémur, excisant les trajets de la biopsie. La partie proximale de cette incision se termine 40 ou 50 mm au-dessous de la crête du vaste latéral sur le grand trochanter. En arrière, l'incision se dirige vers l'épine iliaque postérosupérieure, dans l'axe des fibres du gluteus maximus, comme dans la voie d'abord de Kocher

Langenbeck. En avant, l'incision est plus horizontale, elle traverse le tenseur du fascia lata et le sartorius, et va jusqu'au bord médial de l'iliopsoas. Les bords antérieur et postérieur du gluteus minimus medius sont isolés, et les tendons sont sectionnés 10 ou 20 mm au-dessus du grand trochanter. Les muscles fessiers sont ruginés sur 20 à 30 mm au-dessus du bord supérieur de la capsule et maintenus par des clous de Steinmann.

Préparation de l'excision fémorale

Elle est identique à celle réalisée dans les excisions fémorales isolées.

Préparation de l'acétabulum (Fig. 15)

Le bord antérieur de la capsule est disséqué pour arriver au bord antérieur de l'os iliaque, qui est exposé au niveau de la naissance de la branche iliopubienne. Des écarteurs d'Hohman sont placés de part et d'autres de cette naissance, en évitant le pédicule obturateur. L'os est sectionné à la scie. En arrière, le quadratus femoris et les muscles jumeaux sont détachés de la ligne intertrochantérienne postérieure et réclinés en arrière pour protéger le nerf ischiatique. Le tiers supérieur de la branche ilio-ischiatique est exposé par des écarteurs d'Hohman et coupé à la scie. Utilisant une rugine, et sous contrôle du doigt du chirurgien, la face profonde de l'acétabulum est exposée, en allant progressivement des bords antérieur et postérieur jusqu'au bord supérieur. Une compresse est alors placée à la face profonde de l'acétabulum.

Section distale du fémur et sus-acétabulaire

La diaphyse fémorale est alors sectionnée, puis progressivement portée en abduction et détachée de ses insertions médiales progressivement, en avant de la zone de la résection distale jusqu'au muscle obturateur externe. On effectue alors la section sus-cotyloïdienne à la scie selon un trait horizontal au bord supérieur de la fixation capsulaire. On peut alors retirer monobloc le fémur, l'articulation et l'acétabulum après avoir coupé quelques extensions denses des ligaments sacrosciatiques.

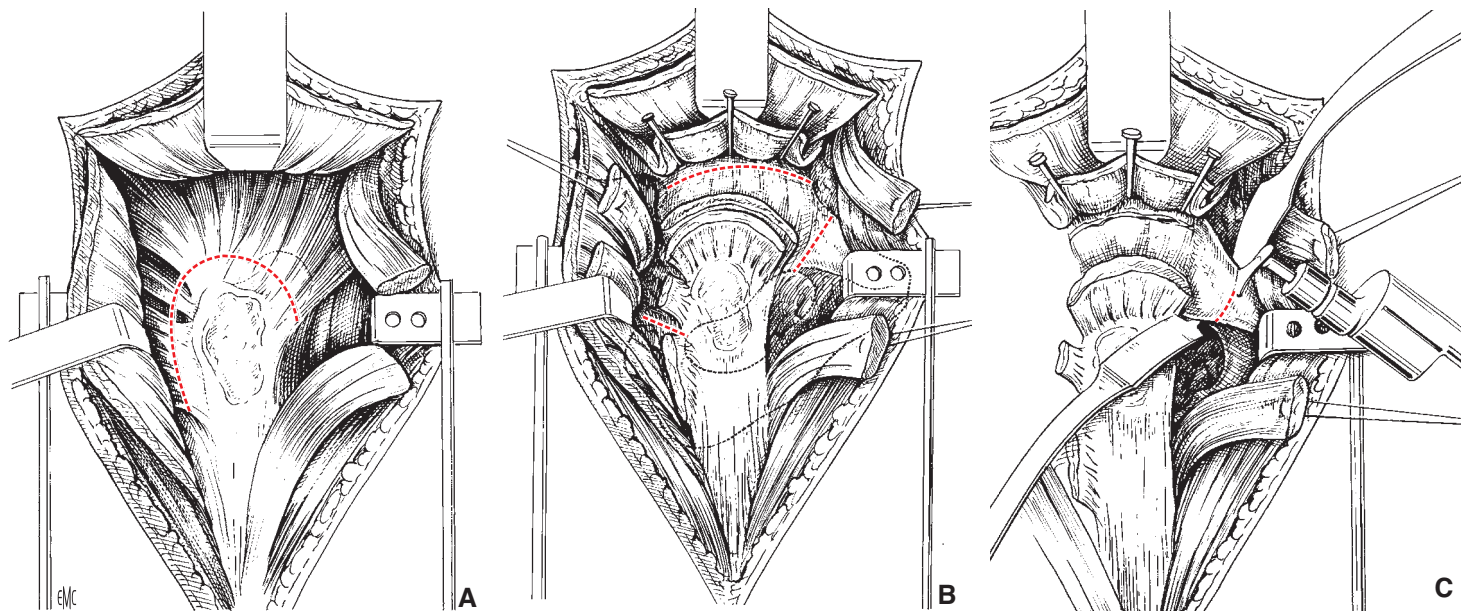
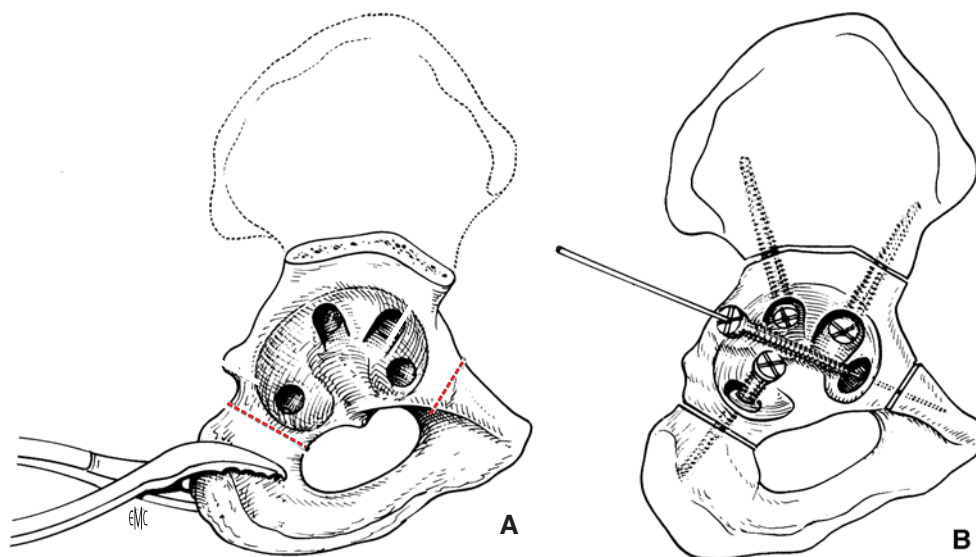
Reconstruction

Reconstruction acétabulaire

Une allogreffe est utilisée (Fig. 16). On retaille progressivement cette allogreffe jusqu'à obtenir une adaptation satisfaisante, puis on effectue la fixation par quatre grosses vis. Deux d'entre elles vont du toit de l'allogreffe acétabulaire vers l'aile iliaque hôte, et deux sont utilisées pour la fixation du pubis et de l'ischion. Ces vis canulées sont introduites sur des broches qui passent l'une dans la cavité médullaire du pubis et l'autre dans la tubérosité ischiatique, et correspondent également aux trous d'ancrage du ciment de la cupule. La vis pubienne est centrée dans la cavité médullaire du pubis, et la vis ischiatique traverse la corticale de la tubérosité. On peut alors cimenter en place la cupule orientée selon l'axe choisi. Pour terminer, les deux autogreffes iliaques controlatérales sont placées à la face profonde de l'acétabulum le long des colonnes antérieures et postérieures (Fig. 3 B).

Reconstruction fémorale

La reconstruction du fémur, sa stabilisation et la fermeture des parties molles sont réalisées de façon identique à celle des exérèses fémorales oncologiques. L'appui complet n'est pas autorisé avant le troisième mois. Cette technique de reconstruction complexe permet d'obtenir des résultats fonctionnels proches de ceux observés avec les prothèses composites. Néanmoins, le très long terme de ces reconstructions [23] n'est pas encore parfaitement connu puisque nous n'avons que quelques cas ayant plus de 10 à 15 années de recul.

**Figure 15.****A.** Section des muscles péritrochantériens.**B, C.** Exposition puis section des trois niveaux : toit du cotyle, origines des branches ischiatique et pubienne du trou obturateur.**Figure 16.** Reconstruction. Préparation de l'allogreffe acétabulaire (A), puis fixation de celle-ci au bassin du patient par quatre vis canulées (B).

■ Conclusion

Dans les tumeurs malignes primitives du fémur proximal, les techniques actuelles utilisent une prothèse de hanche composite associant une prothèse et une allogreffe (celle-ci est volontiers une allogreffe combinée associant la métaphyse fémorale et les tendons fessiers). Ceci permet d'obtenir une amélioration fonctionnelle tout à fait notable, notamment en ce qui concerne la stabilité et la réinsertion des muscles abducteurs, sans entraîner de morbidité spécifique. Lorsqu'il est également nécessaire de reconstruire le pelvis, une allogreffe acétabulaire peut être utile et a permis d'obtenir des résultats à moyen terme tout à fait encourageants. Dans le traitement palliatif des métastases, il faut recommander une technique simple à faible mobilité, permettant la reprise immédiate de l'appui et améliorant la qualité de la survie : une simple prothèse de reconstruction est alors préférée.

■ Références

[1] Anract P, Coste J, Vastel L, Jeannot C, Mascard E, Toméno B. Proximal femoral reconstruction with mega prosthesis versus allograft prosthesis composite (41 cases). *Rev Chir Orthop* 2000;**86**:278-88.

[2] Langlais F. Resection and reconstruction of proximal femoral malignancies. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), EFORT, 55-480-C-10, 2000: 8p.

[3] Langlais F, Lambotte JC, Collin P, Thomazeau H. Long-term results of allograft composite total hip prostheses for tumors. *Clin Orthop* 2003; **414**:197-211.

[4] Langlais F, Aubriot JH, Postel M, Toméno B, Vielpeau C. Prothèse de reconstruction de hanches pour tumeur. *Rev Chir Orthop* 1986;**72**:415-25.

[5] Postel M, Langlais F. Prosthesis for reconstruction after upper epiphyseal-diaphyseal resection for tumor. In: *Chicago: Year Book of orthopaedic and traumatic surgery*. 1978. p. 102-5.

[6] Aboulafia AJ, Buch R, Mathews J, Malawer M. Reconstruction using the Saddle prosthesis following excision of primary and metastatic periacetabular tumors. *Clin Orthop* 1995;**314**:203-13.

[7] Windhager R, Karnert J, Kutschera HP, Polterauer P, Salzer-Kuntschik M, Kotz R. Limb salvage in periacetabular sarcomas. *Clin Orthop* 1996;**331**:265-76.

[8] Langlais F, Kerboull M, Sedel L, Ling RS. The French paradox. *J Bone Joint Surg Br* 2003;**85**:17-20.

[9] Hernigou P, Delepine C, Goutallier D, Julieron A. Massive allografts-sterilized by irradiation. Clinical results. *J Bone Joint Surg Br* 1993;**75**: 904-13.

- [10] Clarke H, Berry D, Sim F. Salvage of failed femoral mega prostheses with allograft prosthesis composites. *Clin Orthop* 1998;**256**:222-9.
- [11] Unwin PS, Cannon SR, Grimer RJ, Kemp HB, Sneath RS, Walker PS. Aseptic loosening in cemented custom-made prosthetic replacements for bone tumors of the lower limb. *J Bone Joint Surg Br* 1996;**78**:5-13.
- [12] Markel M, Wood S, Bogdanske J, Rapoff A, Kalscheur V, Bouvy B, et al. Comparison of allograft/endoprosthesis composites with a stepcut or transverse osteotomy configuration. *J Orthop Res* 1995;**13**:639-41.
- [13] Giurea A, Paternostro M, Heinz-Peer G, Kaider A, Gottsauner-Wolf F. Function of reinserted abductor muscles after femoral replacement. *J Bone Joint Surg Br* 1998;**80**:284-7.
- [14] Markel M, Wood S, Bogdanske J, Rapoff A, Kalscheur V, Bouvy B, et al. Comparison of healing of allograft/endoprosthesis composites with three types of gluteus medius attachment. *J Orthop Res* 1995;**13**:105-14.
- [15] Masterson E, Ferracini R, Griffin A, Wunder J, Bell R. Capsular replacement with synthetic mesh: effectiveness in preventing postoperative dislocation after wide resection of proximal tumors and prosthetic reconstruction. *J Arthroplasty* 1998;**13**:860-6.
- [16] Langlais F, Delepine G, Dubousset JF, Missenard G. Composite prostheses in malignant tumors: rationale and preliminary results of 42 cases. In: Langlais F, Toméno B, editors. *Limb salvage*. Berlin: Springer Verlag; 1991. 826p.
- [17] Zehr R, Enneking W, Scarborough M. Allografts-prosthesis composite versus megaprosthesis in proximal femoral reconstruction. *Clin Orthop* 1996;**322**:207-23.
- [18] Roch M. The use of Bateman bipolar proximal femoral replacement in the management of proximal femoral metastatic disease. In: Yamamuro T, editor. *New developments for limb salvage in musculoskeletal oncology*. Tokyo: Springer Verlag; 1989. p. 1385-417.
- [19] Langlais F, Lambotte JC, Collin PH, Fontaine JW, Thomazeau H. Trochanteric slide osteotomy in revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 2003;**85-B**, 4:510-6.
- [20] Abudu A, Grimer RJ, Cannon SR, Carter SR, Sneath RS. Reconstruction of the hemipelvis after excision of malignant tumours. *J Bone Joint Surg Br* 1997;**79**:773-9.
- [21] Harrington KD. The use of hemipelvic allograft or autoclaved graft for reconstruction after wide resections of malignant tumors of the pelvis. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**:331-41.
- [22] Langlais F, Vielpeau C. Allograft of hemipelvis after tumor resection. Technical aspects of 4 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1989;**71**:58-62.
- [23] Langlais F, Lambotte JC, Thomazeau H. Long-term results of hemipelvis reconstruction with allografts. *Clin Orthop* 2001;**388**:178-86.

F. Langlais, Professeur des Universités* (langlais.effort@wanadoo.fr).

N. Belot, Chef de clinique-assistant.

H. Thomazeau, Professeur associé.

J.-C. Lambotte, Praticien hospitalier.

M. Ropars, Chef de clinique-assistant.

Service de chirurgie orthopédique, traumatologique et réparatrice, Hôpital Sud, 16, boulevard de Bulgarie, 35056 Rennes cedex, France.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Tumeurs malignes osseuses du genou : exérèse et reconstruction

F. Langlais, N. Belot, H. Thomazeau, D. Hutten, J.-C. Lambotte, T. Dreano

Le fémur distal et le tibia proximal représentent la localisation préférentielle des tumeurs primitives malignes des os, et notamment de l'ostéosarcome de l'adolescent.

La prothèse totale de genou de reconstruction est la technique de référence lorsque la tumeur se propage jusqu'à l'épiphyse, est agressive et extracompartmentale. On utilise une prothèse totale contrainte, de préférence « pressfit » cimentée, dont les tiges centromédullaires longues prennent appui dans l'isthme du côté sain. L'articulation est une charnière, rotatoire ou non. Lorsque l'atteinte est fémorale et qu'il n'y a pas d'envahissement articulaire, il faut particulièrement veiller, en cas d'excision subtotal du quadriceps, à reconstruire un appareil extenseur par transfert des ischiojambiers. La chirurgie est habituellement menée par voie antéromédiale, permettant le contrôle premier du pédicule vasculonerveux. Pour les tumeurs tibiales, une attention particulière doit être portée aux parties molles, tant pour la couverture de la prothèse en avant (réalisée par un lambeau de gastrocnémien médial) que pour la cinématisation de l'appareil extenseur. Si une partie du ligament patellaire a pu être conservée, elle est suturée sur le tendon du biceps après un double transfert de la fibula ostéotomisée et du gastrocnémien médial. Si le ligament patellaire est entièrement excisé, une prothèse composite (avec une allogreffe) combinée (l'allogreffe est osseuse et tendineuse) est utilisée, permettant de réinsérer l'appareil extenseur du patient sur l'appareil extenseur de l'allogreffe. En cas d'envahissement articulaire, une arthrectomie est nécessaire, reconstruite par une prothèse totale composite avec allogreffe d'appareil extenseur. Le recul actuel de près de deux décennies sur ces prothèses de reconstruction permet d'affirmer leur longévité et la qualité de leurs résultats fonctionnels après reconstruction de l'appareil extenseur, et permet de proposer cette thérapeutique, même chez le sujet jeune et actif. Une reconstruction biologique est recommandée dans les cas où l'épiphyse et l'articulation sont préservées (chondrosarcomes, ostéosarcomes limités à la métaphyse). S'il s'agit d'une tumeur fémorale, la reconstruction se fait par une fibula vascularisée placée en médial, avec une allogreffe de complément latérale. L'ostéosynthèse est faite par une lame-plaque. Lorsqu'il s'agit d'une tumeur tibiale, une allogreffe maintenue par un clou verrouillé se révèle une solution efficace. Les arthrodèses sont maintenant restreintes à des cas peu fréquents : sujet très sportif ou travail astreignant, risques infectieux majeurs : elles sont réalisées à l'aide d'une fibula vascularisée retournée. Les orientations thérapeutiques actuelles se caractérisent par une raréfaction des arthrodèses, tandis que les prothèses ont prouvé leur longévité et leur fonctionnalité. Les thérapeutiques biologiques sont recommandées en raison de leur longévité à chaque fois qu'elles sont compatibles avec une excision carcinologique satisfaisante. Cette chirurgie d'exérèse et de reconstruction donne des résultats oncologiques et fonctionnels intéressants, mais au prix d'interventions complexes comportant de fréquentes reprises. Elle ne doit être entreprise que par des équipes familiarisées avec les prothèses de reprise, la pratique de lambeaux et maîtrisant les transferts osseux vascularisés.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Tumeurs primitives des os ; Ostéosarcomes ; Prothèses de reconstruction ; Prothèses composites ; Prothèses de genou charnière ; Allogreffes combinées ostéotendineuses ; Transferts musculaires

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Introduction | 2 |
| ■ Reconstruction du fémur distal par prothèse | 2 |
| Principes | 2 |
| Temps d'exérèse | 3 |
| Temps de reconstruction | 6 |
| Soins postopératoires | 7 |
| Variantes liées à l'extension tumorale | 7 |

| | |
|--|----|
| ■ Reconstruction du tibia proximal par prothèse | 8 |
| Principes | 8 |
| Temps d'exérèse | 9 |
| Temps de reconstruction | 9 |
| Variantes liées à l'extension tumorale | 11 |
| ■ Reconstructions métaphysaires biologiques | 11 |
| Métaphyse fémorale distale reconstruite par fibula vascularisée | 11 |
| Métaphyse tibiale proximale reconstruite par allogreffe intercalaire | 12 |

| | |
|--------------|----|
| ■ Arthrodèse | 13 |
| ■ Conclusion | 14 |

■ Introduction

C'est au fémur distal et au tibia proximal que les tumeurs primitives des os sont les plus fréquentes. Les différentes techniques d'exérèse et de reconstruction ont maintenant suffisamment de recul pour que l'on en connaisse les possibilités, les limites et la longévité, et qu'on puisse ainsi déterminer les indications thérapeutiques. Nous traitons ici des techniques utilisables à partir d'environ 12 ans, et n'évoquons pas celles adaptées aux enfants ayant à effectuer leur croissance : allogreffes articulaires, prothèses de croissance, plasties de rotation, [1, 2] etc. Les indications sont voisines pour les tumeurs du fémur distal et du tibia proximal, et nous décrivons les prothèses de reconstruction, puis les reconstructions métaphysaires biologiques, et enfin les arthrodèses.

- La prothèse totale de reconstruction du genou peut être recommandée comme l'intervention de référence. [3-5] Elle permet en effet d'obtenir l'indolence, une mobilité active dépassant 100°, et grâce aux techniques actuelles de reconstruction de l'appareil extenseur (transferts musculaires en cas d'excision du quadriceps, transferts et allogreffes pour pallier l'excision du ligament patellaire et de la tubérosité tibiale), elles peuvent être utilisées de façon fiable, même après des résections majeures des parties molles. De plus, la longévité de l'arthroplastie [6-8] dépasse 90 % à 10 ans et atteint volontiers deux décennies. Ne sont pas encore tout à fait résolues l'usure de l'articulation prothétique (il faut diminuer les débris d'usure à l'origine de synovites, voire d'ostéolyses) ainsi que la reconstruction rotulienne (la longévité des prothèses patellaires étant insuffisante). La prothèse totale de reconstruction est donc recommandée à chaque fois qu'une tumeur, d'origine le plus souvent métaphysaire, envahit l'épiphyse, et ceci même si une large partie de l'appareil extenseur doit être réséquée. Cette intervention mobilisatrice est en particulier recommandée systématiquement chez la jeune fille chez laquelle l'arthrodèse est psychologiquement mal supportée. Elle permet d'avoir une vie active mais les activités sportives sont déconseillées.
- Les reconstructions métaphysaires biologiques remplacent la prothèse chaque fois qu'elles sont réalisables. Elles concernent les tumeurs métaphysaires qui respectent l'épiphyse, n'envahissent pas l'articulation, n'exigent pas de sacrifice musculaire important, et répondent bien à la chimiothérapie. Ceci se rencontre notamment dans certaines tumeurs du grand enfant (ostéosarcome, Ewing) où le cartilage de croissance retarde l'extension épiphysaire, ou dans certains chondrosarcomes de l'adulte. Dans ces cas, la résection épargne l'épiphyse, et la reconstruction du segment intercalaire est effectuée, soit avec une fibula vascularisée, [9] soit avec une allogreffe. La reconstruction biologique métaphysaire a de surcroît l'intérêt de pouvoir être reprise en cas d'échec par une prothèse totale de reconstruction.
- L'arthrodèse [10, 11] est devenue d'indication exceptionnelle, compte tenu de la fiabilité des deux techniques précédentes. Nous ne l'utilisons donc plus que de façon exceptionnelle chez de jeunes hommes exigeant d'avoir une activité physique importante, soit professionnelle, soit de loisirs, ou encore lorsqu'il y a un risque infectieux majeur (biopsie infectée, escarres, etc.), l'arthrodèse étant effectuée par une fibula vascularisée.

■ Reconstruction du fémur distal par prothèse

Principes

Exérèse

La possibilité d'une chirurgie conservatrice au niveau du genou est liée à l'absence d'envahissement du pédicule vasculo-nerveux. La voie d'abord doit donc en priorité permettre un

contrôle du pédicule (artère fémorale profonde, bifurcation du nerf ischiatique), ce qui explique le choix préférentiel d'une voie antéromédiale qui permet à la fois la dissection pédiculaire et la conservation partielle de l'appareil extenseur.

Quant à la résection, elle doit être large, respectant une couche de muscle sain en périphérie de la tumeur, réalisant une résection osseuse à 2 cm au moins de l'envahissement médullaire contrôlé par imagerie par résonance magnétique (IRM). Pour une tumeur primitive métaphysaire interne avec extension au quadriceps, la résection fémorale moyenne atteint 20 cm. L'excision emporte toute l'extrémité inférieure du fémur, protégée d'une épaisseur de tissus musculaires sains de 1 à 2 cm. Restent donc solidaires de l'os : le muscle vastus intermedius (crural) et articularis genus (sous-crural), le cul-de-sac sous-quadriceps, la portion juxtaosseuse des muscles vastus medialis et vastus lateralis (avec une exérèse variable selon l'extension de la tumeur), les septums intermusculaires médial et latéral sur lesquels s'attachent les muscles ; en arrière : la portion juxtaosseuse du biceps femoris brevis (court biceps), des adducteurs, des gastrocnémiens (jumeaux). Ne sont donc pas réséqués : le rectus femoris (droit antérieur), la partie supérieure des vastus medialis et lateralis, le biceps femoris longus (long biceps), les autres ischiojambiers, notamment les muscles de la pes anserinus (patte d'oie) (Fig. 1A,B).

Choix de la prothèse

- Compte tenu des contraintes qui s'appliquent sur les prothèses, celles-ci doivent être des prothèses à tige centromédullaire (Fig. 2). Leur fixation peut être cimentée ou sans ciment, par exemple de type madrépore. Les prothèses cimentées, [12] selon le « French Paradox », [13] semblent représenter la solution la plus fiable. Il s'agit de prothèses dont les tiges viennent jusqu'à l'isthme osseux, en pleine diaphyse, sont très remplissantes et possèdent des arêtes qui viennent s'appuyer sur l'endoste. Ces tiges, sur mesure ou modulaires, ont la caractéristique de tenir fortement dans l'os, notamment en rotation, par leur simple forme mécanique et avant tout cimentage. Le ciment rajouté complète la fixation et permet la diffusion d'antibiotiques, réduisant le risque infectieux [14] après cette longue chirurgie, chez ces patients qui vont être souvent en aplasie par chimiothérapie. Ces tiges présentent moins de 10 % de descellements à 15 ans. Des tiges sans ciment « *porous ingrowth* » ancrées dans l'isthme diaphysaire permettent également de bonnes fixations, mais elles ont l'inconvénient d'une habituelle résorption osseuse par *stress shielding*, [15] d'une inextractibilité sans ostéotomie (par exemple en cas de complications infectieuses), et ne bénéficient pas de la protection du ciment aux antibiotiques pendant la chimiothérapie.
- Quant au mécanisme des prothèses, il peut s'agir d'une charnière simple ne permettant que les mouvements de flexion-extension, ou d'une charnière rotatoire, [16-18] retrouvant les mouvements de rotation physiologique et limitant les sollicitations sur l'ancrage. Les charnières rotatoires paraissent plus logiques mais n'échappent pas à un certain nombre d'écueils : les faibles épaisseurs de polyéthylène dans leur mécanisme complexe peuvent être à l'origine de fluage. La multiplication des interfaces de friction peut accroître les débris d'usure et être à l'origine d'ostéolyse. Enfin, lors des excisions musculaires majeures (totalité du quadriceps par exemple), il semble préférable, pour un meilleur contrôle, d'avoir un mécanisme articulaire simplifié, le faible stock musculaire n'ayant à assurer que la flexion-extension. Nous utilisons avec satisfaction depuis une dizaine d'années des charnières non rotatoires métal/métal, qui donnent fort peu de synovites. L'optimisation des mécanismes de charnières rotatoires, avec notamment des rotations réglables, doit améliorer sans doute les performances de ces dernières.
- Quant à la rotule, c'est un problème non résolu : l'utilisation d'une prothèse rotulienne apporte un grand confort, mais dans notre expérience, aboutit parfois à un descellement du

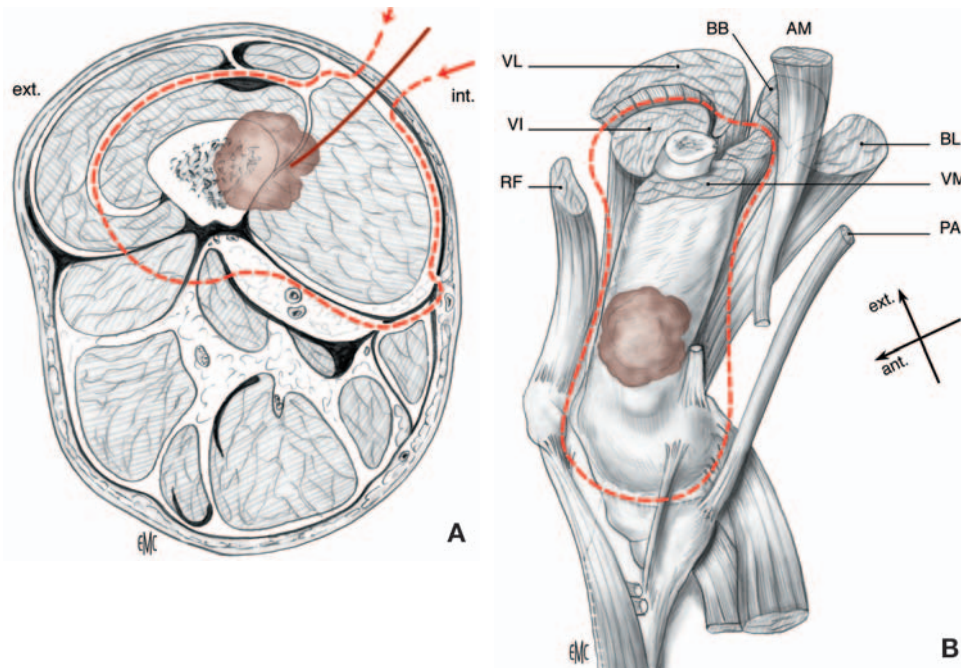


Figure 1. Marges de l'exérèse.

A. Coupe au tiers distal du fémur : on résèque en bloc avec le fémur le vastus medialis (et le trajet de la biopsie), le vastus intermedius, le biceps brevis et la partie juxtafémorale du vastus lateralis et des adducteurs.

B. Vue en perspective. AM : adductor magnus ; BB : biceps brevis ; BL : biceps longus ; PA : pes anserinus ; RF : rectus femoris ; VI : vastus intermedius ; VL : vastus lateralis ; VM : vastus medialis.

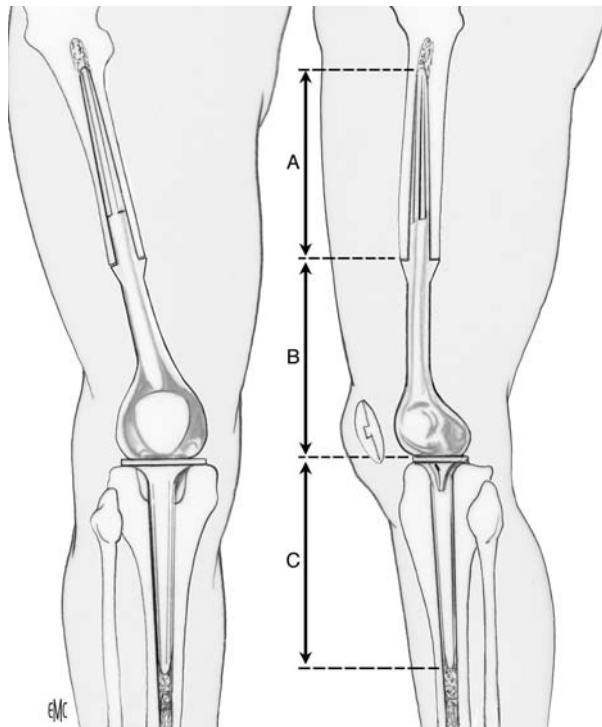


Figure 2. Prothèse de reconstruction. Il s'agit d'une prothèse charnière, dont les volumineuses tiges prennent un appui étendu sur l'endoste alésé fémoral et tibial. On utilise un ciment aux antibiotiques basse viscosité, pressurisé.

médaille, plus ou moins symptomatique, vers la quinzième année. On peut ne pas prothéser la rotule, comptant sur sa congruence avec le bouclier trochléen prothétique, mais on aboutit de façon quasi inéluctable, dès la première décennie, à une érosion rotulienne avec subluxation plus ou moins symptomatique. Actuellement, nous utilisons une prothèse rotulienne lorsque l'appareil musculaire et tendineux est indemne (car ces genoux très fonctionnels sont très sollicités), mais ne mettons pas de prothèse lorsqu'il y a eu une reconstruction de l'appareil extenseur, pensant que ces genoux sont moins sollicités et qu'il y a un peu plus de risques liés à la dévascularisation rotulienne.

- En ce qui concerne l'utilisation d'allogreffes composites [19] entourant la tige de la prothèse, nous la réservons au tibia

lorsque certaines reconstructions de l'appareil extenseur sont nécessaires. En effet, au fémur, nous avons constaté que les allogreffes s'accompagnent d'adhérences quadricipitales importantes, limitant la mobilité active et nécessitant des interventions de libération secondaires. Nous n'y utilisons les allogreffes que lorsque la résection dépasse l'isthme fémoral (plus de 250 mm), et ne faisons descendre cette allogreffe que jusqu'à 150 mm au-dessus de l'interligne articulaire du genou.

Temps d'exérèse

Nous prenons comme type de description un ostéosarcome métaphysaire, avec extension dans le vaste médial, pas de propagation intra-articulaire, et nécessitant une résection fémorale de 200 mm.

Les temps opératoires sont d'abord interne (avec contrôle vasculonerveux), externe (avec contrôle de l'appareil extenseur), puis supérieur avec section de la diaphyse, enfin postérieur, en relevant celle-ci ; l'opération se termine par la désarticulation fémorotibiale.

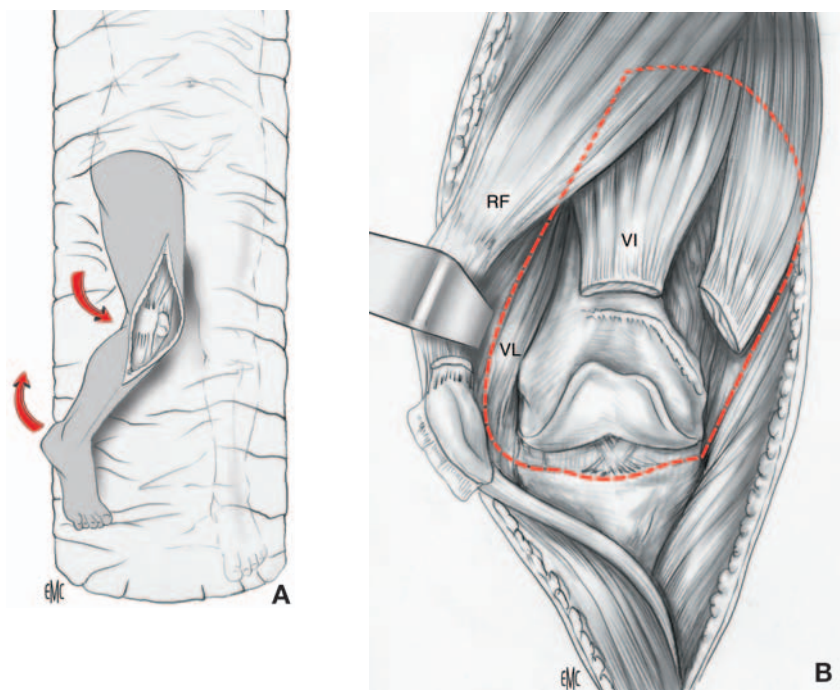
Installation

L'opéré est en décubitus dorsal sur table ordinaire, les pieds proches du bout de la table, le bassin stabilisé par deux cales. L'opérateur se place distalement, le premier aide est situé plus proximale du même côté, le deuxième aide en face. L'intervention est le plus souvent conduite sous garrot pneumatique : le membre est vidé de son sang par surélévation pendant 5 minutes, sans effectuer aucune compression au niveau de la tumeur ou au-dessous d'elle.

Incision

C'est une longue voie parapatellaire interne quasi rectiligne, passant au bord interne de la rotule, montant au bord antéro-interne de la cuisse sur 20 à 25 cm, descendant verticalement sur le bord interne de la tubérosité tibiale jusqu'à 3 cm au-dessous de son bord inférieur. Si un geste vasculaire se révèle nécessaire, l'incision peut être prolongée d'une dizaine de centimètres au-dessous de l'interligne articulaire.

En regard de la voie d'abord de la biopsie, l'incision est en « quartier d'orange », la circonscrivant à 10-15 mm, et traversant peau, tissu cellulaire sous-cutané et fascia femoris (aponévrose superficielle de la cuisse) sans aucun décollement (les écarteurs à griffes sont proscrits). Toute la voie d'abord de la biopsie est donc retirée en bloc avec le vastus medialis et l'os.

**Figure 3.** Temps latéral.

A. Le membre inférieur étant en rotation interne, une arthrotomie parapatellaire interne permet de récliner la rotule vers le dehors.

B. On laisse en monobloc avec la tumeur : la capsule, les ligaments, le vastus intermedius (VI), l'articularis genus, le vastus medialis et la partie juxtaosseuse du vastus lateralis (VL) ; RF : rectus femoris.

En haut, on sectionne le fascia femoris assez mince et on passe entre sa face profonde et le quadriceps pour arriver à la jonction entre le vastus medialis et le rectus femoris. En profondeur apparaît le muscle vastus medialis qu'il ne faut pas inciser car ce muscle protège la tumeur et est excisé en monobloc avec elle.

En bas, on incise verticalement l'aileron rotulien à quelques millimètres du bord interne de la rotule, le ligament adipeux, le surtout fibreux à la face antérieure du tibia (expansion des vastes).

L'articulation est ouverte (dans le cas proposé ici, elle est macroscopiquement indemne). Des champs de bordure peuvent être fixés aux berges aponévrotiques de l'incision.

Temps latéral (Fig. 3 A,B)

Il s'effectue en basculant le malade vers le membre sain. La jambe est presque en extension et en rotation interne. Il peut être utile, une fois libérée la rotule, de la retourner pour favoriser l'abord externe. L'excision emporte avec l'os le cul-de-sac sous-quadricepital (avec les muscles articularis genus et vastus intermedius), ainsi que la partie juxtaosseuse des 15 cm distaux du vastus lateralis. On repère donc, en partant de la partie proximale de l'incision, l'espace entre le vastus intermedius et le rectus femoris. Le tendon du vastus intermedius est détaché au bord supérieur de la rotule, le décollement conduit alors au vastus lateralis. Seule est excisée sa partie proche de l'os, avec la cloison intermusculaire sur laquelle il prend origine, et à la face postérieure de laquelle s'insère également le biceps femoris brevis (il est enlevé en bloc avec la tumeur, après avoir été également disséqué par voie postérieure). Les fibres hautes du vastus lateralis prenant insertion au-dessus de la tumeur, et qui sont les plus antérieures de l'expansion directe, sont donc respectées. On dissèque le vastus lateralis à partir de sa face profonde, en commençant au niveau de la section osseuse et en laissant donc insérée sur l'os et sur la cloison une couche musculaire d'environ 2 cm.

À la face superficielle du muscle apparaît, nacrée, la cloison intermusculaire qui se continue avec le fascia lata. Ils sont incisés, l'hémostase de quelques perforantes étant faite par ligature.

Ainsi, à la partie haute de l'incision, on arrive dans la loge postérieure, tandis qu'à la partie basse on tombe sur l'insertion

du court biceps sur le septum intermusculaire latéral. En bas, l'incision se prolonge jusqu'à la rotule, tandis qu'on fait l'hémostase de l'artère genus superolateralis (articulaire supéroexterne).

Temps médial (Fig. 4 A,B,C)

L'opéré est maintenant basculé vers le membre atteint et le membre inférieur est fléchi et en rotation externe. Dans le cas présent, la totalité du vastus medialis, au-dessous de la section osseuse, est excisée avec la tumeur. On le décolle du fascia femoralis puis on incise en haut le septum intermuscularis medialis à 2-3 cm de l'os. On aborde ainsi le canal fémoral où cheminent l'artère et la veine fémorales (superficielles). À la partie basse, on sectionne l'aponévrose de Hunter dans sa portion antérieure : les vaisseaux fémoraux reposent sur la nappe musculaire des adducteurs, souvent amarrés de court à la tumeur par ses pédicules nourriciers. Ces pédicules sont isolés et ligaturés ou clippés progressivement de haut en bas. Au bord supérieur du condyle interne, le faisceau inférieur de l'adducteur est sectionné. On peut alors mieux récliner vers l'arrière le paquet vasculonerveux, surtout si on fléchit le genou à angle droit, cuisse en forte abduction-rotation externe, malléole externe reposant sur la jambe opposée. On voit alors se tendre les branches collatérales de l'artère poplitée, qui l'amarrent à la face postérieure de l'articulation. Elles sont progressivement ligaturées, libérant totalement le paquet vasculaire qui s'éloigne de la région intercondylienne.

Il est parfois nécessaire d'avoir un abord plus complet sur l'axe vasculaire et notamment sur la partie haute de l'artère et de la veine poplitées : l'incision cutanée est prolongée vers le bas, puis on sépare le tibia du surtout capsulotendineux de sa face postéro-interne, réalisant une valve postérieure comprenant les tendons de la pes anserinus et les insertions tibiales de la capsule et du ligament collatéral médial (latéral interne). On aborde ainsi le bord latéral du gastrocnémien médial (jumeau interne) : on en dissèque la face antérieure profonde, au contact de la coque condylienne, et la face postérieure ; puis on sectionne le muscle à l'horizontale de l'interligne. Il est alors récliné vers l'arrière permettant l'accès à l'axe vasculaire dans la gouttière gastrocnémien médial/gastrocnémien latéral. Une dissection des vaisseaux à l'intérieur même de leur gaine devient alors possible.

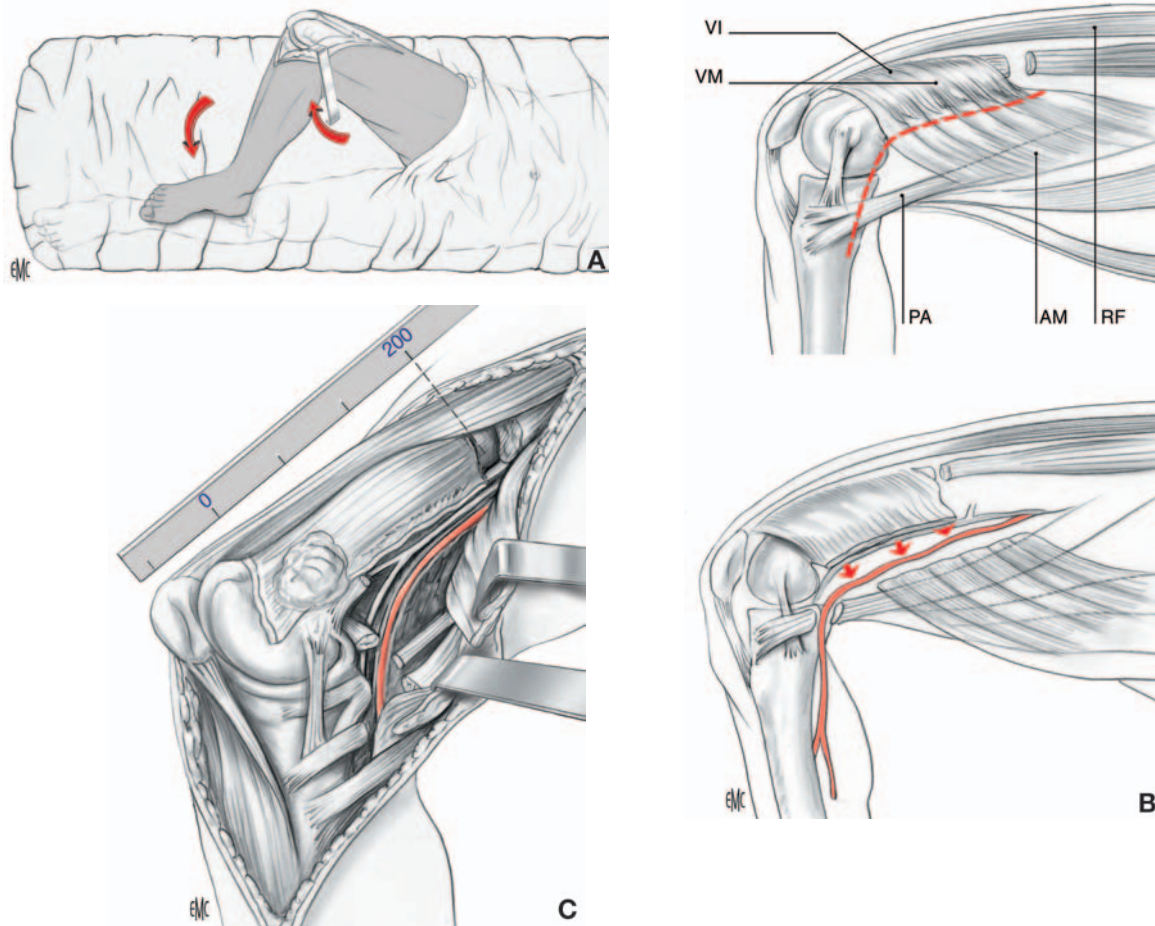


Figure 4. Temps médial.

A. Le membre inférieur étant en rotation externe, on détache du fémur les adducteurs, et du tibia la pes anserinus (PA) et parfois le gastrocnemius medialis.
B. On peut ainsi aborder le pédicule vasculonerveux et les deux branches du nerf ischiatique.
C. On repère le niveau de section diaphysaire et quadricipitale, en prenant comme repère distal le bord inférieur des condyles.
 RF : rectus femoris ; AM : adductor magnus ; VM : vastus medialis ; VI : vastus intermedius.

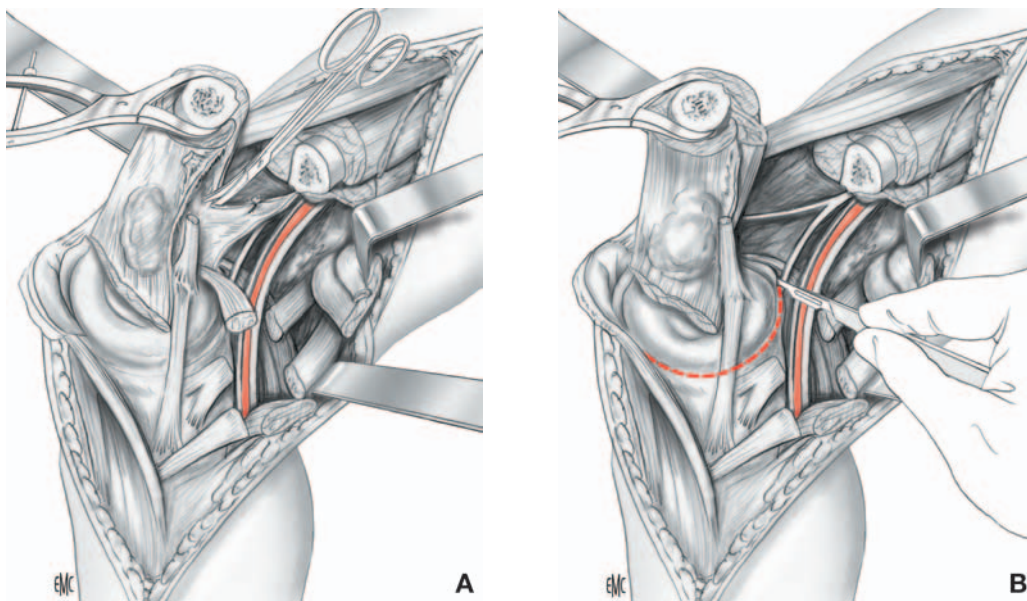


Figure 5. Section diaphysaire et temps postérieur.

A. Après section diaphysaire, le fémur distal est étendu par rapport au tibia : ceci permet la section des adducteurs qui se tendent à sa face postérieure.
B. On termine par la section de la capsule (coques, ligaments, au ras de leur insertion tibiale).

Le nerf sciatique chemine dans une coulée cellulograisieuse satellite du paquet vasculaire au-dessous du bord inférieur du faisceau moyen de l'adductor magnus : on le récline vers le bas avec cette coulée. On repère la naissance du nerf péronier commun (sciatique poplité externe) qui part en dehors, on le dissèque jusqu'à la tête de la fibula. La totalité du pédicule vasculonerveux est ainsi dégagée.

Section diaphysaire et temps postérieur (Fig. 5 A,B)

Les temps précédents ont donc permis : l'isolement des pédicules vasculonerveux, les dissections antérieure, externe et interne. Le segment à réséquer reste solidarisé par les ligaments du genou (ainsi que les gastrocnémiens et le poplité), le plan des adducteurs (et leur arcade vasculaire) et le biceps femoris

brevis. On détermine avec précision le niveau de section diaphysaire en utilisant comme repère le bord inférieur des condyles fémoraux. Le muscle vastus medialis est sectionné au bistouri électrique, ruginé de part et d'autre sur 1 cm, notamment sur la ligne âpre ; on marque le niveau de section diaphysaire, puis le fémur est coupé à la scie oscillante. Son extrémité distale est alors saisie dans un davier réducteur qui la soulève progressivement amenant le genou en extension. On voit alors se tendre les insertions musculaires sur la ligne âpre : la nappe musculaire des adducteurs est sectionnée en haut à 1 ou 2 cm de l'os, puis plus bas à 2 cm des limites de la tumeur. On ligature progressivement les rameaux vasculaires issus des perforantes de l'artère fémorale profonde. En avant du nerf péronier commun se trouve le biceps femoris brevis : on conserve son insertion sur le septum intermusculaire latéral et le fémur, et on le sépare du biceps femoris longus.

Le fémur distal ne tient plus au tibia que par les gastrocnémiens, le poplité (qu'on sectionne en arrière au niveau de l'interligne articulaire) et la capsule. On coupe les ligaments croisés, les ligaments latéraux interne, puis externe.

La pièce opératoire réséquée est radiographiée et envoyée à l'anatomopathologie, ainsi que des prélèvements des parties molles aux limites de l'excision (moelle proximale, graisse poplitée, ligaments croisés).

Toute l'intervention a été menée en protégeant les masses musculaires par des champs imbibés de sérum chaud. On met en place un pansement compressif, on lâche le garrot puis on vérifie l'hémostase.

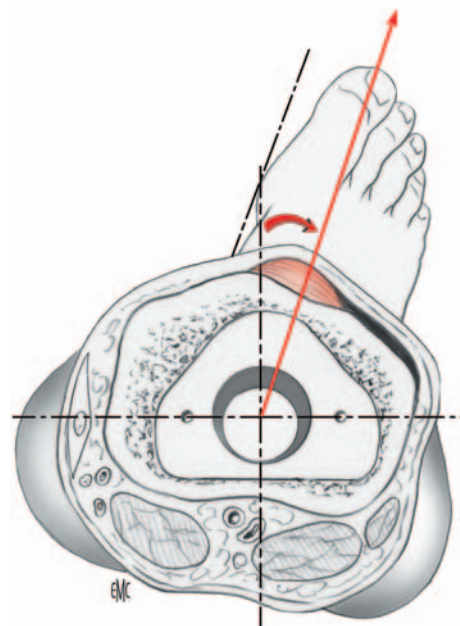


Figure 6. Le positionnement en rotation de la pièce tibiale est essentiel pour un bon centrage fémoropatellaire. On positionne habituellement le centre de la platine de la pièce tibiale en regard du bord médial du tubercule tibial ; l'angle formé par les axes du pied et du genou doit être respecté.

Temps de reconstruction

Il est habituellement possible de réaliser ce second temps sans garrot, encore qu'il puisse être préférable de le gonfler à nouveau pour l'assèchement diaphysaire avant scellement.

Préparation tibiale

La jambe est maintenue verticale par l'aide. La cavité médullaire est préparée à la râpe. Parfois l'étroitesse de la cavité diaphysaire nécessite un alésage : dans ce cas, le passage de l'alésoir de 11 mm sur 20 cm et de celui de 13 mm sur 10 cm permet le passage de la râpe.

On dégage au bistouri 1 à 2 cm proximaux de l'épiphyse tibiale, puis on régularise la surface supérieure à la scie oscillante selon une coupe perpendiculaire à la râpe, tant dans le plan frontal que sagittal, et n'enlevant que le cartilage de la concavité du plateau interne. La résection par rapport à la surface des plateaux tibiaux est de 5 mm. La direction de la diaphyse centre habituellement la râpe, ne laissant que la possibilité de réglage en rotation : le milieu de la platine doit se trouver à environ 1 cm en dedans du centre de la tubérosité tibiale. On vérifie également l'axe du pied qui, maintenu perpendiculairement avec le tibia, doit être en rotation externe d'une dizaine de degrés (le repère étant le bord interne du 1^{er} métatarsien) (Fig. 6).

Préparations fémorale et rotulienne - Essais

On prépare alors l'extrémité supérieure, manipulée par un davier réducteur. On y passe les alésoirs souples jusqu'à 14 mm. La prothèse est essayée : elle doit rentrer à frottement dur ; il peut être nécessaire de poursuivre l'alésage jusqu'à 15, voire 16 mm. On vérifie le positionnement en rotation : le davier qui marque l'axe sagittal du fémur est dans le prolongement de la ligne âpre ; les rotations de hanche sont symétriques, ou à prédominance externe (sans dépasser en rapport 2/1 pour les rotations externe et interne).

On fait alors un essai global (prothèse fémorale définitive) car il est essentiel de vérifier la stabilité fémoropatellaire en fonction du positionnement de la pièce tibiale. En flexion jusqu'à 90°, la rotule ne doit pas avoir tendance à se luxer, malgré l'absence de suture des parties molles internes. S'il y a tendance à la subluxation externe, il faut vérifier la rotation fémorale et éventuellement réduire la distance entre les

centres de la platine tibiale et de la tubérosité antérieure. On vérifie l'absence de tension des pédicules vasculonerveux en extension complète. La position optimale étant trouvée, on enlève l'axe prothétique, on marque la direction des ailerons tibiaux à travers les trous de la platine, puis on prépare leur emplacement. Les deux cavités médullaires rincées, aspirées, sont tamponnées par deux mèches à prostate.

On prépare alors la prothèse rotulienne. Celle-ci est utilisée de principe, sauf si la rotule restante mesure moins de 1 cm d'épaisseur (car elle serait alors fragilisée par les trous d'ancrage). À la scie oscillante, on résèque la crête médiane de la face articulaire, abrasant le cartilage de toute la rotule. Les plots d'ancrage de la prothèse rotulienne sont préparés.

Scellement

Il est habituellement réalisé au ciment additionné d'antibiotiques ; un gros drain aspiratif est placé dans chaque diaphyse, tandis que le ciment, assez liquide, est introduit à la seringue, après obturation diaphysaire.

Il faut être vigilant lors de ce scellement car les prothèses sont très ajustées, et les impacteurs spéciaux tibial et fémoral sont indispensables.

On commence par le tibia où on veille à bien placer les ailerons dans les rainures préparées. On a habituellement le temps de sceller en même temps la tige tibiale et la prothèse rotulienne, qu'on maintient fermement appliquée pendant la polymérisation.

Au fémur, on vérifie à nouveau la position en rotation ; l'impaction entraîne une forte pressurisation du ciment. Après durcissement du ciment, les pièces prothétiques sont solidarisées, genou en flexion. Vérification de l'hémostase.

Temps de fermeture (Fig. 7)

Celui-ci est très important car la qualité de la cicatrisation conditionne la reprise de la chimiothérapie et les modalités de la rééducation.

Le genou est maintenu fléchi à 45°. La fermeture rapproche les plans, mais sans s'acharner à vouloir les mettre au contact : s'il y a eu une résection importante, des points trop tendus risquent de déchirer les parties molles lors de la flexion-extension et de ne plus jouer leur rôle.

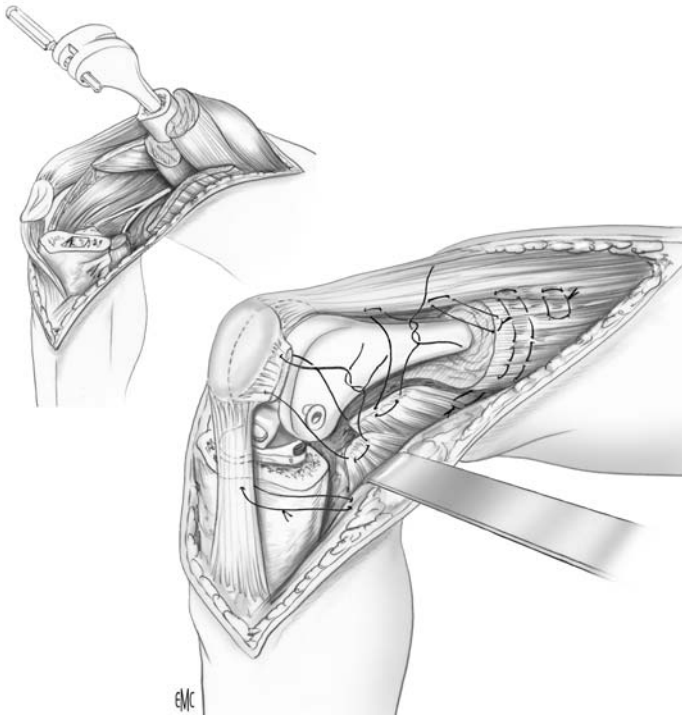


Figure 7. Reconstruction musculaire. On réinsère la pes anserinus, l'aileron rotulien médial et on rapproche les adducteurs du rectus femoris. Quelques points maintiennent la tranche de section des vastus intermedius et medialis.

Après chaque plan, on effectue des mouvements doux en flexion à 90° et en extension complète, refaisant les points qui tendent trop. Quelques points sont passés dans la lame tendineuse au niveau de la tranche de section du vastus medialis et la réunissent à la face profonde du rectus femoris ; on rapproche la lame tendineuse du bord interne du rectus femoris avec ce qui reste du fascia femoris et de l'aponévrose de Hunter. Pour l'aileron rotulien, une suture solide peut en général être réalisée ; deux drains de Redon sont placés à la partie haute et basse de la prothèse, et un autre dans la sous-peau. La peau est suturée aux points séparés.

Soins postopératoires

Ils comportent antibiotiques, anticoagulants, mobilisation passive par arthromoteur associée à des contractions statiques du quadriceps. L'ablation des fils est faite vers le 12^e jour.

Au bout de 8 à 15 jours, on aboutit habituellement à 90° de flexion passive et à une extension active avec un déficit de 10° à 20°. La marche avec appui complet, aidée de deux cannes-béquilles, est autorisée dès que le premier pansement, vers j4, est satisfaisant.

La rééducation douce de l'extension permet au bout de 1 à 2 mois une marche subnormale, malgré un déficit temporaire d'extension active qui justifie le port d'une canne de « sécurité ».

La chimiothérapie peut être reprise vers le 15^e jour postopératoire.

Variantes liées à l'extension tumorale

Nous avons évoqué le cas habituel où l'exérèse peut être réalisée par la voie antéromédiale, qui permet de mieux contrôler les pédicules vasculaires.

Il arrive cependant :

- que la tumeur soit à développement latéral prédominant, nécessitant le recours à une voie d'abord antéroexterne ;
- qu'il y ait eu une atteinte tumorale articulaire, nécessitant la résection des deux berges articulaires, réalisant non plus une arthrotomie, mais une arthrectomie ;

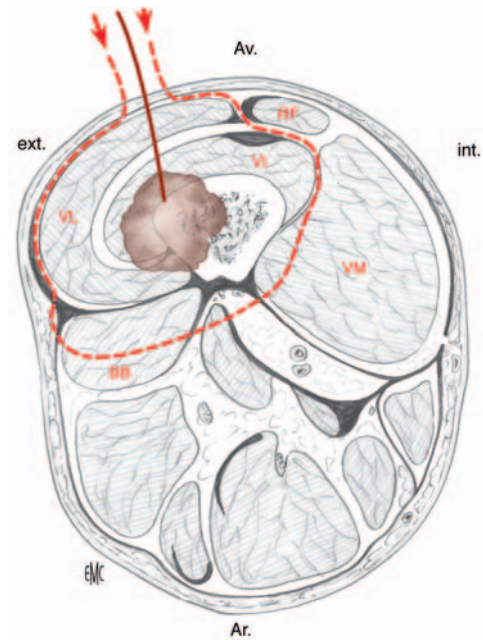


Figure 8. Abord par voie antéroexterne pour une tumeur à développement externe, ayant justifié une biopsie à travers le vastus lateralis (VL). BB : biceps brevis ; RF : rectus femoris ; VL : vastus intermedius ; VM : vastus medialis.

- que l'extension tumorale exige la résection de la totalité de l'appareil extenseur justifiant un transfert musculaire, si l'on désire mettre en place une prothèse plutôt que de réaliser une arthrodèse.

Exérèse par voie antéroexterne (Fig. 8)

Cette voie d'abord peut être choisie notamment en raison du siège prédominant de la tumeur en dehors, ou à cause d'une biopsie réalisée par voie externe. Les temps opératoires principaux restent les mêmes.

L'abord se fait par une incision du fascia lata dans l'axe de ses fibres, puis sa désinsertion au bistouri du tubercule de Gerdy, le laissant en continuité avec l'aponévrose jambière et réalisant un lambeau musculoaponévrotique à charnière postérieure. Il est prudent de disséquer d'emblée le nerf péronier commun.

Le vastus lateralis est largement excisé, tandis qu'en dedans on passe dans la jonction tendineuse rectus femoris-vastus lateralis, permettant de préserver le rectus femoris. Le vastus medialis, qui comporte fort peu d'insertions sur la face interne de la diaphyse, peut être en grande partie conservé.

Le contrôle des vaisseaux fémoraux est délicat, et essentiellement réalisé une fois la diaphyse sectionnée et attirée vers l'avant et le dehors. Dans les cas les plus complexes, une voie médiale de libération vasculaire est associée : son tracé doit être prévu en même temps que celui de l'incision latérale.

Résection fémorale avec arthrectomie (Fig. 9)

Lorsque l'articulation est envahie par la tumeur avec contamination de la berge tibiale, celle-ci doit être enlevée en monobloc avec le fémur distal, en passant au-delà de la zone de résection tibiale de la capsule. Ceci ne pose aucun problème particulier sur les faces latérales et en arrière, où la section doit passer à environ 1 cm au-dessous du plan articulaire, après avoir désinséré les deux chefs condyliens des gastrocnémiens. De même en bas, le ligament adipeux sous-rotulien est laissé en monobloc avec l'articulation, tandis qu'en haut le vastus medialis reste solidaire de la tumeur et du bord supérieur de la rotule.

Le temps difficile de cette arthrectomie est la dissection antérieure, si l'on veut conserver la continuité de l'appareil extenseur pour mettre en place une prothèse. En effet, toute la partie profonde de la rotule, insertion capsulaire incluse, doit être enlevée en monobloc avec le fémur et le tibia, tandis que

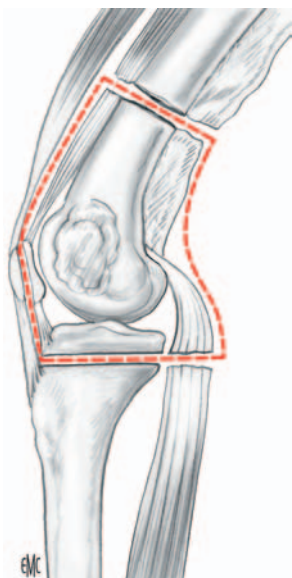


Figure 9. Arthrectomie. En cas d'extension intra-articulaire de la tumeur, il faut enlever en monobloc le fémur distal, la capsule et le tibia proximal. Le temps délicat de cette intervention est l'ostéotomie frontale de la patella qui permet de conserver la continuité de l'appareil extenseur sans ouvrir la cavité articulaire.

sa partie superficielle, comportant l'insertion du rectus femoris et du vastus lateralis ainsi que du ligament patellaire (tendon rotulien), doit être laissée en continuité. Il s'agit d'une solution délicate mais réalisable : sans sectionner la synoviale, on ouvre l'aileron rotulien interne, on le clive dans le plan coronal des tendons du vastus medialis et du rectus femoris. On passe en dehors dans l'espace entre la capsule et l'expansion des vastes. Une ostéotomie frontale à la scie rejoint chacune de ces zones de décollement. Elle permet de conserver le centimètre superficiel de la rotule et ses insertions de l'appareil extenseur, tandis que son centimètre profond participe à l'arthrectomie. Le reste de l'intervention ne présente pas de caractéristiques particulières, si ce n'est que l'amincissement rotulien ne permet pas toujours d'y implanter un bouton prothétique. Si la patellectomie frontale paraît risquée, une excision monobloc articulation-rotule est réalisée, reconstruite par une allogreffe d'appareil extenseur.

Résection quadricipitale et transferts musculaires

Il arrive que l'extension tumorale, notamment en regard du cul-de-sac sous-quadricipital, nécessite l'excision du rectus femoris, du vastus medialis, du vaste médial ou latéral.

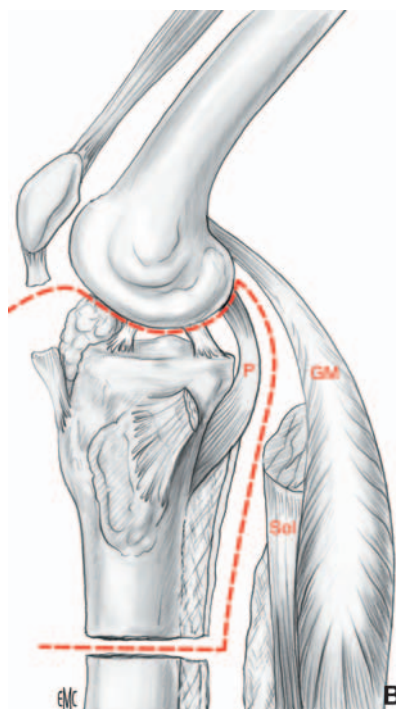
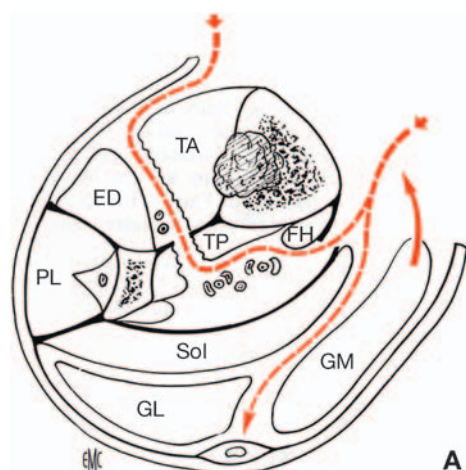


Figure 10. Marges d'exérèse.

A. Coupe au tiers moyen du tibia : la dissection passe entre soléaire et gastrocnémien puis entre les deux gastrocnémiens, préparant la translation antérieure de ce muscle.

B. L'exérèse emmène en monobloc avec le tibia : la capsule et les ligaments, la partie distale du ligament patellaire et le ligament adipeux, le muscle poplité, la partie juxtatibiale des muscles tibiaux antérieur et postérieur, et du soléaire. ED : extensor digitorum ; FH : flexor hallucis ; GL : gastrocnémien latéral ; GM : gastrocnémien médial ; P : poplité ; PL : péronier long ; Sol : soléaire ; TA : tibial antérieur ; TP : tibial postérieur.

Le potentiel musculaire n'est pas alors suffisant pour assurer une extension active. Cependant, la dissection a réséqué le biceps femoris brevis et disséqué le biceps femoris longus. Celui-ci peut être détaché de la tête du péroné et venir s'insérer au bord de la rotule et à sa face antérieure. S'il ne reste comme muscle que la moitié du vastus lateralis, le biceps est transféré en arrière en dedans de la prothèse, et vient s'appliquer sur le bord médial de la rotule, réalisant une rênne qui à la fois permet l'extension et évite la luxation externe. À l'inverse, s'il ne reste qu'une partie du vaste médial, le biceps est transféré au sommet de la rotule en cheminant au bord latéral de la diaphyse prothétique.

■ Reconstruction du tibia proximal par prothèse

Principes

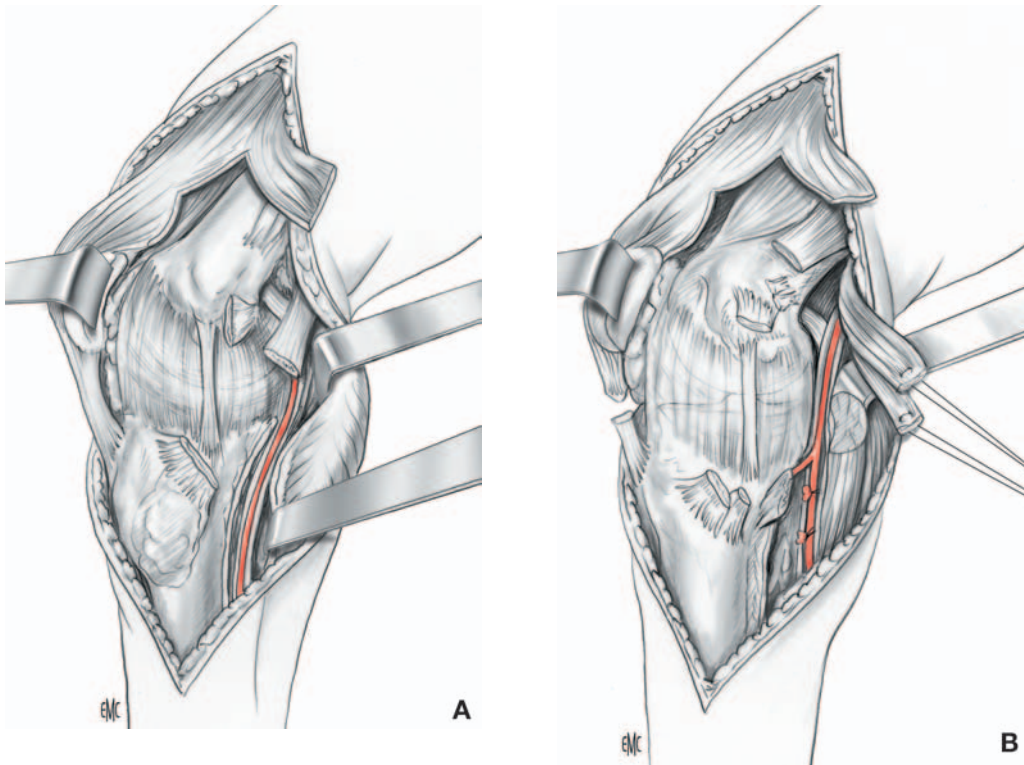
Exérèse (Fig. 10A,B)

Elle comporte l'extrémité supérieure du tibia, recouverte des muscles qui s'y insèrent : le poplité, le muscle tibial antérieur (jambier antérieur), le muscle soleus (soléaire), le muscle tibial postérieur. Bien souvent, la tumeur envahit l'origine du ligament patellaire. Enfin, l'extension à l'articulation tibiofibulaire, fréquente, justifie de réséquer la berge fibulaire avec la capsule articulaire.

Habituellement, le pédicule vasculonerveux tibial postérieur n'est pas envahi par la tumeur, car il est protégé par les muscles de la couche profonde. De même, il arrive souvent que le pédicule tibial antérieur, qui chemine à mi-distance entre le tibia et la fibula, ne soit pas atteint. Le point le plus délicat est représenté par la crosse de l'artère tibiale antérieure au bord supérieur de la membrane intertibiofibulaire.

Reconstruction

Elle fait appel au même type de prothèse que les tumeurs fémorales distales. La prothèse de résection tibiale (soit modulaire, soit sur mesure), assure un remplissage diaphysaire après alésage. La prothèse fémorale est une prothèse standard avec tige centromédullaire prenant appui sur l'endoste. Il paraît préférable d'effectuer un resurfaçage trochléen en utilisant une prothèse fémorale avec un bouclier, plutôt qu'en utilisant une prothèse ne recouvrant pas la trochlée.

**Figure 11.** Temps médial.

A. L'arthrotomie interne est limitée. On sectionne la pes anserinus pour préparer l'abord du pédicule vasculonerveux ; en avant, on sectionne le ligament patellaire et en arrière le soléaire.

B. La flexion du genou permet d'aborder le pédicule vasculonerveux, et notamment d'isoler le nerf péronier commun et la crosse de l'artère tibiale antérieure.

La reconstruction se caractérise surtout par la nécessité de faire face à deux difficultés :

- assurer une fermeture des parties molles, alors qu'il a souvent fallu pratiquer une importante exérèse des parties molles traversées par la biopsie, gênant la fermeture ; cette fermeture est apportée par le lambeau de gastrocnémien interne [20-22] ;
- reconstruire un appareil extenseur fiable : ceci est volontiers assuré par une translocation de la tête de la fibula. [23]

Temps d'exérèse

Voie d'abord

La voie d'abord est antérieure, médiane ou très légèrement déjetée en dehors ; elle débute 4 ou 5 cm au-dessus de la rotule, pour descendre 5 cm au-dessous du niveau de résection tibiale. À la jambe, elle passe à 1 cm en dehors de la crête tibiale, en circonscrivant la cicatrice de la biopsie.

À la rotule, le décollement se fait au-dessous du fascia femoris. À la jambe, on essaie de respecter tout le réseau vasculaire sous-cutané par une dissection plus profonde.

Temps médial (Fig. 11A,B)

On passe à la face interne du tibia, au bord superficiel des muscles de la pes anserinus, abordant le bord médial du gastrocnémien interne. Les attaches proximales de celui-ci sont soigneusement respectées. En revanche, on dissèque sa face profonde, jusqu'au hiatus qui sépare le gastrocnémien interne du gastrocnémien externe et qui est marqué par des vaisseaux. Ainsi est amorcé un éventuel transfert de ce muscle. Le soleus et son arcade sont sectionnés à environ 1 cm du tibia. Ainsi en fléchissant la jambe, on peut récliner le soleus vers l'arrière : ceci met en évidence le paquet vasculonerveux tibial postérieur, d'où naissent les vaisseaux nourriciers de la tumeur.

Ceux-ci sont progressivement ligaturés. On récline également vers l'arrière le nerf tibial postérieur, et on dissèque le nerf péronier commun jusqu'à l'insertion fibulaire du biceps femoris.

Temps latéral (Fig. 12)

Le décollement permet d'arriver sur la tête de la fibula. On isole le nerf péronier commun et le tendon terminal du biceps

femoris, ainsi que le ligament collatéral latéral. Puis on suit la branche de division antérieure du nerf péronier commun qui chemine à la face profonde du muscle tibial antérieur au contact de l'artère tibiale antérieure. On prolonge la dissection de ce pédicule jusqu'au-dessous de la zone de résection, disséquant le muscle en une partie tibiale qui est réséquée avec la tumeur, et une partie juxtafibulaire qui est conservée et qui reste innervée.

Si la reconstruction du ligament patellaire fait appel au tendon du biceps femoris, celui-ci est sectionné, 5 ou 6 cm au-dessus de sa terminaison, tandis que le ligament collatéral est désinséré du fémur. On peut alors effectuer le temps le plus délicat de la dissection qui correspond au passage de l'artère tibiale antérieure au bord supérieur du septum intertibiofibulaire.

Une section sagittale à la scie de la tête de la fibula laisse sa portion juxta-articulaire en continuité avec le tibia. L'artère étant libérée, le septum est sectionné.

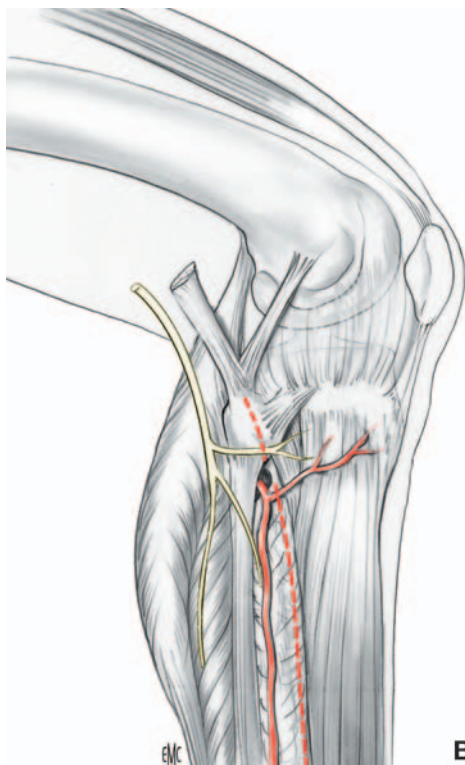
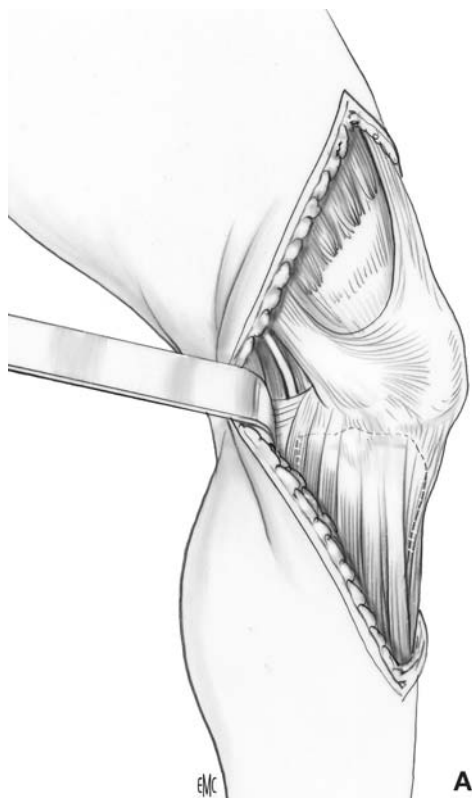
Temps supérieur et inférieur (Fig. 13)

On peut alors pratiquer la désarticulation tibiofémorale. Le ligament patellaire est sectionné en zone saine, le ligament adipeux est laissé adjacent au tibia. On sectionne le ligament collatéral médial, les ligaments croisés dans l'échancrure. Enfin, les deux coques sont sectionnées à leur insertion supérieure. On peut alors luxer vers l'avant l'épiphyse tibiale, et terminer la dissection postérieure. On repère le niveau de la section distale du tibia et celui-ci est coupé à la scie. La pièce est radiographiée et envoyée à l'anatomopathologie, avec un prélèvement spécifique sur les croisés et sur la moelle osseuse du segment sous-jacent.

Temps de reconstruction

Prothèse

La mise en place de la prothèse ne présente aucun caractère spécifique. Au fémur, on pratique un resurfaçage à minima de l'extrémité distale du fémur, avec alésage du canal médullaire

**Figure 12.** Temps latéral.

A. La dissection se fait au-dessous des fascias crural et jambier. On commence par rechercher le nerf péronier commun en arrière du biceps.

B. On va successivement : isoler le péronier commun ; neurolyser ses branches de division jusqu'au nerf tibial antérieur ; isoler le tendon du biceps femoris et le ligament collatéral latéral qui sont sectionnés environ 6 cm au-dessus de la tête de la fibula ; ostéotomiser dans un plan sagittal la tête de la fibula et la mobiliser par rapport à l'épiphyse tibiale ; isoler la crosse de l'artère tibiale antérieure, et disciser le muscle tibial antérieur à l'aplomb du pédicule.

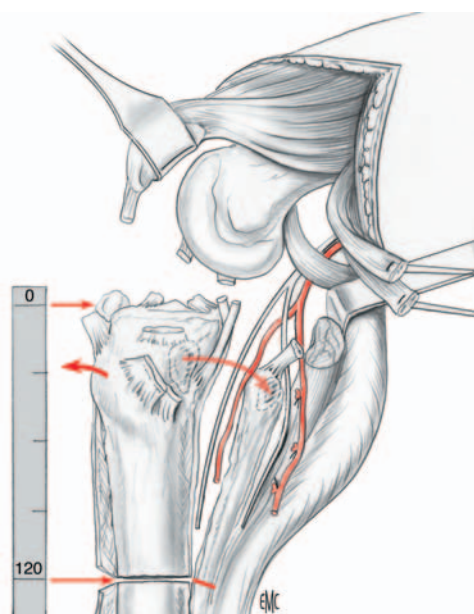


Figure 13. Temps postérieur puis distal. On repère le niveau de section distale du tibia par rapport au plan de l'articulation. On sectionne la capsule et les ligaments croisés au ras de leur insertion fémorale. On tire vers l'avant le tibia, permettant de terminer la dissection de sa face postérieure. On sectionne alors distalement le tibia. On discise le muscle péronier pour pratiquer une ostéotomie de la fibula à l'aplomb de la résection tibiale.

permettant d'y implanter à frottement dur la tige fémorale. La rotule est préparée pour la mise en place du bouton prothétique. Au tibia, un alésage progressif est réalisé de façon à ce que la prothèse vienne s'enfoncer à frottement dur dans la tranche de section proximale. Les plasties de l'appareil extenseur sont réalisées en manipulant le tibia à l'aide de la tige passée dans sa cavité médullaire. Ce n'est qu'une fois ces plasties préparées que l'on scelle les pièces fémorale et tibiale au ciment basse viscosité aux antibiotiques, après obturation diaphysaire.

Appareil extenseur (Fig. 14A,B)

Dans de très rares cas, il est possible de conserver des parties molles non dévascularisées antérieures, sur lesquelles on peut venir réinsérer le ligament patellaire, éventuellement en s'aidant d'auto- (ou d'allo-) greffes de fascia lata.

Mais ailleurs, la résection tibiale ne permet pas cette réinsertion distale et il faut trouver un artifice, qui varie selon la longueur du tendon patellaire conservé.

Le lambeau de gastrocnémien interne est presque systématique, compte tenu de l'habituelle difficulté à recouvrir la prothèse par les parties molles au niveau de l'épiphyse tibiale. On complète donc la discision entre les gastrocnémiens interne et externe, et on coupe transversalement le gastrocnémien interne à la jonction de son tiers moyen et de son tiers inférieur, en ayant vérifié que la hauteur du gastrocnémien lui permet de venir cravater horizontalement l'épiphyse tibiale jusqu'à l'aponévrose du muscle tibial antérieur conservé. Le muscle est basculé à 90°, son bord inférieur étant suturé avec l'aponévrose du muscle tibial antérieur. On peut parfois réinsérer le ligament patellaire à la face profonde de ce gastrocnémien, en évitant la déchirure musculaire par l'utilisation de plaque pour plastie myocardique.

Souvent, la résistance du gastrocnémien à la traction n'est pas suffisante et il risque d'y avoir un déficit d'extension active. On utilise alors comme appareil extenseur distal le tendon du biceps femoris et le ligament collatéral latéral dont l'insertion sur la tête de la fibula a été préservée. Cette tête de la fibula est transférée sur l'ancien site de la tubérosité tibiale par une double ostéotomie diaphysaire de la fibula. Cette ostéotomie est réalisée par une brève discision des muscles péroniers en regard du niveau de section tibiale, une seconde ostéotomie est réalisée à mi-chemin entre la tête et cette zone. Ainsi, la fibula est totalement entourée de ses muscles qui vont lui apporter résistance et vascularisation.

Cette translocation un peu complexe nécessite bien entendu de vérifier qu'il n'y a pas de tension anormale sur le nerf péronier commun : on peut l'éviter par une neurolyse complémentaire. Deux cercles métalliques passés au niveau de la tête

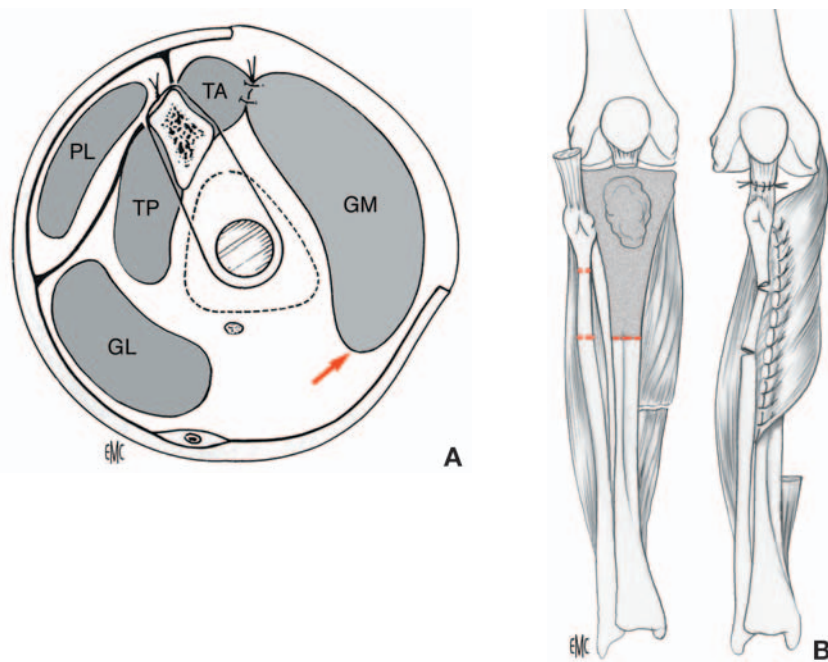


Figure 14. Reconstruction de l'appareil extenseur.

A. Coupe au tiers proximal du tibia : on note en dedans la translation vers l'avant du gastrocnémien médial et en dehors la translation antérieure de la fibula : elle est maintenue par un cerclage s'appuyant autour de la tige prothétique, et par la suture des bords antérieurs des muscles gastrocnémiens médial et tibial antérieurs.

B. De face : on note la transposition du gastrocnémien et la suture du ligament patellaire restant au tendon du biceps et au ligament collatéral latéral, dont les fibres s'insèrent sur la tête de la fibula. GL : gastrocnémien latéral ; GM : gastrocnémien médial ; PL : péronier long ; TA : tibial antérieur ; TP : tibial postérieur.

de la fibula et autour de la tige de la prothèse maintiennent la tête en position médiale. De surcroît, l'aponévrose du muscle tibial antérieur est suturée au lambeau de gastrocnémien interne, réalisant un double transfert osseux et musculaire. [24]

Les tendons du biceps femoris et du ligament collatéral sont suturés en paletot sur le reliquat du ligament patellaire et au surtout de la face antérieure de la rotule. Ainsi est réalisée une médialisation de la tête de la fibula qui est mécaniquement efficace et cicatrise rapidement.

Variantes liées à l'extension tumorale

Arthrectomie

La tumeur tibiale peut s'être propagée à l'articulation du genou, et il faut faire une arthrectomie par une excision monobloc comprenant la rotule et passant au bord supérieur des condyles. L'appareil extenseur est reconstruit par une allogreffe « combinée » épiphyse tibiale (entourant la prothèse composite) – ligament patellaire – rotule – tendon quadricipital. Cette exérèse fémorale proximale empêche de pratiquer un lambeau de gastrocnémien à pédicule proximal.

Résection complète du ligament patellaire

L'extension tumorale peut exiger un tel sacrifice. Dans ce cas, il paraît plus sûr de reporter la jonction des deux parties de l'appareil extenseur en pleine rotule. On utilise alors une prothèse tibiale « composite », l'épiphyse tibiale étant remplacée par une allogreffe qui manchonne la prothèse. Cette allogreffe tibiale est « combinée » tendon-os, puisqu'elle comporte également le ligament patellaire et la rotule. Une ostéotomie est pratiquée en plein milieu de la rotule de l'allogreffe, suivie d'une ostéosynthèse avec l'hémirotule proximale du receveur.

■ Reconstructions métaphysaires biologiques

Elles sont préférées lorsque la tumeur n'atteint pas l'épiphyse, et qu'il n'y a donc pas besoin de l'exciser pour la remplacer par une prothèse. Ces techniques intéressent la métaphyse fémorale distale et la métaphyse tibiale proximale : nous préférons habituellement reconstruire le fémur distal par une fibula vascularisée, et le tibia proximal par une allogreffe combinée (qui a l'avantage de comporter un ligament patellaire).

Métaphyse fémorale distale reconstruite par fibula vascularisée

Pour qu'un matériel d'ostéosynthèse puisse s'ancrer dans la métaphyse fémorale distale et que celle-ci soit correctement vascularisée, il est nécessaire que la hauteur d'épiphyse préservée soit de 40 mm chez l'adulte, 30 chez l'enfant, le trait passant donc au bord supérieur des condyles fémoraux. La reconstruction est réalisée à l'aide de la fibula homolatérale, de façon à préserver le membre sain. Par ailleurs, l'ostéosynthèse est effectuée par une lame-plaque monobloc sur mesure. Elle est placée à la face externe de la métaphyse pour réaliser une sorte de triangulation avec le péroné vascularisé qui forme le montant médial (Fig. 15A). La longueur de la lame-plaque permet une ostéosynthèse sur 6 à 8 cm au-dessus de la tranche de section proximale, dont les vis (diamètre 5 mm) prennent au moins six corticales.

Exérèse

Celle-ci est réalisée par une voie d'abord antérieure sur le fémur qui permet de conserver les muscles contaminés au contact de la diaphyse réséquée et d'isoler le pédicule fémoral, la fibula vascularisée étant anastomosée sur une de ses artères collatérales et sur deux veines (et notamment la veine saphène médiale). En regard de la rotule, l'incision se déjette sagement vers le dehors, cheminant entre crête tibiale et fibula, pour permettre le prélèvement de la fibula vascularisée.

On commence par réaliser une dissection fémorale carcinologique, en dedans (d'avec le pédicule), en dehors (d'avec le nerf ischiatique), puis en haut, les muscles à réséquer étant sectionnés comme précédemment. En bas, l'arthrotomie permet de s'assurer qu'il n'y a aucune anomalie tumorale en regard de la rotule et de l'épiphyse fémorale.

Les deux temps suivants, préparation du trajet de la lame-plaque et de la fibula, sont faits avant résection de la tumeur, de façon à pouvoir travailler sur un membre inférieur stable. Une broche-guide est envoyée parallèlement à la surface articulaire, environ 15 mm au-dessus de celle-ci : après avoir vérifié son positionnement, on l'utilise pour préparer le logement de la lame-plaque. Celle-ci est enfoncée sur les deux tiers de sa longueur, puis retirée.

On réalise alors l'isolement de la fibula et de son pédicule. Si l'on souhaite opérer à deux équipes, on peut prendre la fibula

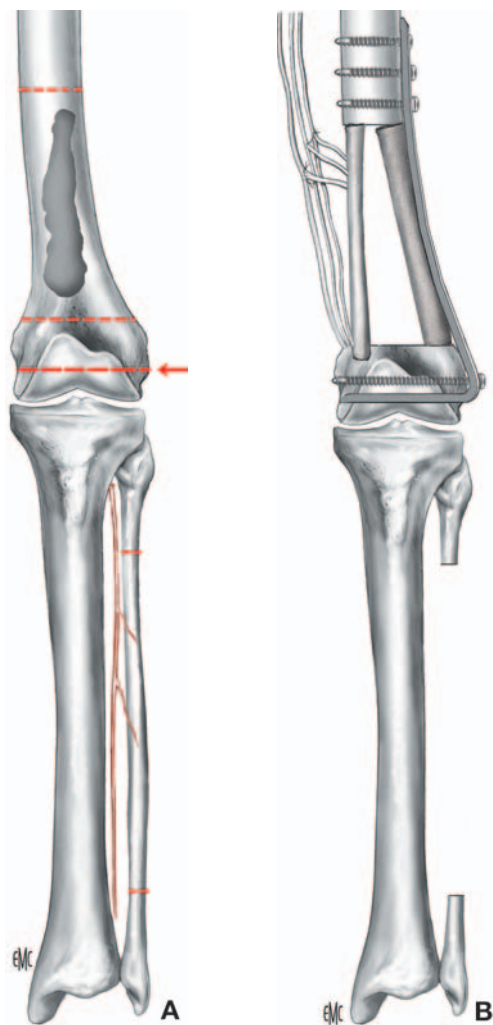


Figure 15. Reconstruction métaphysaire fémorale par fibula vascularisée.

A. Exérèse. On utilise toute la fibula (laissant en place les 7 cm proximaux et distaux) en individualisant son pédicule. Le trajet de la lame-plaque est préparé.

B. Reconstruction. La fibula est placée en étai médial. Une allogreffe peut compléter l'ostéosynthèse latérale par lame-plaque.

controlatérale. On effectue le plus grand prélèvement fibulaire possible, les séquelles étant identiques à condition qu'il en reste 3 cm au-dessus de la syndesmose tibiofibulaire distale.

On termine alors l'exérèse en sectionnant le fémur proximale-ment en regard de la section musculaire, puis en relevant le fémur en extension, ce qui tend les parties molles postérieures et permet leur dissection. On sectionne alors la jonction métaphyséoépiphysaire, si possible en préservant l'insertion des gastrocnémiens au bord supérieur des coques condyliennes.

Reconstruction (Fig. 15B)

On commence par mettre en place la lame-plaque définitive qui comporte parfois une vis sus-jacente à la lame, puis on solidarise la partie haute de la plaque à la diaphyse fémorale. Sur un membre stabilisé, on sectionne alors le pédicule de la fibula, puis on vient installer la fibula en dedans. Habituellement, on place son extrémité supérieure en regard de l'hémicirconférence médiale de la diaphyse, et on recoupe l'extrémité distale de façon à ce qu'elle vienne reposer la partie interne du condyle médial (le reste de la fibula est utilisé comme greffon non vascularisé). La lame-plaque a une certaine élasticité qui permet l'encastrement de la fibula, parfois complété par une petite vis. On réalise alors les anastomoses artérielle et veineuse.

Dans certains cas, nous ajoutons une allogreffe [25] de métaphyse fémorale distale, vissée sur la lame-plaque, et dont l'objectif est d'être dans le prolongement de la trochlée de façon à avoir un bon cheminement rotulien au début de la flexion du genou, sans accrochage au bord supérieur de l'épiphysse.

Les suites opératoires sont marquées par l'utilisation dès le 5^e jour d'un arthromoteur permettant d'aller jusqu'à 60° de flexion. La marche se fait sans appui (appui glissé) pendant 2 mois, avec contractions isométriques du quadriceps. Au 3^e mois, l'appui complet progressif est autorisé, les cannes-béquilles étant conservées pour la sécurité pendant encore 3 mois.

L'alternative est d'utiliser une allogreffe intercalaire. Nous préférons, pour la fixer, utiliser un clou verrouillé en titane sur mesure, dont les trous oblongs maintiennent les fragments au contact lors de l'appui, même si survenait une résorption. Le contrôle de la rotation est assuré par la large surface de contact entre la métaphyse de la greffe et l'épiphysse, et à la jonction diaphysaire par une taille en « marche d'escalier » qui bloque parfaitement la rotation. On utilise deux vis verrouillées dans l'épiphysse fémorale et deux autres dans la diaphyse du receveur. Il n'y a donc aucune vis dans l'allogreffe, qui pourrait y initier des fractures de fatigue. La rééducation est précoce pour éviter l'adhérence du quadriceps à l'allogreffe.

Métaphyse tibiale proximale reconstruite par allogreffe intercalaire

Pour utiliser cette technique, il faut une épiphysse tibiale préservée d'au moins 20 mm, les cas les plus favorables étant ceux où la tubérosité tibiale peut être laissée solidaire de l'épiphysse, ce qui résout le problème de la réinsertion de l'appareil extenseur. Si la résection métaphysaire comporte l'exérèse du tubercule tibial et du ligament patellaire, on utilise une allogreffe combinée os/tendon, qui est une des meilleures façons de recréer une extension satisfaisante. Un clou en titane sur mesure est commandé comme pour la métaphyse fémorale. Le verrouillage proximal se fait par deux (sinon une) vis coronale de 5 mm de diamètre (sinon deux, séparées de 15 mm). On essaie de conserver la tête de la fibula pour réaliser une arthrodèse entre elle et la face latérale de l'allogreffe tibiale (Fig. 16).

L'exérèse se fait de façon voisine de celle présentée pour les prothèses, avec une voie d'abord antérieure qui permet de préparer les deux faces latérales du tibia et le niveau de coupe tibiale. Le pédicule vasculaire fémoropoplité et le nerf sciatique poplité ayant été isolés (un des gastrocnémiens a souvent dû être désinséré pour bien accéder au pédicule rétrotibial), on sectionne l'os à la jonction épiphysse/métaphyse. Puis on attire vers l'avant la métaphyse tibiale, terminant la dissection postérieure, et on effectue la coupe distale du tibia tumoral.

Le temps suivant est celui de la préparation du clou verrouillé par alésage de la diaphyse (et taille d'une « marche d'escalier »), et la réalisation d'un trou borgne dans l'épiphysse qui correspond à la partie haute du clou. C'est à ce moment que l'on prépare aussi le trajet des vis de verrouillage épiphysaire frontal.

Puis on taille l'allogreffe. Celle-ci est solidarisée à la diaphyse par la « marche d'escalier » et par le clou verrouillé qui dépasse la tranche supérieure du greffon de la hauteur prévue (par exemple 20 mm). On repose l'épiphysse creusée de son trou borgne sur l'allogreffe et sur le clou, et on verrouille les vis coronales. On effectue une arthrodèse tibiofibulaire. Il est rarement besoin de compléter la fixation par quelques agrafes entre l'épiphysse et la métaphyse. S'il s'agit d'une allogreffe combinée, une longue suture en paletot du ligament patellaire du receveur sur le ligament patellaire de l'allogreffe est réalisée, parfois doublée d'une autogreffe de fascia lata.

Une marche avec un appui partiel de 10 à 20 kg est réalisée dès les jours postopératoires, avec une rééducation douce sur

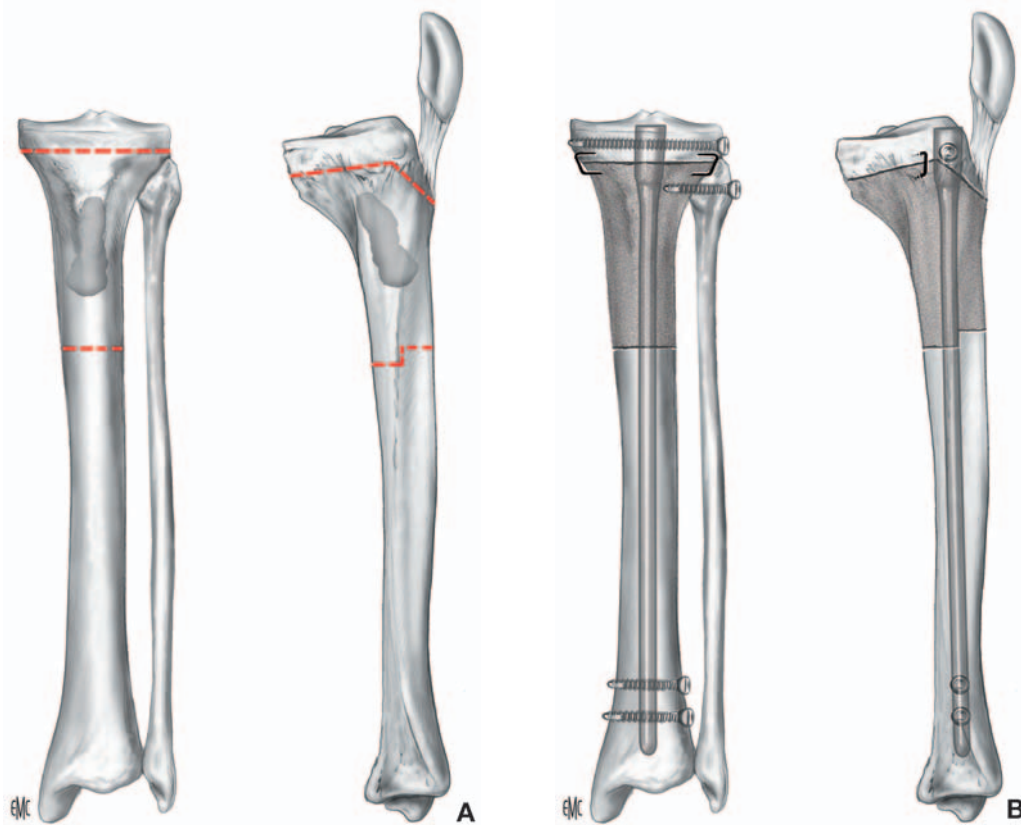


Figure 16. Reconstruction métaphysaire tibiale par allogreffe intercalaire.

A. L'exérèse conserve l'insertion proximale du ligament patellaire.

B. La reconstruction est maintenue : par le clou verrouillé sur mesure ; par les tailles en « marche d'escalier » ; par l'arthrodèse tibiofibulaire et éventuellement des agrafes épiphysométaphysaires.

arthromoteur jusqu'à 45° (selon le bilan de la suture). À partir du 2^e-3^e mois, on essaie d'obtenir une flexion active plus importante, à condition de s'assurer qu'il n'y a aucun déficit de l'extension active qui est prioritaire.

Variantes

S'il y avait des risques infectieux, ou chez un sujet jeune, on peut aussi utiliser une fibula vascularisée controlatérale. On effectue un montage en triangulation, cette fibula étant placée en dedans, le montage peut se faire par un clou verrouillé ou une lame-plaque latérale sur mesure.

■ Arthrodèse

Vu la fiabilité de la reconstruction par transfert ou greffe de l'appareil extenseur dans les prothèses totales de genou, nous avons renoncé à l'arthrodèse que nous utilisions dans les cas d'atteintes majeures de l'appareil extenseur. En revanche, nous conservons cette technique, soit chez les patients présentant un risque infectieux important (qui contre-indique dans une région directement sous-cutanée la mise en place d'une prothèse ou d'une allogreffe) ou chez les jeunes hommes demandant une activité physique astreignante. Compte tenu des résultats décevants vers 5 à 10 ans des allogreffes pour arthrodèse (contraintes importantes, mauvaise vascularisation), nous avons maintenant recours à l'autogreffe de fibula vascularisée. Nous préférons utiliser la fibula homolatérale, d'autant qu'il peut s'agir d'un transfert pédiculisé sans section des vaisseaux nourriciers de la fibula : celle-ci peut être basculée [26] dans le sens haut/bas s'il s'agit d'un fémur distal. Un décroisement avec le nerf sciatique péronier est indispensable (Fig. 17).

L'ostéosynthèse est réalisée par un clou sur mesure en titane [27, 28] avec trous de verrouillage oblongs. Le diamètre minimal est de 11 mm chez un adulte et n'a pas besoin de dépasser 13 mm. Le clou bénéficie d'une double courbure, sagittale haute correspondant à la courbure fémorale (indispensable s'il s'agit d'une résection tibiale où la courbure fémorale est indemne), et au milieu dans le plan coronal, correspondant au valgus physiologique de 5° entre le fémur et le tibia.

L'abord est antérieur au fémur, puis antérolatéral à la fibula. On commence par préparer la zone de résection tumorale, qui s'accompagne dans la plupart des cas (vu les indications actuelles) d'une arthrectomie enlevant volontiers en monobloc la rotule. Avant la résection de la pièce, la fibula est préparée et son pédicule isolé. On rêsèque alors la pièce, puis une petite incision fessière permet de réaliser l'alésage du fémur (3 mm au-dessus du diamètre nominal du clou, voire plus), puis du tibia (réalisé par la voie d'abord du genou). Le clou est alors introduit, le valgus fémorotibial correspondant à la courbure sagittale du fémur, puis une fois le clou arrivé au genou, il est tourné de 90° pour se trouver dans son positionnement définitif. On effectue le verrouillage proximal.

La fibula est alors mise en place. S'il s'agit d'un fémur distal, la fibula est alors placée en dedans, en compression entre corticale interne de la diaphyse et plateau tibial sous-jacent. S'il s'agit d'un tibia proximal, la fibula est si possible encastrée dans la médullaire tibiale, sinon vissée en « canon de fusil » sur la face médiale du tibia, et encastrée sous le condyle médial. On termine par le verrouillage distal du clou.

Un appui d'une vingtaine de kilogrammes est autorisé d'emblée, et l'appui complet est permis à partir du 3^e mois. La rigidité et le diamètre modérés du clou en titane sont suffisants pour transmettre des forces au greffon qui se remodèle, mais apportent aussi suffisamment de stabilité pour éviter les fractures de fatigue de la fibula transférée.

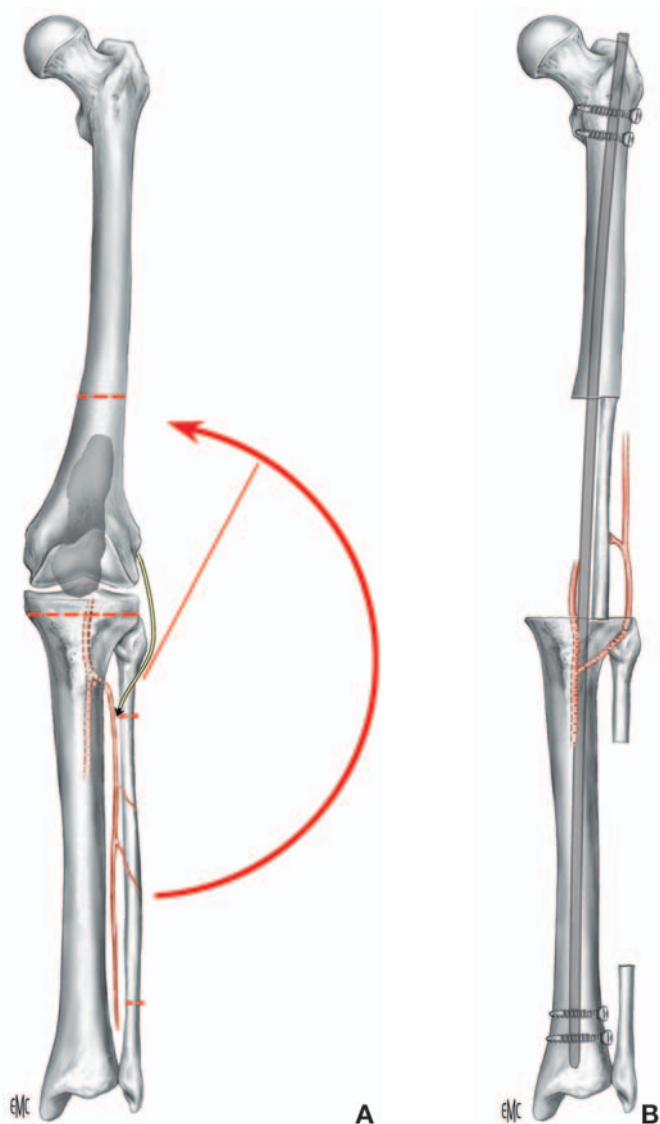


Figure 17. Arthrodèse du genou par fibula vascularisée retournée.
A. Exérèse et prélèvement de la fibula. Son pédicule vasculaire est isolé jusqu'au tronc tibiofibulaire et laissé en continuité. La fibula bascule autour de son extrémité proximale et est décroisée avec le nerf sciatique péronier.
B. Ostéosynthèse par clou fémorotibial verrouillé, sur mesure et en alliage de titane.

■ Conclusion

La présente description technique est obligatoirement stéréotypée, et ne peut donc pas reproduire le fait que chaque localisation nécessite une stratégie bien spécifique. [29] La priorité dans cette opération est l'excision qui doit être carcinologiquement « large ». La perspective de la reconstruction ne doit jamais brider ce caractère large de l'excision. Cette chirurgie comporte un nombre de complications élevé (50 % de réinterventions, certaines mineures, mais 10 à 20 % importantes), même dans les équipes les plus rodées, et ne peut être envisagée que si l'on est capable d'assurer personnellement ces évolutions difficiles. L'équipe doit être expérimentée dans les prothèses de genou de révision, familiarisée avec les transferts osseux vascularisés, connaître les lambeaux courants qu'il peut être décidé extemporanément d'utiliser, avoir à sa disposition des allogreffes osseuses mais aussi tendineuses. La fiabilité de l'ancrage à long terme des prothèses est maintenant acquise, mais l'usure de leurs composants articulaires nécessite d'être

améliorée. Les importantes possibilités des allogreffes, notamment combinées os/tendon, doivent être connues. Il est vraisemblable que la part des techniques purement biologiques (transferts osseux vascularisés notamment) va augmenter, pour permettre d'accroître la longévité de ces reconstructions, souvent proposées chez des sujets jeunes et actifs.

■ Références

- [1] Hillmann A, Hoffmann C, Gosheger G, Krakau H, Winkelmann W. Malignant tumor of the distal part of the femur or the proximal part of the tibia: endoprosthetic replacement or rotationplasty? *J Bone Joint Surg Am* 1999;**81**:462-7.
- [2] Lindner NJ, Ramm O, Hillmann A, Roedl R, Gosheger G, Brinkschmidt C, et al. Limb salvage and outcome of osteosarcoma. The university of Muenster experience. *Clin Orthop* 1999;**358**:83-9.
- [3] Langlais F. Chirurgie conservatrice après résection de tumeur maligne primitive du membre inférieur. In: *Cahier d'enseignement de la SOFCOT*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1992. p. 189-210.
- [4] Plötz W, Rechl H, Burgkart R, Messmer C, Schelter R, Hipp E, et al. Limb salvage with tumor endoprostheses for malignant tumors of the knee. *Clin Orthop* 2002;**405**:207-15.
- [5] Shih LY, Sim FH, Pritchard DJ, Rock MG, Chao EY. Segmental total knee arthroplasty after distal femoral resection for tumor. *Clin Orthop* 1993;**292**:269-81.
- [6] Bickels J, Wittig JC, Kollender Y, Henshaw RM, Kellar-Graney KL, Meller I, et al. Distal femur resection with endoprosthetic reconstruction. A long-term follow-up study. *Clin Orthop* 2002;**400**:225-35.
- [7] Horowitz SM, Glasser DB, Lane JM, Healey JH. Prosthetic and extremity survivorship after limb salvage for sarcoma. *Clin Orthop* 1993;**293**:280-6.
- [8] Mittermayer F, Krepler P, Dominkus M, Schwameis E, Sluga M, Heinzl H, et al. Long-term follow-up of uncemented tumor endoprostheses for the lower extremity. *Clin Orthop* 2001;**388**:167-77.
- [9] Hsu R, Wood M, Chao E, Sim F, Chao S. Free vascularized fibular grafting for reconstruction after tumor resection. *J Bone Joint Surg Br* 1997;**79**:36-42.
- [10] Donati D, Giacomini S, Gozzi E, Salphale Y, Mercuri M, Mankin Henry J, et al. Allograft arthrodesis treatment of bone tumors: a two-center study. *Clin Orthop* 2002;**400**:217-24.
- [11] Weiner SD, Scarborough M, Vander Griend RA. Resection arthrodesis of the knee with an intercalary allograft. *J Bone Joint Surg Am* 1996;**78**:185-92.
- [12] Unwin PS, Cannon SR, Grimer RJ, Kemp HB, Sneath RS, Walker PS. Aseptic loosening in cemented custom-made prosthetic replacements for bone tumours of the lower limb. *J Bone Joint Surg Br* 1996;**78**:5-13.
- [13] Langlais F, Kerboul M, Sedel L, Ling RS. The French paradox. *J Bone Joint Surg Br* 2003;**85**:17-20.
- [14] Lee SH, Oh JH, Yoo KH, Kim HS. Infection after prosthetic reconstruction in limb salvage surgery. *Int Orthop* 2002;**26**:179-84.
- [15] Capanna R, Morris HG, Campanacci D, Del Ben M, Campanacci M. Modular uncemented prosthetic reconstruction after resection of tumours of the distal femur. *J Bone Joint Surg Br* 1994;**76**:178-86.
- [16] Choong PF, Sim FH, Pritchard DJ, Rock MG, Chao EY. Megaprotheses after resection of distal femoral tumors. A rotating hinge design in 30 patients followed for 2-7 years. *Acta Orthop Scand* 1996;**67**:345-51.
- [17] Kawai A, Healey JH, Boland PJ, Athanasian EA, Jean AG. A rotating-hinge knee replacement for malignant tumors of the femur and tibia. *J Arthroplasty* 1999;**14**:187-96.
- [18] Mascard E, Anract P, Touchene A, Pouillart P, Tomeno B. Complications des prothèses à charnière GUEPAR après résection du genou pour tumeur : à propos de 102 cas. *Rev Chir Orthop* 1998;**84**:628-37.
- [19] Langlais F, Delepine G, Dubouset J, Missenard G. Composite prostheses in malignant tumors: rationale and preliminary results of 42 cases. In: Langlais F, Tomeno B, editors. *Limb salvage*. Berlin: Springer Verlag; 1991. p. 1-826.

- [20] Abboud AJ, Patel RV, Donthineni-Rao R, Lackman RD. Proximal tibial segmental prosthetic replacement without the use of muscle flaps. *Clin Orthop* 2003;**414**:189-96.
- [21] Anract P, Missenard G, Jeanrot C, Dubois V, Tomeno B. Knee reconstruction with prosthesis and muscle flap after total arthrectomy. *Clin Orthop* 2001;**384**:208-16.
- [22] Grimer RJ, Carter SR, Tillman RM, Sneath RS, Walker PS, Unwin PS, et al. Endoprosthetic replacement of the proximal tibia. *J Bone Joint Surg Br* 1999;**81**:488-94.
- [23] Petsching R, Baron R, Kotz R, Ritschi P, Engel A. Muscle function after endoprosthetic replacement of the proximal tibia. Different techniques for extensor reconstruction in 17 tumors patients. *Acta Orthop Scand* 1995;**66**:266-70.
- [24] Langlais F, Thomazeau H. Traitement chirurgical des tumeurs malignes du genou (fémur distal et tibia proximal). *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-093, 1993: 13p.
- [25] Ceruso M, Falcone C, Innocenti M, Delcroix L, Capanna R, Manfrini M. Skeletal reconstruction with a free vascularized fibula graft associated to bone allograft after resection of malignant bone tumors of limbs. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2001;**33**:277-82.
- [26] Rasmussen M, Bishop A, Wood M. Arthrodeses of the knee with a vascularized fibular rotatory graft. *J Bone Joint Surg Am* 1995;**77**:751-9.
- [27] Langlais F, Thomazeau H, Kohler R, Lorge F, Levasseur M. Biomechanics and developments of interlocking nailings in limb salvage surgery: endolock and T.D nail. In: Langlais F, Tomeno B, editors. *Limb salvage: major reconstructions*. Berlin: Springer-Verlag; 1991. p. 639-44.
- [28] Arroyo JS, Garvin KL, Neff JR. Arthrodesis of the knee with a modular titanium intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Am* 1997;**79**:26-35.
- [29] Langlais F, Tomeno B. *Limb salvage: major reconstructions in oncologic and non tumoral conditions*. Berlin: Springer Verlag; 1991 826p.

F. Langlais* (catherine.gaudrel@chu-rennes.fr).

N. Belot.

H. Thomazeau.

D. Hutten.

J.-C. Lambotte.

T. Dreano.

Service de chirurgie orthopédique, traumatologique et réparatrice, Hôpital Sud, 16, Boulevard de Bulgarie, 35023 Rennes cedex 2.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Langlais F, Belot N, Thomazeau H, Hutten D, Lambotte J.-C., Dreano T. Tumeurs malignes osseuses du genou : exérèse et reconstruction. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-093, 2005.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Amputations et désarticulations des membres

A Camilleri
P Anract
G Missenard
JY Larivière
D Ménager

Membre inférieur

Résumé. – Les amputations ou désarticulations sont, au membre inférieur, essentiellement liées à la pathologie vasculaire. Les causes traumatiques et tumorales sont en diminution, du fait de l'essor des traitements conservateurs.

Les différents sites lésionnels sont étudiés de distal en proximal.

La stratégie à adopter à l'arrière-pied n'est pas univoque. La fonction permise par la double arthrodèse est satisfaisante, le résultat accessible par l'intervention de Syme garde beaucoup de partisans anglo-saxons. L'arthrodèse tibiocalcanéenne avec astragalectomie (ATCA) est pourtant à privilégier.

À la jambe et au genou, la technique du lambeau postérieur améliore la cicatrisation et le capitonnage du moignon. Lorsque le choix est possible, il n'est pas toujours aisé de décider entre une désarticulation du genou et un Gritti ; les avantages et inconvénients de chaque technique sont exposés.

L'intérêt des myoplasties, et en particulier des myodèses, quand le contexte autorise à les réaliser, est admis par beaucoup. Elles sont avantageusement utilisées dans les amputations transtibiales, et surtout transfémorales où elles permettent de corriger la malposition spontanée du moignon.

L'appareillage du membre inférieur est devenu plus léger et plus fonctionnel, grâce à l'utilisation de nouveaux matériaux. Certains composants prothétiques, tels les genoux ou les pieds composites, issus de la haute technologie, permettent un accès pour de jeunes patients à un niveau de performance élevé. Les modalités d'appareillage sont précisées pour chaque site.

La désarticulation de hanche et l'amputation transpélvienne sont des interventions réalisées, dans la majorité des cas, pour une cause tumorale. La technique standard est décrite pour chaque intervention, de multiples raisons peuvent amener l'opérateur à la modifier. Cela est le cas pour la voie d'abord et les lambeaux de fermeture. L'amputation transpélvienne se caractérise par l'importance du geste opératoire qui est l'équivalent d'une résection du bassin. Les deux interventions ont en commun la difficulté de l'appareillage.

Initialement imaginé pour traiter et appareiller les grandes hypotrophies du membre inférieur, le « retournement de membre » a été secondairement utilisé comme traitement des tumeurs malignes du genou. Actuellement, il est principalement utilisé comme alternative à l'amputation quand le traitement conservateur ne paraît pas possible. La technique chirurgicale bien définie permet de limiter les complications postopératoires. Malgré un résultat fonctionnel excellent après appareillage, l'aspect esthétique, controversé, rend impérative l'information complète du patient et de sa famille.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : amputation, désarticulation, moignon, technique chirurgicale, pathologie vasculaire, pathologie traumatique, pathologie tumorale, appareillage, membre inférieur, transpélvien, hanche, cuisse, genou, jambe, pied, retournement de membre.

Introduction

Les amputations et désarticulations au membre inférieur concernent différents sites (fig 1, 2). Elles sont traitées de l'extrémité vers la racine du membre. Technique particulière, le retournement de

membre concerne le plus souvent le genou, mais peut également s'adresser à d'autres étages, il est exposé à la fin.

Amputations et désarticulations de l'avant-pied

[15, 17, 35, 36, 38, 42, 43, 46, 52, 56, 58, 62, 64, 81]

Les amputations et désarticulations de l'avant-pied sont réalisées le plus souvent dans un contexte vasculaire ou traumatique. Le diabète est la cause la plus fréquente. L'objectif est de conserver et d'utiliser au maximum la peau saine. Selon l'étiologie, l'amputation est réglée ou s'adapte à la situation (traumatologie, infection). Sauver à tout prix la longueur maximale du pied ne se fait pas au détriment de la qualité du recouvrement. La peau plantaire doit être bien vascularisée et sensible.

Antoine Camilleri : Chirurgien, praticien hospitalier, chef de service.

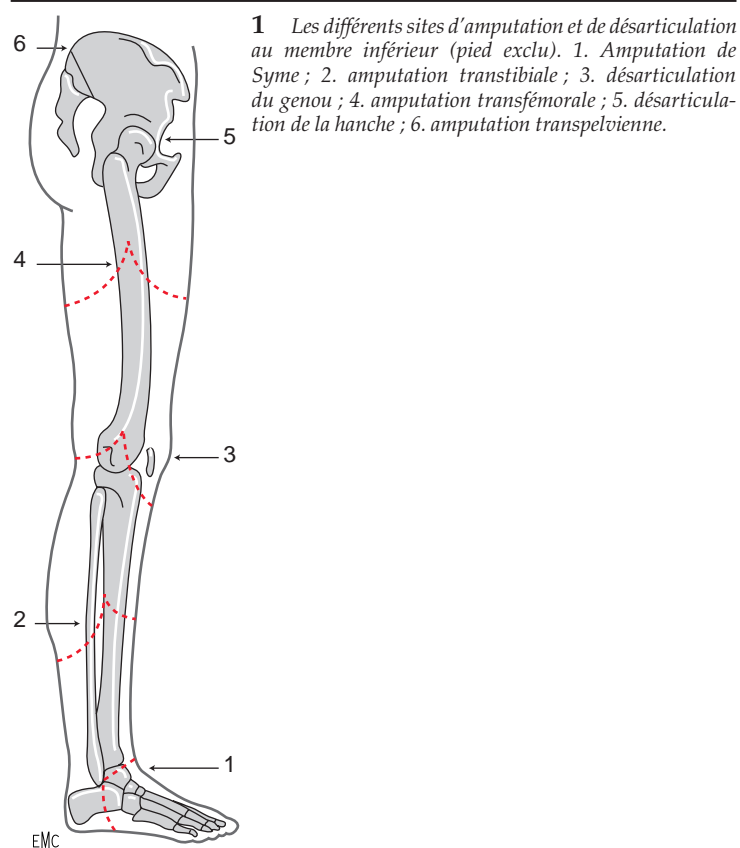
Jean Yves Larivière : Chirurgien, praticien hospitalier.

Chirurgie orthopédique, centre hospitalier de Gonesse, 25, rue Pierre-de-Thiellay, 95500 Gonesse, France.

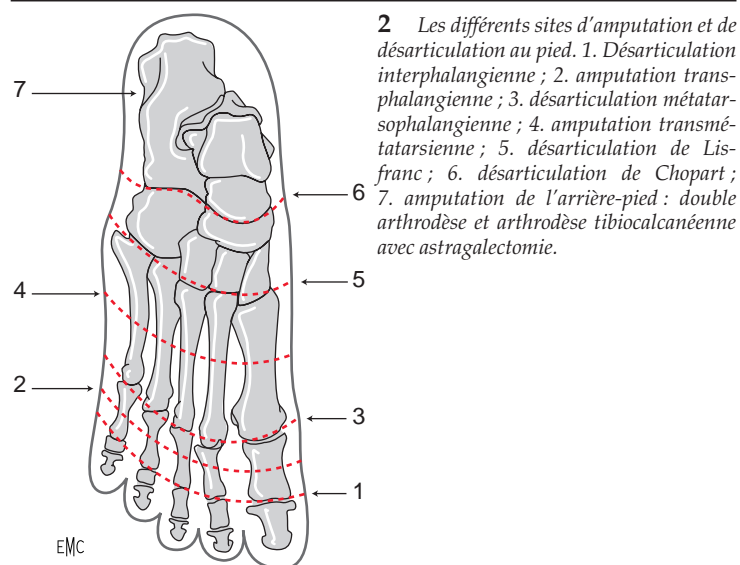
Philippe Anract : Chirurgien, praticien hospitalo-universitaire, faculté Cochin-Port-Royal, université Paris V, chirurgie orthopédique B (professeur B Tomeno), hôpital Cochin, 27, rue du Faubourg-Saint-Jacques, 75679 Paris cedex 14, France.

Gilles Missenard : Chirurgien, comité de pathologie tumorale de l'appareil locomoteur, institut Gustave Roussy, 39, rue Camille-Desmoulins, 94800 Villejuif, France.

Domenico Ménager : Médecin-chef, centre de rééducation et d'appareillage, 2, rue du Parc, 94460 Valenton, France.



1 Les différents sites d'amputation et de désarticulation au membre inférieur (pied exclu). 1. Amputation de Syme ; 2. amputation transtibiale ; 3. désarticulation du genou ; 4. amputation transfémorale ; 5. désarticulation de la hanche ; 6. amputation transpelvienne.



2 Les différents sites d'amputation et de désarticulation au pied. 1. Désarticulation interphalangienne ; 2. amputation transphalangienne ; 3. désarticulation métatarsophalangienne ; 4. amputation transmétatarsienne ; 5. désarticulation de Lisfranc ; 6. désarticulation de Chopart ; 7. amputation de l'arrière-pied : double arthrodèse et arthrodèse tibiocalcaneenne avec astragalectomie.

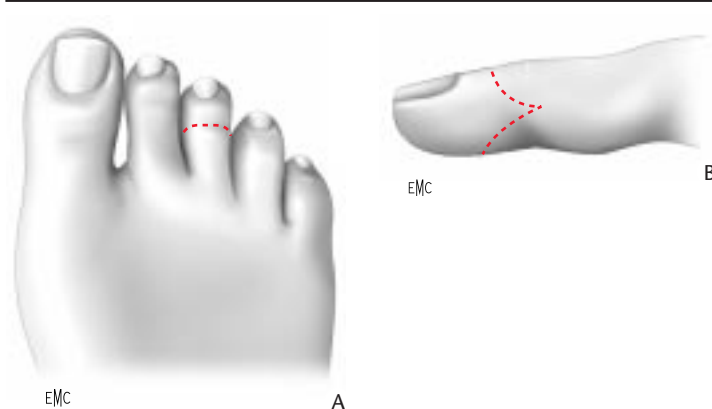
RÈGLES GÉNÉRALES

Quel que soit le niveau d'amputation, le malade est en décubitus dorsal. L'opérateur se place en bout de table avec un aide. L'incision cutanée dessine deux valves. Les incisions plantaires sont évitées.

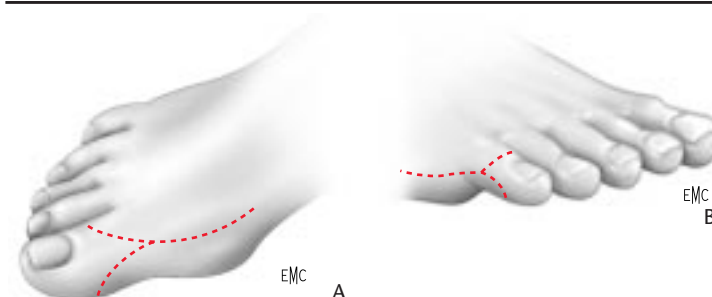
AMPUTATIONS ET DÉSARTICULATIONS DES ORTEILS [38, 39, 56, 58]

Il s'agit de l'amputation distale la plus communément réalisée. L'orteil est en effet souvent le premier niveau atteint dans de nombreuses étiologies, ischémie périphérique, ulcération diabétique, gelure ou traumatisme. Selon le siège et l'étendue des lésions, plusieurs interventions sont individualisées : l'amputation transphalangienne, la désarticulation interphalangienne, la désarticulation d'orteil, la désarticulation métatarsophalangienne.

Un ou plusieurs orteils peuvent être concernés.



3 Amputation transphalangienne et désarticulation interphalangienne. Tracé des incisions. Valves plantaire et dorsale au niveau des orteils moyens. Troisième orteil. A. Vue dorsale. B. Vue latérale ou médiale.



4 Amputation transphalangienne et désarticulation interphalangienne. Tracé des incisions. Valves plantaire et dorsale au niveau du gros orteil et du cinquième orteil. A. Gros orteil, vue médiale. B. Cinquième orteil, vue latérale.

■ Amputation transphalangienne et désarticulation interphalangienne

Le principe technique est identique pour les deux interventions.

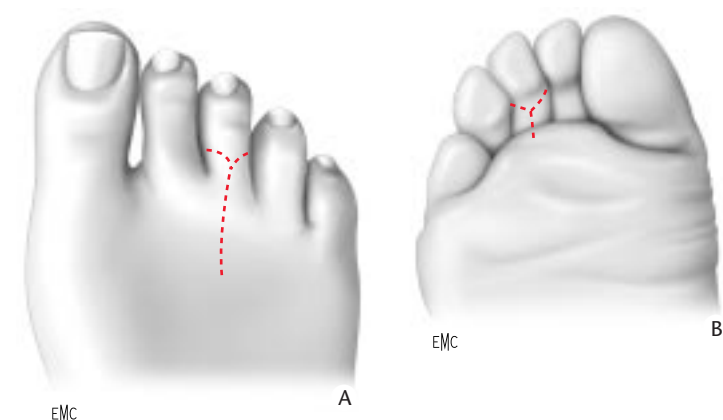
Tracé des incisions

• Technique à valves frontales

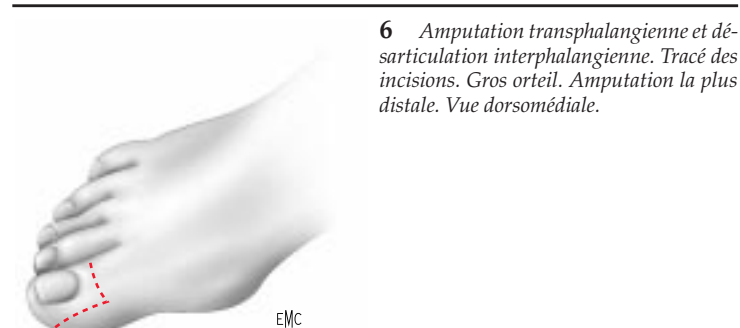
Les valves plantaire et dorsale sont préférables, car elles permettent un appui satisfaisant sur le moignon. Aux orteils moyens, leur tracé n'accède pas à la zone proximale (fig 3). En revanche, au gros orteil (fig 4A) et au cinquième orteil (fig 4B), une extension proximale vers le bord médial ou latéral du pied est possible. Les valves sont dessinées de telle sorte que leur jonction se situe sur les bords latéral et médial de l'orteil, 1 cm en amont de la coupe osseuse. Leurs extrémités s'étendent sur 1 à 1,5 cm, distalement par rapport à la coupe osseuse. La valve plantaire est plus longue pour créer une néopulpe sensible, avec une zone d'appui de bonne qualité.

• Technique à valves sagittales

Les valves médiale et latérale sont également réalisables et permettent, au niveau des orteils moyens, une extension proximale sur le métatarsien correspondant et les deux espaces intermétatarsiens adjacents, au détriment d'une cicatrice plantaire parfois gênante, qu'on réalise la plus courte possible (fig 5). Le dessin des valves, par rapport à la coupe osseuse, souscrit aux mêmes principes que dans la technique précédente, en dehors du positionnement dans le plan sagittal. Les valves se rejoignent à la face dorsale de l'orteil. Le tracé assez long des deux valves permet un recouvrement de la coupe osseuse sans tension sur la suture, avec un bon capiton distal. Les valves peuvent parfois être dessinées de façon asymétrique, afin de recouvrir une excision plus conséquente sur l'hémiorteil opposé.



5 Amputation transphalangienne et désarticulation interphalangienne. Tracé des incisions. Valves médiale et latérale au niveau des orteils moyens. Troisième orteil.
A. Vue dorsale.
B. Vue plantaire.



6 Amputation transphalangienne et désarticulation interphalangienne. Tracé des incisions. Gros orteil. Amputation la plus distale. Vue dorsomédiale.

Aspects particuliers

L'amputation la plus distale est l'amputation trans-P2 du gros orteil ou trans-P3 des autres orteils [58]. Elle est indiquée dans certaines étiologies, onychomycose, avulsion traumatique, déformation sévère de la partie distale de l'orteil. Elle consiste en l'ablation de l'ongle, amputation de la phalange et suture des deux valves plantaire et dorsale (fig 6).

Lors d'une désarticulation interphalangienne, les saillies condyliennes sont réséquées sur les côtés pour obtenir une extrémité distale régulièrement arrondie. Quel que soit le niveau, les artères collatérales sont liées ou électrocoagulées. Les nerfs collatéraux sont disséqués et sectionnés en amont des incisions cutanées, en tissu sain, à distance des zones supposées de pression. Une électrocoagulation à faible intensité semble utile. Les tendons fléchisseurs et extenseurs sont sectionnés sur place, en évitant de les suturer l'un à l'autre.

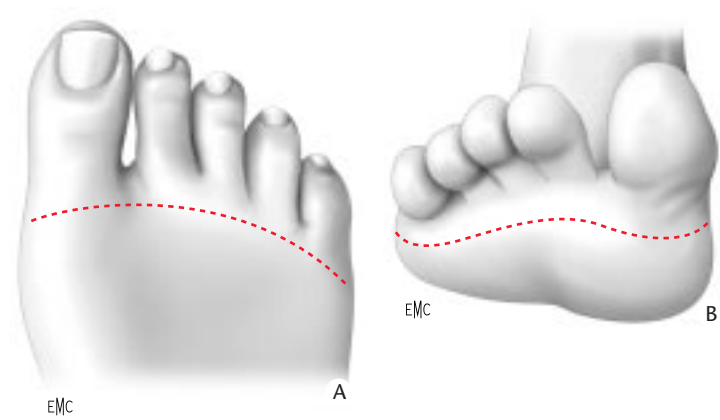
■ Désarticulation métatarsophalangienne

Technique pour un orteil

Le tracé des incisions suit le même principe que pour la désarticulation interphalangienne, en privilégiant la technique à valves frontales. Il est situé au niveau de la base d'implantation de l'orteil concerné. Les valves sont dessinées afin que leur rapprochement permette de recouvrir la perte de substance cutanée. Pour le gros orteil et le cinquième orteil, cette technique autorise une extension sur le bord correspondant du pied.

Technique pour l'ensemble des orteils

Deux valves plantaire et dorsale sont réalisées (fig 7). L'incision transversale dorsale est faite à 0,5-1 cm, distalement par rapport aux interlignes métatarsophalangiens. L'incision plantaire est effectuée en avant du coussinet plantaire à la base des orteils. Les deux valves se réunissent sur les côtés du pied en regard du premier et du cinquième métatarsien. Les opinions divergent quant à la



7 Désarticulation métatarsophalangienne de tous les orteils. Tracé des incisions.
A. Vue dorsale.
B. Vue plantaire.
C. Vue médiale.

conservation du cartilage articulaire des têtes métatarsiennes. Pour certains, la conservation prévient la propagation proximale de l'infection [15, 64, 81] ; pour d'autres, il faut enlever le cartilage [58].

■ Appareillage

Le retentissement sur la fonction est généralement modeste, le déroulement du pas postérieur est peu altéré. Lorsqu'il s'agit du gros orteil, il peut être plus important et traduire alors une raideur articulaire associée à l'amputation ou une diminution de la propulsion [38, 56]. Le déficit lié à la perte anatomique est parfois majoré par l'existence de zones cutanées cicatricielles adhérentes et/ou greffées, entraînant des douleurs. La prise en charge prothétique se résume à la fourniture d'un petit appareillage de type orthoplastique visant à éviter la déviation, vers l'espace laissé vacant, des orteils restants, et à protéger le ou les moignons d'orteils. Ces petits appareils sont réalisés à l'aide de silicone bicomposant. Ils sont façonnés sur le pied et introduits dans la chaussette. Il est possible de compenser partiellement le déficit de propulsion, en utilisant une semelle en fibre de carbone glissée dans la chaussure.

AMPUTATION TRANSMÉTATARSIIENNE [15, 17, 20, 42, 46, 62]

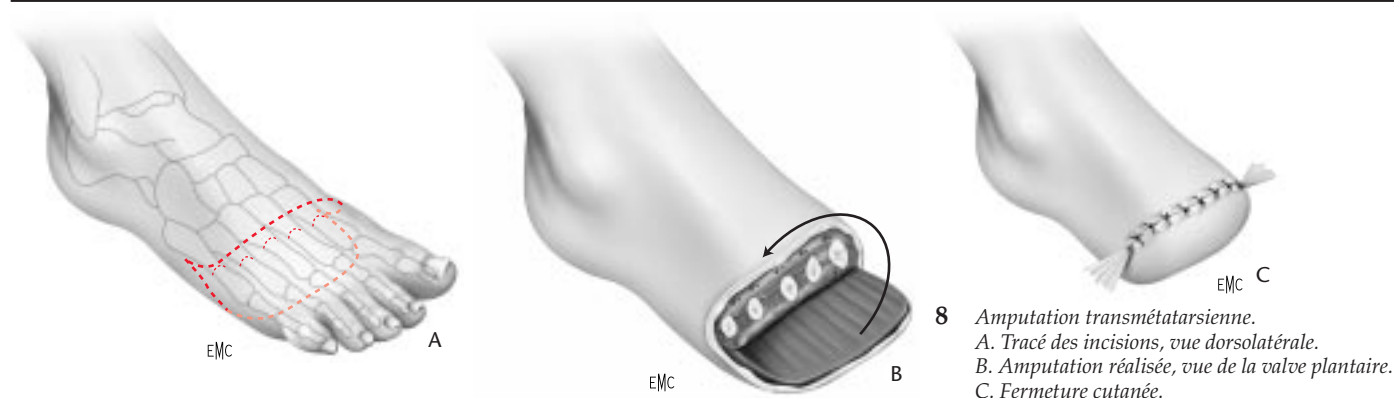
Les saillies osseuses représentées par les têtes des premier et cinquième métatarsiens et leurs bases sont repérées. Le siège désiré de la résection osseuse, lié à l'état cutané plantaire, est situé en règle en médiadiaphysaire.

■ Tracé des incisions

Sur le dos du pied, une ligne transversale légèrement oblique réunit le milieu de la diaphyse de M1 au milieu de la diaphyse de M5. Sur les bords du pied, à la jonction des peaux plantaire et dorsale, et à partir des points d'arrêt du tracé précédent, est dessinée la valve plantaire. Celle-ci se poursuit distalement, le long de M1 et de M5, jusqu'à la base du gros orteil et du cinquième orteil, elle s'incurve en passant à travers la peau plantaire pour suivre la ligne d'insertion des orteils médians (fig 8A). Toute zone de souffrance cutanée est excisée pour ne laisser qu'une valve parfaitement vascularisée [62].

■ Protocole opératoire

Après avoir incisé la peau, les tendons extensor hallucis longus, extensor digitorum longus et extensor digitorum brevis sont



exposés, puis sectionnés. Les vaisseaux dorsalis pedis sont ligaturés. On poursuit alors l'incision jusqu'à l'os. Aucun décollement n'est fait entre les plans cutané et osseux. On passe ensuite à la valve plantaire. Un long et épais lambeau myocutané est libéré au ras du plan osseux jusqu'au niveau de la coupe osseuse. Seuls le périoste et les muscles interosseux sont laissés en place sur le squelette. Les coupes métatarsiennes sont réalisées transversalement, à l'aplomb de l'incision cutanée dorsale, en veillant à ce que la section de M5 soit plus courte de 1,5 cm par rapport à la section de M1. Les coupes osseuses sont arrondies en bas et en arrière pour éviter les saillies plantaires. Les moignons de M1 et M5 sont biseautés latéralement pour empêcher tout point de pression sur les bords du pied restant [62]. L'amputation est terminée. La valve plantaire est inspectée, débridée si besoin, les tendons fléchisseurs sont localisés et excisés (fig 8B). La valve plantaire recouvre alors les coupes osseuses et est suturée au plan cutané dorsal (fig 8C). Une recoupe plantaire est, le cas échéant, effectuée afin d'avoir un excellent affrontement cutané sans tension.

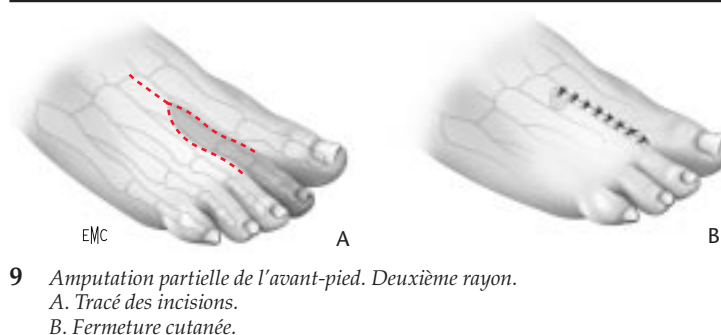
■ Appareillage

Il consiste en une semelle plus ou moins rigide, éventuellement en fibre de carbone si le moignon est suffisamment long. Une orthèse plantaire surélève le premier rayon, reconstitue une arche interne et limite le transfert de charge sur le bord externe du pied. Un faux bout remplit l'avant de la chaussure. Il est arrêté en arrière à une certaine distance de la partie antérieure du moignon afin d'éviter l'apparition de lésions cutanées dues au frottement lors du pas postérieur. Cette orthèse plantaire peut être utilisée dans une chaussure du commerce, mais aussi dans une chaussure orthopédique.

Il est important, lors du bilan fonctionnel prévisionnel, de tenir compte non seulement des éléments osseux, mais aussi de l'état des tissus ; ainsi un niveau osseux transmétatarsien, associé à des lésions cutanées remontant au Lisfranc, est considéré fonctionnellement comme une amputation de Lisfranc. Le retentissement fonctionnel des amputations transmétatarsiennes est d'autant plus important que le moignon est court. La gêne fonctionnelle est le fait d'une déformation en équin et en valgus, couplée à une insuffisance de poussée lors du pas postérieur d'élan. De façon paradoxale, le patient essaie de lutter contre cette tendance au valgus, en prenant un appui préférentiel sur le bord externe du pied, ce qui conduit à une attitude en varus et à des lésions liées à un appui externe majoré.

AMPUTATIONS PARTIELLES DE L'AVANT-PIED [35, 36, 46]

Parfois se pose le difficile problème d'une amputation longitudinale partielle dans un plan sagittal. La partie médiale ou latérale de l'avant-pied (orteils et métatarsiens correspondants) est sacrifiée afin de conserver la longueur maximale au pied restant. Il s'agit toujours d'un contexte d'urgence où l'amputation se résume à un parage. Le résultat fonctionnel prévisible est mauvais et une reprise chirurgicale est fréquente, secondairement. Un ou plusieurs rayons peuvent être



amputés. La résection du premier ou du cinquième rayon est réalisée par une incision en « raquette » médiale ou latérale de la peau et des tissus sous-jacents. Les deux berges sont libérées du plan osseux adjacent. L'angle saillant de la coupe métatarsienne, près du bord du pied, est arrondi afin d'éviter tout conflit ultérieur. Le métatarsien peut aussi être désarticulé au niveau de l'interligne tarsométatarsien en respectant l'artère dorsalis pedis.

La résection d'un ou plusieurs rayons moyens est réalisée par une incision en « raquette » dorsale (fig 9) de la peau et des tissus sous-jacents, à l'aplomb du rayon ou entre deux rayons adjacents concernés par la résection. Les tendons extenseurs du rayon concerné sont sectionnés et les plans profonds sont libérés du (ou des) métatarsien(s). La désarticulation de l'orteil correspondant permet d'améliorer la visualisation de la face plantaire du métatarsien. L'ostéotomie de la base du métatarsien est préférée à la désarticulation.

Ce type d'amputation pose des problèmes fonctionnels particulièrement difficiles, étudiés au cas par cas. Le résultat fonctionnel correspond au niveau d'amputation le plus court, tant d'un point de vue osseux que surtout cutané. Cette situation conduit parfois à faire poser, après appareillage d'épreuve, l'indication d'une retouche chirurgicale de régularisation au niveau le plus court.

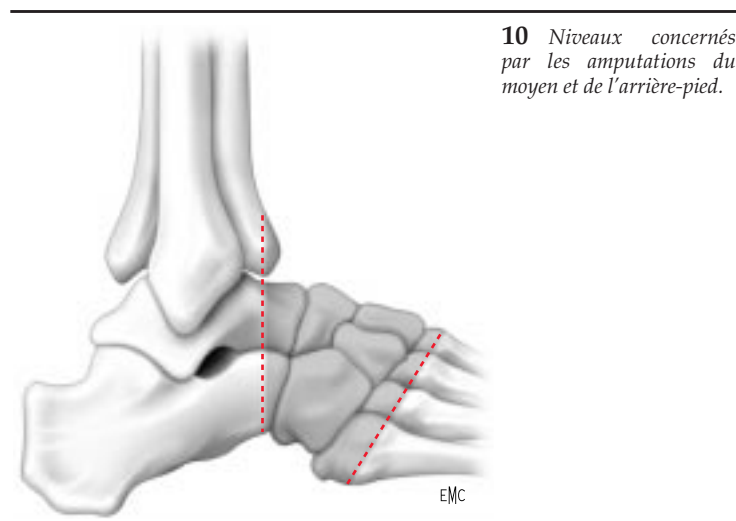
AMPUTATIONS DU MOYEN ET DE L'ARRIÈRE-PIED

Elles sont regroupées car si les solutions apportées peuvent être différentes, la problématique y est identique. Les sièges concernés se situent d'avant en arrière, du Lisfranc jusqu'au Chopart. Cette région anatomique peut même être étendue vers l'avant aux transmétatarsiennes courtes, et vers l'arrière jusqu'à une verticale qui descend de profil à l'aplomb de la corticale antérieure du tibia (fig 10).

DÉSARTICULATION DE LISFRANC [15, 17, 20, 52]

■ Protocole opératoire

Le principe est identique à celui d'une amputation transmétatarsienne. L'incision cutanée dorsale débute à la partie distale de la première articulation cunéométatarsienne et se poursuit



sur la face dorsale du pied, pour se terminer à la base du cinquième métatarsien. La valve plantaire s'étend jusqu'aux têtes métatarsiennes, elle est libérée du squelette jusqu'au niveau de la désarticulation tarsométatarsienne. Le cartilage articulaire restant est le plus souvent enlevé. Pour certains auteurs, et en dehors d'un contexte vasculaire ou infectieux, les tendons extenseurs sont fixés sur le tarse restant. Les fibres métatarsiennes du tibialis anterior sont réinsérées sur le premier cunéiforme et le peroneus brevis sur le cuboïde dans un tunnel transosseux. La désarticulation est terminée, la valve plantaire est inspectée, débridée, les tendons fléchisseurs sont localisés et excisés. La valve plantaire recouvre la zone désarticulée et est suturée au plan dorsal. Une recoupe plantaire est éventuellement effectuée afin d'avoir un excellent affrontement cutané sans tension.

■ Appareillage

L'amputation de Lisfranc a un retentissement fonctionnel intermédiaire entre celui de l'amputation transmétatarsienne et celui de l'amputation de Chopart. La prise en charge thérapeutique fait donc appel, en fonction des circonstances, à l'un ou l'autre des modes d'appareillage. Si la peau plantaire est de bonne qualité et si le patient, correctement informé, se contente d'un bilan fonctionnel moyen, l'appareillage est du type de celui fourni à l'amputé transmétatarsien, amélioré pour tenir compte des contraintes supplémentaires liées à la brièveté du moignon. La semelle réalisée en silicone est noyée dans un chausson du même matériau, dont l'enveloppe extérieure reproduit les contours d'un pied normal. Ce « chausson » (fig 11) remonte dans la région sus-malléolaire et est introduit dans une chaussure du commerce. On peut aussi proposer la réalisation d'une chaussure orthopédique comprenant une orthèse plantaire répondant aux mêmes exigences mécaniques. Le résultat fonctionnel est limité, mais la marche sans soutien, sur des distances compatibles avec la vie quotidienne habituelle, est généralement possible. L'activité sportive, en revanche, et notamment la course, s'accompagne d'une boiterie importante liée à l'insuffisance de poussée, lors du pas postérieur d'élan. On peut, dans la limite de la

tolérance à la pression des parties antéro-inférieure et rétroachilléenne du moignon, proposer l'adjonction d'une lame en fibre de carbone dont la dureté est adaptée aux besoins.

Pour les patients jeunes, soucieux de la reprise d'une activité intense, ou pour les amputés bilatéraux, il faut proposer une arthrodèse tibiocalcanéenne avec astragalectomie (ATCA), seule en mesure de satisfaire tant l'aspect fonctionnel qu'esthétique.

DÉSARTICULATION DE CHOPART

■ De très rares indications

Du fait de la fonction médiocre qu'elle permet, elle n'est jamais choisie comme site électif dans le cadre d'une chirurgie réglée. Deux situations exceptionnelles, liées à un contexte traumatique, peuvent amener à la pratiquer : le sujet très âgé, aux déplacements limités, pour lequel elle est une solution définitive ; l'enfant, chez qui on attendra la fin de la croissance pour réaliser un geste complémentaire.

Dans tous les autres cas, le chirurgien fixe temporairement ce niveau. Le contexte est assimilé à une situation d'urgence. La chronologie des actes est guidée par la présence éventuelle de lésions associées.

Installation

Identique pour toutes les interventions sur le moyen et l'arrière-pied, elle ne sera donc pas évoquée pour les techniques suivantes. Elle se fait sur table ordinaire, en décubitus dorsal. Un coussin soulève la fesse du côté opéré afin d'annuler la rotation du membre inférieur, le genou est orienté vers le plafond. Le talon est positionné à 10 cm de l'extrémité de la table, légèrement surélevé par un coussin placé sous le tiers inférieur de la jambe. L'opérateur est en bout de table.

Protocole opératoire

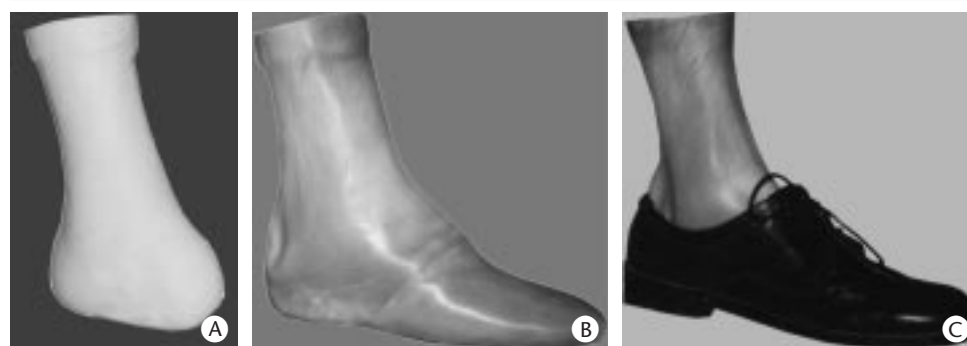
Il s'agit essentiellement d'un parage soigneux, qui vise à éliminer toutes les souillures et à exciser de façon économique les tissus dévitalisés. Il faut favoriser une évolution rapide vers la cicatrisation, au prix de gestes simples. Cela peut conduire, le cas échéant, à réséquer quelques esquilles osseuses qui seraient de nature à freiner la cicatrisation. Les lambeaux cutanés sont respectés, dès qu'ils sont vivants, même s'ils sont excédentaires. Il faut proscrire les transplantations ou sections tendineuses, qui sont totalement inopérantes, et prévenir le patient que le recours à une chirurgie ultérieure est fort probable.

Phase postopératoire

Elle nécessite une surveillance assidue du pansement, afin de mesurer l'évolution de la cicatrisation. Des gestes complémentaires sont parfois indiqués, à type d'excisions ou de greffes cutanées simples.

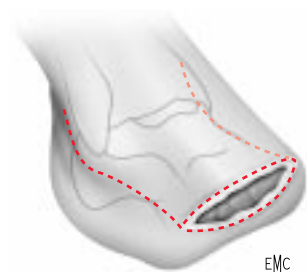
Appareillage

Quelle qu'en soit la modalité, il est introduit dès que possible. Il est adapté à l'état de cicatrisation cutané, qu'il ne doit pas retarder. Son objectif reste limité, permettre un appui au sol, le plus souvent



11 Amputation de Lisfranc. Appareillage par « chausson » en silicone.

- A. Moulage du moignon.
- B. « Chausson ».
- C. Aspect avec chaussure.



12 Double arthrodèse tibiotarsienne et sous-talienne. Tracé des incisions.

soulagé par l'intermédiaire d'un appui sous-rotulien, introduire la simulation d'un déroulement du pas, dans l'attente de la phase opératoire suivante. Il permet souvent d'améliorer la trophicité tissulaire, d'éviter la survenue d'un syndrome algodystrophique, de retarder la déminéralisation osseuse.

■ Deux orientations selon l'état de la coque talonnière

Le patient est en attente d'une solution définitive. Celle-ci passe par un moignon stable, non douloureux, qui conserve un appui distal et autorise un appareillage fonctionnel et esthétique.

Coque talonnière séquelleaire

Les téguments sont dystrophiques, adhérents au plan osseux, parcourus de cicatrices. La sensibilité est perturbée, avec hyperesthésie au moindre effleurement ou, à l'inverse, anesthésie sans espoir de récupération. Dans ce contexte, la chirurgie plastique est inopérante. Seule une amputation basse transtibiale est justifiée, car l'objectif fixé ne peut être atteint.

Coque talonnière respectée

Lorsque cette condition est satisfaite, trois propositions sont envisageables, la double arthrodèse tibiotarsienne et sous-talienne, l'ATCA, enfin l'intervention de Syme très prisée des Anglo-Saxons.

• Double arthrodèse tibiotarsienne et sous-talienne

Réactualisée par Pouyanne [57] en 1959, elle souscrit parfaitement aux objectifs définis, mais ne permet pas un appareillage esthétique. Celui-ci vient obligatoirement en surépaisseur par rapport aux dimensions de l'arrière-pied arthrodésé. Elle nécessite de supprimer tout équin et de fixer l'arrière-pied en position « habituelle » de fonction, soit à 90° par rapport à l'axe jambier.

Tracé des incisions.

En règle au nombre de deux, latérale et médiale (fig 12), elles longent les bords du pied restant et remontent, à la demande, vers la cheville. Elles libèrent ainsi deux valves, l'une dorsale, l'autre plantaire. Celles-ci sont disséquées au ras du squelette, en prenant garde à respecter les pédicules vasculonerveux.

Protocole opératoire.

La dissection est ascendante pour la valve antérieure, jusqu'à l'extrémité inférieure du tibia. La valve plantaire conserve les éléments musculaires et les paquets plantaires. Les nerfs plantaris medialis et lateralis sont disséqués et recoupés en retrait par rapport au plan musculaire. Les vaisseaux sont ligaturés distalement. Le temps osseux consiste à aviver la tibiotarsienne, après correction éventuelle de l'équin, puis la partie antérieure de la sous-talienne, éventuellement élargie à la partie adjacente de la sous-talienne postérieure. Une fois vérifiée l'adaptation des surfaces avivées, la fixation est assurée par des vis ou un clou transplantaire.

Les valves sont recoupées et adaptées au moignon.

Appareillage.

Il fait appel à une prothèse de type Syme. Cette prothèse est à appui distal (fig 13). L'importante protubérance du moignon nécessite que l'appareil soit fenêtré pour le chaussement et le déchaussement. L'aspect esthétique global ainsi que l'importance du volume distal de la prothèse qui déforme la chaussure, rendent ce type



13 Amputation de Chopart avec double arthrodèse. Appareillage par prothèse de type Syme. On remarque l'importance du diamètre bimalléolaire et l'aspect peu élégant de la fenêtre de chaussement.

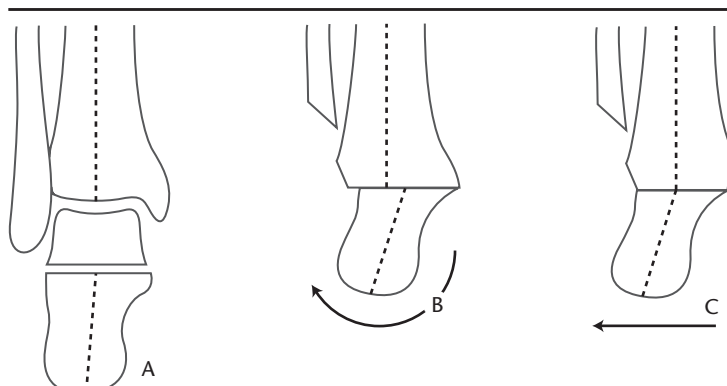


14 Arthrodèse tibiocalcanéenne avec astragalectomie. Radiographie à consolidation, de face et de profil.

d'appareillage difficile à prescrire à une personne soucieuse de son apparence physique. L'interposition du pied prothétique sous le talon du côté amputé crée une inégalité de longueur qui est compensée du côté sain. Lorsque la prothèse est bien adaptée, le résultat fonctionnel est excellent, et l'accès à un mode de vie pratiquement normal est possible.

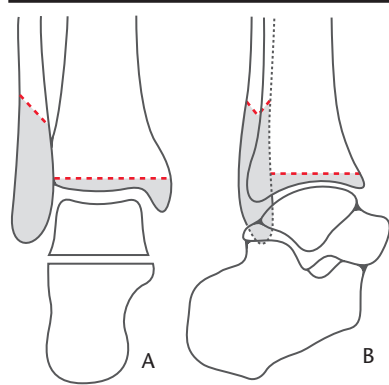
• Arthrodèse tibiocalcanéenne avec astragalectomie

L'ATCA (fig 14) a notre préférence car elle satisfait aux objectifs définis et permet d'accéder à un appareillage esthétique [12, 13]. La technique est dérivée de l'intervention de Pirogoff [55]. Le raccourcissement est au minimum et permet le logement du pied prothétique. À l'extrémité du moignon, la peau est rarement indemne de lésions. Il s'agit soit de zones cicatricielles, soit de plaques greffées, qui doivent être étudiées soigneusement. Le tracé des lignes d'incision permet alors d'effectuer une reconstruction plastique, mais aussi de tenter une diminution, lors de l'intervention, des plaques cutanées fragilisées. Il faut s'attacher à diminuer le volume distal, ce qui conduit à exciser les parties molles inutiles. Il s'agit des tendons tibialis posterior, flexor hallucis longus, flexor digitorum longus pedis, en dedans, peroneus longus et brevis en dehors. L'excision emporte également, en dedans, les cloisons intertendineuses et le nœud fibreux médial. D'un point de vue osseux, le valgus calcaneen est augmenté lors de la coupe (fig 15A, B), et le calcaneus est translaté en dehors sous le tibia lors de la fixation de l'arthrodèse (fig 15C).



15 Arthrodèse tibio-calcanéenne avec astraglectomie. Artifices techniques osseux qui permettent de diminuer le volume distal.

- A. Arrière-pied et cheville de face. Situation anatomique de départ.
B. Majoration du valgus calcanéen.
C. Translation externe.



16 Arthrodèse tibio-calcanéenne avec astraglectomie. Les coupes osseuses du tibia et du péroné.

- A. Vue de face.
B. Vue latérale.

Tracé des incisions.

La voie d'abord n'est pas unique, du fait des différentes situations cutanées séquellaires rencontrées, mais peut le plus souvent suivre les préconisations énoncées (cf infra).

Elle est rectiligne, antérolatérale sur le quart inférieur de jambe, se poursuit vers le bas jusqu'à parvenir à la partie la plus latérale de la zone cicatricielle ou greffée.

À ce niveau, elle s'infléchit transversalement, vers le bord médial du pied restant, à la jonction entre peau plantaire saine et peau cicatricielle. Les zones cutanées adhérentes au plan osseux, fragilisées ou dévitalisées sont excisées.

Protocole opératoire.

– Exposition.

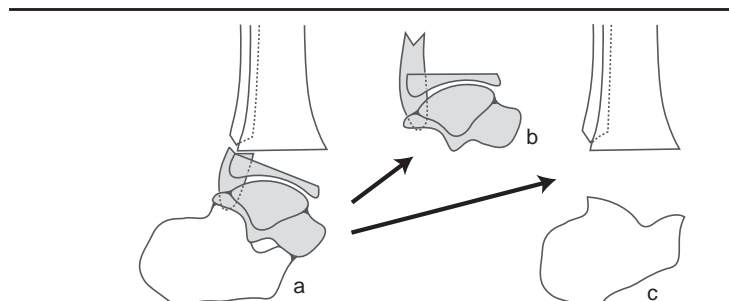
Plus en profondeur, à l'aplomb du quart inférieur de jambe, les rameaux du nerf peroneus superficialis sont respectés. L'incision est poursuivie, en dehors du paquet tibialis anterior, solidaire de la valve antérieure, jusqu'au périoste tibial, puis est prolongée sur la capsule articulaire de la tibiotarsienne, et enfin sur le col du talus. La valve antérieure est libérée du tarse restant, au contact du squelette et jusqu'au bord médial. Au bistouri, la capsule est désinsérée du tibia, en continuité avec le périoste, médialement et latéralement. L'abord du tibia est complété à la rugine, en sous-périosté, en dedans jusqu'à la pointe de la malléole interne, puis en arrière. Les téguments et le paquet tibialis posterior sont protégés par un petit contre-coudé placé dans le décollement postérieur. Le péroné dans son quart inférieur, est exposé en sous-périosté, jusqu'à la pointe de la malléole externe.

– Coupes osseuses.

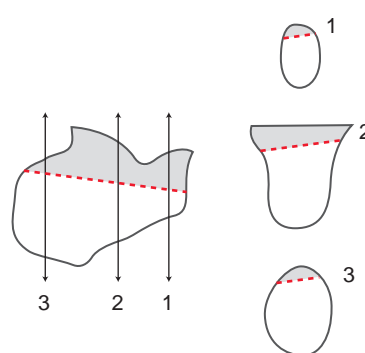
Elles sont réalisées à la scie oscillante.

Au tibia, la coupe passe en os sous-chondral, affleure le pilon, et est perpendiculaire à l'axe mécanique du segment osseux dans les deux plans (fig 16).

Au péroné, elle est effectuée 2 cm plus haut, dans un plan sagittal, oblique en bas et en dedans (fig 16). La résection en monobloc de la



17 Arthrodèse tibio-calcanéenne avec astraglectomie. Résection osseuse. Talus et pince bimalléolaire : (a) Bâillement de la coupe tibiale autour d'une charnière postérieure ; (b) Pièce de résection ; (c) L'arrière-pied après la résection.

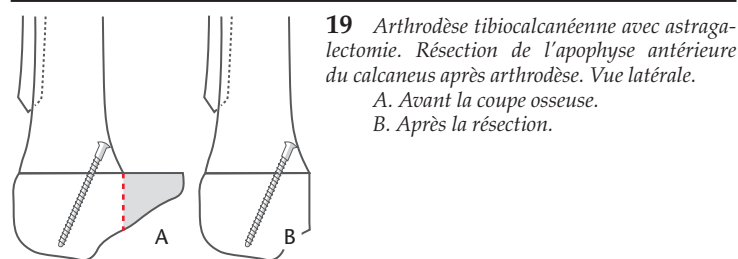


18 Arthrodèse tibio-calcanéenne avec astraglectomie. Coupe supérieure du calcaneus avec schématisation selon les segments antérieur (1), moyen (2) et postérieur (3).

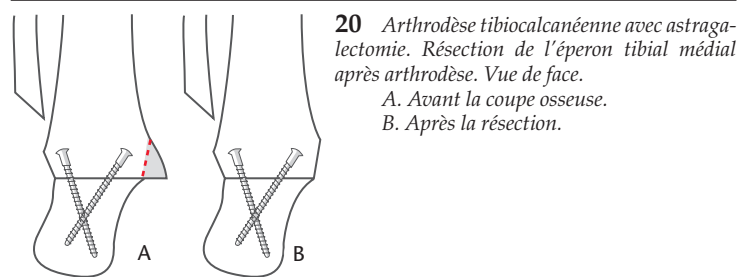
pince bimalléolaire et du talus peut commencer. Un davier saisit le péroné juste au-dessous de la section, l'attire vers l'avant, en faisant bâiller la coupe tibiale, autour d'une charnière postérieure (fig 17a). Une libération postérieure est réalisée au bistouri jusqu'à la sous-talienne. Celle-ci est ouverte de proche en proche, d'arrière en avant, jusqu'à pouvoir énucléer la pièce de résection (fig 17b, c). Les faces médiale, latérale et supérieure rétrothalamique du calcaneus sont visualisées. La libération est minutieuse et prudente en dedans, afin de respecter le paquet tibialis posterior. L'exposition des faces médiale et latérale est plus étendue en hauteur vers l'avant que vers l'arrière. Le calcaneus conserve ainsi toutes ses connexions tissulaires au niveau des faces postérieure et inférieure. La graisse préachilléenne est incisée de haut en bas, pour dégager la face antérieure du tendo Achillis, sur 5 cm au-dessus de son insertion. On passe ensuite à la coupe supérieure du calcaneus (fig 18), qui fait plus appel à des critères anatomiques que positionnels, car le talon est complètement ballant. Il faut majorer le valgus calcanéen lors de cette coupe. La hauteur du fragment réséqué est à son niveau le plus haut, de l'ordre de 1 cm. Les parties molles sont ensuite désépaissies, en procédant à l'excision des différents tendons sus-énoncés, des cloisons intertendineuses et des nœuds fibreux, médialement puis latéralement. Le geste interne nécessite de l'attention afin de ne pas léser le paquet tibialis posterior.

– Arthrodèse.

Le calcaneus est positionné sous le tibia, avec un léger effet de translation externe. Son orientation dans le plan sagittal est sensiblement parallèle au plan de flexion du genou. Il est suffisamment avancé pour que sa face postérieure soit en continuité avec la face postérieure du tibia. Une fixation provisoire est assurée par une broche de diamètre 20 transplantaire. La fixation définitive est permise par deux vis de diamètre 4,5 qui se croisent de face et sont parallèles entre elles de profil. L'enfouissement partiel des têtes de vis dans la corticale tibiale nécessite l'utilisation d'une fraise à chambrer. Le serrage des vis permet une bonne impaction au niveau de l'arthrodèse. Il faut éviter, lors de cette manœuvre, un refend sur la corticale tibiale. En cas de défaut d'appui prolongé, une ostéoporose importante du calcaneus peut nuire à la tenue des vis ; on peut, dans ce cas, injecter les trajets de vis avec un ciment liquide. La broche transplantaire est ôtée. La résection dans un plan frontal, de l'apophyse antérieure du calcaneus, en saillie par rapport au tibia, est pratiquée (fig 19), ainsi que celle de l'éperon tibial médial qui est sectionné dans un plan sagittal (fig 20).



19 Arthrodeuse tibiocalcanéenne avec astragalectomie. Résection de l'apophyse antérieure du calcaneus après arthrodeuse. Vue latérale.
A. Avant la coupe osseuse.
B. Après la résection.



20 Arthrodeuse tibiocalcanéenne avec astragalectomie. Résection de l'éperon tibial médial après arthrodeuse. Vue de face.
A. Avant la coupe osseuse.
B. Après la résection.

– Reconstruction plastique.

Le garrot est lâché, la recoloration est étudiée, l'hémostase est soignée. L'excision concerne d'abord le lambeau plantaire en excès par rapport au plan de la coupe antérieure calcanéenne. À ce moment, il n'est pas rare de sectionner les paquets plantaris medialis et lateralis. Les vaisseaux sont ligaturés distalement, les nerfs sont réséqués en retrait par rapport au plan cutané. Le lambeau antérieur est ajusté, pour obtenir une suture sans tension. L'excédent tissulaire lié au raccourcissement osseux permet l'excision des plages cutanées cicatricielles ou fragilisées.

Le drainage, assuré par deux Redon, est aspiratif.

Phase postopératoire.

Le pansement est confortable et une attelle plâtrée postérieure protège le moignon des contraintes intempestives précoces.

Les suites opératoires sont relativement simples, le pansement est renouvelé au troisième jour avec ablation des Redon. Débutent à ce moment le lever et la déambulation à l'aide de cannes anglaises, sans appui pendant 4 à 5 semaines. L'appareillage est entrepris à l'issue de ce délai.

Appareillage ^[44].

Une prothèse de type Syme est la solution. L'appui est distal. La diminution du volume distal du moignon, permise par les résections chirurgicales, rend le plus souvent inutile la fenêtre de chaussement et limite les causes d'ulcération. Le raccourcissement dispense d'une compensation controlatérale. Le résultat fonctionnel est excellent, surtout avec un pied prothétique en matériau composite. Le résultat esthétique et les facilités d'appareillage doivent faire préférer l'ATCA aux deux autres techniques (fig 21).

• Intervention de Syme

Décrite en 1842, par James Syme ^[50, 71, 72], la technique s'est largement développée et imposée dans les pays anglo-saxons ^[53]. Niveau ultime



21 Arthrodeuse tibiocalcanéenne avec astragalectomie. Appareillage. Prothèse de type Syme. Utilisation de la fibre de carbone qui permet solidité et légèreté.

A. Emboîture dépourvue de fenêtre.

B. Prothèse avec son revêtement esthétique. Similitude de forme avec le membre controlatéral.

des amputations partielles du pied, puisque ne persiste de celui-ci que la coque talonnière qui est appliquée sur l'extrémité inférieure du tibia, après ablation du talus et du calcaneus. Le raccourcissement obtenu est le plus important des trois techniques évoquées. La fiabilité de l'intervention est bonne. Son inconvénient est lié à la survenue fréquente d'un « savonnage » de la coque talonnière, après un certain nombre d'années, qui fait perdre à la technique son principal avantage, l'appui distal.

Tracé des incisions.

L'incision débute à l'aplomb de la pointe de la malléole externe, et s'étend vers l'avant transversalement, jusqu'à rejoindre un point situé 1 cm en bas et en avant de la malléole interne. Elle est poursuivie ensuite, sur la plante du pied, à partir d'un des points de référence, pour rejoindre le second, en traversant transversalement la partie antérieure de la coque talonnière, à peu près à l'aplomb de la calcanéocuboïdienne (fig 22).

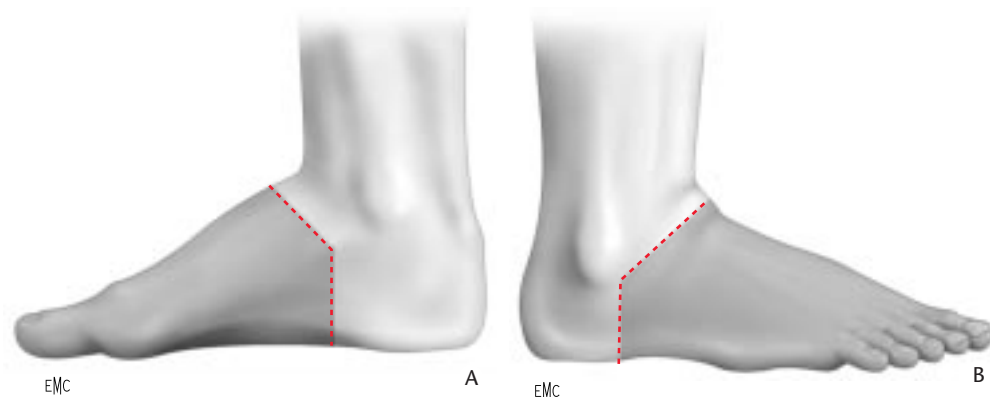
Protocole opératoire.

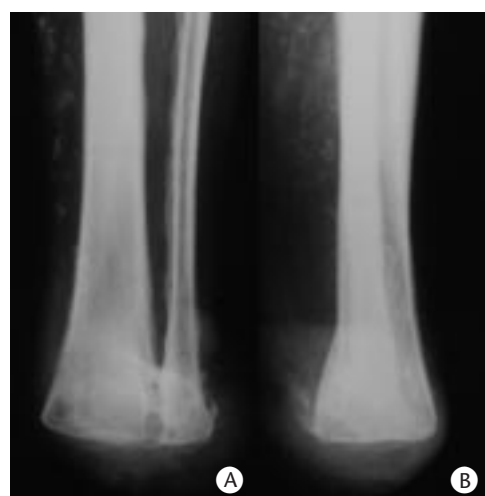
Au niveau de la face antérieure du cou de pied, et dans l'axe de l'incision cutanée, les tendons extenseurs sont sectionnés, ainsi que le pédicule dorsalis pedis qui est ligaturé. Les branches du nerf peroneus superficialis sont recoupées en retrait par rapport à la berge cutanée. L'ensemble est relevé, à l'aide d'un écarteur, sur quelques centimètres afin de favoriser l'exposition de la face antérieure de la tibiotarsienne. Celle-ci est ouverte, puis on désinsère au ras de l'os, de part et d'autre, les ligaments médial et latéral. Le pédicule tibialis posterior est soigneusement protégé par un écarteur pour la suite de l'intervention. Le pied est alors positionné en flexion plantaire maximale, afin de faciliter le travail en profondeur dans la tibiotarsienne. La libération est ainsi poursuivie en arrière, avec

22 Intervention de Syme. Tracé des incisions.

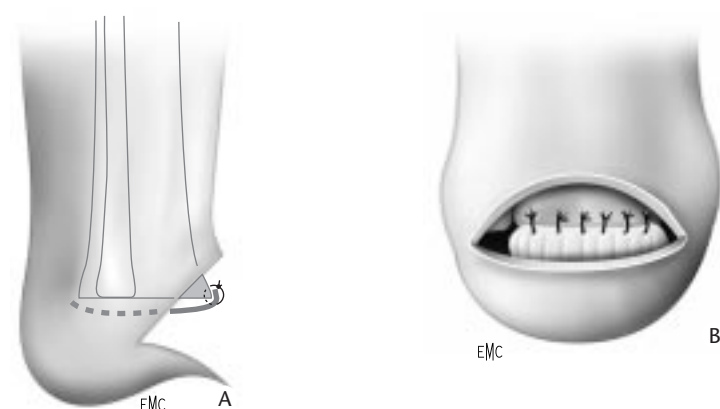
A. Vue médiale.

B. Vue latérale.





23 Intervention de Syme. Aspect radiologique des extrémités osseuses tibiale (A) et péronière (B).



24 Intervention de Syme. Stabilisation de l'aponeurosis plantaris à la marge antérieure du tibia.

A. Vue latérale.

B. Points de fixation transosseux, vue antérieure.

ouverture de la capsule articulaire postérieure, puis exposition du bord supérieur du calcaneus, jusqu'à parvenir à la face antérieure du tendo Achillis. Celui-ci est désinséré au ras de la grosse tubérosité calcanéenne, en prenant garde de pas léser la peau postérieure. Débute alors, conduite d'arrière en avant, la libération du calcaneus, autant sur sa partie postérieure que sur ses faces médiale et latérale. Il faut rappeler les précautions indispensables lors de l'exposition de la face médiale par rapport au paquet vasculonerveux. Le léser à cet endroit expose en effet à une nécrose de la coque talonnière ou à un déficit sensitif très préjudiciable. À la face inférieure du calcaneus, la dissection essaye de rester en sous-périoste. Le tibia et le péroné sont ensuite sectionnés à la scie oscillante, environ 5 mm au-dessus de la mortaise, selon une direction perpendiculaire à l'axe jambier dans les deux plans. Les saillies osseuses sont abrasées et arrondies (fig 23). La coque talonnière est ramenée au plus près de la tranche osseuse, afin d'effacer tout espace de décollement et surtout de favoriser son adhérence au squelette^[15]. Elle est stabilisée en suturant l'aponeurosis plantaris, à la marge antérieure du tibia, à travers plusieurs trous transosseux qui ont été méchés au préalable (fig 24). La suture est effectuée sur un drainage par Redon. Le pansement, en dehors d'une contre-indication, est de type compressif. Les phénomènes de cicatrisation, associés à la fonte de l'œdème, permettront, au bout de plusieurs semaines, d'obtenir un certain degré de rétraction au niveau de l'arrière-pied.

Appareillage.

Il est réalisé avec une prothèse de type Syme, fenêtrée, à appui distal. Le bilan fonctionnel est excellent. Lorsque la coque talonnière est mobile par rapport au tibia et que l'appui distal devient douloureux et/ou source d'ulcération, il faut adjoindre un appui sous-rotulien à la prothèse. Le résultat fonctionnel est alors similaire à celui d'un amputé transtibial à moignon long. Il faut s'interroger

sur l'opportunité de conserver une protubérance distale, dont la présence impose la réalisation d'une fenêtre latérale, sans la contrepartie que constitue la possibilité d'appui distal. Une amputation transtibiale basse peut alors parfois se justifier.

Amputation transtibiale

CONTEXTE

C'est la plus fréquente des amputations. La pathologie vasculaire, diabète compris, y est prépondérante, puisqu'elle concerne plus de 80 % des patients. Si la technique dite « d'amputation ouverte » est toujours pratiquée, les techniques actuelles permettent d'obtenir, dès l'instant que l'indication est judicieusement posée, près de 86 %^[11] de cicatrisation en première intention. Compte tenu de l'argument de fréquence, il est logique de s'attarder sur le patient vasculaire, les spécificités liées aux autres étiologies seront ensuite évoquées.

■ Patient vasculaire

La chirurgie de revascularisation a effectué des progrès considérables. Il devient rare de nos jours, en présence d'une artériopathie sévère, que l'éventualité d'une amputation, se discute en première intention.

L'emplacement de la cicatrice a longtemps conditionné la stratégie opératoire. Cela n'est plus le cas actuellement, seule la qualité des tissus qui recouvrent le moignon reste importante en vue de l'appareillage.

Les études sur la vascularisation des lambeaux fasciocutanés^[2, 75] ont déterminé certaines équipes à proposer, notamment chez le patient vasculaire, différents types de lambeaux. Cela amène à décrire plusieurs amputations^[1, 28, 51, 60]. L'amputation à longue valve postérieure est la plus connue^[10, 29, 65]. Elle privilégie les conditions circulatoires favorables de la face postérieure du mollet. La cicatrice est déportée vers l'avant, ce qui n'est guère gênant si elle est mobile par rapport aux plans profonds.

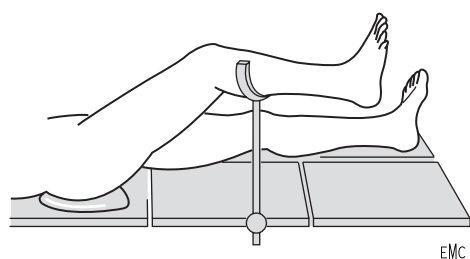
Le niveau^[9, 65] se situe entre 12,5 et 15 cm sous l'interligne, ce qui donne un moignon assez bref, cylindrique, dans une ambiance tissulaire qui apparaît comme la plus favorable au niveau du segment jambier.

■ Patient non vasculaire

En pathologie traumatique ou tumorale, les lésions déterminent le niveau. Les amputations au segment jambier sont théoriquement étendues de la région supramalléolaire en distal jusqu'au niveau minimal requis en proximal, permettant de conserver l'insertion du tendon rotulien et d'obtenir un arrondi qui rejoint la face postérieure du tibia (fig 25).



25 Amputation transtibiale. Aspect du moignon le plus bref. On remarque l'arrondi de l'extrémité tibiale et l'ablation du péroné.



26 Amputation transtibiale. Installation sur table ordinaire avec appui-cuisse inversé.

L'amputation dans le tiers distal donne certes une excellente longueur au bras de levier, mais n'est pas à privilégier, car le capitonnage est déficient [65].

MYOPLASTIE

Déclinée sous trois formes, elle est soit isolée [49], soit fixée en transosseux – c'est la myodèse [49] –, soit associée à une reconstruction osseuse distale à partir d'un greffon de péroné – c'est l'ostéomyoplastie [39]. La myoplastie isolée est seule réalisable chez le vasculaire, avec précaution cependant et sans aucune tension. La myodèse contribue à fixer plus solidement à l'os le capitonnage musculaire et évite une luxation de la sangle musculaire par rapport au fût tibial. L'ostéomyoplastie n'a plus d'indication [40].

INSTALLATION

Le patient est installé en décubitus dorsal. Le membre inférieur repose directement sur le plan de la table avec un coussin placé sous la fesse homolatérale, ou est surélevé par un appui-cuisse inversé (fig 26).

TRACÉ DES INCISIONS

■ Patient vasculaire. Amputation à longue valve postérieure

On définit, par rapport au plan de section osseuse prévu, deux points de référence cutanés. Ils sont tous deux situés verticalement à l'aplomb du niveau de coupe tibiale, de part et d'autre de la crête, et environ 6 cm en arrière. Le point interne est à 2 cm en arrière du bord postérieur du tibia, le point externe se situe en regard du péroné (fig 27).

À partir de ces deux points, la valve antérieure est dessinée, elle se dirige vers l'avant soit verticalement, soit légèrement inclinée vers le bas. Toujours à partir des mêmes points, la valve postérieure est tracée, elle descend sur la face postérieure du mollet vers l'arrière sur une longueur d'environ 12,5 à 15 cm. Sa longueur est calculée pour obtenir une suture sans tension avec la valve antérieure.

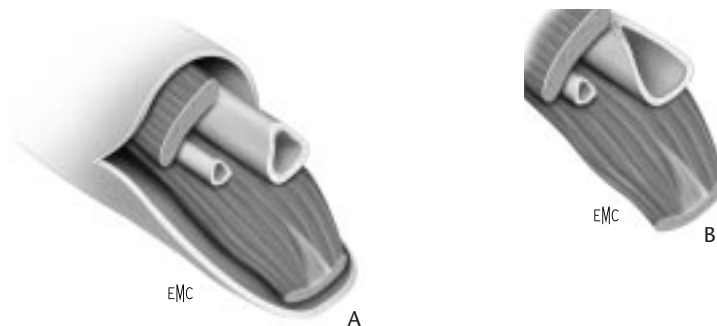
■ Patient non vasculaire

Le tracé des incisions s'accommode des contraintes propres à la cause de l'amputation.

PROTOCOLE OPÉRATOIRE

■ Patient vasculaire. Amputation à longue valve postérieure

L'incision cutanée est poursuivie en profondeur, jusqu'au tibia. Le périoste est incisé et repoussé le long du fût osseux sur environ 2 à

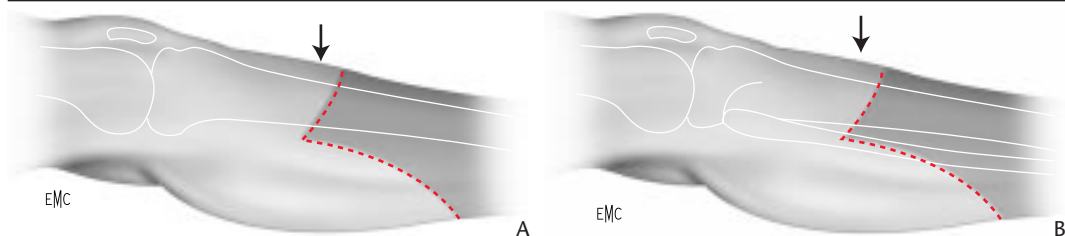


28 Amputation transtibiale. Préparation osseuse.
A. Le péroné a été coupé en retrait par rapport au tibia.
B. La crête tibiale est abattue puis poncée à la râpe.



29 Amputation transtibiale. Capitonnage musculaire.
A. Myoplastie. Le lambeau constitué par les muscles gastrocnemii est amené vers l'avant. L'aponévrose musculaire est suturée, en dehors à l'aponévrose des muscles antéroexternes, en dedans au périoste tibial.
B. Si l'état local le permet, une myodèse est réalisée. Méchage transosseux sur l'extrémité tibiale.
C. Fixation de l'aponévrose musculaire par des points transosseux.

4 cm. Les muscles de la loge antéroexterne sont sectionnés, les vaisseaux tibialis anterior sont ligaturés puis sectionnés. Le nerf est coupé plus haut. L'usage du rétracteur est contre-indiqué, pour ne pas majorer la souffrance tissulaire. On peut utiliser de grandes compresses humidifiées, passées en sangle, de part et d'autre du squelette, et attirées vers le haut. Le tibia est coupé à la scie oscillante transversalement, le péroné également environ 2 à 3 cm plus haut. L'aide empaume ensuite le tiers inférieur de la jambe et effectue un mouvement d'élévation, afin de séparer le squelette des tissus au fur et à mesure que la dissection progresse vers le bas. Le paquet tibialis posterior est impérativement respecté jusqu'à l'extrémité du lambeau. Une fois l'extrémité du lambeau atteinte, l'amputation est complétée (fig 28A). La ligature des vaisseaux tibialis posterior est réalisée et le nerf est coupé en retrait. Le nerf cutanéus surae medialis est sectionné le plus haut possible. Dans les 2 à 3 derniers centimètres, la crête tibiale est abattue, puis poncée à la râpe (fig 28B). Le bord interne du tibia, lorsqu'il est saillant, est traité de façon similaire. La masse musculaire postérieure est désépaissie, du haut vers le bas, les muscles tibialis posterior et flexor digitorum longus sont sectionnés près de la coupe tibiale. Selon son épaisseur, le soleus est soit réséqué, soit aminci, sans risque pour la vascularisation du lambeau [26]. Le lambeau est amené vers l'avant et l'aponévrose des muscles gastrocnemii est suturée en dehors à l'aponévrose des muscles de la loge antéroexterne, en avant et en dedans au périoste tibial, qui avait été préparé à cette intention (fig 29A). Quand l'état des tissus le permet, une myodèse est réalisée. L'aponévrose est alors fixée dans sa partie moyenne par quelques points transosseux sur le tibia (fig 29B, C). La fermeture est débutée par un plan sous-cutané qui sert de bâti, puis complétée par des points séparés sur la peau. Toutes les manipulations cutanées sont effectuées avec précaution. La présence éventuelle d'« oreilles » dans



27 Amputation transtibiale. Patient vasculaire. Tracé des incisions (flèche : coupe osseuse).
A. Vue médiale.
B. Vue latérale.



30 Amputation transtibiale. Appareillage. Prothèse de contact et manchon de protection du moignon.

les angles incite à leur excision qui reste économe, afin de ne pas fragiliser la vascularisation du lambeau. Le drainage est assuré soit par lame transfixante, soit par drain de Redon. Le pansement, très peu serré, remonte au-dessus du genou et concerne tout le moignon. Le membre inférieur n'est pas surélevé et le genou est maintenu en extension sur le plan du lit. Le « coussin sous le genou », souvent réclamé par le patient, est proscrit pour éviter le fessum. La lutte contre l'œdème débute précocement par un bandage modérément compressif.

■ Patient non vasculaire

La technique est sensiblement identique, le niveau choisi est lié à l'affection causale. De plus grandes libertés sont prises avec le tracé des valves, afin de privilégier la longueur résiduelle du squelette. Des principes similaires à ceux utilisés dans les fractures ouvertes de grade III, faisant appel à la chirurgie plastique et à la technique des lambeaux, peuvent être mis en pratique en cas d'amputation. La meilleure adaptation possible entre les tissus et le squelette est recherchée pour éviter un excès ou un défaut de « parties molles ». Le respect de ces recommandations est le meilleur gage pour éviter le recours à une retouche ultérieure du moignon.

■ Moignon transtibial très bref (fig 25)

Un péroné résiduel de 7 cm ou moins risque de basculer en abduction sous l'action du biceps femoris, du fait du défaut de la membrana interossea, et d'entrer en conflit avec l'appareillage. Il est nécessaire d'en effectuer l'ablation. Il faut alors remonter l'incision latérale jusqu'à l'interligne du genou, puis disséquer le péroné vers le haut. Le nerf peroneus communis est libéré, recoupé le plus haut possible, et se rétracte dans le creux poplité. Le fragment de péroné est saisi avec un petit davier, porté en abduction, afin de désarticuler la tibio fibularis. La désinsertion du tendon du biceps femoris et du ligament collatérale fibulaire est conduite au bistouri électrique, au contact de la tête du péroné, et permet l'ablation du fragment osseux.

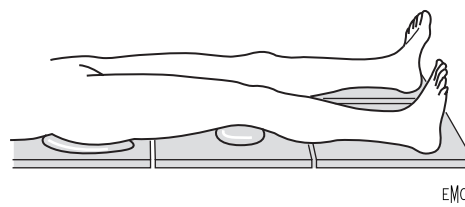
APPAREILLAGE

Au tibia, la transmission des forces verticales, qui sont supérieures au poids du corps, se fait préférentiellement par l'intermédiaire de l'appui sous-rotulien et du contre-appui poplité qui lui est associé. L'appareil, une prothèse tibiale de contact (fig 30), est composé d'un manchon en mousse qui répartit les pressions sur les reliefs osseux sensibles du moignon, d'une emboîture, d'un segment jambier et d'un pied prothétique. Ce pied peut être fixe, articulé ou maintenant composite (fig 31). Le bilan fonctionnel d'un amputé transtibial utilisant une prothèse tibiale de contact est directement lié à :

– la qualité du moignon (longueur du bras de levier osseux, état des extrémités osseuses, état des parties molles, liberté articulaire) ;



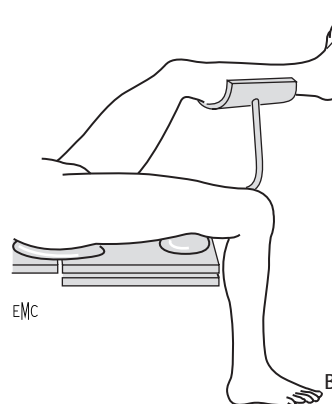
31 Amputation transtibiale. Appareillage. Pied en composite, fibre de carbone et résine époxy. Amélioration considérable des possibilités fonctionnelles.



32 Désarticulation du genou. Installations en décubitus dorsal.

A. Léger trois quarts sur table ordinaire.

B. Jambière repliée et effacement du membre opposé.



- l'état général du patient ;
- la qualité de l'appareillage.

Lorsque le moignon est long, le sujet peut mener une vie pratiquement normale, pratiquer un sport comme le tennis et conduire sans aménagement spécial. Le port de charges est toutefois pénible.

Désarticulation du genou

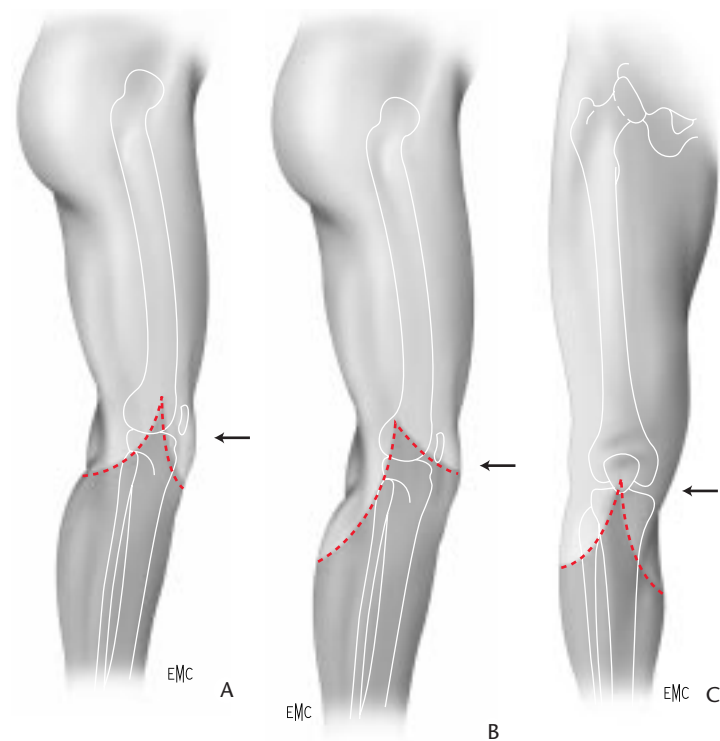
Toutes les causes d'amputation peuvent conduire à ce niveau. On retient, en particulier, l'intérêt pour un enfant de conserver une épiphyse fertile peu agressive pour les téguments du fait de sa conformation globuleuse^[37]. La désarticulation est plus rapide et moins hémorragique qu'une amputation transfémorale. Pour les sujets âgés non marchants, la longueur du bras de levier constitue une aide précieuse lors des transferts.

INSTALLATION

Si le décubitus ventral est possible^[31], c'est en fait le décubitus dorsal^[3, 19] qui est le plus utilisé, deux installations sont envisageables.

La table opératoire est équipée d'un plateau standard. Un coussin est placé sous la fesse du côté de l'intervention, un second sous la cuisse surélève légèrement le genou. Le membre inférieur, en extension, autorise un accès antérieur. La flexion de la hanche permet d'exposer la face postérieure (fig 32A).

Toujours avec une table identique, la jambière du côté opéré est pliée à 180°. Le membre inférieur repose, genou fléchi à 90°, jambe pendante. Le genou dépasse un peu le bord libre du plateau qui soutient la cuisse. Le membre inférieur opposé, maintenu par un appui de type Goepel, est effacé par une mise en flexion, une rotation externe et une abduction (fig 32B).



33 Désarticulation du genou. Tracé des incisions (flèche : coupe osseuse).
 A. Technique classique à valves frontales.
 B. Technique à longue valve postérieure.
 C. Technique à valves sagittales.

TRACÉ DES INCISIONS

D'éventuelles cicatrices conduisent à une adaptation de la voie d'abord.

■ Technique classique à valves frontales [11, 19, 48]

Les lambeaux sont asymétriques, la limite inférieure de l'antérieur se situe 3 cm en dessous de la tuberositas tibiae. La limite distale du postérieur s'établit à 2 cm au moins sous l'interligne articulaire (fig 33A).

■ Technique à longue valve postérieure [6, 32, 54, 80]

Elle est dérivée de la technique utilisée au niveau de la jambe. L'incision antérieure est transversale, à mi-chemin entre le pôle inférieur de la patella et la tuberositas tibiae. Cette incision est prolongée de part et d'autre vers deux points situés juste en arrière du milieu de la largeur antéropostérieure du genou. À partir de ceux-ci, deux incisions longitudinales descendent jusqu'à l'extrémité du corps charnu des gastrocnemii, où elles se rejoignent en arrière. La longueur du lambeau postérieur est sensiblement égale au diamètre du membre à l'aplomb du genou (fig 33B).

■ Technique à valves sagittales [31, 54, 78]

L'incision débute en un point situé à mi-distance entre la pointe de la patella et la tuberositas tibiae. Les valves sont dessinées de telle sorte que leur longueur soit égale à un demi-diamètre du genou. Elles se rejoignent en arrière, en un point situé au même niveau que le point antérieur, légèrement distal par rapport à la fossa poplitea. Le lambeau médial a une forme identique à celle du lambeau latéral, mais sa limite inférieure descend un peu plus bas, afin de mieux s'adapter aux dimensions un peu plus conséquentes du condyle médial (fig 33C).

PROTOCOLE OPÉRATOIRE

Il procède du même principe, quelle que soit la technique utilisée. Dans la technique dite classique, les condyles sont recouverts

uniquement par les téguments. Dans les techniques préférables, à longue valve postérieure ou à valves sagittales, l'épaisseur du corps charnu des jumeaux est interposée entre les condyles et les téguments, qui sont ainsi beaucoup mieux protégés des contraintes ultérieures liées à l'appui. Seules les deux dernières techniques sont décrites, le protocole y est identique [54], à quelques détails près qui sont signalés.

Les tissus sont incisés en profondeur à l'aplomb de l'incision cutanée, jusqu'à atteindre le squelette vers l'avant. L'intervention est conduite d'avant en arrière, en décollant sous le fascia, au contact du plan osseux. Le ligament patellae est désinséré au ras de la tuberositas tibiae et l'appareil extenseur libéré sur ses deux bords, le corpus adiposum infrapatellare est excisé. De part et d'autre, la capsule est sectionnée le plus distalement possible sur le tibia. Le ligament patellae est alors récliné vers le haut, et la partie antérieure de l'articulation est exposée. Sont sectionnés successivement le cruciatum anterius près de son insertion tibiale, puis ensuite distalement les tendons de la patte-d'oie, le ligament médial, puis latéral. Les ménisques, qui conservent leurs adhérences capsulaires, sont désinsérés au niveau de leur corne antérieure et masquent ainsi en partie la partie distale des condyles [31]. La section au contact du tibia de la capsule postérieure, du cruciatum posterius et des cornes postérieures méniscales est poursuivie vers l'arrière. Le corps charnu des gastrocnemii est scindé du soleus, puis les deux chefs musculaires sont séparés entre eux. En cas d'amputation à valves sagittales, ils sont recoupés à une longueur équivalente au diamètre du membre à l'aplomb du genou. Les vaisseaux popliteae sont individualisés, clampés, ligaturés distalement, puis enfin sectionnés. Les nerfs tibialis et peroneus communis sont repérés. La dissection périnerveuse remonte assez haut. La section nerveuse est alors pratiquée. Persistent en arrière les tendons ischiojambiers et les tissus postérieurs qui sont sectionnés, afin de parfaire la désarticulation (fig 34A). Pour la majorité des auteurs [11, 31, 48], il est inutile d'effectuer l'ablation du cartilage. Le ligament patellae est amené sous légère tension en arrière dans la fossa intercondylaris, puis suturé solidement aux reliquats des croisés. La patella vient ainsi s'appliquer dans la gorge trochléocondylienne mais ne doit pas déborder en zone d'appui (fig 34B) [78]. La patella peut éventuellement être énucléée. Les gastrocnemii sont amenés vers l'avant et recouvrent les condyles. Leur aponévrose superficielle est suturée, sur les côtés qui longent la fossa intercondylaris aux bords du ligament patellae, vers l'avant à la capsule antérieure et aux retinaculi patellae (fig 34C).

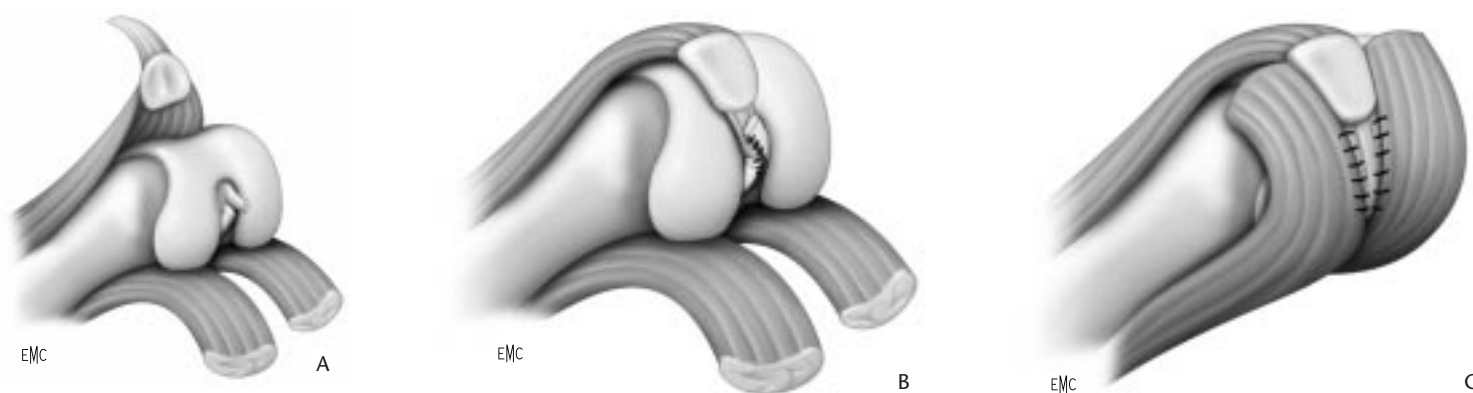
Les valves sont rapprochées sur un drainage aspiratif par Redon, recoupées éventuellement et ajustées à la conformation finale du moignon, puis suturées en deux plans.

Le pansement, confortable, est renouvelé au deuxième jour postopératoire et suivi d'une contention progressivement croissante. La lutte contre l'œdème, précoce, fait appel à l'utilisation d'un bandage compressif.

VARIANTE TECHNIQUE : INTERVENTION DE GRITTI

Décrite en 1858 [27], elle permet le plus souvent un appui distal et se rapproche en cela de la désarticulation du genou. Elle en diffère cependant par une surface d'appui nettement moins importante, et par la suppression de certains inconvénients grâce à la section supraépiphyssaire du fémur.

La réalisation technique est en tout point identique à celle d'une désarticulation. Seuls sont évoqués les points qui diffèrent. La libération de l'appareil extenseur vers le haut est favorisée par la section des retinaculi patellae [79]. La métaphyse fémorale est facilement exposée et recoupée parallèlement à la surface d'appui des condyles, immédiatement en dessous du tuberculum adductorium. Une coupe rotulienne est également réalisée, parallèlement à la face antérieure de l'os, afin d'ôter l'intégralité des surfaces articulaires. La patella est appliquée par sa tranche de section au milieu de la coupe fémorale, puis fixée par vis. La vulnérabilité de l'intervention est à la fixation rotulienne, souvent défaillante et alors responsable de démontage ou de pseudarthrose.



34 Désarticulation du genou. Plastie avec les muscles gastrocnemii.

A. La désarticulation est effectuée. L'appareil extenseur est relevé vers l'avant. Les muscles gastrocnemii sont séparés vers l'arrière.

B. Le ligament patellae est suturé aux reliquats des croisés.

C. Les deux chefs des muscles gastrocnemii sont amenés vers l'avant. Ils recouvrent les condyles et sont suturés aux bords du ligament patellae.

Cela implique en conséquence un soin particulier à la réalisation de cette étape. Une fois la fixation assurée, la périphérie de la métaphyse fémorale est débarrassée d'éventuels spicules bordants trop agressifs. Le ligament patellae est fixé aux reliquats de coque condylienne et à la capsule. Les ischiojambiers sont amenés vers l'avant et solidarisés aux formations capsuloligamentaires.

APPAREILLAGE

La désarticulation du genou offre de nombreux avantages par rapport à l'amputation transfémorale. La présence des condyles, si la peau est de bonne qualité, permet un appui distal. Le capitonnage réalisé par l'apposition des gastrocnemii améliore notablement la tolérance cutanée. Si l'état des extrémités osseuses ou des tissus ne permet pas d'envisager un appui distal, il faut faire une amputation transfémorale. Le bras de levier osseux, constitué par le fémur restant, est de longueur maximale. Enfin, notamment chez le sujet âgé, le chaussement de l'appareil est très facile et peut s'effectuer en position assise.

Cependant, l'asymétrie après appareillage des segments cruraux, surtout remarquable en position assise, et l'aspect inesthétique lié à la présence de renflements condyliens, font réserver cette amputation au sujet âgé, chez qui elle doit être préférée à l'amputation de cuisse, ou aux sujets très actifs. Chez les sujets soucieux de leur apparence, il faut préférer une amputation de Gritti.

L'appareil comprend une emboîture, fenêtrée à sa partie antérieure avec un manchon compensé pour permettre le chaussement d'un moignon à l'extrémité volumineuse. En revanche, la racine du membre est libérée des contraintes liées à un appui ischiatique. Comme pour la désarticulation du genou, l'amputation de Gritti autorise l'appui distal. Le raccourcissement fémoral supprime une partie des inconvénients. La prothèse est du même type que celle utilisée pour les désarticulations du genou. Cependant, l'aspect esthétique est bien meilleur du fait de la forme conique du moignon et il y a moins de difficulté à loger le genou prothétique grâce au raccourcissement lié à la disparition des condyles. Ces considérations font de l'amputation de Gritti une indication de choix chez le sujet jeune et chez la femme à chaque fois qu'une désarticulation du genou est possible. Les possibilités fonctionnelles sont intermédiaires, comme pour la désarticulation du genou dont elle est une variante, entre l'amputation transtibiale et l'amputation transfémorale. Toutefois, la surface d'appui sur la patella étant plus faible, l'appui distal complet n'est pas toujours possible et ne permet pas toujours à un sujet jeune et très actif d'exprimer le même niveau fonctionnel qu'avec une désarticulation de genou.

Amputation transfémorale

ÉVITER LA MALPOSITION EN FLEXION-ABDUCTION

Lorsqu'une amputation à mi-cuisse est réalisée, les équilibres musculaires entre agonistes et antagonistes de la hanche sont perturbés. En effet, dans le plan sagittal, la perte des muscles ischiojambiers, qui constituent une composante des extenseurs, se concrétise par un renforcement indirect de l'action des fléchisseurs. De même, dans le plan frontal, la perte des adducteurs distaux conduit à un déséquilibre à l'avantage des abducteurs. Le muscle adductor magnus joue un rôle prépondérant qui a été jusqu'à maintenant ignoré et donc négligé. Le moignon tend à évoluer vers une malposition en flexion-abduction, difficilement contrôlable, d'autant plus apparente qu'il est bref. Cette tendance est préjudiciable à un appareillage satisfaisant et justifie la réalisation de myoplasties [25].

CHOIX DU NIVEAU

Le niveau d'une amputation transfémorale est en principe défini par la raison qui motive l'amputation. Une réflexion est cependant nécessaire lorsqu'on se situe aux deux extrêmes de l'amputation transfémorale.

■ En distal

Il faut être certain qu'il est impossible de sauvegarder un segment jambier, si bref soit-il. Ensuite, il faut évaluer les avantages et les inconvénients liés à la possibilité ou à l'absence d'un appui distal, ce qui amène le cas échéant à choisir entre une désarticulation du genou ou éventuellement un Gritti, et une amputation transfémorale à moignon long.

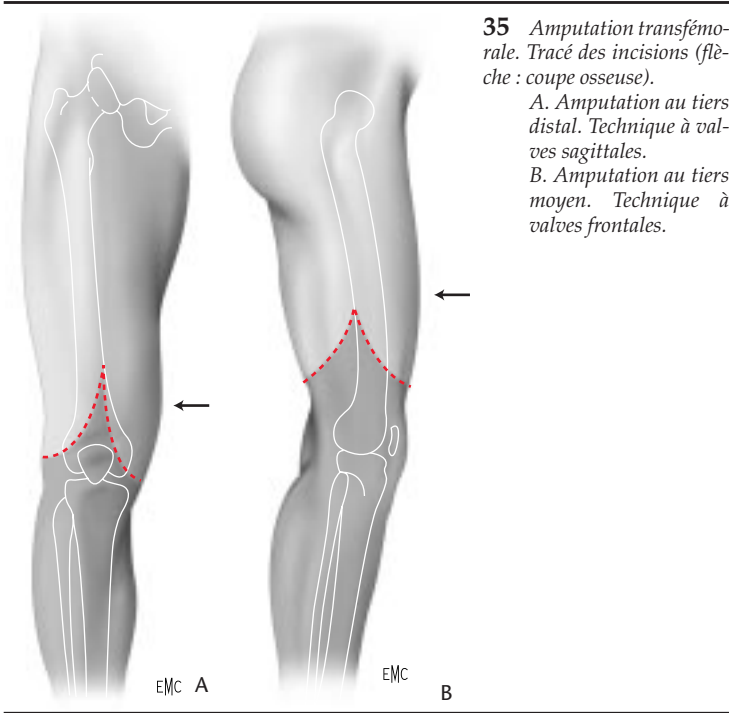
■ En proximal

En cas de moignon très bref, avec une coupe fémorale située 3 à 4 cm sous le trochanter minor, l'appareillage avec une prothèse fémorale peut se révéler impossible du fait de la brièveté du bras de levier, et obliger à utiliser une prothèse canadienne. Dans cette hypothèse, la nécessité de fléchir le moignon dans la coque est à l'origine d'une volumineuse saillie antérieure, très inesthétique en particulier chez la femme. Cela peut conduire à effectuer une désarticulation de hanche. En pratique, lorsque la coupe osseuse est située à un niveau inférieur à 5 cm sous le trochanter minor, le bien-fondé d'une amputation transfémorale se discute.

INSTALLATION

■ Amputation au tiers distal

Le décubitus dorsal est la règle et l'installation alors identique à celle d'une désarticulation du genou (fig 32).



35 Amputation transfémorale. Tracé des incisions (flèche : coupe osseuse).
A. Amputation au tiers distal. Technique à valves sagittales.
B. Amputation au tiers moyen. Technique à valves frontales.

■ **Amputation au tiers moyen ou proximal**

Pour ce niveau, on peut préférer une installation en trois quarts. Le patient est installé sur le côté opposé, la fesse homolatérale est soulevée par un gros coussin et le bassin bloqué par des appuis placés des deux côtés. Le membre inférieur repose sur des appuis à arthrodèse et est drapé en totalité.

TRACÉ DES INCISIONS

■ **Amputation au tiers distal**

La technique à valves sagittales est préférentiellement utilisée [25]. Deux points situés entre 12 et 14 cm au-dessus de l'interligne du genou sont figurés sur la cuisse, en avant et en arrière, à l'aplomb du fémur. Ils constituent les points de départ du tracé des valves. L'une, médiale, descend jusqu'à l'interligne. L'autre, latérale, moins longue, s'infléchit 3 à 4 cm plus haut (fig 35A).

■ **Amputation au tiers moyen ou proximal**

L'incision est en « gueule de requin », avec deux valves frontales sensiblement identiques, tant en largeur qu'en longueur. Le niveau estimé de section osseuse est repéré [11]. Deux points sont figurés de part et d'autre de la cuisse, 2 cm plus distalement, à mi-largeur sur les faces médiale et latérale. Ils définissent la base des deux lambeaux qui est approximativement de même largeur. À partir de ces deux points est tracée la valve antérieure. Sa longueur avoisine les deux tiers du diamètre de la cuisse au niveau d'amputation prévu. La valve postérieure est ensuite figurée, elle est parfaitement symétrique par rapport à la valve antérieure (fig 35B).

■ **Quel que soit le niveau**

S'il existe d'anciennes cicatrices, les incisions sont adaptées. Il est préférable, en cas d'hésitation, d'effectuer un tracé surdimensionné des lambeaux, afin d'éviter une suture sous tension, cela amène à les retailler plus précisément en fin d'intervention.

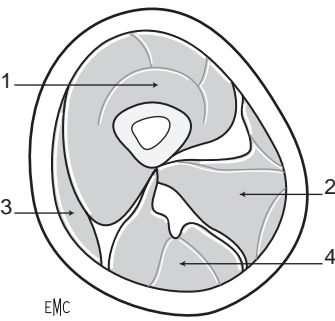
PROTOCOLE OPÉRATOIRE

■ **Amputation au tiers distal**

La peau, la sous-peau, l'aponévrose superficielle sont successivement incisées, les différents groupes musculaires sont

Tableau I. – Composition des groupes musculaires.

| Antérieur | Postérieur | Latéral | Médial |
|--------------------|----------------|-------------|---------------------------------------|
| Quadriceps femoris | Ischiojambiers | Fascia lata | Adductor magnus Gracilis/sartorius |



36 Amputation transfémorale. Quatre groupes musculaires : 1. antérieur ; 2. médial ; 3. latéral ; 4. postérieur.

identifiés [24, 25]. Le quadriceps est désinséré du pôle supérieur de la patella, en conservant une partie de sa portion tendineuse. Le vastus medialis est relevé de la cloison intermusculaire. L'adductor magnus est désinséré du tuberculum adductorium, puis basculé en dedans afin d'exposer la face médiale du fémur. Pour faciliter ce geste, il est souvent utile de compléter la désinsertion sur quelques centimètres vers le haut sur la linea aspera. Les vaisseaux femoralis sont repérés au niveau du canal de Hunter et ligaturés, si possible séparément. L'ensemble des autres muscles, ainsi que le nerf ischiadicus, sont sectionnés 6 à 8 cm plus distalement que le niveau prévu de coupe du fémur. Le nerf est recoupé, une fois la section fémorale réalisée.

■ **Amputation au tiers moyen ou proximal**

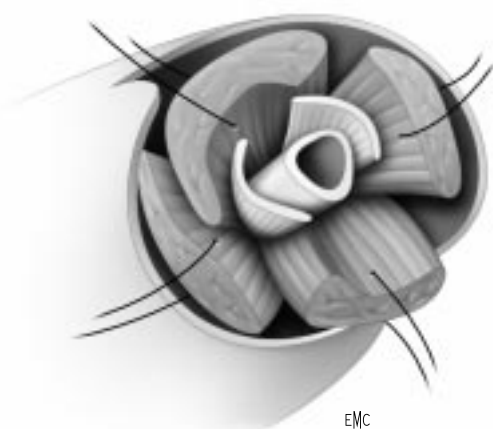
Une fois les téguments incisés, la face profonde des lambeaux est disséquée sous l'aponévrose, en remontant sur la cuisse, et jusqu'à leur base, afin de pouvoir les récliner vers le haut. On expose ensuite les muscles de manière circonférentielle, sur toute la hauteur des lambeaux. En dedans, la dissection de l'adductor magnus est poursuivie si possible jusqu'à son insertion distale, ce qui présente un intérêt au moins jusqu'au tiers moyen.

Quatre fils de Nylon® tressé de bon calibre sont passés à travers les masses musculaires, puis laissés en attente sur pinces-repères, en avant, en arrière, en dedans et en dehors, un peu plus distalement par rapport à la zone de section osseuse prévue.

Les muscles sont ainsi séparés en quatre groupes bien distincts, jusqu'au plan osseux (tableau I) (fig 36). Les vaisseaux femoralis sont repérés et ligaturés distalement, préférentiellement de manière séparée. Les muscles sont sectionnés circulairement en avant, latéralement, en arrière, à leur limite d'exposition la plus distale. En dedans, au tiers moyen, l'adductor magnus est décroché du tuberculum adductorium, au tiers proximal les adducteurs sont coupés au même niveau que les autres muscles. Le nerf ischiadicus est sectionné à l'aplomb des muscles postérieurs, il sera recoupé ultérieurement à son niveau définitif. Les quatre groupes musculaires sont relevés et écartés autour du fémur par l'aide, qui les maintient par les fils sur pinces-repères, un peu comme les « pétales d'une fleur », jusqu'au site de section osseuse (fig 37). L'usage du rétracteur est contre-indiqué, afin de ne pas majorer la souffrance tissulaire.

■ **Quel que soit le niveau**

L'attitude par rapport au périoste est variable. Tantôt, notamment chez le sujet jeune, il est parfaitement individualisé, les muscles sont alors réclinés vers le haut en extrapériosté et le périoste est incisé longitudinalement en avant et en arrière, afin d'obtenir deux lambeaux, qui sont ruginés de bas en haut. Ailleurs il constitue une très fine membrane, celle-ci est divisée selon la segmentation des groupes musculaires, le périoste reste alors adhérent à la face profonde des muscles, chaque lambeau musculopériosté est ruginé



37 Amputation transfémorale. L'ampoutation est réalisée. Les quatre groupes musculaires sont maintenus sur fils, par l'aide. Les deux lambeaux périostés sont apparents.

de bas en haut jusqu'au niveau de coupe osseuse. La section fémorale est conduite à la scie oscillante, et l'ampoutation réalisée. Le nerf ischiadique est recoupé en retrait. Le bord périphérique de la section fémorale est adouci à la râpe. Lorsque le périoste a été individualisé en deux lambeaux, il est refermé et suturé « hermétiquement » autour de l'extrémité osseuse, pour obturer la cavité médullaire. Sinon, indépendamment de la technique de myoplastie utilisée, la face profonde du premier muscle qui cravate l'extrémité osseuse occulte la cavité médullaire. Une excision de la membrane périostée est pratiquée sur les autres lambeaux musculaires.

■ Myoplasties

Elles débutent avec les groupes musculaires du plan frontal et sont variables ^[11, 49] selon le niveau et les conditions qui conduisent à l'ampoutation. Le résultat n'est pas identique selon que l'on effectue

une myoplastie ou une myodèse, seule cette dernière, assurée par un fil non résorbable, permet une fixation définitive des muscles sous tension et un meilleur contrôle de la position du fémur. Elle est à privilégier.

Plusieurs trous de petit diamètre sont forés à la mèche, de manière radiée, à environ 1 cm de la tranche de section osseuse. Ils offrent un ancrage aux fils de fixation pour la myodèse (fig 38A, B).

Amputation au tiers distal

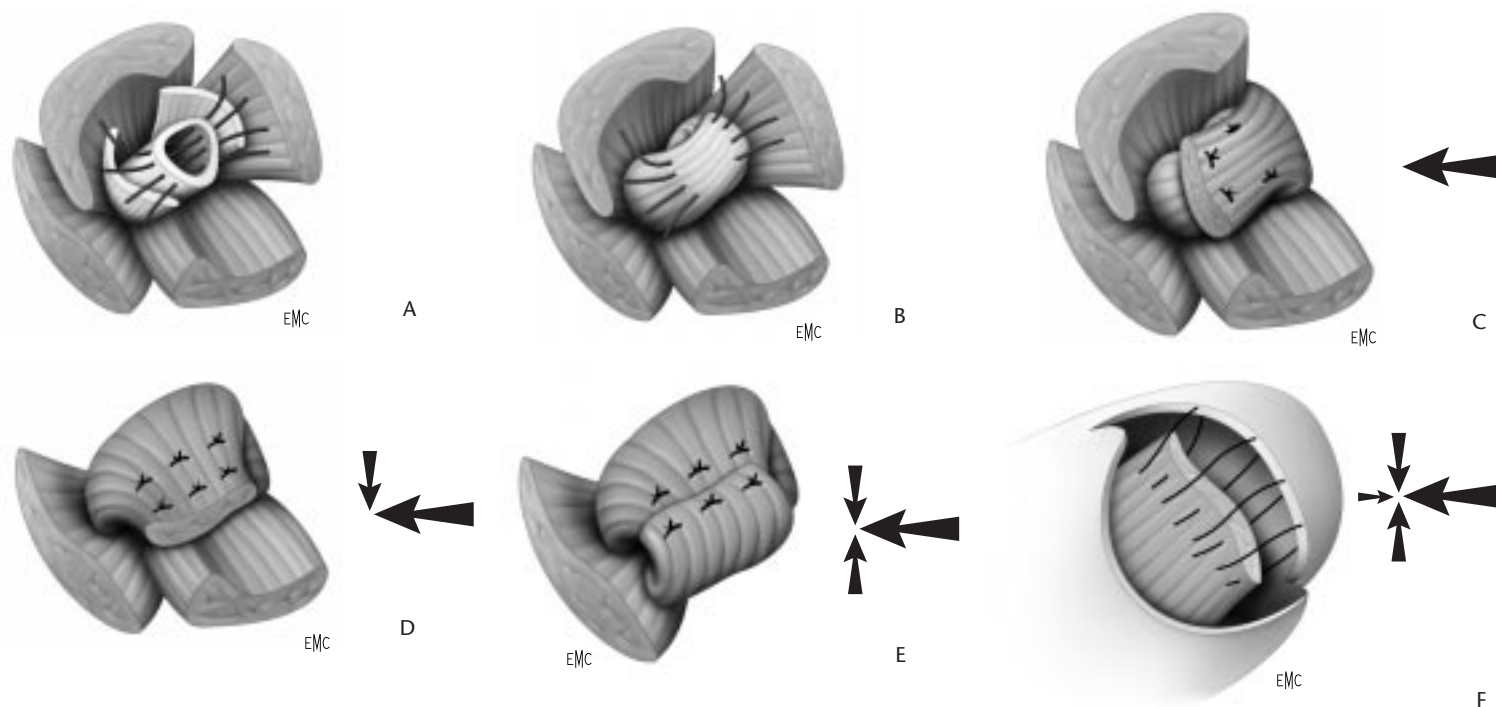
Tandis que le moignon est placé en adduction maximale, le tendon de l'adductor magnus cravate par en dessous la tranche osseuse, puis est fixé sous bonne tension par l'intermédiaire des trous transosseux à la face latérale du fémur. Des points complémentaires sont réalisés en avant et en arrière afin d'éviter un glissement du muscle sur l'extrémité osseuse (fig 38C). Le quadriceps passe par dessus la première myodèse puis est fixé à son tour en arrière au fémur, la hanche en extension (fig 38D). Les ischiojambiers sont amenés et suturés à la partie postérieure de l'adductor magnus, leur tension est adaptée à celle donnée au quadriceps afin de neutraliser tout flessum (fig 38E). Le sartorius et le gracilis renforcent la myoplastie en dedans. Le fascia lata est rapproché et suturé à l'aponévrose médiale (fig 38F).

Amputation au tiers moyen ou proximal

Les adducteurs sont amarrés en premier sous tension, selon les mêmes principes d'équilibration qu'au tiers distal. Les groupes sont ensuite traités dans l'ordre suivant : antérieur, postérieur, latéral.

Quel que soit le niveau

L'objectif est de positionner le fémur selon une direction proche de l'axe anatomique, soit en varus de près de 10° par rapport à la verticale et dans le plan frontal ^[25]. La myodèse à l'adductor magnus est de ce point de vue la plus importante. Elle est réalisée sous forte tension sur un moignon en adduction. Dans le plan sagittal, la tension est équilibrée entre agoniste et antagoniste. Le fascia lata ne participe pas à la myodèse, il est fixé à l'aponévrose médiale. Les



38 Amputation transfémorale du tiers distal : valves sagittales. Les différentes étapes de la myodèse. La dimension des flèches schématise l'importance de la force appliquée sur chaque groupe musculaire.

A. L'extrémité fémorale est préparée. Les trous transosseux sont réalisés et les fils non résorbables passés et laissés en attente.

B. Les deux lambeaux périostés encapuchonnent l'extrémité fémorale et sont chargés sur les fils en attente.

C. Le moignon est en adduction maximale. Le tendon de l'adductor magnus est amené sous forte tension, puis fixé par les points transosseux. Quelques points complémentaires antérieurs et postérieurs complètent la myodèse.

D. La hanche est en extension et le quadriceps modérément tendu est fixé à son tour.

E. Les muscles ischiojambiers équilibrent la tension appliquée au quadriceps afin de maintenir la hanche en extension.

F. Le fascia lata est rapproché et suturé à l'aponévrose sous-cutanée.



39 Amputation transfémorale. Appareillage : genou prothétique, modèle pneumatique, version évoluée, réglable et allégée par l'utilisation de la fibre de carbone.

sutures sont appuyées prioritairement entre les muscles et l'os. Une fois l'extrémité osseuse encapuchonnée, elles sont réalisées soit entre muscles, soit à partir de fils laissés en attente, passés en transosseux et à travers les premières épaisseurs musculaires. Il faut ajuster la longueur des lambeaux par rapport au squelette par des recoupes, en respectant la tension souhaitée. Les muscles sont désépaissis par leur face profonde pour améliorer leur adaptation réciproque. L'absence de luxation des sangles musculaires par rapport à l'extrémité osseuse est vérifiée. Les myoplasties ne sont pas indiquées en cas d'infection ou de vascularisation précaire.

■ Fermeture

Les valves cutanées sont rapprochées en bout de moignon, afin d'évaluer leur congruence et leur adaptation aux tissus sous-jacents. La ligature des veines sous-cutanées est effectuée, en particulier la veine saphena magna. Les nerfs superficiels sont repérés et recoupés en retrait par rapport au bord libre cutané. La suture des valves est alors réalisée sur un drainage. Le pansement remonte jusqu'à la racine de la cuisse. Le patient est installé dans son lit en veillant à éviter les attitudes vicieuses. La lutte contre l'œdème est réalisée par un bandage compressif dès le premier pansement et est accompagnée par un travail doux et progressif de récupération des amplitudes articulaires au niveau de la racine du membre.

APPAREILLAGE

Le retentissement fonctionnel d'une amputation transfémorale est important. Le chaussement de la prothèse est parfois un obstacle insurmontable, en particulier pour le sujet âgé. Lorsqu'elle est pratiquée pour raisons vasculaires, s'y ajoutent les limites liées à l'importante consommation d'énergie qu'impose la déambulation avec l'appareil, aggravée par l'atteinte artérielle et/ou orthopédique du membre inférieur controlatéral. Le cumul de ces éléments péjoratifs peut conduire, dans certains cas, à l'inappareillabilité. Cette situation est le plus souvent le lot de l'amputé transfémoral bilatéral pour artériopathie. L'appui, dans une prothèse fémorale, se fait dans la région ischiatique et non plus en extrémité du moignon, comme pour la désarticulation du genou ou le Gritti. La perte du genou constitue un handicap important et il ne faut se résoudre à amputer à ce niveau qu'après avoir éliminé toutes les possibilités de conservation de cette articulation. L'utilisation des genoux prothétiques (fig 39), à contrôle des phases d'appui et pendulaire, surtout lorsqu'ils sont associés aux nouveaux pieds à restitution d'énergie (fig 31), a sensiblement amélioré les résultats. Lorsque le moignon est suffisamment long, la marche rapide, la course et la pratique d'activités sportives sont possibles. Toutefois, l'extension active du genou prothétique est impossible, ce qui explique la



40 Amputation transfémorale. Appareillage. Prothèse fémorale de contact sans revêtement esthétique, laissant apparaître les éléments constitutifs : emboîture en fibre de carbone ; genou à contrôle de phase d'appui par biellette et de phase pendulaire par vérin pneumatique ; pied en composite. Cette prothèse, utilisée pour des activités sportives, pèse environ 2 kg.

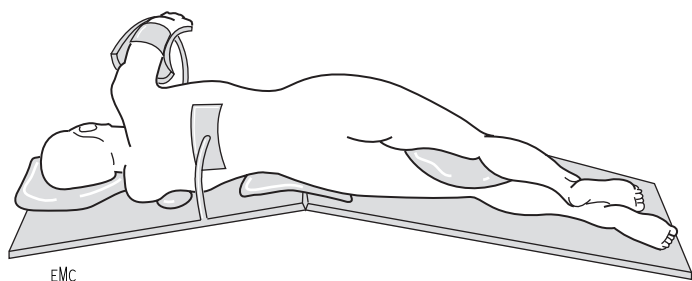
survenue de déroboement inopiné, parfois suivi de chute. L'accès à certaines activités est ainsi limité. Comme pour les désarticulations du genou, la conduite d'un véhicule nécessite un aménagement, avec embrayage automatique et changement de côté de la pédale d'accélérateur pour les amputations droites.

La prothèse fémorale est constituée d'une emboîture de contact, d'un genou et d'un pied prothétique (fig 40).

– *Emboîture de contact* : après des recherches qui ont permis des progrès considérables dans l'appareillage, Radcliffe^[59] donne à l'entrée de l'emboîture une forme quadrangulaire. La zone d'appui ischiatique est horizontale. La dimension antéropostérieure est inférieure à la dimension médiolatérale. Depuis quelques années, sans remettre en cause les données biomécaniques qui restent toujours en vigueur, certains auteurs^[61] proposent des modifications de l'entrée de l'emboîture. L'assise ischiatique est inclinée vers l'intérieur et donne appui, certes à la tubérosité ischiatique, mais également à une partie de la branche ischiopubienne. La dimension antéropostérieure est supérieure à la dimension médiolatérale. Les appellations les plus communes sont l'emboîture Cat-Cam ou à « ischion inclus ». Un certain consensus se dessine actuellement^[63], l'emboîture quadrangulaire est maintenue à chaque fois qu'elle donne satisfaction, mais elle est aussi utilisée pour les moignons longs et musclés ; enfin, et paradoxalement, pour les patients âgés. L'emboîture à « ischion inclus » est intéressante pour les moignons courts avec beaucoup de parties molles, ainsi que pour les patients sportifs. La transmission des forces verticales qui s'exercent entre l'amputé et le sol, se fait essentiellement par l'intermédiaire de l'appui ischiatique associé à son contre-appui inguinal. Les autres forces transitent par les parois de l'emboîture qui sont en contact avec toute la surface du moignon.

– *Genou prothétique*^[8, 34] : il doit offrir un compromis entre une grande stabilité lors de la phase d'appui et une mobilité contrôlée lors de la phase pendulaire. À l'avenir, la possibilité, grâce à un microprocesseur, de modifier la résistance à la flexion et à l'extension tout au long du cycle de marche, paraît séduisante et fait l'objet de recherches actives. Chez le sujet âgé, où la sécurité prime avant toute autre considération, le genou est à verrou.

– *Pied prothétique* : il est du même type que celui utilisé pour l'amputé transtibial. Chez le sujet très âgé, il peut être remplacé par un pilon beaucoup plus léger et moins encombrant.



41 Désarticulation de hanche. Installation : décubitus latéral ; des appuis, l'un dorsal, l'autre thoracique, stabilisent le patient. L'exposition est améliorée par un billot ou la cassure de la table.

Désarticulation et amputation à la racine du membre inférieur

INTRODUCTION

Ces amputations sont réalisées dans la majorité des cas pour une cause tumorale et plus rarement traumatique [14]. Elles sont responsables d'une mutilation majeure dont l'appareillage reste difficile et peu fonctionnel. Si la désarticulation de hanche n'expose pas à de grandes difficultés techniques, il n'en est pas de même pour l'amputation transpélvienne qui est une véritable résection du bassin et qui, de ce fait, requiert un opérateur rompu à ces techniques [67].

PRÉPARATION

Les modalités de la préparation psychologique sont détaillées dans le chapitre « Prise en charge du patient avant, pendant et après l'intervention » sous la rubrique « Aspect psychologique ». Le jour de l'opération, une sonde urétrale à ballonnet est positionnée et est laissée en place plusieurs jours. L'antibioprophylaxie, qui est débutée lors de l'induction anesthésique, est dirigée contre le staphylocoque, les germes à Gram négatif et les germes anaérobies ; elle est poursuivie 48 heures. Pour l'amputation transpélvienne, le futur opéré, lors de son hospitalisation, est mis à un régime sans résidus pendant 48 heures afin d'obtenir la vacuité intestinale durant l'acte chirurgical et une constipation de quelques jours dans les suites opératoires. Si l'urètre est adhérent à la tumeur, une sonde urétrale est mise en place par endoscopie dans les 48 heures qui précèdent l'intervention.

DÉSARTICULATION DE LA HANCHE

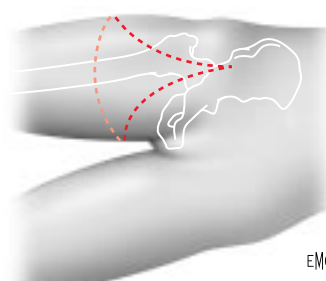
■ Installation

Le patient peut être installé de deux façons, soit en décubitus dorsal avec un gros coussin sous la fesse homolatérale [4], soit en décubitus latéral avec deux appuis, un sternal et un dorsal, afin de pouvoir basculer le bassin vers l'arrière ou vers l'avant comme le préconise Sugarbaker (fig 41) [69].

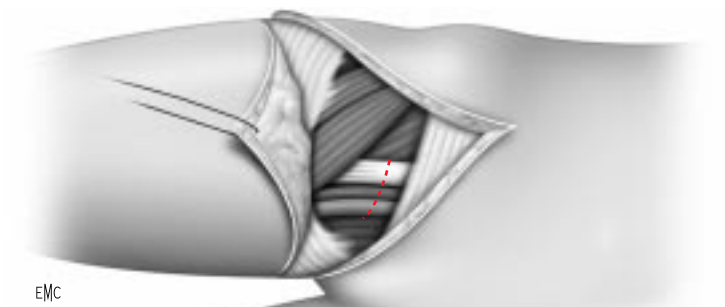
Une hémostase préventive à l'aide d'une bande d'Esmarch décrite par certains auteurs n'est pas souhaitable, car elle gêne la dissection vasculaire et se révèle peu efficace.

■ Protocole opératoire

L'incision se fait habituellement en « raquette » antérieure, comme l'a décrit Boyd (fig 42) [7], elle peut cependant être modifiée en fonction des cicatrices existantes ou de l'envahissement tumoral. La branche interne de cette incision débute à 2 cm en dedans de l'épine iliaque antérosupérieure, puis elle suit l'arcade crurale jusqu'à sa partie moyenne en regard des vaisseaux fémoraux. Elle se verticalise ensuite pour se prolonger sur la face interne de la cuisse en restant à 5 cm du pli fessier inférieur. Enfin, elle se dirige horizontalement à la face postérieure de la cuisse. La branche externe part du même point en regard de l'épine iliaque antérosupérieure, puis se dirige



42 Désarticulation de hanche. Tracé de l'incision : vue antérieure.

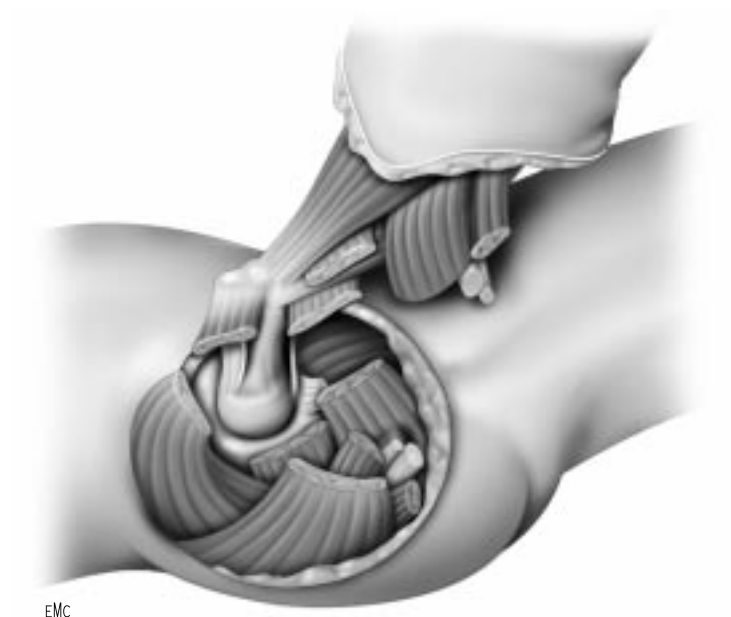


43 Désarticulation de hanche. Temps antérieur : dissection et ligature des vaisseaux fémoraux.



44 Désarticulation de hanche. Temps antérieur : section des muscles antérieurs et exposition articulaire.

obliquement en bas et en dehors. Elle croise l'arcade crurale sur son tiers externe, puis passe à la face antérieure et externe de la hanche sous le grand trochanter et va rejoindre la précédente incision à la face postérieure de la cuisse. Les vaisseaux fémoraux sont abordés sous l'arcade crurale. L'artère et la veine sont repérées séparément, puis l'artère est liée en premier (fig 43). Ensuite, avant que ne soit liée la veine, le membre est surélevé afin qu'il se vide de son sang. Le nerf femoralis est ensuite repéré et infiltré avant d'être sectionné le plus haut possible 5 minutes plus tard. Les muscles sont ensuite sectionnés au bistouri électrique. Il est préférable, dans un premier temps, de couper les muscles les plus antérieurs, le rectus femoris et le sartorius, puis les adducteurs, ces derniers étant soit coupés en plein corps musculaire, soit désinsérés de la branche ischio-pubienne. Sur le versant externe, le gluteus maximus peut être sectionné en plein corps musculaire ou désinséré du fémur, le tenseur du fascia lata, le gluteus minimus et le tendon du gluteus medius sont coupés près du fémur (fig 44). L'articulation de la hanche est largement exposée. Il faut alors sectionner les muscles les plus postérieurs, le membre est mis en rotation externe, ce qui permet de sectionner l'iliopsoas, sous contrôle de la vue au ras du petit trochanter. Puis les ischio-jambiers sont sectionnés en plein corps charnu ou désinsérés de l'ischion, si la tumeur l'impose, en fléchissant la cuisse. Le membre est alors positionné en rotation interne, le nerf ischiadicus est repéré, infiltré puis sectionné 5 minutes plus tard. Les muscles pelves-trochantériens sous tension sont aisément sectionnés à l'aide du bistouri électrique (fig 45). La capsule est ensuite ouverte en avant, ce qui permet de luxer la tête fémorale, après section du ligament rond, avant de poursuivre la section capsulaire inférieure. La pièce est ensuite envoyée en anatomie pathologique ou à l'incinération. Après un lavage abondant, l'hémostase est complétée. Il est parfois nécessaire de lier les



EMC

45 Désarticulation de hanche. Temps postérieur : section des pelvitrochantériens et du nerf ischiadique.



EMC

46 Désarticulation de hanche. Fermeture cutanée.

vaisseaux qui accompagnent le nerf ischiadique, il est préférable de ne pas les coaguler afin de ne pas traumatiser le nerf [74]. La fermeture se fait sur un drainage aspiratif, l'iliopsoas est suturé sur les ischiojambiers et le grand lambeau musculocutané postérieur rabattu vers l'avant et suturé à l'arcade crurale (fig 46).

AMPUTATIONS TRANSPELVIENNES

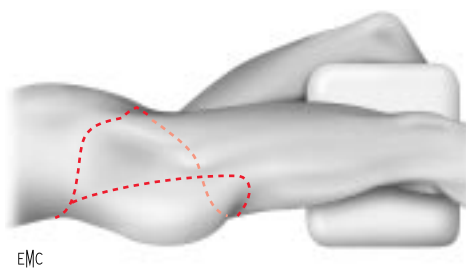
Il s'agit d'une intervention majeure qui peut se révéler très hémorragique au point de mettre en jeu le pronostic vital du patient pendant et après l'intervention. Elle requiert un opérateur habitué à la chirurgie de résection du bassin et un environnement médicochirurgical adapté [68].

■ Technique chirurgicale de l'amputation transpelvienne avec lambeau musculocutané postérieur

Nous prenons comme description type celle d'une amputation transpelvienne partielle dont la coupe osseuse postérieure passe à travers l'aile iliaque. La voie d'abord décrite par Gordon-Taylor est la plus utilisée [22]. Il faut cependant savoir s'adapter à l'envahissement tumoral et aux cicatrices existantes [14, 68].

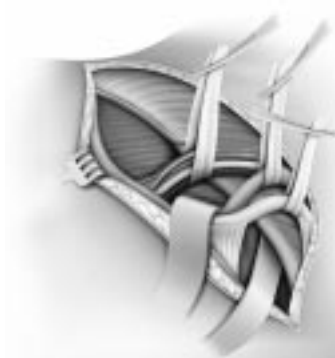
Installation

Elle se fait en décubitus latéral avec un appui dorsal et un appui sternal, afin de permettre la bascule du bassin en trois quarts ventral ou dorsal lors des différents temps opératoires. Un billot positionné au niveau de la charnière thoracolombaire procure une ouverture satisfaisante de l'angle iliolombaire facilitant ainsi la dissection (fig 41) [66]. Le champ opératoire inclut l'ensemble du membre inférieur, l'hémibassin, l'auvent costal et l'abdomen en débordant de 3 cm au-delà de la ligne médiane.



EMC

47 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau postérieur. Tracé des incisions. Vue latérale.



EMC

48 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau postérieur. Temps antérieur. Repérage et ligature des vaisseaux iliaques. L'iliopsoas, le nerf femoral et le cordon sont isolés.

Protocole opératoire

• Temps antérieur

Le bassin est basculé vers l'arrière en trois quart dorsal et l'opérateur se positionne en face du patient. L'abord est ilio-inguinal. L'incision débute à la partie postérieure de la crête iliaque, suit son bord supérieur avant de s'incurver au niveau de l'épine iliaque antérosupérieure, pour rejoindre le pubis en suivant l'arcade crurale (fig 47). Les muscles abdominaux sont désinsérés de la crête iliaque à l'aide du bistouri électrique. L'arcade crurale est libérée de l'épine iliaque antérosupérieure et réclinée médialement. Il convient alors de libérer la fosse iliaque à l'aide d'un tampon monté, le péritoine est refoulé en dedans avec l'uretère, le muscle iliaque est laissé inséré. Cette libération est prolongée en arrière jusqu'à l'articulation sacro-iliaque. Un champ est alors mis en place afin de diminuer le saignement. Le cordon spermatique est repéré et mis sur un lacs. La paroi postérieure du canal inguinal est ouverte et les vaisseaux iliaques sont à leur tour repérés et isolés sur un lacs. L'iliopsoas et le nerf femoral sont, eux aussi, isolés sur une lame de Delbet (fig 48). L'artère iliaque externe est ligaturée en premier puis, le membre ayant été surélevé, la veine est liée à son tour. Une double ligature est souhaitable. De façon non exceptionnelle, le bombement intrapelvien de la tumeur impose de repérer les vaisseaux iliaques primitifs au-dessus de la masse tumorale avant de les lier. Dans ce dernier cas, la vitalité du lambeau du gluteus maximus peut être compromise. Parfois, le contrôle des vaisseaux n'est pas possible d'emblée. Dans cette éventualité, les coupes osseuses sont réalisées en premier et, après ouverture de l'anneau pelvien, les vaisseaux sont contrôlés et ligaturés. Le nerf femoral est repéré et infiltré avant d'être coupé le plus haut possible. Il devient possible de sectionner le psoas au niveau du détroit supérieur. À l'aide du bistouri électrique et de la rugine, le pubis est libéré des insertions du rectus femoris et du piriformis en haut, des abducteurs en bas et du diaphragme pelvien en dedans. La vessie est ensuite refoulée à l'aide d'un tampon monté, puis un grand champ, éventuellement associé à des compresses hémostatiques, fait l'hémostase de l'espace de Retzius. Une rugine permet de passer sous la symphyse sans léser l'urètre (identifié aisément grâce à la sonde urinaire mise en place avant l'intervention). La symphyse est repérée à l'aide d'une aiguille intramusculaire (ce temps est parfois délicat). La coupe passe classiquement dans la symphyse. Elle est réalisée à l'aide d'un ciseau à frapper ou d'une scie de Gigli après protection des parties molles par deux écarteurs contre-coudés.



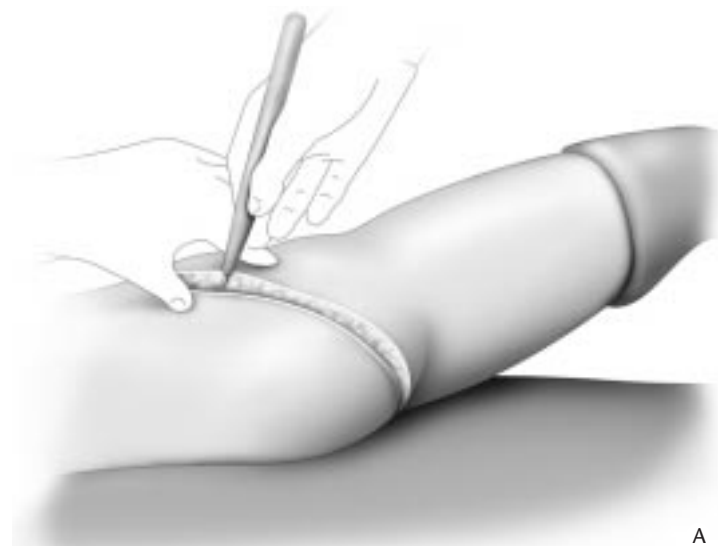
49 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau postérieur. Temps périnéal.

• Temps périnéal

Le membre est porté en abduction-flexion et l'incision antérieure s'incurve, devient périnéale en passant à la racine de la cuisse, un peu en dehors de la branche ischiopubienne, du pubis jusqu'à la tubérosité ischiatique. Les muscles ischiocaverneux et transverses du périnée sont désinsérés du versant interne de la branche ischiopubienne, ainsi que les ischiojambiers s'ils gênent l'exposition osseuse (fig 49). Ensuite, des champs marqués sont tassés dans les différents espaces de décollement, et le malade est alors basculé vers l'avant.

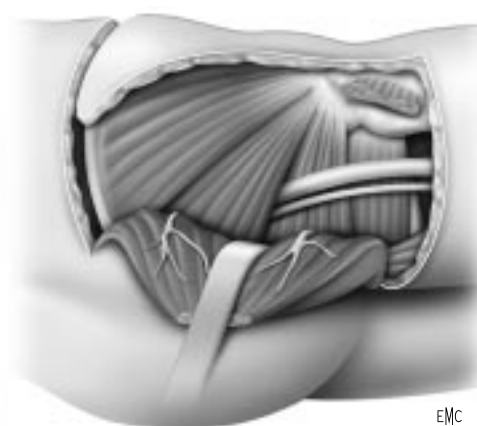
• Temps postérieur

L'incision repart de la tubérosité ischiatique et se porte en avant jusqu'au bord antérieur du fémur, puis remonte verticalement le long du bord antérieur du grand trochanter pour se recourber en arrière et rejoindre l'origine de l'incision antérieure (fig 47, 50A). Lors de ce temps, il faut libérer le lambeau cutanéomusculaire postérieur avec précaution, afin de ne pas léser le pédicule glutéal garant de la vitalité du lambeau musculaire postérieur du gluteus maximus. L'aponévrose fessière est incisée en haut, le long du bord supérieur du gluteus maximus, et celui-ci est libéré en haut de ses insertions iliaques à l'aide d'une rugine. Vers le bas, son tendon est sectionné près de la ligne âpre (fig 50B). Un gros fil repère est positionné sur le tendon afin de faciliter sa mobilisation. Ce grand lambeau myocutané est rabattu en arrière avec l'artère glutéale, ce qui impose la ligature de ses collatérales les plus antérieures. Si la conservation de l'artère glutéale n'est pas possible pour des raisons carcinologiques, le lambeau de gluteus maximus n'est pas utilisable pour la fermeture et il faut lui préférer un autre lambeau, décrit dans les variantes techniques. Les muscles pelvitrochantériens sont sectionnés à 1 cm de leur insertion fémorale et rabattus en arrière (fig 50C), ce qui permet d'exposer la grande échancrure sciatique et l'ischion. Le nerf ischiadique est repéré soit à son émergence à la grande échancrure sciatique, soit par voie endopelvienne juste après la naissance du tronc lombosacré. Le nerf est infiltré et coupé le plus haut possible. Le petit ligament sacrosciatique est sectionné près de l'épine iliaque postéro-inférieure et le grand ligament sacrosciatique près de son insertion ischiatique. Le ligament iliolombaire est lui aussi sectionné (fig 50D). La section osseuse postérieure dépend de l'envahissement iliaque s'il s'agit d'une tumeur. Elle peut se faire



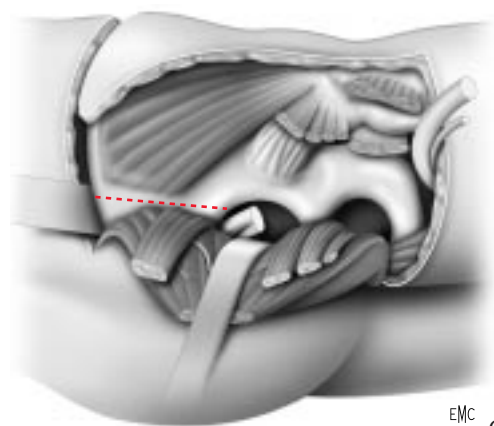
EMC

A



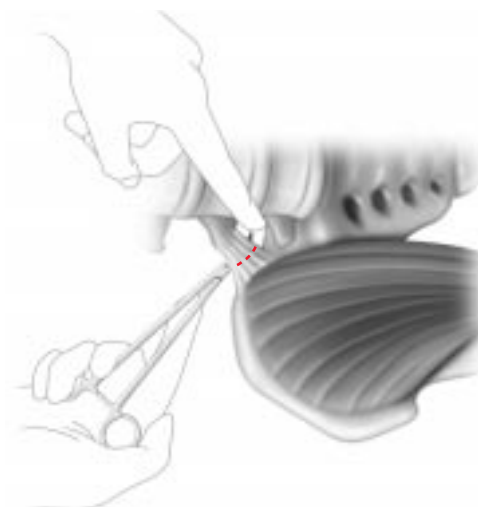
EMC

B



EMC

C



D

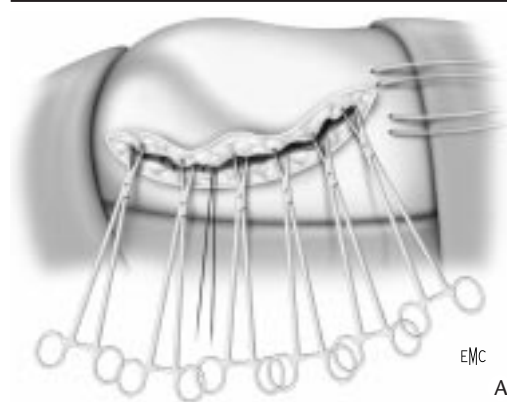
50 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau postérieur. Temps postérieur.

A. Tracé de l'incision cutanée.

B. Section du gluteus maximus.

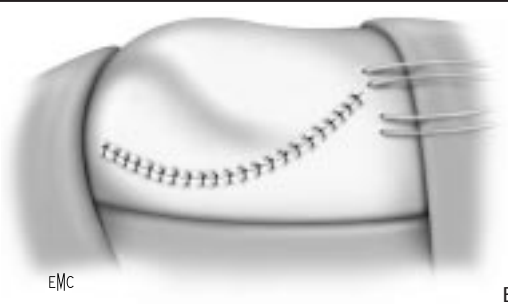
C. Section des pelvitrochantériens et du nerf ischiadique.

D. Section du ligament iliolombaire. Vue antérieure.



EMC

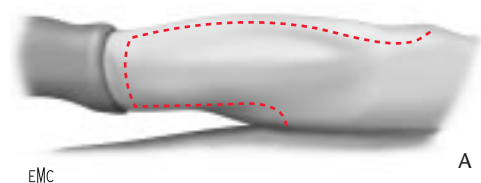
A



B

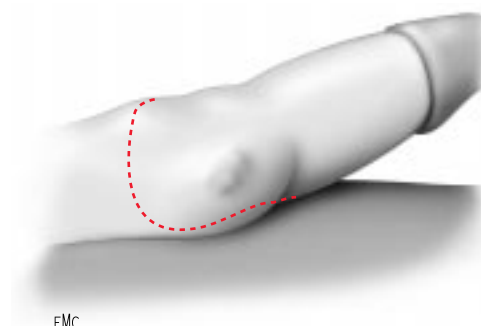
51 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau postérieur.

A. Fermeture musculoaponévrotique.
B. Fermeture cutanée.



EMC

A



EMC

B

52 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau antéromédial : tracé de l'incision.

A. Vue antérieure.
B. Vue postérieure.



EMC

53 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau antéromédial : temps postérieur et supérieur.

soit à l'aide d'une scie de Gigli, après avoir dégagé la grande échancrure sciatique en refoulant l'artère glutéale vers l'arrière, soit à l'aide de ciseaux à frapper ou d'une scie oscillante. L'ostéotomie est débutée sur le versant externe de l'aile, les parties molles endopelviennes sont protégées par des champs et des valves. Le membre est ensuite porté en dehors, l'exposition endopelvienne est alors plus large, les viscères pelviens sont refoulés en dedans, les branches externes des vaisseaux iliaques et l'artère obturatrice sont liées. La libération du périnée est complétée par un décollement du corps caverneux et du diaphragme urogénital qui est sectionné au bistouri électrique à 1 cm de son insertion sur la branche ischiopubienne.

La pièce est alors envoyée en anatomie pathologique ou à l'incinération.

• Fermeture

Après lavage abondant et vérification de l'hémostase, le lambeau de grand fessier est basculé et vient combler le defect pelvien. Ce lambeau est suturé en haut aux muscles larges de l'abdomen, en dedans à l'arcade crurale et aux fibres tendineuses du rectus abdominis, et en bas aux adducteurs sur un drainage aspiratif (fig 51).

Un bandage modérément compressif recouvre le pansement.

■ Variantes techniques en fonction du lambeau myocutané utilisé pour la fermeture

Amputation transpelvienne avec lambeau musculocutané antéromédial

L'envahissement tumoral, la présence de cicatrices ou une irradiation préalable imposent parfois de modifier la voie d'abord.

Par exemple, lorsque le muscle glutéus maximus est envahi ou contaminé par une biopsie, il n'est pas possible de conserver le

lambeau cutanéomusculaire postérieur habituel. Dans ce cas, il est envisageable de conserver un lambeau myocutané antéromédial du quadriceps femoris pédiculé sur l'artère fémorale superficielle comme l'ont décrit Mnaymneh^[47] et Sugarbaker^[68, 69].

• Installation

Elle est identique à la technique avec lambeau postérieur.

• Protocole opératoire

– Incision cutanée.

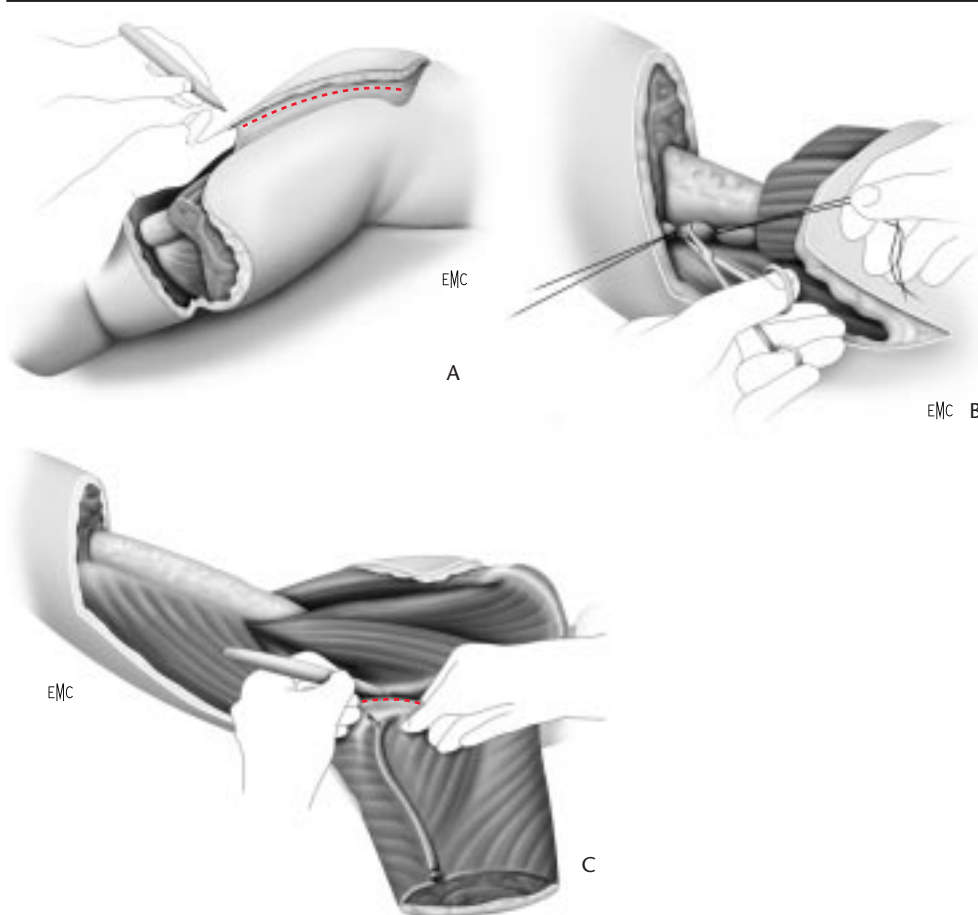
Elle débute au niveau de l'épine iliaque postérosupérieure, elle suit ensuite la crête iliaque jusqu'à l'épine iliaque antérosupérieure, puis descend au milieu à la face latérale de la cuisse jusqu'à l'union tiers moyen-tiers supérieur. Elle s'incurve ensuite horizontalement jusqu'à la partie moyenne de la face interne de la cuisse pour remonter ensuite jusqu'à la racine de la cuisse. À ce niveau, elle se dirige en dehors sous le pli fessier, puis elle monte verticalement en restant à 3 cm de la marge anale pour rejoindre l'épine iliaque postérosupérieure (fig 52).

– Temps postérieur.

L'incision postérieure permet de désinsérer le glutéus maximus du sacrum et du coccyx et de commencer la libération des releveurs dans la fosse ischiorectale. La crête iliaque est ensuite libérée de ses insertions musculaires jusqu'à l'épine iliaque antérosupérieure (fig 53).

– Temps antérieur.

L'incision externe permet de libérer le vaste latéral de ses insertions fémorales (fig 54A). La section distale du quadriceps femoris tient compte de la longueur nécessaire à la couverture postérieure. Les vaisseaux fémoraux superficiels, repérés au niveau du canal de Hunter, sont liés (fig 54B). Le quadriceps femoris avec le vaste médial sont relevés en emportant l'artère fémorale superficielle qui est plaquée à sa face profonde (fig 54C). Les collatérales sont liées avant de repérer le paquet fémoral profond qui est lié à son tour. Le

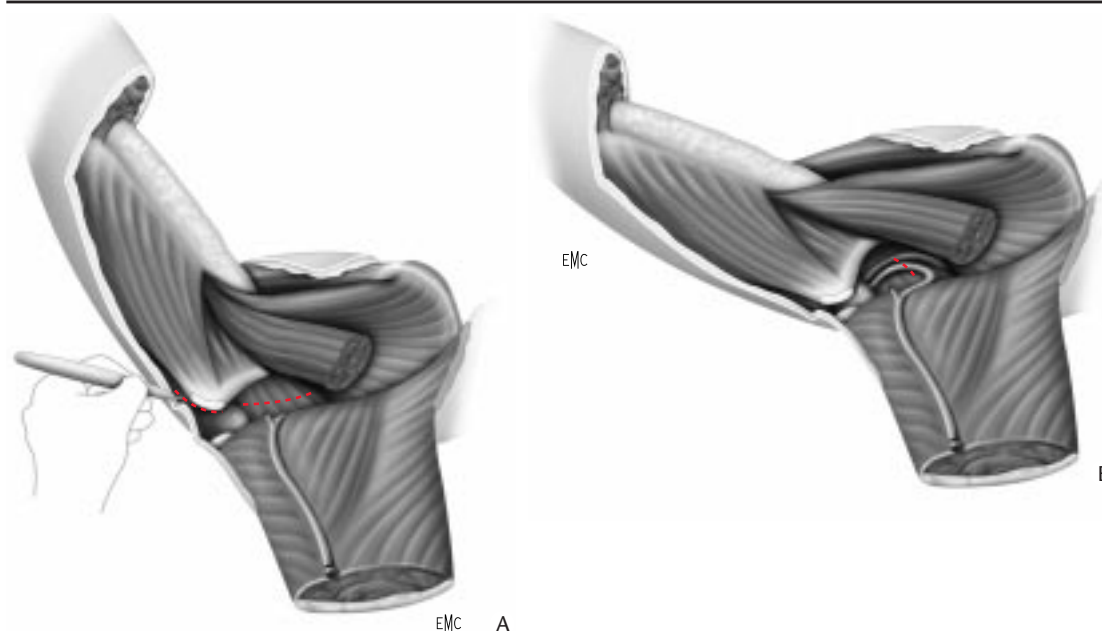


54 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau antéromédial : temps antérieur.

A. Libération du quadriceps femoris.

B. Ligature des vaisseaux fémoraux superficiels.

C. Relèvement du lambeau cutanéomusculaire.



55 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau antéromédial : temps endopelvien.

A. Libération puis section de la symphyse pubienne.

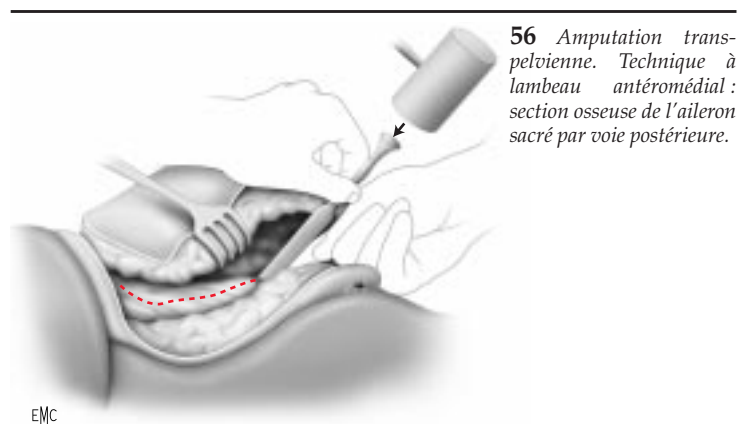
B. Ligature des vaisseaux iliaques internes.

tenseur du fascia lata, le sartorius et le rectus femoris sont sectionnés près de leurs insertions iliaques. Le lambeau est rabattu médialement afin d'exposer le pelvis. Le péritoine avec l'uretère sont refoulés médialement. La vessie et l'urètre sont repérés, refoulés et protégés afin d'ouvrir la symphyse pubienne au bistouri ou à la scie de Gigli (fig 55A). Les vaisseaux iliaques sont isolés, l'artère et la veine iliaque internes sont liées à leur origine. Les vaisseaux iliaques externes sont repérés et préservés (fig 55B). Le muscle psoas est sectionné au niveau du détroit supérieur en préservant le nerf fémoral. De ce fait, le lambeau conserve une sensibilité. Le tronc

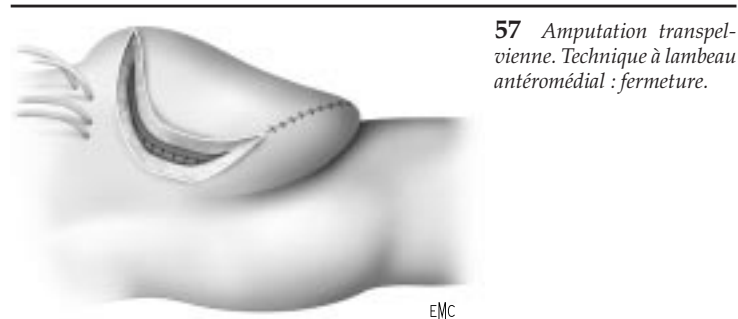
nerveux lombosacral est sectionné. Le membre est ensuite surélevé afin de terminer l'incision postéro-inférieure. Le diaphragme pelvien, les releveurs de l'anus et les piriformis sont sectionnés.

– *Coupes osseuses.*

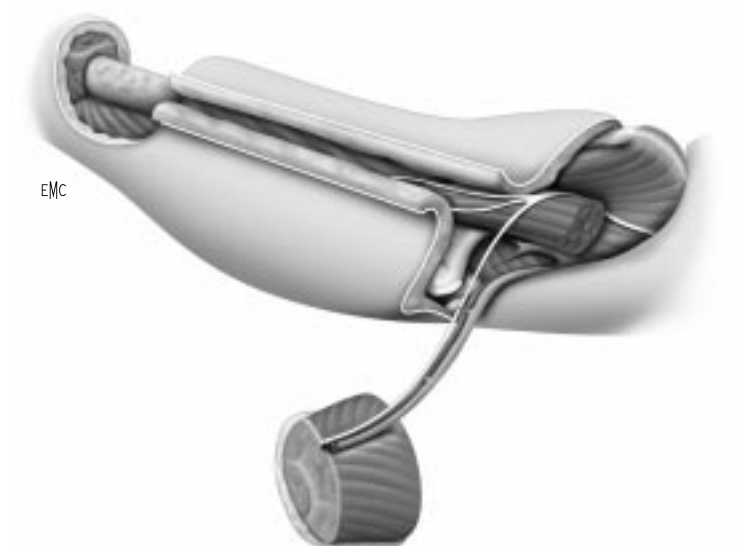
L'aileron sacré est sectionné d'arrière en avant en débutant à sa partie inférieure, en contrôlant en endopelvien à l'aide d'un doigt placé en avant du sacrum (fig 56). L'ostéotomie est complétée d'avant en arrière. Le ligament iliolumbaire est sectionné et la pièce se mobilise alors facilement.



56 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau antéromédial : section osseuse de l'aileron sacré par voie postérieure.



57 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau antéromédial : fermeture.



58 Amputation transpelvienne. Technique à lambeau de quadriceps femoris en « îlot ». Principe de l'intervention avec îlot musculaire pédiculé sur les vaisseaux fémoraux superficiels et le nerf saphène selon Sugarbaker et al.

– Fermeture.

Ce grand lambeau antérieur est positionné sans aucune difficulté sur le defect postérieur et suturé sur plusieurs drains aspiratifs (fig 57).

Amputation transpelvienne avec lambeau antérieur de quadriceps femoris pédiculé en « îlot »

Un lambeau musculocutané de quadriceps femoris distal en « îlot », pédiculé sur les vaisseaux fémoraux et le nerf saphène, peut aussi être utilisé pour combler le defect pelvien (fig 58) [70].

Amputation transpelvienne avec lambeau musculocutané libre

Lorsque aucun lambeau musculaire local ne peut être conservé, il est possible d'utiliser le membre amputé comme « membre banque » comme le propose Yamamoto [83] et de prélever un lambeau musculaire libre. Les muscles gastrocnemii du membre amputé peuvent ainsi être prélevés avec leur pédicule, et éventuellement

avec le péroné, afin de combler le defect musculaire. L'anastomose sur les vaisseaux iliaques ou sur une de ses collatérales est aisée.

■ Variantes techniques en fonction de l'importance de la résection osseuse

Désarticulation totale et désarticulation transsacrée

Elle se justifie lorsque l'aile iliaque et/ou le muscle gluteus maximus sont envahis. Les modifications n'intéressent que le temps postérieur. L'incision cutanée est la même, prolongée en arrière. Le lambeau postérieur n'est que fasciocutané. Il peut être remplacé par l'un des lambeaux atypiques décrits plus loin. La masse sacrolombaire est désinsérée de la partie postérieure de l'aile iliaque. Le sacrum, l'épine iliaque postérosupérieure et l'épine iliaque inférieure sont libérés de leurs insertions du ligament iliolumbaire et du gluteus maximus, qui sont réclinés en dehors. Les muscles pelvitrochantériens sont sectionnés comme précédemment. L'artère glutéale et le nerf ischiadique sont au mieux sectionnés par voie endopelvienne. Les ligaments sacroscliatiques sont désinsérés. L'articulation sacro-iliaque est repérée en arrière à l'aide d'un bistouri et en avant (elle est située juste en dehors du tronc lombosacré). Il est préférable de réaliser l'ostéotomie d'arrière en avant à l'aide d'un ciseau à os dont la progression se fait en ayant un parfait contrôle des vaisseaux et du tronc lombosacré en avant. Après section de la symphyse pubienne, l'hémibassin est ouvert. Cette manœuvre procure une exposition large qui permet de compléter la libération endopelvienne.

Si l'articulation sacro-iliaque ou l'aileron sacré sont envahis, il est possible de réaliser une coupe médiale passant au niveau des trous sacrés. Dans ce cas, une laminectomie du sacrum permet de repérer les racines et de les lier dans le canal sacré. Ensuite, des spatules sont glissées dans les trous sacrés d'arrière en avant et permettent de repérer le plan de coupe à la face antérieure du sacrum.

Désarticulations partielles

En fonction de l'envahissement tumoral, la désarticulation transpelvienne peut être plus partielle, notamment pour le versant iliaque ou pubien. La coupe osseuse interne peut passer dans la branche iliopubienne. La coupe iliaque peut être plus ou moins médiale.

APPAREILLAGE

La prothèse canadienne (fig 59A, B) [45], utilisée pour l'appareillage des patients après désarticulation de hanche ou amputation transpelvienne, est constituée :

- d'une *coque* qui permet, lors de la marche, la transmission du poids du corps pendant la phase d'appui, le guidage et la rétention de l'appareil ;
- d'une *ceinture* qui participe à la rétention et équilibre les contraintes en varus de l'appareil lors de la mise en charge pendant l'appui unipodal ;
- de la *hanche*, articulation métallique à axe simple, qui est située à la partie inférieure de la coque en avant ; cette disposition est indispensable pour permettre la stabilité en extension lors de la mise en charge et éviter toute surépaisseur dans la région ischiatique en position assise ;
- du *segment crural* composé d'un tube qui relie mécaniquement l'articulation de la hanche à celle du genou et d'un béquillon escamotable ; celui-ci sert de butée d'extension de hanche en position érigée et entraîne, en haut et en avant, la mousse d'habillage lors du passage en position assise ;
- du *genou* interposé entre la cuisse et la jambe, cette articulation n'offre pas de particularité et n'importe quel genou modulaire utilisé pour les prothèses fémorales peut convenir ; la présence ou non d'un verrou dépend de l'habileté du patient ;
- de la *cheville*, qui ne présente aucune caractéristique particulière ; tous les types de cheville commercialisés peuvent être utilisés ;



59 Désarticulation de hanche et amputations de voisinage, transfémorale très brève et transpelvienne. Appareillage. Prothèse canadienne.

A. Vue antérieure, avec revêtement esthétique et décoré.

B. Vue de profil.

– du *revêtement esthétique*, qui est modelé sur le membre inférieur opposé, à partir d'un bloc de mousse alvéolée ; il est recouvert d'un bas synthétique qui lui donne une bonne résistance mécanique.

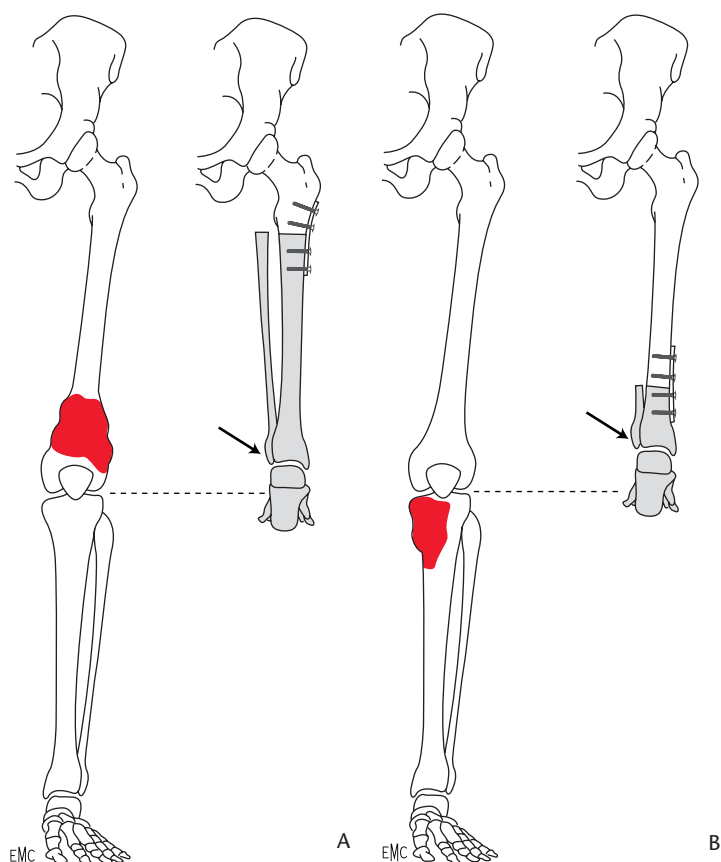
Les patients qui ont subi une désarticulation de hanche obtiennent un résultat fonctionnel qui permet aux plus jeunes d'exercer une profession avec peu de restrictions. Avec l'âge, cependant, le périmètre de marche diminue, la nécessité d'utiliser un genou à verrou, voire une canne, se fait sentir [30, 41, 76]. Après une amputation transpelvienne, les résultats dépendent des conditions anatomiques résiduelles. L'utilisation d'au moins un soutien est la règle. Le périmètre de marche est variable, le plus souvent compatible avec les activités de la vie courante. Lorsque les résections sont étendues, les possibilités d'appui dans l'appareil deviennent pratiquement nulles et les déplacements s'effectuent en « pendulaire » avec deux cannes-béquilles, la prothèse n'a alors qu'un rôle esthétique. Seule la reprise d'une activité professionnelle sédentaire est envisageable pour ces patients. Tout amputé porteur d'une prothèse canadienne doit, pour conduire un véhicule, faire réaliser des aménagements similaires à ceux nécessaires pour les amputés transfémoraux.

Retournement de membre

C'est une alternative thérapeutique entre l'amputation et le traitement conservateur pour les tumeurs malignes du membre inférieur de l'enfant et de l'adolescent.

INTRODUCTION

Le retournement a été imaginé en 1927 par Borggreve [5] pour remplacer par la cheville, un genou détruit par la tuberculose chez une patiente atteinte d'une grande inégalité de membre. Plus tard, cette technique a été utilisée par Van Nes [77] pour tenter d'améliorer la fonction de certaines hypoplasies congénitales du fémur. Ensuite, Kotz et Salzer ont utilisé cette technique pour le traitement des tumeurs osseuses malignes primitives du genou [33]. Actuellement, le retournement de membre est utilisé couramment soit de principe par certaines équipes, soit comme alternative à l'amputation quand un traitement conservateur avec reconstruction par prothèse ou par arthrodeuse ne paraît pas possible. Si le recours le plus fréquent à cette technique correspond à une localisation au genou (fig 60), d'autres montages sont réalisables selon le site concerné [16, 82]. Bien que cette intervention soit maintenant bien réglée, tant sur le plan



60 Retournement de membre. Montages pour une localisation autour du genou.
A. Fémorale inférieure.
B. Tibiale supérieure.

technique que sur le plan de l'appareillage, elle entraîne, malgré une excellente fonction, un préjudice esthétique parfois plus difficile à assumer qu'une autre amputation.

BILAN PRÉOPÉRATOIRE

Il comporte trois facettes, oncologique, technique et psychologique.

■ Bilan oncologique

Il fixe les limites de l'exérèse avec autant d'exactitude que pour une résection-conservation. Il vérifie l'intégrité du nerf ischiadique.

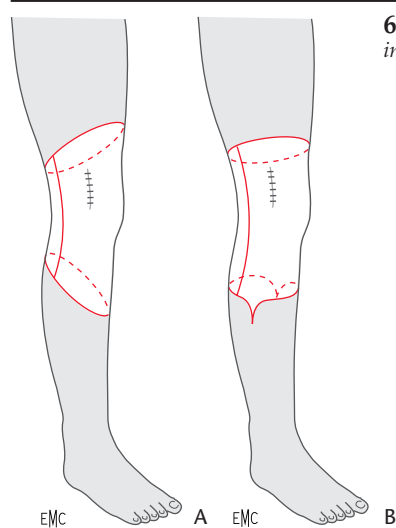
■ Bilan technique

Celui-ci apprécie l'état cutané, l'état vasculaire et le niveau à donner à l'articulation tibiotarsienne pour qu'elle soit symétrique du genou controlatéral soit d'emblée, soit secondairement s'il s'agit d'un sujet encore en croissance.

Cela nécessite de compléter les bilans clinique et artériographique par une radiographie-mensuration avec un âge osseux. Le réglage pour que les « genoux » se retrouvent au même niveau en fin de croissance est calculé, compte tenu du raccourcissement dû au retournement de membre et de la suppression des cartilages de croissance épiphysaire du genou réséqué.

■ Bilan psychologique

Quand un retournement de membre est décidé, le patient et ses proches sont rencontrés à plusieurs occasions, afin de les informer et d'obtenir un consentement sur le projet envisagé. Les raisons qui motivent cette indication, les avantages par rapport à une amputation et les problèmes esthétiques sont longuement évoqués. Le mieux est de fournir au malade une cassette vidéo résumant les différents temps thérapeutiques jusqu'à l'appareillage, et éventuellement de le mettre en contact avec d'anciens opérés.



61 Retournement de membre. Tracé des incisions.

A. Technique initiale (Kotz) avec deux valves obliques inversées.

B. Technique modifiée (Gebhart) avec une valve supérieure circulaire et une valve inférieure en « gueule de poisson ».

Dans les deux cas, la cicatrice de biopsie est incluse dans la pièce réséquée et l'incision longitudinale permet de respecter le nerf ischiadique.

INSTALLATION

L'intervention est réalisée le plus souvent pour une tumeur de l'extrémité inférieure du fémur ou de l'extrémité supérieure du tibia envahissant le genou, c'est la technique qui est évoquée.

Le patient est installé sur le dos, un contre-appui sur la crête iliaque controlatérale pour basculer la table et un gros coussin sous la fesse opérée pour exposer le trochanter et libérer les rotations de hanche. La jambe posée sur un coussin est dégagée du membre inférieur controlatéral pour faciliter un abord circulaire. La durée d'intervention, de l'ordre de 4 heures, nécessite la pose d'une sonde urinaire. On utilise, en début d'intervention, un garrot pneumatique stérile, gonflé sans bande d'Esmarch, comme dans toute chirurgie tumorale.

TRACÉ DES INCISIONS

Les incisions cutanées sont réalisées, afin qu'après retournement les deux valves musculocutanées soient congruentes. Classiquement, on utilise une incision cutanée circulaire oblique dont les pointes des ellipses sont rapprochées en arrière et éloignées en avant. Il faut que leur circonférence soit grossièrement identique afin d'éviter un difficile rattrapage lors de la suture cutanée (fig 61A) [33]. Récemment, Gebhart [21] a décrit une incision différente afin d'améliorer l'esthétique finale et la congruence. L'incision est circulaire en haut, ce qui réduit sa longueur au minimum. Vers le bas, elle est en forme de bivalve ou en « gueule de poisson », la hauteur des commissures est d'environ 3 cm (fig 61B). On passe ainsi sans tension d'un diamètre de mollet à un diamètre de cuisse. Dans tous les cas, le tracé des incisions inclut dans la pièce de résection la cicatrice de biopsie ou une éventuelle voie d'abord précédente. Les deux incisions, haute et basse, sont ensuite réunies par une voie postéroexterne ou -interne afin de permettre la libération du nerf ischiadique.

PROTOCOLE OPÉRATOIRE

■ Sections musculaires

Les muscles sont sectionnés à l'aplomb des incisions cutanées. On commence en proximal en isolant les deux loges, antérieure et postérieure. Cela conduit au canal de Hunter, où les vaisseaux fémoraux sont repérés et disséqués sur environ 5 cm. En arrière, le nerf ischiadique est localisé en vue de sa dissection ultérieure. Enfin, le fémur est ruginé à l'aplomb de la zone de section décidée selon les impératifs carcinologiques et les éléments du bilan préopératoire. La section des muscles distaux se fait généralement au niveau du tiers supérieur du tibia, selon le même principe. Il faut à ce niveau préserver la vascularisation et l'innervation des muscles antérieurs et postérieurs et rester extra-articulaire par rapport au genou. Les

nerfs sciatiques poplités interne et externe sont repérés. Les vaisseaux sont à nouveau libérés sur 5 cm. On termine en ruginant le tibia et éventuellement le péroné, si on décide de réaliser une section du tibia sous l'articulation péronéotibiale supérieure.

■ Coupes osseuses

Une fois l'os exposé en proximal et en distal, une broche est positionnée dans le grand trochanter, puis dans la métaphyse inférieure du tibia, en s'attachant à ce qu'elles soient diamétralement opposées, ce qui constitue un repère de rotation. L'os est sectionné à la scie oscillante selon un plan strictement perpendiculaire aux axes diaphysaires respectifs, pour faciliter l'affrontement osseux lors de la reconstruction. Cela permet de libérer la pièce de ses contraintes en rotation et facilite l'exposition postérieure pour réaliser l'incision cutanée qui libère le nerf ischiadique. La continuité du membre inférieur n'est à ce moment assurée que par le pédicule vasculaire et le nerf ischiadique, ce qui nécessite une certaine prudence.

■ Libération du nerf ischiadique

Une incision cutanée généralement postérieure et plutôt externe rejoint les berges des incisions supérieure et inférieure. Le nerf est disséqué de bas en haut en respectant au maximum sa vascularisation. La dissection est conduite à distance du nerf, en périphérie de la graisse qui l'entoure et en évitant si possible de s'approcher de sa gaine. Les pédicules le reliant aux ischiojambiers sont ligaturés, toute coagulation est proscrite.

■ Section des vaisseaux

Dès que le nerf ischiadique est libéré, on peut sectionner les vaisseaux. Différents auteurs [18, 23, 73] montrent que la résection anastomose est préférable au respect de la continuité vasculaire. En effet, d'une part la dissection conduite souvent au ras d'une tumeur volumineuse accroît le risque oncologique, d'autre part la conservation du paquet vasculaire devenu trop long expose au risque de « volvulus » postopératoire et de thrombose veineuse, mais aussi artérielle. La section des vaisseaux est effectuée en dernier pour réduire au maximum la durée d'ischémie liée à la reconstruction puis à l'anastomose. Elle est précédée d'une héparinisation locale, l'hémostase étant simplement réalisée par la mise en place de clamps vasculaires.

■ Rotation du fragment inférieur et ostéosynthèse

La rotation du fragment inférieur se fait en tournant le pied vers le dehors, puis vers l'arrière. Ainsi, la broche tibiale métaphysaire interne se place successivement en avant puis en dehors, parallèlement à la broche trochantérienne. Ce sens de rotation est rendu obligatoire, afin que le nerf ischiadique contourne le fémur en dedans, ce qui libère ses faces antérieure et externe, afin de l'affronter ensuite, une fois le raccourcissement effectué, à la coupe tibiale. Cette situation du nerf permet d'effectuer sans difficulté la synthèse osseuse, évite en cas de reprise de la synthèse de le trouver lors de l'abord, empêche de l'exposer à d'éventuelles contraintes externes liées à l'appareillage. L'ostéosynthèse est réalisée par une plaque vissée. La diaphyse fémorale pénètre dans l'épiphyse tibiale en cas de section au niveau du tibia supérieur. Une certaine régularisation de la tubérosité interne du tibia est nécessaire pour obtenir une continuité appropriée entre la face externe du fémur et la corticale interne du tibia, et éviter des difficultés lors de l'application de la plaque. Une qualité osseuse satisfaisante permet une plaque à six ou sept trous (fig 62D). Une qualité médiocre fait discuter un enclouage verrouillé (fig 63B), à condition que les cartilages de croissance soient fermés au niveau de l'extrémité supérieure de fémur, afin d'éviter une déformation en coxa valga.

■ Réparation vasculaire

Elle intervient après l'ostéosynthèse pour travailler sur un membre stable et éviter, lors des manipulations, une traction excessive sur



62 Retournement de membre. Enfant de 8 ans. Sarcome ostéogène de l'extrémité inférieure du fémur. L'âge, la mauvaise réponse à la chimiothérapie néoadjuvante, une marge d'exérèse probablement limitée au niveau des vaisseaux font préférer un retournement de membre.

A. Radiographies initiales.

B. Radiographie-mesuration avec prévision d'inégalité en fonction des possibilités de croissance des différents cartilages de conjugaison restants.

C. Aspect à 1 mois postopératoire. Le pied a déjà dégonflé, il est parfaitement fonctionnel et la congruence de la jonction cuisse-mollet est satisfaisante.

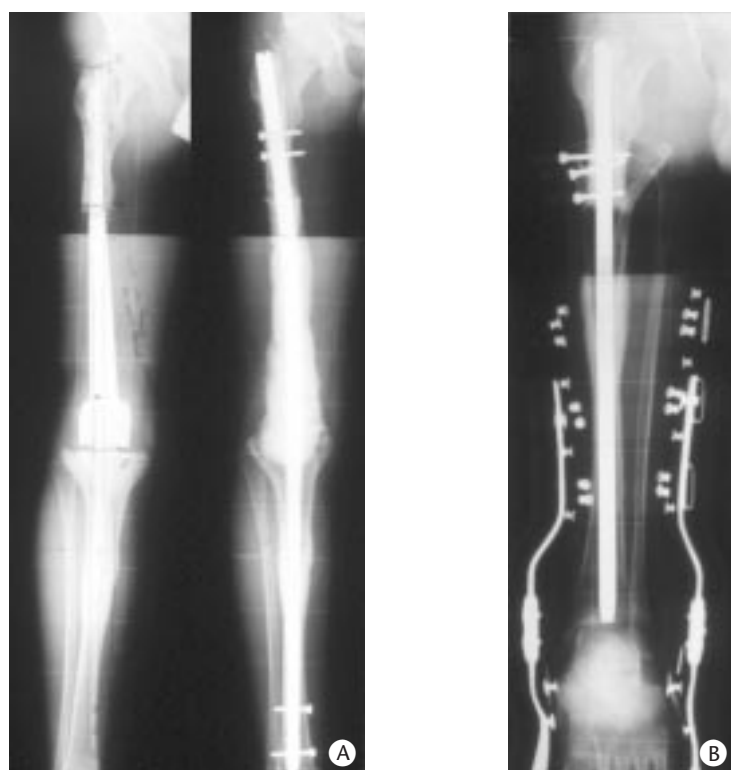
D. Radiographie mensuration à 1 an postopératoire. Allongement obligatoire pour avoir les deux « genoux » au même niveau en fin de croissance. Rémission complète à 12 ans de recul.

l'anastomose. Elle ne pose aucun problème puisque réalisée en général sur des vaisseaux parfaitement sains. La différence de diamètre entre les vaisseaux fémoraux et les vaisseaux poplités est rattrapée par une section oblique. Il faut conserver une longueur de vaisseaux adaptée réalisant un bon équilibre entre une suture sans tension et sans longueur excessive. La réalisation de ce temps est facilitée par la présence d'un chirurgien vasculaire qui maîtrise parfaitement ce type de problème. Le nerf ischiadique est lové à la face postérieure du fémur, correctement « rangé », sans coude excessif.

■ Suture des lambeaux musculaires et cutanés

En principe, à ce stade de l'intervention, existe un excès de tissu obligeant à réaliser des recoups des valves musculaires antérieure

et postérieure. Celles-ci sont ajustées à la longueur du squelette. Les décollements cutanés sont évités. Le quadriceps restant est suturé aux jumeaux, pour maintenir le pied en position neutre, voire en très léger équin. Les ischiojambiers sont suturés au jambier antérieur et aux péroniers. Ces sutures musculaires renforcent la synergie de fonctionnement entre la cuisse et le « genou », après rééducation. Cependant, en cas de section de cuisse très haute, la seule action des muscles de la jambe suffit à mobiliser le pied retourné de façon satisfaisante. La peau est fermée à points séparés avec un fil de gros diamètre pour éviter tout effet de cisaillement lors de l'œdème postopératoire et en rattrapant les éventuelles inégalités cutanées restantes. La position du nerf ischiadique, la situation de l'anastomose vasculaire par rapport à la synthèse et à la suture cutanée sont précisées dans le compte-rendu opératoire. Ces



63 Retournement de membre. Homme de 25 ans. Sarcome ostéogène fracturé de l'extrémité inférieure du fémur reconstruit par prothèse massive à l'âge de 13 ans.
A. Descellement septique, avec importante perte de substance fémorale (à gauche). Juvara au ciment-antibiotiques (à droite).
B. Conscient des problèmes de reconstruction, des risques liés à une réimplantation ou de l'inconfort d'une arthrodèse, le patient choisit un retournement de membre. Radiographie à 1 an de recul avec appareillage.

renseignements seront très utiles en cas de réintervention, en particulier pour pseudarthrose.

PHASE POSTOPÉRATOIRE

Le membre est installé en légère flexion, un coussin sous la cuisse, afin que la pointe du pied soit dans le vide. La partie inférieure du lit est surélevée pour favoriser le drainage. L'œdème est habituel, il est combattu par la mise en place d'une bande de crêpe et la prescription éventuelle d'anti-inflammatoires, il régresse en 2 à 3 semaines, ce qui permet de débiter l'appareillage.

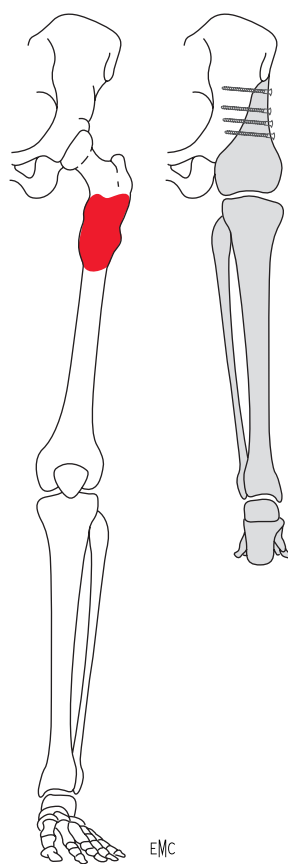
FORMES PARTICULIÈRES

■ Retournements à double étage

Ils ont été décrits par Winkelman^[82] pour des lésions atteignant le fémur et/ou la coxofémorale, comme alternative au remplacement prothétique du fémur, mais surtout à la désarticulation de hanche. Dans ces conditions, la cheville retournée devient un « genou » et le genou une « hanche » (fig 64). Le résultat fonctionnel reste satisfaisant, avec une limitation des amplitudes évidente de la nouvelle hanche. Le bilan global paraît positif par rapport aux désagréments occasionnés par une désarticulation de hanche.

■ Retournement dans les reprises pour échec de prothèse massive

Le traitement conservateur avec arthroplastie massive chez l'enfant et l'adolescent atteint maintenant un recul de presque 20 ans. Force



64 Retournement à double étage. Extrémité supérieure du fémur sans atteinte de la hanche. La métaphyse fémorale est vissée au cotyle, le genou devient une « hanche » et le pied un « genou ».

est de constater que les survivants sont des arthrodèses selon Juvara ou des amputés en sursis. La raréfaction du stock osseux et les complications infectieuses après chirurgie itérative obligent malheureusement le chirurgien à proposer à ces patients une solution « définitive ».

L'amputation est une des possibilités. Elle est toujours très mal acceptée. Les patients, considérés comme guéris ne peuvent se résoudre aisément à entériner une décision aussi radicale, alors qu'ils ont lutté de nombreuses années pour la conservation de leur membre.

L'arthrodèse selon Juvara est envisageable, mais de réalisation technique souvent difficile. Le membre est préservé mais la fonction est celle d'une arthrodèse de genou.

Le Juvara avec reconstruction par ciment comblant la perte de substance est fréquemment un temps intermédiaire après l'ablation de la prothèse en milieu septique (fig 63A). Il permet, en plus de l'assèchement du foyer, de se donner un temps de réflexion avec le patient et sa famille. La possibilité d'un retournement de pied est évoquée et les avantages fonctionnels et les désagréments esthétiques de cette méthode par rapport à une arthrodèse massive sont discutés.

CONCLUSION

Le retournement de membre s'avère être une alternative thérapeutique intéressante dans le traitement des tumeurs malignes du membre inférieur et dans les échecs des reconstructions massives.

L'intervention est bien réglée et permet une exérèse carcinologique satisfaisante avec un résultat souvent définitif, au prix d'un aspect esthétique discutable. Le bilan fonctionnel est à comparer à celui obtenu par une amputation transfémorale haute ou une désarticulation de hanche.

Références

- [1] Alter AH, Moshein J, Elconin KB, Cohen MJ. Below-knee amputation using the sagittal technique: a comparison with the coronal technique. *Clin Orthop* 1978 ; 131 : 195-201
- [2] Batchelor JS, Moss AL. The relationship between fasciocutaneous perforators and their fascial branches: an anatomical study in human cadaver lower legs. *Plast Reconstr Surg* 1985 ; 38 : 197-207
- [3] Baumgartner RF. Knee disarticulation versus above-knee amputation. *Prosthet Orthot Int* 1979 ; 3 : 15-19
- [4] Bombart M. Amputations et désarticulations. In : Nouveau traité de technique chirurgicale. Membres et ceintures. Membre inférieur. Paris : Masson, 1976 : 733-747
- [5] Borggreve J. Kniegelenkerzatz durch das in der beinlängsachsen 180° gedrehte fussgelenk. *Arch Orthop Unfallchir* 1930 ; 28 : 175-178
- [6] Bowker JH, San Giovanni TP, Pinzur MS. An improved technique for knee disarticulation utilizing a posterior myofasciocutaneous flap. In : ISPO. World conference of the international society for prosthetics and orthotics, Amsterdam, 1998 : 373
- [7] Boyd HB. Anatomic disarticulation of the hip. *Surg Gynecol Obstet* 1947 ; 84 : 346
- [8] Brunel P, Heuls-Bernin B. Classification des genoux prothétiques. Intérêt en pratique courante. In : Codine P, Brun V, André JM éd. Amputation du membre inférieur. Appareillage et rééducation. Paris : Masson, 1996 : 211-221
- [9] Burgess EM. The below knee amputation. *Inter-Clin Inf Bull* (n° 4) 1969 ; 7
- [10] Burgess EM, Romano RL, Zettl JH. The management of lower-extremity amputations. *US Veteran Administr* 1969 ; 11TR : 10-16
- [11] Burgess EM, Romano RL, Zettl JH. The management of lower-extremity amputations. Surgery. Immediate post-surgical prosthetic fitting. Patient care. First edition 1969. Revised edition 1996 for the world wide web. Washington : Prosthetic and sensory aids service. Department of veterans affairs, 1996, <http://weber.u.washington.edu>
- [12] Camilleri A. L'arthrodèse tibio-calcanéenne avec astragalectomie (ATCA) dans les écrasements du pied. Justification. Protocole opératoire. Indications. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Sauvetage des membres en traumatologie. Paris : Expansion Scientifique Publications, 2000 (à paraître)
- [13] Camilleri A, Larivière JY. Conduite à tenir en présence d'une amputation de Chopart traumatique. Arthrodèse tibio-calcanéenne avec astragalectomie (ATCA). Technique et résultats. In : Codine P, Brun V, André JM éd. Amputation du membre inférieur. Appareillage et rééducation. Paris : Masson, 1996 : 32-37
- [14] Carter RS, Eastwood DM, Grimer RJ, Sneath RS. Hindquarter amputation for tumors of the musculoskeletal system. *J Bone Joint Surg Br* 1990 ; 72 : 490-493
- [15] Choudhury SN, Kitaoka HB. Amputations of the foot and ankle: review of techniques and results. *Orthopedics* 1997 ; 20 : 446-457
- [16] Chow YN. Rotation-plasty for osteosarcoma at the ilium. A case report. In : ISOLS. Complications of limb salvage, 1991 : 613-616
- [17] Christie J, Clowes CB, Lamb DW. Amputations through the middle part of the foot. *J Bone Joint Surg Br* 1980 ; 62 : 473-474
- [18] De Bari A, Krajchich JL, Langer F, Hamilton E, Hubbard S. Modified Van Nes rotation plasty for osteosarcoma of the proximal tibia in children. *J Bone Joint Surg Br* 1990 ; 72 : 1065-1069
- [19] Duerksen F, Rogalsky RJ, Cochrane IW. Knee disarticulation with intercondylar patellofemoral arthrodesis. An improved technique. *Clin Orthop* 1990 ; 256 : 50-57
- [20] Early JS. Transmetatarsal and midfoot amputations. *Clin Orthop* 1999 ; 361 : 85-90
- [21] Gebhart MJ, McCormack RR, Healey JH, Otis JC, Lane JM. Modification of the skin incision for the Van Nes limb rotation-plasty. *Clin Orthop* 1987 ; 216 : 179-182
- [22] Gordon-Taylor G, Wiles P. Interinnomino-abdominal (hind-quarter) amputation. *Br J Surg* 1935 ; 22 : 671-681
- [23] Gottsauner-Wolf F, Kotz R, Knahr K, Kristen H, Ritschl P, Salzer M. Rotation-plasty for limb salvage in the treatment of malignant tumors at the knee. A follow-up study of seventy patients. *J Bone Joint Surg Am* 1991 ; 73 : 1365-1375
- [24] Gottschalk F. Transfemoral amputation. In : Bowker JH, Michael JW eds. Atlas of limb prosthetics: surgical, prosthetic and rehabilitation principles. St Louis : CV Mosby, 1992 : 501-507
- [25] Gottschalk F. Transfemoral amputation. Biomechanics and surgery. *Clin Orthop* 1999 ; 361 : 15-22
- [26] Gray DW, Ng RL. Anatomical aspects of the blood supply to the skin of the posterior calf : technique of below-knee amputation. *Br J Surg* 1990 ; 77 : 662-664
- [27] Gritti R. Dell'amputazione del femore al terzo inferiore della disarticolazione del ginocchio. Valore relativo di cadauna, coll'inticazione di un nuovo metodo denominato amputazione del femore ai condili con lembo patellare. Milan : Annali universali di medicina, 1858
- [28] Humzah MD, Gilbert PM. Fasciocutaneous blood supply in below-knee amputation. *J Bone Joint Surg Br* 1997 ; 79 : 441-443
- [29] Kendrick RR. Below-knee amputation in arteriosclerotic gangrene. *Br J Surg* 1956 ; 44 : 13-17
- [30] Kirsch JM. La désarticulation de hanche. [thèse], Faculté de médecine Cochin-Port Royal, Paris, 1980
- [31] Kjolbye J. The surgery of the through-knee amputation. In : Murdoch G ed. Prosthetic and orthotic practice. London : Edward Arnold, 1970 : 255-257
- [32] Klaes W, Eigler F. Eine neue technik der trans-geniculaen amputation. *Chirurg* 1985 ; 56 : 735-740
- [33] Kotz R, Salzer M. Rotation-plasty for childhood osteosarcoma of the distal part of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 1982 ; 64 : 959-969
- [34] Lacroix B, Aveugle C, Fouquet B, Eyssette M. Les différents genoux prothétiques. Indications, résultats sur la qualité de la marche et la dépense énergétique. In : Codine P, Brun V, André JM éd. Amputation du membre inférieur. Appareillage et rééducation. Paris : Masson, 1996 : 222-230
- [35] Lange TA, Nasca RJ. Traumatic partial foot amputation. *Clin Orthop* 1984 ; 185 : 137-141
- [36] Larson U, Andersson GB. Partial amputation of the foot for diabetic or arterio sclerotic gangren. Results and factors of prognostic value. *J Bone Joint Surg Br* 1988 ; 70 : 251-254
- [37] Loder RT, Herring JA. Disarticulation of the knee in children. A functional assessment. *J Bone Joint Surg Am* 1987 ; 69 : 1155-1160
- [38] Mann RA, Poppen NK, O'Konski M. Amputation of the great toe. A clinical and biomechanical study. *Clin Orthop* 1988 ; 226 : 192-205
- [39] Maurer P. Amputations et désarticulations du membre inférieur. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-traumatologie, 44-100, 1978
- [40] Meir T. Faut-il encore faire des ostéomyoplasties dans les amputations de jambe en 1985 ? [thèse], Faculté de médecine de Créteil, Paris-Val de Marne, 1985
- [41] Ménager D. La prothèse canadienne. À propos de 131 cas traités au CRA à Valenton. [mémoire], Université René Descartes, Paris, 1983
- [42] Ménager D. Les amputations du membre inférieur et leur appareillage. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 45. Paris : Expansion scientifique française, 1993 : 177-196
- [43] Ménager D, Chiesa G. Amputations partielles du pied. In : Codine P, Brun V, André JM éd. Amputation du membre inférieur. Appareillage et rééducation. Paris : Masson, 1996 : 243-253
- [44] Ménager D, Chiesa G, Ha Van G, Lefèvre B, Camilleri A. Conduite à tenir devant une amputation de Chopart traumatique. *Méd Chir Pied* 1988 ; 4 : 35-39
- [45] Ménager D, Chiesa G, Lerner JM. La prothèse canadienne. In : Codine P, Brun V, André JM éd. Amputation du membre inférieur. Appareillage et rééducation. Paris : Masson, 1996 : 163-172
- [46] Millstein SG, McCowan SA, Hunter GA. Traumatic partial foot amputations in adults. A long-term review. *J Bone Joint Surg Br* 1988 ; 70 : 251-254
- [47] Mnaymneh W, Temple W. Modified hemipelvectomy utilizing a long vascular myocutaneous thigh flap. *J Bone Joint Surg Am* 1980 ; 62 : 1013-1015
- [48] Murdoch G. Levels of amputation and limiting factors. *Ann R Coll Surg Eng* 1967 ; 40 : 204-216
- [49] Murdoch G. Myoplastic techniques. *Bull Pros Res* 1968 ; 4 : 9-10
- [50] Murdoch G. Syme's amputation. *J R Coll Surg Edinburgh* 1976 ; 21 : 15-30
- [51] Persson BM. Sagittal incision for below-knee amputation in ischemic gangrene. *J Bone Joint Surg Br* 1974 ; 56 : 110-114
- [52] Pinzur M, Kaminsky M, Sage R, Cronin R, Osterman H. Amputations at the middle level of the foot. A retrospective and prospective review. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 1061-1064
- [53] Pinzur MS. Restoration of walking ability with Syme's ankle disarticulation. *Clin Orthop* 1999 ; 361 : 71-75
- [54] Pinzur MS, Bowker JH. Knee disarticulation. *Clin Orthop* 1999 ; 361 : 23-28
- [55] Pirogoff NI. Resection of bones and joints and amputations and disarticulations of joints. *Clin Orthop* 1991 ; 266 : 3-11
- [56] Poppen NK, Mann RA, O'Konski M, Buncke HJ. Amputation of the great toe. *Foot Ankle* 1981 ; 1 : 333-337
- [57] Pouyanne L, Honton JL. Amputation de Chopart, complétée par arthrodèse tibio-tarsienne. *Bordeaux Chir* 1959 ; 2 : 141-144
- [58] Pulla RJ, Kaminsky KM. Toe amputations and ray resections. Amputations of the lower extremity. *Clin Podiatr Med Surg* 1997 ; 14 : 691-739
- [59] Radcliffe CW. Functional considerations in the fitting of above-knee prostheses. *Artif Limbs* 1955 ; 2 : 35-60
- [60] Robinson KP, Hoile R, Coddington T. Skew flap myoplastic below-knee amputation: a preliminary report. *Br J Surg* 1982 ; 69 : 554-557
- [61] Sabolich J. Contoured adducted trochanteric - controlled alignment method (cat-cam): Introduction and basic principles. *Clin Prosthet Orthot* 1985 ; 9 : 15-26
- [62] Sanders LJ. Transmetatarsal and midfoot amputations. Amputations of the lower extremity. *Clin Podiatr Med Surg* 1997 ; 14 : 741-761
- [63] Schuch CM, Pritham CH. Current transfemoral sockets. *Clin Orthop* 1999 ; 361 : 48-54
- [64] Sizer JS, Wheelock FC Jr. Digital amputations in diabetic patients. *Surgery* 1972 ; 72 : 980-989
- [65] Smith DG, Ferguson JR. Transtibial amputations. *Clin Orthop* 1999 ; 361 : 108-115
- [66] Sugarbaker PH, Chretien PB. Hemipelvectomy in the lateral position. *Surgery* 1981 ; 90 : 900-909
- [67] Sugarbaker PH, Chretien PB. Hemipelvectomy for buttock tumors utilizing an anterior myocutaneous flap of quadriceps femoris muscle. *Ann Surg* 1983 ; 197 : 106-115
- [68] Sugarbaker PH, Chretien PB. Anterior flap hemipelvectomy. In : Sugarbaker PH, Malawar MM eds. Musculoskeletal surgery for cancer. Principles and techniques. New York : Thieme Medical Publishers, 1992 : 138-149
- [69] Sugarbaker PH, Chretien PB. Hip disarticulation. In : Sugarbaker PH, Malawar MM eds. Musculoskeletal surgery for cancer. Principles and techniques. New York : Thieme Medical Publishers, 1992
- [70] Sugarbaker PH, Karakousis CP, Malawar MM. Summary of alternative approaches to hemipelvectomy. In : Sugarbaker PH, Malawar MM eds. Musculoskeletal surgery for cancer. Principles and techniques. New York : Thieme Medical Publishers, 1992 : 184-196
- [71] Syme J. Amputation of the ankle joint. *Clin Orthop* 1964 ; 37 : 8-10
- [72] Syme J. The classic. Surgical cases and observations: amputation at the ankle-joint. *Clin Orthop* 1990 ; 256 : 3-6
- [73] Taminiau HM, Arndt JW, Van Bockel JH, Steenhoff RM, Pauwels J. Evaluation of the lymph flow with lymphoscintigraphy after rotation-plasty for the treatment of bone tumors. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 102-105
- [74] Tomeno B, Anract P, Ouaknine M. Psychological management, prevention and treatment of phantom pain in amputations for tumors. *Int Orthop* 1998 ; 22 : 205-208
- [75] Tomsa W. Beitrage zur anatomie und physiologie dre menschlichen haut. *Arch Dermatol Syphilis* (n° 1) 1873 ; 5 :
- [76] Trezain B. Les désarticulés de hanche. À propos de 53 cas. [thèse], Faculté de médecine A et B, Nancy, 1976
- [77] Van Nes CP. Rotation-plasty for congenital defects of the femur making use of the ankle of the shortened limb to control the knee joint of a prosthesis. *J Bone Joint Surg Br* 1950 ; 32 : 12-16
- [78] Vaucher J, Blanc Y. La désarticulation du genou. Technique opératoire - Appareillage. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 395-406
- [79] Vichard P, Paquin JM, Bertin D. L'amputation de Gritti doit-elle désormais remplacer l'amputation au 1/3 inférieur de cuisse ? *Chirurgie* 1981 ; 107 : 285-291
- [80] Wagner FW Jr. Management of the diabetic neurotrophic foot. Part II. A classification and treatment program for diabetic, neuropathic, and dysvascular foot problems. In : AAOS Instructional course lectures. St Louis : CV Mosby, 1979 : 143-165
- [81] Wagner FW Jr. Partial foot amputations. In : AAOS. Atlas of limb prosthetics: surgical and prosthetic principles. St Louis : CV Mosby, 1981 : 315-325
- [82] Winkelmann W. Hip rotation plasty for malignant tumors of the proximal part of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 362-369
- [83] Yamamoto Y, Minakawa H, Takeda N. Pelvic reconstruction with a free fillet lower leg flap. *Plast Reconstr Surg* 1997 ; 99 : 1439-1441

Amputations et désarticulations des membres

E Masmejean
M Ouaknine
P Valenti
A Camilleri
G Chiesa

Membre supérieur

Résumé. – Les amputations ou désarticulations au membre supérieur sont principalement le fait de la traumatologie. Membre de la préhension, de la relation aux choses et à autrui, enfin de l'expression, sa mutilation est lourde de conséquences, tant fonctionnelles que psychiques, quand on connaît la symbolique puissante qui y est attachée. Sa fonction esthétique est essentielle.

Confronté à l'atteinte d'une partie plus ou moins importante du membre supérieur, le chirurgien va tenter de conserver ou de rétablir une forme de préhension. Il essaye également de respecter, autant que faire se peut, l'aspect esthétique.

Les différents sites lésionnels sont étudiés de distal en proximal. La main, « organe noble » par excellence, est traitée en détail. L'atteinte de chaque doigt est envisagée, selon le niveau lésionnel, pour ses conséquences ainsi que pour les possibilités de reconstruction éventuellement permises.

L'appareillage est évoqué pour chaque niveau. Sa fonctionnalité est en retrait sur ce que l'on est en mesure d'attendre. La prothèse du membre supérieur, même de type myoélectrique, ne permet qu'une préhension rudimentaire, insensible, qui en fait un outil d'appoint destiné à venir en aide à la main saine.

Les désarticulations à la racine du membre supérieur sont en règle liées à une pathologie tumorale. L'acte chirurgical est conséquent et les séquelles importantes. La technique et les possibilités d'appareillage sont décrites.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : amputation, désarticulation, moignon, technique chirurgicale, pathologie traumatique, pathologie tumorale, appareillage, membre supérieur, épaule, bras, coude, avant-bras, poignet, main, doigt long, pouce.

Introduction

La raison la plus commune d'amputation chirurgicale au membre supérieur est la lésion traumatique avec impossibilité de conservation du segment de membre. Plus rarement, les indications sont tumorales, vasculaires, infectieuses ou neurologiques. Le membre supérieur relie l'individu à la société et permet la préhension. Sa fonction esthétique est essentielle. L'amputation du membre supérieur essaye de conserver la préhension et respecte autant que faire se peut l'aspect esthétique.

Généralités

L'amputation du membre supérieur ne se justifie le plus souvent, dans le contexte traumatique, qu'après échec et/ou impossibilité de réaliser une réimplantation (fig 1).

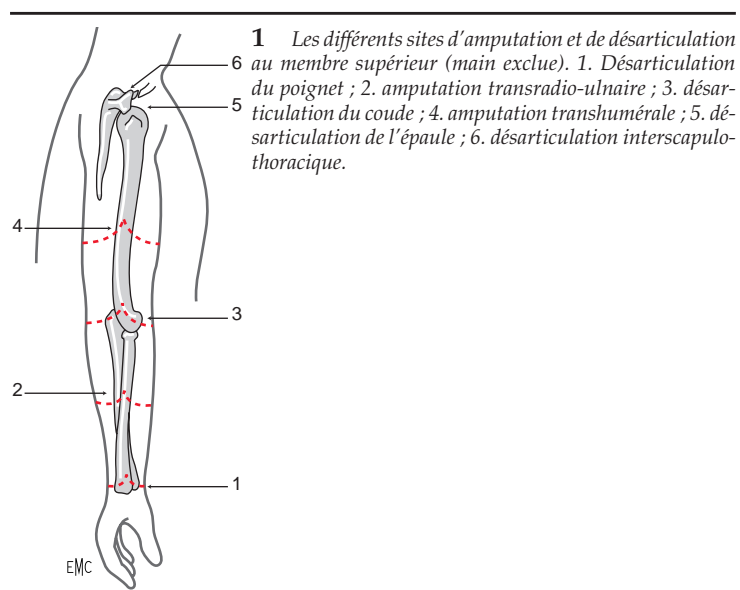
Emmanuel Masmejean : Chirurgien, assistant des Hôpitaux, chef de clinique à la Faculté, département de chirurgie du membre supérieur et de la main (professeur JY Alnot), hôpital Bichat, 46, rue Henri-Huchard, 75877 Paris cedex 18, France.

Mikaël Ouaknine : Chirurgien, attaché plein temps, chirurgie orthopédique B (professeur B Tomeno), hôpital Cochin, 27, rue du Faubourg-Saint-Jacques, 75679 Paris cedex 14, France.

Philippe Valenti : Chirurgien, institut de la main, clinique Jouvenet, 6, square Jouvenet, 75016 Paris, France.

Antoine Camilleri : Chirurgien, praticien hospitalier, chef de service, chirurgie orthopédique, centre hospitalier de Gonesse, 25, rue Pierre-de-Thielley, 95500 Gonesse, France.

Gérard Chiesa : Médecin, chef de service, centre de rééducation et d'appareillage, 2, rue du Parc, 94460 Valenton, France.



ANESTHÉSIE ET INSTALLATION

L'installation est classique, en décubitus dorsal sur table ordinaire équipée d'une table à bras, un garrot pneumatique à la racine du membre. En cas d'indication septique, la contre-indication à



2 Amputation du membre supérieur. Appareillage. Prothèse avec système de suspension-traction de type « bricole anglaise ».

l'anesthésie locorégionale reste la règle du fait du risque de dissémination de l'infection. Un membre inférieur homolatéral peut, en fonction des cas, être préparé en tant que site de prélèvement.

TEMPS OSTÉOARTICULAIRE

En cas de désarticulation, le cartilage peut être respecté. Il permet d'offrir un plan de glissement à la couverture, bénéfique au membre supérieur.

MYOPLASTIE

En cas d'amputation transradio-ulnaire ou transhumérale, une myoplastie peut être réalisée par suture des muscles fléchisseurs aux muscles extenseurs. Il peut s'agir d'une myoplastie ou d'une myodèse appuyée en transosseux. Cette technique permet la mise en place d'une prothèse myoélectrique, souvent préférable à une prothèse mécanique.

DIFFÉRENTS TYPES DE PROTHÈSES AU MEMBRE SUPÉRIEUR [3, 32, 45]

■ Prothèse de vie sociale

Elle n'a qu'une fonction esthétique et est destinée à reconstituer l'apparence du segment de membre amputé.

■ Prothèse fonctionnelle

Elle permet à un effecteur terminal d'entrer en action dans la plus grande partie de l'espace possible. Il existe deux types de prothèses fonctionnelles : la prothèse fonctionnelle mécanique et la prothèse myoélectrique.

Prothèse fonctionnelle mécanique

Elle permet au patient des possibilités fonctionnelles de préhension simple, sans prétention esthétique. Elle est actionnée sans apport d'énergie extérieure. Elle est réservée à un travail manuel spécifique ou de force, chez un patient dans l'impossibilité d'intégrer le fonctionnement d'une prothèse myoélectrique ou d'en assurer la maintenance [3, 32]. Il s'agit d'un appareil simple, très résistant, qui peut être facilement réparable. En revanche, cette prothèse est inesthétique et relativement contraignante du fait de la présence d'un harnais de traction et de rétention à la partie supérieure du thorax (fig 2).

Prothèse myoélectrique

Les capteurs myoélectriques situés dans l'emboîture recueillent sur le moignon le potentiel d'action généré par la contraction dissociée de muscles antagonistes. Un système électronique amplifie le courant recueilli. Ce signal amplifié met en marche un moteur



3 Amputation du membre supérieur. Appareillage. Prothèse myoélectrique pour amputation transradio-ulnaire.

électrique qui active le pouce vers le bloc index-majeur, dans un mouvement de pince pollicidigitale en opposition pulpopulpaire. Le passage successif d'une fonction à l'autre est obtenu le plus souvent par cocontraction des muscles agonistes et antagonistes du moignon. Les avantages sont essentiellement l'amélioration du confort et de l'esthétique générale de l'appareil associée à un principe de fonctionnement qui se rapproche du naturel. La main myoélectrique permet une préhension plus fine et des mouvements de prosupination (fig 3) [3, 5, 26, 32, 37, 40].

Cependant, le matériel est relativement lourd, ce qui est un obstacle à son utilisation permanente, surtout sur moignon court [3, 10, 45]. La main myoélectrique reste une pince tridigitale insensible, nécessitant une maintenance astreignante. Il faut également signaler la fragilité des gants de recouvrement. Une prothèse myoélectrique correspond donc à un mécanisme élaboré qui nécessite vigilance et entretien.

Amputation unidigitale des doigts longs

La connaissance des quatre prises digitales décrites se révèle essentielle pour l'appréciation de la mutilation et pour la décision du niveau de l'amputation [1, 11]. Quelle que soit la sévérité de la mutilation, le rôle du chirurgien est de rétablir les modes de préhension et les prises les plus utiles, en étant raisonnablement conservateur.

DIFFÉRENTS TYPES DE PRÉHENSION

La force, la sensibilité et la possibilité de déplacer la main à la commande du cerveau et des yeux, permettent la préhension. Les prises sont pollicidigitale, digitopalmaire globale, directionnelle et multipulpaire. Les deux dernières prises sont très importantes pour juger de la fonction d'une main normale et mutilée.

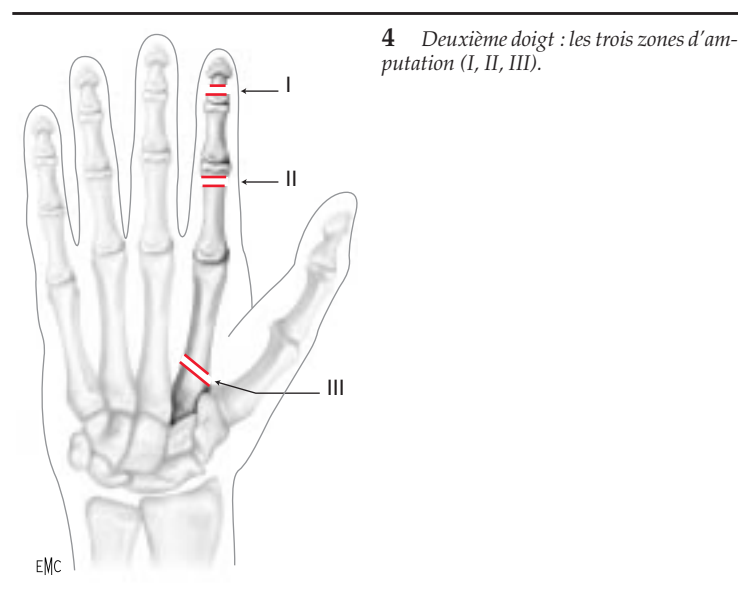
– La prise pollicidigitale (pouce, index, médus), avec toutes ses possibilités, est essentielle, notamment la prise terminoterminal et la prise tridigitale.

– La prise digitopalmaire globale est perpendiculaire à l'axe de la main avec souvent une inclinaison ulnaire du poignet, car il s'agit d'un mouvement de force. Le type en est la prise d'une poignée de valise.

– La prise directionnelle correspond au *power grip* de Napier et de Pulvertaft, mais nous paraît devoir faire l'objet d'une étude plus détaillée. Chacun des doigts a un rôle bien précis. L'index est le doigt le plus directionnel. L'auriculaire assure la stabilité de l'objet et le serrage. Cette prise directionnelle est une combinaison de deux prises précédentes et, en fonction de la position de l'index, on a un contrôle plus ou moins grand de la force ou de la précision. Le type en est la prise d'un tournevis.

– La prise multipulpaire circulaire (ou sphérique) correspond au *precision grip* de Napier. Le type en est la prise d'une ampoule électrique.

La perte ou la détérioration d'une zone digitale donnée entraîne une altération des fonctions dépendantes de l'utilisation de cette même



4 Deuxième doigt : les trois zones d'amputation (I, II, III).

zone. Face à une amputation traumatique, le problème est de savoir si l'on peut raccourcir l'os pour effectuer une fermeture primaire sans entraîner un trouble fonctionnel plus grand que celui déjà créé. On peut aussi garder toute la longueur restante et utiliser un lambeau simple ou composé à partir d'un doigt voisin que l'on ne peut conserver (principe du « doigt-banque »), ou faire appel à un procédé plastique de recouvrement plus ou moins complexe, sans créer de séquelles du site donneur [12, 15, 30].

Le danger est de « s'acharner » à conserver un niveau qui n'est pas fonctionnellement meilleur que celui que l'on aurait obtenu en raccourcissant l'os. Cette position est modulée en fonction des différents types d'amputation et prend toute son importance devant une amputation unidigitale. En effet, en cas d'amputation pluridigitale, un moignon conservé peut être transposé ultérieurement pour refaire notamment un pouce. En urgence, il faut donc, dans ces cas, être extrêmement conservateur. Une sensibilité correcte est indispensable pour une manipulation précise avec une coordination entre les informations sensorielles et les commandes motrices. Des doigts insensibles, douloureux ou raides ne sont, le plus souvent, pas utilisés [27].

Nous envisagerons successivement les quatre doigts. Les amputations de l'index sont les plus fréquentes. Pour chaque segment digital, on distingue schématiquement des zones d'amputation où les problèmes sont globalement identiques.

AMPUTATION DU DEUXIÈME DOIGT (INDEX)

C'est le doigt le plus utilisé après le pouce. Il s'agit d'un élément essentiel de la prise pollicidigitale et d'un élément de stabilisation dans la préhension digitopalmaire globale. Toute amputation, si petite soit-elle, altère la préhension.

■ Zone I (fig 4)

Elle s'étend de l'extrémité de la pulpe à la base de la troisième phalange (P3). On cherche à conserver, dans cette zone, une région pulpaire. Tout raccourcissement entraîne un recul de l'index par rapport à la ligne des pulpes et une altération de la prise pollicidigitale. La prise pouce-index risque de n'être utilisée que dans l'opposition subterminolaterale et le médus tend à remplacer l'index dans les prises terminotermiales. Enfin, les prises directionnelles et multipulpaire circulaires sont altérées à un moindre degré et la prise digitopalmaire globale n'est pas perturbée. Sur le plan pratique, il faut conserver le maximum de longueur et créer une néopulpe valable dans cette zone où l'on distingue deux parties.

Amputation du tiers distal

Oblique ou transversale, elle se singularise par le respect d'une zone pulpaire après l'amputation. Tous les artifices de recouvrement ont été utilisés en fonction des lésions pour conserver le maximum de longueur (suture simple, greffe de peau, plasties locales).

La suture directe, lorsqu'elle est possible, est la meilleure des techniques et l'on peut parfois être autorisé à raccourcir de 1 à 2 mm pour supprimer toute tension. À côté de cette possibilité, notre préférence va dans deux directions :

- la cicatrisation spontanée, si l'os n'est pas découvert ;
- le lambeau local ou locorégional ; sont cités successivement les lambeaux d'Atasoy ou de Kutler, le lambeau bipédiculé d'avancement quadrangulaire, avec respect de la vascularisation dorsale [2], le lambeau d'avancement-rotation de Hueston [22, 28, 31], le lambeau en « îlot » homodigital de Venkataswami [44] ; le lambeau thénarien mérite également intérêt.

À ce niveau, la matrice unguéale est en règle intacte. Cela conditionne le pronostic car la repousse unguéale est un facteur fonctionnel important.

Amputation des deux tiers distaux

L'ongle ne peut être conservé et la matrice doit être excisée. Le moignon pulpaire est surtout insuffisant pour assurer une néopulpe valable. Les techniques de recouvrement citées pour le tiers distal sont utilisées pour cette zone. Lorsque l'amputation siège à la base de P3 dans la région frontière, les problèmes posés sont identiques à ceux de la zone II. La conservation de la base de P3, avec ses insertions tendineuses, est recherchée dans la mesure du possible.

■ Zone II (fig 4)

Elle s'étend de la base de P3 à la tête de la première phalange (P1) et l'on cherche dans cette zone à conserver un moignon d'index utile et mobile. L'absence de pulpe et d'ongle représente le problème essentiel. Le médus remplace l'index dans la prise pollicidigitale. Les prises digitopalmaires globales sont altérées par l'absence d'enroulement de l'index ainsi que les prises multipulpaire, mais le moignon de l'index restant est très utile et assure une certaine valeur à la prise directionnelle. Tout moignon d'amputation au niveau de cette deuxième zone est utile et doit être conservé en utilisant un procédé simple de recouvrement. En urgence, il est essentiel de se rappeler qu'un moignon d'index, en présence de lésions graves du pouce, peut être transposé pour reconstruire le pouce. La mobilité des articulations restantes interphalangienne proximale (IPP) et métacarpophalangienne (MCP) et la sensibilité du moignon conditionnent sa valeur fonctionnelle.

La réalisation d'une amputation, quel que soit le doigt, obéit à des règles rigoureuses.

Protocole opératoire

• Temps cutané

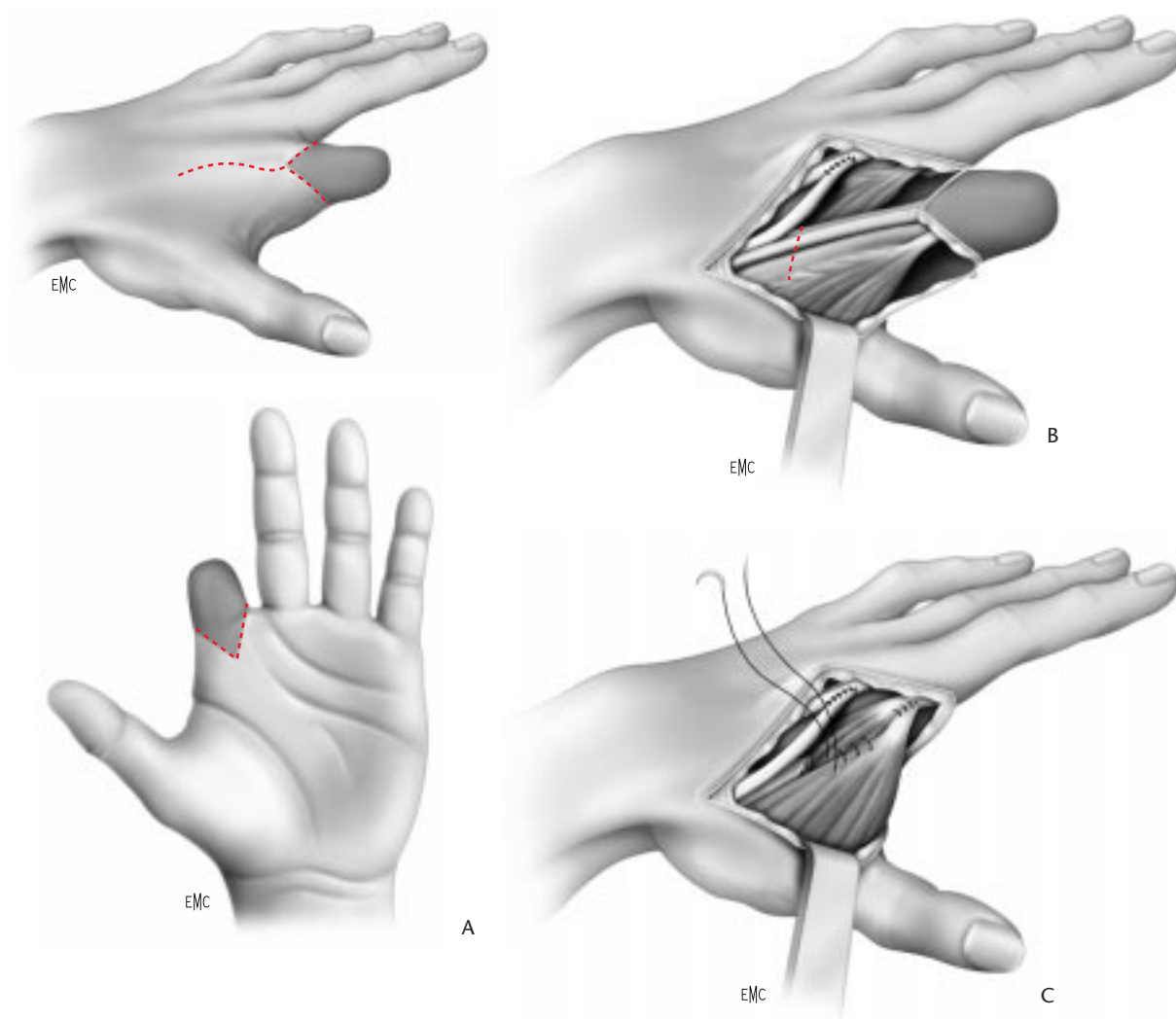
Deux valves cutanées dorsale et palmaire sont réalisées. La valve palmaire ovale est plus longue que la valve dorsale et représente la néopulpe du doigt.

• Temps vasculonerveux

Les artères digitales sont liées ou électrocoagulées. Les nerfs digitaux sont disséqués et sectionnés en amont des incisions cutanées, en tissu sain, à distance des zones supposées de pression. Certains proposent de suturer les extrémités nerveuses l'une à l'autre, sous l'appareil fléchisseur restant. Une électrocoagulation à faible intensité paraît utile.

• Temps tendineux

Les tendons extenseurs et fléchisseurs sont sectionnés sur place. Pour les tendons fléchisseurs, il faut exercer une traction sur l'(les)



5 Amputation proximale de l'index par voie dorsale.

A. Incision cutanée en « raquette ». Vues dorsolatérale et palmaire.

B. Transfert de l'extensor indicis et ostéotomie oblique proximale de la base du deuxième métacarpien.

C. Réinsertion du premier interosseus dorsale sur le deuxième interosseus dorsale avec capitonnage du moignon osseux.

extrémité(s) distale(s). L'insertion du fléchisseur superficiel est respectée si elle est présente, en cas d'amputation à la partie moyenne de la deuxième phalange (P2). La section proximale des tendons fléchisseurs permet d'éviter toute adhérence tendineuse locale et prévient la survenue d'un déséquilibre fléchisseur/extenseur car chaque phalange a sa commande motrice propre. Il ne faut pas suturer ensemble fléchisseurs et extenseurs car cela donne un moignon en flessum, non fonctionnel, avec souvent un syndrome du quadrigé (par analogie aux chars romains attelés de quatre chevaux de front : si une des rênes se coince, le conducteur perd la possibilité de diriger correctement les trois autres chevaux ; de même, si un fléchisseur est fixé, les trois autres ont une force et une amplitude limitées).

- Temps osseux

Il est nécessaire de réséquer les condyles latéraux pour obtenir une extrémité distale régulièrement arrondie, et non en « massue ».

- Fermeture

La suture cutanée dorsalisée fait que la néopulpe est reconstituée avec la peau palmaire sensible.

■ **Zone III** (fig 4)

Elle s'étend de la tête de P1 à la base du métacarpien. En urgence, il faut conserver le moignon le plus long possible. En secondaire, le problème posé concerne la conservation d'un moignon court d'index, à la base de P1 ou à plus forte raison à la tête du métacarpien. L'amputation à la base du métacarpien est alors l'alternative. Les arguments en faveur de la conservation sont de garder le maximum de largeur à la main et un appui pour un

manche d'outil sans diminuer de façon notable la force chez le travailleur manuel. Ces arguments sont importants et interviennent dans les indications. L'amputation à la base du deuxième métacarpien ou amputation de Chase assure une ouverture maximale de la commissure pouce-médus. L'« indexalisation » du médus conduit à une meilleure intégration et utilité du doigt, mais diminue la force globale de la main, surtout en pronation^[8, 29]. La dextérité de la main est grandement améliorée et son aspect est plus esthétique.

Amputation à la base du deuxième métacarpien ou amputation de Chase^[8]

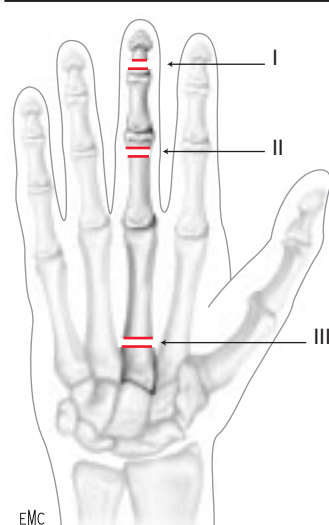
- Protocole opératoire

- Temps cutané.

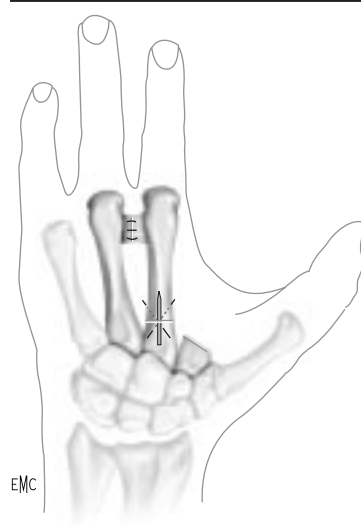
L'incision est le plus souvent dorsale afin d'éviter une cicatrice palmaire potentiellement gênante, elle circonscrit en « raquette » la base de l'index (fig 5A). Elle est néanmoins parfois palmaire pour des raisons esthétiques^[14].

- Temps tendineux et osseux.

Par voie dorsale, l'appareil extenseur est sectionné. Le tendon extensor indicis est sectionné en amont de l'articulation métacarpophalangienne, puis transféré sur le tendon extensor digitorum destiné au médus par une suture latérolatérale. L'adductor pollicis est désinséré du deuxième métacarpien et la section osseuse de la base est oblique en bas et en dehors, en conservant l'articulation carpométacarpienne (fig 5B). Les tendons fléchisseurs sont sectionnés en proximal, poignet en flexion. Le tendon terminal du premier interosseus dorsale est suturé au tendon du deuxième interosseus dorsale (fig 5C), sans tension, de manière à éviter un syndrome intrinsèque avec flessum MCP et tendance au



6 Troisième doigt : les trois zones d'amputation (I, II, III).



7 Transposition de l'index en présence d'une amputation du médus avec reconstruction du ligament intermétacarpien.

« col de cygne ». Ce transfert permet une inclinaison radiale efficace dans les prises pouce-médus ainsi qu'une meilleure force. Il permet également de conserver le galbe de la première commissure.

– *Temps vasculonerveux.*

Les nerfs collatéraux, disséqués en proximal, sont sectionnés haut dans la paume, voire sous le ligament annulaire, pour ne pas être à l'origine d'une gêne lors des préhensions. Le risque, lors de cette dissection, est de léser le nerf collatéral radial du médus. Pour certains, les nerfs collatéraux peuvent, après section, être enfouis dans le premier interosseus dorsale.

• *Phase postopératoire*

Une attelle de protection est mise en place, et les segments digitaux restants sont mobilisés immédiatement.

AMPUTATION DU TROISIÈME DOIGT (MÉDIUS)

L'amputation du médus altère la fonction du doigt le plus long. Celui-ci renforce l'index dans les prises pollicidigitales et remplit l'espace index-annulaire, évitant la chute des petits objets.

■ **Zone I** (fig 6)

Les troubles sont modérés dans les différentes prises, sauf dans les prises multipulpaire ou le médus amputé à ce niveau n'est pas utilisé.

■ **Zone II** (fig 6)

La préhension pollicidigitale est bonne, mais le patient est gêné pour écrire et les prises sont moins fortes. Il faut conserver le maximum de longueur pour maintenir le parallélisme des doigts, éviter la chute des petits objets et assurer un support médial à l'index.

■ **Zone III** (fig 6)

Les troubles sont importants et liés à la présence d'un espace entre les doigts, par lequel s'échappent les petits objets lors de la fermeture de la main. Il existe une déviation de l'index, doigt « chef de file », et une inclinaison des doigts voisins. Cette déviation entraîne une diminution de la force de préhension car les tendons sont déviés de leur axe normal. La prise pouce-index se fait sans force, du fait de l'absence de support médial. Le deuxième métacarpien (M2) est fixe et le quatrième (M4) peu mobile. L'espace intermétacarpien reste donc ouvert.

Dans les amputations comprises entre la partie moyenne de P1 et la base du métacarpien, on peut essayer de compenser les inconvénients inhérents à ce type de geste. Cette éventualité ne concerne pas les patients qui se sont adaptés.

La résection du troisième métacarpien (M3) à sa base ne remédie pas complètement aux inconvénients d'une amputation en zone III et n'est pas décrite ici. Certains auteurs [6, 38] rapportent néanmoins des résultats satisfaisants avec une bonne récupération de la force. Tandis que d'autres [43] ont une attitude plus éclectique, soit résection proximale du troisième métacarpien, soit translocation de l'index, notamment pour les travailleurs manuels.

Deux techniques méritent à notre sens intérêt et seront décrites, la translocation de l'index [7] ou la résection avec ostéotomie intracarpienne [16, 33].

Transposition de l'index sur le médus

• *Protocole opératoire*

– *Temps cutané.*

L'incision en « raquette » se dirige sur la face dorsale jusqu'à la zone située entre les bases des deuxième et troisième métacarpiens.

– *Temps musculaire.*

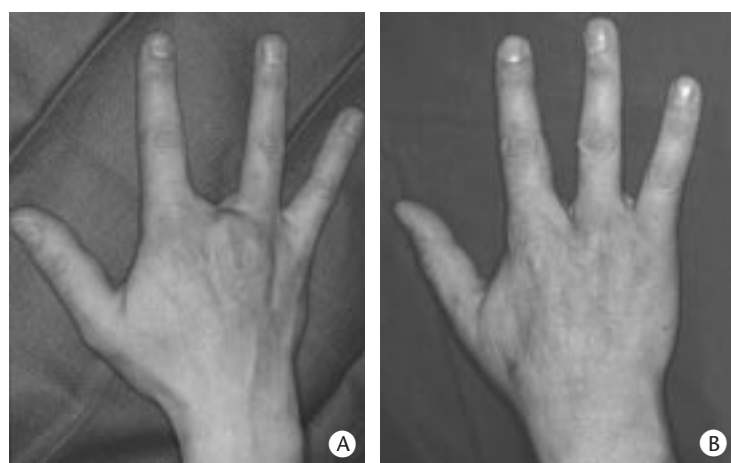
Les deuxième et troisième interossei dorsales sont réséqués pour éviter une saillie disgracieuse sur le dos de la main. Le muscle adductor pollicis est désinséré du troisième métacarpien. Afin d'éviter sa rétraction et pour lui conserver une force proche de la normale, la désinsertion emporte le plus de tissu fibreux possible.

– *Temps osseux.*

La résection du troisième métacarpien et la section métaphysoépiphysaire ou diaphysaire du deuxième métacarpien sont réalisées pour qu'il n'y ait aucune perturbation dans la tension de l'appareil tendineux. Avec la pièce d'amputation du troisième métacarpien sont emportés les muscles interossei réséqués, les tendons extenseurs et fléchisseurs et l'excès de tégument. Les nerfs sont sectionnés aussi haut que possible. La transposition de l'index est ensuite facile et la fixation osseuse est assurée soit par deux broches – l'une, longitudinale, permet de régler la rotation et le parallélisme des doigts, l'autre, oblique, fixe la position correcte (fig 7) –, soit par une petite plaque. Le ligament intermétacarpien deuxième-quatrième rayon est reconstitué avant la suture cutanée.

• *Phase postopératoire*

Un plâtre antibrachio-palmar est nécessaire pour 3 semaines. La rééducation est commencée immédiatement en syndactylisant l'index à l'annulaire. Les résultats sont satisfaisants tant sur le plan esthétique que fonctionnel (fig 8). Une diminution de la force persiste, en rapport avec la moindre largeur de la main, mais les prises pollicidigitales sont améliorées, ainsi que les prises multipulpaire. Razemon [35] rapporte de bons résultats dans son importante série. D'autres auteurs font état d'inconvénients, limitation de la mobilité ou pseudarthroses dans environ 10 % des cas [34, 36]. Cohen note en moyenne une récupération de la force



8 Amputation du troisième doigt en zone III, traitée par transfert de l'index.

A. Aspect préopératoire avec écart interdigital disgracieux et gênant.
B. Résultat esthétique avec extension complète.
C. Résultat avec enroulement complet des doigts sans trouble de rotation.



évaluée à 80 % par rapport à la main controlatérale, peu de statistiques mentionnent le retentissement sur la vie professionnelle [9]. La création d'une néocommissure large et profonde crée une séquelle esthétique, parfois non négligeable.

Amputation du médus avec ostéotomie intracarpienne

Ces différentes raisons ont guidé plusieurs auteurs vers d'autres voies [16, 33], qui ont adapté la technique d'ostéotomie intracarpienne de Le Viet [17, 18] à la transposition de l'index.

• Protocole opératoire

– Temps cutané.

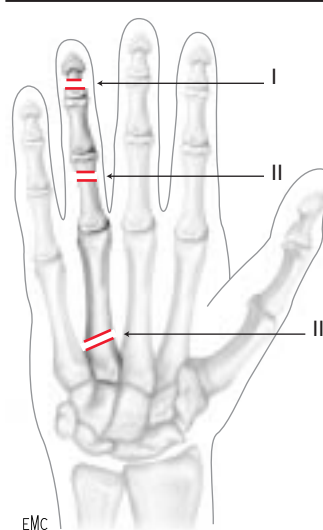
L'incision, débutée en « zigzag » palmaire, résèque un triangle brisé à base distale, dont la pointe se situe au pli de flexion palmaire proximal. Dorsalement, une excision en « V » allongé, se terminant au dos du carpe, est réalisée. La troisième commissure peut être gardée entière, afin de faciliter la fermeture.

– Temps vasculonerveux et tendineux.

En arrière, on réalise la section haute de l'extenseur, puis on incise le retinaculum dorsal. Le court extenseur radial du carpe (ECRB [muscle extensor carpi radialis brevis]), désinséré de la base de M3, est repositionné sur la base de M4. On rugine les muscles interosseux et l'adductor pollicis. On excise les interossei dorsales qui se rendent sur M3. La base de M3 est désarticulée. Par voie palmaire, on ligature ensuite les artères digitales à leurs origines. Les nerfs digitaux sont disséqués le plus haut possible afin d'être réséqués sous le retinaculum des fléchisseurs. Section au ras de la tête de M3 des ligaments intermétacarpiens. Les tendons fléchisseurs après traction maximale sont sectionnés dans le canal carpien qui est obligatoirement rétréci par l'ostéotomie.

– Temps osseux.

La résection partielle du capitatum à la scie oscillante permet la fermeture harmonieuse de l'espace et autorise le rapprochement de M2 et de M4. La coupe, d'abord sagittale, puis horizontale et médiane, permet de réséquer un dièdre à sommet proximal au niveau de l'interligne lunatum-capitatum. Ce dièdre est coupé aux dépens de la face antérieure de l'os, ce qui restaure la forme en



9 Quatrième doigt : les trois zones d'amputation (I, II, III).

« arche » du carpe et évite les rotations et les divergences des doigts voisins. La fixation est réalisée par un fil non résorbable passé au contact de l'os ou par agrafes à mémoire. Les têtes métacarpiennes sont rapprochées par la suture en « paletot » des ligaments intermétacarpiens.

– Fermeture.

L'aponévrose dorsale est refermée sur un drainage.

• Phase postopératoire

Syndactylie de l'index et du quatrième doigt pendant 6 semaines avec mobilisation immédiate des segments digitaux.

AMPUTATION DU QUATRIÈME DOIGT (ANNULAIRE)

L'amputation du quatrième doigt altère le doigt qui forme l'arche palmaire avec l'auriculaire. Grâce à la mobilité de son métacarpien, il fait partie de la portion adaptable de l'arche métacarpienne.

■ Zone I (fig 9)

Les troubles sont modérés mais la prise multipulpaire est altérée.

■ Zone II (fig 9)

La force de la prise digitopalmaire est diminuée mais les troubles sont peu importants si le moignon est mobile et ne s'accroche pas. Un moignon d'amputation dans cette zone est utile, au même titre qu'au niveau du médus.

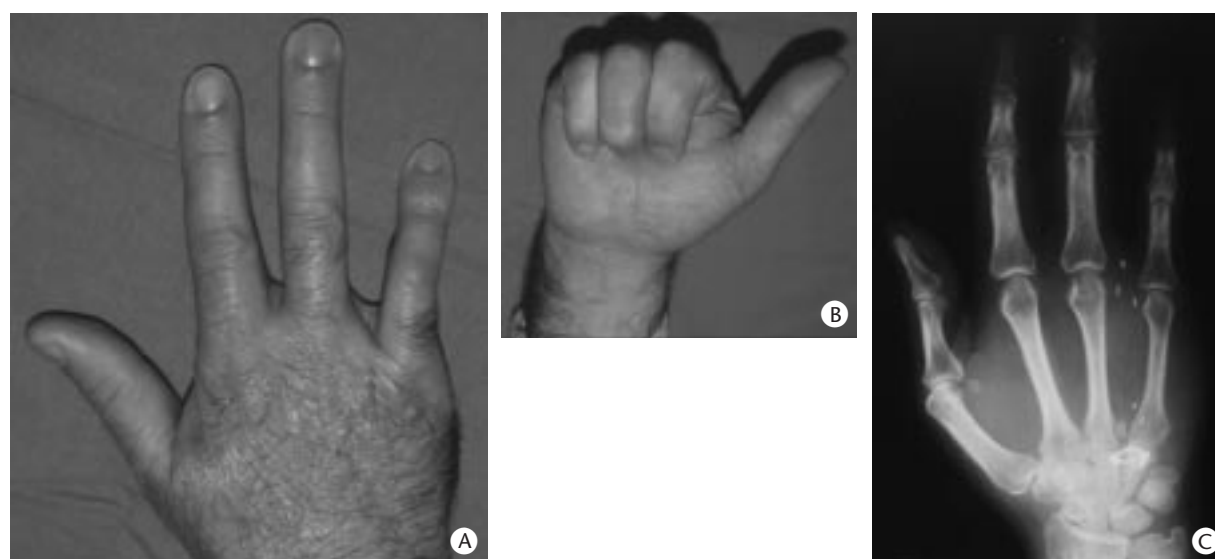
■ Zone III (fig 9)

Le problème du niveau électif d'amputation est difficile. L'amputation de la partie moyenne de P1 ou à sa base entraîne certains troubles qui ont déjà été évoqués pour le médus. Ils associent une inclinaison des doigts dans la flexion, une fuite des petits objets les doigts fermés, une perte de force et une fatigabilité dans la prise digitopalmaire globale. Les prises directionnelles, en revanche, sont peu perturbées.

Ces troubles fonctionnels peuvent être compensés par plusieurs techniques qui ont leurs avantages et leurs inconvénients.

– La translocation du cinquième rayon, avec section de la base du cinquième métacarpien, transposition sur la base du quatrième métacarpien et fixation comme pour la transposition de l'index, est recommandée par certains [4, 36]. Néanmoins, elle peut créer, outre un trouble rotatoire, un déséquilibre des tendons extrinsèques du cinquième doigt.

– La translocation par ostéotomie intracarpienne, rapportée par Le Viet, expose au défaut de rotation, au risque de pseudarthrose, et à



10 Translocation de l'auriculaire par ostéotomie intracarpienne selon Le Viet.

A. Résultat esthétique en extension.

B. Résultat en flexion avec enroulement complet des doigts sans trouble de rotation.

C. Résultat radiographique.

une limitation de la mobilité. Mais les résultats sur un très long recul sont bons, sans aucune répercussion fonctionnelle du carpe.

– Steichen ^[38] rapporte de bons résultats après résection simple du quatrième métacarpien et c'est également notre expérience. Van Overstraeten et Foucher ^[43] rapportent une étude comparative des résections du quatrième métacarpien et des translocations selon Le Viet, et donnent une préférence à la translocation avec ostéotomie intracarpienne. Récemment, nous avons fait état ^[21] de notre expérience de l'amputation transmétacarpienne du quatrième rayon. La technique est relativement simple, « anatomique », les résultats sont bons.

Translocation de l'auriculaire par ostéotomie intracarpienne selon Le Viet

L'ostéotomie intracarpienne décrite par Le Viet ^[17, 18] a, selon son auteur, l'avantage de ne pas perturber le jeu des interosseux et de conserver la mobilité carpométacarpienne. Cette technique ne modifie pas le bord ulnaire de la main par rapprochement en masse du cinquième rayon et permet une rééducation précoce (fig 10).

• Protocole opératoire

– Temps cutané.

Incision dorsale centrée sur le quatrième rayon emportant la totalité de la quatrième commissure en passant par le fond de la troisième, afin de reconstruire une troisième néocommissure sans traction cutanée.

– Temps dorsal.

Section des bandelettes tendineuses au ras du tendon du quatrième extenseur afin de reconstruire, en fin d'intervention, une bandelette entre l'auriculaire et le médus. Section haute de l'extenseur.

– Temps osseux et palmaire.

Désarticulation du moignon avec ligature des pédicules et section haute des fléchisseurs. Les nerfs intermétacarpiens sont sectionnés et coagulés haut sous le retinaculum des fléchisseurs. Certains proposent de les enfouir dans les muscles interosseux ^[18]. La désarticulation proprement dite est menée de distal en proximal avec un temps délicat de libération antérieure sans effraction de la capsule.

– Ostéotomie.

La capsule dorsale est incisée de bas en haut entre l'hamatum et le capitatum, en remontant vers l'articulation médiocarpienne. Il est souvent utile d'ouvrir la partie inférieure du retinaculum dorsal. L'ostéotomie dessinée à la face postérieure de l'hamatum se fait selon une ligne perpendiculaire à la base de M5 au bord latéral de celle-ci. Sur le capitatum, elle emporte la partie en dedans d'une ligne parallèle au bord médial de la diaphyse de M3. Ces coupes

sont réalisées au ciseau à frapper (lame de Pauwels) et régularisées à la pince gouge. La résection doit emporter un peu plus d'os en avant afin de ne pas modifier la concavité antérieure du condyle carpien. Un davier rapproche les deux métacarpiens et le ligament intermétacarpien est suturé provisoirement. À ce stade, il importe de vérifier le bon positionnement de l'auriculaire, de face, main à plat et surtout en flexion des doigts. L'ostéotomie était fixée initialement par une vis, oblique en haut et en dehors. Actuellement, l'auteur préfère l'ostéosynthèse par deux microagrafes à cheval sur l'interligne hamatocapitatum, de réalisation beaucoup plus simple et donnant une synthèse solide. Un contrôle radiographique peropératoire est utile. Après fixation, les faces latérales des bases de M3 et de M5 sont rapprochées, sans mise en contact afin d'éviter tout risque de mobilité douloureuse.

– Fermeture.

Elle concerne la capsule articulaire et l'aponévrose des muscles interosseux. Réfection du ligament intermétacarpien et de la bandelette intertendineuse entre les extenseurs des troisième et cinquième doigts.

• Phase postopératoire

Une immobilisation antalgique par attelle antibrachio palmaire est nécessaire pendant 2 semaines. La mobilisation des segments digitaux débute immédiatement sous couvert d'une syndactylie 3-5. La consolidation est obtenue en 45 jours à 3 mois.

Résection du quatrième rayon

C'est la résection du quatrième métacarpien à sa base avec résection des interosseux correspondants ^[21]. La conservation de la base permet de ne pas modifier les rapports articulaires et de ne pas altérer le carpe. Il importe de reconstituer le ligament intermétacarpien entre le troisième et le cinquième métacarpien, ce qui permet le rapprochement du cinquième métacarpien mobile, évitant les troubles de rotation et les divergences 3/5 (fig 11).

• Protocole opératoire

– Temps cutané.

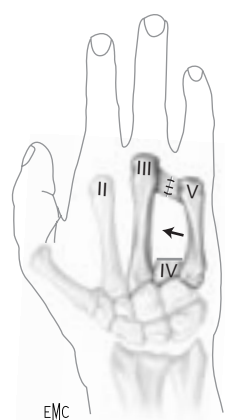
L'incision, débutée en zigzag palmaire, résèque un triangle brisé à base distale. Dorsalement, une excision en « V » est réalisée.

– Temps vasculonerveux et tendineux.

Les artères digitales sont ligaturées à leur origine. Les nerfs digitaux sont disséqués très haut afin d'être réséqués sous le retinaculum des fléchisseurs. Les tendons fléchisseurs sont sectionnés après traction maximale. Le ligament métacarpien transverse profond, les muscles lombricaux et les interosseux sont identifiés.

– Temps osseux.

La coupe osseuse est réalisée à la scie oscillante au niveau de la



11 Amputation du quatrième rayon avec conservation de la base du quatrième métacarpien. Reconstruction du ligament transverse intermétacarpien.

métaphyse proximale. Une résection des muscles interossei (troisième interosseus palmaire et quatrième interosseus dorsal), ainsi que du muscle lombical doit toujours être associée.

– *Reconstruction et fermeture.*

Après compression manuelle sur l'arche métacarpienne, le ligament intermétacarpien entre le troisième et le cinquième rayon est reconstruit, avec rapprochement du cinquième métacarpien mobile. La suture est réalisée en « paletot » au fil non résorbable. Le ligament est mis en tension sans excès, en contrôlant le parallélisme des doigts. La fermeture débute dans la paume et la suture dorsale ajoute un effet de dermodèse postérieure. La mobilité des segments digitaux est appréciée passivement.

• *Phase postopératoire*

Une attelle palmaire à appui ulnaire, associée à une syndactylie respectant le parallélisme des doigts, est mise en place pendant 21 jours. La mobilisation des segments digitaux est débutée en postopératoire immédiat. La syndactylie est maintenue en place jusqu'à la sixième semaine. Au-delà, le résultat est amélioré par le renforcement musculaire.

AMPUTATION DU CINQUIÈME DOIGT (AURICULAIRE)

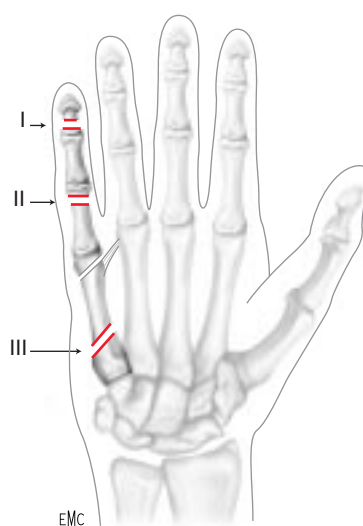
L'amputation de l'auriculaire altère un doigt particulièrement important qui constitue la clef de blocage interne dans la prise directionnelle. La force de la prise est surtout liée à la puissance des troisième et quatrième doigts qui maintiennent l'objet contre la paume. Le cinquième doigt l'empêche de tourner. La mobilité de la cinquième articulation carpométacarpienne est essentielle. Enfin, le cinquième doigt a un rôle d'appui en prolongeant le bord ulnaire de la paume et c'est par lui que la main repose pour réaliser les mouvements de finesse et de préhension (action d'écrire, de dessiner).

■ **Zones I et II** (fig 12)

Il faut s'efforcer de garder au cinquième doigt un maximum de longueur. La conservation de P2 est essentielle en sachant que la mobilité des articulations IPP et MCP doit être excellente pour que le cinquième doigt garde son rôle dans la prise directionnelle.

■ **Zone III** (fig 12)

Un moignon situé entre la base de P1, et parfois même la tête, et l'articulation métacarpophalangienne n'assure plus un blocage interne. La prise directionnelle est très perturbée. Il est en revanche utile pour prolonger le bord ulnaire de la main. Dans certains cas, si ce moignon est peu mobile, il s'accroche lors des mouvements, devient très gênant, il vaut mieux alors reporter l'amputation sur le métacarpien. L'amputation au niveau de l'articulation métacarpophalangienne est très gênante et l'aspect souvent inesthétique. Il est préférable d'amputer au col du métacarpien en conservant la continuité du ligament intermétacarpien, de manière



12 Cinquième doigt : les trois zones d'amputation (I, II, III).

à éviter une mobilité anormale du cinquième métacarpien due à la suppression de ce ligament. Enfin, si l'amputation siège à la diaphyse, mieux vaut la reporter à la base. Dans ce cas, les hypothénariens sont utilisés pour capitonner mais ne doivent pas être réinsérés sur le quatrième doigt sous peine d'entraîner un flessus métacarpophalangien [25].

CONCLUSION

Les niveaux d'amputation dans les traumatismes unidigitaux doivent être pensés en considérant les troubles qu'entraîne l'amputation. Ces niveaux sont difficiles à définir formellement, car d'autres éléments sont contributifs à la décision. On peut citer le caractère dominant ou non de la main atteinte, l'âge du patient, sa profession, l'éventualité d'un reclassement professionnel, ses habitudes et loisirs.

Ainsi, pour chaque doigt, certains niveaux lésionnels permettent d'accéder dès le traitement effectué en urgence à une solution présumée définitive. Ailleurs et toujours selon le niveau, une étude de l'adaptation fonctionnelle est nécessaire afin d'affiner l'indication, c'est notamment le cas des transpositions digitales.

Pour les amputations proximales, la transposition de l'index dans les atteintes du médus, et la résection simple du quatrième métacarpien dans les lésions de l'annulaire, correspondent à des possibilités intéressantes.

Amputation du pouce

L'amputation du pouce est une priorité pour le chirurgien de la main confronté à l'urgence traumatique. Si la réimplantation est impossible, il faut conserver le plus de longueur. La reconstruction d'une extrémité sensible est l'objectif.

En distal, la couverture palmaire de la phalange distale peut nécessiter la réalisation d'un lambeau de Moberg O'Brien, celui-ci permet d'avancer de la peau sensible jusqu'à environ 15 mm. Le lambeau de Littler, rarement indiqué en urgence, est une autre solution. Le lambeau « cerf-volant », décrit par Foucher, autorise une couverture dorsale de qualité.

Lorsque l'amputation est plus proximale, transmétacarpienne avec absence de thénariens latéraux, la pollicisation est une technique qui doit être connue [13].

La pollicisation de l'index traumatisé, en cas d'amputation non réimplantable du pouce, est à discuter en urgence.

Amputation pluridigitale

Les accidents, notamment lorsqu'ils surviennent sur le site du travail (main de presse ou de toupie), sont les principaux pourvoyeurs de ce type de lésions. D'autres circonstances sont cependant retrouvées, il peut s'agir de gelure, lésion thermique ou désordre vasculaire.

Deux catégories sont distinguées, selon le respect ou non de la colonne du pouce ; pour le reste des atteintes, toute classification paraît illusoire.

Dans un premier temps, il faut s'efforcer de conserver le maximum de longueur sur l'ensemble des segments amputés. La récupération de chacun des rayons n'est pas toujours prévisible et, le plus souvent, un ou des gestes secondaires seront nécessaires. Toutes les techniques élémentaires utilisées après amputation unidigitale peuvent être indiquées.

Le lambeau inguinal peut être une solution d'attente s'il existe un problème de couverture. Le creusement de la première commissure, la phalangisation du pouce et la translocation de doigts endommagés sont autant de techniques possibles et utiles.

Amputation transmétacarpienne

Point essentiel, le pouce est le plus souvent respecté. Il faut dans tous les cas tenter de conserver un maximum de longueur des métacarpiens, notamment ulnaire, afin de pouvoir proposer un plan d'opposition. Le cinquième métacarpien est en effet mobile et la pulpe du pouce peut s'opposer à sa tête lorsque celle-ci est conservée.

PROTOCOLE OPÉRATOIRE

Sur le plan nerveux, la résection des nerfs intermétacarpiens se fait après traction longitudinale pour que les extrémités nerveuses se rétractent sous le ligament rétinaculaire des fléchisseurs.

Sur le plan tendineux, la conservation des tendons des moteurs du carpe (extenseurs radiaux et fléchisseur radial du carpe) est un point important. Les fléchisseurs des doigts sont réséqués le plus haut possible et les extenseurs peuvent être sectionnés en léger retrait par rapport au plan d'amputation osseuse.

Désarticulation du poignet

Les possibilités de prises sont ici absentes. Ce point important peut créer, en urgence notamment, un dilemme au chirurgien car une amputation plus proximale permettrait un appareillage plus fonctionnel. Historiquement, de nombreux chirurgiens préfèrent une amputation distale de l'avant-bras à une désarticulation du poignet (DDP) [20]. Néanmoins, les progrès dans le domaine de l'appareillage ont permis de réaliser des prothèses fonctionnelles à tous les niveaux, notamment en cas de DDP. L'intérêt est alors de conserver une mobilité dans le secteur de la prosupination et il faut tout faire pour conserver l'articulation radio-ulnaire inférieure. En urgence, une amputation du poignet est réalisable. Une évaluation secondaire est ensuite proposée au patient.

PROTOCOLE OPÉRATOIRE

Le tracé des incisions s'efforce de dessiner un lambeau antérieur et un lambeau dorsal.

Les artères radiale et ulnaire sont ligaturées le plus haut possible par rapport au poignet. Après ligature des vaisseaux, les tendons fléchisseurs et extenseurs sont sectionnés après traction longitudinale. Les vaisseaux interosseux antérieur et postérieur sont coagulés. Les nerfs médian et ulnaire sont traités afin d'éviter la formation d'un névrome dans une localisation gênante. La section nerveuse est effectuée après traction longitudinale modérée, ce qui permet la rétraction des moignons nerveux. Les branches sensitives du nerf radial et la branche cutanée dorsale du nerf ulnaire sont identifiées, puis sectionnées également le plus haut possible. Si, à la suite du traumatisme, persiste tout ou partie du carpe, il faut en pratiquer l'ablation, afin de se situer en DDP, la désarticulation carpométacarpienne n'ayant que peu de justification. La styloïde radiale, proéminente, est arrondie de façon harmonieuse. Le respect

du complexe triangulaire et de l'articulation radio-ulnaire inférieure est contrôlé par la parfaite liberté des mouvements de prosupination. En cas de lésion associée de l'articulation radio-ulnaire inférieure, la résection de la tête de l'ulna peut être indiquée.

La stabilisation ulnaire, qui doit être parfaitement contrôlée, est rendue délicate par ce geste.

La fermeture est mise à profit pour modeler harmonieusement le moignon.

PHASE POSTOPÉRATOIRE

Un pansement confortable, modérément compressif, est réalisé. Les mouvements de prosupination sont encouragés dès sédation des phénomènes douloureux.

APPAREILLAGE

Plusieurs avantages sont reconnus à ce niveau de désarticulation, le bras de levier osseux a une longueur maximale, la prosupination est possible, l'élargissement bityloïdien réalise une contre-dépouille qui facilite la rétentio

de la prothèse [3, 32]. Cependant, l'absence de raccourcissement conduit parfois, après appareillage, à une inégalité de longueur des segments antibrachiaux, qui peut être préjudiciable d'un point de vue esthétique, mais aussi fonctionnel lorsqu'elle entrave la position main-bouche.

Malgré cet inconvénient, la DDP est réalisée en priorité lorsqu'elle est possible. Le patient est prévenu qu'une retouche visant à raccourcir l'avant-bras de quelques centimètres, face à une difficulté liée à l'appareillage, est ultérieurement envisageable. Le choix qui consiste à définir d'emblée le niveau définitif paraît trop risqué car, en cas de raccourcissement excessif, il reste sans retour.

Amputation transradiale (transradio-ulnaire)

L'amputation au-dessous du coude, quelle que soit la circonstance, s'efforce de conserver le maximum de longueur à l'avant-bras. Le tiers distal permet le maintien de la prosupination, alors que le tiers proximal n'autorise que les mouvements de flexion-extension. Tout est mis en œuvre afin de ne pas sacrifier l'articulation du coude [23].

TECHNIQUE HABITUELLE

■ Protocole opératoire

Deux lambeaux cutanéograsseux, antérieur et postérieur, de dimensions sensiblement égales, sont habituellement dessinés. Les veines superficielles sont ligaturées et les nerfs cutanés sont réséqués et coagulés. Les aponévroses musculaires sont ensuite incisées et les vaisseaux radial et ulnaire ligaturés. Selon le niveau, les corps musculaires ou les tendons sont sectionnés. Cette section, lorsqu'il s'agit des corps musculaires, est distale par rapport au niveau prévu des coupes osseuses, afin d'effectuer une myoplastie ou une myodèse. Cet artifice permet, comme au bras, d'améliorer le fonctionnement d'une prothèse myoélectrique. Les vaisseaux interosseux antérieur et postérieur sont, selon leur diamètre, ligaturés ou coagulés. La section osseuse est ensuite réalisée à la scie oscillante et les extrémités osseuses arrondies à la râpe. Au tiers distal, le radius peut être plus long que l'ulna. Au tiers proximal, c'est l'ulna qui doit être le plus long. La conservation de la tubérosité bicipitale du radius est essentielle, afin d'assurer une flexion active du coude. Néanmoins, si cela est impossible, la conservation d'un moignon d'ulna, même de taille limitée, est préférable à la désarticulation du coude. Le tendon terminal du biceps brachial peut y être réinséré, si celui-ci a une longueur d'au moins 3 cm après la cavité sigmoïde. Si l'ulna est trop court, sa conservation est également préférable. Il peut éventuellement être allongé plus tard par un lambeau tubulé armé.



13 Amputation transradio-ulnaire. Appareillage. Différents types de prothèses myoélectriques.

Après l'hémostase, la fermeture en deux plans, sous-cutané et cutané, se fait le plus souvent sur un drain aspiratif de Redon.

■ Phase postopératoire

Un pansement confortable, légèrement compressif, est réalisé. Les mouvements du coude et de l'épaule sont encouragés dès sédation des phénomènes douloureux. La technique de « bandage » du moignon est rapidement apprise au patient. L'appareillage peut débiter à partir de la sixième semaine. Il est conduit à l'aide d'une prothèse provisoire d'entraînement.

■ Appareillage

Les possibilités d'appareillage sont liées d'une part à la longueur du moignon, d'autre part à l'encombrement prothétique. En prenant pour repère la distance entre les coupes osseuses et l'interligne carpien, il faut, pour une prothèse esthétique 5 à 10 mm, pour une prothèse mécanique 30 à 70 mm, pour une prothèse myoélectrique 50 mm [5]. Plus l'amputation est haut située, plus les mouvements de prosupination sont réduits. Ils sont de toute façon limités, voire empêchés, par l'emboîture de contact, l'amputé compense cependant assez bien par les mouvements de rotation de l'épaule. Les dispositifs prothétiques dits « à double emboîture », ainsi que la prosupination myoélectrique lourde et encombrante, sont difficiles à utiliser et, en pratique, peu prescrits.

Pour les prothèses myoélectriques, la contraction des extenseurs permet l'ouverture de la main et celle des fléchisseurs la fermeture. La prosupination est obtenue par un changement dans la vitesse de la contraction musculaire (fig 13).

En cas de moignon court, la brièveté du levier osseux occasionne des contraintes importantes sur les parties molles du moignon lors de l'utilisation d'une prothèse. Par ailleurs, la forme rétentive de l'emboîture enserrant étroitement le coude et limite la flexion. Ces désagréments peuvent conduire à l'abandon de l'appareillage, surtout lorsqu'il est de type myoélectrique. En effet, dans ce cas viennent s'ajouter aux difficultés de maniement, liées au poids du matériel qui pèse sur l'extrémité du moignon, les difficultés à trouver sur ce moignon court les contractions musculaires exploitables par les capteurs myoélectriques.

Désarticulation du coude

La désarticulation du coude est nettement préférable à l'amputation transhumérale. En effet, la conservation de la palette humérale, avec les deux condyles, médial et latéral, permet d'accrocher la prothèse sans être obligé de prendre l'épaule.

APPAREILLAGE

Les principes évoqués pour la DDP sont applicables. Les conséquences de l'inégalité de longueur des segments huméraux, après appareillage, sont toutefois compensables par des artifices d'appareillage (coude à ferrures externes, raccourcissement du segment prothétique antébrachial...) qui permettent d'en minimiser les conséquences tant fonctionnelles qu'esthétiques.

Amputation transhumérale

Au niveau du bras, le lambeau antérieur est plus important que le postérieur, tant en longueur qu'en largeur, afin d'obtenir une cicatrice distale et postérieure. L'amputation du bras ne pose pas de problème technique particulier. Mais, à ce niveau également, un maximum de longueur est toujours préférable. En effet, si l'appareillage nécessite ensuite la « prise » de l'épaule, la conservation des muscles proximaux (pectoralis major, latissimus dorsi) permet d'utiliser une pince humérothoracique non négligeable. Enfin, comme à l'avant-bras et si cela est possible, le moignon est façonné afin d'être compatible avec une prothèse myoélectrique.

APPAREILLAGE

Comme dans presque toutes les amputations, il faut préserver la longueur squelettique la plus importante. Les composants prothétiques disponibles à ce niveau sont encombrants et nécessitent, si l'on veut préserver la symétrie des segments, un raccourcissement variable selon le type de prothèse [5, 26].

Si le moignon est court, l'insuffisance de coaptation, et donc de rétention, conduit à réaliser une emboîture qui englobe l'épaule. La limitation d'amplitude articulaire qui en résulte n'a que peu d'incidence fonctionnelle, car l'essentiel du déficit des mobilités actives de l'épaule est lié à la brièveté de l'humérus restant. L'adaptation d'une prothèse mécanique sur moignon court est très difficile, car le peu de longueur du bras de levier limite la mobilisation de l'appareil et l'importance des efforts de traction sur la câblerie.

En cas de prothèse myoélectrique, la contraction du triceps permet alternativement l'ouverture de la main, la supination et l'extension du coude, celle du biceps, la fermeture de la main, la pronation et la flexion du coude (fig 14).

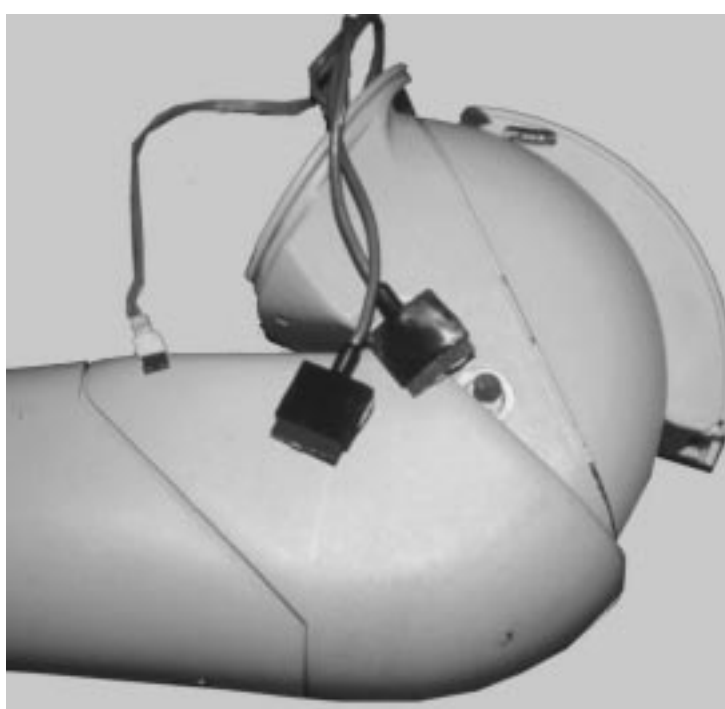
L'amputation d'une partie du membre supérieur, notamment d'une main, crée un déficit fonctionnel considérable, d'autant plus important qu'il s'agit du côté dominant. Le préjudice esthétique est majeur. Il est amplifié par la symbolique relationnelle considérable liée à la main. Face à ce handicap, l'appareillage apporte une compensation, mais reste en retrait sur ce que le patient est en mesure d'espérer. Tandis qu'au membre inférieur, l'évolution technologique permet d'améliorer la marche et d'accéder à des performances sportives, au membre supérieur, l'appareillage même de type myoélectrique n'autorise qu'une préhension rudimentaire insensible. Il s'agit plus d'un outil d'appoint destiné à venir en aide à la main saine que d'une véritable prothèse de substitution. La miniaturisation des composants électriques et des batteries, l'apport de l'électronique, l'utilisation de microcontrôleurs de préhension et des systèmes de *feed-back*, permettent d'espérer un allègement du matériel et l'obtention d'une préhension plus physiologique.

Enfin, l'augmentation des degrés de liberté des articulations des doigts prothétiques et l'amélioration de la qualité des gants de recouvrement, dotés de palpeurs sensitifs, sont des voies prometteuses.

Désarticulations à la racine du membre supérieur

DÉSARTICULATION DE L'ÉPAULE

Les indications de cette intervention ont diminué avec les progrès de la chirurgie conservatrice [19, 41, 42, 46]. Elle reste néanmoins



14 Amputation transhumérale. Appareillage. Coude UTAH®, myoélectrique à commande proportionnelle et à option de balancement automatique lors de la marche.

nécessaire dans la chirurgie tumorale avec envahissement des vaisseaux et des nerfs de la racine du membre. La préparation psychologique du patient est conforme aux principes énoncés dans le chapitre « Prise en charge du patient avant, pendant et après l'intervention » sous la rubrique « Aspect psychologique ».

La désarticulation de l'épaule tente de conserver un galbe deltoïdien pour améliorer l'aspect cosmétique et les possibilités d'appareillage.

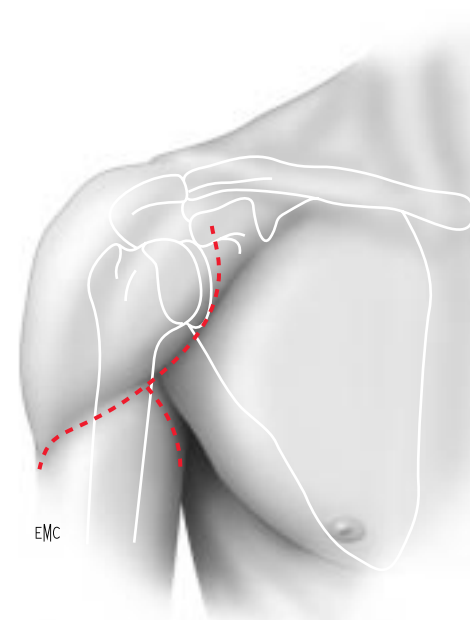
■ Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal avec un volumineux coussin sous le bord spinal de l'omoplate débordant sur l'épaule controlatérale afin de laisser la face postérieure de l'épaule libre. Le membre supérieur, pour être mobilisable, est inclus dans le champ opératoire. La préparation du membre obéit aux règles habituelles de l'asepsie. L'opérateur fait face au creux axillaire.

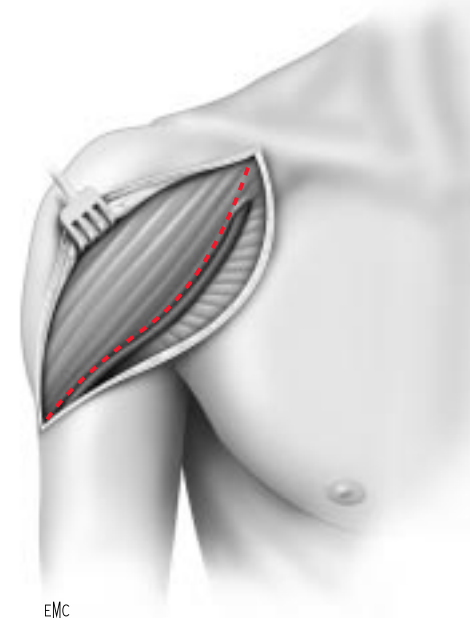
■ Protocole opératoire

La voie d'abord est deltopectorale, étendue à sa partie distale au segment antérieur du « V » deltoïdien. Sur cette incision, on branche, à sa partie médiane antérieure, une incision oblique descendant à la face médiale du bras et on y associe une incision horizontale postérieure (fig 15) rejoignant la première incision. L'exposition et la section de la veine céphalique après ligature sont réalisées en premier (fig 16). Le tendon du pectoralis major (fig 17) est sectionné sur son insertion humérale, et le muscle est récliné en dedans. Le « V » deltoïdien est détaché de l'humérus et le coracobrachialis est sectionné sur la coracoïde. On expose alors sans difficulté le paquet vasculonerveux. La dissection du pédicule est poursuivie au-delà de l'émergence des artères circonflexes afin de conserver les deux vaisseaux circonflexes ainsi que le nerf axillaire, et donc la vitalité du muscle deltoïdeus (fig 18). Les nerfs ulnaris, medianus, radialis et musculocutaneus sont exposés et infiltrés à la lidocaïne. L'infiltration est effectuée en sous-épineural. La section des nerfs est réalisée quelques minutes après l'infiltration. Le pédicule axillaire est lié avant d'être sectionné, chaque élément constitutif étant ligaturé séparément (fig 19).

La dissection est alors poursuivie en rotation interne permettant la section des muscles de la coiffe, teres minor, infrasupinatus, suprasupinatus sur le trochiter. Le tendon du caput longum du biceps brachii est sectionné sur le tubercule sus-glénodien. La



15 Désarticulation de l'épaule. Tracé des incisions.

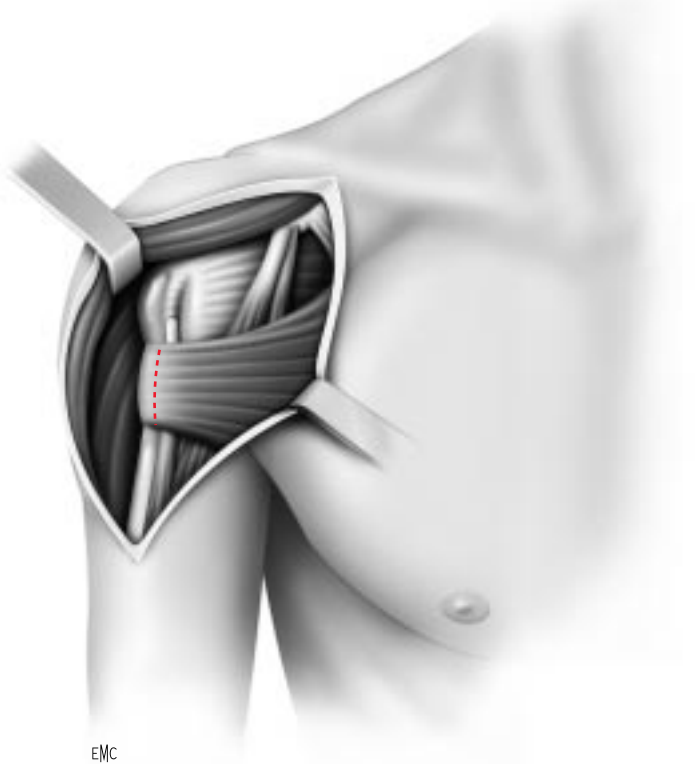


16 Désarticulation de l'épaule. Exposition de la veine céphalique.

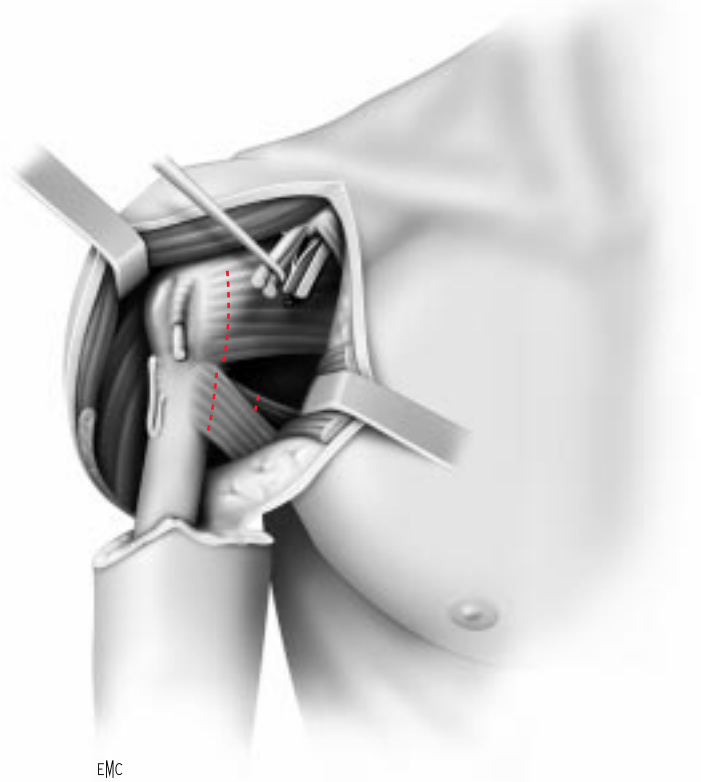
mise en rotation externe permet la section du muscle sub-scapularis sur le trochin. Le teres major et le latissimus dorsi sont sectionnés avant leur insertion sur l'humérus. La capsule est ouverte d'avant en arrière (fig 20). Le membre ne tient plus alors que par le caput longum du triceps brachii qui est détaché du tubercule sous-glénodien.

■ Appareillage

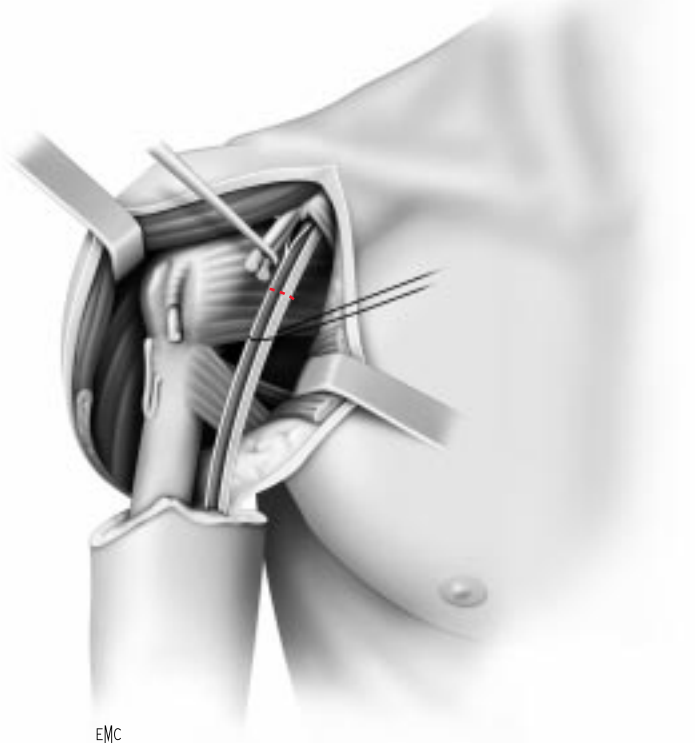
L'appareillage peut être commencé dès la cicatrisation cutanée [24, 39]. L'emboîture de la prothèse englobe largement la région scapulaire pour y trouver stabilité et confort avec le concours d'un harnais. Le positionnement de l'effecteur terminal nécessite la contribution de deux articulations prothétiques intermédiaires, l'épaule et le coude. Celles-ci sont soit myoélectriques, soit hybrides. La complexité, le poids et le peu de performance de tels appareils rendent compte du grand nombre d'échecs rencontrés en pratique courante, l'appareillage fonctionnel étant volontiers délaissé par l'amputé unilatéral au profit d'une prothèse de vie sociale.



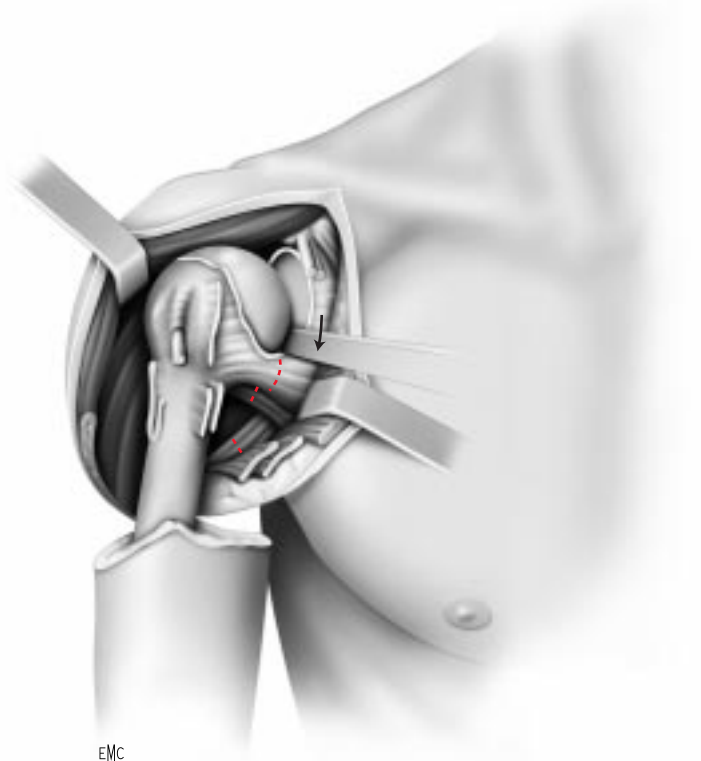
17 Désarticulation de l'épaule. Exposition du tendon du pectoralis major avant section.



19 Désarticulation de l'épaule. Contrôle et section des éléments du paquet vasculo-nerveux. Visualisation des muscles antérieurs avant section.



18 Désarticulation de l'épaule. Après section du tendon du pectoralis major, celui-ci est récliné en dedans. Le paquet vasculonerveux est exposé.



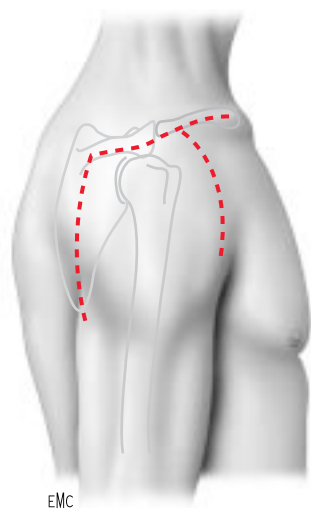
20 Désarticulation de l'épaule. Les différents muscles périarticulaires ont été sectionnés et permettent l'exposition articulaire.

DÉSARTICULATION INTERSCAPULOTHORACIQUE

■ Installation

Le patient est en décubitus controlatéral non strict (trois quarts dorsal incomplet) et maintenu par deux appuis, pubien et sacré. Le membre supérieur est inclus dans le champ opératoire pour pouvoir être mobilisé. Ce champ opératoire est large, remontant jusqu'au

cou, débordant l'hémi-thorax controlatéral tant en avant qu'en arrière. Le champ opératoire doit permettre d'exposer la totalité de la ceinture scapulaire depuis la sternoclaviculaire en avant jusqu'au rachis en arrière, et de la base du cou jusqu'à la partie distale du thorax. Le chirurgien fait face à la scapula, l'aide principal est en face de lui, un ou deux aides supplémentaires peuvent se tenir à sa droite et/ou à sa gauche.



21 Désarticulation interscapulothoracique. Temps antérieur. Tracé des incisions.

■ Protocole opératoire

La désarticulation comporte trois temps opératoires, un premier temps antérieur, un temps postérieur et un second temps antérieur.

Voie d'abord

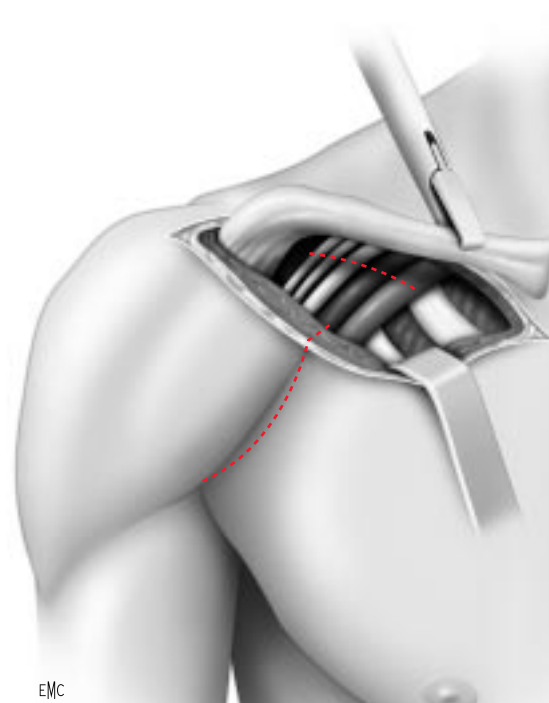
L'incision suit la clavicula exposant la sternoclaviculaire. Elle atteint l'acromion dont elle contourne le bord externe. À la jonction de la spina scapulae et de l'acromion, l'incision descend verticalement, puis se recourbe en avant en croisant le bord inférieur du teres major, doublé par le latissimus dorsi et le pectoralis major. Le passage se fait à l'endroit où les tendons quittent le creux axillaire pour se fixer sur l'humérus. Cette incision remonte en avant verticalement dans la direction du sillon deltopectoral, se terminant à la partie moyenne de la clavicula (fig 21). Elle délimite deux lambeaux, un antérieur et un postérieur, dont les dimensions sont équivalentes, permettant la fermeture après désarticulation. Lorsque l'envahissement tumoral est étendu en avant, on ménage un lambeau postérieur sur le bras et inversement afin de fermer en première intention.

Premier temps antérieur

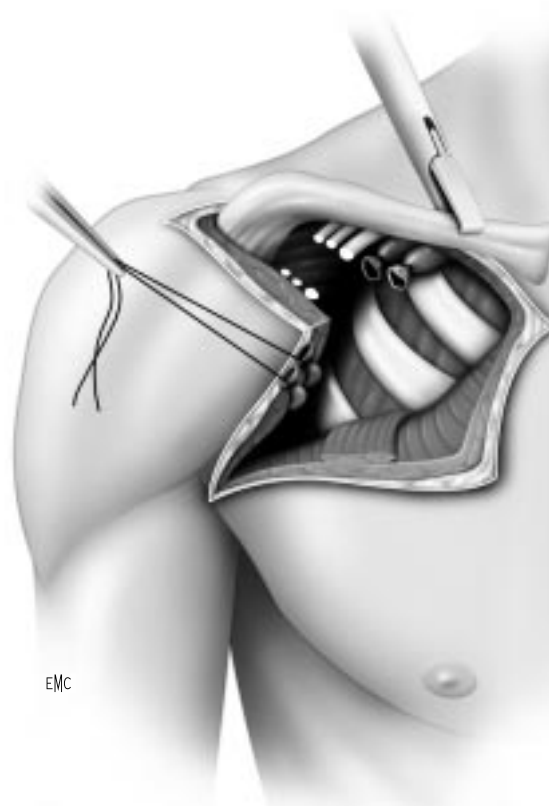
Il comporte une désarticulation de la clavicula. L'incision de l'aponévrose et du périoste claviculaire antérieur permet d'exposer la face antérieure de la clavicula, puis de ruginer la face inférieure. Il faut être prudent lors du dégagement sous-périosté de la partie médiale de la clavicula, et en particulier de son bord inférieur en prenant soin de ne pas blesser le confluent veineux jugulo-sous-clavier. La désarticulation se fait en regard de la sternoclaviculaire (fig 22). L'extrémité médiale de la clavicula est alors saisie dans un davier permettant de dégager toute la région sous-clavière. Après avoir effondré l'aponévrose clavipectoroaxillaire en regard du muscle sub-clavius, on expose la totalité du plexus brachial ainsi que l'artère et la veine sous-clavière. L'artère et la veine sont disséquées et liées séparément (fig 23). Le temps antérieur est complété en sectionnant le tendon du pectoralis minor sur le processus coracoïdeus. Le ligament coracoacromial et le tendon conjoint partiront avec la pièce. Le tendon du pectoralis major est sectionné aussi près que possible de son insertion humérale. On découvre ensuite la face antérieure de la scapula recouverte par le muscle sub-scapularis.

Temps postérieur

L'incision de la partie externe de la clavicula descend en arrière et permet de dégager un lambeau cutané postérieur correspondant à la face superficielle de la région scapulaire (fig 24). Ce lambeau est dégagé depuis la pointe de la scapula en bas et le long du bord spinal. Le muscle trapezius est libéré de ses différentes insertions sur la clavicula, la spina scapulae et l'acromion. La partie distale de l'incision postérieure, les tendons latissimus dorsi et teres major sont dégagés. Le latissimus dorsi est sectionné en regard de la pointe de la scapula.



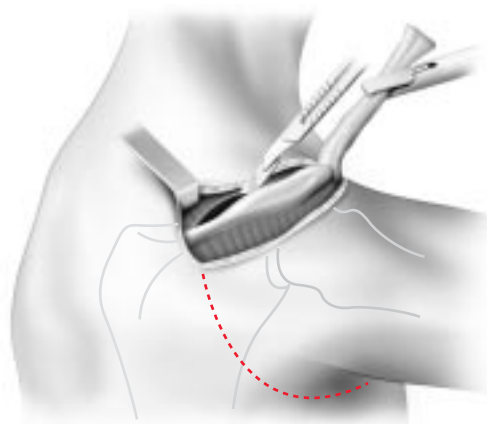
22 Désarticulation interscapulothoracique. Temps antérieur. Désarticulation de la sternoclaviculaire.



23 Désarticulation interscapulothoracique. Temps antérieur. Ligature des vaisseaux sous-claviers.

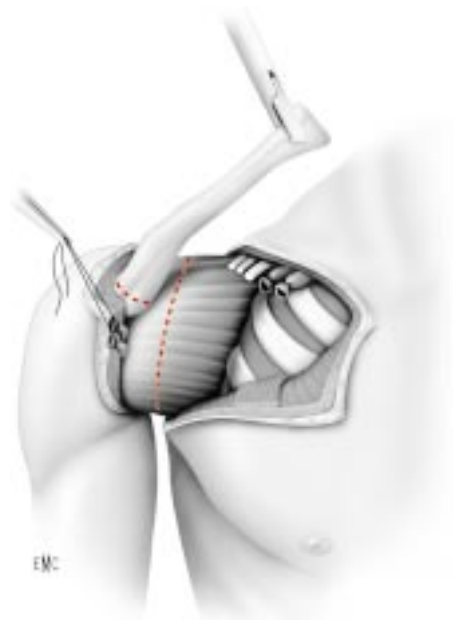
Second temps antérieur

L'aide situé à côté de l'opérateur exerce une traction en abduction, attirant la scapula qui ne tient plus au thorax que par les muscles scapulothoraciques. Ces muscles sont libérés et coupés sur le thorax.



24 Désarticulation interscapulothoracique. Temps postérieur. Incision et préparation du lambeau postérieur.

EMC



25 Désarticulation interscapulothoracique. Second temps antérieur. Section des muscles scapulothoraciques.

EMC

Il s'agit, d'avant en arrière et de haut en bas, de l'omohyoïdeus, du levator scapulae, du serratus et du rhomboïdeus (fig 25). Un soin



26 Désarticulation interscapulothoracique. Fermeture cutanée.

EMC

particulier est apporté à l'hémostase du pédicule scapulaire et de ses branches. La fermeture se fait en affrontant les plans musculocutanés antérieur et postérieur (fig 26). Elle est effectuée sur un drainage aspiratif. Le traitement thymoanaleptique, commencé en préopératoire, est poursuivi en postopératoire.

■ Appareillage

La désarticulation interscapulothoracique entraîne, au-delà de la perte fonctionnelle, un déséquilibre majeur de tout l'axe rachidien et des conséquences esthétiques encore majorées par l'impossibilité de se vêtir. L'objectif de l'appareillage est en conséquence de rééquilibrer, au moins partiellement, le rachis et la partie supérieure du tronc, et de reconstituer un galbe d'épaule. L'appareil comporte une coque, sur laquelle est modelée, par symétrie au côté opposé, une anatomomorphologie scapulaire à l'aide d'un matériau cellulaire. La rétention est assurée par un harnais. Habituellement, le membre prothétique se limite à un moignon huméral, l'essai préalable d'un membre supérieur complet étant habituellement abandonné en raison du poids et du ballant du membre postiche.

Références

- [1] Alnot JY, Masmejean E. Amputations unidigitales des doigts. In : Tubiana R éd. Traité de chirurgie de la main. Paris : Masson, 1998 : 569-578
- [2] Alnot JY, Monod A. Le lambeau rectangulaire d'avancement palmaire dit de Moberg-O'Brien dans les pertes de substance distales des doigts. *Ann Chir Main* 1988 ; 7 : 151-157
- [3] André JM, Paquin JM, Martinet N. Appareillage et rééducation des amputés du membre supérieur. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Médecine Physique-Kinésithérapie, 26-269-A-10, 1990 : 1-18
- [4] Bitar C, Rombouts JJ. Transposition du cinquième rayon pour séquelle d'amputation du quatrième doigt ou lors d'amputation pour lésion tumorale du quatrième doigt. *Acta Orthop Belg* 1979 ; 45 : 527-537
- [5] Blohmke F. Otto-Bock : le manuel des prothèses-orthèses pour les membres supérieurs. Berlin : Schiele und Schön, 1992, 16-55
- [6] Carroll RE. Levels of amputation in the third finger. *Am J Surg* 1959 ; 4 : 477
- [7] Carroll RE. Transposition of the index finger to replace the middle finger. *Clin Orthop* 1959 ; 15 : 27-34
- [8] Chase A. The damaged index digit. A source of components to restore the crippled hand. *J Bone Joint Surg Am* 1968 ; 50 : 1152-1160
- [9] Cohen L, Bunkis J, Gorden L, Walton R. Functional assessment of ray transfer for central digital loss. *J Hand Surg Am* 1985 ; 10 : 232-237
- [10] Coic B, Huet-Garat J, Kouvalchouk JF. Le devenir à moyen terme et long terme des amputés du membre supérieur. In : De Godebout J, Simon L éd. Appareillage du membre supérieur. Prothèses et orthèses. Paris : Masson, 1989 : 109-114
- [11] Duparc J, Alnot JY. Amputations unidigitales des doigts. In : Monographie de la société française de chirurgie de la main. Les mutilations de la main. Paris : Expansion Scientifique Française, 1984 : 61-70
- [12] Duspiva W, Biemer E, Hanfmann B. Should a single long finger be replanted. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1984 ; 1 : 31-33
- [13] Foucher G. La reconstruction après amputation traumatique du pouce. In : Cahier d'enseignement de la société française de chirurgie de la main. Paris : Expansion Scientifique Française, 1993 : 65-76
- [14] Foucher G, Debry R, Braun FM, Merle M. L'abord palmaire dans l'amputation proximale du deuxième rayon de la main. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 581-583
- [15] Hung LK, Leung PC. Salvage of the ring avulsed finger in heavy manual workers. *Br J Plast Surg* 1989 ; 42 : 43-45
- [16] Iselin F, Peze W. Ray centralisation without bone fixation for amputation of the middle finger. *J Hand Surg Br* 1988 ; 13 : 97-99
- [17] Le Viet D. Translocation de l'auriculaire par ostéotomie intracarpienne. *Ann Chir* 1978 ; 32 : 609-612
- [18] Le Viet D. La translocation de l'auriculaire par ostéotomie intracarpienne. *Ann Chir Main* 1982 ; 1 : 45-56
- [19] Linberg BE. Inter scapulo thoracic resection for malignant tumor of the shoulder joint region. *J Bone Joint Surg* 1928 ; 10 : 344-349
- [20] Louis DS. Amputations in green DP. In : Operative hand surgery. New York : Churchill Livingstone, 1993 : 53-98
- [21] Masmejean E, Alnot JY, Couturier C, Cadot B. Résection du quatrième rayon pour lésions de l'annulaire : les amputations du quatrième rayon de la main. *Rev Chir Orthop* 1997 ; 83 : 324-329
- [22] Massart P, Foucher G. Résultats des lambeaux en îlot homodactyles unipédiculés. *Ann Chir Main* 1988 ; 7 : 158-162
- [23] Maurer P. Amputations de l'avant-bras (de la désarticulation du poignet à l'amputation de l'avant-bras). In : Tubiana R éd. Traité de chirurgie de la main. Paris : Masson, 1998 : 578-585
- [24] Merimsky O, Kollender Y, Inbar M, Chaitchik S, Meller I. Palliative major amputation and quality of life in cancer patients. *Acta Oncol* 1997 ; 36 : 151-157
- [25] Merle M, Dautel G. La main traumatique. Paris : Masson, 1995
- [26] Migueles JM. Increasing upper extremity prosthetic success rates. *O & P World* 1999 ; 2 : 55-56
- [27] Moberg E. Aspects of sensation in reconstructive surgery of the upper extremity. *J Bone Joint Surg Am* 1964 ; 46 : 817-825
- [28] Mouchet A, Gilbert G. Couverture des amputations distales des doigts par lambeau neuro-vasculaire homodigital en îlot. *Ann Chir Main* 1982 ; 1 : 180-182
- [29] Murray JF, Carman W, MacKenzie JK. Transmetacarpal amputation of the index finger: a clinical assessment of hand strength and complications. *J Hand Surg Am* 1977 ; 2 : 471-481
- [30] Nishijima N, Yamamuro T, Fujio K. Toe-to-finger transfer combined with wrap-around flap: a new technique for four finger amputation. *J Hand Surg Am* 1995 ; 20 : 213-217
- [31] O'Brien B. Neurovascular island pedicled flaps for terminal amputation and digital scars. *Br J Plast Surg* 1968 ; 21 : 258-261
- [32] Paquin JM, Martinet N, André JM. L'appareillage des amputés des membres supérieurs. *J Réadapt Méd* 1995 ; 15 : 90-94
- [33] Peze W, Iselin F. Amputation esthétique du médus avec ostéotomie carpienne. *Ann Chir Main* 1984 ; 3 : 232-236
- [34] Posner MA. Ray transposition for central digital loss. *J Hand Surg Am* 1979 ; 4 : 242-257
- [35] Razemon JP. La transposition de l'index sur le troisième métacarpien dans les séquelles d'amputation du médus. *Acta Orthop Belg* 1973 ; 39 : 1170-1174
- [36] Saffar P, Glicenstein J. Translocation digitale par section oblique des métacarpiens. *Ann Chir* 1976 ; 30 : 897-901
- [37] Sears H, Rendi J. A look at myoelectric prosthetic technology. *O & P World* 1999 ; 2 : 48-52
- [38] Steichen JB, Idler RS. Results of central ray resection without bony transposition. *J Hand Surg Am* 1986 ; 11 : 466-474
- [39] Stevenson TR, Randall J, Duus EC. Shoulder reconstruction following disarticulation for ruptured mycotic aneurysm. *Plast Reconstr Surg* 1984 ; 74 : 423-426
- [40] Thauray MN, Cauquil C, Vergnettes J, DeGodebout J, Ster J, Ster F. Le point sur les prothèses myoélectriques. In : De Godebout J, Simon L éd. Appareillage du membre supérieur. Prothèses et orthèses. Paris : Masson, 1989 : 91-98
- [41] Tubiana R, McCullough CJ, Masquelet A. Voies d'abord chirurgical du membre supérieur. Paris : Masson, 1992 : 1-355
- [42] Vail TP, Harrelson JM. Treatment of pathologic fracture of the humerus. *Clin Orthop* 1991 ; 268 : 197-202
- [43] Van Overstraeten L, Foucher G. Étude comparative des résections métacarpiennes et des translocations après amputations des doigts médians. *Ann Chir Main* 1995 ; 14 : 74-83
- [44] Venkataswami R, Subramanian N. Oblique triangular flap a new methode of repair for oblique amputations of the fingertip and thumb. *Plast Reconstr Surg* 1980 ; 66 : 296-300
- [45] Wright TW, Hagen AD, Wood MB. Prosthetic usage in major upper extremity amputations. *J Hand Surg Am* 1995 ; 20 : 619-622
- [46] Ye Q, Zhao H, Shen J. Modified en bloc resection procedure for malignant tumor of the shoulder girdle. *Chung Kuo I Hsueh Ko Hsueh Yuan Hsueh Pao* 1994 ; 16 : 378-382

Amputations et désarticulations des membres

A Camilleri

Note de présentation

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Quelle est de nos jours la place de l'amputation dans l'arsenal thérapeutique dont dispose le chirurgien ?

Les données épidémiologiques sont assez pauvres, mais permettent d'effectuer deux types de constatation dans les pays à niveau de vie élevé.

D'une part, un vieillissement de la population, associé à une augmentation des artériopathies, notamment diabétiques. Ces pathologies concernent principalement une population d'hommes âgés, et sont responsables de près de 80 à 85 % des amputations.

D'autre part, une diminution importante du nombre d'amputés dans les pathologies traumatique et tumorale pendant les 20 dernières années, du fait des progrès des traitements conservateurs. La moyenne d'âge est nettement inférieure pour cette catégorie de patients.

Du fait de la majoration de la pathologie artérielle, le nombre d'amputations n'a jamais été aussi important.

Plusieurs faits nouveaux sont à retenir et concernent autant l'approche du patient que les techniques elles-mêmes.

La relation avec le patient s'est modifiée et tient compte des recommandations actuelles. Dans un projet opératoire comportant les conséquences physiques et psychiques que l'on imagine, l'information du patient et de sa famille, chaque fois que les circonstances le permettent, fait partie intégrante du traitement. Elle constitue le point de départ essentiel, oblige à passer le temps nécessaire à lever toute ambiguïté sur l'acte envisagé et ses suites. Elle permet, dans la majorité des situations, d'obtenir un consentement.

En ce qui concerne les techniques chirurgicales et l'appareillage. La terminologie sur les niveaux d'amputation a été modifiée et souscrit aux usages internationaux.

La situation finale des cicatrices ne commande plus le dessin des valves.

Au membre supérieur, la cause d'amputation la plus fréquente est la traumatologie. Les techniques ont peu évolué, mais on connaît bien actuellement la nature des séquelles liées à un niveau précis

d'amputation. Cela permet, dans certains cas et notamment à la main, de proposer au patient des interventions qui aideront à améliorer la fonction.

L'appareillage du membre supérieur a progressé, tant pour les matériaux utilisés dans les prothèses de vie sociale que pour les composants mécaniques et électriques des prothèses myoélectriques. Des évolutions sont cependant attendues pour diminuer le poids des prothèses et accroître leur fonctionnalité.

Au membre inférieur, la cause principale d'amputation est vasculaire. La technique du lambeau postérieur permet, tant en transtibial qu'à la désarticulation du genou, d'améliorer la trophicité cutanée, la cicatrisation et le capitonnage. Dans les autres indications, les myoplasties et surtout les myodèses s'avèrent indispensables, en particulier en transfémoral. À l'arrière-pied, la technique d'arthrodèse tibiocalcanéenne avec astragalectomie (ATCA) conduit, avec une prothèse adaptée, à un résultat fonctionnel de qualité, stable dans le temps.

L'appareillage du membre inférieur est devenu plus léger et plus fonctionnel, grâce à l'utilisation de nouveaux matériaux. Certains composants prothétiques, tels les genoux ou les pieds composites, issus de la haute technologie, permettent un accès pour de jeunes patients à un niveau de performance élevé.

Le chirurgien, opérateur confirmé, connaît les différentes possibilités thérapeutiques opposables à telle ou telle pathologie, avant de s'engager dans une proposition d'amputation, car les méthodes d'investigation et les moyens thérapeutiques ont évolué.

– En vasculaire, les dilatations artérielles par voie endoluminale, les pontages, sont devenus des techniques courantes. Le suivi médical des patients diabétiques diminue les complications. Cela n'empêche cependant pas l'augmentation du nombre d'amputations.

– En traumatologie, si les techniques de réimplantation complète restent limitées dans leurs indications et conduisent à des résultats fonctionnels variables, la possibilité de réimplantation partielle atténue la conséquence du geste radical.

– La résonance magnétique, la chimiothérapie, les progrès des méthodes de reconstruction sont devenus des clés dans la prise en charge du patient tumoral, et permettent également de réduire la part de l'amputation.

Antoine Camilleri : Chirurgien, praticien hospitalier, chef du service de chirurgie orthopédique, centre hospitalier de Gonesse, 25, rue Pierre-de-Theilley, 95500 Gonesse, France.

L'opérateur apprécie également l'avenir fonctionnel et social du patient. S'il choisit une chirurgie de conservation, il lui faut imaginer ce que sera le résultat et le temps qui sera nécessaire pour y parvenir. Cela mène parfois à renoncer à la prouesse technique, pour se résoudre précocement à effectuer une amputation.

Sans minimiser l'impact psychologique, l'amputation est, de nos jours, pour les patients actifs, plus un passage vers une situation fonctionnelle différente qu'un geste destructeur.

Pour les sujets vasculaires, la technique dite « à moignon fermé », permet un nombre important de cicatrisations en première intention. On ne peut occulter cependant, pour les sujets les plus âgés,

l'augmentation du nombre d'amputations dites « de sauvetage » ; la survie est parfois possible, mais l'appareillage est inenvisageable.

Chacun des auteurs a développé, dans son niveau de compétence, les principes qui paraissent les plus importants.

Des notions d'appareillage sont exposées dans chaque rubrique afin de donner au chirurgien des éléments pour optimiser son geste et pour renseigner au mieux son patient sur les suites. Une stratégie opératoire efficiente ne se conçoit en effet que dans le cadre d'une étroite collaboration avec les médecins appareilleurs.

Remerciements pour sa précieuse collaboration au docteur Patricia Ribinik, médecine physique et réadaptation, centre hospitalier de Gonesse.

Amputations et désarticulations des membres

P Anract
A Camilleri
JY Larivière
R Terracher
D Ménager
G Chiesa
N Vassilief

Prise en charge du patient avant, pendant et après l'intervention

Résumé. – Se trouver en situation de décider une amputation ou une désarticulation peut poser à tout opérateur différents problèmes. Ceux-ci sont évoqués successivement et concernent les étapes qui précèdent, entourent et suivent l'acte chirurgical.

L'information du patient et/ou de sa famille débute ce processus. Elle est indispensable, objective, adaptée au contexte pathologique. Elle respecte la psychologie du patient et permet en règle d'obtenir un consentement. L'anesthésie et l'antalgie sont souvent des aspects concrets qui préoccupent en sus le patient. Accéder à une antalgie efficace est de nos jours un objectif licite et recommandé, mais c'est aussi sans doute un des moyens efficaces qui concourt à diminuer ou à éviter l'évolution vers l'algohallucinoïse.

Quel que soit le contexte ou le site d'amputation, certaines règles techniques générales sont à respecter et définissent les bases de la chirurgie d'amputation.

Une fois l'intervention réalisée, le plus souvent le patient entre dans une phase de rééducation. Celle-ci est précoce et constitue la première étape de la réadaptation qui autorise, grâce à l'appareillage, la récupération fonctionnelle.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : amputation, désarticulation, technique chirurgicale, membre fantôme, prise en charge psychologique, myoplastie, myodèse, névrome, rééducation précoce.

Aspect psychologique [3, 8, 15, 23, 24]

L'environnement psychologique dans lequel se déroule le « sacrifice » d'un membre revêt une grande importance pour le vécu de la situation nouvelle qu'est l'amputation, tant pour son acceptation que pour la prévention du syndrome douloureux.

Deux situations peuvent se rencontrer :

- l'amputation se discute dans le cadre de l'urgence extrême avec, parfois, un patient inconscient. Il faut informer le patient, quand cela est possible, ou à défaut un membre de sa famille. L'indication d'amputation dans cette situation doit être solidement étayée par des arguments cliniques et radiologiques conservés dans le dossier médical et si possible des documents photographiques ;

- de façon plus habituelle, cette intervention est programmée. Le praticien a alors le temps d'informer le patient ; cette discussion

intervient le plus tôt possible dans la prise en charge du futur opéré. Une amputation imposée au patient sans lui laisser le temps de l'accepter est probablement nocive et favorise la survenue du symptôme du membre fantôme.

La prise en charge psychologique des patients lors d'une amputation ne requiert pas de connaissances élaborées en psychiatrie et en psychologie, mais simplement du bon sens et du temps afin d'écouter et d'expliquer.

Elle est le reflet du respect que le chirurgien doit avoir vis-à-vis de son patient. Parallèlement, un soutien psychiatrique ou psychologique peut être proposé au patient s'il le souhaite.

Cette préparation paraît fondamentale et représente l'essentiel de la prévention pour éviter la survenue d'un membre fantôme douloureux.

Anesthésie et antalgie [1, 2, 6, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21]

La prise en charge par un anesthésiste d'un patient pour une amputation repose sur les deux points suivants :

- la procédure anesthésique ;
- la prise en charge du retentissement neurologique et neuropsychologique de l'acte chirurgical.

Si la procédure anesthésique ne diffère pas de celle utilisée pour tout autre type de chirurgie, le problème qui domine est celui de l'apparition du membre fantôme (hallucinoïse) et du cortège de douleurs qui peuvent l'accompagner (algohallucinoïse).

Philippe Anract : Chirurgien, praticien hospitalo-universitaire, faculté Cochin-Port-Royal, université Paris V, service de chirurgie orthopédique B (professeur B Tomeno).

Nicolas Vassilief : Médecin-anesthésiste, praticien hospitalier, service d'anesthésie-réanimation. Hôpital Cochin, 27, rue du Faubourg-Saint-Jacques, 75679 Paris cedex 14, France.

Antoine Camilleri : Chirurgien, praticien hospitalier, chef de service.

Jean Yves Larivière : Chirurgien, praticien hospitalier.

Richard Terracher : Chirurgien, praticien hospitalier.

Service de chirurgie orthopédique, centre hospitalier, 25, rue Pierre-de-Thieilly, 95500 Gonesse, France.

Domenico Ménager : Médecin-chef.

Gérard Chiesa : Médecin, chef de service.

Centre de rééducation et d'appareillage, 2, rue du Parc, 94460 Valenton, France.

Le membre fantôme douloureux ou « algohallucinoses des amputés » réalise un syndrome algique complexe du membre absent et pose la question d'une véritable inscription douloureuse dans le système nerveux central. La physiopathologie de ce syndrome qui fait intervenir de très nombreuses structures nerveuses, de l'étage supérieur cortical jusqu'aux éléments les plus distaux comme les nerfs périphériques, rend le traitement d'autant plus complexe. Celui-ci est multipolaire et associe des méthodes très variées, psychosomatiques et pharmacologiques, adaptées à chaque situation. La durée des différents traitements est très variable et peut conduire, pour quelques rares patients, à un traitement à vie.

Bases de la chirurgie d'amputation

DÉFINITION

Quelle qu'en soit la cause, l'amputation reste de nos jours un acte lourd dans ses conséquences, tant psychologiques que physiques. Elle traduit l'échec des traitements médicaux et conservateurs face à une pathologie donnée, mais ne concrétise pas pour autant l'entrée dans une phase d'abandon ou de renoncement. Elle peut se discuter tandis qu'évolue une autre pathologie, elle-même source d'inquiétude. Si la réalisation technique s'apparente à un geste réputé facile, faisant appel à un matériel simple, plusieurs règles doivent être respectées. L'acte opératoire n'est pas délégué aux plus jeunes, car il requiert maîtrise technique et minutie.

UTILISATION DU GARROT

De type pneumatique, il est placé à la racine du membre. Son usage est parfois facilité par l'utilisation d'un garrot stérile. En cancérologie, mais aussi en présence d'une pathologie infectieuse, le garrot est gonflé après surélévation du membre, sans utilisation de bande d'Esmarch. Son utilisation est proscrite quand existe une souffrance tissulaire. C'est le cas dans les causes vasculaires, mais aussi dans certaines situations traumatiques.

INSTALLATION

Il n'y a pas de standard défini. Elle est pensée et effectuée pour aider à la réalisation des différents gestes prévus. Le badigeonnage extensif est débuté sur le site prévu de l'amputation, puis étendu au restant du membre, en terminant par la zone la moins propre. En contexte infectieux, la partie septique du membre est exclue, pour diminuer le risque contaminant, en l'enfermant dans une chaussette plastifiée.

PROTOCOLE OPÉRATOIRE

Plusieurs recommandations sont apportées selon les éléments anatomiques auxquels on s'adresse, qu'il s'agisse des téguments, des muscles, de l'os, des vaisseaux ou des nerfs.

■ **Téguments**

Trophicité tégumentaire et qualité de cicatrisation

La peau constitue l'interface avec la prothèse ; sa qualité, peu de temps après l'intervention, renseigne assez bien sur les chances de tolérance de l'appareillage. L'évolution de la cicatrisation en postopératoire conditionne un accès précoce à l'appareillage. Tout est fait pour privilégier une cicatrisation de première intention et éviter la survenue d'une nécrose cutanée postopératoire, à moins que les conditions locales n'aient incité à choisir une technique de moignon « laissé ouvert ».

Sensibilité cutanée

L'étude de la sensibilité cutanée en préopératoire est importante, en particulier chez le patient diabétique, car le moignon doit être

recouvert d'une peau certes de bonne qualité, mais surtout sensible. Faire abstraction de cet élément conduirait à des complications lors de l'appareillage, du fait de l'apparition de lésions cutanées en territoire insensible. Celles-ci risquent d'évoluer rapidement vers de larges zones d'ulcération.

Potentiel de cicatrisation

Il est lié au contexte vasculaire, apprécié par le bilan clinique et par les investigations contributives à la décision, telles que le doppler ou la pression transcutanée d'oxygène (TcPO₂). L'état nutritionnel est également un élément pronostic important, il est jugé sur le dosage de la protidémie, de l'albuminémie, ainsi que sur le nombre de lymphocytes, des chiffres respectivement inférieurs à 60 g/L, 30 g/L, 1 500 lymphocytes sont des données péjoratives. L'équilibration de la glycémie chez le diabétique est enfin indispensable^[5].

Tracé des incisions

Il est effectué en début d'intervention à l'aide d'un crayon dermatographique. Cette étape préalable est nécessaire car elle oblige à envisager les problèmes que l'on souhaite maîtriser, et contraint à imaginer la forme définitive que l'on va tenter de donner au moignon.

Maniement des téguments

Les plus extrêmes précautions sont requises, d'autant que l'on se trouve en contexte vasculaire. Les mêmes règles qu'en chirurgie plastique prévalent et amènent à mobiliser les valves cutanées manuellement, en évitant l'utilisation des pinces à griffe. Les valves peuvent aussi être maintenues par des fils montés sur pinces-repères. Les qualités mécaniques et le degré de vascularisation des téguments sont évalués.

■ **Muscles**

Exposition et examen

Leur abord reste limité à la réalisation technique souhaitée. Les dissections étendues aggravent la dévascularisation et favorisent les collections hématiques ou infectieuses.

Un examen minutieux renseigne sur l'aspect, la coloration, la contractilité. Les tissus musculaires jugés non ou mal vascularisés sont excisés, pour ne laisser que des fibres bien vivantes.

Muscles et moignon

En regard du site d'amputation, les muscles n'ont aucune utilité fonctionnelle, puisqu'ils n'ont plus de cible effectrice. Ils améliorent la trophicité globale du moignon et en capitonnent la partie la plus distale. Ils sont ajustés par excisions itératives. Cette excision conduit à raccourcir les muscles à la longueur utile, mais aussi à les désépaissir, plutôt par leur face profonde, afin de respecter lesaponévroses superficielles et la vascularisation fasciocutanée.

Plasties musculaires

Plusieurs techniques ont été décrites :

– la *myoplastie* consiste à suturer dans un même plan, avec une tension suffisante, en bout de squelette restant, les groupes musculaires agonistes et antagonistes ; la stabilisation de cette sangle n'est pas toujours aisée, ce qui peut conduire à sa luxation ;

– la *myodèse* est une adaptation de la technique précédente, où l'extrémité osseuse est préparée par forage de plusieurs trous, afin de fixer en transosseux, sous bonne tension, les groupes musculaires. Le choix final est lié au contexte, mais combine volontiers l'utilisation des deux techniques^[4, 9, 17].

On leur reconnaît plusieurs avantages^[4, 9] :

– elles améliorent le modelage distal du moignon, la vascularisation cutanée et musculaire, les informations proprioceptives ;

- elles s'opposent à certaines déformations liées aux déséquilibres musculaires occasionnés par l'amputation elle-même, notamment à la cuisse ;
- elles contribuent à diminuer les douleurs fantômes, ainsi que les contractions musculaires involontaires douloureuses, lors de la station debout et de la marche ;
- elles ne nécessitent pas de modification du protocole de rééducation.

Elles sont cependant contre-indiquées en présence d'une infection, d'une atteinte musculaire ischémique ou de toute autre circonstance qui peut éventuellement nuire à la cicatrisation.

■ **Squelette**

Longueur

Le squelette constitue la structure rigide du segment de membre restant. Il lui faut donc transmettre à l'appareillage les différentes forces qui permettent au patient de récupérer le mouvement et de restaurer la fonction. Pour un segment de membre donné, plus le squelette est long, meilleur est le résultat fonctionnel. Malgré les progrès réalisés en matière d'appareillage, on ne peut améliorer la transmission des forces lorsque la longueur du bras de levier est insuffisante.

Garder le plus long possible, c'est aussi savoir composer avec les nécessités qui conduisent à l'amputation.

En chirurgie cancérologique, la détermination du niveau de section osseuse est liée, entre autres données, au type de la tumeur, à l'importance de l'envahissement. Il est très important de respecter la stratégie définie, afin d'être carcinologiquement efficace.

En traumatologie, il faut amputer au foyer distal, lorsqu'on se trouve en présence d'une fracture bifocale, ou recourir à un artifice plastique de recouvrement, devant un squelette dénudé.

Ce principe, qui concerne la longueur, trouve cependant quelques exceptions, notamment au niveau de l'arrière-pied.

Préparation de l'extrémité osseuse

La section osseuse est réalisée à l'aide d'une scie qui peut être simple, de Gigli ou motorisée. L'extrémité osseuse est traitée afin d'être la moins agressive. Elle est débarrassée des spicules menaçants ; elle est parfois poncée, arrondie, afin de réaliser, en association avec l'ensemble des tissus, un complexe distal fonctionnel. L'abrasion des arêtes osseuses est effectuée à l'aide d'une pince-gouge, d'une scie ou d'une râpe. La poussière d'os est éliminée par un lavage au sérum physiologique.

L'attitude par rapport au périoste n'est pas univoque. Certains préfèrent le réséquer afin d'éviter la survenue d'ossifications, d'autres recommandent d'en conserver des lambeaux pour les suturer en bout de squelette. Dans cette dernière éventualité, ils peuvent être difficiles à individualiser, car réduits à une très fine membrane, en particulier chez le sujet âgé.

En cas de désarticulation, bien que les avis ne soient pas convergents, la tendance actuelle est plutôt de garder le cartilage.

■ **Vaisseaux**

On distingue les pédicules principaux à destinée distale, les pédicules nourriciers des différents tissus, enfin les capillaires intratissulaires.

Pédicules principaux

Selon le niveau d'intervention, le calibre des vaisseaux est plus ou moins important. Lorsque le calibre le permet, il faut disséquer l'artère et la veine et ligaturer l'extrémité des deux types de vaisseaux séparément au fil non résorbable, à l'aide d'un nœud de Meunier. Si le calibre des vaisseaux n'autorise pas une dissection séparée, ceux-ci sont ligaturés ensemble.

Pédicules nourriciers

En amont du site d'amputation, quelle que soit leur destinée, ils sont respectés par une dissection minutieuse, économe et réduite à ce qui est indispensable.

Capillaires

Ils sont souvent bien visibles au niveau des tissus et attestent de la qualité de la vascularisation. Il faut les mettre à l'abri d'une compression ultérieure, source d'ischémie localisée, en évitant les suffusions hémorragiques et hématomes, par une hémostase soigneuse et un drainage satisfaisant. Un pansement trop serré, en particulier chez les patients vasculaires, est contre-indiqué.

Hémostase

À toutes les étapes de l'intervention, et notamment après la levée du garrot, elle est réalisée avec soin. Elle est effectuée, selon le calibre des vaisseaux, soit par ligature, soit par coagulation au bistouri électrique, à l'aide d'instruments fins. Garante de suites simples, elle diminue le saignement postopératoire et le risque d'hématome, améliore indirectement la microcirculation tissulaire, abaisse le taux de surinfection.

■ **Nerfs**

Indépendamment des gros troncs nerveux, que l'on identifie aisément, il faut repérer les nerfs à visée sensitive, dont certains cheminent dans l'espace cellulaire sous-cutané. Ces deux types de nerfs nécessitent un traitement identique, car ils peuvent être à l'origine de névromes douloureux. Beaucoup de choses ont été dites ou écrites sur l'attitude qu'il convient d'avoir chirurgicalement à propos des nerfs [22].

Un nerf sectionné évolue constamment vers un névrome, qui correspond au mode de cicatrisation habituel. Celui-ci doit être situé en dehors des zones de contrainte. Il faut éviter de placer la tranche de section nerveuse près de l'extrémité osseuse, dans un site qui risque d'évoluer vers un tissu scléreux ou cicatriciel, soumis aux sollicitations mécaniques.

Le nerf concerné est libéré sur quelques centimètres, attiré vers le bas, puis coupé nettement, le plus haut possible, à l'aide d'une lame de bistouri froid. Le tronc restant se rétracte à l'intérieur des tissus. Pour les gros troncs nerveux, une hémostase fine ou une ligature de l'artère centrale du nerf est utile, afin d'éviter un saignement préjudiciable.

Lors de la section d'un nerf, et quelle que soit la modalité d'anesthésie ou d'analgésie, le cerveau recevrait une information nociceptive dont il conserverait une trace. Pour éviter cet inconvénient, il est recommandé soit d'infiltrer le périnèvre préalablement à sa section par un anesthésiant à base de lidocaïne, soit d'intervenir sous bloc nerveux [22]. Cette modalité diminuerait l'usage des antalgiques en postopératoire et abaisserait la fréquence de l'algohallucinoïse [1, 7, 14, 16].

DRAINAGE ET FERMETURE

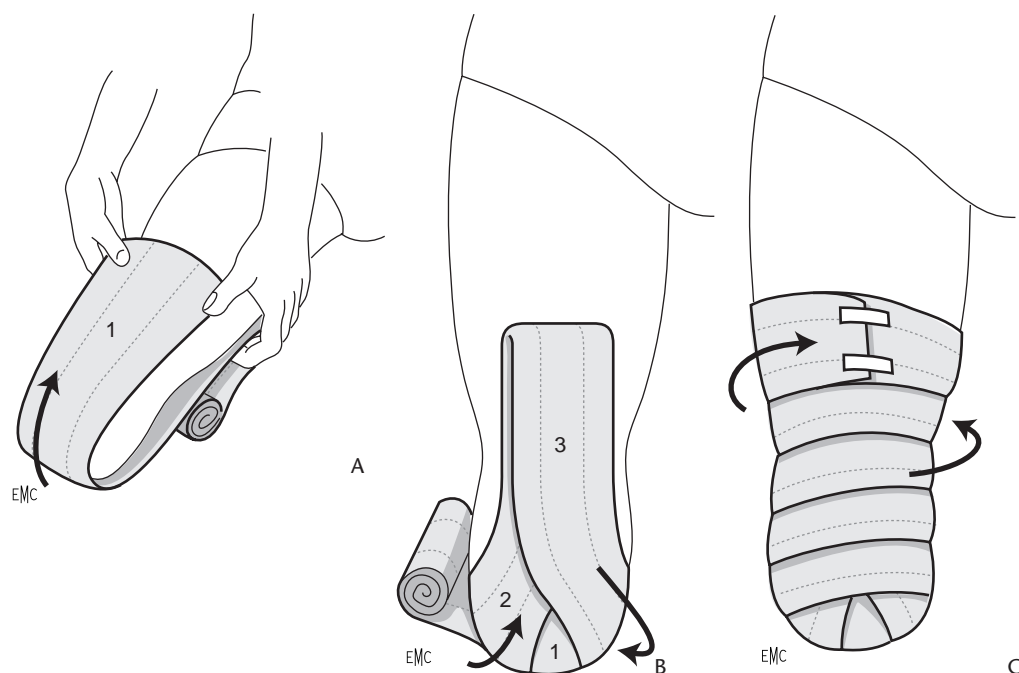
■ **Drainage**

Différentes attitudes sont rencontrées. Si l'absence de drainage est licite en présence d'une chirurgie propre, limitée, avec décollements peu importants et effacement de tous les espaces par des points d'affrontement, ailleurs la sécurité prime et impose d'assurer l'élimination des sérosités.

Dans une ambiance propre, et pour peu que le saignement soit minime, le drain de Redon est une bonne solution. À l'opposé, s'il existe un doute infectieux ou si une hémostase défectueuse a laissé persister un saignement, il faut mettre en place une lame de Delbet en séton. Le moignon « laissé ouvert » correspond au mode de drainage le plus avancé. Responsable de séquelles dystrophiques tissulaires, il est réservé aux étiologies infectieuses et vasculaires.

■ **Fermeture cutanée**

Non systématique, elle est cependant à privilégier. Elle permet l'évolution rapide vers une cicatrice fine, peu adhérente, très avantageuse, en vue de l'appareillage ultérieur. Elle est recherchée dès que l'on se trouve dans des conditions de sécurité.



1 Amputation transtibiale. Pansement. Schéma du bandage réalisé avec des bandes de crêpe de 15 cm de large. Le genou est en extension.

A. Débuter au-dessus du genou.

B. Faire deux aller-retour, avec une bande sous tension.

C. Terminer le pansement, en partant de l'extrémité du moignon et en remontant des tours de bande jusqu'au-dessus du genou.

RADIOGRAPHIE POSTOPÉRATOIRE

Elle est réalisée en postopératoire et avant le départ en centre.

Ce document peut avoir une utilité médico-légale et est nécessaire aux médecins appareilleurs lors de la première consultation.

PANSEMENT

Il est confortable pour le patient, absorbant pour les exsudats, stable sur le moignon, réalisé pour être le moins douloureux lors de son ablation. Après l'antisepsie cutanée, selon le type de fermeture effectuée, on applique directement sur la zone opératoire des compresses sèches ou vaselinées. Des pansements absorbants sont ensuite apposés pour envelopper toute la partie distale du moignon. Lorsqu'une lame a été mise en place, les compresses circonscrivent ses extrémités, qui sont ensuite enfouies dans les pansements absorbants. Des tours de bandes de crêpe, serrés modérément, complètent le pansement (fig 1, 2). Le pansement est terminé par l'application d'une contention tubulaire élastique en filet. Le patient est installé dans son lit, le moignon en légère surélévation.

Prise en charge postopératoire

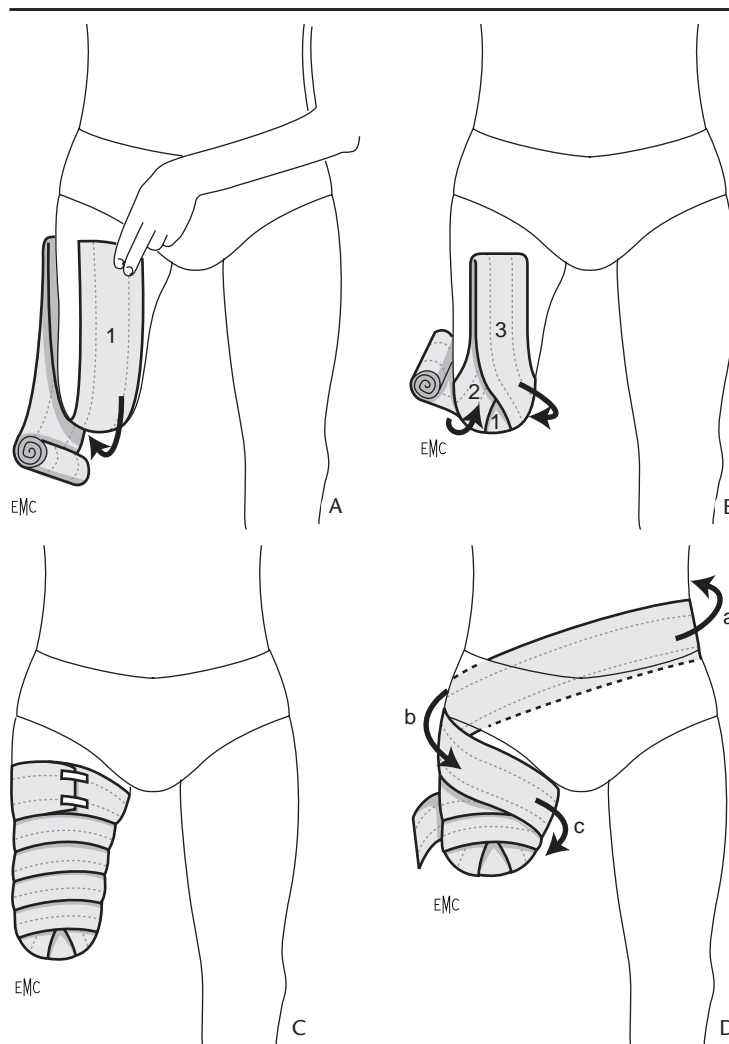
Débutée rapidement après l'intervention, elle s'évertue à prévenir l'apparition des troubles orthopédiques et des complications liés au décubitus. Un intérêt particulier est porté lors du renouvellement des pansements, à la réalisation d'une contention, modérément compressive, par bande de crêpe. Une contention plus puissante, assurée par un bandage élastique, est proscrite du fait des risques encourus, liés à un serrage excessif. Le rôle de ce bandage est important et son utilisation quasiment constante permet de :

- diminuer l'œdème ;
- limiter, voire faire disparaître les douleurs ;
- faciliter la cicatrisation ;
- préparer à l'appareillage ultérieur.

DE L'INTERVENTION AU PREMIER LEVER

■ Installation du patient

Elle se fait en règle en décubitus dorsal. La traction continue qui était préconisée auparavant n'est plus utilisée. Lorsqu'il n'y a pas



2 Amputation transfémorale. Pansement. Schéma du bandage réalisé avec des bandes de crêpe de 15 cm de large.

A. Débuter à la racine de la cuisse.

B. Faire deux aller-retour, avec une bande sous tension.

C. Terminer le pansement, en partant de l'extrémité du moignon et en remontant jusqu'à la racine de la cuisse.

D. Si le moignon est bref, passer le bandage en spica autour de la taille, avec effet de rappel en extension.

de composante vasculaire péjorative, la partie inférieure du lit est surélevée afin de faciliter le drainage, le moignon est posé à plat sur le plan du lit. L'articulation sus-jacente au moignon est l'objet d'une attention particulière, afin d'éviter la survenue d'une attitude vicieuse qui serait de nature à compromettre le résultat final de l'appareillage. De ce point de vue, l'utilisation de coussins placés sous le moignon est proscrite, notamment pour le niveau transtibial.

■ **Récupération**

Elle consiste en soins locaux et intéresse le recouvrement de la force musculaire grâce à des méthodes d'éveil et de renforcement. Un gain progressif sur les amplitudes articulaires est recherché pour préparer le membre lésé à supporter les contraintes qui accompagneront le début de l'appareillage. La mobilisation est fréquente, au début passive puis assistée, de moins en moins, jusqu'à l'obtention de mouvements actifs. Il faut s'assurer régulièrement de la récupération d'une amplitude articulaire satisfaisante sur les articulations sus-jacentes à l'amputation.

■ **Réadaptation**

Elle regroupe les soins généraux qui ont pour but le réapprentissage des gestes usuels, plus ou moins désappris par l'amputé, éventuellement à l'aide de quelques suppléances.

Elle vise essentiellement à réautonomiser le patient, en prévenant les complications du décubitus et en lui permettant d'accomplir quelques gestes courants.

APRÈS LE PREMIER LEVER

Selon la raison de l'amputation et l'état médical du patient, un programme conduit le plus souvent en centre, permet de renforcer l'autonomie de l'amputé, d'améliorer son entraînement à l'effort afin de le préparer en vue de l'appareillage.

APPAREILLAGE

■ **Évolution**

Il est commencé dès que l'état local le permet, au 21^e jour habituellement. Au moignon, on constate un œdème, même lorsque le bandage a été correctement effectué, ainsi qu'un début d'atrophie musculaire. Tandis que l'utilisation du moignon s'intensifie, celui-ci est le siège de changements, qui concernent autant le volume que la forme et rendent nécessaires les modifications itératives de l'emboîture prothétique. Cette phase, dite « d'appareillage provisoire », va se poursuivre jusqu'à ce que la stabilité de volume du moignon permette la réalisation de la première prothèse



3 Amputé transfémoral au cours d'une compétition sportive.

définitive avec laquelle le patient peut habituellement rejoindre son domicile. L'« amaigrissement » du moignon se poursuit de façon moins rapide au cours des mois suivants. La deuxième prothèse définitive est fournie lorsque la première est devenue trop grande, en général au bout de 3 à 6 mois. L'amputé est alors en possession des deux prothèses définitives appelées « mises » dans le vocabulaire administratif et qui lui sont attribuées pour une durée de 5 ans.

Dans l'intervalle, l'emboîture est changée autant de fois que les circonstances liées à des modifications du moignon ou à des altérations de l'appareillage l'exigent, en moyenne tous les 1 à 2 ans.

■ **Prise en charge par les organismes sociaux**

Les frais relatifs à la fourniture d'une prothèse pour amputé sont pris en charge à 100 % par la Sécurité sociale, à condition que les éléments constitutifs de l'appareil soient inscrits au tarif interministériel des prestations sanitaires (TIPS).

Les demandes d'inscription de nouveaux matériels au TIPS sont souvent longues et compliquées. De plus en plus, des composants récents, aux vertus pourtant indiscutables, d'origine étrangère ou non, ne peuvent donc être fournis aux assurés sociaux français. La pratique consistant à faire supporter à l'assuré la partie de la dépense non couverte par la Sécurité sociale, bien qu'interdite par les textes, se répand. Il devient, en effet, très difficile de limiter l'accès des patients aux matériels performants dont ils prennent connaissance par les médias, ou à l'occasion de congrès et de manifestations sportives pour handicapés (fig 3).

Références ➤

Références

-
- [1] Bach S, Noreng MF, Tjelliden NU. Phantom limb pain in amputees during the first 12 months following limb amputation, after preoperative lumbar epidural blockade. *Pain* 1988 ; 33 : 297-301
 - [2] Bromage PR, Melzack R. Phantom limbs and the body schema. *Can Anesth Soc* 1974 ; 21 : 267-274
 - [3] Buckman R. Breaking bad news - Why is it still so difficult? *Br Med J* 1984 ; 288 : 1597-1599
 - [4] Burgess EM, Romano RL, Zettl JH. The management of lower-extremity amputations. Surgery. Immediate post-surgical prosthetic fitting. Patient care. First edition 1969. Revised edition 1996 for the world wide web. Washington : Prosthetic and sensory aids service. Department of veterans affairs, 1996, <http://weber.u.washington.edu>
 - [5] Early JS. Transmetatarsal and midfoot amputations. *Clin Orthop* 1999 ; 361 : 85-90
 - [6] Easson WM, Sask S. Body image in children. *Arch Gen Psychiatry* 1961 ; 4 : 619-621
 - [7] Fisher A, Meller Y. Continuous postoperative regional analgesia by nerve sheath block for amputation surgery: a pilot study. *Anesth Analg* 1991 ; 72 : 300-303
 - [8] Fisher K, Hanspal RS. Phantom pain, anxiety, depression, and their relation in consecutive patients with amputated limbs: case reports. *Br Med J* 1998 ; 316 : 903-904
 - [9] Gottschalk F. Transfemoral amputation. Biomechanics and surgery. *Clin Orthop* 1999 ; 361 : 15-22
 - [10] Jensen TS, Krebs B, Nielsen J, Rasmussen P. Phantom limb, phantom pain and stump pain in amputees during the first 6 months following limb amputation. *Acta Neurol Scand* 1984 ; 17 : 243-256
 - [11] Jensen TS, Krebs B, Nielsen J, Rasmussen P. Immediate and long term phantom limb pain in amputees: incidence, clinical characteristics and relationship to pre-amputation. *Pain* 1985 ; 21 : 267-278
 - [12] Katz J, Melzack R. Pain "memories" in phantom limbs review and clinical observations. *Pain* 1990 ; 43 : 319-336
 - [13] Katz J, Vaccarino AL,Coderre TJ, Melzack R. Injury prior to neurectomy alters the pattern of anatomy in rats. *Anesthesiology* 1991 ; 75 : 876-883
 - [14] Malawer MM, Buch R, Khurana JS, Garvey T, Rice L. Post-operative infusional continuous regional analgesia - a technique for relief of postoperative pain following major extremity surgery. *Clin Orthop* 1991 ; 266 : 227-237
 - [15] Marsden F. Amputation: surgical technique and postoperative management. *Aust N Z J Surg* 1977 ; 47 : 384-392
 - [16] Melzack R. Phantom limbs. *Sci Am* 1992 ; 266 : 120-126
 - [17] Murdoch G. Myoplastic techniques. *Bull Pros Res* 1968 ; 4 : 9-10
 - [18] Ollat H. Traitement pharmacologique de la douleur neuropathique. *Rev Neurol* 1992 ; 148 : 521-531
 - [19] Parkes M. Factors determining the persistence of phantom pain in amputee. *J Psychosom Res* 1973 ; 17 : 97-108
 - [20] Sherman RA. Published treatments of phantom limb pain. *Am J Phys Med* 1980 ; 59 : 232-244
 - [21] Sherman RA, Tappens JK. Suggest guidelines for treatment of phantom limb pain. *Orthopedics* 1982 ; 5 : 1595-1600
 - [22] Smith DG, Ferguson JR. Transtibial amputations. *Clin Orthop* 1999 ; 361 : 108-115
 - [23] Tomeno B, Anract P. Amputations pour tumeurs. Amputations du membre inférieur. In : Appareillage et rééducation. Paris : Masson, 1996 : 41-48
 - [24] Tomeno B, Anract P, Ouaknine M. Psychological management, prevention and treatment of phantom pain in amputations for tumours. *Int Orthop* 1998 ; 22 : 205-208
-

Arthrodèses lombaires intersomatiques (de L2 à L5) par voie antérieure mini-invasive

J Allain
S Van Driessche
D Goutallier

Résumé. – La volonté de diminuer le traumatisme lié à certains de nos actes thérapeutiques ou diagnostiques n'est pas une tendance nouvelle, mais a déjà abouti à l'utilisation de techniques endoscopiques voici 200 ans. La chirurgie rachidienne bénéficie aujourd'hui de l'évolution des moyens techniques qui nous sont offerts. Depuis un peu plus de 10 ans, les techniques d'arthrodèses lombaires par voies antérieures mini-invasives se sont développées selon différentes méthodes chirurgicales. L'abord rachidien peut utiliser les principes de la rétropéritonéoscopie avec insufflation de gaz dans un espace de dissection rendu étanche par l'utilisation de trocars spécifiques (technique directement dérivée de la coelioscopie intrapéritonéale), ou être réalisé par une mini-incision de lombotomie ou de laparotomie d'environ 3 à 6 cm. Les gestes opératoires rachidiens se font grâce à des instruments spécifiques dérivés de ceux déjà utilisés dans les techniques conventionnelles, et sont contrôlés par l'intermédiaire d'un moniteur de vidéoscopie et d'un amplificateur de brillance. Enfin, la stabilisation du segment vertébral arthrodésé est assurée soit par des plaques utilisant le principe des vis à tête verrouillable par des écrous, soit par des cages intersomatiques, véritables entretoises creuses piégeant la greffe spongieuse.

Ces techniques ont aujourd'hui prouvé leur efficacité mécanique tout en confirmant leur faible iatrogénicité. Elles ne modifient toutefois en rien les indications des arthrodèses lombaires comparativement aux données classiques de la littérature.

© 2003 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : rachis, lombaire, arthrodèse, intersomatique, mini-invasif.

Introduction

La pathologie vertébrale impose dans certains cas la réalisation d'arthrodèses lombaires. Une fois cette indication chirurgicale retenue, ses modalités restent à définir, car de nombreuses techniques ont été préconisées par les différents auteurs. Schématiquement, l'arthrodèse peut être associée à des gestes de réduction ou au contraire réalisée « en place » ; elle peut être associée à un geste de décompression (laminectomie, corporectomie) ou non ; elle peut s'appuyer sur les lames et les articulaires (arthrodèses postérieures), sur les articulaires et les apophyses transverses (arthrodèses postérolatérales) ou entre les corps vertébraux (arthrodèses intersomatiques) ; elle peut être réalisée par voie postérieure ou antérieure, voire par voie combinée (antérieure et postérieure) ; elle peut enfin être instrumentée ou non. Ces distinctions montrent la multitude de solutions qui s'offre au chirurgien dans la pratique d'une arthrodèse lombaire.

Chaque technique présente ses propres avantages et inconvénients qui sont étroitement liés (les avantages d'une technique expliquent le plus souvent ses inconvénients). Au total, le choix de la méthode chirurgicale d'arthrodèse lombaire est lié à la symptomatologie

présentée par le malade et à son état général, à la pathologie traitée, mais également aux habitudes et à l'expérience du chirurgien opérateur.

Les arthrodèses antérieures mini-invasives sont apparues depuis environ une quinzaine d'années. Elles sont caractérisées par la diminution des incisions pariétales, qui a été rendue possible par la mise au point d'instruments chirurgicaux spécifiques. Le but de ces techniques est de pratiquer les mêmes gestes thérapeutiques que par voie antérieure conventionnelle, tout en diminuant le traumatisme opératoire et ses effets indésirables.

Principes des techniques mini-invasives

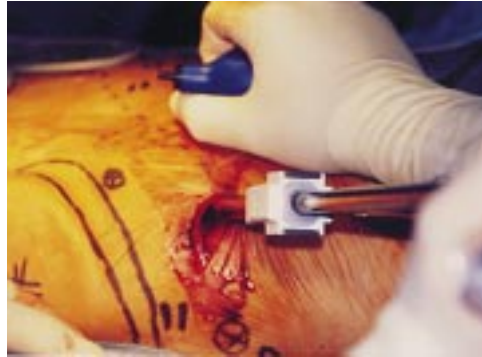
La réduction des incisions pariétales (fig 1) pour l'abord du rachis a été rendue possible du fait du développement d'un certain nombre d'outils sophistiqués : fibres optiques, lumière froide puissante, optiques à 0 et/ou 30°, outils chirurgicaux utilisables à travers les trocars, etc. Ainsi, il est devenu possible d'approcher l'œil du chirurgien au contact de la zone opératoire par le biais d'une caméra (fig 2) et de travailler en contrôlant les gestes effectués sur un moniteur, alors que les différents instruments pénètrent à l'intérieur du patient à travers des trocars spécifiques (fig 3) ou des miniabords pariétaux.

Ces nouvelles technologies imposent de la part du chirurgien un apprentissage spécifique, car elles modifient la visualisation du champ opératoire et le contrôle des différents instruments. Dans tous

Jérôme Allain : Praticien hospitalo-universitaire.
Stéphane Van Driessche : Chef de clinique-assistant.
Daniel Goutallier : Praticien hospitalier, professeur des Universités, chef de service.
Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, Hôpital Henri Mondor 51 Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny 94000 Créteil, France.



1 Exemple d'incision pariétale pour une arthrodèse L4-L5 par « mini-opened » (cicatrice de 6 cm).



2 Méthode de dissection de la cavité rétropéritonéale par la technique du ballonnet (vue peropératoire). Celui-ci étant transparent, l'optique est glissée à l'intérieur du ballonnet lors de son gonflement par une poire (ici tenue dans la main droite), pour contrôler la dissection.



3 Un trocart étanche spécifique est inséré juste dans l'axe du disque, en avant de la crête iliaque antérieure gauche, pour l'insufflation de CO₂ et pour l'introduction de l'optique.

les cas, le but et les principes de la technique chirurgicale doivent rester identiques aux données établies de la chirurgie rachidienne conventionnelle. Il est par ailleurs essentiel d'avoir à l'esprit que la pratique de la vidéochirurgie rachidienne impose une parfaite maîtrise des techniques conventionnelles « ouvertes », afin de pouvoir convertir en chirurgie à ciel ouvert en cas de difficultés peropératoires.

Techniques chirurgicales

Deux options chirurgicales mini-invasives ont été développées par les chirurgiens pour aborder le rachis :

– les techniques directement dérivées de la cœlioscopie, imposant, pour créer un espace de travail, l'insufflation de gaz carbonique et l'utilisation de trocarts étanches [1, 2, 13] ;



4 Installation de l'opéré en décubitus dorsal, le membre inférieur gauche étant surélevé pour détendre le psoas. Le membre supérieur gauche est positionné pour ne pas gêner l'équipe chirurgicale et pour permettre l'utilisation de l'amplificateur de brillance. Contrôle préopératoire à l'amplificateur de brillance de profil, l'arceau passant sous la table opératoire.



5 Les appuis thoraciques et pelviens droits doivent autoriser l'utilisation d'un roulis vers la droite, tout en laissant un espace suffisant pour coller l'amplificateur de brillance contre le flanc droit du malade afin d'obtenir de bons contrôles de profil (cf fig 4).

– les techniques dites « mini opened » [19, 20, 25] dont le principe est de diminuer la taille de l'incision pariétale grâce à l'utilisation d'instruments spécifiques, l'éclairage par une lumière froide via un câble stérile et un contrôle vidéoscopique peropératoire.

Dans les deux cas, du fait des rapports anatomiques entre le rachis lombaire et les vaisseaux aortocave et iliaques, l'abord du rachis lombaire de L2 à L5 se fait classiquement par voie antérolatérale gauche (l'aorte est moins fragile que la veine cave inférieure).

INSTALLATION DE L'OPÉRÉ

Le patient est positionné soit en décubitus dorsal strict, un coussin surélevant la cuisse gauche pour détendre le psoas (fig 4), soit en décubitus latéral. Lorsque le patient est installé en décubitus dorsal, une table cassable devra être utilisée dans tous les cas où il peut devenir nécessaire de lordoser le patient pour ouvrir l'espace intersomatique (par exemple si le disque est très pincé). Les contre-appuis doivent permettre l'utilisation temporaire peropératoire d'un roulis latéral (fig 5), tout en autorisant le passage de l'amplificateur de brillance de face et de profil. En cas de décubitus dorsal, le membre supérieur droit est posé sur un appui classique à 90° de la table opératoire et utilisé préférentiellement par les anesthésistes pour les abords veineux. Le membre supérieur gauche est installé sur un appui pontant la table au-dessus de la cage thoracique pour ne pas gêner les mouvements de l'équipe chirurgicale et le passage de l'amplificateur de brillance. Le chirurgien opérateur se positionne soit sur le côté gauche de l'opéré (installation en décubitus dorsal), soit à sa droite (installation en décubitus latéral).



6 Contrôle préopératoire à l'amplificateur de brillance de face.

L'intervention est ensuite réalisée sous un double contrôle peropératoire : vidéoscopique via la caméra et le moniteur et fluoroscopique via un amplificateur de brillance. Celui-ci permet de surveiller les gestes rachidiens, mais également de positionner le trocart de travail parfaitement dans l'axe du disque que l'on doit aborder, pour que les instruments puissent être introduits strictement perpendiculairement au rachis [1]. En effet, la longueur des instruments, liée à la distance entre la paroi et le rachis, explique que si ce trocart n'est pas parfaitement en regard du disque à fusionner, les outils ne peuvent pas être positionnés dans l'axe de travail et les gestes rachidiens ne peuvent donc pas être effectués correctement. Le positionnement de l'amplificateur de brillance doit être minutieux afin de permettre des contrôles de face (fig 6) et de profil de qualité satisfaisante, tout en ne gênant pas le chirurgien et ses aides au cours des différents gestes opératoires. Lorsque le patient est en décubitus dorsal, la meilleure solution est d'installer la colonne de l'ampli à droite du patient et de faire passer l'arceau de l'amplificateur de brillance sous la table opératoire pour obtenir la vue de profil (fig 4). En cas d'installation en décubitus latéral, l'opérateur se situant à droite de l'opéré, la colonne de l'ampli est positionnée inversement, c'est-à-dire à gauche du patient. Le moniteur de vidéoscopie doit être situé face à l'opérateur, distalement par rapport à la colonne de l'amplificateur de brillance, dont l'écran de contrôle est positionné aux pieds de l'opéré.

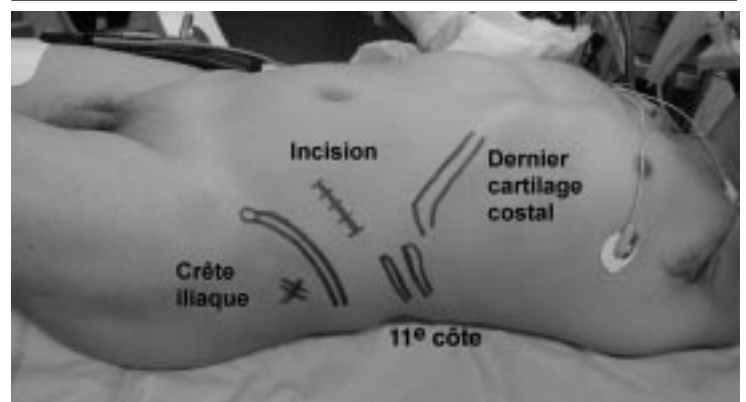
VOIES D'ABORD

Le rachis est systématiquement abordé par son bord antérolatéral gauche pour éviter l'obstacle que forme à droite la veine cave inférieure, plus fragile que l'aorte (il est également classique, par lumbotomie conventionnelle, de passer du côté gauche).

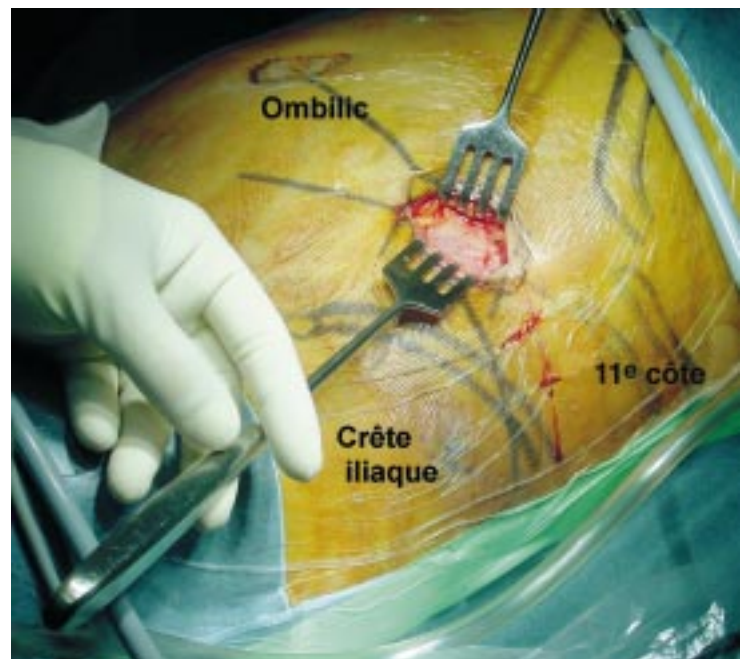
■ Technique dite « mini-opened »

Le niveau de l'incision cutanée doit être centré sur l'étage opéré. L'incision se fait soit par minilombotomie située sur une ligne oblique rejoignant la pointe de la 11^e côte à l'épine iliaque antérosupérieure (parfois légèrement décalée plus en avant) (fig 7), soit par une incision de type minilaparotomie médiane centrée sur l'ombilic [23], ou encore paramédiane (pararectale gauche), comme proposé par Buttner [4, 6].

En cas d'incision par minilombotomie gauche (de 4 à 6 cm), les muscles de la paroi abdominale sont discisés aux ciseaux sans sectionner de fibre musculaire. Pour réaliser une discision atraumatique de la paroi abdominale, chaque plan doit être parfaitement visualisé : grand oblique (fig 8), petit oblique, transverse puis fascia transversalis (fig 9). Il est parfois délicat de distinguer le dernier plan constitué du fascia transversalis avec le péritoine (fig 10).



7 Repères anatomiques pour l'incision cutanée et pour le bon positionnement des trocars.

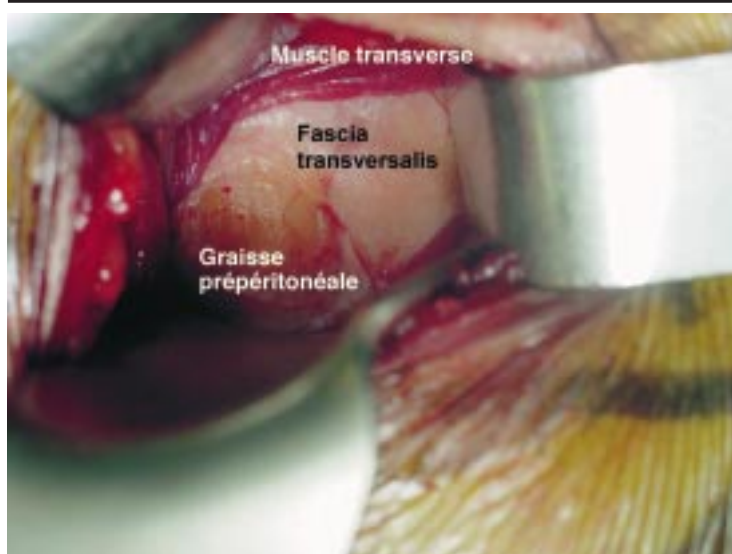


8 Incision pariétale pour une arthrodèse L4-L5 par « mini-opened ». Plan de l'aponevrose du grand oblique.



9 Le fascia transversalis apparaît après discision du plan du muscle transverse.

En cas de minilaparotomie médiane, la ligne blanche est incisée et le péritoine est progressivement décollé du feuillet postérieur de la gaine du muscle droit de l'abdomen. Ce temps est difficile du fait de



10 Après incision du fascia transversalis, apparition de la graisse préperitonéale. C'est dans ce plan que doit se faire le décollement de la cavité rétroperitonéale.

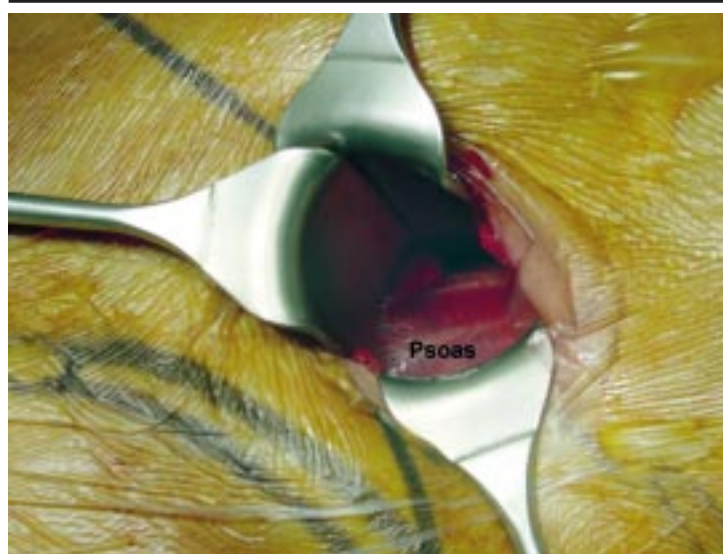


11 Ballonnet de dissection gonflé.

la fragilité du péritoine à cet endroit, et il est plus facile, comme cela est décrit par Onimus, de passer plus superficiellement dans la paroi abdominale, c'est-à-dire en avant du feuillet postérieur de la gaine du droit, juste sous ses fibres musculaires^[27]. Arrivé au bord externe du droit, il faut sectionner le feuillet postérieur de la gaine du droit pour repasser dans la cavité rétroperitonéale et refouler le péritoine à droite comme dans l'abord rétroperitonéal précédemment décrit^[27]. Une contre-incision dans la fosse lombaire gauche est ensuite utilisée pour l'introduction de l'endoscope et de la lumière froide.

L'abord rachidien répond ensuite aux mêmes règles, quel que soit le type de l'incision pariétale. Une fois le péritoine bien repéré, l'espace rétroperitonéal, physiologiquement virtuel, doit d'abord être créé par dissection au doigt, au tampon monté ou grâce à un ballonnet gonflable (fig 11). L'instrument choisi doit être glissé entre d'une part le sac péritonéal et son contenu (refoulé en avant et à droite), et d'autre part les muscles larges de la paroi abdominale en arrière et latéralement. Il est ainsi possible d'ouvrir pas à pas la cavité rétroperitonéale. L'utilisation d'un ballonnet de dissection est intéressante car elle autorise un contrôle vidéoscopique de cette dissection. L'optique est en effet introduit dans le ballonnet qui est transparent, permettant de visualiser parfaitement en arrière le muscle psoas (repère fondamental de cette technique), et en avant la cavité péritonéale sur laquelle court l'uretère gauche. Le ballonnet est ensuite laissé gonflé 2 à 3 minutes afin de réaliser l'hémostase de la paroi. Au cours de ce temps essentiel à l'abord du rachis (encore une fois également réalisable au doigt ou à l'aide d'un tampon monté), les gestes doivent rester atraumatiques pour éviter la survenue d'une brèche péritonéale. Si malgré ces précautions une brèche survient (plus fréquemment chez les sujets âgés), une suture au fil résorbable fin doit être immédiatement réalisée pour éviter son extension progressive. Ce temps opératoire doit donc être particulièrement soigneux.

Le relief du psoas est l'élément repère fondamental de cette technique pour se diriger correctement en direction de la colonne



12 Le muscle psoas, dont les fibres courent verticalement vers leur insertion fémorale, est le repère essentiel de l'abord du rachis lombaire.

lombaire (fig 12). Il est en effet parfaitement accessible au doigt lors du décollement rétroperitonéal. Il faut donc poursuivre la dissection afin de passer juste en avant de ce muscle au contact de ses fibres, et prendre garde à ne pas se perdre sur son bord latéral entre les fibres du psoas et celles du carré des lombes. Il est ensuite étonnamment facile de prendre contact avec le rachis, juste en dedans du psoas et en arrière du péritoine sur lequel court l'uretère qui doit dans tous les cas être identifié (ses reptations caractéristiques aident à son repérage). Selon le niveau rachidien abordé, plusieurs formations nerveuses traversant le muscle psoas sont successivement identifiées lors de l'abord : nerfs iliohypogastrique, ilio-inguinal et génitifémoral. De même, en fonction de l'étage abordé, l'aorte et/ou l'artère iliaque primitive gauche sont contrôlées sur le flanc antérolatéral gauche du rachis. Il peut être nécessaire de récliner ces gros vaisseaux vers la ligne médiane pour visualiser la face antérieure du rachis. La veine cave inférieure est plus à distance et généralement non vue. En cas d'abord de la face latérale de L5, la veine iliaque primitive gauche est également repérée. Dans ce cas, la veine lombaire ascendante, qui remonte profondément sur le flanc gauche du rachis pour finir camouflée par les arcades du psoas^[16], doit être systématiquement liée ou clippée pour éviter sa blessure accidentelle. En effet, si cette complication survient, l'hémostase de cette veine devient vite très difficile à réaliser du fait du saignement abondant, de sa position très profonde et de sa rétraction.

Un contrôle à l'amplificateur de brillance est ensuite réalisé avant la pratique de tout geste rachidien, pour éviter toute erreur d'étage.

Le bord antérolatéral gauche du rachis est alors disséqué juste en avant des insertions corporeales du muscle psoas, qui sont sectionnées à l'aide du bistouri électrique, d'une rugine ou aux ciseaux. La chaîne sympathique, recouvrant la face antérolatérale du rachis, est le plus souvent partiellement réséquée pour donner l'abord au rachis lombaire, tout comme dans la technique conventionnelle à ciel ouvert. Certains auteurs s'attachent à la préserver pour éviter les effets secondaires de la sympathectomie^[20]. Les disques intervertébraux sont facilement identifiés du fait de leur convexité (les corps vertébraux sont eux concaves). Si les corps vertébraux doivent être exposés (en particulier pour la mise en place de vis corporeales), les pédicules vasculaires métamériques lombaires qui les croisent à mi-hauteur doivent être clippés (ou liés) et sectionnés. Les racines nerveuses lombaires sont postérieures au muscle psoas et ne doivent donc pas être visualisées lors de l'intervention. Aucun geste ne doit théoriquement mettre en danger ces racines dans leur trajet extrarachidien, lors de la réalisation d'une arthrodèse antérieure intersomatique.

L'utilisation de clous de Steinman plantés dans les corps vertébraux, à type d'écarteurs ou pour y appuyer des valves, est très utile. Il ne



13 Écarteur Tristatic pour les abords « mini-opened » du rachis lombaire. (Photo : M Onimus, H Chataigner).

faut toutefois les placer qu'après avoir obtenu une parfaite exposition rachidienne à l'aide de minivalves étroites et profondes pour éviter toute blessure vasculaire. Lors de leur ablation, il faut également se méfier de l'apparition d'un saignement (parfois des vaisseaux peuvent s'invaginer autour du clou et pénétrer avec lui dans le corps vertébral lors de son introduction). Une petite valve est donc systématiquement placée derrière le clou avant son ablation, pour contrôler tout saignement nécessitant un geste hémostatique. De la cire de Horslay peut parfois être utile si l'orifice de pénétration du clou saigne abondamment. Beaucoup d'auteurs utilisent avantageusement des écarteurs spécifiques aux miniabords rachidiens (en particulier les écarteurs Tristatic, Miaspas ou de Mayer) (fig 13), afin de protéger au mieux les gros vaisseaux.

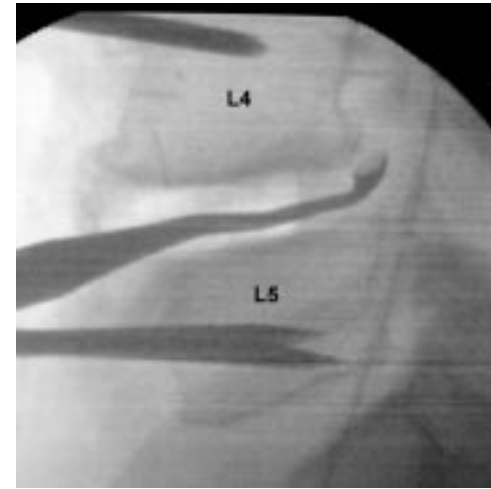
■ Abord rachidien par rétropéritonéoscopie fermée avec insufflation de CO₂ ^[13]

Dans cette technique, les trocars sont introduits en différents points d'une ligne rejoignant la pointe de la 11^e côte à l'épine iliaque antérosupérieure. Le premier est inséré à travers la paroi abdominale après un début de décollement rétropéritonéal au doigt ou au ballonnet. Pour l'introduction du premier trocart l'incision cutanée mesure 2 à 3 cm, puis les muscles de la paroi abdominale sont incisés au bistouri électrique.

Si une brèche péritonéale survient, elle doit être immédiatement suturée au fil résorbable pour refermer l'espace rétropéritonéal. En effet, en l'absence d'étanchéité de la néocavité rétropéritonéale, le gaz est directement insufflé dans la cavité péritonéale, et plaque de façon irrévocable le contenu du sac péritonéal sur le rachis lombaire, rendant impossible son abord.

Le CO₂ est ensuite insufflé dans un système étanche, sous contrôle manométrique de la pression d'insufflation, maintenant la distension de la cavité rétropéritonéale. La pression doit être constante aux alentours de 10 mmHg, et contrôlée tout au long de l'intervention afin d'éviter l'augmentation de la pression en gaz carbonique (PCO₂) sanguine. Le même trocart permet simultanément l'insufflation et l'introduction de l'optique de visualisation ou de tout autre instrument.

Deux autres trocars sont ensuite introduits au-dessus et au-dessous du premier, sous contrôle vidéoscopique. L'optique, introduit à travers le premier trocart en place, est retourné vers la paroi abdominale. Ainsi, il permet de visualiser par la face profonde de la paroi les points de pénétration des deux trocars instrumentaux, et d'éviter tout risque de brèche péritonéale. Trois trocars sont donc finalement utilisés de façon interchangeable pour le passage de l'optique, du gaz et des instruments de travail. L'abord du rachis se fait ensuite facilement entre le psoas en arrière et le péritoine en avant à l'aide de ciseaux de dissection, de minitampons montés et de l'électrocoagulation. Le relief du rachis est très rapidement perçu et l'aorte, sur son flanc antérolatéral gauche, est repérée. La veine



14 Contrôle peropératoire du bon positionnement de la curette lors de la discectomie au cours d'une arthrodèse L4-L5 sous rétropéritonéoscopie avec insufflation de gaz. Notez l'utilisation de clous de Steinman comme écarteurs, plantés dans les corps vertébraux.

cave inférieure est plus à distance et généralement non vue. Le bord antérolatéral gauche du rachis est ensuite abordé comme dans la technique *mini-opened*. L'utilisation d'écarteurs est bien entendu impossible dans la technique par rétropéritonéoscopie fermée avec insufflation de gaz. L'implantation en percutané de clous de Steinman dans les corps vertébraux à type d'écarteurs, effectuée sous contrôle de l'optique préalablement introduit, peut ainsi être très utile.

GESTES RACHIDIENS

Après l'obtention d'une bonne exposition rachidienne puis le contrôle à l'amplificateur de brillance du bon étage abordé, la périphérie du disque intervertébral est incisée au bistouri au ras des plateaux vertébraux. En fonction de la technique d'arthrodèse choisie, le ligament commun vertébral antérieur est préservé ou non. La discectomie est ensuite réalisée selon la technique classique, à l'aide de curettes et de pinces à disque dont la longueur doit absolument être adaptée à la technique choisie (*mini-opened* ou rétropéritonéoscopie fermée). Ce geste peut s'étendre en arrière vers le ligament commun vertébral postérieur aussi bien que par voie classique, car la visualisation du disque par l'intermédiaire de l'optique est excellente, et de plus, les contrôles scopiques peropératoires vérifient le bon positionnement des instruments (fig 14).

■ Technique de l'arthrodèse par cage (fig 15)

Plusieurs types de cages peuvent être utilisés pour la réalisation d'une arthrodèse : cages cylindriques vissées, cages rectangulaires impactées, ou des cages de formes plus massives, reproduisant partiellement la géométrie du disque et offrant une surface d'appui plus importante (fig 16). Dans tous les cas, une fois la discectomie effectuée, la préparation de la loge de la cage est réalisée avec différents instruments ancillaires, puis les plateaux vertébraux sont avivés, tout en respectant la plaque sous-chondrale pour éviter l'enfoncement secondaire des cages dans l'os spongieux.

En cas d'utilisation de cages cylindriques vissées, la préparation de l'espace intersomatique est pratiquée à l'aide de fraises à main de diamètres croissants (fig 17). Les fraises doivent strictement reproduire le trajet de l'implant définitif. L'angle idéal de pénétration reste discuté entre le plan frontal pur (risque d'effet billot en flexion-extension) et une direction oblique en arrière et à droite avec un angle de 30 à 45° (risque de pénétration dans le canal du côté opposé à l'abord) (fig 18). Ainsi est préparée la loge de la cage intersomatique dont le diamètre est supérieur de 2 mm



15 Radiographies de contrôle de profil d'une arthrodèse L3-L4 par cage intersomatique.

A. Face.
B. Profil.



16 Cage à impacter ALS. Vue macroscopique. (Photo : M Onimus, H Chataigner).



17 Arthrodèse L3-L4 par cage intersomatique. Contrôle peropératoire de profil lors de l'introduction de la fraise à main dans l'espace discal.

comparativement à la dernière fraise introduite. Tout comme lors de certaines discectomies difficiles (par exemple en cas de pincement discal majeur), lorsque l'installation est en décubitus dorsal, il peut être utile de casser la table opératoire au cours de ce temps afin d'ouvrir l'espace intersomatique.

La cage est remplie d'une autogreffe d'os spongieux prélevée dans la crête iliaque antérieure gauche par une courte contre-incision. Cette greffe doit être abondante, et largement déborder des orifices siégeant sur le pourtour de la cage, par lesquels doit théoriquement passer la fusion osseuse entre les deux corps vertébraux. Selon le modèle utilisé, la cage est ensuite vissée ou impactée (fig 19) dans

l'espace intersomatique sous contrôle vidéoscopique (fig 20) et à l'amplificateur de brillance. Une fois le bon positionnement de la cage vérifié, la voie d'abord est fermée plan par plan. Aucun drainage postopératoire n'est nécessaire.

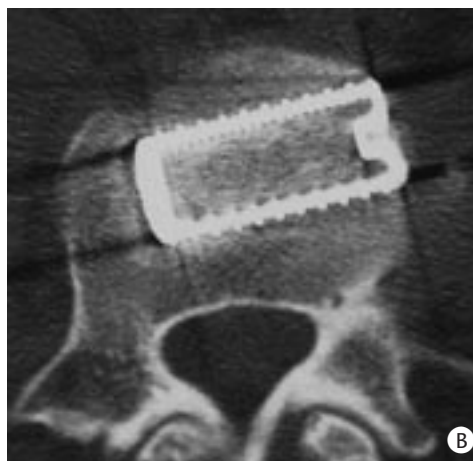
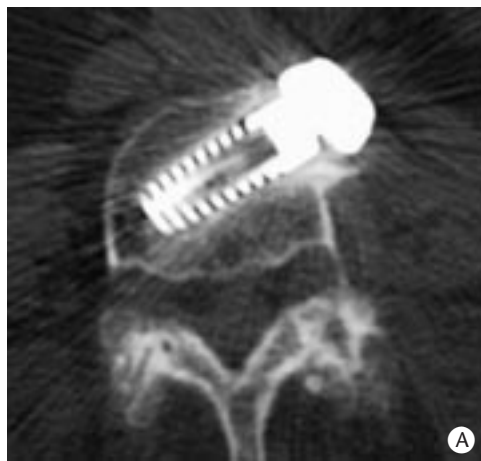
■ Technique de l'arthrodèse par plaque et greffon (fig 21)

Une fois la discectomie effectuée, l'avivement des plateaux est réalisé aux ciseaux à frapper (fig 22) et à l'aide de curettes jusqu'à l'os spongieux (contrairement à l'avivement dans la technique précédente qui doit préserver la plaque sous-chondrale). Un greffon tricortical est prélevé aux dépens de la crête iliaque antérieure gauche par une contre-incision. Celui-ci est calibré pour être introduit à frottement dur dans l'espace intersomatique. L'os spongieux complémentaire disponible est inséré autour du greffon tricortical. Les plaques utilisées sont le plus souvent basées sur le concept de vis introduites lors d'un premier temps sur des broches-guides (éventuellement avant même la discectomie) puis secondairement solidarisées à la plaque par un système d'écrous (par exemple : plaque « MACS ») (fig 23). Dans cette technique, une vis creuse de gros diamètre (12 mm) est introduite dans chaque corps vertébral après avoir effondré la corticale correspondant à son point de pénétration. Après la discectomie, l'avivement des plateaux et l'introduction du greffon tricortical, la plaque est positionnée sur les têtes de vis. Le montage est finalement verrouillé par des écrous. Des barres peuvent également être utilisées à la place des plaques, tout comme dans les systèmes implantés sur des vis pédiculaires par voie postérieure. La géométrie de certaines plaques peut autoriser leur introduction à travers les trocars de paroi dans la technique avec insufflation de gaz.

Une fois le bon positionnement du greffon, des vis et de la plaque vérifié (fig 24), les incisions sont fermées plan par plan. Aucun drainage postopératoire n'est nécessaire.

Indications

La chirurgie mini-invasive du rachis lombaire n'a en rien modifié les indications des arthrodèses rachidiennes. Les indications classiques restent donc identiques aux données établies pour les voies antérieures lombaires en général [1, 2, 11, 19, 22, 24] : traitement des spondylolisthésis par lyse isthmique ou dégénératifs, des instabilités lombaires (fig 25), de certaines scolioses (fig 26) et de certaines fractures avec atteinte du corps vertébral, nécessitant soit une



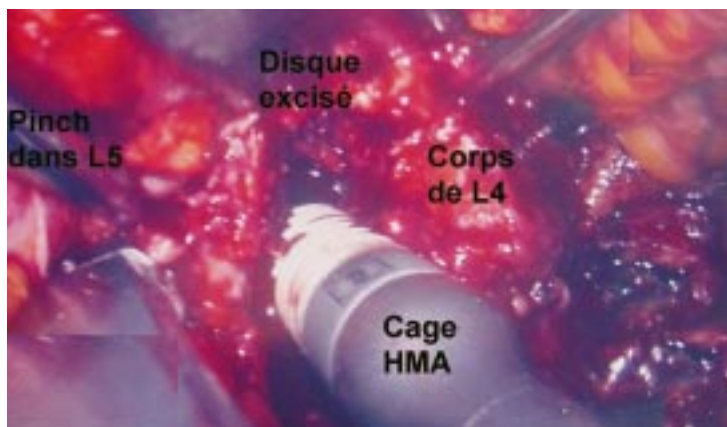
18 L'angulation idéale par rapport au plan frontal reste à déterminer.

A. Contrôle d'une vis de plaque « MACS » par coupe de scanner.

B. Contrôle d'une cage « HMA » par coupe de scanner.



19 Les cages intersomatiques peuvent être vissées ou impactées.



20 Contrôle vidéoscopique de l'introduction d'une cage « HMA » dans l'espace intersomatique L4-L5.

décompression antérieure soit la reconstruction par greffe osseuse avec ou sans plaque de la colonne antérieure. Les métastases corporeales peuvent également, dans certains cas, bénéficier de cette technique pour la pratique de corporectomie-arthrodèse. La majorité des auteurs s'accorde aujourd'hui pour réaliser les arthrodèses lombaires par la technique dite *mini-opened*, et pour réserver les abord par rétropéritonéoscopie fermée avec insufflation de gaz à des gestes plus limités (biopsies, libération antérieure par disectomies avant correction par voie postérieure de scolioses raides, apports osseux antérieurs après ostéosynthèse postérieure de fractures ...).

Considérant que l'utilisation isolée de cages intersomatiques n'aboutit pas à une stabilisation suffisante du segment vertébral instrumenté, certains auteurs préconisent l'association à une plaque antérieure^[15] ou la réalisation d'arthrodèses circonférentielles^[8], en

particulier en cas de grande instabilité rachidienne (comme par exemple certains spondylolisthésis par lyse isthmique très mobiles).

Avantages et inconvénients

RÉDUCTION DES EFFETS INDÉSIRABLES DE LA CHIRURGIE CONVENTIONNELLE LOMBAIRE PAR VOIE ANTÉRIEURE

La réduction des effets indésirables de la chirurgie lombaire secondaire à l'utilisation des techniques mini-invasives a aujourd'hui été largement rapportée dans la littérature^[1, 2, 17, 18, 20, 22, 27]. La réduction des incisions pariétales (fig 27) permet de diminuer la durée de l'acte chirurgical (mais seulement une fois la phase d'apprentissage de la technique passée), le saignement opératoire, les douleurs postopératoires, le temps d'hospitalisation et de la phase de convalescence (fig 28). Le saignement opératoire moyen est très nettement inférieur à celui des techniques par abord conventionnel^[3]. Il est en moyenne, sur les différentes séries rapportées dans la littérature, de 150 à 200 mL.

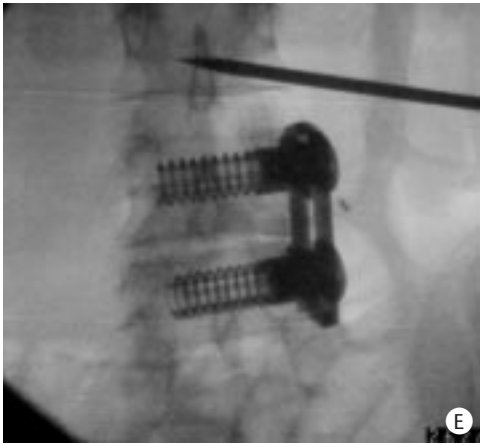
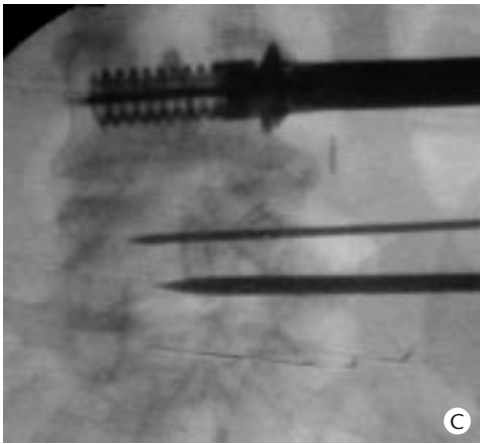
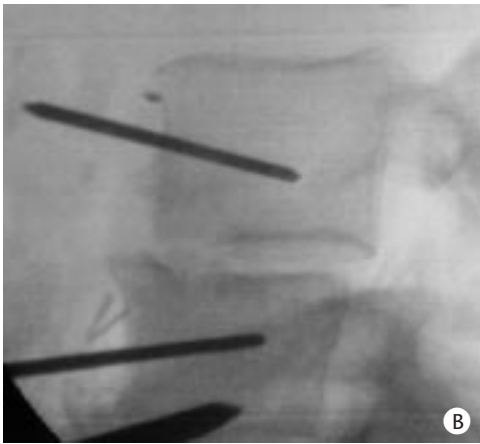
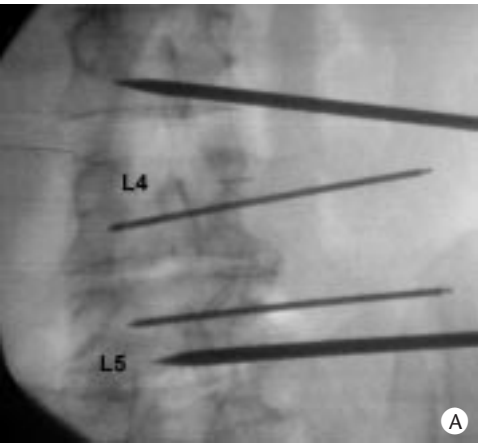
COMPLICATIONS GÉNÉRALES

Les taux de complications rapportés oscillent entre 3 et 10 %^[18]. La survenue d'une blessure de l'uretère^[6] et/ou du tronc ou d'une des branches de l'artère ou de la veine iliaque gauche^[1, 29] est bien entendu théoriquement à craindre au cours de tout abord antérolatéral du rachis lombaire. Une technique rigoureuse, avec repérage premier de l'uretère et un bon contrôle des gestes rachidiens, doit éviter ce type de complications. Les autres complications communes aux différentes techniques sont principalement représentées par des problèmes de cicatrisation pariétale, d'hématome postopératoire du psoas, avec le risque de parésie crurale et de phlébite du membre inférieur gauche.

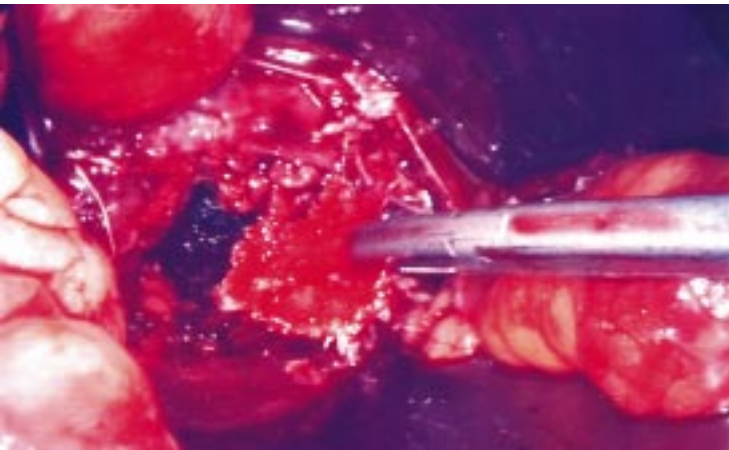
Tout comme dans la chirurgie conventionnelle, la sympathectomie lombaire peut parfois aboutir à une sensation de jambe gauche chaude en postopératoire.

COMPLICATIONS PARIÉTALES

Les miniabords antérolatéraux de la région lombaire peuvent aboutir à des éventrations de la paroi abdominale. Par ailleurs, ils n'éliminent pas totalement le risque de blessure des nerfs pariétaux, parfois responsables de déhiscences pariétales ou de névromes douloureux décrits dans la chirurgie conventionnelle, mais ils doivent théoriquement en diminuer la fréquence^[6]. L'abord antérieur pur décrit par Onimus^[25] a pour intérêt de respecter l'innervation de la paroi abdominale, alors qu'à l'inverse, l'abord pararectal^[4] aboutit au risque théorique plus important de dénervation du muscle grand droit responsable d'une atonie postopératoire de la paroi abdominale^[27].



21 Contrôles peropératoires fluoroscopiques d'une arthrodèse L4-L5 par plaque « MACS ».
A. Mise en place des broches-guides dans les corps vertébraux. Contrôle de face.
B. Mise en place des broches-guides dans les corps vertébraux. Contrôle de profil.
C. Introduction de la vis corporelle de L4 sur la broche-guide. Contrôle de face.
D. Introduction des vis corporelles de L4 et L5 sur les broches-guides. Contrôle de profil.
E. Verrouillage du montage à l'aide des écrous. Contrôle peropératoire de face.



22 Arthrodèse L4-L5 par plaque sous rétropéritonéoscopie fermée. Résection de la corticale du plateau vertébral de L5 au ciseau à frapper avant la mise en place d'un greffon tricortical. Contrôle vidéoscopique.

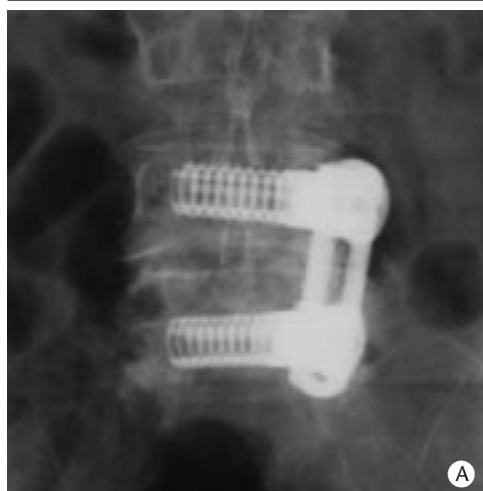
**AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES DIFFÉRENTES
INSTALLATIONS SUR LA TABLE OPÉRATOIRE**

L'installation en décubitus latéral est intéressante, car elle favorise la chute en avant du sac péritonéal et facilite donc l'abord rachidien. Elle est également quasi obligatoire pour les arthrodèses lombaires hautes (L2-L3), car en décubitus dorsal, le grill costal empêche l'utilisation de valves et l'exposition satisfaisante du rachis. Toutefois, comme Louis ^[16], nous pensons que le décubitus dorsal reste l'installation idéale pour la réalisation des arthrodèses lombaires basses (de L3 à L5). En effet, comme cela a été rapporté par Onimus ^[27], il nous semble techniquement plus difficile d'obtenir la même qualité de discectomie lorsque l'opéré est en décubitus latéral. Le décubitus dorsal permet en effet plus facilement d'ouvrir temporairement de façon symétrique l'espace intersomatique par



23 Système de plaque verrouillée par écrou de fixation sur les têtes de vis (plaque « MACS »).
A. La tête de vis possède un filetage pour l'écrou de serrage.
B. Positionnement de la plaque sur la tête de vis.
C. Verrouillage de la plaque sur la vis à l'aide d'un écrou.

cassage de la table ^[12]. Par ailleurs, en cas de grande instabilité rachidienne (aggravée temporairement en peropératoire par la réalisation d'une discectomie), l'installation en décubitus latéral risque d'entraîner une ouverture asymétrique de l'espace intersomatique responsable de déviations rachidiennes frontales, et peut finalement aboutir à une fixation du rachis dans une position vicieuse.



24 Arthrodèse L4-L5 par plaque. Radiographie de contrôle de face (A) et de profil (B).



25 Spondylolisthésis L4-L5 par lyse isthmique mobile. Indication typique d'arthrodèse antérieure par technique « mini-opened » avec utilisation d'une plaque.

COMPLICATIONS LIÉES À L'UTILISATION DE GAZ CARBONIQUE

Le choix d'un abord endoscopique pur en milieu fermé expose au risque de difficultés techniques et justifie, au moins dans un premier temps, la collaboration avec un chirurgien viscéraliste éprouvé aux techniques d'endoscopie [6]. Le décollement du péritoine peut aboutir à la création d'une brèche [13], surtout en cas d'antécédent chirurgical régional (deux fois sur nos 15 premiers cas, trois sur 29 pour Le Huec [13]). Il devient alors très difficile de poursuivre l'intervention en coelioscopie du fait de la fuite de gaz dans le péritoine, plaquant celui-ci sur le rachis. Il faut donc suturer hermétiquement la blessure péritoine, ce qui permet de poursuivre l'intervention normalement. Les conversions en chirurgie classique sont néanmoins fréquentes (quatre sur 34 dans la série de Regan [30]).

Les fuites de CO₂ par les orifices de trocars sont fréquentes, mais peuvent être facilement corrigées par la réalisation de bourses cutanées (10 fois sur 102 dans la série de Le Huec [14]).

Les complications classiques (déjà décrites par les chirurgiens viscéraux dès le début de leur expérience) de la coelioscopie dues au gaz (hypercapnie, embolie gazeuse, insuffisance respiratoire) ont été rarement retrouvées dans les techniques utilisant cette méthode, grâce à l'application des recommandations fixées préalablement par les chirurgiens viscéraux (faible pression d'insufflation toujours inférieure à 12 mmHg, temps opératoire limité...). Elles imposent toutefois un monitoring spécifique de la part des anesthésistes comportant tout particulièrement une mesure de la capnie sanguine tout au long de l'intervention, car cette complication reste possible surtout en cas de brèche péritonéale [9].

COMPLICATIONS LIÉES À L'UTILISATION DES CAGES INTERSOMATIQUES ET/OU DES PLAQUES ANTÉRIEURES À FIXATION CORPORALE. PERFORMANCES MÉCANIQUES RESPECTIVES

L'implantation de tout matériel rachidien, cage, plaque ou vis, expose au risque de blessure peropératoire des structures nerveuses radiculaires ou médullaires. Ce type de complication a été décrit après insertion de cages par voie antérieure [21, 33]. En l'absence de stabilité initiale correcte, comme en cas d'insertion de cages de hauteur insuffisante, il existe également un risque de migration secondaire des implants soit postérieure, pouvant aboutir à une compression radiculaire intracanaulaire ou foraminale, soit antérieure, avec un risque de lésion des gros vaisseaux prévertébraux [21]. Une technique opératoire optimale (contrairement à la majorité des cas rapportés ayant imposé une reprise chirurgicale [10, 21]) avec de bons repères dans l'espace, une excellente visualisation des repères anatomiques et des contrôles peropératoires par l'amplificateur de brillance, doivent éviter ce type de complications.

L'introduction d'une cage intersomatique dans un axe antéropostérieur expose également au risque de migration postérieure d'un fragment discal dans le canal [21]. Toutefois, la réalisation d'une discectomie emportant tout le tissu discal correspondant au futur positionnement de la cage doit prévenir ce type d'accident. Ce risque apparaît également théoriquement moins important en cas d'insertion oblique des implants.

Les résultats mécaniques des arthrodèses lombaires par méthodes vidéoassistées semblent satisfaisants [2, 3]. Le taux de fusion des arthrodèses par cages intersomatiques isolées demeure un sujet de



26 Arthrodèse L3-L4 pour dislocation L3-L4 sur scoliose chez une patiente de 74 ans.

A. Radiographie de contrôle de face à 1 an postopératoire.
B. Radiographie de contrôle de profil à 1 an postopératoire.



27 Aspect à 6 mois de la cicatrice de minilombotomie pour une arthrodèse L4-L5 par cage chez une obèse.



28 Arthrodèse L3-L4 par cage sous lombotomie « mini-opened » pour scoliose dorsolombaire avec dislocation L3-L4 responsable de lomboradiculalgies sévères. Sixième jour postopératoire. Disparition au réveil de la radiculalgie.

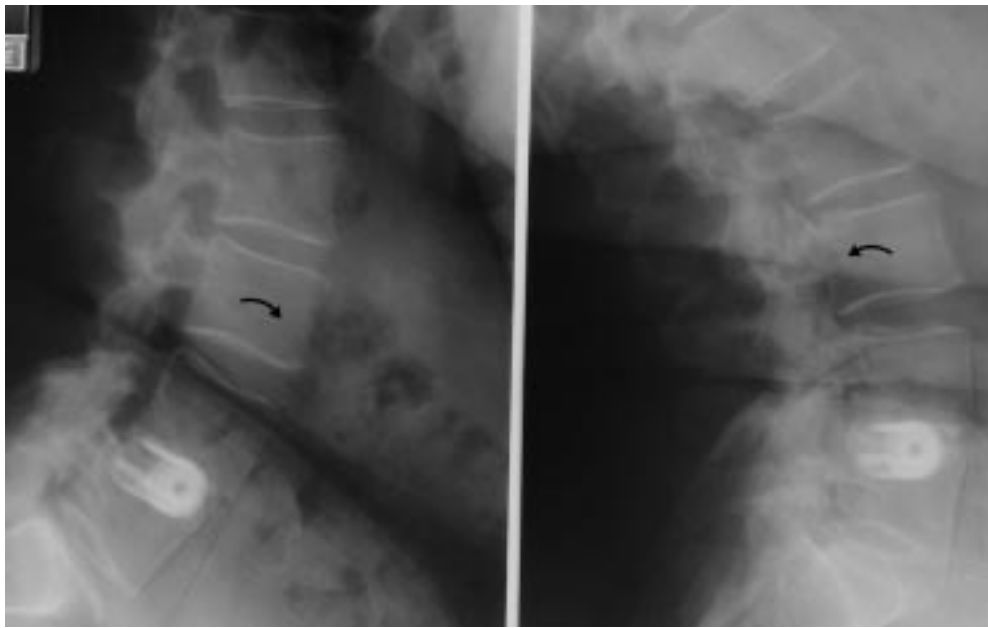
controverse, mais les résultats semblent encourageants si les indications sont judicieuses et la technique rigoureuse [1, 7, 10, 36] (fig 29). En cas d'utilisation isolée des cages intersomatiques, certaines séries ont rapporté des résultats médiocres sur le taux de fusion [28]. Toutefois, ces résultats ne sont interprétables qu'en fonction du type d'implant [28, 34], de la pathologie traitée et de la technique chirurgicale utilisée.

Ces cages ont pour fonction de piéger la greffe spongieuse et de donner au segment instrumenté une stabilité primaire propice à la fusion osseuse (fig 30) [32, 35]. Ses caractéristiques mécaniques permettent théoriquement d'obtenir une bonne stabilisation initiale et d'éviter une perte de hauteur secondaire de l'espace intersomatique, mais un risque d'affaissement [31, 35] ou de fracture [34]



29 Arthrodèse L4-L5 par cage pour spondylolisthésis dégénératif. Radio de contrôle à 1 an. Incidence de trois quarts. Apparition d'un cal osseux autour de la cage.

existe, particulièrement si le matériau et/ou le dessin des implants ne sont pas performants. Cette stabilité reste malgré tout inférieure à celle des ostéosyntheses par plaque [15], d'où l'utilisation par certains de vis additionnelles pour fixer les cages dans les corps



30 Arthrodèse L4-L5 par cage intersomatique. Absence de mobilité sur les radiographies dynamiques de profil en flexion-extension à un recul postopératoire de 1 an.



31 Arthrodèse L5-S1 par cage ALS fixée par vis corporeales. (Photo : M Onimus, H Chataigner).



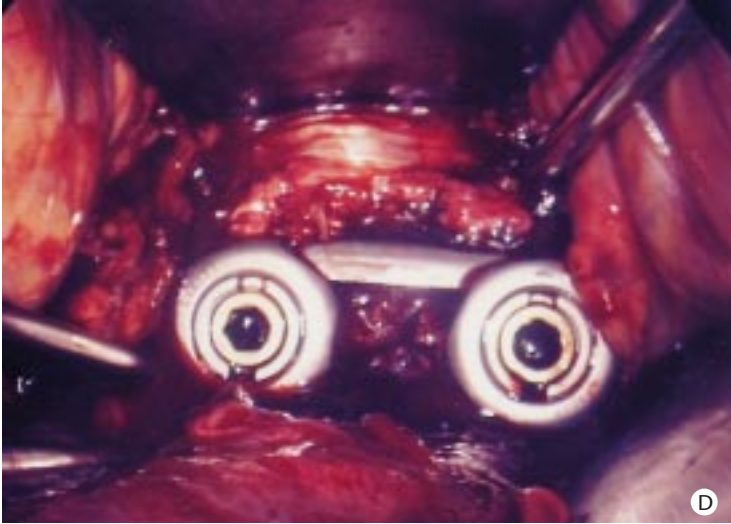
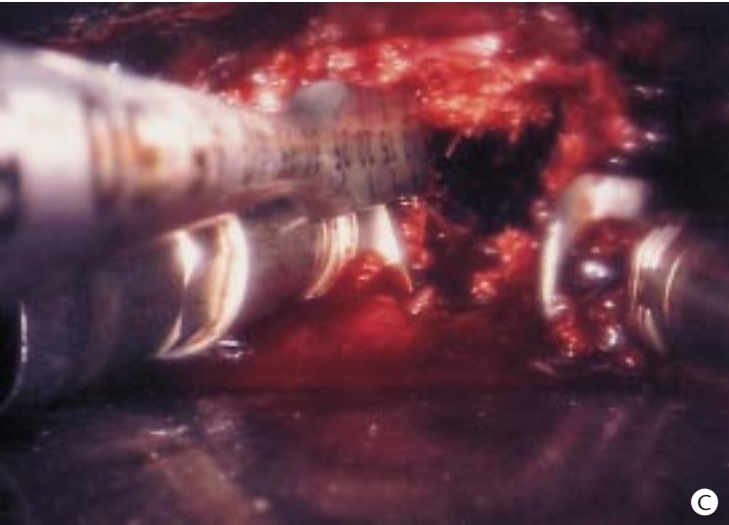
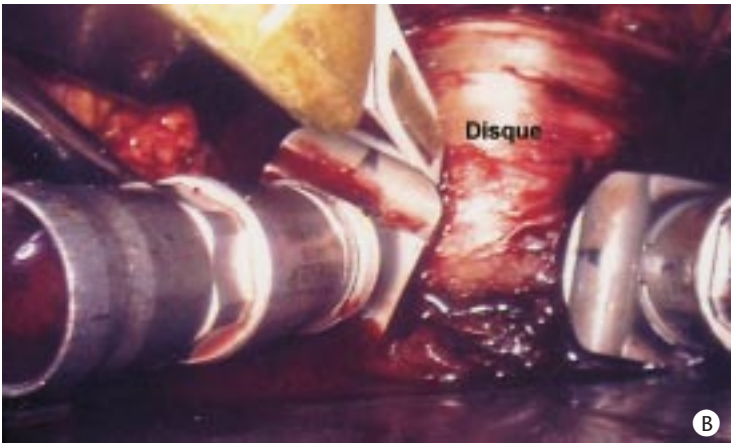
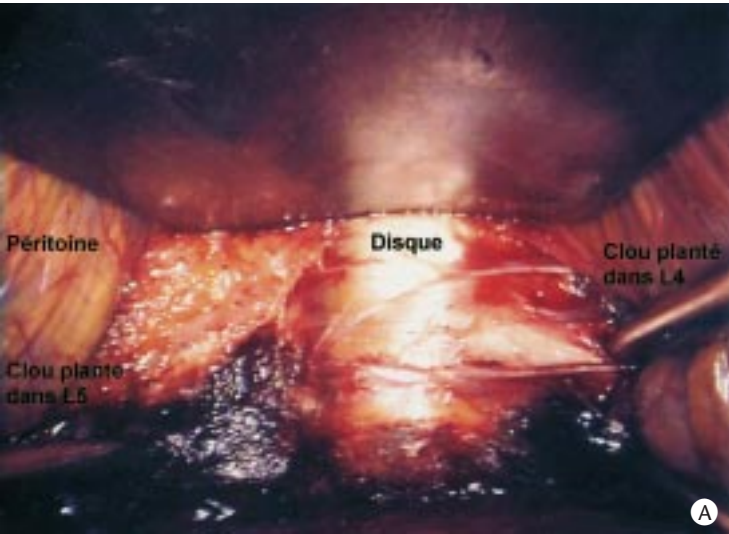
32 Spondylolisthésis dégénératif L3-L4 chez une femme de 71 ans ostéoporotique. Pénétration en peropératoire de la cage dans le corps de L3. Comblement de l'effraction corporelle par du ciment et arthrodèse par apport osseux complémentaire.

vertébraux adjacents (fig 31) ou la pratique d'arthrodèses circonférentielles^[8], associant souvent un montage postérieur et antérieur (plaques plus cages) surtout en cas de grande instabilité segmentaire (en particulier les spondylolisthésis par lyse isthmique bilatérale ou lors de reprises pour pseudarthrodèses). Par ailleurs, la faible élasticité des matériaux utilisés, comparativement à celle des corps vertébraux, entraîne un risque de pénétration intracorporelle de l'implant, surtout en cas d'ostéoporose avancée qui représente une contre-indication formelle à l'utilisation de cages seules pour les arthrodèses lombaires (fig 32). Enfin, la surface de contact entre les plateaux vertébraux et la greffe est moins importante qu'après utilisation des greffons tricorticaux. En l'absence d'étude monocentrique prospective randomisée, il est aujourd'hui impossible de comparer in vivo les performances respectives des différents types de cages, même s'il semble logique de dire que celles qui ont la plus large surface d'appui sur les plateaux vertébraux doivent théoriquement aboutir à une plus grande stabilité, tout en offrant une plus importante zone de contact entre la greffe et les vertèbres à fusionner.

L'utilisation des plaques antérieures permet de reproduire des montages mécaniques proches de ceux qui ont été utilisés depuis bien longtemps par les méthodes d'arthrodèses antérieures

conventionnelles. La technique des vis verrouillées par des écrous sur la plaque permet d'aboutir à une stabilité équivalente à celle des anciennes plaques, tout en autorisant leur introduction par des miniabords, voire même des trocars de coelioscopie (fig 33). Par ailleurs, certains matériaux offrent un certain degré de tolérance dans le positionnement et l'angulation des vis par rapport à la plaque. Ceci facilite grandement le geste chirurgical (il était parfois difficile, voire impossible, de tirer certaines vis à travers les plaques antérieures rachidiennes dont le positionnement était déterminé de façon définitive par la fixation de la première vis).

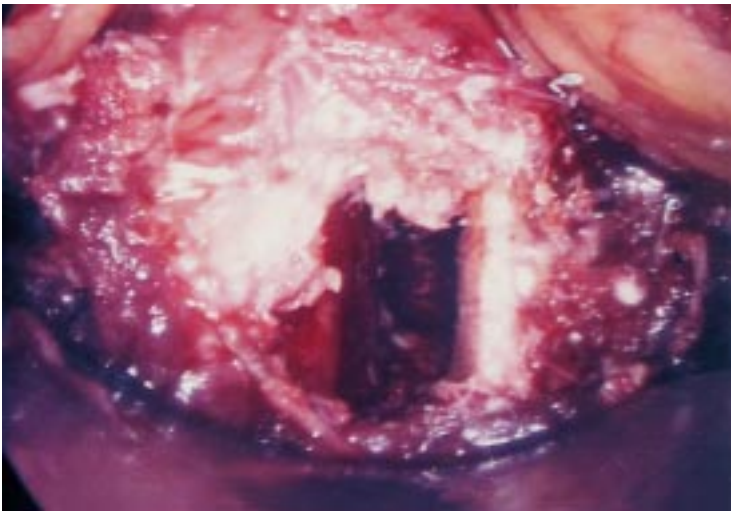
Contrairement à l'arthrodèse par cage intersomatique, la technique d'arthrodèse par plaque vissée impose un contrôle systématique des pédicules lombaires artériels et veineux (clippés puis sectionnés) de chaque étage instrumenté, sous réserve de voir apparaître un saignement parfois très important en cas de blessure d'un de ces vaisseaux. La mise en place d'une vis sur le bord gauche de L5 impose de repérer et parfois de clipper ou de ligaturer la veine iliaque lombaire ascendante, qui monte le long du bord gauche du rachis au contact de la partie postérieure du corps vertébral. Par ailleurs, il faut se méfier des plaques d'épaisseur trop importante, car elles peuvent aboutir à des érosions progressives de la paroi des gros vaisseaux artériels battant au contact de ce matériel (un cas ancien dans notre expérience d'érosion de la paroi de l'aorte sur une plaque saillante).



33 Arthrodèse L4-L5 par plaque « MACS » sous rétro-péritonéoscopie pour spondylolisthésis par lyse isthmique. Contrôles vidéoscopiques.
A. Aspect du disque
B. Incision de l'annulus fibrosus pour pratiquer la discectomie alors que les vis ont préalablement été insérées dans les corps vertébraux de L4 et de L5.
C. Avivement des plateaux vertébraux au ciseau à frapper
D. La plaque a été descendue sur les têtes de vis puis verrouillée à l'aide des écrous.

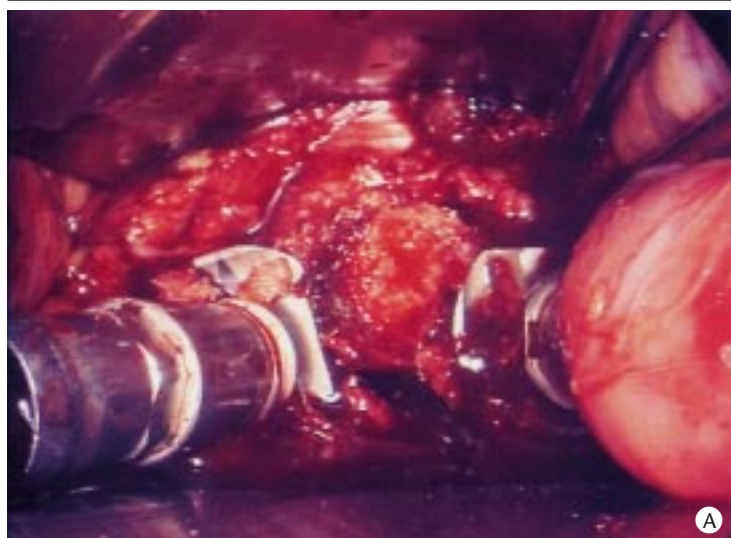
Conclusion

L'évolution que la chirurgie viscérale a vécue ces 20 dernières années suffit pour comprendre l'intérêt majeur de la chirurgie rachidienne antérieure mini-invasive. La vidéo-chirurgie appliquée au rachis permet de bénéficier des avantages mécaniques et neurologiques de l'abord antérieur du rachis, tout en évitant ses inconvénients grâce à l'utilisation d'optiques, de moniteurs de contrôle, de la lumière froide et d'instruments chirurgicaux spécifiques. Parallèlement à la mise au point des instruments et des techniques chirurgicales, de nouveaux implants ont été développés en collaboration avec les industriels. Leurs résultats sur les taux de fusion apparaissent équivalents à ceux rapportés avec les méthodes conventionnelles. Ces techniques imposent de la part du chirurgien une formation et un entraînement particuliers. Le qualificatif de mini-invasif s'adresse en effet à la paroi et à l'ensemble des structures anatomiques traversées pour parvenir à la colonne et seulement à elles. La qualité des gestes rachidiens de discectomie (fig 34), d'avivement corporel, d'apport osseux (fig 35) et d'implantation du matériel doit absolument rester la même que dans les techniques conventionnelles, sous réserve d'un taux d'échec inacceptable et absolument non justifié par le caractère mini-invasif de ces techniques. Il ne faut donc pas oublier les possibilités de conversions peropératoires du fait de difficultés ou de complications qui imposent, de facto, la parfaite maîtrise par le chirurgien des voies antérieures conventionnelles (lombotomie, laparotomie voire



34 Aspect vidéoscopique par voie antérolatérale gauche après discectomie L3-L4. La qualité des gestes rachidiens doit reproduire les résultats de la chirurgie conventionnelle. La loge de la future cage doit être totalement vide de tout tissu discal.

thoraco-phréno-lombotomie). Enfin, ces nouvelles techniques ne doivent pas aboutir à une extension de nos indications d'arthrodèses lombaires, sous prétexte de leur faible iatrogénicité.



35 Arthrodèse L4-L5.
A. Aspect vidéoscopique par voie antérolatérale gauche du greffon intersomatique tricortical. Les vis corporeales ont été préalablement introduites. La plaque sera ensuite descendue sur les vis par-dessus le greffon.
B. Contrôle scanographique avec reconstruction.

Références

- [1] Allain J, Goutallier D. Indications et résultats des arthrodèses intersomatiques lombaires effectuées sous rétro-péritonéoscopie. *Cah Ens Sofcot* 2000; 75 : 139-48
- [2] Allain J, Goutallier D. Chirurgie endoscopique du rachis. In: Kahn MF, Kuntz D, Meyer O, Bardin T, Orcel P eds. L'actualité rhumatologique 2001. Paris : Elsevier, 2001 : 493-505
- [3] Allain J, VanDriessche S, Odent T, Goutallier D. Traitement du spondylolisthésis dégénératif : comparaison entre les arthrodèses antérieures par méthode conventionnelle (plaque vissée) et les arthrodèses par cage implantée sous rétro-péritonéoscopie. *Rev Chir Orth* 2001 ; 87 (6) : 2538
- [4] Buttner J, Schellnack K, Zippel H. Eine alternative Behandlungsstrategie beim Lumbalen Bandscheibenschaden mit der Bandscheibenendoprothese Modultyp SB Charité. *Z Orthop* 1987 ; 125 : 1-6
- [5] De Peretti F, Hovorka I, Fabiani P, Argenson C. New possibilities in L2-L5 lumbar arthrodesis using a lateral retroperitoneal approach assisted by laparoscopy: preliminary results. *Eur Spine* 1996 ; 5 : 210-6
- [6] De Peretti F, Hovorka P, Argenson C. Voie antérieure de L2, L3, L4 par rétro-péritonéoscopie. *Rev Chir Orth* 1999 ; 85 : 183-188
- [7] Eck KR, Bridwell KH, Ungacta FF, Lapp MA, Lenke LG, Riew D. Analysis of titanium mesh cages in adults with minimum two-year follow-up. *Spine* 2000 ; 25 : 2407-15
- [8] Hinkley BS, Jaremko ME. Effect of 360-degree lumbar fusion in a workers' compensation population. *Spine* 1997 ; 22 : 312-22
- [9] Husson JL, LeHuec JC, Polard JL, Trebuchet G, Lombard J, Poncer R et al. Les pièges et les complications de l'abord rétro-péritonéal endoscopique pour l'arthrodèse de la colonne lombaire : à propos d'un cas original et revue de la littérature. *Rev Chir Orth* 1997 ; 83 (Suppl II) : 56
- [10] Kuslich SD, Danielson G, Dowdle JD, Sherman J, Fredrickson B, Yuan H et al. Four-year follow-up results of lumbar spine arthrodesis using the Badgy and Kuslich lumbar fusion cage. *Spine* 2000 ; 25 : 2656-62
- [11] Kulisch SD, McAfee PC, Regan JJ. Spinal instrumentation. In: Regan JJ, McAfee PC, Mack MF, eds. Atlas of endoscopic spine surgery. St Louis : Quality Medical publishing inc, 1994 : 293-331
- [12] Lazennec JY, Ramare S, Castel E, Laporte C, Benazet JP, Saillant G. Abord antérieur rétro-péritonéal minimisé du rachis de T12 à S1. Bases anatomiques et applications chirurgicales. *Cah Ens Sofcot* 2000 ; 75 : 170-181
- [13] Le Huec JC, Belliard R, Liqueois F, Husson JL, Midy D, Le Rebellier A. Arthrodèse de la colonne lombaire par abord rétro-péritonéal endoscopique. Technique et rapport préliminaire de 10 cas. *J Cœlio Chir* 1996 ; 18 : 37-44
- [14] Le Huec JC, Husson JL, Polard JL, Trebuchet S, LeRebellier L. Abord endoscopique du rachis lombaire : pièges, incidents, complications. *Rev Chir Orth* 1997 ; 83 (suppl II) : 55
- [15] Le Huec JC, Lui M, Skalli W, Josse L. Lumbar lateral interbody cage with plate augmentation : in vitro biomechanical analysis. *Eur Spine* 2002 ; 11 : 130-6
- [16] Louis R. Chirurgie du rachis. Anatomie chirurgicale et voies d'abord. Springer Verlag Ed. Berlin, 1982
- [17] Marnay TH. Chirurgie vidéo-assistée mini-invasive du rachis par voie antérieure. *Cah Ens Sofcot* 1999 ; 70 : 161-184
- [18] Marnay TH, Vanesbroek G, Nitobe T. La chirurgie vertébrale antérieure vidéo assistée : évaluation technique, complications et résultats. *Rev Chir Orth* 1996 ; 87 (Suppl II) : 36
- [19] Mathews HH, Evans MT, Molligan HJ, Long BH. Laparoscopic discectomy with anterior lumbar interbody fusion. A preliminary review. *Spine* 1995 ; 20 : 1797-1802
- [20] Mayer MH. A new microsurgical technique for minimally invasive anterior lumbar interbody fusion. *Spine* 1997 ; 22 : 691-700
- [21] Mc Afee PC, Cunningham BW, Lee GA, Orbegoso CM, Haggerty CJ, Fedder IL et al. Revision strategies for salvaging or improving failed cylindrical cages. *Spine* 1999 ; 24 : 2147-53
- [22] Mc Afee PC, Regan JJ, Geis WP, Fedder IL. Minimally invasive anterior retroperitoneal approach to the lumbar spine. Emphasis on the lateral BAK. *Spine* 1998 ; 23 (13) : 1476-84
- [23] Obenchain TG. Laparoscopic lumbar discectomy : case report. *J Laparoendosc Surg* 1991 ; 1 : 145-9
- [24] Olinger A, Hildebrandt U, Pistorius G, Lindemann W, Menger MD. Laparoscopic 2-level fusion of the lumbar spine with Bagby and Kuslich implants. *Chirurg* 1996 ; 67 : 348-50
- [25] Onimus M, Chataigner H. Abord du rachis lombaire antérieur extrapéritonéal vidéo-assisté. *Cah Ens SOFCOT* 2000 ; 75 : 161-9
- [26] Onimus M, Papin P, Gangloff S. Extra-peritoneal approach to the lumbar spine with video assistance. *Spine* 1996 ; 21 : 2491-4
- [27] Onimus M, Papin P, Gangloff S, Balique JG. L'abord antérieur extra-péritonéal vidéo-assisté du rachis lombaire inférieur. *Rev Chir Orth* 1999 ; 85 (2) : 183-8
- [28] Pellissé F, Puig O, Rivas A, Bago J, Villanueva C. Low fusion rate after L5-S1 laparoscopic anterior lumbar interbody fusion using twin stand-alone carbon fiber cages. *Spine* 2002 ; 27 : 1665-9
- [29] Raskas DS, Delamarier RB. Occlusion of the left iliac artery after retroperitoneal exposure of the spine. *Clin Orthop* 1997, 338 : 86-9
- [30] Regan JJ, Mc Afee PC, Guyer RD, Aronoff RJ. Laparoscopic fusion of the lumbar spine in a multicenter series of the first 34 consecutive patients. *Surg Laparosc Endosc* 1996 ; 6 : 459-68
- [31] Sandhu HS, Turner S, Kabo JM. Distractive properties of a threaded interbody fusion device. *Spine* 1996 ; 21 : 1201-10
- [32] Steffen T, Tzantrizos A, Fruth I. Cages : designs and concepts. *Eur Spine* 2000 ; 9 (suppl 1) : 89-94
- [33] Taylor BA, Vaccaro AR, Hilibrand AS. The risk of foraminal violation and nerve root impingement after anterior placement of lumbar interbody fusion cages. *Spine* 2001 ; 26 : 100-4
- [34] Tullberg T. Failure of a carbon-fiber implant : a case report. *Spine* 1998 ; 23 : 1804-6
- [35] Weiner BK, Fraser RD. Spine update : lumbar interbody cages. *Spine* 1998 ; 23 : 634-40
- [36] Zucherman JF, Zdeblick TA, Bailey SA, Mahvi D, Hsu KY, Kohrs D. Instrumented laparoscopic spinal fusion. Preliminary results. *Spine* 1995 ; 20 : 2029-34

Biopsies vertébrales

A Feydy
E Hoffmann
G Morvan

Résumé. – La biopsie vertébrale est le premier temps diagnostique des lésions infectieuses et tumorales localisées du rachis. La ponction biopsie peut être réalisée par voie percutanée ou à ciel ouvert. Les biopsies discovertébrales percutanées restent le moyen le plus économique et le moins traumatisant pour obtenir une certitude diagnostique. La biopsie vertébrale percutanée a donc largement supplanté la biopsie chirurgicale, grâce à un abord rachidien peu invasif, avec une efficacité diagnostique de plus de 80 %. L'amélioration du matériel de ponction, l'apparition de nouvelles méthodes de guidage ont contribué à améliorer l'efficacité et l'innocuité de la méthode. Pratiquement toutes les lésions discovertébrales sont accessibles à une ponction percutanée sous contrôle radiographique ou tomodensitométrique. Les techniques de biopsie percutanée varient en fonction du segment rachidien, de la zone vertébrale à biopsier et des habitudes de l'équipe de radiologie interventionnelle. Une parfaite collaboration doit exister entre le radiologue et le chirurgien qui est susceptible de réaliser dans un deuxième temps l'exérèse tumorale. Il faut choisir une voie de biopsie dont le trajet puisse être excisé dans sa totalité lors de la réalisation d'une exérèse carcinologique.

La chirurgie est nécessaire en cas d'incertitude diagnostique persistante après une biopsie percutanée non concluante ou de réalisation impossible. La biopsie vertébrale par voie postérieure transpédiculaire est la plus classique. La biopsie endoscopique du rachis regroupe l'ensemble des techniques qui ont en commun l'utilisation d'un endoscope pour aider le geste chirurgical. L'endoscopie rachidienne est cependant rarement purement diagnostique ; une chirurgie rachidienne complémentaire est le plus souvent associée. La voie antérieure présterno-cléido-mastoiïdienne permet l'exposition antérieure et latérale des corps et des disques de C2 à T2. Les faces antérieures de C1 et C2 peuvent être abordées par un abord direct transoral.

© 2003 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : rachis, vertèbres, biopsie percutanée, biopsie chirurgicale, spondylodiscite, tumeur.

Introduction

Les premières biopsies percutanées sont mentionnées dans la littérature anglo-saxonne du début du siècle, mais ce sont Martin et Ellis qui introduisent en 1930 la technique de ponction biopsie [38]. Ce n'est qu'à partir des années 1970 et 1980, grâce aux équipes américaines et françaises, que la méthode prend enfin de l'essor [3, 4, 10, 11, 30, 43]. Elle est devenue très vite un moyen de diagnostic irremplaçable pour connaître la nature exacte des lésions, complétant ainsi la clinique, les examens biologiques et radiologiques. Cet essor de la méthode s'explique par l'apparition de nouvelles aiguilles de ponction, le perfectionnement des techniques de diagnostic cytologique et histologique et surtout par l'énorme progrès des moyens radiologiques de guidage et de contrôle.

Si l'indication est bien posée, la ponction biopsie percutanée reste le moyen le plus économique et le moins traumatisant pour obtenir une certitude diagnostique [5, 7, 12, 20, 27, 29, 51]. Le rendement de la biopsie vertébrale est d'autant meilleur qu'elle est pratiquée par un

radiologiste expérimenté, et que les indications sont discutées par une équipe multidisciplinaire associant médecin, chirurgien et radiologiste.

La biopsie vertébrale est essentielle pour le diagnostic de certitude et la planification du traitement des tumeurs. La technique dépend de la localisation de la tumeur sur le rachis : siège cervical, dorsal, lombaire ou sacré, et de sa localisation sur la vertèbre : arc postérieur, pédicule ou des corps vertébraux. Le but de la ponction biopsie est d'affirmer la nature maligne ou bénigne de la lésion, et de définir le type histologique exact de la tumeur. En effet, même si les métastases, le myélome, et les tumeurs osseuses primitives sont des causes fréquentes de lésions vertébrales, il existe d'autres étiologies plus rares (mycose, SAPHO ...). En cas de suspicion de lésion d'origine infectieuse, l'identification du germe est primordiale pour instaurer un traitement efficace [7]. Quel que soit le geste réalisé, le prélèvement est envoyé systématiquement en anatomopathologie, mais aussi en bactériologie, à la recherche de germes banals ou spécifiques (mycose).

La chirurgie est nécessaire en cas d'incertitude diagnostique persistante après une biopsie percutanée non concluante ou de réalisation impossible [7]. La biopsie vertébrale par voie postérieure transpédiculaire est la plus classique. Certaines techniques de chirurgie antérieure mini-invasive entrent dans l'arsenal possible de la pratique de ces biopsies vertébrales. La biopsie endoscopique du

Antoine Feydy : Praticien hospitalier, service de radiologie.

Etienne Hoffmann : Chef de clinique assistant, service de chirurgie orthopédique et traumatologique.

Gérard Morvan : Attaché consultant, service de radiologie.

Hôpital Beaujon, 100, bd du Général Leclerc, 92118 Clichy cedex, France.



1 Patient de 46 ans suivi et traité pour une néoplasie ORL. Découverte d'une lésion corporelle de T11 avec une imagerie en tomodensitométrie (TDM) (A) et en imagerie par résonance magnétique (IRM) (B). La biopsie a été réalisée sous contrôle scopique par voie postérolatérale (C abord de trois quarts et D contrôle de face). Résultat non spécifique. Le contrôle en imagerie à 1 an était stable.

rachis regroupe l'ensemble des techniques qui ont en commun l'utilisation d'un endoscope pour aider le geste chirurgical.

L'abord chirurgical du rachis cervical est spécifique. La voie antérieure présterno-cléido-mastoïdienne permet l'exposition antérieure et latérale des corps et des disques de C2 à T2. Les faces antérieures de C1 et C2 peuvent être abordées par un abord direct transoral.

Biopsie percutanée guidée par l'imagerie

La biopsie vertébrale percutanée a largement supplanté la biopsie chirurgicale grâce à un abord rachidien peu invasif et une efficacité diagnostique de plus de 80 % [7, 20, 29].

La biopsie percutanée peut être proposée pour les lésions de l'arc vertébral postérieur, des pédicules, mais aussi pour les lésions du corps vertébral et du disque intervertébral. Tous les étages rachidiens, du rachis cervical supérieur au sacrum, peuvent ainsi être biopsiés.

La biopsie percutanée impose une anesthésie locale et se pratique à l'aide d'une grande variété de trocars. Le choix de la méthode de ponction et de la voie d'abord varie selon les équipes, selon la localisation de la lésion sur la vertèbre et selon le segment rachidien concerné. La ponction de la lésion peut se faire sous contrôle radioscopique ou tomodensitométrique. Lorsque la lésion à ponctionner est de petite taille, située au niveau du rachis cervical ou dorsal haut, située proche de structures vitales, un repérage préalable et un guidage tomodensitométrique (TDM) sont préférables pour réduire les risques de complications [9, 25, 53].

BILAN PRÉBIOPSIQUE

Le bilan préalable doit impérativement comporter une hémostase récente, un dossier d'imagerie complet (fig 1). La ponction biopsie est toujours précédée d'un examen TDM centré sur la lésion. Cet examen permet de choisir la position du malade lors de la ponction (procubitus, décubitus dorsal ou latéral). Il permet surtout d'analyser la masse tumorale et ses rapports anatomiques de voisinage. Les rapports vasculaires éventuels sont mieux analysés avec une injection intraveineuse de produit de contraste iodé. L'analyse précise des images permet de rechercher les zones de rupture corticale, facilitant ainsi la ponction vertébrale. On recherche également la région osseuse la plus mince entre la lésion et le point de ponction (intérêt des coupes fines en haute résolution, lues en fenêtres osseuses). La lecture des images en fenêtre tissulaire met en évidence les zones de nécrose tumorale. En cas de nécrose tumorale centrale, il est préférable de ponctionner en périphérie de la lésion, en dirigeant l'aiguille vers les zones charnues.

Une imagerie par résonance magnétique (IRM) est aussi presque toujours réalisée avant la biopsie vertébrale, afin d'analyser les composantes les plus inflammatoires et/ou les plus actives de la lésion. L'IRM permet de visualiser l'état des espaces intervertébraux,

le contenu du canal rachidien, les tissus paravertébraux. Une exploration complète nécessite des séquences pondérées en T1, T2, et en T1 après injection intraveineuse de gadolinium. Une suppression du signal de la graisse améliore la sensibilité de détection de la plupart des lésions et des zones « inflammatoires ».

PRÉPARATION DU PATIENT

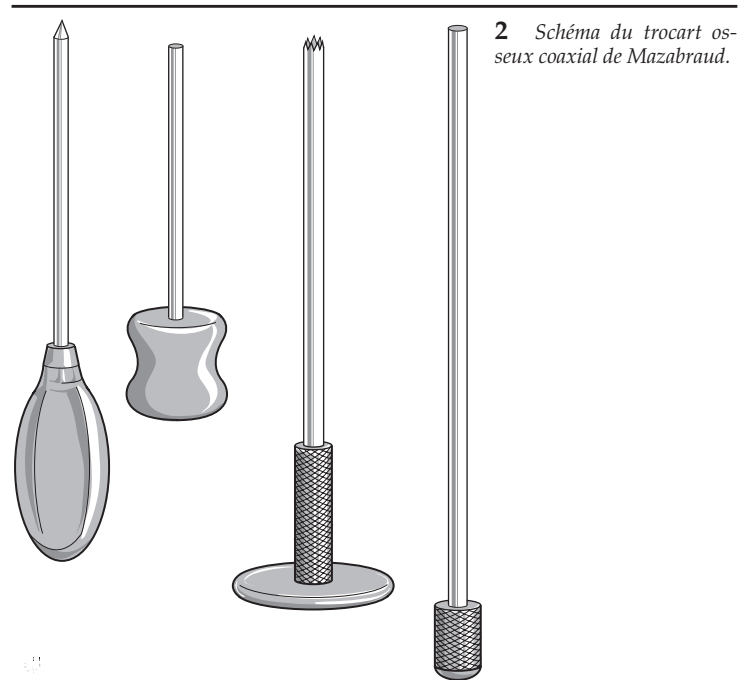
Avant toute biopsie percutanée, il est préférable de réaliser une consultation d'anesthésie. Le patient doit être à jeun et perfusé par une voie veineuse. Un sédatif est administré per os 1 heure avant l'examen. Le patient doit être mis en confiance, et installé de façon stable et confortable afin d'obtenir sa coopération. Une anesthésie locale à la Xylocaïne® 1 % est faite au point de ponction et sur le trajet du trocart. Un recours à la neuroleptanalgie ou à une anesthésie générale peut être préconisé chez le jeune enfant ou lors de la ponction des vertèbres cervicales. Une hospitalisation pour surveillance clinique d'au moins 24 heures est nécessaire après la biopsie. Les mesures d'asepsie sont comparables à celles des interventions chirurgicales.

MATÉRIEL DE BIOPSIE

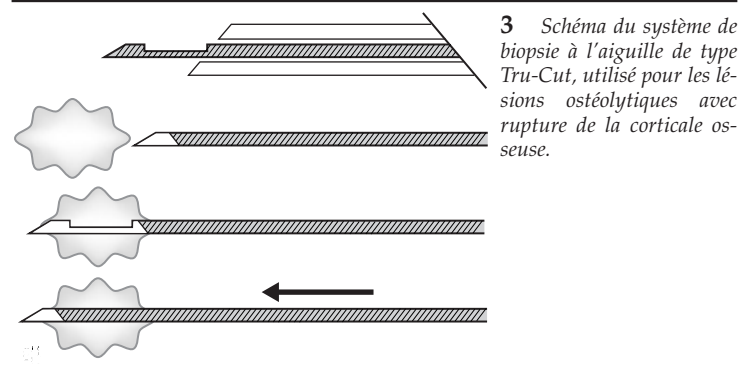
Il existe de nombreux types de trocars qui diffèrent par la technique de mise en place, la longueur, le calibre et l'extrémité de la canule biopsique (dentée, rétrécie ou en biseau). Les prélèvements obtenus avec des trocars de calibre interne supérieur à 2 mm conservent l'architecture osseuse et les logettes de tissu médullaire [7]. Un système coaxial permettant plusieurs passages est utilisé dans la majorité des cas.

Le trocart coaxial permet des miniforages, minicarottages, des aspirations de matériel pour examen cytologique, histologique et bactériologique. Ce système permet plusieurs passages sans effectuer des ponctions itératives, ainsi qu'une protection du trajet de ponction. En effet, il faut réduire les risques de dissémination sur le trajet de ponction.

L'utilisation de trocars osseux autorise un prélèvement de grande taille, et permet de traverser une corticale et de ponctionner des lésions osseuses cernées par une ostéocondensation. En cas de texture osseuse, un trocart de type Laredo thoracique ou lombaire ou un trocart de Mazabraud sont fréquemment utilisés en France. Le trocart de Mazabraud existe en deux longueurs : 95 et 240 mm. Il permet d'obtenir des carottes osseuses de 10 à 20 mm de long et de 2 mm de diamètre (fig 2). Le trocart de Laredo-Bard utilise un système de mandrin-guide rigide intermédiaire. Il emprunte ainsi le même trajet que celui de l'aiguille fine utilisée lors de l'anesthésie locale. Il existe une version adaptée aux biopsies lombaires et une autre de plus petit calibre, destinée aux biopsies dorsales. Les lésions très condensantes nécessitent souvent un matériel spécifique de forage, équipé d'un moteur pneumatique ou électrique. Des kits de trocars osseux coaxiaux à usage unique sont actuellement proposés par plusieurs fabricants. Le trocart d'Ackerman est complètement métallique, et de conception classique. L'aiguille de Bonoptoy a un dispositif coaxial original : le trocart central a une extrémité excentrée qui lui permet de forer un orifice de diamètre supérieur à son propre calibre.



2 Schéma du trocart osseux coaxial de Mazabraud.



3 Schéma du système de biopsie à l'aiguille de type Tru-Cut, utilisé pour les lésions ostéolytiques avec rupture de la corticale osseuse.

Plusieurs longueurs (entre 9 et 25 cm) et calibres (entre 11 et 17 G) sont proposés, ce qui permet de choisir le trocart le mieux adapté au segment rachidien biopsié.

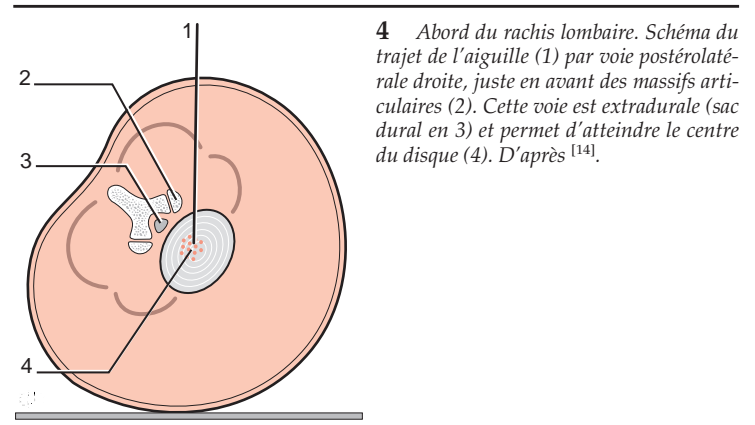
Les aiguilles de Jamshidi et de Tanzer sont adaptées aux lésions superficielles. Elles ne sont pas coaxiales, et doivent être repositionnées pour chaque prélèvement. En revanche, elles sont courtes et larges, ce qui permet d'obtenir des carottes de bonne taille [19].

L'aiguille Ostycut, non coaxiale, possède une extrémité filetée qui permet un « vissage » dans la corticale osseuse. Elle est disponible dans plusieurs longueurs et calibres, avec un stylet interne et un obturateur.

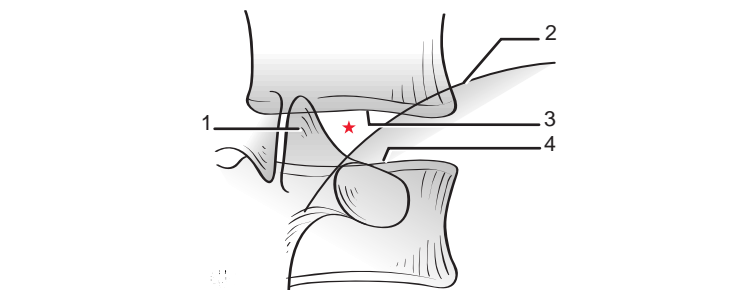
Une aiguille coupante type Sure-Cut ou Tru-Cut (en général de calibre 16 ou 18 G) est en revanche plus adaptée aux masses paravertébrales ou aux lésions vertébrales très ostéolytiques. Cette aiguille de biopsie est directement connectée à une seringue d'aspiration ; le fragment tissulaire est prélevé lors du passage dans la lésion (fig 3). Plusieurs fabricants proposent aussi des aiguilles « automatiques » ou pistolets à biopsies.

CHOIX DU GUIDAGE : SCOPIE TÉLÉVISÉE OU TOMODENSITOMÉTRIE

Le choix du contrôle scopique ou TDM dépend essentiellement des habitudes de chaque équipe. Les avantages du contrôle scopique sont habituellement la plus grande rapidité du geste, et sa grande facilité lorsque le trajet de biopsie doit être ascendant, descendant ou parallèle aux disques intervertébraux [10, 11, 30, 55]. La TDM permet en revanche de visualiser de petites lésions corporelles mal visibles en scopie ou très excentrées, de repérer directement le point d'entrée cutané et le



4 Abord du rachis lombaire. Schéma du trajet de l'aiguille (1) par voie postérolatérale droite, juste en avant des massifs articulaires (2). Cette voie est extradurale (sac dural en 3) et permet d'atteindre le centre du disque (4). D'après [14].



5 Abord du rachis lombaire. L'étoile désigne l'aire de progression de l'aiguille dans le « triangle d'accès » limité par : en arrière, le massif articulaire (1) ; en dehors et en avant, la crête iliaque (2) ; en haut, le plateau inférieur de la vertèbre supérieure (3) ; en bas, le plateau supérieur de la vertèbre inférieure (4). D'après [14].

trajet à réaliser, de vérifier la position de l'aiguille en cours d'examen et de limiter l'irradiation pour le patient et l'opérateur [27, 48]. Le choix d'un guidage TDM s'impose quand la lésion n'est pas visible en scopie, pour biopsier avec certitude la vertèbre lésée. Les biopsies du rachis dorsal sont souvent réalisées avec un guidage TDM, afin de localiser parfaitement la lésion.

Certains équipements permettent de combiner les guidages fluoroscopique et TDM [17]. En cas de lésions multiples, on choisit la lésion la plus accessible, la plus éloignée des structures vitales (vaisseaux, moelle épinière). Le point d'entrée idéal correspond à la zone où la corticale osseuse est la plus mince, permettant ainsi une pénétration facile de l'aiguille.

VOIES D'ABORD

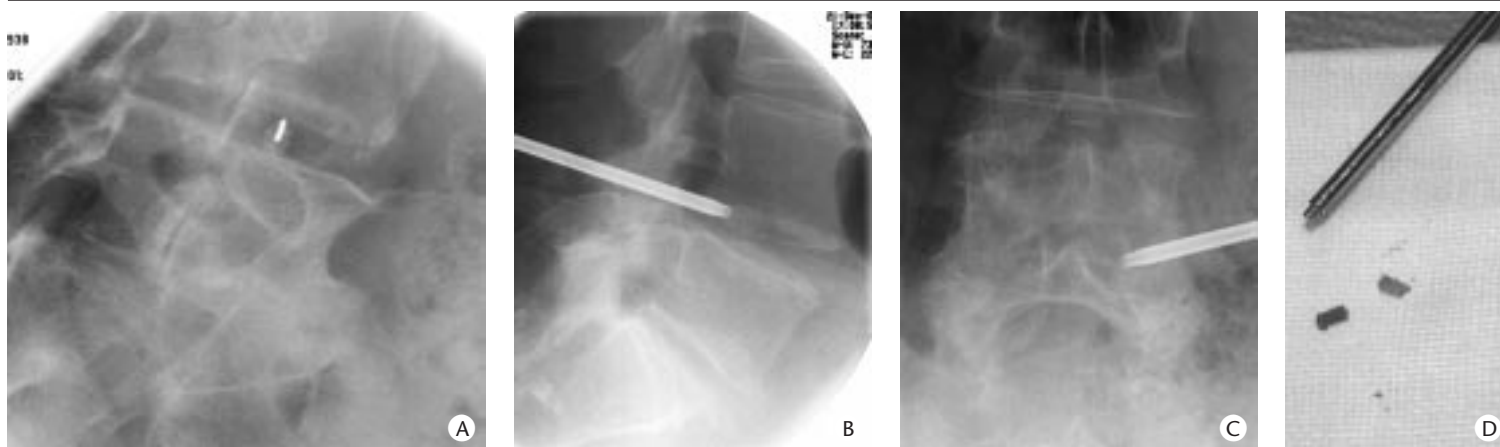
La voie d'abord et la technique choisies pour réaliser la biopsie doivent tenir compte de l'éventuelle voie d'abord ultérieure d'exérèse chirurgicale. On doit toujours pouvoir emporter la voie d'abord de la biopsie lors de la résection carcinologique monobloc.

Lorsque la biopsie est réalisée au scanner, le patient est habituellement en procubitus pour les biopsies du rachis dorsal et lombaire et en décubitus dorsal pour celles du rachis cervical, sauf s'il s'agit d'une lésion de l'arc postérieur. Sous contrôle scopique, la position du patient dépend du segment rachidien à biopsier.

■ Voie postérolatérale

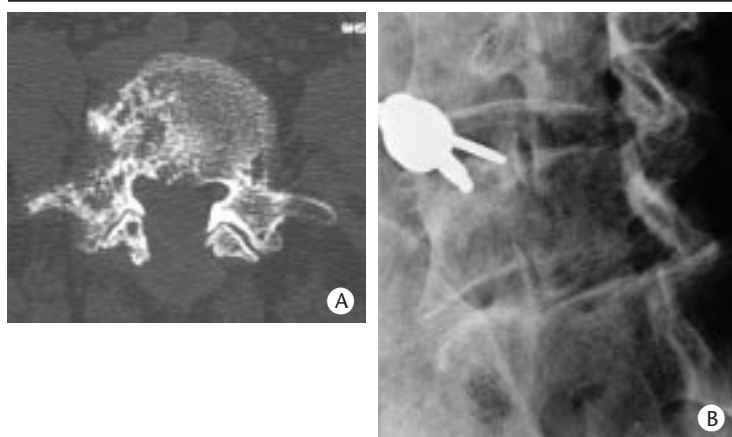
Rachis lombaire

Le patient est en procubitus oblique ou en décubitus latéral de profil avec un billot sous le côté. L'abord est de préférence postérolatéral droit, le côlon droit ayant une situation plus antérieure que le côlon gauche. Le trajet de l'aiguille doit éviter les obstacles osseux (apophyse transverse, dernière côte et crête iliaque). Le point d'entrée cutané se fait entre 7 et 10 cm de la ligne des épines, et d'autant plus latéral que l'on biopsie le rachis lombaire inférieur [10, 11, 55]. L'aiguille est introduite selon un angle variant de 40 à 60° par rapport au plan sagittal (fig 4, 5, 6, 7). En cas de prélèvement discal,



6 Biopsie de l'espace L4-L5 pour une suspicion de spondylodiscite. Abord par voie postérolatérale droite (A). L'aiguille utilisée pour l'anesthésie locale se projette juste en avant du massif articulaire ; sa pointe est dirigée vers la partie supérieure de l'espace.

Contrôle de profil (B) et de face (C) avec le trocart de biopsie en place. L'extrémité de la tréphine est visible. En D, trocart et carottes biopsiques. Résultat négatif.



7 Biopsie corporelle lombaire pour une lésion mixte lytique et condensante (A). Abord de la vertèbre par voie postérolatérale. Image avec le trocart en place au sein de la lésion (B). Métastase de carcinome mammaire.

le trocart doit être le plus parallèle au disque. Les corps vertébraux peuvent en revanche être abordés suivant une direction ascendante ou descendante. Une voie alternative latérale est possible sous contrôle TDM, afin d'éviter une ponction des structures intrapéritonéales. Une variante a été décrite récemment, en utilisant un guidage TDM. Le patient étant en décubitus latéral, le trocart est dirigé directement vers le corps vertébral ou l'espace intersomatique [18].

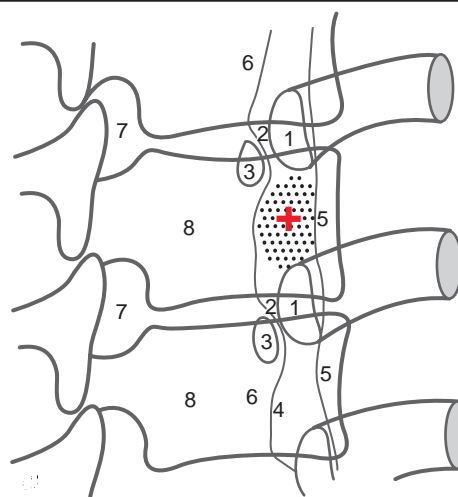
Rachis dorsal

À l'étage thoracique, l'abord est intercostal. Le sujet est placé en procubitus, le côté à biopsier soulevé d'environ 35° par rapport à l'horizontale. L'aiguille est alors introduite verticalement à environ 4-5 cm de la ligne des épineuses, au sein d'une fenêtre délimitée par la tête des côtes et les apophyses transverses (fig 1, 8, 9). Il est important de progresser lentement d'une manière plus sagittale qu'en lombaire tout en infiltrant à la Xylocaïne® diluée pour créer un volume extrapleurale de sécurité [30, 41]. À cet étage également, un guidage TDM (fig 10) peut simplifier la procédure en diminuant le risque de complication [8].

La biopsie est plus aisée s'il existe une masse paravertébrale en regard de la lésion, refoulant la plèvre. Une radiographie ou un examen TDM du thorax est indispensable en fin d'examen pour s'assurer de l'absence de pneumothorax ou d'hémithorax [40].

■ Voie transpédiculaire

Aux étages thoracique et lombaire, une voie d'abord transpédiculaire est réalisable sous contrôle scopique ou TDM [2, 23, 46, 48, 55].



8 Schéma de l'abord du rachis thoracique de trois quarts sous contrôle scopique. La croix figure le repère de positionnement de l'aiguille. Les repères anatomiques indiqués sont la tête de la côte (1), l'articulation costovertébrale (2), l'apophyse transverse (3), la limite externe de l'apophyse articulaire (4), la ligne pleurale (5), le corps vertébral (6), la lame controlatérale (7), le canal rachidien (8). D'après [31].

La voie transpédiculaire est particulièrement intéressante pour atteindre une lésion corporelle postérieure ou une lésion pédiculaire. Seules les rares lésions du tiers inférieur du corps vertébral sont d'accès plus difficile par un abord transpédiculaire, et peuvent nécessiter un abord électif.

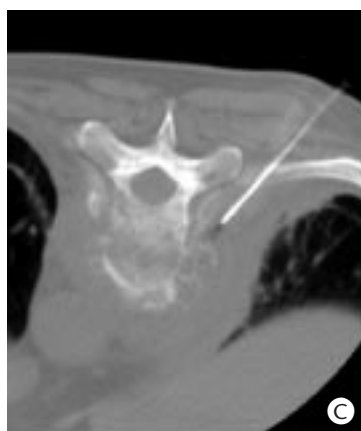
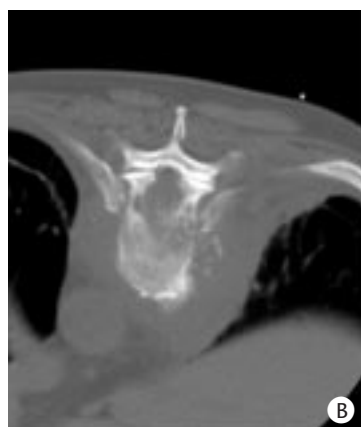
Une fois repéré l'étage pathologique, il faut rechercher le point de pénétration postérieur du pédicule vertébral. Le pédicule est ensuite foré à l'aide d'une tréphine, puis le trocart est introduit jusqu'à la lésion vertébrale. Le guidage sous radioscopie permet de surveiller la progression en temps réel du trocart. Un équipement biplan est recommandé, car il autorise un contrôle simultané de face et de profil. La voie transpédiculaire est préférée par certains [52, 57], et permet aussi de réaliser une biopsie en cas de vertébroplastie percutanée, avec une excellente efficacité diagnostique [42]. Une modification du trajet de la voie d'abord transpédiculaire a été proposée récemment ; cet abord « Bull's-Eye » permet de réaliser plusieurs passages avec la même aiguille et un seul point de ponction [1].

■ Particularités du rachis cervical

Au rachis cervical, compte tenu du risque de piqûre vasculaire et de ponction neurologique, il est préférable de réaliser un repérage TDM [25]. Le guidage scopique est cependant réalisable si l'opérateur est entraîné.



9 Patiente de 41 ans, hospitalisée pour bilan de douleurs dorsales avec une lésion lytique corps-épidéculaire de T10 (image tomodensitométrie en A). Biopsie sous contrôle scopique par voie postérolatérale, abord du plateau inférieur (B). L'aspect histologique était celui d'un angiome intraosseux.

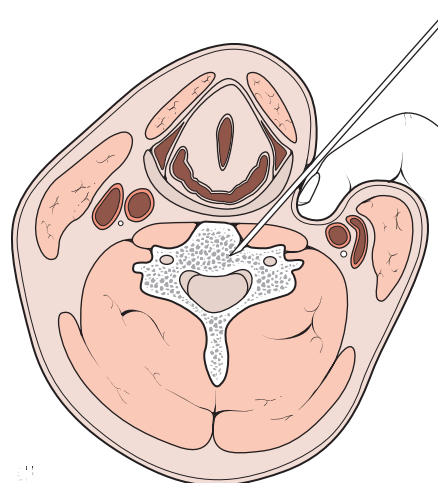


10 Patient de 57 ans souffrant de douleurs dorsales croissantes. L'imagerie en tomodensitométrie (TDM) (image sagittale A) montrait un aspect de spondylo-discite chronique avec destruction corporelle et sclérose. La biopsie a été réalisée sous contrôle TDM par voie postérolatérale. En B : image axiale de repérage. En C : image axiale avec aiguille type Sure-Cut 16 G en cours de progression dans l'abcès. Résultat positif à staphylocoque doré.

Voie antérolatérale

Le corps vertébral et l'espace intersomatique sont abordés par voie latérale ou antérolatérale, préférentiellement par voie droite pour éviter de léser l'œsophage.

Le patient est installé en décubitus dorsal, un billot sous les épaules maintenant le cou en extension. La tête est maintenue par une contention souple, avec une légère rotation qui permet d'écarter l'axe aérodigestif. Une palpation avec l'index et le majeur permet de récliner vers le bas le paquet jugulocarotidien (fig 11, 12). L'aiguille est ensuite dirigée directement au contact du rachis et de la lésion [9, 53].



11 Coupe axiale montrant le positionnement de l'aiguille pour un abord cervical antérolatéral. Le paquet vasculaire est refoulé vers l'arrière par le doigt de l'opérateur. D'après [7].

Voie postérieure

Elle est utilisée pour biopsier les lésions de l'arc postérieur sous contrôle TDM.

Le patient est installé en décubitus ventral. L'aiguille est ensuite dirigée directement au contact de la lésion sans effraction intracanalair.

Rachis cervical supérieur

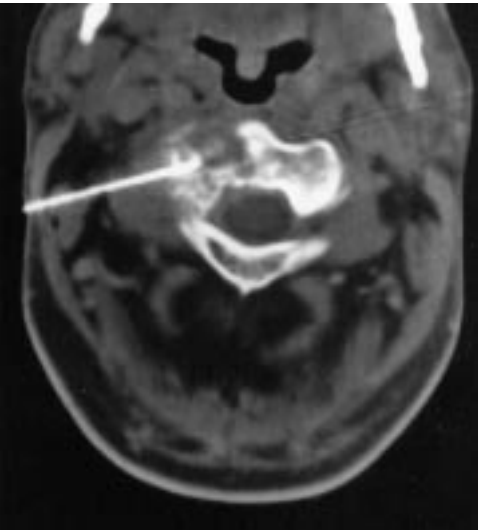
Les indications sont rares. Ces biopsies doivent être réalisées par des opérateurs expérimentés. Les vertèbres C1 et C2 peuvent être abordées par voie transpharyngée sous guidage scopique bidirectionnel. L'abord d'une lésion postérieure de C1 et C2 est possible par un abord postérolatéral (fig 13).

■ Particularités du sacrum

Les tumeurs de petite taille difficilement accessibles ou repérables par un abord chirurgical délicat, comme les tumeurs sacrées à développement antérieur, sont de bonnes indications à la biopsie percutanée. L'injection intraveineuse de produit de contraste et l'opacification des structures digestives par un produit hydrosoluble sont indispensables avant toute biopsie percutanée du sacrum. Les coupes, réalisées immédiatement après l'injection de contraste, localisent les vaisseaux iliaques. De plus, l'injection intraveineuse permet de localiser les uretères. Il faut choisir un accès percutané sûr, le plus court possible et sur le trajet de la voie d'abord



12 Patient de 33 ans souffrant de cervicalgies intenses au décours d'une angine. L'imagerie montrait un aspect de spondylodiscite destructrice en C5-C6. La biopsie à l'aiguille fine sous contrôle scopique avec contrôle de profil (A) et de face (B) a permis d'isoler un *Haemophilus para-influenza*.



13 Biopsie percutanée sous contrôle tomodensitométrique par voie postérolatérale d'une lésion ostéolytique du corps de C2. Métastase d'un adénocarcinome peu différencié.



14 Biopsie percutanée sous contrôle tomodensitométrique par voie postérieure d'une lésion ostéolytique du sacrum. Prolifération plasmocytaire maligne.

chirurgicale prévue, en laissant un tatouage localisateur. Pour les lésions sacrées antérieures, il faut éviter la voie transpéritonéale ou transrectale. Un essaimage de la tumeur dans la cavité abdominale interdit alors toute exérèse chirurgicale carcinologique [6].

Voie postérieure

Les masses pelviennes peuvent être abordées sous guidage TDM, au besoin en faisant varier la position du patient. Celui-ci est installé en procubitus. Sous guidage scanographique, on réalise une approche postérieure pure dans la grande majorité des cas. L'abord est similaire à l'abord postérieur du rachis lombaire (fig 14).

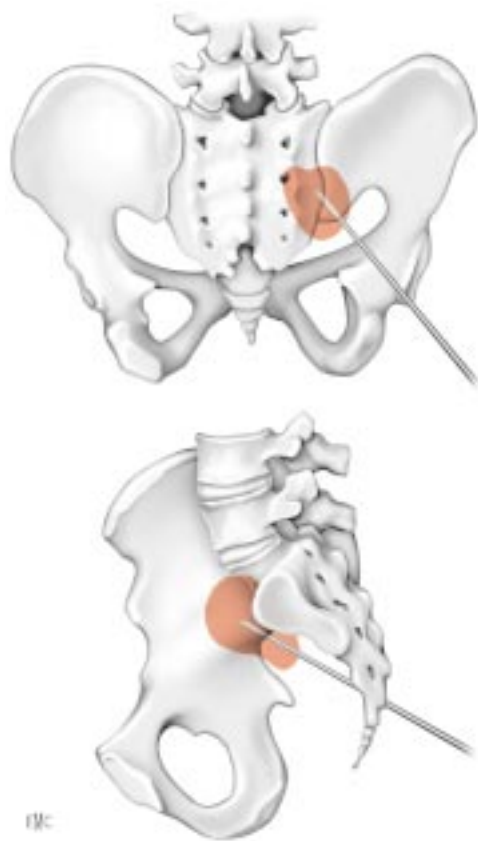
Voie postérolatérale extrapéritonéale

Il est possible d'avoir recours à une voie postérolatérale extrapéritonéale, l'aiguille passant à travers la grande échancrure sciatique (fig 15). Le patient est placé en procubitus ou en décubitus latéral. Après repérage TDM de la lésion, l'aiguille est introduite à travers la grande échancrure sciatique. L'aiguille suit le bord postérieur et supérieur de l'échancrure sciatique au contact de l'os iliaque, puis traverse l'échancrure jusqu'à la lésion sacrée. La progression de la pointe de l'aiguille se fait sous contrôle TDM, le risque principal étant la ponction accidentelle du nerf sciatique et des vaisseaux iliaques. La voie postérolatérale permet l'accès direct aux lésions profondes, tout en évitant le tube digestif et la vessie. Cette voie est préférée pour les lésions présacrées [6].

RÉALISATION DE LA PONCTION BIOPSIE

Lors de la ponction percutanée, la progression de l'aiguille vers la lésion est contrôlée régulièrement par radioscopie ou TDM jusqu'à la lésion. On doit pouvoir situer en permanence la pointe de l'aiguille ou du trocart. Il faut bien tenir compte des plaintes du patient. L'examen, conduit pas à pas, n'est généralement pas douloureux si l'anesthésie est bien faite et si l'on ne commet pas d'erreur technique. Toute douleur importante incite à rechercher une erreur de trajet. Une douleur radiculaire ou tronculaire doit faire modifier le trajet de ponction.

Dès que l'aiguille est au sein de la lésion, on adapte une seringue sur l'aiguille et on pratique une aspiration manuelle, puis des minicarottages. Il faut pratiquer plusieurs prélèvements dans des sites différents, afin de multiplier les chances d'obtenir du tissu lésionnel. Ainsi, en cas de lésions kystique ou géodique, il faut essayer de prélever le centre et la paroi lésionnels. Les coupes TDM réalisées immédiatement après l'injection de contraste indiquent le caractère hypo- ou hypervascularisé de la lésion. Les zones pathologiques ne prenant pas le contraste sont présumées avasculaires, donc a priori non viables et sans intérêt pour la biopsie. En cas de prélèvement osseux, on aspire systématiquement du sang au contact de la lésion, dont l'analyse peut mettre en évidence des cellules tumorales alors que l'étude des fragments osseux est négative [21]. Dans les cas d'infection où l'aspiration ne ramène pas



15 Abord de l'articulation sacro-iliaque par voie postérolatérale extrapéritonéale. D'après [6].

À tous les étages rachidiens, la principale complication vitale est la ponction d'une structure vasculaire ou viscérale. Le risque d'ensemencement de germes ou de cellules malignes reste exceptionnel. Il convient cependant d'être prudent et d'utiliser les chemins les plus courts en évitant la plèvre, le péritoine et les organes creux septiques.

RÉSULTATS DES BIOPSIES PERCUTANÉES

L'efficacité des biopsies en pathologie tumorale varie de 70 à 92 % selon les séries, avec une rentabilité moins bonne pour les tumeurs primitives, en comparaison avec les métastases [5, 7, 20, 27, 29, 51, 56].

La nature lytique ou condensante de la lésion ne semble pas avoir une influence déterminante sur l'efficacité de la biopsie percutanée [33].

En pathologie infectieuse, la biopsie percutanée met en évidence le germe dans environ 60 à 80 % des cas. Les disparités entre les séries sont liées à la nature des germes, aux conditions de réalisation des biopsies (germe banal ou tuberculose, antibiothérapie préalable) [7].

Le choix d'un guidage fluoroscopique ou TDM ne semble pas avoir d'influence sur l'efficacité diagnostique [7, 24, 25].

Un calibre de trocart supérieur ou égal à 2 mm permet d'éviter la distorsion du fragment osseux et garantit de meilleurs résultats [16]. Le calibre de l'aiguille n'a pas d'influence notable sur les résultats bactériologiques. En pathologie infectieuse, les résultats sont meilleurs si les prélèvements sont multiples et ensemencés d'emblée sur des milieux adaptés. Un lavage aspiration du disque permet de sensibiliser la recherche en cas d'insuffisance de matériel.

de pus, il faut réaliser un lavage au sérum physiologique. Même si l'on aspire peu de pus, il faut prélever des fragments tissulaires solides. En fin d'examen, il est possible, à l'aide d'une injection de produit de contraste in situ, d'opacifier la topographie d'un abcès et d'une éventuelle fusée épidurale. À la fin de la ponction, on réalise une série de coupes de contrôle de la région, à la recherche d'une complication éventuelle (hématome, pneumothorax). Par sécurité, le patient est surveillé en milieu hospitalier pendant 24 heures suivant le geste, surtout en cas de biopsie profonde.

RECUEIL DES PRÉLÈVEMENTS

Le matériel liquide est étalé sur lames et fixé pour étude cytologique. Les fragments biopsiques sont placés dans des tubes contenant du liquide de Bouin pour étude histologique. Du matériel de ponction, ainsi que des fragments de biopsie, sont mis en culture en milieux aérobie et anaérobie pour l'étude bactériologique.

Les prélèvements destinés au laboratoire d'anatomopathologie doivent être fixés immédiatement ; ceux destinés aux bactériologistes doivent être acheminés dans les meilleurs délais. On doit joindre aux prélèvements tous les renseignements utiles à une interprétation correcte des résultats : histoire clinique, notion d'antibiothérapie préalable, schéma de la lésion et site des différents prélèvements. Une excellente collaboration avec les laboratoires d'anatomopathologie et de bactériologie est indispensable.

COMPLICATIONS

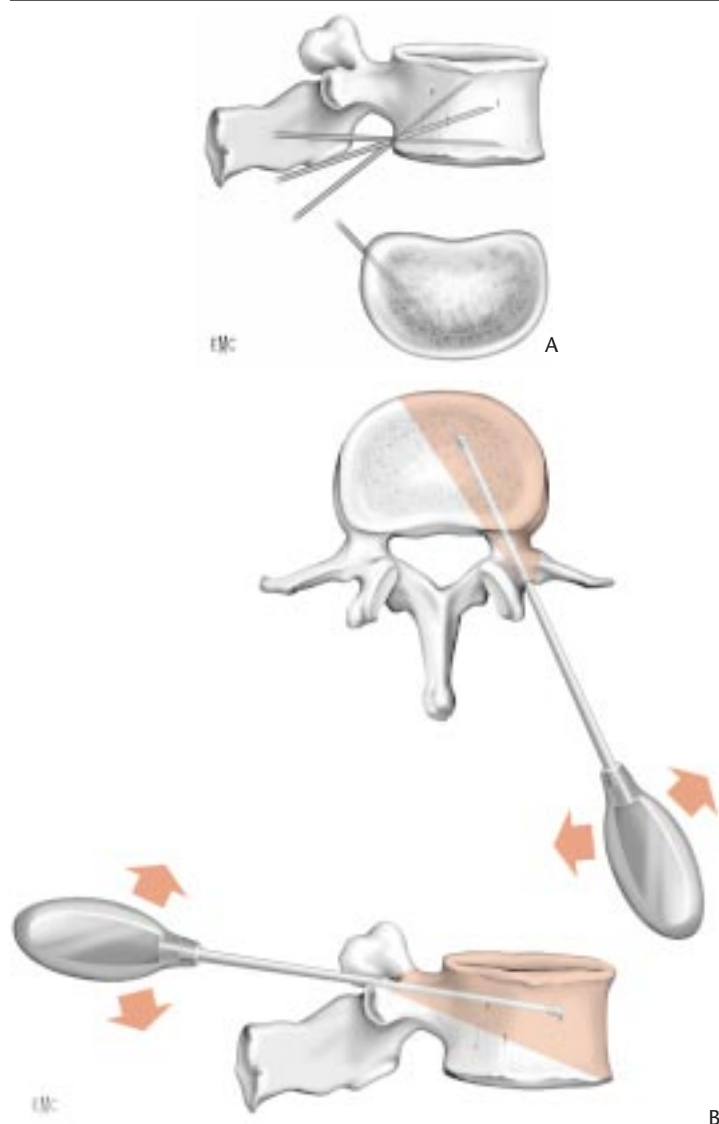
Les atteintes radiculaires ou médullaires constituent toute la gravité du geste de biopsie vertébrale. Ce risque est majoré aux étages cervical et thoracique. Lorsque l'extrémité du trocart ou de l'aiguille est au contact d'une racine nerveuse, elle déclenche une douleur radiculaire qui impose de modifier la trajectoire de l'aiguille. Les paresthésies transitoires dans un territoire radiculaire sont possibles, et d'évolution généralement favorable [43, 44]. Les atteintes médullaires (ponction accidentelle ou hématorachis postbiopsie) sont plus rares, mais leur pronostic neurologique est désastreux. Elles peuvent justifier une décompression médullaire en urgence.

Biopsies vertébrales chirurgicales

Il est important qu'une parfaite collaboration existe entre le radiologue et le chirurgien qui est susceptible de réaliser dans un deuxième temps l'exérèse tumorale. Il faut choisir une voie de biopsie dont le trajet puisse être excisé dans sa totalité lors de la réalisation d'une exérèse carcinologique. C'est probablement une des raisons pour lesquelles les chirurgiens pratiquent encore régulièrement un certain nombre de biopsies eux-mêmes, afin de pouvoir effectuer l'exérèse de cette voie de biopsie lors de l'exérèse tumorale. C'est à la chirurgie que l'on a recours pour connaître la nature histologique de la lésion, en cas d'incertitude diagnostique persistante après un bilan d'imagerie complet et une biopsie percutanée non concluante ou de réalisation impossible. La biopsie vertébrale par voie postérieure transpédiculaire a été décrite par Roy-Camille en 1983 [50]. La biopsie endoscopique du rachis regroupe l'ensemble des techniques qui ont en commun l'utilisation d'un endoscope pour aider le geste chirurgical. L'endoscopie rachidienne est cependant rarement indiquée pour réaliser uniquement une biopsie diagnostique ; une chirurgie rachidienne complémentaire (ostéosynthèse, décompression médullaire, drainage d'abcès, reconstruction corporelle) est réalisée le plus souvent dans le même temps. La voie cervicale antérieure, voie d'abord classique du rachis cervical, permet l'exposition des faces antérieure et latérale des corps vertébraux et des disques de C2 à T2. La voie transorale autorise l'accès de la face antérieure de C1 et C2.

BIOPSIE CORPORALE PAR VOIE TRANSPÉDICULAIRE

L'installation du patient doit permettre un contrôle radiographique pré- et peropératoire. Le patient est installé en décubitus ventral. Le but est d'introduire une curette ou une pince à disque de petite taille dans le corps vertébral, après avoir foré le pédiculaire par voie postérieure. Cet abord est réalisable de la première vertèbre thoracique jusqu'au sacrum. La voie d'abord est médiane postérieure, centrée sur la lésion. On dégage une seule

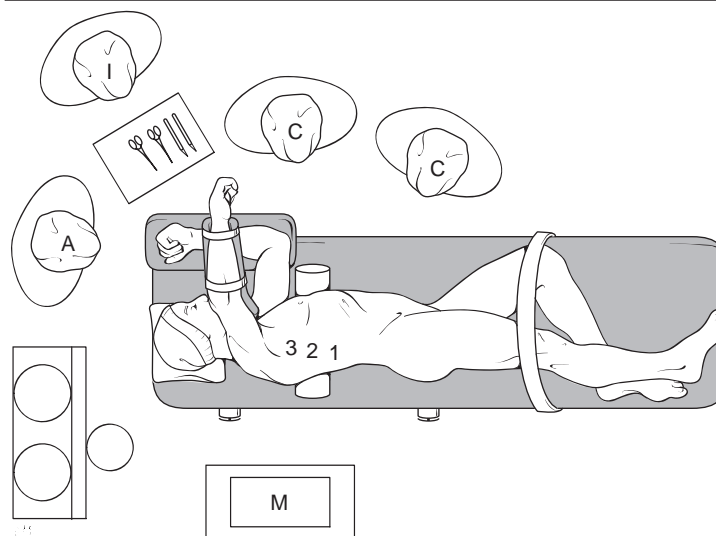


16 Abord du rachis lombaire. Position de l'aiguille au sein du corps vertébral et possibilités d'angulation permettent le recueil de prélèvements osseux dans différentes zones de la vertèbre (A). Secteur vertébral accessible par voie chirurgicale transpédiculaire (B). D'après [50].

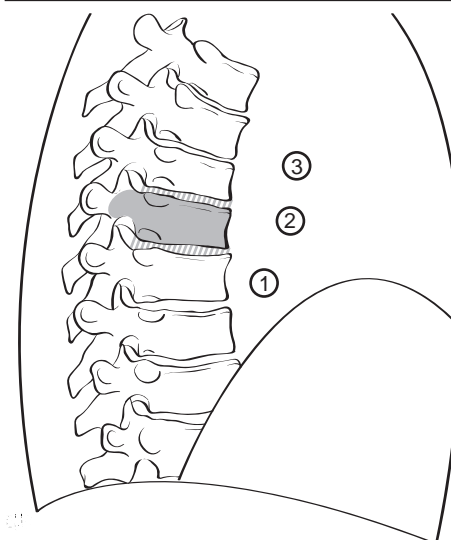
ou les deux gouttières paravertébrales. Une fois l'étage à biopsier repéré avec certitude, on détermine le point de pénétration dans le pédicule. Le forage est réalisé au moyen d'une mèche de 5 mm de diamètre. Il faut également deux curettes à manche long, l'une droite, l'autre coudée, de 4 à 5 mm de diamètre. Le pédicule est foré sur toute sa longueur jusqu'au corps vertébral. La curette droite est alors introduite dans le pédicule foré. Un bilan radiographique de profil vérifie la position de la curette par rapport à la zone à biopsier. Des fragments osseux sont ainsi prélevés. La curette coudée permet d'étendre le prélèvement à la partie médiane du corps vertébral ou vers le tiers moyen. Il faut prendre garde à ne pas effondrer la corticale corporéale antérieure ou latérale. Une voie transpédiculaire bilatérale peut être réalisée [15, 50].

Au cours du geste de biopsie, une stabilisation par ostéosynthèse postérieure peut être effectuée. Une décompression médullaire peut aussi être réalisée en cas d'atteinte neurologique.

Près de 50 % du volume du corps vertébral sont accessibles par la biopsie transpédiculaire sans compromettre la solidité du pédicule. Cependant, le plateau inférieur et le mur postérieur du corps vertébral ne sont pas accessibles par cette voie d'abord transpédiculaire (fig 16).



17 Technique endoscopique de biopsie discale ou corporéale sous thoracoscopie. Position opératoire, patient en décubitus latéral. Le chirurgien et son aide se placent devant la face ventrale du patient. Le moniteur est placé au dos du patient. Trocars de travail et optique (1, 2, 3).



18 Disposition des trocars lors d'une thoracoscopie. 1. Trocart pour l'optique à 30° ; 2, 3. trocars pour les instruments de travail.

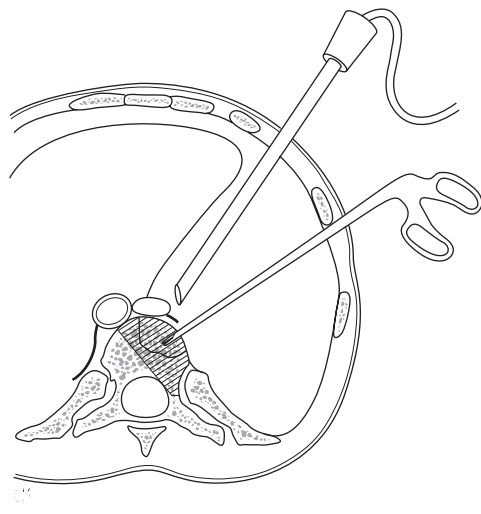
BIOPSIE VERTÉBRALE PAR MINIABORD SOUS CONTRÔLE ENDOSCOPIQUE

■ Technique endoscopique de biopsie discale ou corporéale thoracique [13, 28, 36, 37, 47, 49, 54] (fig 17, 18, 19)

La thoracoscopie a été pour la première fois utilisée par Mack et Regan [36, 47] pour une ponction d'abcès rachidien. Rosenthal [49] a réalisé la première cure chirurgicale d'une hernie thoracique en 1994. Cette technique offre la possibilité d'une approche du rachis thoracique de T2 à T12-L1 sans ouvrir le diaphragme. L'excellent éclairage et le grossissement du champ opératoire permettent une visualisation claire, avec des conditions de travail proches de la microchirurgie.

Aspects techniques [37]

La chirurgie est réalisée dans une salle d'opération standard, le patient est sous anesthésie générale en utilisant une sonde d'intubation double voie, mise en place sous contrôle fibroscopique. Cette sonde permet une intubation sélective pour affaïsser le poumon au cours de la chirurgie. Le patient est positionné en décubitus latéral maintenu par plusieurs appuis. Le chirurgien se place devant la face ventrale du patient, et son aide se place à ses côtés. L'aide peut également se positionner en face de l'opérateur. Si le segment rachidien à biopsier est situé à la portion haute du rachis



19 Biopsie sous contrôle endoscopique d'un corps vertébral thoracique.

thoracique, le rachis est préférentiellement abordé du côté droit. En effet, la présence de l'aorte et des structures médiastinales réduit le champ d'accès au rachis thoracique supérieur. Cependant, l'abord gauche est préféré pour aborder le niveau T12-L1, car l'insertion du diaphragme est plus basse à gauche, et à ce niveau la présence de l'aorte est moins gênante.

Des instruments spécifiques (ciseaux, pinces, emporte-pièce, rongeurs, curettes et dissecteurs) utilisés en chirurgie endoscopique sont nécessaires, leur longueur doit dépasser 30 cm et leur largeur est comprise entre 0,5 et 1 cm. La technique microchirurgicale endoscopique est une procédure n'utilisant pas de gaz ; elle profite de la cavité naturelle du thorax qui résulte du pneumothorax iatrogène, et de la ventilation sur un seul poumon. Cela donne au chirurgien le même accès au rachis thoracique qu'avec une thoracotomie classique.

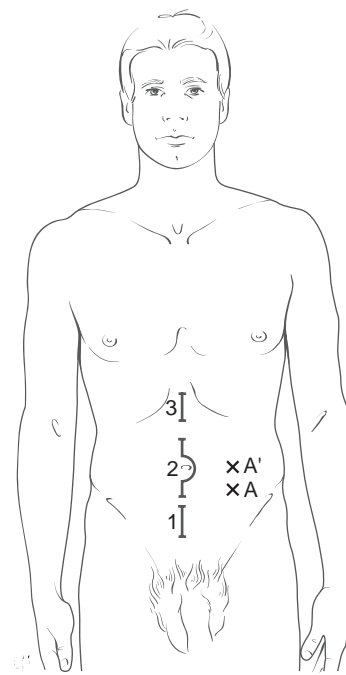
Des trocars souples siliconés radiotransparents permettent d'introduire des instruments courbes dans la cavité thoracique. Un endoscope rigide avec un angle de 30° permet au chirurgien de focaliser le champ opératoire de la même manière, à partir de différentes positions du trocart.

Technique chirurgicale

La chirurgie commence par l'insertion des trocars de 1 cm de diamètre. Le premier trocart est inséré dans le cinquième ou sixième espace intercostal sur la ligne axillaire antérieure. Il est important de vérifier au doigt l'absence d'adhérences pleurales avant d'insérer le trocart. Immédiatement après cette insertion, une ventilation unilatérale est débutée permettant de déprimer totalement le poumon, ce qui expose la portion antérolatérale du rachis. L'inspection de la cavité thoracique est débutée en réalisant la libération d'éventuelles adhérences pleurales en utilisant la coagulation bipolaire, des tampons montés ou un rétracteur pulmonaire en éventail. Après repérage du disque ou du corps vertébral à biopsier (mise en place d'une broche et vérification de l'étage à l'amplificateur de brillance), la table peut être légèrement basculée de 30° vers l'opérateur. Cette manœuvre augmente la bascule du médiastin controlatéral vers l'avant, et elle évite ainsi la nécessité d'une rétraction du poumon.

Les trocars suivants sont positionnés le long de la ligne axillaire moyenne, l'un vers la partie céphalique et l'autre vers la partie caudale de l'espace intervertébral ou du corps vertébral à biopsier. La mise en place des trocars se fait sous contrôle visuel endothoracique via l'optique introduit dans le premier trocart, pour réduire les risques de lésions des artères intercostales ou du parenchyme pulmonaire.

Lorsque tous les trocars sont placés, l'intensité de la lumière est diminuée dans la salle d'opération, pour améliorer la qualité de



20 Abord endoscopique rétro-péritonéal vidéoassisté du rachis lombaire et du sacrum. 1. Accès L5-S1. 2. accès L3-L4, 3. accès L1-L2. A, A'. position de l'endoscope selon le niveau lombaire à biopsier.

visualisation des images endoscopiques et permettre au chirurgien de se focaliser sur le moniteur vidéo.

La plèvre pariétale est sectionnée verticalement en regard de la tête de la côte. Les vaisseaux segmentaires passent sur le milieu du corps vertébral et peuvent être épargnés durant la procédure de dissection. Si une hémostase d'un vaisseau segmentaire s'impose, il faut la faire au milieu du corps vertébral [37]. On peut alors commencer les différentes biopsies corporelles ou discales. Les prélèvements sont adressés pour examens anatomopathologique et bactériologique, parfois mycologique. On veille, lors des différentes ponctions, à ne pas disséminer de produits de biopsie dans la cavité thoracique. En fin d'intervention, un drain thoracique est laissé en place.

Complications

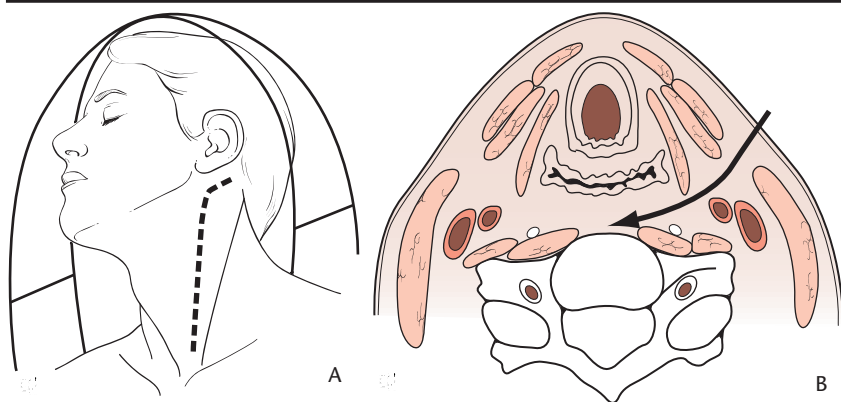
Les atélectasies pulmonaires et les épanchements pleuraux sont les complications les plus fréquentes et sont traités médicalement, avec de la rééducation respiratoire. Les névralgies intercostales transitoires peuvent être prévenues en utilisant des trocars souples [37, 39].

■ Abord endoscopique rétro-péritonéal vidéoassisté du rachis lombaire et du sacrum [32, 34, 45, 58] (fig 20)

Le rachis lombaire inférieur est abordé par une voie antérieure médiane extrapéritonéale optimisée par l'association à une rétro-péritonéoscopie vidéoassistée. La vidéoassistance permet de limiter l'incision opératoire à quelques centimètres, elle donne une vue satisfaisante sur la face antérieure des disques et des corps vertébraux.

Technique opératoire

Le patient est installé en décubitus dorsal et en légère hyperlordose sur table ordinaire. L'incision cutanée est médiane sous-ombilicale pour l'abord du plateau sacré et du corps de L5, elle est périombilicale pour L4 et L3, sus-ombilicale pour L1-L2. Après ouverture de la ligne blanche, on décolle sur le côté gauche le péritoine pariétal du feuillet postérieur de la gaine du droit. Il est parfois plus aisé de passer en avant du feuillet postérieur de la gaine du droit, directement à la face profonde du muscle grand droit. On sectionne alors au bord externe du grand droit le feuillet postérieur de la gaine, pour retrouver le plan sous-péritonéal. On décolle l'ensemble du péritoine qui s'épaissit jusqu'à la face antérieure du rachis. Les vaisseaux iliaques primitifs et l'uretère



21 Abord présterno-cléido-mastoïdien gauche.
A. Incision présterno-cléido-mastoïdienne gauche.
B. Voie antérieure.

sont réclinés à l'aide de tampons montés. On accède ainsi à la face antérieure du rachis lombaire inférieur et du sacrum supérieur. L'endoscope est introduit par une voie d'abord iliaque gauche ; le point d'introduction est situé à mi-distance entre l'ombilic et l'épine iliaque antérieure. La mise en place de l'endoscope permet d'éclairer le champ opératoire et de visualiser les éléments anatomiques prévertébraux. On dégage la face antérieure du disque et le corps vertébral au tampon monté. Les hémostases des vaisseaux sacrés moyens (abord du disque L5-S1) et parfois de la veine iliolombaire ascendante (abord du disque L4-L5) se font avec des clips vasculaires, car la coagulation à la pince bipolaire risque de léser les chaînes sympathiques et hypogastriques. La biopsie vertébrale ou discale peut être réalisée. On draine sur un Redon laissé dans l'espace rétropéritonéal.

On peut également choisir une voie antérolatérale plus classique de type minilombotomie gauche qui donne accès aux corps vertébraux et aux disques entre L2 et L5.

Complications

Les brèches péritonéales survenant lors du décollement sont suturées. Les lésions des gros vaisseaux sont rares, en particulier si le décollement des vaisseaux est mené avec précaution à l'aide de tampons montés. Les complications sexuelles (éjaculation rétrograde et sécheresse vaginale) sont moins rares, elles ont été décrites lors de l'exposition de l'espace L5-S1. Une technique chirurgicale adaptée, sans utilisation de bistouri électrique, réduit sensiblement cette complication.

TECHNIQUE DE BIOPSIE CHIRURGICALE DU RACHIS CERVICAL DE C2 À T2 PAR ABORD ANTÉRIEUR PRÉSTERNO-CLÉIDO-MASTOÏDIEN (fig 21)

Cette voie d'abord classique du rachis cervical permet l'exposition des faces antérieure et latérale des corps vertébraux et des disques de C2 à T2.

■ Installation et voie d'abord

L'abord du côté droit est préféré par les chirurgiens droitiers. L'abord gauche est préféré pour le rachis cervical inférieur et la charnière cervicothoracique, en raison du moindre risque de léser le nerf récurrent.

L'intervention est réalisée sous anesthésie générale avec intubation endotrachéale. La sonde armée est munie d'un ballonnet à basse pression pour éviter toute compression laryngotrachéale contre la lame de l'écarteur. Le patient est installé en décubitus dorsal, soit sur table ordinaire, ou la tête posée sur une têtère. La tête est placée en position neutre ou en rotation du côté opposé à la voie d'abord pour certains. Les épaules sont abaissées par une traction élastique chez le sujet à cou court ; le calage des bras le long du corps suffit le plus souvent. Le niveau vertébral concerné est repéré à l'aide d'un amplificateur de brillance.

■ Technique opératoire

L'opérateur se place du côté de la voie d'abord. L'aide se place en face de lui si l'anesthésiste se tient à la tête du malade, ou à la tête du malade si l'anesthésiste se tient face à l'opérateur. La voie d'abord antérolatérale accède au rachis cervical par les faces antérieure et latérale du cou. Elle chemine en avant du muscle sterno-cléido-mastoïdien (voie présterno-cléido-mastoïdienne). Elle passe entre l'axe viscéral du cou et le paquet vasculaire. La voie d'abord antérolatérale autorise une biopsie antérieure et médiane du rachis cervical de C2 à T2. Les disques sont blancs et en saillie par rapport aux corps vertébraux. Le disque est repéré et ponctionné avec une aiguille à ponction lombaire (18 G) sous contrôle radiologique. Le ligament longitudinal antérieur est incisé en regard du corps ou du disque à biopsier. La biopsie discale ou corporelle peut être effectuée avec des pinces à disques ou des curettes coudées. Le drainage se fait par un Redon. Il faut reconstituer le plan de l'omohyoïdien et suturer le peaucier du cou.

■ Complications

L'hématome cervical suffocant par compression de l'axe trachéal impose une chirurgie d'évacuation d'urgence. Les lésions de l'œsophage restent classiques et peuvent être prévenues par un positionnement soigneux des écarteurs. L'abord gauche est préféré pour le rachis cervical inférieur et la charnière cervicothoracique, en raison du moindre risque de léser le nerf récurrent.

BIOPSIE CHIRURGICALE DE LA FACE ANTÉRIEURE DE C1 ET C2 PAR VOIE TRANSORALE ^[35] (fig 22)

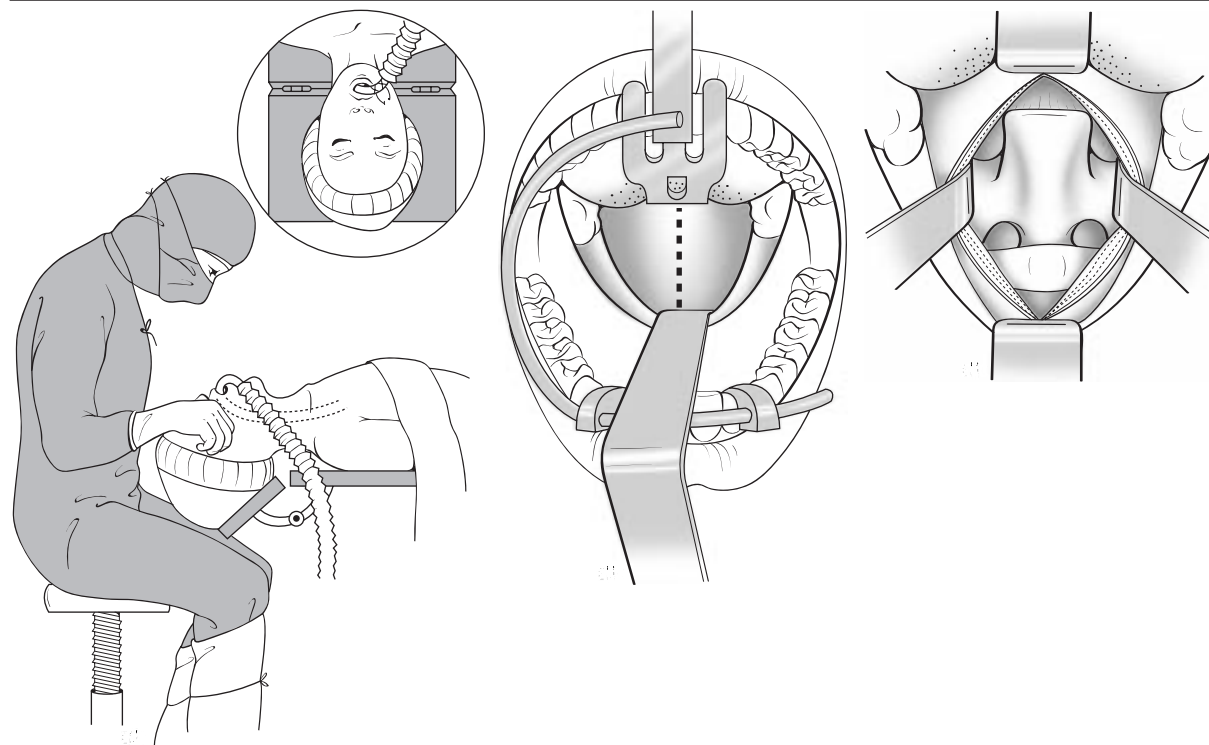
Les faces antérieures de C1 et C2 peuvent être abordées directement par un abord transoral. Cet abord donne accès à l'arc antérieur de C1, à l'odontoiode, au corps de C2 et aux interlignes articulaires C1-C2.

■ Aspects techniques

Le risque infectieux de cette voie d'abord justifie une préparation préalable de la sphère oto-rhino-laryngologique (ORL). Pendant les jours qui précèdent l'intervention, on procède à une désinfection des voies aériennes supérieures. Le patient est installé la tête en légère hyperextension, l'intubation nasotrachéale est préférée. La désinfection de la sphère buccale est répétée par un antiseptique peu agressif pour les muqueuses. Le chirurgien se place à la tête du patient. L'ouverture de la bouche est assurée par un écarteur autostatique avec abaisse-langue.

■ Technique

La paroi postérieure du pharynx est infiltrée jusqu'au plan osseux avec de la Xylocaïne® adrénalinée. L'incision est verticale du tubercule de l'atlas jusqu'au relief du disque C2-C3. Les faces antérieures de l'atlas et de l'axis sont dégagées à la rugine jusqu'au bord latéral des articulations atloïdoaxoïdiennes, sans les dépasser du fait de la proximité des vaisseaux vertébraux. La biopsie de la



22 Biopsie chirurgicale de la face antérieure de C1 et C2 par voie transorale.

lésion peut alors être réalisée. La biopsie discale ou corporelle peut être effectuée avec des pinces à disques ou des curettes coudées. La fermeture du plan musculaire prévertébral et de la muqueuse pharyngée se fait de la façon la plus étanche possible au fil résorbable. Des soins de bouche sont faits quotidiennement jusqu'à la cicatrisation, et une antibiothérapie de couverture est maintenue 8 jours.

■ Complications

Le risque infectieux doit être prévenu par une bonne préparation préopératoire locale et par une couverture antibiotique périopératoire. La nécrose du plan muqueux peut être prévenue en réalisant la voie d'abord au bistouri froid aux dépens du bistouri électrique.

Références

- [1] Appel NB, Gilula LA. "Bull's-eye" modification for transpedicular biopsy and vertebroplasty. *AJR Am J Roentgenol* 2001 ; 177 : 1387-1389
- [2] Ashiwaza R, Ohtsuka K, Kamimura M, Ebara S, Takaoka K. Percutaneous transpedicular biopsy of thoracic and lumbar vertebrae: method and diagnostic validity. *Surg Neurol* 1999 ; 52 : 545-551
- [3] Bender CE, Berquist TH, Wold LE. Imaging-assisted percutaneous biopsy of the thoracic spine. *Mayo Clin Proc* 1986 ; 61 : 942-950
- [4] Berning W, Freyschmidt J, Ostertag H. Percutaneous bone biopsy, techniques and indications. *Eur Radiol* 1996 ; 6 : 875-881
- [5] Bommer KK, Ramzy I, Mody D. Fine-needle aspiration biopsy in the diagnosis and management of bone lesions: a study of 450 cases. *Cancer* 1997 ; 81 : 148-156
- [6] Bosca L. Prise en charge chirurgicale des tumeurs osseuses primitives de l'articulation sacro-iliaque. [thèse de doctorat en médecine]. Université Paris VI. 21 novembre 2002
- [7] Brenac F, Huet H. Efficience diagnostique des biopsies disco-vertébrales percutanées. Optimisation de la technique. *J Neuroradiol* 2001 ; 28 : 7-16
- [8] Brugières P, Gaston A, Heran F, Voisin MC, Marsault C. Percutaneous biopsies of the thoracic spine under CT guidance: transcostovertebral approach. *J Comput Assist Tomogr* 1990 ; 14 : 446-448
- [9] Brugières P, Gaston A, Voisin MC, Ricolfi F, Chakir N. CT-guided percutaneous biopsy of the cervical spine: a series of 12 cases. *Neuroradiology* 1992 ; 34 : 358-360
- [10] Chevrot A, Godefroy D, Horreard P, Conquy-Langer S, Pallardy G. Biopsie osseuse profonde au trocart sous radioscopie télévisée dans les infections disco-vertébrales. *Rev Rhum Mal Ostéoart* 1981 ; 48 : 51-57
- [11] Chevrot A, Godefroy D, Horreard P, Pallardy G. Biopsie osseuse profonde au trocart sous contrôle de la radioscopie télévisée. *Ann Méd Interne* 1980 ; 131 : 448-451
- [12] Cortet B, Coquerelle P, Cotten A, Delambre C, Chastanet P, Duquesnoy B et al. Valeur diagnostique de la ponction-biopsie vertébrale dans les affections rachidiennes non infectieuses. *Rev Rhum Mal Ostéoart* 1994 ; 61 : 505-511
- [13] Dickman CA, Rosenthal D, Karahaliakos DG, Paramore CG, Mican CA, Apostolides PJ et al. Thoracic vertebrectomy and reconstruction using a microsurgical thoracoscopic approach. *Neurosurgery* 1996 ; 38 : 279-293
- [14] Disques intervertébraux, discographie lombaire. In : Pallardy G, Chevrot A éd. *Arthrographies opaques*. Paris : Masson, 1992 : 201-222
- [15] Fidler MW, Niers BB. Open transpedicular biopsy of vertebral body. *J Bone Joint Surg [Br]* 1990 ; 72 : 884-885
- [16] Fyfe IS, Henry AP, Mulholland RC. Closed vertebral biopsy. *J Bone Joint Surg [Br]* 1983 ; 65 : 140-143
- [17] Gangi A, Kastler BA, Dietemann JL. Percutaneous vertebroplasty guided by a combination of CT and fluoroscopy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1994 ; 15 : 83-86
- [18] Garces J, Hidalgo G. Lateral access for CT-guided percutaneous biopsy of the lumbar spine. *AJR Am J Roentgenol* 2000 ; 174 : 425-426
- [19] Hamze B, Bossard P, Bousson V, Jomaah N, LeHir P, Wybier M et al. Radiologie interventionnelle du rachis lombaire. *J Radiol* 2003 ; 84 : 253-262
- [20] Hau A, Kim I, Kattapuram S, Hornicek FJ, Rosenberg AE, Gebhardt MC et al. Accuracy of CT-guided biopsies in 359 patients with musculoskeletal lesions. *Skeletal Radiol* 2002 ; 31 : 349-353
- [21] Hewes RC, Vigorita VJ, Freiburger RH. Percutaneous bone biopsy: the importance of aspirated osseous blood. *Radiology* 1983 ; 148 : 69-72
- [22] Huang TJ, Hsu RW, Sum CW, Liu HP. Complications in thoracoscopic spinal surgery: a study of 90 consecutive patients. *Surg Endosc* 1999 ; 13 : 346-350
- [23] Jelinek JS, Kransdorf MJ, Gray R, Aboulafia AJ, Malawer MM. Percutaneous transpedicular biopsy of vertebral body lesions. *Spine* 1996 ; 21 : 2035-2040
- [24] Kattapuram SV, Khurana JS, Rosenthal DI. Percutaneous needle biopsy of the spine. *Spine* 1992 ; 17 : 561-564
- [25] Kattapuram SV, Rosenthal DI. Percutaneous biopsy of the cervical spine using CT guidance. *AJR Am J Roentgenol* 1987 ; 149 : 539-541
- [26] Kim DH, Jaikumar S, Kam AC. Minimally invasive spine instrumentation. *Neurosurgery* 2002 ; 51 (suppl 5) : 15-25
- [27] Kornblum MB, Wesolowski DP, Fischgrund JS, Herkowitz HN. Computed tomography-guided biopsy of the spine. A review of 103 patients. *Spine* 1998 ; 23 : 81-85
- [28] Kuklo TR, Lenke LG. Thoracoscopic spine surgery: current indications and techniques. *Orthop Nurs* 2000 ; 19 : 15-22
- [29] Langer-Cherbit A, Chemla N, Vacherot B, Dupont AM, Godefroy D, Chevrot A. Value and results of radioguided deep spinal biopsy. *J Radiol* 1994 ; 75 : 603-608
- [30] Laredo JD, Bard M. Thoracic spine: percutaneous trephine biopsy. *Radiology* 1986 ; 160 : 485-489
- [31] Laredo JD, Bard M, Cywiner-Golenzer C et al. Percutaneous biopsy of musculoskeletal lesions. In : Bard M, Laredo JD eds. *Interventional radiology in bone and joints*. Vienna : Springer-Verlag, 1988 : 3-50
- [32] Le Huec JC, Husson JL, Liqueo F, Belliard R, Delavigne C, LeRebeller A. Abord rétro-péritonéal endoscopique pour arthroscopie de la colonne lombaire. *Rachis* 1996 ; 8 : 161-169

[33] Leffler SG, Chew FS. CT-guided percutaneous biopsy of sclerotic bone lesions: diagnostic yield and accuracy. *AJR Am J Roentgenol* 1999 ; 172 : 1389-1392

[34] Lombard J, Le Huec JC, Magendie J, Husson JL. Abord rétro-péritonéal de L1-L5 endoscopique ou vidéo assistée technique. *Rachis* 2000 ; 12 : 19-27

[35] Louis R. Chirurgie atloïdo-axoïdienne par voie transorale. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 381-391

[36] Mack MJ, Regan JJ, Bobechko WP, Acuff TE. Application of thoracoscopy for diseases of the spine. *Ann Thorac Surg* 1993 ; 56 : 736-738

[37] Magendie J, Lesprit E, Polard JL, Le Huec JC, Husson JL. Arthrodèse antérieure sous contrôle vidéo des fractures thoraciques. *Rachis* 2000 ; 12 : 19-27

[38] Martin HE, Ellis EB. Biopsy by needle puncture and aspiration. *Ann Surg* 1930 ; 92 : 169-181

[39] McAfee PC, Regan JR, Zdeblick T, Zuckerman J, Picetti GD 3rd, Geis WP et al. The incidence of complications in endoscopic anterior thoracolumbar spinal reconstructive surgery. A prospective multicenter study comprising the first 100 consecutive cases. *Spine* 1995 ; 20 : 1624-1632

[40] Metzger CS, Johnson DW, Donaldson WF. Percutaneous biopsy in the anterior thoracic spine. *Spine* 1993 ; 18 : 374-378

[41] Mick CA, Zinreich J. Percutaneous trephine bone biopsy of the thoracic spine. *Spine* 1985 ; 10 : 737-740

[42] Minart D, Vallée JN, Cormier E, Chiras J. Percutaneous coaxial transpedicular biopsy of vertebral body lesions during vertebroplasty. *Neuroradiology* 2001 ; 43 : 409-412

[43] Murphy WA, Destouet JM, Gilula LA. Percutaneous skeletal biopsy: a procedure for radiologists: results, review, and recommendations. *Radiology* 1981 ; 139 : 545-549

[44] Olscamp A, Rollins J, Tao SS, Ebraheim NA. Complications of CT-guided biopsy of the spine and sacrum. *Orthopedics* 1997 ; 20 : 1149-1152

[45] Onimus M, Papin P, Gangloff S. Extraperitoneal approach to the lumbar spine with video assistance. *Spine* 1996 ; 21 : 2491-2494

[46] Pierot L, Boulin A. Percutaneous biopsy of the thoracic and lumbar spine: transpedicular approach under fluoroscopic guidance. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999 ; 20 : 23-25

[47] Regan JJ, Mack MJ, Picetti GD 3rd. A technical report on video assisted thoracoscopy in thoracic spinal surgery. *Spine* 1995 ; 20 : 831-837

[48] Renfrew DL, Whitten CG, Wiese JA, El-Khoury GY, Harris KG. CT-guided percutaneous transpedicular biopsy of the spine. *Radiology* 1991 ; 180 : 574-576

[49] Rosenthal D, Maquardt G, Lorenz R, Nichtweiss M. Anterior decompression and stabilization using a microsurgical endoscopic technique for metastatic tumors of the spine. *J Neurosurg* 1996 ; 84 : 565-572

[50] Roy-Camille R, Saillant G, Mamoudy P, Leonard P. Biopsie du corps vertébral par voie postérieure transpédiculaire. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 147-149

[51] Stoker DJ, Kissin CM. Percutaneous vertebral biopsy: a review of 135 cases. *Clin Radiol* 1985 ; 36 : 569-577

[52] Stringham DR, Hadjipavlou A, Dzioba RB, Lander P. Percutaneous transpedicular biopsy of the spine. *Spine* 1994 ; 19 : 1985-1991

[53] Tampieri D, Weill A, Melanson D, Ethier R. Percutaneous aspiration biopsy in cervical spine lytic lesions. Indications and technique. *Neuroradiology* 1991 ; 33 : 43-47

[54] Tan HL, McMurrick PJ, Merriman TE, Torode IP. Thoracoscopic biopsy of a pathological vertebral body. *Aust N Z J Surg* 1994 ; 64 : 726-728

[55] Vallée C, Chevrot A, Gires F, Auberge T, Dupont AM, Palardy G. Disco-dorsal vertebral biopsy. A propos of 150 cases performed under televised radioscopy control. *Ann Radiol* 1986 ; 29 : 233-236

[56] Vander Bijl AE, Taminiau AH, Hermans J, Beerman H, Hogendoorn PC. Accuracy of the Jamshidi trocar biopsy in the diagnosis of bone tumors. *Clin Orthop* 1997 ; 334 : 233-243

[57] Ward JC, Jeanneret B, Oehlschlegel C, Magerl F. The value of percutaneous transpedicular vertebral bone biopsies for histologic examination. Result of an experimental histopathologic study comparing two biopsy needles. *Spine* 1996 ; 21 : 2484-2490

[58] Zucherman JF, Zdeblick TA, Bailey SA, Mahvi D, Hsu KY, Kohrs D. Instrumented laparoscopic spinal fusion. *Spine* 1995 ; 20 : 2029-2035

Chirurgie computerisée de la fixation des vis pédiculaires.

Techniques et pratique clinique

P. Merloz
J. Tonetti
H. Vouaillat
C. Huberson
J. Troccaz
A. Eid
J. Cazal
S. Plaweski
S. Blendea
A. Badulescu
H. Benyahia
C. Faure
C. Vasile

Résumé. – Les systèmes d'imagerie médicale numérique et les techniques informatiques qui sont actuellement développés pour planifier et réaliser certains actes opératoires en chirurgie du rachis procurent au chirurgien orthopédiste une panoplie d'outils performants qui sont capables d'améliorer la précision du geste opératoire, sa fiabilité et le résultat clinique, en même temps d'ailleurs que de permettre une réduction du coût des soins et de la durée de l'hospitalisation. Les principaux systèmes de navigation chirurgicale au niveau du rachis sont équipés de quatre sous-ensembles. 1. Un système de recueil et d'enregistrement des informations numériques spécifiques à chaque patient : images préopératoires (radiographies conventionnelles, tomographies [TDM], imagerie par résonance magnétique [IRM]) ; images peropératoires (fluoroscopie, ultrasons) ; positionnement peropératoire d'outils ou de segments osseux à l'aide de localisateurs tridimensionnels. 2. Un système de recalage permettant de replacer toutes les informations et images numériques dans le champ opératoire du patient en utilisant la fluoroscopie ; les ultrasons ; des repères anatomiques remarquables ou de surface acquis de façon randomisée et aléatoire. 3. Un système d'aide à la décision permettant de planifier le geste opératoire à l'aide d'informations multimodales : positionnement interactif d'outils ou de segments osseux dans le champ opératoire ; éléments prévisionnels de navigation (directions, axes, orientations, longueurs d'un instrument...). 4. Un système d'aide à la réalisation du geste opératoire, permettant de réaliser la stratégie optimale définie en préopératoire : le système est passif lorsqu'il fournit des informations sur la position des outils chirurgicaux dans le champ opératoire ; il est semi-actif lorsqu'il permet de positionner des guides de coupe ou de forage ; il est actif lorsqu'il s'agit d'un robot qui effectue une tâche précise, autonome et déterminée à l'avance. Dans le futur, on peut envisager que les systèmes de navigation chirurgicale au niveau du rachis permettront aux chirurgiens d'évaluer la fiabilité et la précision de différentes techniques opératoires, première étape de l'optimisation des thérapeutiques.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Chirurgie du rachis assistée par ordinateur ; Navigation chirurgicale ; Chirurgie orthopédique assistée par ordinateur

Introduction

Les systèmes de chirurgie assistée par ordinateur (CAO) ont été introduits à la fin des années 1980 pour la chirurgie stéréotaxique en neurochirurgie dans le dessein d'assister le chirurgien afin qu'il puisse placer une sonde à l'intérieur de l'encéphale sans abord direct de la zone opérée. La grande idée des technologies de chirurgie assistée par ordinateur (CAO) consiste à augmenter la précision de l'acte, à réduire la morbidité et le caractère invasif des gestes

chirurgicaux, à réduire les doses de rayons X et à améliorer les protocoles chirurgicaux en permettant des études postopératoires performantes, fondées sur des enregistrements d'actes peropératoires. Le principe de base des systèmes de CAO consiste à localiser en trois dimensions la position d'instruments chirurgicaux dans le champ opératoire et à faire apparaître ces mêmes instruments sur des images préopératoires (tomographies [TDM] ou imagerie par résonance magnétique [IRM]) ou peropératoires (images radiographiques). Depuis le début des années 1990, les technologies de CAO se sont étendues à d'autres applications et notamment la chirurgie du rachis, en raison du double challenge clinique et technologique que la chirurgie du squelette axial pouvait générer.

Principes de base pour la chirurgie computerisée de la fixation des vis pédiculaires

Les principes de base utilisés pour l'assistance informatisée de la pose des vis pédiculaires sont ceux qui ont été inventés en robotique. Il y a tout d'abord la perception de l'information ; puis le raisonnement ; et enfin l'action.

P. Merloz (Professeur des Universités, praticien hospitalier)
Adresse e-mail: Pmerloz@chu-grenoble.fr
J. Tonetti (Praticien hospitalier)
H. Vouaillat (Assistant hospitalo-universitaire)
Service d'orthopédie-traumatologie ; CHU Albert Michallon, BP 217, 38043 Grenoble cedex 09, France.
C. Huberson (Ingénieur de recherche, TIMC, IMAG, CNRS)
J. Troccaz (Directrice de recherche, TIMC, IMAG, CNRS)
Laboratoire TIMC (techniques de l'imagerie, de la modélisation et de la cognition) ; Institut d'ingénierie de l'information de santé (IN3S), faculté de médecine, 38706 La Tronche cedex, France.
A. Eid (Praticien hospitalier)
J. Cazal (Chef de clinique-assistant)
S. Plaweski (Praticien hospitalier)
S. Blendea (Interne des Hôpitaux)
A. Badulescu (Attaché, consultant)
H. Benyahia (Interne des Hôpitaux)
C. Faure (Professeur des Universités, Praticien hospitalier)
C. Vasile (Interne des Hôpitaux)
Service d'orthopédie-traumatologie ; CHU Albert Michallon, BP 217, 38043 Grenoble cedex 09, France.

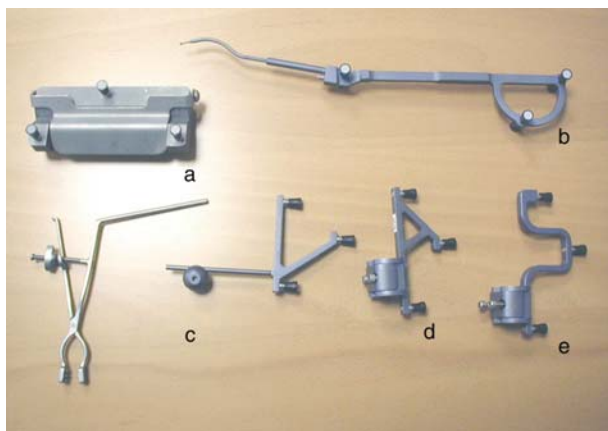


Figure 1 Gamme d'outils passifs. Ceux-ci sont tous munis de pastilles réfléchissantes. Aucune connexion par câble n'est nécessaire entre eux et l'ordinateur. a : outil de calibrage ; b : palpeur de surface ; c : deux pièces de l'arc de référence ; d et e : outils universels pouvant se placer indifféremment soit sur une pointe carrée, soit sur un moteur, soit sur un guide de perçage.

PERCEPTION DE L'INFORMATION

L'information peut être préopératoire sous forme d'images tomodensitométriques (TDM), IRM ou échographiques. En pratique c'est l'image TDM modélisée (après segmentation) qui est utilisée comme information préopératoire. L'information peut également être acquise en peropératoire à l'aide de systèmes susceptibles de numériser des données : appareils de fluoroscopie, appareils à ultrasons, amplificateurs de brillance 3D, systèmes cinématiques et anatomiques dirigés par le chirurgien et plus récemment les systèmes utilisant la technologie du « Bone Morphing[®] ». Tous ces systèmes ont des avantages et des inconvénients. [1-3]

Par ailleurs, un certain nombre d'outils chirurgicaux spécifiques (palpeur de surface, par exemple) localisables dans l'espace, grâce à un système de localisation spatiale sont indispensables (Fig. 1). L'outil le plus important est l'arc de référence qui doit être fixé de façon rigide sur le processus épineux de la vertèbre à opérer. Son rôle consiste à intégrer les points acquis grâce au palpeur de surface dans le référentiel patient. La localisation spatiale tridimensionnelle des outils est un élément incontournable des systèmes de chirurgie assistée par ordinateur, et elle intervient au moins une fois dans l'étape finale d'action. Elle peut être mécanique, ultrasonore, magnétique ou optique, les systèmes optiques restant pour l'instant les plus précis (Fig. 2). Leur technologie est basée sur l'utilisation de caméras infrarouges qui détectent avec une grande précision la position des outils dans le champ opératoire et leur degré de sophistication est proportionnel à leur prix. Pour être vue dans le champ opératoire, la première génération d'outils était équipée de diodes électroluminescentes dont le déclenchement était contrôlé par des caméras infrarouges par l'intermédiaire de câbles reliés aux outils (pour cette raison, ces outils sont appelés « actifs »). Si cette contrainte apparaissait alors comme inévitable pour le localisateur optique tridimensionnel, on a vu apparaître, depuis, sur le marché, une deuxième génération d'outils munis non plus de diodes électroluminescentes mais de pastilles réfléchissantes de type « catadioptré » très performantes qui permettent de s'affranchir de toute liaison par câble avec les caméras infrarouges (Fig. 1, 2). Ces outils de deuxième génération sont dits « passifs ». [3]

RAISONNEMENT

Cette étape concerne le recalage ou la mise en correspondance des images, et l'élaboration de la stratégie optimale. Cette phase apparaît comme la plus importante en matière de chirurgie assistée par ordinateur. En effet, la principale vertu des systèmes informatiques utilisés est leur capacité à recalibrer les images numériques préopératoires (espace virtuel) sur les données numériques peropératoires dans le repère spatial du patient (espace réel). Cela est possible grâce à la mise au point d'algorithmes spécifiques de



Figure 2 Exemple de navigateur passif de dernière génération. Le localisateur optique 3D est intégré au système (au-dessus de l'écran). Le clavier et la souris ont disparu car le système dispose d'un logiciel d'acquisition rapide des données et d'un menu déroulant de navigation. En outre, cet appareil peut recevoir de multiples applicatifs concernant la hanche, le genou (ligament croisé antérieur [LCA] et prothèse totale du genou [PTG]), le rachis etc.

fusion d'images. Cette mise en correspondance ou recalage peut s'effectuer selon plusieurs modalités. Cette phase conditionne l'aide à la décision qui se fait par l'intermédiaire d'un interface utilisateur qui permet au chirurgien de visualiser les informations principales dont il a besoin : position des outils, direction, conflits éventuels, axe et longueur. Cette aide permet un véritable placement interactif des outils chirurgicaux et des segments osseux et/ou articulaires sur les images préopératoires. [1-3] Les interfaces utilisateurs sont depuis peu dotées de visuels conviviaux : les écrans sont plats, ergonomiques ; il existe sur l'écran une aide visuelle directe ainsi qu'une aide en ligne ; la souris classique a disparu, laissant la place à une présentation automatisée des informations [3] se déroulant sous la forme d'une séquence dite du « jeu de l'oie » (Fig. 2) (les étapes sont présentées au chirurgien les unes après les autres après avoir été simplement validées à l'aide d'une pédale ou d'une commande vocale).

ACTION

La phase d'action est simple et permet de réaliser de façon précise et fiable les objectifs et la stratégie optimale de guidage du geste, conformément au planning (mais celui-ci n'est pas obligatoire) établi en préopératoire. Cette phase d'action, peut être passive, active ou semi-active.

En pratique, deux grandes techniques doivent être décrites : celles qui sont basées sur le recalage et celles qui n'en n'ont pas besoin.

Techniques avec recalage

RECALAGE SUR BASE TOMODENSITOMÉTRIQUE ET À « CIEL OUVERT » (3D/3D)

Le recalage sur base tomodensitométrique (TDM) est de loin la méthode la plus utilisée. Il s'agit d'une véritable technique chirurgicale qui se réalise à « ciel ouvert », dont les trois variantes qui suivent sont décrites. Le recalage peut donc s'accomplir à l'aide de repères, par repérages de points anatomiques remarquables et par marquage de surface.

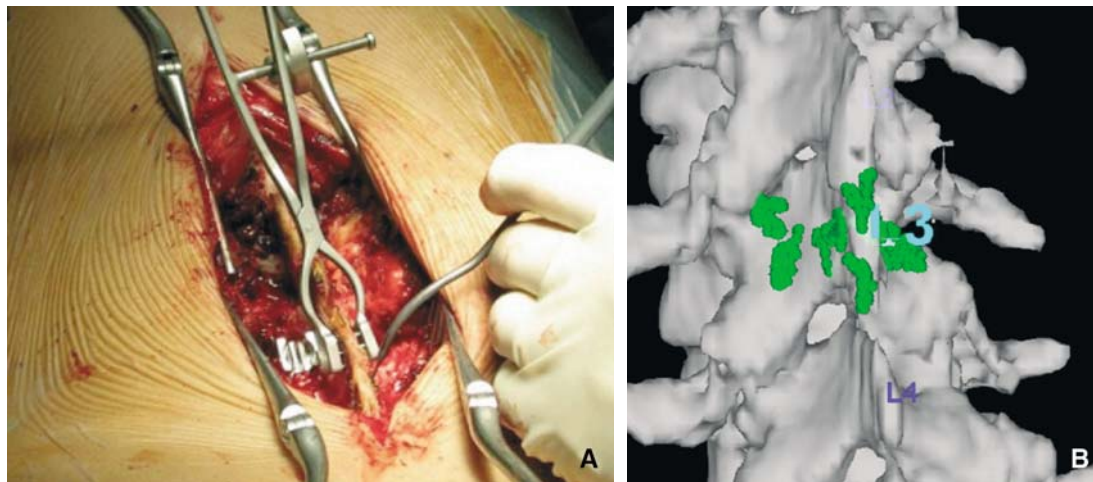


Figure 3 Recalage sur base tomodensitométrique (TDM) (à ciel ouvert ; recalage par marquage de surface). On voit ici l'acquisition de points au niveau de l'arc postérieur de la vertèbre L3. A. Image de la plaie opératoire et B. visualisation à l'écran de l'ordinateur de l'acquisition des points.

■ À l'aide de repères (au nombre de trois généralement, et de nature métallique)

Trois repères métalliques sont implantés sur des surfaces osseuses superficielles (apophyse épineuse, épine iliaque postérosupérieure) à l'aide d'un petit abord cutané de 1 à 2 cm. Ce geste est habituellement effectué sous anesthésie générale en préopératoire. En effet, l'examen tomodensitométrique préopératoire doit intégrer la position spatiale de ces repères métalliques de façon parfaite. En peropératoire, ces mêmes repères sont numérisés à l'aide d'outils (palpeurs) localisés dans l'espace de façon à les recaler sur leurs homologues présents dans l'image virtuelle préopératoire. Les repères métalliques servent, en quelque sorte, d'éléments clés au recalage. Utilisée au tout début de l'histoire de la chirurgie assistée par ordinateur au rachis, et plutôt dans la région lombosacrée, cette modalité appliquée au rachis est aujourd'hui abandonnée.



Figure 4 Fusion de deux images après recalage sur base tomodensitométrique (TDM) par marquage de surface. L'image préopératoire représente la vertèbre en entier (semis de petits points fins). L'acquisition des points au niveau de l'arc postérieur de la vertèbre opérée est figurée à l'aide des points « en gras ». Ces points forment un nuage de points acquis sur l'arc postérieur de cette vertèbre. La fusion s'effectue point à point (de gauche à droite) en moins de 4 secondes, permettant alors une navigation précise et fiable. Habituellement ces images ne sont pas montrées par l'ordinateur (Photo TIMC).

■ Par repérage de points anatomiques remarquables

Une autre technique consiste à repérer des points anatomiques remarquables sur le modèle tridimensionnel de la vertèbre opérée, reconstruit à partir des coupes tomodensitométriques préopératoires. Ces mêmes points anatomiques remarquables doivent être repérés à nouveau en peropératoire, par le chirurgien (ce qui suppose de bonnes connaissances anatomiques), toujours à l'aide d'outils (palpeurs) localisés dans l'espace, de façon à recaler ces points sur ceux déjà préalablement repérés sur le modèle 3D préopératoire. Il s'agit là d'un système de recalage par points anatomiques, premier véritable système commercialisé.^[4]

■ Par marquage de surface

Le système le plus sophistiqué consiste à faire un marquage de surface en peropératoire en numérisant au niveau de l'arc postérieur de la vertèbre opérée un certain nombre de points pris de façon aléatoire et randomisée, à l'aide d'un palpeur localisé dans l'espace et ce, jusqu'à la constitution d'un nuage de points (Fig. 3). En pratique 50 à 80 points sont nécessaires. Ces points sont alors fusionnés avec les points de surface du modèle 3D de la même vertèbre reconstruite à partir des coupes tomodensitométriques acquises en préopératoire. Cette fusion s'effectue point à point et le recalage est dit rigide (Fig. 4). Il s'agit là d'une technologie de recalage par marquage de surface^[5-10] ou recalage « 3D/3D ». Il est à noter que cette technique intervient en général en complément de la technique précédente (repérage de points anatomiques remarquables), afin d'améliorer la précision du recalage initial. Cette dernière modalité est encore actuellement la plus utilisée. Sa précision est généralement inférieure au millimètre et son excellente fiabilité a permis de réduire de façon sensible le taux de vis non strictement intrapédiculaires (Fig. 5).^[8-10]

Les techniques de recalage décrites ci-dessus ne sont valables que pour une seule vertèbre. Si l'on veut introduire des vis pédiculaires

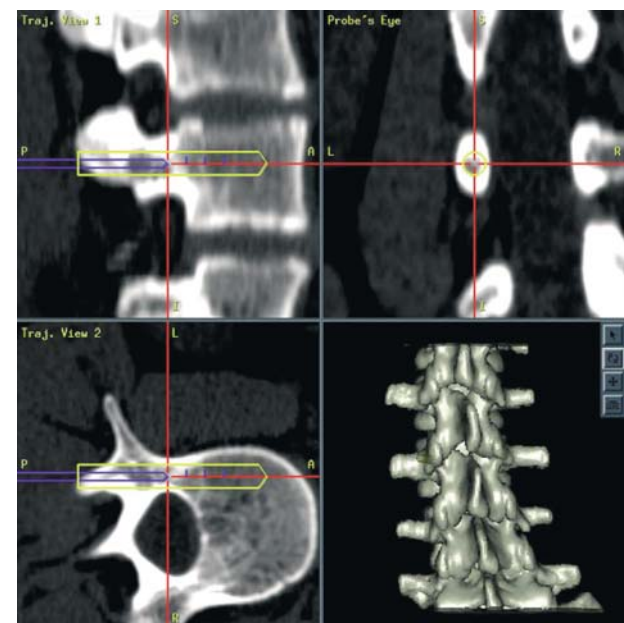


Figure 5 Image de navigation sur une vertèbre lombaire (après recalage sur base tomodensitométrique [TDM] par marquage de surface). L'interface utilisateur de la station de navigation permet à l'opérateur de visualiser sur le moniteur la progression de ses outils (forets par exemple) dans le pédicule d'une vertèbre lombaire en 3D et en temps réel (face + profil + vue axiale + modèle 3D).

dans une autre vertèbre, adjacente ou non, il importe de recommencer la procédure : fixation de l'arc de référence sur la vertèbre choisie, acquisition des points, recalage et navigation. Les auteurs recommandent fortement de ne pas numériser des points sur plusieurs vertèbres à la fois avec un arc de référence fixé une fois pour toutes sur une seule et même vertèbre car deux vertèbres adjacentes ne constituent pas, en général, un corps rigide. Si on

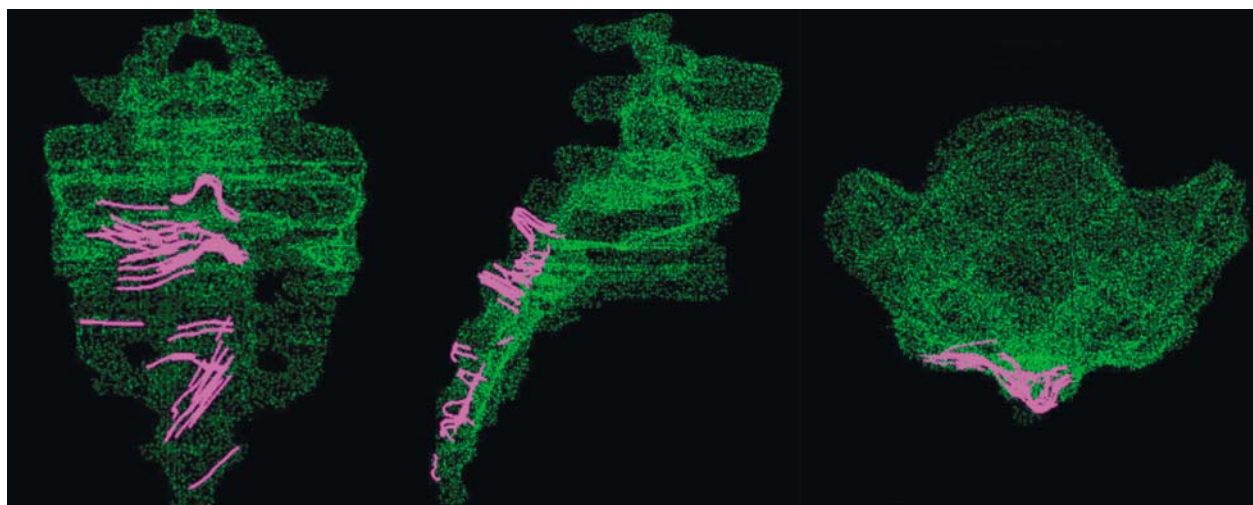


Figure 6 Fusion d'images entre une reconstruction tomodensitométrique (TDM) du bloc lombo-sacro-coccygien et des images numérisées à partir de l'utilisation d'une

sonde échographique. Il s'agit ici d'un recalage sur base TDM + échographie et donc d'une fusion d'images 3D/2,5D (Photo TIMC).

choisit de ne pas suivre cette recommandation, on s'expose à des erreurs de recalage et à une navigation très imprécise. Cette technologie de recalage sur base TDM et à « ciel ouvert » fournit réellement des images en trois dimensions et des informations sur la densité osseuse. Elle a en revanche l'inconvénient de nécessiter une imagerie TDM préopératoire (avec son irradiation pour le patient) et un abord chirurgical large (Fig. 5). De plus, cette technique génère habituellement une augmentation du temps opératoire (10 minutes par vertèbre environ). Il faut savoir en outre que les difficultés de recalage sont nombreuses (et non ordinateur-dépendantes), habituellement liées à l'acquisition des données préopératoires (TDM) ou à l'acquisition des données peropératoires (points à numériser). Ces difficultés peuvent majorer le temps opératoire et parfois décourager l'utilisateur, du moins dans sa phase d'apprentissage.^[8-10] Ces systèmes de navigation à base TDM et à « ciel ouvert » restent encore de nos jours les plus utilisés malgré leur prix.

RECALAGE SUR BASE TOMODENSITOMÉTRIQUE ET RADIOLOGIQUE (TDM/RADIO : 3D/2D)

D'autres techniques peuvent être utilisées pour le recalage. Il s'agit, en règle générale, de mettre en correspondance (ou de recalcr) des images TDM préopératoires de la vertèbre opérée avec des données radiographiques peropératoires obtenues à partir d'un amplificateur de brillance. Ces images peropératoires sont segmentées afin d'en extraire des points de contours avant d'être fusionnées avec les images TDM. Ainsi est réalisé un « recalage 3D/2D » (images TDM tridimensionnelles en préopératoire et bidimensionnelles [radiographie de face et de profil] en peropératoire). Encore expérimentale il y a peu de temps, cette technique a fait son apparition récente dans quelques blocs opératoires. En pratique, après acquisition du modèle 3D de la vertèbre opérée par l'ordinateur, on positionne un amplificateur de brillance muni d'une grille de calibrage, (elle-même équipée de pastilles réfléchissantes repérées dans l'espace par un localisateur optique tridimensionnel) au-dessus du patient afin d'acquérir deux vues (de face et de profil). Après correction des distorsions dans les images, ces deux vues sont fusionnées avec le modèle TDM 3D. L'amplificateur de brillance est retiré et la visée pédiculaire est alors possible.^[11]

Cette technologie de recalage TDM/radiographie ou 3D/2D fournit réellement des images en trois dimensions et des informations sur la densité osseuse. De plus, elle autorise un abord chirurgical limité. Elle a en revanche l'inconvénient de nécessiter une imagerie TDM préopératoire (avec son irradiation pour le patient) et de générer une irradiation au bloc opératoire (patient et personnel) avec un amplificateur de brillance souvent encombrant et dont le maniement n'est pas toujours aisé.

RECALAGE SUR BASE TOMODENSITOMÉTRIQUE PLUS ÉCHOGRAPHIQUE (TDM/ÉCHO : 3D/2,5D)

L'utilisation des ultrasons en tant qu'images peropératoires est également très intéressante. On sait en effet que les ondes ultrasonores ne traversent pas le tissu osseux, mais se réfléchissent à sa surface. On peut donc, par segmentation des images acquises, extraire un nuage de points 3D représentant une surface osseuse, et ainsi réaliser un « recalage 3D/2,5D » (bien qu'il s'agisse en réalité toujours d'un recalage 3D/3D). Cette technique très récente a permis quelques applications cliniques. La méthode utilisée est semblable à la précédente. Après acquisition du modèle 3D de la vertèbre opérée par l'ordinateur, on positionne une sonde échographique en face de la vertèbre à instrumenter de façon à acquérir une série de salves d'ondes échographiques, qui seront numérisées puis fusionnées en quelques secondes avec les données TDM préopératoires par l'ordinateur. Là aussi, il est nécessaire que la sonde échographique soit équipée de pastilles réfléchissantes repérées dans l'espace par un localisateur optique tridimensionnel. La visée pédiculaire est alors possible.^[12, 13] Cette technologie de recalage TDM/Echo ou 3D/2,5D, encore appelée « Echo Matching » fournit réellement des images en trois dimensions (Fig. 6) et des informations sur la densité osseuse. De plus, elle autorise un geste percutané. Elle a en revanche l'inconvénient de nécessiter une imagerie TDM préopératoire (avec son irradiation pour le patient).

On aboutit ainsi à trois systèmes de fusion (ou de recalage) d'images à partir d'images tridimensionnelles issues du scanner (TDM) et acquises en préopératoire : d'une part un système de « recalage 3D/3D » à ciel ouvert avec palpation directe de points sur la surface osseuse ; d'autre part un système de « recalage 3D/2D » avec amplificateur de brillance ; et enfin un système de « recalage 3D/2,5D » à base d'ultrasons, (ces deux dernières techniques offrant des possibilités de gestes mini-invasifs et/ou percutanés).

« BONE MORPHING® »

La plupart des systèmes de navigation chirurgicale existant en orthopédie utilisent des données TDM préopératoires. L'utilisation du scanner présente un certain nombre d'inconvénients :

- l'examen TDM préopératoire est un examen supplémentaire et il a un coût ;
- pendant cet examen, il faut que l'on ait la garantie de l'immobilité parfaite du patient ;
- il existe une logistique de récupération des images scanner vers le système de navigation au bloc opératoire qui n'est pas toujours évidente ;
- les données TDM peuvent être perdues plus ou moins partiellement et il existe parfois des problèmes de mise à jour de format d'images ;

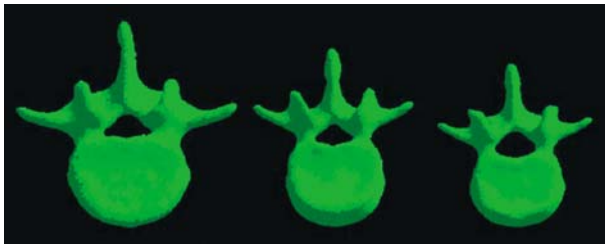


Figure 7 Images d'un modèle statistique déformable d'une vertèbre lombaire. La structure et la forme des vertèbres (de gauche à droite) n'est pas exactement la même. Après acquisition de points sur la vertèbre du patient, l'ordinateur cherche, dans le modèle statistique, la forme qui se rapproche le plus de la forme du patient (Photo TIMC).

- la segmentation des surfaces osseuses sur les images scanner est parfois imprécise ;
- le recalage des images avec le référentiel patient peropératoire est parfois complexe ;
- il existe souvent une différence importante entre l'os préopératoire modélisé à partir du scanner et l'os tel qu'il se présente au cours de l'intervention.

Pour compenser ces inconvénients, une méthode originale de reconstruction 3D peropératoire a été mise au point : le « *Bone Morphing*™ ».

La version standard du « *Bone Morphing*™ » n'utilise aucune imagerie préopératoire, ni peropératoire. Un simple palpeur 3D suffit, repéré dans l'espace par un système de localisation optique infrarouge faisant partie de la station de navigation standard. La méthode repose sur la construction d'un modèle statistique déformable. Celle-ci est faite une fois pour toutes sur des séries de pièces anatomiques ou d'images 3D préalablement segmentées (Fig. 7). Lors de l'intervention, on glisse le palpeur sur la surface osseuse (arc postérieur de la vertèbre) à reconstruire de façon à acquérir quelques centaines de points 3D sur toutes les zones accessibles, ce qui nécessite moins de 1 minute. Instantanément, le modèle statistique se déforme pour épouser au mieux la géométrie des points saisis et ce recalage particulier est dit élastique (Fig. 7). Dans les régions palpées, le modèle statistique s'ajuste localement de façon très précise pour rendre compte de toute pathologie non modélisée (« *bone matching* »). À l'extérieur des régions saisies, le modèle statistique crée une extrapolation dont la précision dépendra de la pathologie et de la richesse du modèle statistique. [3, 11, 14]

Le *Bone Morphing*™ est particulièrement bien adapté à la chirurgie du rachis car les accès aux zones de palpation sont généralement bien visibles (arc postérieur). Dans les régions saisies, la précision obtenue est submillimétrique (RMS = 0,5 mm) et ces zones couvrent la quasi-totalité des parties anatomiques nécessaires à la planification de la pose de vis pédiculaires. À l'extérieur des régions saisies, le modèle statistique rend compte d'une forme moyenne utile graphiquement, mais la précision y importe assez peu. On note que la précision décroît en fonction de la distance aux zones saisies, exactement comme dans un recalage rigide avec un scanner. Les premiers essais cliniques doivent démarrer à la fin de l'année 2004.

Cette technologie du *Bone Morphing*™ fournit réellement des images en trois dimensions, sans imagerie préopératoire spécifique. Elle a en revanche l'inconvénient de ne fournir aucune information sur la densité osseuse et elle nécessite un abord chirurgical large.

Ainsi donc, l'introduction des modèles statistiques déformables [11, 14] dans les ordinateurs permet de se passer d'information et d'imagerie spécifique préopératoire. Seules les informations morphologiques sont acquises en peropératoire. Dans le cas où il est difficile de saisir directement des zones avec un palpeur 3D ou dans les cas où un geste percutané est désiré, on peut utiliser une extension de la méthode : le *Bone Morphing*™ percutané. Deux versions sont possibles : la première (*Bone Morphing*™ écho) utilise une petite sonde échographique localisée en 3D et qui permet de saisir les contours osseux vertébraux automatiquement en percutané en lieu et place des points palpés. La seconde version (*Bone*

Morphing™ radio) utilise deux à quatre images radiologiques classiquement obtenues avec un amplificateur de brillance, le modèle statistique de la vertèbre venant alors se déformer sur les contours osseux repérés sur les images. Enfin et sans aucune limitation, les trois approches peuvent être combinées facilement au bloc opératoire dans la version hybride : *Bone Morphing*™ standard + *Bone Morphing*™ écho + *Bone Morphing*™ radio. [3, 11, 14]

Depuis maintenant 2 ans sont apparus sur le marché des systèmes de navigation à potentialités multiples. Leur système informatique est non seulement puissant mais encore étudié pour recevoir de multiples applicatifs techniques. Ainsi, avec un même système de navigation, on peut effectuer, selon le désir du chirurgien une navigation à base TDM à « ciel ouvert » ou une navigation en utilisant la technologie du *Bone Morphing*™. Pour chaque domaine clinique, il existe des applicatifs différents et variés (hanche, genou, rachis etc.). Dans 2 ou 3 ans apparaîtront les applications technologiques de recalage radiographique ou échographique. Ainsi donc les systèmes sont devenus évolutifs et les chirurgiens peuvent choisir l'applicatif clinique et la technologie de navigation de leur choix en effectuant une simple opération de chargement d'un cédérom dans la machine. Cette conception a permis à certains fabricants de proposer des systèmes totalement ouverts, c'est-à-dire non liés à un fabricant d'implants. Ainsi, si l'investissement peut paraître initialement important, il devient rapidement intéressant en raison de la multiplicité des applicatifs dont certains ne concernent pas seulement l'orthopédie mais d'autres spécialités médicales ou chirurgicales.

RECALAGE SUR BASE DE L'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE

L'utilisation d'une base de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) en orthopédie pour l'imagerie préopératoire est beaucoup moins courante, car il est toujours difficile de segmenter des contours osseux vertébraux sur des images IRM. Seuls quelques cas cliniques ont été rapportés au rachis, avec une technique semblable à celle décrite dans le chapitre consacré au recalage à base TDM, par marquage de surface. L'avenir est probablement lié au développement de logiciels de fusion d'images TDM/IRM, permettant la navigation en mode « osseux » ou « parties molles ».

D'une façon générale cette technologie de recalage sur base IRM fournit réellement des images en trois dimensions et des informations sur les tissus mous, sans irradiation. Elle a en revanche l'inconvénient de nécessiter une imagerie IRM préopératoire coûteuse et le recalage du tissu osseux sur une imagerie « parties molles » apparaît délicat.

Techniques sans recalage

Le recalage n'est pas forcément un passage obligé et plusieurs systèmes bien individualisés peuvent s'en passer.

FLUOROSCOPIE VIRTUELLE

Les amplificateurs de brillance modernes fournissent des images de bonne qualité. Celles-ci peuvent être utilisées pour réaliser des gestes chirurgicaux précis, mais elles ont l'inconvénient d'être légèrement agrandies et déformées en périphérie. Une mire de calibrage appropriée placée sur le récepteur de l'amplificateur de brillance permet de corriger et/ou de supprimer les phénomènes d'agrandissement et de déformation. De plus, l'image radiographique, filtrée par la grille de calibrage et traitée par l'ordinateur, peut être débarrassée des phénomènes de distorsion. Dans ces conditions, et sous réserve que cette même mire de calibrage soit équipée de pastilles réfléchissantes afin d'être localisée dans l'espace, il est possible de projeter dans le champ des images fluoroscopiques des outils (eux aussi munis de pastilles réfléchissantes) et de les visualiser en temps réel avec un excellent niveau de précision. Apparue il y a déjà quelques années, la

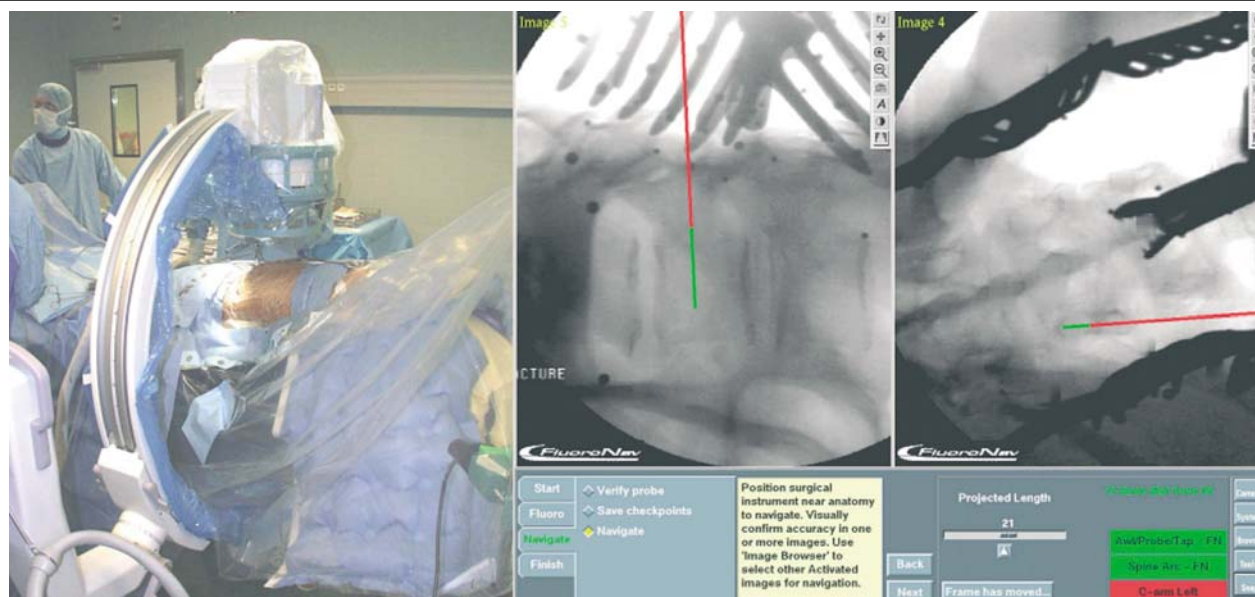


Figure 8 Système de fluoronavigation : l'amplificateur de brillance muni de sa grille de calibrage fixée au récepteur permet d'acquérir deux images face et profil de la

vertèbre opérée. Ces deux images seront reformatées par l'ordinateur permettant alors une navigation en temps réel, sans recalage mais en deux dimensions seulement.

fluoroscopie virtuelle est un outil pratique et facile d'utilisation, qui reste encore très utilisé actuellement (Fig. 8), comme l'est la technique de navigation à base TDM avec marquage de surface. Elle permet de se passer d'examen spécifique préopératoire [15-17] et donc de toute technique de recalage (Fig. 8). L'inconvénient de cette méthode, qui apparaît d'ailleurs comme étant une alternative aux systèmes de navigation classiques à base TDM, est de ne fournir qu'une information bidimensionnelle, en supprimant toute possibilité de vue axiale. De ce fait, la précision du système est moins performante que celle d'un système classique à base TDM, comme cela a été rapporté dans certaines publications. [17] De plus, elle génère une irradiation au bloc opératoire (patient et personnel) avec un amplificateur de brillance souvent encombrant et dont le maniement n'est pas toujours aisé. Depuis la mi-2004, certains systèmes de fluoronavigation sont directement adaptables sur des systèmes de navigation à base TDM et, d'une façon générale, sur des systèmes de navigation à multiples potentialités déjà mentionnés plus haut. Ce fait est à souligner car une fois de plus, un système de navigation peut bénéficier de multiples applicatifs concernant à la fois le chapitre technologique et le chapitre clinique.

FLUOROSCOPIE EN TROIS DIMENSIONS

En 2002 sont apparus sur le marché des amplificateurs de brillance qualifiés de tridimensionnels (3D). Ces systèmes sont dotés d'un bras en « C » sur lequel l'émetteur et le récepteur peuvent se déplacer de façon concomitante, opposée et isocentrique. Une fois l'appareil placé autour de la table d'opération, la rotation de l'ensemble source-récepteur permet d'acquérir de façon régulière des images avec une incrémentation angulaire variable et sur un domaine de 180°. Les images acquises pendant la rotation automatisée de l'amplificateur de brillance sont reformatées puis présentées sur les écrans du système comme les planches TDM que nous utilisons quotidiennement, c'est-à-dire sous un mode « pseudo 3D ». [18]

La fluoroscopie 3D a l'avantage de fournir une imagerie tridimensionnelle complète avec une information sur la densité osseuse, sans imagerie préopératoire, ni étape de recalage. Elle s'apparente à un système « CT-like ». Elle est fiable et facile à utiliser. En revanche, elle ne fonctionne réellement bien que pour des petits volumes. Ailleurs, l'imagerie est de qualité souvent médiocre ; elle génère une irradiation au bloc opératoire (patient et personnel) et expose aux problèmes d'encombrement et de maniement du bras en C. [18]

Le projet européen MI 3 (*minimal invasive and interventional imaging*) fonctionne sur le même mode que celui d'un amplificateur de

brillance 3D, en intégrant un récepteur au silicium qui permet d'obtenir des images de très haute qualité tout en supprimant les contraintes liées aux phénomènes d'agrandissement et de distorsion d'image. L'ordinateur intervient en reformatant en temps réel une image 3D complète de la vertèbre opérée, sans imagerie préopératoire et sans recalage (Fig. 9). Ce système devrait permettre, à terme, de voir apparaître dans les blocs opératoires des amplificateurs de brillance de nouvelle génération permettant l'acquisition de radiographies calibrées successives, obtenues dans un cadre spatial autour du patient pouvant aller jusqu'à 180 ou 230°. [19]

SYSTÈMES CINÉMATIQUES À BASE DE POINTS

Les systèmes cinématiques à base de points n'ont pas eu d'application clinique en matière de chirurgie du rachis. Leur principe même (il est fait appel à la détermination peropératoire des centres instantanés de rotation de certaines articulations, donc à des notions de cinématique articulaire) font qu'ils sont plus adaptés à d'autres tâches (chirurgie du genou notamment). Leurs avantages sont connus : pas d'imagerie préopératoire, pas de recalage, ainsi que leurs inconvénients : pas d'informations réellement tridimensionnelles, précision opérateur-dépendante, pas d'information sur la densité osseuse et nécessité d'un abord chirurgical large.

Systemes semi-actifs

Ces systèmes sont caractérisés par le fait que si certains gestes chirurgicaux sont contraints mécaniquement, le guidage dans la direction optimale définie en préopératoire reste sous la responsabilité du chirurgien. Ces nouveaux outils servent surtout comme aide au positionnement d'instruments. La technique des gabarits individuels pour la pose des vis pédiculaires est une technique semi-active préconisée en Allemagne par K. Radermacher. [20] Pour cela, il faut, dans un premier temps, disposer d'un examen TDM de la vertèbre opérée. Les données numériques sont ensuite transmises vers un atelier disposant d'un système de prototypage rapide capable de réaliser en un temps très bref un moule de l'arc postérieur de la vertèbre à opérer. Ce moule sera percé d'un trou orienté dans l'axe du pédicule et permettant le passage d'un foret. Le recalage consiste ici à « caler » manuellement le gabarit sur l'arc vertébral postérieur.

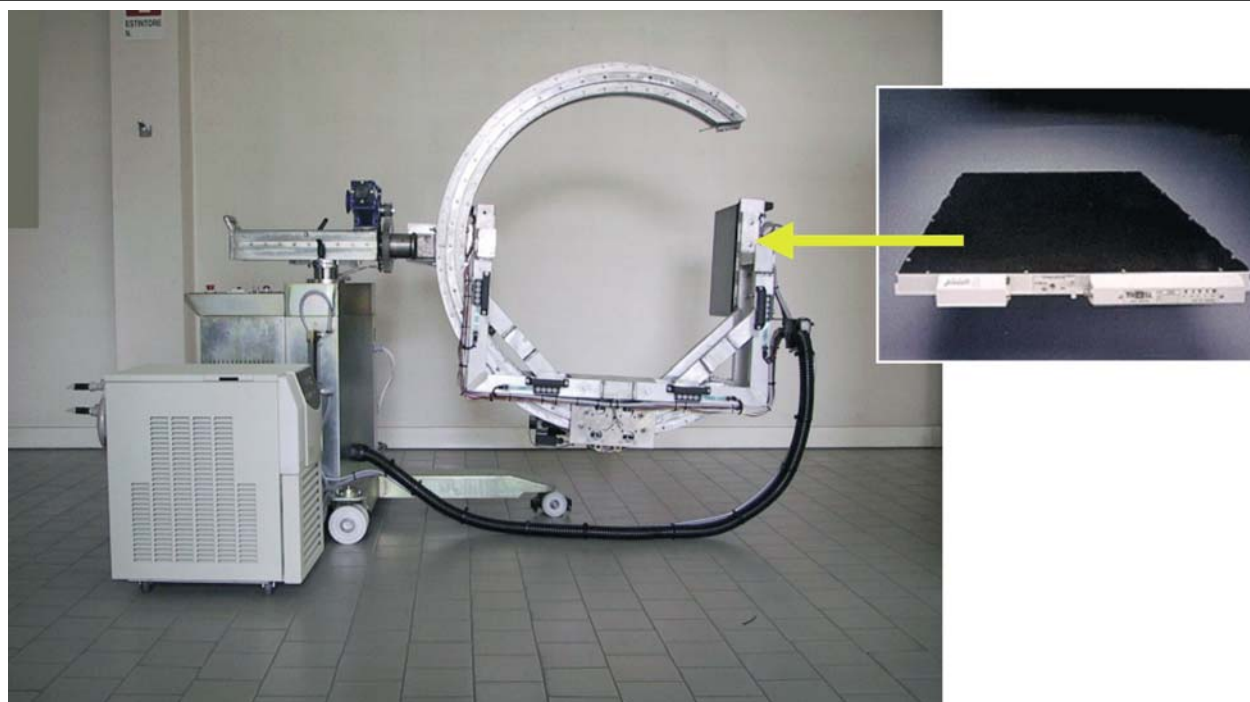


Figure 9 Système de fluoroscopie 3D. Ce système (projet MI3) permet d'acquérir des images tridimensionnelles d'une vertèbre ou d'un groupe de vertèbres sans déformation grâce à un récepteur au silicium. L'ordinateur intervient pour présenter au

chirurgien le modèle tridimensionnel et permettre une navigation en temps réel et sans examen préopératoire. Ce système encore expérimental se comporte comme un véritable scanner de bloc opératoire (Photo TIMC).

Systèmes actifs

Ces systèmes effectuent un travail autonome (sans contrôle chirurgical direct) conformément à un planning établi en préopératoire. Il s'agit là des véritables robots chirurgicaux.^[21] L'utilisation des robots opérateurs (systèmes RobodocTM ou CasparTM) pour le vissage pédiculaire est restée très confidentielle. Elle est maintenant presque abandonnée. Le robot compact européen CrigosTM est resté au stade expérimental...^[22] Le robot miniature « SpineAssistTM » de géométrie hexapodale (MazorTM) est en cours d'essai clinique à Cleveland depuis le mois de février 2004. Tous ces systèmes fonctionnent à base TDM.

Conclusion

Les systèmes passifs basés sur l'image TDM apparaissent à l'heure actuelle comme des outils « standards » de chirurgie assistée par ordinateur au rachis. Les autres systèmes (gabarits individuels) et les appareils permettant la navigation chirurgicale sans examen tomodensitométrique préopératoire (avec deux radiographies calibrées comme dans la fluoronavigation) apparaissent comme des « alternatives » aux systèmes d'assistance dits « standards ». De façon pratique, les systèmes de navigation à base TDM et la fluoronavigation sont les deux méthodes couramment utilisées actuellement en chirurgie du rachis. Les systèmes de navigation sans imagerie préopératoire et équipés de modèles statistiques déformables ne sont pas encore d'utilisation courante.

Tous ces systèmes sont au cœur d'un processus d'intégration d'informations numériques multimodales : TDM, IRM, radiologie numérique, modèles statistiques ...

En pratique chirurgicale, une boucle complète faisant intervenir l'image numérique peut être décrite de la phase préopératoire jusqu'à la phase postopératoire. Ainsi sont nées, au cours de ces dernières années, les technologies de l'information à destinée chirurgicale.

Dès demain apparaîtront de nouveaux outils : les systèmes de génération future permettront le positionnement virtuel des ensembles osseux et articulaires directement dans le champ opératoire ; les micro-robots et autres systèmes, permettront, avec une grande précision, de positionner des matériels d'ostéosynthèse. Les systèmes d'imagerie virtuelle seront associés à la vidéo et fourniront des images (réelles et virtuelles) en temps réel au chirurgien ; des bras robotisés à sécurité passive permettront d'accéder à des régions anatomiques délicates en toute sécurité conformément à un planning préopératoire.

Remerciements. – Les auteurs tiennent à remercier toutes celles et ceux qui depuis maintenant dix ans ont participé au développement de ces nouvelles technologies :

- laboratoire TIMC (technique de l'imagerie de la modélisation et de la cognition) ; Institut d'ingénierie et de l'information de santé (IN3 S) ; Institut d'informatique et de mathématiques appliquées de Grenoble (IMAG), Centre national de la recherche scientifique (CNRS), université Joseph Fourier, faculté de médecine, 38700 La Tronche : Jocelyne Troccaz ; Philippe Cinquin ; Stéphane Lavallée ; Christian Huberson ; Laurent Desbat ;
- service d'orthopédie-traumatologie ; CHU Albert Michallon (Grenoble) : Sorin Blendea ; Ahmad Eid ; Claude Faure ; Thierry Martinez ; Stéphane Plaweski ; Jérôme Tonetti.

Les auteurs tiennent aussi à remercier les organismes publics (ministère de la Santé, Institut national de la santé et de la recherche médicale [INSERM]) qui à travers deux programmes hospitaliers de recherche clinique (PHRC) (1992 à 1996) ont très largement contribué à la validation clinique de certains systèmes, ainsi que le ministère délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies pour le soutien du projet « NavPerOp », conventions n° 02B 0464 et 02B 466.

Références

- [1] Lavallée S, Troccaz J, Sautot P, Mazier B, Cinquin P, Merloz P et al. Computer assisted spine surgery using anatomy-based registration. In: Taylor R, Lavallée S, Burdea G, Mösges R, eds. *Computer integrated surgery*. Cambridge: MIT Press, 1995; 425-449
- [2] Nikou C, Di Gioia A, Blackwell M, Jaramaz B, Kanade T. Augmented reality imaging technology for orthopaedic surgery. *Oper Tech Orthop* 2000; 10: 82-86
- [3] Merloz P, Huberson C, Tonetti J, Eid A, Vouaillat H. Computer-assisted pedicle screw insertion. *Tech Orthop* 2003; 18: 149-159
- [4] Nolte LP, Visarius H, Arm E, Langlotz F, Schwarzenbach O, Zamorano L. Computer aided fixation of spinal implants. *J Image Guid Surg* 1995; 1: 88-93
- [5] Lavallée S, Sautot P, Troccaz J, Cinquin P, Merloz P. Computer assisted spine surgery. A technique for accurate transpedicular screw fixation using CT data and a 3 D optical localizer. *J Image Guid Surg* 1995; 1: 65-73
- [6] Sautot P, Merloz P, Lavallée S, Cinquin P, Lefèvre JM, Troccaz J et al. Visée pédiculaire assistée par ordinateur. *Rachis* 1995; 7: 145-154
- [7] Merloz P, Tonetti J, Eid A, Faure C, Lavallée S, Troccaz J et al. Computer assisted spine surgery. *Clin Orthop* 1997; 337: 86-96
- [8] Merloz P, Tonetti J, Pittet L, Coulomb M, Lavallée S, Sautot P. Pedicle screw placement using image guided techniques. *Clin Orthop* 1998; 354: 39-48
- [9] Merloz P, Tonetti J, Cinquin P, Lavallée S, Troccaz J, Pittet L. Chirurgie assistée par ordinateur : vissage automatisé des pédicules vertébraux. *Chirurgie* 1998; 123: 482-490
- [10] Merloz P, Tonetti J, Pittet L, Coulomb M, Lavallée S, Troccaz J et al. Computer assisted spine surgery. *Comput Aided Surg* 1999; 3: 297-305
- [11] Merloz P, Huberson C, Tonetti J, Eid A, Vouaillat H, Plaweski S et al. Reconstruction d'une vertèbre lombaire à partir d'un examen tomodensitométrique ou d'un modèle statistique tridimensionnel et de deux radiographies calibrées : étude expérimentale. *Rev Chir Orthop* 2003; 89 suppl6: 3542
- [12] Tonetti J, Carrat L, Lavallée S, Pittet L, Merloz P, Chirossel JP. Percutaneous ilio-sacral screw placement using image guided techniques. *Clin Orthop* 1998; 354: 103-110
- [13] Tonetti J, Carrat L, Blendea S, Merloz P, Troccaz J, Lavallée S et al. Clinical results of percutaneous pelvic surgery. Computer assisted surgery using ultrasound compared to standard fluoroscopy. *Comput Aided Surg* 2001; 6: 204-211
- [14] Fleute M, Desbat L, Martin R, Lavallée S, Defrise M, Liu X et al. Statistical model registration for a C-arm CT system. In IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). NSS-MIC (Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference), *San Diego* 2001; [abstract book]; p 112
- [15] Foley KT, Simon D, Rampersaud YR. Virtual fluoroscopy. *Oper Tech Orthop* 2000; 10: 77-81
- [16] Merloz P, Huberson C, Lavallée S, Tonetti J, Plaweski S. Navigation chirurgicale fluoroscopique. *Rev Chir Orthop* 2000; 86: 637-638
- [17] Merloz P. Pedicle screw placement in spine surgery: CT-Scan based navigation versus Virtual Fluoroscopy. In: Duparc J, Merloz P, eds. *Chirurgie orthopédique assistée par ordinateur*. Paris: Elsevier, 2002; 143-149
- [18] Ritter D, Mitschke M. Direct Marker-free 3D Navigation with an isocentric mobile C-arm. In: Troccaz J, Merloz P, eds. *"SURGETICA 2002", Computer-aided medical interventions: tools and applications*. Montpellier: Sauramps Médical, 2002
- [19] Desbat L, Fleute M, Defrise M, Liu X, Huberson C, Laouar R et al. Minimally invasive interventional imaging for computer-assisted orthopaedic surgery. In: Troccaz J, Merloz P, eds. *"SURGETICA 2002", Computer-aided medical interventions: tools and applications*. Montpellier: Sauramps Medical, 2002
- [20] Radermacher K, Portheine F, Zimolong A, Eichhorn C, Staudte HW, Rau G. Image guided orthopaedic surgery using individual templates. In: Troccaz J, Grimson E, Mösges M, eds. *Lecture notes in computer science*. Berlin: Springer-Verlag, 1997; 606-615
- [21] Troccaz J, Peshkin M, Davies B. The use of Localizers, robots and synergistic devices in CAS. In: Troccaz J, Grimson E, Mösges M, eds. *Lecture notes in computer science*. Berlin: Springer-Verlag, 1997; 727-736
- [22] Brandt G, Zimolong A, Carrat L, Merloz P, Staudte HW, Lavallée S et al. Compact robot for image-guided orthopaedic surgery. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). *Inf Technol Biomed* 1999; 3: 252-260



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-176]

Chirurgie des traumatismes du rachis cervical

Claude Argenson : Professeur d'orthopédie traumatologie, chef de service
Fernand de Peretti : Maître de conférence, praticien hospitalier
Pascal Boileau : Praticien hospitalier
Hôpital Saint-Roch, CHU Nice, 5, rue Pierre-Dévoluy, BP 319, 06006 Nice cedex 1 France

Résumé

Au niveau du rachis cervical, l'importance relative des formations discoligamentaires par rapport au support osseux est responsable de son extrême mobilité, mais aussi de sa fragilité. Les deux premières vertèbres cervicales articulées entre elles et avec l'occipital forment une entité fonctionnelle autonome, le rachis cervical supérieur (RCS), siège presque exclusif de la rotation : les lésions traumatiques sont, à cet étage, très spécifiques. Les lésions du rachis cervical inférieur (RCI) limité par les disques C2-C3 en haut et C7-D1 en bas présentent en revanche un aspect assez univoque que nous avons classé, à la suite de Allen ^[2], Harris ^[11], Sénagas ^[22] en fonction du vecteur lésionnel dominant qui les a créées.

© 1994 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

[Haut de page](#)

TECHNIQUES DE LA VOIE POSTÉRIEURE

Rachis cervical supérieur

Installation et voie d'abord

Les blessés doivent être endormis et surtout intubés avec la plus grande prudence, évitant toute hyperflexion pour les lésions à déplacement antérieur et toute hyperextension en cas de fractures de l'odontoïde à déplacement postérieur ou des pédicules de C2.

Le retournement est le premier temps délicat de l'intervention : le chirurgien doit y participer pour guider la tête, en rectitude, dans la têtère où il la fixera par de l'Elastoplaste® (**fig. 1**). Le rasage est alors possible jusqu'à l'aplomb du vertex en sachant que la découverte de lésions cutanées peut contre-indiquer l'abord postérieur. L'installation en proclive et l'abaissement peropératoire de la tension artérielle diminuent le saignement. Avant d'entreprendre quelque acte chirurgical que ce soit, un contrôle sous amplificateur de brillance des rapports ostéoarticulaires est indispensable car la réduction peut être effectuée plus aisément avant la mise en place des champs, en agissant sur la hauteur et l'inclinaison de la têtère. L'abord de C1-C2 est d'autant plus facile que la tête est en rectitude ou même en légère flexion alors que l'hyperextension qui rapproche l'occipital de C1, puis C1 de C2 ^[15], rétrécit le champ opératoire.

L'incision est strictement médiane avec pour repère les épineuses saillantes de C2 et C7 : il faut dégager au bistouri le tubercule postérieur de C1, puis l'épineuse de C2 et progresser latéralement jusqu'aux articulaires ; on revient alors sur C1 qui peut être dénudé sur 2 cm de part et d'autre de la ligne médiane en courant le risque, si on se porte plus latéralement, de blesser les veines et même l'artère vertébrale : en ce cas le tamponnement prolongé doit être le premier temps de l'hémostase, l'utilisation, limitée, de la coagulation devant être parfaitement contrôlée.

Après réalisation de l'intervention programmée et de son contrôle radiographique, la fermeture doit être soigneuse, sur deux drains de Redon, après rinçage abondant de la plaie opératoire : il faut éviter la création « d'espaces morts » en rapprochant les muscles de la ligne médiane et en suturant parfaitement l'aponévrose. Le même soin doit être apporté à la fermeture cutanée où il faut apposer les berges de la plaie et éviter l'ombilication. L'immobilisation postopératoire fait appel soit au collier moussé, soit à la minerve en matière plastique à appui inférieur sternal, scapulaire et dorsal, et supérieur mentonnier et occipital.

La présence du bandeau frontal donne à cette orthèse le nom de « minerve à l'indienne ». La rééducation posturale statique dans les deux plans sagittal et frontal est indispensable dès cessation de la douleur. Le port prolongé des orthèses après consolidation est à l'origine du « syndrome de la minerve » par atrophie musculaire auto-entretenu, avec ses composantes psychologiques variables selon le contexte traumatique.

Arthrodèse postérieure C1-C2 par laçage métallique et greffon corticospongieux iliaque

Un greffon de 3 × 4 cm prélevé sur la crête iliaque postérieure est apposé après avivement à la fraise du bord postéro-inférieur de l'arc postérieur de C1 (**fig. 2 A**) et création à la pince-gouge d'une gouttière à la base de l'apophyse épineuse de C2 soigneusement libérée de ses attaches ligamentaires. La fixation est assurée selon l'une des variantes de la technique de Gallie par un fil métallique placé autour de l'arc postérieur de C1 puis sous l'apophyse épineuse de C2 où l'on a bien respecté l'insertion du ligament interépineux C2-C3.

- *Technique de Dubousset (fig. 2 B).* Le fil métallique est plus facile à passer directement « en boucle » autour de l'arc postérieur de C1 s'il est assez rigide (10 à 12 mm) mais son passage à travers le greffon et sous l'apophyse de C2 est plus aisé lorsqu'il est souple comme par exemple les fils tressés « en câbles » type Sofamor ou Acromed qui ont par ailleurs l'avantage de ne pas migrer dans le canal lors de leur rupture.
- *Technique de McGraw et Rusch* (elle évite le refend du greffon lors de sa pénétration, comme dans la technique précédente). Le greffon est simplement « appliqué » par le fil métallique.
- Les *laçages* prenant appui inférieur autour de l'arc postérieur de C2 (Brooks et Jenkins) sont plus dangereux pour l'axe médullaire.

Arthrodèse C1-C2 par greffe iliaque fixée par implants métalliques

On peut utiliser des clamps métalliques entre C1 et C2 comme le Halifax® (Codman), le CD pédiatrique ou l'Apofix® (Sofamor) : le principe de la greffe est identique, le sertissage du clamp, après son resserrement à l'aide d'un compresseur, entraîne une bonne stabilité (fig. 3).

Arthrodèse C1-C2 par vissage articulaire selon Magerl [16]

Elle nécessite la mise en place, sous contrôle visuel, d'une vis transarticulaire entre C2 et C1 : après ouverture de la capsule articulaire, une broche de Kirchner refoule vers le haut les parties molles qui protègent ainsi le nerf grand occipital et le volumineux plexus veineux situés à ce niveau (fig. 4 A). L'avivement de l'interligne est difficile par cette voie très étroite et on peut se contenter d'une simple fixation transarticulaire qui peut être d'ailleurs associée à une arthrodèse classique C1-C2 par fil métallique médian (fig. 4 B).

Vissage pédiculaire de C2

La technique de Roy-Camille du vissage direct des traits de fracture est rendue difficile par l'étroitesse du pédicule de C2 situé entre le canal médullaire et l'artère vertébrale. Le point d'entrée de la mèche de 2,8 mm se situe au niveau du quadrant supéro-interne du massif articulaire de C2 (fig. 5), la direction du méchage est de 20° en dedans et de 20° en haut, la découverte et la protection sous une spatule du bord interne du pédicule permettent de diminuer les risques médullaires de cette intervention dont le risque artériel reste certain. La vis de 3,5 mm a généralement une longueur de 30 mm. L'adjonction d'une plaque vissée, dont le trou supérieur a une obliquité différente à droite et à gauche, entre C2 et le massif articulaire de C3 renforce théoriquement la stabilité (fig. 6).

Ostéosynthèse occipitocervicale

Elle peut être rendue nécessaire en présence de lésions associées du rachis cervical supérieur. L'importante rigidité qu'elle entraîne, non seulement en rotation (plus de 50 % de perte de mobilité) mais aussi en flexion-extension peut éventuellement faire discuter l'ablation du matériel après consolidation osseuse ; en revanche, lorsque la fixation doit être définitive, l'adjonction de greffons corticospongieux ou même d'un greffon iliaque bicortical permet l'obtention d'une arthrodèse comparable à celle utilisée pour le traitement des affections congénitales ou rhumatismales (fig. 7).

La fixation par plaque procurant la fixation la plus stable est la plaque de Fuentes (Benoit et Girard) en forme de Y renversé, la branche supérieure prenant un appui solide dans l'écaille de l'occipital par trois vis (fig. 8 A, B) de 9 à 16 mm de long ; les plaques de Roy-Camille ont un appui plus latéral (fig. 9).

Rachis cervical inférieur

Ostéosynthèse du rachis cervical inférieur par plaques

L'installation du blessé a été décrite plus haut. Le secret d'une voie d'abord peu hémorragique est de bien rester sur la ligne médiane et de refouler progressivement les muscles à l'aide d'écarteurs de Beckmann. L'ostéosynthèse ne peut être réalisée avec sécurité que si les massifs articulaires ont été bien exposés, le bistouri étant préféré à la rugine pour éviter d'aggraver les dégâts articulaires. Cette dissection des importantes masses musculaires postérieures

approche postérieure par rapport à ceux opérés par voie antérieure.

Pour l'ostéosynthèse du rachis cervical inférieur, nous préférons les plaques de Roy-Camille, à trous écartés de 13 mm, vissées dans les massifs articulaires par des vis de 3,6 mm, le forage préalable ayant été effectué au moteur lent par une mèche « à butée » de 2,8 mm. Le point d'introduction du vissage articulaire (le vissage pédiculaire du rachis cervical inférieur n'est pas recommandé par le promoteur de la méthode, en raison du petit diamètre de ceux-ci) a été bien précisé par Roy-Camille .

Technique de Roy-Camille. Le point d'introduction de la vis (fig. 10 A, B, C) est situé au centre des massifs articulaires à mi-distance (5 mm) des bords supérieurs et inférieurs de la facette et à mi-distance (5 mm) de ses bords latéraux. La direction de visée est droit devant dans le plan sagittal et droit devant ou 10° en dehors dans le plan horizontal, la vis la plus souvent utilisée mesure 14 mm de long. Lors de cette pénétration franchement perpendiculaire au plan osseux, on doit sentir le passage de la première puis de la deuxième corticale du massif articulaire, (cette dernière peut être repérée par une broche de Kirchner avant de la perforer, ce repère permettant par ailleurs de choisir une vis de 2 mm de longueur supérieure à la pénétration de la mèche).

La plaque est appliquée contre les massifs articulaires par les vis qui doivent être bloquées. Dans notre expérience, cette prise postérieure n'est pas toujours très solide, en particulier en cas de rachis ostéoporotique ; dans ce cas, on peut essayer de mettre en place des vis de 4 mm de diamètre ou d'ajouter un cerclage métallique postérieur sous-épineux ou transosseux, à la base des épineuses.

Variantes

Pour Fuentes, le point d'introduction doit être reporté légèrement plus haut pour éviter l'émergence de la racine (fig. 10 A, B, C) ; dans le même but, Nazarian et Louis ^[17] recommandent de débiter le forage 3 mm seulement au-dessous de l'interligne et d'utiliser des vis de 13 à 16 mm de longueur, le diamètre sagittal des massifs articulaires diminuant progressivement de 10 mm en C3 à 5,6 mm en C7 ^[13]. Pour Magerl ^[16], le vissage peut commencer légèrement en dedans du milieu de l'articulaire mais il doit être incliné de 25° en dehors pour prévenir toute atteinte de l'artère vertébrale ; par ailleurs, cet auteur recommande une obliquité de 20° vers le haut parallèle à l'interligne articulaire, ce qui lui permet d'utiliser des vis de 20 mm de long.

Autres moyens de contention. Nous signalerons la possibilité d'utilisation du matériel Apofix®, déjà décrit pour C1-C2, des clamps de Magerl ^[12] à appui sous-lamaire par crochet (fig. 11) qui permettent d'effectuer un effet de compression pouvant réduire le diamètre du trou de conjugaison si l'on ne prend pas la précaution d'adjoindre une « cale osseuse » à la base de l'épineuse, des plaques en vitallium de Louis ^[17], à trous espacés seulement de 8 mm, des plaques AO malléables de 2,7 mm d'épaisseur, à trous espacés de 8 mm, ou de 3,5 mm à espacement de 11 mm.

La solidité de toutes ces ostéosyntheses postérieures par vissage est étroitement liée à celle de l'os receveur : satisfaisante chez l'adulte, la tenue des vis devient totalement insuffisante chez le sujet plus âgé et une arthrodèse antérieure doit compléter le montage pour toute lésion instable.

Haut de page

TECHNIQUE DE LA VOIE ANTÉRIEURE

Rachis cervical inférieur

Installation et voie d'abord

Après réalisation de l'anesthésie générale et de l'intubation, le blessé est positionné sur la têtère (fig. 12) où il est fixé par de l'Elastoplaste® en très légère rotation droite, l'abord se faisant la plupart du temps à gauche. Un billot sous les épaules permet d'obtenir une bonne lordose cervicale, élément essentiel de toute réduction des déplacements osseux ou articulaires. La position en proclive est indispensable pour diminuer le saignement peropératoire, ce qui implique le blocage des membres inférieurs par un appui sous les pieds et une sangle au niveau des cuisses pour éviter la flexion des genoux. L'abaissement des épaules par la sangle à l'Elastoplaste® facilite la vision des dernières vertèbres à l'amplificateur de brillance.

Ostéosynthèse-arthrodèse antérieure monosegmentaire de C3 à C7

Nous contrôlons, une fois l'installation réalisée, la réduction des lésions à l'aide de l'amplificateur de brillance ; certains auteurs [22] réalisent l'intervention sous ce contrôle permanent, se servant du générateur de rayons recouvert de champs stériles comme table d'instruments accessoires. Si un alignement anatomique n'est pas obtenu, il faut le rechercher avant d'entreprendre la réalisation de l'abord chirurgical. La réduction par voie antérieure des luxations uni- ou biarticulaires nous paraît impossible et trop risquée ; si sous anesthésie et contrôle télévisé la réduction n'a pu être obtenue par manipulation manuelle, le blessé est retourné et un abord postérieur sera réalisé. La seule réduction incomplète que nous tolérons est celle des fractures-séparation unilatérales du massif articulaire ou des fractures uniarticulaires car elle pourra être complétée peropératoirement. La voie d'abord est droite (opérateur droitier) au-dessus de C5, gauche au-dessous. L'incision (fig. 13) est horizontale pour l'abord d'un étage, ou oblique sur le relief même du muscle sternomastoïdien pour deux étages ou plus ; cette incision oblique n'entraîne pas de cicatrice rétractile ou inesthétique si l'on incise exactement au bord antérieur du muscle. Au cours de la traversée du tissu cellulaire « sous-cutané », il faut coaguler les petites veines superficielles sur la pince à disséquer et essayer de respecter les branches du plexus cervical superficiel ; en cas d'incision horizontale, il est alors nécessaire de décoller les plans superficiels du peaucier pour se retrouver dans les conditions de l'abord oblique. Le muscle peaucier est disséqué du plan sous-jacent aux ciseaux fins type Metzenbaum puis incisé, entre les branches écartées du ciseau, par l'aide situé en face de l'opérateur. Le deuxième repère musculaire est le muscle omohyoïdien dont la section entre deux ligatures se fait de la même manière après avoir bien repéré ses bords supérieurs et inférieurs et avoir chargé son corps plat sur les ciseaux. Sa section permet, en poursuivant la dissection vers le bas, de franchir l'aponévrose cervicale moyenne. Au-dessus de C5, cette section n'est pas indispensable. L'opérateur va alors repérer à la palpation les vaisseaux carotidiens et placer son index gauche sur eux (fig. 14) ; avec des ciseaux mousse, il va trouver le plan entre les vaisseaux et l'axe trachéodigestif en avant ; dès le passage trouvé, il faut, tout en laissant le doigt sur les vaisseaux, repousser au tampon monté tout ce qui se trouve en avant, c'est-à-dire la thyroïde, la trachée, et l'oesophage, et les confier à l'écarteur, généralement un grand Farabeuf tenu par l'aide opposé. Cette dissection transversale met en tension certains éléments vasculaires tels que les veines ou même l'artère thyroïdienne moyenne si la dissection est dirigée vers le bas ; ils sont bien évidemment sectionnés entre deux ligatures après isolement sur un petit dissecteur. Le refoulement vers le côté opposé de l'axe aérodigestif et de la thyroïde est complété et confié à l'aide opposé en prenant bien soin que la lame de l'écarteur ait chargé l'oesophage qui a glissé sur le plan rachidien, repoussé par le tampon monté. Il ne reste plus qu'à inciser l'aponévrose profonde aux ciseaux pour repérer l'espace intermusculaire prévertébral, repère fondamental pour s'assurer que l'on est bien sur la ligne médiane. En l'absence de lésion discale ou osseuse évidente, la prudence consiste à repérer à l'aide d'une aiguille sous amplificateur de brillance le niveau rachidien. On peut alors placer délicatement un ou deux petits écarteurs de type Hohman, sur la face latérale opposée des vertèbres, leur pointe tenant d'ailleurs mieux dans le disque que sur

des Farabeuf est moins traumatisant pour l'environnement vasculonerveux et viscéral.

L'incision au bistouri électrique du « surtout » préarachidien va permettre de bien individualiser, en les ruginant, les bords latéraux du corps vertébral ; les écarteurs de Hohman sont alors placés sous cette formation prévertébrale et leur assise devient meilleure. Le disque est réséqué (fig. 15 A, B) au bistouri puis à la pince de Love ; pour faciliter cette exérèse on peut s'aider d'un petit écarteur autostatique intercorporel, type Meary, placé alternativement du côté opposé puis du même côté que l'opérateur et enfoncé progressivement au cours de la dissection. Après l'ablation du disque, si la réduction de la lésion n'est pas complète, on peut essayer de relever, de façon plus ou moins asymétrique, le plateau inférieur de la vertèbre supérieure par une manoeuvre de levier à l'aide d'une rugine qui prend appui sur le plateau vertébral inférieur, manoeuvre contrôlée sous amplificateur. L'arthrodèse intercorporelle monosegmentaire peut alors être réalisée : les plateaux vertébraux sont soigneusement débarrassés de toute insertion discale au bistouri et de la partie la plus superficielle du cartilage à la curette (fig. 15 C) ; il faut éviter à tout prix d'effondrer le tissu osseux sous-chondral, seul élément solide du corps vertébral. On prélève alors le greffon iliaque : il faut respecter l'épine iliaque antérosupérieure et ne prendre la greffe que quelques centimètres en arrière d'elle. Il n'est pas indispensable de prendre les deux corticales, interne et externe, pour une arthrodèse monosegmentaire et en particulier chez les jeunes femmes, nous essayons de respecter la corticale externe, le greffon ayant une épaisseur suffisante pour restaurer la hauteur intercorporelle normale. On revient, après changement de gants, au niveau cervical et on va impacter horizontalement le greffon dans l'espace intersomatique en distractant si cela est possible, par un mouvement de levier, l'espace intercorporel ou par augmentation temporaire de la traction externe ; pour certains, l'instrumentation de Caspar permet cette distraction temporanée au prix d'un vissage dans les corps vertébraux adjacents à l'aide d'une instrumentation spéciale. Pour faciliter la fusion osseuse, nous avons au préalable perforé les plateaux vertébraux à la pointe carrée ou à la fraise ainsi que la partie corticale du greffon. Ce dernier doit être parfaitement stable et il ne faut, en aucune façon, confier à l'ostéosynthèse seule ce rôle, les cas de « débricolage » avec recul de vis ou même rupture de plaque rapportés dans la littérature résultant tous d'une mauvaise stabilité primaire du greffon dans l'espace intercorporel.

L'ostéosynthèse antérieure par plaque est alors effectuée : pour s'adapter à la lordose cervicale, il est indispensable de courber la plaque. Nous utilisons une plaque en titane (Lemaire) de 0,5 mm d'épaisseur qui permet d'éventuels contrôles postopératoires en imagerie par résonance magnétique (IRM), cette plaque ne comporte qu'une rangée de trous distants de 13 mm pour les plaques de 20 mm de long et de 18 mm pour les plaques de 25 mm de long mais elle est renforcée à ses quatre angles par un pointeau. Elle est mise en place très aisément sous contrôle à l'amplificateur qui permet d'enfoncer les quatre pointeaux de 5 mm dans les corps vertébraux par impaction (cette impaction au marteau n'est pas recommandée en cas de canal étroit arthrosique). Les vis sont alors fixées au corps vertébral (les têtes de vis ne dépassent que de 0,8 mm la plaque) (fig. 16). Leur diamètre est de 4 mm, la longueur moyenne chez l'adulte de 16 mm, l'utilisation peropératoire de l'amplificateur de brillance permet d'utiliser des vis dont l'extrémité peut perforer sur 1 à 2 mm le mur postérieur vertébral, manoeuvre qui peut être contrôlée avant la mise en place de la vis par une petite broche. Pour une arthrodèse monosegmentaire, le drainage par un seul Redon suffit (fig. 17). Il faut reconstituer le plan de l'omohyoïdien et suturer le peaucier si l'on utilise un surjet intradermique pour la fermeture cutanée. Un simple collier mousse (fig. 18), prévenant les mouvements de flexion-extension, est nécessaire dans la période postopératoire ; nous recommandons d'asseoir à 45 ° les opérés dès que leur réveil est effectif. Les complications possibles sont l'hématome compressif suffocant qu'il faut reconnaître au plus tôt, complication très exceptionnelle et les dysphonies par compression peropératoire du récurrent, généralement transitoires. En dehors de la chirurgie itérative, les complications oesophagiennes ou récurrentielles définitives sont extrêmement rares.

Variantes

Elles portent sur la nature du greffon et le dessin des différentes plaques.

- **Le greffon** : la traumatologie concernant surtout des blessés jeunes, nous restons fidèles aux greffons autologues iliaques exceptionnellement tibiaux ; certains utilisent des substituts osseux tels le corail ou l'os conservé.
- **Les plaques** : elles ne sont toutes que des modifications de la plaque initiale AO de Sénégas ^[22] à double fixation supérieure et inférieure ; elles peuvent être en titane (AO/ASIF, Orozco, Louis, Caspar, Morscher).

L'*arthrodèse antérieure bisegmentaire* (fig. 19 A, B) nécessite la résection des deux disques adjacents à la lésion corporéale, ses indications sont larges (« tear-drop », fractures comminutives, lésion à double étage...).

Un abord antérolatéral oblique est recommandé : l'exposition de trois corps vertébraux est nécessaire : en conduisant la dissection vers le bas on peut, après ligature de l'artère thyroïdienne inférieure, exposer suffisamment, surtout chez la femme, C7 pour réaliser une corporectomie et même T1 pour y placer une vis.

Après résection des deux disques adjacents, la partie antérieure du corps vertébral fracturée est enlevée à la pince-gouge ou à la curette (fig. 19 A). L'exérèse est étendue au mur postérieur lorsque celui-ci a reculé dans le canal (fig. 19 B) ; au cours de cette chirurgie de décompression canalaire, progressive, on peut être amené à s'étendre vers les bords latéraux du corps vertébral : à ce niveau, des fragments osseux peuvent avoir créé, lors du traumatisme initial, une lésion vasculaire vertébrale au niveau du trou transversaire (fig. 20) ; lors de l'ablation de ces esquilles osseuses, l'hémostase temporaire qu'elles assuraient va céder, entraînant une hémorragie très difficile à maîtriser. Si le tamponnement prolongé et la coagulation « contrôlée » sont inefficaces, il faut savoir que la ligature ou l'interruption du flux artériel par obturation au ciment du trou transversaire, seuls moyens de contrôle de l'hémorragie, peuvent avoir des conséquences céphaliques graves en cas d'artère vertébrale dominante. Après curetage soigneux des deux plateaux vertébraux « sains » supérieur et inférieur et leur perforation à la pointe carrée (fig. 21 A), un greffon iliaque bicortical est impacté verticalement (fig. 21 B). Une résection de ces plateaux ou un « curetage » trop appuyé reporteraient l'impaction dans le spongieux corporéal avec perte de stabilité (fig. 22 A). Latéralement, les deux faces corticales du greffon vont être en contact étroit avec les berges osseuses restantes du corps vertébral réséqué ; il faut se méfier lors de cette impaction que le greffon reste bien vertical en prenant soin de l'enfoncer alternativement en haut puis en bas ou mieux d'un seul bloc pour éviter sa pénétration dans le canal par une de ses extrémités (fig. 22 B).

Une plaque antérieure va assurer le montage mais elle ne sera pas fixée au greffon, pour permettre une meilleure mise en compression des interfaces osseuses supérieure et inférieure (fig. 23 A, B).

Cette technique nécessite un double drainage et le port d'un collier mousse ou mieux une minerve en matière plastique (fig. 24) si la stabilité du montage ne paraît pas très satisfaisante ; contrairement à la monosegmentaire, l'arthrodèse bisegmentaire entraîne un certain degré de diminution de mobilité rachidienne, mais celle-ci reste très modérée.

Rachis cervical supérieur

Vissage antérieur de l'odontoïde

L'installation est la même que celle précédemment décrite mais l'utilisation de deux amplificateurs de brillance est recommandée (fig. 25) ; il en est de même de la mise en place d'une traction par un étrier de Gardner. L'intubation doit être effectuée de préférence par voie nasopharyngienne, toute hyperextension de la tête étant déconseillée ; ce mode d'intubation évite la présence de matériel radio-opaque en regard de la fracture, ce qui gênerait le contrôle peropératoire de face dont le rayon passe à travers la bouche maintenue ouverte par un tampon radiotransparent.

Avant d'entreprendre la voie d'abord, il est nécessaire d'obtenir une réduction correcte du déplacement tout en conservant le maximum possible d'extension du

fait des difficultés d'abord sur un rachis fléchi ; cette difficulté est majorée en cas de sternum saillant et on peut sous amplificateur évaluer avant l'incision le trajet probable de la vis par une broche : l'impossibilité d'obtenir un trajet correct chez un sujet obèse à cou court ou cyphotique peut faire renoncer à opérer par voie antérieure (fig. 26).

La voie d'abord est soit horizontale (6 cm de long) au niveau C5-C6, soit verticale. La dissection est alors conduite de bas en haut jusqu'au disque C2-C3 ; elle est facilitée par l'emploi des écarteurs de Hohman. Une résection partielle du bord antérieur du disque et parfois même de la partie antérosupérieure du corps de C3 est indispensable pour positionner le point d'entrée de la broche au bord inférieur de C2 et non sur sa face antérieure (fig. 27 A). La pénétration de la broche est suivie sous contrôle à l'amplificateur dans les deux plans et la vis de 3,5 mm mise en place en évitant qu'elle n'entraîne la broche guide. Une mèche souple peut aussi être utilisée guidée par un mandrin rigide qui prend appui sur le bord inférieur de C2 (technique AO) (fig. 26) : les vis utilisées sont de type AO [9] à pas de vis distal ou de Herbert à filetage complet. La revue de la littérature montre que la mise en place de deux vis n'a aucun avantage sur le résultat final (fig. 27 B).

La perforation de quelques millimètres du sommet de l'odontoïde n'est pas dangereuse [9].

Les suites opératoires sont extrêmement simples, le port d'un collier devant être maintenu 2 mois environ.

Arthrodèse C2-C3

A cet étage, il faut veiller à bien impacter le greffon profondément, le bord antéro-inférieur de C2, véritable « bec », surplombant le corps de C3 (fig. 28).

Pour éviter la saillie de son bord supérieur, la plaque doit être soigneusement cintrée et appliquée étroitement contre la face antérieure de C2 dont on peut réséquer le « bec » pour améliorer le contact, la vis de C2 a par ailleurs un trajet oblique vers le haut.

Nous avons utilisé, dans certains cas, un simple vissage transcorporéal C3-C2 à partir du bord inférieur du corps de C3, la vis perforant successivement le corps de C3, le greffon iliaque mis en place au niveau de l'espace C2-C3 et finalement le corps de C2 et l'apophyse odontoïde (fig. 29) ; cette technique est particulièrement recommandée en cas de lésion discoligamentaire C2-C3 majeure en hyperextension, le greffon n'étant maintenu par aucune mise en tension ligamentaire au niveau des colonnes antérieures ou moyennes lésées par le traumatisme.

Arthrodèse C2-C3 en cas de fracture de l'odontoïde

Pour la fracture de l'odontoïde de type III à trait oblique en bas et en avant et surtout celle associée à une fracture des isthmes de C2, on peut réaliser une arthrodèse C2-C3 par plaque en trèfle type AO ou plaque à lame antérieure (Sofamor) (fig. 30) : la vis médiane est dirigée par un canon placé au centre de la plaque ; celle-ci comporte une palette antérieure qui s'oppose au glissement vers l'avant de l'odontoïde. Le premier temps consiste à mettre en place la plaque dans l'espace C2-C3 débarrassé de son disque ; une broche introduite dans le canon de la plaque va alors cathétériser la fracture odontoïdienne. La plaque est soigneusement fixée au corps de C3 par deux vis de 4 mm de diamètre ; la broche est remplacée par la vis de 4,5 mm, sa longueur variant entre 42 et 52 mm.

Fixation antérieure C2-C1 par vis

voie antérieure, une lésion C1-C2 de type ligamentaire ou osseux et une lésion du rachis cervical inférieur, on peut introduire sous contrôle de l'amplificateur de brillance, à partir du bord inférieur de C2, deux vis divergeantes qui vont se fixer dans les masses latérales de C1, réalisant ainsi par voie antérieure la même fixation que la technique de Magerl par voie postérieure (technique du service) (fig. 31 A, B).

Haut de page

INDICATIONS THÉRAPEUTIQUES

Elles sont déterminées par la notion d'instabilité qui résulte elle-même de la fragilité de cet étage rachidien et de son exposition aux traumatismes.

Cette instabilité peut avoir un retentissement clinique grave en raison de rapports étroits existant entre le support ostéo-discoligamentaire et son contenu, la moelle cervicale et ses racines ; ceci explique la grande fréquence d'indication chirurgicale à ce niveau par rapport au reste du rachis. Réduction, décompression éventuelle, stabilisation en constituent les trois étapes classiques. L'obtention de cette stabilisation ne doit pas compromettre la mobilité, ce qui implique un abord aussi direct que possible du rachis et une limitation des sacrifices discoligamentaires ; dans le même but, l'utilisation combinée et harmonieuse de greffons osseux et de matériel d'ostéosynthèse spécifique permet d'éviter toute immobilisation externe contraignante et prolongée comme par exemple le « Halo Vest » qui n'est pas utilisé en Europe pour cette pathologie traumatique.

Rachis cervical supérieur

Techniques

Les techniques utilisées sont spécifiques à cet étage du rachis.

Dislocations occipitocervicales

Les rares cas ^[19] qui ont survécu au traumatisme initial ont été stabilisés, après réduction, par ostéosynthèse postérieure occipitocervicale (fig. 7).

Fractures de l'atlas

Le traitement « orthopédique » par mise en traction continue de 30 jours, suivi d'immobilisation par minerve « à l'indienne » (fig. 24) pendant la même durée, est suffisant pour réduire le déplacement des fractures des deux arcs et obtenir leur consolidation. Exceptionnellement, une ostéosynthèse par plaque vissée pourrait être effectuée par voie antérieure sous-maxillaire ou même une arthrodèse C1-C2 par vis selon Magerl (fig. 4 B). L'association possible d'une fracture de l'atlas à une autre lésion du RCS, odontoïde en particulier, doit être recherchée avec soin, car elle contre-indique tout procédé d'arthrodèse appuyé sur l'arc postérieur de C1, et oblige à rechercher un point fixe plus haut sur l'écaille de l'occipital (fig. 8).

Entorses graves C1-C2

transverse, principal élément de stabilité entre C1 et C2. La simple mise en traction réduit très facilement l'écart anormal entre l'arc antérieur de C1 et la face antérieure de l'odontoïde, mais ne peut en aucun cas assurer la cicatrisation du ligament et donc contrôler l'instabilité. Une arthrodèse C1-C2 est indispensable pour stabiliser cette entorse grave et éviter un déplacement brutal aux conséquences neurologiques dramatiques ; elle entraînera malheureusement une limitation de 50 % de la rotation de la tête : cette fusion osseuse C1-C2 est difficile à obtenir par les techniques classiques de type Gallie (fig. 2 et 3) mais on peut lui associer une fixation transarticulaire par voie postérieure selon Magerl (fig. 4 A, B).

Lorsque la voie postérieure n'est pas praticable, que l'arc postérieur de C1 est fracturé ou lorsque l'on veut traiter dans le même temps une lésion associée du RCI, on peut fixer C2 à C1 par voie antérieure : deux vis, introduites au bord inférieur du corps de C2, peuvent être dirigées sous contrôle de l'amplificateur de brillance, dans les masses latérales de C1, réalisant ainsi une bonne fixation sans découverte des facettes articulaires (fig. 31 A, B) ; à noter que cette technique antérieure peut compléter utilement une arthrodèse postérieure type Gallie, dont la stabilité paraît douteuse.

Fractures de l'odontoïde

On a assisté, ces dernières années, à l'abandon progressif des techniques de laçage postérieur C1-C2 par fils souples ou rigides, au bénéfice du vissage par voie antérieure selon Böhler ^[5] (fig. 26 et 27).

Le vissage n'est cependant indiqué que pour les *fractures de type II* d'Anderson et d'Alonso à trait transversal ou oblique en bas et en arrière (fig. 27). Sa réalisation est délicate, nécessitant une réduction préalable sur la table d'opération en flexion antérieure, ce qui gêne l'abord, et un contrôle de la pénétration de la broche de réduction sous un, ou mieux, deux amplificateurs de brillance (fig. 25). La simplicité des suites opératoires qui se résument au port d'un collier mousse et la possibilité de reprise rapide de la déambulation permettent d'en étendre l'indication aux sujets âgés.

Pour les *fractures de type III*, à trait oblique en bas et en avant (fig. 30), le déplacement est généralement modéré, et ne nécessite pas de réduction parfaite, tout au plus quelques jours de traction ; le port d'une minerve « à l'indienne » permet d'obtenir une consolidation rapide de cette fracture « trans-spongieuse ». En cas de déplacement important ou d'extension du trait de fracture aux pédicules de C2, on peut réaliser une ostéosynthèse par voie antérieure à condition que le matériel d'ostéosynthèse mis en place comporte un élément métallique en forme de « palette » placé en avant de l'odontoïde : cette « palette » va s'opposer au glissement antérieur du fragment supérieur lors du vissage ; ceci est réalisé par des plaques « en trèfle » type AO ou des plaques type Sofamor (Vichard) (fig. 30). Les abords transbuccaux n'ont pas de place, dans notre expérience, pour le traitement des lésions récentes, quant aux arthrodèses C1-C2, elles doivent être réservées en matière de traumatologie odontoïdienne aux lésions associées complexes et aux pseudarthroses.

Fractures des isthmes de C2

Elles consolident parfaitement après 21 à 35 jours de traction dans l'axe du rachis, le sujet étant installé en position assise à 45° : cette période de traction est suivie d'une immobilisation par minerve, en résine ou en matière plastique avec appui antérieur sternal, postérieur sous-occipital et bandeau à « l'indienne ». Seules les fractures à grand déplacement par lésion discale C2-C3 seront opérées : après réduction progressive, nous préférons l'ostéosynthèse-arthrodèse antérieure C2-C3 (fig. 28) par voie présternomastoïdienne élargie vers le haut avec ligature du tronc thyro-linguo-facial ou de ses branches, et individualisation du XII qui doit être protégé et récliné vers le haut. Pour d'autres auteurs ^[19], la méthode de choix est l'ostéosynthèse directe des isthmes de C2 par voie postérieure (fig. 5), technique rendue très délicate par la présence de deux formations anatomiques nobles :

- en dedans la moelle cervicale ;
- en dehors l'artère vertébrale décrivant à ce niveau son coude caractéristique.

Rachis cervical inférieur

A ce niveau, les indications du service sont basées sur la classification que nous avons développée, à la suite des travaux de Allen ^[2], Harris ^[11] et Sénégas ^[22]. Il s'agit d'une classification « lésionnelle » qui attribue la responsabilité des différents types de traumatismes observés à un des quatre vecteurs lésionnels dominants : flexion, compression, rotation, extension ; chacun de ces types est subdivisé en trois en fonction de l'intensité du vecteur vulnérant. Reprenant la conception des trois colonnes établie par Denis au niveau du rachis thoracolombaire, nous retrouvons (fig. 32), au niveau cervical : la colonne antérieure, discocorporéale, la colonne moyenne qui est ici uniquement discoligamentaire, et enfin la colonne postérieure articuloligamentaire. La colonne moyenne, formée par la partie postérieure du disque et le ligament longitudinal postérieur, est la clef de voûte de la stabilité du rachis cervical : sa lésion associée à celle de la colonne postérieure entraîne, dans tous les traumatismes comportant un vecteur de flexion, une instabilité en flexion durable et même évolutive ; il en est de même dans les traumatismes en extension où son atteinte, associée à celle de la colonne antérieure, est responsable d'instabilité et souvent de neuroagressivité ; dans les traumatismes rotatoires elle est généralement lésée, ce qui permet la dislocation ou la fracture d'une articulaire postérieure ; à l'opposé, elle peut être respectée dans certains traumatismes en compression « pure ».

En conclusion, la mise en évidence d'une lésion traumatique de cette colonne moyenne dont la cicatrisation spontanée est illusoire est pour nous synonyme de stabilisation chirurgicale.

Notre expérience repose sur nos travaux expérimentaux sur le singe ^[4], et sur le traitement au centre hospitalier universitaire de Nice des traumatismes du RCI, dont 250 cas ont subi une intervention chirurgicale.

Depuis 1979, nous avons adopté le principe de la réduction « orthopédique » des lésions déplacées, suivie de leur stabilisation chirurgicale effectuée par voie antérieure dans plus de trois quarts des cas.

Lésions en flexion

Elles résultent d'un mouvement de bascule antérieure, autour d'un axe transversal situé au niveau du corps vertébral sous-jacent ^[13]. Selon l'intensité et la durée de la force exercée, trois lésions caractéristiques par leur siège électif au niveau des formations discoligamentaires peuvent se produire.

Entorse « bénigne »

Elle se rencontre chez un grand nombre de traumatisés où, comme l'objectivent clichés dynamiques et IRM, la colonne moyenne reste intacte, il n'y a pas d'instabilité.

Les seules rares indications chirurgicales résultent de la création par le traumatisme d'une « hernie discale » latéralisée, mise en évidence par la tomodensitométrie (TDM) et l'IRM. Plus difficile à affirmer est le rôle aggravant du traumatisme en cas de lésion ostéophytique préexistante. Dans le premier cas, la hernie « molle », rebelle au traitement médical et à symptomatologie radiculaire concordante peut être traitée par discectomie par voie antérieure, suivie dans notre expérience d'une arthrodèse intersomatique à l'aide d'un greffon iliaque encastré et d'une plaque en titane ; certains ^[22] ne pratiquent pas d'arthrodèse, d'autres utilisent des greffons conservés ou synthétiques dans le but d'éviter les douleurs et les possibles hématomes au niveau du site donneur.

Dans le second cas, il s'agit généralement de hernie « mixte », disco-ostéophytique et il faut faire appel aux techniques de décompression radiculaire ou médullaire utilisées dans la chirurgie de l'arthrose cervicale : uncoforaminectomie ou large décompression antérieure avec arthrodèse.

Entorses graves (EG)

Elles résultent d'une atteinte de la colonne moyenne discoligamentaire, associée à celle des formations capsuloligamentaires postérieures. Cette lésion instable se traduit par un déplacement antérieur en flexion dont les signes radiologiques sont bien classiques ^[14] ; il faut savoir cependant que cette instabilité peut ne s'objectiver radiologiquement que quelques jours après le traumatisme qui « fixe » le rachis en position antalgique. L'indication chirurgicale est absolue, car même chez le sujet jeune, la cicatrisation n'est pas possible quelle que soit la qualité de l'immobilisation « orthopédique ». Elle est réalisée par voie antérieure qui permet de faire une exérèse complète du disque remplacé par une arthrodèse intercorporeale. Cette stabilisation s'est révélée insuffisante chez quelques patients arthrosiques où « l'usure » des articulaires postérieures n'a pas permis un verrouillage parfait, après réduction, de cette lésion éminemment instable ; la prudence conseille chez ces sujets de réaliser un complément d'immobilisation par minerve ou même extension continue. Quant à la fixation postérieure par vis dans ces massifs très ostéoporotiques, elle nous paraît peu fiable et on pourrait envisager de recourir à des techniques de type « Simons » (fig. 33) analogues à celles utilisées en chirurgie tumorale. Le diagnostic d'entorse grave peut enfin être méconnu lorsque cette lésion purement discoligamentaire est associée, chez le même blessé, à une atteinte osseuse bien visible au bilan radiologique, telle que « tear drop » ou déplacement rotatoire ; lorsque l'on suspecte une telle association, il ne faut pas hésiter à l'objectiver en cours d'intervention, après la stabilisation chirurgicale de la lésion osseuse, par un cliché « dynamique » effectué par le chirurgien sous contrôle de l'amplificateur de brillance. La présence d'une entorse grave à l'étage adjacent à l'arthrodèse initiale indique alors une nouvelle fusion.

Luxations-fractures biarticulaires

Qu'elles résultent de l'évolution d'une EG négligée, ou succèdent à un traumatisme violent en hyperflexion, la réduction d'urgence par étrier de Gardner ou manoeuvre manuelle s'impose ; l'horaire de la fixation chirurgicale est fonction de l'état neurologique et de l'état respiratoire ^[21]. Nous préférons réaliser cette fixation par arthrodèse antérieure monosegmentaire (fig. 15) qui permet de bien contrôler le disque qui peut avoir été « rétropulsé » dans le canal lors de la réduction ; dans aucun des cas où des blessés tétraplégiques ont dû subir secondairement une trachéotomie, soit en moyenne après 8 à 10 jours d'intubation trachéale, n'a été déplorée d'infection secondaire du montage antérieur.

L'arthrodèse antérieure peut être complétée chez le sujet jeune par une fixation par plaques postérieures, réalisée dans le même temps opératoire ou quelques jours plus tard, en cas de luxation-fracture à dégâts osseux importants ; chez les sujets âgés, on retrouve par ailleurs ici les mêmes problèmes de stabilité que pour les EG : la luxation se constitue dans ces cas au-dessus d'un bloc ostéophytique, parfois à l'occasion d'un traumatisme minime, et n'a pas toujours la gravité neurologique des déplacements traumatiques du sujet jeune.

Lésions en compression

Ce mécanisme dominant est à l'origine de lésions anatomiques très spécifiques qui comportent toutes une composante osseuse. Cependant, du fait de l'extrême mobilité du rachis cervical, une force fléchissante est souvent associée à la compression avec possibilité de lésion discoligamentaire. L'importance de la force compressive nous permet de différencier trois types de lésions.

Tassements corporeaux antérieurs

Ces tassements respectent la partie postérieure du corps vertébral et le système ligamentaire postérieur. Ils ne nécessitent qu'une simple immobilisation par minerve, en position neutre, toute hyperextension étant très mal supportée : elle sera confectionnée après quelques jours de réduction par traction en extension. Les indications chirurgicales sont ici exceptionnelles, à discuter uniquement en cas de lésions multiples.

Tear drop fractures

Il s'agit d'une lésion très particulière due à un mécanisme de compression axiale sur un rachis fléchi tel que le réalisent entre autres les accidents de plongeon en eau peu profonde ou de placages au rugby ^[23]. La compression est à l'origine de lésions osseuses : fracture en « larme » du coin antéro-inférieur du corps vertébral, trait sagittal transcorporel, fracture verticale de l'arc postérieur ; les forces de flexion forcée sont responsables des lésions discales (8 fois sur 10 au niveau du « tear drop ») étendues à la colonne moyenne et aux formations capsuloligamentaires postérieures ; les deux types de lésion osseuse et ligamentaire sont toujours associés, mais leur importance relative est variable. On conçoit donc que certains « tear drop » à prédominance osseuse restent stables et puissent être traités par extension et minerve ; en revanche, dès qu'il existe une perte de l'alignement du bord postérieur corporel sur le cliché de profil, traduisant une lésion de la colonne moyenne, discoligamentaire, une stabilisation est indispensable car il s'agit d'une lésion à prédominance discoligamentaire, donc instable et évolutive ; ceci correspond, pour l'Ecole française, à 90 % des cas.

Nous traitons ces « tear drop » instables par ostéosynthèse-arthrodèse antérieure bisegmentaire selon la technique décrite plus haut (fig. 19 et 21), il faut se méfier que le corps vertébral sus-jacent au « tear drop » ne présente pas une lésion étagée à type de trait sagittal qui contre-indiquerait l'utilisation de plaque à seule vis médiane. La fixation postérieure isolée par plaques ne nous paraît pas capable de s'opposer aux forces fléchissantes antérieures qui s'exercent sur la colonne antérieure lésée tant au niveau osseux que discal.

Fractures comminutives

La présence de fragments corporeaux, entièrement libérés par de multiples traits de fracture et neuroagressifs, impose un abord antérieur avec résection complète du corps vertébral fracturé (fig. 20) et des deux disques adjacents suivi d'ostéosynthèse-arthrodèse antérieure bisegmentaire. En l'absence de troubles neurologiques, certaines fractures comminutives purement osseuses sans atteinte de la colonne discoligamentaire et avec possibilité de réduction des fragments par traction avec effet « d'ostéotaxis » peuvent être traitées orthopédiquement selon le protocole développé plus haut.

Lésions en rotation

Le vecteur dominant de rotation est à l'origine de lésions asymétriques que nous avons groupées sous le terme de « déplacements rotatoires traumatiques » ^[4]. Elles associent une lésion uni-articulaire postérieure à une lésion de la colonne moyenne plus ou moins étendue vers l'avant au disque intervertébral. La lésion uni-articulaire est déterminée par la vitesse et la force d'application du vecteur rotatoire, généralement associé à une inclinaison latérale ^[4].

Les « déplacements rotatoires » présentent un aspect radiologique univoque qui traduit la rotation vertébrale : déviation latérale de l'épineuse sur le cliché de face, antélysthesis modéré sur le cliché de profil avec aspect de trois quarts du rachis sus-jacent à la lésion, bâillement uncovertébral ^[7] sur le cliché de trois

quarts ascendant ; ces clichés et surtout l'étude en TDM permettent de différencier les trois lésions uni-articulaires : les luxations uni-articulaires (LUA), les fractures uni-articulaires (FUA), les fractures-séparation du massif articulaire (FSMA) décrites par Judet et Roy-Camille ^[20].

Luxations uni-articulaires

Leur traitement est dominé par la nécessité d'une réduction préalable à la stabilisation. La réduction est effectuée progressivement par traction à l'aide d'un étrier de Gardner, les poids étant augmentés jusqu'à atteindre 10 ou 15 kg. En cas d'échec, la réduction manuelle sous anesthésie générale et contrôlée sous amplificateur de brillance selon la technique de Galiber est recommandée ; des séries importantes et notre propre expérience en ont confirmé l'innocuité. Le degré d'urgence de la réduction est fonction de la présence ou non de signes neurologiques qu'ils soient radiculaires, comme c'est le cas le plus fréquent, ou même médullaires. Après obtention de la réduction, nous préférons pratiquer la stabilisation par une ostéosynthèse-arthrodèse antérieure monosegmentaire (fig. 15) qui permet de bien contrôler la lésion discale, un fragment discal ayant pu être rétropulsé dans le canal par la manoeuvre de réduction. Ce n'est qu'en cas d'impossibilité de réduction, en particulier pour des luxations « vieilles » que nous recourons à la voie postérieure qui permet la réduction de la luxation sous contrôle de la vue, en employant la manoeuvre classique du démonte-pneu (fig. 34 A) qui va permettre de faire repasser en arrière la facette articulaire de la vertèbre supérieure ; la stabilisation est assurée dans ce cas par une ostéosynthèse monosegmentaire par deux plaques vissées, selon la technique de Roy-Camille (fig. 34 B) ; pour ces luxations traitées par seule voie postérieure, une IRM préopératoire et un contrôle TDM postopératoire s'imposent pour apprécier l'état du disque, toute complication neurologique postopératoire indiquant une exérèse discale immédiate. Il ne nous paraît pas prudent d'aborder par voie antérieure une LUA non réduite au préalable car les manoeuvres de distraction intercorporeale que nécessitera l'obtention de cette réduction par le seul abord antérieur, même sous contrôle radiologique, ne sont pas certaines d'être efficaces et peuvent même être neuroaggressives.

Fractures uni-articulaires

Qu'il s'agisse d'une lésion de l'articulaire inférieure ou de la supérieure diagnostiquée sur la constatation d'une « triple image » comme nous l'avons décrit sur la TDM, la réduction est facilement obtenue par mise en traction lordosante ; en revanche la contention est plus difficile à obtenir par une simple arthrodèse antérieure : le risque d'instabilité secondaire est dû en effet à la perte du rôle stabilisateur de la facette fracturée, associée à la présence des lésions discoligamentaires des colonnes moyenne et parfois antérieure. Le deuxième écueil est la persistance, après restauration complète ou non de l'alignement intercorporeal, d'un déplacement de la facette, comprimant la racine nerveuse correspondante (fig. 35 A, B).

Ces deux particularités des FUA justifient pour de nombreux auteurs l'abord postérieur qui permet la réduction ou l'ablation de la facette fracturée sous contrôle de la vue (fig. 35 B), son éventuel remplacement par une plaque en tuile ^[20] (fig. 36 A, B), et la stabilisation par deux plaques vissées.

Pour notre part, la réduction en hyperlordose et la contention par arthrodèse antérieure se sont révélées aussi efficaces (fig. 16), sauf en cas d'utilisation d'un greffon de hauteur insuffisante ou en cas de réduction incomplète, comme cela se voit dans les cas opérés après le premier mois ; une décompression radiculaire secondaire selon les techniques décrites plus haut, et une fixation complémentaire par plaques ont été nécessaires dans ces derniers cas. Les FUA ne sont souvent que l'un des éléments d'une lésion « étagée » et toutes les lésions doivent obligatoirement être mises en évidence avant d'entreprendre l'acte chirurgical, sous peine de voir apparaître un déplacement secondaire au-dessus ou au-dessous d'une arthrodèse antérieure effectuée pour une « lésion dominante ». Nous avons en effet constaté, dans notre expérience, un certain nombre de déplacements secondaires de ces FUA dont le diagnostic initial n'avait pas été porté en l'absence de bilans soigneux comportant une TDM. A l'opposé,

certaines rares FUA sans déplacement, donc sans lésion probable de la colonne moyenne, peuvent consolider avec un risque minime de déplacement secondaire grâce à une immobilisation orthopédique, mais ce traitement ne peut être conseillé que si une exploration complète par l'IRM confirme l'absence de toute lésion discale.

Fractures-séparation du massif articulaire

Elles résultent d'un mouvement forcé en rotation-extension ; complètement libéré par la fracture pédiculaire en avant et la fracture laminaire en arrière, le massif articulaire s'horizontalise, et cette perte de connexion avec le reste du rachis rend sa réduction difficile. La réduction et la fixation par voie postérieure, selon les techniques décrites plus haut (fig. 37), sont donc préconisées par certains, avec prise de deux étages .

Pour notre part, la réduction « orthopédique » en hyperlordose, suivie d'une arthrodèse antérieure monosegmentaire, a toujours été suffisante pour faire disparaître les signes radiculaires et assurer la stabilisation, bien que dans certains cas, la reposition du massif n'ait pas été parfaitement obtenue. On peut essayer de parfaire cette réduction, lors de l'abord antérieur, par une manoeuvre de levier effectuée à l'aide d'une spatule prenant appui après le premier temps de discectomie sur le corps vertébral inférieur, le « soulèvement » du corps vertébral supérieur devant se faire asymétriquement. Il faut insister à nouveau, à propos de ce type de lésion, sur la nécessité d'un bilan radiologique et tomodensitométrique complet, devant un traumatisme du RCI, car notre série comporte plusieurs FSMA dont le diagnostic initial a été méconnu, et qui se sont révélées secondairement sous la forme d'un déplacement rotatoire caractéristique.

Lésions en extension

Le rétrécissement canalaire constaté lors de l'extension physiologique est à l'origine de la fréquence et de la gravité des troubles neurologiques provoqués par les traumatismes en hyperextension ; les arguments permettant de retenir ce mécanisme sont : l'anamnèse, la présence d'un impact facial cutané ou d'une fracture frontale ou faciale, et surtout la constatation d'un déficit neurologique particulier dont le tableau le plus classique, est celui du syndrome central de la moelle de Kahn et Schneider avec sa paralysie prédominante aux membres supérieurs. Devant un tel tableau clinique, un bilan radiologique, et surtout une IRM sont indispensables ^[6] ; ce dernier examen a permis de mieux préciser les lésions anatomiques, non seulement au niveau discoligamentaire mais aussi médullaire, où elles revêtent une valeur pronostique indiscutable. Associée aux clichés dynamiques en extension, elle va permettre de différencier deux types d'« entorses » dont le traitement sera radicalement différent.

Entorses en hyperextension

Ce diagnostic est retenu en l'absence de toute lésion osseuse ou discale récente, quelle que soit la gravité du tableau clinique. Les troubles neurologiques sont dus à une « sidération médullaire » transitoire lors de l'hyperextension, véritable « neuropraxie » ^[3] ; on retrouve fréquemment un canal constitutionnellement étroit ^[23] (indice de Torg < 0,8) chez le sujet jeune où la récupération rapide est de règle, ou un canal étroit arthrosique chez le sujet âgé, où la récupération sera beaucoup plus lente et incomplète.

Le traitement médical par corticothérapie à fortes doses doit être institué au plus tôt, l'immobilisation par collier préférée à l'extension, les seules indications chirurgicales de large décompression antérieure n'étant portées que secondairement devant une stagnation de la récupération neurologique.

Entorses graves en hyperextension

La déchirure ligamentaire antérieure s'est poursuivie au niveau du disque et de la colonne moyenne avec création d'une lésion instable. Radiologiquement, on peut constater une image de « tear drop » inversé, l'IRM confirmant les lésions du disque et des ligaments antérieur et postérieur avec en particulier, la possibilité d'expulsion discale intracanalalaire, à l'origine des troubles neurologiques. Une indication chirurgicale rapide d'exérèse discale et d'arthrodèse par voie antérieure s'impose. Le siège le plus fréquent de cette atteinte discoligamentaire étant le disque C2-C3, la fixation par vis transcorporeale (fig. 29) C3-C2 représente une alternative intéressante à la plaque vissée antérieure type classique ou trèfle (fig. 30), cette dernière étant en revanche à retenir en cas de fracture associée de l'odontoïde.

Luxations-fractures biarticulaires en extension

Il s'agit d'une lésion rare encore mal connue, mais pour laquelle l'étude scanographique et par IRM est essentielle. La lésion est évidente, lorsque la luxation postérieure des articulaires est complète, laissant le rachis en hyperextension, avec blocage des articulaires incarcérées entre le corps vertébral et l'articulaire sous-jacente, cette éventualité rare se voit en cas d'arthrose importante ; elle est plus difficile à diagnostiquer lorsque la lésion anatomique est une fracture-séparation du massif articulaire bilatérale, éventualité plus fréquente dont le déplacement a été rendu possible par la présence d'une importante lésion des colonnes antérieure et moyenne ; en effet, dans ce cas à un premier mouvement forcé d'hyperextension brutale succède une flexion antérieure spontanée sous l'influence du poids de la tête, le rachis étant complètement déstabilisé par l'importance des lésions tant postérieures qu'antérieures, ce qui donne un aspect radiologique voisin de celui d'une luxation-fracture biarticulaire en flexion. A ces atteintes articulaires postérieures par un mécanisme d'extension, sont associées des lésions étagées caractéristiques des épineuses et des arcs postérieurs qui expliquent en partie l'échec de la réduction par traction progressive, manoeuvre d'ailleurs illogique dans ce type de traumatisme. Cette absence de réduction doit faire envisager ce diagnostic de luxation-fracture biarticulaire en extension qui indique pour nous un abord postérieur premier de réduction à ciel ouvert des dégâts articulaires et de stabilisation par plaques vissées dans les articulaires saines sus- et sous-jacentes. Dans certains cas, la réduction n'a pu être obtenue qu'au prix de l'ablation d'une facette incarcérée et le maintien de cette réduction à l'aide d'une plaque « en tuile » de Roy-Camille (fig. 38).

L'importance des lésions discoligamentaires bien visibles à l'IRM, en particulier au niveau de la colonne moyenne qui est arrachée du corps vertébral, rend obligatoire un second temps antérieur d'ostéosynthèse et d'arthrodèse.

Haut de page

CONCLUSION

Les lésions traumatiques du RCI rendues instables par la présence d'une atteinte de la « colonne moyenne » discoligamentaire doivent être stabilisées chirurgicalement. Cette stabilité peut être obtenue dans plus de trois quarts des cas par une seule voie d'abord antérieure, à condition qu'une réduction des déplacements articulaires ait été obtenue préalablement par traction continue à l'aide d'un étrier de Gardner ou par « manipulations » sous anesthésie générale contrôlée en permanence à l'amplificateur de brillance. En revanche, la voie postérieure devient une nécessité en cas de lésion articulaire postérieure uni- ou bilatérale non réductible « à ciel fermé » ; elle garde la préférence d'un grand nombre dès qu'une atteinte radiculaire complique une lésion fracturaire uni-articulaire postérieure. L'indication d'un abord combiné est réservée aux lésions

importante atteinte discoligamentaire antérieure : pour les lésions en flexion nous préférons l'abord antérieur premier, pour les lésions complexes en extension, la voie postérieure première peut seule permettre une réduction anatomique des déplacements. Une meilleure analyse des lésions osseuses est due à la généralisation des examens en TDM, alors que dans le même temps, l'IRM est devenue indispensable pour préciser les atteintes discoligamentaires ou médullaires. Associées à la radiographie, ces deux techniques ont permis d'établir le diagnostic de « lésions associées » dans 20 % des cas. Tout ceci doit concorder à améliorer le résultat fonctionnel de ces blessés du rachis cervical.

Références

- [1] AEBI M, ZUBER K, MARCHESI D Treatment of cervical spine injuries with anterior plating. *Spine* 1991 ; 16 (suppl 3) : S38-S45
- [2] ALLEN BL, FERGUSON RL, LEHMANN RT, O'BRIEN RP A mechanistic classification of closed, indirect fractures and dislocations of the lower cervical spine. *Spine* 1982 ; 7 : 1-27 [\[crossref\]](#)
- [3] ARGENSON C, FREHEL M, LOVET J, GRIFFET J, DEPERETTI F. Les contusions médullaires cervicales graves sans lésion ostéo-disco-ligamentaire traumatique. *Rev Chir Orthop* 1990 ; 76 : 507-518. Severe contusion of the cervical spinal cord without bone, disc or ligament injury. *French J Orthop Surg* 1990 ; 4 : 429-440
- [4] ARGENSON C, LOVET J, SANOUILLER JL, de PERETTI F Traumatic rotatory displacement of the lower cervical spine. *Spine* 1988 ; 13 : 767-773
- [5] BÖHLER J Anterior stabilization for acute fractures and non-unions of the dens. *J Bone Joint Surg* 1982 ; 64A : 18-27
- [6] DAVIS SJ, TERESI LM, BRADLEY WG, ZIEMBA MA, BLOZE AE Cervical spine hyperextension injuries : MR findings. *Radiology* 1991 ; 180 : 245-251
- [7] DOSCH JC. Trauma conventional radiologic study in spine injury. Springer Verlag. Berlin. 1985
- [8] EISMONT FJ, ARENA MJ, GREEN BA Extrusion of an intervertebral disc associated with traumatic subluxation or dislocation of cervical facets. Case report. *J Bone Joint Surg* 1991 ; 73A : 1555-1560
- [9] ETTER C, COSCIA N, JABERG H, AEBI N Direct anterior fixation of dens fractures with a cannulated screw system. *Spine* 1991 ; 16 (suppl 3) : S25-S32
- [10] FUENTES JM, BENEZECH J, LUSSIEZ B, VLAHOVITCH B La fracture-séparation du massif articulaire du rachis cervical inférieur. Ses rapports avec la fracture-dislocation en hyperextension. *Rev Chir Orthop* 1986 ; 72 : 435-440
- [11] HARRIS JH, EIDKEN-MONROE B, KOPANIKY DR A practical classification of acute cervical spine injuries. *Orthop Clin North Am* 1986 ; 17 : 15-30
- [12] JEANNERET B, MAGERL F, WARD H, WARD JC Posterior stabilization of the cervical spine by Hook plates. *Spine* 1991 ; 16 (suppl 3) : S56-S63
- [13] LOUIS R. Chirurgie du rachis, anatomie chirurgicale et voies d'abord. Springer Verlag. Berlin. 1982
- [14] LOUIS R. Traumatismes du rachis cervical. 1. Entorses et hernies discales. 2. Fractures et luxations. *Nouv Presse Med* 1979 ; 8 : 1843-1849, 1931-1937
- [15] MAESTRO M. Nouvelle approche biomécanique et thérapeutique de la jonction craniocervicale. Rééducation 86. Exp Scient Franc. Paris. 135-145
- [16] MAGERL F, SEEMAN PS. Stable posterior fusion of the atlas and axis by transpedicular screw fixation, cervical spine I. In : Kehr P, Weidne A eds. Springer Verlag. Vienne. 1987 ; pp 322-327
- [17] NAZARIAN SM, LOUIS RP Posterior internal fixation with screw plates in traumatic lesions of the cervical spine. *Spine* 1991 ; 16 (suppl 3) : S64-S71
- [18] RIZZOLO SJ, PIAZZA MR, COTLER JM, BALDERSTON RA, SCHAEFER D, FLANDERS A Intervertebral disc injury complicating cervical spine trauma. *Spine* 1991 ; 16 (suppl 6) : S 187-S 189 [\[crossref\]](#)
- [19] ROY-CAMILLE R. Rachis cervical supérieur : cinquième journée d'Orthopédie de la Pitié. Masson. Paris. 1986
- [20] ROY-CAMILLE R, LAURIN CA, RILEY LH. Atlas de chirurgie orthopédique. Tome premier : généralités rachis. Masson. Paris. 1992
- [21] SENEGAS J, GAUZERE JM. Plaidoyer pour la chirurgie antérieure dans le traitement des traumatismes graves des cinq dernières vertèbres cervicales. SOFCOT. Réunion annuelle nov 1976 (suppl II, *Rev Chir Orthop*, 1976, 62)
- [22] SENEGAS J, VITAL JM, BARAT M, CAILLE JM, DABADIE Ph Traumatismes du rachis cervical. In: Encycl Med Chir (Ed.) *Appareil locomoteur*, 15-825-A10 Paris Elsevier: 1987; 9 [\[interref\]](#)
- [23] TORG JS, PAVLOV H, GENUARIO SE , et al. Neurapraxia of the cervical spinal cord with transient quadriplegia. *J Bone Joint Surg* 1988 ; 68A : 1354-1370

Fig 1 :

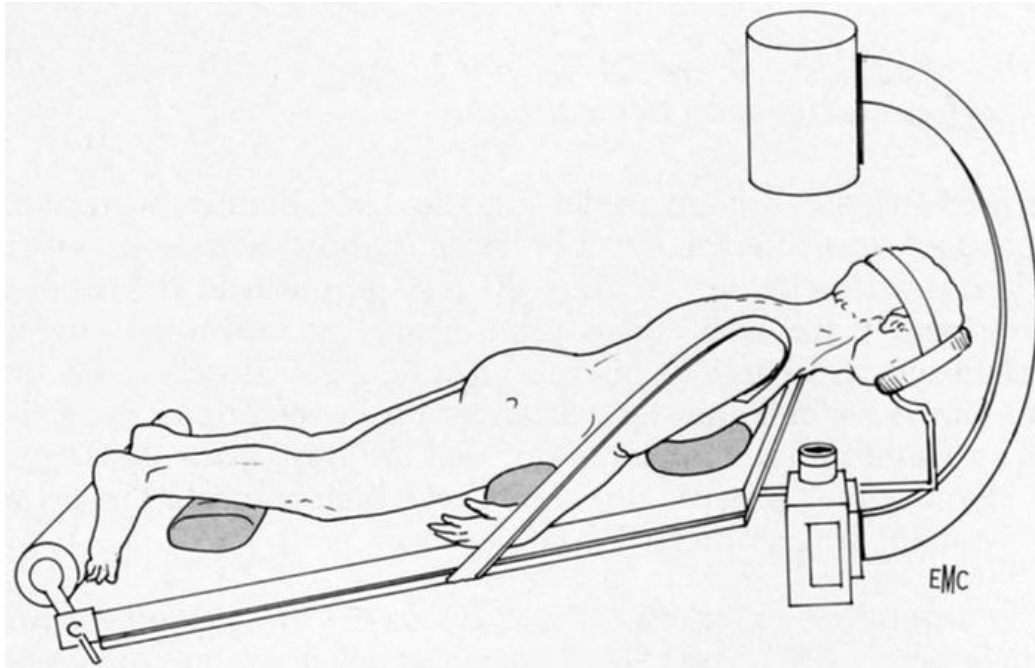


Fig 1 :

Installation pour la voie postérieure : noter les bandes d'Elastoplaste® qui abaissent les épaules et l'utilisation de la tête qui facilite le contrôle à l'amplificateur de brillance.

Fig 2 :

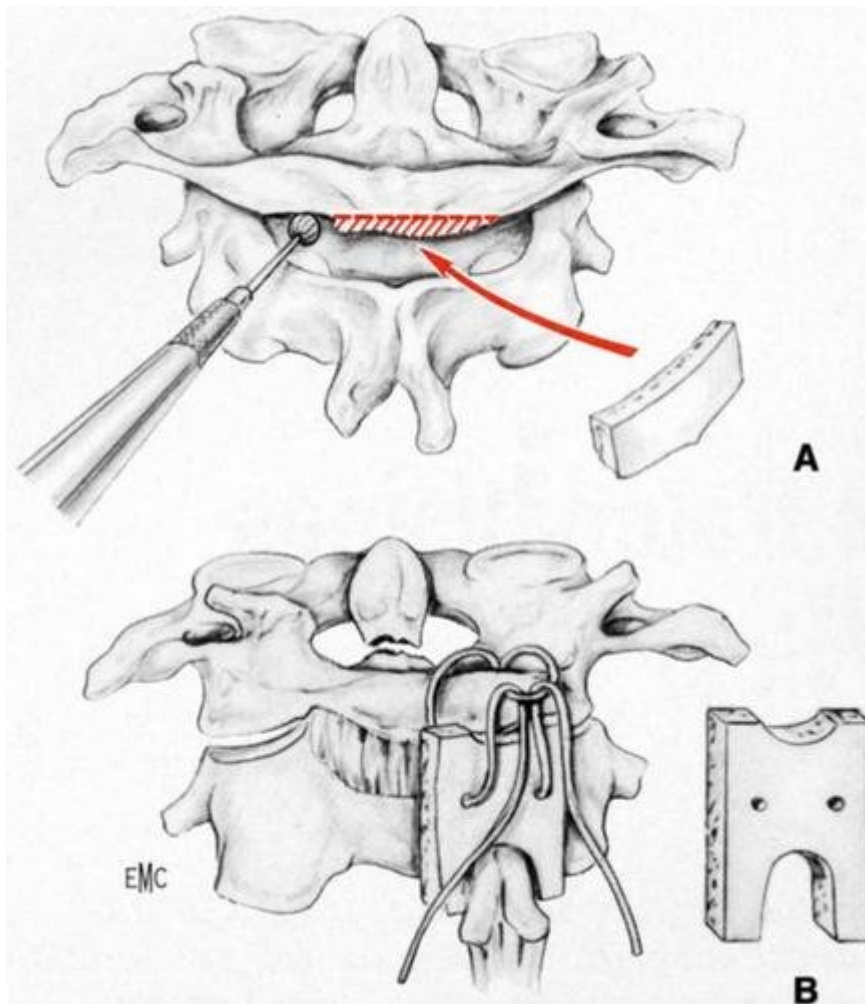


Fig 2 :

A. Arthrodeuse C1-C2 : avivement à la fraise du bord inférieur de C1, sous lequel va s'appliquer le greffon iliaque.

B. Arthrodeuse postérieure C1-C2 : type Gallie.

Technique de Dubousset : le greffon iliaque est appliqué contre C1 et C2 par un fil métallique qui le transfixie.

Fig 3 :

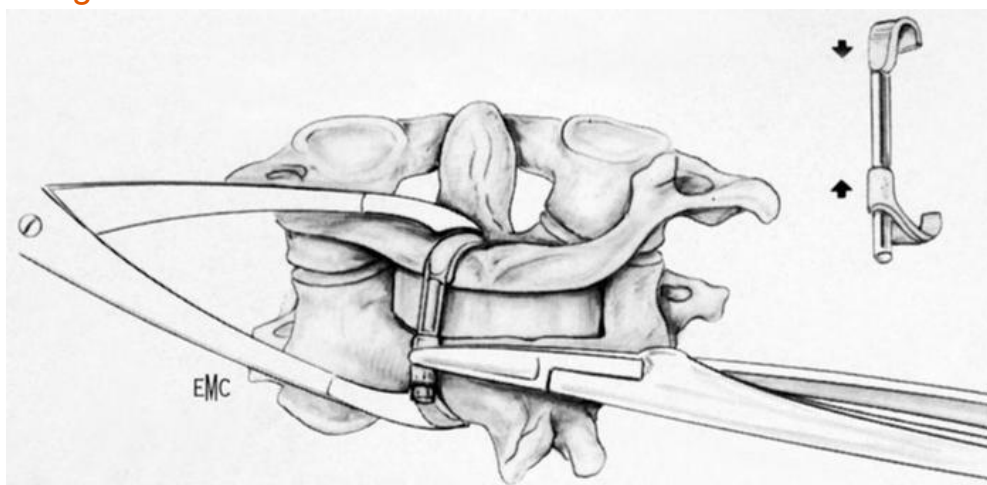


Fig 3 :

Le clamp Apofix® en titane pour l'arthrodèse postérieure C1-C2 : le crochet supérieur, solidaire de la tige, est placé au-dessus de l'arc postérieur de C1 ; l'inférieur, libre, sous C2, va coulisser sur la tige lors de la mise en compression par une pince spéciale. La fixation est assurée par «

sertissage » du crochet inférieur sur la tige à l'aide de la pince à sertir ; un fil souple en titane peut solidariser les deux clamps droit et gauche.

Fig 4 :

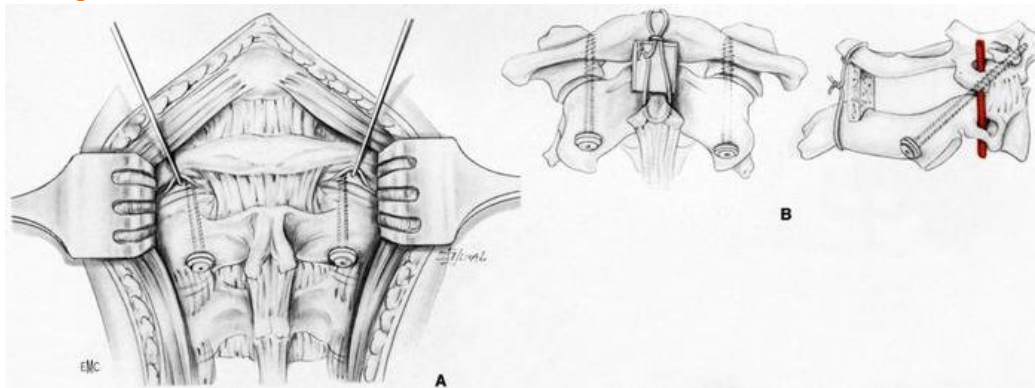


Fig 4 :

A. Arthrodesè postérieure C1-C2 selon Magerl ^[16] : le point d'introduction de la vis se situe à la partie postéro-inférieure de la lame de C2 ; son trajet peut être suivi grâce à l'ouverture de la capsule articulaire et au contrôle sous amplificateur.

B. Noter l'obliquité vers le haut (45°) et le trajet sagittal qui laisse l'artère vertébrale en dehors ; la pénétration de la masse latérale de C1 se poursuit jusqu'à son bord antérieur.

L'association à une arthrodesè type Gallie réalise un montage triangulaire très stable.

Fig 5 :

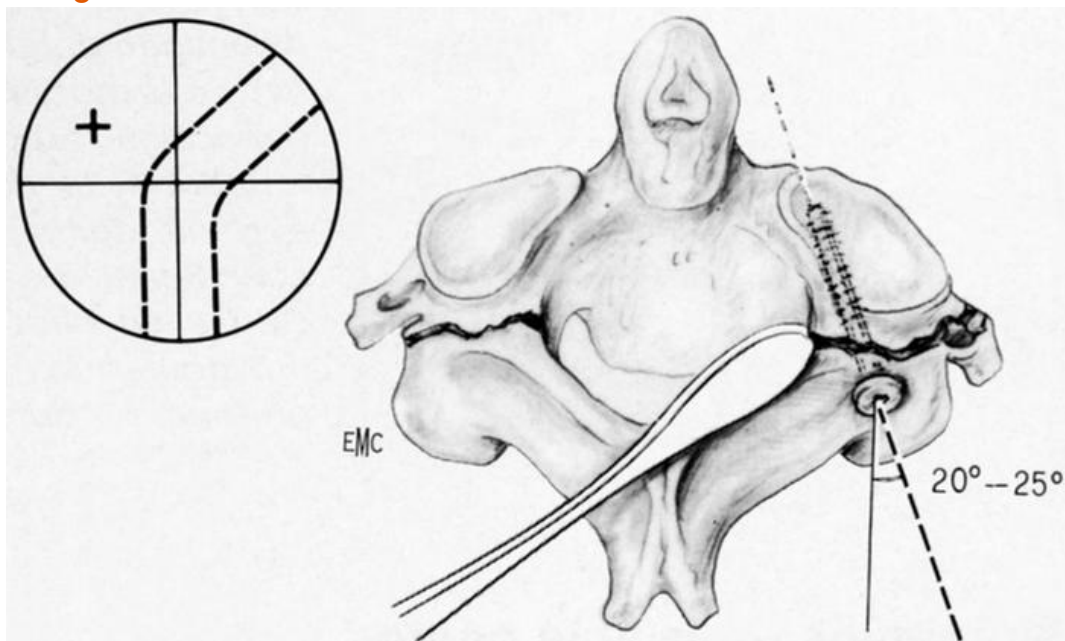


Fig 5 :

Vissage « pédiculaire » de C2 selon Roy-Camille : noter la spatule indiquant le bord interne du pédicule qui a été repéré par l'intérieur du canal rachidien, et la direction de la vis = 20° en haut et en dedans.

Les quatre quadrants du massif articulaire de C2 vus par en arrière : en projection, l'artère vertébrale.

Fig 6 :

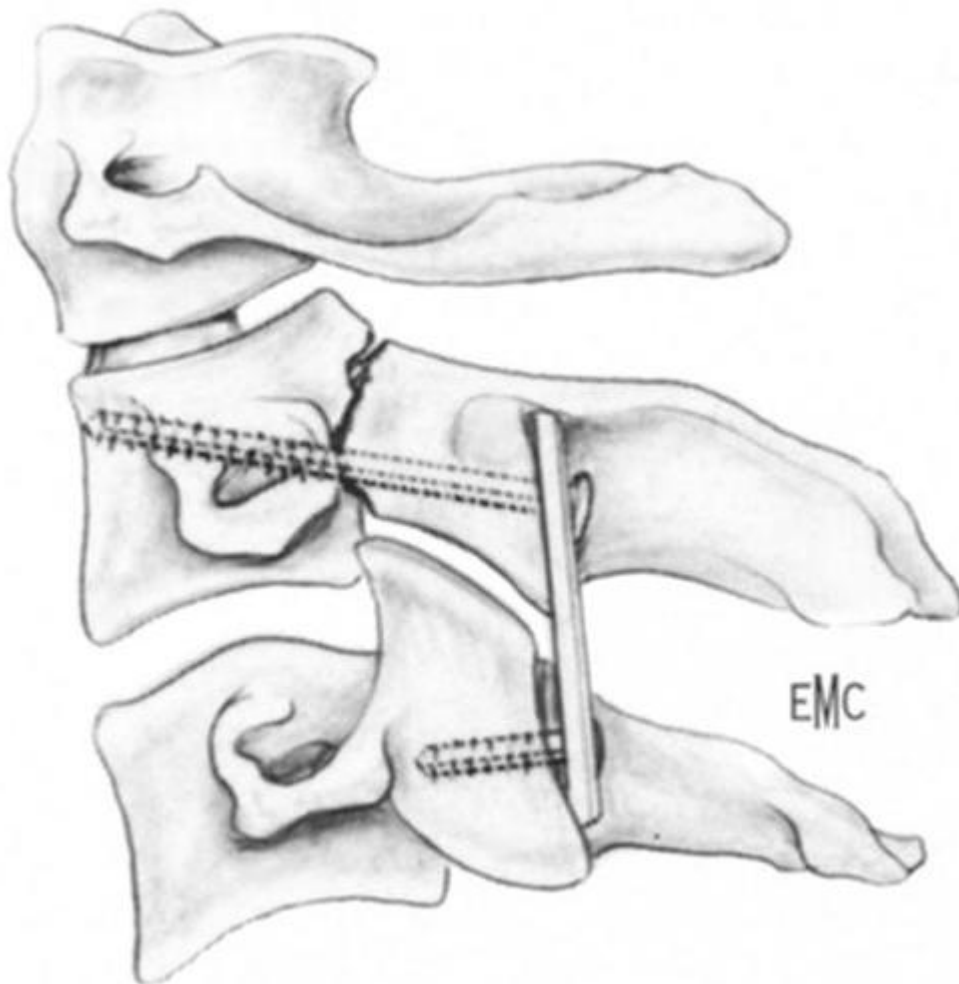


Fig 6 :

Renforcement du vissage pédiculaire en cas de lésion discale C2-C3.

Fig 7 :

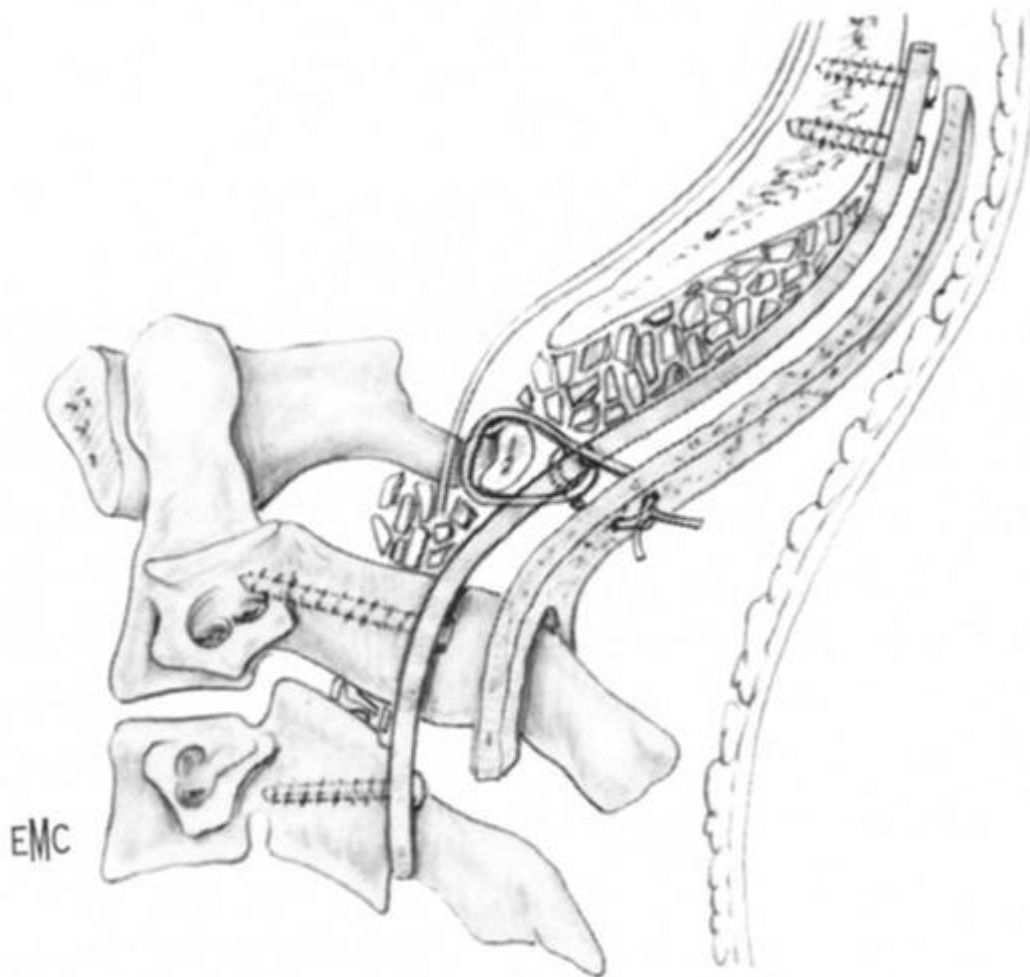


Fig 7 :

Ostéosynthèse-arthrodèse postérieure occipitocervicale : on peut utiliser soit un greffon iliaque échancré en bas et fixé à la plaque par des fils métalliques, soit des fragments corticospongieux tassés sous la plaque.

Fig 8 :

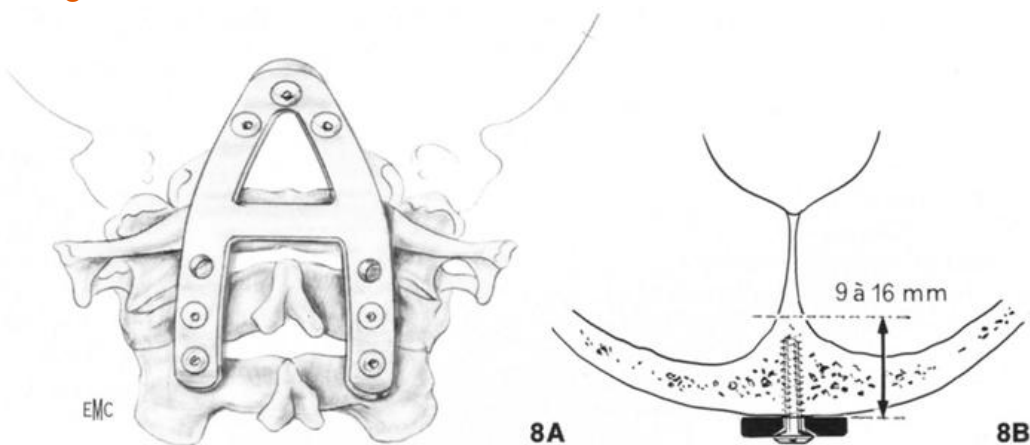


Fig 8 :

A. Plaque cervico-occipitale de Fuentes.

B. Noter la longueur des vis occipitales, dont la prise est plus profonde sur la ligne médiane que celle des vis placées plus latéralement.

Fig 9 :

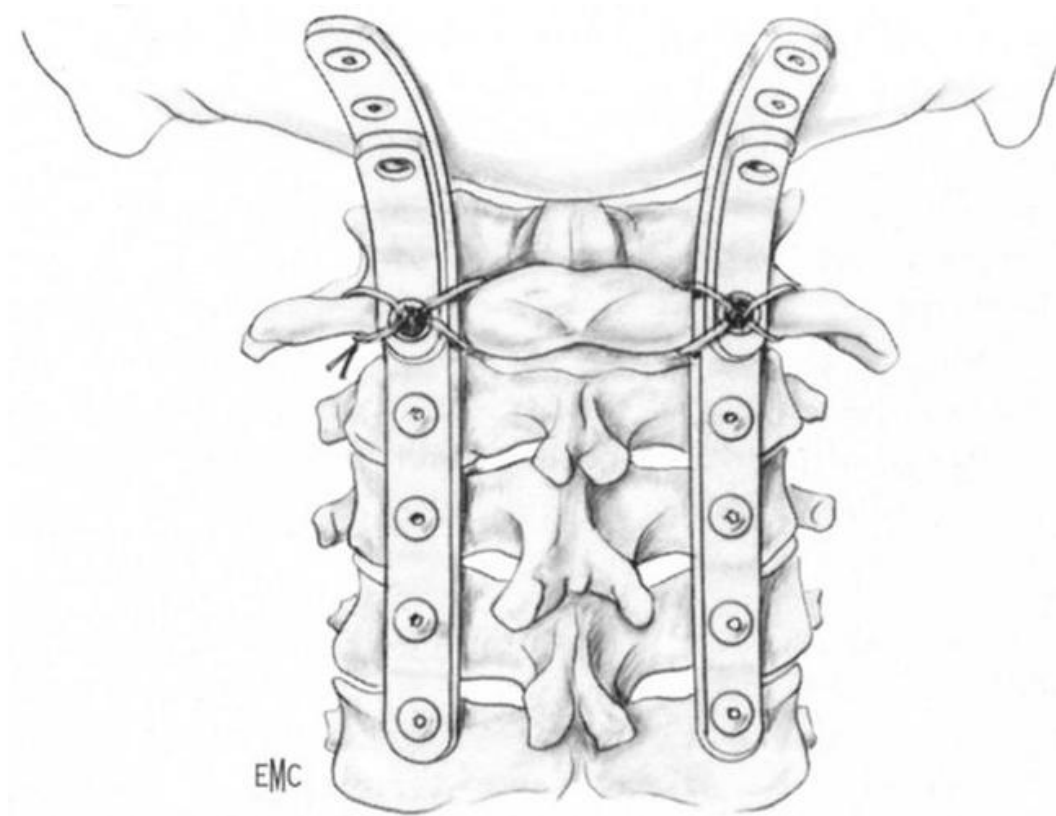


Fig 9 :

Plaques de Roy-Camille et leur fixation latérale : au niveau C1 des fils métalliques unissent arc postérieur et plaques.

Fig 10 :

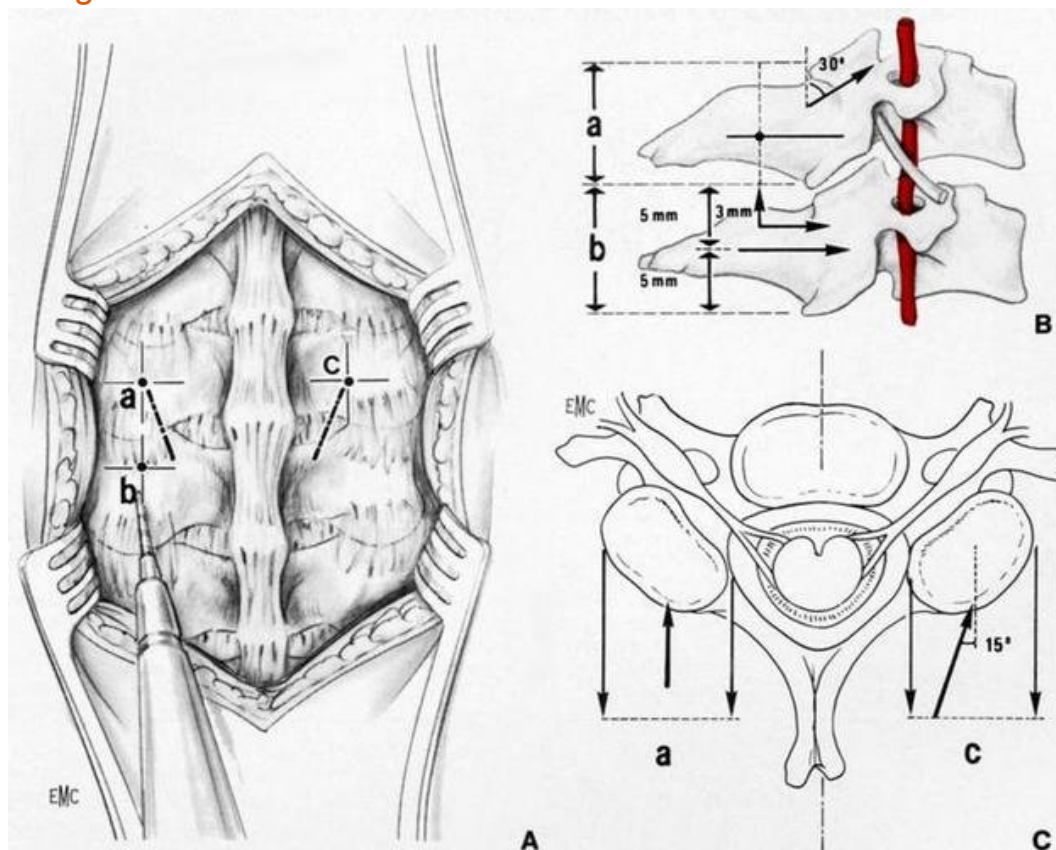


Fig 10 :

Vissage transarticulaire des plaques postérieures.

A. Technique de Roy-Camille : point d'introduction au milieu du massif artulaire, à mi-distance (5 mm) de ses bords supérieurs et inférieurs et de ses bords latéraux. Forage droit devant ou 10° en dehors.

B. Variante : Louis et Nazarian ^[17], Fuentes ^[10] : point d'introduction plus haut (3 mm sous l'interligne artulaire). Forage sagittal, perpendiculaire à la courbure cervicale.

C. Variante : Magerl et Grob ^[16] : point d'introduction légèrement plus interne, direction plus oblique en dehors et en haut (cf. **fig. 11**).

Fig 11 :

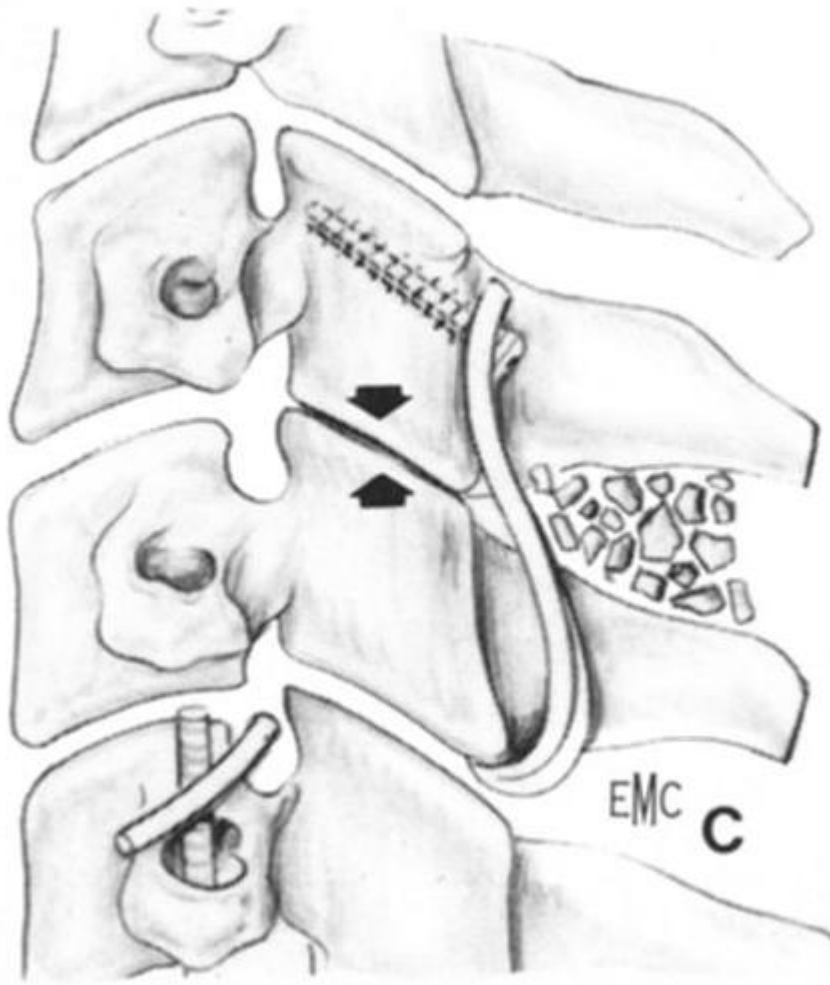


Fig 11 :

Plaque de Magerl ^[12] : la prise inférieure, sous-lamaire, est effectuée par un crochet (cf. **fig. 10C**).

Fig 12 :

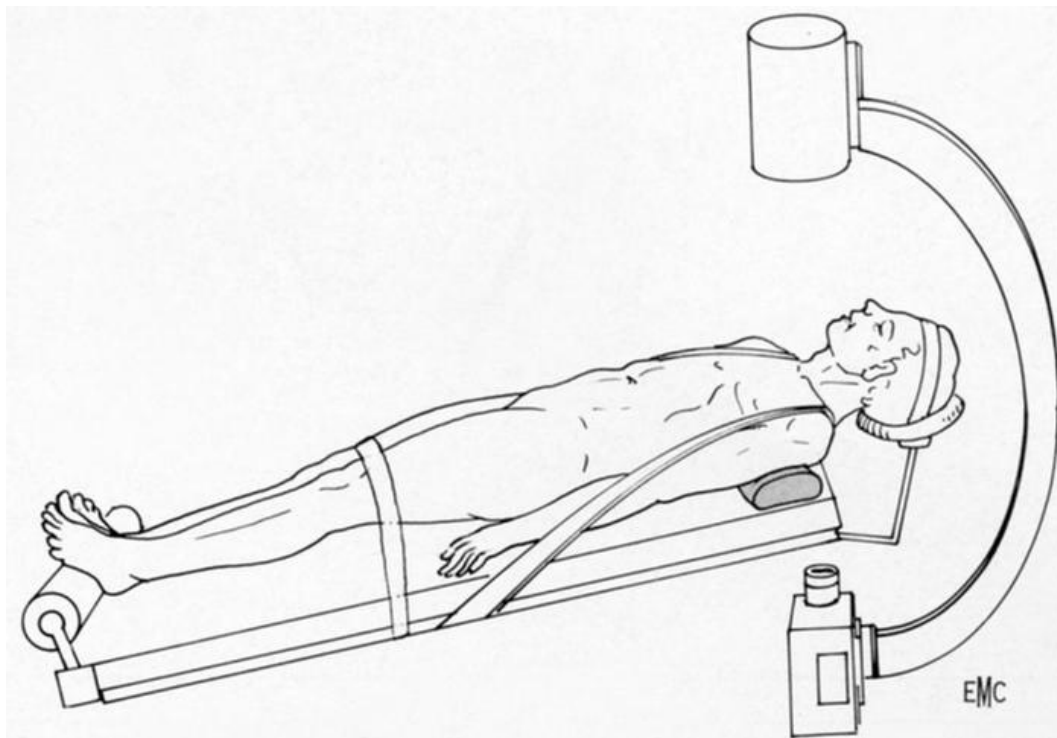


Fig 12 :

Installation pour la chirurgie cervicale antérieure : noter la surélévation de l'extrémité céphalique, fixée en rectitude ou en légère rotation droite dans la têtère, l'abaissement des épaules par les bandes d'Elastoplaste® et la présence indispensable de l'amplificateur de brillance.

Fig 13 :

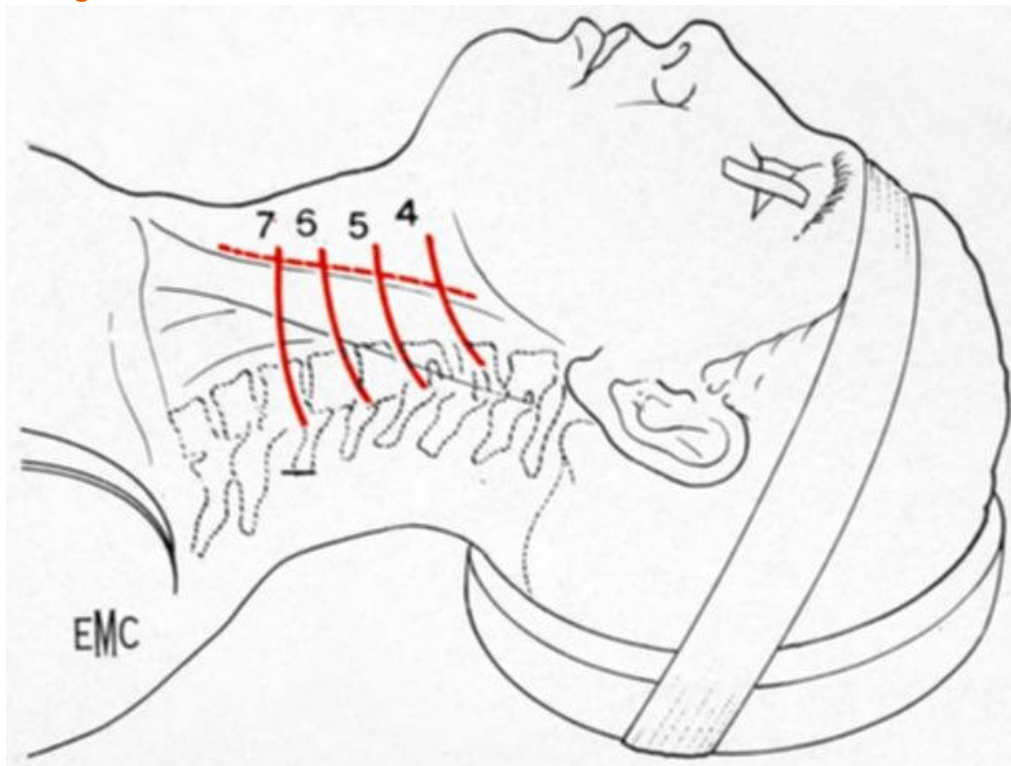


Fig 13 :

Les incisions cutanées :

- horizontales, se projetant un espace au-dessus de celui à fixer ;
- verticales, sur le bord antérieur du relief du sterno-cléidomastoïdien.

Fig 14 :

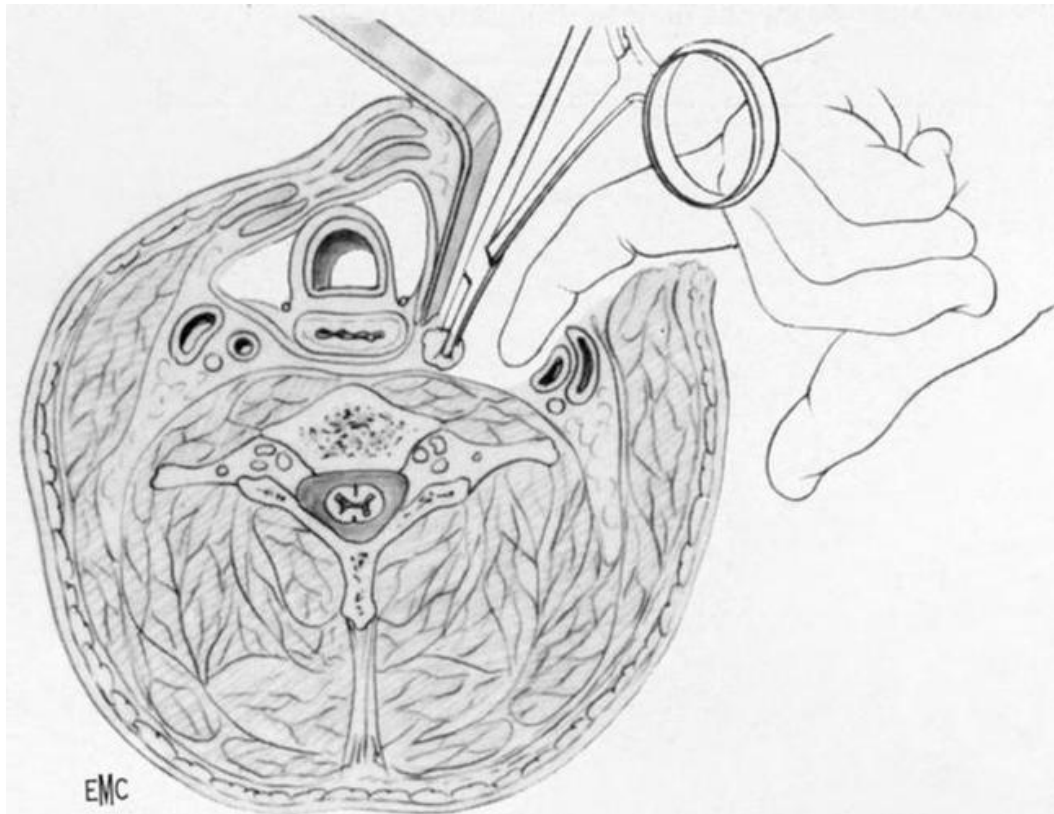


Fig 14 :

Voie d'abord antérieure entre l'axe aérodigestif et les gros vaisseaux repérés et protégés par l'index gauche de l'opérateur : le tampon monté refoule transversalement tous les éléments prévertébraux. A noter l'importance des muscles postérieurs par rapport aux éléments antérieurs.

Fig 15 :

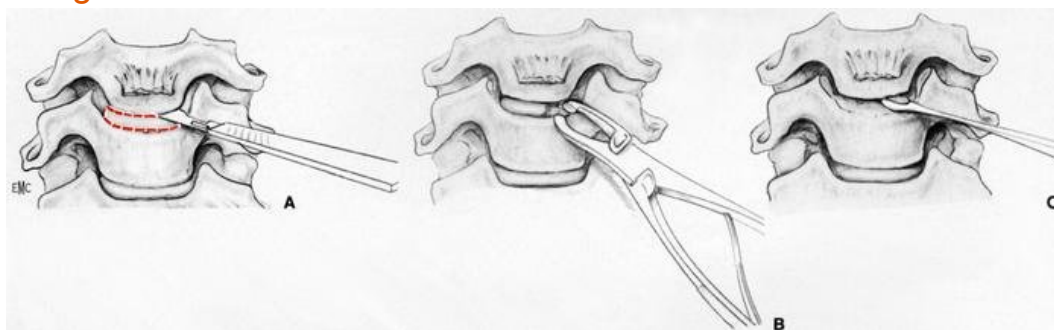


Fig 15 :

Ostéosynthèse-arthrodèse monosegmentaire.

A. Désinsertion au bistouri du disque des plateaux sus- et sous-jacents.

B. Résection la plus complète possible du disque à la pince-gouge fine ou à la pince à disque.

C. Curetage soigneux des plateaux vertébraux enlevant le cartilage, mais ne pénétrant pas dans le spongieux corporel.

Fig 16 :

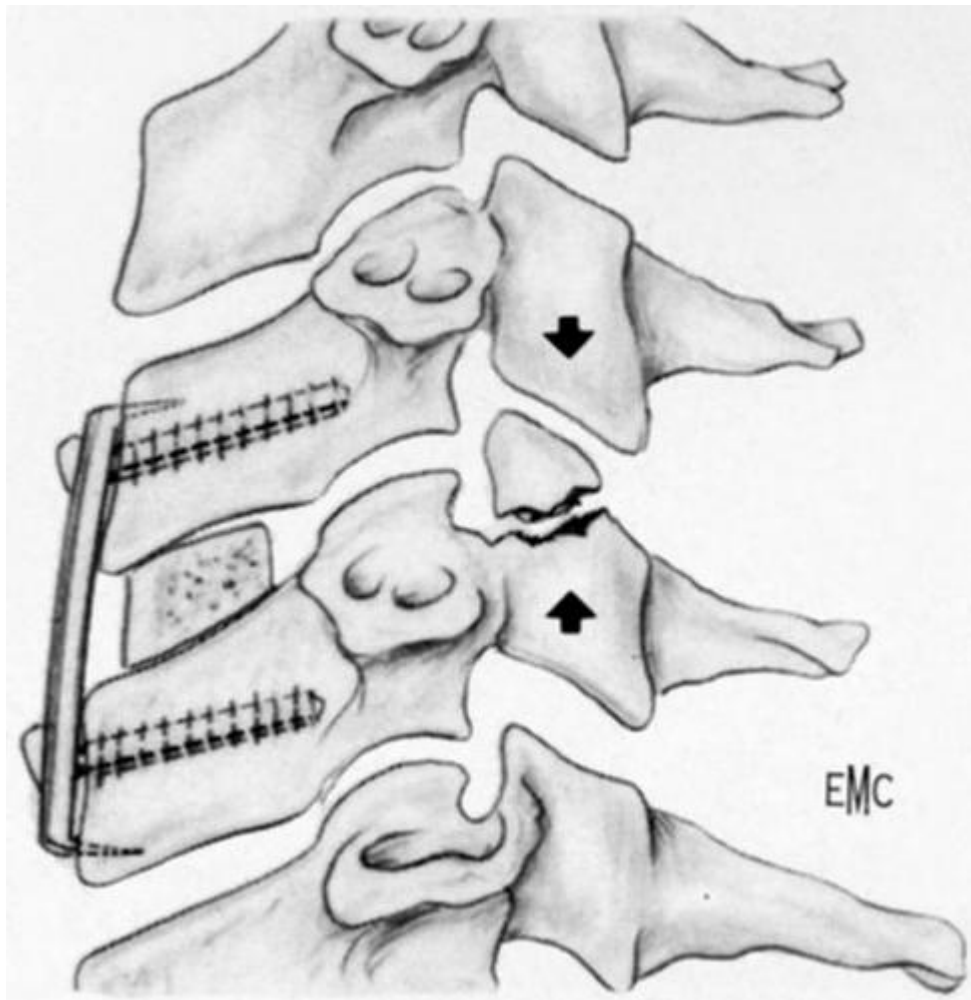


Fig 16 :

Arthrodèse monosegmentaire pour une fracture uni-articulaire : noter la plaque cintrée et la restauration de l'espace intercorporel antérieur.

Fig 17 :

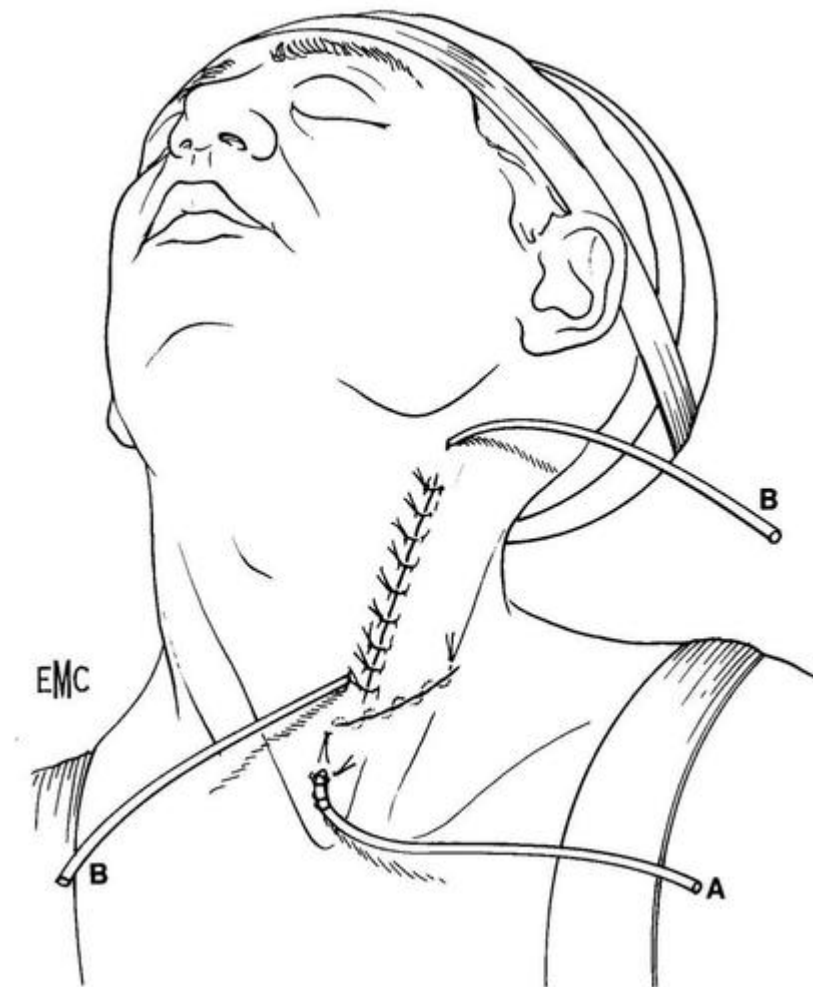


Fig 17 :

Drainage de la voie antérieure.

Un seul drain (3 mm) pour l'arthrodèse monosegmentaire (A), deux pour deux étages ou plus (B).

Bien s'assurer de leur fixation et de leur efficacité en fin d'intervention.

Fig 18 :



Fig 18 :

Immobilisation postopératoire par collier mousse pour une arthrodèse monosegmentaire bien fixée.

Fig 19 :

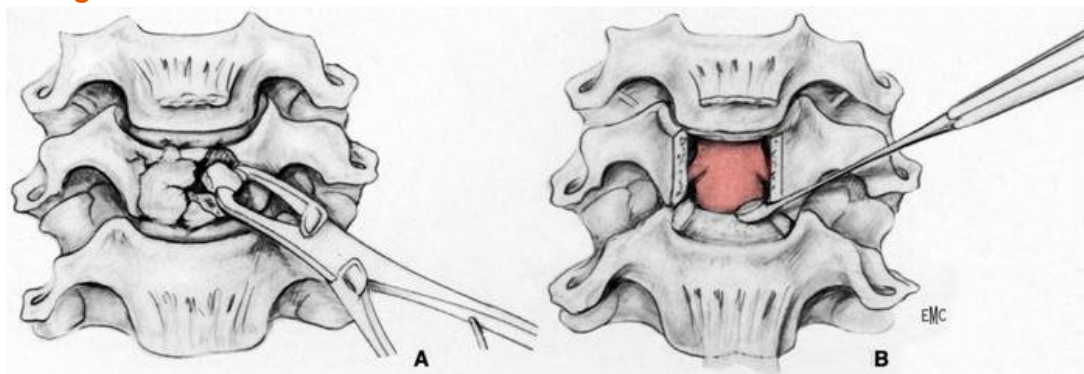


Fig 19 :

Arthrodèse bisegmentaire.

A. Après résection des deux disques adjacents à la lésion du corps vertébral, ce dernier est réséqué progressivement à la pince-gouge en partant de son bord inférieur.

B. Les fragments libres du mur postérieur sont délicatement retirés à la pince après avoir été mobilisés à la curette.

Fig 20 :

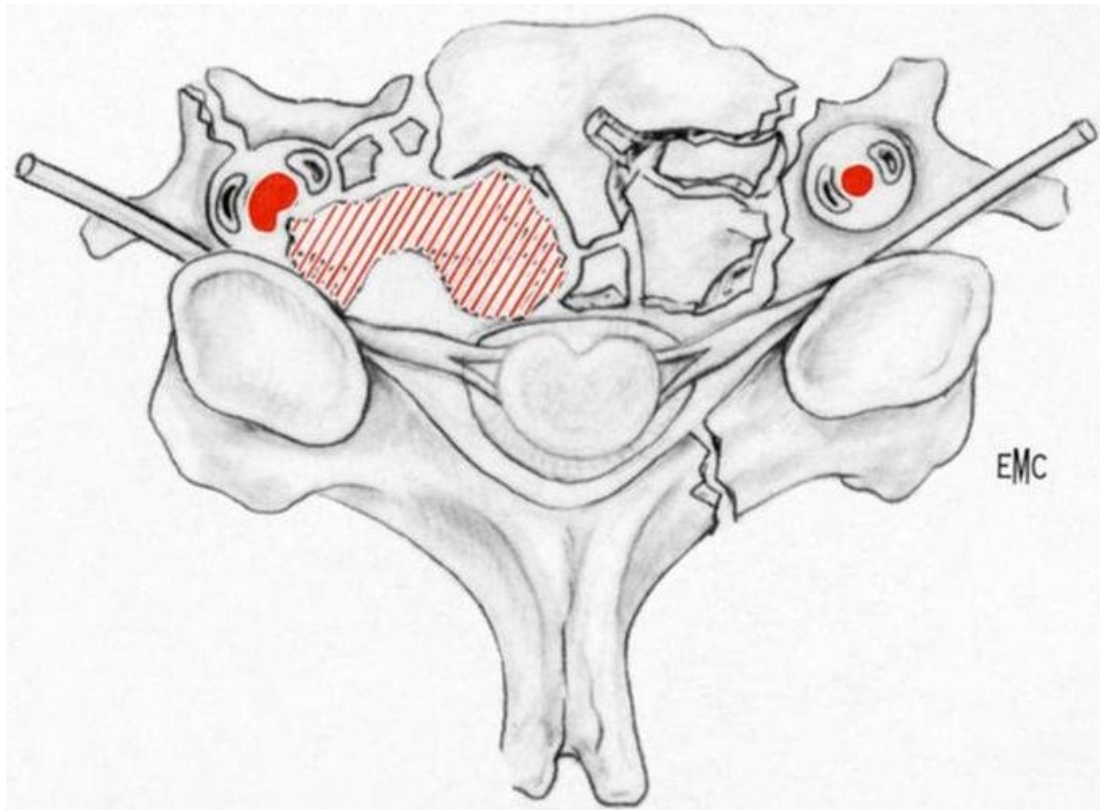


Fig 20 :

En cas de lésions corporéales étendues latéralement, les fragments doivent être réséqués avec prudence à la pince fine, certains d'entre eux ayant pu assurer une hémostase temporaire des veines ou même de l'artère vertébrale.

Fig 21 :

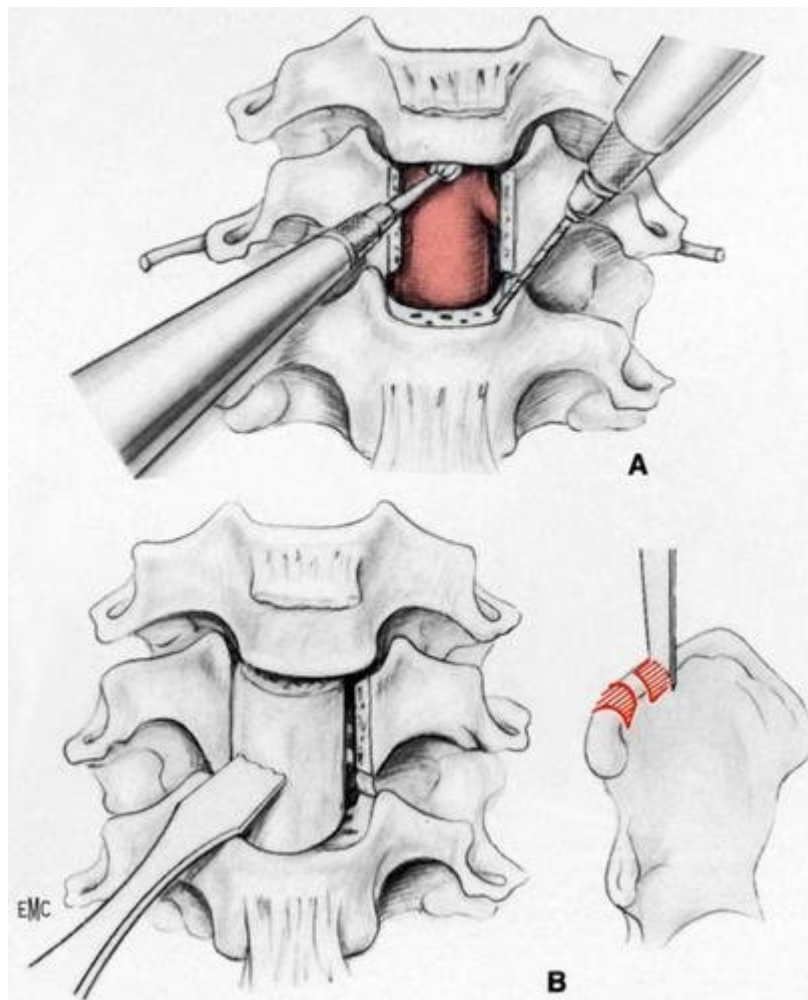


Fig 21 :

A. Les assises supérieures et inférieures du futur greffon tricortical doivent être « saines », exemptes de toute atteinte traumatique ; un discret avivement à la fraise ou mieux quelques perforations à la pointe carrée facilitent la fusion osseuse.

B. Le greffon iliaque tricortical est encastré verticalement entre les deux plateaux vertébraux « sains », sus- et sous-jacents, par de petits coups de marteau, la traction sur la tête facilitant son introduction.

Fig 22 :

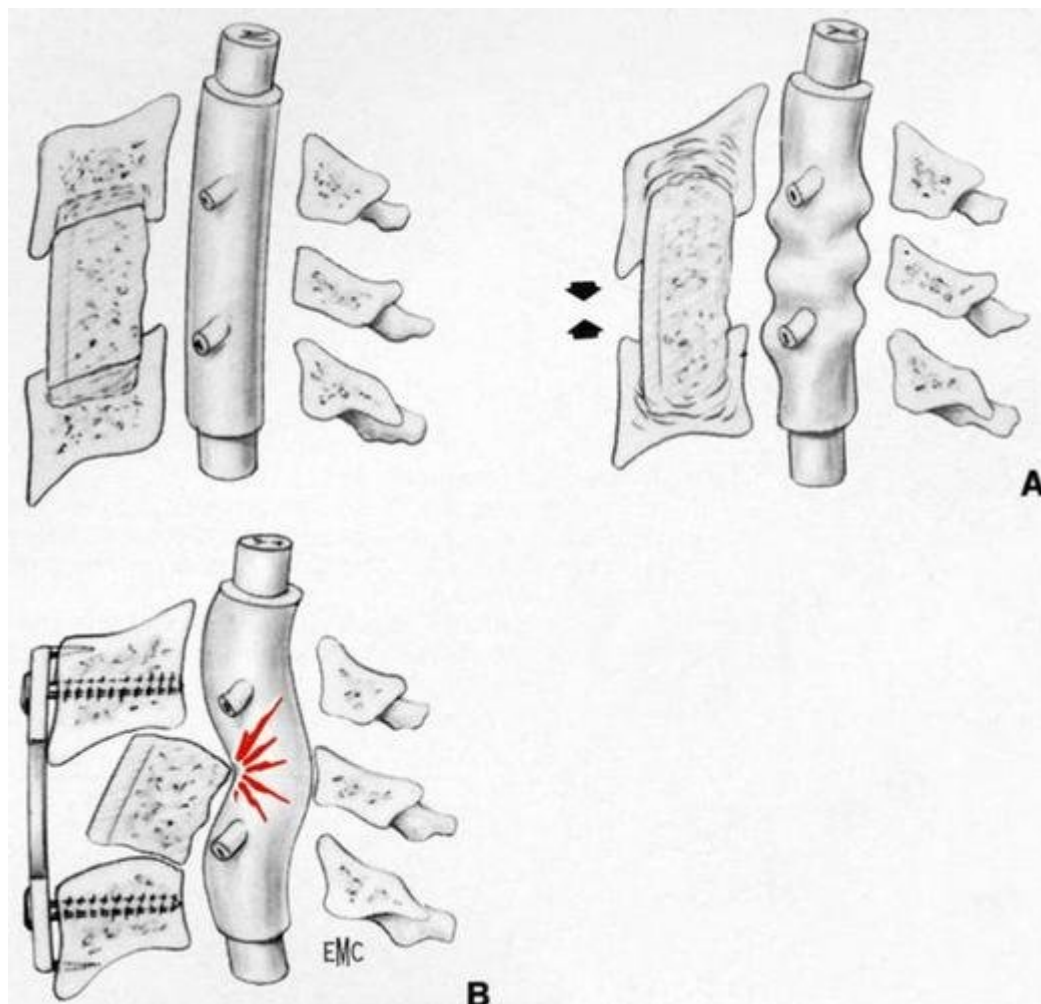


Fig 22 :

A. Les dangers de la résection du tissu osseux sous-chondral qui fait perdre toute solidité aux assises du greffon.

B. L'impaction mal contrôlée d'un greffon, souvent trop petit, peut avoir des conséquences graves et doit être reconnue avant la mise en place de la plaque qui masque les dégâts.

Fig 23 :

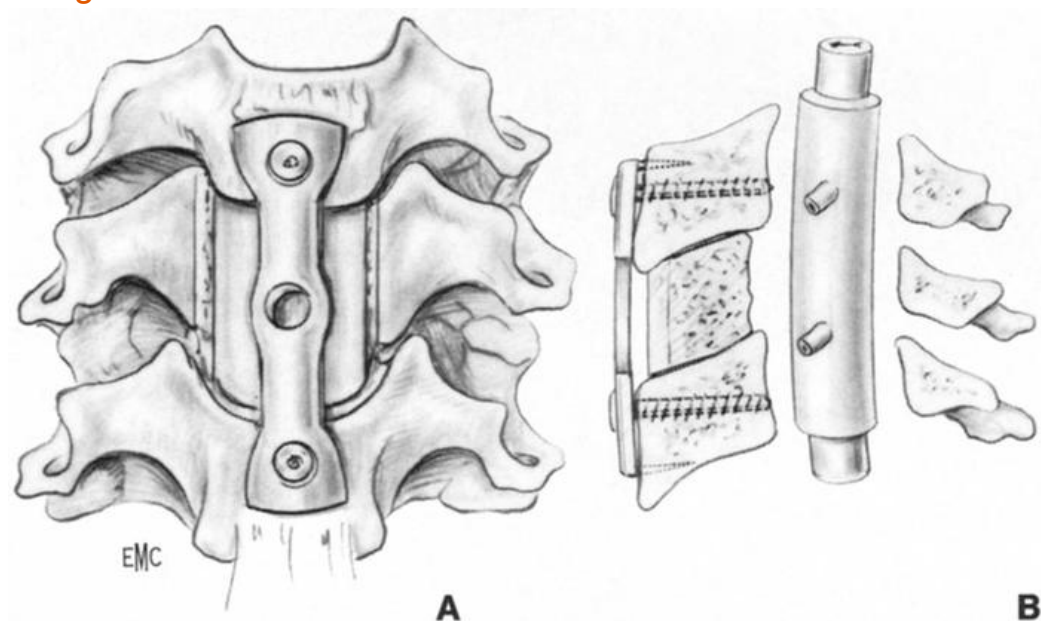


Fig 23 :

A, B. Mise en place de la plaque préalablement courbée et correctement « ajustée » dans le

sens vertical grâce à l'amplificateur de brillance, dont l'utilisation fréquente et même permanente pour certains, permet de choisir la longueur de la vis qui doit « prendre » le mur postérieur cortical.

Fig 24 :



Fig 24 :

Minerve en plastique bivalve utilisée dans sa version « à l'indienne » pour l'immobilisation des lésions du rachis cervical supérieur ; sans bandeau frontal pour les traitements « orthopédiques », ou en période postopératoire pour les arthrodèses bi- ou plurisegmentaires du rachis cervical inférieur.

Fig 25 :

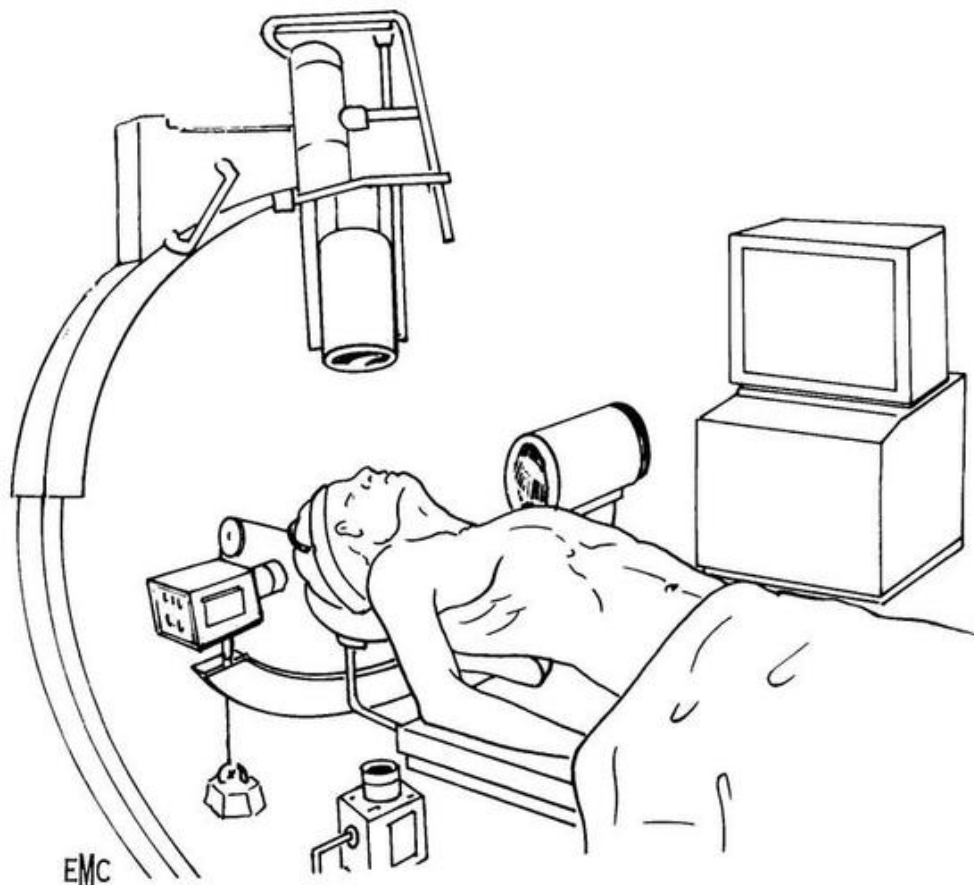


Fig 25 :

Installation pour le vissage antérieur de l'odontoïde.

Les deux amplificateurs sont disposés perpendiculairement, la traction constitue un apport essentiel. Le réglage de la tête permet la réduction du déplacement, sans l'obtention de laquelle la fixation interne est déconseillée.

Fig 26 :

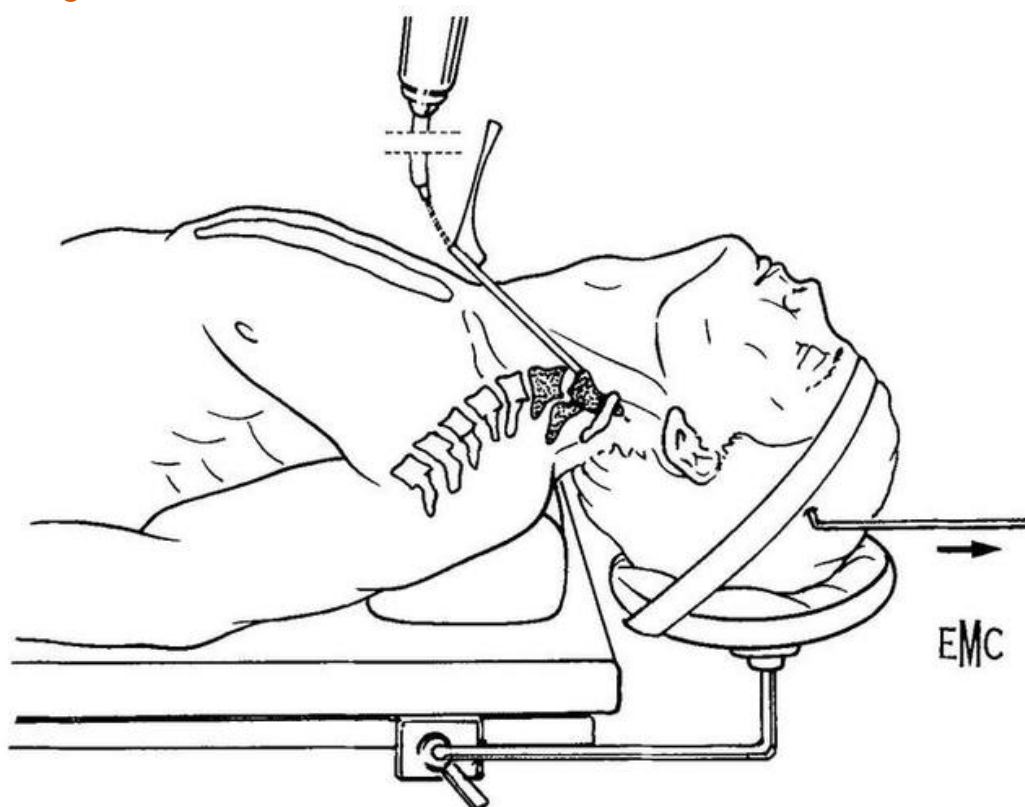


Fig 26 :

Après repérage préopératoire par une broche appliquée contre la face latérale du cou et dont le contrôle de la direction sous amplificateur renseignera sur la probabilité d'effectuer le vissage, l'abord est réalisé.

Une mèche souple dirigée par un mandrin rigide peut aider au forage.

Fig 27 :

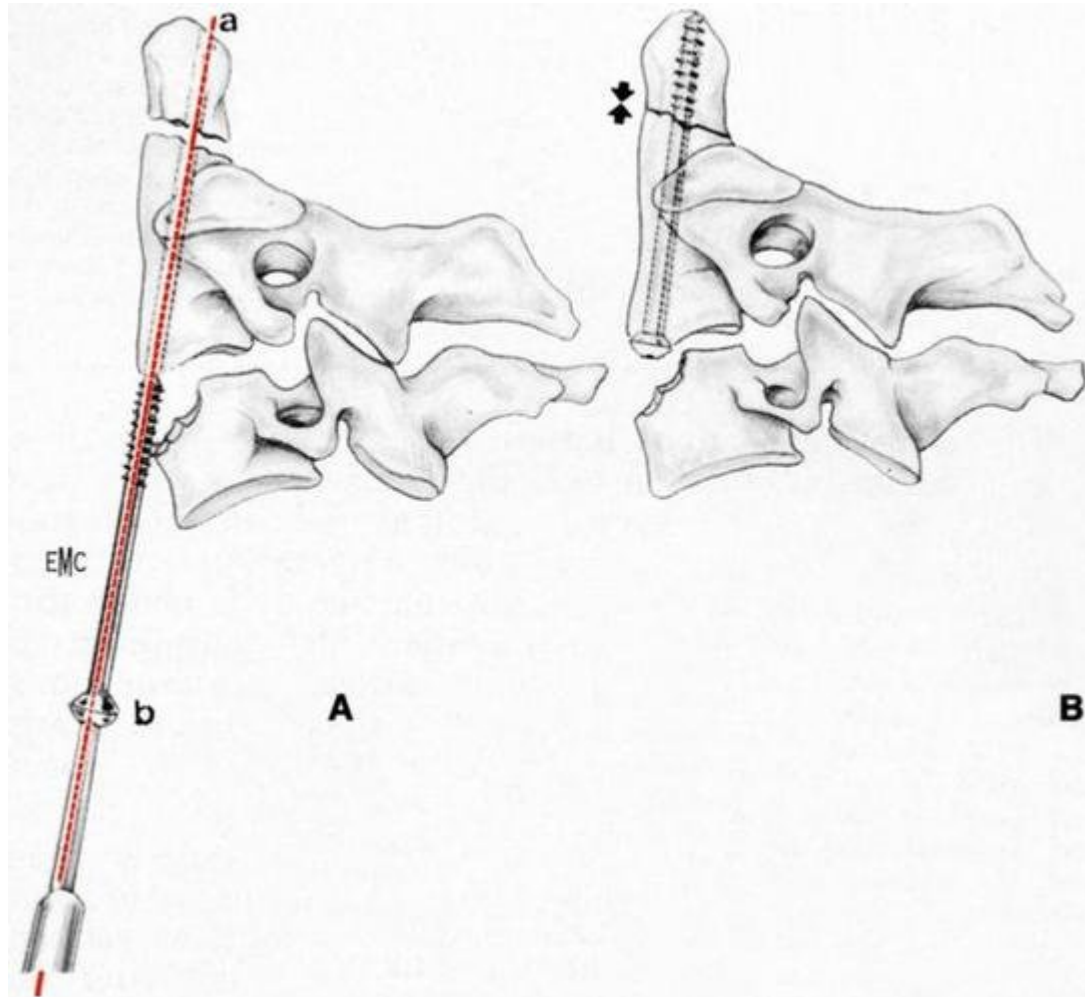


Fig 27 :

A. L'introduction de la broche-guide de réduction et de forage doit se faire à partir du bord inférieur (et non antérieur) du corps de C2 : une résection partielle du disque et du bord antérieur de C3 permet de mieux choisir le point d'entrée idéal.

B. La présence d'un pas de vis distal permet la mise en compression du trait de fracture.

Fig 28 :

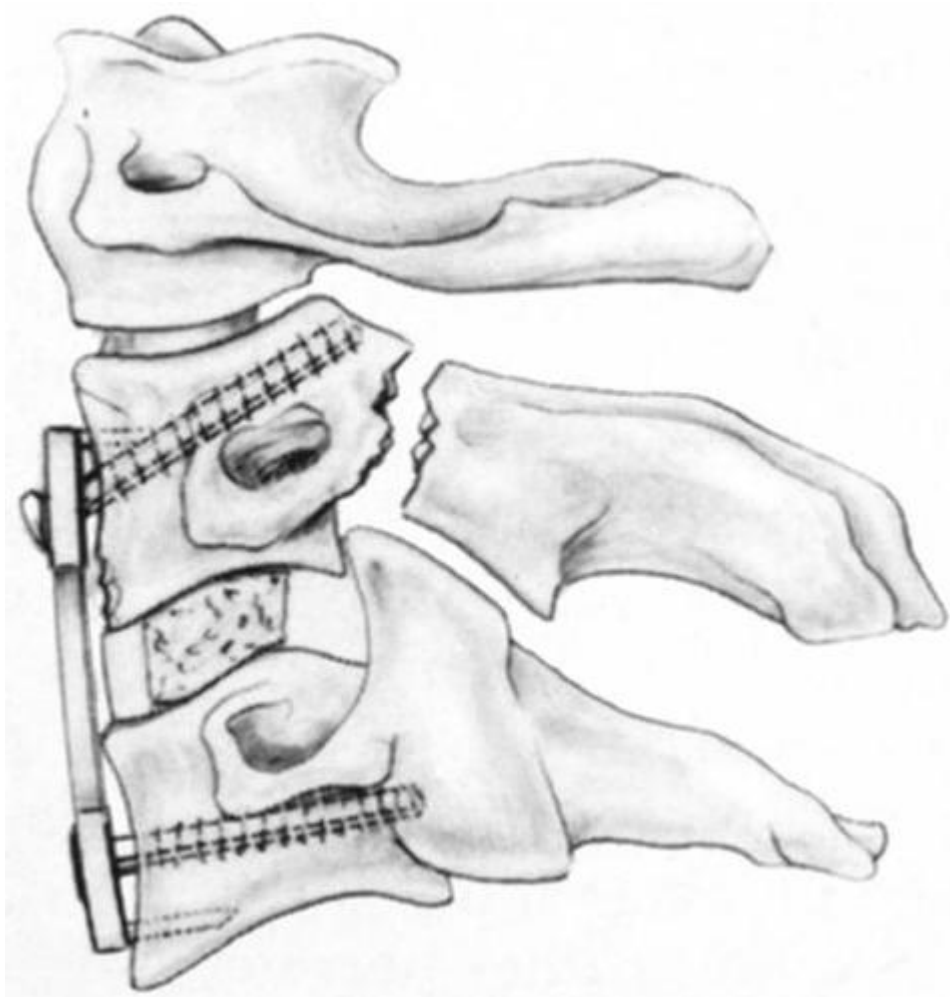


Fig 28 :

Arthrodèse antérieure C2-C3 pour fracture pédiculaire de C2 avec lésion discale majeure : le « bec » antéro-inférieur de C2 a été réséqué ; noter l'obliquité de la vis dans C2.

Fig 29 :

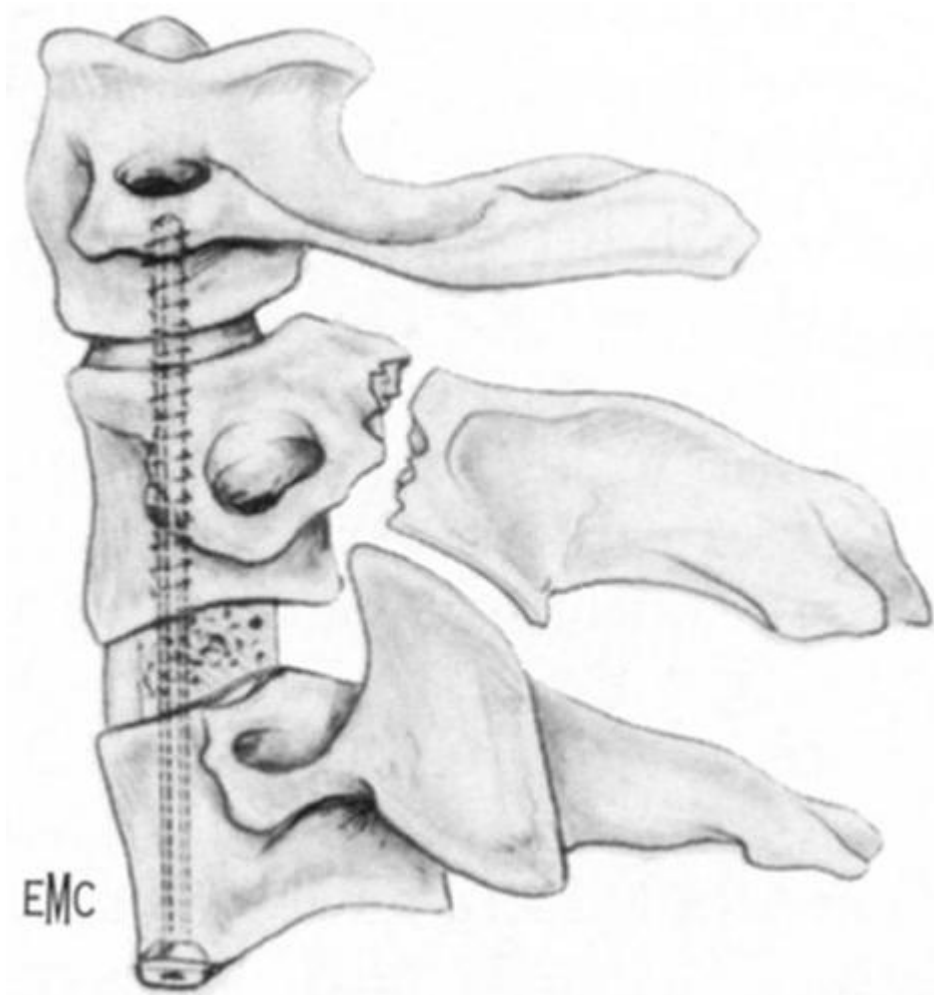


Fig 29 :

Technique du service pour l'arthrodèse C2-C3 fixée par une seule vis transcorporeale introduite à partir du bord inférieur de C3.

Fig 30 :

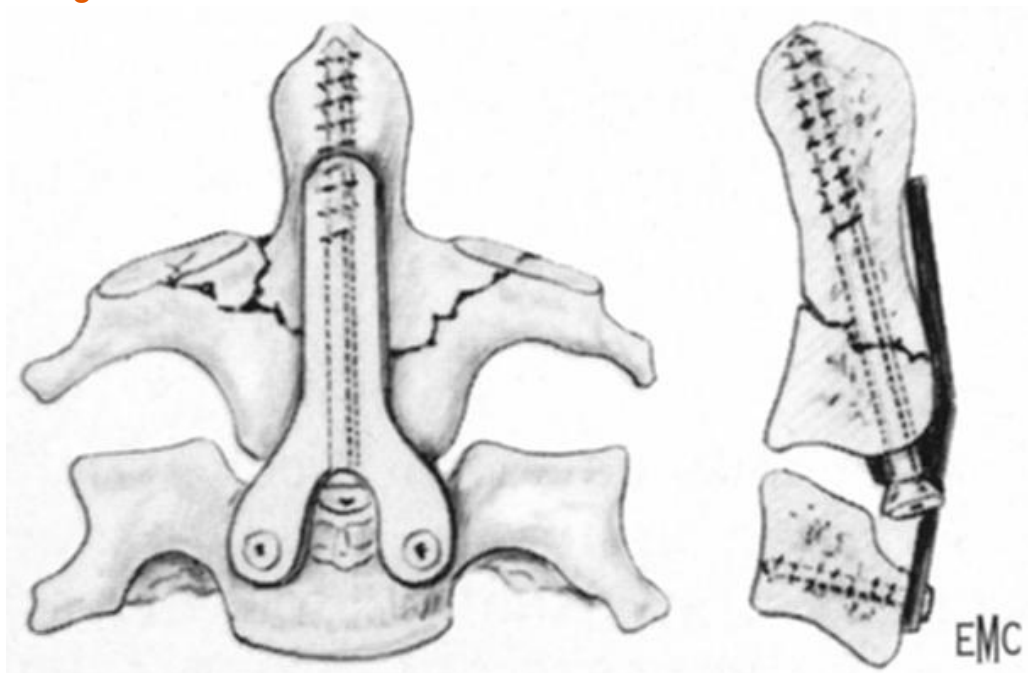


Fig 30 :

Ostéosynthèse-arthrodèse antérieure C2-C3 pour lésion complexe ou fracture de l'odontoïde à déplacement antérieur : la plaque « en trèfle » (Vichard) comporte un canon central qui dirige

la vis vers le sommet de l'odontoïde et une lame antérieure qui s'oppose au glissement vers l'avant de l'extrémité supérieure lors de la mise en compression du trait de fracture ; deux vis antéropostérieures dans le corps de C3 assurent la stabilité de l'ensemble en participant à l'arthrodèse intersomatique.

Fig 31 :

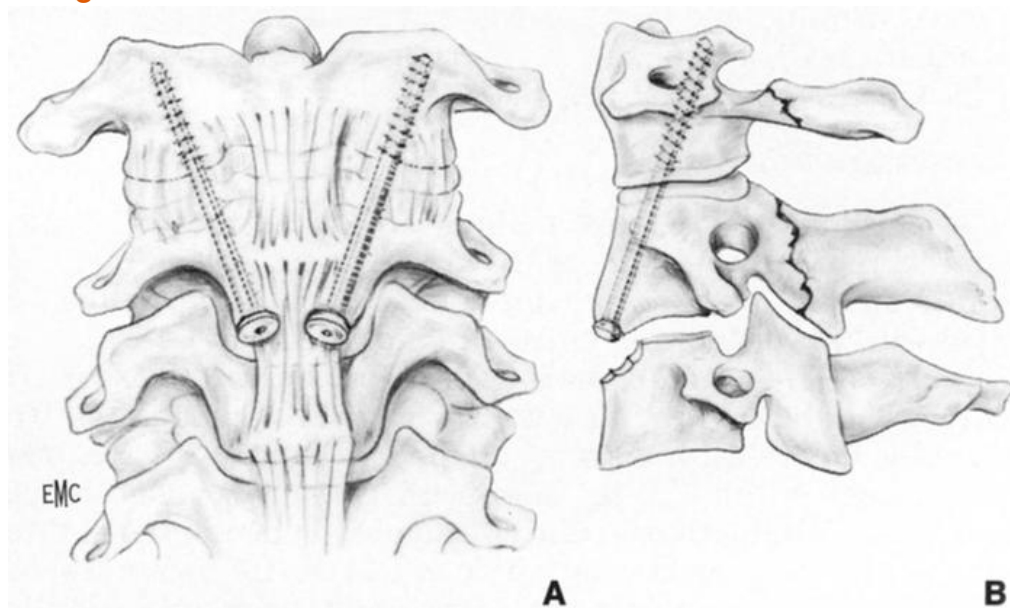


Fig 31 :

A, B. Ostéosynthèse antérieure C2-C1 pour lésions associées des deux vertèbres (technique du service) : les deux vis sont dirigées obliquement de façon divergente à partir du bord inférieur de C2, vers les masses latérales de C1, sous contrôle télévisé.

Fig 32 :

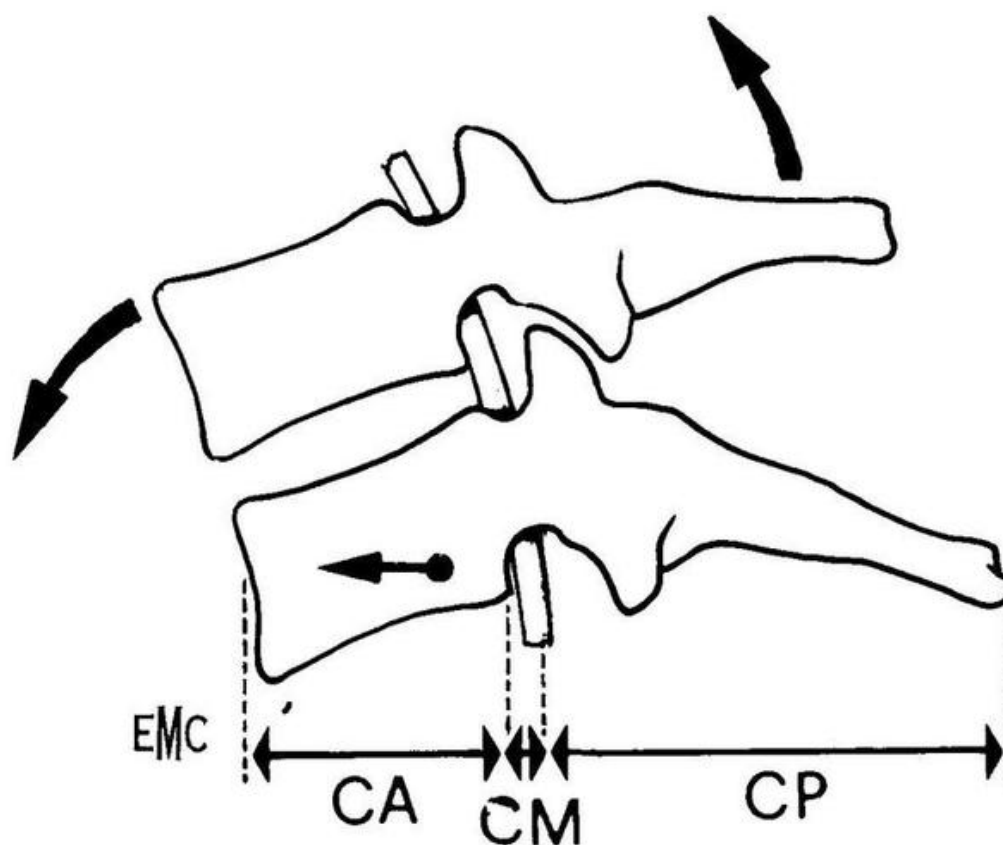


Fig 32 :

Les « trois colonnes » au niveau cervical : la colonne « moyenne » n'est ici constituée que par le

ligament longitudinal postérieur et ses attaches discales (Argenson). Est ici représenté le vecteur « flexion » avec le déplacement progressif de l'axe instantané du mouvement vers l'avant. (CA : colonne antérieure ; CM : colonne moyenne ; CP : colonne postérieure.)

Fig 33 :

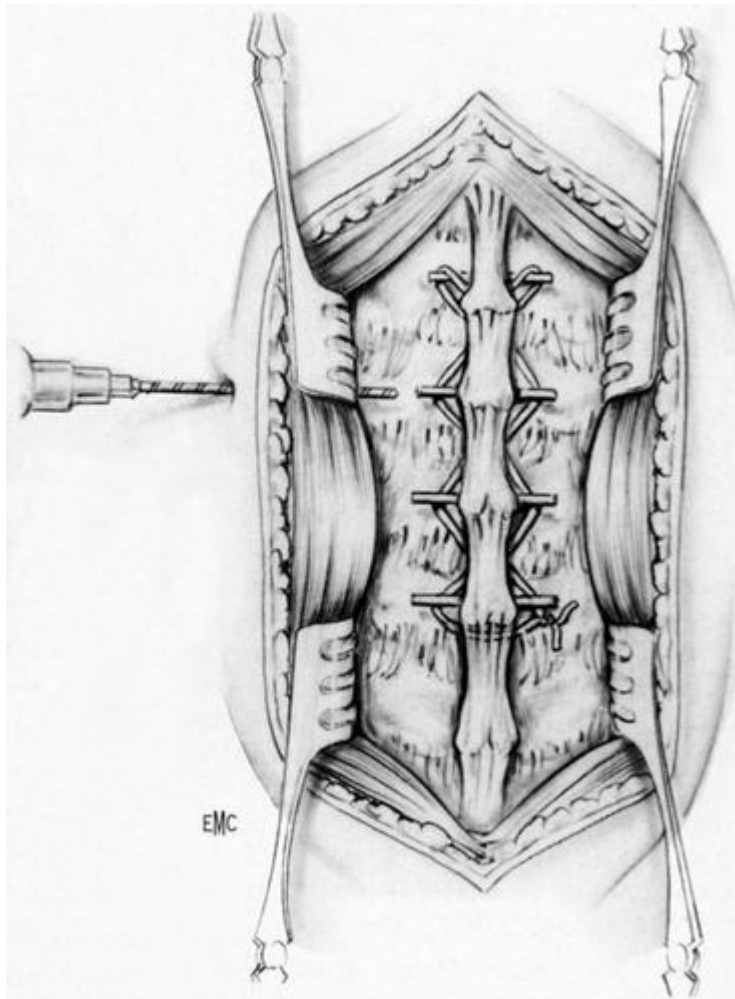


Fig 33 :

Fixation de lésions complexes étagées par voie postérieure selon la technique de Simons.

Des broches sont fixées horizontalement dans la base des épineuses à partir d'un point d'entrée latéral percutané ; elles sont reliées entre elles par des fils métalliques passés entre les lames en avant et les broches en arrière. Une greffe postérolatérale ou même du ciment peuvent être disposés dans les gouttières paravertébrales.

Fig 34 :

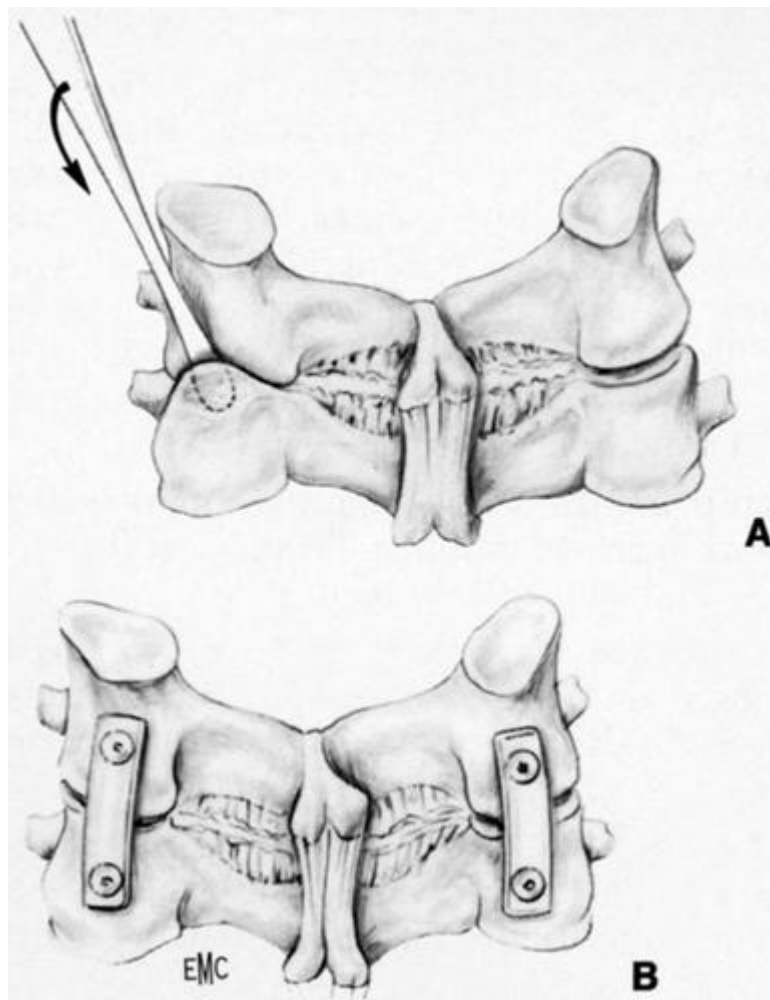


Fig 34 :

A. Luxation uni-articulaire réduite à l'aide d'une spatule glissée entre les deux facettes et manipulées selon la technique du « démonte pneu ».

B. Fixation de la luxation réduite par deux plaques vissées de Roy-Camille dans les deux massifs articulaires.

Fig 35 :

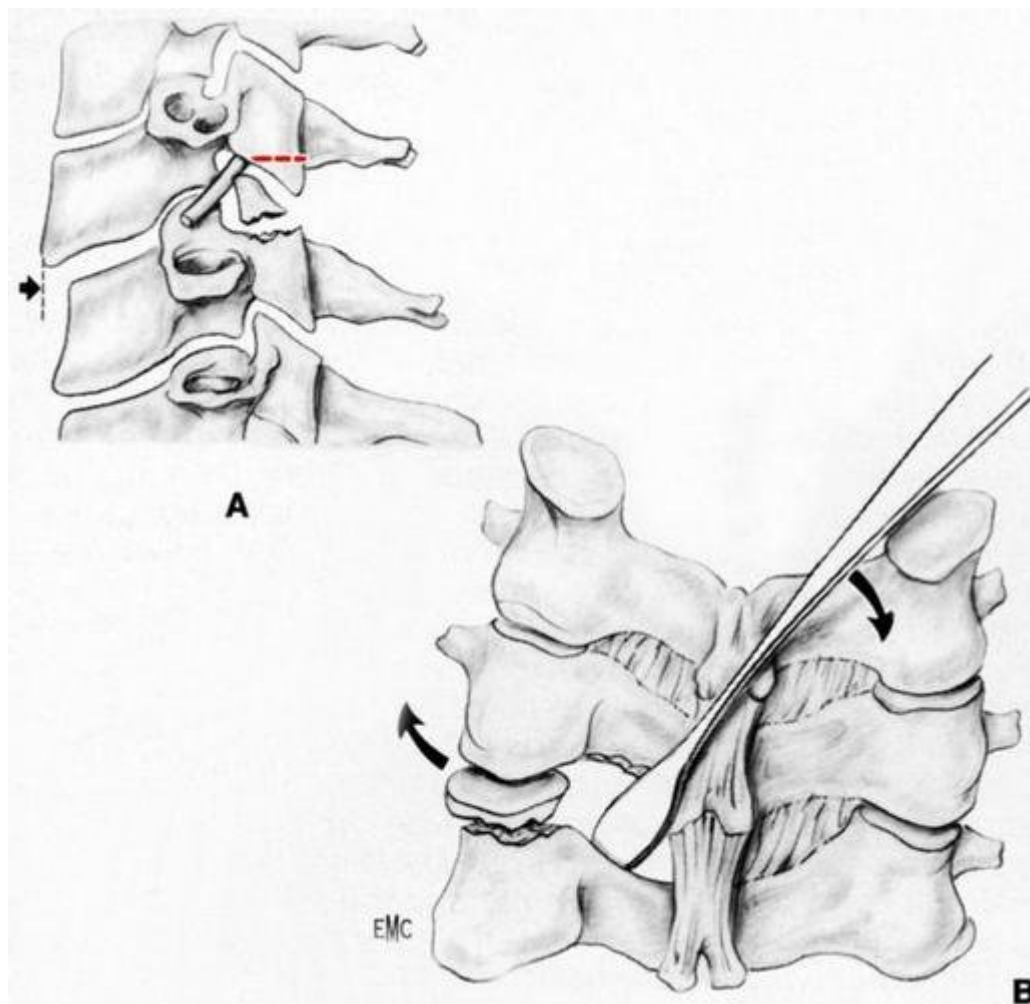


Fig 35 :

A, B. Fracture uni-articulaire : ablation par voie postérieure d'un fragment articulaire neuroagressif.

Fig 36 :

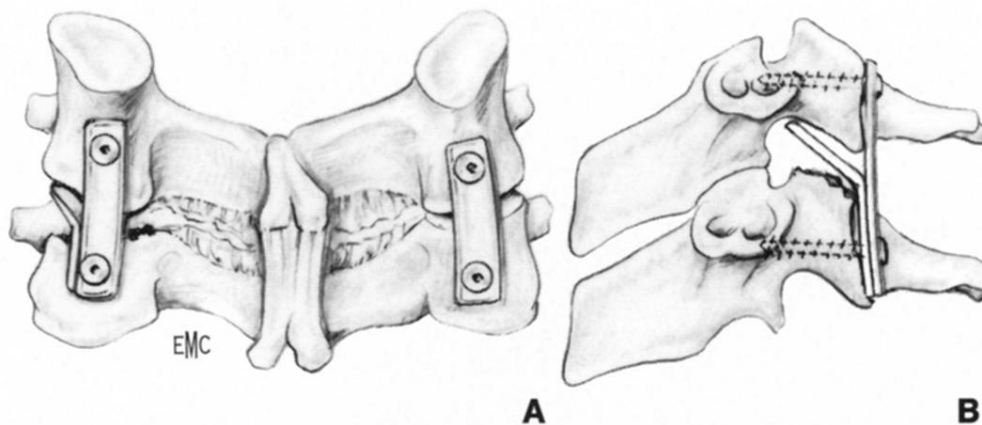


Fig 36 :

A, B. Remplacement par une plaque « en tuile » de Roy-Camille d'une articulaire fracturée.

Fig 37 :

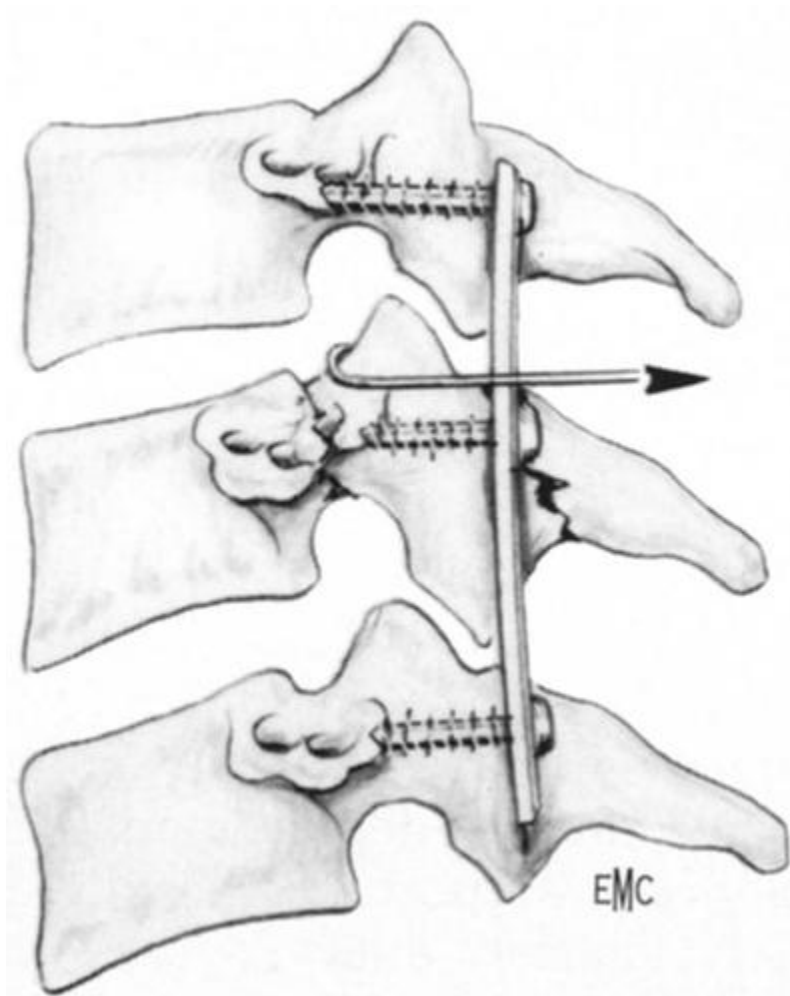


Fig 37 :

Réduction et fixation par plaque postérieure d'une fracture-séparation du massif artulaire (FSMA) (à noter l'effet de rappel sur la plaque de la vis située dans le massif artulaire).

Fig 38 :

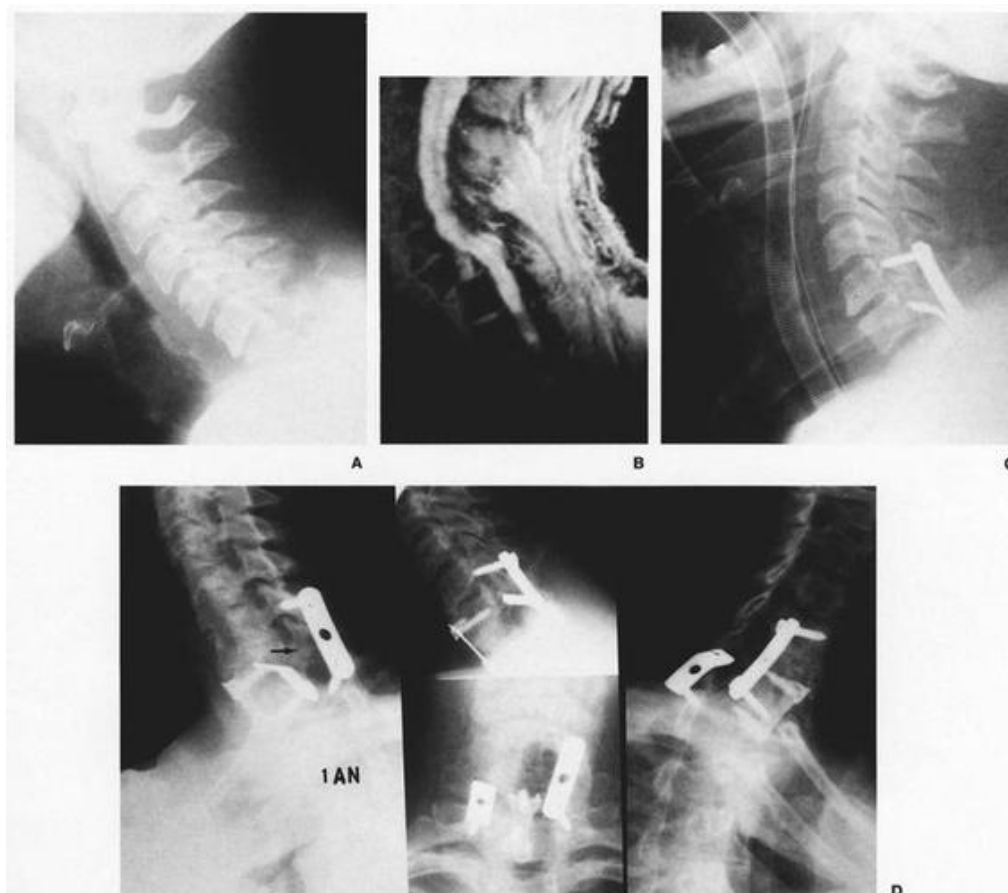


Fig 38 :

Luxation-fracture biarticulaire en extension : il s'agit d'une fracture-séparation du massif articulaire bilatérale, irréductible par traction progressive (A, B) ; seul l'abord postérieur a permis la réduction par ablation du massif articulaire fracturé et incarcerated, et la stabilisation grâce au remplacement du massif par une plaque en tuile de Roy-Camille (C).

Deuxième temps antérieur d'arthrodèse intercorporeale. Résultat à un an (D).



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-188]

Chirurgie du disque intervertébral

Alain Deburge : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service
Rémi Perrotte : Chef de clinique-assistant
Pierre Guigui : Professeur des Universités
Service de chirurgie orthopédique, hôpital Beaujon, 100, boulevard du Général-Leclerc, 92110 Clichy
France

Résumé

Résumé. - Une hernie discale peut se voir à chaque étage du rachis et son traitement chirurgical diffère selon le niveau atteint. Pour chaque segment, les techniques les plus courantes sont exposées.

Au niveau du rachis cervical, deux techniques sont décrites : l'excision discale par voie antérieure avec arthrodèse intersomatique et ostéosynthèse et la libération radiculaire par abord postérieur.

Le traitement des hernies discales dorsales repose sur une voie d'abord antérolatérale transpleurale.

La technique standard de discectomie lombaire est exposée, suivie d'une description des techniques adaptées aux cas particuliers que sont les hernies médianes et latérales et les récidives.

© 1998 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

INTRODUCTION

La chirurgie du disque intervertébral concerne tous les gestes qui sont effectués sur le disque. Cependant, nous nous sommes limités à la chirurgie de la hernie discale, laissant de côté les arthrodèses intersomatiques lombaires. De même dans les voies d'abord, nous nous sommes limités à l'essentiel, renvoyant pour les détails à l'article de Lassale et al [\[11\]](#).

[Haut de page](#)

HERNIE DISCALE CERVICALE

La chirurgie du disque intervertébral cervical fait le plus souvent appel à un abord antérieur du rachis [\[21\]](#). La technique la plus répandue est celle décrite par Smith et Robinson [\[19\]](#) et c'est elle que nous décrirons. La voie d'abord postérieure a des indications très restreintes et n'est que peu utilisée en raison de ses risques neurologiques. Enfin il faut souligner l'intérêt de la chimionucléolyse cervicale dans le traitement des hernies molles. Malgré une utilisation encore réservée à quelques centres, sa fiabilité en fait une technique d'avenir.

Voie antérieure

Il s'agit d'une voie d'abord antérolatérale pré-sterno-cléido-mastoïdienne. C'est la voie la plus couramment employée dans la chirurgie du disque intervertébral cervical, ses indications étant aussi bien la hernie discale molle que les compressions d'origine disco-ostéophytique.

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal, le cou maintenu en légère extension grâce à un coussin glissé sous les omoplates. La tête est fixée en rotation neutre ou modérée du côté opposé à la voie d'abord. Le choix du côté de l'abord dépend du niveau à opérer : au-dessous de C5, il faut préférer une voie gauche, le nerf récurrent étant moins vulnérable de ce côté ; au-dessus de C5, l'abord peut se faire indifféremment à gauche ou à droite. Si une arthrodèse est prévue, la crête iliaque antérieure sera préparée du même côté.

Voie d'abord

C'est une voie pré-sterno-cléido-mastoïdienne prévasculaire. L'incision cutanée est transversale dans un pli du cou en cas d'abord d'un seul disque, ou bien longitudinale si plusieurs étages doivent être exposés. Un repérage radiographique préalable permet de centrer l'incision. Après exposition de la face antérieure du rachis, une aiguille placée dans un disque permet de vérifier radiologiquement le niveau. Le ligament vertébral antérieur est ensuite incisé longitudinalement sur la ligne médiane, puis décollé de la face antérieure des corps vertébraux à l'aide d'une rugine et désinséré de la périphérie du disque au bistouri. Il faut veiller, lors de ces manœuvres, à ne pas léser les disques sus- et sous-jacents (**fig 1**).

Discectomie

ainsi retirée jusqu'au ligament commun postérieur en arrière et d'un uncus à l'autre latéralement. Cette excision discale est facilitée par l'utilisation du distracteur de Caspar, vissé dans les corps vertébraux adjacents (**fig 3**). Chaque plateau vertébral est ensuite avivé à l'aide d'une curette ou d'une fraise en ayant soin de respecter l'os sous-chondral (**fig 4**).

L'intervention sur le disque intervertébral peut alors soit s'arrêter après ce temps de discectomie, soit le plus souvent être complétée par une arthrodèse intersomatique.

Arthrodèse intersomatique

L'avivement des plateaux vertébraux doit permettre d'obtenir deux surfaces planes et parallèles.

Un greffon tricortical est prélevé sur la crête iliaque antérieure homolatérale. Son épaisseur correspond à la hauteur de l'espace intersomatique en distraction, qui est habituellement de 8 mm. Sa profondeur doit être telle que sa face antérieure soit en retrait de la corticale antérieure des corps vertébraux, d'environ 2 mm, sans faire saillie dans le canal rachidien.

La position du greffon dans l'espace préparé doit être strictement médiane. Une fois le distracteur relâché, le greffon doit avoir une stabilité parfaite (**fig 5**).

Ostéosynthèse [6]

Elle n'est pas systématique mais elle est le plus souvent associée à l'arthrodèse. Son but est de prévenir l'effondrement ou l'expulsion du greffon. Elle permet de plus de se passer de contention externe rigide.

L'ostéosynthèse est effectuée à l'aide d'une plaque vissée dans les corps vertébraux adjacents (**fig 6**). Sa position doit être précise, à cheval sur l'espace arthrodésé et strictement médiane. Elle est préalablement cintrée pour épouser la lordose cervicale. Le trajet des vis est préparé à la pointe carrée ou à la mèche. Certains recommandent de passer la corticale postérieure du corps vertébral afin d'améliorer la tenue du montage et d'éviter la mobilisation secondaire des vis [22]. Dans ce cas, la perforation de la corticale postérieure doit évidemment se faire avec la plus grande prudence.

Fermeture

Après mise en place d'un drain aspiratif, le muscle omohyoïdien est réparé s'il a été sectionné, puis le peaucier du cou est suturé par des points séparés. La fermeture cutanée se fait à l'aide d'agrafes ou d'un surjet intradermique.

Soins postopératoires

Une contention par collier mousse est suffisante en cas d'ostéosynthèse. Sinon, il faut immobiliser le rachis cervical par une minerve à appui mentonnier, occipital, sternal et dorsal haut pendant une durée de 2 mois (la consolidation radiologique de l'arthrodèse est habituellement acquise à cette date). Une corticothérapie postopératoire de courte durée est utile pour éviter l'oedème trachéal et laryngé.

Voie postérieure [15]

réservée à l'ablation d'une hernie discale molle en situation postérolatérale. C'est une technique d'indication rare.

Installation

Le patient est installé en décubitus ventral, la tête fixée sur une têtère en U. L'absence de compression des globes oculaires doit être soigneusement vérifiée. La table est légèrement inclinée afin de surélever la tête et de diminuer le saignement.

Voie d'abord

Un cliché radiographique permet de repérer l'étage concerné. L'incision cutanée est strictement médiane, centrée sur cet étage. L'abord est ensuite unilatéral, permettant d'exposer l'espace interlameaire et les deux lames adjacentes jusqu'au massif articulaire.

Ouverture du canal rachidien

Le canal rachidien est exposé par voie interlameaire en excisant le ligament jaune (fig 7). L'abord intracanalair est ensuite élargi à l'aide d'une pince emporte-pièce, aux dépens des lames adjacentes et de la partie médiale du massif articulaire (fig 8). Le bord latéral de la moelle cervicale est alors visible, ainsi que la racine qui s'en écarte transversalement.

Ablation de la hernie

La racine est prudemment refoulée vers le haut ou vers le bas et la hernie peut alors être découverte sous la forme d'un séquestre exclu qui est extrait à la pince à disque (fig 9). En cas de hernie sous-ligamentaire, le ligament commun vertébral postérieur est incisé transversalement au bistouri fin, de dedans en dehors, et l'ablation se fait de la même façon grâce à la pince à disque, sans curetage discal complémentaire.

Fermeture

Elle se fait plan par plan sur un drainage aspiratif, en prenant soin de suturer en deux plans les muscles de la nuque.

Soins postopératoires

La contention cervicale n'est pas nécessaire. Le drain est retiré au deuxième ou troisième jour et l'ablation des fils est faite avant le huitième jour.

Nucléolyse cervicale [17]

Ces indications sont les névralgies cervicobrachiales par hernie discale molle, sans déficit moteur important. Il s'agit d'une technique récente dont l'usage est encore limité mais dont les résultats sont très encourageants.

Elle se fait sous anesthésie (neuroleptanalgie), en décubitus dorsal. Après

repérage radiographique, l'aiguille est introduite par voie pré-sterno-cléido-mastoïdienne, prévasculaire, entre deux doigts qui écartent les vaisseaux du cou de l'axe aérodigestif. Une fois l'aiguille placée au milieu du disque, une discographie précède l'injection de la chymopapaïne dosée à 1 000 unités. Aucune contention postopératoire n'est nécessaire.

Haut de page

HERNIE DISCALE DORSALE

Les hernies discales dorsales sont des lésions rares dont le traitement chirurgical est rendu difficile par la vulnérabilité de la moelle dorsale et la situation anatomique du rachis dorsal.

Nous décrirons l'excision des hernies dorsales par voie d'abord antérolatérale ^[3], qui permet une exposition large tout en limitant les risques de traumatisme médullaire.

Voie d'abord antérolatérale

Installation

Le patient est installé en décubitus latéral et l'opérateur se place à sa face dorsale. Le côté de la voie d'abord sera de préférence à droite pour éviter la proximité du cœur et de l'aorte.

Voie d'abord

L'incision suit la côte sous-jacente au disque en cause, en débutant en arrière à environ 5 cm de la ligne médiane et se terminant à la jonction costocartilagineuse. La côte est réséquée et la face latérale du disque et des deux vertèbres adjacentes est exposée par voie transpleurale (fig 10). Les pédicules vasculaires intercostaux correspondants sont sectionnés après ligature. La tête de la côte est désinsérée de l'apophyse transverse et des corps vertébraux. Les faces latérales des vertèbres sus- et sous-jacentes sont abordées en sous-périosté et le pédicule de la vertèbre inférieure est exposé. Le foramen est alors exposé et repéré grâce au nerf intercostal qui en sort (fig 11).

Ouverture du canal rachidien

Le pédicule de la vertèbre sous-jacente est réséqué à la pince emporte-pièce (fig 12), ce qui permet d'exposer la dure-mère, la face antérieure du canal rachidien et la hernie.

Excision discale

La portion latérale de l'anulus est incisée (fig 13) et le disque est excisé partiellement à l'aide de pinces à disque et de curettes, en laissant intacte une fine épaisseur en arrière. L'espace intersomatique est élargi vers le haut et le bas

corticale postérieure de chaque vertèbre est progressivement amincie, jusqu'à ce qu'il soit possible d'effondrer cette paroi à l'intérieur de la cavité, grâce à une spatule glissée à la face antérieure de la dure-mère (fig 15). Cette spatule doit être placée sans aucune mobilisation de la moelle et permet de disséquer les adhérences entre la dure-mère et le ligament vertébral postérieur. La partie postérieure du disque est ainsi repoussée vers l'avant et peut être réséquée en même temps que les fragments corticaux, sans risque de lésion médullaire. Le ligament vertébral postérieur est ensuite excisé, ce qui permet de contrôler la qualité de la décompression jusqu'au foramen controlatéral. L'excision des hernies dorsales est rendue difficile par leur fréquente calcification.

Arthrodèse intersomatique

Elle n'est pas systématique mais sera réalisée dans tous les cas où une résection osseuse large a été nécessaire. Elle fait appel soit à un greffon iliaque tricortical, soit à des segments de la côte réséquée, encastrés longitudinalement dans la cavité intersomatique (fig 16).

Fermeture

La plèvre préarachidienne est refermée puis, après réexpansion du poumon, la plèvre pariétale est suturée sur deux drains thoraciques. La paroi est ensuite suturée plan par plan.

Soins postopératoires

La station debout est autorisée dès l'ablation des drains thoraciques, sous couvert d'un corset maintenu 3 mois si une arthrodèse a été réalisée.

Autres voies d'abord

La même technique d'excision discale est réalisable par constotransversectomie qui a l'avantage d'être une voie extrapleurale mais offre une exposition plus limitée que la voie antérolatérale.

Les voies d'abord postérieures (par laminectomie ou pédiculectomie) offrent un jour très limité sur les lésions qui se situent en avant de la moelle, et entraînent un risque accru de complications neurologiques [20].

Haut de page

HERNIE DISCALE LOMBAIRE

Les hernies discales lombaires sont, dans la grande majorité des cas, situées dans le canal rachidien en position postérolatérale ou médiane. Leur traitement chirurgical repose alors sur un abord postérieur médian, le plus souvent unilatéral. Les hernies latérales, foraminales ou extraforaminales, plus rares, pourront être traitées soit en élargissant cette voie d'abord, soit en ayant recours à une voie postérolatérale extraforaminale. La place de la chimionucléolyse mérite d'être soulignée. Sa simplicité et son innocuité en font une technique de première intention dans un grand nombre de cas [2].

Voie postérieure médiane

C'est la voie d'abord utilisée pour le traitement chirurgical des hernies discales lombaires médianes et postérolatérales.

Installation

Le patient est installé en décubitus ventral sur un billot thoracique, hanches et genoux fléchis à 90°. Cette position permet d'éviter un excès de pression abdominale, cause de saignement, et d'obtenir une réduction de la lordose lombaire. L'étage à opérer est repéré par un cliché radiographique de profil. L'opérateur se place du côté de la racine comprimée.

Voie d'abord

L'incision est médiane, verticale, centrée sur l'étage en cause. Sa longueur peut être limitée à quelques centimètres chez un sujet maigre. L'abord du rachis est unilatéral du côté de la compression et expose les deux lames adjacentes jusqu'au massif articulaire. Les ligaments surépineux et interépineux doivent être scrupuleusement respectés. Un écarteur contrecoudé à pointe est appuyé sur la face latérale du massif articulaire et permet de refouler en dehors les masses musculaires (fig 17).

Ouverture du canal rachidien

L'abord intracanalair se fait par voie interlaminar en excisant le ligament jaune. Celui-ci doit être parfaitement vu et pour cela débarrassé du tissu graisseux qui le recouvre. L'éclairage du champ opératoire doit être parfait, éventuellement complété par l'utilisation d'une lampe frontale.

Le ligament jaune est sectionné, à l'aide d'un bistouri fin, longitudinalement près de la ligne médiane puis transversalement au ras de son insertion sur le bord supérieur de la lame sous-jacente (fig 18). Ce geste doit être effectué avec prudence afin d'éviter une brèche de la dure-mère. Avant de le sectionner transversalement, il est prudent de glisser une spatule mousse à la face profonde du ligament jaune et de le soulever au fur et à mesure de son incision à l'aide d'une pince à griffe fine. Le coin inféromédial étant soulevé, l'excision peut être effectuée à l'aide d'une pince emporte-pièce ou poursuivie au bistouri. Il est souvent nécessaire, et d'autant plus que la hernie est haut située [8], d'élargir cet abord interlaminar aux dépens des lames adjacentes et de la partie médiale du massif articulaire (fig 19). Au niveau L5-S1, l'espace interlaminar se trouve en regard du disque et la racine S1 est visible dans son trajet extradural ; l'abord interlaminar en L4-L5 permet d'exposer l'origine de la racine L5, au-dessous de l'espace discal, qui est situé partiellement devant la lame de L4. Il faut donc dans ce cas élargir l'abord vers le bas afin de suivre la racine, et vers le haut pour voir le disque. Ce geste est effectué à l'aide d'une pince emporte-pièce après libération des adhérences de la dure-mère par une spatule mousse.

Exploration du canal rachidien

Elle est conduite à l'aide de spatules mousses et d'une canule d'aspiration de petit diamètre. La graisse et les veines épidurales sont refoulées en dedans et l'exploration doit permettre de voir la racine et de repérer la hernie. Le bord externe de la racine doit être identifié et parfaitement exposé et un complément de résection osseuse est parfois nécessaire latéralement.

Il est possible qu'une veine épidurale saigne ; son hémostase est obtenue par coagulation bipolaire ou de préférence par tamponnement.

Après avoir repéré le bord externe de la racine, celle-ci peut être doucement refoulée vers la ligne médiane afin d'exposer le disque (fig 20). Le plus souvent, la hernie se trouve en position postérolatérale, en avant ou légèrement en dehors de la racine qu'elle refoule.

Ablation de la hernie et excision discale

Si le ligament commun postérieur est intact, il est incisé en regard du disque à l'aide d'un bistouri fin, soit longitudinalement, soit transversalement de dedans en dehors (fig 21). L'ablation de la hernie peut alors se faire grâce à une pince à disque (fig 22).

Si le ligament est rompu et qu'il existe un fragment discal en voie d'exclusion, celui-ci est retiré à la pince à disque par des manoeuvres douces évitant toute traction sur la racine. Dans ce cas, l'exploration intracanalair doit être poursuivie, à la recherche de fragments discaux exclus et migrés.

L'ablation de la hernie permet habituellement de mobiliser plus facilement la racine vers la ligne médiane et de procéder sans risque à l'évidement discal. Celui-ci est systématique et doit être le plus complet possible pour éviter le risque de récurrence. Il est mené à l'aide de pinces à disque, droites et angulées, maniées prudemment pour ne pas perforer le ligament commun vertébral antérieur en avant duquel cheminent les gros vaisseaux (fig 23). Il est inutile et même nocif de cureter les plateaux vertébraux et l'évidement discal peut être considéré comme complet lorsque la pince à disque ne ramène plus de matériel discal.

Avant la fermeture, la liberté de la racine est contrôlée en la mobilisant doucement avec une spatule. Si la racine reste peu mobile, il faut rechercher une compression résiduelle et notamment la présence d'un fragment discal exclu. Il est également possible qu'une compression radiculaire d'origine osseuse soit associée, dans le canal au niveau du récessus latéral ou dans le foramen. Il est dans ce cas nécessaire de compléter la libération radiculaire par une arthrectomie partielle comme dans le cas d'une sténose latérale, ou par une foraminotomie.

Fermeture

L'aponévrose est suturée par des points séparés sur un drain aspiratif. Les plans sous-cutané et cutané sont fermés par des points séparés ou pour ce dernier par un surjet intradermique.

Soins postopératoires

Le lever est autorisé dès le lendemain de l'intervention, sans contention ni rééducation.

Cas particuliers

Hernie discale médiane

postérolatérale, en dehors de la racine et le ligament incisé de la même façon. L'évidement discal est conduit de dehors en dedans et permet de réduire progressivement le volume de la hernie. Le sac dural et la racine peuvent alors être mobilisés plus facilement et l'incision du ligament peut être prolongée en dedans. En cas de hernie sous-ligamentaire, le fragment discal sera extrait sans difficulté. En revanche, en cas de hernie transligamentaire ou exclue, le fragment doit être retiré sans soulever le sac dural et la racine. Il est extrait à l'aide d'une pince à disque après avoir été abaissé dans l'espace discal correctement évidé.

Il est parfois impossible de mobiliser convenablement la racine ou le sac dural malgré un évidement satisfaisant. Il ne faut alors pas hésiter à faire un abord controlatéral qui permettra selon la même procédure de compléter l'excision du disque et d'explorer la totalité de la face antérieure du sac dural. Un abord bilatéral est également nécessaire en cas de hernie médiane exclue de gros volume ou si l'exploration par voie unilatérale n'a pas permis d'extraire le fragment discal responsable de la compression. Enfin, en cas de syndrome de la queue de cheval, l'abord intracanalair sera d'emblée bilatéral.

Hernie exclue dans l'aisselle de la racine

Une hernie exclue ou en voie d'exclusion est parfois située en dedans de la racine, dans son aisselle. La racine est refoulée en dehors et le risque est alors de la confondre avec une hernie en situation postérolatérale.

C'est de nouveau insister sur la nécessité de parfaitement exposer la racine avant d'entreprendre un geste sur le disque ou la hernie.

Le second risque dans ce type de hernie consiste à tenter d'extraire le fragment discal à travers l'aisselle de la racine. Cette manoeuvre peut en effet, en cherchant à faire passer un gros fragment entre le sac dural et la racine, entraîner des lésions radiculaires irréversibles. Il faut donc toujours aborder le disque en dehors de la racine et procéder comme pour une hernie postérolatérale ou médiane en débutant par l'évidement discal. Le sac dural et la racine sont progressivement refoulés vers la ligne médiane jusqu'à ce que le fragment discal soit visible. Il peut alors être saisi par une pince à disque, en dehors de la racine, et extrait latéralement.

Hernies latérales

Les hernies en situation foraminale ou extraforaminale posent un problème pour le choix de la voie d'abord. Elles ne sont en effet pas toujours accessibles par voie interlaminaire et leur ablation peut nécessiter un abord extraforaminal. Il est donc important de disposer d'un bilan par imagerie de bonne qualité permettant de situer avec précision la topographie de la hernie. Il faut d'autre part rappeler qu'une hernie latérale comprime la racine qui quitte le canal par le foramen adjacent (racine L5 pour une hernie L5-S1). La difficulté du traitement chirurgical de ces hernies est due à la nécessité de décompresser la racine dans son trajet foraminal sans compromettre la stabilité rachidienne. Il faut pour cela éviter les sacrifices osseux excessifs aux dépens des apophyses articulaires et des isthmes [4]. Deux voies d'abord, pouvant être associées, permettent l'ablation des hernies latérales : la voie postérieure médiane élargie et la voie extraforaminale. L'arthrectomie totale est une solution de dernière intention.

■ **Voie médiane élargie** [5] : l'abord des hernies latérales par voie intracanalair peut se faire de façon unilatérale mais un abord bilatéral permet une vision plus oblique et une meilleure exposition de la hernie et de la racine dans le foramen. Pour la même raison, l'opérateur se place du côté opposé à la hernie. Après avoir ouvert le canal rachidien selon la technique déjà décrite, la racine comprimée doit être exposée en réséquant la moitié inférieure de la lame sus-jacente puis, obliquement, la partie antéromédiale du massif articulaire. L'exposition de la racine dans son trajet foraminal nécessite de poursuivre cette résection oblique aux dépens de la face postérieure du foramen. Si la hernie est exclue dans le foramen, elle est découverte pendant cet abord et

retirée à la pince à disque. En cas de hernie sous-ligamentaire, le disque est incisé dans le foramen et le fragment est retiré à la pince à disque. La discectomie est ensuite effectuée de façon classique. Cette voie d'abord permet l'ablation des hernies foraminales mais ses limites, si l'on veut éviter un sacrifice osseux et articulaire excessif, rendent difficile (voire impossible en cas d'exclusion) l'ablation des hernies extraforaminales. Il faut alors recourir à la voie extraforaminale.

■ **Voie extraforaminale** : elle peut être pratiquée indifféremment par voie d'abord médiane ou par voie postérolatérale transmusculaire de Wiltse. Cette dernière n'est néanmoins possible qu'en cas de hernie extraforaminale pure car elle ne permet pas d'exploration intracanalair. L'abord est unilatéral du côté de la hernie et doit permettre d'exposer les apophyses transverses des vertèbres sus- et sous-jacentes, le bord externe de l'isthme et la face externe du massif articulaire (fig 24). Il est ainsi possible de voir le ligament intertransversaire et le bord externe du ligament jaune. Ces deux structures limitent un espace par lequel sort un pédicule vasculonerveux constitué de la branche dorsale de l'artère dorsospinale et de la branche dorsale du nerf rachidien. Cet espace est élargi latéralement en excisant le ligament intertransversaire. Pour exposer l'orifice externe du foramen, il est nécessaire de réséquer la partie inféromédiale de l'apophyse transverse sus-jacente (fig 25) afin de libérer l'insertion tendineuse du psoas, puis le bord latéral du ligament jaune. Ce dernier forme la paroi postérieure du foramen et c'est donc en avant que chemine le nerf rachidien, au sein de tractus fibreux qu'il faut sectionner. Pour cela, une spatule est glissée le long de la face postérieure de la racine et le tissu fibreux est incisé à l'aide d'un bistouri fin. La racine peut alors être écartée latéralement donnant ainsi accès au disque et à la hernie (fig 26). Celle-ci est habituellement un fragment exclu qui est retiré à l'aide d'une pince à disque (fig 27). Une incision de l'anulus permet ensuite de compléter l'excision discale.

■ **Arthrectomie totale** [5] : elle doit être réservée aux cas où l'abord extraforaminal est impossible, notamment au niveau L5-S1 qui est parfois trop encastré dans le bassin, et aux difficultés d'exposition par les voies d'abord précédentes.

L'arthrectomie se fait de dedans en dehors à partir d'un abord interlameaire élargi et permet l'exposition de la racine comprimée depuis son origine jusqu'à sa portion extraforaminale. Le risque de déstabilisation qu'entraîne ce geste rend nécessaire une arthrodèse postérolatérale [9].

Récidive de hernie discale [10]

Devant la récidive d'une sciatique après un traitement chirurgical, il est avant tout nécessaire d'apporter la preuve de son origine discale (scanner ou imagerie par résonance magnétique avec injection de produit de contraste, discoscanner).

Le traitement chirurgical d'une récidive reprend les mêmes principes que la chirurgie de première intention mais quelques détails l'en distinguent.

La voie d'abord doit souvent être plus large que pour une première intervention, et il est parfois utile d'exposer les deux gouttières paravertébrales.

L'abord du canal rachidien doit débuter en zone saine, à distance de l'espace interlameaire. Le site de la précédente intervention est recouvert d'un tissu fibreux cicatriciel (fig 28) qu'il ne faut pas chercher à exciser en raison du risque de brèche de la dure-mère ou de plaie radiculaire. Il faut repérer les berges de l'espace interlameaire (lames adjacentes et bord médial du massif articulaire) et le canal est abordé à distance de ces berges à l'aide d'un ciseau gouge ou d'une fraise. Une fois la dure-mère exposée en zone saine, l'exposition du canal progresse doucement vers la zone cicatricielle en alternant la libération des adhérences par une spatule fine et la résection osseuse à l'aide d'une pince emporte-pièce (fig 29). La racine doit être exposée de la même façon en zone non cicatricielle puis prudemment libérée de ses adhérences. La hernie et le disque peuvent être alors exposés par le bord externe de la racine (fig 30) et l'évidement discal est effectué de la même façon que dans la chirurgie standard. La fibrose épидurale est très fréquente ; elle est plus ou moins marquée ; il ne faut jamais chercher à l'exciser, car sa responsabilité dans les symptômes est quasi nulle ; son excision partielle peut être nécessaire pour exposer le disque ou

la racine.

Techniques particulières

Microdiscectomie ^[16]

L'excision des hernies discales lombaires est pratiquée par certains chirurgiens sous microscope, permettant de réduire la taille de la voie d'abord. L'utilisation du microscope est également proposée pour l'excision de hernies latérales par voie postérolatérale ^[14]. On peut toutefois se demander si le problème est bien posé.

Vidéo-chirurgie

Le traitement chirurgical des hernies lombaires par discectomie sous contrôle endoscopique est une technique récente, permettant le contrôle visuel de l'excision discale par un abord percutané. Il ne s'agit pas encore d'une technique de routine et sa supériorité par rapport aux autres techniques percutanées reste à démontrer.

Discectomie par abord antérieur ^[7]

L'excision discale par voie antérieure a été proposée pour le traitement des hernies discales lombaires, soit par abord transpéritonéal, soit par abord rétropéritonéal. Elle est complétée dans ce cas par une arthrodèse intersomatique. C'est une technique actuellement peu utilisée en raison des complications liées à la voie d'abord et de l'absence de supériorité des résultats par rapport aux techniques utilisant la voie postérieure.

Chimionucléolyse lombaire ^[2]

Elle est effectuée sous anesthésie générale ou locale avec neuroleptanalgie, en décubitus latéral. L'aiguille est introduite par voie postérolatérale sous contrôle de l'amplificateur de brillance. L'injection de la chymopapaïne (2 000 à 4 000 unités) se fait après la discographie qui permet de vérifier la bonne position de l'aiguille, le caractère pathologique du disque et l'absence de fuite vasculaire ou intradurale.

Nucléotomie percutanée

Elle consiste à réaliser l'évidement discal par voie percutanée, en introduisant les instruments par un abord postérolatéral sous contrôle de l'amplificateur de brillance.

Cette technique n'a pas fait la preuve de sa supériorité par rapport à la nucléolyse, dont elle partage les indications. Revel a même trouvé, dans une étude randomisée comparant la nucléotomie percutanée automatisée et la chimionucléolyse, des résultats significativement meilleurs après nucléolyse ^[18].

Références

- [1] Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S. Techniques en chirurgie orthopédique. Tome 1 : Rachis. Paris : Masson, 1993

- [2] Benoist M. Chimionucléolyse. In : Conférences d'enseignement. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1986 : 71-87
- [3] Bohlman HH, Zdeblick TA Anterior excision of herniated thoracic discs. *J Bone Joint Surg* 1988 ; 70A : 1038-1047
- [4] Deburge A, Barre E, Guigui P Les hernies discales lombaires latérales. *Chirurgie* 1994 ; 120 : 568-571
- [5] Epstein NE Different surgical approaches to far lateral lumbar disc herniations. *J Spinal Disord* 1995 ; 8 : 383-394
- [6] Guigui P, Deburge A. L'arthrodèse intersomatique antérieure. In : Rachis cervical dégénératif et traumatique. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, vol 48. Paris : Expansion Scientifique Française, 1994 : 123-133
- [7] Hanley EN, Delamarter RB et al. Surgical indications and techniques. In : The lumbar spine. The international society for the study of the lumbar spine. Philadelphia : WB Saunders, 1996 : 492-524
- [8] Krämer J A new classification of lumbar motion segments for microdiscectomy. *Eur Spine* 1995 ; 4 : 327-334
- [9] Kunogi J, Hasue M Diagnosis and operative treatment of intraforaminal and extraforaminal nerve root compression. *Spine* 1991 ; 16 : 1312-1320
- [10] Lassale B. Échecs et reprises de la chirurgie de la hernie discale lombaire. In : Conférences d'enseignement. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, vol 46. Paris : Expansion Scientifique Française, 1994 : 93-103
- [11] Lassale B, Guigui P, Delecourt CH. Voies d'abord du rachis. Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-150, 1995 : 22 p
- [12] Mayer HM, Brock M Percutaneous endoscopic discectomy : surgical technique and preliminary results compared to microsurgical discectomy. *J Neurosurg* 1993 ; 78 : 216-225
- [13] Melvill RL, Baxter BL The intertransverse approach to extraforaminal disc protrusion in the lumbar spine. *Spine* 1994 ; 19 : 2707-2714
- [14] O'Brien MF, Peterson D, Crockard HA A posterolateral microsurgical approach to extreme lateral disc herniation. *J Neurosurg* 1995 ; 83 : 635-640
- [15] Onimus M, Destruelle N, Gangloff S Le traitement chirurgical des hernies discales cervicales. Abord antérieur ou abord postérieur ? *Rev Chir Orthop* 1995 ; 81 : 296-301
- [16] Pierron D, Robine D. Microdiscectomie lombaire conservatrice. Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-185, 1990
- [17] Polack Y, Lassale B. Nucléolyse cervicale. Communication aux journées du rachis de l'hôpital Beaujon, Paris, 1996
- [18] Revel M, Payan C, Vallée C, Laredo JC, Lassale B, Roux C , et al. Automated percutaneous lumbar discectomy versus chemonucleolysis in the treatment of sciatica. A randomized multicenter trial. *Spine* 1993 ; 18 : 1-7
- [19] Smith GW, Robinson RA The treatment of certain cervical spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion. *J Bone Joint Surg* 1958 ; 40A : 607
- [20] Stillermann CB, Martin HW Management of thoracic disc disease. *Clin Neurosurg* 1992 ; 38 : 325-352
- [21] Vital JM, Pointillart V et al. Les hernies discales cervicales molles. In : Rachis cervical dégénératif et traumatique. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, vol 48. Paris : Expansion Scientifique Française, 1994 : 152-159
- [22] Vital JM, Pointillart V et al. Voie d'abord et fixations antérieures du rachis cervical bas (C3 à C7). In : Rachis cervical dégénératif et traumatique. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, vol 48, Paris : Expansion Scientifique Française, 1994 : 64-73

© 1998 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

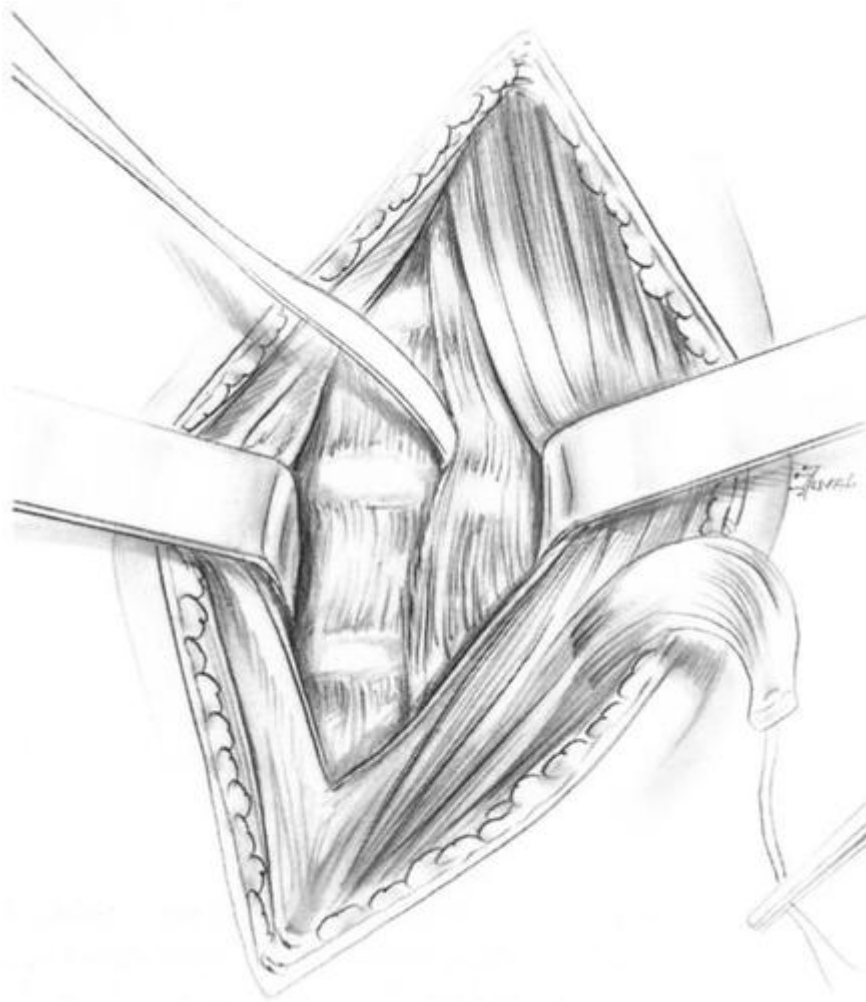


Fig 1 :

Exposition du disque intervertébral.

Fig 2 :

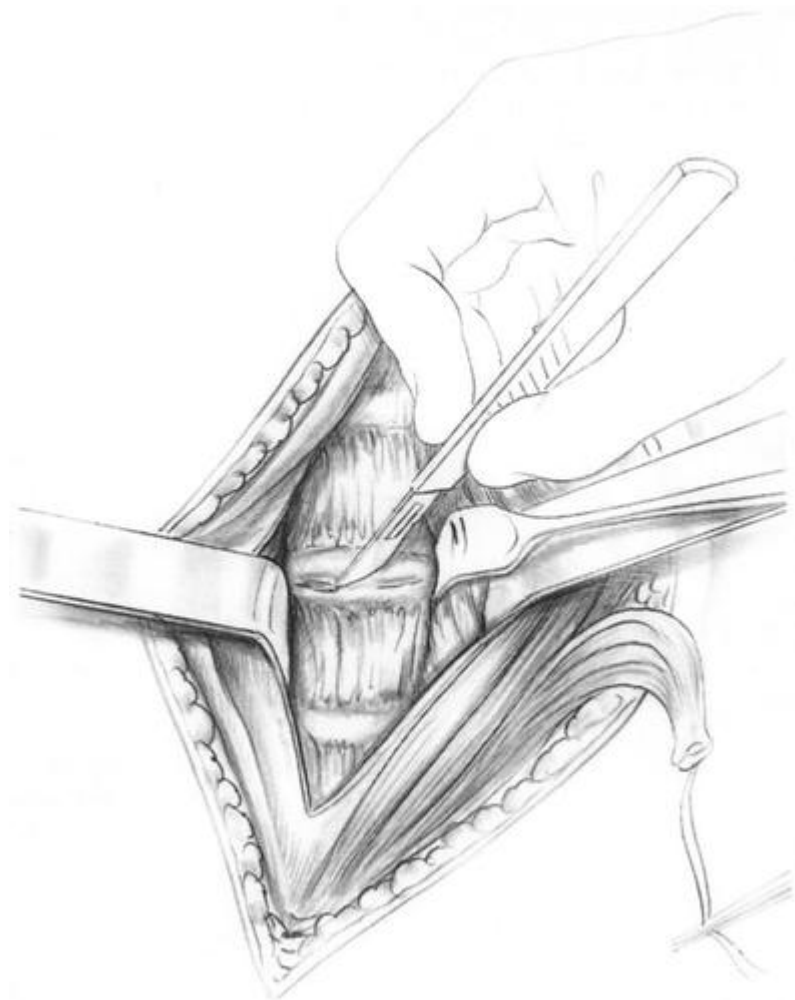


Fig 2 :

Excision de la moitié antérieure de l'anulus à l'aide d'un bistouri fin.

Fig 3 :

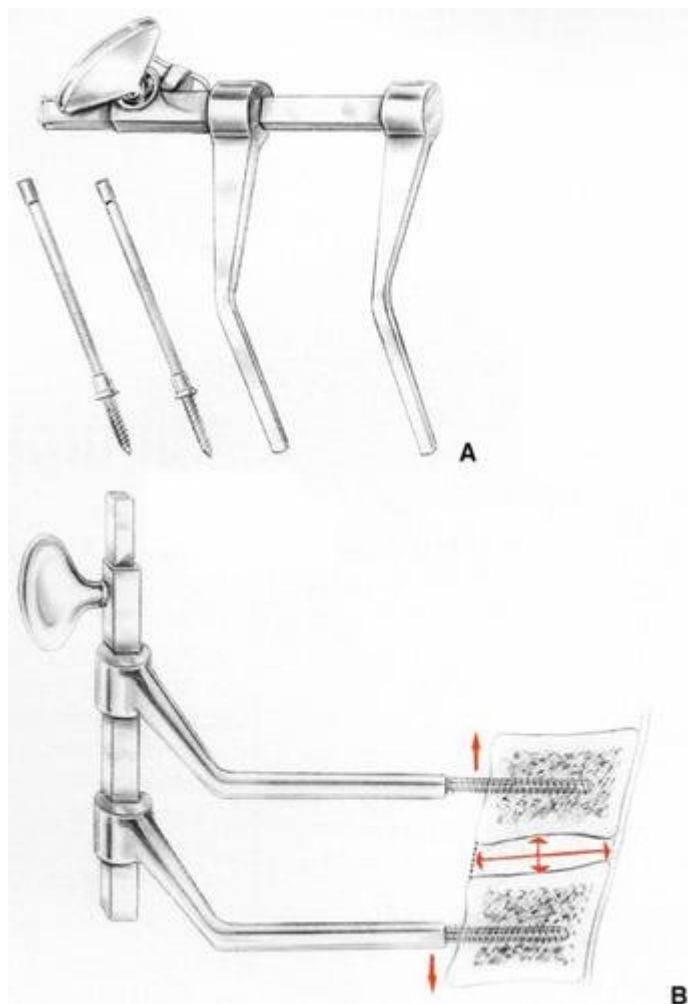


Fig 3 :

A. Distracteur de Caspar.

B. Distracteur de Caspar vissé dans les corps vertébraux. Mise en distraction de l'espace intersomatique.

Fig 4 :

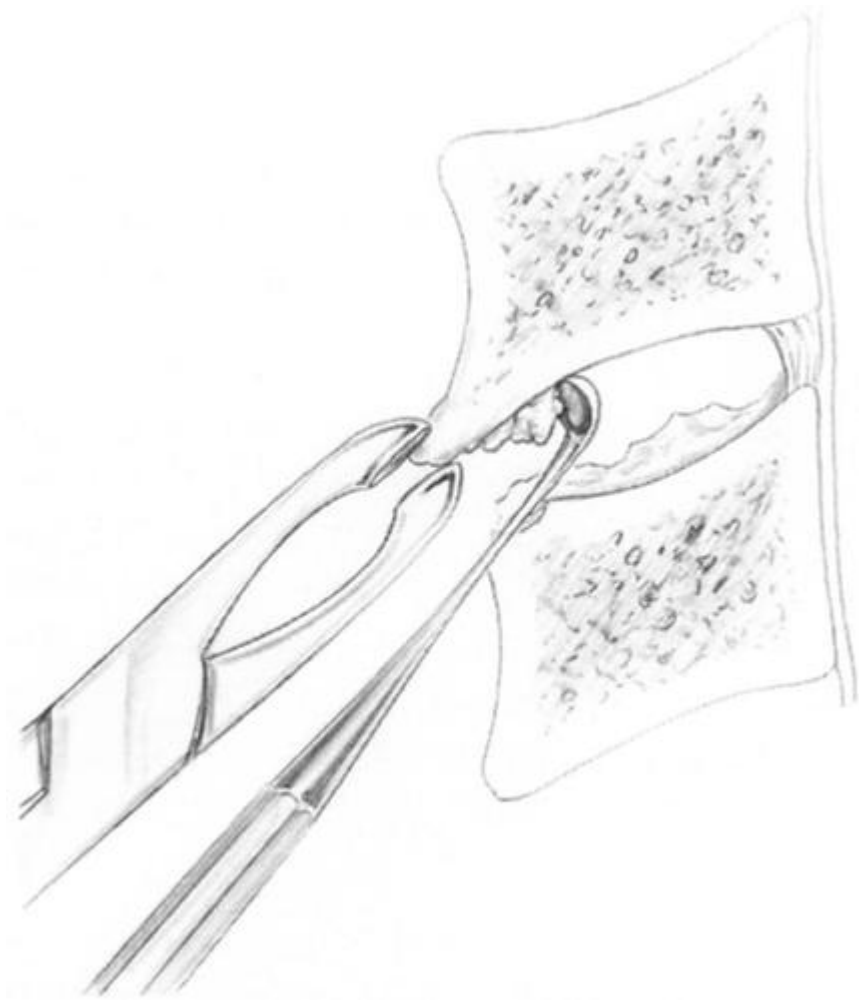


Fig 4 :

Excision des ostéophytes antérieurs. Curetage du disque et avivement des plateaux vertébraux.

Fig 5 :

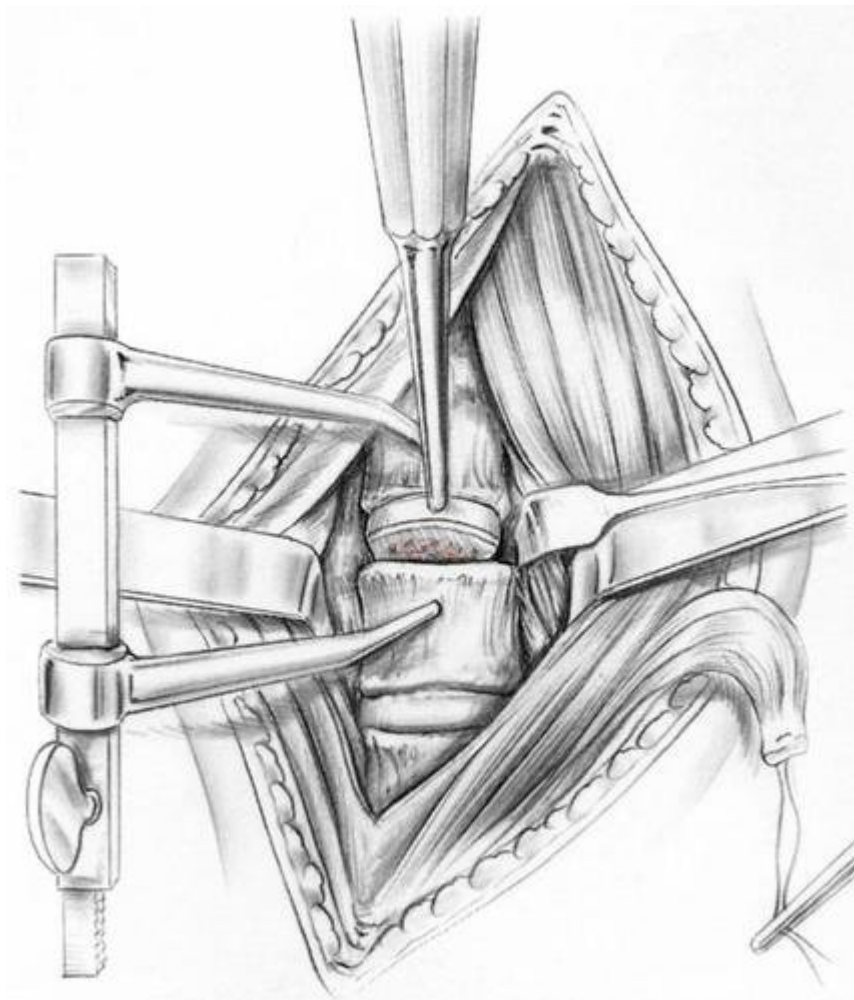


Fig 5 :

Mise en place du greffon tricortical. La face corticale convexe regarde en avant.

Fig 6 :

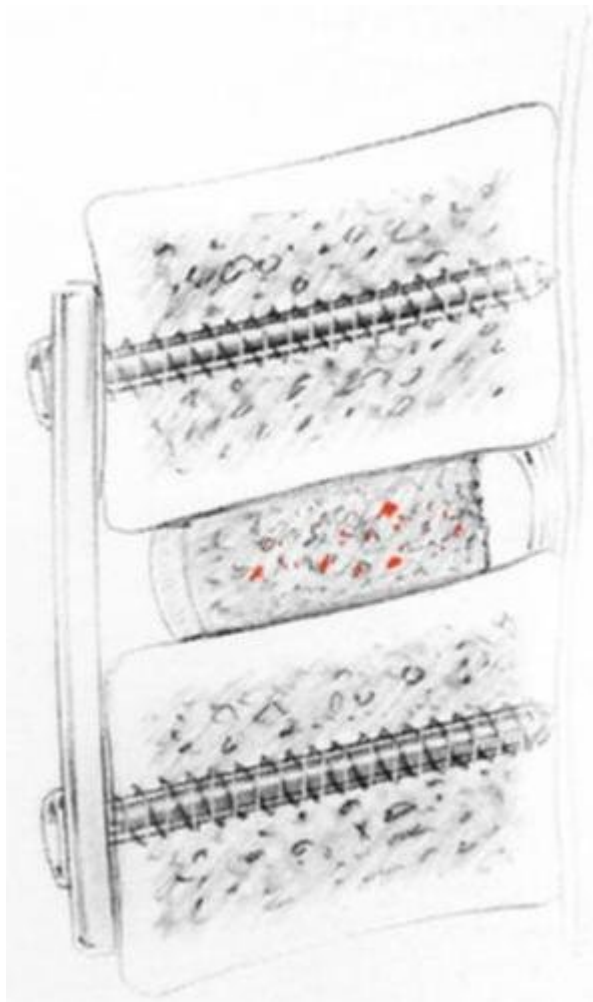


Fig 6 :

Ostéosynthèse. Abord postérieur cervical.

Fig 7 :

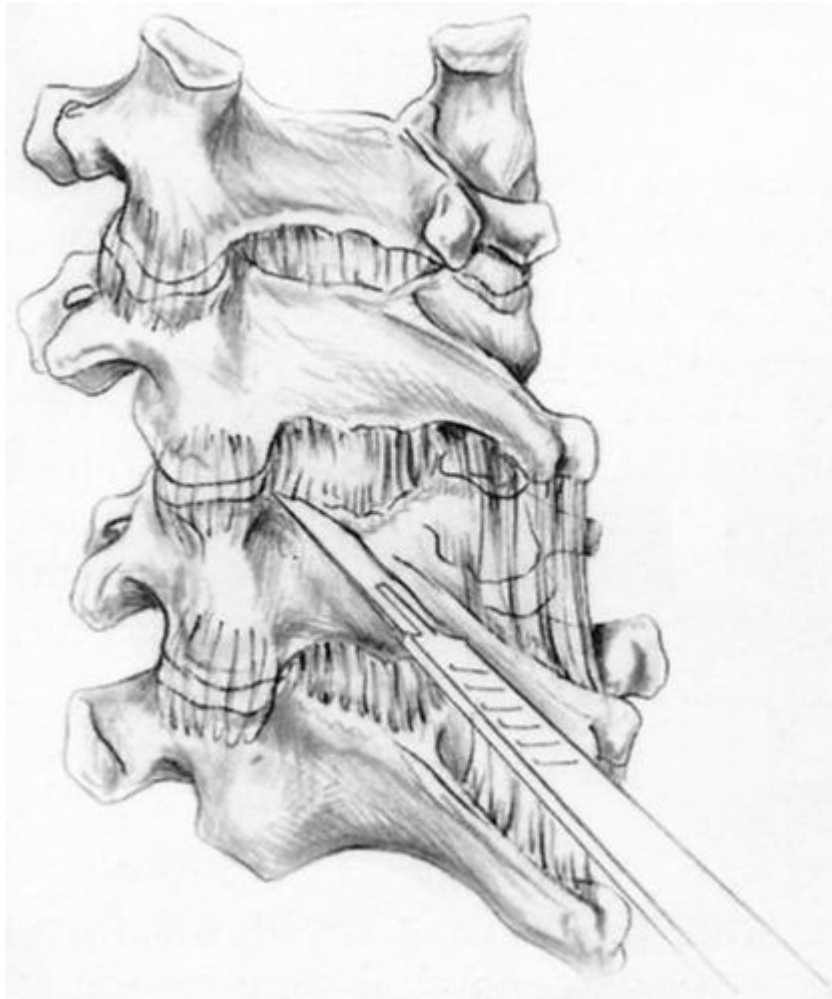


Fig 7 :

Abord interlaminare cervical. Excision du ligament jaune.

Fig 8 :

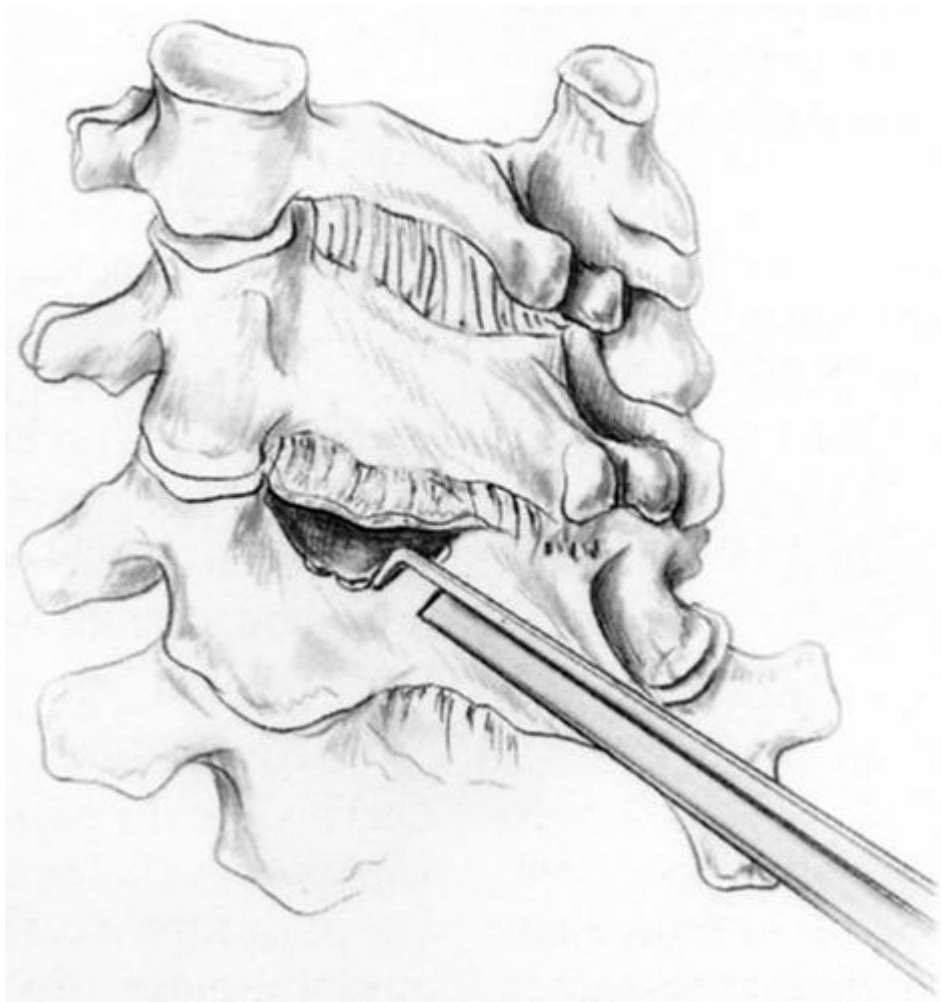


Fig 8 :

Élargissement de l'espace interlaminare à l'aide d'une pince emporte-pièce.

Fig 9 :

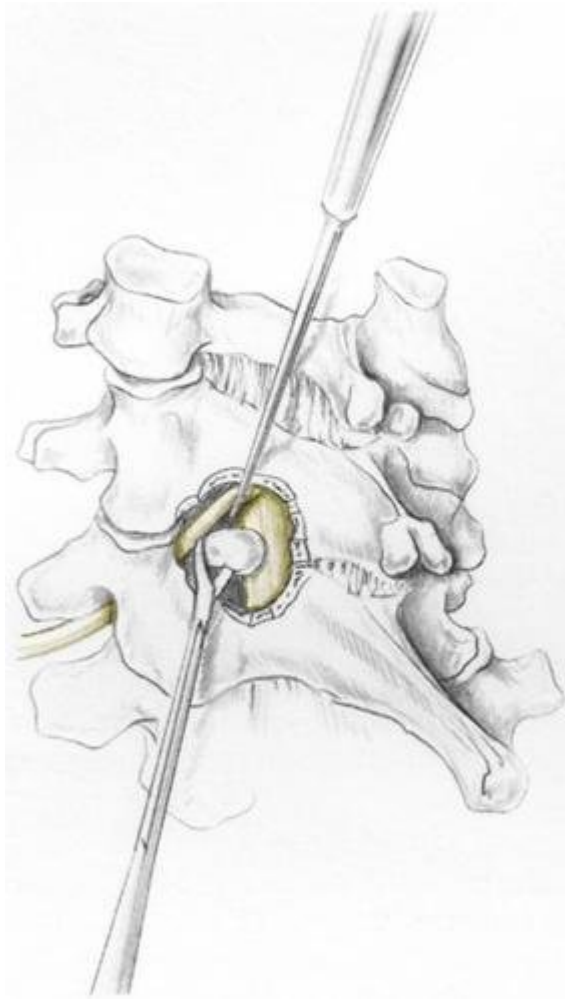


Fig 9 :

Ablation de la hernie. La racine est écartée prudemment vers le haut.

Hernie discale dorsale.

Fig 10 :

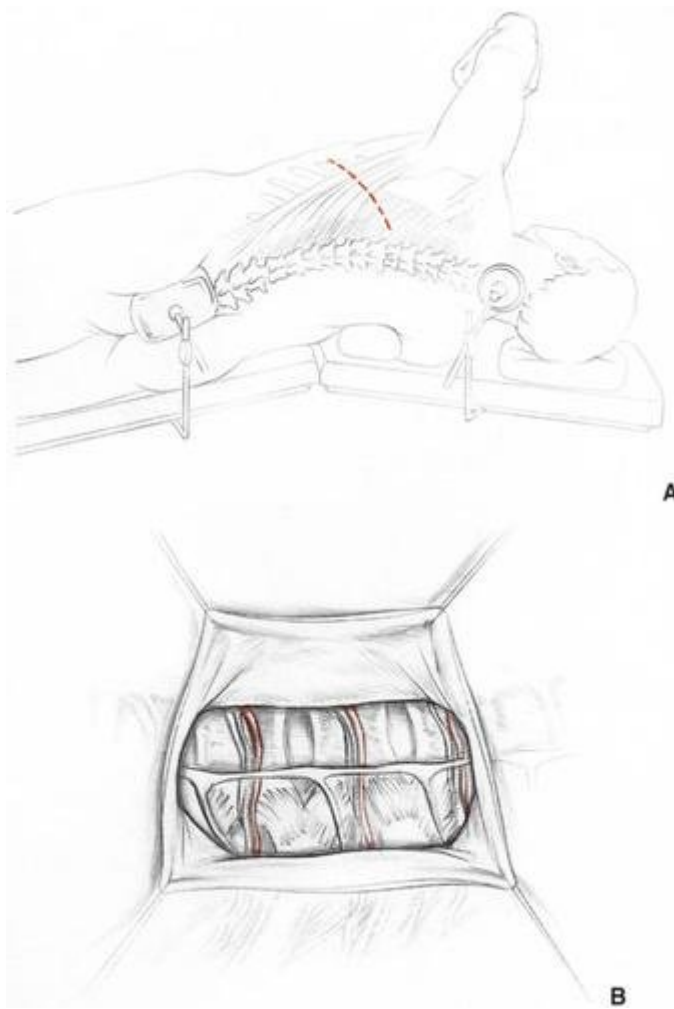


Fig 10 :

Abord antérolatéral. Installation et exposition de la face latérale du rachis.

Fig 11 :

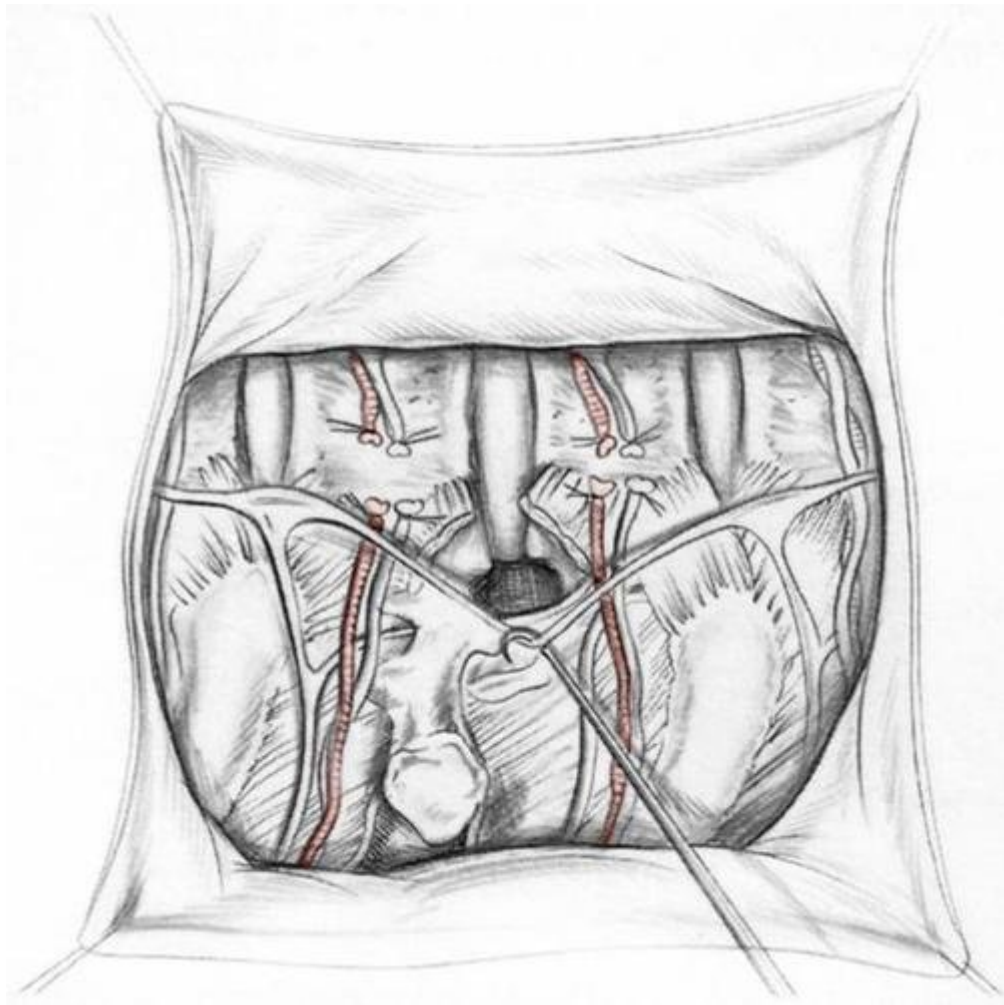


Fig 11 :

Exposition du foramen après résection de la tête costale.

Fig 12 :

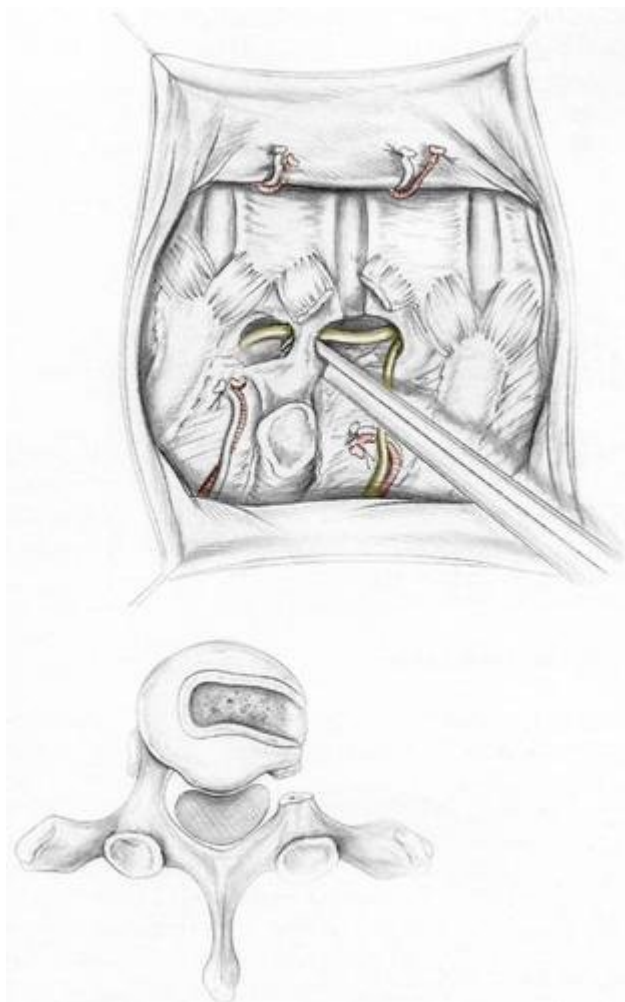


Fig 12 :

Résection du pédicule sous-jacent.

Fig 13 :

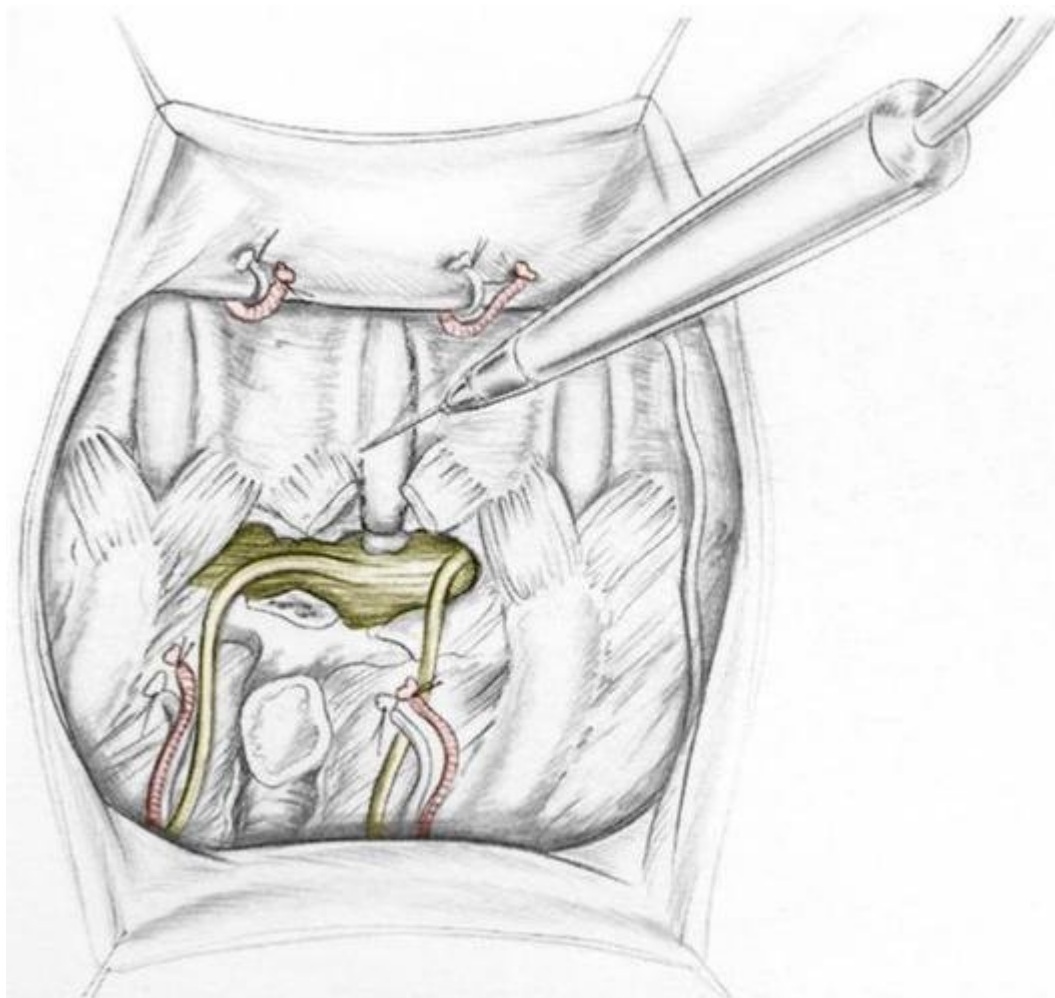


Fig 13 :

Excision discale.

Fig 14 :

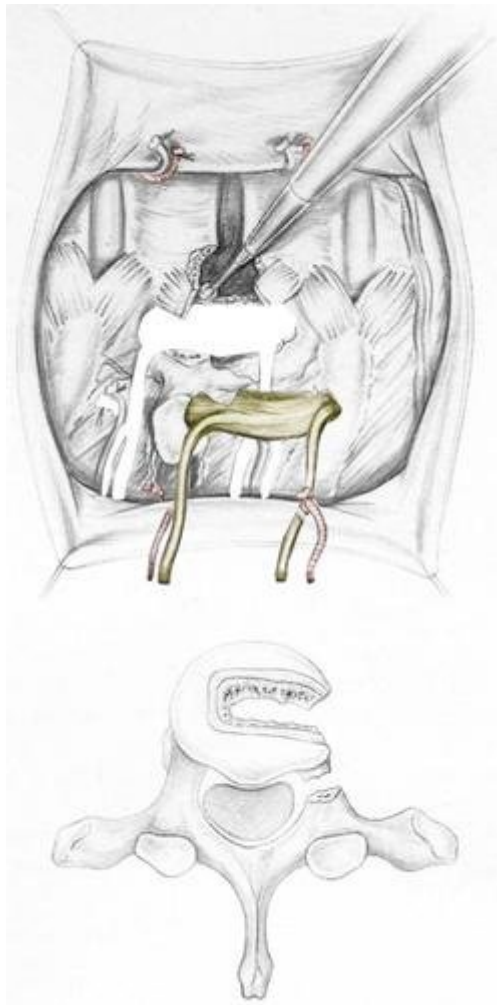


Fig 14 :

Réalisation à la fraise de la cavité postérolatérale, aux dépens des corps vertébraux adjacents.

Fig 15 :

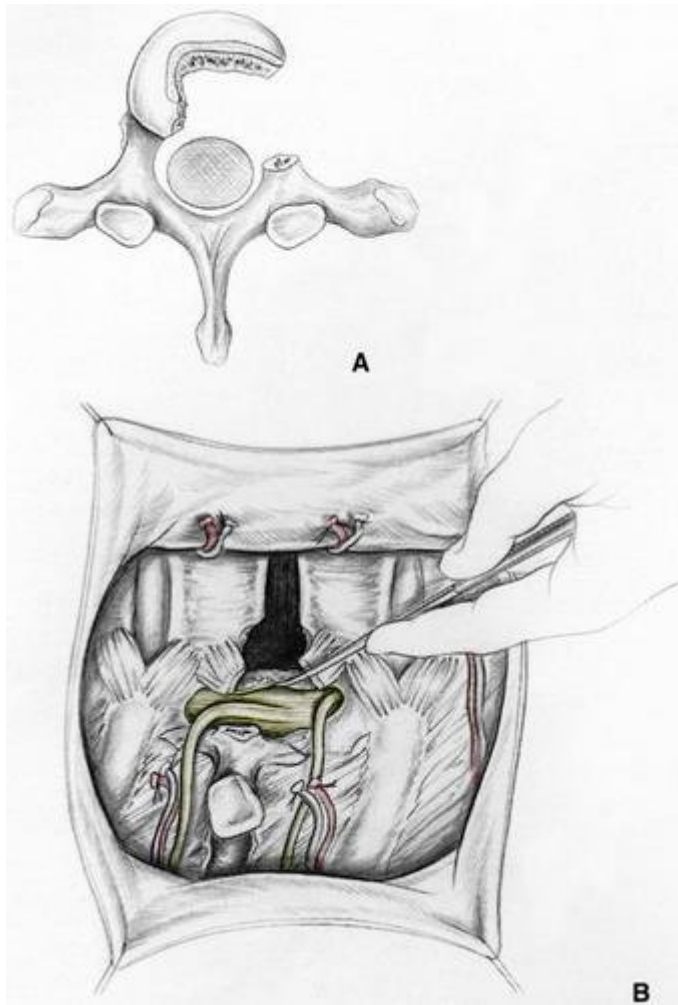


Fig 15 :

Effondrement à la spatule de la paroi postérieure de la cavité.

Fig 16 :

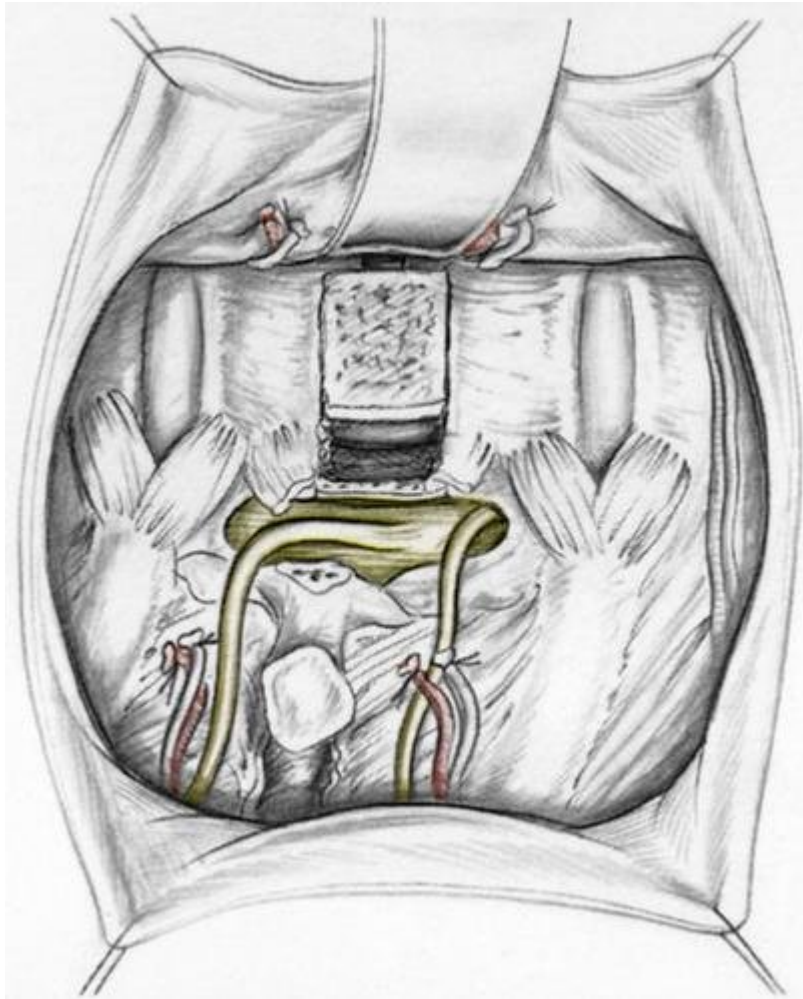


Fig 16 :

Mise en place du greffon intersomatique. Discectomie lombaire.

Fig 17 :

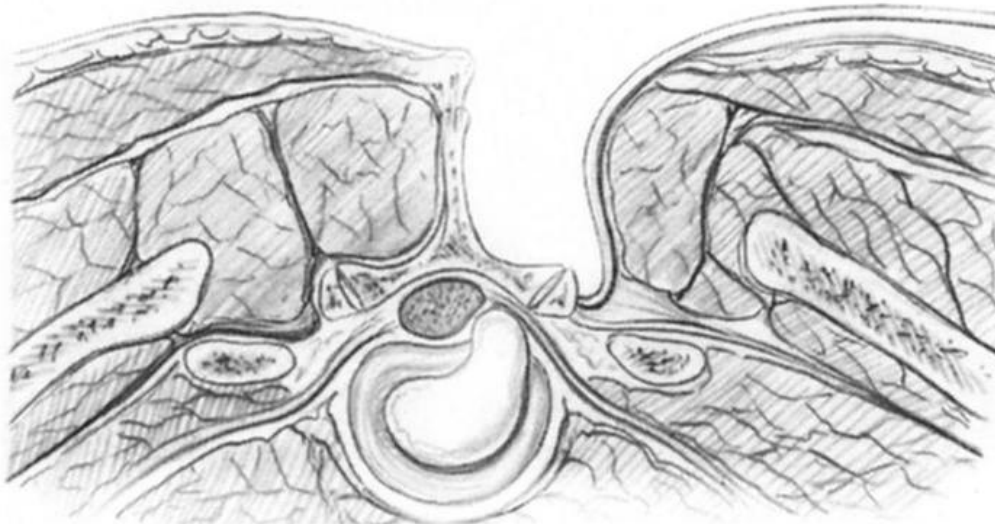


Fig 17 :

Coupe transversale du rachis lombaire montrant la position de l'écarteur contrecoudé, appuyé sur la face latérale du massif articulaire.

Fig 18 :

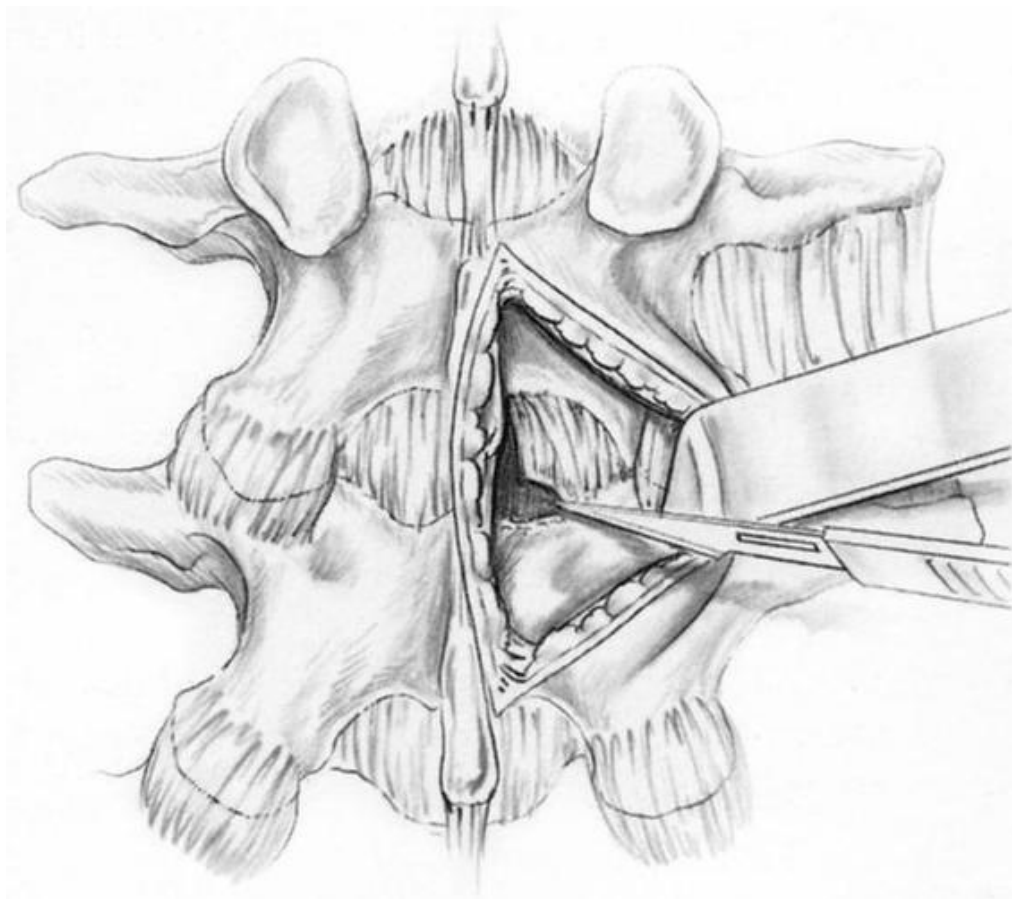


Fig 18 :

Excision du ligament jaune.

Fig 19 :

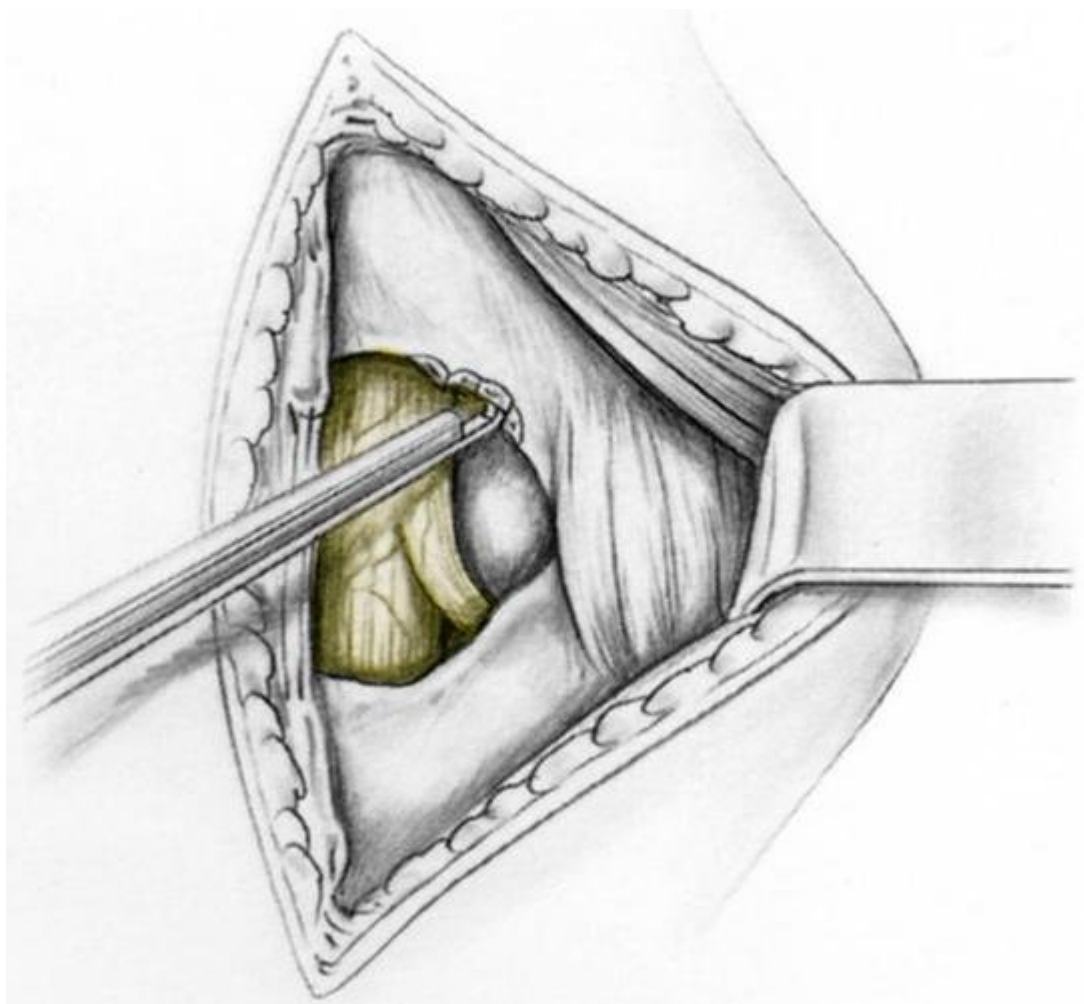


Fig 19 :

Elargissement de l'espace interlamaire à l'aide d'une pince emporte-pièce.

Fig 20 :

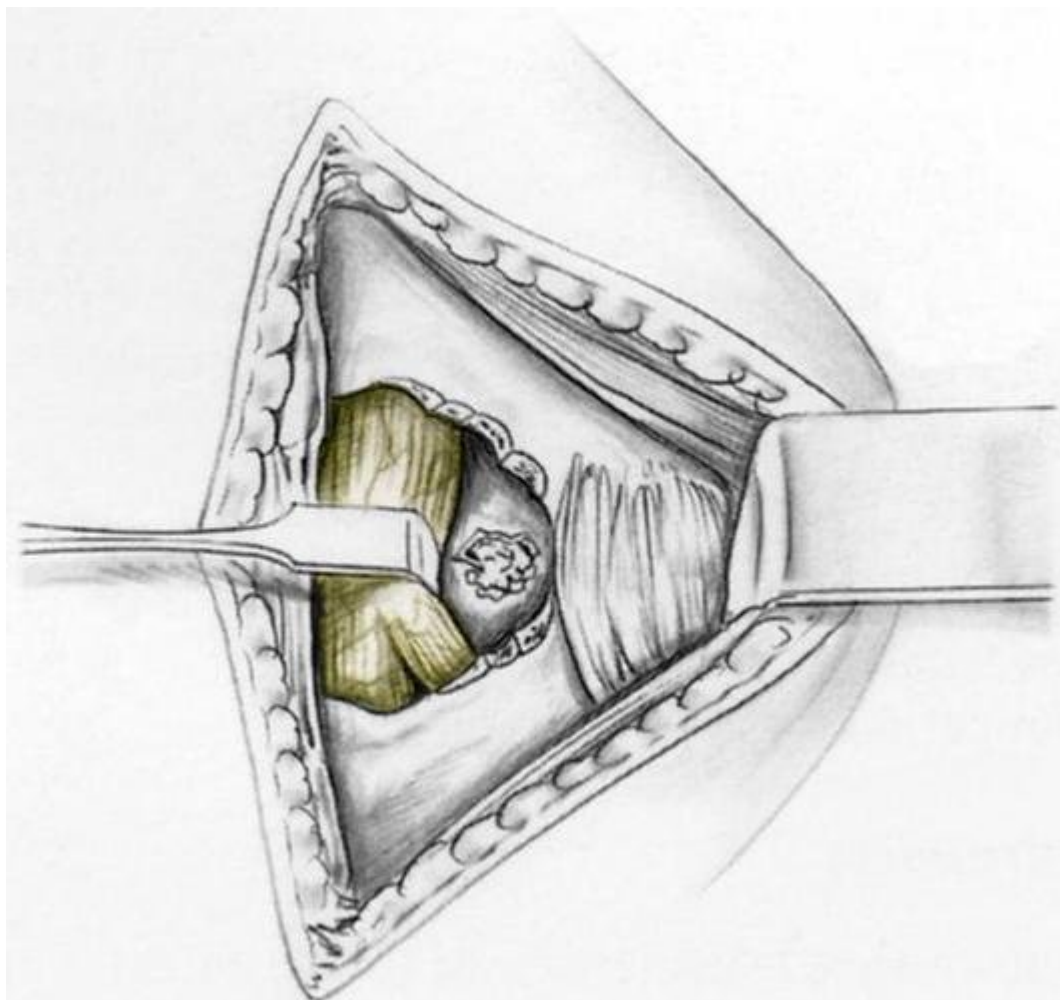


Fig 20 :

La racine est refoulée en dedans.

Fig 21 :

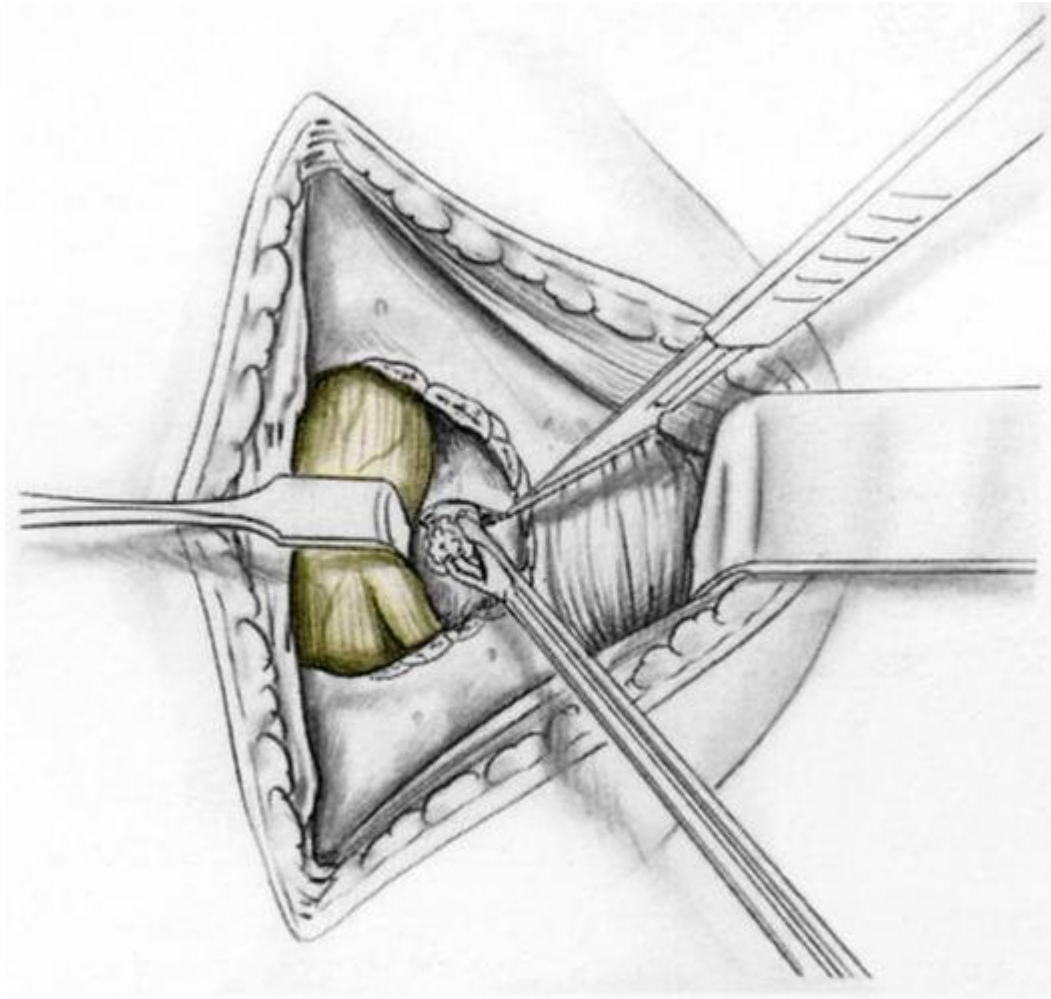


Fig 21 :

Incision du ligament commun vertébral postérieur.

Fig 22 :

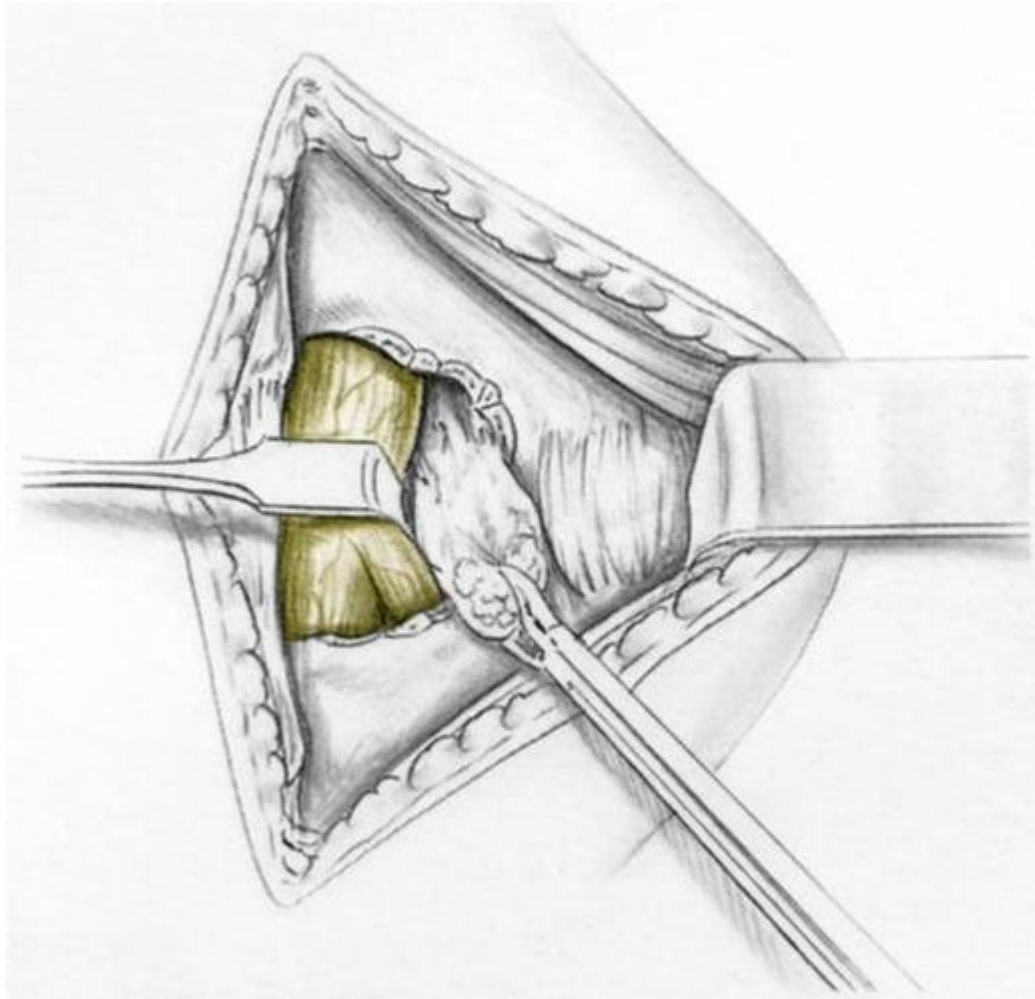


Fig 22 :

Ablation de la hernie.

Fig 23 :



Fig 23 :

Excision discale.

Fig 24 :

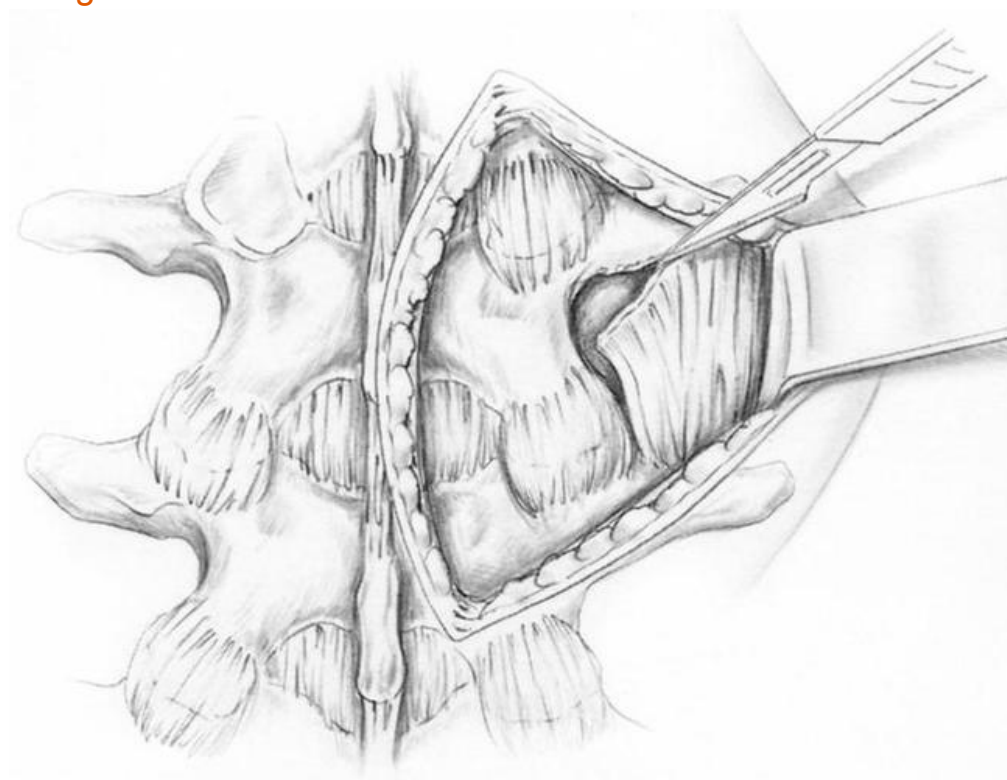


Fig 24 :

Voie extraforaminale. Exposition du bord latéral de l'isthme et de la face latérale du massif artulaire.

Fig 25 :

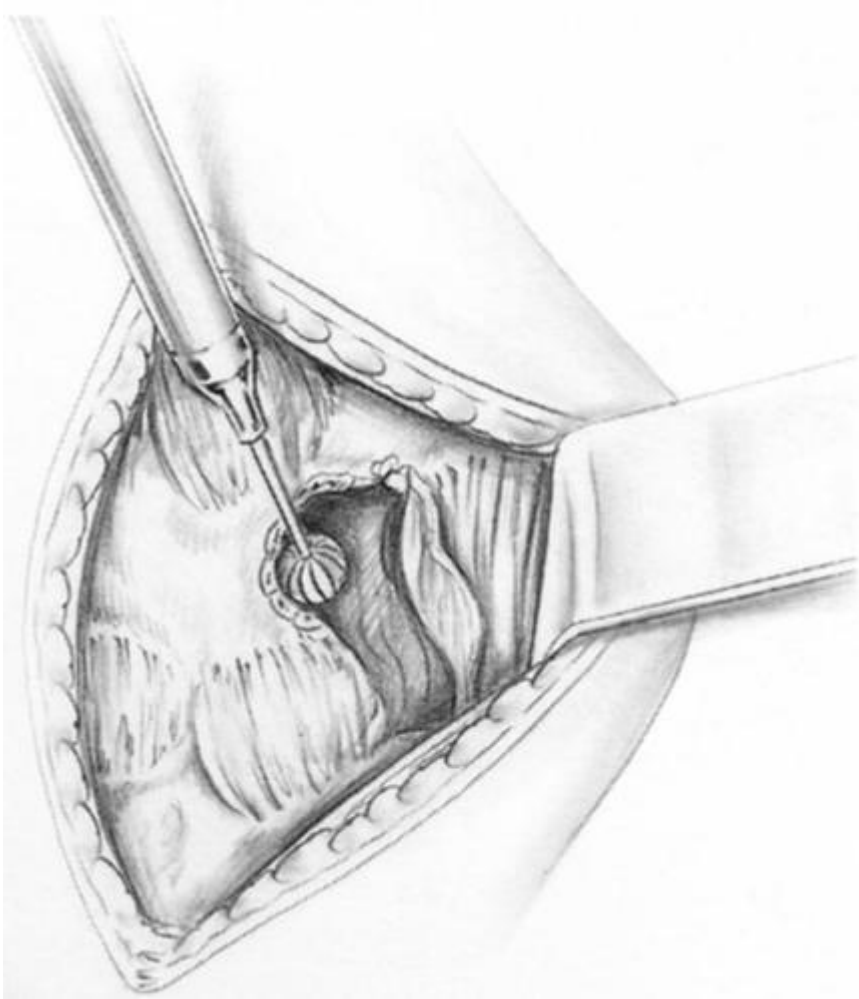


Fig 25 :

Après excision du ligament intertransversaire, résection de la partie inféro-interne de la transverse sus-jacente.

Fig 26 :

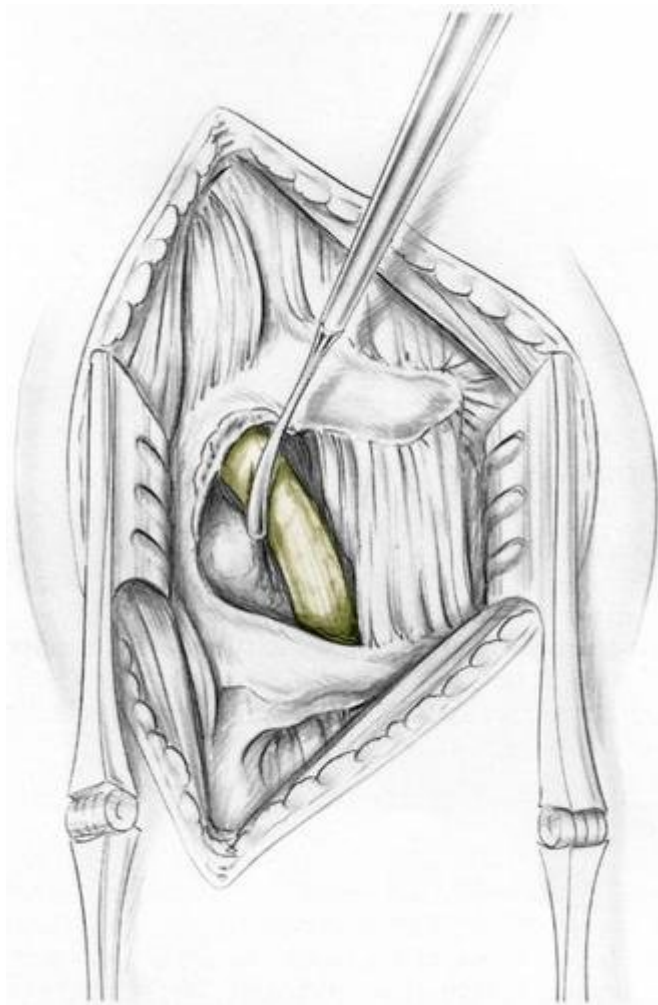


Fig 26 :

Exposition de la racine et de la hernie.

Fig 27 :

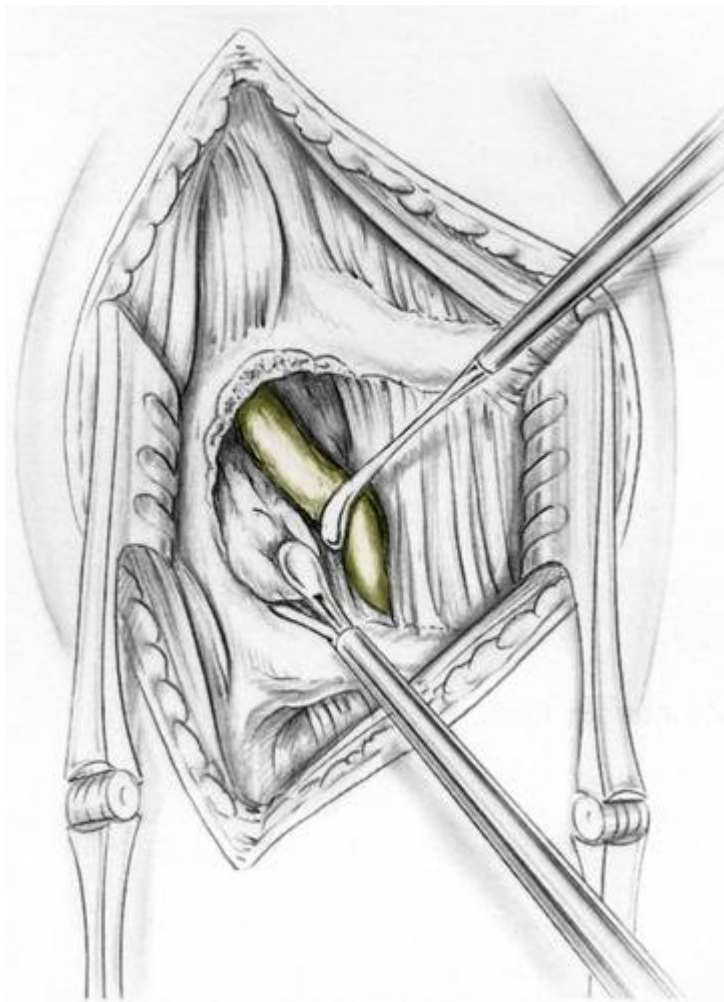


Fig 27 :

Ablation de la hernie. Abord intracanalair en cas de récurrence.

Fig 28 :

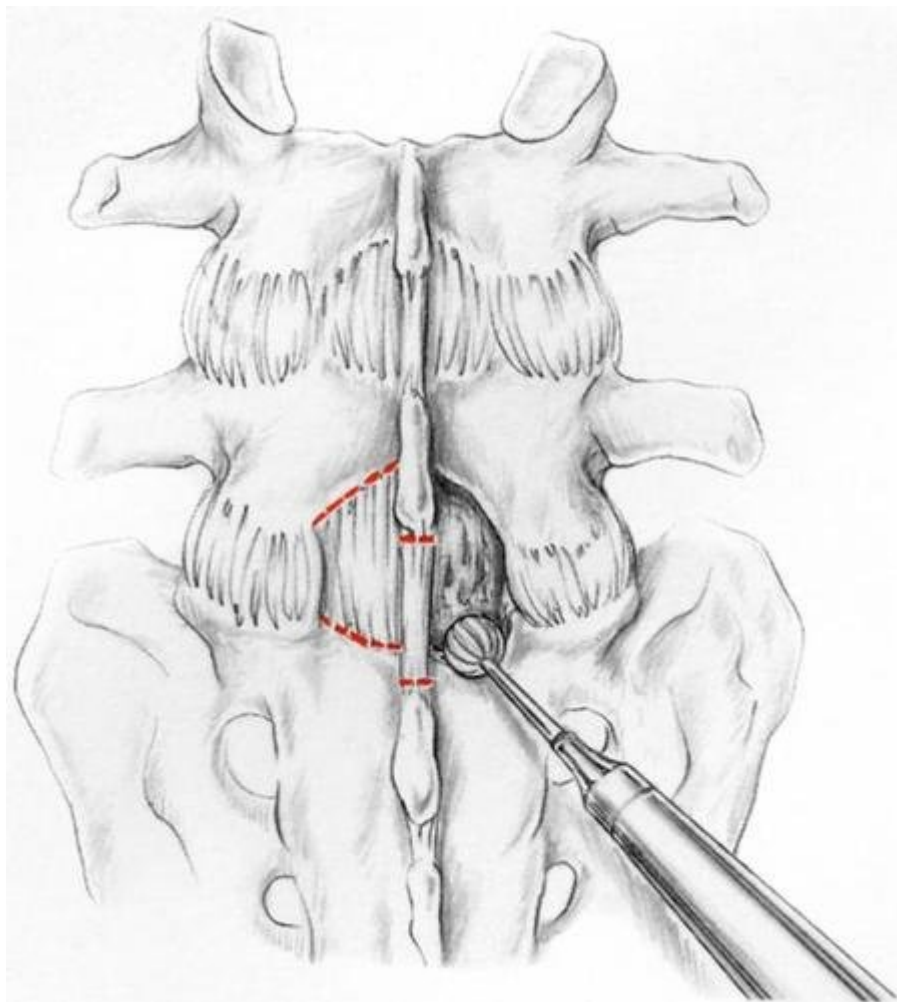


Fig 28 :

Zone fibreuse cicatricielle, séquellaire de la précédente intervention.

Fig 29 :

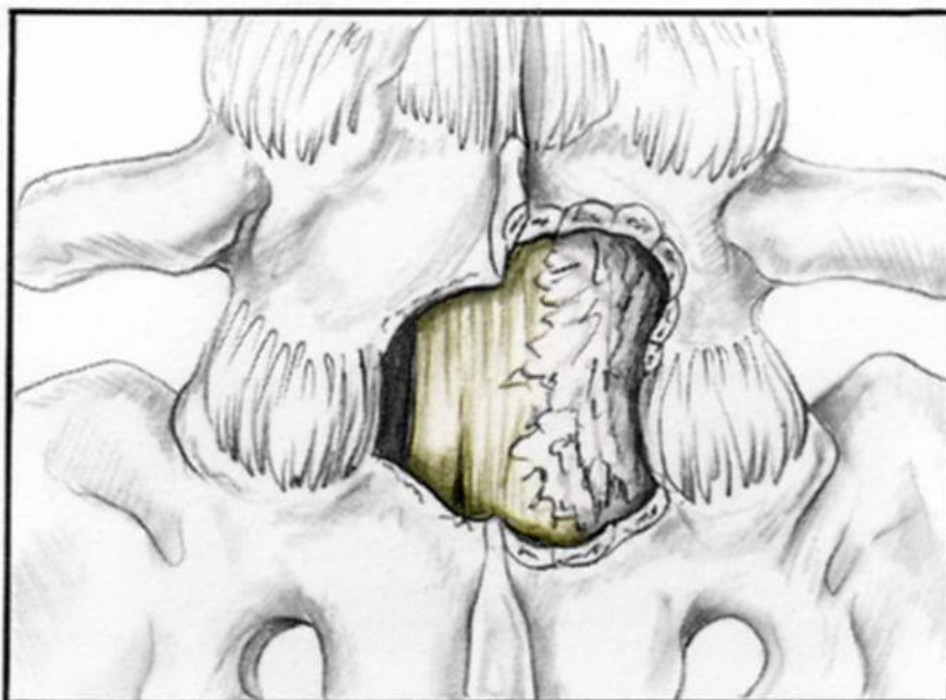


Fig 29 :

Élargissement de l'espace interlaminaire permettant d'exposer le canal en zone saine.

Fig 30 :

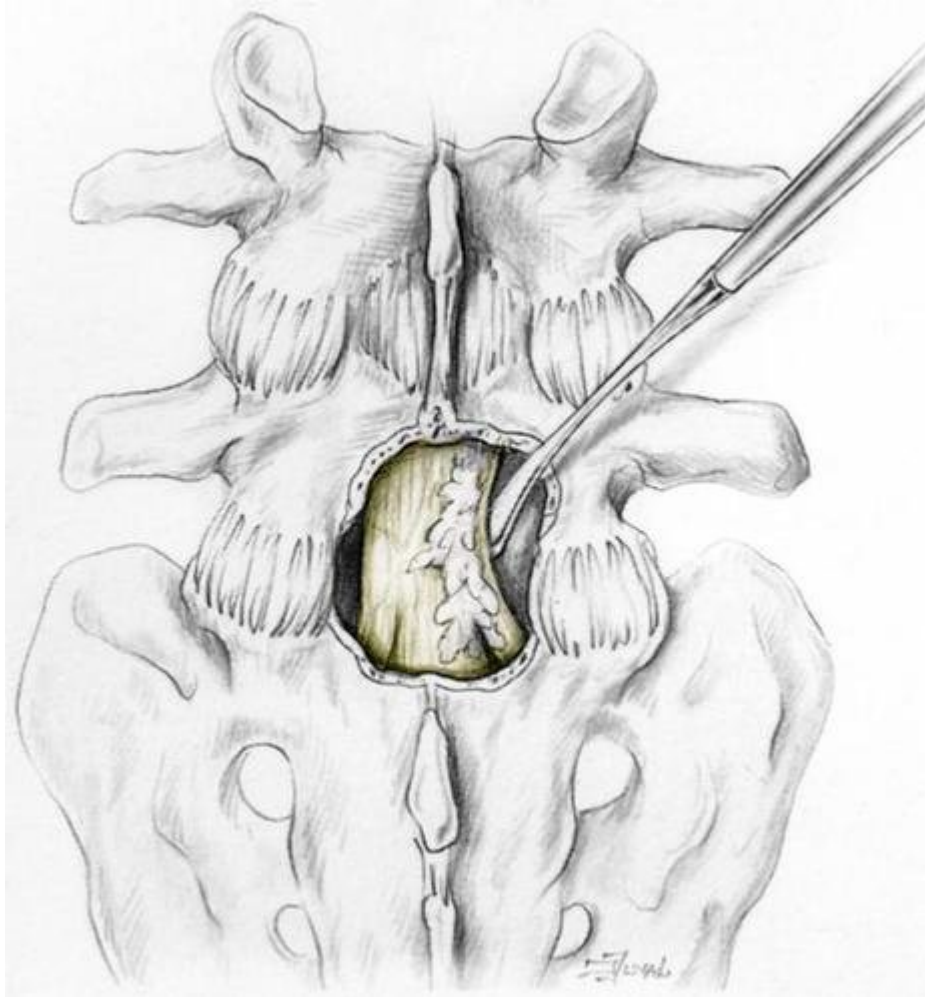


Fig 30 :

Le sac dural et la racine sont refoulés en dedans. La fibrose est laissée en place, sans tentative d'excision.

Laminoplastie d'expansion du canal vertébral stabilisée

J Sénégas
V Pointillart

Résumé. – Dans les compressions très étendues de la moelle cervicale, la décompression par voie postérieure permet d'atteindre un grand nombre d'étages, en particulier au niveau de la jonction cervicothoracique. Les auteurs japonais ont été les promoteurs principaux de ces techniques du fait de la fréquence des ossifications du ligament longitudinal postérieur. En Europe, ces techniques peuvent être appliquées à des arthroses étendues. Afin de ne pas créer de déstabilisation rachidienne, il est nécessaire de conserver les lames vertébrales, et afin d'éviter la fermeture itérative du canal, il est proposé une technique de stabilisation par agrafes intralaminaires.

Introduction

La décompression médullaire, par voie antérieure ou postérieure, est le traitement le plus efficace des myéloradiculopathies dues à une sténose du canal cervical sur plusieurs niveaux [1, 4, 7, 10, 17, 20, 19, 23, 26].

La laminectomie a longtemps été la technique la plus couramment utilisée dans ce type de sténose étendue. Toutefois, cette technique peut entraîner une instabilité postopératoire responsable d'une déformation en cyphose qui a son tour aggrave les troubles neurologiques [2, 3, 4, 26, 27]. De plus, la membrane fibreuse qui se constitue après une laminectomie étendue a pu être accusée de favoriser une arachnoïdite réactionnelle et une récurrence de la sténose [22].

Pour éviter les inconvénients de la laminectomie, plusieurs auteurs ont décrit des techniques d'expansion du canal cervical sans exérèse des arcs postérieurs, regroupées sous le terme de laminoplastie [2, 6, 10, 17]. Les apports de la laminoplastie par rapport à la laminectomie sont encore discutés, mais il semble que cette intervention soit moins déstabilisante [12].

Historique

C'est Hirabayashi et al [5, 6, 7, 8, 9] qui ont été les premiers à promouvoir cette technique dérivée de la technique de laminectomie pratiquée au *air drill* et décrite par Kirita [13].

De multiples modifications ont été par la suite apportées à cette technique, avec toujours le souci de maintenir l'expansion obtenue par

un procédé qui empêcherait la récurrence de la sténose due à un déplacement des lames traitées [11, 12, 14, 15, 16, 17, 21, 24, 25, 28]. La multiplicité des techniques rend bien compte des difficultés rencontrées (fig 1).

Le but de la technique que nous proposons est le maintien de l'ouverture des lames par une fixation stable à l'aide d'un dispositif d'agrafage en titane compatible avec l'imagerie par résonance magnétique (IRM) postopératoire et de réalisation simple.

Indications de la laminoplastie

- Sténose congénitale du canal cervical (avec maintien de la lordose cervicale).
- Sténose dégénérative à plusieurs niveaux (avec maintien de la lordose cervicale).
- Ossification du ligament vertébral postérieur sur plusieurs niveaux (avec maintien de la lordose cervicale).
- Compression postérieure par hypertrophie du ligament flavum.
- Combinée à une décompression antérieure.

Contre-indications de la laminoplastie

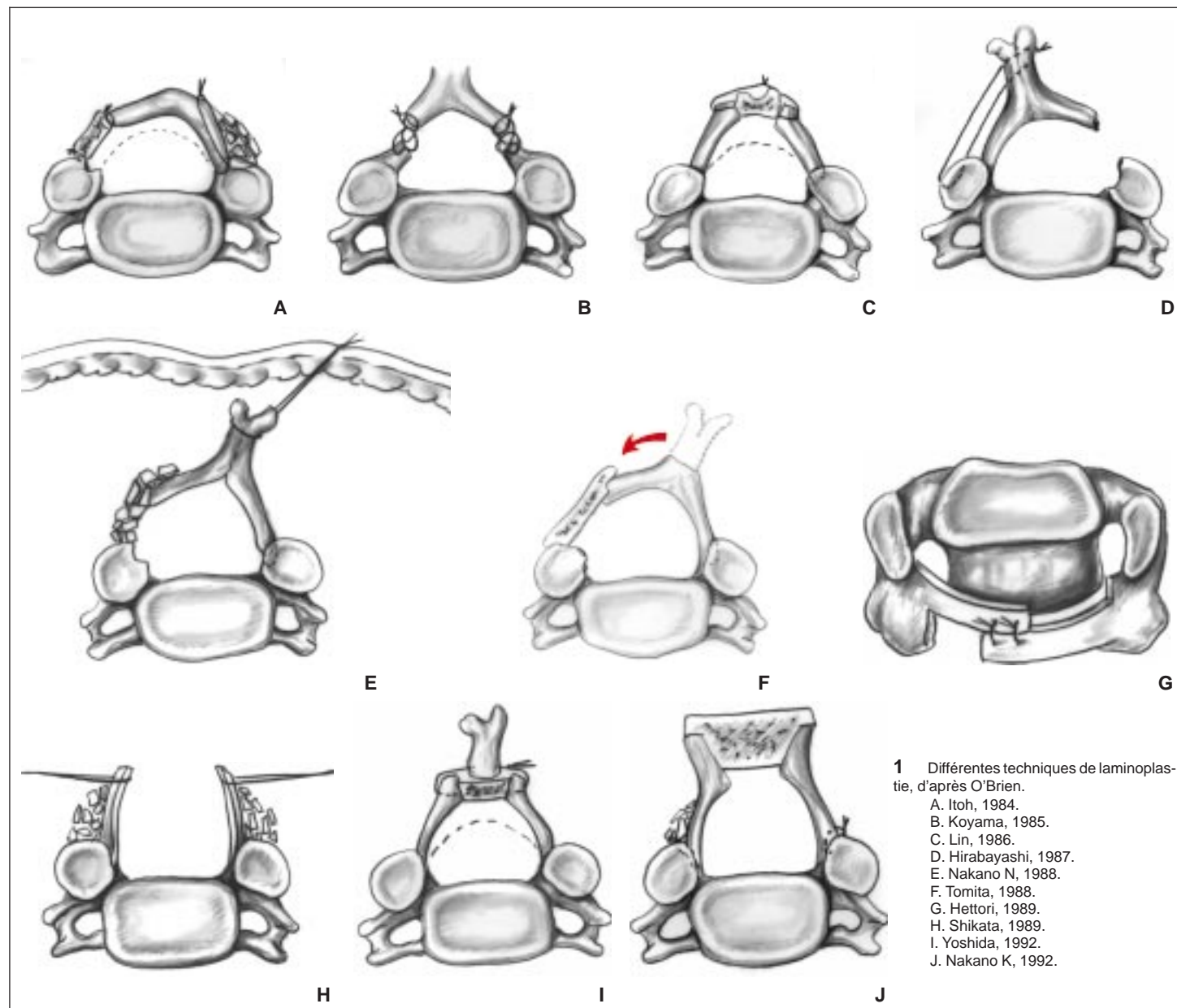
- Compression antérieure.
- Sténose associée à une cyphose cervicale.
- Radiculopathie isolée.
- Destruction des corps vertébraux, notamment après traumatisme, infection ou tumeur.
- Instabilité vertébrale préopératoire (listhésis spontané ou instabilité objective sur les clichés dynamiques), à moins que ne soit réalisé un geste ponctuel de stabilisation.

Technique chirurgicale

Le patient est placé en décubitus ventral, la tête fixée sur une têtère, ou mieux, fixée par un cadre de Gardner ou Mayfield pour éviter les traumatismes oculaires.

Jacques Sénégas : Professeur des Universités, chef de service.
Vincent Pointillart : Praticien hospitalier.
Unité de pathologie rachidienne, centre hospitalier universitaire de Bordeaux, hôpital Pellegrin-Tripode, place Amélie-Raba-Léon, 33076 Bordeaux cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Sénégas J et Pointillart V. Laminoplastie d'expansion du canal vertébral stabilisée. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-183, 1998, 4 p.



Le positionnement se fera plutôt en flexion, ce qui facilite la voie d'abord et le geste chirurgical, réduit la compression médullaire peropératoire par les éléments postérieurs et ne pose pas de problème puisqu'il n'y a pas d'arthrodèse.

L'abord postérieur médian classique permet d'obtenir l'exposition des lames de C2 à C7. Les capsules articulaires ne sont pas ouvertes.

Deux tranchées sont creusées à l'aide d'une fraise de 3 mm sur toute l'étendue de la zone rétrécie juste à la jonction des lames et des masses latérales (fig 2A). Après un creusement de 1 mm, la suite du processus est réalisée avec une fraise de 1 mm de façon à donner à l'échancrure un aspect triangulaire rappelant une ostéotomie. Le fraisage est poursuivi jusqu'à la corticale antérieure des lames, qui doit être préservée.

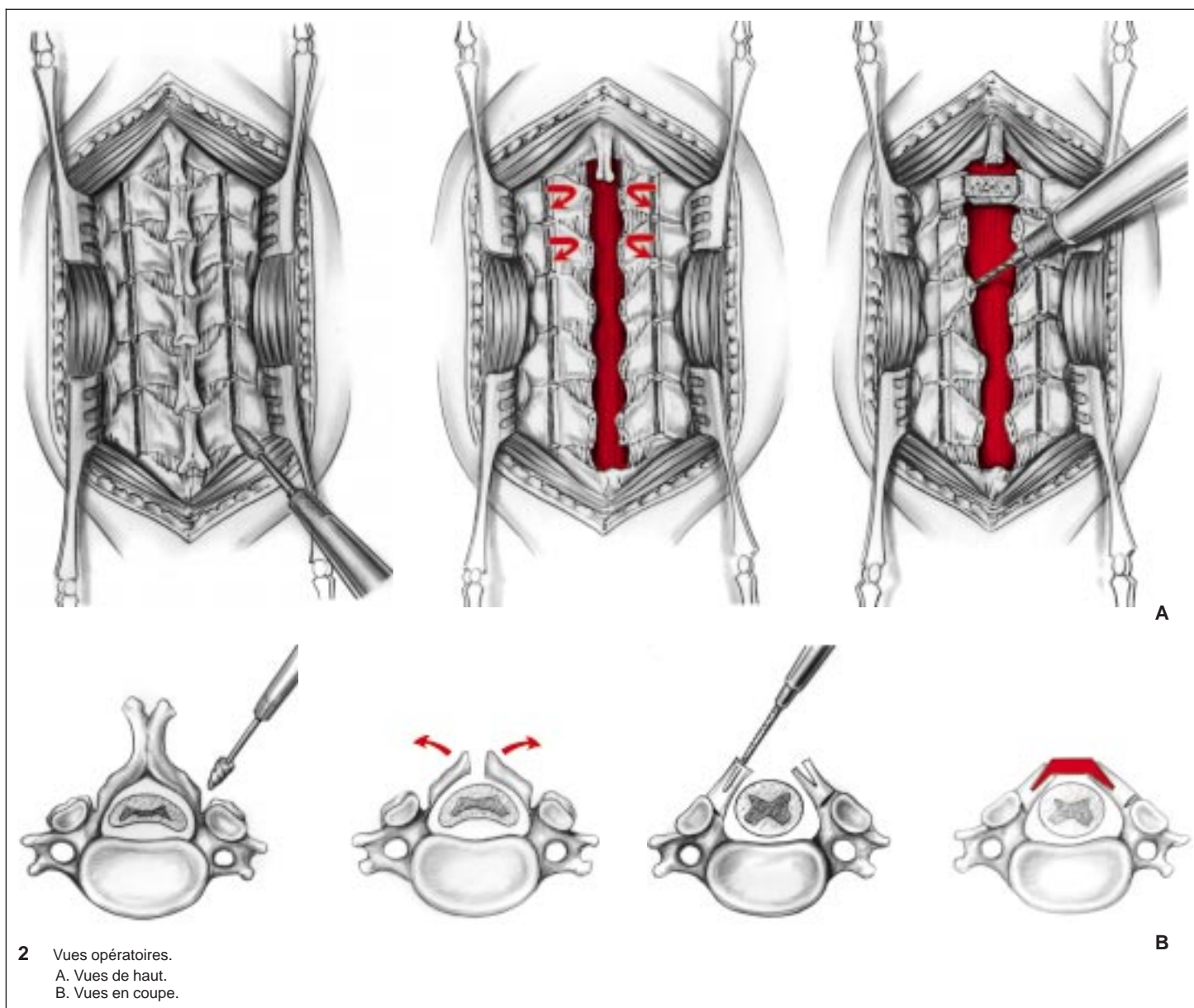
On résèque ensuite les apophyses épineuses au ras des lames et une tranchée médiane est créée au *drill* et à la pince de Kérisson. Elle permet l'ouverture du canal sur la ligne médiane (fig 2B).

Les ligaments flavum (ligaments jaunes) situés à la partie supérieure et à la partie inférieure de la laminoplastie sont réséqués transversalement puis, en utilisant une pince spéciale en T, chaque volet droit et gauche est déplacé latéralement grâce à l'ostéoclasie de la corticale antérieure des lames, ce qui provoque la fermeture des ostéotomies latérales.

La dure-mère est ensuite décollée progressivement des lames à l'aide d'une spatule, ce qui nécessite l'hémostase de vaisseaux épiduraux à la coagulation bipolaire.

Lorsque l'expansion du canal a été obtenue grâce à l'écartement des deux volets ostéoligamentaires, il convient alors de la stabiliser par la fixation des agrafes en titane (Stryker) (fig 2B). À l'aide d'un foret spécial, qui permet à la fois de pénétrer la lame et de réséquer l'os spongieux latéralement, on réalise un logement pour la pointe de l'agrafe sur chaque moitié de lame. Sa profondeur varie selon l'étage et selon la morphologie du patient. Elle varie de 5 à 10 mm. Le temps de préparation du logement de l'agrafe est le plus délicat. Il convient de progresser prudemment entre les deux corticales jusqu'à la profondeur désirée sans détériorer l'une ou l'autre des deux corticales. Avant d'insérer l'agrafe un fantôme de la pointe de l'agrafe est testé de façon à ce que la fixation se fasse sans difficulté.

Après avoir choisi la longueur correcte de l'ancrage, l'agrafe, tenue par un instrument spécial, est enfoncée dans ses deux logements en s'aidant d'un maillet délicatement manipulé. La fixation est ensuite vérifiée à l'aide d'une pince. Il est essentiel de ne pas pousser trop brutalement l'agrafe dans un logement trop étroit pour ne pas faire éclater la lame. On peut, pour terminer, poser les fragments osseux provenant du broyage des épineuses au niveau des ostéotomies. La plaie opératoire est suturée sur un drainage aspiratif. Un simple collier mousse est nécessaire pendant 2 mois pour le maintien de la colonne cervicale le temps de consolidation des ostéotomies.



Références

- [1] Arnold H, Feldman U, Missler U. Chronic spondylogenic cervical myelopathy: A critical evaluation of surgical treatment after early and long term follow-up. *Neurosurg Rev* 1993 ; 16 : 105-109
- [2] Crandall PH, Gregorius FK. Long term follow-up of surgical treatment of cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 1977 ; 2 : 139-147
- [3] Gregorius FK, Estrin T, Crandall PH. Cervical spondylotic radiculopathy and myelopathy. *Acta Neurochir* 1975 ; 3 : 185-193
- [4] Herman JM, Sonntag V. Cervical corpectomy and plating for post laminectomy kyphosis. *J Neurosurg* 1994 ; 80 : 963-970
- [5] Hirabayashi K. Expansive open-door laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy. *Jpn J Surg* 1978 ; 32 : 1159-1163
- [6] Hirabayashi K, Miyakawa J, Satomi K et al. Operative results and postoperative progression of ossification among patients with ossification of cervical posterior longitudinal ligament. *Spine* 1981 ; 6 : 354-364
- [7] Hirabayashi K, Sasaki T, Takeda T. The posterior and anterior operation in treatment of cervical disc lesions including cervical spondylosis: a long term follow-up study. *Chubu Seisai-shi* 1972 ; 15 : 786-788
- [8] Hirabayashi K, Satomi K. Operative procedure and results of expansive open-door laminoplasty. *Spine* 1988 ; 13 : 870-876
- [9] Hirabayashi K, Wananabe K, Wakano K et al. Expansive open-door laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy. *Spine* 1983 ; 8 : 693-699
- [10] Hukuda S, Ogata M, Mochizuki T et al. Laminectomy versus laminoplasty for cervical myelopathy: Brief report. *J Bone Joint Surg* 1988 ; 70B : 325-326
- [11] Itoh T, Tsuji H. Technical improvements and results of laminoplasty for compressive myelopathy in cervical spine. *Spine* 1985 ; 10 : 729-736
- [12] Kimura I, Oh-Hama M, Singu H. Cervical myelopathy treatment by canal-expansive laminoplasty. *J Bone Joint Surg* 1984 ; 66A : 914-920
- [13] Kiritu Y. Posterior decompression for cervical spondylosis and ossification of the posterior longitudinal ligament. *Shujutsu* 1976 ; 30 : 287-302
- [14] Koyama T, Handa J. Cervical laminoplasty using compressive myelopathy due to developmental canal stenosis. *Surg Neurol* 1985 ; 24 : 663-667
- [15] Kurokawa T. Enlargement of the spinal canal by the sagittal splitting of spinal processes. *Bessatsu Seikeigeka* 1982 ; 2 : 234-240
- [16] Lin SM, Chiou YS, Hung CC. Compressive cervical myelopathy treated by canal expansive laminoplasty. *J Formos Med Assoc* 1986 ; 85 : 161-168
- [17] Nakano N, Nakano T, Nakano K. Comparison of the results of laminectomy and open-door laminoplasty for cervical spondylotic myeloradiculopathy and ossification of the posterior longitudinal ligament. *Spine* 1988 ; 13 : 792-794
- [18] O'Brien M, Peterson D, Casey A, Crockard A. A novel technique for laminoplasty augmentation of spinal canal area with miniplate stabilization. *Spine* 1996 ; 21 : 474-484
- [19] Sénégal J. Chirurgie des complications radiculomédullaires de la cervicarthrose. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Conférences d'enseignement. Paris : Expansion scientifique française, 1985 : 179-195
- [20] Sénégal J, Guérin J, Vital JM, Duplan B, Dols JM. Décompression médullaire étendue par voie antérieure dans le traitement des myélopathies par cervicarthrose. *Rev Chir Orthop* 1985 ; 71 : 291-300
- [21] Shikata J, Yamamuro T, Shimizu K et al. Combined laminoplasty and posterolateral fusion for spinal canal surgery in children and adolescents. *Clin Orthop* 1990 ; 259 : 92-99
- [22] Skowronski J, Bielecki M. The results of laminectomy and laminoplasty in cervical myeloradiculopathy. *Ann Med Univ Bialyst* 1992 ; 37 : 71-73
- [23] Snow R, Weiner H. Cervical laminectomy and foraminotomy as surgical treatment of cervical spondylosis: A follow-up study with analysis of failures. *J Spinal Disord* 1993 ; 6 : 245-250
- [24] Tomiita K, Nomura S, Umeda S et al. Cervical laminoplasty to enlarge the spinal canal in multilevel ossification of the posterior longitudinal ligament with myelopathy. *Arch Orthop trauma Surg* 1988 ; 107 : 148-153
- [25] Tsuji H. Laminoplasty for patients with compressive myelopathy due to so-called spinal canal stenosis in cervical and thoracic regions. *Spine* 1982 ; 7 : 28-34
- [26] Yonenobu K, Fuji T, Ono K, Okada K, Yamamoto T, Harada N et al. Choice of surgical treatment for multisegmental cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 1985 ; 10 : 710-716
- [27] Yonenobu K, Hosono N, Isawaki M, Asano M, Ono K et al. Laminoplasty versus subtotal corpectomy: a comparative study of results in multisegmental cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 1992 ; 17 : 1281-1284
- [28] Yoshida M, Otani K, Shibasaki K, Ueda S et al. Expansive laminoplasty with reattachment of spinous process and extensor musculature for cervical myelopathy. *Spine* 1992 ; 17 : 491-497

Stabilisation rachidienne chirurgicale dans la pathologie dégénérative lombaire

JM Vital
V Pointillart
J Sénagés

Résumé. – L'arthrodèse lombaire en pathologie dégénérative est un chapitre polémique. La difficulté étant souvent d'en définir l'indication exacte. La multiplicité des techniques confirme la difficulté de réalisation. Cette arthrodèse peut être instrumentée ou non, postérieure, postérolatérale ou antérieure. L'auteur décrit les différentes techniques en insistant sur les détails de réalisation qui font la qualité du résultat final. Les techniques plus récentes ou de recherche type ligamentoplastie et prothèse discale sont évoquées.

Introduction

L'arthrodèse lombaire peut être instrumentée ou non ; si elle n'est pas instrumentée elle sera le plus souvent postérolatérale, plus rarement antérieure intersomatique. Si elle est instrumentée, on peut utiliser schématiquement des ostéosynthèses vissées dites rigides ou avec fils sous-lamaires, plutôt semi-rigides.

Arthrodèse postérieure

Généralités

Installation (fig 1)

Elle doit avoir deux objectifs : assurer une liberté abdominale parfaite pour diminuer la pression abdominale et, par là même, la pression dans les plexus veineux intracanaux, et positionner la colonne lombaire et le bassin le plus près possible de la position physiologique dans le plan sagittal ; sur une étude radiographique de profil de 25 opérés, on a pu comparer la disposition de la colonne lombaire et du sacrum en situation assis, debout et dans deux positions chirurgicales extrêmes : genupecturale qui ouvre les arcs postérieurs mais tend les muscles, et à l'inconvénient d'être cyphosante, et sur quatre coussins (ou sur cadre de Hall) avec légère flexion des hanches. Dans cette dernière position l'orientation de la colonne et du sacrum est intermédiaire entre la

position assise et la position debout ; c'est donc la position de choix pour réaliser une arthrodèse lombosacrée, surtout si elle est étendue. Néanmoins, cette position sur quatre coussins n'assure pas toujours une parfaite liberté abdominale, notamment chez les sujets en surcharge pondérale. Instrumenter jusqu'au sacrum une colonne vertébrale en position genupecturale conduit automatiquement à fixer une importante cyphose lombosacrée.

Voie d'abord (fig 2)

Elle est médiane, avec décollement des muscles paravertébraux allant jusqu'aux articulaires, voire jusqu'à la pointe des transverses. On essaiera, dans la mesure du possible, d'être le plus précautionneux possible pour les vaisseaux musculaires dont le pédicule principal se situe dans l'angle constitué par le massif articulaire et le bord supérieur de la transverse. Un abord plus latéral a été décrit par Wiltse^[39] ; après incision cutanée médiane en regard des épineuses, on se porte à deux travers de doigt en dehors de cette ligne médiane et on incise verticalement l'aponévrose du grand dorsal et celle de la masse sacrolombaire ; il faut alors trouver le plan riche en graisse entre le multifidus en dedans et le longissimus en dehors : il conduit directement à la face latérale des articulaires et à la base des transverses ; cette voie ne permet pas de contrôle intracanalair mais autorise une greffe purement latérale, voire une instrumentation vissée.

Écartement des masses musculaires (fig 3)

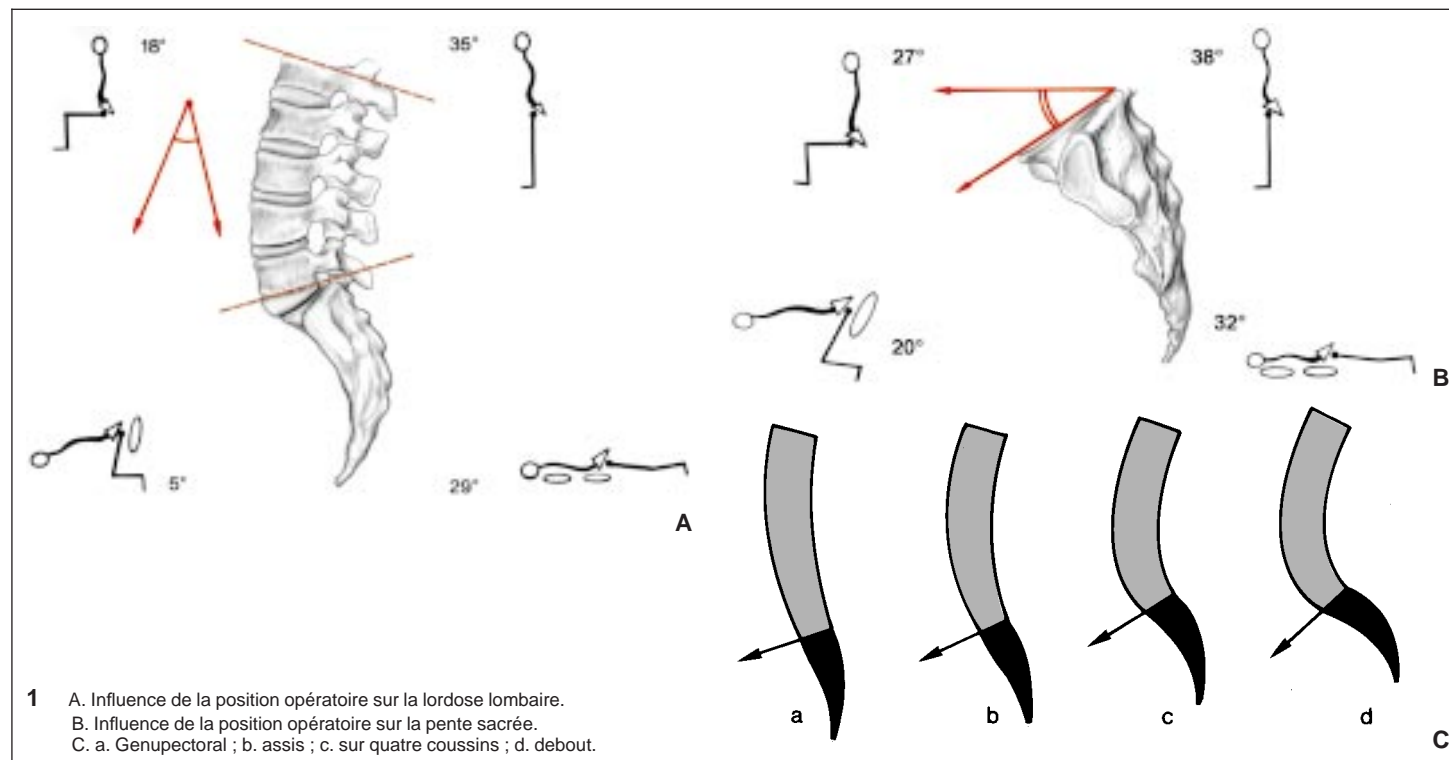
Il peut poser problème, surtout dans la région lombosacrée où les massifs articulaires L5 S1 et les ailerons sacrés sont très latéralisés ; l'écarteur de Taylor autostatique peut prendre appui sur la face latérale des massifs articulaires ou sur la pointe des transverses ; les écarteurs à valves doivent être puissants, donc à crémaillère (Finocchetto, Karlin) ; il faut noter exactement l'heure de pose et relâcher la distraction toutes les heures pour éviter toute dévascularisation musculaire pouvant faire le lit de l'infection postopératoire.

Fermeture (fig 4)

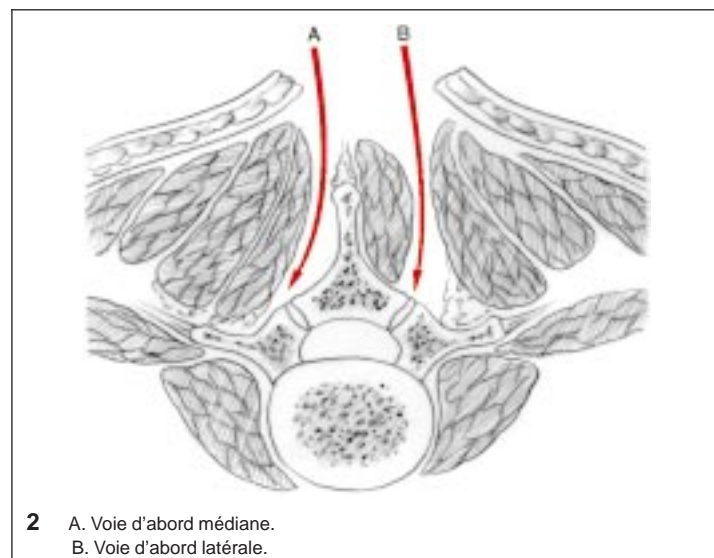
En fin d'intervention, la fermeture se fait sur drainage aspiratif et est le plus anatomique possible avec, dans le cas de conservation des épineuses, fixation transosseuse de l'aponévrose des masses

Jean-Marc Vital : Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux.
Vincent Pointillart : Praticien hospitalier.
Jacques Sénagés : Professeur des Universités, chef de service.
Unité de pathologie rachidienne, centre hospitalier universitaire de Bordeaux Pellegrin-Tripode, place Amélie-Raba-Léon, 33076 Bordeaux cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Vital JM, Pointillart V et Sénagés J. Stabilisation rachidienne chirurgicale dans la pathologie dégénérative lombaire. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-182, 1998, 7 p.



sacrolombaires. Un corset amovible en polyéthylène est mis en place pour 3 mois en cas d'arthrodèse non instrumentée, 2 mois dans le cas d'arthrodèse instrumentée.



Arthrodèse postérolatérale

Elle peut donc être réalisée par voie médiane ou latérale directe ; elle nécessite une dissection soignée de l'arc postérieur jusqu'à la pointe des transverses. Au niveau du sacrum, il faut bien visualiser le dièdre à la face externe de l'articulaire supérieure de S1 ; un écarteur de Taylor peut être fiché dans la partie la plus latérale de cet aileron ; on peut soulever sur ce dernier au ciseau gouge un volet osseux qui sera retourné vers la transverse de L5. À tous les niveaux, il faut aviver au ciseau gouge les apophyses articulaires. La greffe est ainsi apposée sur les arcs postérieurs, les articulaires ouvertes et les transverses : la greffe est alors postérieure et latérale. L'os peut provenir de tout ou partie des arcs postérieurs enlevés pendant la décompression ; il faut fragmenter cet os qui a souvent le désavantage d'être bicortical ; pour l'éviter on peut, avant d'enlever les épineuses, les diviser en deux segments corticospongieux grâce à une coupe médiane par un ciseau à os plat. En réalité, dans la chirurgie d'arthrodèse pure il vaut mieux utiliser l'autogreffe ayant la meilleure qualité possible, c'est-à-dire l'os de la crête iliaque postérieure (fig 5), les greffons sont donc prélevés par la

même incision cutanée verticale et médiane et prolongée vers le bas. S'il faut beaucoup de greffons (arthrodèse de plus d'un niveau) il faut passer en sous-cutané et atteindre le bord supérieur de la crête iliaque, pour ensuite se porter sur sa face exopelvienne. Il faut éviter l'articulation sacro-iliaque qui se situe à 4 cm de la crête ; l'idéal est donc de prendre des barrettes d'os corticospongieux sur la face exopelvienne de la crête en s'arrêtant au spongieux qui peut être prélevé à la gouge de Stagnara ; l'artère fessière apicale est dans l'échancrure sciatique ; enfin le nerf clunéal supérieur accompagné d'une artère se situe à 8 cm de l'épine iliaque postérosupérieure.

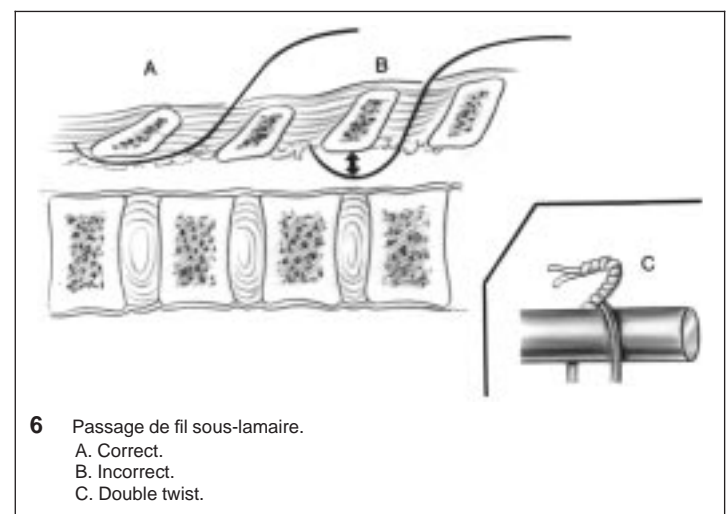
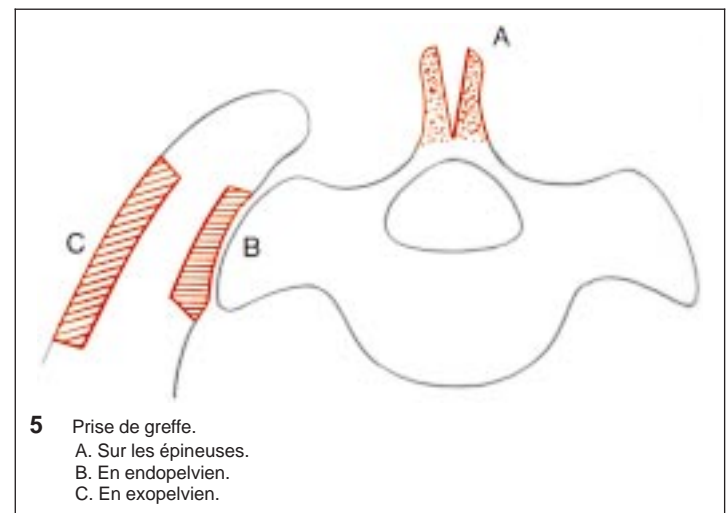
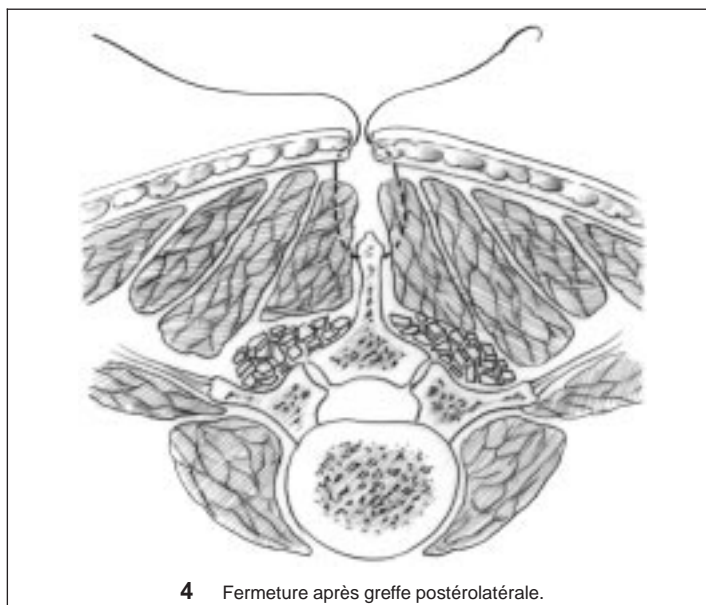
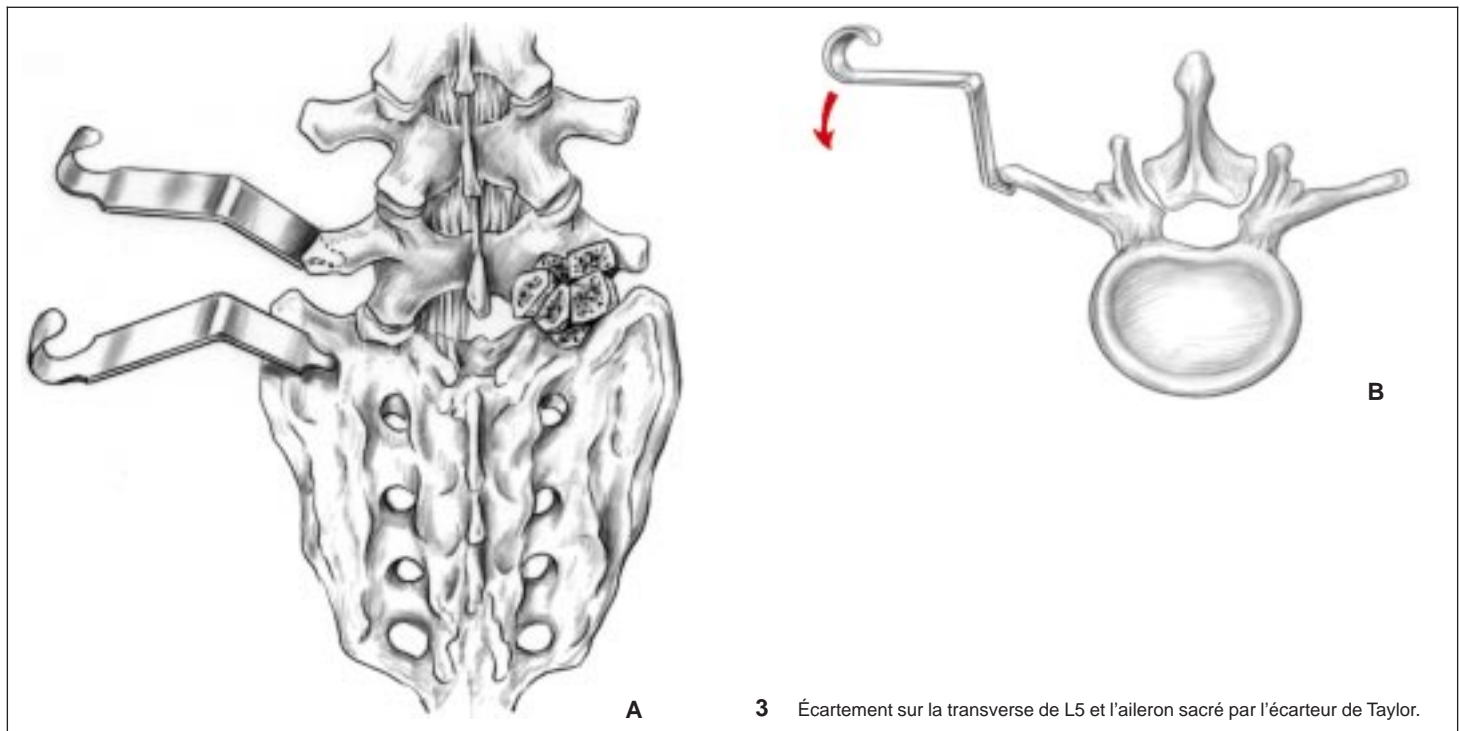
Il existe une autre façon élégante de prélever de l'os, sur la face endopelvienne de la crête [16] : il faut passer entre l'aponévrose du grand dorsal et celle de la masse sacrolombaire dans un plan beaucoup plus anatomique que le plan sous-cutané créé artificiellement pour le prélèvement précédemment décrit. On arrive aussi très facilement à la face endopelvienne de la crête iliaque, le muscle iliaque se détache moins facilement de l'os cortical que les fessiers, on peut néanmoins prélever deux barrettes d'os corticospongieux et des copeaux d'os spongieux. Dans cette voie, le nerf clunéal supérieur est protégé car il passe au-dessus de l'aponévrose du grand dorsal ; par ailleurs, les épanchements sérohématiques (de Morel-Lavallée) sont beaucoup moins fréquents, puisque la dissection chirurgicale se fait dans un plan de clivage naturel ; le seul inconvénient de cette voie est la faible quantité d'os qui peut être recueillie.

Certains auteurs ont proposé, en remplacement de l'autogreffe, l'allogreffe dont l'utilisation est freinée par le risque de transmission d'affection virale (virus de l'immunodéficience acquise, hépatite) même si ce risque est faible grâce aux préparations actuelles notamment par irradiation. Les biomatériaux ont bien été étudiés, notamment par Passuti [31] ; il nous semble illicite de les utiliser seuls ; il faut au moins les mélanger à de l'autogreffe.

Nous rappelons encore une fois que, dans la chirurgie d'arthrodèse postérolatérale, l'autogreffe seule sera de préférence utilisée et sera massive : les copeaux spongieux sont apposés sur les articulaires et entre les transverses ; les barrettes corticospongieuses sont placées sur les transverses jusqu'aux ailerons sacrés si l'arthrodèse est lombosacrée.

Instrumentations postérieures

Elles vont chercher, en rigidifiant les segments intervertébraux, à augmenter le taux de prise de greffe. Elles sont évidemment automatiquement associées à une greffe postérieure ou postérolatérale. Ces instrumentations postérieures comprennent les implants rachidiens qui, au niveau lombaire, peuvent être des fils lamaires, des vis

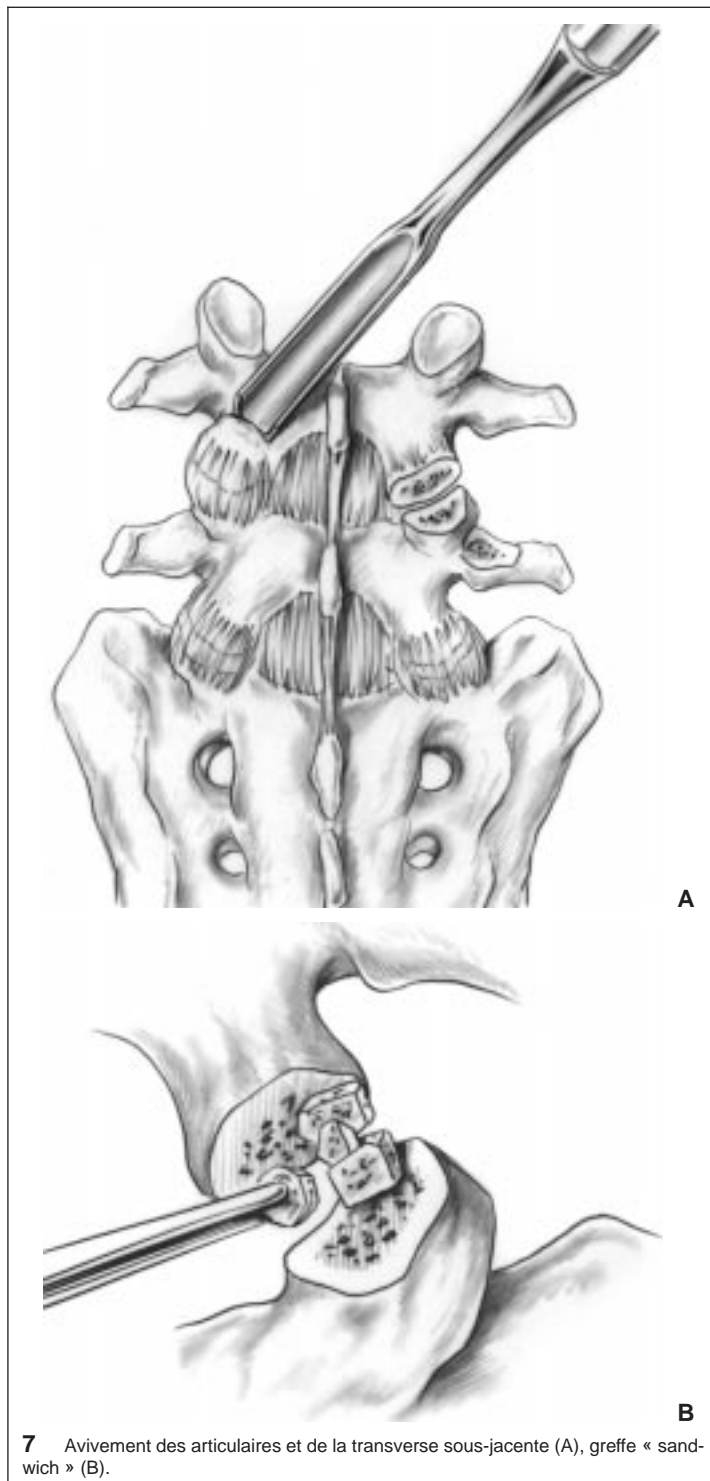


pédiculaires, rarement des crochets et des liens entre les implants qui sont des plaques ou des tiges. Nous décrirons à part le vissage translamino-facettaire de Margel. La rigidité de l'instrumentation dépend du type d'implant rachidien (la vis assure un meilleur ancrage osseux que le fil sous-lamaire), du type de jonction entre l'implant et le lien, et du type de lien ; on peut opposer ainsi schématiquement des ostéosynthèses rigides (vis et tiges) et des ostéosynthèses semi-rigides (cadre de Hartshill).

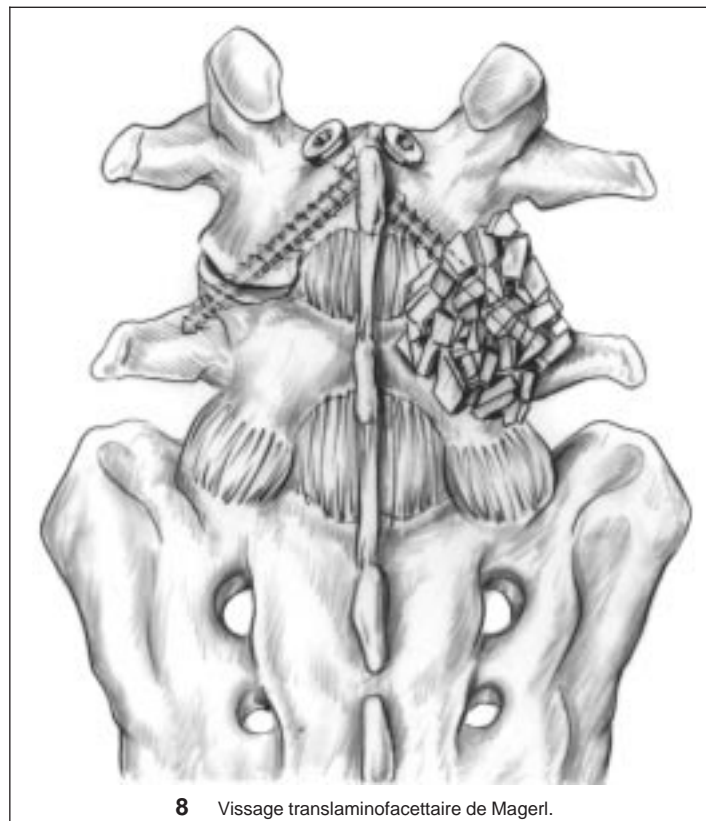
Cadre de Hartshill

Mis au point par Dove [9], il est rectangulaire, de diamètre 5 ou 6 mm (selon sa longueur) ; il peut être galbé en lordose ou en cyphose. Il est fixé à la colonne par des fils sous-lamaire qui doivent être placés soigneusement sous les lames : il faut d'abord faire des fenêtres interlaminaires assez larges, fenêtres qui sont souvent obtenues après un recalibrage ; on facilite ainsi la manœuvre de récupération du fil et on diminue le risque d'hématorachis ; le fil qui doit être bien galbé (avec un arrondi correspondant bien à la courbure de la jonction des deux lames, voire aplati avec une extrémité relevée à 45° sur une longueur correspondant au diamètre transverse d'un mord de porte-aiguille) est passé le plus souvent de bas en haut en restant au contact de la partie

médiane de l'arc neural (fig 6) ; avec ce galbe et cette zone de passage, il appuie au minimum sur la dure-mère ; après passage sous-lamaire, il faut laisser libre vers la ligne médiane le bout proximal (qui vient de passer sous la lame) et maintenir par une pince de Kocher le brin distal au contact de la peau ; les fils sont ainsi progressivement passés (deux



par niveau). Il faut ensuite descendre prudemment le cadre de la bonne longueur et bien galbé, les brins apicaux restant dans le cadre, les brins distaux à l'extérieur (sauf sur la vertèbre limite supérieure). Le serrage se fait avec une pince spéciale, d'abord aux extrémités pour bien caler le cadre, puis sur les fils intermédiaires : on estime que le serrage est suffisant quand le fil ne peut plus être déplacé sur le cadre. En général l'arthrodèse est faite ici au niveau des articulaires ; avant la pose du cadre on ouvre les articulaires avec un coup de ciseau gouge dirigé de haut en bas et de dedans en dehors dans la direction de la transverse de la vertèbre sous-jacente ; il suffit de glisser et de tasser l'os prélevé sur l'arc postérieur dans ce « livre ouvert » osseux créé au niveau des massifs articulaires (fig 7). Le cadre de Hartshill est mal adapté à la prise L5 S1 car la lame de S1 est faible, et surtout le canal sacré est étroit, d'où le risque de complication neurologique au passage des fils. Nous avons donc développé un système dit « arc sacré » avec prise au niveau du sacrum par deux vis de chaque côté, l'une convergente dans le pédicule de S1, l'autre divergente en S2 vers l'aileron sacré ; cet arc sacré est



maintenu au-dessus de S1 par des fils sous-lamaires posés avec les mêmes principes énoncés plus haut ; il s'agit d'une ostéosynthèse semi-rigide, intéressante dans les scolioses dégénératives où les pédicules sont difficiles à visser et souvent ostéoporotiques. Dove et Onimus ont imaginé des ponts latéraux qui permettent de relier le cadre à des vis pédiculaires.

Vissage laminofacettaire de Magerl (fig 8)

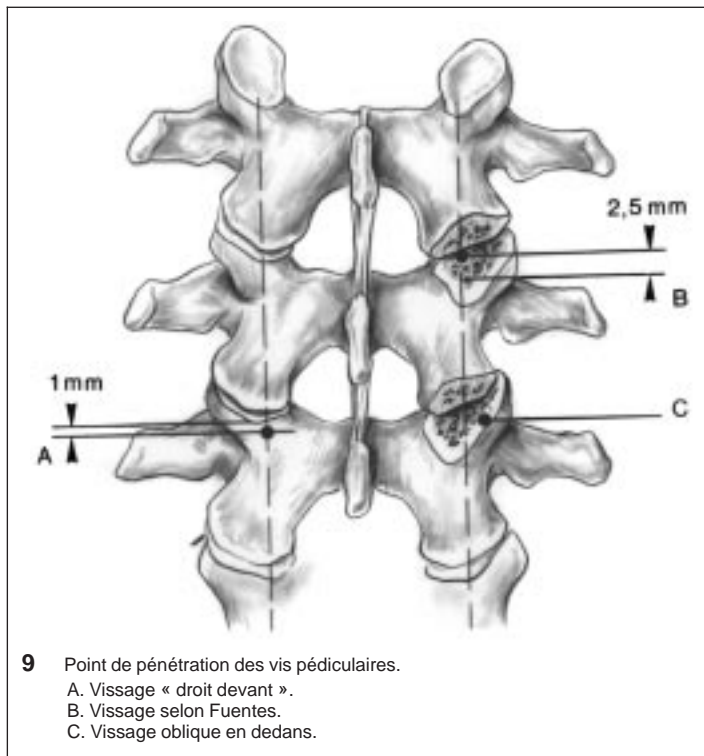
Il consiste à stabiliser un massif articulaire avivé et greffé par une vis oblique, de haut en bas et de dedans en dehors, dont le point de pénétration se situe sur la face latérale de la lame du côté opposé aux articulaires vissées. Un visseur spécial permet de protéger les muscles paravertébraux du côté de la pénétration de la vis dans la lame, car l'orientation de cette vis est très oblique.

Vissage pédiculaire (fig 9)

Prôné par Roy-Camille, il est raisonnable au niveau lombaire puisque les pédicules ont un diamètre d'au moins 5 mm [26, 33]. Les études anatomiques de ces mêmes auteurs ont démontré que l'orientation des pédicules n'était pas strictement postéroantérieure, mais oblique en avant et en dedans (jusqu'à 25° au niveau de la 5^e vertèbre lombaire).

Le point de pénétration de la vis est essentiel ; il sera d'autant plus latéral que la vis sera convergente. Dans le sens vertical, ce point se situe en général sur une droite passant par le milieu de la transverse. Dans le sens transversal si la direction est « droit devant », le point se situe au milieu de l'articulation ; si elle est convergente en dedans, le point se situe au milieu de la tranche osseuse de l'articulaire inférieure ; les écarteurs autostatiques gênent souvent latéralement cette visée, et ce d'autant qu'on se rapproche de la région lombosacrée ; il faut alors utiliser des écarteurs de Taylor s'appuyant sur la pointe des transverses, ou des écarteurs spéciaux s'appuyant sur la partie latérale des articulaires.

Le point de pénétration étant déterminé, il faut avancer à la curette (ou à la pointe carrée qui peut faire plus facilement une fausse route) en s'aidant d'un contrôle de profil à l'amplificateur de brillance qui a été placé dès le début de l'intervention sous les champs opératoires ; quand le milieu du corps vertébral est atteint, on vérifie avec un palpateur souple qu'il n'y a pas de perforation pédiculaire, devant l'absence de perte de contact osseux. Le défaut d'orientation se fait le plus souvent vers le dehors du pédicule ; c'est sans conséquence neurologique mais la vis perd beaucoup dans sa stabilité initiale ; si la vis est intracanaulaire,



il peut y avoir contusion radiculaire. Si une chirurgie de décompression intracanaulaire a été réalisée avant l'ostéosynthèse, il est facile de contrôler la face canalaire du pédicule et de protéger la racine libérée. S'il n'y a pas de geste intracanaulaire, on peut utiliser le processus d'Owen qui consiste à réaliser une stimulation par sonde électrique dans le pédicule [4] : on ne doit pas enregistrer de potentiel électrique dans le territoire de la racine exposée si la sonde est bien dans le pédicule. Malgré toutes ces précautions, la vissée pédiculaire reste un geste aléatoire et Weinstein [38] décrit 20 % de visée en dehors des pédicules. Pour réduire ces aléas, on peut s'orienter vers la chirurgie assistée par ordinateur avec navigation où la visée est guidée par un système optoélectronique relié à un logiciel 3 D [1].

Beaucoup d'auteurs ont essayé de comparer les avantages et les inconvénients de l'ostéosynthèse et de l'arthrodèse non instrumentée. Garfin [12] et Zucherman [42] estiment que le taux de consolidation est supérieur quand il y a instrumentation, mais que le taux de complications est aussi supérieur.

Plus précisément Grubb [15] en 1991 estime que le taux de pseudarthroses (qui d'ailleurs n'est pas toujours symptomatique) est de 35 % pour les arthrodèses postérolatérales, et seulement de 6 % si une instrumentation est associée.

Zdeblick [40] sur une série homogène et personnelle note :

- 65 % de fusion dans le cas d'arthrodèse postérolatérale ;
- 77 % de fusion dans le cas de greffe + ostéosynthèse ;
- 95 % de fusion dans le cas de greffe + ostéosynthèse rigide.

Les chiffres de Schwab [34] sont à peu près équivalents. Néanmoins, une des complications principales de ces arthrodèses rigides, qui donnent le meilleur taux de fusion, est l'altération du segment intervertébral situé juste au-dessus du montage. On voit souvent, quelques mois ou années après une pose d'une instrumentation rigide, une altération discoarticulaire entraînant lombalgie et même sténose. Ce phénomène semble moins s'observer dans les ostéosynthèses semi-rigides (comme le cadre de Hartshill) où le gradient de mobilité entre zones instrumentées et non instrumentées est plus faible. Dans le cas de vissage, pour éviter ce phénomène il ne faut pas hésiter à prendre dans l'arthrodèse tout segment intervertébral présentant des signes de dégénérescence même débutante, et surtout essayer de placer les vis apicales le plus à distance des articulaires : la visée plutôt basse (donc ascendante dans le plan sagittal) et convergente vers le milieu (donc avec un point de pénétration latérale) est souhaitable.

L'apposition des greffons au niveau des articulaires et des transverses peut se faire avant le positionnement des vis et doit se faire avant celui des tiges qui gênent ce geste essentiel. La prise du sacrum pose un

difficile problème, car cet os a une anatomie complexe et il a une forte tendance à se déminéraliser avec l'âge. De Peretti [8] a bien démontré qu'avec la vis dans le pédicule de S1 il fallait chercher le plateau supérieur de cette première vertèbre sacrée, et donc avoir un point d'entrée 1 mm au-dessous de l'interligne. La vis en S2 doit être légèrement divergente vers le dehors pour ne pas atteindre la sacro-iliaque ; elle passe entre 1^{er} et 2^e trou sacré et ne doit pas dépasser la corticale antérieure car il y a risque de lésion des vaisseaux iliaques ou du tronc lombosacré.

Les autres procédés de prise de bassin sont plutôt appliqués dans la chirurgie de la scoliose : le procédé de Jackson [17] consiste à enfoncer le bout distal de la tige dans la partie latérale et basse de l'aileron sacré ; la tige maintenue par des vis pédiculaires en S1 et S2 vient s'appuyer sur la face médiale de l'articulation sacro-iliaque. La vis iliosacrée de Dubousset perfore l'aile iliaque et vient rejoindre le corps de S1 ; la tige vient rejoindre un domino placé dans le dièdre iliosacré. Le procédé de Galveston consiste à enfouir une tige correctement galbée dans l'aile iliaque en dehors de la sacro-iliaque. Enfin, il existe des prises sacro-iliaques qui permettent, sur une même prise métallique, de placer une vis en S1, une autre en S2 et une dernière dans l'aile iliaque.

Ces trois derniers procédés assurent une prise solide sur l'aile iliaque, mais ont le désavantage de ponter l'articulation sacro-iliaque sans qu'elle ne soit greffée.

Arthrodèses intersomatiques par voie postérieure

Le principe de la greffe intersomatique par voie postérieure a été établi par Cloward [7] dans les années 1950. Il a été repris aux États-Unis par Lin [24] et en France par Lerat [23].

Le but est d'obtenir une fusion intersomatique le plus près du centre des mouvements intervertébraux ; mais pour obtenir un avivement correct des plateaux vertébraux, il faut une voie large, à distance des racines inférieures passant dans les récessus latéraux de l'étage et des racines supérieures passant dans les forams sus-jacents. Par ailleurs, le positionnement des greffes de façon stable et sur toute la tranche des plateaux n'est pas facile. Cette technique d'arthrodèse lombaire intersomatique par voie postérieure (ALIP ou PLIF des Anglo-Saxons) a perdu de son succès devant la difficulté de réalisation, et les complications observées notamment par recul des greffons. Dans les années 1990, l'arrivée sur le marché de cages en fibre de carbone, titane ou acier inoxydable a relancé l'intérêt pour cette technique. Ces cages sont vissées ou impactées, elles sont rectangulaires ou coniques pour assurer une lordose. Un matériel ancillaire comprenant protecteur de racine, forêt pour préparer les plateaux vertébraux, facilite l'acte opératoire mais n'évite pas totalement les écueils que sont le sacrifice articulaire suffisant pour manœuvrer et les tensions imposées parfois aux structures nerveuses radiculaires ou de la queue de cheval.

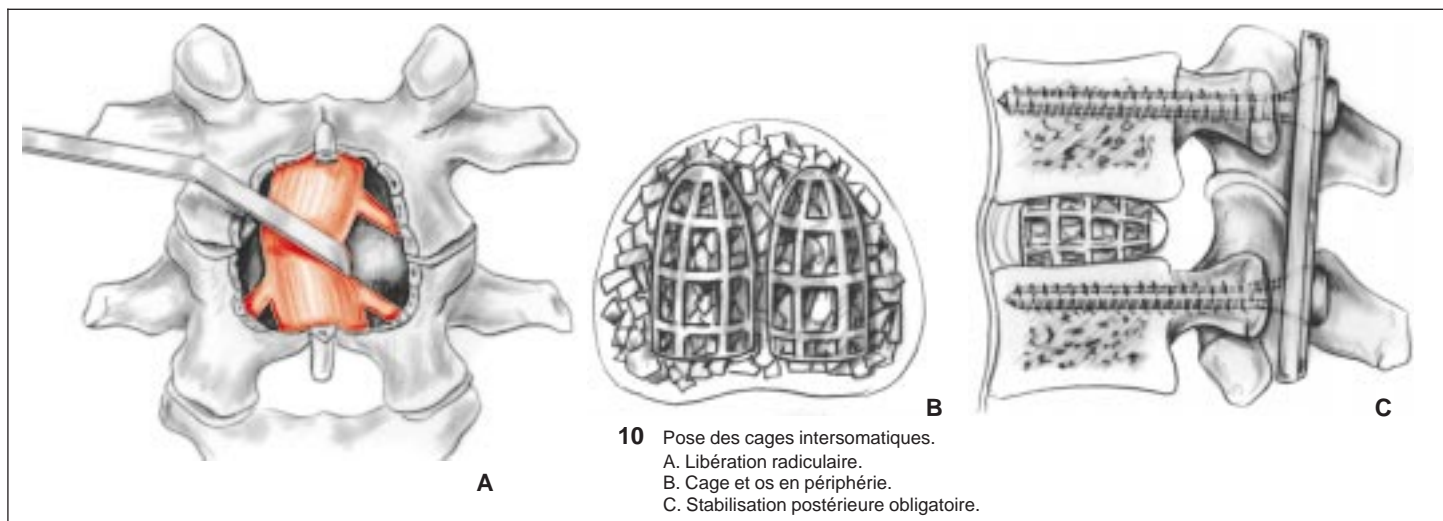
Initialement, ces cages ont été utilisées comme des *spacers* redonnant de la hauteur à l'espace discal ; deux cages sont placées de part et d'autre de la ligne médiane ; elles sont remplies d'os spongieux et le reste du disque est laissé en place.

À l'heure actuelle, la tendance est d'éviter le plus possible l'espace discal, de bien aviver les plateaux et de placer des greffes en avant et entre les cages. On tend vers une vraie greffe intersomatique, la cage servant de cale comme l'os cortical de la technique de Cloward. Par ailleurs, il existe un consensus pour estimer que l'ostéosynthèse postérieure avec greffe postérieure doit être systématiquement associée (fig 10).

Finalement les avantages de ces cages intersomatiques sont :

- l'obtention d'une distraction intervertébrale, donc a priori un élargissement des forams, qui n'est pas toujours nécessaire surtout si on prend soin de bien les élargir avant l'ostéosynthèse ;
- une stabilisation primaire (puisque les trois colonnes sont verrouillées) en une seule intervention ; d'ailleurs l'effet antalgique est souvent ressenti très précocement par les patients en postopératoire.

En revanche, les inconvénients sont : l'importance du sacrifice osseux notamment au niveau des articulaires pour pouvoir manœuvrer facilement, l'obligation de réaliser une ostéosynthèse postérieure et enfin les risques neurologiques par traction sur les racines. L'effet de *stress shielding* faisant reporter les contraintes sur les cages et non pas sur l'os qu'elles contiennent aurait pu faire craindre une résorption osseuse ; en fait Brantigan [3] a pu montrer une vraie fusion osseuse chez l'animal à 2 ans.



Ligamentoplastie lombaire

Devant le risque d'instabilité ou de sténose au-dessus d'une arthrodèse rigide, il a été proposé des stabilisations souples par ligaments : le but est d'obtenir une réduction de mobilité sans enraidissement complet avec, si possible, cicatrisation discale.

Le système de Sénégas^[35] comprend un ligament de polyester double (dacrilène) de 8 mm de diamètre. Ce ligament est fixé sur une cale trapézoïdale en titane ; si le ligament est posé à plusieurs niveaux, d'autres cales interépineuses sont rajoutées et sont en polyacétal.

L'installation est essentielle car le patient ne doit pas être trop cyphosé (comme dans la position genupectorale par exemple) ; on pratique une résection trapézoïdale (plus importante en profondeur qu'en superficie) à minima des ligaments sur- et interépineux et des bords des épineuses. Un fantôme permet de choisir la taille exacte de la cale ; le ligament est passé au-dessus de l'épineuse supérieure dans l'épaisseur du ligament interépineux, puis il traverse la cale pour passer sous l'épineuse inférieure et retraverser à nouveau la cale où il sera bloqué, après tension maximale par un cône métallique pressé. Ce système a pour but de freiner l'extension par sa cale et de limiter la flexion par le ligament lui-même.

Le ligament de Graf^[36] comprend des vis pédiculaires, dont la partie postérieure reçoit des anneaux ligamentaires élastiques qui stabilisent le segment intervertébral plutôt en extension.

Prothèse discale

C'est un concept en pleine évolution. La prothèse la mieux évaluée est la S B Charité mise au point en Allemagne de l'Est (Dr K Schellnack) ; elle comprend des plateaux en chrome-cobalt ancrés par voie antérieure extrapéritonéale et une partie intermédiaire en polyéthylène permettant des mouvements de flexion-extension, d'inclinaison et de faible rotation. Les deux reproches faits à cette technique sont le rattrapage difficile en cas d'échec, et notamment de déplacement, et l'effet discuté sur l'arthrose facettaire bien que la pose de prothèse assure une distraction intervertébrale.

Néanmoins, des séries importantes avec un recul suffisant, dont celle de Griffith^[13], sur 93 cas ne font état que de 6,5 % de complications (rupture, migration, impaction) avec un bon résultat sur la lombalgie.

Arthrodèses antérieures

Voies d'abord

La *lombotomie extrapéritonéale* permet un abord des corps de L2, L3 et L4 ; elle est limitée en haut par les piliers de diaphragme, et en bas par la bifurcation de l'aorte abdominale et de la veine cave inférieure. La voie se fait plutôt à gauche pour éviter le foie ; l'incision se fait dans le prolongement de la 12^e côte pour atteindre la partie haute de L2 ; en avant, l'incision suit le bord latéral des droits de l'abdomen à mi-chemin

entre ombilic et épine iliaque antérosupérieure ; on sectionne grand oblique, petit oblique et transverse, et on refoule fascia transversalis et péritoine ensemble, car il sont difficiles à dissocier l'un de l'autre ; il faut ensuite écarter le psoas homolatéral pour découvrir la face latérale des corps vertébraux et des disques. Cette lombotomie peut être conduite par endoscopie^[30].

La *voie transpéritonéale* permet un abord des disques L4 L5 et surtout L5 S1 ; si la bifurcation aortique est haute, cet abord L5 S1 est plus facile. Le problème à ce niveau est la présence du nerf présacré qui assure la fermeture du sphincter vésical lors de l'éjaculation ; sa contusion ou sa section chez l'homme peuvent entraîner une éjaculation rétrograde et donc une stérilité. Ce risque a été évalué par Flynn^[10] sur une série de 4 500 cas de voie antérieure transpéritonéale à 5/1 000. Si la dissection est soignée, on considère que le risque est nul. Pourtant Tiusanen^[37] décrit près de 20 % de risque d'éjaculation rétrograde.

Arthrodèse et instrumentation

L'arthrodèse se fait le plus souvent au moyen de greffons tricorticaux pris sur la crête iliaque encastrés les uns à côté des autres (en général trois greffons par espace discal). L'ostéosynthèse est rarement associée : elle est difficile en L5 S1 et consiste en une plaque vissée latérale au-dessus de ce niveau L5 S1. Dans le cas de réalisation de greffe seule, sans geste postérieur associé, l'école de Hong Kong^[6] reconnaît 15 % de pseudarthrose à un niveau, et 50 % à deux niveaux.

Indications

Schématiquement, la stabilisation chirurgicale lombaire peut être proposée comme complément à une chirurgie de décompression ou pour traiter une lombalgie prédominante.

En complément d'une chirurgie de libération radiculaire

Après dissection, on peut discuter chez le sujet jeune d'une ligamentoplastie en cas de récurrence herniaire ; l'instabilité est, en effet, aggravée par les sacrifices articulaires et le nettoyage discal soigneux ; la ligamentoplastie peut aussi être proposée dans le cas de hernie discale touchant un disque situé au-dessus d'une anomalie de charnière car on sait la relative instabilité de ces segments charnières.

Après recalibrage on peut proposer une ostéosynthèse par cadre de Dove s'il existe une discopathie en regard de la sténose levée, ou s'il a fallu associer un geste discal. L'arc sacré peut être utilisé si l'arthrodèse doit s'étendre jusqu'au sacrum. Grob^[14] montre, dans une étude prospective, qu'il n'y a pas de différence significative dans les résultats entre les patients arthrodésés et non arthrodésés.

Dans les sténoses importantes, s'il existe un spondylolisthésis dégénératif important, la laminectomie est préférable au recalibrage ; un vissage du segment olisthésique est alors obligatoire. Si le disque est encore haut, on peut même discuter une arthrodèse intersomatique soit

par voie postérieure, soit par voie antérieure (le plus souvent endoscopique). La laminectomie étendue avec arthrodèse postérolatérale peut être proposée chez le sujet âgé, car c'est un geste en règle rapide pour bien décompresser les racines et suffisamment efficace sur l'instabilité : on rappellera néanmoins que le taux de fusion diminue sensiblement en cas d'arthrodèse postérolatérale avec le nombre de niveaux arthrodésés : ainsi pour Cauchoix ^[5] le taux d'échecs est de 5 % pour un niveau, 20 % pour deux niveaux, et 40 % pour trois niveaux.

S'il y a lombalgie prédominante

Dans le cadre de la lombalgie, l'indication doit être bien posée car il faut penser a priori que c'est l'hypermobilité ou le dysfonctionnement qui créent la douleur, ce qui n'est pas toujours vérifié. Il est des cas où la discussion ne se pose pas trop, notamment dans les cas d'instabilité

multisegmentaire des scolioses dégénératives : l'ostéosynthèse segmentaire est souhaitable avec fils sous-lamaires ou vis pédiculaires.

L'indication est plus difficile pour des lésions moins étendues et surtout moins nettes. Il faut alors bien sélectionner la lombalgie chronique par des tests d'infiltration articulaire postérieure, par l'analyse des images (pincement discal, translation dans le plan sagittal ou coronal sur les clichés simples, présence d'air discal sur la coupe du scanner avec altération des articulaires postérieures, hyposignal discal et atteinte des plateaux vertébraux en imagerie par résonance nucléaire). En réalité, tous ces tests ou signes sont aléatoires, et le test du fixateur externe de Magerl ^[27], (matériel initialement utilisé pour traiter les fractures) consistant à poser des fiches pédiculaires sous anesthésie générale puis à verrouiller ou non par un appareil externe, est le moyen le plus sûr pour sélectionner les patients et les niveaux à arthrodésér.

Références

- [1] Amiot LP, Labelle H, Deguisse JA, Sati M, Brodeur P, Rivard CH. Computed-assisted pedicle screw fixation : a feasibility study. *Spine* 1995 ; 20 : 1208-1212
- [2] Blaimont P, Alameh M. Biomécanique de l'arthrodèse lombaire. *Acta Orthop Belg* 1981 ; 47 : 605-618
- [3] Brantigan JW, Steffee AD. A carbon fiber implant to aid interbody lumbar fusion. *Spine* 1993 ; 18 : 2106-2117
- [4] Calancie B, Madsen P, Lebowitz N. Stimulus evoked EMG monitoring during transpedicular lumbosacral spine instrumentation. Initial clinical results. *Spine* 1994 ; 19 : 2780-2786
- [5] Cauchoix J, David T. Arthrodèses lombaires : résultats après plus de dix ans. *Rev Chir Orthop* 1975 ; 71 : 263-268
- [6] Chow SP, Leong JC. Anterior spinal fusion for deranged intervertebral disc : a review of 97 cases. *Spine* 1980 ; 5 : 452-458
- [7] Cloward RB. Lesions of the intervertebral discs and their treatment by interbody fusion methods (the painful disc). *Clin Orthop* 1963 ; 27 : 51-77
- [8] De Peretti F, Hovorka I, Argenson C. Bases anatomiques expérimentales de la mise en place d'une vis dans le sacrum. In : Instrumentation rachidienne. Cahier d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française, 1995
- [9] Dove J. Internal fixation of the lumbar spine : the Hart-shill rectangle. *Clin Orthop* 1986 ; 203 : 135-140
- [10] Flynn JC, Price CT. Sexual complications of anterior fusion of the lumbar spine. *Spine* 1984 ; 9 : 489-491
- [11] Fuentes JM, Bonnel F. Le vissage pédiculaire du rachis lombaire bas (L3-L4-L5) et de la charnière lombosacrée. *Rev Chir Orthop* 1984 ; 70 : 479-482
- [12] Garfin SR. Spinal fusion : the use of bone screws in vertebral pedicles summation. *Spine* 1994 ; 19 (suppl 20) : 2300S-2305S
- [13] Griffith SL, Shelokov AP, Büttner-Janz K, Lemaire JP, Zeegers WS. A multicenter retrospective study of the clinical results of the LINK SB Charité intervertebral prothesis. The initial european experience. *Spine* 1994 ; 19 : 1842-1849
- [14] Grob D, Humke T, Dvorak J. Degenerative lumbar spine stenosis. Decompression with and without arthrodosis. *J Bone Joint Surg* 1995 ; 77A : 1036-1041
- [15] Grubb SA, Lipscomb HJ. Result of lumbosacral fusion for degenerative disc disease with and without instrumentation. Two to five year follow up. *Spine* 1982 ; 7 : 349-355
- [16] Hutchinson MR, Dall BE. Midline fascial splitting approach to the iliac crest forgraft : a new approach. *Spine* 1994 ; 19 : 62-66
- [17] Jackson RP, Ebelke DK, Mac Manus AC. The "sacro iliac buttress" and new methods for correction with CD pedicle instrumentation. In : Proceedings of the 8th International Congress on Cotrel Dubousset instrumentation 1991. Montpellier : Sauramps Medical, 1992 : 135-139
- [18] Johnson RM, Mac Guire EJ. Urogenital complications of anterior approaches to the lumbar spine. *Clin Orthop* 1981 ; 154 : 114-118
- [19] Kawaguchi Y, Mitsui H, Tsuji H. Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery. *Spine* 1996 ; 21 : 941-944
- [20] Kim YE, Goel VK, Weinstein JN, Lim TH. Effects of disc degeneration at one level on the adjacent level in the axial mode. *Spine* 1991 ; 16 : 331-335
- [21] Kurz LT, Garfin SB, Booth RE. Harvesting autogenous iliac bone grafts. A review of complications and techniques. *Spine* 1989 ; 14 : 1324-1381
- [22] Lehmann TR. Long-term follow-up of the lower lumbar fusion patients. *Spine* 1987 ; 12 : 97-103
- [23] Lerat JL, Rubini J, Vincent P, Besse JL, Moyen B. Résultats de l'arthrodèse lombaire intersomatique par voie postérieure dans le traitement du spondylolisthésis isthmique. À propos de 27 cas revus avec un recul de plus de 10 ans. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 : 475-489
- [24] Lin PM. Posterior lumbar interbody fusion. Springfield : CC Thomas, 1982
- [25] Louis R. Chirurgie du rachis : anatomie chirurgicale et voies d'abord. Berlin : Springer Verlag, 1982
- [26] Marchesi D, Schneider E, Glauser P, Aebi M. Morphometric analysis of the thoracolumbar and lumbar pedicles, anatomoradiological study. *Surg Radiol Anat* 1988 ; 10 : 317-322
- [27] Magerl F. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation. *Clin Orthop* 1984 ; 189 : 125-141
- [28] Mazel C. Instrumentation rachidienne flexible TWIN-FLEX dans les arthrodèses lombaires et lombosacrées. Série de 114 cas avec un recul de 1 an. *Eur J Surg Traumatol* 1995 ; 5 : 271-277
- [29] O'Brien J. The role of fusion for chronic low back pain. *OrthopClin North Am* 1983 ; 14 : 639-647
- [30] Onimus M, Papin P, Gangloff S. Extraperitoneal approach to the lumbar spine with video assistance. *Spine* 1996 ; 21 : 2496-2494
- [31] Passuti N, Daculsi G, Rogez JM et al. Macroporous calcium phosphate ceramic performance in human spine fusion. *Clin Orthop* 1989 ; 248 : 165-176
- [32] Roy Camille R, Demeulenaere C. Ostéosynthèse du rachis dorsal lombaire et lombosacrée par plaques métalliques vissées dans les pédicules vertébraux et des apophyses articulaires. *Presse Med* 1970 ; 78 : 1447-1448
- [33] Saillant G. Étude anatomique des pédicules vertébraux. Applications chirurgicales. *Rev Chir Orthop* 1976 ; 62 : 151-160
- [34] Schwab FJ, Nazarian DG, Mahmud F, Michelsen CB. Effects of spinal instrumentation on fusion of the lumbosacral spine. *Spine* 1995 ; 20 : 2023-2028
- [35] Sénégas J. La ligamentoplastie intervertébrale, alternative à l'arthrodèse dans le traitement des instabilités dégénératives. *Acta Orthop Belg* 1991 ; 57 (suppl 1) : 221-226
- [36] Stauss PJ, Novotny JE, Wilder DG, Grobler J, Pope MH. Multidirectional stability of the Graf system. *Spine* 1994 ; 19 : 965-972
- [37] Tiusanen M, Seitsalo S, Osterman K, Soini J. Anterior interbody lumbar fusion in severe low back pain. *Clin Orthop* 1996 ; 324 : 153-163
- [38] Weinstein JN, Sprattk F, Spengler D et al. Spinal pedicle fixation : reliability and validity of roentgenogram-based assessment and surgical factors on successful screw placement. *Spine* 1978 ; 3 : 1012-1018
- [39] Wiltse LL, Spencer CW. New uses and refinements of the parasagittal approach to the lumbar spine. *Spine* 1988 ; 13 : 696-706
- [40] Zdeblick TA. A prospective randomized study of lumbar fusion. Preliminary results. *Spine* 1993 ; 18 : 983-991
- [41] Zindrick MR, Knight GW, Bunch WH et al. Factors influencing the penetration of wires into the neural canal during segmental wiring. *J Bone Joint Surg* 1989 ; 71A : 742-750
- [42] Zucherman J, Hsu K, Picetti G, White A, Wynne G, Taylor J. Clinical efficacy of spinal instrumentation in lumbar degenerative disc disease. *Spine* 1992 ; 17 : 834-837

Technique de décompression médullaire par voie antérieure à l'étage cervical

V Pointillart
J Sénégas

Résumé. – Parmi les techniques de décompression de la moelle épinière, la corporectomie par voie antérieure est l'une des plus efficaces, des plus sûres, et elle permet une fixation stable de la colonne cervicale en récupérant la lordose lorsque cela est nécessaire. En fonction de l'étendue de la sténose, on peut réaliser soit une voie transdiscale avec arthrodèse type Cloward, soit une corporectomie partielle avec arthrodèse vissée, soit une corporectomie complète permettant la décompression de deux étages discaux, soit une corporectomie étendue. Ces techniques permettent une décompression à la fois médullaire et radiculaire. L'auteur décrit les détails pratiques, les pièges et les techniques de rattrapage.

Introduction

Cette intervention permet une décompression large de la moelle épinière sur toute l'étendue de la sténose et une stabilisation rachidienne par arthrodèse éventuellement instrumentée.

En fonction de l'étendue de la compression, une intervention à un étage intersomatique peut être nécessaire, mais si deux étages adjacents sont compressifs, on réalisera une corporectomie qui peut être étendue à quatre corps vertébraux en fonction des besoins.

Nous décrivons ainsi quatre techniques :

- une technique dérivée de celle de Cloward ;
- une technique de résection des ostéophytes à un étage ;
- une technique de corporectomie ;
- une technique de corporectomie multiple.

Historique

La technique de l'arthrodèse cervicale antérieure a évolué depuis la première description faite par Robinson et Smith en 1955 ^[8].

L'utilisation isolée de greffons osseux proposée par Bailey et Badgley ^[1], Cloward ^[3, 4, 5], Verbiest ^[14], Simmons et Bhalla ^[13] a été souvent critiquée, notamment dans les instabilités traumatiques, en raison des risques de déplacements secondaires. Sur rachis dégénératif, ce type de complication est plus rare et cette technique de greffons

osseux sans ostéosynthèse peut être utilisée pour une décompression à un étage. Lorsque la décompression est plus étendue, l'adjonction d'une ostéosynthèse semble préférable (Sénégas ^[11, 12], Bohler ^[21]).

Installation et voies d'abord

Installation du patient

L'installation est très importante pour permettre un bon contrôle radioscopique peropératoire.

Le patient est installé en décubitus dorsal légèrement en proclive, tête libre et sans coussinet rétro cervical afin de diminuer le saignement veineux. Il ne faut pas installer le patient trop en hyperextension, en particulier lorsqu'il existe une myélopathie par cervicarthrose, car dans cette position il existe un rétrécissement du ligament jaune qui peut entraîner une décompensation de ce rétrécissement canalaire. L'hyperextension ne sera redonnée, si elle est nécessaire, qu'après la décompression antérieure.

Les épaules sont effacées vers le bas par traction sur les bras à l'aide de bandes d'élastoplaste collées. L'amplificateur de brillance est placé à l'horizontale à la tête du patient de façon à permettre un contrôle permanent par vue latérale. Si une traction est nécessaire, la mise en place d'un étrier de Gardner ne gêne en rien l'installation. Le plus souvent, un soutien doit être placé du côté droit, sous la cuve de l'amplificateur de brillance, afin que l'appui de l'opérateur sur celle-ci ne modifie pas l'angle de repérage radioscopique pendant l'intervention.

L'utilisation d'un monitoring par potentiels évoqués somesthésiques est tout à fait recommandée.

Pour la prise du greffon, la crête iliaque homolatérale à la voie d'abord est dégagée par mise en place d'un coussin sous la fesse.

Voies d'abord

L'abord du rachis se fait par une voie antérolatérale droite qui convient mieux à la manipulation des instruments pour un opérateur droitier et ne

Vincent Pointillart : Praticien hospitalier.
Jacques Sénégas : Professeur des Universités, chef de service.
Unité de pathologie rachidienne, centre hospitalier universitaire de Bordeaux, hôpital Pellegrin-Tripode, place Amélie-Raba-Léon, 33076 Bordeaux cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Pointillart V et Sénégas J. Technique de décompression médullaire par voie antérieure à l'étage cervical. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-186, 1998, 6 p.

présente pas plus de risque pour le nerf récurrent. L'incision cutanée peut être longitudinale, le long de la saillie du muscle sternocléidomastoïdien, ou transversale, ce qui est plus esthétique et suffit pour une intervention à un seul niveau. Après incision du plan sous-cutané, on découvre le muscle omohyoïdien qui peut être soit récliné, soit sectionné entre deux fils repères. L'espace prévertébral est abordé en passant en avant du paquet vasculaire jugulocarotidien. Pour l'abord des vertèbres les plus basses il peut être nécessaire de lier l'artère thyroïdienne inférieure, pour l'abord du rachis cervical supérieur, il faut lier le tronc veineux thyrolinguofacial, et suivant le niveau instrumenté, successivement l'artère thyroïdienne supérieure, l'artère linguale et éventuellement l'artère faciale. Le ligament vertébral antérieur est repéré par son aspect blanc nacré entouré des deux muscles longus colli (muscles longs du cou). Il faut le rechercher bien en profondeur et sur la ligne médiane derrière le paquet oropharyngé qui est récliné par un écarteur de Richardson.

Le repérage par amplificateur de brillance permet le contrôle du niveau exposé.

Installation des écarteurs autostatiques de Cloward

Un écarteur à griffe est installé sous les deux muscles longus colli afin de maintenir l'incision ouverte longitudinalement sans léser l'axe aérodigestif ici vasculaire. Un écarteur à valves mousses est installé transversalement et maintenu en position par un champ roulé sur le côté du cou afin d'éviter la projection du manche de l'écarteur sur le contrôle radioscopique.

L'incision du ligament commun vertébral antérieur est effectuée au bistouri électrique sur la ligne médiane ; on le dégage progressivement latéralement en s'aidant soit d'un écarteur de Hohman placé à la face latérale gauche du corps vertébral, soit à l'aide d'une rugine fine.

Ce temps peut être parfois hémorragique. Il peut s'agir soit de veines prévertébrales passant à la jonction entre la face antérieure du corps vertébral et son bord latéral, et l'hémostase sera alors réalisée au bistouri électrique, sinon il peut s'agir d'un saignement osseux, et l'utilisation de la cire de Horsley permet de réaliser l'hémostase.

Intervention type de Cloward (fig 1)

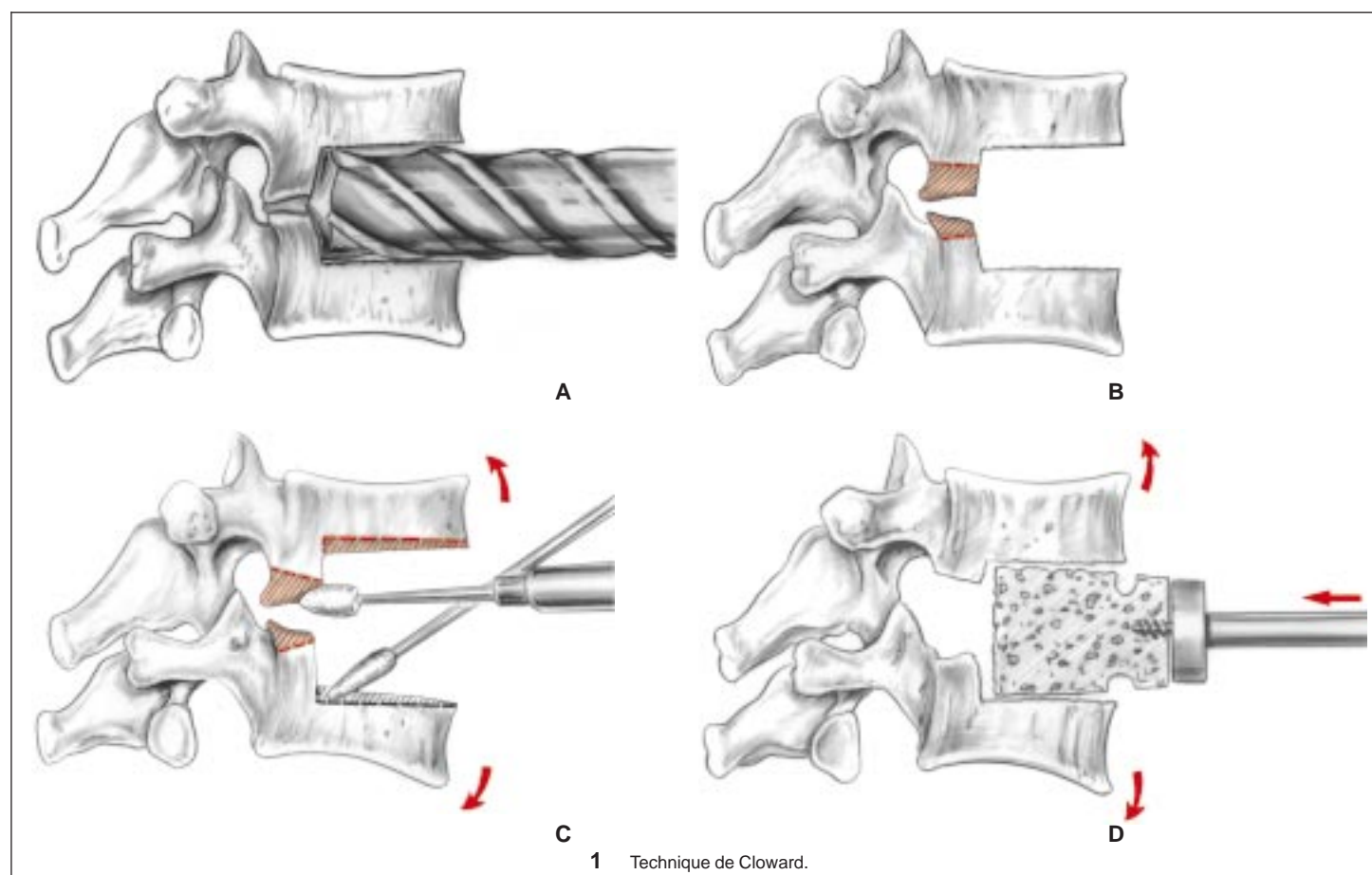
Cette intervention permet la décompression d'un étage discal à la fois pour hernie discale et/ou ostéophytose, et une arthrodèse sans ostéosynthèse.

La discectomie est réalisée au bistouri profond lame 11. En fonction du pincement discal, il peut être nécessaire d'insérer un écarteur intersomatique de Cloward à lame fine afin d'ouvrir cet espace et d'introduire le centreur de Cloward. Ce centreur permet de fixer le tube protecteur des parties molles qui, muni de quatre ergots pointus, est fixé dans les corps vertébraux adjacents ; le centreur est alors retiré et la mèche de Cloward de diamètre variable de 12 à 16 mm permet de réaliser un trou cylindrique à cheval entre les deux corps vertébraux. À noter qu'il existe sur cette mèche une jauge qui permet de prérégler la profondeur du trou réalisé. La profondeur choisie laisse un rebord de mur postérieur. Un contrôle par amplificateur de brillance est évidemment souhaitable pour qu'il n'y ait pas de risques neurologiques lors de cette manœuvre. On enlève l'ensemble du matériel de Cloward et on peut alors réséquer les ostéophytes au moteur à fraise à rotation rapide. On complète la libération médullaire par l'ablation du ligament commun postérieur, des éléments éventuellement discaux rétroligamentaires et des ostéophytes grâce à l'utilisation d'une pince de type Kérisson ou pince Hardy (1 mm de largeur). Le passage d'un crochet à ostéophyte en arrière des corps vertébraux permet de vérifier la décompression obtenue.

Vient alors la phase d'arthrodèse qui, du fait des risques de transmission virale ou par prion, est actuellement réalisée à l'aide d'un greffon iliaque prélevé avec le matériel de Cloward.

Il s'agit d'un système de tréfine dont le diamètre est choisi de 2 mm supérieurs à la taille du trou réalisé par la mèche de Cloward. Pour l'insertion du greffon, on peut s'aider de la mise en place d'un écarteur intersomatique de Cloward très latéralement afin d'ouvrir l'étage discal et d'introduire sans difficulté le greffon.

Une fois le greffon mis en place, on peut abraser la surface de ce greffon afin de le mettre tout à fait dans le plan du mur antérieur des corps vertébraux adjacents.



1 Technique de Cloward.

La fermeture de l'incision est réalisée éventuellement après suture du muscle omohyoïdien sur un redon aspiratif mis au contact du rachis, un paraplan cutané et un plan cutané.

Le port d'une minerve est conseillé pendant 2 mois.

Technique de résection des ostéophytes par voie transdiscale avec arthrodèse instrumentée (fig 2, 3)

L'installation et la voie d'abord sont les mêmes que précédemment.

La discectomie est réalisée à l'aide d'un bistouri lame 11. Le tiers supérieur de la vertèbre sous-jacente et le tiers inférieur de la vertèbre sus-jacente à l'espace discal sont réséqués au moteur à la fraise rotative jusqu'à atteindre les ostéophytes postérieurs. La largeur du corps vertébral étant de 20 mm, cette résection des tiers supérieur et inférieur des vertèbres doit avoir cette largeur afin d'assurer une décompression satisfaisante des foramens. Afin d'améliorer la vision du canal médullaire, on peut mettre en place un écarteur intersomatique de Cloward placé assez postérieurement sur le côté. Cela permet d'ouvrir l'espace discal en arrière et de réséquer les ostéophytes à la pince de Kérisson ou à la pince de Hardy.

L'utilisation du crochet à ostéophyte permet de contrôler la qualité de la décompression et de vérifier, sous le contrôle d'amplificateur de

brillance, qu'il n'y a pas une zone ostéophytique qui reste saillante dans le canal médullaire. Le greffon iliaque est prélevé en fonction de la taille de la résection réalisée, qui est de l'ordre de 12 mm en hauteur. Ce greffon sera dans ce cas en général tricortical. Il est habituellement nécessaire d'arrondir les angles de ce greffon pour faciliter son introduction et améliorer le contact spongieux au niveau du centre du greffon. Une jauge de profondeur permet de calculer immédiatement la taille des vis qui seront utilisées.

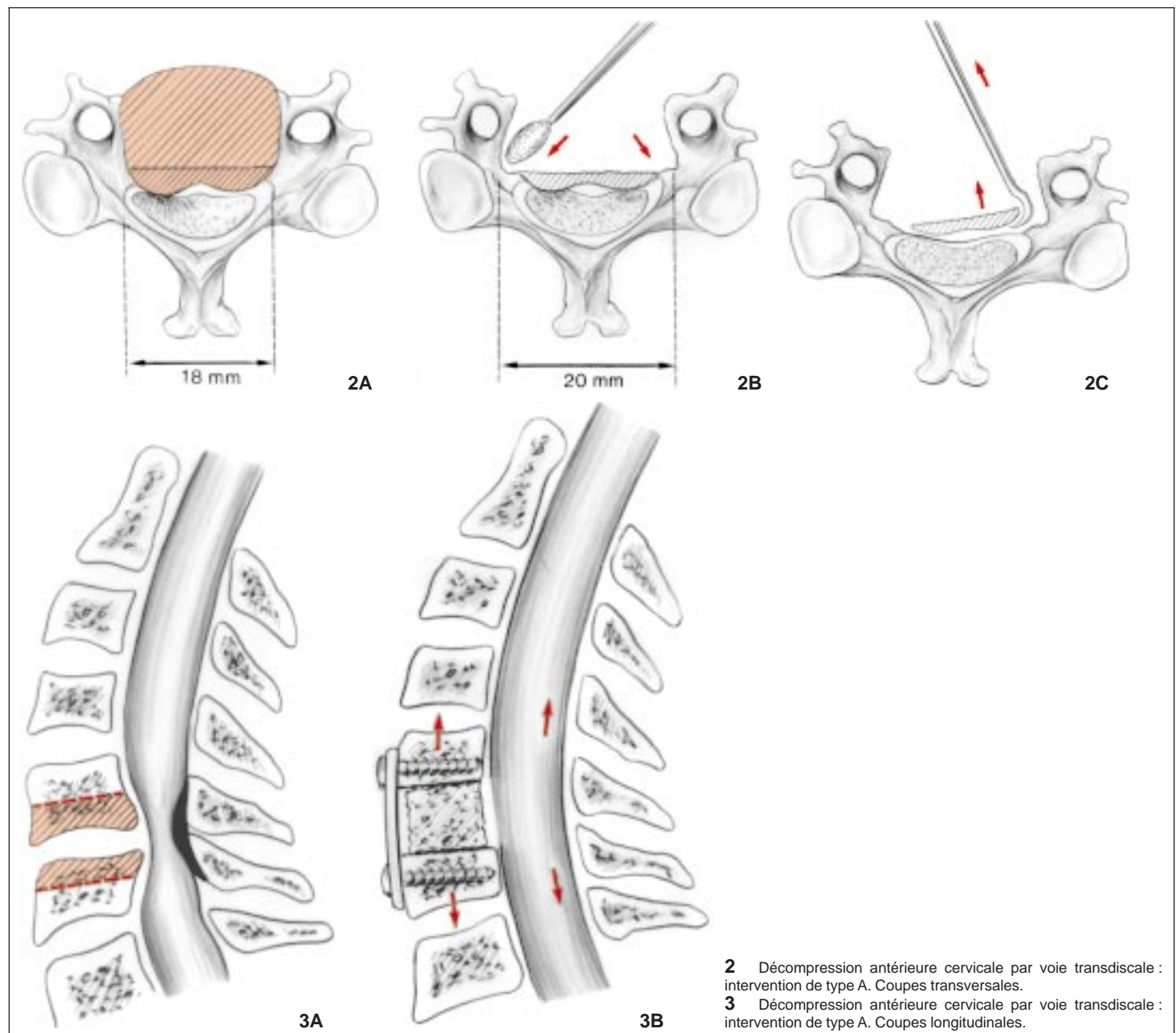
Une fois le greffon mis en place on enlève l'écarteur intersomatique de Cloward afin que ce greffon soit en compression. Une plaque en titane à quatre trous petits ou grands modèles, selon la taille de la résection réalisée, est fixée par quatre vis bicorticales convergentes vers la ligne médiane et parallèle aux plateaux vertébraux. La longueur des vis est en générale de 18 mm chez l'homme et 16 chez la femme mais peuvent atteindre 20, voire 22 mm en T1.

La fermeture est réalisée sur le même modèle que précédemment.

Principe de l'instrumentation

Le principe d'un vissage bicortical est renforcé par les expériences de Mainan^[7] sur la qualité de la résistance à l'arrachement d'une prise bicorticale par rapport à une prise monocorticale.

Ces expérimentations ont été confortées par les travaux de Ryken^[9, 10] et Gallagher^[6]. L'instrumentation est représentée par un éventail de



plaques en titane de 1,2 mm d'épaisseur et de 13 mm de largeur, avec des tailles variables de 24 à 92 mm et une forme en H permettant l'insertion de vis par corps vertébraux. Ces plaques sont incurvées transversalement afin d'obtenir une bonne congruence plaque/vertèbres et d'améliorer la contention. Les trous vertébraux sont réalisés par une mèche de 2 mm de diamètre avec un guide de protection permettant un réglage fin de la profondeur de pénétration. Les vis sont des vis spongieuses de 4 mm, à longueur variable de 10 à 28 mm. Elles sont autotaraudeuses, mais un taraud accessoire peut être utile pour la fixation du greffon iliaque où la corticale peut être plus épaisse.

Il est important de choisir une plaque de longueur parfaitement adaptée afin que les extrémités de la plaque ne rentrent pas en contact avec les vertèbres adjacents, ce qui entraîne une détérioration rapide des disques adjacents à l'arthrodèse.

La technique du vissage bicortical mérite d'être précisée. Il n'est pas nécessaire de perforer la corticale postérieure à l'aide de la mèche et il faut se souvenir, qu'au milieu de la vertèbre, l'incurvation du mur postérieur du corps vertébral par rapport à ces parties latérales rend ce mur plus antérieur.

Un contrôle d'amplificateur de brillance est ainsi logique.

En revanche, l'insertion des vis perforera la corticale postérieure du corps vertébral. Au moment du serrage final des vis, il est important de prévenir tout dérapage du tournevis qui pourrait alors glisser entre le greffon et les murs latéraux des corps vertébraux réséqués.

Corporectomie subtotale (fig 4)

L'installation et l'incision sont les mêmes que précédemment, une double discectomie est réalisée de la même manière. Le corps vertébral à enlever sera réséqué au moteur à fraise rotative.

Il suffit de perforer la corticale antérieure à l'aide de la fraise et ensuite d'évider le corps vertébral. On affine ensuite les plateaux vertébraux supérieurs et inférieurs de la vertèbre concernée.

Ceux-ci sont finalement enlevés à la pince à disque.

On avive ensuite les plateaux vertébraux des vertèbres adjacentes sur lesquels sera secondairement insérée la greffe. L'ensemble de ces gestes est préféablement réalisé avant l'exérèse du mur vertébral postérieur afin de protéger la moelle de tout traumatisme. Le mur vertébral postérieur est progressivement affiné jusqu'à devenir le plus pellucide. Un crochet à ostéophyte est inséré sur la ligne médiane dans la partie

moyenne du corps vertébral, c'est-à-dire la zone où il y a en règle le minimum de compression médullaire, ce qui permet de passer derrière le ligament commun vertébral postérieur et de trouver l'espace de glissement entre ce ligament et la dure-mère. Cet orifice est ensuite agrandi à la pince de Hardy de 1 mm en faisant extrêmement attention à ne pas « talonner » lorsque l'on s'approche des zones les plus compressives. Il est important de trouver le plus rapidement l'espace de glissement entre le ligament commun vertébral postérieur et la dure-mère, car cet espace est avasculaire et permet une résection facile du mur vertébral. Il faut là encore s'ingénier à aller assez loin latéralement pour être sûr de la qualité de la décompression. Il faut aussi évidemment parfaire la décompression sur les zones les plus compressives notées sur le scanner ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM) préopératoire. Il peut exister un saignement veineux en général latéralisé lié au saignement des veines épidurales. Cela est souvent un témoin de la bonne décompression. Si l'hémostase n'est pas possible à l'électrocoagulation bipolaire, on utilisera du Surgicel® placé latéralement dans le canal.

Une jauge de profondeur contrôle la longueur des vis qui seront utilisées et permet le réglage de la mèche de 2 mm. On mesure la longueur du greffon et éventuellement on met le patient plus en extension qu'il n'était, ce qui facilitera l'introduction du greffon, le vissage étant alors réalisé une fois le patient mis en flexion.

Le prélèvement du greffon sera cette fois bicortical, respectant soit la corticale interne, soit la corticale externe de l'os iliaque. Le greffon est retailé pour s'adapter parfaitement à l'encoche réalisée dans les vertèbres adjacentes à la corporectomie. On peut introduire le greffon en force mais de façon très progressive afin d'éviter toute pénétration de ce greffon au contact de la moelle épinière.

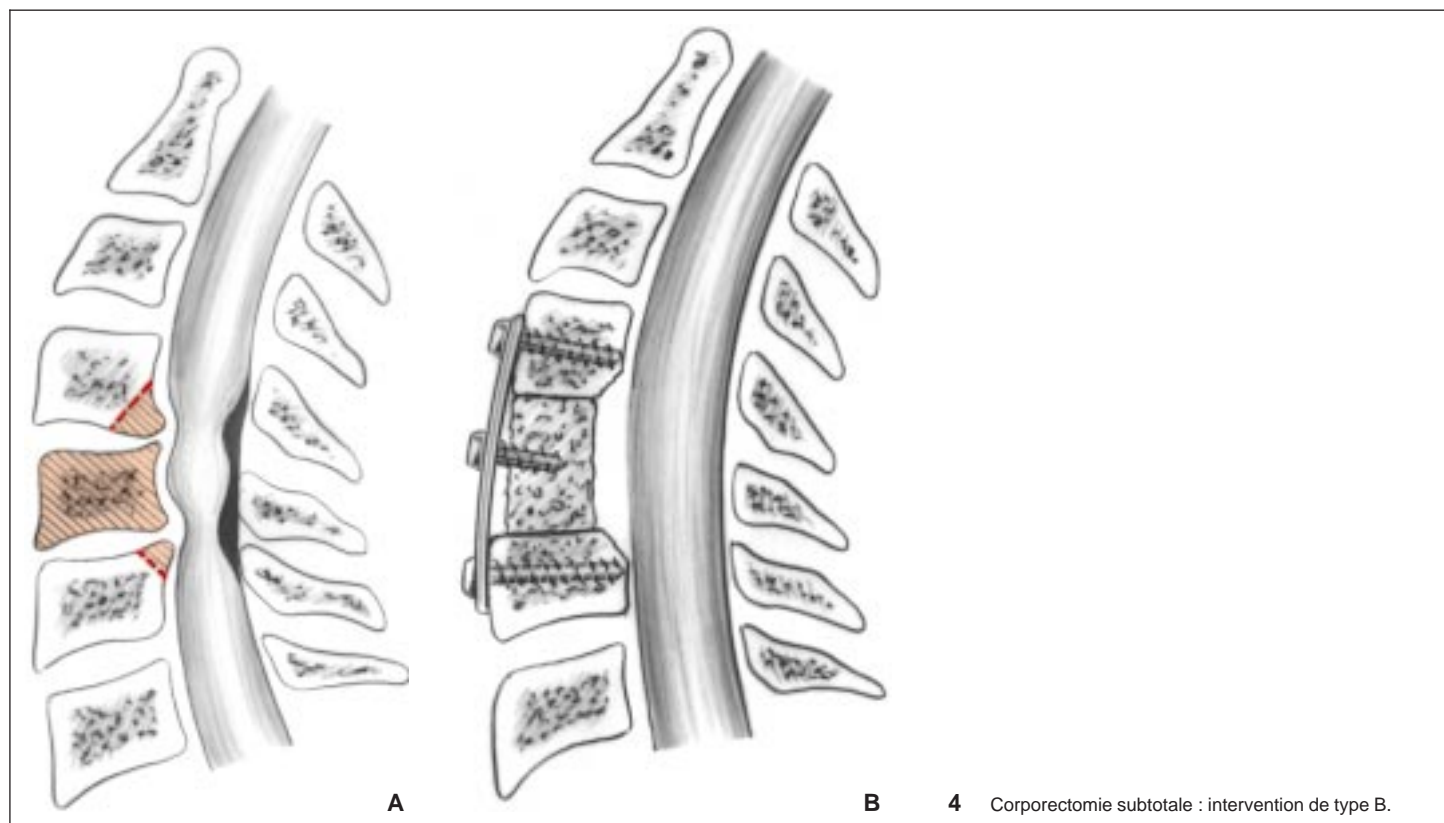
Puis, le patient sera remis en tête légèrement en flexion afin d'assurer une compression au niveau du greffon.

L'autre technique consiste à préfixer le greffon sur la plaque par une vis de longueur 12 puis à l'introduire dans l'espace préparé à cet effet, la plaque prévenant toute pénétration excessive du greffon. La fixation se fait comme précédemment.

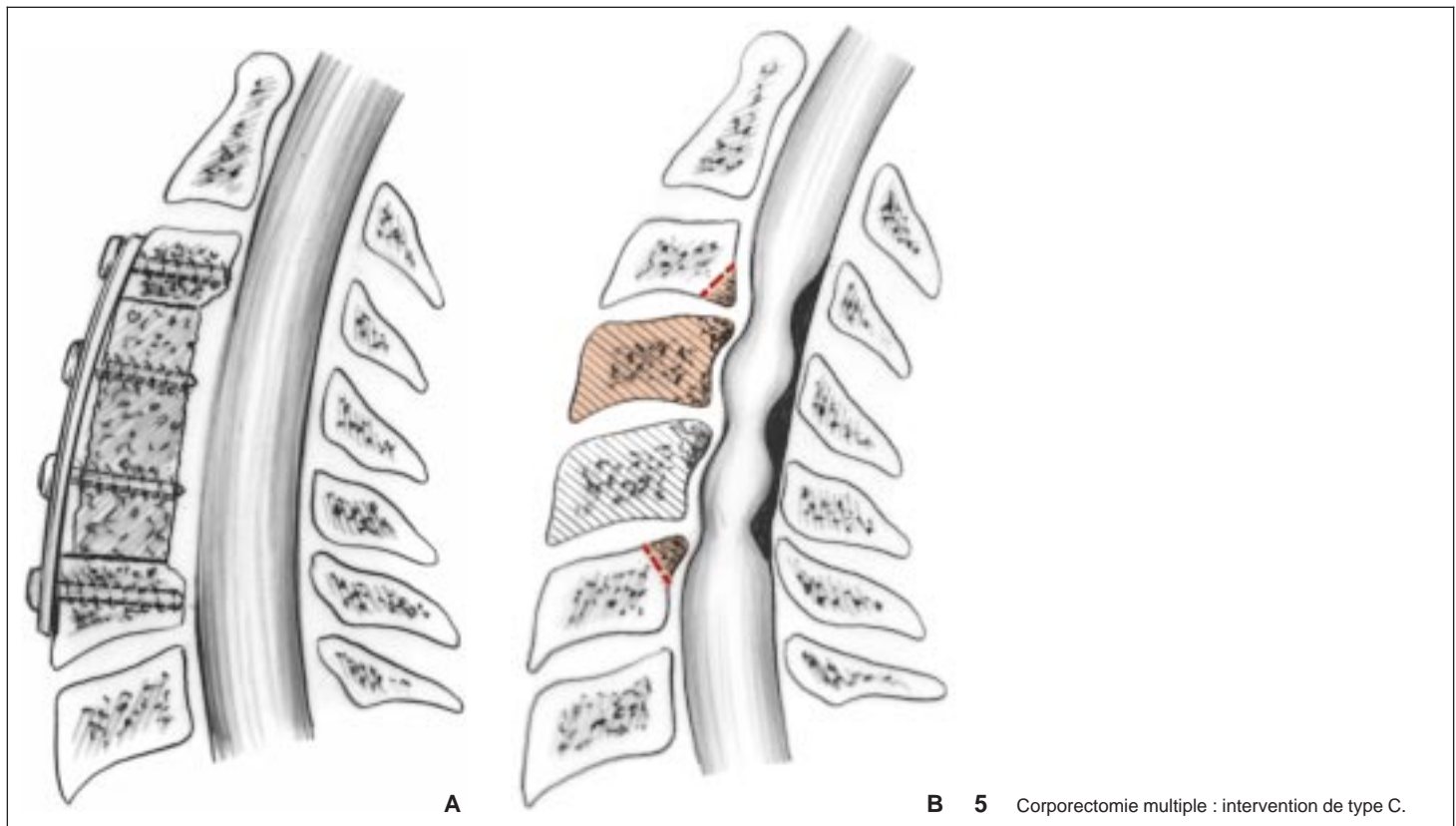
Le port de la minerve est conseillé pendant 2 mois.

Corporectomie multiple (fig 5)

L'installation et l'incision sont les mêmes. L'incision est plus étendue que précédemment en fonction du nombre d'étages. Lorsqu'elle



4 Corporectomie subtotale : intervention de type B.



remonte jusqu'au niveau C2, pour la fixation, il est nécessaire d'obliquer l'incision à 2 cm sous le rebord du maxillaire inférieur afin de préserver la branche descendante du nerf facial.

Les discectomies sont réalisées comme précédemment.

Les corpectomies sont réalisées étage par étage, là encore comme précédemment.

Une corpectomie à quatre niveaux est la longueur maximale réalisable. Au-delà, il est plus facile de s'orienter vers une décompression par voie postérieure.

Le greffon est plus souvent tricortical dans cette intervention, afin d'améliorer la stabilité primaire du montage.

Il ne doit pas occuper l'ensemble de la largeur de la tranchée réalisée afin de permettre le drainage éventuel d'un hématome épidural qui, lorsqu'il est compressif, peut entraîner des troubles neurologiques majeurs.

Le saignement est souvent plus abondant, et dans ces corpectomies multiples il est prudent de prévoir une récupération peropératoire du saignement.

Le reste de la technique est similaire aux autres interventions.

Le port de la minerve est souvent prolongé jusqu'au troisième mois postopératoire.

Sécurité technique lors de ces interventions et leurs remèdes

L'événement le plus gênant lors de l'intervention peut être un saignement veineux ou osseux. Lorsque le saignement est osseux,

l'utilisation de la cire de Horsley dès qu'une zone ne devra plus être retouchée contrôle facilement ce problème. En revanche, le saignement veineux qui vient du corps vertébral par sa partie postérieure ne se tarira qu'à la fin de la décompression. Lorsque l'on a atteint le ligament vertébral commun postérieur, il faudra s'attacher, grâce à l'utilisation d'une coagulation bipolaire, à réaliser l'hémostase. L'ablation du ligament vertébral peut également être source de saignement. Il faudra, à ce moment-là, recommencer avec une coagulation bipolaire. On peut également glisser une pellicule de Surgicel® le long de la dure-mère à sa partie latérale où le saignement apparaît. Cette hémostase est importante car elle peut entraîner, si elle n'est pas faite correctement, un risque d'hématorachis. Lorsqu'une traction a été mise en place, il est important de réaliser le vissage après ablation des poids de la traction afin que le greffon soit en compression, ce qui facilite sa consolidation. L'introduction du greffon dans la gorge préparée peut parfois poser des problèmes et il peut exister un risque de glissement de ce greffon vers la moelle épinière. Afin d'éviter ce risque, on peut préfixer ce greffon sur la plaque dans sa partie moyenne et les extrémités de cette plaque empêcheront le glissement du greffon vers les cordons médullaires.

Si, pour des raisons techniques, la mise en place de la plaque antérieure est impossible et que le greffon n'arrive pas à avoir une stabilité spontanée suffisante, on peut se contenter de déposer les greffons broyés dans la tranchée réalisée. En laissant le patient en décubitus dorsal sous traction pendant 3 semaines, puis immobilisé par une minerve pendant 2 mois, on obtiendra une arthrodèse satisfaisante. Nous préférons broyer ce greffon plutôt que de le laisser monobloc car il existe, lors des manipulations, un risque de délogement de ce greffon dans la migration, que ce soit en avant ou en arrière, qui serait source de conséquences graves.

Références

- [1] Bailey RW, Badgley CE. Stabilization of the cervical spine by anterior fusion. *J Bone Joint Surg* 1960 ; 42A : 565-594
- [2] Bohler J. Anterior plate stabilization for fracture-dislocations of the lower cervical spine. *J Trauma* 1979 ; 20 : 203-205
- [3] Cloward RB. Treatment of acute fractures and fracture dislocations of the cervical spine by vertebral body fusion. *J Neurosurg* 1961 ; 18 : 201-209
- [4] Cloward RB. The anterior approach for removal of ruptured cervical discs. *J Neurosurg* 1958 ; 15 : 602-617
- [5] Cloward RB. Complications of anterior cervical disc operation and their treatment. *Surgery* 1971 ; 69 : 175-182
- [6] Gallagher MR, Maiman DJ, Reinartz J, Pintar F, Voganandan N. Biomechanical evaluation of Caspar cervical screws: Comparative stability under cyclical loading. *Neurosurgery* 1993 ; 33 : 1045-1051
- [7] Maiman DJ, Pintar FA, Voganandan N, Reinartz J, Tosselli R, Woodward E et al. Pull-out strength of Caspar cervical screws. *Neurosurgery* 1992 ; 31 : 1097-1101
- [8] Robinson RA, Smith GW. Anterolateral cervical disc removal and interbody fusion for cervical disc syndrome. *Bull Johns Hopkins Hosp* 1955 ; 96 : 223-224
- [9] Ryken TC, Clausen JD, Traynelis VC, Goel VK. Biomechanical analysis of bone mineral density, insertion technique, screw torque, and holding strength of anterior cervical plate screws. *J Neurosurg* 1995 ; 83 : 324-329
- [10] Ryken TC, Goel VK, Clausen JD, Traynelis VC. Assessment of unicortical and bicortical fixation in a quasistatic cadaveric model: Role of bone mineral density and screw torque. *Spine* 1995 ; 20 : 1861-1867
- [11] Sénégas J. Fractures et luxations récentes du rachis cervical sans trouble neurologique. *Rev Chir Orthop* 1972 ; 58 : 353-361
- [12] Sénégas J. L'arthrodèse antérieure du rachis cervical inférieur. *Acta Orthop Belg* 1991 ; 57 (suppl 1) : 108-114
- [13] Simmons EH, Bhalla SK. Anterior cervical discectomy and fusion. *J Bone Joint Surg* 1969 ; 51B : 225-237
- [14] Verbiest H. Anterolateral operations for fractures and dislocations in the middle and lower parts of the cervical spine. Report of a series of forty-seven cases. *J Bone Joint Surg* 1969 ; 51A : 489-530



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-199]

Techniques chirurgicales dans les malformations du rachis

Lotfi Miladi : Chirurgien praticien adjoint
Ismat Ghanem : Chirurgien attaché
Jean Dubousset : Professeur des Universités, chirurgien
Service de chirurgie orthopédique, hôpital Saint-Vincent-de-Paul, 82, avenue Denfert-Rochereau,
75674 Paris cedex 14 France

Résumé

Les malformations du rachis constituent un groupe de lésions très diverses et variées, dans leur forme, leur topographie et leur gravité.

Elles doivent être suspectées devant toute déformation de la colonne chez le petit enfant, aussi mineure soit-elle, avec ou sans anomalie cutanée de la ligne médiane. Elles sont parfois découvertes seulement à l'occasion d'un examen radiographique, fait pour le bilan d'une autre affection ou d'une autre malformation.

Le problème est, une fois la détection faite dès la très jeune enfance, d'établir le pronostic du défaut de croissance ou de stabilité entraîné par ces anomalies car, si certains cas ne réclament qu'une surveillance et aboutiront à un développement correct du rachis, sans le moindre traitement, dans bien des cas seul un traitement précoce et bien conduit, utilisant le potentiel de croissance restant, permettra un développement harmonieux de la colonne, dans les trois plans de l'espace. Malheureusement, souvent le diagnostic n'est fait que tardivement au moment de la poussée pubertaire, ou encore plus tard. Dans ces cas, le traitement ne pourra plus se servir de la croissance pour améliorer la situation et se contentera de corriger au mieux les déformations par les procédés habituels de correction-fusion, avec ou sans instrumentation.

De toute façon, quel que soit l'âge où l'on sera amené à intervenir sur ces malformations, il faudra toujours se souvenir que ces malformations congénitales du rachis sont des lésions acquises au cours de la vie embryonnaire (le plus souvent entre le 15^e et le 28^e jour) et que donc ces malformations sont rarement isolées, mais associées souvent à des

malformations concernant les autres appareils, nerveux et en particulier médullaire, mais aussi urinaire, cardiaque, digestif, etc.

Par conséquent, les techniques chirurgicales proprement rachidiennes ne pourront être appliquées qu'après un bilan de tous ces secteurs, et réclameront parfois une action concertée sinon combinée, avec la cure de ces lésions associées.

© 1997 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Haut de page

RAPPEL EMBRYOLOGIQUE DU RACHIS

Étapes initiales du développement

La nidation se produit à la fin de la première semaine. Durant la deuxième semaine, le bouton embryonnaire se transforme en disque embryonnaire, comportant deux feuillets : l'ectoblaste (ou ectoderme) et l'entoblaste (ou entoderme).

Les stades précoces de développement du système nerveux, de l'appareil musculaire et du squelette axial sont intimement liés à la notocorde. La formation du rachis débute très tôt, par la mise en place du troisième feuillet de l'embryon (chordomésoblaste) qui va donner naissance au tissu de soutien de l'organisme. Le disque embryonnaire devient une structure tridermique. Entre temps, le processus chordal prend successivement l'aspect d'un canal, puis d'une plaque et enfin d'un fin cordon. Les cellules chordales se séparent ensuite de l'entoderme pour former une corde solide qui est en contact intime avec la plaque neurale et le tube neural. Au cours de la troisième semaine de développement, apparaît la gouttière neurale qui se transforme rapidement en tube neural. La fermeture du tube neural commence au milieu de l'embryon et s'étend aux deux extrémités, plus vite à l'extrémité craniale qu'à l'extrémité caudale. Le tube neural est ainsi ouvert à ses deux extrémités pendant quelques jours. L'ouverture céphalique (appelée neuropore antérieur) se ferme aux environs du 25^e jour (au stade de 18 à 20 somites) et le neuropore postérieur vers le 28^e jour (au stade de 25 somites), au niveau de la région lombaire (deuxième vertèbre lombaire). Les segments lombaires situés en aval et les segments sacrococcygiens se développent selon un processus différent : le bourgeon caudal qui va s'étendre pour former la queue de l'embryon. Cet appendice caudal est à son apogée à la sixième semaine, puis l'involution de ces structures commence grâce à un processus de différenciation rétrogressive.

À la fin de la troisième semaine, le mésoderme se différencie simultanément dans deux directions, médiolatérale et craniocaudale : le mésoderme latéral se divise en deux couches cellulaires ventrale et dorsale. Le mésoderme dorsal ou somatique, donne les muscles de la paroi antérolatérale du tronc, alors que le mésoderme ventral ou splanchnique, donne les muscles intestinaux. Le mésoderme intermédiaire se différencie pour donner l'appareil urogénital.

À partir du début de la quatrième semaine, le mésoderme para-axial se segmente dans le sens craniocaudal, en somites disposés en paires à chaque niveau. La formation des somites commence près de l'extrémité craniale de l'embryon, dans la future zone occipitale, et progresse dans un sens craniocaudal, en parallèle avec la fermeture du tube neural. La formation des somites prend 10 jours. Vingt-neuf paires sont produites au cours de la quatrième semaine et le reste au début de la cinquième semaine. Un total de 42 à 44 paires de somites se différencient ; 4 occipitales, 8 cervicales, 12 thoraciques, 5 lombaires, 5 sacrées et 8 à 10 coccygiennes. Les derniers 5 à 7 somites coccygiens disparaissent. Chaque somite va ensuite se creuser d'une cavité qui permet de distinguer du côté médial, les sclérotomes qui formeront les vertèbres et du côté latéral les myotomes qui formeront les muscles et les dermatomes qui formeront le derme et le tissu sous-cutané.

Morphogenèse générale d'une vertèbre

Toutes les vertèbres dépendent des cellules des sclérotomes des somites pour leurs corps vertébraux et leurs arcs.

Pendant la quatrième semaine du développement, les cellules des sclérotomes des somites migrent dans trois directions dans le plan horizontal :

- ventromédiale, entourant la corde et participant à la formation d'un hémicorps vertébral et d'un hémidisque intervertébral (droits ou gauches) ;
- ventrolatérale, donnant les ébauches des processus costaux au niveau de la région thoracique, les trous transversaires (en association avec les apophyses transverses) au niveau de la région cervicale, les apophyses costiformes au niveau de la région lombaire, et les ailerons sacrés ;
- dorsale, donnant un héli-arc postérieur (droit ou gauche). Dans les plans frontal et sagittal, la vertèbre représente une structure intersegmentaire, car elle se fait à partir de deux sclérotomes de niveaux métamériques différents, alors que le disque représente le centre segmentaire métamérique ; la moitié craniale du sclérotome inférieur donne la partie inférieure de la vertèbre et le disque intervertébral.

La formation de la partie antérieure de la vertèbre est sous la dépendance de la corde qui va involuer et subir entre les vertèbres, une dégénérescence mucoïde pour former la structure centrale du disque intervertébral : le nucleus pulposus. L'anneau fibreux du disque intervertébral ne dépend pas de la corde, mais du mésenchyme du sclérotome. La formation de l'arc postérieur est sous la dépendance d'une induction à partir du tube neural.

Durant la sixième semaine de développement, au sein du mésenchyme condensé apparaissent des centres de chondrification, au début au niveau de la région cervicothoracique, avant de s'étendre dans les deux sens cranial et caudal. L'ossification des noyaux cartilagineux débute tôt vers la septième semaine du développement pour se terminer à la fin de la croissance. Il y a trois centres primaires d'ossification : un volumineux point d'ossification pour le corps vertébral et un point d'ossification par héli-arc postérieur. Les centres secondaires d'ossification apparaissent à la puberté et sont au nombre de cinq : un pour l'apophyse épineuse, un pour chaque apophyse transverse et deux disques épiphysaires pour le corps vertébral (**fig 1**).

Enfin, une particularité concerne la charnière craniorachidienne. Les quatre premiers somites (les somites occipitaux) fusionnent pour former la base de l'occiput, dans laquelle l'extension céphalique de la notocorde se termine au niveau de la fosse hypophysaire (ou selle turcique).

La portion caudale du dernier somite occipital forme l'arc de l'atlas, le sommet de l'apophyse odontoïde et les ligaments alaire et apical.

Les premier et second somites cervicaux fusionnent pour former l'apophyse odontoïde, le centre et l'arc de C2 .

Haut de page

FORMES ANATOMOCLINIQUES

La classification embryopathogénique des malformations vertébrales est logique, mais parfois difficile à établir avec certitude. Une perturbation de l'embryogenèse entre le 16^e et le 28^e jour de gestation, produit des malformations différentes en fonction de la nature de l'agent agresseur, de la sévérité, de la date et de la durée de l'agression. Ainsi, une double induction du noeud de Hensen par exemple, peut provoquer le développement d'une double corde (monstre double localisé) qui deviendra une diastématomyélie ; la persistance d'un canal neuroentérique est à l'origine de fistules, de kystes, ou de défauts de fermeture antérieure (somatoschisis) ; les anomalies de rudimentation du bourgeon caudal peuvent se faire par excès et aboutir à une agénésie sacrée ou lombosacrée ; à la

suspendue, les segments proximaux et distaux étant en revanche normaux ; le défaut de fermeture du tube neural est à l'origine des dysraphies postérieures : myéloméningocèle et spina bifida ; l'absence de régression chordale peut être à l'origine de déhiscences antérieures ou d'hypoplasies antérieures ; l'excès de régression chordale peut au contraire entraîner une disparition discale avec fusion antérieure, alors même que les éléments postérieurs évoluent normalement vers la segmentation sous l'effet des inducteurs postérieurs. D'autre part, une atteinte précoce au stade de somite entraîne une anomalie de la vertèbre (par atteinte du sclérotome), du rein (par atteinte du néphrotome) et/ou des membres (par atteinte du dermomyotome). Une atteinte plus tardive, par exemple au stade de sclérotome, entraîne une anomalie localisée sur la vertèbre sans atteinte du rein ou du membre.

Cependant, aussi séduisante qu'elle puisse paraître, la classification embryopathogénique est peu utile en pratique clinique courante. En effet, il faut distinguer par ordre de gravité croissante :

- les malformations « bénignes », n'entraînant aucun retentissement morphologique ou fonctionnel (bloc complet symétrique, hémivertèbre non segmentée, variation numérique simple, etc.) ;

- les malformations entraînant une décompensation douloureuse (anomalie transitionnelle lombosacrée, anomalie des facettes articulaires, etc.) ;

- les malformations entraînant une déformation scoliotique, cyphotique, ou lordotique, dont la sévérité est variable en fonction du type de la malformation et de son siège (hémivertèbre libre, semi-segmentée, ou non segmentée ; barre non segmentée latérale asymétrique, antérieure ou postérieure ; bloc antérieur ou postérieur).

Le point important à se rappeler est qu'un certain nombre de ces anomalies vont s'aggraver régulièrement au cours de la croissance, que d'autres ne vont pas s'aggraver du tout, et que certaines enfin ne vont s'aggraver qu'au moment de la poussée pubertaire ;

- les malformations vertébrales associées à une anomalie neurologique primitive (spinalipome, myéloméningocèle, diastématomyélie, etc.), ou secondaire à la déformation produite par la malformation vertébrale (cyphose sévère, rachis luxé congénital, etc.).

Malformations bénignes

Ce sont celles qui ne nécessitent aucun traitement. Il peut s'agir d'hémivertèbres alternes étagées, d'une mosaïque vertébrale équilibrée (comme ce qu'on observe parfois au cours du syndrome de Klippel-Feil), de bloc vertébral symétrique, d'hémivertèbre non segmentée, ou d'anomalies minimes des arcs postérieurs (spina bifida occulta, malformations congénitales des apophyses articulaires, etc.).

Malformations douloureuses

Ce groupe de malformations est un peu disparate et comprend d'une part les malformations des charnières, et d'autre part les anomalies dimensionnelles du canal rachidien, susceptibles d'entraîner des compressions radiculomédullaires.

Malformations des charnières

Charnière craniorachidienne ^[4]

Les malformations de cette région entraînent une hypermobilité, voire une instabilité, qui risque d'avoir rapidement une traduction neurologique. Ces complications sont d'autant plus fréquentes qu'il s'agit souvent d'une malformation régionale, avec anomalies associées de l'axe cérébrospinal, dont la plus fréquente est l'anomalie d'Arnold-Chiari. Il existe deux principaux types de malformations craniorachidiennes :

anomalie de segmentation avec occipitalisation ou assimilation totale de

l'atlas ; l'impression basilaire qu'on observe parfois (pénétration de l'apophyse odontoïde dans le trou occipital) n'est que la conséquence de la malformation du premier segment vertébral qui est raccourci et permet l'ascension de la dent du deuxième segment ;

malformation de l'apophyse odontoïde, à type d'hypoplasie ou de pseudarthrose congénitale, entraînant une instabilité.

Charnière cervicothoracique

L'anomalie la plus fréquemment observée à ce niveau est la côte surnuméraire en C7 (dont la forme mineure est la simple apophysomégalie transverse), ou au contraire, une cervicalisation de la première vertèbre thoracique avec un total de 11 paires de côtes. Néanmoins, l'expression clinique de ces deux malformations peut être identique et se traduire par un syndrome du défilé cervicocostal.

Charnière lombosacrée

Les anomalies transitionnelles de cette région sont fréquemment rencontrées, soit à l'occasion de lombalgies ou de lombosciatiques, soit découvertes fortuitement à l'occasion de radiographies du bassin ou de l'abdomen faites pour une autre pathologie. C'est dire que la responsabilité de ces anomalies dans les lombalgies est fort discutée et que bien souvent ces malformations n'entraînent aucune conséquence fonctionnelle.

Sténose congénitale du canal rachidien

Elle se voit essentiellement au niveau du rachis cervical. Il s'agit d'une véritable malformation congénitale, c'est-à-dire présente dès la naissance, mais ne se manifestant que secondairement, soit à l'occasion d'un traumatisme ou de microtraumatismes répétés, soit progressivement à l'âge adulte, en raison d'une arthrodèse surajoutée, qui va décompenser l'équilibre fragile qui s'était établi entre la moelle et le canal osseux. La malformation osseuse est variable : défaut de développement du corps vertébral, malformation des lames ou des pédicules, etc.

Malformations avec déformation rachidienne

La découverte chez un jeune enfant d'une malformation vertébrale, aussi impressionnante soit-elle, ne doit jamais faire porter d'emblée un pronostic sévère. Bien des malformations, en effet, sont stables, n'entraînant qu'une sinuosité de l'axe vertébral, mais sans déséquilibre évolutif, sans scoliose ni cyphose.

Malformations scoliogéniques

Deux grands types de malformations existent : les défauts de formation et les défauts de segmentation.

Défauts de formation

Ce sont les hémivertèbres. Le pronostic évolutif dépend du type d'hémivertèbre, de l'âge et de la modalité thérapeutique. En effet, certaines hémivertèbres sont dues à une migration décalée des éléments des sclérotomes droit et gauche ;

D'autre part, une hémivertèbre libre a un pronostic évolutif plus péjoratif qu'une hémivertèbre semi-segmentée, non segmentée, ou incarcerated, ou qu'un défaut partiel donnant une vertèbre trapézoïdale (fig 2).

Défauts de segmentation

Ce sont les barres congénitales non segmentées, unilatérales ou bilatérales asymétriques, les premières présentant un risque évolutif plus élevé (fig 3). Il s'agit d'une anomalie très grave, car elle entraîne régulièrement une évolutivité importante. Plus la barre est étendue en hauteur, plus l'évolutivité est importante ; au contraire, plus elle est étendue en largeur, moins l'évolutivité est importante. La barre peut être associée à une ou plusieurs hémivertèbres controlatérales ; le déséquilibre du potentiel de croissance est alors à son maximum et l'évolutivité de ces courbures rapidement catastrophique.

Cette distinction en deux types permet de classer seulement 80 % des malformations vertébrales rencontrées en pratique courante, en raison des associations fréquentes et variées. Dans tous les cas, et quelle que soit l'anomalie malformative rencontrée, deux types de courbures évolutives sont à distinguer.

Les courbures centrées sur la malformation : la scoliose est courte, rigide et on lui reconnaît trois schémas évolutifs possibles :

- évolution sévère, avec une pente supérieure à 10° par an avant l'âge de 5 ans ;
- évolution modérée, proche de celle des scolioses idiopathiques, avec un pic évolutif pendant la période péripubertaire ;
- pas ou peu d'évolutivité.

Ces scolioses centrées sur la malformation peuvent avoir une composante cyphotique large ou prédominante, pouvant parfois même les rapprocher des cyphoses congénitales (concernant les complications neurologiques également).

Les contre-courbures scoliotiques situées au-dessus ou en dessous de la courbure centrée par l'hémivertèbre : elles peuvent évoluer isolément, alors même que la courbure de l'hémivertèbre reste stable. Ces contre-courbures sont à grand rayon, restent longtemps souples, et peuvent dans certains cas être accessibles au traitement non chirurgical. Parfois c'est seulement au moment de la poussée de croissance pubertaire qu'elles se décompensent et peuvent aboutir à un traitement chirurgical.

Malformations cyphogéniques

La classification des malformations cyphogéniques suit le même schéma proposé pour les scolioses malformatives.

Défauts de formation

Ce sont de loin les plus graves des malformations congénitales, en raison de l'importance de l'aggravation angulaire de la déformation et de la possibilité de complications neurologiques. En outre, il s'agit fréquemment de malformations étagées, portant sur deux ou même plusieurs vertèbres adjacentes.

Sur le plan embryopathogénique, il est important de distinguer les cyphoses pures et les cyphoses associées à une composante scoliotique. En effet, les cyphoses pures sont souvent en rapport avec une aplasie partielle ou totale de la partie antérieure de la vertèbre portant à la fois sur les deux côtés, droit et gauche. Au minimum, il existe une simple hypoplasie antérieure, régulièrement répartie, ou prédominant sur un plateau vertébral. Au maximum, l'aplasie s'étend au segment vertébral moyen, c'est-à-dire aux apophyses articulaires, entraînant

une instabilité majeure du rachis, pouvant entraîner très tôt des lésions médullaires par cisaillement ; un aspect de baïonnette sur l'incidence radiologique de face témoigne de cette instabilité ; il s'agit dans ce cas du diagnostic particulier de « rachis luxé congénital ».

Les cyphoses associées à une composante scoliotique sont souvent en rapport avec une hémivertèbre en position très postérieure, ou une vertèbre binucléée.

Défauts de segmentation ^[8]

Ce sont les blocs vertébraux antérieurs ; ils sont d'habitude moins graves que les défauts de formation et s'accompagnent très rarement de complications neurologiques. Là encore, plus la malformation est étendue en hauteur, plus la déformation est importante, et plus elle est étendue en largeur, moins la déformation est importante.

D'autre part, il existe un type particulier de cyphose d'origine malformative, mais qui n'est pas centrée sur une malformation vertébrale ; il s'agit de la dislocation rotatoire progressive du rachis, qui se situe à la jonction entre deux scolioses malformatives.

Malformations lordogéniques

Elles sont très rares, mais de pronostic très sévère, notamment au niveau de la région thoracique, où la projection antérieure des corps vertébraux dans le thorax entraîne rapidement une grave insuffisance respiratoire. La cause est souvent un défaut de segmentation postérieure ou plus souvent postérolatérale, donnant une lordoscoliose.

Malformation avec anomalie neurologique primitive

Diastématomyélie ^[10]

Cette malformation est rare et se définit par un dédoublement du cordon médullaire sur une longueur variable. Les deux cordons sont complets, séparés par un septum fibreux ou osseux partiel ou complet et comprennent le canal épendymaire, les quatre cornes de substance grise entourées de substance blanche et une artère spinale antérieure. La partie médiale de chaque cordon est hypoplasique. La malformation osseuse comprend un élargissement du canal vertébral, avec une augmentation de la distance interpédiculaire sur la hauteur du dédoublement ; les arcs postérieurs sont anormaux avec une déhiscence (spina bifida) constante, occupée par une lame fibreuse ou une plaque osseuse irrégulière sur laquelle se termine le septum (ou épine).

Les massifs articulaires sont irrégulièrement fusionnés, de manière souvent asymétrique. Les corps vertébraux sont aussi anormaux. Le tableau clinique est une triade, comprenant une déformation rachidienne, des anomalies neurologiques et/ou morphologiques des membres inférieurs et une anomalie cutanée postérieure médiane.

Myéломéningocèle et spina bifida

Le spina bifida se définit par la non-fermeture d'un ou de plusieurs arcs postérieurs vertébraux. Le siège le plus habituel est la région lombosacrée. Le développement des structures du canal vertébral se fait par induction à partir de

plus sévère, elle associe, de la profondeur vers la superficie :

- une malformation médulloradiculaire et des plans de couverture méningée ; myéloméningocèle ;
- un défaut de fermeture osseuse postérieure intéressant un ou plusieurs étages, avec absence d'épineuse et de lame et anomalie d'orientation des pédicules, qui sont écartés et dirigés en arrière et en dehors ;
- une perte de substance cutanée.

Dans les formes mineures, la malformation est purement osseuse (spina bifida occulta) et n'entraîne aucun retentissement ni neurologique, ni fonctionnel ; la peau peut être normale ou le siège d'une hypertrichose ou d'un angiome plan. Des malformations intracanalaires peuvent cependant être associées avec ces formes dites occultes et grever de ce fait le pronostic final.

Kystes neuroentériques

Il s'agit d'une malformation rare, qui se caractérise par une communication antérieure entre le fourreau dural et le tractus digestif. Elle se révèle chez l'enfant ou l'adulte jeune par une douleur rachidienne à la hauteur du kyste le plus souvent, par une infection méningée aiguë à partir du tube digestif, ou plus rarement par des signes neurologiques témoignant d'une souffrance médullaire ou radiculaire. Le traitement est chirurgical afin d'éviter les complications infectieuses qui peuvent être dramatiques.

Agénésie lombosacrée

Elle est due à une anomalie de développement du bourgeon caudal, soit par avortement ou défaut de développement, soit par régression excessive.

L'absence des segments vertébraux remonte plus ou moins haut, jusqu'à T9 dans certains cas, et, dans le territoire manquant, il existe une paraplégie motrice flasque avec absence de muscles et rétractions articulaires des membres inférieurs, avec palmures poplitées. Mais paradoxalement, l'innervation sensitive est présente ou peu altérée, ce qui différencie bien cette malformation des myéloméningocèles. Selon l'importance de l'agénésie, plusieurs types anatomocliniques peuvent être distingués.

Haut de page

BILAN PRÉOPÉRATOIRE

En plus du bilan de routine pratiqué pour chaque patient scoliotique, quelques éléments concernent particulièrement les déformations rachidiennes d'origine malformative. Ces éléments tiennent compte essentiellement des malformations associées de l'axe neural (dysraphie spinale) et des malformations extravertébrales.

Une attention particulière doit être accordée à l'état cutané postérieur, à la recherche d'une fossette (essentiellement au niveau de la région lombosacrée), d'un naevus, d'une hypertrichose, d'un lipome, ou d'une cicatrice de méningocèle ou de myéloméningocèle. Ces éléments sont, dans certains cas très évidents, mais parfois très discrets ; il faut savoir y penser et les rechercher systématiquement.

D'autre part, un examen neurologique complet et minutieux doit être pratiqué ; il n'est pas exceptionnel de retrouver une discrète différence de taille des mollets, ou un réflexe diminué.

Parfois, des signes neurologiques plus évidents peuvent exister, surtout aux membres inférieurs, et se traduisent par une atteinte sensitive, motrice ou des réflexes, une déformation des pieds en varus équin, cavovarus, ou pied convexe, une nette différence de la taille des cuisses ou des mollets, etc.

Des radiographies simples du rachis en entier, de face et de profil, permettent de rechercher, outre les malformations parfois évidentes (hémivertèbre ou barre non segmentée, agénésie lombosacrée...), un élargissement de la distance interpédiculaire, ainsi que des anomalies de la ligne médiane (spina bifida occulta, vertèbre binucléaire, épine d'une diastématomyélie...). Une étude plus approfondie par imagerie par résonance magnétique (IRM) et/ou tomodensitométrie (couplée ou non à la myélographie) doit être entreprise chaque fois qu'un doute existe sur une anomalie de l'axe nerveux (diastématomyélie, lipome sacré, moelle attachée basse...).

Des anomalies extrarachidiennes doivent être recherchées systématiquement : le syndrome de Klippel-Feil, une surélévation congénitale de l'omoplate, des malformations auriculaires, une hypoplasie mandibulaire, un bec-de-lièvre, une atrésie anale, une absence de vagin ou d'utérus, une malformation de l'appareil urinaire (celle-ci étant l'anomalie la plus fréquemment associée à une malformation rachidienne, surtout dans le cadre d'un syndrome de Klippel-Feil) ou une malformation cardiaque. Une échographie rénale et/ou une urographie intraveineuse, ainsi qu'une échographie cardiaque, doivent être pratiquées systématiquement devant chaque malformation vertébrale.

Haut de page

INDICATIONS

Malformations bénignes

Ces malformations n'entraînent aucune déformation rachidienne évolutive. Le rachis peut présenter des sinuosités, mais rester parfaitement équilibré. On se contentera d'une simple surveillance régulière, jusqu'à la fin de la croissance.

Malformations douloureuses

Malformations des charnières

Charnière craniorachidienne ^[4]

Des clichés dynamiques, notamment en IRM, permettent de préciser la sévérité du mouvement pathologique et l'importance du conflit avec le névraxe.

Le traitement est chirurgical dès qu'il existe une instabilité (même en l'absence de signes neurologiques) ou dès les premiers signes de myélopathie ou d'irritation antérieure ou postérieure. Chez l'enfant, l'indication chirurgicale est préventive et doit être proposée si l'instabilité dépasse 7 mm, ou si le canal vertébral se trouve réduit en position de flexion ou d'extension. Après une stabilisation première par halo-plâtre, une arthrodèse postérieure de l'occiput à C2 est entreprise. Dans de rares cas d'absence complète de l'atlas (par défaut de segmentation des somites occipitaux), l'arthrodèse postérieure isolée peut ne pas suffire et une greffe antérieure complémentaire par voie transbuccale peut être proposée. La fixation peut être assurée, soit par le halo-plâtre lui-même, soit par une instrumentation postérieure occipitocervicale.

Charnière cervicodorsale

Un examen complémentaire en échodoppler et en échotomographie artérielle, réalisé dans différentes positions du bras, permet de visualiser et de quantifier la compression du défilé cervicothoracique par une côte cervicale, une bande fibreuse, ou tout simplement une contracture musculaire. L'artériographie dynamique, examen invasif, est réservée aux cas pour lesquels une indication chirurgicale se discute. Une fois le diagnostic confirmé et l'obstacle identifié, le traitement est chirurgical et consiste à enlever l'obstacle ; la voie d'abord axillaire est conseillée.

Charnière lombosacrée

Le traitement des lombalgies secondaires à une malformation de la charnière lombosacrée, est difficile chez l'adolescent, car elles ont un caractère volontiers rebelle et récidivant. Il associe éducation posturale, rééducation et repos. Une détérioration discale sus-jacente à la malformation peut s'observer et son traitement peut s'avérer nécessaire dans certains cas (par voie percutanée, ou chirurgicale). Enfin, les arthrodèses localisées sont très rarement indiquées en dehors des scolioses lombaires liées au départ oblique.

Sténose congénitale du canal rachidien

Les explorations complémentaires (tomodensitométrie associée ou non à la myélographie, IRM) permettent de préciser le siège et la nature du conflit entre le contenant et le contenu du canal rachidien. Une fois le diagnostic établi, le traitement doit être chirurgical et consiste à lever l'obstacle, soit par décompression antérieure (corporectomie) suivie d'une arthrodèse antérieure, soit par laminectomie postérieure suivie d'une greffe postérolatérale, surtout si la laminoarthrectomie est étendue.

Malformation avec déformation rachidienne

Déformation à prédominance frontale

Le but du traitement d'une scoliose congénitale est d'aboutir à un rachis le plus rectiligne possible à la fin de la croissance. Cependant, il est impossible de créer une croissance dans la concavité de la scoliose, là où elle est soit retardée (hémivertèbre convexe), soit inexistante (barre concave). Pour les patients ayant un déséquilibre de croissance marqué, il n'y a pas de traitement parfait.

La meilleure solution à une scoliose congénitale, est d'assurer un équilibre de croissance en ralentissant, ou en éliminant, la croissance longitudinale du côté convexe de la déformation. Le résultat final est un rachis plus court qu'un rachis normal pour l'âge, mais plus droit et plus long que si la scoliose avait évolué sans traitement. Trois facteurs sont essentiels dans la préparation au traitement d'une scoliose congénitale : un diagnostic précoce, une analyse minutieuse du type et du siège de la malformation, dans le but d'étudier les potentiels de croissance convexe, et une surveillance étroite clinique et radiologique dans le but de déceler la moindre aggravation de la déformation. Dans le cas d'une barre congénitale étendue en hauteur, ou d'une hémivertèbre libre, ou l'association des deux, un contrôle est nécessaire tous les 3 mois avant l'âge de 2 ans, et tous les 6 mois entre 2 et 5 ans ; un traitement chirurgical sera entrepris devant les premiers signes d'évolutivité. Dans le cas d'une hémivertèbre semi-segmentée ou d'une autre malformation avec une déformation peu évolutive, la surveillance continue parfois au-delà de l'âge de 5 ans ; à raison d'une fois par an jusqu'à la période péripubertaire, où le rythme de surveillance repasse à une fois tous les 6 mois, à cause du risque évolutif caractéristique de la poussée de croissance pubertaire.

Plusieurs types de traitement existent et sont choisis en fonction du type de la malformation et de son siège, de la sévérité de la déformation et de l'âge.

Traitement non chirurgical.

Chez le jeune enfant, l'application d'un plâtre ou d'un corset dans le but de ralentir l'aggravation d'une scoliose congénitale, provoque une constriction thoracique et interfère avec un bon développement pulmonaire (avant l'âge de 8 ans). Le corset de Milwaukee a l'avantage de ne pas être constrictif et d'offrir la possibilité d'application de forces correctrices. Ce corset agit le mieux sur des courbures de faible amplitude, longues et souples, thoraciques ou thoracolombaires, centrées sur une malformation ponctuelle, telle une hémivertèbre au sommet de la courbure. Il n'a aucune efficacité sur une courbure centrée sur une barre non segmentée (a fortiori si elle est étendue en hauteur). D'autre part, il n'est pas utile si la courbure dépasse 40°, ou si elle est peu réductible (réductibilité inférieure à 50 % aux radiographies en correction, en inclinaison latérale, ou en traction).

Nous pensons personnellement que le traitement orthopédique isolé a peu de place dans le traitement des scolioses congénitales. Sa principale indication est l'amélioration de l'équilibre rachidien, après un traitement chirurgical sur la malformation elle-même, en agissant sur le développement et l'aggravation des courbures secondaires compensatrices de la courbure malformative. Ces courbures secondaires sont plus faciles à contrôler par plâtre ou corset que les courbures principales malformatives, car les vertèbres qui les constituent sont relativement normales et donc plus mobiles les unes par rapport aux autres.

Traitement chirurgical.

Il est souvent nécessaire, mais ses objectifs sont différents suivant qu'il s'agit d'une chirurgie prophylactique (à visée d'épiphyiodèse de la convexité ou d'arthrodèse in situ) ou d'une chirurgie directe (ablation d'hémivertèbre) ou encore d'une chirurgie de correction (avec instrumentation et arthrodèse).

Épiphyiodèse convexe prophylactique

Une hémiepiphysiodèse convexe combinée antérieure et postérieure, représente la forme la plus classique de traitement chirurgical précoce, pour des courbures congénitales de faible amplitude mais évolutives, pour lesquelles il existe un certain potentiel de croissance concave au niveau de la malformation. Sa meilleure indication est le patient âgé de moins de 5 ans, ayant une courbure courte de moins de 40°, évolutive, développée sur une hémivertèbre libre. Aucune instrumentation n'est nécessaire à cet âge. Théoriquement, ceci devrait permettre à la scoliose de se corriger progressivement, grâce à une croissance persistante de la concavité. En réalité, nous assistons rarement à une nette correction angulaire, mais surtout à une stabilisation de la déformation, après arrêt de croissance convexe. Deux problèmes tactiques sont importants à soulever : ils se résument par le planning préopératoire de l'étendue spatiale de l'épiphyiodèse, en fonction de l'étendue spatiale de l'anomalie à corriger.

La greffe doit-elle être antérieure, postérieure, ou combinée antérieure et postérieure ?

L'étendue en hauteur : faut-il se contenter de greffer les espaces sus- et sous-jacents à l'hémivertèbre ou à la barre congénitale, ou bien faire une hémiepiphysiodèse plus étendue ?

La réponse à la première question est donnée par le schéma de reconstruction tridimensionnelle de la malformation, proposé par Dubousset, qui divise la vertèbre en quatre cadrans, antérieur gauche, antérieur droit, postérieur gauche et postérieur droit (fig 4).

Si une fusion postérieure isolée est pratiquée, on assiste parfois à une

aggravation progressive de la déformation par phénomène vilebrequin ; une fusion antérieure complémentaire s'avère nécessaire.

Quant à l'étendue en hauteur, elle doit être décidée avant l'intervention. L'abord chirurgical doit respecter le choix préopératoire des limites de la fusion et aucune vertèbre supplémentaire ne doit être dégagée de façon abusive, par crainte d'une fusion spontanée en rapport avec l'agression périostée. Un repérage radiographique peropératoire est de ce fait indispensable. Plus l'enfant est jeune (âge inférieur à 3 ans), plus on peut compter sur une croissance résiduelle concave et donc se contenter d'une hémiepiphysiodèse limitée aux deux espaces adjacents à l'hémivertèbre, avec une surveillance étroite dans un corset plâtré correcteur porté jusqu'à consolidation osseuse.

Si l'enfant est plus âgé (entre 3 et 5 ans), une épiphysiodèse plus étendue devrait être pratiquée, prenant un ou deux espaces supplémentaires (surtout si la déformation est sévère) de part et d'autre de la malformation (sommet de la courbure), afin d'espérer une croissance concave à partir d'espaces intervertébraux non malformés (supposés sains) (fig 5). En effet, si l'on se contentait de la suppression des zones de croissance au niveau de l'hémivertèbre par exemple, on obtiendrait un effet fusion mais pas de correction. Pour avoir un effet correction, il faut donc se servir de la croissance des espaces sains sus- et sous-jacents et donc créer sur ceux-ci une croissance asymétrique. Dans tous les cas, une révision de greffe postérieure systématique sera faite 4 à 6 mois en moyenne après l'épiphysiodèse initiale.

Arthrodèse segmentaire in situ

Quand il s'agit d'une barre non segmentée, une épiphysiodèse convexe des niveaux intéressés par la barre n'aboutit à aucun effet de correction quel que soit l'âge, étant donné que cette dernière n'est douée d'aucun potentiel de croissance longitudinale. L'épiphysiodèse projetée est remplacée par un véritable effet d'arthrodèse vertébrale. Dans notre expérience, il est préférable de pratiquer une arthrodèse antérieure et postérieure s'il existe un déséquilibre de croissance important (comme celui provoqué par une barre non segmentée associée à une hémivertèbre controlatérale) et de l'étendre pour englober un niveau intervertébral de part et d'autre du segment occupé par la barre non segmentée (fig 6).

Un plâtre postopératoire est porté pour une période de 6 mois.

Si l'arthrodèse rachidienne intéresse uniquement l'apex d'une courbure à long rayon, et s'il existe un certain nombre de vertèbres normales de part et d'autre du segment arthrodésé qui sont incluses dans la courbure scoliotique, un corset postopératoire est indispensable. À un âge plus avancé, il est souvent nécessaire d'étendre la fusion postérieure jusqu'aux limites supérieure et inférieure de la scoliose.

L'utilisation d'une tige sous-cutanée en association avec une hémiepiphysiodèse convexe ou d'une fusion postérieure localisée peut aider à stabiliser l'évolution et retarder l'extension de la fusion postérieure au moins jusqu'à l'âge de 10 ans. Cette intervention trouve surtout son indication dans le contrôle des longues courbures secondaires (compensatrices), sous-jacentes à une scoliose thoracique congénitale et qui ne sont pas contrôlées par corset.

Excision d'hémivertèbre

L'ablation d'une hémivertèbre libre est théoriquement séduisante car elle enlève la cause principale de la scoliose, représentée par le « coin en croissance » au sommet de la courbure. Ceci correspond à une ostéotomie de soustraction du rachis, qui aboutit à la correction de la déformation, améliore l'équilibre global du rachis et ne nécessite qu'une fusion vertébrale limitée à deux vertèbres (un seul niveau discal).

Cependant, la majorité des hémivertèbres uniques ne nécessitent pas d'excision ; en effet, les résultats de l'épiphysiodèse convexe en région thoracique et lombaire, réalisée à un âge adéquat, sont sensiblement identiques à ceux donnés

par l'excision de l'hémivertèbre, avec la différence que la première est plus simple et ne nécessite pas d'instrumentation ; d'autre part, l'ablation de l'hémivertèbre, pour être efficace, doit se faire avant l'âge de 5 ans (avant la structuration des courbures secondaires compensatrices), ce qui correspond à l'âge favorable à l'épiphyse.

Nous pensons personnellement, que la principale indication à l'excision d'hémivertèbre est la localisation à la charnière lombosacrée, à cause du départ oblique et de la sévérité du déséquilibre rachidien qu'elle provoque. La meilleure façon d'assurer un bon équilibre du tronc est l'excision de l'hémivertèbre, qui se fera par deux voies antérieure et postérieure. La fermeture du foyer d'ostéotomie (vide créé par l'ablation de l'hémivertèbre) est assurée à l'aide d'une instrumentation L5-S1 en compression, ou d'un plâtre correcteur (corset plâtre prenant les cuisses et sur lequel on fait une gypsotomie convexe de fermeture lombosacrée), qui sera gardé jusqu'à consolidation osseuse. Une attention particulière devra être portée afin d'éviter une compression radiculaire au moment de la fermeture du foyer. Cette intervention est efficace uniquement à un stade précoce, avant la structuration de la courbure thoracolombaire secondaire. Elle est contre-indiquée s'il existe une hémivertèbre lombaire du côté opposé à l'hémivertèbre lombosacrée, à cause du risque de déséquilibre rachidien.

Correction de la déformation et arthrode vertébrale ^[3]

C'est l'intervention habituelle chez le grand enfant et l'adolescent. La fusion n'intéresse pas uniquement la zone malformée, mais s'étend pour englober toute la courbure. Malgré le fait qu'à cet âge la zone malformée a énormément perdu de sa souplesse, une faible correction peut être obtenue au niveau des segments vertébraux sains adjacents, inclus dans la courbure.

Le risque neurologique secondaire à ces interventions doit faire pratiquer une IRM avant toute tentative de correction, à la recherche de malformations radiculomédullaires. Un éperon osseux dans le cadre d'une diastématomyélie, une moelle attachée basse, ou une malformation d'Arnold-Chiari avec syringomyélie, doivent être opérés avant toute manoeuvre de correction (plusieurs semaines avant le traitement de la scoliose).

La méthode de correction la plus sûre est l'utilisation d'un plâtre correcteur 8 à 10 jours après l'arthrode vertébrale non instrumentée. Le patient est réveillé pendant la confection du plâtre, le risque de complications neurologiques est de ce fait négligeable. L'inconvénient de cette méthode est que la correction obtenue n'est pas très importante et que le plâtre est à porter pendant une longue période (6 à 9 mois).

Il est surtout indiqué chez les enfants relativement jeunes ou sur un rachis très malformé rendant aléatoire ou impossible une instrumentation.

L'utilisation d'une instrumentation postérieure présente l'avantage d'assurer une meilleure correction et surtout un meilleur maintien de cette dernière. Cependant, elle présente un risque plus important de complications neurologiques, dû à l'effet de distraction médullaire sous anesthésie générale. Parmi les différentes catégories de scoliose, la variété congénitale présente le risque le plus élevé de complications neurologiques secondaires à une correction chirurgicale (même en dehors de toute anomalie radiculomédullaire à l'IRM). Notre tendance personnelle va vers l'utilisation de l'instrumentation comme un moyen de fixation interne du rachis, jusqu'à l'obtention d'une fusion solide, après une correction progressive par un plâtre, surtout en présence de malformation intrarachidienne, même si cette dernière a été opérée avant l'arthrode vertébrale, et a fortiori si l'équilibre global du rachis est satisfaisant. À Risser 0, une arthrode antérieure à visée d'épiphyse est également associée à l'arthrode postérieure ; ceci permet de réduire les risques d'aggravation en rapport avec la poussée pubertaire (phénomène virebrequin). Il existe cependant des cas avec un déséquilibre sévère du tronc et où une correction s'avère indispensable ; une libération-arthrode antérieure peut aider à la correction ; cette dernière se fera à l'aide de l'instrumentation postérieure, essentiellement au niveau des courbures compensatrices sus- et sous-jacentes à la scoliose congénitale (qui sont souvent responsables du déséquilibre du tronc). Une surveillance peropératoire est indispensable et sera assurée grâce à l'utilisation

de potentiels évoqués, associée au test de réveil peropératoire pratiqué après la fin de la correction.

Ostéotomie vertébrale

C'est une opération de sauvetage qui ne doit théoriquement jamais être nécessaire dans le cas d'une scoliose congénitale. Elle ne se discute que quand la déformation a échappé aux principes de base de diagnostic précoce, d'analyse minutieuse de la malformation et de prévention de l'aggravation de la déformation. Les patients qui nécessitent une ostéotomie vertébrale auraient été mieux traités à un stade précoce par des interventions chirurgicales plus simples. Une ostéotomie vertébrale est indiquée devant une déformation sévère et irréductible, associée à un bassin oblique fixé ou un déséquilibre rachidien très important, comme celle provoquée par une barre non segmentée négligée (associée ou non à une hémivertèbre). L'ostéotomie est antérieure et postérieure, et suffisamment large afin de permettre la correction du déséquilibre rachidien. Une instrumentation vertébrale, parfois étendue jusqu'au sacrum, permet d'obtenir et de maintenir la correction souhaitée.

Il s'agit d'une opération difficile, comportant un risque neurologique très élevé, qui doit être pratiquée par un chirurgien expérimenté en l'absence d'autres alternatives thérapeutiques.

Déformation à prédominance sagittale

Nous définissons trois situations d'urgence thérapeutique.

Le risque d'instabilité, dont le meilleur exemple est représenté par le « rachis luxé congénital » qui doit être diagnostiqué le plus tôt, une chirurgie préventive de fusion antérieure utilisant un greffon tibial ou costal en étau, et postérieure prenant deux niveaux de part et d'autre de la malformation devrait être pratiquée d'urgence, étant donné le risque très élevé de paraplégie aiguë, totale et parfois définitive, à l'occasion d'un traumatisme mineur, lorsque l'enfant est intact de tout signe neurologique (état rare mais non exceptionnel).

L'existence de signes neurologiques soit congénitaux, soit acquis avec un déficit progressif, comme celui retrouvé au cours d'un phénomène de dislocation rotatoire, ou d'une cyphose sévère (surtout si elle est associée à une dysraphie spinale), un traitement urgent s'impose quel que soit l'âge du patient.

Une insuffisance respiratoire en rapport avec une lordose sévère doit relever d'un travail d'équipe, orthopédique et cardiopulmonaire. Une correction extemporanée de la lordose par ostéotomies antérieures de soustraction peut être utile, mais la simple épiphysiodèse antérieure suffit souvent à régler le problème, surtout chez l'enfant jeune.

En dehors de ces situations d'urgence, le traitement des déformations congénitales sagittales est exclusivement chirurgical. Là encore, le traitement orthopédique n'a sa place que pour contrôler les courbures compensatrices, sus- ou sous-jacentes à la courbure malformative.

Une déformation progressive chez le petit enfant (âge inférieur à 5 ans) constitue la meilleure indication d'une épiphysiodèse, sauf si elle est instable, où une arthrodèse circonférentielle est pratiquée après une période de préparation par plâtre EDF, ou plâtre de Stagnara. Les principes de base de l'épiphysiodèse sont représentés dans les figures 4, 5 et 6. Une bonne planification préopératoire est indispensable. La chirurgie peut être pratiquée dans le plâtre. Une instrumentation vertébrale n'est pas nécessaire (parfois même dangereuse) ; l'immobilisation postopératoire est assurée par un plâtre correcteur, confectionné quelques jours après l'intervention (antérieure et postérieure, ou rarement postérieure isolée) et porté jusqu'à consolidation osseuse.

Une révision systématique de greffe postérieure est pratiquée au quatrième mois (surtout dans les cyphoses), elle permet de mettre parfois en évidence des pseudarthroses infraradiologiques, au niveau du sommet de la déformation.

Chez le grand enfant ou l'adolescent, le traitement varie avec l'absence ou la présence de signes neurologiques.

Patients sans déficit neurologique

Cyphose ou cyphoscoliose : le projet thérapeutique dépend de la flexibilité de la déformation et surtout de la mobilité de l'apex. Si ce dernier est souple, une préparation par traction progressive préopératoire (avec un plâtre de distraction par exemple) avec surveillance neurologique étroite est pratiquée, suivie d'une greffe antérieure en palissade ayant pour but de rapprocher la masse de fusion de la ligne de gravité, et d'une greffe postérieure. Chez le grand enfant avant 10 ans, quand une instrumentation postérieure n'est pas utilisée, nous préférons commencer par le temps antérieur afin d'éviter l'instabilité potentielle créée par un temps postérieur premier. Celle-ci peut démasquer une instabilité préexistante et méconnue, et décompenser un état neurologique précaire. Quand il s'agit d'une cyphoscoliose, nous préférons une voie d'abord concave pour la greffe antérieure. Chez l'adolescent, une arthrodèse postérieure première avec instrumentation permet d'assurer une stabilité immédiate. La greffe antérieure utilisant des greffons tibiaux ou péroniers en palissade, (nous réservons le greffon costal vascularisé aux échecs extrêmement rares de greffe antérieure classique en palissade) est pratiquée secondairement et comble le vide antérieur créé par l'instrumentation postérieure. Quand l'apex est rigide, nous préférons commencer par l'arthrodèse antérieure, sans chercher à obtenir une correction importante. Une arthrodèse postérieure avec instrumentation (à un âge supérieur à 10 ans) est pratiquée 7 à 10 jours après.

Lordose ou lordoscoliose : le traitement de ce type de déformation est en général basé sur le principe du raccourcissement de la convexité antérieure, plutôt que l'allongement de la concavité postérieure. Une lordose congénitale est rarement souple (ceci s'observe dans les rares cas de défaut de formation postérieure).

Quand c'est le cas, nous préférons commencer par un temps antérieur de libération-raccourcissement ; une arthrodèse postérieure utilisant une instrumentation, avec un effet de distraction cyphosante sur les niveaux mobiles, est pratiquée secondairement. Plus souvent, la lordose est rigide, en rapport avec une barre non segmentée postérieure, des ostéotomies antérieures de raccourcissement et postérieures avec instrumentation sont indispensables à la correction. Dans certains cas d'hyperlordose congénitale thoracolombaire, nous pratiquons des ostéotomies postérieures puis antérieures de soustraction, suivies d'une traction-suspension en flexion des hanches, pendant une période de 4 semaines. Le relais est ensuite assuré par un plâtre prenant les hanches et les genoux. Cette attitude représente dans certains cas, une bonne alternative à l'instrumentation postérieure, à cause du risque neurologique, surtout en présence de malformations radiculomédullaires associées.

Patients avec déficit neurologique

Une nette différence existe entre un déficit neurologique congénital, en rapport avec des malformations médullaires, et celui apparu secondairement, en rapport avec la sévérité de la déformation.

Devant une cyphose ou une cyphoscoliose congénitale, la conduite à tenir quand l'apex est flexible est pratiquement la même qu'en l'absence de signes neurologiques. Une correction progressive par plâtre de distraction est très intéressante surtout quand les signes neurologiques sont d'apparition récente ; ceci aboutit dans plusieurs cas à la disparition ou au moins à l'amélioration des signes neurologiques. Nous préférons le plâtre de distraction à la traction halo-fémorale, car le premier assure en plus une certaine stabilité tridimensionnelle du rachis. La chirurgie d'arthrodèse vertébrale sera circonférentielle (de la même façon que quand il n'y a pas de signes neurologiques) et ne sera faite qu'après stabilisation de l'amélioration neurologique. Quand l'apex est peu réductible, une immobilisation plâtrée ou un simple repos au lit pendant quelques jours peuvent améliorer l'état neurologique. Une arthrodèse circonférentielle in situ sera faite secondairement (greffe antérieure en palissade et greffe postérieure plus ou

moins étendue). Une décompression vertébrale n'a pas donné dans notre expérience le résultat escompté quand le déficit neurologique était ancien (durée supérieure à 3 ans). Elle est indiquée quand il y a une véritable compression médullaire sur un apex rigide. Dans ce cas, la greffe antérieure en palissade sera faite pendant la même séance opératoire, car on est parfaitement exposé sur place à ce moment de l'intervention, et à cause du risque de lésion dure au cours de la voie d'abord, si elle est faite secondairement.

Les commentaires concernant l'utilisation d'une instrumentation sont les mêmes qu'en l'absence de signes neurologiques.

Dans tous les cas, une arthrodèse rachidienne de bonne qualité (avec révision postérieure systématique chez le jeune enfant) est le principal facteur pronostique. En effet, aucun de nos patients traités dans la petite enfance par une bonne arthrodèse (souvent circonférentielle) pour une cyphose ou une cyphoscoliose congénitale sans signes neurologiques, n'a développé secondairement un déficit neurologique.

Malformations avec anomalie neurologique primitive

Diastématomyélie

Son traitement n'est pas toujours nécessaire. Il est difficile et dangereux en raison de la fragilité des cordons médullaires. Les indications de libération médullaire seront posées seulement en cas d'aggravation récente et progressive du déficit neurologique. Son traitement est également indiqué quand une correction chirurgicale d'une scoliose associée s'avère indispensable.

La préparation à la chirurgie se fait à l'aide d'un plâtre de détraction, confectionné sans anesthésie, avec une correction progressive et une surveillance neurologique stricte. Si la détraction entraîne une aggravation neurologique, une libération médullaire (avec excision de l'éperon osseux) s'impose avant toute correction supplémentaire et/ou instrumentation rachidienne. Ceci est d'autant plus nécessaire, que la diastématomyélie est associée à une moelle attachée basse (qu'il faut également libérer dans les mêmes circonstances).

Myéломéningocèle et spina bifida

Les formes mineures (spina bifida occulta) ne nécessitent aucun traitement. Les formes graves (spina bifida cystica) peuvent entraîner des déformations vertébrales évolutives qui se surajoutent aux déformations liées à la paraplégie. Le traitement en est souvent chirurgical, soit par arthrodèse postérieure in situ, sans manoeuvre de correction, soit souvent par redressement et arthrodèse antérieure, car les malformations des arcs postérieurs rendent souvent compliqués et dangereux les abords postérieurs du rachis.

Agénésie lombosacrée

Les problèmes sont très différents selon le niveau car, d'une part il existe un parallélisme entre la sévérité de l'agénésie et l'importance du déficit neurologique, et d'autre part l'état de stabilité de la charnière lombosacrée conditionne le pronostic de la marche et de la station assise.

Le but du traitement est donc d'assurer une stabilisation de la charnière lombosacrée, afin d'améliorer la station assise, et parfois de permettre une verticalisation. Dans les formes hautes sévères, une désarticulation des genoux et un réalignement des hanches, avec arthrodèse lombo-sacro-iliaque (utilisant les os des deux jambes amputées) permettent d'aboutir à une bonne stabilité de la position assise, et à une verticalisation en prothèse bilatérale. Dans les formes

de gravité moyenne, le traitement comporte un volet périphérique de réalignement des membres inférieurs (par traction, appareillage, ténotomies éventuelles, ou même parfois des ostéotomies) et un volet axial, nécessaire lorsqu'il existe une déformation scoliotique, cyphotique, ou mixte, évolutive, entraînant un déséquilibre du tronc. Des arthrodèses lombosacrées ou lombiliaques sont alors indiquées, parfois après réaxation, nécessitant dans ce cas un ou plusieurs temps chirurgicaux successifs. En outre, on peut observer des aggravations neurologiques, liées à l'irritation des racines sur une moelle fixée, qui peuvent nécessiter une libération radiculaire avant la stabilisation osseuse.

Haut de page

PRÉPARATION À LA CHIRURGIE

Elle est nécessaire en cas de déformations évoluées, chez le grand enfant, ou en cas de malformations sévères et étendues, très déformantes dès le jeune âge. Cette préparation doit être réalisée dans une structure médicalisée, sous surveillance stricte et quotidienne, en particulier neurologique, vérifiant la sensibilité et la motricité des membres ainsi que leurs réflexes, l'état des sphincters et des paires crâniennes. Cette surveillance doit être d'autant plus rigoureuse qu'il existe des anomalies du cordon médullaire, à type de malformation de Chiari, d'attache basse du fourreau dural, ou de diastématomyélie avec ou sans éperon osseux. Cette préparation peut être réalisée de plusieurs manières :

- par une traction axiale au plan du lit, entre une mentonnière et des sangles pelviennes, selon la méthode de Cotrel, ou bien entre un halo crânien et une traction collée sur les membres inférieurs ;

- par une traction-suspension par un halo crânien, en position assise dans un fauteuil roulant aménagé, ou en station debout et marche dans un cadre à roulettes, spécialement conçu pour cela ;

- par un plâtre de détraction progressive à ridoirs, de Stagnara,

- par un montage halo-pelvien qui permet une détraction entre le halo crânien et un anneau pelvien.

Le choix de la technique dépend de l'âge de l'enfant, de l'importance de sa déformation, de son siège, des problèmes associés, ainsi que des possibilités et des habitudes de chaque opérateur.

Quelle que soit la technique utilisée, la correction doit être très progressive, sous surveillance rapprochée, pour pouvoir s'arrêter dès l'apparition de la moindre anomalie neurologique.

La préparation orthopédique des grosses déformations rachidiennes a deux intérêts majeurs et conditionne pour beaucoup la qualité du résultat de l'acte chirurgical qui doit suivre :

- d'une part elle permet d'obtenir très souvent une bonne correction de la déformation, de telle sorte que l'on peut faire une simple arthrodèse in situ sans chercher à corriger plus en peropératoire, ce qui nous met à l'abri de tout risque neurologique que cela peut comporter sur un cordon médullaire à risque ;

- d'autre part, elle a un rôle capital dans l'établissement de la stratégie opératoire, permettant ainsi de poser l'indication d'une libération neurochirurgicale première du cordon médullaire, en cas d'apparition de signes neurologiques précoces, elle permet aussi de déterminer la chronologie opératoire, entre les temps antérieur et postérieur, en fonction de la raideur de la déformation et de l'importance de la réduction obtenue ;

- en revanche, chez le jeune enfant, la préparation n'existe souvent pas et se résume seulement, dans de rares cas, à la confection avec anesthésie générale d'un plâtre correcteur, dans lequel l'intervention correctrice peut être effectuée. La qualité du plâtre postopératoire est fondamentale chez ces jeunes enfants et il est quasiment toujours effectué avec anesthésie générale.

TECHNIQUES CHIRURGICALES

Voies antérieures

Installation du malade

Elle se fait en décubitus latéral, avec une légère bascule vers l'arrière du malade, maintenu entre un appui fessier et un appui pubien. Une traction modérée, environ 10 % du poids du corps, est exercée à la tête par l'intermédiaire d'une mentonnière ou d'un halo crânien, préalablement posé, ce dernier peut servir, si un deuxième temps opératoire est prévu, pour maintenir la traction entre les deux temps. Au niveau des membres inférieurs, une traction collée d'environ 15 % du poids du corps est exercée sur le membre haut-situé, alors que celui qui repose sur la table est fléchi de 90° au niveau du genou, il servira pour la prise du greffon tibial, fréquemment utilisé dans les arthrodèses antérieures en étai. Un champ roulé est glissé sous le creux axillaire pour prévenir les compressions du paquet vasculonerveux à ce niveau, l'autre bras repose sur un appui placé en regard de l'épaule. Le billot de la table est positionné au niveau du sommet de la déformation, puis relevé suffisamment (fig 7)

Le badigeonnage doit être large, des épaules au bassin en hauteur, dépassant l'ombilic en avant et la ligne des épineuses en arrière en largeur. Si un greffon tibial doit être prélevé, on prendra soin de badigeonner la jambe qui repose sur la table et de l'envelopper dans un jersey tubulaire stérile, en attendant la pose d'un champ imperméable stérile en dessous. Les autres champs sont ensuite installés, de façon à délimiter un large champ opératoire, incluant l'ombilic en avant et les apophyses épineuses en arrière. Ce champ sera recouvert sur sa totalité d'un film adhésif iodé empêchant tout contact avec la peau.

La tablette mobile dite « assistant » est habillée de façon indépendante pour qu'elle garde sa mobilité tout en restant stérile. Elle sera déplacée pendant l'éventuelle prise du greffon tibial, puis remise en place.

Voies d'abord

Thoracotomie

L'incision cutanée est centrée sur la côte qui sera prélevée au passage. Cette dernière est choisie sur la radiographie de face, c'est celle dont l'arc moyen se projette en regard du sommet de la déformation, elle correspond généralement à deux niveaux au-dessus de la limite supérieure de la zone à greffer.

On incise au bistouri électrique, bien centré sur la côte choisie, le muscle grand dentelé jusqu'au périoste, en partant de la jonction chondrocostale en avant jusqu'à l'articulation costotransversaire en arrière, en sectionnant au besoin le grand dorsal et les muscles paraspinaux. La côte est ensuite dégagée en sous-périosté, sur toute sa circonférence, puis décollée du cartilage en avant et soulevée, pour faciliter sa désarticulation de la transverse en arrière, en essayant de désarticuler la tête costale, ce qui mène directement sur le corps vertébral. Une hémostase soigneuse doit être réalisée, en particulier au niveau de la gouttière paravertébrale, pour prévenir un suintement fréquent, qui peut être gênant tout le long de l'opération.

Le lit de la côte est ensuite ouvert en son plein milieu, d'abord avec la lame de bistouri, lors d'un mouvement d'expiration, puis avec les ciseaux à disséquer sur

toute sa longueur.

Deux champs de bordure puis un écarteur thoracique de Finochietto sont ensuite mis en place, donnant un bon jour sur le rachis.

Lombotomie

C'est la voie utilisée quand la limite supérieure de la greffe se situe en dessous de D12. L'incision prend ici la forme d'un S allongé passant à deux travers de doigts en dedans de l'épine iliaque antérosupérieure, se prolongeant plus ou moins vers le pubis en fonction du niveau inférieur de la greffe.

Les muscles abdominaux sont incisés au bistouri électrique de façon progressive et prudente pour ne pas entamer le péritoine.

On se porte dans la loge périnéphrétique, à la recherche d'un espace cellulaire, feutré, qui se laisse facilement disciser au doigt et qui constitue un bon plan de décollement, permettant de refouler vers l'avant le rein, le péritoine et l'uretère, qui est facilement repérable à ce niveau. On couvre ces éléments d'une grande compresse humide et on les écarte à la main ou à l'aide d'une large lame malléable habillée. Reste pour atteindre le rachis à dégager le muscle psoas qui le recouvre sur sa face antérolatérale. Son arcade est sectionnée au bistouri électrique après avoir posé deux points repères avec un fil non résorbable, le muscle est ensuite dégagé latéralement à l'aide d'une grosse rugine de Cobb jusqu'à la racine des apophyses transverses, le rachis est ainsi bien exposé.

Thoracophré nolombotomie

Elle est indiquée quand la zone à greffer se trouve à cheval sur la jonction dorsolumbaire. L'incision cutanée suit le trajet de la côte choisie dans sa moitié postérieure, généralement la 10^e ou la 11^e côte, puis s'en écarte pour suivre le trajet d'une lombotomie vers le bas.

On incise les muscles en plein milieu de la côte jusqu'au périoste au bistouri électrique, on dégage la côte en sous-périosté, en faisant le tour sur toute sa longueur, puis on la retire après l'avoir décollée du cartilage en avant et désarticulée en arrière.

Le lit de la côte est ensuite incisé en son milieu et sur toute sa longueur, d'abord au bistouri puis aux ciseaux de Metzenbaum. Le fragment cartilagineux décollé de la côte est tenu par deux pinces à champ, entre lesquelles il est coupé en deux par une incision oblique, et à partir de là les muscles abdominaux sont incisés plan par plan au bistouri électrique, après les avoir décollés du péritoine délicatement au ciseau à disséquer et au doigt, en partant du diaphragme, avec lequel ils ont des rapports très étroits à ce niveau.

Ensuite, le diaphragme est sectionné au bistouri électrique à 1 cm de son insertion périphérique sur la côte et jusqu'à son pilier en prenant soin de mettre des fils repères non résorbables tous les 3 ou 4 cm, ce qui facilitera sa réinsertion en fin d'intervention.

Puis on va chercher le plan de passage feutré, dans la loge rétropéritonéale, qui permettra de refouler vers l'avant le rein et le péritoine avec les anses intestinales.

Il ne restera plus alors qu'à dégager latéralement le muscle psoas, à l'aide d'une grosse rugine de Cobb, après avoir sectionné son arcade, mise sur un fil repère.

Arthrodèse vertébrale

nature de sa déformation et de sa topographie, on peut opter soit pour une épiphysiodèse convexe, soit pour un étayage concave.

Épiphysiodèse convexe

Elle consiste à faire souder entre eux les corps vertébraux dans leur moitié convexe (fig 8).

Le malade étant installé en décubitus latéral, la convexité de la déformation vers le haut.

Le temps rachidien commence par la ligature des vaisseaux transverses, après les avoir décollés au dissecteur fin, ensuite on sectionne d'un trait longitudinal sur la face latérale du rachis et sur toute la hauteur de la zone à greffer le ligament commun vertébral antérieur et le périoste ; au niveau des deux vertèbres limites de la greffe le trait de section sera transversal.

On dégage en sous-périosté les corps vertébraux et les espaces discaux, latéralement jusqu'à la base des transverses, et en avant jusqu'à dépasser la ligne médiane. Le plan ligamentopériosté décollé peut ainsi être mis sur des fils de traction, de chaque côté du rachis. Il existe très fréquemment un saignement osseux, par des trous nourriciers sur les corps vertébraux, nécessitant l'utilisation de la cire de Horsley pour faire l'hémostase.

On procède par la suite à la résection partielle de la moitié convexe des espaces discaux, emportant au passage le cartilage de croissance des plateaux vertébraux, qui peut être plus ou moins épais et plus ou moins régulier en fonction des malformations.

Pendant ce temps-là, l'instrumentiste découpe la côte prélevée en petits fragments, qui seront posés dans les espaces discaux vidés, répartis de façon homogène et légèrement tassés pour combler les espaces vides.

Parfois lorsqu'il n'y a pas de mobilité escomptée extemporanément entre les vertèbres, on peut réaliser une tranchée et y coucher la côte (préalablement dédoublée en épaisseur sur toute sa longueur) en *inlay*.

Lorsqu'on escompte une mobilité lors de la confection du plâtre postopératoire, la tranchée sera remplie de fragments costaux débités en fines allumettes.

Ensuite, le volet ligamentopériosté est rabattu et suturé par des points en X au fil résorbable.

Étayage concave

Il est basé sur un principe mécanique simple, qui consiste à apporter un soutien solide à un effondrement cyphotique dans le plan sagittal au niveau de son sommet grâce à des greffons corticaux, généralement d'origine tibiale (fig 9).

Le malade est installé en décubitus latéral, concavité vers le haut, sur un billot placé sous le sommet de la convexité, la jambe reposant sur la table est préparée pour la prise du greffon.

Après un abord centré sur le sommet de la déformation, qui nous mène jusqu'au rachis, on commence par faire l'hémostase des vaisseaux transverses de proche en proche jusqu'au fond du sinus. Habituellement, dans les déformations très angulaires il est comblé par un magma fibreux, dans lequel il est difficile de distinguer les vaisseaux dont on fait l'hémostase au bistouri électrique avant de commencer le dégagement sous-périosté des corps vertébraux.

Ensuite, on réalise l'excision des espaces discaux et des cartilages conjugaux, en partant du fond du sinus pour des raisons de visibilité liée au saignement.

Pendant ce temps, un aide opératoire procède au prélèvement d'un greffon tibial, sous garrot pneumatique, sous la forme d'une baguette corticale prélevée sur la face antéro-interne de l'os, en respectant scrupuleusement la crête tibiale antérieure pour ne pas le fragiliser, la taille du greffon sera adaptée à la hauteur du segment rachidien à étayer, en tenant compte de la nécessité de mettre plusieurs greffons en palissade.

Il faut ensuite réaliser une tranchée longitudinale dans les corps vertébraux proches du fond de la cyphose, et deux logettes sur les plateaux des deux vertèbres porteuses, dans lesquelles vont venir se caler en force les extrémités du greffon, après réduction manuelle de la cyphose, l'opérateur appuyant d'une main sur le sommet de la cyphose, l'aide faisant contre-appui sur le thorax et/ou le bassin en avant. De l'autre main, l'opérateur présente le greffon que l'aide achève de mettre en place en tapant doucement dessus à l'aide d'un chasse-greffons, de telle sorte qu'après avoir tout relâché le greffon reste bien stable, même après une tentative de mobilisation à la pince.

La mise en place des deuxième et troisième greffons se fait de la même façon, en partant de la profondeur vers l'avant, en creusant là aussi des logettes dans les corps des vertèbres d'appui, on réalise ainsi un étayage en palissade de grande valeur mécanique. La longueur de chaque greffon est déterminée en prenant les mesures exactes des distances séparant les deux points d'appui, à l'aide d'un compas ou d'un fil tendu entre deux pinces.

Si on prélève une côte lors de l'abord, cette dernière sera fendue en deux longitudinalement et découpée pour être placée dans les espaces séparant les greffons tibiaux. Les chutes de la côte ainsi que l'os spongieux issu de la tranchée vertébrale sont placés au fond du sinus et dans les espaces discaux évidés. Ces greffons osseux seront recouverts autant que possible, mais toujours incomplètement en cas de cyphose, en rabattant le volet ligamentopériosté par des points larges en X, avec un fil résorbable assez solide (Vicryl 1®). Une fermeture habituelle sur un drainage sera ensuite réalisée.

Fermeture

Une fois les greffons mis en place et stabilisés par la suture du plan ligamentopériosté, on réalise un lavage au sérum tiède, on fait le compte des compresses utilisées, toutes marquées par un fil radio-opaque et on descend le billot de la table.

Thoracotomie

La plèvre pariétale est suturée par un surjet assez lâche par un fil résorbable, un gros drain thoracique n° 30 est mis en place à travers une contre-incision, sur la ligne axillaire moyenne, fixé en profondeur par un fil fin à résorption rapide, et en surface par un point sur la peau, auquel on ajoute une bourse d'attente autour du drain pour fermer l'orifice cutané au moment de son ablation.

Ensuite, on demandera à l'anesthésiste de faire quelques insufflations pulmonaires douces au ballon jusqu'à ce que le poumon reprenne son volume initial et sa couleur rosée, sous le contrôle de la vue. (Cette manœuvre, à la demande des anesthésistes, peut être réalisée à plusieurs reprises au cours de l'intervention).

La fermeture du thorax est réalisée par un surjet sur le lit de la côte, puis les muscles de la paroi thoracique sont suturés par des plans séparés, avant la sous-peau et la peau.

Lombotomie

de Redon® dans l'espace rétropéritonéal, puis on ferme les muscles de la paroi abdominale jusqu'au plan cutané.

Thoracophrénotomomie

Après réinsertion du psoas et fermeture de la plèvre pariétale, on suture le pilier du diaphragme puis le diaphragme lui-même, en partant de la profondeur et en suivant les points repères posés préalablement jusqu'au cartilage costal dont on suture les deux fragments ensemble.

La fermeture du thorax et celle de la lombotomie seront faites comme vu plus haut, sur un double drainage thoracique et rétropéritonéal.

Voies postérieures

Installation du malade

Elle se fait en décubitus ventral, soit sur un cadre de Hall-Relton pour les petits enfants, soit sur une table spéciale pour chirurgie du rachis pour les malades plus âgés. Une légère traction axiale est réalisée, par le halo crânien si le malade en est déjà porteur, ou par une mentonnière adaptée et par des bandes collées ou des bottes en cuir sur les membres inférieurs. On veillera à ce que l'abdomen soit libre de tout appui pour prévenir un excès de saignement par gêne au retour veineux cave (fig 10).

La table assistant placée au-dessus des genoux du malade est surélevée jusqu'au niveau de son dos.

L'opérateur se met sur le côté gauche du malade, son premier aide et son instrumentiste en face de lui, son deuxième aide à sa droite.

On installera un champ opératoire rectangulaire, centré sur le rachis, incluant les crêtes iliaques dont la droite sera prélevée. Ce champ sera recouvert sur sa totalité d'un film adhésif iodé.

Voie d'abord

Il est préférable, pour des raisons de saignement, d'aborder en premier la crête iliaque droite, par une incision oblique à 30°, ou mieux horizontale basse, pour des raisons esthétiques. La crête iliaque sera marquée au bistouri électrique, sur sa moitié postérieure, puis son cartilage de croissance sera fendu au bistouri à lame en son plein milieu, jusqu'à l'os et sur toute la longueur de la zone à dégager. À l'aide d'une rugine de Lambotte, on décolle la moitié externe du cartilage et on dégage ainsi en sous-périosté la fosse iliaque externe. Un champ tétra ou des compresses imbibées de sérum y seront tassés, faisant l'hémostase le temps qu'on revienne faire le prélèvement.

L'incision du rachis sera rectiligne, médiane, centrée en longueur sur le sommet de la déformation. Au bistouri électrique, on fait l'hémostase de la graisse sous-cutanée, puis on marque les apophyses épineuses en surface. Des petites agrafes métalliques seront posées sur une ou deux épineuses, de préférence dans la région dorsolombaire, pour faire un repérage radiologique peropératoire sur un cliché de face et parfois de profil lorsqu'on a un doute du fait de la complexité des malformations.

Arthrodèse vertébrale

Chez les petits enfants, il s'agit d'un geste à visée d'épiphyiodèse, uni- ou bilatérale, sur un segment rachidien limité déterminé en fonction de la nature de la malformation, dans le but d'équilibrer les potentiels de croissance restants et d'avoir un effet correcteur sur la déformation avec l'âge.

Épiphyiodèse unilatérale

Il s'agit toujours d'une épiphyiodèse de la convexité, d'une déformation peu cyphosante, venant compléter souvent une épiphyiodèse antérieure. Le chapeau cartilagineux, au sommet des apophyses épineuses, est fendu longitudinalement en son milieu ainsi que le ligament interépineux.

On dégage en sous-périosté les héli-arcs postérieurs convexes, dans la zone malformative, débordant généralement d'un ou deux niveaux en haut et en bas, atteignant l'extrémité des apophyses transverses latéralement. Une fois ce dégagement terminé, on tasse une ou deux compresses roulées, puis on se porte sur la crête iliaque pour y prélever quelques greffons corticospongieux au ciseau gouge de Stagnara. On prélève généralement un petit nombre de greffons étant donné la faible étendue de l'épiphyiodèse.

On revient sur le rachis pour faire l'avivement des apophyses articulaires, de la moitié des épineuses, des lames et des transverses convexes, soit au ciseau de Capener et au marteau, soit au ciseau gouge de Stagnara, à la main (fig 11).

Ensuite, on met en place les greffons, en les apposant verticalement le long du rachis, répartis sur toute la hauteur de la zone à « arthrodéser ».

Les apophyses épineuses des deux vertèbres extrêmes de la greffe seront marquées par des petits clips vasculaires en titane pour faciliter la surveillance radiologique de la zone fusionnée.

Épiphyiodèse bilatérale

En se basant sur les mêmes principes de potentiel de croissance, l'épiphyiodèse bilatérale est indiquée dans les malformations cyphosantes, faisant généralement suite à une épiphyiodèse antérieure convexe pour les formes moyennement cyphosantes, ou à une épiphyiodèse antérieure concave pour les formes à composante cyphotique prédominante.

Le geste a pour but de neutraliser le potentiel de croissance postérieure au niveau de la zone malformée, ce qui aboutira avec le temps à un redressement progressif de la déformation cyphotique ; l'étendue de la zone à greffer est là aussi déterminée en fonction de l'importance de la malformation et de sa localisation.

La technique opératoire est identique à celle vue dans le paragraphe précédent, le geste rachidien est dans ce cas bilatéral, l'avivement et la greffe doivent porter sur la totalité de l'arc postérieur, de transverse à transverse, en passant par les articulaires. On fera là aussi un repérage métallique des limites de la greffe (fig 12).

Lorsqu'on soupçonne un risque d'instabilité, on prendra soin de conserver le ligament interépineux et l'arthrodèse épiphyiodèse se fera à droite et à gauche par rapport à lui sur tout le reste de l'arc postérieur. Ce n'est souvent qu'à la révision de greffe (systématique après le quatrième mois) que l'on finira d'aviver la zone centrale des épineuses après les avoir dégagées du ligament interépineux.

Instrumentation postérieure

Il s'agit dans ce cas d'une arthrodèse vertébrale définitive, après une correction pré- ou peropératoire douce, avec une fixation instrumentée, chez des malades dont la croissance est bien avancée ou terminée, et qui n'ont pu bénéficier d'une épiphysiodèse, antérieure et/ou postérieure, à un âge adéquat.

Cette arthrodèse peut faire suite à une greffe antérieure, soit convexe à visée d'épiphysiodèse tardive ou de libération, soit concave pour étayer une cyphose. L'arthrodèse postérieure instrumentée est aussi indiquée, dans les malformations vertébrales étendues et complexes du grand enfant.

La technique d'arthrodèse est habituelle, consistant en un avivement des articulaires, des lames et des transverses, suivi d'un apport de greffons osseux autologues iliaques.

L'instrumentation habituellement utilisée dans le service est du type Cotrel-Dubousset. La déformation ayant été, en grande partie, corrigée par une préparation orthopédique ou par un temps antérieur préalable, l'instrumentation a pour but de faire une fixation in situ au moins pour la zone malformative et de corriger des alignements frontaux ou sagittaux dans les zones non malformatives mobiles sus- ou sous-jacentes aux zones malformées.

Le montage sera adapté à la nature des malformations vertébrales et au type de déformation scoliotique ou cyphotique, pour déterminer les limites de l'instrumentation et les points d'appui. On veillera à mettre en place de bonnes pinces, uni- ou bivertébrales, en particulier à l'extrémité supérieure du montage et on évitera de mettre des implants dans les zones malformées et au sommet d'une cyphose (fig 13).

Instrumentation sans greffe

Dans certains cas de malformations sévères du petit enfant dont on n'arrive pas à contrôler l'évolutivité malgré une épiphysiodèse antérieure et/ou postérieure et un traitement orthopédique bien mené par plâtres et corsets, on peut être amené à mettre en place une instrumentation sans greffe qui constituera un tuteur interne empêchant l'aggravation rapide de la déformation.

Il s'agit d'une tige unique suffisamment longue ou de deux tiges télescopiques reliées par un domino, fixées entre une double pince de crochets, l'une en haut, l'autre en bas, pontant la région déformée passant soit dans la concavité, soit en « dollar » en cas de double courbure, et que l'on retend tous les 6 mois ou tous les ans à la demande, au fur et à mesure que l'enfant grandit, jusqu'à l'âge de l'arthrodèse définitive.

Cette tige est placée en sous-cutané, ou dans l'épaisseur musculaire, sans dépériostage sauf aux extrémités du montage à l'endroit des crochets. Cette technique doit toujours être associée au port d'un corset orthopédique de soutien et de protection, car le montage n'est pas assez solide utilisé seul.

Fermeture

Après avoir réalisé un bon lavage au sérum physiologique, on commence la fermeture du plan musculoaponévrotique par des points larges et bien serrés, avec un gros fil résorbable.

Ensuite, on suture la sous-peau et la peau par un surjet intradermique.

La fermeture de la crête iliaque commence par la réinsertion du cartilage sur la crête, par un gros fil résorbable, puis la sous-peau et la peau.

Généralement on ne met pas de drainage ni sur l'abord rachidien, ni sur celui de la crête, sauf si cette dernière a été abordée par l'incision rachidienne, quand elle

descend bas, à travers un décollement sous-cutané que l'on capitone et draine par un Redon® avant la fermeture du plan sous-cutané.

Voies combinées

Épiphysiodèse antérieure et postérieure

Dans certains cas, on peut réaliser l'épiphysiodèse vertébrale antérieure et postérieure dans la même séance opératoire, ceci d'autant plus que l'enfant est jeune et que l'arthrodèse est peu étendue.

On commence généralement par le temps antérieur, malade installé en décubitus latéral, on réalise la greffe antérieure qui peut être soit une épiphysiodèse convexe, soit un étayage concave avec un greffon tibial, puis une fois la fermeture terminée on tourne le malade en décubitus ventral sur un cadre de Hall-Relton ou sur des coussins, on fait une nouvelle installation et on réalise l'épiphysiodèse postérieure uni- ou bilatérale.

Chez les enfants plus grands, on peut mettre en place une instrumentation postérieure, si nécessaire.

La réalisation de ces deux abords successifs a pour intérêt d'économiser un temps opératoire au malade et de réduire la durée d'hospitalisation, nous procédons à cette technique à chaque fois que cela est possible, en accord avec les anesthésistes et les réanimateurs.

Résections vertébrales

Leur place est limitée dans les malformations vertébrales, d'autant plus que l'enfant est jeune et qu'il ne présente pas de malformation médullaire associée. Nous les réservons aux hémivertèbres isolées, déséquilibrantes, de la charnière lombosacrée. Une instrumentation postérieure courte est souvent utilisée en compression pour maintenir la réduction lorsqu'il s'agit d'un grand enfant. Pour les plus jeunes, plutôt que de pratiquer l'exérèse complète on enlève les espaces de croissance sus- et sous-jacents à l'hémivertèbre en avant et en arrière, on enlève largement l'articulaire supérieure et inférieure, voire le pédicule, la correction étant assurée par un plâtre prenant les deux cuisses avec éventuelle gypsotomie (fig 14). On n'appelle pas cela exérèse d'hémivertèbre lombosacrée mais cela revient exactement au même, si ce n'est que l'on laisse de l'os spongieux en avant et en arrière pour assurer l'arthrodèse. Il est certainement utile parfois d'utiliser un matériel postérieur mini CD à compression pour refermer et serrer l'arthrodèse tout en favorisant la lordose, mais cela ne dispense pas du plâtre postopératoire prenant au moins une cuisse.

L'intervention se déroule en décubitus latéral, du côté opposé à l'hémivertèbre, sur un billot. On fait un abord simultané, à la fois antérieur par lombotomie basse et postérieur par une incision médiane lombaire débordant sur le sacrum. Après hémostase des vaisseaux transverses, on dégage en sous-périosté l'hémivertèbre et les deux vertèbres adjacentes, ce qui permet de faire communiquer les deux voies d'abord au contact du rachis et de contrôler les racines nerveuses lombaires.

Pour les enfants les plus âgés, on commence par mettre en place les implants postérieurs, généralement des vis pédiculaires, deux sur la vertèbre sus-jacente à la résection et deux sur la première vertèbre sacrée, puis on réalise la résection, d'abord des disques puis de l'hémivertèbre elle-même, tantôt en avant, tantôt en arrière, sous contrôle de la vue, en faisant attention au fourreau dural et aux racines lombaires.

Une fois la totalité de l'hémivertèbre réséquée, on étend l'excision à l'hémi-espace discocartilagineux, qui la prolonge sur l'autre moitié du rachis, ce qui permet de mobiliser plus facilement les deux segments rachidiens sus- et sous-

jacents à la résection et d'obtenir leur alignement. À ce moment-là, on met en place les tiges, précintrées en lordose, dans les corps ouverts des vis pédiculaires et on réalise une compression, ce qui permet d'améliorer la réduction et de la maintenir jusqu'à la fusion.

On termine l'intervention en réalisant une arthrodèse postérolatérale des niveaux instrumentés en se servant de l'hémivertèbre comme greffon osseux, puis on solidarise les deux tiges par un ou deux dispositifs de traction transverse (**fig 15**).

La fermeture sera faite sur un drain de Redon® dans la lombotomie.

Haut de page

SOINS POSTOPÉRATOIRES

En postopératoire immédiat, l'enfant est installé avec une traction modérée au plan du lit par des bandes adhésives sur les membres inférieurs (1 à 2 kg) et une mentonnière ou le halo crânien (2 à 3 kg), pendant une semaine environ au bout de laquelle on réalise, soit le deuxième temps opératoire complémentaire, soit le corset plâtré postopératoire sous anesthésie générale. Ce plâtre comportera une prise crurale, si l'épiphyse siège à la jonction lombosacrée, il sera gardé pendant 4 à 6 mois, jusqu'à la fusion de l'épiphyse, puis un relais par un corset orthopédique sera assuré.

Pour toutes les épiphyse précoces, nous réalisons systématiquement, au quatrième mois postopératoire, une révision de l'épiphyse postérieure, ce geste consiste à vérifier la qualité de la fusion, corriger une éventuelle pseudarthrose et surtout à renforcer la greffe par un nouvel apport d'os spongieux d'origine iliaque, prélevé sur la crête iliaque droite. Ensuite, un nouveau plâtre est confectionné, pour 2 mois supplémentaires avant la mise en place du corset.

Chez le grand enfant, après une arthrodèse postérieure instrumentée, si la déformation initiale est modérée, les suites opératoires seront identiques à celles d'une scoliose idiopathique, c'est-à-dire lever et marche au troisième ou quatrième jour sans aucune contention externe, en revanche si la déformation initiale ou résiduelle est importante, en particulier en cyphose, ou si l'os est porotique, nous réalisons toujours un corset plâtré postopératoire de protection pour 3 mois.

Enfin, après une résection vertébrale lombosacrée, même instrumentée chez le grand enfant, nous réalisons un corset plâtré avec prise crurale, au huitième jour postopératoire, pour 6 mois, qui sera relayé par un lombostat pendant 3 mois.

Références

- [1] Clavert JM. Embryologie du rachis. In : Bollini G ed. Monographie du GEOP. Chirurgie et orthopédie du rachis, enfant et adolescent. Montpellier : Sauramps Médical, 1989 : 21-28
- [2] Dimeglio A Growth of the spine before age 5 years. *J Pediatr Orthop* 1993 ; 1 : 102-107
- [3] Dubousset J. Cyphoses congénitales. In : Bollini G ed. Monographie du GEOP. Chirurgie et orthopédie du rachis, enfant, adolescent. Montpellier : Sauramps Médical, 1989 : 403-416
- [4] Dubousset J Torticollis in children caused by congenital anomalies of the atlas. *J Bone Joint Surg* 1986 ; 68A : 178-188
- [5] Dubousset J, Gonon G Cyphoses et cyphoscolioses angulaires ;. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 (suppl II) : 24-59
- [6] Dubousset J, Herring J, Shufflebarger H The crankshaft phenomenon. *J Pediatr Orthop* 1989 ; 5 : 541-550
- [7] Dubousset J, Katti E, Seringe R Epiphyse of the spine in young children for congenital spinal deformations. *J Pediatr Orthop* 1993 ; 1 : 123-130
- [8] Kharrat K, Dubousset J Bloc vertébral antérieur progressif chez l'enfant. *Rev Chir*

- [9] Lonstein JE. Embryology and spinal growth. In : Lonstein, Bradford, Winter, Ogilvie eds. *Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities*, 1995 : 23-38
- [10] Touzet P, Rigault P Malformations congénitales du rachis. In: *Encycl Med Chir (Ed.) Appareil locomoteur, 15-880-A10* Paris Elsevier: 1990; 26p **[interref]**

© 1997 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

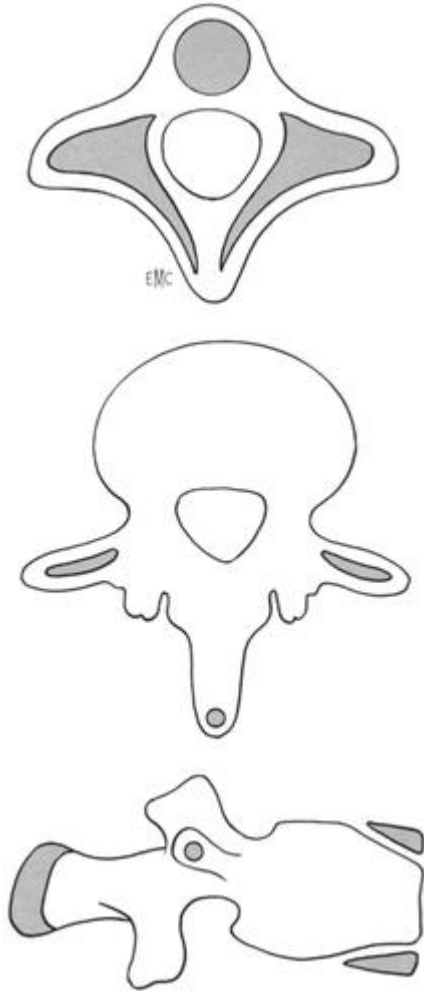


Fig 1 :

Morphogenèse d'une vertèbre.

A. Centres primaires d'ossification.

B. Centres secondaires d'ossification.

Fig 2 :

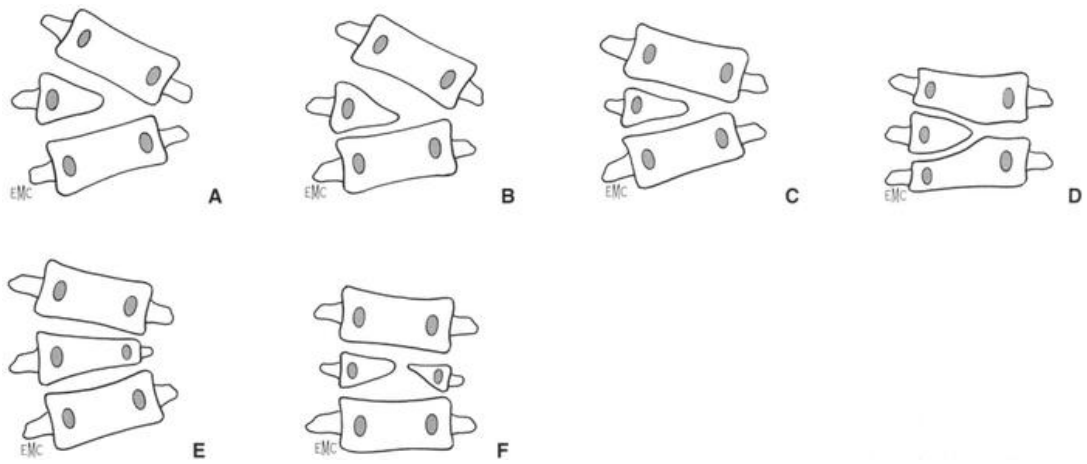


Fig 2 :

- A. Hémivertèbre complètement segmentée (libre).
- B. Hémivertèbre semi-segmentée.
- C. Hémivertèbre non segmentée.
- D. Hémivertèbre incarcerated.
- E. Vertèbre trapézoïdale.
- F. Vertèbre binucléaire.

Fig 3 :

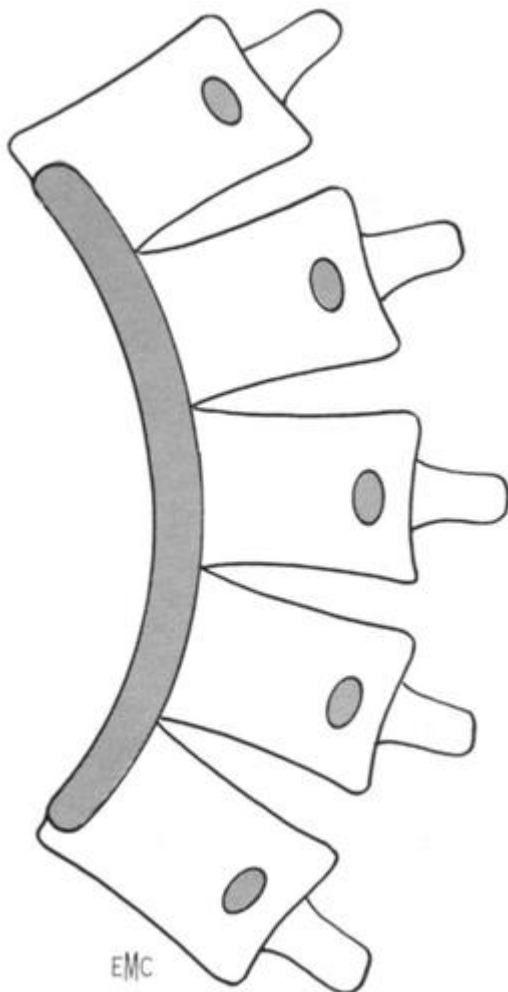


Fig 3 :

Barre unilatérale non segmentée.

Fig 4 :

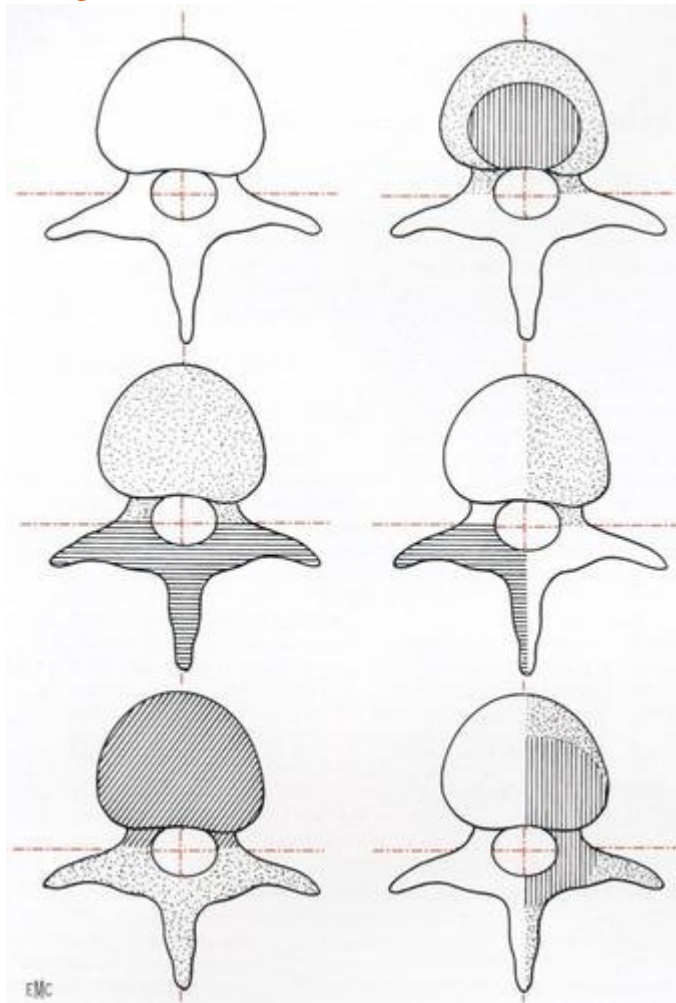


Fig 4 :

Planning préopératoire de l'étendue en largeur de l'épiphysiodèse vertébrale (d'après Dubousset). La vertèbre est divisée en quatre cadrans. Le hachuré transversal correspond à une barre congénitale non segmentée ; le hachuré oblique correspond à un defect antérieur congénital ; le hachuré antéropostérieur correspond à une hémivertèbre. La zone d'épiphysiodèse, nécessaire pour chaque anomalie congénitale, est indiquée en pointillé.

Fig 5 :

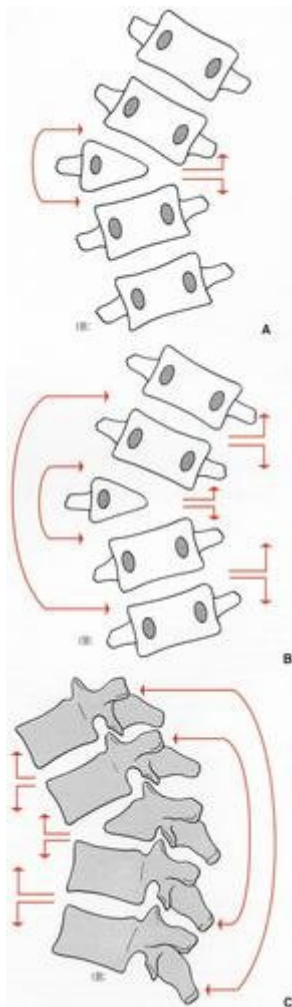


Fig 5 :

Planning préopératoire de l'étendue en hauteur de l'épiphysiodèse vertébrale.

A. Chez le petit enfant (moins de 3 ans) ayant une déformation modérée.

B. Chez le grand enfant (âgé de 3 à 5 ans) ou en présence d'une scoliose sévère.

C. Dans le plan sagittal, en cas de cyphose.

Fig 6 :

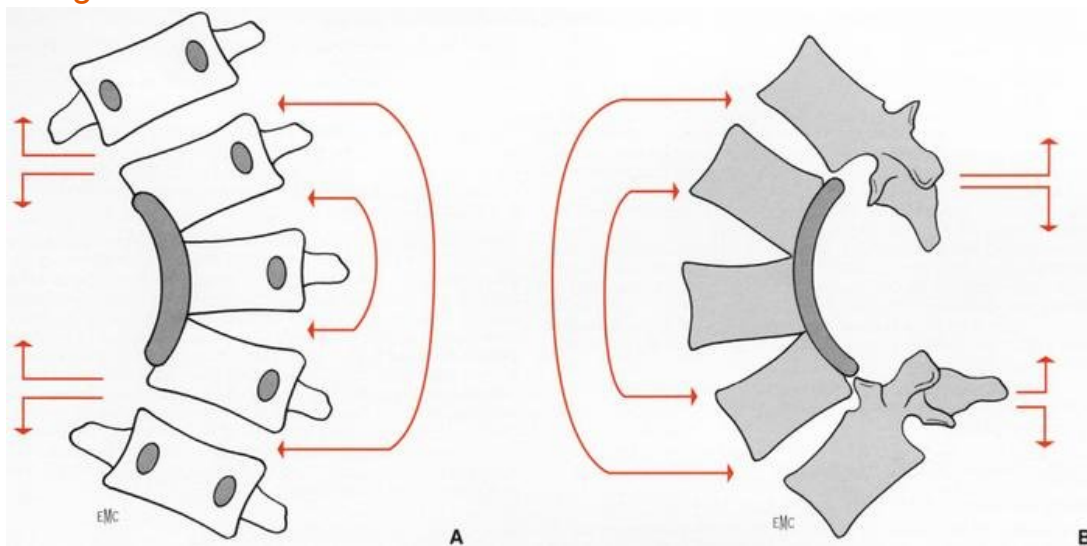


Fig 6 :

A et B. En présence d'une barre congénitale.

Fig 7 :

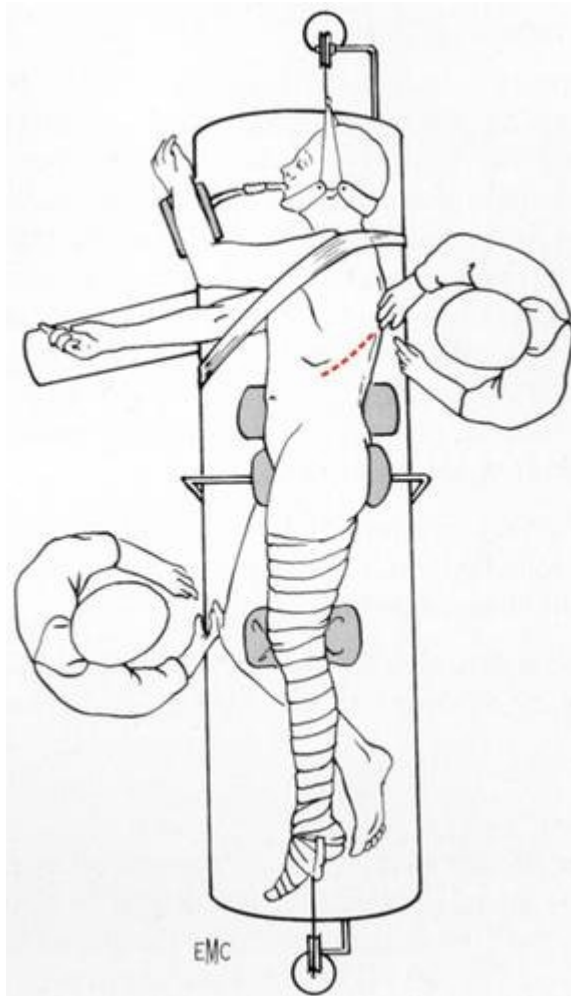


Fig 7 :

Installation du malade pour un abord antérieur du rachis.

Fig 8 :

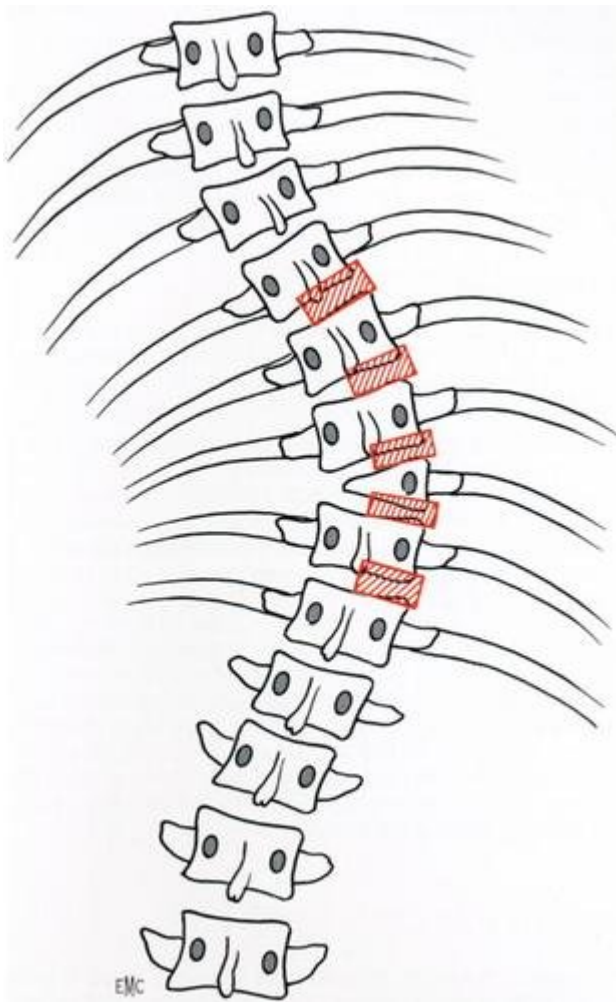


Fig 8 :

Excisions discocartilagineuses lors d'une épiphysiodèse antérieure convexe.

Fig 9 :

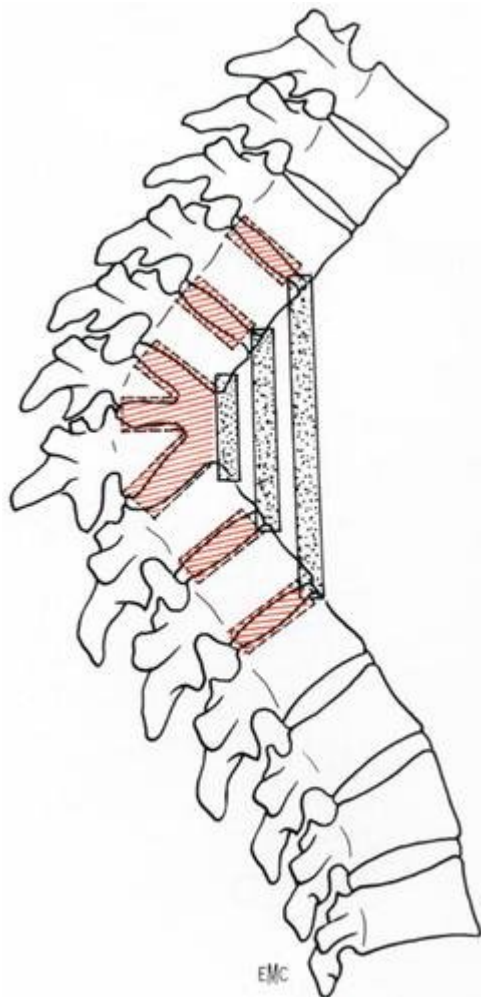


Fig 9 :

Disposition des greffons tibiaux en palissade, lors d'un étayage antérieur par la concavité.

Fig 10 :

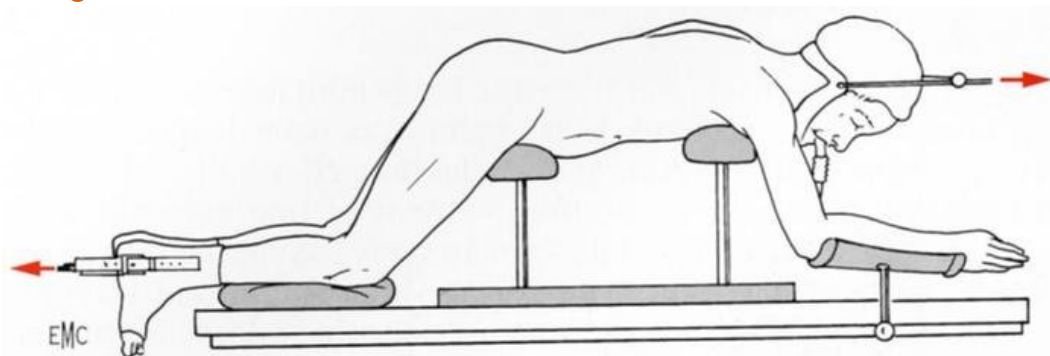


Fig 10 :

Installation du malade sur un cadre de Hall-Relton, pour un abord postérieur du rachis.

Fig 11 :

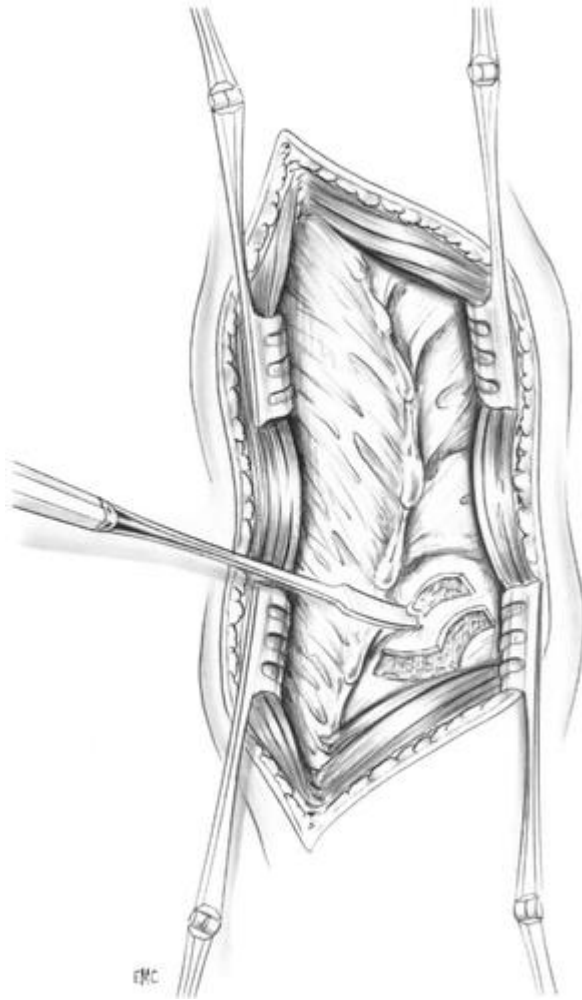


Fig 11 :

Avivement unilatéral pour une hémiepiphysiodèse postérieure.

Fig 12 :

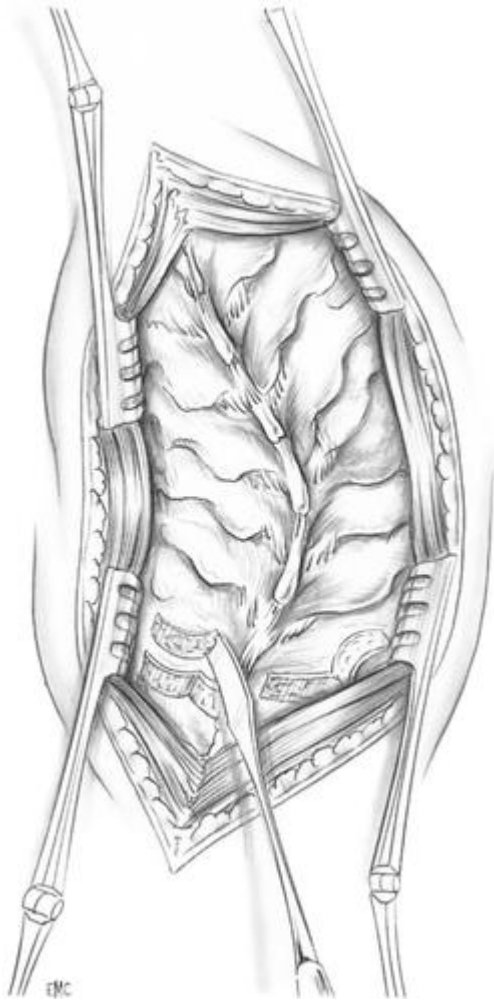


Fig 12 :

Dégagement et avivement bilatéral des arcs postérieurs pour une épiphysiodèse postérieure.

Fig 13 :

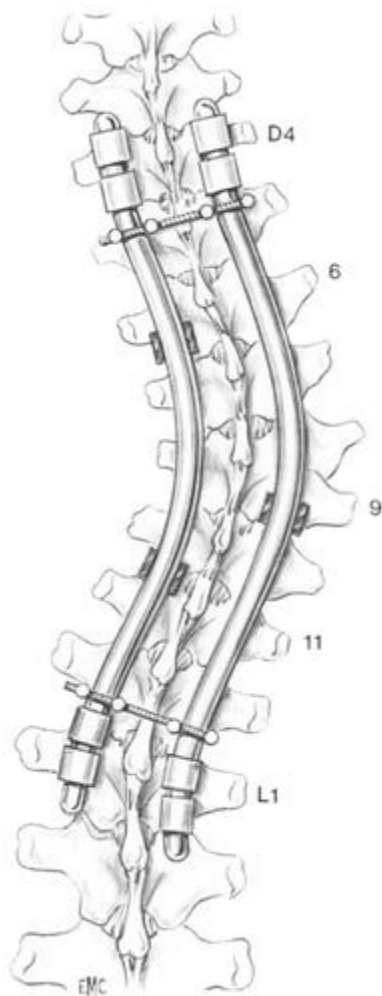


Fig 13 :

Arthrodèse postérieure et instrumentation de type CD pour une scoliose congénitale.

Fig 14 :

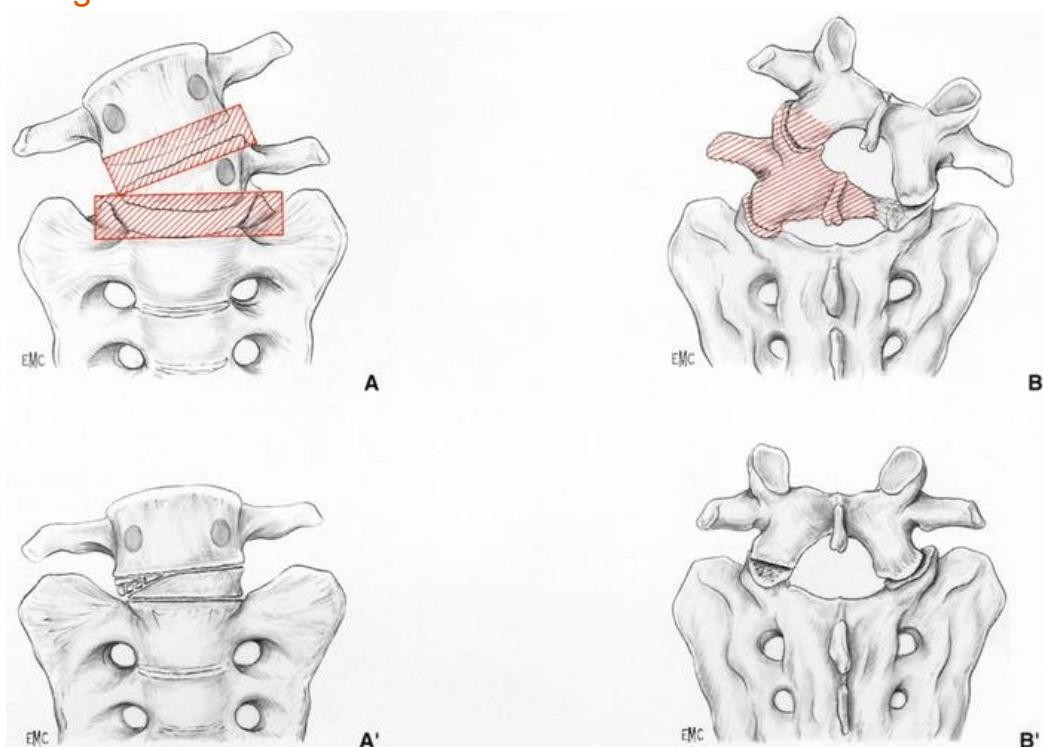


Fig 14 :

Ostéotomies vertébrales antérieures et postérieures chez le jeune enfant - Zone de résection

osseuse.

A. Vue antérieure.

B. Vue postérieure.

A'. Vue antérieure

B'. Vue postérieure.

La correction sera assurée par un plâtre prenant les cuisses ou par une courte instrumentation postérieure en compression.

Fig 15 :

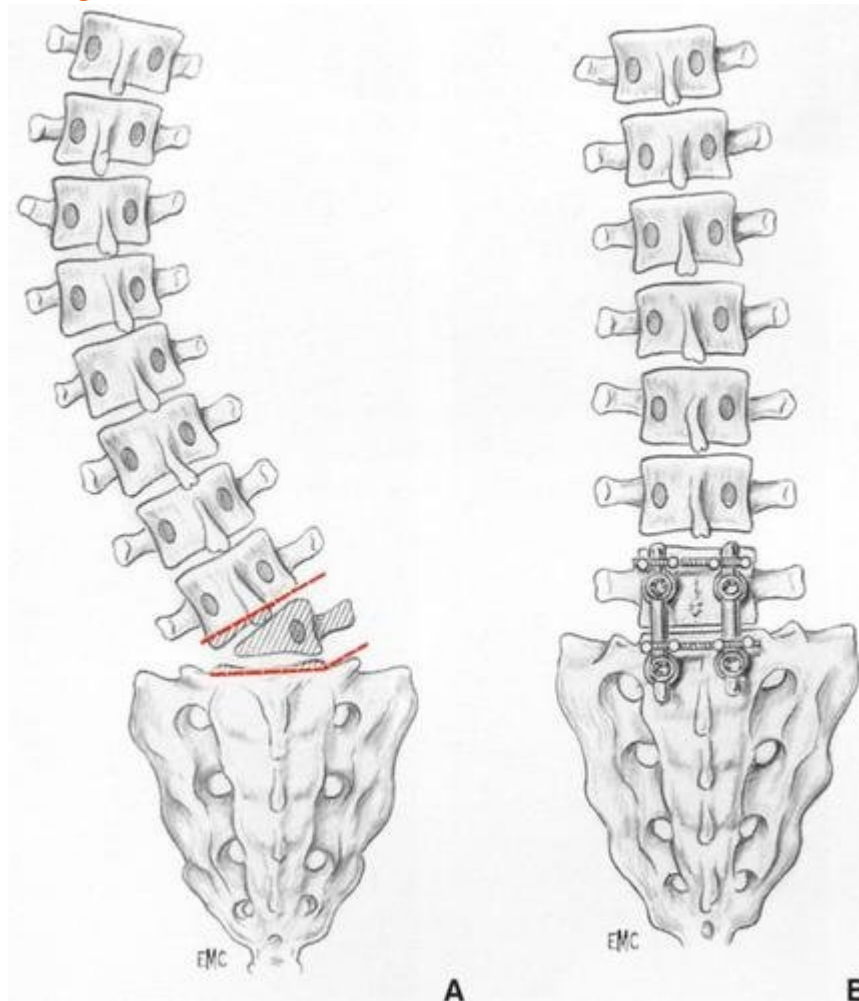


Fig 15 :

Résection d'une hémivertèbre à la charnière lombosacrée chez le grand enfant

A. Limites de l'excision

B. Montage par quatre vis et deux tiges, après correction.

Fig 16 :

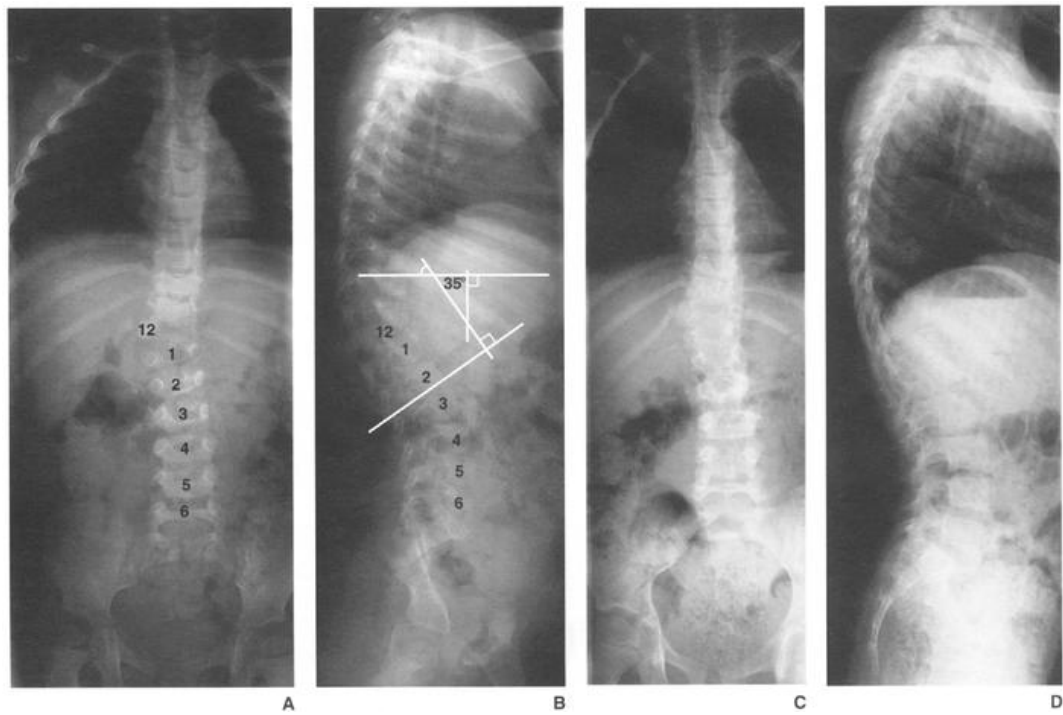


Fig 16 :

A. Malformation dorsolombaire cyphosante à type de vertèbre binucléaire asymétrique chez une fillette de 20 mois.

B. Correction progressive après une épiphysiodèse postérieure bilatérale précoce, avec un recul de 4 ans.

Fig 17 :

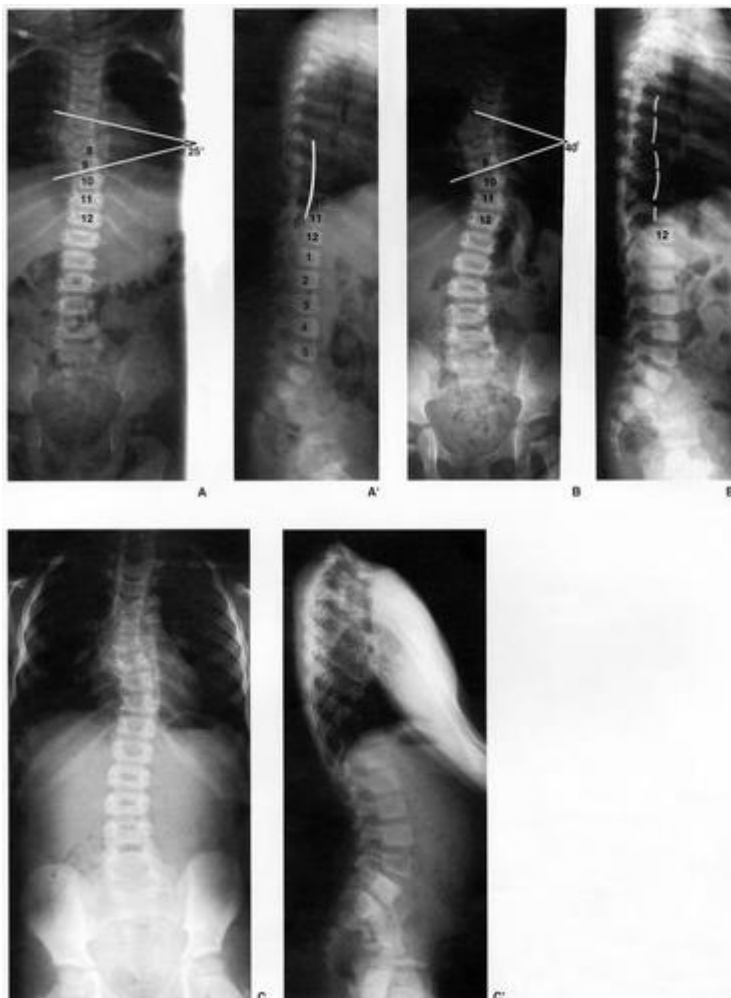


Fig 17 :

A. Hémivertèbre thoracique libre chez un garçon de 1 an.

B. Aggravation de la scoliose et de la lordose thoracique, opérées à l'âge de 2 ans d'une épiphysiodèse antérieure et postérieure unilatérale convexe.

C. Évolution favorable à 3 ans postopératoire.

Fig 18 :

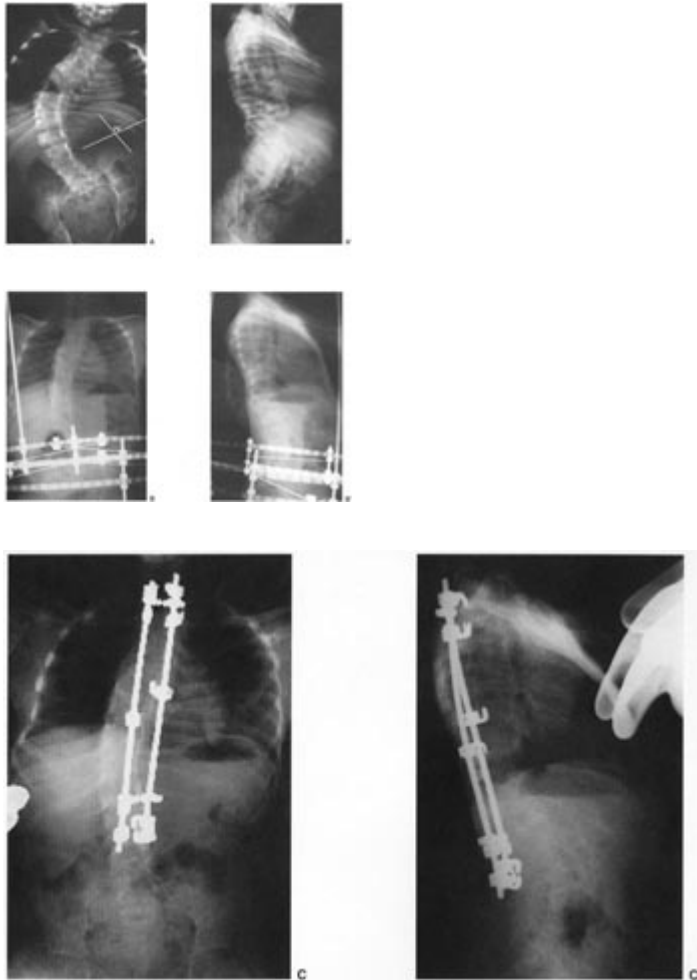


Fig 18 :

A. Lordoscoliose dorsolombaire sur des malformations vertébrales étagées à type de barres unilatérales non segmentées multiples, chez un garçon de 6 ans.

B. Correction progressive par un montage halo-pelvien pendant 2 mois.

C. 1 an après une épiphysiodèse antérieure convexe et une arthrodèse postérieure avec instrumentation de type Cotrel-Dubousset.

Traitement chirurgical des cyphoses

L Miladi
JL Tassin
J Dubousset

Résumé. – Cet article a pour but de définir la stratégie thérapeutique à adopter face aux cyphoses évoluées ou évolutives, qu'elles surviennent chez l'enfant ou chez l'adulte, en tenant compte de leurs mécanismes, leur étiologie ainsi que des spécificités étiopathogéniques et anatomiques propres à chacune d'elles.

Le choix de la voie d'abord, de l'étendue de la greffe et éventuellement de l'instrumentation, ainsi que de la technique chirurgicale la plus appropriée pour chaque cas, a été bien développé. Il en est de même des méthodes de préparation à la chirurgie, pour les formes les plus sévères.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : cyphose régulière, cyphose angulaire, croissance, préparation à la chirurgie, épiphysiodèse, greffe en étai, arthrodèse, ostéotomie vertébrale.

Introduction

Le traitement chirurgical des cyphoses fait le plus souvent appel à une chirurgie combinée antérieure et postérieure.

Les indications chirurgicales sont assez rares, mais doivent parfois être posées sans délai, par exemple en cas d'aggravation d'une cyphose congénitale en période de croissance, ou en cas de complication neurologique.

Formes anatomiques

Les cyphoses sont des déformations dans le plan sagittal, à convexité postérieure, pouvant être isolées ou associées à une déformation scoliotique, avoir un rayon de courbure plus ou moins grand, et toucher n'importe quel segment de la colonne.

On doit distinguer deux grands groupes : les cyphoses régulières et les cyphoses angulaires. Un troisième groupe, à part, est constitué des cyphoses accompagnant les scolioses.

CYPHOSES RÉGULIÈRES

Les cyphoses régulières sont les formes les plus fréquentes et les mieux tolérées. Ce sont des déformations à grand rayon, habituellement souples et réductibles au début, répondant plus ou moins bien au traitement orthopédique précoce. L'indication chirurgicale est réservée aux formes évoluées, et comporte souvent un temps antérieur et postérieur.

CYPHOSES ANGULAIRES

Les cyphoses angulaires sont des déformations beaucoup plus apparentes, quelle que soit leur topographie, car elles sont à petit rayon, portant sur quelques vertèbres seulement, et donnent une

cassure brutale dans l'harmonie rachidienne. Elles nécessitent toujours un traitement chirurgical, avec une double voie d'abord, antérieure et postérieure [4].

On distingue dans ce groupe :

- les cyphoses angulaires pures, qu'elles soient stables (sans luxation), ou instables (avec luxation) d'origine constitutionnelle ou traumatique, avec un réel risque neurologique ;
- les cyphoscolioses angulaires, par association d'une scoliose à une cyphose angulaire, pouvant être la cause d'une dislocation rotatoire.

CYPHOSES ACCOMPAGNANT LES SCOLIOSES

Dans ces cas, la scoliose, qui est en réalité une lordoscoliose quand elle est isolée, représente la déformation principale, pouvant s'accompagner de deux types de cyphose :

- une cyphose hyperrotatoire, par hyperrotation vertébrale, son sommet correspond à celui de la scoliose. Il s'agit en fait d'une fausse cyphose, puisque c'est la face antérolatérale du corps des vertèbres apicales qui constitue la cyphose, et non leurs arcs postérieurs ;
- une cyphose jonctionnelle, qui est une vraie cyphose. Elle siège toujours à la jonction entre deux courbures scoliotiques. Une dislocation rotatoire peut survenir à ce niveau [10].

Le traitement de ces cyphoses fait partie intégrante du traitement de la scoliose, et ne sera pas développé dans cet article.

Formes étiologiques et indications thérapeutiques

Le choix d'une bonne indication thérapeutique passe nécessairement par une bonne connaissance de :

- la nature de l'atteinte tissulaire et le mécanisme de la déformation ;

Lotfi Miladi : Docteur.
Jean Dubousset : Professeur.
Service de chirurgie pédiatrique B, hôpital Saint-Vincent-de-Paul, 82, avenue Denfert-Rochereau, 75674 Paris cedex 14, France.
Jean-Louis Tassin : Docteur, service de chirurgie orthopédique, hôpital Belle Isle, 2, rue Belle Isle, 57045 Metz cedex 1, France.

- la forme anatomique de la cyphose ;
- la maturation squelettique du sujet.

DYSTROPHIE RACHIDIENNE DE CROISSANCE (MALADIE DE SCHEUERMANN)

La maladie de Scheuermann est l'étiologie la plus fréquente des cyphoses. Nous la prendrons comme forme type pour décrire le traitement des cyphoses régulières. Nous envisagerons ensuite le reste de l'étiologie.

Nous traiterons essentiellement les formes thoraciques de la maladie de Scheuermann, qui sont de loin les plus fréquentes. Les localisations lombaires relèvent exceptionnellement d'un traitement chirurgical.

■ **Indications thérapeutiques**

Avant la période pubertaire, il n'y a pas d'indication chirurgicale : les cyphoses régulières sont rarement importantes, elles restent souples et accessibles à un traitement orthopédique.

En période pubertaire et pendant l'adolescence, le traitement chirurgical est réservé aux cyphoses évoluées ($> 70^\circ$) et raides du grand enfant, qui a déjà commencé l'ossification de ses crêtes iliaques.

Chez l'adulte, les indications chirurgicales sont rares : aggravation prouvée à l'âge adulte, douleur mécanique et retentissement esthétique et psychologique.

La chirurgie comporte presque toujours une arthrodèse antérieure et postérieure.

■ **Stratégie chirurgicale**

La chirurgie comporte généralement deux temps, un temps antérieur, souvent premier, de libération et de greffe, suivi d'un temps postérieur qui achève la correction, et la fixe par une instrumentation vertébrale, aboutissant à l'arthrodèse rachidienne définitive.

Chez les sujets jeunes, avant le stade 2 ou 3 de Risser

Une arthrodèse postérieure isolée est suffisante si la cyphose est inférieure à 80° . La croissance résiduelle des corps vertébraux jusqu'en fin de croissance est théoriquement suffisante pour combler les vides antérieurs modérés laissés par la correction de la cyphose. Une préparation simple de quelques jours par traction-pédalètes est souhaitable. L'assouplissement du rachis facilite l'intervention et diminue les contraintes exercées sur l'instrumentation postérieure.

En fin de croissance et chez l'adulte

La correction obtenue par la chirurgie postérieure laisse en avant des espaces discaux largement ouverts, qui ne pourront être comblés par la croissance résiduelle des corps, insuffisante ou terminée. Les vides antérieurs exposent à la perte de correction, d'où la nécessité d'associer une arthrodèse antérieure.

Préparation

La préparation est nécessaire au-delà de 90° d'angulation. Elle permet de tester la tolérance digestive et neurologique du patient à la correction.

Chez l'adolescent, elle est réalisée par plâtre de détraction, y compris dans les cas peu réductibles sur le cliché sur billot. Elle permet habituellement d'obtenir une correction bien supérieure à la réductibilité initiale. Si l'angulation est ramenée autour de 50° , le premier temps opératoire est l'arthrodèse postérieure, réalisée immédiatement à la sortie du plâtre. L'arthrodèse antérieure est effectuée 1 semaine plus tard. Le patient est maintenu en décubitus simple entre les deux temps. Si la correction en fin de préparation est insuffisante, le premier temps est la libération-arthrodèse antérieure, qui permet de compléter la correction de la déformation.

Un halo est placé en début d'anesthésie. Il permet l'installation opératoire et sert pour la traction intermédiaire entre les deux temps. Chez l'adulte, les clichés initiaux en réductibilité permettent de déterminer la succession des temps opératoires. La préparation par traction permet habituellement d'obtenir la même correction que sur le cliché en traction. Pour des cyphoses de plus de 80° ou 90° et peu réductibles, il faut nécessairement commencer par le temps de libération-arthrodèse antérieure. Le temps postérieur est réalisé au terme d'une période de traction halofémorale d'une quinzaine de jours. Pour des cyphoses en deçà de 80° ou 90° et bien réductibles, il est habituellement possible de réaliser les deux temps opératoires dans la même séance. Pour les formes les plus réductibles, il est possible de commencer par le temps postérieur.

■ **Étendue des arthrodèses**

L'arthrodèse antérieure est habituellement plus courte (cinq à sept disques) que l'arthrodèse postérieure. Elle intéresse habituellement deux ou trois disques de part et d'autre du sommet de la cyphose, là où les corps vertébraux sont déformés, et où les disques seront ouverts après correction. Il s'agit d'une excision discale avec greffe intersomatique par fragments costaux, pouvant être associée à la mise en place d'un greffon costal en *inlay*.

L'arthrodèse postérieure doit être suffisamment longue, pour éviter une évolution en cyphose postopératoire, au-delà des limites de la zone arthrodésée. On retient généralement pour vertèbre d'appui inférieur de l'instrumentation, celle qui se situe au-dessus du premier disque horizontal sur le cliché en hyperextension sur billot ou sur le cliché debout. Vers le haut, l'instrumentation doit dépasser largement la zone dystrophique et être recouvrante, c'est-à-dire dépasser la vertèbre limite supérieure de la cyphose.

■ **Anatomie chirurgicale**

Les arcs postérieurs sont allongés de haut en bas et aplatis d'avant en arrière. L'épineuse est peu saillante en arrière mais allongée de haut en bas, et s'applique sur la lame de la vertèbre sous-jacente, risquant de venir buter lors des manœuvres de correction. Les lames et les articulaires sont peu épaisses, nécessitant un avivement léger et prudent. Le ligament vertébral commun antérieur est épais.

CYPHOSES CONGÉNITALES

Ce sont les malformations vertébrales par défaut de formation ou de segmentation antérieure qui engendrent les déformations en cyphose. La déformation est parfois présente dès la naissance. Elle risque d'évoluer vers l'aggravation, du fait de la grande asymétrie entre les potentiels de croissance antérieure et postérieure du rachis, dans la zone malformée.

En période de croissance, les indications thérapeutiques dépendent de l'évolutivité de la déformation : les malformations dont l'aggravation est rapide doivent être traitées chirurgicalement sans attendre, d'autant plus qu'elles sont angulaires.

Chez le jeune enfant (généralement avant l'âge de 5 ans), lorsque le potentiel de croissance reste important, l'épiphyiodèse chirurgicale postérieure, non instrumentée, débordant la zone malformée d'un ou deux étages vers le haut et vers le bas, suivie d'une immobilisation plâtrée de 4 mois au bout desquels une révision avec un complément de la greffe et une nouvelle immobilisation plâtrée de 2 mois sont réalisés, permettent d'obtenir une correction progressive de la déformation avec la croissance, si l'angle de la cyphose n'est pas trop important ($< 50^\circ$) [5, 7, 9].

Lorsque l'aggravation ne se manifeste qu'à la période pubertaire, le traitement chirurgical comporte une arthrodèse postérieure instrumentée et recouvrante, permettant une correction de la déformation dans les étages adjacents à la malformation.

Chez l'enfant d'âge intermédiaire (entre 7 et 12 ans), la chirurgie consiste en une arthrodèse instrumentée peu étendue.

Dans ces cyphoses congénitales sans instabilité, les complications neurologiques à type de compression médullaire sont rares et tardives, survenant parfois seulement à l'âge adulte.

Il faut signaler le caractère souvent instable des cyphoses malformatives. Il est recommandé de conserver le ligament interépineux ainsi que les apophyses articulaires à l'apex. Il faut disposer d'une imagerie préopératoire précise et être prudent lors du dégagement des arcs postérieurs, pour ne pas léser le sac dural, parfois exposé au travers d'un defect des arcs postérieurs.

CYPHOSES CONSTITUTIONNELLES

■ *Cyphoses régulières*

Elles peuvent se voir dans un certain nombre de maladies constitutionnelles, soit du fait d'une atteinte osseuse telles les ostéochondrodysplasies : ostéogenèse imparfaite, maladie des épiphyses ponctuées, ostéoporose juvénile idiopathique, mucopolysaccharidoses qui peuvent s'accompagner d'un canal rachidien étroit et d'une instabilité de la charnière cervico-occipitale, soit du fait d'une atteinte des parties molles comme dans la maladie de Marfan ou d'Ehlers-Danlos.

Si l'importance de la déformation (supérieure à 80°) justifie le recours à la chirurgie, autant cette dernière peut être réalisée par voie postérieure seule, dans le groupe avec atteinte des parties molles, autant elle doit être double, à la fois antérieure et postérieure dans le groupe avec atteinte osseuse, associée le plus souvent à une immobilisation postopératoire par plâtre ou corset pour protéger l'instrumentation de tout risque d'arrachement lié à la mauvaise qualité de l'os. Il est d'ailleurs parfois nécessaire, dans les formes sévères d'ostéogenèse imparfaite, de protéger les points de fixation du matériel d'ostéosynthèse sur l'os, par l'adjonction de ciment acrylique autour des implants.

Il est important de signaler que la chirurgie rachidienne dans les maladies constitutionnelles avec atteinte osseuse est nettement plus hémorragique que celle réalisée dans les déformations idiopathiques.

La stratégie chirurgicale est identique à celle appliquée dans la maladie de Scheuermann.

■ *Cyphoses angulaires*

La cyphose est la conséquence d'une importante dystrophie osseuse touchant un nombre limité de vertèbres, comme dans la forme dystrophique de la neurofibromatose de type 1. Une dislocation rotatoire est parfois associée.

Dans les neurofibromatoses, il faut signaler la fragilité des parties molles qui sont parfois le siège de tumeurs nerveuses disséminées, dont l'exérèse est parfois nécessaire. L'os est souvent aminci dans la zone dystrophique, en raison des ectasies de la dure-mère.

Il s'agit de lésions instables, qui exposent aux complications neurologiques et demandent une stabilisation par une arthrodèse circonférentielle, instrumentée ou non en fonction de l'âge.

Dans certaines maladies osseuses constitutionnelles comme la maladie de Morquio ou l'achondroplasie, la dystrophie peut prédominer sur quelques vertèbres, engendrant une cyphose angulaire qui vient parfois menacer le cordon médullaire, déjà mal à l'aise dans un canal rachidien de petite taille.

En période de croissance, dans les formes modérées, le traitement est avant tout orthopédique.

Une arthrodèse vertébrale antérieure et postérieure est toujours nécessaire, dès que la déformation est tant soit peu importante, ou dès l'apparition de signes neurologiques.

Un certain nombre de ces malades porteurs de cyphoses négligées sont d'ailleurs opérés à l'âge adulte pour des complications médullaires d'apparition progressive.

CYPHOSES PARALYTIQUES ET NEUROMUSCULAIRES

Elles peuvent se voir dans différentes étiologies.

Dans certains cas, c'est la paralysie ou la grande faiblesse musculaire, qui est à l'origine d'un mauvais tonus du tronc, et de

son effondrement en cyphose régulière progressive. Il s'agit de « troncs mous » qui s'effondrent en cyphose. Les déformations des corps vertébraux restent longtemps modérées. Chez l'adolescent ou à l'âge adulte, la chirurgie, qui réalise un véritable « tuteur rachidien interne », apporte un confort indéniable pour le malade et l'entourage qui le prend en charge, prévient les problèmes cutanés aux points d'appui et au sommet de la déformation.

Dans les formes où la cyphose s'étend jusqu'à la région lombosacrée, il existe une rétroversion pelvienne souvent associée à une rétraction des parties molles postérieures de hanches. En position assise, la limitation d'amplitude de flexion des hanches est compensée par un enroulement du tronc en cyphose lombaire. Dans ces cas, on ne peut enraidir le rachis par une arthrodèse qu'après avoir rétabli la mobilité en flexion des hanches.

Certaines formes basses sont surmontées par une lordose thoracique de compensation, qu'il ne faut pas négliger lors de la correction, pour ne pas induire un déséquilibre postérieur du tronc.

Le facteur paralytique oblige à réaliser une instrumentation étendue, couvrant à la fois la zone déformée et la zone démusclée, descendant parfois jusqu'au bassin.

Lorsque les déformations corporelles sont minimales, l'arthrodèse antérieure n'est pas nécessaire. En raison de l'atrophie du bassin et de la pauvreté en os des crêtes iliaques postérieures, l'apport osseux est le plus souvent d'origine tibiale.

La préparation à la chirurgie n'est pas nécessaire puisque la déformation est réductible.

L'intervention est habituellement plus longue et plus hémorragique que dans les déformations idiopathiques.

Dans d'autres étiologies comme la maladie de Charcot-Marie-Tooth, les corps vertébraux sont déformés, la déformation est plus ou moins raide.

La cyphose s'apparente à une dystrophie rachidienne de croissance, et son traitement répond aux mêmes principes.

CYPHOSES TRAUMATIQUES

On distingue dans ce groupe les lésions récentes du rachis, plus ou moins stables, avec ou sans signes neurologiques, et les cals vicieux, séquellaires d'un traumatisme ancien négligé.

Le traitement de ces lésions est envisagé dans un autre chapitre.

CYPHOSES INFECTIEUSES

Qu'il s'agisse d'une spondylodiscite à germe banal ou d'un mal de Pott, la cyphose angulaire est générée par la destruction du disque et du corps vertébral [11].

Les indications chirurgicales sont dictées au début par l'existence d'une compression médullaire, le plus souvent secondaire à un abcès épidural antérieur. La laminectomie n'est pas indiquée dans ce cas : elle ne lève pas la compression antérieure, et risque de déstabiliser gravement le rachis. L'abord doit être antérieur pour décompression médullaire, évacuation de l'abcès et greffe en étau, suivies d'un traitement antibiotique adapté associé à une immobilisation du rachis, par plâtre et par arthrodèse postérieure instrumentée.

À la période des séquelles, les indications reposent sur l'aggravation progressive de la cyphose ou sur l'apparition de complications médullaires.

En l'absence de complications neurologiques, les principes de traitement consistent en une arthrodèse antérieure en étau, complétée par une arthrodèse postérieure instrumentée ou non.

En présence de signes neurologiques, la mise au repos est urgente et impérative, de préférence par une immobilisation plâtrée. Lorsque le rachis conserve une certaine réductibilité sur les clichés sur billot, une réduction progressive de la déformation par traction céphalique au lit ou plâtre de détraction améliore habituellement l'état neurologique. Le rachis est ensuite stabilisé par une arthrodèse combinée antérieure et postérieure.

Lorsque le rachis est complètement raide, ou que la traction est inefficace, voire même néfaste sur le statut neurologique, une décompression médullaire antérieure par résection du chevalet vertébral devient nécessaire, dès lors que le retentissement neurologique devient important. Elle constitue la première étape de la chirurgie antérieure et elle est suivie d'une greffe et d'une stabilisation postérieure.

CYPHOSES TUMORALES

Elles sont de deux types :

- les cyphoses mécaniques sont presque toujours angulaires, dues à un effondrement de la partie antérieure de la colonne. Le traitement local de ces tumeurs doit toujours prendre en compte la nécessité de la correction concomitante du défaut d'alignement, donc de la cyphose, et surtout de la restauration mécanique de la colonne antérieure, par greffe intersomatique, ou par la mise en place d'un implant, en céramique ou en ciment acrylique, par voie chirurgicale ou voie percutanée transpédiculaire ou latérale, sous contrôle tomodensitométrie^[6] ;
- les cyphoses réactionnelles sont en général secondaires à des tumeurs de la moelle ou des éléments nerveux du canal rachidien. Elles sont habituellement régulières, et disparaissent après le traitement approprié de la tumeur en question, mais ce n'est malheureusement toujours pas le cas chez l'enfant.

CYPHOSES DES MALADIES RHUMATOLOGIQUES

Dans certaines maladies rhumatismales, en particulier la spondylarthrite ankylosante, et dans l'ossification vertébrale antérieure de l'adolescent, la déformation cyphotique est d'installation lente et progressive, aboutissant à un rachis raide dans son ensemble.

CYPHOSES DES SUJETS ÂGÉS : OSTÉOPOROTIQUES ET DÉGÉNÉRATIVES

Les tassements vertébraux étagés par ostéoporose sont à l'origine de cyphoses de localisation variable, souvent thoracique ou thoracolombaire, parfois lombaire, à l'origine d'une perte de taille et d'un déséquilibre antérieur du tronc. Les déformations sont souvent raides. Les indications chirurgicales sont très rares en raison de la fragilité de ces patients âgés, de la raideur des déformations, et de la fragilité osseuse exposant les ostéosynthèses au démontage.

Dans les cyphoses dégénératives, l'indication chirurgicale peut être discutée en cas d'échec du traitement conservateur, chez un patient encore jeune et en bon état général. Les arthrodèses doivent être étendues, remontant largement sur le rachis thoracique. La correction de la cyphose peut être réalisée par des libérations postérieures étagées au rachis lombaire, avec instrumentation postérieure en compression permettant d'obtenir un raccourcissement de la colonne des arcs postérieurs, et un allongement de la colonne des corps au prix de bâillements discaux multiples. Cette technique expose à la récurrence de la cyphose par perte de correction dans les disques. Il est souvent préférable de restaurer la lordose lombaire par une ostéotomie transpédiculaire, et de fixer sans correction tout le reste du rachis qu'il convient d'arthrodéser.

CYPHOSES IATROGÉNIQUES

- Une radiothérapie prolongée ou répétée chez l'enfant, incluant le rachis dans le champ d'irradiation, induit des troubles de croissance du rachis et modifie les caractéristiques mécaniques de l'os vertébral, qui devient plus fragile et se déforme progressivement en cyphose. Ces lésions deviennent exceptionnelles chez l'enfant, en raison de l'évolution des procédés de traitement des tumeurs. C'est surtout chez l'adulte que se pose le problème d'évolution dégénérative de cyphoses radiothérapiques de l'enfance. L'atrophie des muscles

paravertébraux associée à la fragilité cutanée peut poser des problèmes de couverture du matériel d'ostéosynthèse, qui ne doit pas être saillant. L'arthrodèse antérieure, réalisée dans un lit osseux de bonne texture, est nécessaire pour pallier la mauvaise qualité de l'arthrodèse et de la fixation postérieure. L'arthrodèse postérieure doit dépasser largement les limites de la zone irradiée, la fixation doit être effectuée sur un os de bonne qualité.

- Chez l'enfant, une laminectomie étendue non suivie de reconstruction correcte et d'immobilisation postopératoire suffisante, constitue un geste déstabilisant du rachis postérieur, aboutissant toujours à une cyphose évolutive. La cyphose doit être évitée par la pratique de la laminoplastie plutôt qu'une laminectomie, avec respect des apophyses articulaires postérieures, et le maintien postopératoire prolongé dans un corset anticyphose, avec une surveillance orthopédique régulière.

Les conséquences de la laminectomie et celles de la radiothérapie s'intriquent souvent entre elles et parfois avec des troubles neurologiques. Une greffe combinée antérieure et postérieure est habituellement nécessaire.

- Les erreurs stratégiques du traitement des déviations rachidiennes peuvent aboutir à des cyphoses, à la jonction des zones instrumentée et non instrumentée, en cas de montages trop courts ou d'erreur du niveau limite inférieur. Dans d'autres cas, on assiste au développement d'une cyphose dans la zone greffée, par effet d'épiphyiodèse antérieure après chirurgie antérieure isolée chez le jeune enfant, ou par perte de correction au niveau de défauts dans la colonne antérieure du rachis, dans des disques laissés bâillants à la suite d'une chirurgie postérieure, chez le sujet adulte. Les cyphoses qui siègent dans une zone arthrodésée sont complètement irréductibles. Leur correction chirurgicale passe impérativement par la réalisation d'ostéotomies de la greffe ancienne, en un ou plusieurs temps séparés par une période de traction au lit.

- Les cyphoses par pseudarthrose vertébrale, après une arthrodèse rachidienne instrumentée, accompagnent souvent une fracture ou un démontage du matériel, et surviennent habituellement sur des rachis paralytiques multiopérés.

Préparation orthopédique à la chirurgie

GÉNÉRALITÉS

Elle est réservée aux cyphoses qui restent encore au moins partiellement réductibles sur une radiographie du rachis de profil en correction sur billot ou sous traction.

Les cyphoses complètement raides ne peuvent relever de la préparation orthopédique qui, non seulement est inefficace, mais peut également comporter un risque d'aggravation neurologique en cas de souffrance médullaire à l'apex de la cyphose.

Par ailleurs, la charnière craniorachidienne doit être étudiée avant la mise en route de la traction.

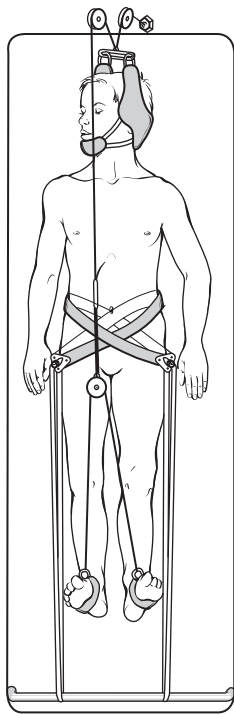
Une imagerie par résonance magnétique (IRM) cérébromédullaire doit être demandée, avant de commencer le traitement des cyphoses congénitales, constitutionnelles, neuromusculaires et rhumatoïdiques. Dans les autres cas, cet examen n'est demandé qu'en cas d'anomalie radiologique de la charnière craniorachidienne ou de l'examen neurologique.

Enfin l'existence d'une moelle attachée basse, habituellement dans le cadre d'une cyphose malformative, contre-indique la traction rachidienne avant libération neurochirurgicale.

CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT

■ Indications

Dans les cyphoses sévères, surtout quand elles sont raides, une préparation préopératoire est nécessaire :



1 Technique de préparation par traction-pédalètes. Patient installé sur le dos, soumis à une traction continue entre une têtère et des sangles pelviennes, il exerce en plus une autoélongation dynamique de son rachis, en tirant périodiquement sur la tête, par l'intermédiaire d'une ficelle reliée à des plaquettes aux pieds.

– elle permet d'obtenir, dans un bon nombre de cas, une correction progressive non négligeable, ce qui facilite beaucoup le déroulement de la chirurgie, et améliore substantiellement le résultat final ;

– elle prévient des complications, en particulier digestives, qui risquent de survenir à la suite d'une importante correction opératoire ;

– elle peut servir comme test thérapeutique, et comme le premier temps du traitement d'une cyphose avec signes neurologiques d'apparition récente. En effet, la mise au repos et en traction progressive peut entraîner une récupération souvent spectaculaire des déficits neurologiques, plus ou moins complète selon leur ancienneté, sur une cyphose qui reste encore réductible.

En revanche, il est important de signaler que cette traction peut être dangereuse, dans le cas d'une cyphose angulaire compliquée de troubles neurologiques, si elle est complètement irréductible.

■ Technique

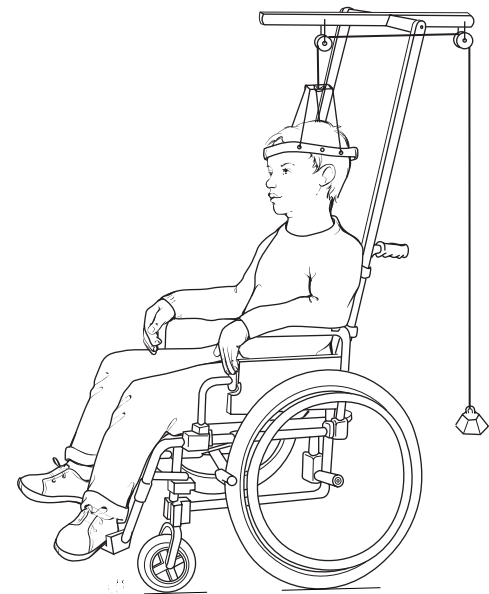
Nous utilisons deux types de préparation.

Préparation par traction

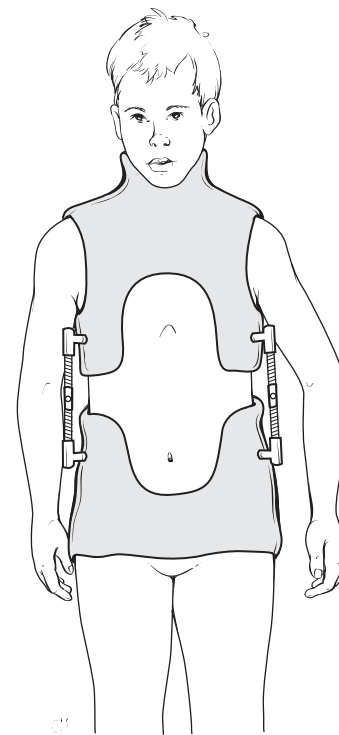
La traction peut être réalisée de deux façons :

– dans le plan du lit, entre une mentonnière ou un halo crânien sur la tête, et des bottes en cuir ou des bandes adhésives sur les membres inférieurs, en commençant par 15 % du poids du corps et en augmentant progressivement jusqu'au tiers du poids du corps, sur une période de 8 à 10 jours avant l'intervention. Ce type de traction est utilisé dans les cyphoses relativement souples, elle peut être associée, chez le grand enfant, à des exercices d'autoélongation, par des pédalètes, selon la méthode de Cotrel ^[1, 2], pour améliorer son efficacité (fig 1). Cette traction peut servir pour assouplir la colonne orthopédiquement, avant une intervention par voie postérieure seule. Elle peut aussi être utilisée entre deux temps opératoires, après une libération antérieure ;

– sous la forme d'une traction suspension, par halo crânien généralement, soit en position assise dans un fauteuil avec potence (fig 2), soit en position debout et marche dans un cadre à roulettes. Dans ces cas, la valeur de la traction peut atteindre la moitié du poids du corps, et s'étend habituellement sur 4 à 6 semaines, avant l'intervention. Des radios de contrôle permettent de suivre la



2 Technique de préparation par traction-halogravité. Le sujet est assis dans un fauteuil muni d'une potence et d'un système de poulies, permettant d'exercer une traction-suspension sur la tête, par l'intermédiaire d'un halocrânien, dont la valeur peut atteindre jusqu'à 25 % du poids du corps.



3 Préparation par un plâtre de détraction. C'est un corset plâtré séparé en deux moitiés, l'une supérieure (thoracique) et l'autre inférieure (pelvienne), reliées par des ridoirs latéraux à pas inversés, dont un tour réalisé tous les jours permet d'écarter les deux parties du plâtre de 1 mm, induisant ainsi un étirement très progressif sur la colonne.

progression de la correction, et de déterminer la date opératoire quand elle atteint un plateau. La traction-suspension est utilisée dans les cyphoses raides, elle nécessite une surveillance régulière des paires crâniennes.

Préparation par plâtre

Il s'agit d'un plâtre de détraction progressive, mis au point par Donaldson ^[3] et repris par Stagnara ^[16] (fig 3). C'est un corset plâtré avec mentonnière, découpé en deux parties transversalement, une partie pelvienne et une partie scapulaire, reliées entre elles de chaque côté par un ridoir à pas inversés, que l'on tourne quotidiennement d'un tour, ce qui correspond à un allongement de 1 mm par jour.

Cette détraction progressive est réservée aux formes les plus raides, et dure habituellement 6 à 8 semaines, de préférence dans une

structure médicalisée, sous surveillance quotidienne neurologique, digestive, respiratoire et cutanée aux points d'appuis (menton, occiput, crêtes iliaques, sommet de la cyphose). On s'aide par des contrôles biologiques espacés à la recherche d'une éventuelle anémie qui traduirait un saignement digestif sournois, des contrôles de la capacité vitale par des explorations fonctionnelles respiratoires hebdomadaires, ainsi que des contrôles radiologiques, en faisant une radiographie du rachis de profil tous les 15 jours à partir de la 4^e semaine de détraction. On peut ainsi surveiller l'évolution de la correction cyphotique et le gain en capacité vitale. Ce n'est que quand ces deux paramètres atteignent un plateau dans leur progression, que l'on peut fixer la date opératoire.

CHEZ L'ADULTE

■ Indications

Elles sont plus rares que chez l'enfant et l'adolescent, car le rachis est plus raide et la préparation moins efficace. La nécessité d'une chirurgie en plusieurs temps antérieur et postérieur fait habituellement préférer une stratégie de traction intermédiaire entre deux temps opératoires. Elle reste indiquée comme premier temps du traitement d'une cyphose avec troubles neurologiques d'apparition récente, ou avant une arthrodèse antérieure en état pour une cyphose angulaire partiellement réductible.

■ Technique

On utilise essentiellement la traction suspension par halocrânien en position assise ou debout. En cas de troubles neurologiques sur un foyer instable, la traction halogravité par halocrânien sur un lit incliné est souvent mieux supportée que le plâtre de détraction, bien difficile à réaliser sur un tronc adulte très déformé. Une surveillance neurologique quotidienne doit bien sûr être assurée [12].

ENTRE DEUX TEMPS CHIRURGICAUX

Dans la période intermédiaire entre une libération chirurgicale et l'arthrodèse définitive avec instrumentation, on utilise habituellement une traction couchée au lit entre en un halocrânien posé en début d'intervention, et des bandes adhésives fixées sur les deux membres inférieurs chez l'enfant, ou des broches fémorales transcondyliennes chez l'adulte.

Bilan préopératoire

Tout patient présentant une déformation cyphotique de son rachis doit faire l'objet d'un bilan clinique et paraclinique minutieux, afin de quantifier la déformation, de rechercher une étiologie précise, une anomalie associée, et d'évaluer l'état de ses fonctions essentielles, avant une chirurgie plus ou moins lourde, pouvant comporter deux temps opératoires.

Ce bilan permet d'établir une stratégie thérapeutique des différentes étapes du traitement, et surtout de prévenir des complications pouvant faire suite à ce traitement, qu'elles soient neurologiques, digestives ou autres.

À côté du bilan habituel avant toute intervention rachidienne, en particulier anesthésique, le bilan préopératoire d'une cyphose doit comporter certains examens paracliniques, qui permettent d'étudier les conséquences spécifiques de cette cyphose, et d'évaluer les risques inhérents à sa correction chirurgicale.

L'IRM cérébro-médullaire et rachidienne permet d'étudier tout spécialement :

- l'état de la charnière craniorachidienne si l'on envisage une traction céphalique ;
- la taille du canal rachidien au niveau de la déformation, et son éventuel rétrécissement par des lésions malformatives ou dégénératives ;

– la morphologie de la moelle épinière et l'existence d'une syringomyélie ou d'une éventuelle malformation : duplication, éperon cartilagineux d'une diastématomyélie, attache médullaire basse sur le positionnement du cône terminal ;

– la présence d'une tumeur intra- ou extracanalair, notamment en cas de neurofibromatose ;

– les éventuelles lésions dégénératives des disques que l'on projette de laisser libres sous la greffe.

Une artériographie médullaire est parfois nécessaire :

- associée à l'embolisation préopératoire dans les tumeurs ;
- lorsqu'une chirurgie antérieure doit intéresser un foramen thoracique ou thoracolombaire ou les deux foramens au même niveau et risque donc de léser les voies de suppléance, ou en cas de chirurgie itérative.

Un bilan urodynamique et une étude des potentiels évoqués somesthésiques et éventuellement moteurs, permettent un « bilan de situation » avant l'intervention, et servent de documents de référence en cas de problème neurologique.

Un scanner thoracique peut être demandé en cas d'importante déformation du thorax. Il permet aussi d'étudier les rapports de la trachée et du parenchyme pulmonaire, au contact de la déformation rachidienne.

En cas de déformation majeure de la région cervicothoracique, il est parfois nécessaire de faire une radiographie de la filière aérienne supérieure, qui permet aux anesthésistes de prévoir les difficultés d'intubation du malade, et d'avoir recours à la fibroscopie pour la réaliser, si nécessaire.

En cas de déformation importante, il est nécessaire d'étudier par transit cœso-gastro-duodénal et fibroscopie digestive haute l'état de l'appareil digestif, avant toute correction risquant de créer ou d'aggraver une lésion préexistante qui pourrait nécessiter un traitement préalable, médical ou chirurgical.

Un programme d'autotransfusion est établi par les anesthésistes, et une information détaillée sur le déroulement de la chirurgie et tous les risques qu'elle peut comporter, est donnée au patient et à sa famille.

Techniques chirurgicales

Le traitement chirurgical des cyphoses nécessite le plus souvent un temps antérieur de libération et de greffe, complété par un temps postérieur d'ostéosynthèse et de greffe.

CHIRURGIE ANTÉRIEURE

Elle est généralement réalisée en premier. Elle comporte presque toujours deux composantes :

- libération antérieure par résection des disques ou de ponts osseux congénitaux ou acquis ;
- greffe antérieure qui comble le vide antérieur laissé par la libération.

La greffe antérieure a une grande valeur mécanique. C'est elle qui assure la stabilisation définitive de la correction, puisque les greffons sont disposés suivant la ligne de gravité et qu'ils travaillent en compression.

L'intervention est réalisée sous contrôle médullaire par l'enregistrement peropératoire des potentiels évoqués somesthésiques ou de préférence moteurs. Un test du réveil peropératoire peut être nécessaire, dans les cas où l'on réalise une correction importante et que les potentiels évoqués sont ininterprétables ou perturbés, ou lorsque les deux temps opératoires antérieur et postérieur sont réalisés au cours de la même anesthésie.

■ Choix de la voie d'abord

Côté

Il est choisi en fonction de plusieurs critères.

Lorsqu'il existe une déformation dans le plan frontal, il est préférable de passer par la concavité pour des raisons mécaniques.

Si une artériographie médullaire a été réalisée pour une lésion thoracique, l'abord est réalisé du côté où il n'existe pas de vaisseau radiculomédullaire, de crainte de léser ce vaisseau dans le foramen ou de gêner la circulation collatérale par compression des vaisseaux intercostaux par l'écarteur.

En cas de chirurgie antérieure itérative, il est conseillé de reprendre le même côté pour laisser intacte la vascularisation du côté sain.

L'existence d'un trouble ventilatoire unilatéral ou prédominant d'un côté, conduit à réaliser la thoracotomie de ce côté pour préserver la fonction du meilleur poumon.

En dehors de tous ces cas, il est habituel de choisir le côté droit pour un abord thoracique, afin de ne pas être gêné par l'aorte qui repose sur le flanc gauche du rachis, et par le volume du cœur. Le côté gauche est préféré pour un abord thoracolombaire ou lombaire, afin d'être à distance de la veine cave, plus fragile que l'aorte.

Dans la région cervicale, on préfère l'abord gauche pour épargner le nerf récurrent.

Niveau

La cervicotomie permet d'atteindre C2 en haut et T1 en bas.

La thoracotomie haute, par la troisième côte, permet d'aborder C7 en haut. Elle peut être combinée à une cervicotomie, et si besoin à une sternotomie haute avec ou sans section de la clavicule, cela permet d'avoir un bon jour sur la charnière cervicothoracique.

La thoracotomie conventionnelle permet d'exposer en haut le disque sous-jacent à la vertèbre de même numéro que la côte, et en bas quatre à cinq niveaux sous-jacents en fonction de la morphologie du thorax et de sa souplesse. La côte par laquelle passe la voie d'abord est celle dont l'arc moyen croise le sommet de la déformation. Le disque T12-L1 est le dernier qui peut être atteint par un abord thoracique sans section diaphragmatique. Une double thoracotomie par la même incision cutanée peut être nécessaire pour atteindre les limites d'une déformation étendue. Une phrénotomie a minima par voie endothoracique permet d'atteindre en bas le disque L1-L2 et la face latérale de L2.

La thoraco-phréno-lombotomie passe par la dixième ou la onzième côte, et permet d'exposer la charnière thoracolombaire et le rachis lombaire jusqu'en L5.

La lumbotomie permet d'aborder le rachis lombaire au-dessous de L2 et d'atteindre le sacrum.

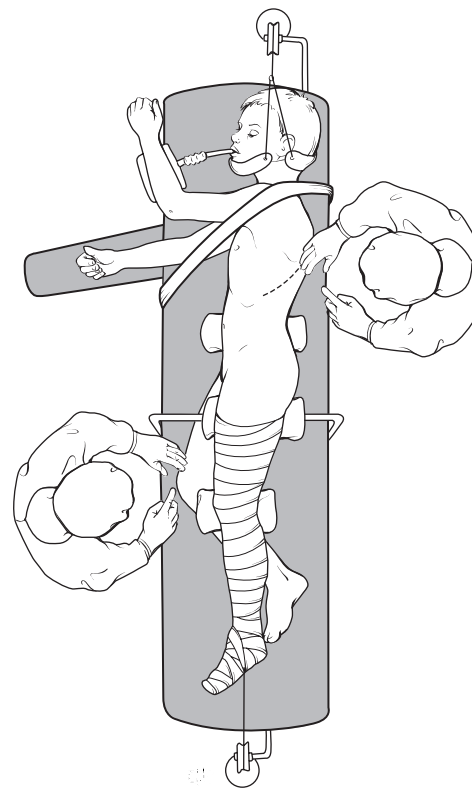
■ Installation opératoire (fig 4)

Le malade est installé en décubitus latéral, éventuellement en légère traction (environ 10 % du poids du corps) à la tête, par une mentonnière ou par un halo crânien de préférence, et sur le membre inférieur haut situé, par des bandes adhésives, le genou du membre reposant sur la table est fléchi de 90°, il sert pour le prélèvement d'un greffon cortical sur le tibia, sous garrot pneumatique préalablement installé.

Le membre supérieur au contact de la table repose en extension sur un appui-bras, un coussin en gel est positionné sous le creux axillaire pour éviter toute compression à ce niveau. L'autre membre est installé coude en flexion, sur un deuxième appui-bras, remonté jusqu'au niveau de l'épaule.

Un appui fessier et un appui pubien maintiennent le tronc en légère inclinaison postérieure. Une bande adhésive passée au niveau de l'épaule et fixée de part et d'autre à la table, ou un appui capitonné à la face postérieure du rachis thoracique supérieur améliorent la stabilité.

Le billot de la table est positionné en regard du sommet de la déformation rachidienne avant d'être monté. La table assistant est placée à la hauteur des cuisses du malade, elle doit être habillée séparément, pour rester mobile et être déplacée pendant la prise d'un greffon tibial.



4 Installation opératoire pour un abord antérieur. Le malade est couché sur le côté sur des billots, sous traction bipolaire, le genou inférieur est replié. Le chirurgien se place dans le dos du patient, son aide et son instrumentiste en face.

L'incision cutanée est dessinée avec un marqueur. On procède au badigeonnage antiseptique qui doit être large, étendu sur la totalité du tronc, de la crête iliaque à l'épaule. On inclut la totalité du membre inférieur à prélever, jusqu'à la hauteur du garrot, avant de l'envelopper dans un jersey stérile. La mise en place des champs stériles délimite un large champ opératoire, incluant en avant l'ombilic et en arrière les apophyses épineuses. Toute la surface cutanée apparente est recouverte d'un film adhésif iodé.

L'opérateur se place dans le dos du malade, son premier aide et son instrumentiste en face de lui, son deuxième aide à son côté.

■ Voie d'abord

Les éléments anatomiques pariétaux traversés par la voie d'abord dépendent de son niveau (fig 5).

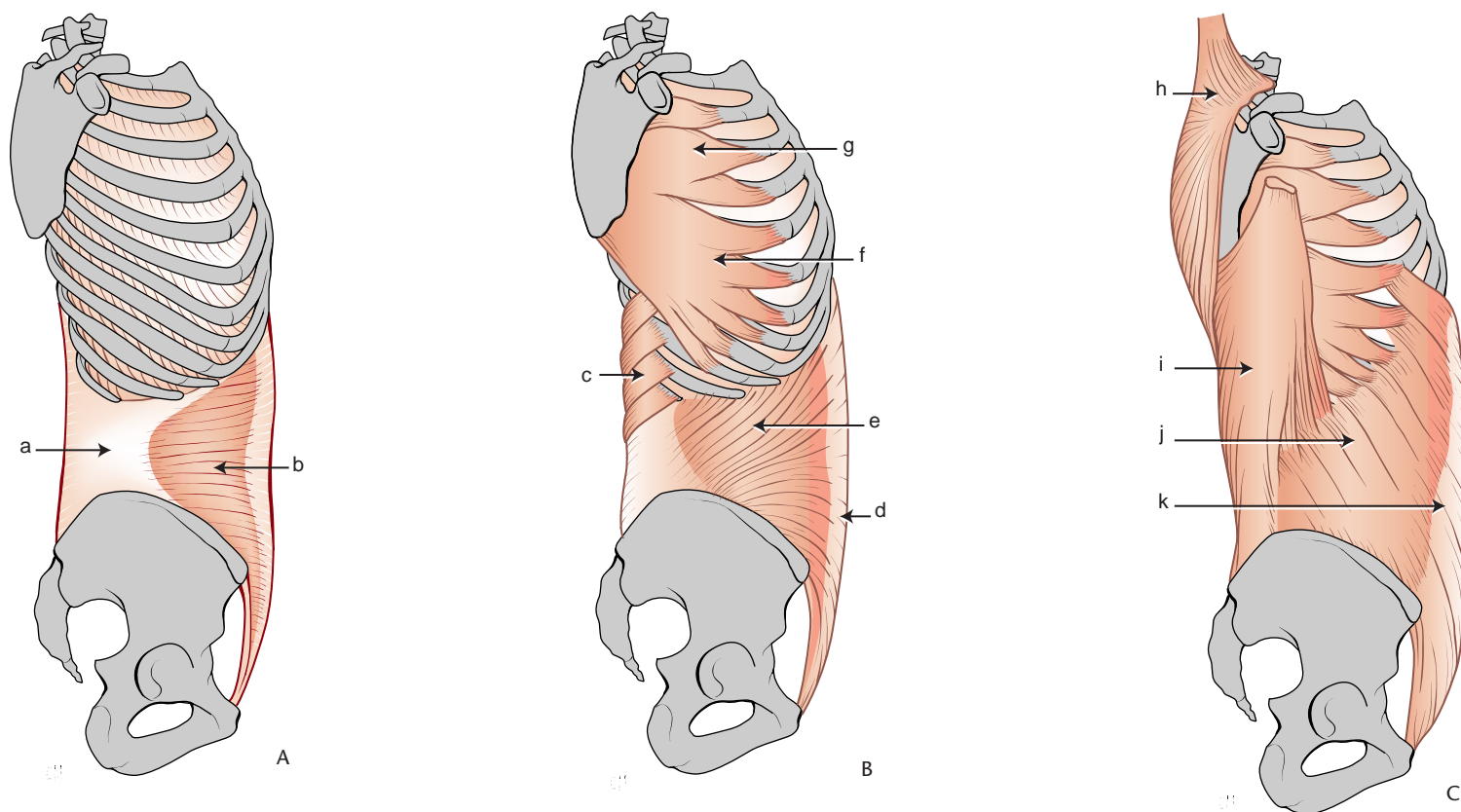
Thoracotomie

L'incision cutanée suit le trajet de la côte choisie. L'incision commence à la jonction tiers moyen/tiers antérieur de la côte, et se prolonge en arrière jusqu'à trois travers de doigts de l'apophyse épineuse.

Au bistouri électrique, on sectionne la graisse sous-cutanée, puis au passage les fibres du grand dorsal, ensuite le grand dentelé jusqu'à atteindre le périoste, qui sera fendu tout le long de la côte. À l'aide d'une rugine de Lambotte, puis d'une rugine de Cobb, la côte est dépériostée de façon circonférentielle, en avant jusqu'à la jonction chondrocostale qui est décollée, ce qui permet de soulever la côte à la main, pour prolonger son dépériostage vers l'arrière jusqu'à son col. Elle est ensuite désarticulée de l'apophyse transverse en allant si possible jusqu'à la tête costale, ou simplement sectionnée au costotome au contact de l'apophyse transverse.

On veille à une hémostase soigneuse sur le périoste costal, surtout dans le coin postérieur paravertébral, où un saignement peut persister dans les muscles spinaux et gêner le déroulement de l'intervention. Il peut être utile d'y tasser le coin d'une compresse.

La plèvre pariétale est incisée en plein milieu du lit costal, d'abord au bistouri à lame lors d'un mouvement d'expiration, puis aux ciseaux à disséquer ou au bistouri électrique, en passant un doigt sous la plèvre. Des champs tétra seront posés sur les deux bords de l'incision, puis un écarteur de Finochietto est installé et ouvert suffisamment, ce qui donne un bon jour sur le rachis (fig 6).



5 Topographie musculaire de la face latérale du thorax et de l'abdomen. a. aponévrose postérieure du transverse ; b. corps charnu du muscle transverse de l'abdomen ; c. muscle petit dentelé postérieur et inférieur ; d. aponévrose du petit oblique ; e. corps charnu du muscle petit oblique ; f. faisceau inférieur du grand dentelé ; g. faisceau moyen du grand dentelé ; h. muscle trapèze ; i. muscle grand dorsal ; j. corps charnu du muscle grand oblique ; k. aponévrose du muscle grand oblique.

A. Plan profond. Les muscles intercostaux externes sont tendus d'une côte à l'autre. Le muscle transverse de l'abdomen (*transversus abdominis*) s'insère à la face profonde du gril costal, en bas sur la crête iliaque et l'arcade crurale, en arrière sur la pointe des apophyses transverses.

B. Plan intermédiaire. Le petit dentelé postérieur et inférieur (*serratus posterior inferior*) est tendu des épineuses aux quatre dernières côtes. Les fibres du petit oblique de l'abdomen (*obliquus internus abdominis*) sont obliques en haut et en avant. Il s'insère en bas sur la crête iliaque et l'arcade crurale, et se termine en haut

sur le bord inférieur des trois dernières côtes et le dixième cartilage costal, l'aponévrose du petit oblique ainsi que le tendon conjoint. Le faisceau inférieur du grand dentelé (*serratus anterior*) s'insère par six digitations sur la face externe de la cinquième à la dixième côte, et se termine sur l'angle inférieur de l'omoplate. Son faisceau moyen s'insère sur les deuxième, troisième et quatrième côtes et se termine sur le bord spinal de l'omoplate.

C. Plan superficiel. Sur la face postérieure, le grand dorsal (*latissimus dorsi*) recouvre en grande partie le grand dentelé. Il s'insère en bas sur l'aponévrose lombaire et les quatre dernières côtes. Le trapèze (*trapezius*) le recouvre à sa partie toute postérieure. Son bord inférieur s'étend de l'épineuse de T10 à l'épine de l'omoplate. Le grand oblique (*obliquus externus abdominis*) s'insère sur la face externe des sept à huit dernières côtes par des digitations imbriquées avec celles du grand dentelé. Ses fibres sont obliques en bas et en avant. Il se termine sur la crête iliaque et l'aponévrose du grand oblique.

L'abord rachidien commence par le décollement de la plèvre pariétale, après incision le long du rachis, sur sa face antérolatérale, un peu en avant des têtes de côtes. Ce décollement est réalisé par des noisettes en coton montées, ou à la pointe des ciseaux à disséquer fermés.

Selon les cas, le rachis est ensuite exposé en sous-ligamentaire ou en extraligamentaire.

• Exposition sous-ligamentaire

Elle a l'avantage d'être plus ostéogénique que l'abord extraligamentaire, mais elle nécessite une hémostase des vaisseaux transverses. Cette dernière est réalisée par ligature, avec un fil résorbable, ou par pose de clips, après léger décollement du paquet à la pointe des ciseaux puis au dissecteur. Ce geste est répété à tous les étages inclus dans la zone de greffe. Le ligament vertébral commun antérieur et le périoste sont incisés longitudinalement au bistouri électrique, sur la face latérale du rachis et sur toute la hauteur de la zone à greffer. Aux deux limites de cette incision, on fait une incision horizontale, puis on relève, à l'aide d'une grosse rugine de Cobb, un lambeau ligamentopériosté qui est décollé jusqu'à la face latérale opposée bien au-delà de la ligne médiane du rachis, et suspendu par quelques fils de traction. En arrière, le dépériostage est prolongé jusqu'au démarrage des apophyses transverses (fig 7).

Le saignement osseux des corps vertébraux au travers de multiples trous vasculaires est contrôlé avec de la cire de Horsley. En regard

des disques intervertébraux, le dépériostage est plus difficile, du fait d'une grande adhérence des disques au périoste. On peut s'aider du bistouri électrique ou à lame.

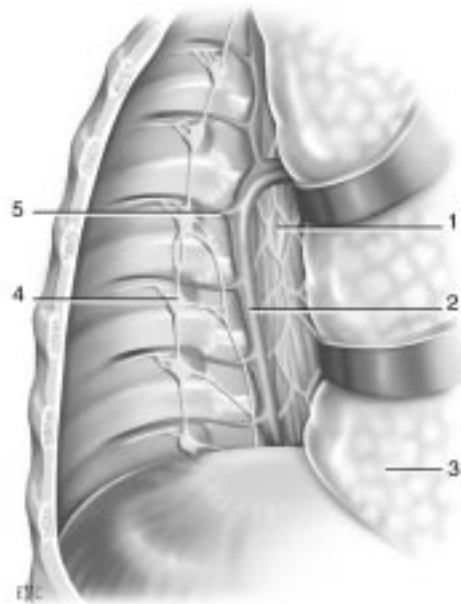
• Exposition extraligamentaire

Elle permet de préserver un certain nombre de vaisseaux transverses. Le feuillet pleural antérieur, doublé du tissu sous-pleural, est progressivement récliné en avant, de la pointe des ciseaux ou à l'aide d'une noisette, au niveau de chaque disque et de la partie adjacente des corps, sur toute la longueur du rachis à fusionner. Les petits vaisseaux nourriciers des corps vertébraux sont coagulés de proche en proche. Il est parfois nécessaire de lier l'un ou l'autre des vaisseaux segmentaires pour faciliter le décollement, qui est poursuivi jusqu'à la face latérale opposée du rachis (fig 8).

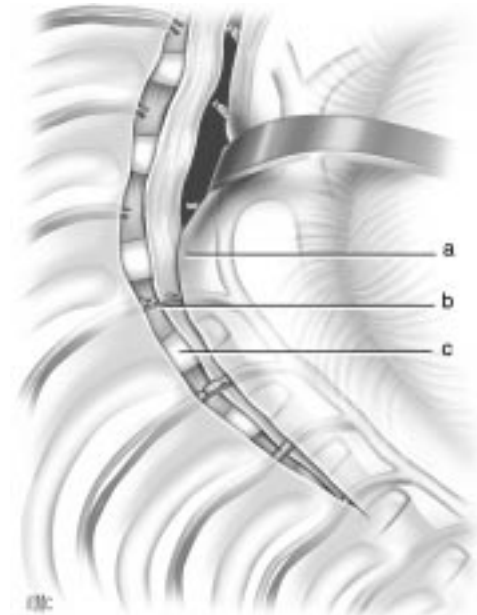
Thoraco-phréno-lombotomie

L'incision est centrée sur la dixième ou la onzième côte. Légèrement curviligne, elle suit le trajet de la côte dans sa partie supérieure, puis s'en écarte en se dirigeant vers la symphyse pubienne, en passant à mi-distance entre ombilic et épine iliaque antérosupérieure. Elle descend plus ou moins bas en fonction de la limite inférieure de la greffe.

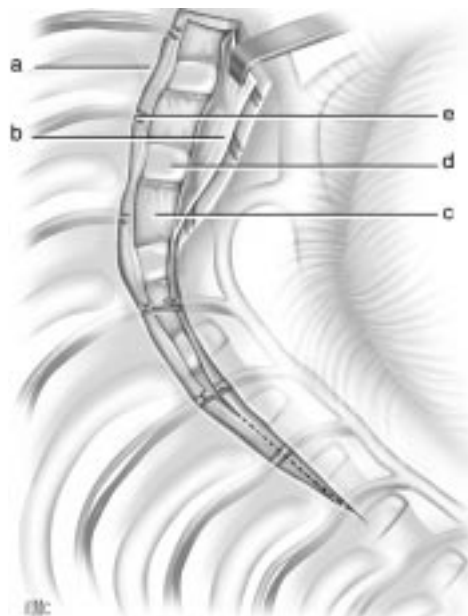
Au bistouri électrique, on sectionne le tissu graisseux sous-cutané, le muscle grand dentelé, puis le périoste. La côte complètement dépériostée, est décollée du cartilage en avant, et désarticulée de l'apophyse transverse ou sectionnée en arrière. Le périoste et la



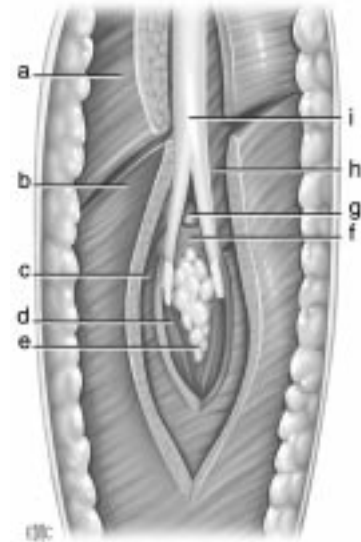
6 Vue du rachis après thoracotomie. Après thoracotomie et écartement des côtes, le poumon est récliné en avant, ce qui expose le rachis thoracique. Les disques sont facilement reconnus sous la plèvre pariétale, ils sont clairs et saillants. Dans les vallées intermédiaires passent les vaisseaux intercostaux. La palpation aide à reconnaître latéralement la saillie des têtes des côtes, et donc à se situer dans le plan antéropostérieur. Les branches du sympathique sont mieux reconnues après ouverture de la plèvre. 1. œsophage ; 2. veine azygos ; 3. poumon ; 4. tronc du sympathique ; 5. vaisseaux intercostaux.



8 Exposition extraligamentaire du rachis. La plèvre pariétale a été incisée sur le flanc droit du rachis. Les vaisseaux segmentaires sont liés ou clipés après isolement, à distance des trous de conjugaison. La colonne est exposée entre le plan pleural auquel les vaisseaux sont adhérents et le ligament commun antérieur, jusqu'à sa face antérolatérale gauche. a. plèvre pariétale ; b. vaisseaux segmentaires ; c. disque intervertébral.



7 Exposition sous-ligamentaire du rachis. La plèvre pariétale a été incisée sur la face latérale des corps vertébraux. Elle est décollée du rachis pour disséquer et ligaturer les vaisseaux segmentaires. Le plan fibreux prévertébral (ligament commun antérieur et périoste) est incisé sur la face latérale du rachis et relevé vers l'avant. Noter les contre-incisions transversales permettant de relever le volet périostique. a. plèvre pariétale ; b. volet ligamentopériosté ; c. corps vertébral exposé en sous-périosté ; d. disque intervertébral ; e. vaisseaux segmentaires ligaturés.



9 Plans anatomiques lors de la section du cartilage costal au cours d'une thoracophréno-lombotomie par la onzième côte. Les muscles grand oblique et grand dorsal ont été incisés pour exposer la face superficielle de la côte et de son cartilage. La côte a été réséquée en sous-périosté, le cartilage costal a été divisé dans le sens de la longueur, ce qui expose la graisse sous-péritonéale. L'écartement des deux parties du cartilage costal permet d'amorcer la division du muscle transverse et du diaphragme. L'incision du périoste costal expose le cul-de-sac pleural et la face superficielle du diaphragme. a. muscle grand dorsal ; b. muscle grand oblique ; c. muscle petit oblique ; d. muscle transverse ; e. graisse rétropéritonéale ; f. diaphragme ; g. cul-de-sac pleural ; h. muscles intercostaux ; i. lit périosté de la côte.

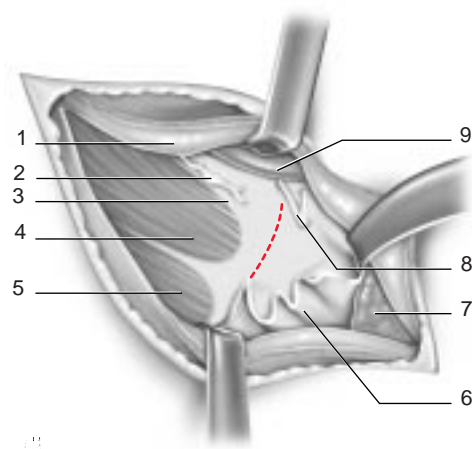
plèvre pariétale sont incisés en plein milieu du lit de la côte, et sur toute sa longueur. Le fragment cartilagineux est tenu entre deux pinces à champs, puis divisé dans sa longueur au bistouri à lame, ce qui expose le plan de décollement rétropéritonéal (fig 9).

Après décollement au doigt ou au tampon monté du péritoine et de la graisse rétropéritonéale, les muscles abdominaux sont incisés plan par plan, au bistouri électrique, en prenant soin de ne pas ouvrir le péritoine. Ce dernier est refoulé en dedans avec les viscères

abdominaux. On passe ensuite en arrière du rein, qui est refoulé en avant avec son uretère reconnu à ses mouvements de reptation.

L'ensemble de ces éléments est recouvert d'une grande compresse humide, et écarté prudemment à la main, ou à l'aide d'une large lame malléable habillée d'une compresse.

Le diaphragme est alors sectionné au bistouri électrique, à 1 cm de son insertion périphérique sur la côte, jusqu'à son pilier, en mettant en place au fur et à mesure des points repères, tous de 3 ou 4 cm sur les deux berges, au fil non résorbable, pour faciliter la réinsertion correcte du diaphragme lors de la fermeture.



10 Division du diaphragme. Le diaphragme est sectionné en périphérie, en laissant assez de tissu pour permettre une suture solide en fin d'intervention. 1. sac péritonéal ; 2. tronc sympathique ; 3. pilier gauche ; 4. muscle psoas ; 5. muscle carré des lombes ; 6. diaphragme ; 7. poumon ; 8. nerf grand splanchnique ; 9. aorte.

L'exposition des corps vertébraux thoraciques est ensuite réalisée comme dans une thoracotomie.

Dans la région lombaire, le rachis est abordé en passant en avant du psoas et en restant au contact de ses fibres musculaires.

L'arcade du psoas est sectionnée et mise sur des fils repères.

Le psoas s'insère par des arcades fibreuses sur les bords inférieur du disque sus-jacent, et supérieur du disque sous-jacent. Sous chacune d'entre elles, en plein milieu du corps vertébral, sont les vaisseaux transversaux qui sont ligaturés comme dans le paragraphe précédent.

Il faut enfin désinsérer le pilier du diaphragme, après avoir repéré son insertion pour le replacer correctement lors de la fermeture (fig 10).

Toute la face antérieure de la colonne est alors exposée. Le décollement du ligament commun antérieur se fait de manière identique à ce qui a été expliqué au paragraphe précédent.

Lombotomie

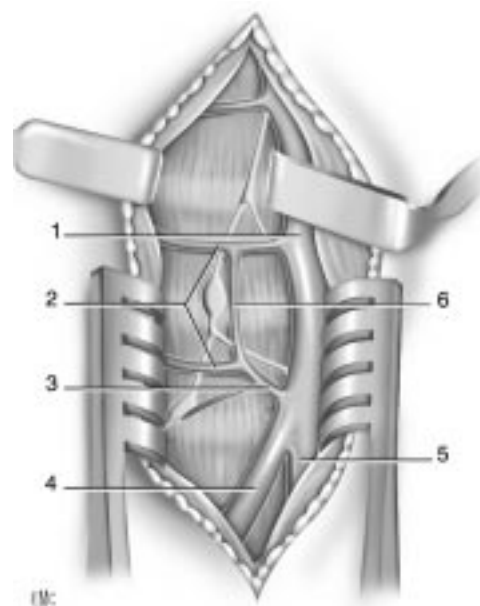
On l'utilise quand la cyphose intéresse uniquement le rachis lombaire. L'incision est là aussi discrètement curviligne, sous l'auvent costal. La graisse sous-cutanée et les muscles abdominaux sont incisés au bistouri électrique, jusqu'au péritoine, que l'on respecte et refoule en dedans, avec les viscères abdominaux, en passant dans l'espace de décollement cellulaire rétropéritonéal, jusqu'à la loge rénale. La technique est alors identique à celle décrite à l'étape abdominal d'une thoraco-phréno-lombotomie.

Lorsque l'abord doit atteindre L4 voire L5, le repérage et la ligature de la veine iliolombaire sont indispensables, et doivent être réalisés avec beaucoup de précaution (fig 11). La ligature doit être effectuée au fil non résorbable, parfois appuyée. Dans certains cas, la veine est unique ; dans d'autres cas, le rameau principal est accompagné de nombreux petits vaisseaux à sa face profonde.

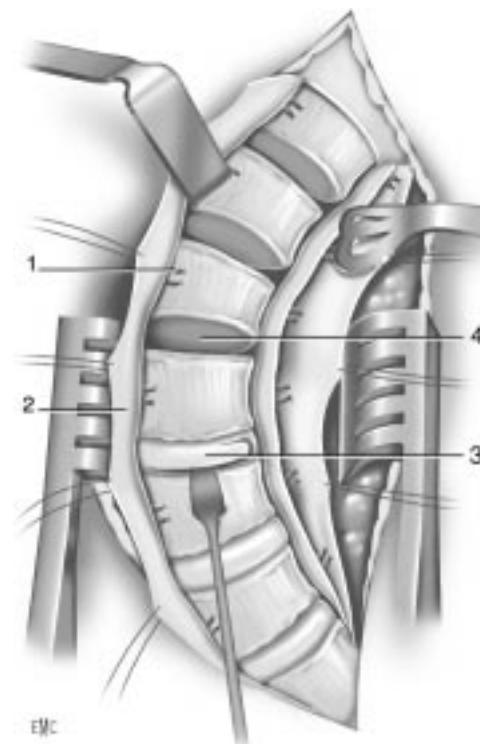
Il est à signaler enfin que l'abord lombaire droit est plus difficile que le gauche, à cause de la disposition anatomique des veines dans cette région.

■ Temps osseux

Le temps rachidien commence par l'excision discale (fig 12), étape par étape en partant du sommet de la cyphose, puis en progressant de part et d'autre. Avec un ostéotome fin, on décolle les plateaux vertébraux cartilagineux, puis au bistouri à petite lame, on fait deux incisions verticales sur la hauteur du disque, l'une en avant, l'autre en arrière, permettant d'emporter en bloc la majeure partie du disque intervertébral avec une grosse pince mangeuse de disque. L'ablation du disque est achevée avec une pince plus fine et une



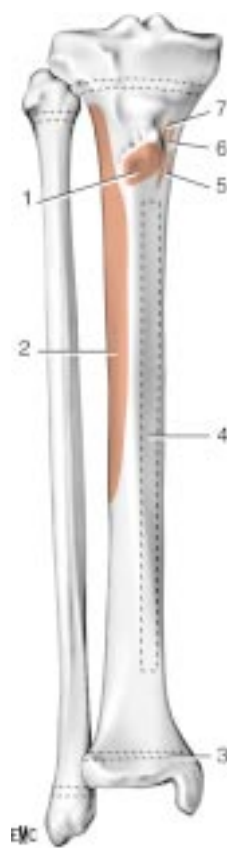
11 Disposition de la veine iliolombaire. La veine iliolombaire naît de la veine iliaque primitive, elle draine le muscle iliaque et se continue par le confluent formé par la veine lombaire ascendante et les veines segmentaires lombaires inférieures. 1. veine cave inférieure ; 2. quatrième et cinquième veines segmentaires lombaires droites ; 3. veine iliolombaire ; 4. veine iliaque externe ; 5. veine iliaque interne ; 6. veine lombaire ascendante.



12 Temps de discectomie. L'exérèse des disques intervertébraux se fait par décollement, entre le cartilage du plateau vertébral et sa corticale, par un ciseau mince, manié avec douceur à la main ou légèrement frappé au marteau. Une section perpendiculaire de part et d'autre au bistouri permet d'enlever le disque en bloc, avec une grosse pince mangeuse de disque ou une pince-gouge à grands mors. 1. vaisseaux segmentaires ligaturés ; 2. volet ligamentopériosté décollé et soulevé ; 3. disque intervertébral à exciser ; 4. espace discal vidé.

curette adaptée, en respectant le ligament intervertébral postérieur en arrière. Une compresse hémostatique (Surgicel®) est tassée dans l'espace, le temps d'exciser les autres disques.

Chez l'adulte, le pincement intervertébral et l'ostéophytose antérieure et latérale rendent l'excision discale plus difficile. Le premier temps consiste à réséquer au bistouri à lame toute la partie



13 Prélèvement d'un greffon tibial. Le greffon tibial est prélevé à la scie oscillante, sur la face antéro-interne de l'os, en respectant bien la crête tibiale antérieure pour ne pas créer de zones de fragilité. Le trajet longe la crête de haut en bas, tout en restant à distance des cartilages de conjugaison et des insertions musculaires. 1. tendon rotulien ; 2. jambier antérieur ; 3. cartilage de croissance métaphysaire inférieur ; 4. tracé du greffon à prélever ; 5. demi-tendineux ; 6. droit interne ; 7. couturier.

antérieure et latérale de l'annulus. La partie centrale du disque est ensuite excisée à l'aide de pinces gouges et de pinces à disques, en veillant à ne pas entamer les plateaux cartilagineux, ce qui entraînerait un saignement gênant à partir de l'os spongieux sous-jacent. La résection discale peut être poussée en arrière avec prudence jusqu'au ligament commun postérieur. En cas de saignement gênant ou de mauvaise visualisation de l'espace intervertébral, il est prudent de garder une partie de l'annulus postérieur. Les plateaux cartilagineux sont enfin réséqués en les décollant des plateaux osseux, comme chez l'enfant, à la rugine de Cobb ou à l'ostéotome. L'utilisation des curettes doit être mesurée, car elles entraînent un saignement important, gênant le contrôle de l'excision discale.

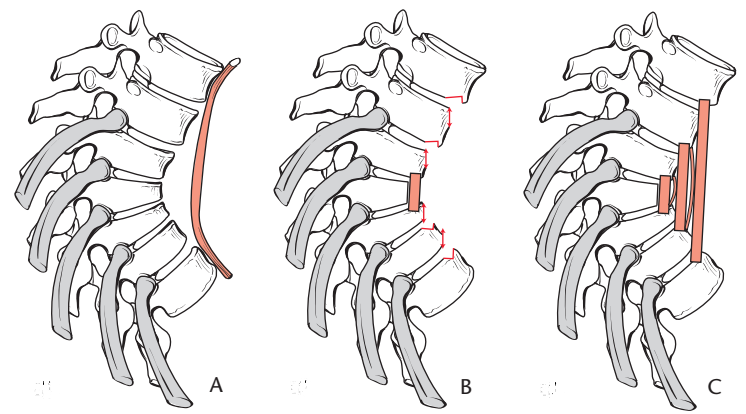
Pour les cyphoses angulaires

On procède dans ce cas à un étayage rachidien par un greffon tibial, prélevé pendant le temps d'excision discale par un deuxième aide [8, 13]. Après vidange du membre inférieur et gonflement du garrot pneumatique, l'incision longitudinale est centrée sur la face antéro-interne du tibia (fig 13). Le périoste est incisé en plein milieu de la face interne du tibia. Celui-ci est ensuite ruginé de la crête tibiale à l'angle postéro-interne, du bord inférieur des tendons de la patte-d'oie à la métaphyse inférieure, en restant à distance du cartilage de croissance chez l'enfant. Une baguette corticale de 15 à 20 mm de large est prélevée à la scie oscillante. Sa longueur dépend de la hauteur de la zone à étayer. Il faut veiller lors du prélèvement, à passer à distance de la crête tibiale antérieure, qu'il faut préserver, pour ne pas compromettre la solidité de l'os.

La fermeture de l'incision tibiale est faite en deux plans, un plan profond prenant le périoste et la sous-peau ensemble, au Vicryl® 2/0, puis un plan cutané. Un pansement légèrement compressif est mis en place avant de lever le garrot.

Le greffon tibial est ensuite recoupé à la demande, après mesure de la distance entre les deux points d'appui vertébraux de chaque greffon par un compas ou par un fil tendu entre deux pinces, en tenant compte de la réductibilité de la déformation.

La mise en place des greffons tibiaux est faite en palissade, en partant de l'arrière vers l'avant. Le premier greffon est le plus



14 Arthrodèse antérieure en étai pour cyphose angulaire.

A. Rachis après exposition sous-ligamentaire. Le ligament commun antérieur est récliné en avant. Les disques intervertébraux sont excisés jusqu'aux plateaux osseux, en arrière jusqu'à proximité des têtes de côtes.

B. Après insertion du greffon apical. Noter les logettes d'appui des greffons tibiaux sur les plateaux vertébraux, et la partie des corps qu'il est nécessaire d'amputer pour permettre le passage des greffons. Les greffons sont insérés d'arrière en avant après correction maximale par traction axiale et pression directe sur le sommet de la cyphose.

C. Après insertion des trois greffons tibiaux. Les espaces discaux sont bourrés de greffons d'origine costale ou iliaque. Les espaces libres entre les greffons tibiaux sont comblés à l'aide de greffons costaux qui mettent l'ensemble en tension et contribuent à la solidité.

profond, celui du sommet de la cyphose, il est encastré entre les deux vertèbres adjacentes à la vertèbre apicale, dans le plateau desquelles on a creusé une logette, dans laquelle vient se caler en force l'extrémité du greffon. Le greffon est impacté au chasse-greffon au cours d'un mouvement de réduction par pression manuelle sur le sommet de la cyphose, réalisée par l'opérateur (fig 14).

Les deux ou trois greffons suivants, de plus en plus grands, seront mis en place de la même manière, après avoir creusé des logettes dans les corps des vertèbres porteuses, et en faisant la même manœuvre de réduction manuelle à chaque fois. Ils sont ainsi calés en force, et ils ont une excellente tenue en fin d'intervention.

Ce faisant, on réalise un véritable montage segmentaire en palissade, de vertèbre à vertèbre, mécaniquement extrêmement stable avec la succession des greffons tibiaux rigides encastrés.

Les Surgicel® sont retirés des espaces discaux et remplacés par les fragments d'os spongieux, issus des corps vertébraux ; la côte prélevée lors de la voie d'abord, est fendue en deux longitudinalement, puis posée entre les greffons tibiaux, en partant de la profondeur, comblant ainsi la totalité du sinus de la cyphose.

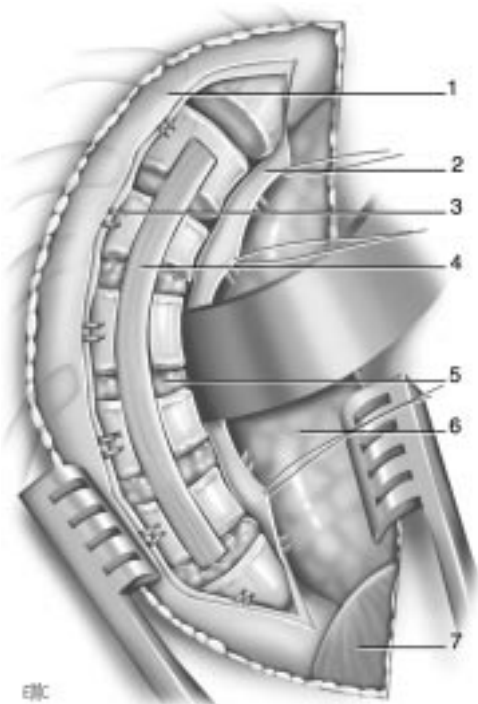
Pour les cyphoses régulières

Chez le sujet jeune, notre préférence va à une greffe en *inlay* avec la côte prélevée lors de la voie d'abord. L'abord du rachis est sous-ligamentaire. Après le temps d'excision discale, nous creusons une tranchée longitudinale sur la face latérale des corps vertébraux, dans laquelle nous encastrons le greffon costal, fendu en deux sur toute sa longueur, et posé dans la tranchée de sorte que sa courbure épouse celle de la cyphose (fig 15). Les greffons d'os spongieux prélevés sur les corps vertébraux pour faire la tranchée, sont posés dans les espaces discaux vidés.

Chez le sujet plus âgé à la colonne très raide, nous favorisons un abord extraligamentaire avec résection à chaque niveau du disque et du ligament commun antérieur, facilitant ainsi la correction. Après excision discale, la greffe antérieure est réalisée, en comblant les espaces discaux par de petits fragments osseux provenant de la côte.

Ostéotomies antérieures

Pour certains cas particuliers de cyphoses irréductibles, fixées par une fusion antérieure, qu'elle soit d'origine malformative, infectieuse, ou secondaire à une chirurgie préalable, une ou



15 Greffon costal en « inlay ». Le greffon costal est fendu en deux dans le sens de la longueur, puis il est posé dans une tranchée creusée dans les corps vertébraux, assurant ainsi une continuité de la greffe. Les fragments corporeaux issus de la tranchée sont tassés dans les espaces discaux vidés. 1. plèvre pariétale ; 2. volet ligamentopériosté ; 3. vaisseaux segmentaires ligaturés ; 4. greffon costal ; 5. espace discal rempli de greffons ; 6. poumon ; 7. diaphragme.

plusieurs ostéotomies vertébrales antérieures sont nécessaires pour rompre les ponts de fusion antérieure, et permettre la réduction de la cyphose.

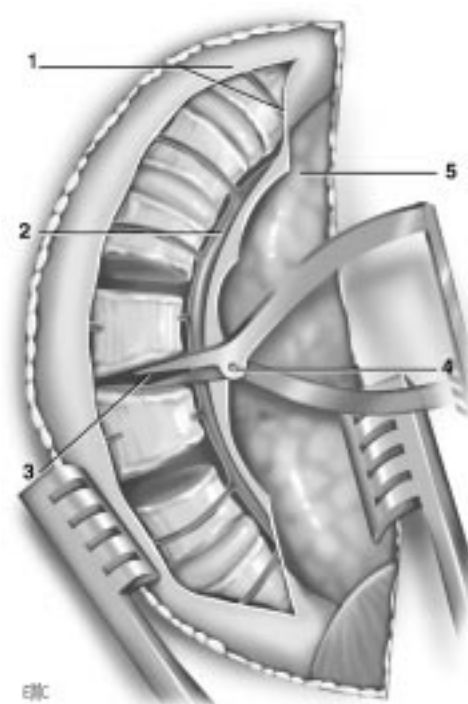
Ces ostéotomies sont réalisées à l'aide d'un ostéotome mince, d'une pince gouge fine et d'une curette, d'avant en arrière entre deux corps vertébraux, jusqu'à créer une certaine mobilité entre eux, confirmée par la manœuvre d'écartement à l'aide d'une pince écartante de Méary (fig 16). On procède ensuite à la mise en place des greffons tibiaux en étai (cf supra).

Décompression antérieure (fig 17)

Elle est réalisée de préférence en équipe avec un neurochirurgien. Le premier temps est de localiser le canal rachidien et le fourreau dural, à l'apex de la déformation, mais surtout aux deux extrémités de la décompression qui permet à la moelle de suivre une courbure harmonieuse. Il faut donc réséquer une à trois têtes et cols de côte à l'apex. Après section au bistouri électrique de la plèvre sur la tête et le col de la côte, celle-ci est ruginée soigneusement en sous-périosté, sectionnée au-delà de l'extrémité de la transverse, puis excisée après division des ligaments corporeocostaux et transversocostaux. Le pédicule osseux est alors repéré et réséqué à la pince de Kérisson, ce qui permet de visualiser la face latérale de la dure-mère. Une tranchée est creusée au travers de la face latérale des corps, jusqu'à la corticale controlatérale et la corticale postérieure. La résection de la corticale postérieure des corps est effectuée d'abord aux deux extrémités de la décompression, à la fraise et à la pince de Kérisson en contrôlant la dure-mère par sa face latérale, puis étendue progressivement vers l'apex, qu'il est souvent possible de libérer en effondrant à la spatule la corticale dans la logette corporeale. Les pertes sanguines, souvent importantes, sont contrôlées par l'utilisation de cire hémostatique dans l'os spongieux, la coagulation bipolaire et le tamponnement « sans bourrer » par compresses hémostatiques pour l'hémorragie épидurale antérieure.

■ Fermeture

Le volet ligamentopériosté est rabattu dans la mesure du possible sur le greffon costal ou les greffons tibiaux en étai, qu'il recouvre en



16 Ostéotomie vertébrale antérieure. L'ostéotomie est réalisée au ciseau frappé, dans l'emplacement théorique du disque soudé. Elle peut être unique ou multiple. L'ouverture est réalisée à l'aide de la pince écartante de Méary, de façon progressive et prudente, jusqu'à obtenir une mobilité dans le foyer. 1. plan ligamentopériosté ; 2. veine azygos ; 3. foyer d'ostéotomie ; 4. pince écartante de Méary ; 5. poumon.

partie, suturé par des points en X à son attache rachidienne avec un gros fil résorbable, ce qui stabilise les greffons en place, en particulier les greffons costaux intermédiaires.

En cas de thoracotomie, la plèvre pariétale est suturée par un surjet, avec un fil fin résorbable. Un gros drain thoracique (n° 30) est mis en place, à travers une contre-incision sur la ligne axillaire moyenne, fixé en profondeur par un point de fil résorbable et à la peau par un point avec un fil non résorbable. On passe autour du drain un fil d'attente, qui sert à fermer l'orifice cutané, lors de l'ablation du drain.

Après le comptage des compresses utilisées, toutes marquées par un fil radio-opaque, le lit de la côte est fermé par un surjet, de même que les plans musculaires de la paroi thoracique, la sous-peau et la peau.

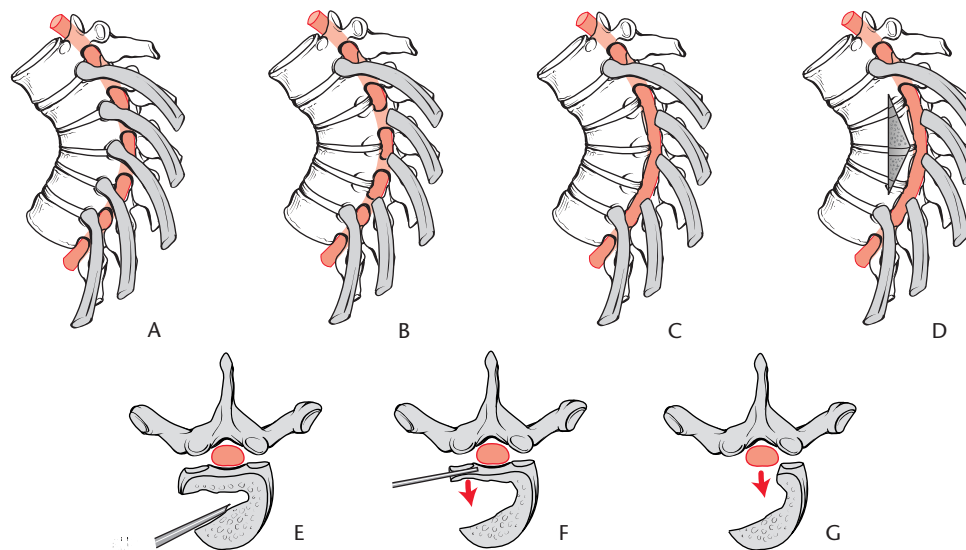
En cas de lombotomie, après la suture du plan ligamentopériosté par des points en X, le psoas est réinséré au niveau de son pilier puis de son aponévrose par quelques points.

Un drain de Redon est mis en place dans la loge rétropéritonéale, avant de fermer les muscles de la paroi abdominale plan par plan, puis les plans sous-cutané et cutané, le compte des compresses marquées ayant déjà été fait.

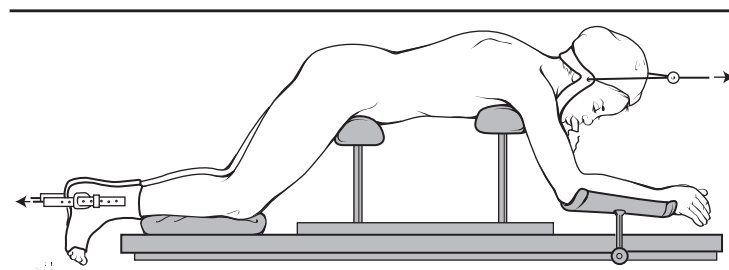
En cas de thoraco-phréno-lombotomie, après suture de la plèvre pariétale en haut et du psoas en bas, le diaphragme est réinséré d'abord au niveau de son pilier, puis sur la côte d'arrière en avant, en suivant les points repères mis en place lors de l'abord, jusqu'à atteindre les deux fragments du cartilage costal, qui sont suturés entre eux. On procède par la suite à la fermeture du thorax, sur un gros drain thoracique, et à celle de l'abdomen, sur un drain de Redon rétropéritonéal, après avoir fait le comptage des compresses marquées.

■ Soins postopératoires

Dans les cas où la chirurgie postérieure est différée, le malade est placé dans un service de réanimation chirurgicale, en traction sur la tête (3 à 4 kg) et sur les membres inférieurs (1,5 à 2 kg sur chaque jambe), pendant 7 à 10 jours, jusqu'au temps postérieur.



- 17** Décompression antérieure sur cyphose angulaire.
 A. Exposition sous-périostée du rachis et dégagement de l'origine des côtes apicales.
 B. Résection du col et de la tête des côtes apicales.
 C. Résection de bas en haut du pédicule des vertèbres apicales, ce qui permet de repérer la dure-mère et donne un repère de profondeur.
 D. Creusement d'une tranchée à l'apex de la cyphose.
 E. Vue en coupe horizontale.
 F. Lorsque seule persiste la corticale postérieure des corps, celle-ci est effondrée à la spatule.
 G. Avancée de la moelle.



18 Installation opératoire pour un abord postérieur. Le patient est couché en décubitus ventral sur un cadre de Hall-Relton, comportant quatre appuis, deux thoraciques supérieurs et deux sous les crêtes iliaques, laissant libre de toute compression la paroi abdominale. Une traction modérée sur la tête et les jambes est bien utile.

Si la cyphose est importante, un coussin en gélatine est placé sous le sommet de la déformation, quand le malade est en décubitus dorsal, pour prévenir les escarres. Pour les grosses cyphoses angulaires, il faut proscrire le décubitus dorsal et ne permettre que le décubitus latéral.

Le thorax doit être examiné cliniquement deux fois par jour, et une radiographie pulmonaire faite quotidiennement. Le drain pleural est souvent assez productif le premier jour. Il est enlevé lorsqu'il est exclu, vers le troisième ou le quatrième jour postopératoire.

Le Redon rétropéritonéal est enlevé vers le troisième jour postopératoire.

CHIRURGIE POSTÉRIEURE

Il peut s'agir d'une chirurgie d'épiphyiodèse sans correction opératoire chez le jeune enfant, d'une intervention de correction-fusion, souvent après un temps antérieur, ou d'ostéotomies vertébrales sur une colonne complètement enraidie en cyphose.

■ Correction fusion postérieure d'une cyphose souple

Installation du malade (fig 18)

Elle se fait en décubitus ventral, sur un cadre de Hall-Relton, ou sur des coussins thoraciques et iliaques pour les petits enfants. La table de chirurgie du rachis de Cotrel permet une installation facile en traction. L'abdomen doit être libre de tout appui, pour prévenir un saignement peropératoire abondant, du fait d'une gêne au retour veineux, par compression sur la veine cave à l'étage abdominal.

Certains opérateurs préfèrent une installation en traction modérée de 20 à 25 % du poids du malade, imprimée à la tête par une mentonnière ou un halo crânien si le malade en est déjà porteur depuis le temps antérieur, et aux jambes par des bottillons en cuir ou des bandes adhésives. D'autres chirurgiens réalisent cette

chirurgie sans traction. L'installation de la tête est alors primordiale. Il faut veiller à l'absence de compression des globes oculaires, et à laisser aux anesthésistes un accès libre à la sonde d'intubation. Le recours à la têtère à pointes de Gardner permet de faciliter cette installation.

Le contrôle peropératoire des potentiels évoqués somesthésiques ou moteurs est souhaitable, dès lors que l'on réalise une correction. Il permet souvent d'éviter le réveil peropératoire. Cependant, ce dernier reste encore obligatoire sur le plan médico-légal. Les électrodes de stimulation aux membres inférieurs, et celles du recueil dans la région cervicale et sur le crâne, sont mises en place avant l'installation des champs opératoires. Une cassette radiographique est positionnée sur la table d'opération, en regard de la région dorsolombaire, pour faire le repérage de niveau en peropératoire.

La table assistant est installée au-dessus des cuisses du malade. Le badigeonnage est large, couvrant la totalité du dos, du cuir chevelu aux fesses en hauteur, et d'une ligne axillaire antérieure à l'autre en largeur.

Les champs stériles sont installés en délimitant un champ opératoire rectangulaire, incluant les deux crêtes iliaques. La peau est recouverte d'un film adhésif iodé. L'opérateur se met à gauche du patient, son premier aide et son instrumentiste en face de lui, son deuxième aide à sa droite.

Exposition de la fosse iliaque externe

Pour des raisons d'hémostase, le premier temps est l'exposition de la fosse iliaque externe en vue du prélèvement des greffons. Lorsque l'abord rachidien est étendu au-delà de L3 vers le bas, la crête iliaque est abordée par un décollement sous-cutané à partir de l'incision médiane, qui est alors prolongée de quelques centimètres vers le bas. Lorsque l'abord rachidien s'arrête au-dessus de L3, on réalise une incision horizontale, 2 ou 3 cm au-dessous du sommet de la crête.

Chez l'enfant, le cartilage conjugal est fendu longitudinalement en son milieu, par un bistouri à petite lame, sur les deux tiers postérieurs de la crête, puis la lèvre externe du cartilage est décollée à la rugine de Cobb.

Chez l'adulte, le surtout fibreux de la crête est décollé au bistouri électrique. Il faut veiller, lors de l'exposition de la fosse iliaque externe, à ne pas léser la branche nerveuse qui perfore l'aponévrose lombaire quelques millimètres au-dessus de la crête puis la croise verticalement en restant à son contact, à l'union de son tiers postérieur et de son tiers moyen.

La fosse iliaque externe est alors exposée en sous-périosté. La rupture du périoste peut entraîner un saignement musculaire gênant. On tasse une ou deux grandes compresses humides dans l'espace de décollement, pour y faire l'hémostase.

Le prélèvement osseux est fait secondairement. La corticale superficielle est prélevée en plusieurs baguettes au ciseau à os. L'os spongieux sous-jacent est ensuite prélevé à la gouge de Stagnara jusqu'à la corticale profonde qui est scrupuleusement préservée, ce qui permet d'éviter de léser l'articulation sacro-iliaque. L'existence de gros trous nourriciers osseux peut nécessiter le recours à la cire de Horsley pour assurer l'hémostase. La fermeture est assurée par réinsertion de la crête cartilagineuse ou du surtout fibreux sur la crête osseuse, habituellement sans drainage.

Abord rachidien postérieur

L'incision est sur la ligne médiane, centrée sur le sommet de la cyphose. Le tissu sous-cutané est divisé au bistouri électrique. Chez l'enfant, le cartilage de croissance des apophyses épineuses est fendu longitudinalement, au bistouri à lame, avec le ligament interépineux. La crête cartilagineuse est décollée à la rugine de Cobb du sommet de l'épineuse, ce qui amorce le décollement sous-périosté. Chez l'adulte, le ligament surépineux est divisé sur la ligne médiane, et désinséré de l'épineuse au bistouri électrique.

Rappelons qu'en raison du risque d'instabilité dans certaines cyphoses par rachis luxé congénital chez le petit enfant, on doit conserver scrupuleusement le ligament interépineux et les petits massifs cartilagineux du sommet des épineuses. Les lames, les articulaires et les transverses ne sont abordés que de part et d'autre de la ligne médiane laissée intacte.

Les arcs postérieurs sont alors exposés en sous-périosté à la rugine de Cobb. Il est pratique de procéder en deux temps : d'abord dégagement de la face postérieure des épineuses et des lames, sur toute la hauteur de la zone à greffer. On tasse des compresses roulées dans les gouttières paravertébrales pour faire l'hémostase, le temps de faire la radiographie de repérage de face, après avoir marqué par des agrafes métalliques une ou deux apophyses épineuses dans la région dorsolombaire. Si la cyphose est majeure, il peut être difficile d'interpréter la radiographie de face, du fait d'une importante superposition des épineuses. On peut s'aider dans ce cas d'une radiographie de profil.

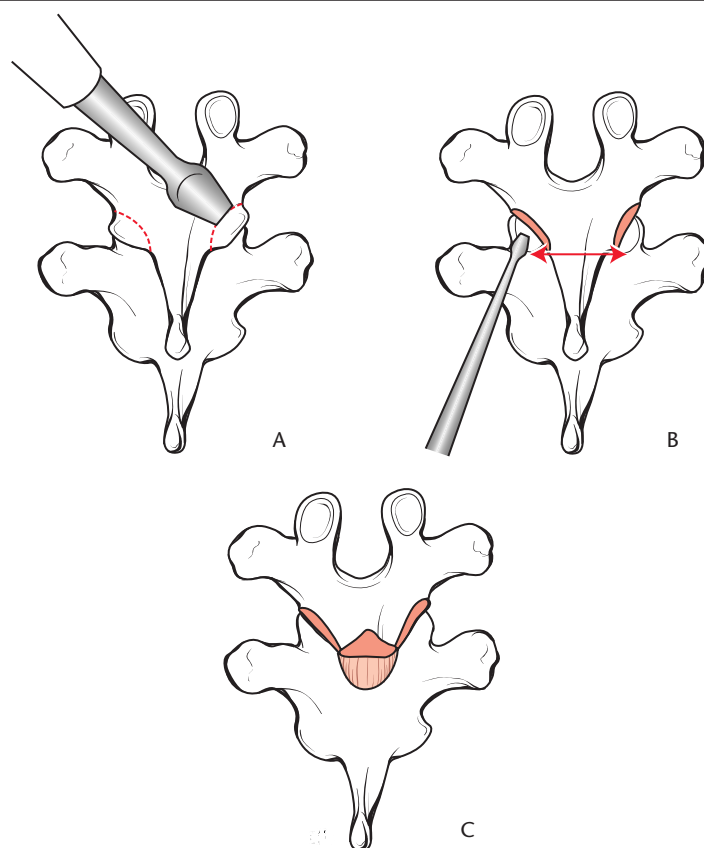
On place alors les écarteurs autostatiques de Beckmann, et on étend le dégagement sous-périosté à la face postérieure des transverses, jusqu'à leurs pointes. À l'étage thoracique, il faut à chaque niveau faire soigneusement l'hémostase du paquet vasculaire postérieur, au bord supérieur de la racine de chaque transverse.

Geste osseux

Il fait généralement suite à un temps antérieur et comprend une libération postérieure, une correction et une fixation instrumentale, un avivement et un apport osseux. Après le dégagement sous-périosté des arcs postérieurs, et le repérage radiologique de niveau, les temps de libération et de correction sont intriqués. La libération osseuse est réalisée entre la mise en place des crochets et des vis et les manœuvres de correction. Elle comporte la résection de la pointe des apophyses épineuses et une excision large des articulaires (fig 19). Les apophyses articulaires inférieures sont réséquées au ciseau gouge de Capener, jusqu'à exposer le cartilage de l'articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente, plus profonde. Le cartilage est excisé avec prudence à la gouge ou à la curette, jusqu'à l'os sous-chondral. Cet avivement doit évidemment respecter les points d'ancrage des crochets.

En cas de fusion osseuse complète, des ostéotomies peuvent être nécessaires.

L'instrumentation doit être segmentaire, respectant un schéma établi en préopératoire sur les radiographies, précisant les points d'ancrage et le sens d'action des implants (fig 20). Elle comporte une tige dans chaque gouttière et des fixations vertébrales par vis et crochets à fermeture postérieure ; elle réalise un cadre par l'union des deux tiges à l'aide de deux dispositifs transverses au minimum ; elle se termine par une pince bilatérale à chaque extrémité. Les implants doivent être choisis et placés de façon à pouvoir exercer des forces de compression postérieure de part et d'autre du sommet de la cyphose. La correction est assurée par une manœuvre de levier lors de la mise en place des tiges, complétée par la compression.



19 Temps de libération postérieure.

- A. Après exposition complète des arcs postérieurs, jusqu'à la pointe des apophyses transverses, on réalise une excision minutieuse subtotale et bilatérale des apophyses articulaires inférieures, au ciseau gouge de Capener. Ce geste doit être prudent car les articulaires supérieures sous-jacentes sont souvent minces et fragiles.
- B. Le cartilage articulaire des apophyses supérieures des vertèbres sous-jacentes ainsi mis à nu, est soigneusement gratté avec le ciseau gouge, une curette ou à la fraise, ensuite on procède à la résection des apophyses épineuses, à la pince de Liston ou à la pince gouge, jusqu'à exposer le ligament jaune.
- C. La libération achevée, elle permettra de raccourcir la colonne postérieure du rachis.

Il faut éviter de placer des implants sur les trois ou quatre vertèbres apicales. Ils risqueraient de saillir sous la peau, ou d'être poussés vers le canal rachidien lors des manœuvres de correction.

Sur le versant supérieur de la cyphose, on place de chaque côté une série de deux ou trois pinces pédiculotransversaires (associant un crochet pédiculaire à un crochet supratransversaire) à un étage d'intervalle.

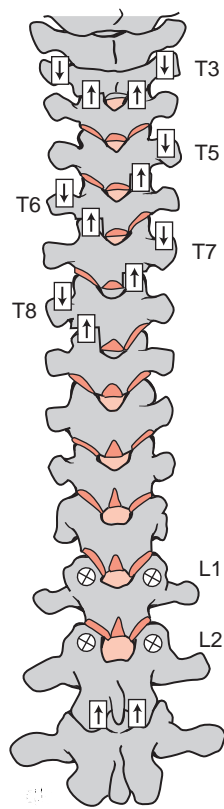
Sur le versant inférieur de la cyphose, on a le choix entre une instrumentation par vis ou par crochets :

– l'instrumentation par crochets, particulièrement indiquée chez l'enfant, comporte une pince lamolamaire (associant un crochet infralamaire et un crochet supralamaire) bilatérale sur la vertèbre distale ou sur deux vertèbres adjacentes, surmontée d'un crochet sous-lamaire de chaque côté, à un étage d'intervalle. Lorsque l'on implante deux crochets au bord supérieur de la même lame, il faut veiller à ce que leurs lames ne se chevauchent pas dans le canal, et utiliser si besoin des crochets à lame étroite ;

– l'instrumentation par vis et crochets comporte une vis pédiculaire bilatérale dans chaque vertèbre lombaire, associée à un crochet sous-lamaire bilatéral sur la vertèbre distale, pour éviter une expulsion postérieure des vis, soumises à un important bras de levier.

Les deux tiges sont mesurées et cintrées selon le profil rachidien final désiré, en cyphose thoracique et lordose lombaire.

Le premier temps de la correction est obtenu par la mise en place des deux tiges précintrées, qui sont d'abord introduites et fixées dans les crochets placés au-dessus du sommet. Leur introduction



20 Schéma des implants pour une arthrodèse postérieure d'une cyphose souple. L'instrumentation d'une cyphose régulière est basée sur le principe des pincettes pédiculo-transversaires, bilatérales et multiples à l'étage thoracique, lamolamaire ou pédiculolamaire à l'étage lombaire. Les prises sont assurées par des crochets au rachis thoracique, et par des vis ou des crochets à l'étage lombaire. Remarquer l'absence d'implants au sommet de la cyphose.

simultanée dans les crochets inférieurs achève la correction par appui sur le sommet de la cyphose. Elle peut être facilitée par l'utilisation des introducteurs de tiges.

Cette manœuvre de correction est très puissante et doit être réalisée avec prudence :

- le cintrage des tiges doit être bien dosé, il peut être augmenté in situ à l'aide des leviers de cintrage, pour diminuer les efforts lors de l'introduction des tiges dans les crochets inférieurs ;
- les prises supérieures doivent être protégées par des pincettes porte-crochets solidement tenues par l'aide ;
- dans les montages avec vis lombaires, l'utilisation des introducteurs expose à leur arrachement. Ils sont surtout utilisés comme guides à l'introduction des tiges. Les forces correctrices sont surtout exercées par les pincettes porte-tiges. Celles-ci ne doivent pas être relâchées avant le verrouillage du montage par les crochets infralaminaires distaux.

Le deuxième temps de la correction est assuré par la mise en compression du montage postérieur, en agissant sur les implants sous-jacents au sommet de la cyphose. Il faut rester prudent lors de la mise en charge des vis, et arrêter la manœuvre dès que la vertèbre ne se mobilise plus.

Si on pense ne pas avoir obtenu toute la correction possible et que les points d'appui osseux restent suffisamment solides, on peut diminuer in situ le cintrage des tiges, à l'aide des leviers, tout en protégeant les points d'appui par des pincettes porte-implants. Le montage doit être remis en compression à la fin de cette manœuvre, pour assurer l'ancrage des implants. Ce temps comporte un risque important d'arrachage des implants, et doit être réalisé avec une extrême prudence.

Le montage est achevé par la mise en place de deux barres d'union transversale, réalisée après l'avivement et la mise en place des greffons.

On se porte alors sur la crête iliaque droite, pour y prélever des greffons corticospongieux. Puis on revient sur le rachis pour décortiquer l'ensemble des arcs postérieurs jusqu'aux pointes des transverses, en veillant à ne pas fragiliser les vertèbres porteuses d'implants (fig 21).



21 Temps d'avivement des arcs postérieurs. L'avivement doit intéresser la totalité des arcs postérieurs. Il peut être réalisé à la fraise de dentiste ou au ciseau-gouge de Capener, et consiste à enlever la corticale de l'arc postérieur, pour exposer l'os spongieux sous-jacent. 1. Copeau cortical retourné ; 2. ciseau-gouge de Capener.

Après avoir achevé l'avivement des arcs postérieurs en os sous-chondral, on dépose les greffons iliaques et le produit de la résection des articulaires et des épineuses dans les gouttières paravertébrales, de part et d'autre des tiges, avant la mise en place des barres transversales.

Fermeture

Elle se fait par des points larges avec un gros fil résorbable prenant à la fois le muscle et l'aponévrose, assez rapprochés pour être suffisamment étanches. Le plan sous-cutané est fermé par un surjet au fil fin, et le plan cutané est fermé par un surjet intradermique avec un gros fil monobrin en Nylon®. La fermeture de la crête iliaque commence par la réinsertion du cartilage et des muscles fessiers avec un gros fil résorbable, puis les plans sous-cutanés et cutanés sont fermés par des surjets avec les mêmes fils que ceux du dos. Nous ne drainons habituellement pas les incisions du dos et de la crête, quand elles sont séparées. Lorsque la crête iliaque a été prélevée par un décollement, il est drainé. Un pansement compressif est ensuite réalisé sur toute la hauteur du dos.

Soins postopératoires

Lorsqu'une cyphose importante persiste, il faut prévenir la survenue d'une escarre au sommet de la cyphose en plaçant un coussin antiescarres en gélatine lorsque le patient est en décubitus dorsal, et en favorisant le décubitus latéral alterné tantôt droit tantôt gauche. L'opéré est levé dès que son état général le permet, entre le 3^e et le 8^e jour.

En cas de cyphose préopératoire importante, de fragilité osseuse, ou de doute sur la solidité du montage, une immobilisation postopératoire par plâtre ou corset, pour une période de 3 à 6 mois protège la correction.

Des contrôles radiographiques sont réalisés au premier lever, puis aux 1^{er}, 3^e, 6^e et 12^e mois postopératoires.

■ Cas particuliers

Épiphyiodèse postérieure chez le jeune enfant

C'est un geste ciblé intéressant un petit nombre de vertèbres, dont le but est de les faire fusionner en arrière, pour arrêter leur croissance postérieure alors que le potentiel de croissance antérieure, laissé intact, conduit avec le temps à une correction progressive de la déformation cyphotique. Les niveaux à fusionner sont déterminés en fonction de la localisation et de l'étendue de la malformation. On dépasse généralement d'un ou deux niveaux, en haut et en bas, la zone malformée, pour que le redressement puisse se faire aux dépens des étages sains, de part et d'autre de cette zone [14].

Après la radiographie de repérage et le dégagement sous-périosté des arcs postérieurs à la rugine de Cobb, on se porte sur la crête iliaque droite, pour y prélever quelques copeaux d'os corticospongieux, au ciseau-gouge de Stagnara, en petit nombre généralement, étant donné la faible étendue de la greffe. On revient sur le rachis pour réaliser un avivement bilatéral, avec un ciseau-gouge de Capener ou de Stagnara, des apophyses articulaires, des lames et des apophyses transverses, sans atteindre leur extrémité, sur toute la hauteur de la zone à fusionner. On place les greffons osseux iliaques, de part et d'autre des épineuses. On marque ensuite par un clip vasculaire en titane, les deux apophyses épineuses des vertèbres limites de l'épiphyiodèse, pour faciliter le suivi radiologique de l'évolution de la correction.

Un corset plâtré est réalisé au 8^e jour postopératoire pour une durée de 4 mois, au bout desquels l'enfant est repris par voie postérieure, pour une révision de sa greffe que nous réalisons de façon systématique. Ce geste consiste à reprendre l'abord postérieur pour vérifier la qualité de la fusion et la renforcer par un nouvel apport d'os spongieux, prélevé sur la même crête iliaque droite. Ensuite, un nouveau corset plâtré est confectionné au 8^e jour pour 2 mois supplémentaires, après lesquels il est relayé par un corset orthopédique anticyphose.

Traitement chirurgical du rachis luxé congénital

Le rachis luxé congénital est une entité anatomique particulière, qui doit être recherchée et diagnostiquée dès la naissance devant toute attitude en cyphose anormalement prononcée chez un nouveau-né, car elle constitue une urgence thérapeutique tant le rachis peut être immédiatement ou potentiellement instable, avec un important risque de complications neurologiques à l'occasion d'un traumatisme mineur.

Le diagnostic est fait sur la radiographie standard qui montre une rupture de l'alignement du mur vertébral postérieur au sommet de la cyphose, avec hypoplasie corporéale et discale dans la zone de cassure vertébrale, dont le caractère instable peut être mis en évidence sur des radiographies dynamiques en flexion et extension modérées.

Le traitement comporte dans l'immédiat une immobilisation dans un corset plâtré en position réduite, suivie après quelques mois d'une greffe postérolatérale débordant d'un ou deux niveaux de part et d'autre du sommet de la cyphose, en prenant soin de laisser intacts le ligament interépineux ainsi que les apophyses articulaires. Cette greffe est réalisée dans le plâtre fenêtré. Ce dernier est conservé 4 à 6 mois, pendant lesquels une révision de la greffe peut être réalisée. Une greffe antérieure complémentaire est indiquée en cas de persistance d'un vide rachidien antérieur après la réduction.

Traitement des cyphoses paralytiques du spina bifida

Les cyphoses du spina bifida sont généralement à grand rayon, associées à des scolioses paralytiques de même étiologie, et nécessitent une correction en même temps que ces dernières. Cette

correction se fait par une arthrodèse postérieure avec une instrumentation étendue, de la première ou la deuxième vertèbre thoracique jusqu'au bassin, en faisant attention lors du dégagement de ne pas ouvrir le sac dural, recouvert uniquement d'un tissu fibreux dans la zone malformée, en passant largement sur les côtés pour bien dégager les apophyses transverses, sur lesquelles on vient appuyer la greffe à ce niveau.

Les implants rachidiens, au niveau de la zone malformative, sont toujours des vis pédiculaires à ouverture postérieure. En effet, l'absence d'arcs postérieurs à ce niveau rend impossible l'utilisation de crochets lamaires.

On rencontre par ailleurs souvent des difficultés de fermeture cutanée, sur une peau cicatricielle d'interventions neurochirurgicales réalisées à la naissance.

Il est à signaler la plus grande fréquence de complications postopératoires chez cette population de patients, à type d'infection sur matériel d'ostéosynthèse ou de pseudarthrose vertébrale, justifiant ainsi un recours plus fréquent aux arthrodèses antérieures associées.

Traitement des cyphoses congénitales du spina bifida

La déformation rachidienne dans les cyphoses congénitales est souvent sévère, à court rayon, de topographie thoracolombaire ou lombaire, en « épingle à cheveux » ou en « oméga », menaçant la peau souvent ulcérée au sommet de la cyphose. Elle est toujours surmontée d'une lordose thoracique compensatrice. Son traitement nécessite une exérèse vertébrale complète sur deux à trois niveaux, selon un schéma préétabli sur un calque de la radiographie en préopératoire (fig 22), pour permettre une correction satisfaisante, maintenue par une instrumentation postérieure étendue du rachis thoracique haut, toujours lordotique, jusqu'au bassin.

L'intervention est réalisée par un abord postérieur, mais le rachis est dégagé de façon circonférentielle dans la zone cyphotique, les racines lombaires non fonctionnelles sont sectionnées, le sac dural plus ou moins atrophique peut être soulevé sur un lacs ou simplement ligaturé. Il doit bien sûr être respecté s'il existe des automatismes médullaires, notamment vésicaux.

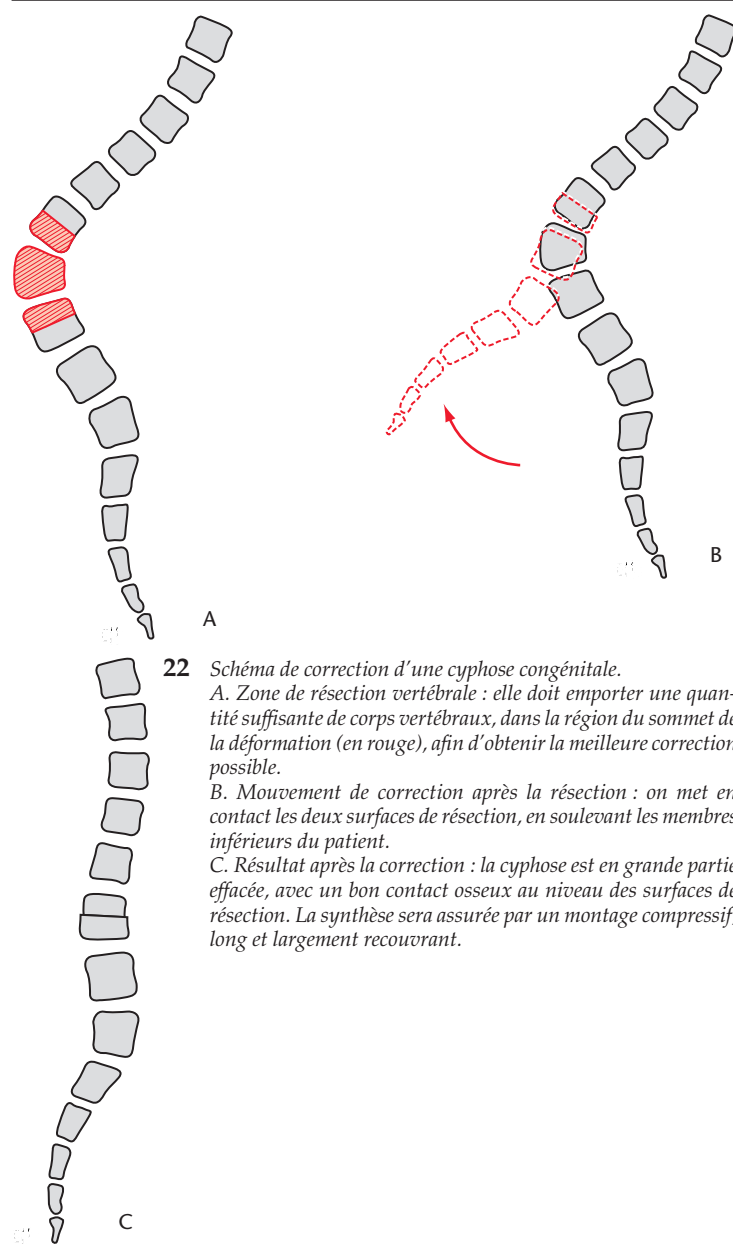
Il s'agit d'une intervention hémorragique, qui doit être menée avec beaucoup de minutie, en commençant par une bonne installation du patient sur la table opératoire, les deux membres inférieurs enveloppés dans un jersey stérile et inclus dans le champ, pour pouvoir les soulever lors des manœuvres de correction et de fixation du rachis.

Traitement des cyphoses paralytiques et neuromusculaires

Nous utilisons une instrumentation segmentaire par tiges, crochets et vis à ouverture postérieure. Dans les cas où le montage doit être étendu jusqu'au bassin, la fixation pelvienne est au mieux effectuée par une vis iliosacrée bilatérale entrée par la face externe de l'aile iliaque, traversant l'angle iliolombaire, puis intrasacrée jusqu'au corps de S1, solidarisée à la tige par un connecteur spécial placé dans l'angle iliolombaire [15].

Il s'agit de vis perforées de 7 mm de diamètre dont la mise en place répond à une technique précise. Elle nécessite une exposition précise de la charnière lombosacrée : apophyse transverse de L5, articulaire lombosacrée, premier trou sacré, face postérieure et angle postérosupérieur de l'aileron sacré. Le tiers postérieur de la crête iliaque est également exposé en sous-périosté, par l'intermédiaire d'un décollement sous-cutané.

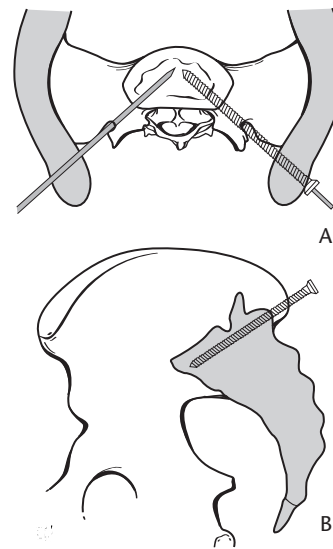
Il faut commencer par se représenter le trajet de la vis dans l'espace. Elle doit pénétrer dans le sacrum juste au-dessous et en dehors du pied de l'articulaire sacrée et se terminer au mieux à mi-hauteur du corps de S1, au niveau de son tiers antérieur. L'essentiel est que la pointe de la vis soit au-dessous du plateau sacré, au-delà de la ligne médiane. Son orientation dépend de la morphologie de la région : elle doit avoir une obliquité suffisante vers l'avant pour éviter le



22 Schéma de correction d'une cyphose congénitale.
 A. Zone de résection vertébrale : elle doit emporter une quantité suffisante de corps vertébraux, dans la région du sommet de la déformation (en rouge), afin d'obtenir la meilleure correction possible.
 B. Mouvement de correction après la résection : on met en contact les deux surfaces de résection, en soulevant les membres inférieurs du patient.
 C. Résultat après la correction : la cyphose est en grande partie effacée, avec un bon contact osseux au niveau des surfaces de résection. La synthèse sera assurée par un montage compressif, long et largement recouvrant.

canal médullaire, et vers le bas pour se terminer au centre de S1 et non dans le disque L5-S1. Le trajet de la vis est réalisé avec une pointe carrée graduée. Il est parfois préférable de l'introduire à travers une petite contre-incision pour éviter une tension trop importante sur les parties molles. Son point d'entrée est un peu en avant de l'épine iliaque postérosupérieure, 5 à 10 mm au-dessous de la crête iliaque. On traverse la crête iliaque, puis on perfore la corticale postérieure du sacrum juste en avant du pied de l'articulaire sacrée. Cette pointe carrée est introduite sur 50 à 60 mm depuis la corticale iliaque externe. Une loquette destinée à recevoir le connecteur est creusée autour de la pointe carrée, dans la masse latérale du sacrum. La pointe carrée est remplacée par une broche, sur laquelle est enfilé le connecteur. La broche est enfoncée au marteau jusqu'au contact de la corticale antérolatérale opposée du corps de S1, généralement perçu au changement de tonalité des coups de marteau sur la broche. La longueur de la vis est alors déterminée avec précision. En cas de doute, on peut s'aider d'une radiographie de contrôle ou de l'amplificateur de brillance. Le trajet de la vis est préparé par une tarière perforée passée autour de la broche. La vis est mise en place à l'aide d'un tournevis perforé, guidée par la broche (fig 23).

Ce type de fixation pelvienne est celui que nous préférons, du fait de ses très grandes solidité et efficacité dans la correction des



23 Mise en place de la vis iliosacrée.
 A. Vue supérieure. La vis est introduite au tiers postérieur de la crête iliaque, en arrière de l'articulation sacro-iliaque, sur une broche guide orientée en avant du canal vertébral, se dirigeant dans le corps de S1.
 B. Vue latérale. Dans le plan sagittal, la vis doit être orientée suffisamment vers le bas, pour ne pas finir sa course dans le disque L5-S1.

obliquités pelviennes, mais il est possible d'utiliser d'autres techniques, telles que les vis sacrées sagittales, introduites dans les pédicules de S1 ou S2, ou la fixation par tiges implantées soit latéralement dans l'épaisseur des ailes iliaques, selon la technique de Galveston, soit verticalement dans le corps du sacrum, selon la technique de Jackson, laissant libres les articulations sacro-iliaques.

Libérations et ostéotomies postérieures sur colonne raide et non opérée chez l'adulte

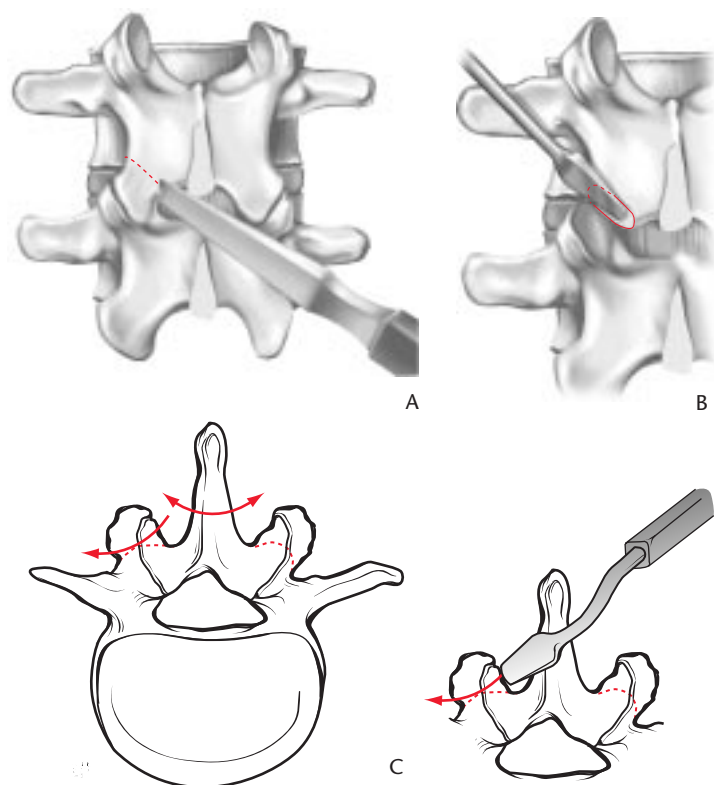
Les libérations élargies et les ostéotomies vertébrales comportent un risque neurologique important, nécessitant une grande prudence opératoire et un contrôle neurologique peropératoire strict par enregistrement des potentiels évoqués et, si nécessaire, test du réveil. Si le canal rachidien a été ouvert, il est préférable de mettre en place un drainage non aspiratif pour éviter la constitution d'un hématome extradural compressif. En cas de brèche dure-mérienne, le drainage sera assez rapidement arrêté, pour ne pas entretenir l'écoulement du liquide céphalorachidien et créer une fistule sur le trajet du drain, difficile à faire tarir. La surveillance neurologique rigoureuse doit être poursuivie dans les premiers jours postopératoires.

• Étage lombaire

Lorsque les structures postérieures sont reconnaissables et qu'il persiste une petite mobilité, la résection des articulaires est faite à l'aide d'un ostéotome. L'ostéotome attaque le bord inférieur de l'arc postérieur à la jonction lame/articulaire inférieure. Il vise l'isthme avec une obliquité ascendante d'une quarantaine de degrés. Une fois le massif articulaire inférieur libéré de son arc postérieur, on l'enlève en le saisissant à l'aide d'une pince gouge. On achève la résection articulaire en réséquant au ciseau gouge de Guillaume et à la pince de Kérisson la partie profonde de ce qui reste de l'articulaire inférieure, jusqu'à voir le bord latéral de l'articulaire supérieure, et même la capsule articulaire lorsqu'elle reste bien individualisée. Il faut s'attacher à poursuivre la libération au pôle supérieur de l'articulaire supérieure jusqu'au bord latéral de l'isthme. On s'aide d'une pince distractante de Méary placée entre les arcs postérieurs pour améliorer la visualisation de l'espace interarticulaire (fig 24).

Si les massifs articulaires sont très volumineux et irréguliers, il est parfois possible de reconnaître l'interligne articulaire pincé et plus ou moins fusionné, et de retrouver une petite mobilité, après avoir réséqué les capsules articulaires au bistouri électrique ou décapité les gros massifs articulaires à la gouge de Capener, dans un plan parallèle à celui des lames. On est ramené au cas précédent : l'articulaire inférieure est réséquée en bloc au ciseau de Capener.

Lorsqu'il existe une fusion complète des arcs postérieurs, il peut être nécessaire de réaliser une ou plusieurs ostéotomies.



24 Technique de libération postérieure du rachis lombaire. Le premier temps est la résection des épineuses et des ligaments interépineux.

A. Résection au ciseau frappé des articulaires inférieures.

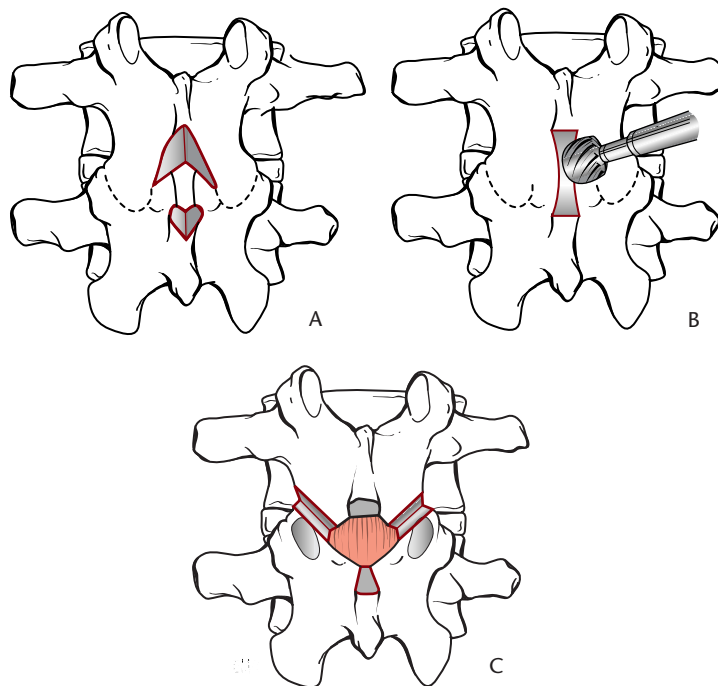
B. Après résection de l'articulaire inférieure. Il faut veiller à une parfaite libération à la jonction isthme-articulaire inférieure. La partie profonde de la tranche de section peut être réséquée à la pince de Kérisson ou au ciseau gouge de Guillaume, jusqu'à exposer la capsule articulaire antérieure.

C. En cas d'arthrose postérieure exubérante, il peut être difficile de découvrir l'interligne articulaire, plus ou moins enraidé. On commence par décapiter au ciseau gouge de Capener la saillie postérieure des massifs articulaires, suivant la ligne qui prolonge l'arrondi de la face postérieure de la lame vertébrale. Il est alors possible de repérer la partie postérieure de l'interligne articulaire et de la réséquer comme dans A. Lorsque l'interligne est très enraidé, on peut solliciter les arcs postérieurs avec une pince écartante, pour faire céder doucement les derniers ponts d'ankylose cartilagineuse.

Le premier temps est de retrouver le ligament jaune, sur la ligne médiane, en amincissant progressivement les structures postérieures à la fraise de dentiste. Il est parfois possible de le suivre en le conservant et en l'utilisant comme repère de profondeur. L'ostéotomie est poursuivie latéralement et vers le haut, selon un angle d'une quarantaine de degrés, en visant la partie moyenne du trou de conjugaison dont on estime la situation à partir des transverses. À la partie toute latérale, il arrive que le ligament jaune et la capsule soient trop fragiles pour qu'on puisse les respecter. Il faut passer à l'intérieur du canal, en se méfiant d'une fragilité particulière de la dure-mère ou de son adhérence serrée au plan osseux, notamment dans les cyphoses dégénératives et les spondylarthrites. L'ostéotomie est complétée en associant le jeu de la fraise et de la pince de Kérisson.

Il est des cas où le ligament jaune est particulièrement vulnérable, et se déchire facilement dès le début de l'ostéotomie. Cette dernière est alors réalisée dans l'espace extradural, selon le même trajet. Les plaies de la dure-mère ne sont pas toujours suturables dans les cyphoses dégénératives anciennes et rhumatismales, et il peut être nécessaire de colmater les brèches à l'aide de fragments tissulaires et de colle biologique ou de Surgicel®.

Dans les cyphoscolioses, il est préférable de commencer par l'ostéotomie convexe : le canal est superficiel, l'espace interpédiculaire large. Dans la concavité, il est plus difficile de trouver son chemin, car la rotation vertébrale rend le canal plus profond et l'hémiarc concave plus épais. On s'aide de la palpation douce intracanaulaire avec une spatule ou un décolle dure-mère (en



25 Ostéotomie lombaire postérieure selon la technique de Smith-Petersen.

A. Résection du ligament interépineux et de la partie adjacente des apophyses épineuses, à la pince gouge ou à la fraise de dentiste.

B. À la fraise motorisée, résection de l'os situé en arrière du ligament jaune, en se basant sur la situation des apophyses articulaires et des transverses.

C. Après avoir exposé le ligament jaune, les massifs articulaires sont sectionnés selon un axe oblique en haut et en dehors, pour que le trait d'ostéotomie passe au-dessus des pédicules.

se souvenant que la dure-mère vient se plaquer contre la concavité du canal) pour reconnaître les limites arrondies des pédicules vertébraux. On s'aide également de la mobilisation douce de l'ostéotomie par une pince écartante. Lorsque la résistance osseuse est faible, on peut fracturer la dernière lamelle osseuse, ce qui trace le chemin. L'ostéotomie est achevée dans l'espace extradural, à la fraise et à la pince de Kérisson.

Il arrive que la dissection menée à proximité du trou de conjugaison entraîne un saignement qui est contrôlé par coagulation bipolaire ou tamponnement par Surgicel®.

Une fois la mobilité obtenue, l'ostéotomie doit être achevée : elle doit être suffisamment haute pour permettre la correction de la cyphose, et plus haute dans la convexité s'il existe une scoliose. Elle doit aussi laisser suffisamment d'arcs postérieurs pour appuyer les greffons en vue de la greffe. Elle doit être régulière, sans saillie ni esquille. La tranche de section doit être chanfreinée aux dépens de la corticale profonde, qui risquerait de saillir dans le canal après restauration de la lordose lombaire (fig 25). Lorsque le ligament jaune apparaît très épais ou que l'on doit placer des crochets en position intracanaulaire, il est préférable de le réséquer jusqu'au plan de la dure-mère, afin d'éviter qu'il ne saille dans le canal après raccourcissement de la colonne postérieure.

• Étage thoracique

Dans les cyphoses dystrophiques, les arcs postérieurs sont modifiés, amincis et allongés de haut en bas. Il faut les raccourcir pour corriger la cyphose, par résection de l'épineuse qui est aplatie, allongée et qui vient s'appliquer sur la face postérieure de l'arc postérieur sous-jacent. La résection des articulaires inférieures est réalisée en prenant garde à la minceur de l'articulaire inférieure, à la gouge de Capener, jusqu'à visualiser le cartilage de l'articulaire supérieure sous-jacente. Il n'est pas toujours nécessaire de visualiser le pôle supérieur de l'articulaire inférieure pour retrouver une bonne mobilité. Les arcs postérieurs doivent être raccourcis en réséquant le bord inférieur de la lame sus-jacente, jusqu'à exposer le ligament jaune. La technique de l'ostéotomie thoracique est identique à celle décrite à l'étage

lombaire, avec quelques particularités. Il est fréquent que le ligament jaune ne puisse pas être conservé du fait de sa minceur. Après l'ostéotomie, il faut veiller à ne pas laisser libre dans le canal la pointe de l'articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente, qui remonte souvent jusqu'au voisinage du pédicule de la vertèbre du dessus.

Libérations et ostéotomies postérieures dans les réinterventions

Le premier temps est une exposition soigneuse des structures osseuses postérieures. Les prélèvements bactériologiques doivent être réalisés en cas de doute ou lorsque du matériel a déjà été implanté.

La colonne est soigneusement exposée en sous-périosté. Un matériel d'ostéosynthèse déjà en place est enlevé, et la greffe et toutes les structures non arthrodésées sont dégagées. Les transverses ou leurs extrémités sont souvent les seuls repères restants. Il faut s'appliquer à les exposer, car elles constituent un excellent repère et il est rare qu'elles soient complètement englobées dans la greffe. En cas de scoliose associée, il faut repérer toutes les transverses jusqu'à la limite inférieure de la greffe, afin de ne pas risquer un décalage en hauteur droite/gauche.

Il est prudent de réaliser ces ostéotomies à la face postérieure du ligament jaune, très souvent conservé et bien reconnaissable, même sous une greffe ancienne, et dont il est parfois séparé par une épaisseur de graisse. Le ligament, la direction de ses fibres et les pointes de transverses servent de repère. L'ostéotomie est alors en V très large à pointe inférieure. Il est parfois possible de conserver le ligament jaune pendant l'ostéotomie pour protéger les structures neurologiques.

En se basant sur la position des transverses et des structures anatomiques restantes, on estime la situation du ligament jaune. Dans cette zone, la greffe est désépaissie à la gouge de Capener. Le plan du ligament jaune est ensuite retrouvé à la fraise. L'ostéotomie est étendue latéralement à la face superficielle du ligament jaune ou dans l'espace extradural, en se dirigeant vers les trous de conjugaison, repérés par le milieu de l'espace intertransverse.

Une fois la mobilité obtenue, l'ostéotomie doit être achevée comme décrit au paragraphe précédent.

Le schéma de l'instrumentation d'une cyphose préalablement arthrodésée est modifié si nécessaire par rapport au montage de base. Après réalisation d'une ostéotomie unique, le montage doit comporter au minimum, sur chaque tige, une pince par une paire de crochets ou une pince vis/crochet à chaque extrémité. Les crochets placés dans une zone préalablement greffée doivent avoir leur lame placée dans le canal rachidien, à cheval sur la greffe et la corticale profonde.

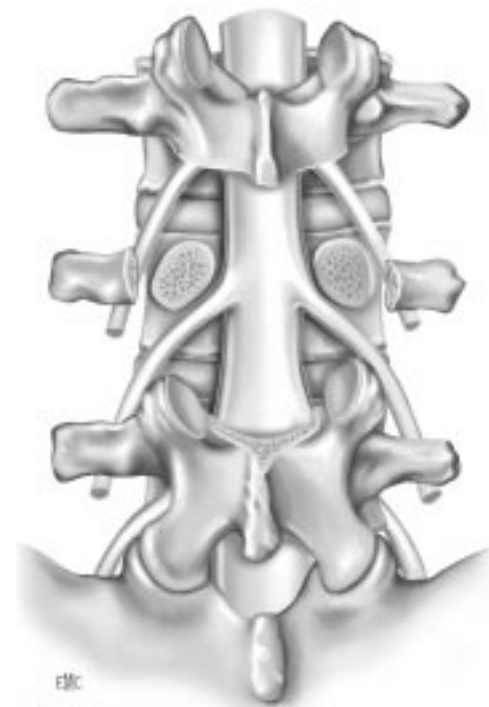
Après ostéotomies multiples, le schéma d'instrumentation se rapproche du montage de base, par l'adjonction de crochets intermédiaires dont les lames peuvent être placées dans les foyers d'ostéotomie.

Pour avoir des points d'ancrage solides, les crochets doivent prendre appui dans la masse de fusion elle-même. Leur lame doit être placée dans le canal rachidien, comme sur une colonne non opérée. Le trajet du crochet est réalisé à l'aide du ciseau gouge de Guillaume, de la curette, de la fraise et de la pince de Kérisson. On utilise habituellement des crochets à lame réduite, en mettant des pinces de crochets dont la lame est intracanalair. Il est parfois nécessaire d'amenuiser l'épaisseur de l'os, pour permettre l'insertion de la lame du crochet sous la corticale profonde, gage de la solidité de la prise.

Ostéotomie transpédiculaire

Cette intervention consiste à corriger la cyphose en réséquant, par voie postérieure, un coin osseux à base postérieure et à sommet antérieur, taillé dans une seule vertèbre, emportant l'arc postérieur, les deux pédicules et la partie cunéiforme du corps vertébral.

Nous décrivons cette intervention en L4, qui est son niveau d'élection, et pour une chirurgie de première intention. Dans les



26 Exposition des structures nerveuses dans l'ostéotomie transpédiculaire. Ostéotomie transpédiculaire en L4. La résection osseuse porte sur la moitié inférieure de l'arc postérieur de L3, la totalité de l'arc postérieur de L4, jusqu'à son insertion sur le pédicule, le bord supérieur de la lame de L5, qui est régularisé pour ne pas être saillant dans le canal, après fermeture de l'ostéotomie. Les racines L3 et L4 sont exposées des deux côtés. La racine L3 passe à proximité de la face externe du pédicule de L4. Les transverses de L4 sont sectionnées en sous-périosté au ras du bord externe du pédicule.

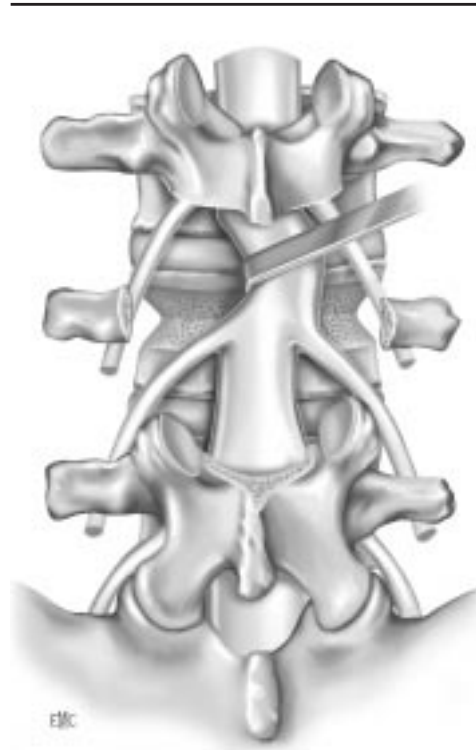
reprises chirurgicales, les premières étapes chirurgicales, jusqu'à l'ouverture du canal rachidien, qui seules diffèrent de celles d'une chirurgie de première intention, sont réalisées selon les principes exposés précédemment.

L'abord chirurgical doit être très large, jusqu'aux pointes des transverses. Le premier temps est la mise en place des implants, qui comportent au minimum, de chaque côté, une vis pédiculaire L5 formant une pince, avec un crochet sous-lamaire L5 et au-dessus de l'ostéotomie, une pince par une paire de crochets ou une pince vis/crochet. L'ouverture postérieure du canal rachidien emporte tout l'arc postérieur de L4, la moitié inférieure de l'arc postérieur de L3 (articulaires inférieures, moitié inférieure des deux lames et de l'épineuse), le bord supérieur des deux lames de L5 et les pointes des articulaires supérieures de L5 jusqu'à l'aplomb du bord supérieur des pédicules. La résection de l'arc postérieur de L4 est menée de chaque côté jusqu'à l'aplomb des bords supérieur, interne et inférieur du pédicule osseux, ce qui laisse en place, de chaque côté, une partie de l'articulaire supérieure et la transverse de L4. Celle-ci est sectionnée à sa base, à la pince de Kérisson, après rugination en sous-périosté. Les racines L4 sont repérées à leur origine, et exposées dans leur trajet foraminaire et sur quelques millimètres au-delà de la sortie du foramen. Les racines L3 sont repérées dans le trou de conjugaison L3-L4, et dans leur trajet extraforaminaire jusqu'à la face externe du pédicule de L4. Après repérage des racines L3 et L4, la résection des pédicules de L4 peut être effectuée en sécurité, jusqu'au plan de la face postérieure du corps (fig 26). Les faces latérales du corps vertébral sont ruginées soigneusement en sous-périosté, sur la hauteur du pédicule et sur 2 cm environ de profondeur vers l'avant. Une compresse ou une gaze hémostatique est tassée dans le décollement. La face postérieure du corps vertébral est sectionnée à l'ostéotome, de chaque côté, en réclinant doucement la racine L4 vers la ligne médiane. La coupe supérieure suit une ligne qui joint le bord supérieur des deux pédicules. La coupe inférieure suit la ligne qui joint le bord inférieur des deux pédicules. Les traits d'ostéotomie convergent suivant un angle d'une trentaine de degrés, et se

rejoignent 10 à 15 mm en arrière du mur antérieur de la vertèbre pour conserver une charnière. Les corticales latérales sont réséquées au ciseau ou à la pince de Kérisson. La résection de la partie latérale du coin osseux permet de travailler obliquement sous la racine L4 et la dure-mère pour réséquer la partie médiane de la corticale postérieure, sans rétracter exagérément les structures nerveuses. Il faut régulariser soigneusement les deux berges de la coupe, pour les rendre bien transversales et obtenir un bon affrontement osseux, et afin de ne pas laisser un éperon profond, notamment au bord inférieur des pédicules, qui pourrait être offensif pour les racines (fig 27). Tous ces temps intracanaux et intraosseux sont particulièrement hémorragiques, et il est essentiel de faire pas à pas une hémostase soignée des vaisseaux épiduraux, à la coagulation bipolaire et par tamponnement à l'aide de gazes hémostatiques, en alternant le travail à droite et à gauche.

La fermeture de l'ostéotomie peut être obtenue par manœuvres externes, en élevant progressivement les membres inférieurs placés sur des coussins. L'instrumentation est ensuite déposée et mise en charge dans le sens de la compression. On peut également fermer l'ostéotomie par déplacement des implants dans le sens de la compression.

L'intervention est achevée par une arthrodèse postérolatérale, en déposant le produit des résections osseuses soigneusement débarrassé de tout tissu fibreux sur les transverses avivées.



27 Temps corporel de l'ostéotomie transpédiculaire. L'ostéotomie est réalisée au ciseau à os, en réclinant le sac dural et l'origine de la racine L4 vers la ligne médiane. La corticale latérale du corps est enlevée à la pince de Kérisson, après décollement soigneux des tissus mous. L'apex de l'ostéotomie se situe 1 à 2 cm en arrière du bord antérieur du corps vertébral.

Références

- [1] Cotrel Y. Traction in the treatment of vertebral deformity. *J Bone Joint Surg Br* 1975 ; 57 : 260-266
- [2] Cotrel Y. La traction extra-squelettique du rachis. Techniques, indications. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 17. Paris : Expansion Scientifique Française, 1982 : 18-42
- [3] Donaldson J, Engh OA. Correction of scoliosis by distraction apparatus. *J Bone Joint Surg Am* 1938 ; 20 : 405-410
- [4] Dubousset J. Cyphoses et cypho scolioses angulaires chez l'enfant. In : Scoliose und Kyphose. Stuttgart : Hippokrates Verlag, 1978 : 146-161
- [5] Dubousset J. Congenital kyphosis. In : The pediatric spine. Bradford and Hensinger Editors, 1985 : 196-217
- [6] Dubousset J. Traitement des tumeurs du rachis de l'enfant. In : Monographie du GEOP. Chirurgie et orthopédie de rachis. Montpellier : Sauramps Médical, 1989 : 235-256
- [7] Dubousset J. Congenital kyphosis and lordosis. In : Weinstein SL ed. The pediatric spine: principles and practice, New York : Raven Press, 1994 : 245-258
- [8] Dubousset J, Gonon GP. Cyphoses et cypho scolioses angulaires. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 (suppl 2) : 23-59
- [9] Dubousset J, Katti E, Seringe R. Epiphysiodesis of the spine in young children for congenital spinal malformation. *J Pediatr Orthop B* 1993 ; 1 : 123-130
- [10] Duval Beaupere G, Dubousset J. La dislocation rotatoire progressive du rachis. *Rev Chir Orthop* 1972 ; 58 : 323-334
- [11] Hodgson AR, Stock FE. Anterior spine fusion. *Br J Surg* 1960 ; 48 : 172
- [12] Letts RM, Palakar G, Bobechko WP. Preoperative skeletal traction in scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1975 ; 57 : 616-619
- [13] Miladi L, Dubousset J. Traitement chirurgical des scolioses idiopathiques. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-194, 1994 : 1-23
- [14] Miladi L, Ghanem I, Dubousset J. Techniques chirurgicales dans les malformations du rachis. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-199, 1997 : 1-19
- [15] Miladi L, Zeller R, Dubousset J. Iliosacral screw fixation for pelvic obliquity in neuromuscular scoliosis. Long-term follow-up study. *Spine* 1997 ; 22 : 1722-1729
- [16] Stagnara P. Les déformations du rachis. Paris : Masson 1985

Traitement chirurgical des malformations de la paroi thoracique antérieure

M. Conti, C. Rossella, H. Porte, A. Wurtz

Les malformations les plus fréquentes de la paroi thoracique antérieure intéressent le plastron chondrosternal. Il y a, à leur origine, un développement excessif des cartilages costaux au cours de la croissance, qui refoulent le sternum en arrière (pectus excavatum ou thorax en « entonnoir ») ou en avant (pectus carinatum ou thorax en « carène ») et pectus arcuatum. Dans les formes habituelles, l'hypertrophie en longueur se situe des 3^{es} aux 7^{es} cartilages costaux. Il existe des formes extensives ou, au contraire, plus localisées. Les indications opératoires sont principalement d'ordre esthétique. L'étude morphologique de la déformation est basée sur la tomодensitométrie. Le procédé chirurgical exposé consiste en la résection sous-périchondrale totale des cartilages hypertrophiés en longueur, suivie d'une ostéotomie transversale du sternum qui est redressé vers l'avant (pectus excavatum) ou positionné en arrière dans les déformations en protrusion. Le sternum est stabilisé par la suture des étuis de périchondre, avec effet de raccourcissement et de remise en tension latérale, et par une attelle métallique rétrosternale mise en place pour quelques mois (pectus excavatum) et enfin, les 7^{es} cartilages, partiellement réséqués, sont réinsérés à l'appendice xiphoïde. Les études tomодensitométriques tridimensionnelles ont démontré la régénération de cartilages ossifiés dans le lit des cartilages natifs, assurant la stabilité et la pérennité du résultat à moyen terme. Les autres techniques de correction sont exposées et leurs résultats discutés.

© 2006 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Déformations de la paroi thoracique antérieure ; Pectus excavatum ; Pectus carinatum ; Pectus arcuatum ; Thorax en entonnoir ; Thorax en carène

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Anatomie normale | 2 |
| ■ Aspects anatomocliniques | 2 |
| ■ Traitement chirurgical | 3 |
| Indications | 3 |
| Évaluation préopératoire | 3 |
| Traitement chirurgical. Rappel historique | 4 |
| ■ Autres techniques de correction des malformations de la paroi thoracique antérieure | 9 |
| Sternochondroplastie avec contention interne par attelles-agraves à glissière | 9 |
| Correction du pectus excavatum par la technique de Nuss ou « MIRPE » | 9 |
| Sternochondroplastie avec contention interne par hamac de Marlex mesh | 10 |
| Pectus excavatum. Technique de comblement | 10 |
| ■ Chirurgie cardiaque et/ou aortique et pectus excavatum | 10 |
| ■ Résultats du traitement chirurgical | 10 |
| Résultats personnels | 10 |

■ Introduction

Les malformations de la paroi thoracique antérieure les plus fréquentes intéressent le plastron chondrosternal. Elles sont de trois types, par ordre de fréquence décroissante :

- le pectus excavatum, thorax en « entonnoir » ou « *funnel chest* » ;
- le pectus carinatum ou thorax en « carène » ;
- le pectus arcuatum ou « *pouter pigeon breast* ».

Le pectus excavatum se caractérise par une déformation en creux du corps sternal, refoulé en arrière par les cartilages costaux.

Le pectus carinatum se caractérise par une protrusion du corps sternal, projeté en avant par les cartilages costaux.

Enfin, le pectus arcuatum se caractérise par une protrusion haute, manubriosternale.

Il est habituel d'envisager, indépendamment les uns des autres, les différents traitements à opposer à ces malformations. Cependant, leur pathogénie est univoque : il s'agit de l'excès de développement de certains cartilages costaux, au cours de la croissance, qui repoussent et déforment le sternum vers l'arrière (pectus excavatum), ou vers l'avant (pectus carinatum et pectus arcuatum). À cette hypertrophie en longueur s'associe fréquemment une hypertrophie en largeur et en épaisseur, à l'origine d'une saillie inesthétique des cartilages costaux inférieurs (pectus excavatum) ou supérieurs (pectus arcuatum).

Cette pathogénie, initialement proposée par Flesch en 1873 [1], a été reprise par la suite par Robicsek en 1963. [2] Ce

dernier estimait que le traitement moderne des anomalies de la paroi thoracique antérieure relevait de la correction de l'excès de longueur des cartilages [3], qui est depuis la « pierre angulaire » du traitement.

■ Anatomie normale

Le plastron chondrosternal est constitué de deux éléments :

- le sternum, formé de trois pièces : de haut en bas le manubrium, le corps sternal et l'appendice xiphoïde. À l'état normal, le manubrium se dirige vers l'avant et fait, avec le corps sternal sous-jacent, un angle obtus de 145° à 175° : l'angle de Louis ;
- les cartilages costaux, qui prolongent les côtes à leurs extrémités antérieures, s'insèrent sur le manubrium et le corps sternal, généralement jusqu'aux 7^{es} cartilages, parfois jusqu'aux 8^{es} (environ 1 cas sur 10). Lorsqu'ils ne s'insèrent pas sur l'extrémité inférieure du corps sternal, les 8^{es} cartilages sont soudés aux 7^{es} par leurs extrémités internes. Enfin, il existe fréquemment des ponts cartilagineux entre les 6^{es}, 7^{es} et 8^{es} cartilages.

Les extrémités externes des cartilages costaux sont des cartilages de croissance et leur résection trop précoce peut induire un trouble de développement de la cage thoracique. [4]

■ Aspects anatomocliniques

Il existe plusieurs classifications des déformations du plastron chondrosternal. Ainsi Chin [5] distingue trois types de pectus excavatum, à propos de 54 cas dont :

- type I : cuvette profonde, symétrique, à paroi abrupte ($n = 37$) ;
- type II : cuvette beaucoup plus large, symétrique, en pente douce ($n = 11$) ;
- type III : déformation asymétrique, avec rotation sternale ($n = 6$).

Shamberger [6], à propos de 155 cas de déformations en protrusion, distingue quatre types de déformations, de fréquence décroissante dont :

- pectus carinatum symétrique ($n = 89$) ;
- pectus carinatum asymétrique ($n = 49$) ;
- association pectus carinatum et excavatum ($n = 14$) ;
- pectus arcuatum ($n = 3$).

De fait, c'est le niveau où l'excès de développement des cartilages costaux s'est produit qui détermine la déformation sternale. Dans les formes habituelles, l'excès de développement des 3^{es} aux 7^{es} cartilages détermine une bascule en arrière du corps sternal (pectus excavatum) ou une protrusion de ce dernier (pectus carinatum).

Lorsque celui-ci prédomine des 2^{es} aux 4^{es} cartilages, on observe un pectus arcuatum, parfois associé à une cuvette sous-jacente.

Dans certains cas, l'excès de développement atteint aussi les 2^{es} cartilages, ou les 8^{es} (lorsqu'ils s'insèrent sur le corps sternal) : ce sont les formes extensives. En cas de pectus excavatum, l'excès de développement des 2^{es} cartilages entraîne une rétropulsion du manubrium, qui se situe dans la continuité du corps sternal.

À l'opposé, les 3^{es} cartilages peuvent être normaux, réalisant des formes basses de pectus excavatum ou de pectus carinatum.

Enfin, si l'excès de développement est asymétrique, il y a bascule et dérotation du corps sternal, dont la face est généralement dirigée vers la droite.

Les autres facteurs à prendre en compte, dans l'analyse morphologique, sont :

- les cartilages, souvent déformés en « S italique » et/ou hypertrophiés en épaisseur, déterminant une saillie des auvents costaux (Fig. 1) ;

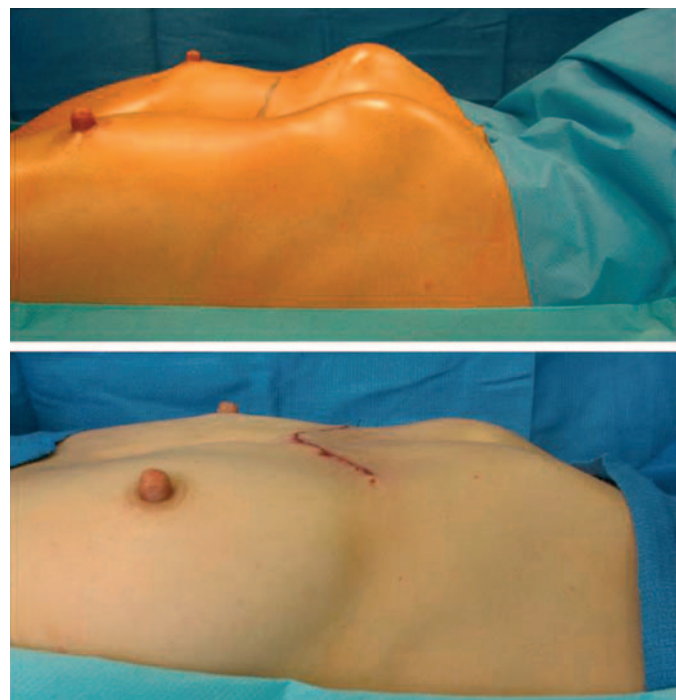


Figure 1. En haut : hypertrophie des cartilages inférieurs déterminant une saillie inesthétique des auvents costaux. En bas : correction chirurgicale.



Figure 2. Pectus excavatum asymétrique, avec strabisme convergent mammaire, chez une adolescente atteinte du syndrome de Marfan.

- le sternum qui peut être déformé en « hameçon », l'appendice xiphoïde pointant en avant (pectus excavatum) ou présentant une convexité antérieure prononcée, l'appendice xiphoïde pointant en arrière (pectus carinatum) ;
- l'arc antérieur des côtes, parfois incurvées vers l'arrière, entraînées par les cartilages hypertrophiés en longueur (forme extensive de pectus excavatum) ;
- l'hypotrophie thoracique unilatérale, avec souvent, chez la femme, une hypotrophie mammaire du même côté. Dans les formes très asymétriques, il y a parfois un « strabisme convergent » mammaire, inesthétique (Fig. 2) ;
- le thorax anormalement aplati dans le sens antéropostérieur (« straight back syndrom ») ou dans le sens transversal (pectus carinatum).

Il faut signaler enfin la possibilité d'hypertrophie localisée et unilatérale d'un ou deux cartilages costaux, déterminant une voussure préthoracique, sans déformation sternale associée.

“ Points essentiels

Au terme de cette étude, nous proposons de classer les déformations thoraciques antérieures en quatre groupes en tenant compte du niveau et du nombre de cartilages hypertrophiés en longueur.

I. Atteinte des 3^{es} aux 7^{es} cartilages : forme habituelle ou « standard » de pectus excavatum et de pectus carinatum.

II. Atteinte des 2^{es} aux 4^{es} ou 5^{es} cartilages : forme haute, pectus arcuatum sans cuvette sous-jacente.

III. Atteinte des 4^{es} aux 7^{es} cartilages : forme basse de pectus excavatum ou de pectus carinatum.

IV. Atteinte des 2^{es} aux 7^{es} cartilages ou forme avec atteinte des 8^{es} cartilages : forme extensive de pectus excavatum et plus rarement de pectus carinatum ou de pectus arcuatum avec cuvette sous-jacente.

L'existence d'une asymétrie doit être précisée par l'abréviation AS.

Cette classification a une valeur pronostique pour la qualité de la réparation chirurgicale, les formes extensives et asymétriques étant plus difficiles à corriger.

■ Traitement chirurgical

Indications

Le retentissement fonctionnel respiratoire et/ou cardiaque des déformations thoraciques est très modéré, voire inexistant et les indications opératoires sont essentiellement d'ordre esthétique.

Évaluation préopératoire

Examen clinique

Les patients atteints de malformations de la paroi thoracique antérieure sont souvent de grande taille, avec une attitude cyphotique ou cyphoscoliotique. En cas de pectus excavatum, l'examen comporte la mesure de la profondeur de la cuvette. Le préjudice esthétique devient important lorsque celle-ci excède 20 mm. Enfin, l'examen doit rechercher des signes du syndrome de Marfan, avec atteinte cardiovasculaire : prolapsus valvulaire mitral et/ou dilatation de l'aorte initiale notamment. [7]

Examens complémentaires

- Le bilan morphologique de la déformation comporte :
 - une radiographie de sternum de profil (Fig. 3) ;
 - un examen tomodensitométrique qui permet :
 - en coupes axiales, de mesurer la profondeur de la cuvette ou la protrusion sternale et de mesurer le « pectus index » ou « index de gravité », obtenu en divisant le diamètre transversal du thorax (A, B) par le diamètre antéropostérieur (C, D), mesuré au niveau où la déformation est maximale (Fig. 4). Pour Haller, il a pour objet de quantifier la déformation (pectus index du sujet normal, valeur moyenne : 2,56) ; [8]
 - des coupes frontales, des reconstructions tridimensionnelles, avec étude morphologique du thorax, dont le rendu est identique à une photographie moirée de la déformation (Fig. 5). [6, 9] L'étude des arcs costaux, des cartilages et du sternum permet de programmer l'intervention : nombre de cartilages à réséquer, présence de ponts cartilagineux, asymétrie et déformation des cartilages, et niveau potentiel de l'ostéotomie sternale transversale (Fig. 6). Ces reconstructions tridimensionnelles permettent d'observer, en postopératoire, la régénération des cartilages et la consolidation du plastron.



Figure 3. Pectus carinatum : radiographie standard de profil.

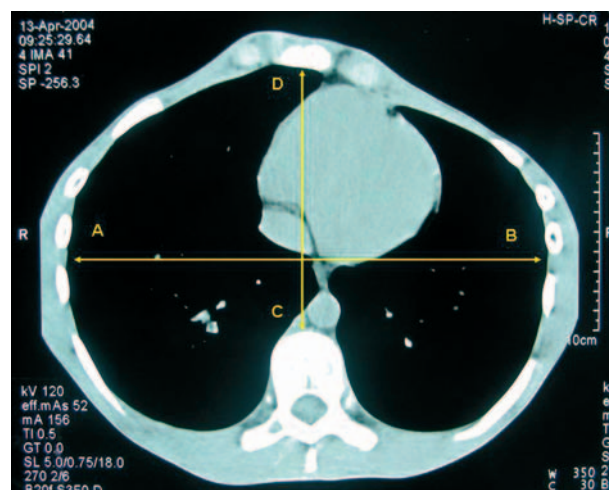


Figure 4. Pectus carinatum : tomodensitométrie en coupe axiale permettant le calcul du pectus index de Haller ($AB/CD = 1,77$). À noter l'asymétrie, avec bascule du sternum vers la gauche.



Figure 5. Pectus carinatum. Tomodensitométrie : étude morphologique en 3D.

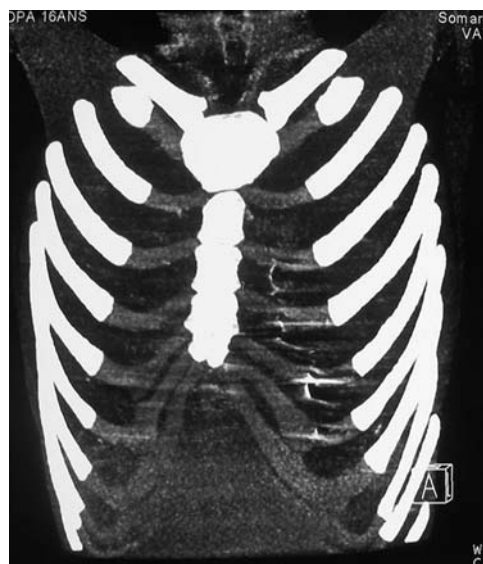


Figure 6. Pectus carinatum. Tomodensitométrie : reconstruction 3D du squelette et des cartilages.

L'évaluation préopératoire comporte des épreuves fonctionnelles respiratoires (en règle normales) et un bilan cardiovasculaire en cas de syndrome de Marfan (électrocardiogramme, échocardiographie, etc.).

Traitement chirurgical. Rappel historique

Le pionnier du traitement chirurgical moderne des déformations thoraciques antérieures est Ravitch qui a proposé, en 1949, une correction du pectus excavatum par résection de tous les cartilages déformés, avec le périchondre. Le corps sternal était ensuite libéré par section des espaces intercostaux et de l'appendice xiphoïde à son contact. Enfin, après ostéotomie transversale haute, il était relevé et fixé en hypercorrection. [10]

Daniel en 1958 a été le premier à démontrer l'intérêt de la résection sous-périchondrale des cartilages déformés. Après ostéotomie transversale cunéiforme haute de la table externe du sternum, autorisant sa mobilisation vers l'avant, les espaces intercostaux étaient sectionnés à la jonction costocartilagineuse, horizontalisés puis suturés latéralement sous tension, comme autant de haubans, assurant la stabilité du sternum. L'intervention était terminée en solidarifiant l'extrémité supérieure des 7^{es} cartilages réséqués à l'appendice xiphoïde. [11]

Paltia puis Adkins ont été les premiers à stabiliser le corps sternal par la mise en place d'une attelle métallique. [12, 13]

Nous nous sommes inspirés de ces auteurs pour proposer un traitement des déformations thoraciques antérieures, standardisé et reproductible, dont la « pierre angulaire » est la résection sous-périchondrale totale des cartilages hypertrophiés en longueur, au niveau de la déformation. Aussi l'intervention doit-elle être programmée après la puberté, lorsque la croissance staturopondérale est suffisante, afin d'éviter un trouble de développement de la cage thoracique. [4]

De plus, l'incision transversale, bi-sous-mammaire chez la jeune fille, que nous utilisons ne peut être faite correctement qu'après le développement mammaire.

Nous prenons comme type de description le traitement chirurgical d'un pectus excavatum, dans sa forme habituelle et symétrique (hypertrophie des 3^{es} aux 7^{es} cartilages). Les variantes techniques, en fonction des autres aspects anatomocliniques, sont ensuite exposées.

Traitement chirurgical du pectus excavatum, forme habituelle, symétrique (Fig. 7-9)

Installation

Décubitus dorsal, bras le long du corps.

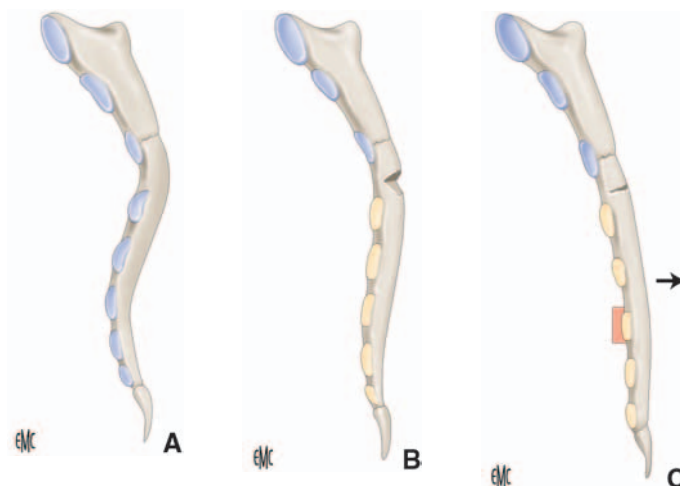


Figure 7. Schéma de la correction d'un pectus excavatum, forme habituelle, symétrique.

A. Aspect préopératoire : excès de longueur des 3^{es} aux 7^{es} cartilages.

B. Résection des 3^{es} aux 7^{es} cartilages. Ostéotomie cunéiforme de la table externe du corps sternal au-dessus de l'insertion des 3^{es} cartilages.

C. Correction de la déformation du corps sternal, après fracture en bois vert de la table interne, attelle métallique postérieure et suture des étuis de périchondre, à effet de raccourcissement.



Figure 8. Pectus excavatum. Photographie préopératoire de l'opéré.

Voie d'abord

Incision cutanée transversale, de 12 à 18 cm de long, bi-sous-mammaire chez la femme, en dedans des lignes mamelonnaires, incurvée vers le haut sur la ligne médiane, pour suivre le fond de la cuvette.

Exposition du plastron chondrosternal déformé

Incision de la gaine antérieure, à la jonction grands pectoraux-grands droits, puis des muscles jusqu'au plastron chondrosternal.

Désinsertion, côté cranial, des muscles pectoraux, en suivant le plan profond, en sectionnant, après coagulation, les vaisseaux perforants.



Figure 9. Pectus excavatum. Coupe tomodensitométrique axiale. Compression extrinsèque du ventricule droit, sans conséquence fonctionnelle. Pectus index de Haller : 3,85.



Figure 10. Fils repères sur les insertions parasternales des pectoraux, au niveau des 4^{es} espaces intercostaux.



Figure 11. Relèvement de l'auvent musculocutané par une valve de Leriche.

En début de dissection, on repère avec deux fils les fibres d'insertions parasternales au niveau des 4^{es} espaces, afin d'assurer leur réinsertion, au même niveau, en fin d'intervention (Fig. 10). Compte tenu de l'exiguïté de la voie d'abord, il faut soulever l'auvent musculocutané avec une valve de Leriche pour accéder aux 3^{es} cartilages et à la jonction manubriosternale (Fig. 11).

Désinsertion, côté caudal, des grands droits, après repérage de la ligne blanche avec un fil, en sectionnant les fibres musculaires, au ras de la xiphoïde et du segment interne des 7^{es} cartilages. La gaine postérieure des grands droits est ménagée (Fig. 12).

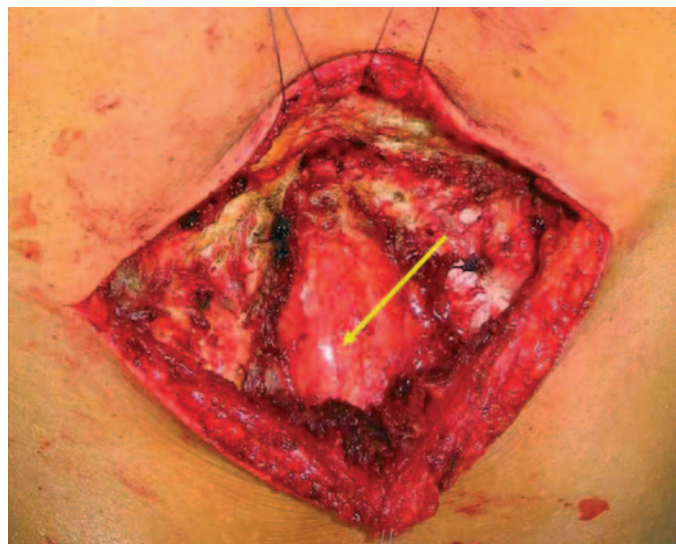


Figure 12. Désinsertion, côté caudal, des grands droits, ménageant leurs gaines postérieures (flèche).

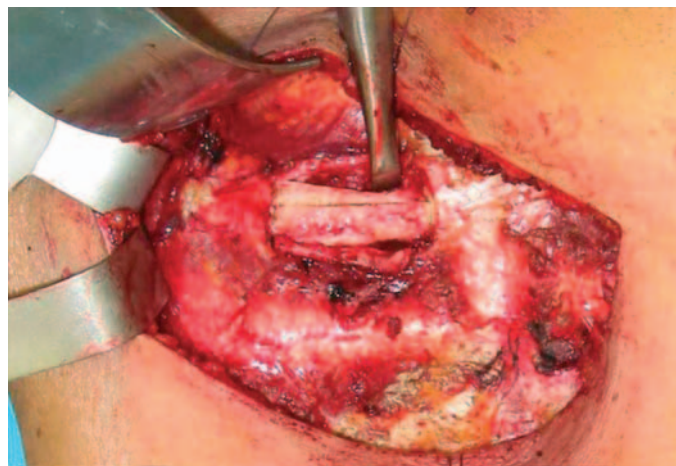


Figure 13. Dissection sous-périchondrale du 3^e cartilage droit à la rugine d'Overholt.

Le plastron chondrosternal ainsi exposé, des 3^{es} aux 7^{es} cartilages, il est possible de passer à la phase suivante.

Résection sous-périchondrale des cartilages

Elle nécessite une instrumentation spécifique :

- rugine d'Obwegeser ;
- rugines d'Overholt et de Delannoy.

La résection sous-périchondrale des cartilages est totale des 3^{es} aux 6^{es} cartilages et partielle pour les 7^{es} cartilages (résection de 5 à 6 cm de leurs extrémités internes, avec section dans le sens craniocaudal, en prévision de leur réinsertion à l'appendice xiphoïde).

Le périchondre est incisé dans l'axe du cartilage à réséquer, avec deux refends perpendiculaires aux deux extrémités. Deux volets antérieurs de périchondre sont décollés à la rugine d'Obwegeser, suivis d'une dissection postérieure avec la rugine d'Overholt (Fig. 13).

La section d'une des extrémités du cartilage facilite la dissection postérieure car, en arrière, la rugine a tendance à quitter le plan de dissection sous-périchondral. Après section de l'autre extrémité du cartilage, celui-ci est enlevé après l'avoir saisi avec un petit davier de Farabeuf. La conservation des étuis de périchondre permet la régénération de cartilages ossifiés. Une fois les cartilages réséqués, l'opérateur observe la réduction significative de la déformation sternale et la médialisation des côtes, confirmant ainsi la pathogénie de la malformation : l'excès de longueur des cartilages. À ce stade, il existe, de haut

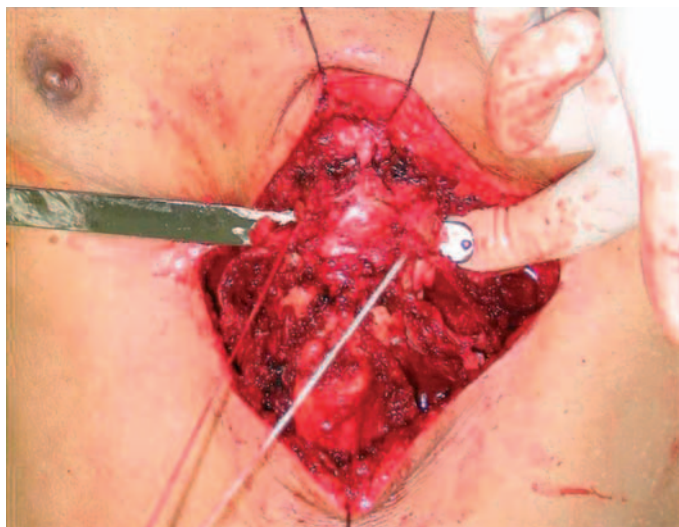


Figure 14. Passage rétrosternal de l'attelle métallique, facilité par la traction sur un lacs.

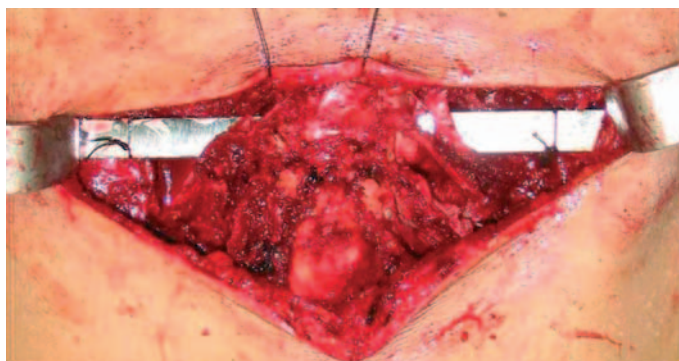


Figure 15. Fixations latérales de l'attelle grâce aux encoches prévues à cet effet.

en bas, une continuité sternum, appendice xiphoïde et gaine postérieure des grands droits, et latérale, par l'intermédiaire des espaces intercostaux et des étuis de périchondre.

Sternotomie transversale

On effectue une ostéotomie transversale cunéiforme de la table externe du sternum, au niveau où le corps sternal s'incurve en arrière (un peu au-dessus de l'insertion des 3^{es} cartilages), et une fracture en « bois vert » de la table interne corrige la déformation.

Relèvement du sternum. Mise en place de l'attelle métallique rétrosternale

Nous utilisons des attelles métalliques rigides, de 16 à 26 cm de long. Elles présentent, à chacune de leurs extrémités, un trou qui facilite l'extraction ultérieure et des encoches latérales pour la fixation à la paroi thoracique antérolatérale. Pour faire passer l'attelle derrière le sternum, on incise, au bistouri électrique, le périchondre postérieur des 5^{es} cartilages au contact du bord postérieur du sternum. Après passage d'une lacette autour du corps sternal, on exerce une traction qui facilite le passage de l'attelle (Fig. 14). Elle est glissée, en va-et-vient, sous les insertions inféroexternes des grands pectoraux, puis prend appui sur la paroi thoracique antérolatérale où elle est fixée par deux points (Fig. 15).

Grâce à cette technique, le corps sternal est relevé et stabilisé en légère hypercorrection tout en ayant ménagé la continuité anatomique, sternum, appendice xiphoïde, gaine postérieure des muscles grands droits et on a évité la manœuvre délabrante de relèvement du sternum, par dissection sous- et rétroxiphoïdienne et la résection de l'appendice xiphoïde.

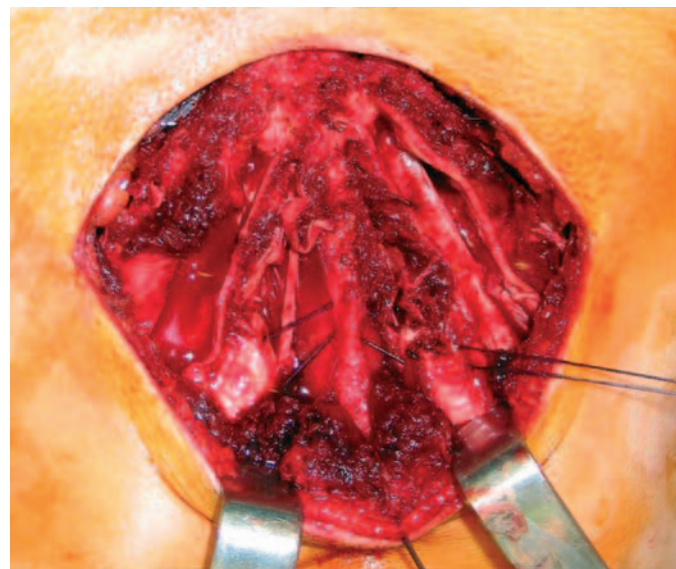


Figure 16. Fixation des 7^{es} cartilages réséqués à l'appendice xiphoïde, avec effet de médialisation.

Fixation des 7^{es} cartilages à l'appendice xiphoïde

Les 7^{es} cartilages réséqués sont réinsérés contre les faces latérales de l'appendice xiphoïde par un point en U au fil résorbable n° 2 (Fig. 16). Dans de rares cas, malgré cette résection, persiste une courbure vers l'arrière des 7^{es} cartilages, corrigée par une chondrectomie transversale partielle cunéiforme, avant fixation à l'appendice xiphoïde. Cette réinsertion, qui stabilise le montage, a un effet de médialisation qui réduit la saillie inesthétique des cartilages costaux inférieurs, solidaires des 7^{es} cartilages (Fig. 1).

Lorsque ce sont les 8^{es} cartilages qui s'insèrent sur la base du corps sternal, ce sont eux qui sont réséqués partiellement et réinsérés à l'appendice xiphoïde.

Suture des étuis de périchondre

Les étuis de périchondre sont suturés au fil résorbable n° 1. La suture commence par un point en U de fixation interne au sternum, suivi d'un surjet continu à effet de raccourcissement. Elle est terminée par une fixation à l'extrémité antérieure de la côte.

Pour les étuis de périchondre des 6^{es} cartilages, les points séparés sont préférables, compte tenu de la médialisation des 7^{es} cartilages, réinsérés à l'appendice xiphoïde.

Drainage et fermeture

Le drainage est assuré par un drain de Blake n° 10, disposé à proximité de l'ostéotomie sternale, sous les grands pectoraux et sortant par une contre-incision latérale.

Les plèvres ne sont pas drainées, même s'il y a eu ouverture pleurale : une hyperventilation en fin d'intervention suffit à ramener le poumon à la paroi.

La fermeture commence par la réinsertion de la partie interne des grands droits, sur l'extrémité inférieure du sternum, par trois points de fil résorbable n°1. Le point médian est situé sur la ligne blanche et les deux points latéraux sont situés à 2 cm de part et d'autre. On réinsère ensuite les fibres d'insertion parasternale des pectoraux, au niveau des 4^{es} espaces. On reconstitue enfin la continuité grands pectoraux-grands droits, par une suture à points séparés de leurs gaines antérieures, de dehors en dedans, alternativement à droite et à gauche, afin d'assurer la symétrie de la suture.

Les téguments superficiels sont suturés en deux plans (Fig. 17).



Figure 17. Aspect de l'opéré et de la cicatrice au 13^e jour postopératoire.

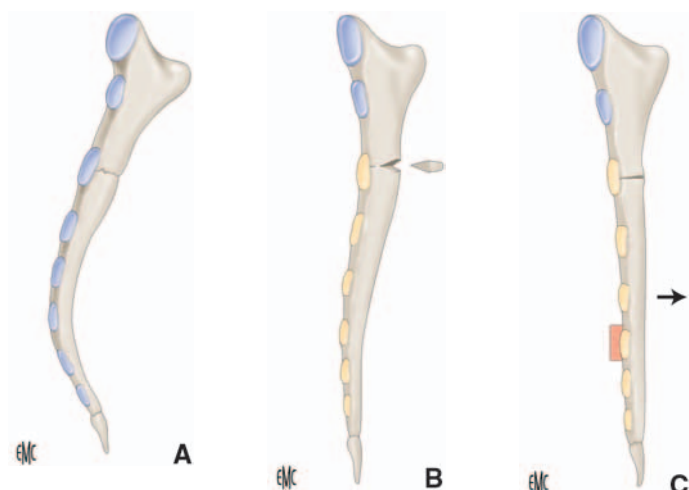


Figure 18. Schéma de la correction d'un pectus excavatum, forme extensive.

A. L'excès de longueur des 2^{es} cartilages entraîne la rétropulsion du manubrium.

B. Résection des 2^{es} aux 7^{es} cartilages. Ostéotomie cunéiforme de la table externe sous la jonction manubriosternale.

C. Correction de la déformation du corps sternal, par fracture en bois vert de la table interne, attelle métallique postérieure et suture des étuis de périost, à effet de raccourcissement.

Variantes techniques en fonction des aspects anatomocliniques

Pectus excavatum, forme extensive (Fig. 18)

La réduction de la rétropulsion du manubrium nécessite la résection des 2^{es} cartilages. L'ostéotomie de la table externe du sternum est faite sous la jonction manubriosternale. L'accès à la partie haute du thorax nécessite une voie d'abord plus large (incision jusqu'aux lignes mamelonnaires).

Lorsqu'il existe une incurvation vers l'arrière des arcs antérieurs des côtes, il est possible d'en effectuer une résection sous-périostée économique. Nous préférons effectuer une remise en tension des étuis cartilagineux et des espaces intercostaux adjacents, en les réinsérant, non pas à la jonction costocartilagineuse, mais plus latéralement sur la face antérieure du thorax. [11]



Figure 19. Tomodensitométrie avec reconstruction 3D d'un pectus excavatum asymétrique : la face du corps sternal est dirigée vers la droite.

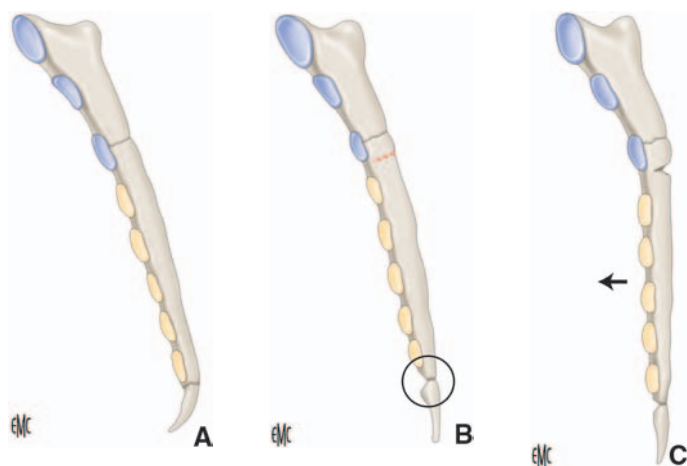


Figure 20. Schéma de la correction d'un pectus excavatum, forme habituelle, symétrique.

A. Aspect préopératoire : excès de longueur des 3^{es} aux 7^{es} cartilages. L'appendice xiphoïde pointe en arrière.

B. Résection des 3^{es} aux 7^{es} cartilages. Ostéotomie simple de la table externe sous la jonction manubriosternale. Redressement de l'appendice xiphoïde, par une fracture en « bois vert » à la jonction sternoxiphoïdienne.

C. Correction de la déformation du corps sternal, par fracture en « bois vert » de la table interne et suture des étuis de périost, à effet de raccourcissement. Fixation de l'appendice xiphoïde en rectitude.

Pectus excavatum, forme basse

Les 3^{es} cartilages costaux ne sont pas réséqués. L'ostéotomie de la table externe du sternum est effectuée un peu au-dessus de l'insertion des 4^{es} cartilages.

Pectus excavatum asymétrique

Il est caractérisé par une bascule du corps sternal, dont la face est habituellement dirigée vers la droite (Fig. 19). Pour la corriger, il faut ajouter à l'ostéotomie de la table externe une ostéotomie de la table interne, laissant intact un pont osseux médian, ce qui permet la dérotation du corps sternal. Ce dernier est maintenu en bonne position, grâce à l'appui sur l'attelle rétrosternale.

Pectus carinatum, forme habituelle, symétrique (Fig. 20)

Par rapport à la description type, tous les temps opératoires sont identiques jusqu'à l'ostéotomie de la table externe du



Figure 21. Correction d'un pectus carinatum asymétrique. Une petite attelle de Borrelly fichée dans la médullaire du sternum, côté caudal, assure le maintien en dérotation et en rétropulsion du corps sternal sous-jacent.

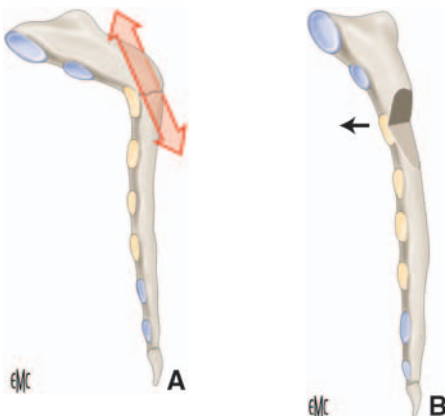


Figure 22. Schéma de la correction d'un pectus arcuatum sans cuvette sous-jacente.

A. Aspect préopératoire. La double flèche représente l'ostéotomie tangentielle au niveau de la protrusion manubriosternale.

B. Correction de la déformation, par fracture en « bois vert » de la table interne et suture des étuis de périchondre, à effet de raccourcissement.

sternum, qui est transversale simple. Une fracture en « bois vert » de la table interne entraîne la rétropulsion du corps sternal. La remise en tension latérale des étuis de périchondre assure la stabilité de la correction, sans ostéosynthèse. Enfin, on réinsère les 7^{es} cartilages à l'appendice xiphoïde.

Pectus carinatum, forme basse

Les 3^{es} cartilages ne sont pas réséqués. L'ostéotomie de la table externe du sternum est faite un peu au-dessus des 4^{es} cartilages.

Pectus carinatum, forme extensive

Il est caractérisé par une protrusion manubriosternale en « arc de cercle ». La résection complémenteaire des 2^{es} cartilages est nécessaire. L'ostéotomie transversale est cunéiforme, située sous l'angle de Louis, afin d'assurer la rétropulsion du sternum dans son ensemble. La remise en tension latérale des étuis de périchondre assure la stabilité de la correction.

Pectus carinatum asymétrique (Fig. 4-6)

Lorsque la bascule du corps sternal est modérée, la résection sous-périchondrale des 3^{es} aux 7^{es} cartilages suffit pour la corriger. Si tel n'est pas le cas, une correction parfaite impose une ostéotomie transversale, subtotale, d'avant en arrière, laissant intact un pont de table interne. Une petite attelle de Borrelly, fichée dans le sternum sus-jacent, assure la dérotation et la rétropulsion du corps sternal (Fig. 21).

Pectus arcuatum, sans cuvette sous-jacente (Fig. 22)

La voie d'abord ne comporte pas de désinsertion des grands droits. La malformation est caractérisée par une hypertrophie majeure des 2^{es} et 3^{es} cartilages et de la jonction manubriosternale. La résection sous-périchondrale est effectuée des 2^{es} aux 5^{es} cartilages. Pour corriger l'hypertrophie de la jonction

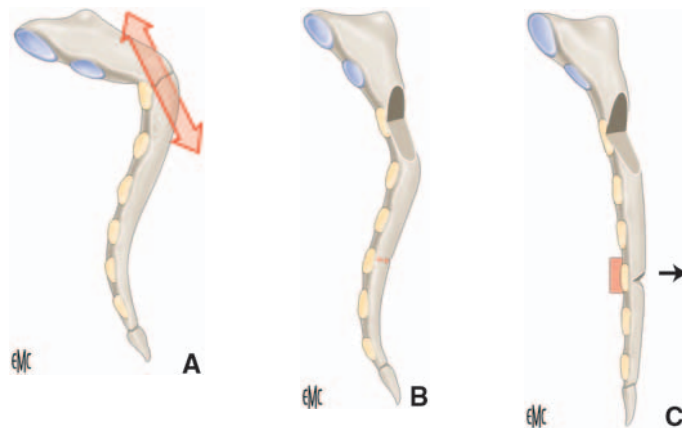


Figure 23. Schéma de la correction d'un pectus arcuatum avec cuvette sous-jacente.

A. Aspect préopératoire. La double flèche représente l'ostéotomie tangentielle au niveau de la protrusion manubriosternale.

B. Résection des 2^{es} aux 5^{es} cartilages. Ostéotomie simple de la table externe à la partie moyenne du corps sternal.

C. Correction de la protrusion manubriosternale, par fracture en bois vert de la table interne. Correction de la cuvette, par fracture en bois vert de la table interne au niveau de l'ostéotomie inférieure et attelle métallique postérieure. Stabilisation par suture des étuis de périchondre, à effet de raccourcissement.

manubriosternale, il faut réséquer tangentiellement la table externe. Une pression en arrière provoque une fracture en « bois vert » de la table interne, assurant la rétropulsion du manubrium et l'ouverture de l'angle de Louis. La remise en tension des étuis de périchondre assure la stabilité de la correction, sans ostéosynthèse.

Pectus arcuatum, avec cuvette sous-jacente (Fig. 23)

La correction de la protrusion manubriosternale, qui vient d'être décrite, fait reculer la cuvette sous-jacente, qui se transforme en un thorax en « entonnoir », dans sa forme basse. Il est corrigé par la résection sous-périchondrale des 6^{es} et 7^{es} cartilages, une deuxième ostéotomie transversale simple du corps sternal, à sa partie moyenne, et la mise en place d'une attelle rétrosternale. Les 7^{es} cartilages sont réinsérés à l'appendice xiphoïde.

Cas particuliers

Dans certaines formes asymétriques, il y a une hypotrophie thoracique unilatérale. On a alors intérêt à respecter un ou deux cartilages supérieurs, côté hypotrophique.

Lorsqu'il existe une déformation du corps sternal en « hameçon » (pectus excavatum) ou, au contraire, une incurvation antérieure (pectus carinatum), la résection sous-périchondrale des cartilages et l'ostéotomie transversale haute ne suffisent pas à redresser le corps sternal. Il faut associer une deuxième ostéotomie transversale, à la partie moyenne du corps sternal (comme dans la correction du pectus arcuatum avec cuvette sous-jacente).

L'incurvation en avant ou en arrière de l'appendice xiphoïde est corrigée par une fracture en « bois vert », puis une fixation en rectitude à l'extrémité inférieure du corps sternal par deux points. La résection de l'appendice xiphoïde est contre-indiquée : c'est le point de réinsertion des 7^{es} cartilages.

Les hypertrophies localisées de cartilages costaux représentent des formes mineures de déformation de la paroi thoracique antérieure, traitées par la résection sous-périchondrale d'un ou deux cartilages, après une incision élective.

Gestes complémentaires de chirurgie plastique

Si le « strabisme convergent » mammaire du pectus excavatum est corrigé par la sternochondroplastie, la correction de l'hypotrophie mammaire nécessite la mise en place d'une prothèse, une fois le plastron consolidé.

Une cuvette résiduelle peut bénéficier d'implants de graisse autologue (lipostructure de Coleman). [14]



Figure 24. Contrôle postopératoire à 1 an, par tomodensitométrie avec reconstruction 3D, d'un pectus excavatum asymétrique (Cf. Fig. 19). Les néocartilages sont ossifiés. Les cartilages natifs apparaissent en gris.

Prise en charge péri- et postopératoire

En péri- et en postopératoire, nous n'administrons ni antibiotique, ni anticoagulant. Les patients ne sont jamais transfusés. La prise en charge antalgique fait appel à l'association d'antalgiques type paracétamol, d'anti-inflammatoires non stéroïdiens et à l'injection d'un morphinomimétique, par pompe injectable autocontrôlée, relayée à la sortie par des antalgiques opioïdes faibles. Le lever a lieu dès le lendemain de l'intervention. Le patient doit être à plat, aussi bien en décubitus qu'au fauteuil. La stabilité du montage évite le phénomène de respiration paradoxale, ce qui facilite les suites. Le drain est enlevé au deuxième jour postopératoire et la sortie autorisée au troisième jour.

Durant le premier mois, le patient doit éviter les efforts violents, le plastron chondrosternal n'étant pas encore consolidé, et les réinsertions musculaires en cours de cicatrisation. La rééducation intervient au bout de 1 mois et une activité normale peut être reprise à 2 mois, y compris la musculation.

En cas de pectus excavatum, l'attelle rétrosternale est enlevée en ambulatoire, par une courte incision élective, à l'une des extrémités, environ 6 mois après l'intervention.

Les études tomodensitométriques postopératoires montrent que des cartilages ossifiés, de longueur adéquate, se reforment dans le lit des cartilages réséqués, assurant ainsi la stabilité et la pérennité des résultats à moyen terme (Fig. 24).

Cette technique présente les avantages suivants :

- une voie d'abord peu invasive et esthétique ;
- un saignement périopératoire minime (50 à 100 ml) ;
- une correction de la saillie inesthétique des auvents costaux grâce à la médialisation des 7^{es} cartilages ;
- une stabilité immédiate du plastron, grâce à l'attelle rétrosternale ;
- enfin, une reproductibilité à l'identique de l'intervention, dont les résultats excellents sont peu « opérateurs-dépendants ».

■ Autres techniques de correction des malformations de la paroi thoracique antérieure

Sternochondroplastie avec contention interne par attelles-agraves à glissière

Cette intervention a été décrite par Borrelly et al. en 1990. [15]

La voie d'abord est celle précédemment décrite mais beaucoup plus large, dépassant sur les côtés la verticale mamelonnaire. La gaine postérieure des grands droits est désinsérée, de façon à libérer la face postérieure du plastron chondrosternal.

Puis une sternotomie transversale totale est faite, au niveau où le corps sternal s'incurve. Des chondrotomies, simples ou doubles, et des résections économes de certains cartilages déformés, sont faites des 3^{es} aux 7^{es} cartilages, créant un volet thoracique mobile, modelé de façon à corriger la déformation. Le volet chondrosternal est fixé en suturant l'ostéotomie sternale au fil d'acier et en suturant entre eux les cartilages sectionnés. Il est stabilisé par mise en place de deux attelles-agraves à glissière qui passent en « chicane » derrière le sternum et sont implantées latéralement sur les arcs costaux antérieurs des 4^{es} et 5^{es} côtes. Les plèvres, délibérément ouvertes au cours de l'intervention, sont drainées. Après drainage par deux gros drains de Redon, les grands droits sont réinsérés et la continuité des grands pectoraux, grands droits, est reconstituée par suture de leurs gaines antérieures.

En cas de pectus excavatum asymétrique, il est possible d'assurer la translation du plastron cartilagineux, en « marche d'escalier » sur la paroi antérolatérale, du côté le plus déprimé.

S'il s'agit de corriger un pectus arcuatum ou un pectus carinatum, une attelle-agrave est placée en regard de la partie proéminente du sternum.

Cette technique présente les inconvénients suivants :

- interventions plus délabrantes que celles précédemment décrites ;
- matériel d'ostéosynthèse, susceptible de se démonter et qu'il faut enlever au bout de 12 à 18 mois ;
- enfin et surtout, il s'agit d'une technique « opérateur-dépendante » quant à la qualité des résultats.

Correction du pectus excavatum par la technique de Nuss ou « MIRPE »

La technique de Nuss ou « MIRPE » (Minimally Invasive Repair of Pectus Excavatum) introduite en 1998 [16] consiste en la mise en place intrathoracique et sous contrôle endoscopique, d'une barre métallique ou « PectusBar » de forme convexe, qui assure le modelage du plastron chondrosternal par compression interne.

Temps opératoires

Le patient est en décubitus dorsal, bras en croix, de façon à pouvoir accéder aux parois latérales du thorax. L'intervention est faite sous anesthésie générale et intubation, avec une sonde à double lumière, autorisant la ventilation monopolmonaire.

Le point le plus profond de la cuvette et les espaces intercostaux correspondants dans le même plan transversal, au niveau des lignes axillaires moyennes, sont repérés, ce qui permet de choisir le PectusBar à insérer. Celui-ci est modelé à la convexité souhaitée, avec un instrument ancillaire. Des incisions thoraciques de 2,5 cm de longueur sont faites aux points de marquage latéraux.

Après ventilation monopolmonaire gauche et sous contrôle thoroscopique, on fait pénétrer, à travers l'espace intercostal droit, un introducteur, qui progresse derrière le sternum, puis ressort par l'incision gauche. L'introducteur est remplacé par une lacette, pour guider le PectusBar qui est introduit, concavité vers le haut. Puis, on lui imprime une rotation de 180° à l'aide d'un instrument ancillaire, assurant le relèvement du plastron chondrosternal. Afin d'éviter le déplacement du PectusBar, des stabilisateurs sont mis en place aux deux extrémités et suturés aux muscles grands dentelés. Dans certains cas (grands enfants, adultes), il peut être nécessaire d'introduire un deuxième PectusBar. Le matériel est mis en place pour 2 à 3 ans.

Son explantation est faite en décubitus dorsal, bras en croix. Les incisions latérales sont reprises et les stabilisateurs démontés. L'extraction du PectusBar nécessite la mobilisation du patient en décubitus latéral controlatéral, en raison de la convexité antérieure de l'implant.

Le « MIRPE » semble intéressant chez l'enfant au thorax malléable, plus particulièrement dans les formes extensives (type II de Chin) mais il est également applicable chez l'adulte. [17]

Tableau 1.

Résultats des sternochondroplasties de type Ravitch modifié.

| Auteur | Année | Type d'opération | Nombre d'opérés | Complications postopératoires (%) | Résultats satisfaisants (%) |
|-----------------|-------|------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Shamberger [6] | 1987 | PC | 152 | 3,9 | 98 |
| Shamberger [9] | 1988 | PE | 704 | 4,4 | 94 |
| Haller [26] | 1989 | PE | 664 | 5 | 95 |
| Fonkalsrud [27] | 2000 | PE (attelle) | 375 | 12 | 97 |

PC : pectus carinatum. PE : pectus excavatum.

Critiques

Cependant, cette technique réputée « minimale invasive » est à l'origine de complications fréquentes et parfois très graves (perforations cardiaques). [18, 19]

De plus, la durée d'hospitalisation est plus longue qu'après sternochondroplastie (1 semaine).

Enfin, la critique la plus sérieuse que l'on puisse opposer à cette technique est qu'elle n'est pas un traitement à visée pathogénique : elle ne corrige pas l'excès de longueur des cartilages et une déformation en protrusion peut se développer en lieu et place du pectus excavatum, ce qui a été constaté par Nuss lui-même. [16]

Sternochondroplastie avec contention interne par hamac de Marlex mesh

Robicsek a décrit cette intervention pour traiter le pectus excavatum, car il n'est pas favorable à la mise en place d'un matériel d'ostéosynthèse, dont il craint le déplacement intertemporel [3]. La technique de mobilisation du corps sternal est identique à celle de Ravitch. La résection cartilagineuse est sous-périchondrale, en augmentant progressivement la longueur des résections de haut en bas.

Une sternotomie transversale haute, cunéiforme, autorise le relèvement vers le haut du corps sternal, puis un treillis en Marlex mesh (treillis de polypropylène) est étalé derrière le corps sternal et fixé latéralement. L'intervention est terminée par la suture des muscles pectoraux sur la ligne médiane.

Cette technique est également utilisée par Fokin pour la cure chirurgicale du pectus carinatum. [20]

Pectus excavatum. Technique de comblement

Elle consiste en la mise en place d'une endoprothèse en Silastic sous les muscles pectoraux et sous le feuillet antérieur de la gaine des droits. Cette technique a été décrite en 1998 dans l'EMC [21].

Toutes les techniques qui comportent la mise en place de matériaux synthétiques à demeure posent le problème de la tolérance à long terme et leur mise en œuvre en routine est discutable chez des sujets dont l'espérance de vie est de plusieurs décennies. Cependant, la mise en place d'un hamac de Marlex mesh pourrait se concevoir dans la chirurgie des récidives de pectus excavatum. [22]

Quant aux endoprothèses, elles peuvent parfois se déplacer [23] ou être à l'origine de phénomènes d'intolérance.

■ Chirurgie cardiaque et/ou aortique et pectus excavatum

La nécessité d'une intervention cardiaque et/ou aortique chez un patient porteur d'un pectus excavatum est fréquente dans le syndrome de Marfan. La dépression, lorsqu'elle est majeure, peut rendre aléatoire la réalisation d'une sternotomie médiane verticale. Divers artifices ont été proposés pour pallier cette difficulté [24], notamment le retournement du plastron libre. [25]

La meilleure solution tactique consiste à procéder, dans un premier temps, après incision médiane verticale, à la résection

sous-périchondrale des cartilages inférieurs déformés (5^{es} aux 7^{es}), puis à procéder à la sternotomie médiane verticale, facilitée par le temps précédent, qui a réduit significativement la rétroflexion du sternum. La conservation provisoire des 3^{es} et 4^{es} cartilages permet de disposer d'un appui solide sur chaque hémisternum pour la mise en place de l'écarteur.

La circulation extracorporelle est mise en route, puis la procédure cardiaque et/ou aortique. Après arrêt de la circulation extracorporelle, les deux hémisternums sont suturés au fil d'acier.

Après résection sous-périchondrale des 3^{es} et 4^{es} cartilages, la réparation du pectus excavatum est alors poursuivie, selon la procédure habituelle.



■ Résultats du traitement chirurgical

Les grandes séries historiques de la littérature sont en majorité pédiatriques et les techniques employées sont des sternochondroplasties de type Ravitch modifiées avec ou sans attelle. Elles ont un taux de complications péri- et postopératoires entre 4 et 12 % et des résultats « satisfaisants » dans plus de 90 % des cas (Tableau 1). [6, 9, 26, 27]

Cependant, il faut signaler une complication spécifique de la sternochondroplastie, rare mais très grave : c'est la constriction thoracique tardive, dont 12 cas ont été observés par Haller et qui survient chez les enfants opérés trop précocement et/ou par des résections cartilagineuses extensives. [4]

La seule donnée bibliographique précisant les résultats des sternochondroplasties avec contention interne par attelles-agrafes à glissière est une série de 14 cas qui fait état d'une morbidité supérieure à 50 % et de résultats « satisfaisants » dans 86 % des cas. [28]

Pour le « MIRPE », la série de Croitoru et Nuss est la seule à avoir un recul suffisant pour apprécier les résultats à moyen terme. [29] Ils ont observé, chez les 71 patients suivis après ablation du PectusBar, 50 résultats excellents (70 %), 14 bons (19,7 %) et six échecs (8,3 %).

Cependant, le taux de complications péri- et postopératoires de cette technique est élevé, 22 % dans la série multicentrique colligée par Hebra [18] et 23 % pour Watanabe. [30]

Deux complications sont spécifiques :

- le déplacement du PectusBar obligeant à réintervenir ; [16, 18]
- les lésions cutanées par compression au niveau des zones d'implantation latérales du PectusBar, conduisant à son explantation. [30]

Résultats personnels

De mai 2001 à mai 2005, nous avons opéré 40 patients : pectus excavatum ($n = 27$), pectus carinatum ($n = 10$), pectus arcuatum ($n = 2$) et une hypertrophie localisée des 6^{es} et 7^{es} cartilages droits ($n = 1$). Le taux de complications postopératoires, toutes mineures, a été de 15 % ($n = 6$). Les résultats ont été appréciés, avec un recul suffisant, chez 33 patients. Il y a eu un perdu de vue. Le taux de résultats excellents a été de 82 % ($n = 27$), bons de 18 % ($n = 6$) et aucun échec n'a été observé.

Selon les données de la littérature, l'évaluation des résultats à moyen terme souffre de l'existence de nombreux perdus de vue et du caractère subjectif de leur appréciation, soit par le chirurgien, soit par les patients eux-mêmes, qui ont tendance à juger leur correction avec plus d'indulgence que le chirurgien.





Références

- [1] Flesch M. Über eine seltene Missbildung der Thorax. *Virchows Arch Pathol Anat* 1873;**57**:289-95.
- [2] Robicsek F, Sanger PW, Taylor FH. The surgical treatment of chondrosternal prominence (pectus carinatum). *J Thorac Cardiovasc Surg* 1963;**45**:691-701.
- [3] Robicsek F. Surgical treatment of pectus excavatum. *Chest Surg Clin N Am* 2000;**10**:277-96.
- [4] Haller JA, Colombani PM, Humphries CT, Azizkhan RG, Louglin GM. Chest wall constriction after too extensive and too early operations for pectus excavatum. *Ann Thorac Surg* 1996;**61**:1618-25.
- [5] Chin EF. Surgery of funnel chest and congenital sternal prominence. *Br J Surg* 1957;**44**:360-76.
- [6] Shamberger RC, Welch KJ. Surgical correction of pectus carinatum. *J Pediatr Surg* 1987;**22**:48-53.
- [7] Tubach F, Boileau C, Chevalier B, Joneau G, Le Parc JM, Mollard S, et al. Le syndrome de Marfan. *Lettre Pneumol* 2001;**4**:96-100.
- [8] Haller JA, Kramer SS, Lietman SA. Use of CT Scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: a preliminary report. *J Pediatr Surg* 1987;**22**:904-6.
- [9] Shamberger RC, Welch KJ. Surgical repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 1988;**23**:615-22.
- [10] Ravitch MM. The operative treatment of pectus excavatum. *Ann Surg* 1949;**129**:428-44.
- [11] Daniel RA. The surgical treatment of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 1958;**35**:719-24.
- [12] Paltia V, Parkkulainen KV, Sulamaa M, Wallgren G. Operative technique in funnel chest: experiences in 81 cases. *Acta Chir Scand* 1958;**116**:90-8.
- [13] Adkins PC, Blades B. A stainless steel strut for correction of pectus excavatum. *Surg Gynecol Obstet* 1961;**113**:111-3.
- [14] Jauffret JL, Champsaur P, Robaglia-Schlupp A, Andrac-Meyer L, Magalon G. Plaidoyer en faveur de la greffe adipocytaire dans la technique de SR Coleman. *Ann Chir Plast Esthet* 2001;**46**:31-8.
- [15] Borrelly J, Grosdidier G, Boileau J, Wack B. Chirurgie plastique de la paroi thoracique (déformations et tumeurs) à l'aide de l'attelle-agrafe à glissières. *Ann Chir Plast Esthet* 1990;**35**:57-61.
- [16] Nuss D, Kelly Jr. RE, Croitoru DP, Katz ME. A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 1998;**33**:545-52.
- [17] Park HJ, Lee SY, Lee CS, Youm W, Lee KL. The Nuss procedure for pectus excavatum: evolution of techniques and early results on 322 patients. *Ann Thorac Surg* 2004;**77**:289-95.
- [18] Hebra A, Swoveland B, Egbert M, Tagge EP, Georgeson K, Biemann Othersen H, et al. Outcome analysis of minimally invasive repair of pectus excavatum: review of 251 cases. *J Pediatr Surg* 2000;**35**:252-8.
- [19] Willekes CL, Backer CL, Mavroudis C. A 26-year review of pectus deformity repairs, including simultaneous intra-cardiac repair. *Ann Thorac Surg* 1999;**67**:511-8.
- [20] Fokin AA. Pouter Pigeon breast. *Chest Surg Clin N Am* 2000;**10**:377-91.
- [21] Chavoin JP, Grolleau JL, Lavigne B, Darbas D, Dahan M, Pomard P. Traitement chirurgical des thorax en entonnoir par la technique du comblement. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Thorax, 42-480, 1998: 10p.
- [22] Robicsek F. Marlex Mesh support for the correction of very severe and recurrent pectus excavatum. *Ann Thorac Surg* 1978;**26**:80-3.
- [23] Fowkalsrud EW. Management of pectus chest deformities in female patients. *Am J Surg* 2004;**187**:192-7.
- [24] Oki S, Misawa Y, Fuse K. A repair of funnel chest without sternal dissection in aortic root replacement. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;**23**:109-11.
- [25] Wada J. Surgical correction of the funned chest "sternoturnover". *West J Surg Obstet Gynecol* 1961;**69**:358-61.
- [26] Haller JA, Scherer LR, Turner CS, Colombani PM. Evolving management of pectus excavatum based on a single institutional experience of 664 patients. *Ann Surg* 1989;**209**:578-83.
- [27] Fonkalsrud EW, Dunn JC, Atkinson JB. Repair of pectus excavatum deformities: 30 years experience with 375 patients. *Ann Surg* 2000;**231**:443-8.
- [28] Duhamel P, Brunel C, Le Pimpec F, Pons F, Jancovici R. Correction des déformations congénitales de la sternochondroplastie modelante : technique et résultats à propos d'une série de 14 cas. *Ann Chir Plast Esthet* 2003;**48**:77-85.
- [29] Croitoru DP, Kelly Jr. RE, Goretsky MJ, Swuveland B, Nuss D. Experience and modification update for the minimally invasive Nuss technique for pectus excavatum repair in 303 patients. *J Pediatr Surg* 2002;**37**:437-45.
- [30] Watanabe A, Watanabe T, Obama T, Ohsawa H, Mawarati T, Ichimiya Y, et al. The use of a lateral stabiliser increases the incidence of wound trouble following the Nuss procedure. *Ann Thorac Surg* 2004;**77**:296-300.

Pour en savoir plus

- Shamberger RC. Chest wall deformities. In: Shields TW, LoCicero III J, Ponn RB, editors. *General thoracic surgery*. 5^e ed. Philadelphia PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2000. p. 535-61.
- Robicsek F. Surgical treatment of anterior chest wall deformities. *Chest Surg Clin N Am* 2000;**10**:227-439.
- Huddleston CB. Pectus excavatum. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2004;**16**:225-32.
- Humphreys II GH, Jaretzki III A. Pectus excavatum. Late results with and without operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980;**80**:686-95.
- Kowalewski J, Barcikowski S, Brocki M. Cardiorespiratory function before and after operation for pectus excavatum. Medium-term results. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998;**13**:275-9.
- Wynn SR, Driscoll DJ, Ostrom NK, Staats BA, O'Connell EJ, Mottram CD, et al. Exercise cardiorespiratory function in adolescents with pectus excavatum. Observations before and after operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990;**99**:41-7.
- Peterson RJ, Young Jr. WG, Godwin JD, Sabiston Jr. DC, Jones RH. Noninvasive assessment of exercise cardiac function before and after pectus excavatum repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985;**90**:251-60.
- Willekes CL, Baker CL, Mavroudis C. A 26 years review of pectus deformity repairs, including simultaneous intracardiac repair. *Ann Thorac Surg* 1999;**67**:511-8.

M. Conti, Praticien Hospitalier.
C. Rossella, Chirurgien Attaché.
H. Porte, Professeur des Universités, praticien hospitalier.
A. Wurtz, Professeur des Universités, praticien hospitalier (awurtz@chru-lille.fr).
Clinique de chirurgie thoracique, hôpital Albert-Calmette, CHRU Lille, 59037 Lille cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Conti M., Rossella C., Porte H., Wurtz A. Traitement chirurgical des malformations de la paroi thoracique antérieure. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-210, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Traitement chirurgical des scolioses idiopathiques

R. Vialle, P. Mary, C. Glorion

Les buts du traitement chirurgical des scolioses idiopathiques ont peu varié dans les dernières décennies. Finalement, c'est la capacité des chirurgiens à obtenir l'objectif souhaité qui s'est améliorée. L'arthrodèse rachidienne reste l'objectif final du traitement chirurgical. Cette arthrodèse d'une étendue plus ou moins grande du rachis déformé doit aboutir à un tronc correctement équilibré au-dessus du bassin. La dérotation des vertèbres scoliotiques est également un but à atteindre car elle participe à la qualité cosmétique du résultat final. Depuis le développement de l'instrumentation de Cotrel et Dubousset au début des années 1980, beaucoup d'autres instrumentations et techniques se sont développées parallèlement. Les instrumentations antérieures, l'emploi des vis pédiculaires et les techniques de translation et de cintrage in situ ont permis de progresser dans la qualité de la correction tridimensionnelle de la déformation scoliotique. Les complications liées à l'emploi de ces différentes techniques sont toujours possibles mais peuvent être minimisées par le respect strict des indications, de la planification préopératoire et la maîtrise parfaite de la technique opératoire. L'objectif final qui permet d'éviter bien des déboires est de réaliser une arthrodèse de bonne qualité, sur un segment rachidien correctement corrigé et équilibré de face comme de profil.

© 2006 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Scoliose idiopathique ; Traitement chirurgical ; Arthrodèse rachidienne ; Ostéosynthèse postérieure ; Ostéosynthèse antérieure ; Instrumentation

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Bilan préopératoire | 1 |
| ■ Préparation à la chirurgie | 2 |
| ■ Interventions par voie postérieure | 3 |
| Historique | 3 |
| Instrumentations « segmentaires » | 4 |
| ■ Instrumentations antérieures | 19 |
| Historique | 19 |
| Voies d'abord | 19 |
| Correction antérieure par plaque | 21 |
| Instrumentations segmentaires antérieures | 23 |
| Fermeture | 25 |
| Soins postopératoires | 25 |

■ Introduction

Le traitement chirurgical des scolioses idiopathiques a connu depuis 10 ans des avancées techniques constantes. La multiplicité des instrumentations et des techniques dérivées de la technique originale décrite dès 1983 par Cotrel, Dubousset et Guillaumat ^[1] explique la réputation de grande complexité qui continue de précéder cette chirurgie.

Sur un plan purement technique, ces interventions sont souvent longues, parfois complexes et difficiles, même si c'est finalement l'indication chirurgicale et la stratégie thérapeutique

qui restent la clé de leur réussite ^[2]. La technique opératoire est « simple » à condition d'être appliquée de manière minutieuse et selon une gestuelle parfaitement maîtrisée. Les ancillaires, souvent complexes et volumineux, ainsi que les implants toujours plus nombreux témoignent du grand dynamisme des industriels et des ingénieurs dans ce domaine. Néanmoins, il faut toujours garder à l'esprit que la bonne maîtrise de telle ou telle instrumentation reste avant tout le fruit d'une expérience chirurgicale partagée au sein d'une équipe qui en a éprouvé les qualités, les subtilités et les éventuelles imperfections.

■ Bilan préopératoire

Le bilan préopératoire doit comporter un examen clinique complet. Il faut en effet s'attacher jusqu'au dernier instant à rechercher un éventuel signe neurologique comme l'absence d'un réflexe (cutané abdominal par exemple) pouvant remettre en cause le diagnostic de scoliose idiopathique. Dans ce cas, il est nécessaire de pousser plus loin les explorations. Depuis quelques années, la réalisation d'imageries par résonance magnétique (IRM) préopératoires s'est généralisée. Rappelons que celle-ci n'est a priori pas justifiée devant une scoliose « idiopathique » qui, par définition, ne comporte aucune anomalie de l'examen clinique neurologique ^[3, 4]. En revanche, l'IRM est indispensable dès lors qu'il existe une anomalie, si mineure soit-elle, de l'examen neurologique ou devant certaines formes topographiques de scolioses (scoliose thoracique gauche par exemple).

L'imagerie indispensable à réaliser avant l'intervention comporte des clichés radiographiques statiques et dynamiques.

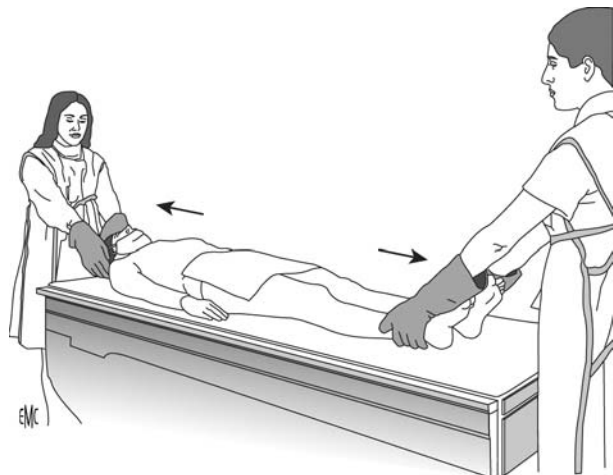


Figure 1. La radiographie en traction est réalisée sur un patient en position de décubitus dorsal, le tronc du patient est alors étiré par deux personnes.

Il est nécessaire de disposer d'une radiographie de la colonne vertébrale en totalité, de face et de profil, allant de la base du crâne jusqu'au tiers proximal des deux fémurs. Ces radiographies doivent être impérativement réalisées debout, sans corset. Elles donnent un aperçu de la déformation rachidienne dans son ensemble. Lorsqu'elles sont mal visualisées, il peut être nécessaire de faire des radiographies centrées sur certaines zones comme la charnière lombosacrée.

Les clichés dynamiques comprennent un cliché en traction et les clichés en inclinaison latérale. Ces clichés nécessitent la collaboration du patient et sont parfois de réalisation un peu désagréable. Il est donc nécessaire d'expliquer clairement les manœuvres qui vont être réalisées avant toute tentative.

Le cliché en traction peut être réalisé « en suspension », le patient debout étant progressivement tracté au plafond au moyen d'une poulie et d'un dispositif de mentonnière. La réalisation de cette technique nécessite de disposer d'une salle de radiologie équipée du dispositif de traction. La radiographie en traction peut également être réalisée sur un patient en position de décubitus dorsal. Le tronc du patient est alors étiré par deux personnes, l'une empaumant à la tête, l'autre aux pieds (Fig. 1).

Les clichés en inclinaison latérale sont réalisés dans les deux sens (inclinaison latérale droite et inclinaison latérale gauche) et dans chaque secteur de la déformation. Il est donc nécessaire, pour une scoliose combinée avec deux courbures, de pratiquer quatre clichés en inclinaison latérale. Il est plus aisé de réaliser ces clichés lorsque le patient est en décubitus dorsal. Il est nécessaire, lors du cliché en inclinaison du côté de la convexité de la courbure, d'exercer un contre-appui au sommet de la convexité afin d'augmenter la réductibilité de celle-ci (Fig. 2).

La surveillance médullaire peropératoire par l'enregistrement des potentiels évoqués moteurs et sensitifs est devenue incontournable [5]. Il est donc nécessaire de pratiquer une étude préopératoire de ces potentiels afin de juger des possibilités de surveillance peropératoire. Les courbes obtenues lors de l'examen préopératoire servent ainsi de références durant la chirurgie. Par ailleurs, il est possible d'anticiper certaines difficultés techniques chez des patients où le recueil des potentiels évoqués médullaires est difficile.

Le bilan préopératoire est également un point crucial pour l'équipe anesthésique qui prend en charge le patient au cours et au décours de la chirurgie. La correction chirurgicale des déformations rachidiennes est une chirurgie lourde et souvent hémorragique. Il peut être nécessaire de recourir à la transfusion sanguine, même lorsque l'hémostase est faite de manière soigneuse et que les méthodes d'épargne sanguine classique (hémodilution, hypotension contrôlée, récupérateur de sang) sont utilisées [6, 7]. Ainsi, le recours à un protocole d'autotransfusion est le plus souvent nécessaire et doit être anticipé. Un

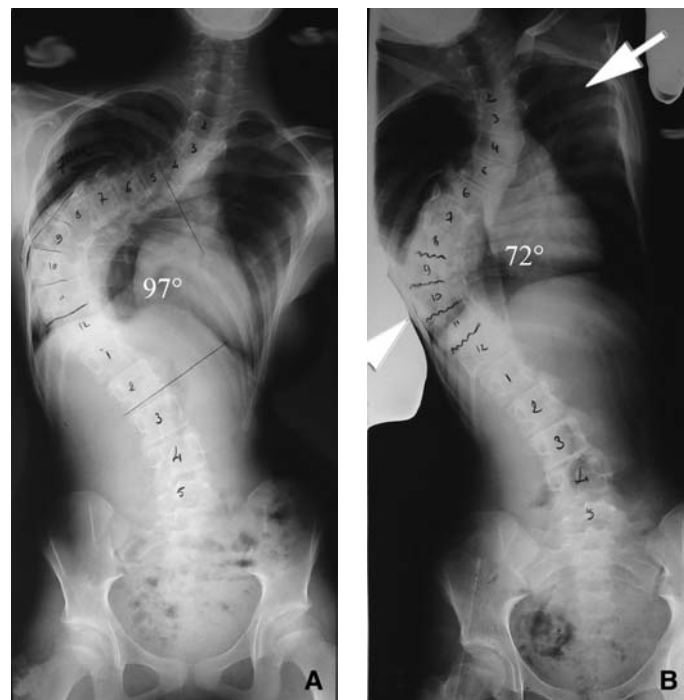


Figure 2. A, B. Le cliché en *bending* du côté de la convexité est réalisé en exerçant un contre-appui au sommet de la déformation à l'aide de la main revêtue d'un gant plombé.

délai de 8 semaines est en effet le plus souvent requis pour collecter le sang en vue de l'intervention.

Un bilan respiratoire est nécessaire, principalement lorsque la déformation du rachis intéresse le secteur thoracique. Lorsque la courbure est très évoluée ou que le programme chirurgical s'avère complexe et particulièrement lourd, un bilan cardiologique plus poussé peut être nécessaire.

Il peut être utile de réaliser une bonne partie du bilan préopératoire au cours d'une brève hospitalisation, par exemple de 2 jours consécutifs. Il est ainsi possible de réaliser un bilan radiologique complet, la consultation d'anesthésie, les épreuves fonctionnelles respiratoires etc. Cette hospitalisation est l'occasion de discuter, parfois plus longuement que lors d'une consultation, avec le patient et sa famille. Cette discussion singulière est absolument indispensable et doit permettre d'exposer au patient les motivations de l'indication chirurgicale, les moyens thérapeutiques proposés, les suites postopératoires attendues ainsi que l'ensemble des complications postopératoires pouvant survenir. C'est là le point souvent crucial de l'information donnée au patient. Le traitement chirurgical des scolioses idiopathiques s'adresse souvent à des patients jeunes, par ailleurs en bonne santé, et ne présentant aucune symptomatologie fonctionnelle particulière. Il est donc d'autant plus nécessaire de rappeler qu'il ne s'agit pas d'une chirurgie « anodine » et que les complications, même si elles sont rares, peuvent parfois être dramatiques. Nous ne détaillons pas plus ici l'information qui doit être donnée au patient concernant ces complications. Signalons toutefois que le chirurgien, même aguerri à la chirurgie des déformations rachidiennes, peut s'appuyer sur des documents rédigés par les sociétés savantes françaises ou internationales, et destinés à être remis aux patients candidats à la chirurgie.

■ Préparation à la chirurgie

La « préparation » à la chirurgie sous-entend un assouplissement lent et progressif de l'ensemble de la colonne vertébrale

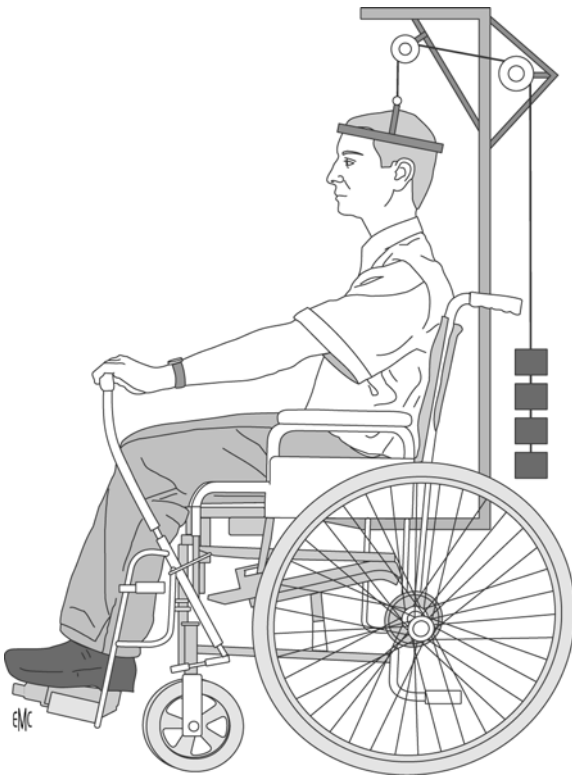


Figure 3. La traction axiale par halo permet de préparer progressivement le rachis à la chirurgie.

et du tronc. Il peut être réalisé au moyen de plâtres successifs, d'un plâtre de détraction ou bien d'une traction axiale (Fig. 3). Cette phase de préparation à la chirurgie est recommandée dès lors que la déformation rachidienne est importante et raide. Ainsi, elle peut être proposée dès que l'angulation dépasse 60° d'angle de Cobb sur la radiographie de face [8].

Les buts de cette préparation sont multiples. D'une part on peut ainsi améliorer le gain de correction de la déformation et ainsi obtenir un meilleur résultat que celui attendu après réalisation des radiographies dynamiques préopératoires. D'autre part, il est possible, chez les patients présentant une scoliose thoracique sévère avec retentissement respiratoire, d'améliorer notablement la mécanique ventilatoire et ainsi de limiter le risque de complications respiratoires de la chirurgie. Il est dans ce cas nécessaire d'associer une prise en charge spécifique de kinésithérapie respiratoire à la mise en traction. Enfin, l'obtention lente et progressive de la correction maximale par plâtre de détraction ou traction squelettique limite probablement le risque d'étirement et d'ischémie médullaire qui peut survenir lors des manœuvres de corrections peropératoires.

La durée de cette période de préparation est variable. Elle peut aller de 1 à 2 semaines dans le cas de courbures relativement souples à plusieurs mois pour les courbures les plus raides. Cette préparation doit alors être réalisée dans un centre de rééducation adapté. Elle s'accompagne d'une surveillance rapprochée de l'état clinique, particulièrement neurologique et cutané.

■ Interventions par voie postérieure

Historique

Traiter chirurgicalement les déformations du rachis par voie postérieure est de loin la stratégie la plus ancienne. Dès le début du siècle, Albee, Calot puis Hibbs [9] ont utilisé et décrit les techniques d'arthrodèse postérieure non instrumentée, par apport de greffons osseux.

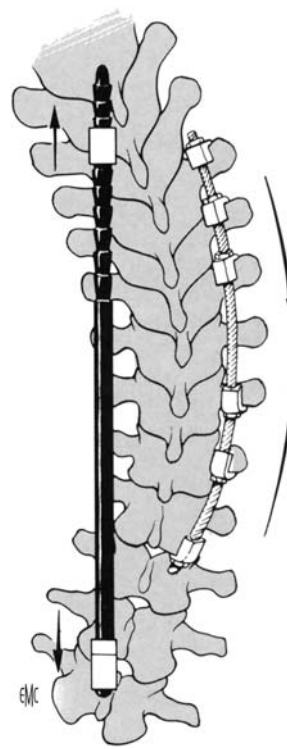


Figure 4. Le dispositif décrit par Harrington permettait d'appliquer une force de détraction du côté concave et une force de contraction du côté convexe.

À partir de 1950, l'instrumentation des déformations rachidiennes n'a cessé de progresser. Une première étape fut franchie à partir de 1962 par Paul Harrington qui proposa une technique de correction instrumentale par un matériel qui reste d'actualité jusqu'au début des années 1990 [10, 11]. Son principe mécanique est très simple, agissant dans le seul plan frontal de la colonne par deux systèmes (Fig. 4) :

- un système d'élongation dans la concavité de la courbure constitué par une tige métallique crantée de 6 mm de diamètre munie d'un crochet à chacune de ses extrémités. La tige était placée dans la concavité de la courbure, le crochet distal était appuyé sur le bord supérieur de la lame de la vertèbre inférieure d'appui et le crochet proximal était appuyé sous le processus articulaire de la vertèbre supérieure d'appui. Un effet de distraction pure était obtenu en faisant franchir successivement les crans de la tige au crochet supérieur à l'aide d'une pince distractante spécifique. Un clip ou un fil métallique était ensuite passé sous le crochet pour empêcher sa descente accidentelle ;
- un système de compression était réalisé du côté convexe par la mise en charge de crochets plus petits insérés sur les processus transverses à la partie supérieure du montage et sous les processus transverses ou sous les lames à la partie inférieure du montage. La compression était effectuée au moyen d'une tige filetée et de boulons.

Une arthrodèse vertébrale soigneuse était réalisée par avivement des arcs postérieurs et mise en place de greffons cortico-spongieux prélevés le plus souvent sur les crêtes iliaques ou le tibia. Une immobilisation postopératoire de 6 à 12 mois était par la suite nécessaire jusqu'à obtention d'une masse de fusion osseuse suffisante.

Outre la contrainte majeure représentée par l'immobilisation postopératoire prolongée, les inconvénients mécaniques de cette technique étaient importants. D'une part, la correction était parfois insuffisante car elle ne s'exerçait que dans le plan frontal. D'autre part cette correction frontale en détraction avait pour principal inconvénient de cyphoser la région instrumentée, ce qui pouvait être très néfaste, particulièrement au niveau lombaire. L'ensemble des contraintes mécaniques ne s'exerçant sur le rachis que par l'intermédiaire de deux crochets, de nombreuses ruptures de matériel ou arrachement des crochets inférieurs ou supérieurs ont été à déplorer. La stabilité de cette instrumentation a été améliorée notablement par l'adjonction

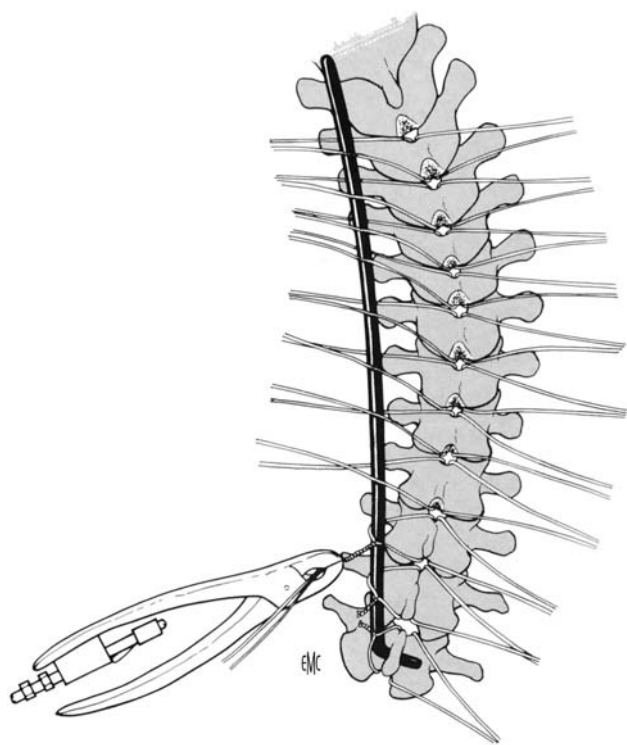


Figure 5. Technique de fixation segmentaire décrite par Luque.

de « dispositifs de traction transversale » également nommés « DTT », par Cotrel. La rigidification du montage par une construction en « cadre » a notamment permis de réduire la durée de contention postopératoire à 2 mois dans la majorité des cas.

Afin d'améliorer la réduction de la déformation et de réaliser une ostéosynthèse plus stable et plus solide, Luque a décrit en 1976 une technique de fixation segmentaire [12]. Son principe est basé sur la correction progressive de la déformation scoliotique, aussi bien dans le plan frontal que dans le plan sagittal, en ramenant chaque vertèbre au contact de deux tiges métalliques précintrées (Fig. 5). Pour ce faire, chaque vertèbre était arrimée sur la tige au moyen de fils métalliques passés sous les lames vertébrales. La multiplication des points d'appui et la meilleure répartition des charges donnaient à ce type d'instrumentation une meilleure fiabilité sur le plan mécanique. Ainsi, il était souvent possible de se passer de contention postopératoire. La technique du cadre de Dove-Hartshill (Fig. 6) est une modification de la technique initiale de Luque, permettant de rigidifier encore l'instrumentation [13]. La technique de Luque et ses dérivés sont encore utilisés par certaines équipes pour traiter certains types de scolioses (principalement d'origine neuromusculaire).

Instrumentations « segmentaires »

Introduction

Au début des années 1980, Cotrel et Dubousset ont mis au point successivement chez l'enfant puis chez l'adulte, avec la collaboration de Guillaumat, une technique originale de correction des déformations scoliotiques par une instrumentation segmentaire rigide [1]. Cette instrumentation repose sur l'association d'implants rachidiens (vis pédiculaires et crochets), de tiges et de DTT solidarissant les tiges (Fig. 7). L'innovation de cette technique était de pouvoir se passer de toute contention postopératoire tout en corrigeant la déformation rachidienne dans les trois plans de l'espace. Elle est devenue rapidement incontournable et a été appliquée depuis à tous les champs de la chirurgie rachidienne. Son principe de base est repris par un nombre sans cesse croissant d'instrumentations similaires.

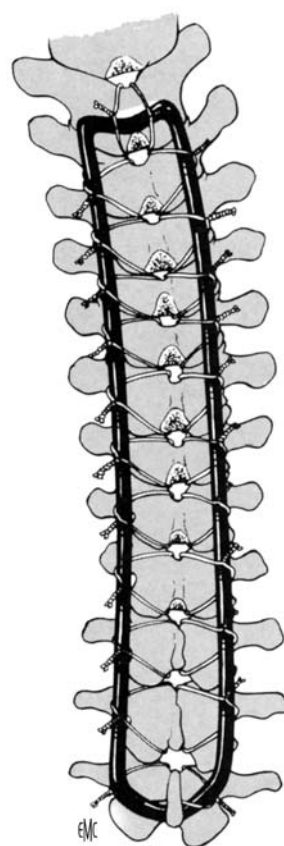


Figure 6. La technique du cadre (Dove-Hartshill) est une modification de la technique initiale de Luque, permettant de rigidifier encore l'instrumentation.

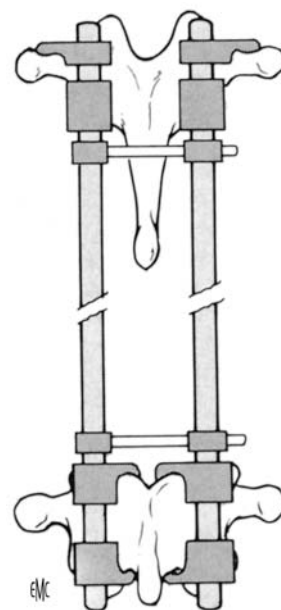


Figure 7. La mise en place de dispositifs de traction transversale permet de rigidifier le montage en lui donnant l'aspect d'un cadre.

Principes de correction

Le principe général de correction d'une courbure scoliotique par les instrumentations multisegmentaires est d'exercer une force de correction sur le rachis par l'intermédiaire d'implants rachidiens solidarisés entre eux par une tige plus ou moins rigide. L'application de la force de correction peut être obtenue par différents moyens : la rotation de la tige préalablement cintrée, la translation des implants afin de les ramener progressivement sur la tige, ou la déformation progressive de la tige déjà solidarisée aux implants (technique de cintrage « in situ »).

La technique originale de correction des déformations scoliotiques par le matériel de Cotrel et Dubousset était une rotation de la tige préalablement cintrée avant sa mise en place dans les implants vertébraux. Les principes de base de cette

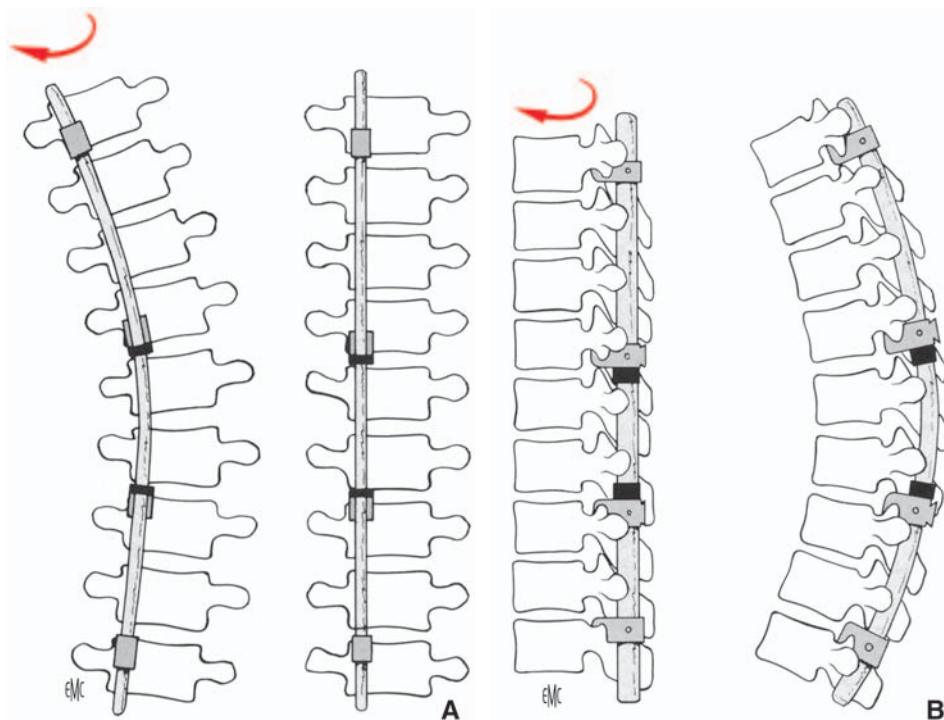


Figure 8. Principe de correction d'une déformation scoliotique par rotation de la tige.

A. Dans le plan frontal.
B. Dans le plan sagittal.

correction sont simples (Fig. 8). Dans le plan frontal, les forces exercées sur les implants sont une compression du côté de la convexité et une distraction sur le côté de la concavité. Dans le plan sagittal, les forces exercées sur les implants sont une distraction postérieure cyphosante à l'étage thoracique et une contraction postérieure lordosante à l'étage lombaire. Enfin, dans le plan axial, une traction transversale et une dérotation vertébrale sont appliquées aux vertèbres apicales. Il n'est pas nécessaire d'instrumenter obligatoirement toutes les vertèbres mais seulement les vertèbres stratégiques. Les forces correctrices les plus importantes sont appliquées au sommet de la déformation rachidienne, et c'est donc là que les implants rachidiens sont les plus sollicités. Il faut donc prendre un soin tout particulier à la définition de la stratégie d'instrumentation des vertèbres apicales.

Avant de détailler les différentes stratégies de corrections, nous allons insister sur les caractéristiques des différents implants et de leur mise en place.

Différents implants

Vis « pédiculaires »

Initialement réservées à l'instrumentation des seules vertèbres lombaires, elles sont de plus en plus utilisées, même à l'étage thoracique. Ces implants sont formés de trois parties : un corps arrondi en forme de « tulipe » et creusé d'une gorge à ouverture postérieure destinée à recevoir la tige, un col plus ou moins conique, une extrémité filetée dont la pointe est émoussée, de diamètre et de longueur variables. De nombreuses innovations technologiques ont amélioré ce type d'implants particulièrement pour le filetage et le revêtement de la vis améliorant la tenue primaire de celle-ci dans l'os spongieux du pédicule. Par ailleurs, signalons l'existence de vis pédiculaires multiaxiales, dont le débattement entre le corps et l'extrémité filetée de la vis facilite notablement la mise en place de la tige après la mise en place des différents implants. Les modalités de blocage de la tige au sein de la vis pédiculaire sont variables en fonction des constructeurs. Habituellement, il s'agit d'un système de blocage par serrage d'un boulon fermant la gorge du corps de la vis.

Technique de mise en place des vis pédiculaires. Cette technique est différente pour la mise en place au niveau des vertèbres lombaires ou au niveau des vertèbres thoraciques. De nombreuses subtilités et variations de technique opératoire

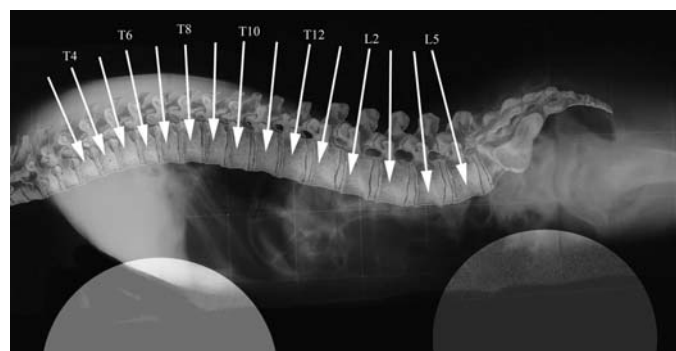


Figure 9. La radiographie du rachis en totalité réalisée après l'installation du patient en décubitus ventral permet d'apprécier la direction à donner à chaque vis dans le plan purement sagittal.

existent au sein des équipes chirurgicales. Par ailleurs, certains outils, le plus souvent informatiques, d'aide à la mise en place des vis pédiculaires sont désormais disponibles. Nous décrivons ici notre technique personnelle de mise en place des vis pédiculaires.

Avant toute mise en place d'un implant pédiculaire, il est nécessaire d'analyser méthodiquement les radiographies de face et de profil. La radiographie de profil du rachis réalisée après installation du patient en décubitus ventral donne des informations précieuses sur la direction plus ou moins oblique vers le bas ou vers le haut à donner au trajet de la vis (Fig. 9).

- Aux étages lombaires, il est nécessaire, avant de procéder à la mise en place d'une vis, de visualiser parfaitement les repères anatomiques suivants : le massif articulaire, le processus transverse et l'isthme de la vertèbre à instrumenter (Fig. 10A). La préparation du point d'entrée de la vis commence par la réalisation de l'arthrectomie inférieure de la vertèbre sus-jacente (Fig. 10B). Le point d'entrée de la vis se situe à la partie basse et latérale du processus articulaire crânial de la vertèbre que l'on souhaite instrumenter, à l'union d'une ligne passant par le milieu du processus transverse et le bord latéral de l'isthme (Fig. 10C).

La corticale de l'articulaire est retirée à l'aide d'une pince-gouge et le point d'entrée est préparé avec une pointe carrée (Fig. 10D). Le trajet intrapédiculaire est ensuite préparé à l'aide d'un perforateur légèrement courbe, permettant de

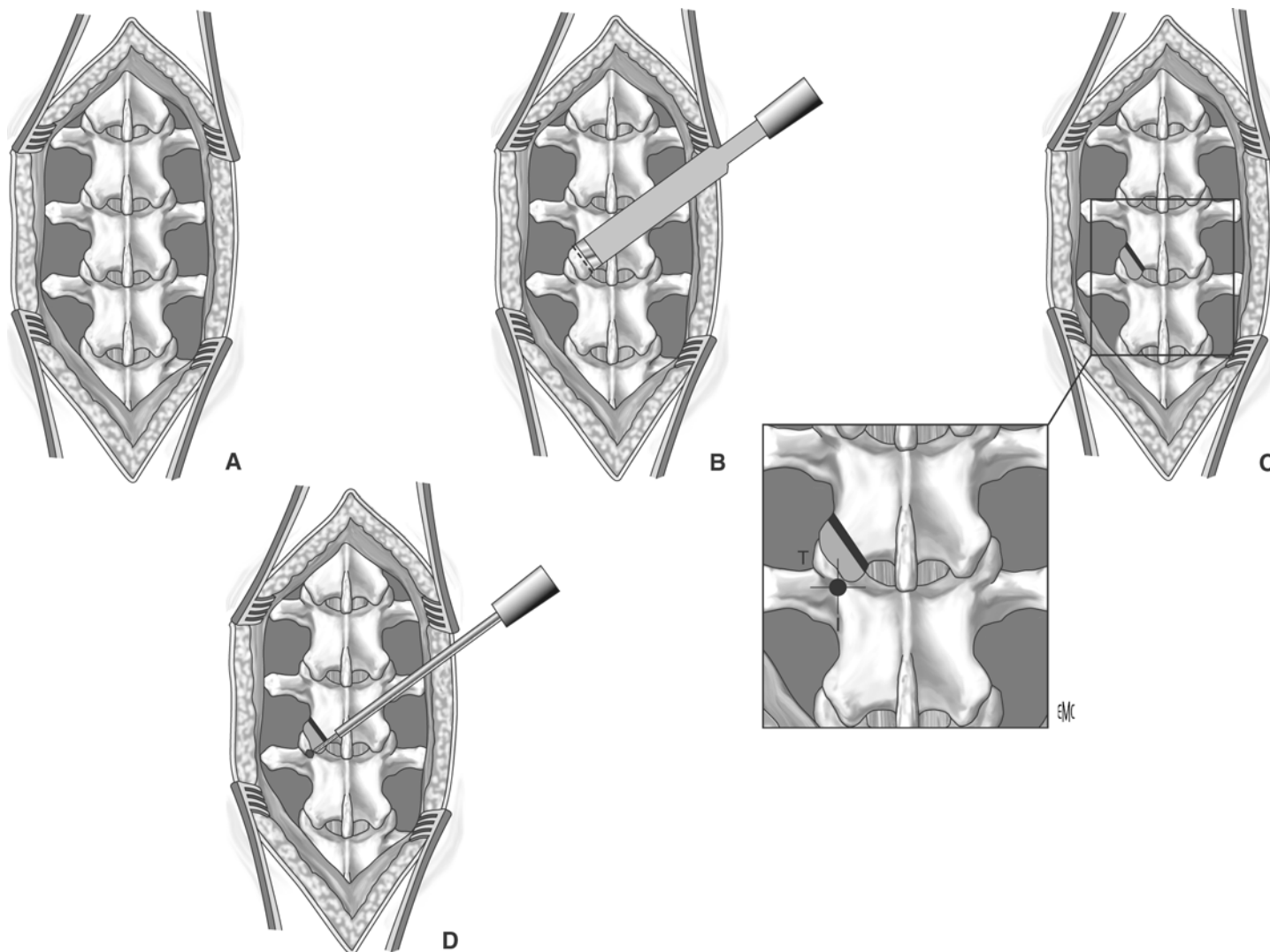


Figure 10. Mise en place des vis pédiculaires lombaires. Il est nécessaire de visualiser le massif articulaire, le processus transverse et l'isthme de la vertèbre à instrumenter (A). L'arthrectomie inférieure de la vertèbre sus-jacente (B) permet de visualiser le point d'entrée de la vis situé à l'union des lignes passant par le milieu de la transverse et le bord latéral de l'isthme (C). Le point d'entrée est préparé à la pointe carrée (D).

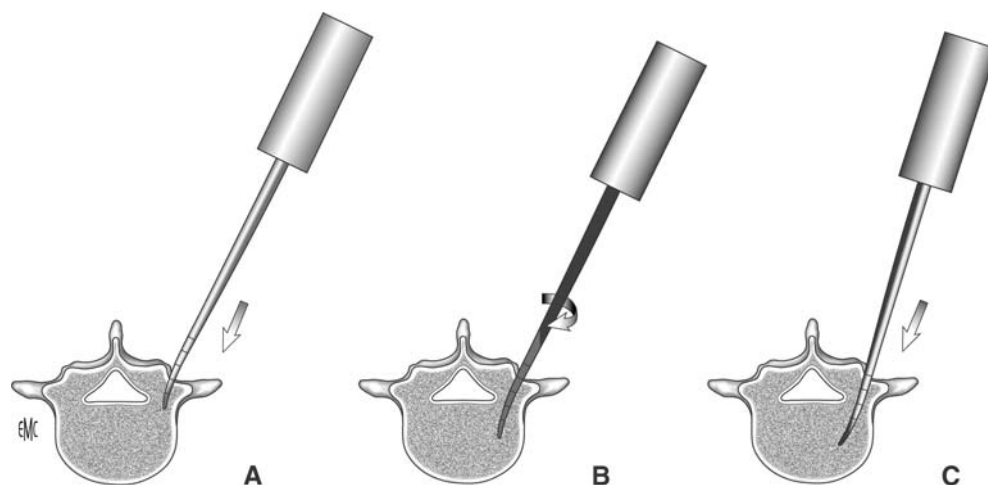


Figure 11.

A, B, C. L'utilisation d'un perforateur légèrement courbe permet de trouver sans difficulté le chemin jusqu'au corps vertébral en pratiquant une manœuvre de retournement de 180°.

rejoindre le corps vertébral (Fig. 11). La direction doit tenir compte de la radiographie préopératoire de profil dans le plan sagittal. La difficulté est de s'orienter convenablement dans le plan axial lorsqu'il existe une forte rotation de la vertèbre scoliotique. Sur une vertèbre « de face », la direction doit être

légèrement convergente dans un plan axial. Lorsque la rotation est forte, il est parfois nécessaire de changer l'orientation de manière très importante. Une fois le trajet effectué dans le pédicule, le spongieux du corps vertébral peut être effondré prudemment à l'aide d'un

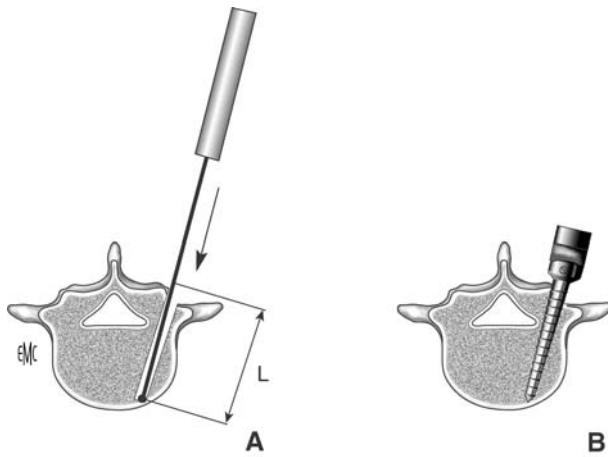


Figure 12. Le palpeur est utile pour descendre dans le pédicule et mesurer la longueur totale de la vis (A). La vis définitive peut ensuite être mise en place (B).



Figure 13. La radiographie du rachis thoracique de face permet, même en cas de rotation importante, d'avoir une idée de la hauteur des pédicules par rapport aux processus transverses.

palpeur qui permet de mesurer la longueur totale du trajet pratiqué et de choisir la longueur de la vis à mettre en place (Fig. 12A). Il peut être prudent de faire un premier trajet en taraudant à l'aide d'une vis de faible calibre (4 mm) puis de repalper les parois du trajet afin de vérifier qu'il n'existe pas d'effraction corticale. Enfin, la mise en place de la vis définitive peut être effectuée (Fig. 12B).

- Aux étages thoraciques, la mise en place de vis pédiculaires peut être plus délicate. Le point d'entrée de la vis est situé en moyenne 4 à 5 mm en dedans du bord latéral du processus articulaire crânial qu'il faut par conséquent visualiser le plus correctement possible. Sur la radiographie du rachis thoracique de face, il est possible de visualiser la position du pédicule par rapport au niveau du processus transverse (Fig. 13). La hauteur du pédicule est variable par rapport à la hauteur du processus transverse. Néanmoins, il existe toujours, anatomiquement, une continuité entre la base du processus transverse et le pédicule vertébral. Il est possible techniquement de trouver le départ du pédicule en utilisant la technique « du toboggan ». Il faut pour cela réséquer à la pince-gouge la corticale postérieure du processus transverse (Fig. 14A, B). Ensuite, l'os spongieux du processus transverse

est retiré à l'aide d'une petite curette jusqu'à prendre contact avec la corticale antérieure du processus transverse (Fig. 14C). Il est alors possible, à l'aide d'une spatule fine ou d'un palpeur, de glisser, en restant légèrement convergent, dans le pédicule vertébral, en gardant le contact avec la corticale la plus latérale (Fig. 14D, E) afin d'éviter de faire une fausse route médiale dans le canal vertébral. Cette technique est idéale lorsqu'il existe une forte déformation et une forte rotation vertébrale (Fig. 15).

La longueur et le diamètre des vis pédiculaires doivent être définis au cas par cas, après avoir préparé le trajet de la vis. Il est nécessaire de mesurer la longueur des vis à l'aide d'une jauge graduée afin d'éviter que la vis ne dépasse en avant le corps vertébral et ne risque de léser les vaisseaux du médiastin ou du rétropéritoine. Les vis pédiculaires thoraciques peuvent ainsi être très courtes (30 ou 35 mm) et de calibre réduit (4 mm à 4,5 mm). Les vis lombaires sont habituellement plus longues (40 à 45 mm) et de calibre plus important (5,5 ou 6 mm) chez l'adolescent ou le jeune adulte.

Crochets « pédiculaires »

Ces crochets sont destinés à prendre place sous les pédicules thoraciques et présentent à cet effet une encoche favorisant leur stabilité lors de la mise en charge avec des contraintes latérales. Leur mise en place est faite à l'étage thoracique selon une procédure chirurgicale précise qui doit être respectée.

L'interligne articulaire thoracique entre la vertèbre thoracique qui doit être instrumentée et la vertèbre sous-jacente est tout d'abord nettoyé soigneusement (Fig. 16). Ensuite, on pratique une résection partielle de la partie distale de l'articulaire caudale de la vertèbre à instrumenter afin de bien visualiser l'interligne articulaire et de ménager l'encoche sur laquelle le crochet doit venir s'appuyer. L'interligne est ensuite préparé à l'aide de la rugine de Rey (Fig. 17), puis de la rugine pédiculaire (Fig. 18). Ce temps est indispensable pour éviter l'introduction en force du crochet et le risque de fracture de l'articulaire supérieure de la vertèbre inférieure. Ensuite, le crochet pédiculaire est mis en place et poussé jusqu'à venir en contact avec le pédicule et l'encoche ménagée dans le processus articulaire caudal de la vertèbre instrumentée (Fig. 19). Lorsque l'interligne articulaire n'est pas bien préparé à la mise en place du crochet, notamment au moyen des différentes rugines, il existe un risque de mauvais positionnement du crochet, dans l'épaisseur de la tranche de coupe articulaire (Fig. 19C).

Crochets « infralamaires »

Principalement utilisés à l'étage lombaire, ils sont destinés à être positionnés sous le rebord caudal de la lame vertébrale.

Pour cela, il est nécessaire de visualiser convenablement la limite entre le ligament jaune et la lame vertébrale. On utilise ensuite la rugine sous-lamaire (Fig. 20A) afin de préparer le trajet du crochet et décoller le ligament jaune de la face antérieure de la lame vertébrale. Le crochet peut ensuite être placé sans difficulté (Fig. 20B).

Crochets « supralamaires »

Ces crochets sont destinés à être placés au-dessus du rebord crânial de la lame vertébrale. Ils sont donc placés dans le canal vertébral, principalement à l'étage thoracique, entre la dure-mère et la face antérieure de la lame vertébrale. La gorge des crochets thoraciques présente une obliquité de bas en haut et d'arrière en avant de telle sorte que le crochet et la lame se trouvent déportés en arrière au fur et à mesure de la mise en charge du crochet sur le rebord de la lame vertébrale (Fig. 21). La mise en place d'un crochet supralamaire nécessite de pratiquer une ouverture du ligament jaune au niveau de l'espace interlaminaire. L'exposition du ligament jaune est aisée si l'on pratique une résection assez large de l'épineuse et de l'articulaire caudale de la vertèbre sus-jacente (Fig. 22). L'ouverture du ligament jaune peut alors être effectuée sans difficultés à l'aide d'un bistouri à lame fine puis élargie à l'aide d'une pince emporte-pièce de type Kérisson (Fig. 23). Il faut prendre

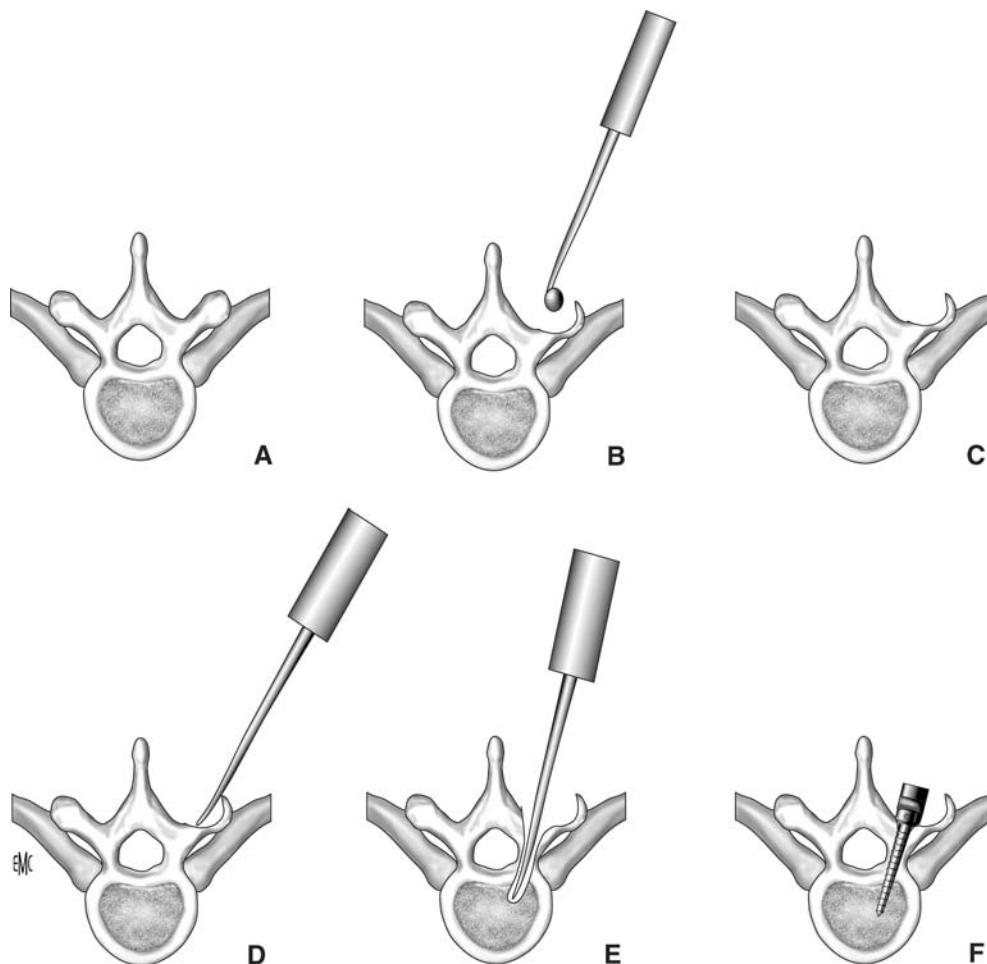


Figure 14. La technique du « toboggan » permet de mettre en place les vis pédiculaires thoraciques. La corticale postérieure de la transverse est réséquée (A, B) et l'os spongieux est retiré de l'intérieur de la transverse jusqu'à atteindre la corticale antérieure de celle-ci (C). On se sert ensuite de cette corticale pour « glisser » dans le pédicule sans difficulté (D, E). F. Vis pédiculaires en place.

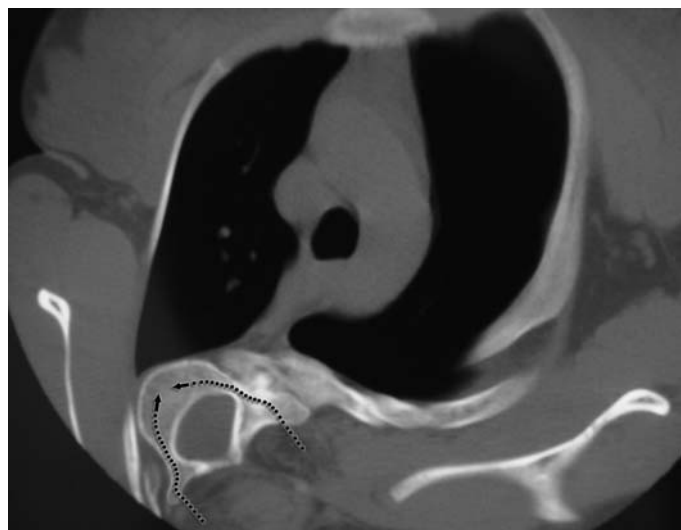


Figure 15. La mise en place de vis pédiculaires thoraciques est possible même en cas de forte rotation grâce au repère fiable que procure l'évidement du processus transverse, permettant de localiser l'origine du pédicule.

garde à ne pas blesser une veine épidurale, responsable d'un saignement pouvant gêner considérablement l'abord du canal médullaire et la mise en place du crochet. En cas de lésion d'une veine épidurale, le tamponnement à l'aide d'une gaze hémostatique (Surgicel®) est souvent suffisant. L'utilisation de la coagulation bipolaire est également possible.

Lorsque le passage interlaminaire est correctement dégagé, on passe une petite spatule entre le bord antérieur de la lame vertébrale et la dure-mère afin de vérifier la liberté de passage.

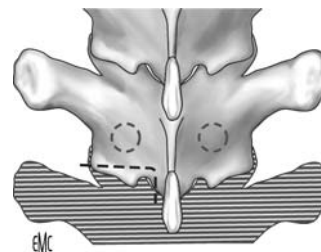


Figure 16. La préparation soignée de l'interligne articulaire est le prérequis indispensable à la mise en place du crochet pédiculaire. Une arthrectomie partielle de l'articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente permet d'ouvrir l'interligne articulaire.

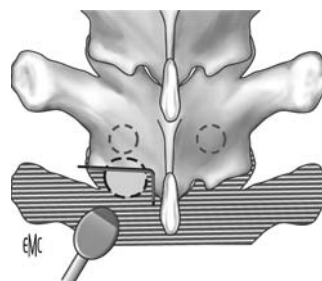


Figure 17. La rugine de Rey permet d'ouvrir l'interligne articulaire.

Le crochet supralaminaire peut ensuite être mis en place, prudemment, pour éviter toute manœuvre intempestive responsable d'une contusion médullaire (Fig. 23B). Il faut vérifier que la largeur de la gorge du crochet n'est pas trop importante, ce qui pourrait entraîner un phénomène de « piston » et une compression du fourreau dural. Dans ce cas, il est toujours possible de changer le crochet pour un crochet avec une gorge plus réduite.

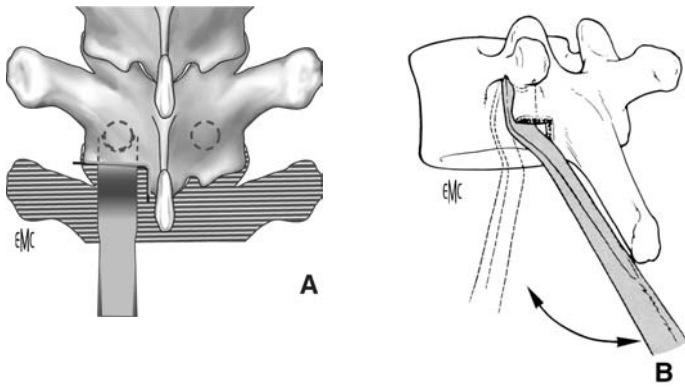


Figure 18. La rugine pédiculaire prépare le passage du crochet pédiculaire.

A. Vue postérieure.
B. Vue de trois quarts.

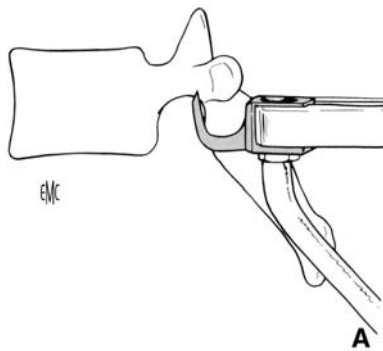
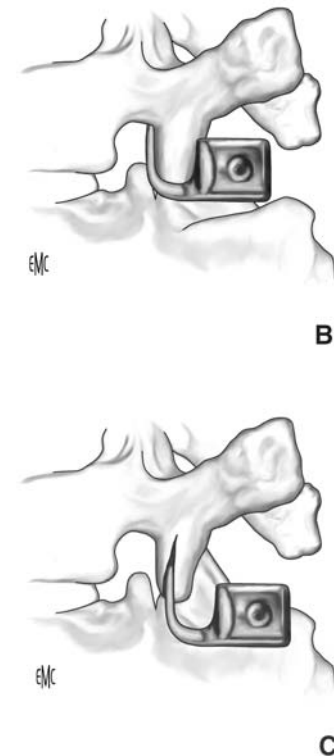


Figure 19. Le crochet pédiculaire est poussé jusqu'à venir au contact du pédicule sous lequel il s'enclave (A, B). Il faut éviter un mauvais positionnement du crochet, dans l'épaisseur de l'articulaire (C).



Lorsqu'un ou deux crochets supralamaires sont mis en place au niveau de la vertèbre limite supérieure de l'instrumentation, il faut prendre garde à ne pas léser les processus articulaires et à respecter le ligament interépineux. En effet, ceci pourrait être responsable d'une déstabilisation en cyphose de la zone sus-jacente à la limite proximale de l'instrumentation.

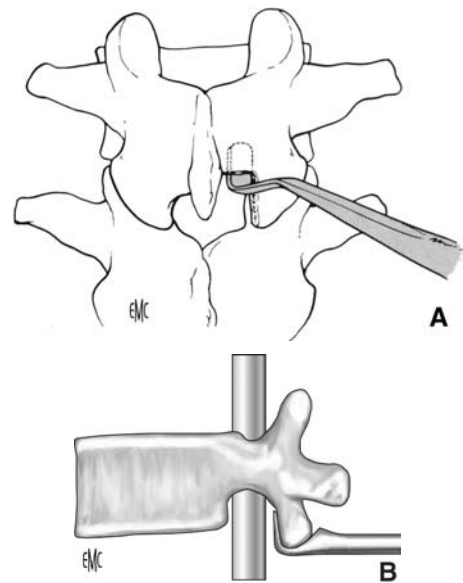


Figure 20. Mise en place d'un crochet sous-lamaire (B) après préparation de son emplacement par la rugine sous-lamaire (A).

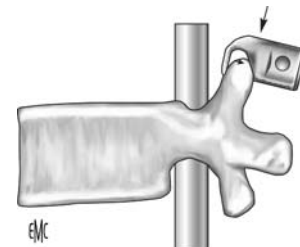


Figure 21. L'obliquité de la lame du crochet supralamaire lui permet d'être déporté vers l'arrière lors de sa mise en charge et d'éviter ainsi sa protrusion dans le canal vertébral.

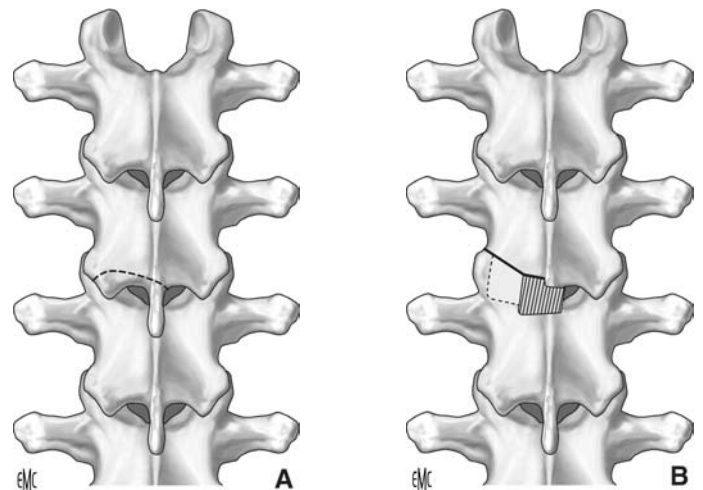


Figure 22. La résection large de l'articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente (A) permet d'avoir accès facilement au ligament jaune (B).

Crochets transversaires

Ces crochets sont placés au-dessus des processus transversaires. Ils sont spécialement dévolus à cet effet dans certains ancillaires. Notre pratique est d'utiliser en guise de crochet transversaire un crochet « mousse » d'une bonne largeur et à ce titre, le crochet infralamaire lombaire nous paraît parfaitement adéquat (Fig. 24).

Il est classique d'utiliser deux crochets transversaires au niveau de l'extrémité proximale des montages thoraciques, formant avec deux crochets pédiculaires deux pinces pédiculo-transversaires ayant une bonne tenue (Fig. 25). Avant de mettre

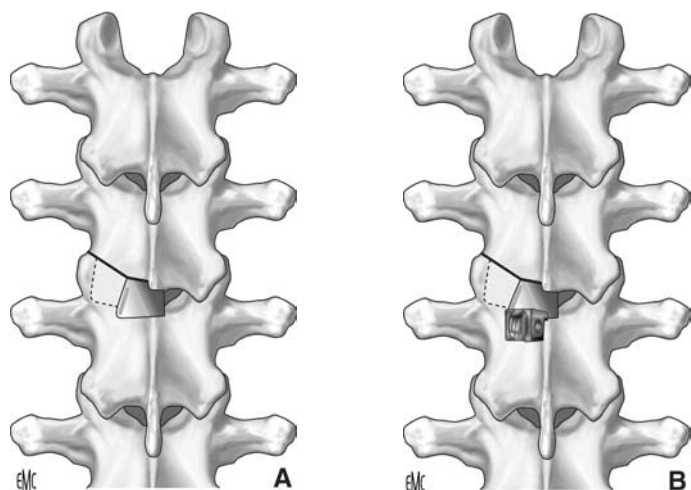


Figure 23. Après avoir ouvert le ligament jaune et élargi l'espace interlaminaire à l'aide de la pince emporte-pièce (A), le crochet est mis en place avec précaution (B).

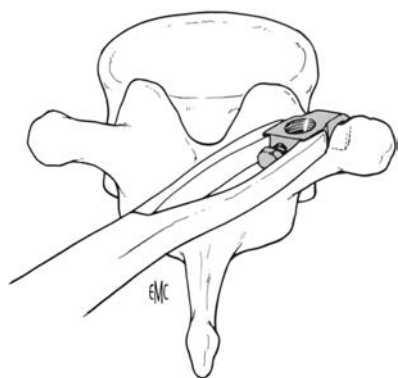


Figure 24. Mise en place d'un crochet transversaire.

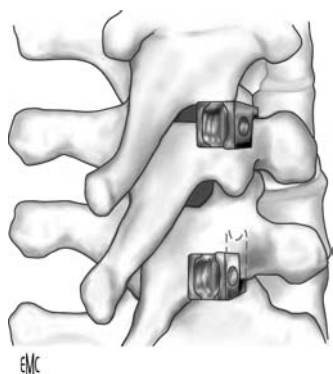


Figure 25. La pince pédiculo-transversaire bivertébrale permet de terminer la partie crâniale du montage avec une excellente prise.

en place le crochet transversaire, il est nécessaire d'exposer correctement le bord crânial du processus transversaire de la vertèbre à instrumenter. Lorsque celle-ci est une vertèbre thoracique supérieure, T1 ou T2, la dissection est parfois difficile du fait de la cyphose thoracique supérieure et de la profondeur du champ opératoire. Le passage du crochet est préparé à l'aide de la rugine transversaire. Nous préférons pour notre part utiliser la rugine laminaire lombaire, plus large et moins acérée.

Une fois le trajet correctement préparé, le crochet transversaire est mis en place. Nous préférons mettre d'emblée en place le crochet muni du boulon de verrouillage de la tige, ce qui évite par la suite de nombreuses difficultés pour sa mise en place. La tige peut ensuite être glissée dans le crochet fermé par le boulon suffisamment dévissé.

Crochets « spéciaux »

Certains crochets sont utilisés dans des circonstances bien particulières. C'est le cas des crochets décalés infralaminaires

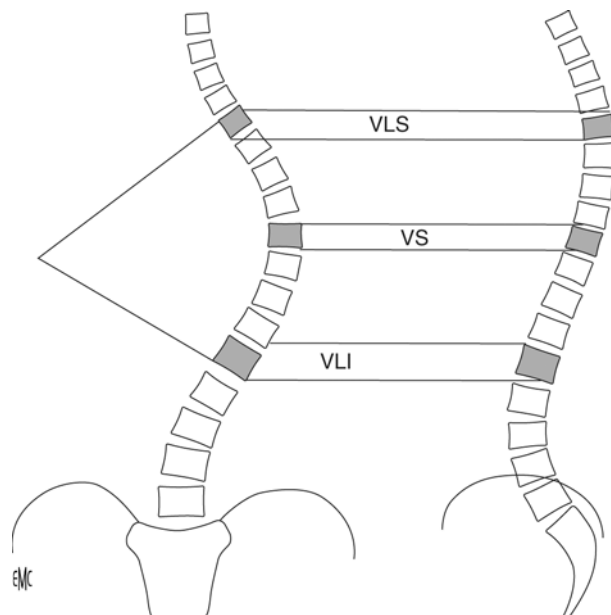


Figure 26. Pour chaque courbure scoliotique de profil et de face, on note la présence d'une vertèbre sommet (VS), d'une vertèbre limite inférieure (VLI) et d'une vertèbre limite supérieure (VLS). Les vertèbres neutres sont celles dont la rotation est nulle aux deux extrémités de la courbure. Elles peuvent parfois être différentes des VLI et VLS.

lombaires ou supralaminaires thoraciques qui peuvent être utiles aux extrémités des montages, en permettant un meilleur alignement avec les vis pédiculaires adjacentes.

Différents types de tiges

En fonction du type d'instrumentation utilisé et du constructeur, le diamètre et les caractéristiques de la tige peuvent varier. La majorité des constructeurs proposent des tiges en alliage d'acier ou de titane, d'un diamètre de 5 à 6,5 mm. La stratégie de correction choisie est l'un des éléments principaux dans le choix du type de tige. Lorsqu'une correction par rotation de tige ou par translation est envisagée, la tige choisie doit pouvoir être déformée avant sa mise en place mais garder ensuite des propriétés de résistance « élastique » permettant d'obtenir la correction souhaitée. La technique du cintrage « in situ » nécessite des propriétés de déformation « plastique » de la tige qui doit pouvoir être cintrée progressivement au sein des implants.

Stratégies thérapeutiques

Limites de l'instrumentation en fonction des différents types de courbure

L'analyse segmentaire de la déformation permet de délimiter les vertèbres « sommet », les vertèbres limites inférieure et supérieure et les vertèbres neutres (Fig. 26) ; pour une courbure unique : une zone apicale et deux zones jonctionnelles ; pour une double courbure : deux zones apicales et trois zones jonctionnelles (Fig. 27).

Cette analyse segmentaire permet d'établir la stratégie de correction et de positionnement des implants qui est consignée sur le schéma préopératoire.

Concernant la zone apicale. On décide de l'ordre d'insertion des tiges et du sens de leur action correctrice en fonction de l'analyse du cliché de profil. Ainsi, on place une tige dans la concavité et en distraction pour obtenir un effet cyphosant et on place une tige dans la convexité et en compression si l'on cherche à obtenir un effet lordosant.

Grâce aux clichés dynamiques en inclinaison latérale (*bendings*), on peut juger de la raideur plus ou moins importante de chaque secteur de la déformation et décider de la mise en place des différents implants aux endroits stratégiques (Fig. 28).

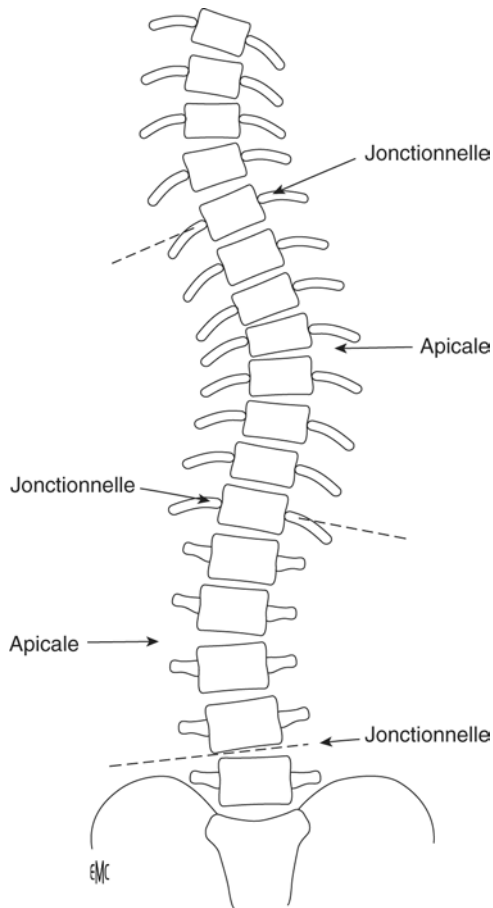


Figure 27. Pour une double courbure, on distingue deux zones apicales et trois zones jonctionnelles.

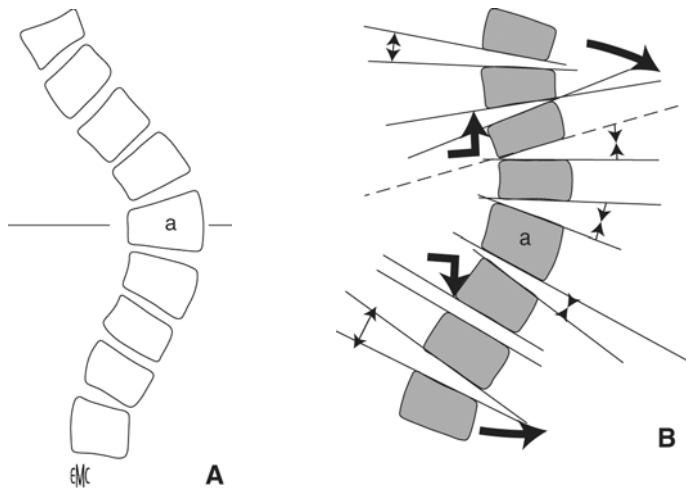


Figure 28. En fonction de la réductibilité de la déformation, les implants sont positionnés pour travailler dans le sens de la distraction du côté concave et dans le sens de la contraction du côté convexe.

A. Déformation en position neutre.

B. Le *bending* convexe montre l'ouverture des différents espaces intersomatiques et permet de préciser la place des crochets concaves, au niveau du « nœud » de la déformation.

Limite supérieure de l'instrumentation. Elle doit être choisie en analysant le cliché de profil afin d'éviter une zone jonctionnelle aiguë et finir avec un alignement harmonieux du rachis dans le plan sagittal. Il est parfois nécessaire de remonter plus haut que la limite théorique de la zone jonctionnelle et de la vertèbre neutre. L'analyse des *bendings* a une importance toute particulière en cas de contre-courbure thoracique supérieure structuralisée. La différence entre l'angle de réductibilité

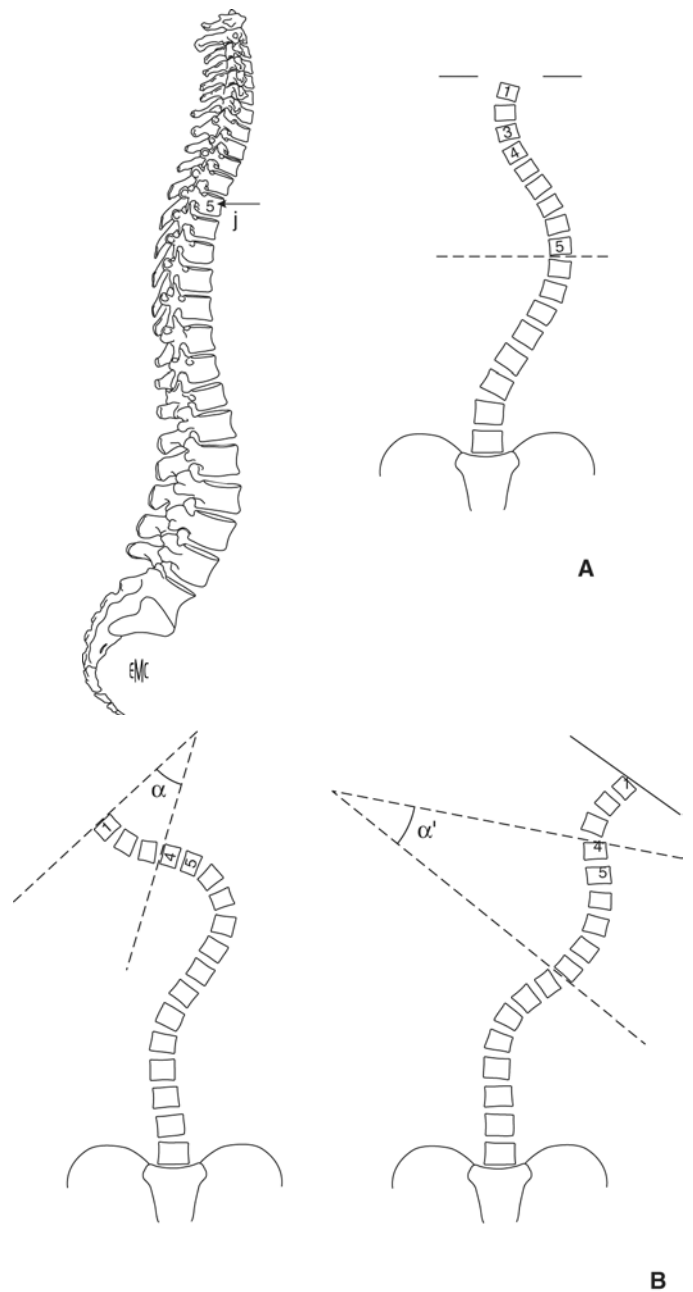


Figure 29. Il faut se méfier des scolioses thoraciques avec contre-courbure thoracique supérieure structurale (A). La zone de cyphose jonctionnelle (j) est visible entre le rachis thoracique supérieur et le rachis cervical sur la radiographie de profil. Si la réductibilité α' de la courbure thoracique supérieure est nettement inférieure à la réductibilité α de la courbure thoracique principale (B), il faut corriger chirurgicalement les deux courbures sous peine d'entraîner un déséquilibre important de la ligne des épaules.

de la contre-courbure et l'angle de la courbure thoracique principale doit être inférieure à 10° afin d'éviter un déséquilibre fixé de la ligne des épaules après correction isolée de la courbure principale (Fig. 29). Dans le cas où cette différence est supérieure à 10° , il est nécessaire d'inclure la contre-courbure thoracique supérieure dans la zone de correction.

Limite inférieure de l'instrumentation. Elle est choisie après étude des *bendings* droit et gauche. Le premier disque non instrumenté de la colonne lombaire doit être, sur le *bending* concave, complètement inclus dans la zone dite « stable » (c'est-à-dire délimitée par les deux verticales élevées à partir des articulations lombosacrées) (Fig. 30A). De plus, l'espace discal situé juste au-dessous de la dernière vertèbre instrumentée doit s'ouvrir de manière symétrique de chaque côté sur les deux clichés en *bending* droit et gauche. Par ailleurs, il faut veiller à

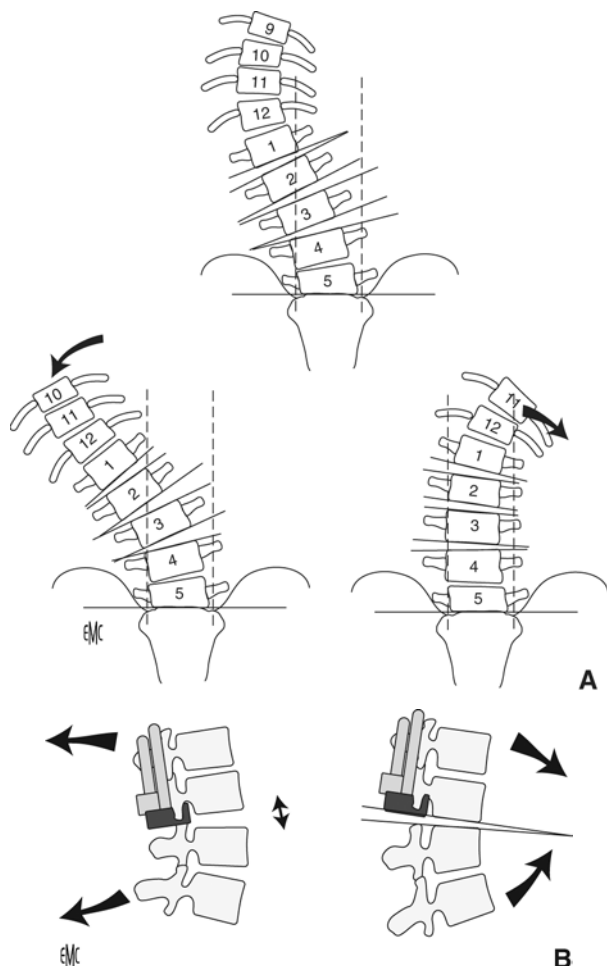


Figure 30. La zone dite « stable » de King (A) permet de vérifier que le premier disque laissé libre sous l'arthrodèse est en position favorable. Il ne faut pas que ce disque soit situé au niveau d'une zone de cyphose, particulièrement en région thoracolombaire (B).

ce que ce disque ne soit pas positionné spontanément en cyphose sur la radiographie de profil (Fig. 30B). Ainsi, on peut espérer que ces conditions mécaniques de fonctionnement, une fois l'arthrodèse réalisée, soient satisfaisantes et évitent une évolution dégénérative précoce du secteur laissé libre sous l'arthrodèse.

Différentes techniques de correction par voie postérieure

Technique de correction classique par rotation de la tige. Les implants sont positionnés en fonction des règles énumérées plus haut. Il faut généralement éviter de surcharger inutilement d'implants les vertèbres qui ne sont pas « stratégiques », ce qui pourrait gêner la rotation de la tige. Différents schémas classiques peuvent ainsi être proposés en fonction du type de courbure (Fig. 31).

À noter, dans les courbures raides, que l'utilisation d'une troisième tige plus courte, placée en détraction dans la concavité de la déformation puis rapprochée de la seconde tige concave, peut être encore d'actualité (Fig. 32).

Positionnement des implants et risque de complications neurologiques. Signalons d'emblée que la survenue de complications neurologiques, particulièrement médullaires, est dans la majorité des cas le résultat de phénomènes d'étirement médullaire ou de phénomènes vasculaires (ischémie médullaire) qui ne sont pas directement liés au positionnement des implants mais plutôt à un étirement trop important du rachis et à des manœuvres de correction peut-être un peu trop « ambitieuses ». Les instrumentations segmentaires modernes autorisent en effet des corrections toujours plus importantes. Le chirurgien doit

donc garder à l'esprit la balance permanente entre le bénéfice attendu de la correction qu'il souhaite obtenir et le risque qu'il fait courir aux structures nerveuses.

Quoi qu'il en soit, des erreurs simples de technique opératoire peuvent entraîner des lésions radiculaires ou médullaires. On retrouve ainsi des erreurs « techniques » de réalisation et des erreurs « stratégiques » de conception du montage.

- **Erreurs techniques.** La mise en place trop rapide et brutale d'un crochet pédiculaire (placé directement à l'aide du porte-crochet et du marteau, sans préparation préalable de l'interligne articulaire par exemple) peut entraîner une fracture de l'articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente qui, poussée en avant dans le canal rachidien, peut être responsable d'une contusion médullaire (du cordon postérieur ou des voies postérolatérales) (Fig. 33). Le choix du type d'implant doit être adapté à la taille de la vertèbre et particulièrement à l'épaisseur de la lame. Un crochet lamaire avec une gorge trop profonde peut « pistonner » et entraîner une compression des structures nerveuses (Fig. 34). La mise en place des vis pédiculaires doit obéir à une technique et à une gestuelle rigoureuse. La palpation du trajet du perforateur à l'aide du palpeur est un temps essentiel. Au moindre doute sur une fausse route ou en cas d'issue de liquide cébrospinal, il est préférable de ne pas mettre en place l'implant. Une erreur technique parfois commise consiste à varier l'obliquité de mise en place de la vis après avoir fait un trajet pourtant satisfaisant. Il est indispensable que l'opérateur qui met la vis définitive soit le même que celui qui en a préparé le trajet, afin de conserver la notion de la direction tridimensionnelle de celui-ci (Fig. 35).
- **Erreurs stratégiques.** Lorsque la déformation à corriger est essentiellement située dans le plan sagittal et que l'on se trouve à l'apex de la cyphose, il est dangereux de placer à cet endroit des implants dans le canal (crochets supralamaire par exemple). En effet, lors des manœuvres de correction, ces implants peuvent, par l'effet de levier induit par la tige, être poussés vers l'intérieur du canal rachidien (Fig. 36). Le raisonnement est le même pour le positionnement des implants sur la tige convexe d'une scoliose thoracique. Lors du positionnement de la tige du côté convexe, il est tentant de se servir de celle-ci pour « pousser » sur l'apex de la déformation scoliotique et aider à la réduction de celle-ci. Il faut donc éviter la mise en place d'implants intracanaux à ce niveau (Fig. 37).

Techniques de translation et de cintrage in situ. L'adoption par la grande majorité des chirurgiens scolioses, dans les années 1980, de l'instrumentation mise au point par Cotrel et Dubousset associée aux progrès de la modélisation informatique de la scoliose et des effets de la correction par dérotation a permis de mieux comprendre le chemin suivi par chaque vertèbre lors de son évolution pathologique et lors de la correction. Il a été ainsi possible de proposer d'autres chemins de correction, plus physiologiques, et n'induisant pas de distraction sur la moelle. Deux méthodes ont été alors proposées : la translation et le cintrage in situ. La mise au point de nouvelles instrumentations a suivi [14, 15].

Théories biomécaniques. En thoracique (Fig. 38), la vertèbre incluse dans la scoliose suit une courbe à concavité postérieure, en partant vers l'avant et en tournant dans le sens de la convexité de la courbure, ce qui induit une lordose thoracique. La dérotation de la tige (méthode de Cotrel et Dubousset) attire la vertèbre vers l'arrière en décrivant une courbe à centre antérieur. La translation déplace la vertèbre selon une droite, qui correspond à la corde du chemin pathologique. Le cintrage in situ mobilise la vertèbre successivement dans le plan frontal puis dans le plan sagittal en lui faisant suivre un chemin en escalier. En lombaire (Fig. 39), la vertèbre scoliotique se déplace en arrière en décrivant une courbe à concavité postérieure, ce qui a pour effet de diminuer la lordose lombaire. Le chemin suivi lors de la dérotation de la tige est proche du chemin pathologique. La translation suit un chemin qui correspond à la corde du chemin pathologique, comme au niveau thoracique.

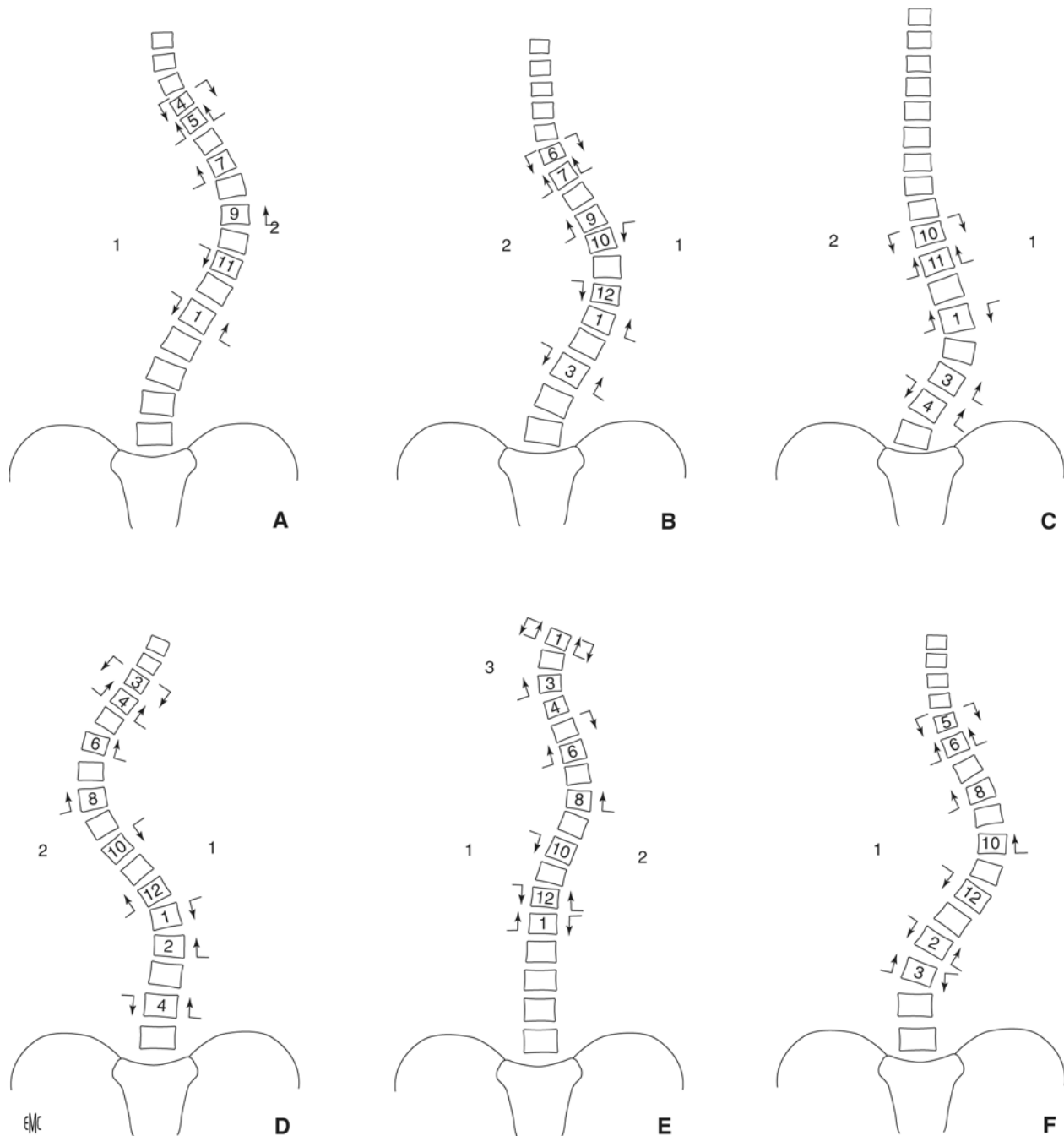


Figure 31. Différentes propositions de positionnement des implants en fonction du type de courbure. On préfère la pince pédiculotransversaire bivertébrale au niveau de la limite supérieure de la courbure. Ces configurations sont adaptées à une stratégie de correction par rotation de la tige, utilisant les implants concaves dans le sens de la distraction et les implants convexes dans le sens de la contraction (A à F).

Lors du cintrage *in situ*, les mouvements de cintrage dans le plan sagittal induisent un déplacement dans le sens de la lordose. La rotation de la vertèbre la médialise. Ces deux manœuvres faites de manière successive et répétée reproduisent un chemin en escalier qui suit le trajet pathologique.

Correction des scolioses par cintrage *in situ*. La technique de correction des scolioses par cintrage *in situ* est également basée sur une instrumentation multisegmentaire. Cette méthode a été mise au point par Steib [16] et est appliquée depuis une dizaine d'années par de nombreux chirurgiens. Elle permet également de se passer de maintien postopératoire, et a pour avantage d'être facile à mettre en place. La correction est importante, sans manœuvre de distraction, ce qui diminue les risques neurologiques. Le principe est de corriger la déformation rachidienne très progressivement, en agissant à chaque niveau instrumenté par des manœuvres de cintrage de la tige successivement dans les plans frontaux et sagittaux. Ces manœuvres

sont possibles grâce aux qualités très particulières de la tige métallique. Son domaine de plasticité est très important, alors que son élasticité est faible, c'est-à-dire qu'elle conserve la plus grande part de la déformation qu'on lui impose lorsqu'on la cintré. Autrement dit, elle conserve la majorité des déformations qu'on lui impose. Sa résistance n'est pas altérée par les déformations successives.

Mise en place des implants. L'absence de manœuvre en distraction-compression permet de se passer d'implant intracanalaires. À l'étage lombaire, et jusqu'en T10, on utilise des vis pédiculaires, au-delà des crochets pédiculaires et transversaires. Leur mise en place n'est pas différente de celle des autres instrumentations.

Choix des emplacements des implants thoraciques. Les vertèbres limites sont instrumentées des deux côtés. La vertèbre limite

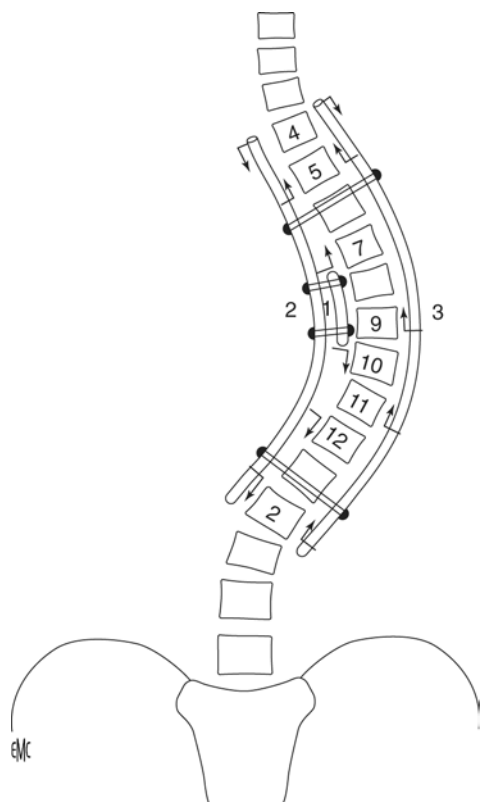


Figure 32. Dans les courbures raides, on peut utiliser une troisième tige plus courte, placée en détraction dans la concavité de la déformation puis rapprochée de la seconde tige concave.

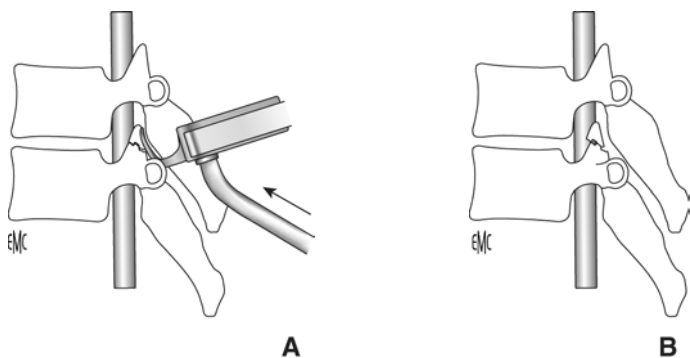


Figure 33. L'introduction du crochet pédiculaire, au marteau, et sans respecter le plan d'introduction de l'interligne articulaire (A), peut être responsable d'une fracture de l'articulaire de la vertèbre sous-jacente et d'une compression médullaire (B).

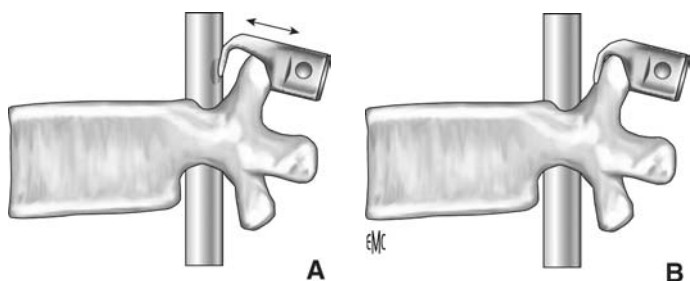


Figure 34. Un crochet supralamaire trop grand « pistonne » et peut comprimer les structures nerveuses (A). Il doit être changé et remplacé par un crochet plus « ajusté » à l'épaisseur de la lame (B).

supérieure l'est par une pince pédiculotransversaire. Les promoteurs de la méthode conseillent d'instrumenter une vertèbre sur deux dans la concavité, par un crochet pédiculaire ou par une vis pédiculaire sous T10. Dans la convexité, la vertèbre sommet

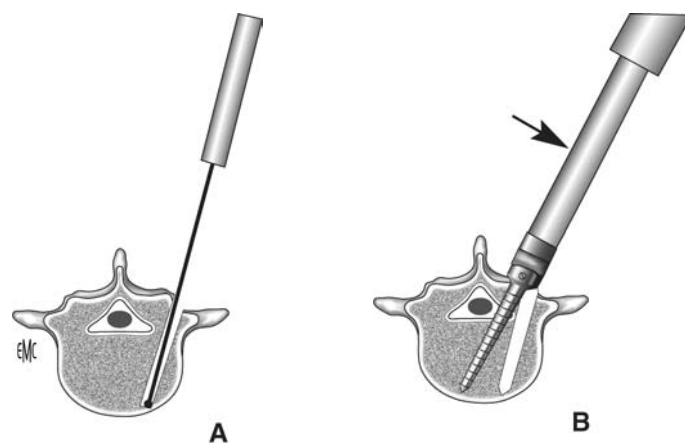


Figure 35. Le changement d'orientation entre le forage du pédicule, la mesure de la longueur de la vis (A) et la mise en place de celle-ci (B) peut être responsable d'un mauvais positionnement.

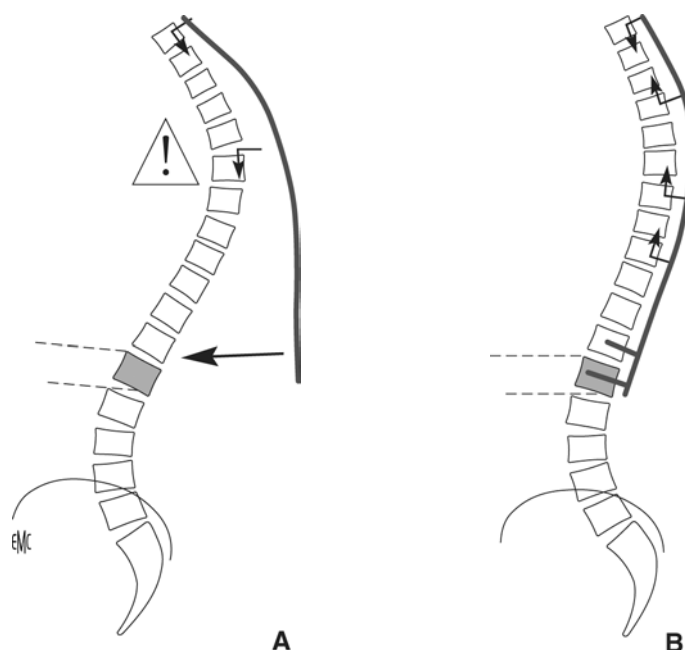


Figure 36. Il ne faut pas mettre d'implant dans le canal à l'apex d'une cyphose (A), la mise en place de la tige repousse les implants au contact des structures nerveuses. Il est plus judicieux de mettre en place des crochets pédiculaires (B).

est instrumentée avec un relais de part et d'autre en fonction de la longueur de la zone instrumentée. Pour notre part, nous préférons instrumenter la vertèbre sommet dans la convexité, les vertèbres sus- et sous-jacentes dans la concavité et procéder ainsi en alternant jusqu'aux extrémités du montage de manière à ce que chaque vertèbre soit instrumentée.

Choix des emplacements des implants lombaires. Les vertèbres limites inférieures sont instrumentées par une vis pédiculaire et un crochet sous-lamaire à corps décalé pour les assurer et réduire les risques d'arrachement de la vis. Dans la convexité, toutes les vertèbres sont instrumentées. Les promoteurs de la méthode conseillent d'instrumenter les vertèbres adjacentes aux vertèbres limites dans la concavité, de manière à réaliser un cadre. Pour notre part, nous instrumentons toutes les vertèbres lombaires de manière bilatérale, afin d'avoir une meilleure prise et de rendre les manœuvres de dérotation plus efficaces.

Mise en place de la tige. La tige est positionnée dans chaque implant sans se soucier de la correction à donner. Quelle que soit l'instrumentation utilisée, un dispositif de fermeture de l'implant est mis en place. Celui-ci ne le verrouille pas et lui permet de se mobiliser par rapport à la tige. La correction par

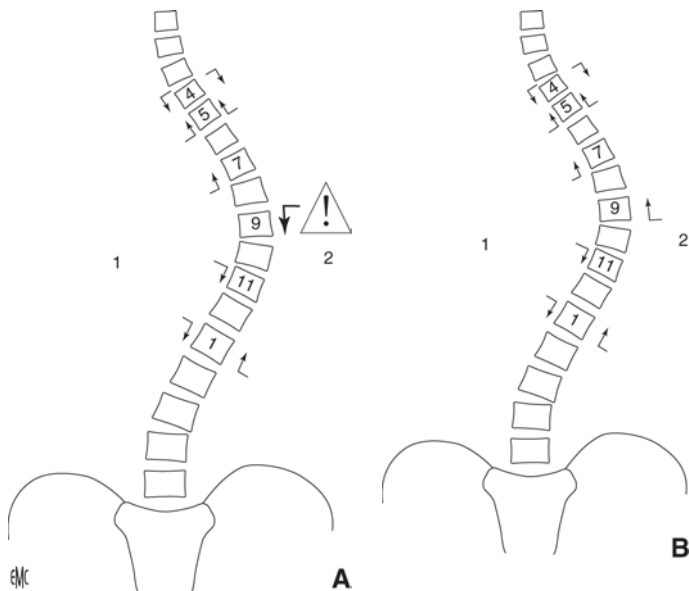


Figure 37. Lorsque la déformation est raide et que l'on est amené à « pousser » sur la tige convexe pour aider à la corriger, il est dangereux de positionner un crochet intracanalair à l'apex de la courbure (A). Il est préférable et tout aussi efficace de déplacer celui-ci d'un ou deux niveaux.

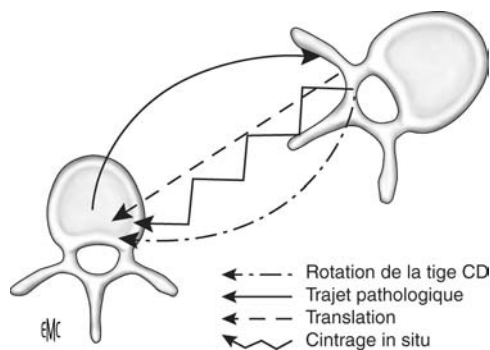


Figure 38. Schéma représentant le trajet pathologique (en rouge) et les différents trajets de la vertèbre scoliotique thoracique en fonction des différentes stratégies de correction qui lui sont appliquées.

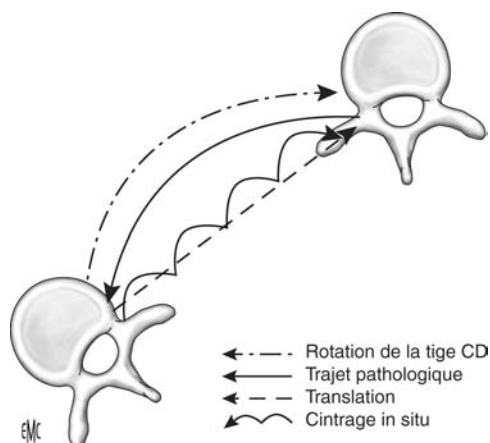


Figure 39. Schéma représentant le trajet pathologique (en rouge) et les différents trajets de la vertèbre scoliotique lombaire en fonction des différentes stratégies de correction qui lui sont appliquées.

cintrage demande un peu d'entraînement et impose de respecter quelques règles. La tige est préalablement grossièrement cintrée de manière à se positionner à peu près dans les premiers implants. Contrairement aux autres techniques, ce cintrage ne cherche pas à reproduire la correction qu'on souhaite obtenir, mais doit seulement permettre de positionner la tige dans les

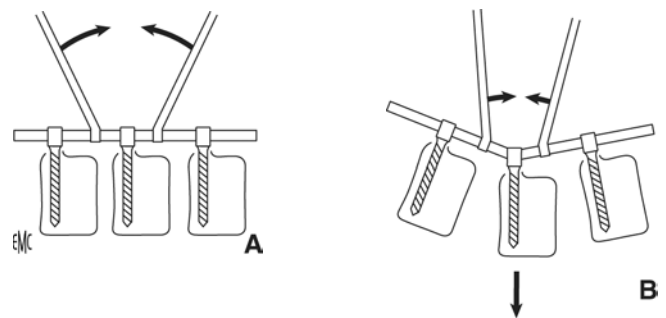


Figure 40. Schéma montrant l'action du cintrage dans le plan sagittal. Notez la position des fers à cintrer de part et d'autre de l'implant (A). La pression exercée en même temps que le cintrage (B) permet de lordoser le rachis en évitant les contraintes en arrachement sur l'implant vertébral.

implants. Chaque implant ne peut être fermé, mais non verrouillé, que lorsque la tige est suffisamment présentée dans le suivant. Une fois que les premiers implants sont fermés, la tige est bloquée dans l'implant extrême (pince pédiculotransversaire en haut ou vis pédiculaire plus crochet sous-lamaire décalé en bas, selon qu'on souhaite avoir un point fixe à l'extrémité supérieure ou inférieure du montage), afin d'éviter sa rotation. Il faut alors faire attention en cintrant la tige à ne pas solliciter les implants déjà mis en place. Le fer à cintrer du côté des implants déjà placés est fixe, c'est l'autre qui est mobilisé pour permettre de descendre la tige dans les implants. On peut également protéger la partie verrouillée du montage lors des manœuvres de cintrage pour amener la tige dans les implants en demandant à l'aide de lutter contre les efforts imposés, par l'intermédiaire d'une pince à prise forte.

Correction de la déformation. Les manœuvres de correction se font dans la concavité en thoracique et dans la convexité en lombaire. Avant toute manœuvre de correction par cintrage de la tige, il faut s'assurer du bon positionnement de tous les implants et vérifier à l'aide des pinces distractantes et comprimantes leur parfaite mise en charge. Cette manœuvre doit être répétée très régulièrement au fur et à mesure de la correction. La tige est déformée grâce aux fers à cintrer, en agissant sur chaque implant successivement, en corrigeant dans le plan frontal et dans le plan sagittal (Fig. 40). Plusieurs passages sont indispensables sur chaque implant, car la mobilisation d'une vertèbre redonne de la liberté à celles qui lui sont proches. Les fers à cintrer doivent être placés très proches des implants (moins de 5cm de distance entre les deux) de manière à diminuer au maximum les efforts d'arrachement de l'implant (Fig. 41).

Là où les vertèbres ont été instrumentées par des vis, il est possible de parfaire la correction en utilisant des dérotateurs sur lesquels l'aide doit pousser pendant que l'opérateur effectue les manœuvres de cintrage.

Une fois la correction optimale obtenue, tous les crochets sont remis en charge et verrouillés. Le montage se termine par la mise en place de deux ou trois dispositifs transversaux en fonction de la longueur du montage, en compression à l'étage thoracique et distraction en lombaire.

Correction des déformations rachidiennes par translation. Les nouvelles instrumentations de correction des déformations rachidiennes utilisant le principe de la translation ont relié les intérêts des instrumentations multisegmentaires par vis et crochet à ceux de la méthode de Luque [12], qui a été le premier à ne pas utiliser de distraction pour corriger une scoliose.

Le principe de cette technique repose sur le cintrage préalable de la tige selon la correction optimale souhaitée et la multiplicité des implants. À l'aide de prolongateurs, le rachis va progressivement être rapproché de la tige [17]. Pour cela, les implants doivent être autostables. La tige est strictement maintenue durant toutes les manœuvres dans le plan de correction souhaité. Aucune manœuvre de distraction n'est nécessaire.

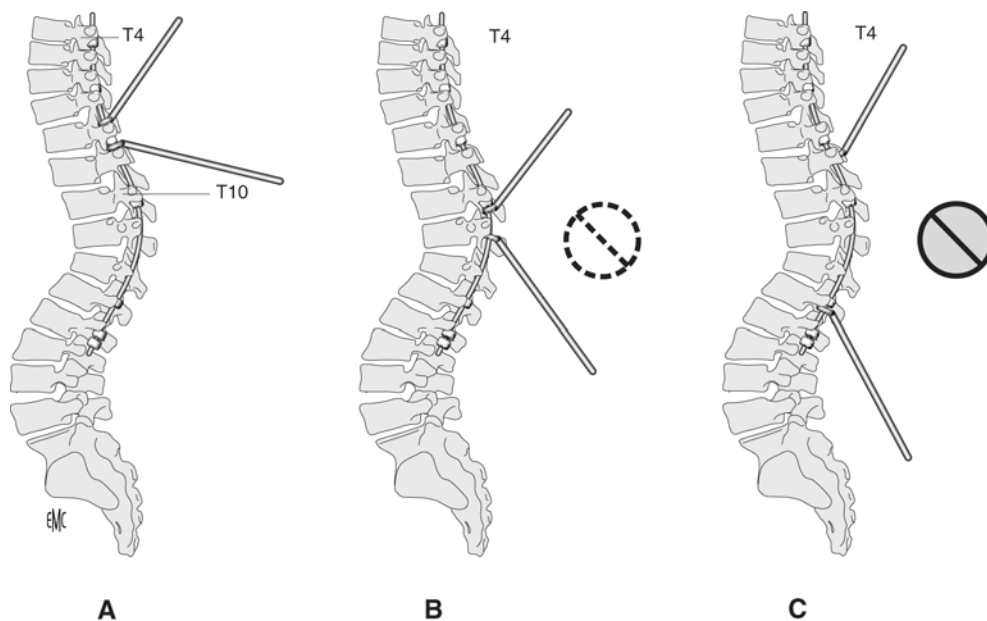


Figure 41. Les fers à cintrer doivent être placés très proches des implants (moins de 5 cm de distance entre les deux) de manière à diminuer au maximum les efforts d'arrachement de l'implant (A). Il faut absolument éviter de cintrer la tige avec des fers très espacés (B), particulièrement en zone de cyphose où les contraintes en arrachement des implants sont maximales (C).

Mise en place des implants. Elle suit les règles habituelles. Certaines instrumentations faisant appel à la translation utilisent des crochets pédiculaires autostabilisés par un crochet transversaire, les deux étant reliés par une petite tige de manière à ce que l'implant soit stable. Tous les implants se prolongent par des axes filetés qui permettent de positionner les prolongateurs souples.

En lombaire, toutes les vertèbres sont instrumentées de manière bilatérale par des vis.

En zone thoracique, toutes les vertèbres sont instrumentées alternativement. Le montage se termine à son extrémité supérieure par des pinces pédiculotransversaires ou pédiculolamaire. Les implants à ce niveau sont soit des vis, soit des crochets pédiculaires. Certaines instrumentations utilisent des implants polyaxiaux, afin de diminuer les contraintes et faciliter la mise en place de la tige.

Mise en place de la tige. Une fois les implants placés, des prolongateurs souples sont positionnés sur chacun d'eux. La tige est équipée d'un étrier-connecteur par implant. Chacun est engagé dans des prolongateurs et assuré par un écrou non serré. La tige est alors tournée dans le plan sagittal et bloquée dans cette position en serrant l'écrou à l'endroit où la tige est la plus proche de son implant, en général, à l'extrémité supérieure du montage. La deuxième tige est positionnée selon les mêmes principes.

Correction de la déformation. Les manœuvres de correction vont se faire par serrage progressif des écrous sur les implants en débutant par une extrémité et en descendant le long de la tige (Fig. 42, 43). La montée du rachis vers la tige doit se faire très progressivement, et ces manœuvres de serrage sont à effectuer en plusieurs fois avant de verrouiller totalement l'écrou sur l'implant. Le travail de correction se fait de manière simultanée sur les deux tiges. Dans la mesure où les implants sont autostables, il n'est pas nécessaire durant ces manœuvres de s'assurer de leur mise en charge.

Une fois le rachis appliqué contre les tiges, les prolongateurs sont ôtés et les implants bloqués. Les axes filetés qui prolongent les implants sont cassés à l'aide d'un porte-écrou par des mouvements faits dans l'axe de la tige. Le montage se termine par la mise en place de barres de liaison transversales.

Éléments communs de technique opératoire

Installation du patient

Le positionnement du patient en décubitus ventral est un temps essentiel de l'installation qui doit être réalisé avec rigueur. En fonction des équipes, plusieurs tables et types d'installation

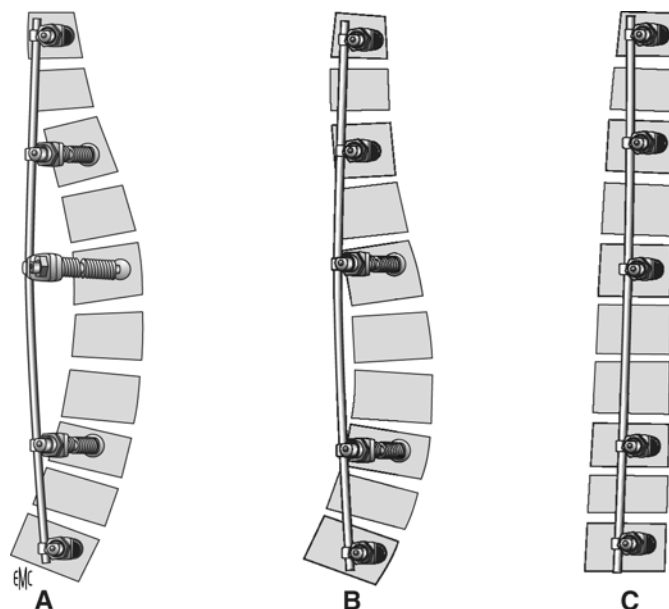


Figure 42. Dans la technique de réduction par translation, la correction est obtenue par serrage progressif des écrous sur la totalité des implants. **A à C.** Effet dans le plan frontal.

peuvent être utilisés. Dans les cas de courbures idiopathiques relativement souples, nous avons pour notre part une préférence pour l'emploi du cadre à rachis à quatre plots (« cadre de Hall »). Celui-ci permet de positionner les appuis avec précision, sur la cage thoracique et sur les épinos iliaques antérieures, évitant ainsi toute compression abdominale.

L'utilisation de la table de chirurgie des scolioses de Cotrel et d'une traction peropératoire par halo crânien ou collier occipitomentonnier nous semble être utile dans les cas de scolioses idiopathiques sévères et raides. L'application d'une traction durant l'abord du rachis permet de profiter des propriétés viscoélastiques de celui-ci et d'obtenir une correction et un alignement progressif de la déformation rachidienne. De même, la mise en place des crochets et l'introduction des tiges sont largement facilitées par cette traction peropératoire. En général, la traction ne doit pas dépasser 25 % du poids corporel afin de limiter le risque d'étéirement médullaire et l'apparition de troubles neurologiques.

Quelle que soit la configuration de l'installation, les zones d'appui doivent être protégées par des interfaces en polymère

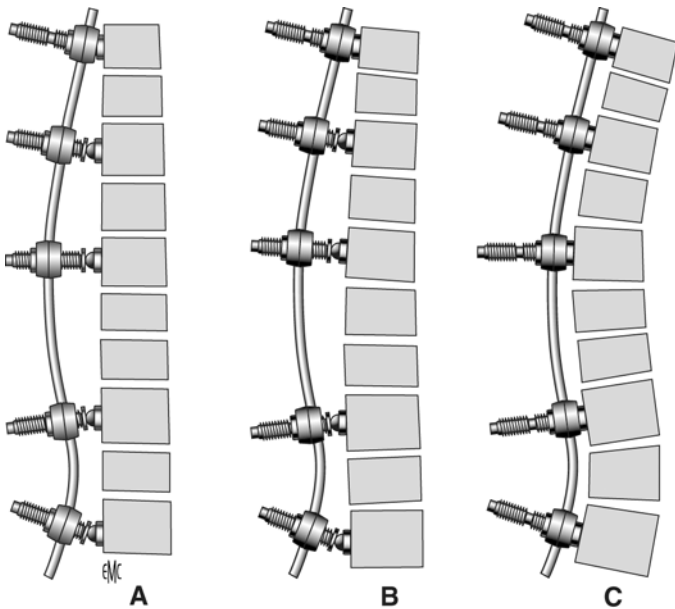


Figure 43. Dans la technique de réduction par translation, la correction est obtenue par serrage progressif des écrous sur la totalité des implants. **A à C.** Effet dans le plan sagittal.

viscoélastique. On veille au placement des membres supérieurs afin d'éviter un étirement plexique ou une neurapraxie du nerf ulnaire liée à une compression prolongée. Les membres inférieurs sont dans la majorité des cas installés dans l'alignement du tronc afin de préserver la lordose lombaire.

Abord du rachis

L'incision cutanée est classiquement rectiligne, longitudinale médiane. Elle peut être prolongée vers le bas lorsque la limite inférieure de fusion est L2 ou L3 mais que l'on souhaite profiter de l'incision médiane pour réaliser le prélèvement de la greffe corticospongieuse iliaque par voie sous-cutanée et éviter un deuxième abord de la crête iliaque.

L'exposition du rachis doit être réalisée de manière soignée et progressive en évitant tout saignement intempestif (Fig. 44). Après exposition des processus épineux au bistouri électrique, il est possible de n'utiliser que la rugine de Cobb pour exposer les lames et les processus articulaires. Dans ce cas, la dissection sous-périostée permet de limiter les pertes sanguines et de préserver au maximum les qualités ostéogéniques du périoste. Insistons sur la nécessité de réaliser une électrocoagulation exhaustive de toutes les zones hémorragiques. L'emploi des écarteurs autostatiques et le tamponnement des gouttières paravertébrales ne sauraient remplacer la réalisation rigoureuse et progressive de l'hémostase durant la voie d'abord. L'excision des capsules articulaires est souvent réalisée au bistouri électrique, de même que le dégagement des processus transverses. En fin de préparation, l'ensemble de l'arc postérieur doit être parfaitement dépouillé de tout tissu fibreux d'une apophyse transverse à l'autre car la qualité de la fusion et donc la qualité du résultat final à long terme en dépend.

Prélèvement des greffons iliaques

Ce prélèvement est habituellement réalisé aux dépens de la crête iliaque postérieure. En fonction de l'étendue vers le bas de l'incision cutanée médiane, on peut prélever les greffons iliaques, soit par un décollement sous-cutané au départ de l'abord longitudinal médian, soit par une seconde incision centrée sur la crête iliaque. Dans ce cas, il est préférable de recourir à une incision horizontale, qui peut ensuite être dissimulée sous les sous-vêtements. La dissection doit passer dans le plan avasculaire entre la masse musculaire sacrolombaire et l'aponévrose du muscle grand dorsal. Il faut veiller, latéralement, à ne pas léser la branche sensitive du nerf L3 qui croise

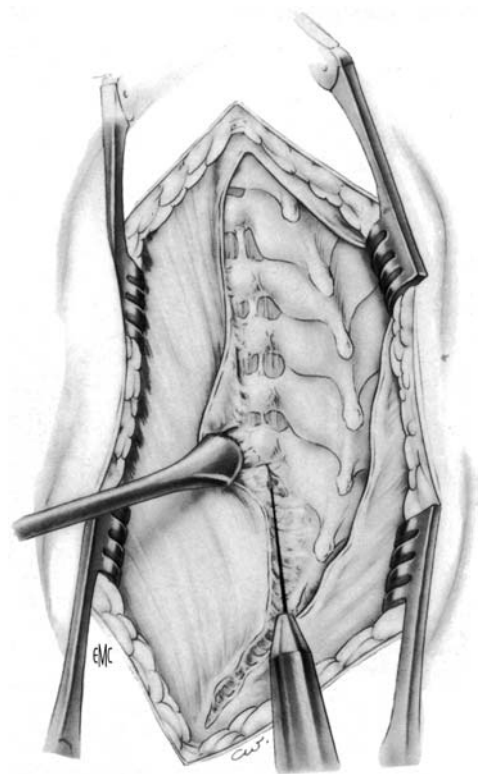


Figure 44. L'exposition du rachis doit être réalisée pas à pas, d'une pointe de transverse à l'autre. L'utilisation du bistouri électrique limite la survenue de saignements intempestifs.

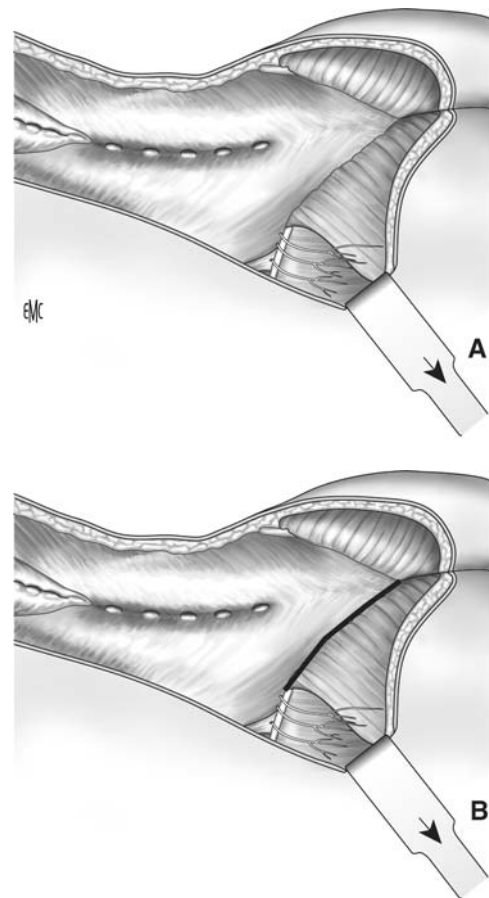


Figure 45. Lors de l'exposition de la crête iliaque postérieure, sous l'aponévrose du grand dorsal (A), il faut veiller à ne pas sectionner le rameau postérieur de la racine L3 qui croise le relief de la crête iliaque (B).

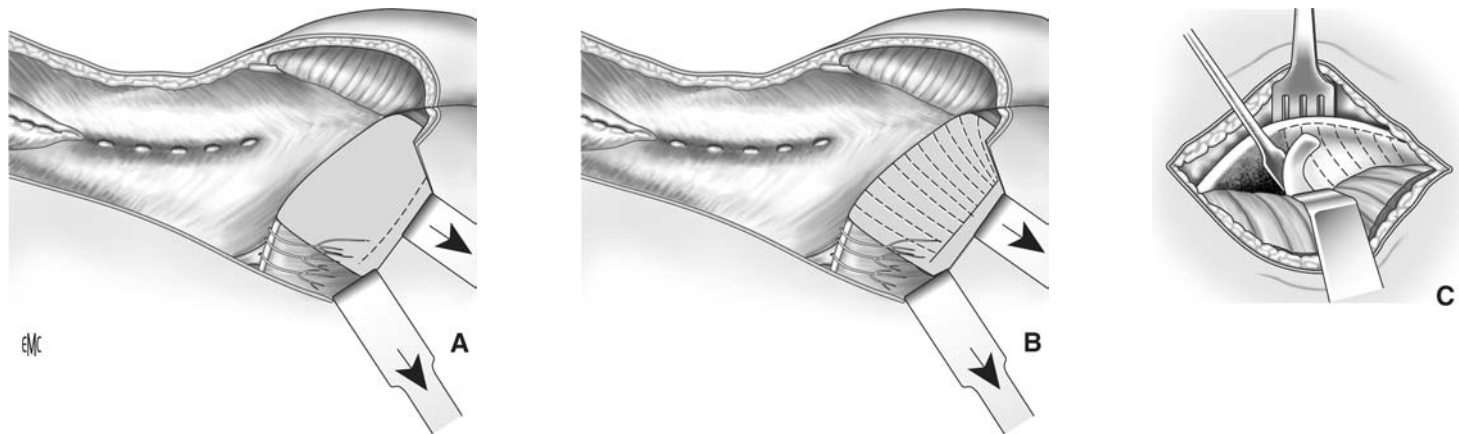


Figure 46. Le prélèvement des greffons sur la face externe de la crête iliaque débute par la délimitation de la limite en profondeur du prélèvement au ciseau à frapper (A). Les baguettes de corticales sont ensuite réalisées (B) puis les copeaux d'os spongieux sont prélevés (C).

la crête iliaque (Fig. 45). Cette branche nerveuse doit être localisée et marque la limite latérale de prélèvement. Le cartilage de la crête iliaque est incisé puis la face exopelvienne de l'os iliaque est exposée progressivement en restant dans le plan sous-périosté. Il faut pour cela utiliser la rugine de Cobb, tout en restant prudent à l'approche de la grande échancrure sciatique afin de ne pas risquer une fausse route et une lésion nerveuse ou vasculaire. Une valve large est ensuite mise en place dans le décollement périosté et confiée à l'aide. Le premier temps du prélèvement osseux consiste à délimiter la limite caudale au moyen d'un ciseau courbe de 10 mm de large. Ceci évite d'entraîner des refends osseux lors du prélèvement des greffons. D'autre part, il faut commencer par délimiter cette limite, au plus profond de la voie d'abord, avant d'être gêné en raison du saignement de l'os spongieux, permanent lors de la prise du greffon (Fig. 46A). La corticale exopelvienne iliaque est ensuite sectionnée depuis la crête jusqu'à la limite distale du prélèvement en délimitant des « baguettes » à l'aide d'un ostéotome fin de 5 mm (Fig. 46B). Les languettes de corticales sont ensuite décollées et prélevées à l'aide d'un ciseau courbe de 10 mm dont la concavité est dirigée vers l'extérieur. La totalité de l'os spongieux est ensuite parfaitement visualisée et prélevée à l'aide d'un ciseau-gouge de Stagnara (Fig. 46C). Ce prélèvement doit être réalisé de manière prudente, particulièrement si le ciseau-gouge est de faible calibre. En effet, une fausse route au travers de la corticale endopelvienne de l'os iliaque est toujours possible, raison pour laquelle il faut éviter l'usage du marteau et de ciseau-gouge trop fin. En arrière, il existe habituellement un grand quantité d'os spongieux qui doit être prélevé jusqu'au massif des épines iliaques postérieures. L'application de cire chirurgicale sur les tranches de section osseuses permet de limiter le saignement postopératoire. La fermeture de la voie d'abord de la crête iliaque est réalisée de manière étanche au moyen de points séparés ou d'un surjet sur l'incision cartilagineuse de la crête iliaque. L'étanchéité de cette fermeture permet, dans notre expérience, de se passer habituellement de tout drainage postopératoire.

Excision des articulaires et avivement osseux

Le temps opératoire d'excision des articulaires est fondamental. Il doit être préalable à toute tentative de correction de la déformation scoliotique car l'excision complète des articulaires améliore notablement la mobilité intersegmentaire. À l'étage thoracique, le ciseau-gouge de Capener attaque au changement de courbure du rebord laminaire inférieur avec une coupe curviligne dirigée vers la base de la transverse (Fig. 47). Tous les résidus capsulaires sont soigneusement excisés et la surface articulaire est avivée à l'aide d'une curette. Des copeaux d'os spongieux sont ensuite appliqués sur les surfaces avivées. Cela a entre autres pour effet de diminuer le saignement provoqué par l'avivement des articulaires. En lombaire, les surfaces articulaires sont excisées par une coupe au ciseau-gouge de

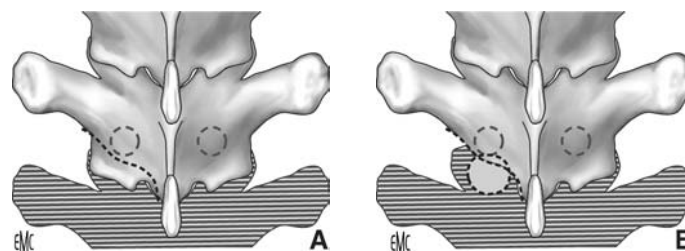


Figure 47. L'excision de la totalité de l'articulaire inférieure permet de donner de la mobilité et d'aviver correctement la future zone d'arthrodèse.

Capener. Il faut veiller à réséquer très complètement le processus articular caudal de chaque vertèbre apicale afin d'obtenir le maximum de mobilité. Il est parfois nécessaire de compléter la résection articulaire latéralement en utilisant par exemple la pince emporte-pièce de Kérisson.

En fin d'intervention, l'avivement doit concerner toute surface osseuse accessible. Ce geste est fondamental. Au lieu de réséquer totalement les processus épineux, il est plus utile de réaliser une décortication au ciseau-gouge de Capener, ce qui a pour effet d'augmenter la surface de fusion (Fig. 48). De plus, l'absence de résection des épineuses donne à la région thoracique un aspect esthétique meilleur, plus galbé, et évite une saillie directe du matériel sous la peau.

Enchaînement des différents temps opératoires

Comme toute chirurgie, d'autant plus qu'elle est souvent longue et hémorragique, la chirurgie des déformations scoliotiques doit voir se succéder les différents temps opératoires dans un ordre immuable et précis. Cet enchaînement doit être réfléchi pour entraîner le minimum de temps morts et garder les gestes les plus hémorragiques, comme l'avivement osseux, pour la fin de l'intervention. Toutefois, certains gestes de libération osseuse ou des parties molles doivent être réalisés avant la mise en place des tiges car ils favorisent la souplesse du rachis. Nous proposons l'enchaînement suivant, représenté sur la Figure 49.

Fermeture

Après la mise en place des DTT et le serrage définitif des différents implants, la fermeture de la voie d'abord est réalisée avec des points séparés sur les masses musculaires. La réalisation d'un surjet intradermique pour le plan cutané aboutit à un aspect esthétique final habituellement meilleur. Un drainage sous-cutané peut être utilisé surtout en cas de décollement sous-cutané important lors de la prise de greffons iliaques. Le drain de Redon est laissé de préférence non aspiratif afin de diminuer les pertes sanguines postopératoires.

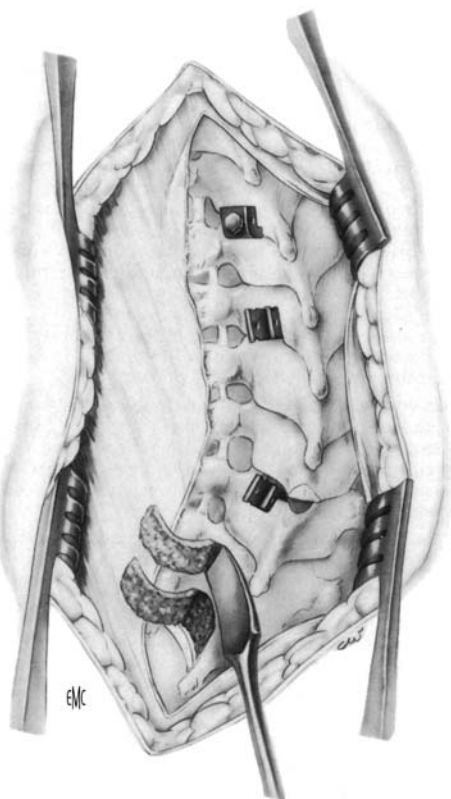


Figure 48. La décortication doit intéresser la totalité de l'arc postérieur. Elle précède la mise en place des greffons osseux.

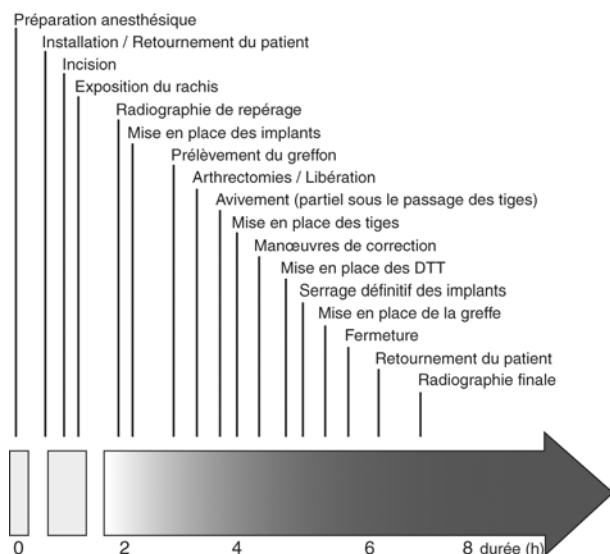


Figure 49. L'enchaînement des différents temps opératoires doit être réfléchi pour entraîner le minimum de temps morts et garder les gestes les plus hémorragiques, comme l'avivement osseux, pour la fin de l'intervention. DTT : dispositifs de traction transversale.

Soins postopératoires

Habituellement, si l'instrumentation a été réalisée sans difficultés particulières, celle-ci permet de se passer de toute contention postopératoire par plâtre ou corset et autorise un lever précoce. Après ablation du drain, le patient peut être levé entre le 3^e et le 5^e jour si l'état général le permet, en appliquant les règles habituelles d'économie rachidienne. La durée habituelle d'hospitalisation est de 8 à 10 jours. Une radiographie postopératoire du rachis en totalité est réalisée en position debout avant la sortie. Une période de convalescence est souvent nécessaire, en centre spécialisé, afin d'éviter toute sollicitation excessive du rachis opéré. Les activités sportives

sont déconseillées dans la première année qui suit la chirurgie, à l'exception de la natation.

■ Instrumentations antérieures

Historique

La chirurgie de la scoliose ne s'est d'abord envisagée que par la voie postérieure. C'était au début un simple avivement des arcs postérieurs effectué dans des conditions d'anesthésie précaires, puis des arthrodèses plus soignées faites dans un plâtre réducteur. La chirurgie antérieure du rachis existait déjà mais elle ne s'appliquait que pour des cyphoses graves, notamment d'origine tuberculeuse.

Il faut attendre 1968 pour voir Dwyer, un Australien, proposer une instrumentation antérieure [18, 19]. Sa technique est améliorée en 1972 par Zielke [20, 21] qui en reprend les principes fondamentaux (Fig. 50).

À partir de 1974, Pouliquen, Rigault et Padovani ont mis au point une technique d'ostéosynthèse par plaque pour le redressement des scolioses [22]. Le but était d'améliorer la correction angulaire dans le plan frontal et la dérotation vertébrale par rapport à la technique de Harrington, de conserver davantage d'étages mobiles tout en évitant les défauts de l'opération de Dwyer : les cyphoses rotatoires, les cyphoses jonctionnelles et les pseudarthroses.

Cette technique de redressement antérieur du rachis par plaque a été utilisée dans les scolioses de l'enfant et de l'adolescent, dans quelques cas de correction de cyphoses ou de reconstruction vertébrale de rachis traumatiques ou tumoraux.

Jusqu'en 1989, le matériel était en stellite. Avec l'utilisation plus fréquente de l'IRM, le matériel a évolué pour être fabriqué dans un alliage de titane permettant la réalisation d'examen d'IRM.

À partir de 1990, des instrumentations antérieures segmentaires et rigides ont fait leur apparition. Les instrumentations de type Hopfe® et Colorado® en sont deux des exemples les plus connus. Elles gardent les qualités de maniabilité de l'instrumentation de Dwyer tout en permettant de bien meilleures possibilités de correction et de maintien postopératoire, par leur rigidité équivalente à celle d'une plaque [23, 24].

Voies d'abord

Région thoracique

L'abord chirurgical est le plus souvent une thoracotomie transpleurale permettant de prélever une côte au cours de la voie d'abord. Le choix de la côte est important pour la qualité de l'exposition du rachis. On prend généralement celle correspondant à deux niveaux au-dessus de la limite supérieure de la

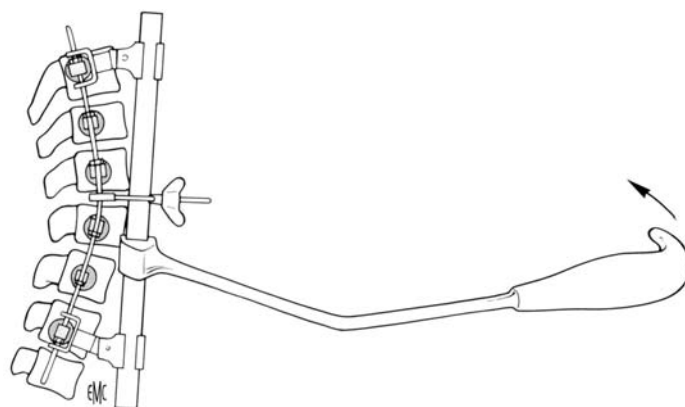


Figure 50. Technique de dérotation et d'arthrodèse par voie antérieure proposée par Zielke. Les vertèbres sont instrumentées par des vis reliées entre elles par une tige filetée souple. La mise en tension de celle-ci entre les deux vertèbres limites et la pression exercée sur la vertèbre apicale au moyen du dérotateur permettent de corriger la déformation scoliotique.

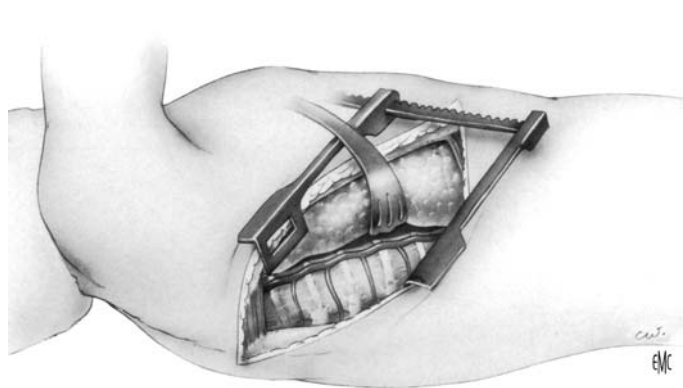


Figure 51. Après ouverture de la cavité pleurale gauche, le poumon affaissé est récliné et permet d'avoir un jour très satisfaisant sur le relief du rachis, parcouru par les vaisseaux segmentaires.

greffe. Lorsque l'on souhaite exposer une plus longue portion du rachis thoracique ou que la déformation est importante et rend difficile son abord en totalité par un seul espace intercostal, il est possible de réaliser une seconde thoracotomie plus crâniale ou plus caudale en utilisant la même incision cutanée et en décollant le plan musculaire superficiel.

La côte choisie est repérée dès l'installation du malade ; l'incision est tracée sur toute sa longueur, par un marqueur permanent, avant le badigeonnage.

L'incision cutanée longe la côte, se prolongeant en arrière jusqu'à 3 ou 4 cm de la ligne des épineuses, et en avant jusqu'à la jonction chondrocostale. Les plans sous-cutanés et musculoaponévrotiques sont incisés au bistouri électrique. Ils comprennent pour la région thoracique supérieure, dans un plan superficiel, le trapèze et une partie du grand dorsal, et dans un plan profond, le rhomboïde, dont la section permet de décoller la scapula au maximum.

À l'étage thoracique moyen et inférieur, on sectionne d'abord le trapèze et le grand dorsal transversalement, puis le grand et le petit dentelé dans un plan plus profond, jusqu'à arriver sur la côte. Les vaisseaux provenant de la branche dorsale de l'intercostale sont coagulés puis le périoste de la côte est incisé au bistouri électrique. La côte est libérée de son manchon périosté au moyen d'une petite rugine de Cobb puis séparée de son cartilage sternocostal en avant, et désarticulée autant que possible en arrière, à l'articulation costotransversaire. Il est souvent nécessaire de compléter l'hémostase de l'angle costotransversaire. Au besoin, un coin de compresse peut y être tassé afin d'arrêter le saignement.

La plèvre est alors ouverte, au milieu du lit de la côte enlevée, avec un bistouri à petite lame lors d'un mouvement d'expiration. L'incision est ensuite prolongée en avant et en arrière, soit par des ciseaux de Metzenbaum, soit par le bistouri électrique en faisant passer un doigt dans la cavité thoracique pour soulever la plèvre. Des champs de bordure sont disposés sur les deux bords de l'incision et un écarteur autostatique thoracique de Finochietto permet de maintenir l'ouverture de la voie d'abord (Fig. 51). Afin d'écarter le poumon, une à deux lames malléables gainées d'une compresse sont disposées et fixées sur l'écarteur autostatique. Une fois le poumon écarté, l'exposition de la convexité de la déformation rachidienne est généralement excellente.

L'abord rachidien proprement dit commence par l'incision de la plèvre prévertébrale, aux ciseaux de Metzenbaum, tout le long de la zone à greffer en plein milieu de la face latérale des corps vertébraux et suivant les courbures rachidiennes ; elle est ensuite décollée sur les côtés par de petits tampons montés, mettant à nu à partir de T4 les vaisseaux transversaux dont il faut réaliser soigneusement l'hémostase, à chaque étage, le plus souvent au moyen d'une ligature. Cette ligature doit être de préférence assez proximale, en regard du corps vertébral lui-même et loin du trou de conjugaison, afin de préserver au maximum le réseau anastomotique périforaminaire, pauvre dans

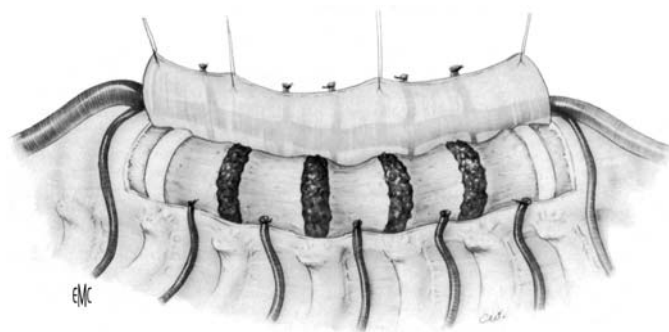


Figure 52. Vue du rachis thoracique après suspension du plan périosté, ligature et section des vaisseaux segmentaires et excisions discales.

la région thoracique, et réduire au maximum un risque d'ischémie médullaire. Il est également préférable de ne pas réaliser d'hémostase à la pince monopolaire ou bipolaire à l'entrée des forams intervertébraux. Le système nerveux sympathique est facilement écarté vers l'arrière et latéralement, après avoir sectionné quelques fins rameaux cheminant obliquement vers la face antérieure des corps vertébraux. Du côté gauche, il est parfois nécessaire de ligaturer puis de sectionner la veine hémiazygos supérieure, le canal thoracique étant lui plus à distance, à proximité de l'œsophage.

Une fois les vaisseaux segmentaires ligaturés, le ligament vertébral commun antérieur et le périoste sont incisés, tout le long de la zone à greffer, en plein milieu de la face latérale du rachis. Les corps vertébraux sont dégagés, dans le plan sous-périosté, au moyen d'une rugine de Cobb, en commençant de préférence à la jonction disque/plateau vertébral car c'est à ce niveau que les adhérences sont les plus fortes. En avant, le dégagement est poursuivi jusqu'à la face controlatérale du corps vertébral, et latéralement jusqu'à l'origine du processus transversaire. Ce plan ligamentopériosté est suspendu de chaque côté par des fils de traction, permettant d'avoir une excellente exposition du rachis (Fig. 52). Il est souvent nécessaire de faire l'hémostase de la face profonde du périoste, ainsi que de l'os, dont les trous nourriciers sont aveuglés à l'aide de cire chirurgicale.

Région thoracolombaire

L'abord de la jonction thoracolombaire, de T10 à L2, est réalisé de manière optimale au moyen d'une thoraco-phrénolombotomie. Cette voie d'abord permet, en outre, de s'élargir à la demande vers le haut et vers le bas. La côte choisie est celle qui correspond généralement à un étage au-dessus de la limite supérieure de la greffe. Il est nécessaire, afin de faciliter le temps de fermeture, de conserver au moins une côte distale. L'abord thoracique passe donc habituellement dans le lit de la 9^e, 10^e ou 11^e côte.

L'incision cutanée centrée en arrière sur la côte choisie est prolongée en avant sur l'abdomen, à mi-distance entre l'ombilic et le pubis (Fig. 53). L'ouverture du thorax est réalisée comme pour une thoracotomie, après avoir dépériosté et réséqué la côte. La plèvre pariétale est incisée au milieu du lit de la côte, jusqu'au rachis en arrière, et jusqu'au cartilage chondrocostal en avant. Ce dernier est incisé dans la longueur et repéré par des fils de traction, ce qui permet d'ouvrir progressivement la cavité rétropéritonéale, afin de ne pas ouvrir le péritoine qui est refoulé au doigt ou au tampon monté. Les muscles abdominaux sont ensuite incisés plan par plan afin d'élargir l'accès à l'espace cellulograsseux rétropéritonéal. Celui-ci est peu vascularisé et sa dissection est aisée. Il constitue un plan anatomique de passage, permettant de refouler vers l'avant le rein et le péritoine, dégageant ainsi en arrière le muscle psoas.

Après avoir libéré la face inférieure de la coupole diaphragmatique du péritoine, la phrénotomie est réalisée en partant du cartilage chondrocostal et en suivant l'insertion périphérique du diaphragme vers l'arrière (Fig. 54). Il faut laisser une collerette

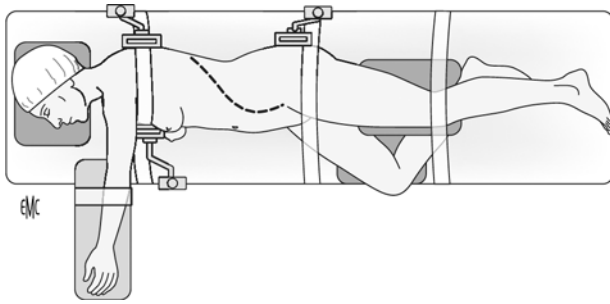


Figure 53. Thoraco-phréno-lombotomie gauche. Tracé de la voie d'abord sur un malade installé en décubitus latéral droit.

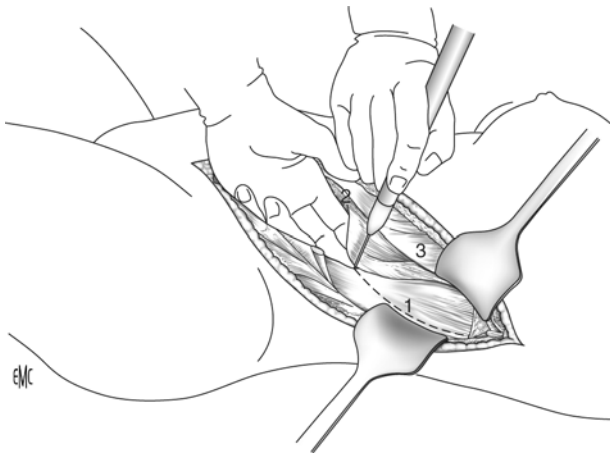


Figure 54. Désinsertion périphérique du diaphragme (1) en laissant une collerette de 1 cm permettant sa réinsertion. Les doigts de l'opérateur (2) protègent le sac péritonéal qui a été préalablement décollé de la face inférieure de la coupole diaphragmatique. Le poumon gauche est également visible (3) dans la cavité pleurale.

périphérique de 1 cm de largeur afin de faciliter la suture du diaphragme en fin d'intervention. À cet effet, des points repères sont posés tous les 3 ou 4 cm. La phrénotomie est prolongée en arrière jusqu'à l'arcade du psoas qui est coupée entre deux points repères, permettant de libérer progressivement le pilier du diaphragme, qui descend jusqu'en L3 du côté droit, et s'arrête en L2 à gauche. Des champs de bordures et un écarteur de Finochietto sont alors mis en place, tandis que les poumons et le sac péritonéal sont refoulés par des lames malléables gainées et des champs humides. Il est alors possible d'aborder le rachis au travers de la plèvre pariétale à l'étage thoracique. En thoracolombaire et lombaire, il est nécessaire de ruginer progressivement vers l'arrière le muscle psoas (Fig. 55). L'aorte abdominale et la veine cave peuvent être mobilisées et réclinées avec précaution afin de bien exposer les vertèbres les plus basses. Les gros vaisseaux doivent toujours être protégés afin d'éviter toute lésion intempestive par un instrument ou un implant durant la phase de discectomie ou d'instrumentation.

Région lombaire

Si la limite supérieure de l'arthrodèse est située en dessous de L1, il est possible de ne réaliser qu'une lombotomie rétropéritonéale, sous-diaphragmatique pure.

L'incision cutanée part de l'angle costovertébral en haut, longe le bord inférieur de la 12^e côte et se dirige ensuite vers le pli inguinal, en passant à 3 cm de l'épine iliaque antérosupérieure, descendant plus ou moins bas selon la limite inférieure de la greffe.

Les muscles abdominaux sont incisés plan par plan, d'abord le muscle grand oblique, puis le muscle petit oblique et enfin le muscle transverse de l'abdomen, jusqu'au fascia transversalis. Le péritoine est situé à la face profonde du fascia transversalis. Il doit être respecté et refoulé vers la ligne médiane avec les

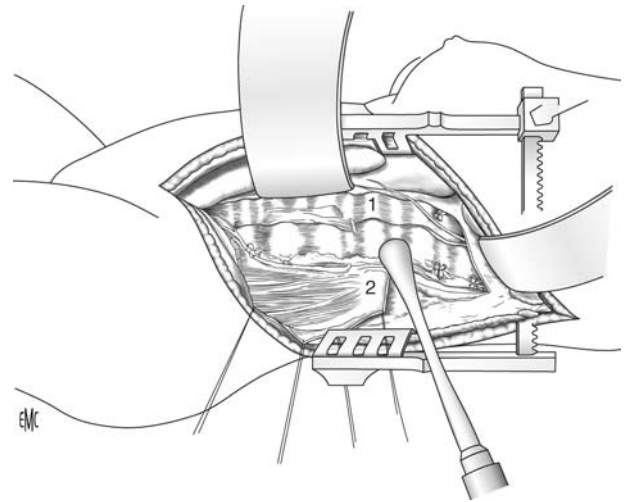


Figure 55. Après section des piliers du diaphragme (1), le muscle psoas (2) est progressivement refoulé vers l'arrière au moyen d'une rugine de Cobb. Ceci permet d'exposer la partie postérieure des corps vertébraux.

viscères abdominaux. Ce refoulement permet d'ouvrir l'espace rétropéritonéal et de repousser vers l'avant la loge rénale, l'uretère et les vaisseaux génitaux en passant en avant du bord antérieur du muscle psoas. Après avoir sectionné l'arcade du psoas, celui-ci est récliné vers l'arrière à l'aide de la rugine, jusqu'à la base des processus transverses. Les vaisseaux segmentaires lombaires doivent être ligaturés à chaque étage.

Afin d'aborder correctement L5, il est souvent nécessaire de libérer et ligaturer la veine iliolombaire ou lombaire ascendante, pour écarter les vaisseaux iliaques primitifs ; ceci est d'autant plus délicat qu'il y a des variantes multiples.

Le rachis est ensuite dégagé en sous-périoste sur ses trois faces comme pour les autres étages.

Correction antérieure par plaque

Conçue par Pouliquen et Rigault en 1974, la technique de redressement antérieur par plaque consiste à aborder le rachis par sa convexité et à l'aligner sur une plaque vissée dans les corps vertébraux.

La plaque existe en six tailles différentes, de 13 à 23 cm, perforée de trous ovalaires sur toute sa longueur ; elle présente une courbure qui permet de préserver ou de restaurer les courbures physiologiques sagittales du rachis. Les vis ont un pas large pour avoir un bon ancrage dans l'os spongieux des corps vertébraux ; cette prise peut être améliorée par l'utilisation d'une rondelle écrou à l'extrémité concave de la vis, en particulier à la partie supérieure thoracique du montage (Fig. 56).

Instrumentation

Le malade est opéré en décubitus latéral, convexité vers le haut.

La scoliose est abordée par sa convexité, les disques sont excisés de même que les plaques épiphysaires jusqu'à parvenir en os spongieux. La mise en place des vis et leur serrage sur la plaque aligne le rachis dans le plan frontal, et tourne de façon automatique les vertèbres, la plaque restituant les courbures physiologiques dans le plan sagittal.

Pour éviter un saignement trop abondant, on bourre des compresses hémostatiques entre les vertèbres vivées jusqu'au moment du redressement. Le choix de la plaque est déterminé avant l'intervention grâce à l'utilisation de calques. La vertèbre sommet est fixée la première (Fig. 57A). Le trajet de la vis est préparé à la pointe carrée, et emprunte une direction parallèle à l'axe transversal du corps vertébral. En raison de la rotation vertébrale, le plan de ce vissage est souvent presque horizontal, le patient étant en décubitus latéral. Le caractère oblong des trous de la plaque facilite l'adaptation de la tête de la vis à la

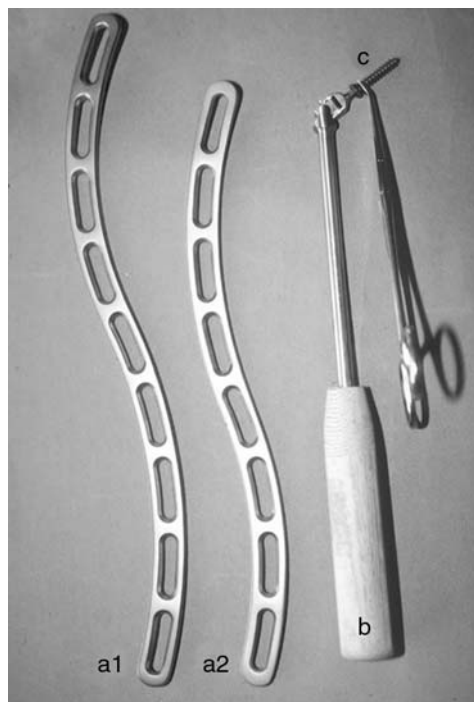


Figure 56. Plaque antérieure de Poulouen. Deux exemples de plaques (a1, a2) de tailles différentes. Tournevis à cardan (b) permettant la mise en place des vis (c).

plaque, lors du serrage. Les vis adjacentes sont alors placées, toujours parallèles à l'axe transversal de la vertèbre. Le serrage est facilité par un instrument ancillaire appelé « pousse-plaque », qui applique l'implant sur le rachis. Deux phénomènes se produisent alors : d'une part les vertèbres se serrent les unes contre les autres et d'autre part elles subissent une dérotation automatique lors du serrage, les vis se plaçant perpendiculairement à l'axe de la plaque (Fig. 57B). Les vertèbres sont alors instrumentées de proche en proche, jusqu'aux extrémités de la courbure. On peut se rendre compte que si les premières vis ont été placées dans un plan se rapprochant de l'horizontale, les dernières le sont dans un plan vertical par rapport à la table d'opération.

Lorsque les vertèbres sont petites (rachis thoracique supérieur) ou fragiles, la tenue des vis à l'arrachage risque d'être précaire ;

un contre-écrou est alors utilisé. Une fois la courbure corrigée et instrumentée, les espaces intersomatiques sont remplis par des fragments de côte utilisés comme greffe. Après réinsertion du diaphragme si celui-ci a été ouvert, et mise en place d'un drain thoracique, la paroi est ensuite refermée selon la technique habituelle.

Suites opératoires

La rééducation respiratoire est entreprise dès le lendemain de l'intervention en cas de thoracotomie ou de thoraco-phréno-lombotomie. Elle est grandement facilitée par l'utilisation d'appareils à pression positive auxquels l'enfant a été habitué avant l'intervention. Les drains sont retirés vers le 3^e ou le 4^e jour. Au 5^e jour, les patients sont autorisés à se mettre debout, sans corset. Lorsqu'il s'agit d'une étiologie particulière, notamment neurologique, un temps postérieur d'arthrodèse avec ou sans instrumentation, est programmé dans la 3^e semaine postopératoire.

Résultats esthétiques et fonctionnels à long terme

Les résultats esthétiques sont bons dans la majorité des cas grâce à l'excellente dérotation vertébrale obtenue par cette technique. Pour les scolioses idiopathiques, la gibbosité de la zone instrumentée est diminuée en moyenne de 85 % (70 % pour les scolioses dorsales et 90 % pour les scolioses dorsolombaires et lombaires). La qualité des résultats esthétiques est encore améliorée par l'absence de cicatrice médiane postérieure et par la conservation de la musculature paravertébrale qui évite l'aspect figé des dos opérés par une instrumentation vertébrale postérieure (Fig. 58).

Les résultats fonctionnels sont identiques à ceux des autres techniques, 70 % des patients ne se plaignent d'aucune douleur, 25 % de douleurs épisodiques ou climatiques et 5 % d'événements douloureux fréquents ou d'une gêne permanente.

Que reste-t-il du redressement antérieur par plaque après 20 ans d'utilisation ?

Cette méthode ne permet pas, contrairement aux objectifs initiaux, de réduire le nombre de vertèbres à instrumenter et le montage doit toujours couvrir la totalité de la courbure.

Ses avantages sont les suivants [25] : simplicité de pose, excellente réduction, excellente dérotation vertébrale, excellents résultats esthétiques, absence de risque médullaire, perte sanguine réduite par rapport à une instrumentation postérieure.

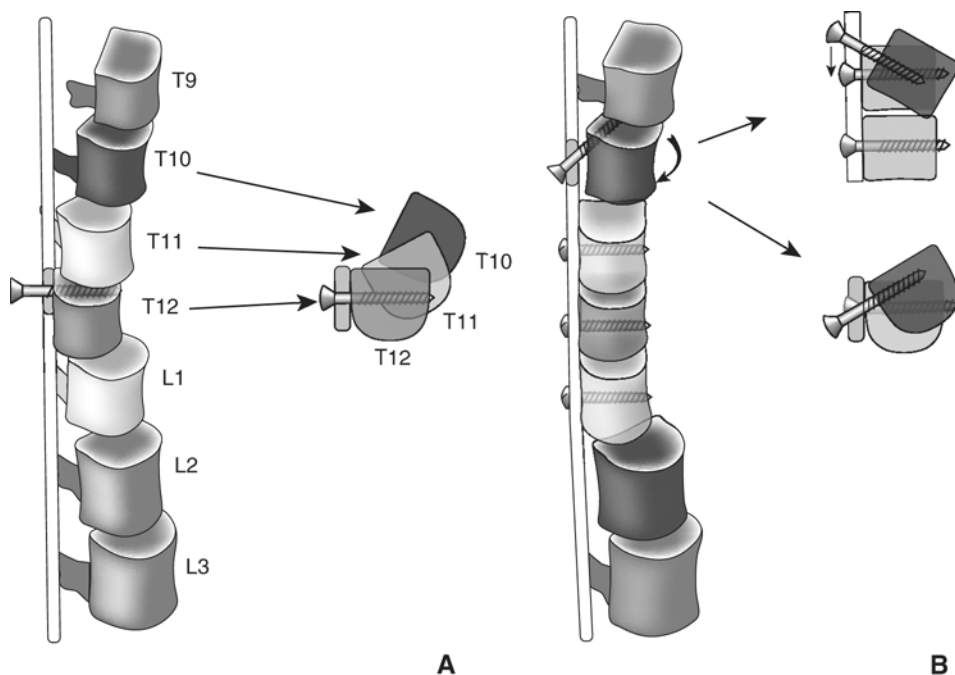


Figure 57. Stratégie de correction par la plaque antérieure de Poulouen. La vis apicale est fixée la première (A). La mise en place des vis adjacentes permet la réduction progressive de la déformation rachidienne par mise en rappel des vertèbres sur la plaque (B).

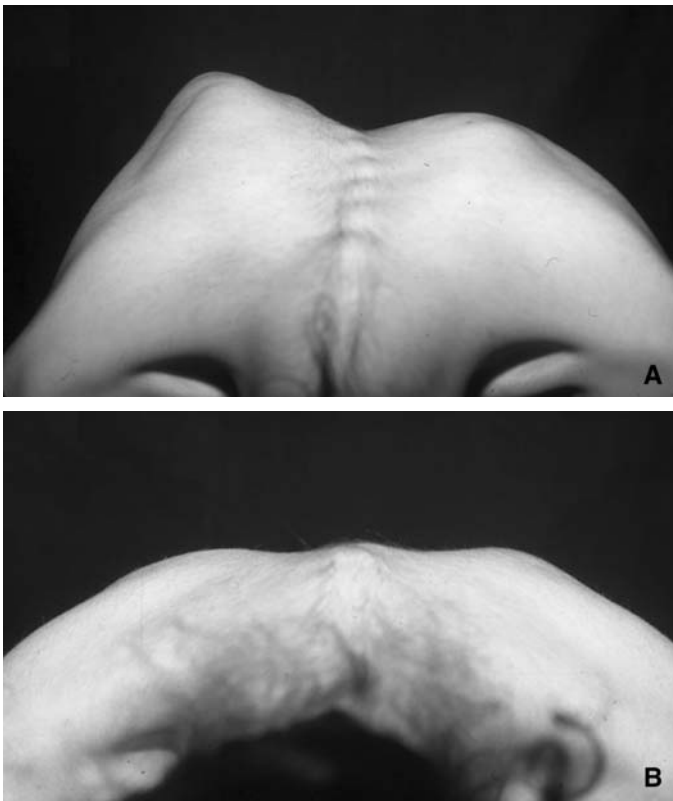


Figure 58. La technique de correction par plaque antérieure permet d'obtenir un excellent résultat cosmétique comme ici sur cette gibbosité, avant (A) et après (B) correction.

Les résultats sur la correction angulaire et la gibbosité (dérotation vertébrale) sont bons, d'autant meilleurs que la courbure est basse. L'indication idéale pourrait ainsi être une scoliose idiopathique à courbure unique, dorsale inférieure, dorsolombaire ou lombaire, souple et dont l'angulation n'excède pas 75°. Cette technique, en permettant un bon alignement des vertèbres, évite le risque de cyphose, reproché à l'opération de Dwyer, sauf chez le très jeune enfant (âge osseux inférieur à 11 ans) où une arthrodèse postérieure de nécessité peut être indiquée, pour prévenir l'apparition d'une cyphose par effet d'épiphysiodèse antérieure. Cette intervention est contre-indiquée dans les courbures raides ou trop importantes (angulation supérieure à 75°) ; le risque d'arrachement des vis vertébrales est alors important car celles-ci sont soumises à de trop grandes contraintes. Les courbures thoraciques supérieures et les courbures combinées étendues thoraciques et lombaires sont également de mauvaises indications ; la réduction est moins satisfaisante, la chirurgie plus difficile, et les sollicitations sur le matériel trop grandes.

Les plaques sont désormais réalisées en alliage de titane afin de permettre la réalisation ultérieure d'IRM. Les vis ont une tête hexagonale et les contre-écrous ont été remplacés par des contre-plaques. Il s'agit de courtes plaques, percées de quatre orifices admettant le filetage des vis. Cette contre-plaque est apposée à la face concave de la vertèbre instrumentée, un viseur ancillaire permettant de visser deux des quatre orifices de cette contre-plaque. Le serrage de la vis unit la plaque principale et la contre-plaque qui serre la vertèbre comme un étau, conférant alors au montage une très grande rigidité.

Instrumentations segmentaires antérieures

Généralités, biomécanique

Le principe repose sur la mise en place d'un implant par vertèbre après une libération antérieure qui repose essentiellement sur une excision discale très complète. Les grands principes biomécaniques sont comparables à ceux de la plaque de

Pouliquen et Rigault avec, en particulier, une dérotation réellement efficace. L'apport supplémentaire des instrumentations antérieures utilisant un système de tige est de pouvoir réaliser des manœuvres de dérotation sur les tiges. Il est également possible de pratiquer des manœuvres de contraction sur les vertèbres apicales du côté de la convexité ainsi que des manœuvres de modelage in situ de la tige.

Les implants utilisés sont à une ou deux vis. Pour les implants à une vis (comme pour l'instrumentation de Dwyer), une agrafe améliore la stabilité et la tenue de l'implant sur les vertèbres. Pour les implants à deux vis, c'est une plaquette qui est vissée sur la vertèbre et qui permet de solidariser la tige aux vertèbres instrumentées. Certaines instrumentations permettent de fixer deux tiges aux implants vertébraux. Ce type de montage est plus volumineux et plus difficile à mettre en place. En revanche, les systèmes à deux tiges sont plus rigides et plus solides et permettent d'obtenir des corrections très satisfaisantes (Fig. 59).

Technique d'instrumentation et de correction par voie antérieure

L'exposition du rachis est faite selon la même technique que pour la mise en place d'une plaque antérieure. En revanche, il est préférable de réaliser un abord extrapériosté des corps vertébraux. En effet, ceci permet de ne pas fragiliser les corps vertébraux qui sont ensuite soumis à des contraintes parfois importantes lors de la correction par le matériel mis en place.

Une fois le rachis correctement exposé, l'excision discale est réalisée à chaque étage, le plus complètement possible. Les espaces intersomatiques avivés sont ensuite comblés avec des compresses hémostatiques type Surgicel® ou Pangen®.

Les implants sont disposés sur chaque vertèbre avec une ou deux vis (Fig. 60A, B). La longueur des vis a été déterminée avant l'intervention sur la radiographie en traction corrigeant partiellement la déformation. Il faut que chaque vis, placée de manière transversale dans le corps vertébral, franchisse la corticale opposée pour assurer une bonne tenue. Le point d'entrée de la vis doit être suffisamment postérieur pour assurer une bonne dérotation de la vertèbre et une bonne tenue dans le corps vertébral.

Dans le secteur thoracique, le point d'entrée de la vis vertébrale est proche de la tête de la côte. Il peut être utile à ce titre de réséquer la tête de la côte, ce qui permet d'accentuer la mobilité intervertébrale et, bénéficiant de plus d'espace en raison de la résection de l'articulation vertébrocostale, de positionner les implants de manière optimale.

Dans la région lombaire, il faut voir l'origine du pédicule afin de bien visualiser la partie postérieure du corps vertébral. Il est possible de palper, à l'aide d'une spatule courbe, la partie antérieure du foramen intervertébral qui donne le niveau de la face postérieure du corps vertébral. Cette exposition nécessite une désinsertion très soignée des psoas ; il est rabattu ensuite par-dessus l'instrumentation. La mise en place des implants antérieurs nécessite, particulièrement s'il existe une forte rotation vertébrale, d'avoir une bonne vision tridimensionnelle de l'anatomie du corps vertébral afin de ne pas risquer une issue de la vis dans le canal vertébral. Si on utilise un implant à deux vis, la deuxième vis dont le point d'entrée est plus antérieur va converger avec la première et va prendre appui dans l'entrée du pédicule vertébral controlatéral, assurant une tenue très solide (Fig. 61).

À la fin du temps d'instrumentation, les implants doivent être bien perpendiculaires aux vertèbres et suffisamment bien alignés pour permettre une application aisée des tiges. La mise en place des implants vertébraux aux vertèbres extrêmes nécessite parfois d'avoir recours à une ou plusieurs contre-incisions cutanées afin de diriger les instruments et de mettre en place les implants avec une bonne obliquité.

Lors de la mise en place de la tige (Fig. 60C), il faut tenir compte de la rigidité résiduelle du rachis après excision discale. Si la rigidité reste importante, il ne faut pas essayer de mettre en place une tige trop droite dans le plan frontal, sous peine

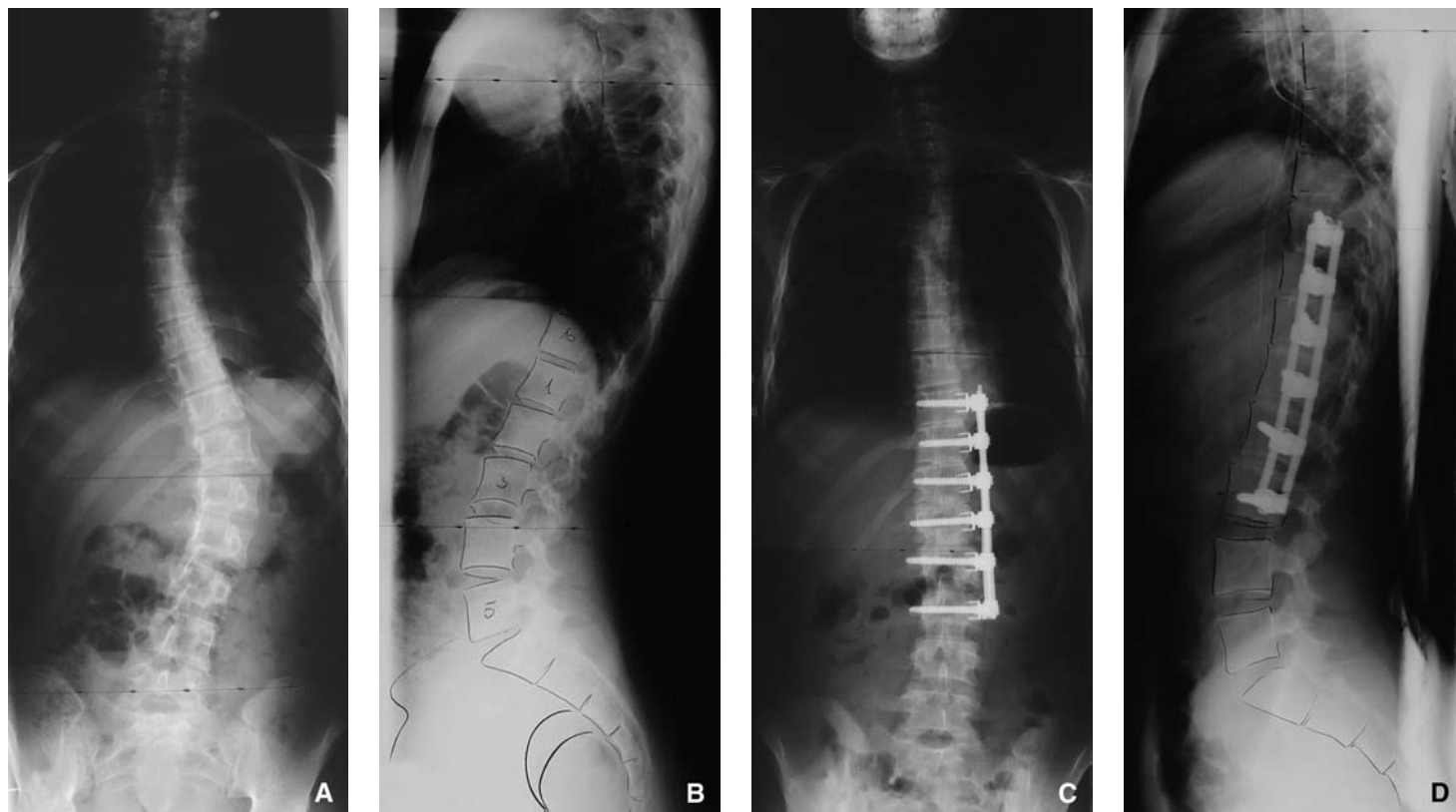


Figure 59. Les instrumentations antérieures segmentaires modernes permettent d'obtenir d'excellentes corrections des déformations scoliotiques.

A, B. Radiographies préopératoires.

C, D. Radiographies postopératoires après correction par voie antérieure par un matériel segmentaire à deux tiges.

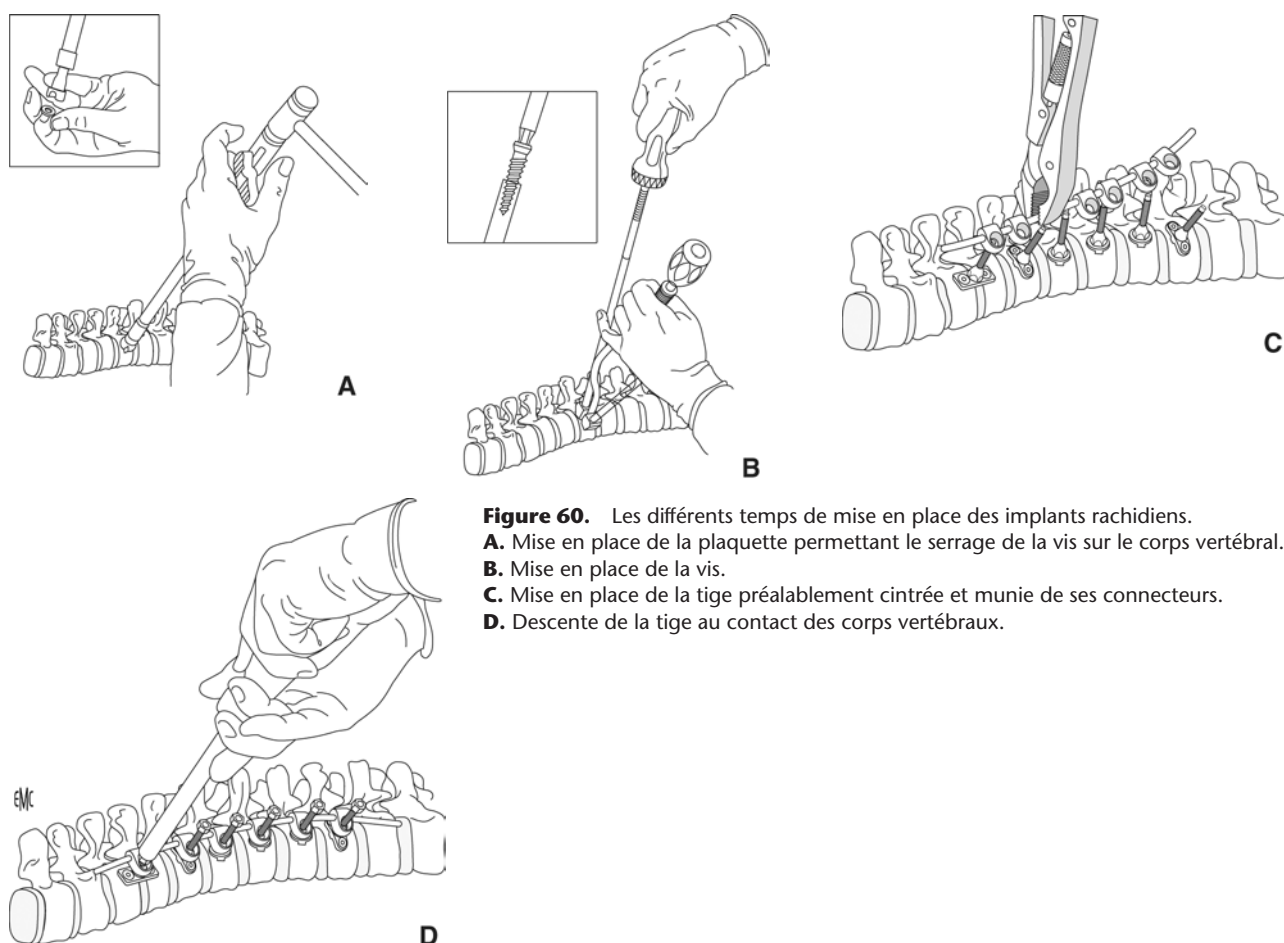


Figure 60. Les différents temps de mise en place des implants rachidiens.

A. Mise en place de la plaque permettant le serrage de la vis sur le corps vertébral.

B. Mise en place de la vis.

C. Mise en place de la tige préalablement cintrée et munie de ses connecteurs.

D. Descente de la tige au contact des corps vertébraux.

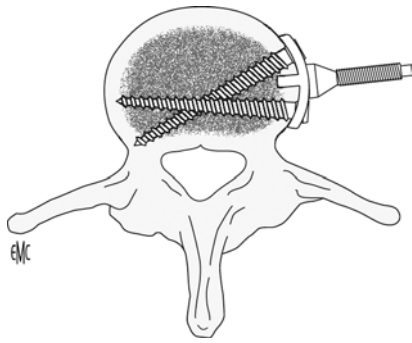


Figure 61. Les implants vertébraux à deux vis permettent d'avoir une meilleure tenue dans le corps vertébral.

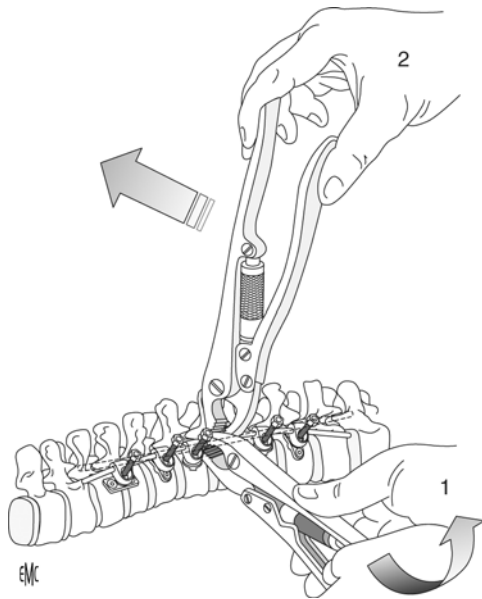


Figure 62. La correction de la déformation rachidienne est obtenue par la rotation prudente de la tige qui est ensuite verrouillée dans les implants.

d'arracher les implants d'une ou de plusieurs vertèbres aux extrémités du montage. La longueur de la tige est appréciée en tenant compte de la contraction qui va être effectuée sur les implants. La mesure peut être réalisée à l'aide d'un fil de suture chirurgicale, tendu entre les deux implants les plus éloignés. Il faut, en règle générale, éviter d'avoir une tige trop longue qui est difficile à couper après sa mise en place. La tige doit être cintrée pour être appliquée facilement sur le rachis. Une fois solidarisée à chaque implant vertébral, la ou les tiges sont descendues progressivement au contact du rachis (Fig. 60D). Dans les cas d'instrumentations utilisant deux tiges, le précintrage des tiges doit être réalisé de manière très précise afin de permettre leur mise en place.

La correction de la déformation rachidienne est obtenue tout d'abord par une manœuvre de dérotation prudente et progressive de la tige (Fig. 62) qui est ensuite verrouillée au niveau des deux vertèbres apicales. Il est ensuite possible, si cela est nécessaire, d'exercer des manœuvres de contraction en rapprochant les vertèbres sus- et sous-jacentes des vertèbres apicales. Ces manœuvres de contraction doivent toutefois rester modérées en région lombaire afin de ne pas induire une cyphose de la région instrumentée.

L'ensemble du montage est ensuite verrouillé et les écrous cassés afin de réduire au minimum l'encombrement du matériel. La mise en place des greffons costaux est réalisée de manière identique à la technique précédemment décrite.

Fermeture

L'idéal est de pouvoir fermer totalement et de manière étanche la plèvre pariétale. Lorsque la tension appliquée sur les

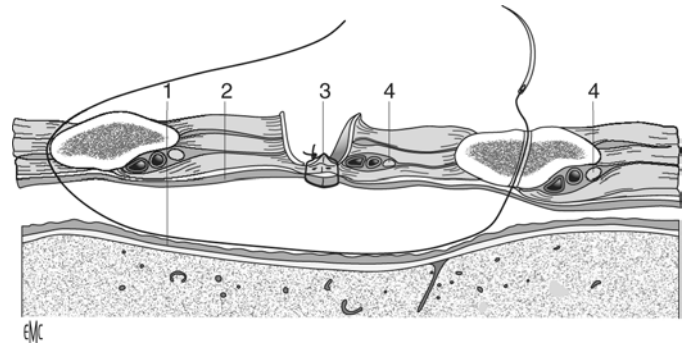


Figure 63. Lors de la fermeture, après réexpansion du poumon (1), la plèvre pariétale (2) est fermée de manière étanche (3). Il faut veiller à ne pas prendre dans la suture les différents paquets vasculonerveux intercostaux (4).

berges est trop forte, il peut être nécessaire de décoller un peu celle-ci afin d'éviter que la suture ne déchire la plèvre. Le matériel est ainsi enfoui et le poumon est protégé. Cette fermeture étanche minimise également le saignement postopératoire provenant des régions osseuses avivées.

Le drainage de la cavité pleurale est indispensable. Toutefois, selon les équipes, le drain pleural classique a pu être remplacé par un système plus simple de type Redon avec une efficacité comparable [26]. En outre, l'inconfort entraîné par le drain de Redon est moindre et son maniement beaucoup plus simple.

La fermeture est réalisée de manière étanche au lit de la côte qui a été réséquée. Il faut prendre garde à ne pas prendre le pédicule vasculonerveux intercostal dans la suture, ce qui pourrait être responsable de névralgies intercostales secondaires à la constitution d'un névrome. Le rapprochement des deux côtes adjacentes est effectué à l'aide de points séparés qui doivent également éviter les éléments vasculonerveux (Fig. 63). La fermeture des plans musculoaponévrotiques superficiels est sans particularité. La fermeture cutanée par un surjet intradermique permet d'obtenir une cicatrice habituellement assez discrète.

Soins postopératoires

La kinésithérapie respiratoire doit être débutée dès les premières heures qui suivent l'extubation. L'idéal est d'avoir pu inculquer au patient les bases de cette rééducation la veille de l'intervention. Cette rééducation est fondamentale et permet de maintenir le poumon à la paroi en minimisant l'importance de l'épanchement pleural réactionnel et le risque d'atélectasies. La mobilisation précoce obéit aux mêmes règles qu'en cas de chirurgie par voie postérieure. Il est théoriquement possible, comme lors d'une correction par voie postérieure, de se passer de toute immobilisation postopératoire. Néanmoins, une immobilisation postopératoire par un corset amovible thermoformé pendant 4 à 6 mois peut être utile, particulièrement pour éviter les sollicitations excessives des extrémités du montage.



Références

- [1] Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1988;**227**:10-23.
- [2] Dubousset J, Cotrel Y. Application technique of Cotrel-Dubousset instrumentation for scoliosis deformities. *Clin Orthop Relat Res* 1991;**264**:103-10.
- [3] Shen WJ, McDowell GS, Burke SW, Levine DB, Chutorian AM. Routine preoperative MRI and SEP studies in adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1996;**16**:350-3.

- [4] Inoue M, Minami S, Nakata Y, Otsuka Y, Takaso M, Kitahara H, et al. Preoperative MRI analysis of patients with idiopathic scoliosis: a prospective study. *Spine* 2005;**30**:108-14.
- [5] MacDonald DB, Al Zayed Z, Khoudeir I, Stigsby B. Monitoring scoliosis surgery with combined multiple pulse transcranial electric motor and cortical somatosensory-evoked potentials from the lower and upper extremities. *Spine* 2003;**28**:194-203.
- [6] Ridgeway S, Tai C, Alton P, Barnardo P, Harrison DJ. Pre-donated autologous blood transfusion in scoliosis surgery. *J Bone Joint Surg Br* 2003;**85**:1032-6.
- [7] Anand N, Idio Jr. FG, Remer S, Hoppenfeld S. The effects of perioperative blood salvage and autologous blood donation on transfusion requirements in scoliosis surgery. *J Spinal Disord* 1998;**11**:532-4.
- [8] Rinella A, Lenke L, Whitaker C, Kim Y, Park SS, Peelle M, et al. Perioperative halo-gravity traction in the treatment of severe scoliosis and kyphosis. *Spine* 2005;**30**:475-82.
- [9] Hibbs RA. A report of fifty-nine cases of scoliosis treated by the fusion operation. By Russell A. Hibbs, 1924. *Clin Orthop Relat Res* 1988;**229**:4-19.
- [10] Harrington PR. Treatment of scoliosis: correction and internal fixation by spine instrumentation. *Am J Orthop* 1962;**44**:591-610.
- [11] Harrington PR. Treatment of scoliosis: correction and internal fixation by spine instrumentation. June 1962. *J Bone Joint Surg Am* 2002;**84**:316.
- [12] Luque ER. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 1982;**163**:192-8.
- [13] Dove J. Internal fixation of the lumbar spine. The Hartshill rectangle. *Clin Orthop Relat Res* 1986;**203**:135-40.
- [14] Roussouly P. Principes de réduction des déformations scoliotiques par le système d'ostéosynthèse postérieure Colorado. *Rachis* 2001;**13**:59-64.
- [15] Steib J. Le matériel SCS : Le cintrage in situ comme ligne de conduite en chirurgie vertébrale. *Rachis* 2001;**13**:45-53.
- [16] Steib J. Les « nouveaux » systèmes d'instrumentation rachidienne postérieure - Instrumentation SCS, in Instrumentation rachidienne. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1995.
- [17] Taylor J, Clément J, Parisini P. Instrumentation Pass: "polyaxial alternative spine system. *Rachis* 2001;**13**:3-12.
- [18] Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis. A preliminary report. *Clin Orthop Relat Res* 1969;**62**:192-202.
- [19] Dwyer AF, Schafer MF. Anterior approach to scoliosis. Results of treatment in fifty-one cases. *J Bone Joint Surg Br* 1974;**56**:218-24.
- [20] Zielke K, Meyrueis JP. Conservative and surgical management of scoliosis. *Z Allgemeinmed* 1972;**48**:594-8.
- [21] Zielke K. Ventral derotation spondylodesis. Results of treatment of cases of idiopathic lumbar scoliosis (author's transl). *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1982;**120**:320-9.
- [22] Poulouen JC, Rigault P, Guyonvarch G, Judet R. Surgical correction of scoliosis. Technic of anterior correction of plate insertion. *Nouv Presse Med* 1975;**4**:1489-91.
- [23] Shimamoto N, Kotani Y, Shono Y, Kadoya K, Abumi K, Minami A, et al. Static and dynamic analysis of five anterior instrumentation systems for thoracolumbar scoliosis. *Spine* 2003;**28**:1678-85.
- [24] Kaneda K, Shono Y, Satoh S, Abumi K. New anterior instrumentation for the management of thoracolumbar and lumbar scoliosis. Application of the Kaneda two-rod system. *Spine* 1996;**21**:1250-62.
- [25] Poulouen JC, Rigault P, Padovani JP, Beneux J, Pennecot GF, Guyonvarch G. Correction of scoliosis using plates. Results of 99 cases seen at a later time. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1984;**70**:93-108.
- [26] Morin C. Treatment of idiopathic scoliosis in children during the growth period. *Bull Acad Natl Med* 1999;**183**:731-5.

R. Vialle (rvialle@noos.fr).

P. Mary.

Service d'orthopédie pédiatrique, Hôpital d'Enfants Armand Trousseau, 26, avenue du Docteur-Arnold-Netter, 75571 Paris cedex 12, France.

C. Glorion.

Service d'orthopédie pédiatrique, Hôpital Necker-Enfants Malades, 149, rue de Sèvres, 75015 Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Vialle R., Mary P., Glorion C. Traitement chirurgical des scolioses idiopathiques. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-194, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Traitement chirurgical des sténoses du canal lombaire

P. Guigui, L. Rillardon, T. Lenoir

La symptomatologie fonctionnelle secondaire à une sténose canalaire lombaire peut entraver, parfois de façon importante, la qualité de vie des patients chez qui elle survient. Hormis les cas relativement rares de syndrome de la queue de cheval ou de troubles moteurs sévères, ce n'est qu'après un traitement médical bien conduit et en fonction de la gêne fonctionnelle exprimée par le patient qu'un traitement chirurgical peut être envisagé. Face aux objectifs essentiellement fonctionnels de cette chirurgie, il est nécessaire d'en apprécier les risques et d'éviter que les inconvénients inhérents aux traitements chirurgicaux ne soient plus importants que les avantages escomptés. Le prérequis essentiel à cette chirurgie est la présence d'une bonne concordance anatomoclinique. La stratégie chirurgicale doit ensuite être parfaitement codifiée et répondre aux questions suivantes : faut-il décompresser ? Quelles racines doivent être décompressées ? Faut-il associer à la décompression une stabilisation ? Quel type de stabilisation choisir le cas échéant ?

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Sténose canalaire lombaire ; Laminectomie ; Lombalgie ; Arthrodèse lombaire

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Données anatomiques et physiopathologiques | 1 |
| Données anatomiques | 1 |
| Données étiologiques et physiopathologiques | 2 |
| ■ Conduite du traitement des sténoses canales lombaires | 4 |
| Différentes options thérapeutiques | 4 |
| Conduite du traitement chirurgical | 4 |
| ■ Traitement chirurgical, aspects techniques | 8 |
| Technique standard | 8 |
| Techniques particulières | 11 |
| ■ Réinterventions | 11 |
| Enquête étiologique | 11 |
| Différents motifs de réintervention | 11 |
| Stratégie thérapeutique | 11 |

■ Introduction

La définition de la sténose lombaire fait appel à la notion d'anomalie du rapport contenant-contenu et implique un retentissement clinique d'une diminution de taille ou plutôt des canaux lombaires [1-3]. En guise d'introduction, plusieurs points méritent d'être soulignés. Tout d'abord cette pathologie est avant tout une pathologie fonctionnelle, c'est-à-dire une pathologie mettant en jeu uniquement la qualité de vie du patient. Cette notion doit être prise en compte dans tous les aspects du traitement chirurgical de ces affections (indication, information du patient, réalisation technique de l'intervention), l'objectif étant ici d'éviter que les risques et inconvénients inhérents aux traitements chirurgicaux ne soient plus importants que les avantages attendus. Il convient par ailleurs d'insister sur la rigueur avec laquelle doit être conduite la

stratégie thérapeutique et notamment chirurgicale. Ceci nécessite un prérequis, la présence d'une concordance satisfaisante entre les données cliniques et anatomiques (la symptomatologie alléguée par le patient est-elle bien expliquée par les lésions constatées sur le bilan d'imagerie ?), et une analyse précise des sites et des mécanismes de compression radiculaire. Enfin, quatre questions permettent de déterminer la tactique chirurgicale la plus adaptée aux objectifs à atteindre : faut-il réaliser une décompression ? Quelles racines faut-il décompresser ? Faut-il compléter la décompression par une stabilisation ? Quel type de stabilisation choisir ?

■ Données anatomiques et physiopathologiques

L'analyse du bilan d'imagerie dans le diagnostic et la conduite thérapeutique face à une sténose lombaire étant essentielles, le rappel de quelques données anatomiques et physiologiques semble nécessaire.

Données anatomiques

D'un point de vue anatomique, le canal rachidien présente à la description trois zones [4, 5] : le canal central, le canal latéral et le canal de conjugaison. Le canal central contient le sac dural, il est formé par l'empilement d'anneaux alternativement fixes et mobiles. Les anneaux fixes, osseux, sont complets et fermés au niveau de la moitié inférieure du pédicule. Ils sont limités en avant par les murs vertébraux postérieurs, latéralement par les pédicules et en arrière par les lames. C'est à ce niveau qu'il est possible en tomodensitométrie de mesurer son diamètre antéropostérieur, normalement égal ou supérieur à 15 mm. Les anneaux mobiles sont limités en avant par les disques et en arrière par les massifs zygapophysaires, ils sont ouverts latéralement. Le canal latéral ou canal radiculaire (Fig. 1) est l'espace dans lequel chemine la racine nerveuse entre

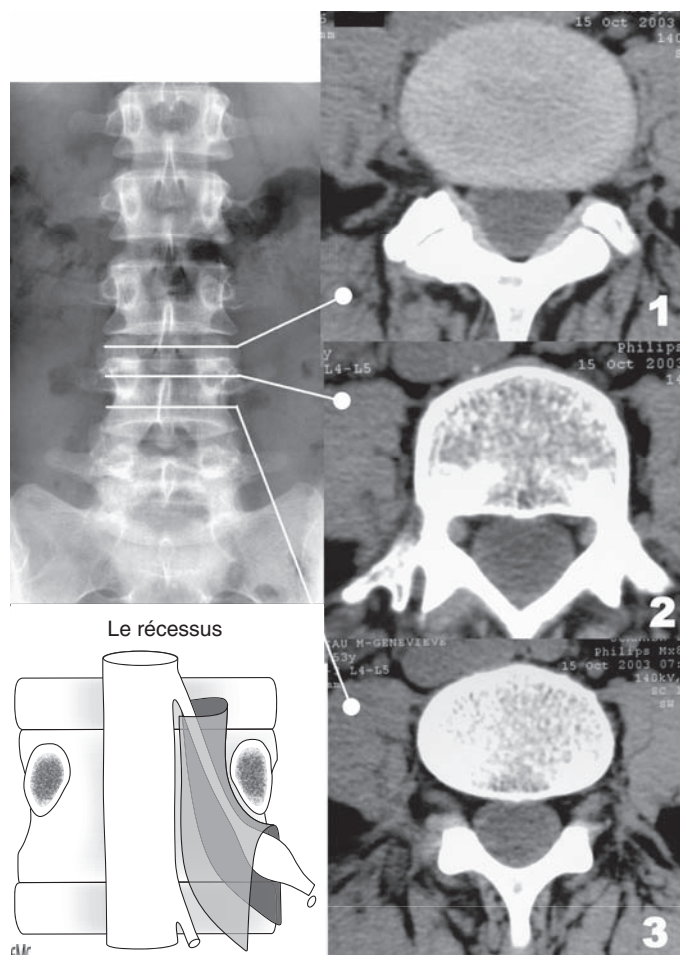


Figure 1. Canal radicaire, aspect tomodensitométrique. 1. Zone d'émergence de la racine ; 2. récessus ; 3. canal de conjugaison.

son émergence du sac dural et sa sortie du canal rachidien par le canal de conjugaison. Il se subdivise de haut en bas en défilé discoradiculaire et récessus latéral. Le récessus latéral est le segment du canal latéral situé en dedans du pédicule, délimité en avant par le corps vertébral et en arrière par la base de l'articulaire supérieure. Un récessus latéral n'est individualisable qu'à partir de L4 et que chez sept sujets sur dix [6]. C'est à sa partie supérieure en regard du bord supérieur du pédicule que le récessus latéral est le plus étroit et que siègent la plupart des sténoses latérales acquises. Son diamètre antéropostérieur à ce niveau a été évalué en moyenne à 5 mm. Le canal de conjugaison peut être divisé en deux parties superposables (Fig. 2) [7]. La partie supérieure sous-pédiculaire contient la racine nerveuse sortant du canal rachidien. Celle-ci présente à ce niveau le ganglion spinal. La partie inférieure du canal de conjugaison situé en regard du disque ne contient pas d'élément nerveux mais seulement des éléments vasculaires et un tissu graisseux. La hauteur du canal de conjugaison est ainsi conditionnée par la hauteur du disque intervertébral. Le canal rachidien contient le sac dural, les racines nerveuses enveloppées de leurs méninges, la graisse épidurale et des éléments vasculaires. Les racines nerveuses lombaires et sacrées naissent du cône terminal. Elles sont d'abord situées sur une grande hauteur dans le sac dural puis se séparent de celui-ci emportant leurs propres méninges pour gagner le canal latéral puis le canal de conjugaison. Il est ainsi possible de diviser le trajet intracanalair de chaque racine en quatre segments. Un segment d'émergence où la racine est fixée au sac, un segment discal où la racine se situe dans le défilé discoarticulaire entre disque et massif zygapophysaire, un segment pédiculaire dans le récessus latéral et un segment foraminaire dans la partie supérieure du canal de conjugaison. Ainsi l'émergence radicaire se situe un étage au-dessus de sa sortie du canal rachidien par le foramen. Cette anatomie topographique est particulièrement importante à bien connaître



Figure 2. Aspect du foramen intervertébral en imagerie par résonance magnétique (IRM).

lors du bilan d'une sténose lombaire et surtout si un traitement chirurgical est indiqué car il va être nécessaire de déterminer où et par quelle structure anatomique la racine est comprimée. Une racine L5 peut par exemple être comprimée à son émergence par une hypertrophie du massif articulaire L4-L5, par des ostéophytes discocorporeaux L4-L5 et éventuellement par une hernie discale L4-L5. Elle peut également être comprimée dans son trajet latéropédiculaire par des ostéophytes développés aux dépens du pédicule de L5. Elle peut enfin être comprimée à son entrée dans le foramen L5-S1 ou dans son trajet foraminaire par une hypertrophie du massif articulaire L5-S1 (Fig. 3).

Données étiologiques et physiopathologiques

Données physiopathologiques

Comme nous l'avons vu, la sténose lombaire est un état pathologique résultant d'une réduction de la taille du canal rachidien. Cette réduction de taille peut être secondaire bien sûr à une diminution du canal osseux lombaire mais également à une hypertrophie des parties molles : ligament jaune, capsule articulaire. Par ailleurs, une instabilité qui peut être définie par l'apparition de mouvements ou de déplacements anormaux sous une contrainte physiologique peut également créer une situation de compression ou l'aggraver. Il s'agit là de la définition de la sténose dynamique.

L'étroitesse canalaire osseuse peut être le résultat d'une anomalie du développement foetal, apparaître plus tard en période de croissance ou enfin à l'âge adulte [5, 8, 9]. La sténose congénitale réalise la première de ces éventualités. Il s'agit d'une malformation vertébrale, d'une maladie osseuse constitutionnelle comme l'achondroplasie. L'étroitesse canalaire qui en résulte existe dès la naissance, les manifestations cliniques ne pouvant apparaître qu'à l'âge adulte. La sténose idiopathique de croissance ou sténose constitutionnelle est une anomalie de la croissance vertébrale sans doute génétique. Elle est responsable d'une dysmorphie des arcs postérieurs avec notamment des pédicules courts et un épaississement des autres éléments constitutifs de ceux-ci. Ce trouble de croissance peut intéresser non seulement le rachis lombaire mais également le rachis

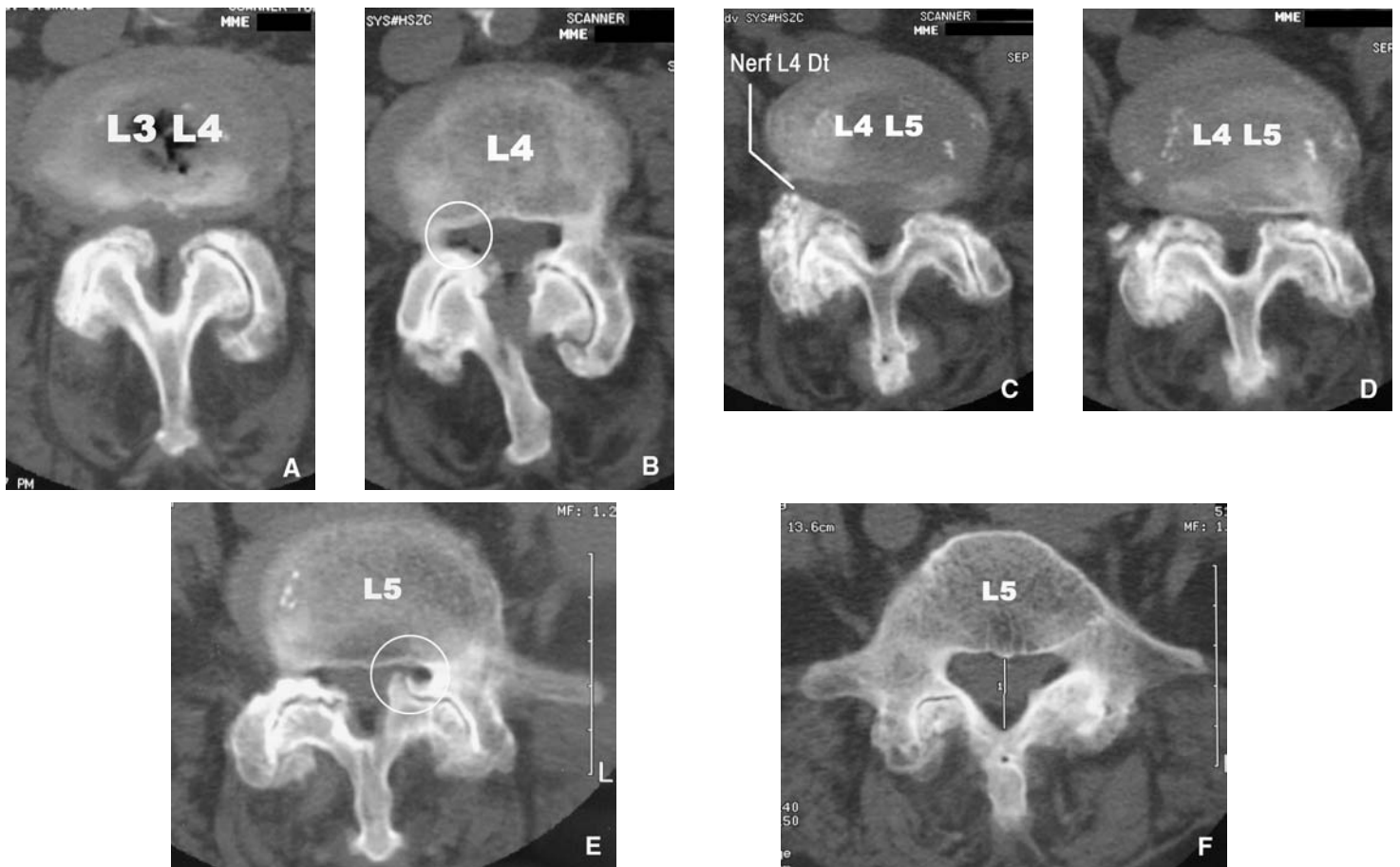


Figure 3. Sténose canalaire lombaire dégénérative, aspect tomodensitométrique.

- A.** Coupe passant par le disque L3-L4, compression des racines L4 à leur origine.
- B.** Coupe passant par les pédicules de L4, compression de la racine L4 droite dans son récessus.
- C.** Coupe passant par le disque L4-L5, compression de la racine L4 droite à sa sortie du canal rachidien, dans le canal de conjugaison.
- D.** Coupe passant par le disque L4-L5, compression des deux racines L5 à leur origine.
- E.** Coupe passant par les pédicules de L5, compression de la racine L5 gauche dans son récessus.
- F.** Coupe passant par la partie inférieure des pédicules de L5, les racines L5 sont libres à leur entrée dans le canal de conjugaison.

cervical, le rachis thoracolombaire et plus rarement le rachis thoracique. L'élargissement du canal osseux apparaît ici en fin de croissance et ne se manifeste le plus souvent que beaucoup plus tard dans la vie. Les sténoses acquises sont le plus souvent, dans le cadre qui nous intéresse ici, secondaires à des lésions dégénératives arthrosiques des massifs articulaires et des structures discoligamentaires (sténose lombaire dégénérative). Il est certain que ces lésions dégénératives, qui peuvent être responsables de sténose du canal osseux lombaire, entraînent plus volontiers une compression des éléments nerveux si le canal est déjà rétréci par une sténose idiopathique de croissance (constitutionnelle), ou par une sténose congénitale. Certains auteurs parlent alors de sténoses mixtes ou combinées.

Données étiologiques

Ces quelques notions de nosologie ne suffisent cependant pas à caractériser complètement une sténose lombaire. Face à une sténose lombaire, il va être nécessaire de préciser successivement [4, 10] :

- l'étiologie : sténose congénitale, constitutionnelle, dégénérative ou mixte ;
- mécanismes et localisation dans le plan horizontal de la compression : d'un point de vue analytique, il est possible de distinguer les sténoses centrales et latérales. En cas de sténose centrale, c'est le plus souvent le diamètre antéropostérieur qui est réduit. Dans les sténoses constitutionnelles, cette réduction du diamètre sagittal médian est la conséquence de la brièveté des pédicules et de l'épaississement des lames. Dans les sténoses dégénératives, la diminution du diamètre sagittal

médian peut être la conséquence de barres antérieures disco-ostéophytiques, d'un glissement intervertébral antéropostérieur, d'une hypertrophie des ligaments jaunes. Dans certains cas ce sont les diamètres transversaux qui sont diminués. Ce type de sténose transversale est secondaire à une hypertrophie constitutionnelle ou dégénérative des massifs zygapophysaires. Les sténoses latérales concernent les racines lors de leur trajet dans le canal latéral et le canal de conjugaison. Dans le défilé discoarticulaire, les compressions peuvent être antérieures (bourelet discal, barre disco-ostéophytique) ou postérieures (hypertrophie arthrosique du massif articulaire, hypertrophie dégénérative des structures capsulaires et ligamentaires, kystes articulaires). Dans le récessus, le rétrécissement peut être constitutionnel ou acquis dégénératif. La compression peut alors dans ce cas être ventrale, secondaire à un bourrelet discal ou disco-ostéophytique, ou postérieure secondaire à un remaniement dégénératif de l'articulaire supérieure. Dans le foramen, le rétrécissement peut être constitutionnel, secondaire à la brièveté des pédicules, réduisant celui-ci dans son diamètre antéropostérieur. Il peut être également dégénératif, secondaire à un pincement discal, une hypertrophie arthrosique de l'articulaire supérieure et à un glissement antéropostérieur. Ce type de sténose est particulièrement bien étudié en IRM ou en tomographie sur les reconstructions sagittales ;

- l'étendue en hauteur de la sténose doit également être appréciée. La sténose peut être localisée à un étage, mais il n'est pas rare qu'elle soit plus diffuse nécessitant une exploration de l'ensemble du rachis lombaire et parfois même du rachis thoracolombaire et cervical ;

- le caractère statique et/ou dynamique de la compression : la compression peut être permanente, être aggravée ou n'apparaître que dans certaines positions et notamment en hyperlordose. Le caractère dynamique d'une compression ne peut être affirmé, en pratique, directement que par la sacroscopie, seul examen permettant une exploration endocanalaire en position debout, couchée et assise ainsi qu'en flexion/extension et inclinaison latérale droite et gauche.

Cette brève étude des causes, des facteurs anatomiques et de la localisation d'une compression reste très analytique. Tous ces éléments peuvent être associés de façon très variable et ce à chaque niveau vertébral. Cependant cette démarche reste très utile surtout si un traitement chirurgical est envisagé.

■ Conduite du traitement des sténoses canalaire lombaires

Différentes options thérapeutiques

Le traitement d'une sténose lombaire peut être soit médical, soit chirurgical.

Traitement médical

Le traitement médical repose sur les antalgiques de classe 1 ou 2, les anti-inflammatoires, parfois les antalgiques de type neurotrope, les infiltrations et la rééducation en délordose du rachis lombaire. Les infiltrations de corticoides peuvent être épidurales et réalisées soit par voie interépineuse en regard de l'espace L3-L4 ou L4-L5, soit par une voie basse dans l'hiatus sacrococcygien, soit enfin au niveau du trou de conjugaison de la ou des racines symptomatiques. Les infiltrations intradurales sont moins utilisées et plus critiquables en raison de leur morbidité. L'efficacité des infiltrations est très discutée. Il semble cependant qu'elles permettent d'obtenir une bonne amélioration fonctionnelle dans une proportion notable de cas mais que leur effet s'estompe progressivement avec le temps. Elles peuvent éventuellement être répétées à plusieurs reprises.

Traitement chirurgical

Objectifs et résultats à court et moyen terme

Son principe essentiel est de décompresser les éléments nerveux du canal rachidien. Cette décompression peut être obtenue, soit directement par l'intermédiaire d'une laminarthrectomie, soit indirectement par l'intermédiaire d'une stabilisation d'un ou de plusieurs segments intervertébraux. Ses objectifs sont précis et doivent être parfaitement exposés au patient lors des diverses consultations préopératoires. Elle agit essentiellement sur la symptomatologie douloureuse neurologique, claudication neurogène intermittente, radiculalgies de repos et d'effort. La lombalgie ne peut être, sauf dans les cas exceptionnels de claudication neurogène à expression purement lombaire, considérée comme un objectif du traitement chirurgical. L'étude des résultats du traitement chirurgical à court terme par l'intermédiaire de questionnaires autoadministrés a permis de montrer que sept à huit patients sur dix étaient globalement satisfaits du résultat obtenu [11-19]. D'un point de vue analytique, ce même type d'étude montre que les meilleurs résultats sont obtenus sur la claudication neurogène intermittente, puis sur les radiculalgies de repos et d'effort et enfin sur la lombalgie. L'amélioration constatée en postopératoire sur la lombalgie en termes d'intensité de la douleur et de la gêne occasionnée par celle-ci dans la vie quotidienne est en règle inférieure à 50 %. La constatation d'un déficit moteur sévère (cotation musculaire inférieure ou égale à 3) est rare dans l'histoire naturelle de la sténose canalaire lombaire [20, 21]. S'il s'agit de façon certaine d'un facteur indéniable d'une indication à un traitement chirurgical, la récupération de ces troubles moteurs en postopératoire n'est pas la règle. Dans notre expérience, le taux de récupération complète constaté est voisin de 40 % et le taux d'absence de récupération proche de 20 %. Toujours selon notre expérience [21], les facteurs suivants nous

sont apparus comme significativement associés à une récupération motrice complète ou partielle : un âge inférieur à 65 ans, un déficit moteur monoradiculaire et unilatéral, une durée d'évolution du déficit inférieure à 6 semaines, une sténose limitée à un étage et surtout la présence d'un facteur discal (véritable hernie discale) compressif surajouté.

Facteurs pronostiques du résultat clinique à moyen terme

De nombreux paramètres peuvent influencer le résultat du traitement chirurgical d'une sténose canalaire lombaire [22, 23]. Ceux-ci peuvent se répartir en quatre groupes : paramètres anatomoradiologiques, paramètres liés à la technique chirurgicale employée, paramètres cliniques objectifs et paramètres cliniques subjectifs. L'analyse de l'influence de ces différents facteurs est complexe, notamment pour des raisons méthodologiques. L'interprétation de la littérature dans ce domaine doit en conséquence rester prudente. Le rôle négatif sur le résultat clinique obtenu des deux paramètres suivants semble généralement admis : la notion de santé perçue [23], et plus celle-ci est négative, moins bon est le résultat fonctionnel exprimé par le patient ; les facteurs de comorbidité, et plus ceux-ci sont nombreux et sévères, moins bon est là encore le résultat fonctionnel exprimé par le patient [12, 23].

Résultat des traitements chirurgicaux à long terme

Là encore plusieurs études ont été consacrées au devenir à plus de 10 ans d'un patient opéré d'une sténose canalaire lombaire [11, 24-34]. Bien que la plupart de ces études soient rétrospectives, et qu'il soit difficile sinon impossible de comparer l'histoire naturelle de ces patients et devenir après traitement chirurgical [20, 35-40], il semble que les points suivants soient généralement admis : les meilleurs résultats sont obtenus sur la symptomatologie fonctionnelle neurologique, les bons résultats obtenus en postopératoire immédiat et à moyen terme sur ces symptômes se maintiennent à plus de 10 ans d'évolution ; les moins bons résultats sont obtenus sur la lombalgie, et l'aggravation progressive de cette symptomatologie fonctionnelle avec le temps est le facteur de mécontentement principal des patients à long terme. En moyenne, à 15 ans de leur intervention, sept patients sur dix sont satisfaits du résultat obtenu et sept sur dix accepteraient, compte tenu du résultat obtenu, de subir la même intervention. Enfin, le taux moyen de réintervention constaté dans la littérature est d'environ 10 % [13, 31, 32, 34, 41-43]. Nous allons revenir sur les principaux motifs de réintervention de ces patients.

Conduite du traitement chirurgical

En dehors des rares cas de troubles neurologiques objectifs sévères qui sont en règle des indications à un traitement chirurgical, le choix entre les deux types de traitement disponibles va être fonction :

- de la gêne fonctionnelle exprimée par le patient ;
- de l'appréciation dans cette gêne de ce qui revient à la lombalgie et aux symptômes neurologiques ;
- de l'appréciation du bénéfice potentiel d'une intervention chirurgicale en fonction des risques inhérents à celle-ci ;
- enfin, de la présence d'une bonne concordance anatomoclinique.

Une fois un traitement chirurgical décidé, la conduite de celui-ci nécessite de répondre successivement aux questions suivantes : faut-il réaliser une décompression ? Quelles racines décompresser ? Faut-il compléter la décompression par une stabilisation ? Quel type de stabilisation choisir ?

Faut-il décompresser ?

L'objectif principal du traitement chirurgical d'une sténose canalaire lombaire est d'améliorer les patients de leur symptomatologie fonctionnelle neurologique [44]. Ces symptômes étant en première analyse directement secondaires à une compression radiculaire, il paraît pertinent d'effectuer une décompression de ces structures nerveuses. Cependant, l'instabilité que nous avons définie comme l'apparition sous une contrainte physiologique de mouvements anormaux (d'une hypermobilité) aggrave et



Figure 4. Spondylolisthésis dégénératif L4-L5 chez un patient souffrant d'une claudication neurogène intermittente (A). Le glissement est parfaitement réductible comme le montre le topogramme du scanner (B). La compression reste très modérée sur le scanner (C, D) ; l'indication à une fixation isolée sans décompression paraît possible.

parfois même est le seul facteur de la compression radiculaire (notion de sténose dynamique). Il est donc possible de ne proposer qu'une stabilisation de l'étage considéré sans décompression associée [45-48]. Cette stabilisation peut être obtenue soit par l'intermédiaire d'une arthrodèse postérolatérale instrumentée, soit par l'intermédiaire d'une arthrodèse antérieure intersomatique instrumentée. Pour notre part, dès lors que le bilan d'imagerie confirme la présence de lésions dégénératives responsables d'une compression radiculaire, nous réalisons une décompression de l'axe neurologique. Nous discutons cette attitude dans les rares cas où la compression radiculaire n'apparaît qu'en position debout ou en flexion/extension tout en sachant que la fixation d'un segment rachidien lombaire s'effectue en lordose et que la lordose aggrave la sténose canalaire lombaire (Fig. 4).

Quelles racines décompresser ?

Il n'est pas toujours simple de répondre à cette question car les données cliniques, les données du bilan d'imagerie et éventuellement celles du bilan électrophysiologique ne concordent pas toujours [49].

- En cas de sténose centrale ou globale (centrale et latérale) et étagée, mieux vaut décompresser tous les niveaux comprimés, ce d'autant que le symptôme dominant est une

claudication neurogène intermittente. Une racine peut en effet très bien être comprimée en intrathécal à un étage plus haut situé.

- En cas de sténose latérale bilatérale au même étage et symptomatique d'un seul côté, il paraît préférable d'effectuer une libération des deux racines concernées. En effet, d'une part un abord médian est plus adapté à la réalisation d'une libération la plus oblique possible et donc la plus économique vis-à-vis du massif articulaire et de l'isthme. D'autre part à moyen terme, il est fréquent que la racine controlatérale devienne symptomatique et nécessite une réintervention chirurgicale. Ces réinterventions sont techniquement plus difficiles et surtout donnent de moins bons résultats fonctionnels que les libérations de première intention [50-53].
- En cas de sténose latérale uni- ou bilatérale mais étagée, il est possible de ne décompresser que le niveau symptomatique. Cependant, dans cette situation, si la douleur n'a pas une topographie radiculaire franche, il semble prudent de décompresser toutes les racines comprimées. D'une manière générale, il est possible de rappeler la recommandation de Wiltse qui reste actuelle : « si l'on doit pêcher, mieux vaut que ce soit par excès de décompression que par insuffisance » [54].

Faut-il associer une stabilisation à la décompression ?

Objectifs de la stabilisation

Dans la grande majorité des cas, la libération de l'axe neurologique est assurée par une décompression. L'étape suivante est alors de déterminer s'il est nécessaire ou non d'associer à cette décompression une stabilisation. Théoriquement, celle-ci a pour objectif de traiter une éventuelle composante dynamique à la compression nerveuse et de prévenir une dégradation du résultat fonctionnel obtenu en raison de l'apparition ou de l'aggravation d'un glissement ou d'une hypermobilité (situation définissant la déstabilisation postopératoire). La lombalgie, symptôme fréquemment mentionné par les patients, ne peut être considérée, sauf cas exceptionnel et bien particulier, comme un argument à une stabilisation associée. Les lésions dégénératives discales et des massifs articulaires sont, dans ce type de pathologie et de patients, étagées, et la stabilisation d'un ou de deux étages décomprimés n'améliorerait que de façon très aléatoire ce symptôme.

Éléments du choix

- L'instabilité préopératoire : en présence d'un glissement préopératoire ou d'une hypermobilité antéropostérieure ou angulaire, l'analyse de la littérature tend à montrer que l'adjonction d'une stabilisation à la décompression améliore le résultat fonctionnel constaté [14, 55-60]. Ces données soulignent l'importance de la réalisation en préopératoire de radiographies standard du rachis lombaire en position debout de face et de profil ainsi que de radiographies de profil en flexion/extension. Cette conclusion mérite cependant d'être pondérée par le fait que toutes les déstabilisations postopératoires ne sont pas symptomatiques et que probablement seuls les glissements postopératoires immédiats et hypermobiles sont des facteurs de mauvais résultats [61-64].
- La résection osseuse peropératoire : la réalisation d'une arthrectomie partielle, uni- ou bilatérale, n'est pas en elle-même un facteur de déstabilisation postopératoire, ce qui souligne l'absence de fondement à une stabilisation systématique de tout étage libéré. En revanche, les réalisations d'une arthrectomie totale bilatérale ou d'une arthrectomie totale unilatérale et d'une arthrectomie partielle controlatérale au même étage, sont des facteurs nets de déstabilisation postopératoire [65, 66]. Dans ces cas, la décompression doit être complétée par une stabilisation. L'importance de la résection osseuse effectuée au niveau des isthmes est également à prendre en compte. Laisser en place moins de 5 à 7 mm d'isthme expose au risque de fracture secondaire de cette structure osseuse et donc de déstabilisation postopératoire [67-69]. Ainsi, si l'obtention d'une libération satisfaisante nécessite un sacrifice osseux important, tel qu'il vient d'être défini, l'intervention doit être complétée par une stabilisation.
- Le troisième élément à prendre en compte dans la réalisation d'une stabilisation complémentaire est l'orientation des facettes articulaires des massifs zygapophysiaux. Lorsque celles-ci sont très sagittales, effectuer une arthrectomie même partielle expose au risque de déstabilisation postopératoire, il s'agit donc d'un facteur supplémentaire de stabilisation complémentaire [44, 58].
- Le dernier facteur à prendre en compte est la situation d'équilibre du rachis dans le plan antéropostérieur. Intrinsèquement le déséquilibre antérieur peut être la source d'une instabilité et représente un argument de stabilisation complémentaire [44].

La décision d'une stabilisation en complément de la libération nerveuse est donc le fruit d'une analyse soigneuse du bilan d'imagerie préopératoire et repose le plus souvent sur une conjonction de plusieurs facteurs dont les principaux viennent d'être évoqués.

Quelle technique de stabilisation choisir ?

Deux techniques de stabilisation complémentaire peuvent être évoquées : les stabilisations souples et les arthrodèses.

Stabilisations souples

Initialement développées par H. Graf, leur principe est d'accroître suffisamment la rigidité d'un segment rachidien afin de contrôler une instabilité sans toutefois trop augmenter celle-ci dans le but d'éviter la dégénérescence des étages adjacents, de normaliser les sollicitations mécaniques du niveau traité afin de favoriser les processus de réparation tissulaire des disques intervertébraux et des massifs articulaires. Initialement réservées au traitement des lombalgies chroniques, les indications de cette technique ont progressivement été étendues à d'autres situations pathologiques : spondylolisthésis par lyse isthmique, spondylolisthésis dégénératif, en complément d'une décompression dans les sténoses canalaire lombaires dans le but d'éviter une déstabilisation postopératoire. L'analyse de la littérature dans le domaine développé ici montre des résultats très variables [70-75]. Pour notre part nous ne recommandons pas ce type de stabilisation complémentaire.

Arthrodèses lombaires

Technique de référence des stabilisations complémentaires, elles peuvent être antérieures, postérieures ou circonférentielles antérieure et postérieure. Pouvant être effectuées dans le même temps que la libération radiculaire, l'arthrodèse postérolatérale est la technique la plus utilisée. Certaines de ces modalités doivent être précisées : faut-il lui adjoindre une ostéosynthèse ? Quelle doit être son étendue ? Dans quelle position la réaliser ? Faut-il la compléter par une arthrodèse antérieure intersomatique et par quelle voie ?

Ostéosynthèse complémentaire. L'adjonction d'une ostéosynthèse à une arthrodèse postérolatérale a trois objectifs : accroître les chances de fusion en diminuant la mobilité intervertébrale, corriger une déformation rachidienne, obtenir une stabilité immédiate dans l'attente de la consolidation de la greffe qui fournit la stabilisation définitive [57, 58, 76-80]. Ces trois objectifs définissent les conditions schématiques d'utilisation d'une ostéosynthèse en complément d'une arthrodèse. La présence d'une hypermobilité intervertébrale en préopératoire et ce d'autant que la résection osseuse peropératoire a été large ou que les massifs articulaires sont très sagittaux ou que la correction d'une cyphose locale soit nécessaire, est ainsi une bonne indication à l'utilisation d'une ostéosynthèse complémentaire.

L'étendue de la zone de fusion. Tous les étages comprimés et instables doivent être inclus dans la zone de fusion. La présence aux limites d'une zone d'arthrodèse ainsi définie de niveaux hypermobiles peut nécessiter l'extension de celle-ci. La correction d'une déformation rachidienne nécessite parfois également d'étendre cette zone de fusion. Très rarement, la présence de disques dégénératifs aux limites d'une zone d'arthrodèse nécessite l'extension de celle-ci dans le but de traiter ou de prévenir une lombalgie. Compte tenu de la pathologie traitée (sténose lombaire dégénérative) et de l'âge de ces patients, ceci amènerait bien souvent à réaliser des fusions très extensives au résultat sur le symptôme « douleur lombaire » très aléatoire.

La position de fixation du segment rachidien arthrodésé. Elle doit, dans la mesure du possible, tenir compte de la situation d'équilibre du rachis dans le plan frontal et surtout dans le plan sagittal [81]. La fixation par exemple d'un segment rachidien en position de cyphose relative, c'est-à-dire pérennisant un déséquilibre antérieur, place la greffe en position défavorable de fusion, expose au risque de pseudarthrose, de mobilisation du matériel d'ostéosynthèse, d'aggravation du glissement et donc de mauvais résultat fonctionnel [44]. Cependant, la fixation d'un segment rachidien en position optimale est souvent difficile à obtenir, notamment si le segment à arthrodésé est court, limité à un ou deux étages. Si dans de rares cas il est nécessaire d'avoir



Figure 5. Sténose canalaire lombaire mixte dégénérative et constitutionnelle. Les radiographies en flexion/extension montrent une hypermobilité L4-L5 (A), le scanner et la saccradiculographie confirment la sténose et son type (B, C, D). L'imagerie par résonance magnétique (IRM) montre le caractère inflammatoire de la discopathie L4-L5 (E). Il est effectué une libération radiculaire L4-L5 associée à une arthrodèse circonférentielle (résultat radiologique à 1 an [F]).

recours à des techniques complémentaires souvent lourdes (ostéotomies transpédiculaires, extension de la zone de fusion), le plus souvent compte tenu de la condition générale des patients traités, la fixation est effectuée en position imparfaite.

Arthrodèses antérieures complémentaires. L'arthrodèse postérolatérale peut être complétée par une arthrodèse antérieure intersomatique. Compte tenu de l'abord intracanaulaire effectué pour libérer l'axe neurologique, celle-ci est en général effectuée par voie postérieure. Ce type d'arthrodèse a pour objectif d'étendre la zone de fusion, de restituer une certaine hauteur discale, d'ouvrir les foramens et de mieux contrôler les contraintes en flexion et extension s'exerçant sur

le segment immobilisé. Cependant, il est probable qu'elle augmente la morbidité de l'intervention. Les avantages théoriques de cette fusion antérieure complémentaire ne nous semblent pas déterminants dans le cadre des sténoses lombaires et nous ne la recommandons que dans quelques cas particuliers : hypermobilité sévère associée à une discopathie inflammatoire avec remaniements du spongieux sous-chondral de type Modic I en IRM (Fig. 5) ; fusion longue de plus de deux étages incluant en bas le sacrum compte tenu du risque de pseudarthrose lombosacrée ; surface très réduite de la zone de greffe en raison de l'importance de la résection osseuse nécessaire à la libération nerveuse (arthrectomie complète bilatérale, pédiculectomie... etc.).

Traitement chirurgical, aspects techniques

Technique standard

Installation

Diverses installations sont possibles. Pour notre part, nous préférons une installation sur cadre, hanches et genoux fléchis à 90°, qui offre l'avantage, même chez des patients obèses, d'une liberté complète de l'abdomen (Fig. 6). La diminution de la pression intra-abdominale minimise celle des veines épidurales et donc le saignement peropératoire. Il est préférable de mettre en place avant l'intervention une contention élastique des membres inférieurs afin de prévenir les accidents thromboemboliques. Avant de débiter l'intervention, les points suivants doivent être vérifiés : présence des poulx aux membres inférieurs ; absence d'élément compressif aux coudes (nerfs cubitiaux), aux creux axillaires, et surtout aux globes oculaires. La tête pouvant être placée en rotation lors de l'installation, il convient chez les patients âgés ou en cas de lésion artérielle connue des membres, de réaliser en préopératoire un doppler artériel des troncs supra-aortiques. De même, compte tenu de l'association fréquente entre sténose canalaire cervicale et lombaire, il est important d'éviter, lors de l'installation, de placer la tête en hyperextension. L'opérateur se place dans un premier temps et en général à la gauche du patient s'il est droitier ; lors de la décompression radiculaire, le mieux, afin d'effectuer une résection osseuse la plus oblique possible, est ensuite de se placer en face de la racine à libérer.

Exposition du rachis lombosacré

Après une incision médiane suivant la ligne des épineuses, les deux gouttières paravertébrales sont exposées au bistouri électrique jusqu'au bord externe des massifs articulaires. Afin d'éviter un saignement abondant, il convient de rester bien au contact des surfaces osseuses (épineuses, lames puis massifs articulaires) durant cette exposition. Si une arthrodèse postéro-latérale complémentaire doit être effectuée, ce premier temps est complété par une exposition des apophyses transverses des niveaux à fusionner. Les écarteurs autostatiques sont ensuite mis en place.

L'étape suivante est de bien identifier les niveaux à décompresser. En cas de libération incluant l'étage L5-S1, l'exposition de la face postérieure du sacrum rend en principe simple l'identification des vertèbres sus-jacentes. Celle-ci s'appuie non seulement sur la présence d'une mobilité intervertébrale mais également sur la présence d'un espace interlaminaire. Le piège est l'existence d'une vertèbre L5 encastrée, arthrosique et très peu mobile. La présence d'un espace interlaminaire permet alors l'identification de la vertèbre L5. L'éventualité d'une erreur d'étage est néanmoins toujours possible, notamment en cas d'anomalie transitionnelle ou de rachis très

raide ; au moindre doute, un repérage radiographique ou radioscopique doit donc être effectué. Une fois les niveaux à traiter bien identifiés, la face postérieure du rachis doit être bien nettoyée, en général à la pince-gouge : ablation des ligaments interépineux, exposition des ligaments jaunes et surtout des isthmes interarticulaires.

Premier temps de la libération : laminectomie

Elle débute par une section à leur base, à la pince de Liston, des apophyses épineuses. Les lames à réséquer sont ensuite désépaissies à la pince-gouge, notamment dans leur portion caudale où il est même possible d'effectuer une laminectomie extrafavéale. Le canal est abordé au mieux au niveau le moins comprimé en ouvrant, soit à la pince-gouge, soit au bistouri fin, le ligament jaune. La laminectomie est ensuite complétée à l'aide d'une série de pinces emporte-pièces obliques de tailles variables (pinces de Kérisson) en progressant du bas vers le haut compte tenu du caractère oblique en bas et en arrière des lames (le canal rachidien est en principe plus large à la partie caudale de la lame qu'à sa partie crâniale). Il est souhaitable d'effectuer toute la décompression centrale même si elle porte sur plusieurs niveaux avant d'aborder la décompression des racines. La décompression centrale est en effet un temps relativement peu hémorragique ; il n'en est pas forcément de même pour la décompression latérale radiculaire [49]. Lorsque l'os est très dur et alors souvent cassant ou lorsque la lame est très épaisse, il est possible d'effectuer la laminectomie à l'aide d'une fraise rotative rapide.

Deux points méritent d'être soulignés durant ce temps. Latéralement, il est important de bien repérer l'isthme et son bord externe et de veiller à laisser en place 5 à 7 mm de cette structure osseuse. La partie supérieure de la zone de résection osseuse correspond en règle au bord inférieur d'une lame. À ce niveau, il est recommandé de ne pas laisser en place la zone d'insertion du ligament jaune (située à la face antérieure de la lame) et de bien réséquer celui-ci à la pince emporte-pièce oblique.

Libération radiculaire

La décompression radiculaire est le temps fondamental [82] et le plus délicat de l'intervention. Il nécessite une bonne connaissance de l'anatomopathologie de la sténose ainsi qu'une bonne préparation à l'intervention. L'agent compressif majeur à un niveau donné est le bord interne de l'articulaire supérieure de la vertèbre inférieure (Fig. 7). Après la laminectomie, les berges de la zone de résection osseuse sont constituées par la succession des isthmes et des apophyses articulaires inférieures recouvrant les supérieures. La libération radiculaire débute par la réalisation d'une arthrectomie. Celle-ci, pour préserver la stabilité de l'étage traité, ne doit être que partielle et ne doit pas en principe intéresser plus de la moitié interne du massif zygapophysaire. Ainsi, pour respecter la partie externe du massif, lors de tout temps décompressant la racine, la résection osseuse doit être la plus oblique possible de haut en bas et de dedans en dehors. Pour effectuer cette arthrectomie partielle, nous utilisons un ciseau frappé droit et étroit, biseau dirigé vers le bas. L'articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente est tout d'abord sectionnée (Fig. 8) puis dans un second temps l'articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente. La frappe, à ce moment, doit être particulièrement maîtrisée car la racine est coincée directement sous l'os à réséquer. La frappe doit en fait être ferme et sèche afin de briser plus que de couper l'os. L'utilisation du ciseau frappé nous semble préférable à celle de la pince emporte-pièces oblique qui peut comprimer et léser la racine avec son talon. Cette arthrectomie partielle va permettre de libérer la racine à son émergence et dans son récessus, c'est-à-dire dans son trajet latéropédiculaire. La racine doit ensuite être libérée à son entrée puis dans son trajet foraminaux. Après avoir circulé le long du bord interne du pédicule, la racine s'infléchit obliquement en bas et en dehors pour entrer dans le foramen. La racine peut être comprimée à ce niveau par la partie inférieure de l'articulaire supérieure, l'insertion du ligament jaune sur le bord antérieur de l'isthme et un épaissis-



Figure 6. Installation d'un patient obèse sur cadre, l'abdomen est bien libre.

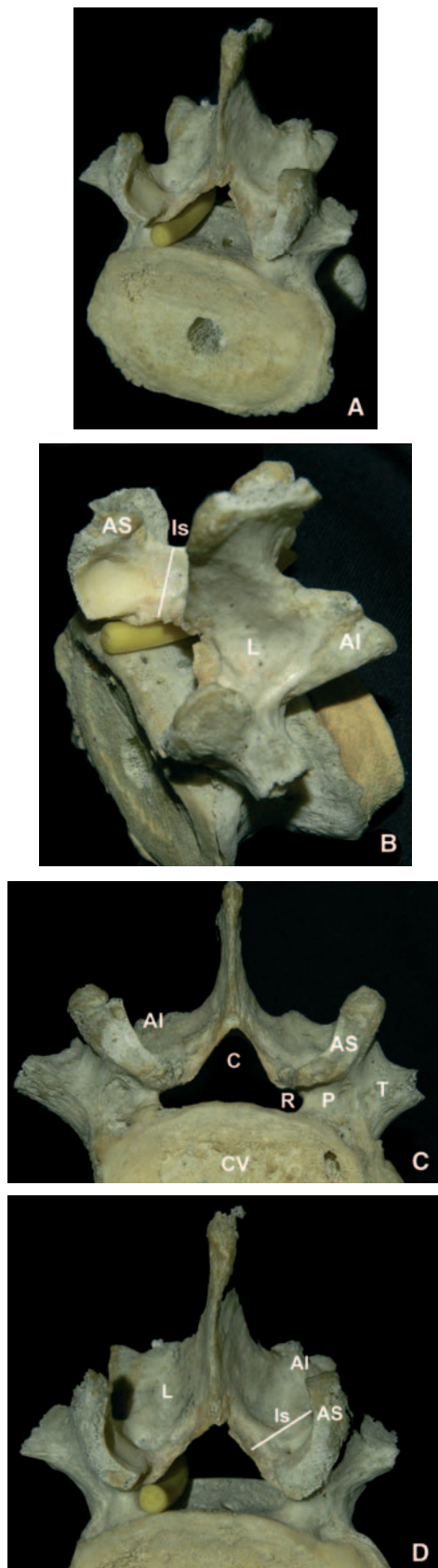


Figure 7. A à D. Rapport des racines avec les différents éléments constitutifs d'une vertèbre. AS : articulaire supérieure ; AI : articulaire inférieure ; L : lame ; IS : isthme ; CV : corps vertébral ; C : canal ; R : récessus ; P : pédicule ; T : apophyse transverse.

sement de celui-ci. La libération s'effectue ici à l'aide d'un ciseau-gouge oblique (gouge de Guillaume oblique) et d'une pince emporte-pièce oblique et fine. Là encore les résections osseuses doivent être le plus oblique possible et surtout être

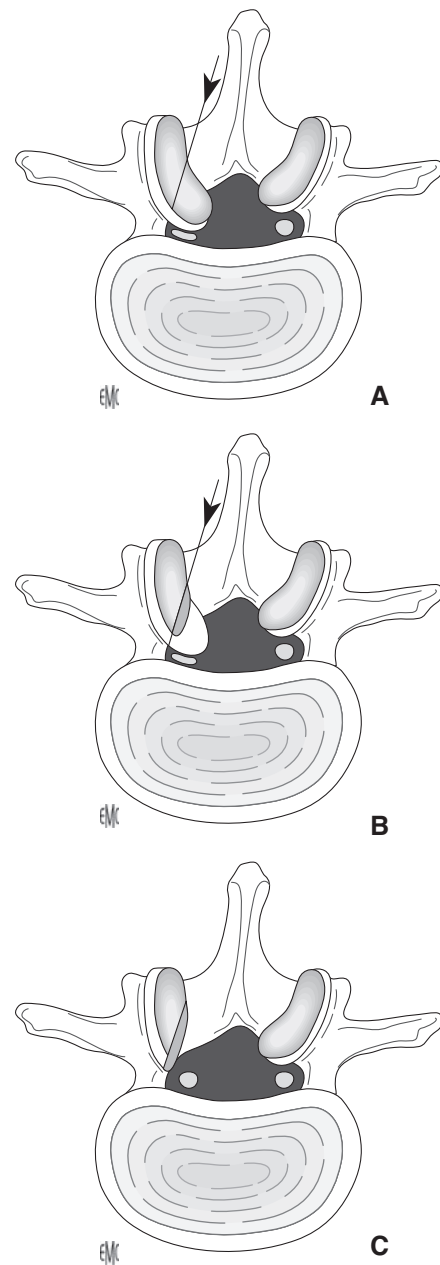


Figure 8. Principe de libération d'une racine au niveau de son émergence et à son entrée dans le récessus.

A. Direction d'arthrectomie partielle.

B. Aspect après section partielle de l'articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente.

C. Aspect après section partielle de l'articulaire supérieure.

effectuées parallèlement à la racine afin d'éviter de léser celle-ci. C'est à ce moment qu'il faut prendre garde à ne pas trop réséquer d'isthme. Dans le foramen, la racine peut être comprimée par des ostéophytes développés aux dépens de la face inférieure du pédicule et par la pointe de l'articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente. La libération s'effectue à ce niveau à la pince emporte-pièce oblique et fine. La qualité de la libération de la racine ainsi exposée doit enfin être vérifiée. Il est rare que se surajoute un facteur compressif discal, cependant, celui-ci doit être exposé et contrôlé ; si la constatation d'un bourrelet discal est fréquente, celui-ci est rarement compressif. La compression par un ostéophyte corporel est également assez rare.

Apprécier le caractère satisfaisant ou non de la libération effectuée est difficile et nécessite un certain apprentissage. La bonne mobilité de la racine peut indirectement renseigner sur la qualité de la libération effectuée ; on peut également s'aider d'une spatule fine et courbe introduite le long de la racine dans le foramen (Fig. 9).

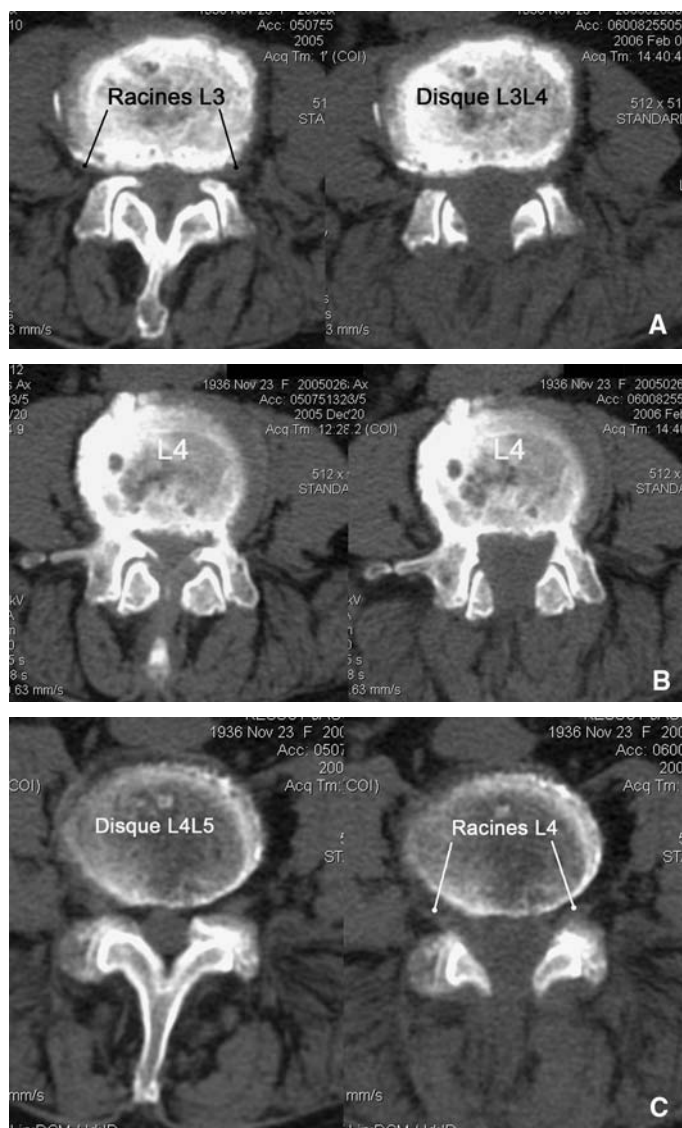


Figure 9. Exemple d'une libération radiculaire (aspect tomodensitométrique).

A. Coupe passant par le disque L3-L4 ; il existe une compression des racines L4 à leur émergence ; à droite aspect postopératoire après arthrectomie partielle.

B. Coupe passant par les pédicules de L4 ; il existe une compression des racines L4 à leur entrée puis dans les récessus ; à droite, aspect postopératoire.

C. Coupe passant par la partie supérieure du disque L4-L5, les racines L4 sont dans leur foramen, peu comprimées.

Fermeture

Avant d'entamer celle-ci et après avoir abondamment lavé le champ opératoire, il faut : vérifier la qualité de la libération de chacune des racines qui devaient être décomprimées, vérifier que la quantité d'isthme restant est suffisante, qu'il ne persiste plus aucun matériau résorbable placé temporairement le long des racines pour assurer l'hémostase, qu'il ne persiste plus de compresse ni de coton à dure-mère (à ce propos il faut rappeler la nécessité de n'utiliser en chirurgie rachidienne que des compresses et des cotons à dure-mère marqués, et pour certains compter ceux-ci).

Il ne nous semble pas actuellement nécessaire d'utiliser un quelconque moyen de prévention de la fibrose péri-durémérienne. Si cette fibrose rend plus difficile la réalisation d'une réintervention chirurgicale, elle ne modifie très probablement en rien la qualité du résultat fonctionnel escompté. Par ailleurs, les matériaux, même récents, utilisés dans le cadre de la prévention de ces lésions se sont avérés souvent inutiles, voire dangereux.

La fermeture s'effectue sur un drain aspiratif plan par plan en veillant à ne pas laisser d'espace de décollement.

Suites opératoires

Dans les suites immédiates de l'intervention, l'opérateur doit s'assurer de l'absence de troubles neurologiques objectifs ; cette surveillance neurologique doit être régulière durant les 48 premières heures. Le lever est autorisé dès le premier jour postopératoire, aucune rééducation n'est nécessaire hormis bien évidemment une éducation gestuelle visant à l'apprentissage des gestes d'épargne du rachis lombaire. La prévention du risque thromboembolique par l'utilisation d'héparines de bas poids moléculaire (HBPM) est pour nous systématique jusqu'à la sortie du patient. En l'absence d'arthrodèse complémentaire, aucune contention n'est prescrite en postopératoire.

Difficultés peropératoires et complications postopératoires immédiates

Saignement

Un saignement peropératoire important peut rendre difficile, dangereuse et incertaine la libération latérale (radiculaire). C'est une fois de plus souligner le soin à apporter à l'installation du patient ainsi que le rôle de l'anesthésiste (hypotension peropératoire contrôlée) dans la prévention de cette difficulté. L'électrocoagulation bipolaire préventive du réseau veineux péri-durémérien est également un bon moyen de contrôler le saignement peropératoire. Il faut toutefois souligner tout comme Crock la nécessité dans la mesure du possible de respecter le réseau veineux périradiculaire. Bien souvent, en cas de saignement peropératoire important, il faut, après avoir tenté de coaguler les veines à l'origine de celui-ci, tasser le long des racines un matériau hémostatique résorbable et/ou des cotons à dure-mère et patienter en se reportant sur une autre racine à libérer.

Brèches dure-mériennes

C'est une complication peropératoire fréquente (5 % à 10 % des interventions selon les différentes séries de la littérature [83-86]). En cas de brèche, il faut mettre en place un coton à dure-mère, poursuivre la libération afin de bien exposer la lésion et suturer celle-ci à l'aide d'un fil monobrin, fin, non résorbable. La suture doit dans la mesure du possible être étanche, ce qui peut, en cas de déchirure plus que de plaie, nécessiter l'utilisation d'un patch (aponévrose, dure-mère synthétique) ou de colle biologique. La fermeture doit alors être la plus étanche possible et il faut veiller à éviter tout espace de décollement. Le drainage doit dans ces cas être non aspiratif et être enlevé précocement. Un repos en décubitus dorsal est en général recommandé pendant les 72 premières heures postopératoires.

La survenue d'une brèche durale ne semble pas en elle-même modifier le résultat fonctionnel escompté. Elle rend cependant la libération plus aléatoire, le sac, à la suite de la fuite de liquide céphalorachidien (LCR), s'aplatit et rend plus difficile l'appréciation du caractère satisfaisant ou non de la libération effectuée. Ces brèches exposent par ailleurs à la survenue de méningocèles qui peuvent, si elles sont volumineuses, directement sous-cutanées, nécessiter une réintervention. Les principaux problèmes posés par les brèches dure-mériennes peropératoires sont en fait : le risque de méningite en cas d'infection du site opératoire et l'apparition d'une fistule durale externe avec bien évidemment là encore la possibilité d'une méningite.

Complications postopératoires immédiates

L'objectif du traitement chirurgical d'une sténose canalaire lombaire est le plus souvent l'amélioration de la qualité de vie des patients auxquels il s'adresse. Parallèlement il expose à la survenue de complications dont certaines peuvent avoir un retentissement fonctionnel sévère [15, 19, 85, 87, 88]. L'appréciation préopératoire et l'information du patient de cette éventualité sont donc nécessaires. Globalement, quatre types de complications peuvent être décrits : les complications infectieuses, neurologiques, générales et mécaniques. Les complications mécaniques (pseudarthrose d'une arthrodèse, rupture d'isthme...

etc.) sont en général tardives et ne sont pas évoquées ici. Les plus graves sont les complications neurologiques (survenue d'un déficit moteur et/ou sensitif) ; elles sont rares, 0,1 % à 0,2 % des cas dans notre expérience [85], rarement définitives et en général secondaires, soit à un problème technique peropératoire, soit à un hématome extradural postopératoire, soit enfin à une compression résiduelle. Les plus fréquentes sont les complications générales (13 % des patients dans notre expérience [85]), de nature et de gravité très variables (désorientation temporo-spatiale, infection urinaire, complications thromboemboliques...etc.). Les infections du site opératoire sont également fréquentes (2 % à 5 % des patients selon les séries [85, 89]) ; elles nécessitent le plus souvent une réintervention chirurgicale ; elles sont enfin très nettement favorisées par la présence de nombreux facteurs de comorbidité dont la présence d'un diabète et d'une surcharge pondérale.

Techniques particulières

Arthrodèses complémentaires

La technique de libération reste identique à celle qui vient d'être décrite. Bien évidemment, la résection osseuse peut être plus large, mais il ne faut pas oublier que la greffe pour consolider nécessite un lit osseux suffisant dont fait partie le bord externe des massifs articulaires. Pour notre part, lorsqu'une arthrodèse est programmée ou rendue nécessaire par l'importance de la résection osseuse peropératoire, nous effectuons dans un premier temps la libération puis l'arthrodèse, et enfin si cela est nécessaire le matériel d'ostéosynthèse est mis en place. Cela permet, sans être gêné par les vis pédiculaires, de bien aviver les transverses et le bord externe des massifs articulaires, de bien mettre en place la greffe et de contrôler par voie endocanalaire le bon positionnement des implants pédiculaires. En cas d'arthrodèse complémentaire, nous prescrivons dans les suites de l'intervention une contention souple pour une période de 3 mois. Par ailleurs, si l'arthrodèse est basse, L4-L5 ou L5-S1, nous limitons les positions assises basses les 45 premiers jours postopératoires.

Laminectomies partielles

La laminectomie partielle (*laminotomy* des auteurs anglo-saxons) popularisée en France par l'école Bordelaise [90] sous le terme recalibrage, est en fait utilisée depuis très longtemps [91]. Dans cette technique, la laminectomie ne concerne que les parties inférieures et surtout supérieures (les plus compressives) des lames. De façon oblique, par voie endocanalaire, les racines sont ensuite, selon la technique déjà indiquée, libérées. La conservation partielle de la lame n'est pas pour nous un facteur décisif de prévention des déstabilisations postopératoires. Selon Postacchini [92] cela diminuerait le taux d'incidence des lombalgies postopératoires mais augmenterait le risque de complications neurologiques et de décompression insuffisante. Cependant, plus récemment, d'autres auteurs [90, 93-97] ont publié des résultats satisfaisants avec cette technique ou du moins des résultats équivalents à ceux obtenus avec une intervention classique.

Autres techniques

Lin, en 1982 [98], avait proposé de conserver le ligament interépineux, de ne pas réaliser de laminectomie complète mais une laminotomie telle qu'elle vient d'être décrite et d'effectuer une décompression radiculaire par voie endocanalaire. L'abord proposé par Lin était bilatéral. Actuellement, plusieurs auteurs [95, 97, 99-101] ont proposé d'effectuer par un abord unilatéral une décompression bilatérale selon les principes de Lin [98]. Certains effectuent également ce type de décompression par voie endoscopique [102, 103]. La chirurgie endoscopique peut enfin être effectuée par une voie foraminale en fonction du siège de la compression [102]. Les résultats obtenus par ces techniques sont semble-t-il satisfaisants et comparables à ceux constatés après traitement chirurgical plus classique. Le risque, surtout si l'abord est unilatéral, est d'effectuer une résection trop importante du massif articulaire situé du côté de l'abord. La

réalisation de miniabords modifie probablement les suites immédiates de la chirurgie en les simplifiant mais ne semble pas influencer sur les résultats constatés à long terme.

Enfin, une autre des techniques utilisées dans le traitement chirurgical des sténoses canalaire lombaire est la laminoplastie. Largement utilisée au rachis cervical, elle l'est moins au rachis lombaire. Son principe est de conserver les structures postérieures (lame, ligament interépineux), celle-ci étant temporairement soulevée afin d'effectuer la décompression radiculaire [104-107].

■ Réinterventions

La persistance ou la réapparition d'une symptomatologie douloureuse lombaire et/ou radiculaire après traitement chirurgical d'une sténose canalaire lombaire pose de difficiles problèmes tant diagnostiques (quelle est l'origine de la symptomatologie douloureuse résiduelle ?) que thérapeutiques (quelle stratégie thérapeutique employer ?). Deux éléments sont à souligner en guise d'introduction : de façon générale, les résultats obtenus après réintervention chirurgicale sont moins bons que ceux constatés après les interventions de première intention ; la pire des situations est probablement celle où une réintervention est proposée en l'absence de compression résiduelle et/ou de déstabilisation postopératoire [51-53, 108]. L'enquête étiologique en cas de persistance ou de réapparition d'une symptomatologie douloureuse, après traitement chirurgical d'une sténose lombaire, est donc essentielle.

Enquête étiologique

Il convient dans un premier temps de préciser les circonstances ayant amené à la première intervention : type de douleurs présent en préopératoire, symptômes prédominants, topographie d'éventuelles radiculalgies, état neurologique, contexte psychosocial. Le bilan d'imagerie préopératoire est ensuite confronté à ces données afin de s'assurer de la bonne cohérence anatomoclinique du tableau initial et de la pertinence de l'indication à la première intervention. Dans un second temps, ces données doivent être confrontées au compte-rendu opératoire ainsi qu'à une radiographie standard afin de déterminer si le traitement chirurgical effectué était bien adapté aux constatations du bilan d'imagerie initial. Dans un troisième temps, un nouveau bilan d'imagerie associant au minimum radiographies standard simples du rachis lombaire, radiographies de profil en flexion/extension, scanner et/ou imagerie par résonance magnétique (IRM) avec injection de produit de contraste, est effectué dans le but de mettre en évidence une cause aux douleurs résiduelles.

Différents motifs de réintervention

Sans entrer dans le détail, citons : les libérations nerveuses insuffisantes (Fig. 10), les remaniements de l'arc postérieur (repousse osseuse à partir des berges de la zone de laminarthrectomie), les déstabilisations postopératoires, les fractures d'isthmes restants, les compressions nerveuses et les déstabilisations en dehors de la zone de décompression [29, 43, 51, 52, 67-69, 109-113].

Stratégie thérapeutique

La stratégie thérapeutique dépend avant tout des résultats du bilan d'imagerie ; par ailleurs, en l'absence de signe de gravité rappelons qu'il est le plus souvent recommandé de proposer dans un premier temps un traitement médical [51].

Première éventualité

Le problème est celui de la persistance, de la réapparition ou de l'apparition d'une compression nerveuse sans déstabilisation secondaire à la première intervention. Le temps essentiel va être ici la libération nerveuse. Les sites à décompresser sont indiqués par le bilan d'imagerie. La technique de décompression est classique, sans particularité dès lors que celle-ci concerne un niveau vierge. En cas de libération itérative, soulignons par

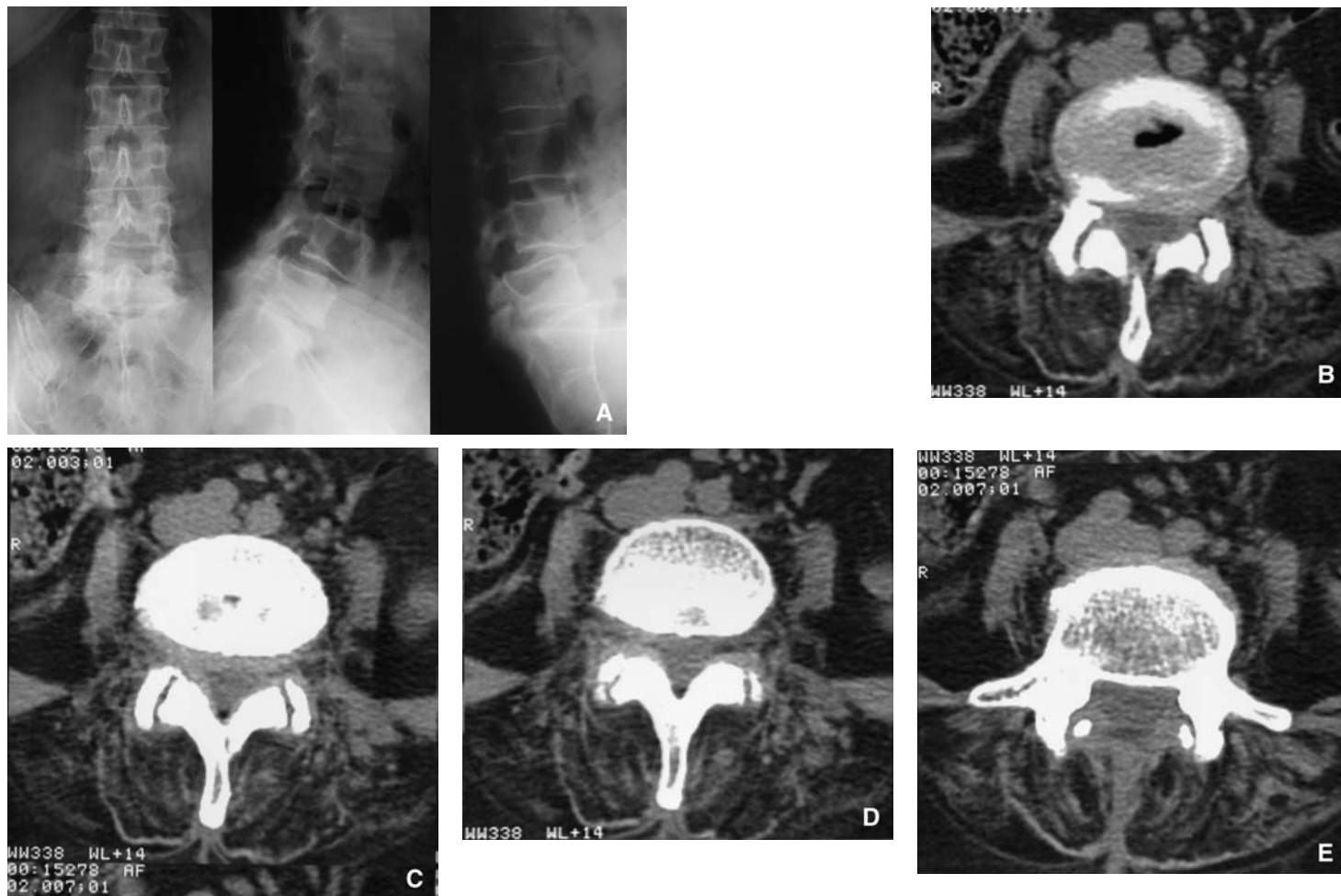


Figure 10. Douleurs résiduelles après traitement chirurgical d'une sténose canalaire lombaire.

A. Radiographies standard du rachis lombaire de face et de profil ainsi qu'en flexion de profil, à 6 mois de l'intervention, montrant une hypermobilité L4-L5.
B à E. Scanner postopératoire montrant la persistance d'une compression nette à la partie supérieure de la zone de résection osseuse.

rapport à la situation précédente sa relative difficulté compte tenu de la présence d'un tissu fibreux cicatriciel péri-durémérien et périradiculaire. Il est nécessaire ici dans un premier temps de libérer de proche en proche le sac dural puis les racines des parois osseuses et discoligamentaires du canal rachidien, puis dans un second temps de résecter des facteurs compressifs osseux, ligamentaires et/ou discaux, résiduels ou nouvellement apparus. Associée à cette libération nerveuse se discute également la réalisation d'une arthrodèse. En l'absence de déstabilisation secondaire à la première intervention ou d'hypermobilité sur les radiographies dynamiques effectuées avant la seconde, c'est l'importance de la résection osseuse peropératoire qui va permettre de poser ou non l'indication à cette arthrodèse complémentaire. La réalisation systématique d'une arthrodèse complémentaire en cas de réintervention chirurgicale, dans l'indication qui vient d'être ici précisée, ne semble pas améliorer de façon significative le résultat fonctionnel final et nous ne la recommandons pas.

Deuxième éventualité

Le problème est celui d'une déstabilisation postopératoire au niveau de la zone de libération ou en dehors de celle-ci. Il s'y associe le plus souvent une compression nerveuse si bien qu'il va être nécessaire de réaliser en cas de réintervention une libération nerveuse itérative et une stabilisation. La stabilisation est assurée par une arthrodèse le plus souvent postérolatérale. L'indication à une ostéosynthèse complémentaire est quasi systématique compte tenu du motif de réintervention.

Troisième éventualité

Le problème est la persistance d'une symptomatologie douloureuse sans facteur compressif résiduel ni déstabilisation

postopératoire. Si la radiculalgie est le symptôme prédominant, les réinterventions endocanaliaires se soldent le plus souvent par un échec, voire par une aggravation de l'état fonctionnel et ne sont donc pas à recommander. Certains ont proposé dans ce type de situation de n'effectuer qu'une arthrodèse, antérieure, postérieure ou circonférentielle sans libération nerveuse itérative. L'obtention d'un résultat favorable nous semble ici trop aléatoire pour recommander cette attitude. Si la lombalgie est le symptôme dominant, le problème est ramené à celui des indications du traitement chirurgical dans la lombalgie chronique. Compte tenu de l'âge des patients traités, du caractère le plus souvent dégénératif des sténoses opérées, il est rare d'avoir à proposer un traitement chirurgical dans cette situation.

■ Références

- [1] Amundsen T, Weber H, Lilleas F, Nordal HJ, Abdelnoor M, Magnaes B. Lumbar spinal stenosis. Clinical and radiologic features. *Spine* 1995; **20**:1178-86.
- [2] Katz JN, Dalgas M, Stucki G, Katz NP, Bayley J, Fossel AH, et al. Degenerative lumbar spinal stenosis. Diagnostic value of the history and physical examination. *Arthritis Rheum* 1995; **38**:1236-41.
- [3] Katz JN, Dalgas M, Stucki G, Lipson SJ. Diagnosis of lumbar spinal stenosis. *Rheum Dis Clin North Am* 1994; **20**:471-83.
- [4] Morvan G. Imagerie de la sténose lombaire. In: Deburge A, Guigui P, editors. *Sténoses du canal lombaire*. Paris: Elsevier; 2003. p. 43-61.
- [5] Vital JM, Gille O, Pointillart V. Anatomie du canal lombaire normal, étroit congénital et étroit dégénératif. In: Deburge A, Guigui P, editors. *Sténoses du canal lombaire*. Paris: Elsevier; 2003. p. 1-8.
- [6] Lassale B, Morvan G, Götting M. Anatomy and radiological anatomy of the lumbar radicular canals. *Anat Clin* 1984; **6**:195-201.

- [7] Vital JM. In: *Foramen intervertébral : anatomie, exploration et pathologie. Conférence d'enseignement de la SOFCOT*. Paris: Elsevier; 2000. p. 139-63.
- [8] Verbiest H. A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. *J Bone Joint Surg Br* 1954;**36**:230-7.
- [9] Verbiest H. A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. 1954. *Clin Orthop Relat Res* 2001;**384**:3-9.
- [10] Laredo JD. Lombosciatiques et lombocruralgies arthrosiques. Sténoses du canal latéral. In: Morvan G, Laredo JD, Wybier M, editors. *Imagerie ostéo-articulaire*. Paris: Flammarion; 1998. p. 47-89.
- [11] Guigui P. Évaluation du résultat des traitements chirurgicaux à court et à long termes. In: Deburge A, Guigui P, editors. *Sténoses du canal lombaire*. Paris: Elsevier; 2003. p. 122-32.
- [12] Guigui P, Rillardon L, Veil-Picard A, Blamoutier A, Heissler P, Benoist M, et al. Validation d'un autoquestionnaire d'évaluation fonctionnelle du traitement chirurgical des sténoses lombaires. *Rev Chir Orthop* 2002;**88**:601-12.
- [13] Lassale B, Deburge A, Benoist M. Résultats à long terme du traitement chirurgical des sténoses lombaires. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1985;**52**:27-33.
- [14] Mardjetko SM, Connolly PJ, Shott S. Degenerative lumbar spondylolisthesis. A meta-analysis of literature 1970-1993. *Spine* 1994;**19**(suppl20):2256S-2265S.
- [15] Niggemeyer O, Strauss JM, Schulitz KP. Comparison of surgical procedures for degenerative lumbar spinal stenosis: a meta-analysis of the literature from 1975 to 1995. *Eur Spine J* 1997;**6**:423-9.
- [16] Schillberg B, Nystrom B. Quality of life before and after microsurgical decompression in lumbar spinal stenosis. *J Spinal Disord* 2000;**13**:237-41.
- [17] Stucki G, Daltroy L, Liang MH, Lipson SJ, Fossel AH, Katz JN. Measurement properties of a self-administered outcome measure in lumbar spinal stenosis. *Spine* 1996;**21**:796-803.
- [18] Tenhula J, Lenke LG, Bridwell KH, Gupta P, Riew D. Prospective functional evaluation of the surgical treatment of neurogenic claudication in patients with lumbar spinal stenosis. *J Spinal Disord* 2000;**13**:276-82.
- [19] Turner JA, Ersek M, Herron L, Deyo R. Surgery for lumbar spinal stenosis. Attempted meta-analysis of the literature. *Spine* 1992;**17**:1-8.
- [20] Benoist M. Histoire naturelle de la sténose lombaire dégénérative. In: Deburge A, Guigui P, editors. *Sténoses du canal lombaire*. Paris: Elsevier; 2003. p. 28-35.
- [21] Guigui P, Benoist M, Delecourt C, Delhoume J, Deburge A. Motor deficit in lumbar spinal stenosis: a retrospective study of a series of 50 patients. *J Spinal Disord* 1998;**11**:283-8.
- [22] Katz JN, Lipson SJ, Brick GW, Grobler LJ, Weinstein JN, Fossel AH, et al. Clinical correlates of patient satisfaction after laminectomy for degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine* 1995;**20**:1155-60.
- [23] Katz JN, Stucki G, Lipson SJ, Fossel AH, Grobler LJ, Weinstein JN. Predictors of surgical outcome in degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine* 1999;**24**:2229-33.
- [24] Airaksinen O, Herno A, Turunen V, Saari T, Suomalainen O. Surgical outcome of 438 patients treated surgically for lumbar spinal stenosis. *Spine* 1997;**22**:2278-82.
- [25] Atlas SJ, Keller RB, Wu YA, Deyo RA, Singer DE. Long-term outcomes of surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis: 8 to 10 year results from the maine lumbar spine study. *Spine* 2005;**30**:936-43.
- [26] Cornefjord M, Byrod G, Brisby H, Rydevik B. A long-term (4- to 12-year) follow-up study of surgical treatment of lumbar spinal stenosis. *Eur Spine J* 2000;**9**:563-70.
- [27] Herno A, Airaksinen O, Saari T. Long-term results of surgical treatment of lumbar spinal stenosis. *Spine* 1993;**18**:1471-4.
- [28] Hurri H, Slati P, Soini J, Tallroth K, Alaranta H, Laine T, et al. Lumbar spinal stenosis: assessment of long-term outcome 12 years after operative and conservative treatment. *J Spinal Disord* 1998;**11**:110-5.
- [29] Javid MJ, Hadar EJ. Long-term follow-up review of patients who underwent laminectomy for lumbar stenosis: a prospective study. *J Neurosurg* 1998;**89**:1-7.
- [30] Jolles BM, Porchet F, Theumann N. Surgical treatment of lumbar spinal stenosis. Five-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br* 2001;**83**:949-53.
- [31] Katz JN, Lipson SJ, Chang LC, Levine SA, Fossel AH, Liang MH. Seven- to 10-year outcome of decompressive surgery for degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine* 1996;**21**:92-8.
- [32] Katz JN, Lipson SJ, Larson MG, McInnes JM, Fossel AH, Liang MH. The outcome of decompressive laminectomy for degenerative lumbar stenosis. *J Bone Joint Surg Am* 1991;**73**:809-16.
- [33] Mofidi A, O'Connor D, El-Abed K, McCabe JP. Functional outcome study of patients after surgical decompression for lumbar spinal stenosis: effects of concomitant pathology. *J Spinal Disord Tech* 2002;**15**:377-83.
- [34] Rillardon L, Guigui P, Veil-Picard A, Slulittel H, Deburge A. Résultats à long terme du traitement chirurgical des sténoses lombaires. *Rev Chir Orthop* 2003;**89**:621-31.
- [35] Amundsen T, Weber H, Nordal HJ, Magnaes B, Abdelnoor M, Lilleas F. Lumbar spinal stenosis: conservative or surgical management? A prospective 10-year study. *Spine* 2000;**25**:1424-36.
- [36] Atlas SJ, Keller RB, Robson D, Deyo RA, Singer DE. Surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis: four-year outcomes from the maine lumbar spine study. *Spine* 2000;**25**:556-62.
- [37] Blau JN, Logue V. The natural history of intermittent claudication of the cauda equina. A long-term follow-up study. *Brain* 1978;**101**:211-22.
- [38] Chang Y, Singer DE, Wu YA, Keller RB, Atlas SJ. The effect of surgical and nonsurgical treatment on longitudinal outcomes of lumbar spinal stenosis over 10 years. *J Am Geriatr Soc* 2005;**53**:785-92.
- [39] Johnsson KE, Rosen I, Uden A. The natural course of lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop Relat Res* 1992;**279**:82-6.
- [40] Simotas AC, Dorey FJ, Hansraj KK, Cammisia Jr. F. Nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis. Clinical and outcome results and a 3-year survivorship analysis. *Spine* 2000;**25**:197-203.
- [41] Herno A, Airaksinen O, Saari T. The long-term prognosis after operation for lumbar spinal stenosis. *Scand J Rehabil Med* 1993;**25**:167-71.
- [42] Iguchi T, Kurihara A, Nakayama J, Sato K, Kurosaka M, Yamasaki K. Minimum 10-year outcome of decompressive laminectomy for degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine* 2000;**25**:1754-9.
- [43] Jansson KA, Nemeth G, Granath F, Blomqvist P. Spinal stenosis re-operation rate in Sweden is 11% at 10 years--a national analysis of 9,664 operations. *Eur Spine J* 2005;**14**:659-63.
- [44] Rillardon L, Guigui P. Les instabilités : indications et techniques de stabilisation. In: Deburge A, Guigui P, editors. *Sténoses du canal lombaire*. Paris: Elsevier; 2003.
- [45] Allain J, Van Driessche S, Goutallier D. L'arthrodèse antérieure isolée : résultats et indications. In: Deburge A, Guigui P, editors. *Sténoses du canal lombaire*. Paris: Elsevier; 2003.
- [46] Goutallier D, Djian P, Borgese MA, Allain J. Spondylolisthésis lombaires dégénératifs traités par arthrodèse intersomatique isolée : résultats de 30 cas à 4 ans de recul moyen. *Rev Chir Orthop* 2001;**87**:569-78.
- [47] Satomi K, Hirabayashi K, Toyama Y, Fujimura Y. A clinical study of degenerative spondylolisthesis. Radiographic analysis and choice of treatment. *Spine* 1992;**17**:1329-36.
- [48] Takahashi K, Kitahara H, Yamagata M, Murakami M, Takata K, Miyamoto K, et al. Long-term results of anterior interbody fusion for treatment of degenerative spondylolisthesis. *Spine* 1990;**15**:1211-5.
- [49] Deburge A. La décompression. In: Deburge A, Guigui P, editors. *Sténoses du canal lombaire*. Paris: Elsevier; 2003. p. 62-8.
- [50] Finnegan WJ, Fenlin JM, Marvel JP, Nardini RJ, Rothman RH. Results of surgical intervention in the symptomatic multiply-operated back patient. Analysis of sixty-seven cases followed for three to seven years. *J Bone Joint Surg Am* 1979;**61**:1077-82.
- [51] Guigui P, Schmider L. Les réinterventions : indications, techniques et résultats. In: Deburge A, Guigui P, editors. *Sténoses du canal lombaire*. Paris: Elsevier; 2003. p. 133-49.
- [52] Guigui P, Ulivieri JM, Lassale B, Deburge A. Les réinterventions après traitement chirurgical d'une sténose lombaire. *Rev Chir Orthop* 1995;**81**:663-71.
- [53] Lehmann TR, La RH. Repeat lumbar surgery. A review of patients with failure from previous lumbar surgery treated by spinal canal exploration and lumbar spinal fusion. *Spine* 1981;**6**:615-9.
- [54] Wiltse LL, Kirkaldy WW, McIvor GW. The treatment of spinal stenosis. *Clin Orthop Relat Res* 1976;**115**:83-91.
- [55] Bridwell KH, Sedgewick TA, O'Brien MF, Lenke LG, Baldus C. The role of fusion and instrumentation in the treatment of degenerative spondylolisthesis with spinal stenosis. *J Spinal Disord* 1993;**6**:461-72.
- [56] Herkowitz HN, Kurz LT. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis. A prospective study comparing decompression with decompression and intertransverse process arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1991;**73**:802-8.
- [57] Kornblum MB, Fischgrund JS, Herkowitz HN, Abraham DA, Berkower DL, Ditkoff JS. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective long-term study comparing fusion and pseudarthrosis. *Spine* 2004;**29**:726-33.
- [58] Sengupta DK, Herkowitz HN. Degenerative spondylolisthesis: review of current trends and controversies. *Spine* 2005;**30**:S71-S81.

- [59] Yone K, Sakou T, Kawauchi Y, Yamaguchi M, Yanase M. Indication of fusion for lumbar spinal stenosis in elderly patients and its significance. *Spine* 1996;**21**:242-8.
- [60] Zdeblick TA. A prospective, randomized study of lumbar fusion. Preliminary results. *Spine* 1993;**18**:983-91.
- [61] Epstein NE. Decompression in the surgical management of degenerative spondylolisthesis: advantages of a conservative approach in 290 patients. *J Spinal Disord* 1998;**11**:116-22.
- [62] Hernø A, Airaksinen O, Saari T, Pitkanen M, Manninen H, Suomalainen O. Computed tomography findings 4 years after surgical management of lumbar spinal stenosis. No correlation with clinical outcome. *Spine* 1999;**24**:2234-9.
- [63] Iida Y, Kataoka O, Shō T, Sumi M, Hirose T, Bessho Y, et al. Postoperative lumbar spinal instability occurring or progressing secondary to laminectomy. *Spine* 1990;**15**:1186-9.
- [64] Lassale B, Milaire M, Zakine S. Déstabilisation postopératoire du rachis lombaire dégénératif. Incidence, intérêt et risques de sa prévention. In: Simon L, editor. *Pathologie iatrogène du rachis*. Paris: Masson; 1993. p. 210-5.
- [65] Johnsson KE, Redlund-Johnell I, Uden A, Willner S. Preoperative and postoperative instability in lumbar spinal stenosis. *Spine* 1989;**14**:591-3.
- [66] Johnsson KE, Willner S, Johnsson K. Postoperative instability after decompression for lumbar spinal stenosis. *Spine* 1986;**11**:107-10.
- [67] Guigui P, Dessarts I, Morvan G, Benoist M, Lassale B, Deburge A. Les fractures d'isthme après laminarthrectomie. Étude rétrospective d'une série de 31 patients. *Rev Chir Orthop* 1998;**84**:247-57.
- [68] Rosen C, Rothman S, Zigler J, Capen D. Lumbar facet fracture as a possible source of pain after lumbar laminectomy. *Spine* 1991;**16**(suppl6):S234-S238.
- [69] Rothman C, Glenn W, Kerber C. Postoperative fractures of lumbar articular facets: occult cause of radiculopathy. *AJR Am J Roentgenol* 1985;**145**:779-84.
- [70] Guigui P, Chopin D. Bilan de l'utilisation de la ligamentoplastie de Graf dans le traitement chirurgical des sténoses lombaires. A propos d'une série de 26 patients. *Rev Chir Orthop* 1994;**80**:681-8.
- [71] Hashimoto T, Oha F, Shigenobu K, Kanayama M, Harada M, Ohkoshi Y, et al. Mid-term clinical results of Graf stabilization for lumbar degenerative pathologies. A minimum 2-year follow-up. *Spine* 2001;**1**:283-9.
- [72] Kanayama M, Hashimoto T, Shigenobu K, Harada M, Oha F, Ohkoshi Y, et al. Adjacent-segment morbidity after Graf ligamentoplasty compared with posterolateral lumbar fusion. *J Neurosurg* 2001;**95**:5-10.
- [73] Konno S, Kikuchi S. Prospective study of surgical treatment of degenerative spondylolisthesis: comparison between decompression alone and decompression with Graf system stabilization. *Spine* 2000;**25**:1533-7.
- [74] Korovessis P, Papazisis Z, Koureas G, Lambiris E. Rigid, semirigid versus dynamic instrumentation for degenerative lumbar spinal stenosis: a correlative radiological and clinical analysis of short-term results. *Spine* 2004;**29**:735-42.
- [75] Stoll TM, Dubois G, Schwarzenbach O. The dynamic neutralization system for the spine: a multi-center study of a novel non-fusion system. *Eur Spine J* 2002;**11**(suppl2):S170-S178.
- [76] Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, Brower R, Montgomery DM, Kurz LT. Volvo Award winner in clinical studies. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective, randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. *Spine* 1997;**22**:2807-12.
- [77] France JC, Yaszemski MJ, Laueran WC, Cain JE, Glover JM, Lawson KJ, et al. A randomized prospective study of posterolateral lumbar fusion. Outcomes with and without pedicle screw instrumentation. *Spine* 1999;**24**:553-60.
- [78] Grob D, Humke T, Dvorak J. Degenerative lumbar spinal stenosis. Decompression with and without arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1995;**77**:1036-41.
- [79] Guigui P, Bizot P, Wodecki P, Metral B, Barre E, Deburge A. Rôle de l'ostéosynthèse dans la consolidation d'une arthrodèse postéro-latérale. Étude comparative chez des patients opérés de sténose lombaire. *Rev Chir Orthop* 2000;**86**:452-63.
- [80] Thomsen K, Christensen FB, Eiskjaer SP, Hansen ES, Fruensgaard S, Bunger CE. Volvo Award winner in clinical studies. The effect of pedicle screw instrumentation on functional outcome and fusion rates in posterolateral lumbar spinal fusion: a prospective, randomized clinical study. *Spine* 1997;**22**:2813-22.
- [81] Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**:260-7.
- [82] Getty CJ, Johnson JR, Kirwan EO, Sullivan MF. Partial undercutting facetectomy for bony entrapment of the lumbar nerve root. *J Bone Joint Surg Br* 1981;**63**:330-5.
- [83] Black P. Cerebrospinal fluid leaks following spinal surgery: use of fat grafts for prevention and repair. Technical note. *J Neurosurg* 2002;**96**:250-2.
- [84] Bosacco SJ, Gardner MJ, Guille JT. Evaluation and treatment of dural tears in lumbar spine surgery: a review. *Clin Orthop Relat Res* 2001;**389**:238-47.
- [85] Guigui P, Cardinne L, Rillardon L, Morais T, Vuillemin A, Deburge A. Complications per- et postopératoires du traitement chirurgical des sténoses lombaires. Analyse prospective d'une série de 306 patients. *Rev Chir Orthop* 2002;**88**:669-77.
- [86] Tafazal SI, Sell PJ. Incidental durotomy in lumbar spine surgery: incidence and management. *Eur Spine J* 2005;**14**:287-90.
- [87] Deyo RA, Cherkin DC, Loeser JD, Bigos SJ, Ciol MA. Morbidity and mortality in association with operations on the lumbar spine. The influence of age, diagnosis, and procedure. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**:536-43.
- [88] McLain RF, Kalfas I, Bell GR, Tetzlaff JE, Yoon HJ, Rana M. Comparison of spinal and general anesthesia in lumbar laminectomy surgery: a case-controlled analysis of 400 patients. *J Neurosurg Spine* 2005;**2**:17-22.
- [89] Apisarnthanarak A, Jones M, Waterman BM, Carroll CM, Bernardi R, Fraser VJ. Risk factors for spinal surgical-site infections in a community hospital: a case-control study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2003;**24**:31-6.
- [90] Senegas J, Etchevers JP, Vital JM, Baulny D, Grenier F. Le recalibrage du canal lombaire, alternative à la laminectomie dans le traitement des sténoses du canal lombaire. *Rev Chir Orthop* 1988;**74**:15-22.
- [91] Grabias S. Current concepts review. The treatment of spinal stenosis. *J Bone Joint Surg Am* 1980;**62**:308-13.
- [92] Postacchini F, Cinotti G, Perugia D, Gumina S. The surgical treatment of central lumbar stenosis. Multiple laminotomy compared with total laminectomy. *J Bone Joint Surg Br* 1993;**75**:386-92.
- [93] Aryanpur J, Ducker T. Multilevel lumbar laminotomies: an alternative to laminectomy in the treatment of lumbar stenosis. *Neurosurgery* 1990;**26**:429-32.
- [94] Gunzburg R, Keller TS, Szpalski M, Vandeputte K, Spratt KF. A prospective study on CT scan outcomes after conservative decompression surgery for lumbar spinal stenosis. *J Spinal Disord Tech* 2003;**16**:261-7.
- [95] Gunzburg R, Szpalski M. The conservative surgical treatment of lumbar spinal stenosis in the elderly. *Eur Spine J* 2003;**12**(suppl2):S176-S180.
- [96] Khoo LT, Fessler RG. Microendoscopic decompressive laminotomy for the treatment of lumbar stenosis. *Neurosurgery* 2002;**51**(suppl5):S146-S154.
- [97] Kramer R, Wild A, Haak H, Borowski S, Krauspe R. The effect of limited interlaminar decompression versus complete laminectomy on intrathecal volume in degenerative lumbar spinal stenosis. *Biomed Tech (Berl)* 2002;**47**:159-63.
- [98] Lin PM. Internal decompression for multiple levels of lumbar spinal stenosis: a technical note. *Neurosurgery* 1982;**11**:546-9.
- [99] Gibson JN, Waddell G. Surgery for degenerative lumbar spondylosis: updated Cochrane Review. *Spine* 2005;**30**:2312-20.
- [100] Mariconda M, Fava R, Gatto A, Longo C, Milano C. Unilateral laminectomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis: a prospective comparative study with conservatively treated patients. *J Spinal Disord Tech* 2002;**15**:39-46.
- [101] Weiner BK, Walker M, Brower RS, McCulloch JA. Microdecompression for lumbar spinal canal stenosis. *Spine* 1999;**24**:2268-72.
- [102] Destandau J. Élargissement vidéo-assisté du canal rachidien : indications et principe de la technique. In: Deburge A, Guigui P, editors. *Sténoses du canal lombaire*. Paris: Elsevier; 2003. p. 105-9.
- [103] Gill TJ, Mason MD. Assessment of neuroforaminal decompression in degenerative spinal stenosis. *Clin Orthop Relat Res* 1998;**348**:135-9.
- [104] Adachi K, Futami T, Ebihara A, Yamaya T, Kasai N, Nakazawa T, et al. Spinal canal enlargement procedure by restorative laminoplasty for the treatment of lumbar canal stenosis. *Spine J* 2003;**3**:471-8.
- [105] Kawaguchi Y, Kanamori M, Ishihara H, Kikkawa T, Matsui H, Tsuji H, et al. Clinical and radiographic results of expansive lumbar laminoplasty in patients with spinal stenosis. *J Bone Joint Surg Am* 2004;**86**:1698-703.

- [106] Kawaguchi Y, Kanamori M, Ishihara H, Kikkawa T, Matsui H, Tsuji H, et al. Clinical and radiographic results of expansive lumbar laminoplasty in patients with spinal stenosis. *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**(suppl1):292-9.
- [107] Yucesoy K, Ozer E. Inverse laminoplasty for the treatment of lumbar spinal stenosis. *Spine* 2002;**27**:E316-E320.
- [108] Biondi J, Greenberg BJ. Redecompression and fusion in failed back syndrome patients. *J Spinal Disord* 1990;**3**:362-9.
- [109] Chen Q, Baba H, Kamitani K. Postoperative bone re-growth in lumbar spinal stenosis. A multivariate analysis of 48 patients. *Spine* 1994;**19**: 2144-9.
- [110] Guigui P, Barre E, Benoist M, Deburge A. Radiologic and computed tomography image evaluation of bone regrowth after wide surgical decompression for lumbar stenosis. *Spine* 1999;**24**:281-8.
- [111] Guigui P, Barre E, Worcel A, Lassale B, Deburge A. Les remaniements à long-terme de l'arc postérieur restant après laminectomie pour sténose lombaire. *Rev Chir Orthop* 1997;**83**:697-706.
- [112] Guigui P, Wodecki P, Bizot P, Lambert P, Chaumeil G, Deburge A. Influence à long terme de l'arthrodèse associée sur les niveaux adjacents dans le traitement des sténoses lombaires. *Rev Chir Orthop* 2000; **86**:546-57.
- [113] Postacchini F, Cinotti G. Bone regrowth after surgical decompression for lumbar spinal stenosis. *J Bone Joint Surg Br* 1992;**74**:862-9.

Pour en savoir plus.

Deburge A, Guigui P. *Les sténoses du canal lombaire*. Paris: Elsevier; 2003.
 Yuan PS, Booth RE, Albert TJ. Nonsurgical and surgical management of lumbar spinal stenosis. *Instr Course Lect* 2005;**54**:303-12.
 Sengupta DK, Herkowitz HN. Degenerative spondylolisthesis: review of current trends and controversies. *Spine* 2005;**30**:S71-S81.
 Herkowitz H. *The lumbar spine*. New York: Lippincott; 2004.
 Morvan G, Laredo JD, Wybier M. *Imagerie ostéo-articulaire*. Flammarion Médecine-Sciences; 1998.

P. Guigui, Professeur des Universités, praticien hospitalier (pierre.guigui@bjn.ap-hop-paris.fr).

L. Rillardon, Chirurgien des hôpitaux.

T. Lenoir, Interne des hôpitaux de Paris.

Service de chirurgie orthopédique, hôpital Beaujon, 100, boulevard du Général-Leclerc, 92110 Clichy, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Guigui P., Rillardon L., Lenoir T. Traitement chirurgical des sténoses du canal lombaire. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-181, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Traitement chirurgical du spondylolisthésis de l'adulte

S. Freppel, S. Colnat-Coulbois, T. Civit

Le spondylolisthésis est défini par le glissement antérieur ou postérieur d'une vertèbre par rapport aux vertèbres sous-jacentes. Il est parfois compensé naturellement par une modification posturale et un nouvel équilibre est alors créé. Mais ce glissement peut aussi être responsable d'une altération des fonctions statiques, dynamiques et de protection nerveuse du segment rachidien. Le but du traitement chirurgical est de rétablir ces trois fonctions. De multiples techniques chirurgicales ont été décrites, voies d'abord antérieures, postérieures, combinées, arthrodèses associées ou non à une ostéosynthèse... Au-delà des préférences de chaque chirurgien, ces techniques présentent des indications, des difficultés, mais aussi des complications qui leur sont propres. La force de l'habitude doit donc s'effacer devant la réalité de la pathologie et tout chirurgien du rachis se doit de connaître ces différents abords afin de traiter au mieux la symptomatologie.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Spondylolisthésis ; Arthrodèse ; Ostéosynthèse ; PLIF ; ALIF ; Voies combinées ; Mini-invasif ; Réduction ; Lyse isthmique

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Abords postérieurs | 2 |
| Arthrodèse intersomatique ou circonférentielle associée à une ostéosynthèse | 2 |
| ■ Arthrodèse postérolatérale associée ou non à une ostéosynthèse | 5 |
| ■ Voies postérolatérales mini-invasives | 5 |
| ■ Abords antérieurs | 6 |
| ■ Autres techniques | 6 |
| Voie d'abord combinée | 6 |
| Reconstruction isthmique | 7 |
| Résection simple de l'arc postérieur (selon Gill) | 7 |
| Vissage transdiscal | 7 |
| Vertébroectomie | 7 |
| ■ Conclusion | 7 |

■ Introduction

Le spondylolisthésis est caractérisé par le glissement (*olisthesis*) d'une vertèbre (*spondulus*) et du rachis sus-jacent par rapport aux vertèbres sous-jacentes. Ce terme désigne à la fois les glissements antérieurs (olisthésis antérieurs ou antélisthésis) et les glissements postérieurs (olisthésis postérieurs ou rétrolisthésis), mais il est en pratique courante utilisé principalement pour les déplacements antérieurs.

Le rachis dans son ensemble, et donc chaque segment vertébral en particulier, remplit trois fonctions : statique, dynamique et de protection nerveuse. Le spondylolisthésis peut compromettre chacune de ces trois fonctions. L'atteinte de la fonction statique peut se traduire par une verticalisation de S1, une rétroversion du bassin, une rétraction des ischiojambiers,

une hyperlordose lombaire, ainsi qu'une scoliose olisthésique. L'atteinte de la fonction dynamique est liée à la faillite du disque intervertébral et à la souffrance articulaire que provoque le glissement. Il s'agit d'une véritable entorse chronique responsable d'une dyskinésie lombosacrée et de lombalgies. La souffrance radiculaire peut être liée dans les cas de spondylolisthésis par lyse isthmique au rétrécissement des trous de conjugaison par un effet de « coupe-cigare », à la formation d'un nodule fibrocartilagineux dans la région isthmique (nodule de Gill) ou à une hernie discale associée. Dans les cas de spondylolisthésis dysplasiques, les racines peuvent être étirées sur le dôme sacré et les racines de la queue-de-cheval peuvent elles aussi être comprimées par l'arc postérieur qui se déplace vers l'avant.

Le but du traitement chirurgical est de corriger la faillite des trois fonctions du segment rachidien pathologique. En corrigeant les modifications morphologiques inhérentes aux spondylolisthésis, elle doit restaurer une meilleure statique rachidienne. La réduction complète n'est pas toujours possible et nous verrons que dans certains cas elle n'est pas souhaitable, voire dangereuse. Par la fusion et la fixation, la chirurgie doit corriger la faillite des éléments antérieurs et postérieurs de la stabilité rachidienne. La décompression postérieure et la réduction de l'olisthésis permettent une libération nerveuse.

La prise en charge chirurgicale des spondylolisthésis reste un traitement rare et seulement 10 à 20 % des spondylolisthésis diagnostiqués sont opérés [1]. Plus que le grade ou l'importance des dysplasies, c'est la clinique et sa réponse au traitement médical et orthopédique qui va conditionner une éventuelle prise en charge chirurgicale. Ainsi, l'évolution clinique d'un patient asymptomatique présentant un spondylolisthésis à grand déplacement est souvent favorable sans chirurgie [2]. Une indication chirurgicale n'est retenue qu'après l'échec d'un traitement conservateur bien conduit chez un patient symptomatique ou présentant des signes d'évolutivité et d'instabilité (Fig. 1).

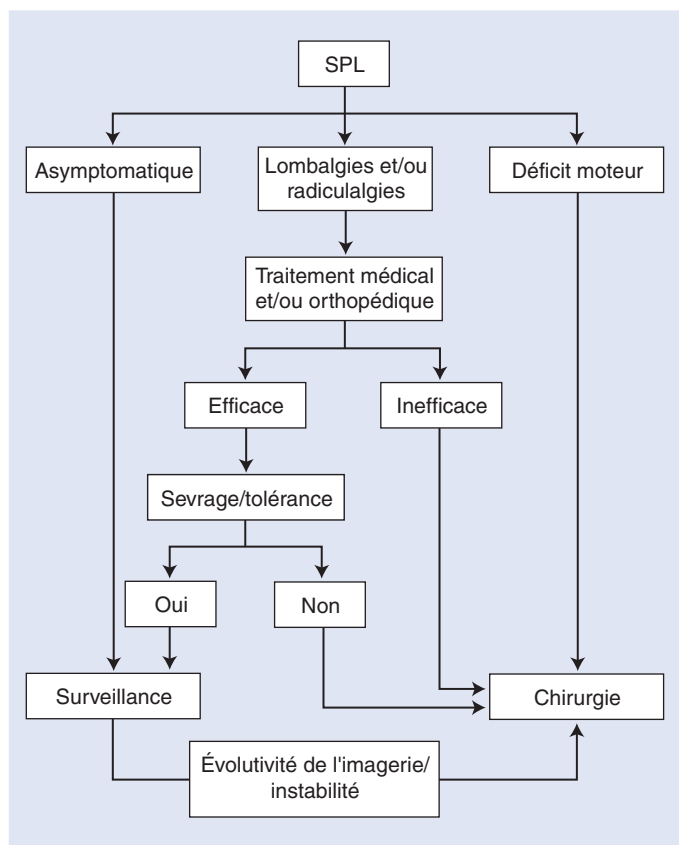


Figure 1. Arbre décisionnel. Traitement chirurgical du spondylolisthésis (SPL).

■ Abords postérieurs

Arthrodèse intersomatique ou circonférentielle associée à une ostéosynthèse

L'arthrodèse intersomatique par voie postérieure a été décrite pour la première fois par Cloward en 1953. Elle associe une décompression radiculaire directe et indirecte à une fusion intersomatique par greffon autologue (*posterior lumbar interbody fusion* [PLIF]) [3, 4]. L'intérêt pour cette technique à ses débuts a peu à peu diminué compte tenu des taux importants de complications et de pseudarthroses rapportés [5]. Plusieurs modifications y ont par la suite été ajoutées, favorisées notamment par les avancées techniques de l'instrumentation rachidienne. Steffee et Sitkowski ont décrit pour la première fois l'adjonction à l'arthrodèse intersomatique d'une ostéosynthèse postérieure [6]. Cette technique a permis une décompression plus large sans risque de déstabilisation, et donc une meilleure visualisation des éléments nerveux et une diminution du taux de complications. C'est actuellement la technique la plus utilisée dans notre unité.

Installation et voie d'abord

Le patient est installé en position genupectorale, ce qui permet une meilleure détente radiculaire et une diminution du saignement épidural en évitant toute compression abdominale. Certains opérateurs préconisent d'installer le patient en décubitus ventral sur des billots placés sous les épaules et les crêtes iliaques afin d'obtenir une détente du psoas et une meilleure lordose. L'installation genupectorale n'autorise que des contrôles radiographiques de profil qui sont toujours suffisants pour la réalisation de l'ostéosynthèse. Nous n'utilisons pas de façon systématique de *monitoring* électrophysiologique, sauf dans le cas des spondylolisthésis à grand déplacement. Pour tous les autres cas, le patient peut donc être curarisé, ce qui permet une meilleure exposition latérale.

On étend l'incision un niveau en dessous et un niveau au-dessus de l'étage ou des étages pathologique(s). Les insertions

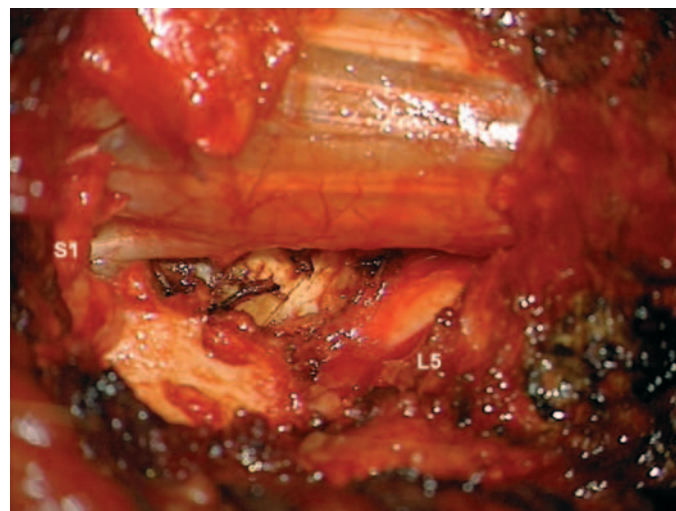


Figure 2. Spondylolisthésis L5/S1 : décompression du fourreau dural, et des racines L5 et S1 à droite.

des muscles paravertébraux sont sectionnées et on découvre latéralement les lames, les isthmes, les processus articulaires et la portion médiale des processus transverses.



Décompression

La décompression nerveuse consiste en une laminectomie et une ouverture des récessus en regard des racines symptomatiques. Le cas échéant, le crochet isthmique et le nodule fibrocartilagineux au niveau de la lyse sont réséqués.

Les veines épidurales sont coagulées et une discectomie est pratiquée de façon bilatérale, permettant de réséquer une hernie discale (rare) ou un bourrelet discal en conflit avec la racine. Cette discectomie doit impérativement être très latérale afin de libérer la racine dans son foramen et de faciliter l'insertion des cages intersomatiques (Fig. 2).



La résection du dôme de S1 à l'aide d'un ostéotome peut être nécessaire dans le cas des spondylolisthésis dysplasiques entraînant une souffrance des racines S1 par étirement sur le bombement du plateau sacré.

Fixation

Dans le cas des spondylolisthésis de grade faible, la visée pédiculaire est plus aisée et la mise en place des vis pédiculaires est alors réalisée avant la décompression postérieure, permettant ainsi de préserver les structures nerveuses de toute échappée d'instrument. En cas de spondylolisthésis de grade élevé, la visée pédiculaire peut être plus délicate et nous réalisons alors dans un premier temps une décompression des éléments nerveux permettant un contrôle endocanalaire du pédicule vissé. Afin d'obtenir une meilleure réduction, des vis de rappel peuvent être mises en place dans les pédicules de la vertèbre atteinte.

Au rachis lombaire, nous choisissons un point de visée pédiculaire situé à la jonction de l'isthme et du milieu du processus transverse, deux millimètres en dehors de l'interligne articulaire. Le vissage est alors convergent, réalisé sous contrôle de l'amplificateur de brillance de profil. Un vissage bicortical n'est pas recherché de façon systématique. Pour la plupart des patients, nous utilisons des vis de 5 à 6 mm de diamètre pour 45 mm de long en moyenne.

Au rachis sacré, la visée s'effectue à la partie inférieure et latérale du processus articulaire. Le vissage se fait encore une fois sous contrôle de l'amplificateur de brillance, avec une convergence de 40°, parallèlement au plateau supérieur de S1. La convergence permet de diriger la vis vers la « zone sûre antéromédiale », les éléments vasculaires étant plus latéraux [7]. Nous utilisons alors des vis de 5 à 6 mm de diamètre pour 40 mm de long (Fig. 3, 4).

Arthrodèse

Le curetage discal doit être le plus complet possible et s'étendre très latéralement vers le foramen. La persistance de fragments peut gêner la fusion. Nous réséquons les listels

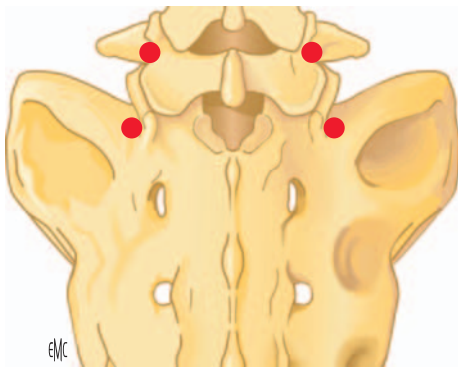


Figure 3. Spondylolisthésis L5/S1 : visée pédiculaire.

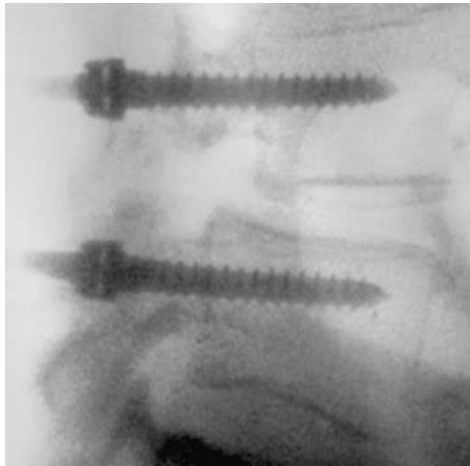


Figure 4. Spondylolisthésis L4/L5 : radiographie peropératoire du visage pédiculaire.

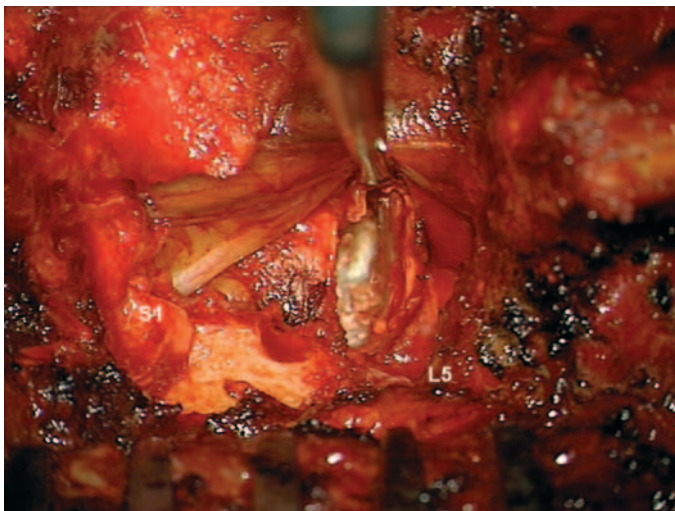


Figure 5. Spondylolisthésis L5/S1 : extension latérale du curetage discal.

marginaux des vertèbres adjacentes, afin d'accéder plus facilement aux fragments logés dans la concavité des plateaux vertébraux (Fig. 5). Des bougies de distraction de taille croissante sont mises en place de façon bilatérale dans l'espace ainsi créé (Fig. 6). Une râpe intersomatique permet ensuite d'aviver les plateaux vertébraux favorisant ainsi la fusion osseuse (Fig. 7). Deux cages, au préalable remplies de greffons spongieux (produits par la laminectomie), sont impactées dans l'espace intersomatique. Ces cages doivent rétablir une hauteur suffisante entre les corps vertébraux (10 mm en général) (Fig. 8, 9).

En cas d'olisthésis cyphosant, des cages lordosantes peuvent être mises en place. Ces cages sont impactées sous contrôle de l'amplificateur de brillance. Grand soin doit être pris de ne pas

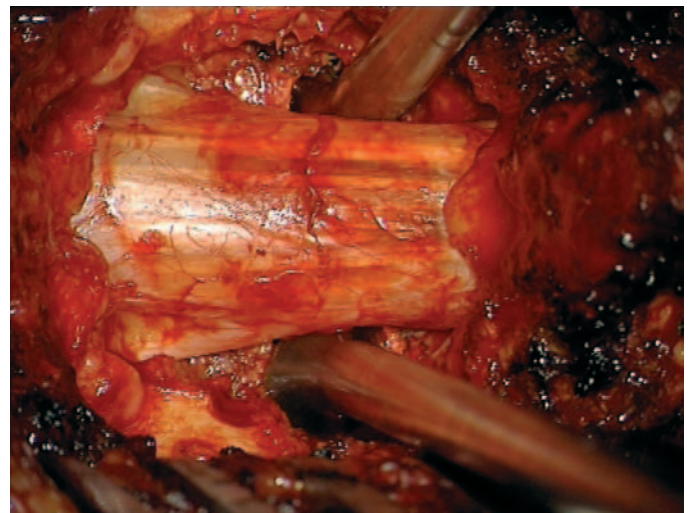


Figure 6. Spondylolisthésis L5/S1 : insertion bilatérale des bougies de distraction.



Figure 7. Spondylolisthésis L5/S1 : insertion de la râpe intersomatique.



Figure 8. Spondylolisthésis L5/S1 : insertion de la cage remplie de greffons spongieux.

déplacer la première cage en insérant la seconde et nous laissons en général une bougie en place d'un côté lors de l'insertion de la première cage afin que celle-ci soit assez latérale. Afin de limiter les risques de compression nerveuse, ce geste doit être réalisé rapidement et, dès que la mise en place de la cage est initiée, la bougie est retirée. Les cages doivent être



Figure 9. Spondylolisthésis L4/L5 : contrôle radiographique de l'insertion de la cage.

suffisamment impactées de manière à éviter toute protrusion secondaire dans le canal vertébral. Des fragments d'os spongieux peuvent également être placés latéralement au matériel d'ostéosynthèse, au niveau des articulaires et des processus transverses au préalable avivés afin de réaliser une fusion circonférentielle.

Après la mise en place des cages intersomatiques, les vis sont reliées par une tige ou une plaque précintrée en lordose. Quand l'espace discal est réduit, la distraction entre deux vis d'un même côté peut aider à le rouvrir et ainsi faciliter l'insertion des cages. Une fois les cages impactées, le matériel est verrouillé en compression afin d'assurer un meilleur contact entre les greffons spongieux et les plateaux vertébraux (Fig. 10).

Cette technique d'arthrodèse peut s'avérer difficile si les racines sont très tendues dans le cas par exemple des spondylolisthésis à grand déplacement. La rétraction médiale des racines pour l'insertion des cages intersomatiques peut faire encourir des risques d'aggravation neurologique (douleurs de désafférentation, déficit sensitif ou moteur). Harms a développé en 1993 une technique d'arthrodèse intersomatique transforaminale permettant une rétraction minimale des racines et du fourreau dural (*transforaminal lumbar interbody fusion* [TLIF]) [8, 9].

Le rachis lombaire est alors abordé par une voie paramédiane intermusculaire entre les muscles multifidus et longissimus (voie

de Wiltse). La portion inférieure et latérale de la facette inférieure de la vertèbre sus-jacente est réséquée. La portion capsulaire du ligament jaune est également exposée et réséquée. La facette articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente est alors visible et elle est à son tour retirée. Le disque est ainsi exposé beaucoup plus latéralement, et un curetage ainsi qu'une préparation de l'espace intersomatique sont réalisés. Une cage est alors mise en place de façon oblique à 45° dans l'espace intersomatique. La stabilité de la cage est appréciée en essayant de la mobiliser à l'aide d'un crochet.

Réduction

La réduction partielle du glissement dans les cas de spondylolisthésis à grand déplacement est importante à plusieurs titres. Elle permet de récupérer une surface de contact plus importante entre les deux plateaux vertébraux et la greffe intersomatique. La réduction se fait alors avant la mise en place des cages dans le cas des spondylolisthésis de haut grade (à l'aide des vis de rappel). La réduction du glissement permet également de réduire l'effet « coupe-cigare » dans les foramens et participe ainsi à la libération (indirecte cette fois) des racines. Enfin, la correction du glissement mais surtout de la cyphose olisthésique d'un segment rachidien peut améliorer les paramètres de toute la statique rachidienne. Une réduction, même partielle, permet ainsi de corriger l'hyperlordose lombaire, la rétroversion pelvienne et certaines scolioses olisthésiques.

Nous ne cherchons pas pour autant une réduction « à tout prix », celle-ci n'étant pas, si elle est complète, le gage d'une évolution postopératoire plus simple. Un nouvel équilibre s'est instauré, avec notamment un allongement des structures rétrosacrées (racines S1) alors que les structures présacrées (racines L5) sont raccourcies. Une réduction trop importante du spondylolisthésis peut alors entraîner des lésions d'étirement des racines L5 et des troubles neurologiques qui n'existaient pas en préopératoire [10]. La réduction doit être prudente, réalisée avec un contrôle visuel sur les racines mais également, dans le cas des déplacements importants, sous monitoring électrophysiologique.

Fermeture et prise en charge postopératoire

Un drain de Redon est en général mis en place et est retiré au bout de 24 à 48 heures. La fermeture se fait en trois plans, musculoaponévrotique, sous-cutané et cutané.

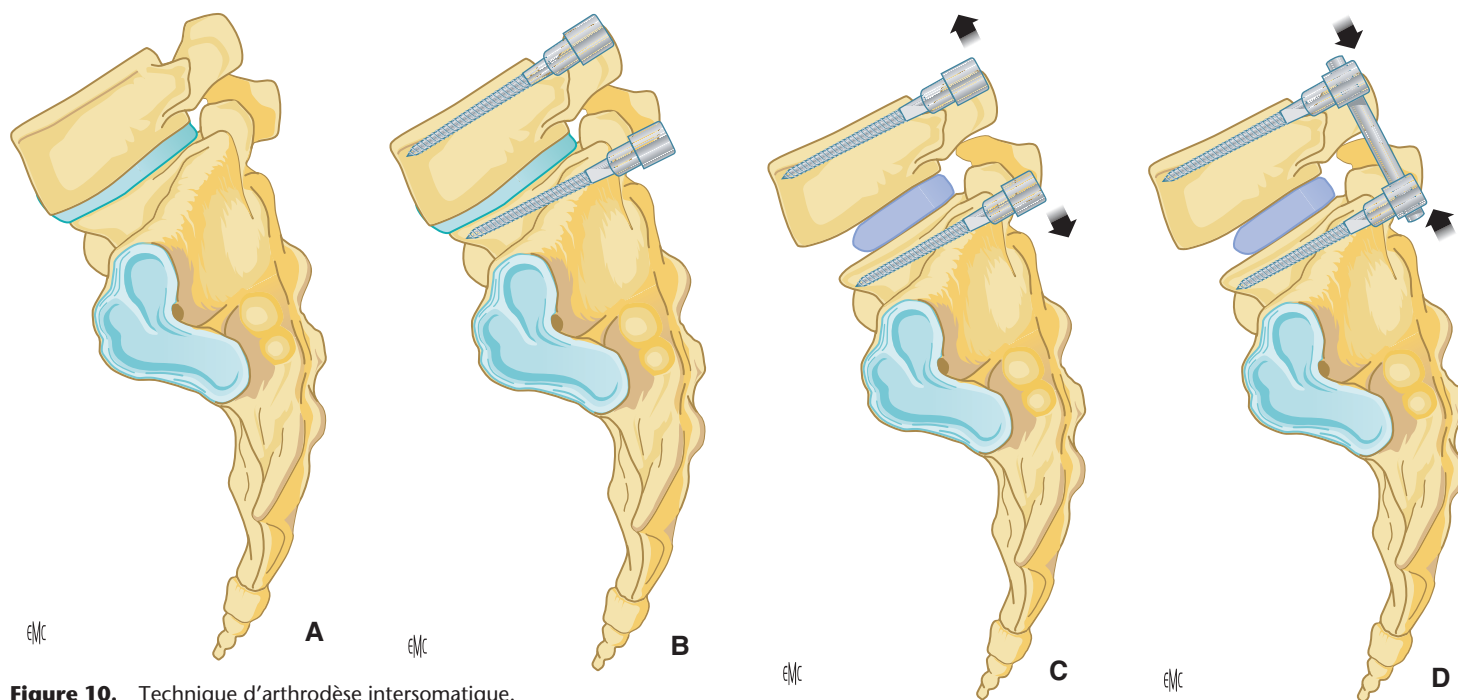


Figure 10. Technique d'arthrodèse intersomatique.

- A.** Spondylolisthésis L5/S1 s'accompagnant d'un pincement du disque.
- B.** Mise en place des vis pédiculaires.
- C.** Distraction entre les vis et insertion de la cage intersomatique.
- D.** Mise en place d'une tige lordosante et fixation en compression.

Des radiographies de face et de profil sont réalisées en postopératoire immédiat. Le patient est ainsi mis en charge le lendemain de l'intervention et le retour à domicile est autorisé au cinquième jour postopératoire. La marche est conseillée afin d'obtenir un renforcement musculaire. La mise en place d'un corset thermoformé n'est utilisée qu'en cas de persistance de douleurs lombaires postopératoires. Un nouveau contrôle par des radiographies de face et de profil est réalisé en consultation externe à 6 semaines, puis à 3 mois et à 6 mois. Les radiographies sont souvent suffisantes pour apprécier la qualité de la fusion intersomatique. Si l'interprétation de l'examen est rendue difficile par la morphologie du patient, une tomodensitométrie de la charnière lombosacrée est réalisée afin d'apprécier la qualité de la fusion à 6 mois.

“ Points essentiels

- Toute compression abdominale doit être évitée lors de l'installation du patient.
- La décompression radiculaire doit s'étendre le plus latéralement possible.
- L'os sous-chondral doit être préservé lors de la discectomie.
- Une réduction complète du glissement n'est pas toujours souhaitable.
- Afin de favoriser la fusion et d'éviter le déplacement secondaire des cages, l'ostéosynthèse doit être fixée en compression.

■ Arthrodèse postérolatérale associée ou non à une ostéosynthèse

L'installation ainsi que la voie d'abord sont les mêmes que pour l'intervention décrite précédemment et une décompression des structures nerveuses est réalisée. La face postérieure des apophyses transverses et des articulaires est avivée, de préférence avec un ostéotome ou une gouge, la fraise pouvant entraîner une ostéonécrose par brûlure [11]. Des greffons spongieux (produits par la laminectomie ou prélevés sur la crête iliaque) sont alors mis en place au contact de l'os avivé. L'association à cette greffe d'une ostéosynthèse nous semble indispensable. Guigui et Deburge ont rapporté que l'ostéosynthèse n'améliorait pas le pourcentage de fusion de l'arthrodèse postérolatérale, mais leur étude ne portait que sur des cas de spondylolisthésis dégénératifs [12]. Cependant, Seitsalo et al. rapportent chez l'enfant un pourcentage de glissements après arthrodèse postérolatérale seule identique à celui des patients traités de façon conservative [13].

La réalisation d'une arthrodèse à la fois intersomatique et postérolatérale associée à une ostéosynthèse permet une réduction plus durable du glissement par rapport à une arthrodèse postérolatérale simple associée à une ostéosynthèse. Si la différence de réduction n'est pas significative en postopératoire immédiat, elle est beaucoup plus importante à distance de l'intervention [14, 15]. De plus, l'arthrodèse combinée (intersomatique et postérolatérale) offre selon Ghosez un meilleur taux de fusion (95 %) que l'arthrodèse intersomatique seule (86 %), elle-même supérieure à l'arthrodèse postérolatérale (69 %) [16]. C'est pourquoi nous ne réservons cette technique qu'aux cas où l'arthrodèse intersomatique est techniquement impossible, lorsque le disque est trop pincé ou les racines trop tendues, ce qui rend leur rétraction médiale dangereuse. La mise en place des cages est alors associée à un risque d'aggravation neurologique. Il est bien sûr techniquement possible de « créer », par fraisage notamment, un espace intersomatique suffisant pour accueillir les cages. La destruction de l'os sous-chondral risque toutefois d'aboutir à une impaction précoce des cages dans les corps vertébraux [16].

■ Voies postérolatérales mini-invasives

L'abord mini-invasif du rachis est apparu en 1982 avec un système de vissage percutané élaboré par Magerl et al. [17] et associé à un fixateur externe dans le traitement du rachis traumatique. Ce système novateur exposait toutefois le patient à des risques infectieux importants et plus récemment un système de fixation interne par vissage percutané a été développé par Foley [18, 19]. Le traitement du spondylolisthésis par abord mini-invasif a également bénéficié du développement des écarteurs tubulaires [20].

On réalise une incision cutanée et aponévrotique de 3 cm située à 2,5 cm de la ligne médiane. Une série de dilateurs de taille croissante est insérée par cette incision sous contrôle radiographique afin de séparer les fibres musculaires (voie transmusculaire) (Fig. 11). L'écarteur tubulaire est ensuite mis en place et les dilateurs sont retirés. L'écarteur est fixé à la table opératoire à l'aide d'un bras articulé. Il est impératif de corriger, avec un dissecteur courbe, l'invagination cutanée qui se produit après l'insertion de cet écarteur afin d'éviter une souffrance des berges de l'incision (Fig. 12).

L'utilisation d'un endoscope ou d'un microscope a été décrite, mais nous considérons qu'un bon éclairage du champ opératoire est suffisant. Une hémilaminectomie ainsi qu'une facetectomie médiale sont réalisées et les récessus sont largement ouverts afin de libérer les éléments nerveux. Le disque est cureté et une cage intersomatique est mise en place selon les

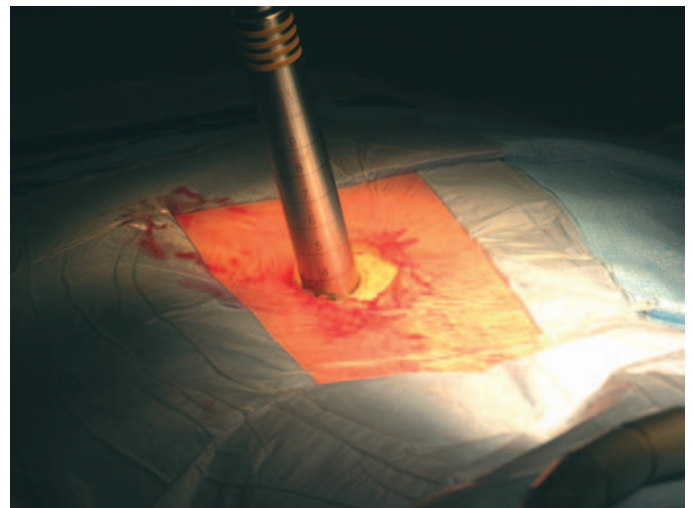


Figure 11. Insertion des dilateurs.



Figure 12. Écarteur tubulaire en place.

mêmes modalités que pour un abord « ouvert ». L'instrumentation peut alors être réalisée, soit directement au travers de l'écarteur tubulaire (l'incision doit alors être plus latérale afin de permettre un vissage convergent), soit à l'aide d'un système de vissage percutané. L'écarteur est retiré progressivement afin de réaliser l'hémostase des tissus mous. Après une fermeture en trois plans, la procédure est répétée du côté opposé.

Une arthrodèse transforaminale unilatérale a également été décrite par abord mini-invasif. L'incision est alors encore plus latérale, à environ 5 cm de la ligne médiane. Le temps opératoire est réduit, mais le principal désavantage de cette technique est qu'une décompression directe des éléments nerveux n'est réalisée que d'un seul côté. Certains patients ne répondent pas à une décompression indirecte controlatérale (par ouverture du foramen grâce à l'arthrodèse intersomatique et la réduction du glissement). Ces patients nécessitent alors une décompression controlatérale directe [21].

Plusieurs auteurs ont rapporté les effets néfastes des abords dits « ouverts » sur les tissus musculaires paraspinaux [22-25]. Une atrophie musculaire liée à une pression trop importante sur les muscles du fait de l'écartement pourrait être à l'origine de douleurs musculaires accrues en postopératoire et donc de suites plus lourdes [25, 26].

Les bénéfices des abords mini-invasifs semblent être observés en peropératoire avec une perte sanguine moindre que pour un abord postérieur traditionnel, mais également en postopératoire par une diminution significative des douleurs lombaires, une mobilisation plus précoce et une durée d'hospitalisation raccourcie [21, 27, 28]. Cette technique est toutefois sujette à une courbe d'apprentissage importante et la durée opératoire est significativement plus longue que pour un abord postérieur « ouvert ». Enfin, la gestion des complications peropératoires (les brèches de dure-mère par exemple) est rendue plus difficile par une fenêtre opératoire réduite [21, 28]. Les résultats cliniques et radiologiques à moyen et long termes semblent être comparables à ceux des abords postérieurs traditionnels mais, cette technique étant relativement récente, les séries rapportées dans la littérature portent souvent sur un faible nombre de cas et, à notre connaissance, aucune étude multicentrique randomisée et portant sur un grand nombre de patients n'a été réalisée à ce jour [28].

■ Abords antérieurs

L'arthrodèse intersomatique par voie antérieure a été rapportée pour la première fois par Capener en 1932 [29]. Cette technique permet de restaurer la hauteur de l'espace intersomatique mais également de réduire la cyphose et le glissement (*anterior lumbar interbody fusion* [ALIF]). La libération nerveuse est alors uniquement indirecte.

Une voie rétropéritonéale gauche mini-invasive est le plus souvent utilisée du fait des rapports anatomiques entre le rachis lombaire et les gros vaisseaux aortocaves et iliaques. Le patient est installé en décubitus dorsal, le rachis lombaire en extension. Une angulation d'environ 30° est maintenue entre le tronc et les membres inférieurs afin de détendre le psoas. Cette position permet une meilleure réduction de la cyphose lombosacrée.

Une incision de type minilombotomie gauche d'environ 5 cm est réalisée après contrôle radiographique du niveau lésionnel. Les muscles de la paroi abdominale sont disséqués (et non sectionnés) jusqu'au péritoine. On dissèque ensuite au doigt et à l'aide de tampons montés l'espace rétropéritonéal. Le relief du muscle psoas est palpé et individualisé latéralement au carré des lombes. Sur le bord médial du psoas et en arrière du péritoine, on palpe facilement les vaisseaux iliaques et le rachis. L'uretère qui court sur la partie postérieure du péritoine doit être visualisé et récliné vers la droite en même temps que ce dernier. Pour l'abord de l'espace L5-S1, les vaisseaux sacrés médians doivent être clippés et non coagulés afin de préserver le plexus présacré. Les vaisseaux iliaques sont disséqués, refoulés et maintenus en place à l'aide de clous de Steinman. Le ligament vertébral commun antérieur est incisé et le disque est réséqué jusqu'au ligament postérieur qui est ouvert sur la ligne médiane. Les plateaux des vertèbres adjacentes sont avivés en prenant soin de respecter l'os sous-chondral afin d'éviter un enfoncement précoce des greffons [16]. Une distraction intervertébrale est

réalisée grâce à un jeu d'élévateurs successifs permettant dans la plupart des cas d'obtenir une réduction des spondylolisthésis de stade I ou II. Un greffon tricortical prélevé sur la crête iliaque ou plus fréquemment des cages intersomatiques remplies de greffons sont impactées. Ces cages ne doivent pas être poussées trop vers l'arrière afin d'éviter d'expulser du matériel discal dans le canal rachidien. Un drainage rétropéritonéal est alors mis en place et une fermeture en trois plans est réalisée.

Plusieurs variations de cette technique sont décrites dans la littérature et toutes ne peuvent être décrites ici de façon exhaustive. Nous en citons toutefois quelques unes :

- l'abord transpéritonéal par laparotomie [30-32], laparoscopie ou coelioscopie [33]. Notons que cette dernière technique ne permet qu'un abord de L5-S1 et éventuellement de L4-L5 (en cas de bifurcation aortique haute) ;
- la voie rétropéritonéale mini-invasive vidéoassistée [34] ou par rétropéritonéoscopie [35, 36].

Certains auteurs remettent en cause l'utilisation d'une arthrodèse antérieure seule pour le spondylolisthésis par lyse isthmique. Plusieurs cas de déstabilisations secondaires et d'impactions des cages dans les corps vertébraux sont décrits [37, 38]. La mise en place d'une plaque vissée antérieure par la même voie d'abord permettrait d'augmenter la stabilité du segment rachidien après l'arthrodèse [38-40].

Les avantages de cette voie d'abord reposent sur une visualisation directe de la vertèbre déplacée, l'absence de lésions musculaires et ligamentaires postérieures, un saignement per- et postopératoire immédiat réduit, et des suites postopératoires précoces plus simples (durée d'hospitalisation moins longue, réduction des lombalgies liées à la voie d'abord) [41]. Par ailleurs, l'absence d'ouverture du canal permet d'éviter les risques de fibrose épидurale postopératoire et cette technique réduirait les risques de discopathie de l'étage adjacent après la fusion [16, 39]. Aucune différence statistique ne semble exister en ce qui concerne l'évolution clinique et le taux de fusion radiologique à moyen et long termes, mais aucune étude multicentrique randomisée n'a été réalisée à notre connaissance [41-44].

Cette technique, utilisée de façon isolée pour le traitement du spondylolisthésis, est à notre sens à proscrire. L'abord antérieur du rachis lombosacré expose le patient à des risques plus élevés de lésion des vaisseaux iliaques, du plexus présacré (éjaculation rétrograde) et de la chaîne sympathique (sensation de chaleur dans les membres inférieurs) [39, 44]. L'abord du disque par voie rétropéritonéale est de surcroît difficile voire irréalisable en cas de cyphose segmentaire importante ou de spondyloptose. De plus, aucun contrôle visuel de la racine n'est possible. Cette technique nous semble donc insuffisante si une décompression directe des éléments nerveux est nécessaire (nodule fibrocartilagineux ou hernie discale associée). Par ailleurs, le contrôle de l'étiement des racines au cours de la réduction doit se faire par palpation et nous semble moins sûr que le contrôle visuel. Enfin, cette technique nécessite une courbe d'apprentissage longue, les neurochirurgiens ou les orthopédistes n'ayant pas une formation équivalente à celle des chirurgiens vasculaires ou viscéraux en ce qui concerne les abords trans- ou rétropéritonéaux. La présence d'un chirurgien vasculaire ou viscéral est alors nécessaire au début de la phase d'apprentissage.

▲ Attention

- Seul l'abord postérieur permet une décompression directe des éléments nerveux.
- L'abord antérieur isolé est donc à proscrire pour les patients présentant une symptomatologie neurologique.

■ Autres techniques

Voie d'abord combinée

Technique décrite par Louis et al. [10], elle combine, en un ou deux temps chirurgicaux, une voie d'abord antérieure rétro- ou transpéritonéale à une voie d'abord postérieure.

Une voie antérieure est réalisée dans un premier temps, permettant la résection du disque olisthésique et une élévation axiale ainsi qu'une rétroimpulsion de la vertèbre sus-jacente à l'aide d'un jeu d'élévateurs successifs. La réduction est ensuite stabilisée grâce à une greffe intersomatique. Louis a proposé plusieurs alternatives à cette technique, notamment l'enchevillement du péroné du plateau supérieur de L5 jusqu'au milieu du corps de S1 ou le vissage translombosacré avec introduction de greffons tricorticaux dans l'espace intersomatique. Ce geste est ensuite complété par voie postérieure par une arthrodèse postérolatérale avec ostéosynthèse. Cette voie combinée peut également être décomposée en trois étapes, comprenant alors une libération postérieure, une réduction et une arthrodèse par voie antérieure, et dans un troisième temps une fixation est réalisée par voie postérieure.

Si d'excellents résultats sont rapportés avec un taux de fusion de 100 % et une réduction de 74 % en moyenne du spondylolisthésis, il s'agit d'une technique délicate qui combine également les risques inhérents à chacune des voies d'abord. Dans la majorité des cas, la réduction complète du spondylolisthésis de l'adulte n'est pas nécessaire et les indications de cette technique sont rares (spondylolisthésis de haut grade de l'adolescent et de l'adulte jeune) [36].

Reconstruction isthmique

Décrite pour la première fois par Kimura en 1968, cette technique consistait initialement en une simple greffe de la lyse isthmique douloureuse dans le cas des spondylolyses sans déplacement [45]. Elle a depuis été modifiée par l'adjonction de systèmes d'ostéosynthèse ne compromettant pas la mobilité discale comme la vis de Buck [46] ou le système de vis-crochet de Morscher [47]. Une résection des articulaires inférieures de L4 responsables de la lyse isthmique est souvent associée à ce geste. Une infiltration radioguidée de l'isthme aux corticostéroïdes peut être réalisée au préalable et une recrudescence douloureuse au moment de l'injection suivie par une amélioration de la symptomatologie constitue un très bon test diagnostique. D'excellents résultats ont été rapportés concernant les reconstructions isthmiques quand elles sont associées à l'infiltration préopératoire, avec 91 % de bons résultats cliniques et 87 % de fusions radiologiques [48]. Une fois la fusion obtenue, le matériel peut être retiré. Cette technique ne s'applique toutefois qu'aux cas de spondylolyses douloureuses sans déplacement associé et sans discopathie à l'IRM. Par ailleurs, elle convient plus à une population pédiatrique, le taux de pseudarthrose chez l'adulte étant beaucoup plus important [49].

Résection simple de l'arc postérieur (selon Gill)

Gill a proposé en 1955 la simple résection du segment postérieur mobile ainsi que des nodules fibrocartilagineux du foyer de lyse isthmique, permettant une bonne décompression radiculaire [50]. Cette technique assez simple engendre peu de complications postopératoires immédiates. Elle est toutefois déstabilisante et est aujourd'hui abandonnée dans notre service. Arts et al. décrivent, sur une série de 42 patients opérés selon la technique de Gill pour spondylolisthésis de stade I ou II, 24 % de reprises pour symptomatologie radiculaire persistante. Huit de ces patients ont nécessité la réalisation d'une arthrodèse intersomatique avec ostéosynthèse (19 % des patients) [51].

Vissage transdiscal

Qu'il soit réalisé par un abord antérieur ou postérieur, le vissage transdiscal est rarement utilisé de façon isolée puisqu'il ne permet pas de correction de la déformation. De plus, sa réalisation est techniquement plus difficile en cas de spondylolisthésis à faible déplacement [52]. Les indications sont donc limitées, mais il s'agit d'une alternative technique intéressante dans certains cas de spondylolisthésis pour lesquelles un vissage pédiculaire peut s'avérer difficile.

Vertébrotomie

Décrite par Gaines pour le traitement des spondylolisthésis, cette technique associe une vertébrotomie L5 à une arthrodèse

L4-S1 en compression [53]. Associée à un taux de déficit neurologique postopératoire immédiat de 75 % (ce qui est plus important qu'en préopératoire), cette technique reste aujourd'hui anecdotique.

Conclusion

L'arthrodèse circonférentielle par voie postérieure associée à une ostéosynthèse est aujourd'hui la technique la plus utilisée dans le traitement du spondylolisthésis. Elle permet de renforcer les éléments antérieurs et postérieurs de la stabilité rachidienne, mais également une libération directe des éléments nerveux. Elle est donc notre technique préférentielle, tout particulièrement pour les patients présentant une symptomatologie neurologique. La combinaison de la voie antérieure et de la voie postérieure en deux ou trois temps est une solution intéressante lorsque l'arthrodèse intersomatique et la réduction sont techniquement difficiles par voie postérieure seule.



Références

- [1] Picault C. Traitement chirurgical. Symposium. Le spondylolisthésis lombo-sacré. *Rev Chir Orthop* 1971;**57**(suppl1):87-162.
- [2] Harris IE, Weinstein SL. Long-term follow-up of patients with grade III and IV spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1987;**69**:960-9.
- [3] Cloward RB. The treatment of ruptured intervertebral discs by vertebral body fusion. Indications, operative techniques, after care. *J Neurosurg* 1953;**10**:154.
- [4] Cloward RB. Spondylolisthesis: treatment by laminectomy and posterior interbody fusion. Review of 100 cases. *Clin Orthop Relat Res* 1981;**154**:74-82.
- [5] Enker P, Steffee AD. Interbody fusion and instrumentation. *Clin Orthop Relat Res* 1994;**300**:90-101.
- [6] Steffee AD, Sitkowski DJ. Posterior lumbar interbody fusion and plates. *Clin Orthop Relat Res* 1988;**227**:99-102.
- [7] Okutan O, Kaptanoglu E, Solaroglu I, Beskonakli E, Tekdemir I. Pedicle morphology of the first sacral vertebra. *Neuroanatomy* 2003;**2**:16-9.
- [8] Harms J, Jerszenszky D. The unilateral transforaminal approach for posterior lumbar interbody fusion. *Orthop Traumatol* 1998;**2**:88-9.
- [9] Harms J, Jerszenszky D, Stolze D. True spondylolisthesis reduction and monosegmental fusion in spondylolisthesis. In: Bridwell KH, Dewald RL, editors. *The textbook of spinal surgery*. Philadelphia: Lippincott Raven; 1997. p. 1337-47.
- [10] Louis R, Tropiano P, Nazarian S. Traitement chirurgical des spondylolisthésis à grand déplacement par la technique de réduction fusion par double abord. *Rachis* 1990;**2**:449-60.
- [11] Ka-Siong Kho V, Chen WC. Posterolateral fusion using laminectomy bone chips in the treatment of lumbar spondylolisthesis. *Int Orthop* 2006Dec19[Epub ahead of print].
- [12] Guigui P, Deburge A. Intérêt des ostéosynthèses dans les arthrodèses postérolatérales lombaires et lombosacrées. La chirurgie du rachis lombaire dégénératif. In: *2^{es} Journées internationales Roy-Camille du rachis*. Montpellier: Sauramps Médical; 1998. p. 267-78.
- [13] Seitsalo J, Osterman K, Hyvarinen H, Tallroth K, Schlenzka D, Poussa D. Progression of spondylolisthesis in children and adolescents. A long-term follow-up of 272 patients. *Spine* 1991;**16**:417-21.
- [14] Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Lee JH, Cho KJ, Kim HG. Adding posterior lumbar interbody fusion to pedicle screw fixation and posterolateral fusion after decompression in spondylolytic spondylolisthesis. *Spine* 1997;**22**:210-9.
- [15] Inamdar DN, Alagappan M, Shyam L, Devadoss S, Devadoss A. Posterior lumbar interbody fusion versus intertransverse fusion in the treatment of lumbar spondylolisthesis. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2006;**14**:21-6.
- [16] Ghosez JP. Spondylolisthésis lombaire chez l'adulte. In: *Conférences d'enseignement 2002. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°79*. Paris: Elsevier; 2002. p. 1-20.
- [17] Magerl F. External skeletal fixation of the lower thoracic and the lumbar spine. In: Uthoff HK, Stahl E, editors. *Current concepts of external fixation of fractures*. New York: Springer-Verlag; 1982. p. 353-66.
- [18] Foley KT, Gupta SK. Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine. Preliminary clinical results. *J Neurosurg* 2002;**97**(suppl1):7-12.
- [19] Foley KT, Gupta SK, Justis JR, Sherman MC. Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine. *Neurosurg Focus* 2001;**10**:1-8.
- [20] Foley KT, Smith MM. Microendoscopic discectomy. *Tech Neurosurg* 1997;**3**:301-7.

- [21] Foley KT, Holly LT, Schwender JD. Minimally invasive lumbar fusion. *Spine* 2003;**28**(suppl 15):S26-S35.
- [22] Kawaguchi Y, Matsui H, Tsuji H. Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery. A histologic and enzymatic analysis. *Spine* 1996;**21**:941-4.
- [23] Kawaguchi Y, Matsui H, Tsuji H. Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery. Part 2: Histologic and histochemical analyses in humans. *Spine* 1994;**19**:2598-602.
- [24] Gejo R, Matsui H, Kawaguchi Y, Ishihara H, Tsuji H. Serial changes in trunk muscle performance after posterior lumbar surgery. *Spine* 1999;**24**:1023-8.
- [25] Rantanen J, Hurme M, Falck B, Alaranta H, Nykvist F, Lehto M, et al. The lumbar multifidus muscle five years after surgery for a lumbar intervertebral disc herniation. *Spine* 1993;**18**:568-74.
- [26] Mayer TG, Vanharanta H, Gatchel RJ. Comparison of CT scan muscle measurements and isokinetic trunk strength in postoperative patients. *Spine* 1989;**14**:33-6.
- [27] German JW, Foley KT. Minimal access surgical techniques in the management of the painful lumbar motion segment. *Spine* 2005;**30**(suppl 16):S52-S59.
- [28] Park Y, Ha JW. Comparison of one-level posterior lumbar interbody fusion performed with a minimally invasive approach or a traditional open approach. *Spine* 2007;**32**:537-43.
- [29] Capener N. Spondylolisthesis. *Br J Surg* 1932;**19**:374-86.
- [30] Cauchoix J. Le spondylolisthésis lombosacré. Arthrodèse antérieure intersomatique. Historique. *Rev Chir Orthop* 1971;**57**(suppl 1):131-7.
- [31] Deburge A. L'arthrodèse intersomatique des deux derniers espaces lombaires par voie transpéritonéale. *Presse Med* 1969;**77**:639-42.
- [32] Louis R. Spondylolisthesis. In: *Atlas of spinal operations*. Stuttgart: Thieme Verlag; 1993.
- [33] Regan JJ, McAfee PC, Guyer RD, Aronoff RJ. Laparoscopic fusion of the lumbar spine in a multicenter series of the first 34 consecutive patients. *Surg Laparosc Endosc* 1996;**6**:459-68.
- [34] Onimus M, Papin P, Gangloff S. Extraperitoneal approach to the lumbar spine with video assistance. *Spine* 1996;**21**:2491-4.
- [35] Le Huec JC, Belliard R, Liquois F, Husson JL, Midy D, Le Rebellier A. Arthrodèse de la colonne lombaire par abord rétropéritonéal endoscopique. Technique et rapport préliminaire de 10 cas. *J Cello Chir* 1996;**18**:37-44.
- [36] Mangione P, Siméon F, Senegas J. Endoscopie du rachis lombaire L2 à L5 par voie rétropéritonéale. In: Bénazet JP, editor. *Chirurgie endoscopique du rachis. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°75*. Paris: Elsevier; 2000. p. 104-13.
- [37] Kettler A, Wilke HJ, Dietl R, Krammer M, Lumenta C, Claes L. Stabilizing effect of posterior lumbar interbody fusion cages before and after cyclic loading. *J Neurosurg* 2000;**92**:87-92.
- [38] Lund T, Oxland TR, Jost B, Crompton P, Grassmann S, Etter C, et al. Interbody cage stabilisation in the lumbar spine: biomechanical evaluation of cage design, posterior instrumentation and bone density. *J Bone Joint Surg Br* 1998;**80**:351-9.
- [39] Aunoble S, Hoste D, Donkersloot P, Liquois F, Basso Y, Le Huec JC. Video-assisted ALIF with cage and anterior plate fixation for L5-S1 spondylolisthesis. *J Spinal Disord Tech* 2006;**19**:471-6.
- [40] Bozkus H, Chamberlain RH, Perez Garza LE, Crawford NR, Dickman CA. Biomechanical comparison of anterolateral plate, lateral plate, and pedicle screws-rods for enhancing anterolateral lumbar interbody cage stabilization. *Spine* 2004;**29**:635-41.
- [41] Kim NH, Lee JW. Anterior interbody fusion versus posterolateral fusion with transpedicular fixation for isthmic spondylolisthesis in adults. A comparison of clinical results. *Spine* 1999;**24**:812-7.
- [42] Kim NH, Kim HK, Suh JS. A computed tomographic analysis of changes in the spinal canal after anterior lumbar fusion. *Clin Orthop Relat Res* 1993;**286**:180-91.
- [43] Vital JM, Pedram M. Spondylolisthésis par lyse isthmique. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur, 15-835-A-10, 2005.
- [44] Pradhan BB, Nassar JA, Delamarter RB, Wang JC. Single-level lumbar spine fusion: a comparison of anterior and posterior approaches. *J Spinal Disord Tech* 2002;**15**:355-61.
- [45] Kimura M. My method of filling the lesion with spongy bone in spondylolysis and spondylolisthesis. *Orthop Surg* 1968;**19**:285-95.
- [46] Buck JE. Direct repair of the defect in spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Br* 1970;**52**:432-7.
- [47] Morscher E, Gerber B, Fasel J. Surgical treatment for spondylolisthesis by bone grafting and direct stabilisation of a hook screw. *Arch Orthop Trauma Surg* 1984;**103**:175-8.
- [48] Wu SS, Lee CH, Chen PQ. Operative repair of symptomatic spondylolysis following a positive response to diagnostic pars injection. *J Spinal Disord* 1999;**12**:10-6.
- [49] Ivancic GM, Pink TP, Achatz W, Ward JC, Hohmann NC, May M. Direct stabilization of lumbar spondylolysis with a hook screw. *Spine* 2003;**28**:255-9.
- [50] Gill GC, Mannin JG, White HL. Surgical treatment of spondylolisthesis without spine fusion: excision of the loose lamina with decompression of the nerve roots. *J Bone Joint Surg Am* 1955;**37**:399-420.
- [51] Arts M, Pondaag W, Peul W, Thomeer R. Nerve root decompression without fusion in spondylolytic spondylolisthesis: long-term results of Gill's procedure. *Eur Spine J* 2006;**15**:1455-63.
- [52] Minamide A, Akamaru T, Yoon ST, Tamaki T, Rhee JM, Hutton WC. Transdiscal L5-S1 screws for the fixation of isthmic spondylolisthesis: a biomechanical evaluation. *J Spinal Disord Tech* 2003;**16**:144-9.
- [53] Lehmer SM, Steffee AD, Gaines RW. Treatment of L5-S1 spondylolysis by staged L5 resection with reduction and fusion of L4 on to S1 (Gaines procedure). *Spine* 1994;**17**:1916-25.

Pour en savoir plus

Bradford DS, Zdeblick TA. The spine. In: Thompson RC, editor. *Master techniques in orthopaedic surgery*. Philadelphia: Lippincott-Williams and Wilkins; 2004.

Saillant G, Laville C. *Échecs et complications de la chirurgie du rachis. 1^{re} journées internationales Roy-Camille du rachis*. Montpellier: Sauramps Médical; 1995.

Harms J, Sturtz H. *Severe spondylolisthesis*. Berlin: Springer-Verlag; 2001.

S. Freppel.

S. Colnat-Coulbois.

T. Civit (t.civit@chu-nancy.fr).

Département de neurochirurgie, Hôpital central, bâtiment neurologique, 29, avenue du Maréchal-de-Lattre-de-Tassigny, C.O. n° 34, 54035 Nancy cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Freppel S., Colnat-Coulbois S., Civit T. Traitement chirurgical du spondylolisthésis de l'adulte. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-179, 2008.

Disponibles sur www.em-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Traitement orthopédique des scolioses idiopathiques

R. Vialle, K. Abelin, C. Morin

Traiter orthopédiquement une scoliose a pour objectif de réduire le mieux possible la ou les courbures scoliotiques et de maintenir cette correction durant la période de croissance. La correction des courbures par le corset peut s'accompagner d'une réduction ou d'une suppression des asymétries de croissance et peut permettre une amélioration de la déformation, notamment chez les enfants les plus jeunes. À l'adolescence le traitement orthopédique n'a pour but que de freiner l'aggravation de la scoliose afin de parvenir en fin de croissance à une déformation stable à l'âge adulte. De nombreux types de corsets orthopédiques amovibles peuvent être proposés en fonction de l'âge du patient et du type de déformation. Le port de ces appareils peut faire suite au port d'un corset plâtré ou être décidé d'emblée. Il est important de débiter un traitement orthopédique lorsque l'évolutivité de la scoliose a été prouvée de façon certaine par la répétition de plusieurs examens cliniques et radiographiques. Dans certains cas, le mauvais pronostic de la déformation fait poser des indications précoces de traitements orthopédiques chez des enfants jeunes avant la période de croissance rapide du rachis. L'observance du traitement est parfois insuffisante et source de reprise évolutive de la déformation. La surveillance du traitement et la motivation du patient, de sa famille, mais également du médecin prescripteur, doivent être importantes car elles conditionnent en grande partie la réussite du traitement. Le traitement orthopédique des scolioses idiopathiques en période de croissance mérite de conserver une place prépondérante par son efficacité indiscutable et sa relative innocuité comparée aux traitements chirurgicaux. Les améliorations permanentes dans la conception et la réalisation des appareillages permettent d'augmenter la performance du traitement orthopédique en l'utilisant, à bon escient, dans des indications toujours plus précises.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Scoliose idiopathique ; Traitement orthopédique ; Corset

Plan

| | |
|--|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ « Fondements » du traitement orthopédique | 2 |
| Historique | 2 |
| Objectifs du traitement orthopédique | 2 |
| Bases mécaniques du traitement orthopédique | 3 |
| ■ Différents types de corsets orthopédiques | 4 |
| Corsets plâtrés | 4 |
| Corsets non plâtrés | 5 |
| Description de quelques-unes des orthèses les plus répandues | 5 |
| Critères de choix de l'appareil | 7 |
| ■ Indication du traitement orthopédique | 8 |
| Quand faut-il débiter un traitement orthopédique ? | 8 |
| Comment (bien) débiter un traitement orthopédique ? | 11 |
| Le traitement orthopédique est-il efficace ? | 12 |
| ■ Accompagnement et surveillance des appareils orthopédiques | 13 |
| Kinésithérapie | 13 |
| Contrôle et surveillance de l'efficacité du traitement | 13 |
| ■ Conclusion | 13 |

■ Introduction

Avant les années 1980 et l'apparition des techniques modernes de correction chirurgicale des scolioses, le traitement des déformations rachidiennes de l'enfant et de l'adolescent était dominé presque sans partage par le traitement orthopédique.

Avec l'apparition et le développement des techniques chirurgicales « modernes » de correction des scolioses, le traitement orthopédique a été progressivement décrié et rejeté. De nombreux traitements orthopédiques furent alors prématurément abandonnés ou jamais débutés dans l'attente de l'intervention salvatrice. Échanger 3 années de corset contre une cicatrice, deux tiges, et 15 jours d'hospitalisation était facile à proposer à l'enfant et la famille. On oubliait trop vite que cette arthrodeuse rachidienne était au mieux un constat d'échec conduisant à l'enraidissement définitif d'une portion plus ou moins étendue de la colonne vertébrale.

« *The pendulum has swung too far* » écrivait à ce sujet Winter [1, 2]. Il était temps que le balancier se stabilise et, comme c'est souvent le cas en médecine, entre deux positions très éloignées c'est souvent au milieu que se situe la vérité.

Une meilleure connaissance de l'histoire naturelle des scolioses opérées ou non, une approche plus précise des facteurs prédictifs de leur évolutivité et de ceux pronostiques de la réussite du traitement orthopédique, sont pour beaucoup dans

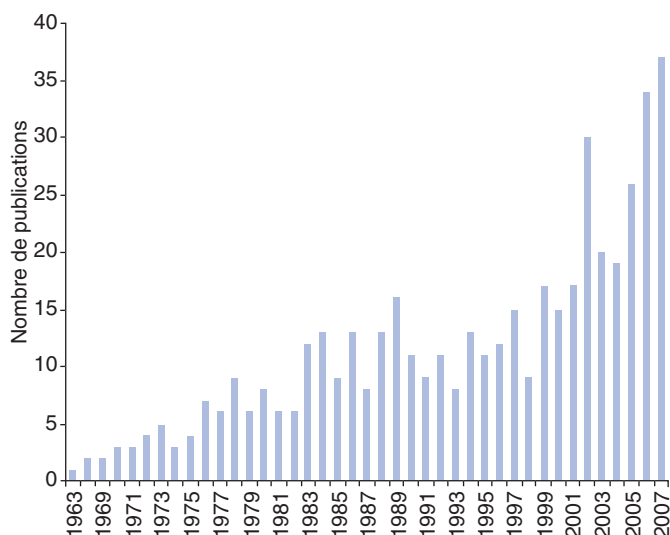


Figure 1. Évolution du nombre de publications concernant le traitement orthopédique des scolioses idiopathiques dans la littérature internationale. Après l'infléchissement causé au milieu des années 1980 par l'avènement des techniques chirurgicales modernes de traitement des scolioses, le regain d'intérêt pour le traitement orthopédique est tout à fait notable ces dernières années.

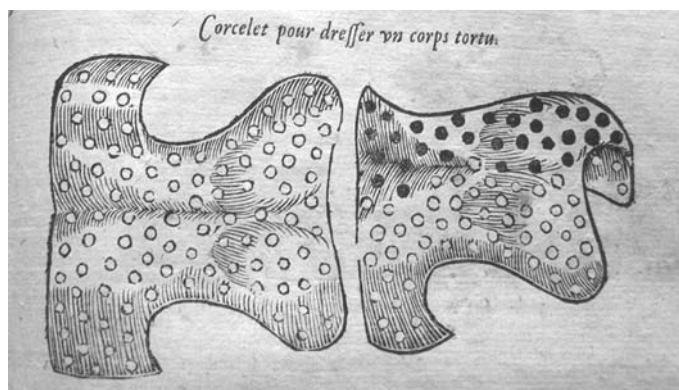


Figure 2. Représentation du « corcelet pour dresser un corps tortu » par Ambroise Paré. Il est précisé que ces « corcelets » en fer devront être troués afin d'éviter qu'ils ne « poissent ». Chez les patients qui « croissent », il est recommandé de les changer tous les trois mois car « autrement, au lieu d'en faire un bien, ils feront un mal ». Œuvres d'Ambroise Paré, X^e édition, Lyon, 1641.

le regain actuel d'intérêt pour le traitement orthopédique (Fig. 1). De nouvelles technologies se développent également pour proposer des corsets toujours plus performants dont les principes restent basés sur des techniques plus anciennes mais à l'efficacité prouvée.

■ « Fondements » du traitement orthopédique

Historique

Si l'on peut remonter jusqu'à Hippocrate pour trouver trace du traitement orthopédique des scolioses par traction [3] et à Ambroise Paré pour le traitement par corset ou plutôt par armure [4] (Fig. 2), les temps modernes débutent à l'aube du xx^e siècle avec la parfaite description des corrections plâtrées par Abbott et son disciple berckois Calot. Dès 1946, Blount [5] développe le corset dit « de Milwaukee », qui va devenir rapidement et pour longtemps une référence en matière de traitement orthopédique des déformations du rachis [4]. En France, un peu plus tard, sous l'impulsion de Stagnara, le traitement « lyonnais » associe plâtre puis orthèse rachidienne.

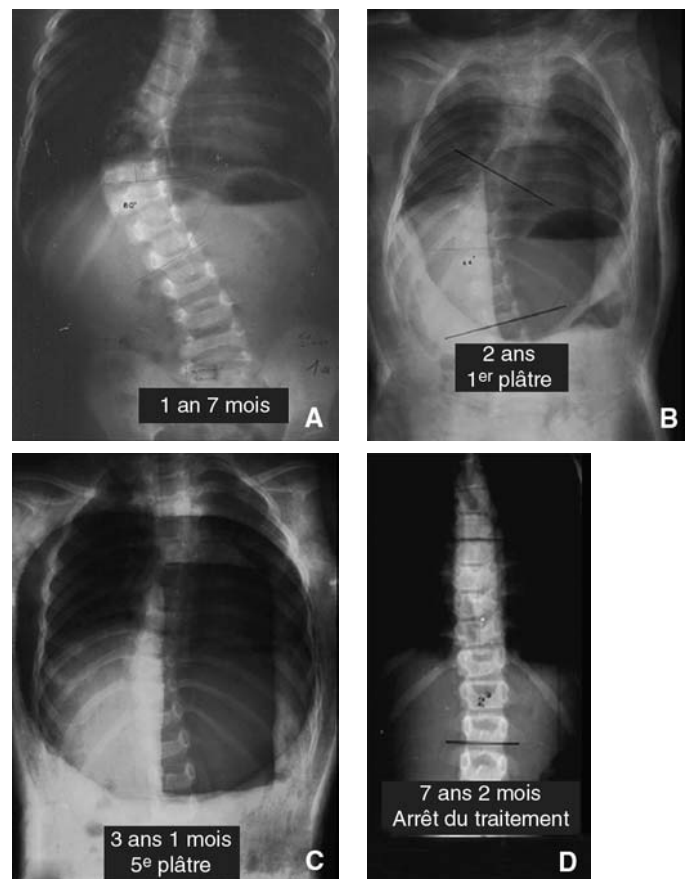


Figure 3.

A. Exemple d'une scoliose infantile progressive, de 60° à l'âge de 19 mois.
B, C. Traitement par corsets plâtrés successifs. Après détorsion complète de la colonne et obtention d'une symétrie du thorax le traitement orthopédique est stoppé à l'âge de 7 ans 2 mois devant la normalisation de la forme des vertèbres apicales (D).

Les orthèses modernes sont depuis devenues plus rapides à fabriquer (Boston, Wilmington, etc.) plus seyantes (corset toilé de Saint-Étienne, Spinecor®), portées moins longtemps (Charleston, C.A.E.N) ou fabriquées grâce à l'outil informatique.

Objectifs du traitement orthopédique

Le but du traitement orthopédique est de réduire le mieux possible la ou les courbures scoliotiques et de maintenir cette correction durant la période de croissance. Son intérêt est d'autant plus grand que le potentiel de croissance résiduel est important. Il est donc inutile de le proposer une fois la période de croissance du rachis achevée.

La correction des courbures par le corset peut s'accompagner d'une réduction ou d'une suppression des asymétries de croissance. Dans les cas de déformations très précoces comme pour les scolioses « infantiles », la correction des déformations osseuses par l'importante croissance rachidienne résiduelle permet d'espérer une amélioration, voire une véritable « guérison », de la scoliose (Fig. 3). Mais le plus souvent le traitement orthopédique n'a pour but, mais c'est déjà énorme, que de freiner l'aggravation de la scoliose afin de parvenir en fin de croissance à une déformation stable à l'âge adulte et acceptable sur le plan fonctionnel et esthétique. Cet objectif doit être parfaitement expliqué au patient et à sa famille qui pensent le plus souvent que le traitement orthopédique a pour effet de faire régresser, voire disparaître, la scoliose.

Parfois, sans assister à un gain angulaire, on note un aspect bénéfique du traitement orthopédique sur l'équilibre du tronc ou des épaules, ainsi que sur le remodelage des gibbosités conduisant ainsi à un bénéfice esthétique tout à fait appréciable.

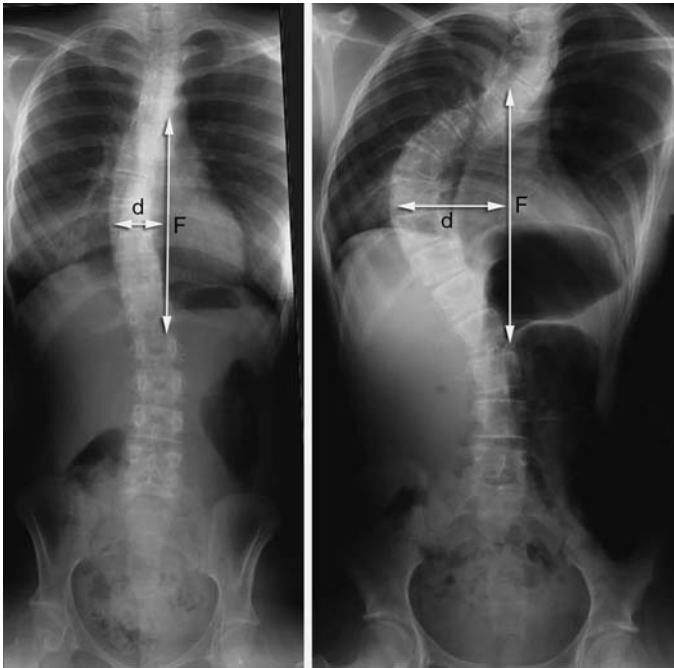


Figure 4. L'efficacité d'une force de traction est proportionnelle à la flèche d de la courbure ($F \times d$). Elle est d'autant plus grande que la flèche est importante.

Bases mécaniques du traitement orthopédique

Mécanisme d'action passif

Il est classique de distinguer les forces correctrices en force de traction longitudinale, comme dans le corset de Milwaukee et force de pression transversale, comme dans le plâtre extension-dérotation-flexion (EDF) ou dans nombre d'orthèses monobloc ou polyvalve [4].

Force de traction longitudinale (Fig. 4)

L'efficacité d'une force de traction est proportionnelle à la « flèche » de la courbure. La force résultante en termes de correction de la déformation est donc d'autant plus importante que l'angulation de la courbure est importante.

La force de traction longitudinale est exercée entre la tête et le bassin. Utilisée dans un corset orthopédique, elle impose qu'il soit muni d'une têtère difficile à accepter au moment de l'adolescence. Son principal effet négatif est, du fait de l'hyperection du tronc obtenue par l'élongation de celui-ci, d'entraîner une réduction des courbures sagittales du rachis. Ainsi, certains patients peuvent développer une hypocyphose, voire une lordose thoracique, en cas de traitement orthopédique précoce et prolongé en ce type d'appareillage. Toutefois, ces techniques peuvent rendre encore des services, notamment en cas de déformations sévères et raides, tout particulièrement dans la petite enfance.

Force de pression transversale (Fig. 5)

L'effet d'une force de pression transversale est proportionnel à la distance entre son point d'application, généralement la vertèbre « sommet » de la scoliose, et le point d'application de la force de contre-appui. La force de pression transversale est donc mieux adaptée aux angulations modérées. Elle est appliquée à l'apex de la déformation par une « main » d'appui qui agit dans les trois plans de l'espace, assurant théoriquement une véritable détorsion vertébrale. Pour ce faire le point d'application de cette force doit être postérolatéral, s'exerçant au niveau thoracique sur les angles postérieurs des côtes du segment inférieur de la courbure, au niveau lombaire par l'intermédiaire des transverses. Appliquée trop en arrière la pression serait essentiellement lordosante, effet redouté au niveau thoracique. Appliquée trop latéralement elle n'aurait aucun effet de détorsion et risquerait d'aggraver la verticalisation des côtes (Fig. 6).

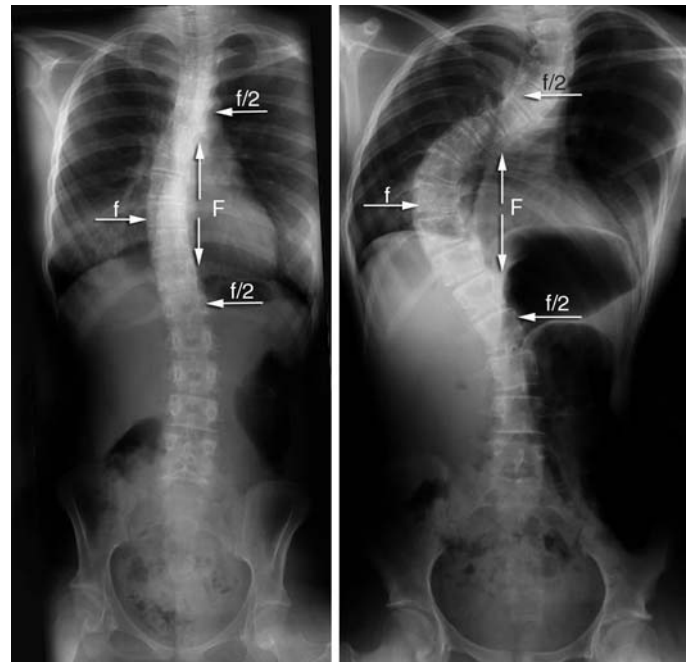


Figure 5. L'efficacité d'une force de pression transversale est proportionnelle à la distance d de son point d'application au sommet de la scoliose au point d'application de la force de contre-appui ($F/2 \times d$). Elle est d'autant plus importante que la courbure est étendue et que la flèche est réduite.

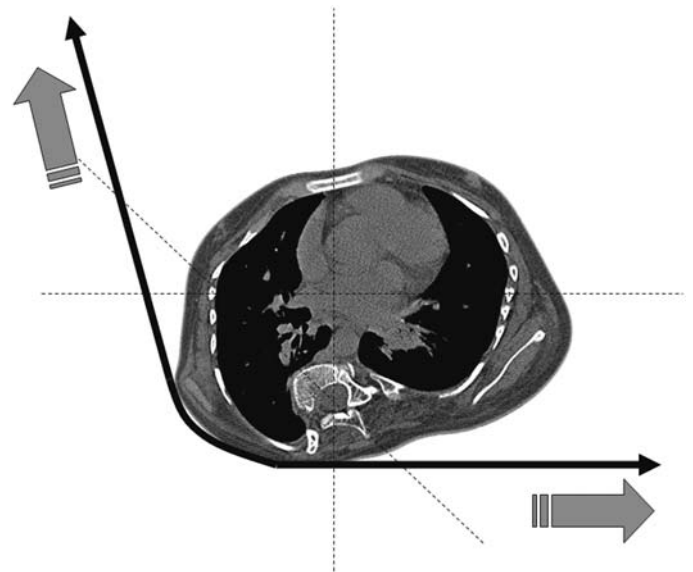


Figure 6. Afin de ne pas entraîner de déformation du thorax, la bande de dérotation thoracique doit s'éloigner du tronc.

En pratique, il faut tenir compte de ces considérations tri-dimensionnelles lors du moulage ou des modifications apportées au corset définitif à la livraison.

« Autocorrection active »

Les efforts de correction active et de rééquilibrage du patient dans son corset sont réels mais difficiles à apprécier. Afin de profiter au mieux de ces possibilités de correction active, des chambres d'expansion sont ménagées à l'opposé des zones d'appuis des plâtres ou des corsets. C'est dans ces fenêtres que le tronc peut alors s'échapper des appuis, améliorant d'autant la correction (Fig. 7). Il peut y être aidé par de la kinésithérapie, une partie du travail se faisant dans l'appareil. Des réglages réguliers du corset suivront pas à pas les progrès constatés.

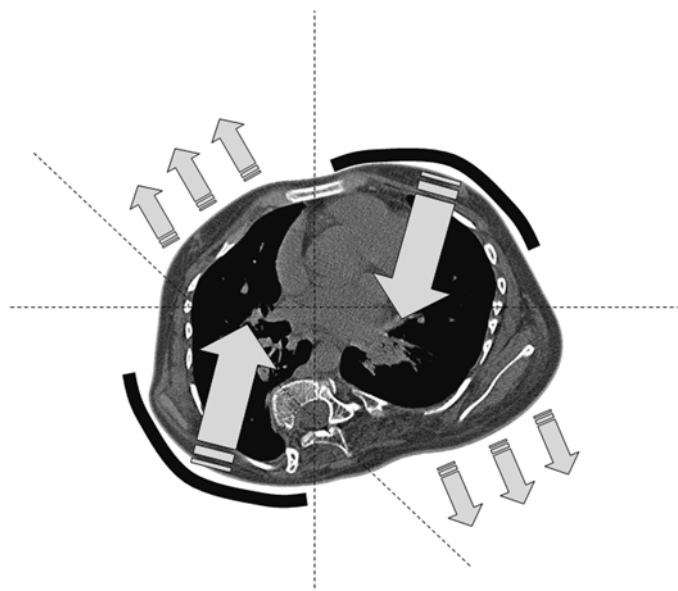


Figure 7. Les découpes du plâtre doivent permettre l'expansion thoracique. À chaque appui imprimé sur le tronc lors du moulage du corset doit correspondre une fenêtre d'expansion.

Corsets « à restitution d'énergie »

Certains matériaux (toile élastique, fibres de carbone) utilisés pour la confection d'appareils vont être mis en tension chaque fois que la correction de la scoliose se relâche ; l'énergie alors engendrée est restituée en une nouvelle force correctrice. C'est le principe du corset élastique de Saint Etienne [6], du corset 3D [7] et du corset Spinecor® [8].

Hypercorrection

Ce mécanisme peut être utilisé pour obtenir la correction dans l'appareillage des courbures uniques, relativement souples. Le principe d'action de ces corsets est d'obtenir une hypercorrection de la courbure en compensant la réduction du temps de port par cette hypercorrection. Ces corsets sont exécutés d'après un moulage réalisé en corrigeant la scoliose à l'aide d'un billot. Du fait du port uniquement nocturne, l'observance du traitement est souvent meilleure.

■ Différents types de corsets orthopédiques

Corsets plâtrés

Plâtre EDF de Cotrel et Morel

La correction est obtenue par des forces d'élongation (E), de dérotation (D) et de flexion latérale du rachis (F). Le plâtre est confectionné dans le cadre d'Abbott-Cotrel. L'élongation s'exerce entre les sangles pelviennes et la fronde occipitomentonnaire (Fig. 8). Elle doit rester modérée, que le plâtre soit réalisé avec ou sans anesthésie [9]. Après repérage du niveau d'application des bandes de dérotation (Fig. 9), les chemises (lés) plâtrées sont passées alternativement sur la face postérieure et antérieure du tronc, renforcées par des bandes circulaires (Fig. 10). Les bandes de correction sont alors mises en place et tendues jusqu'à ce que le plâtre durcisse. Il s'agit de bandes de toile destinées à dérouter la colonne scoliotique par appui d'arrière en avant sur les gibbosités. On utilise une bande pour les courbures thoraciques simples et deux bandes pour les courbures combinées. L'application des forces de dérotation peut également être « manuelle » par l'opérateur, directement par moulage des zones d'appui à la main.



Figure 8. La traction axiale est appliquée entre les sangles pelviennes et la fronde occipitomentonnaire.



Figure 9. Repérage du niveau d'application des bandes de dérotation. Notez la position de la bande de dérotation qui s'écarte de l'axe du corps (flèche) évitant ainsi toute pression néfaste sur la cage thoracique.



Figure 10. Les chemises et les bandes plâtrées circulaires sont appliquées. Les bandes de dérotation sont ensuite appliquées jusqu'à durcissement du plâtre.

Dans le cas d'une scoliose thoracique, pour éviter toute pression latérale nocive sur le thorax, la bande qui s'est réfléchi sur la gibbosité doit s'écarter du tronc (Fig. 6, 9). En cas de double courbure, à la bande de dérotation thoracique vient s'ajouter une bande lombaire plus étroite, au-dessus de la crête iliaque. La mise sous tension des bandes de dérotation se fait avec contrôle de l'équilibre du tronc, du bassin et de la ceinture scapulaire. La flexion latérale peut être réalisée par le déplacement de la tête par rapport au tronc. Il est parfois plus simple et plus efficace de réaliser ce mouvement de flexion, une fois le plâtre sec, par une gypsotomie de fermeture [10].

Les découpes du plâtre doivent permettre l'expansion thoracique (Fig. 7, 11), assurer la liberté des articulations des hanches et des épaules, tout en conservant suffisamment de pouvoir correctif et de solidité. En avant, une grande fenêtre thoracique est découpée, asymétrique pour conserver des possibilités de modelage de la gibbosité thoracique antérieure concave. En arrière, une fenêtre d'expansion concave est aménagée. Cette fenêtre postérieure doit dépasser la ligne des épépineuses afin d'éviter toute poussée lordosante, ce qui pourrait induire une lordose thoracique (Fig. 11B).

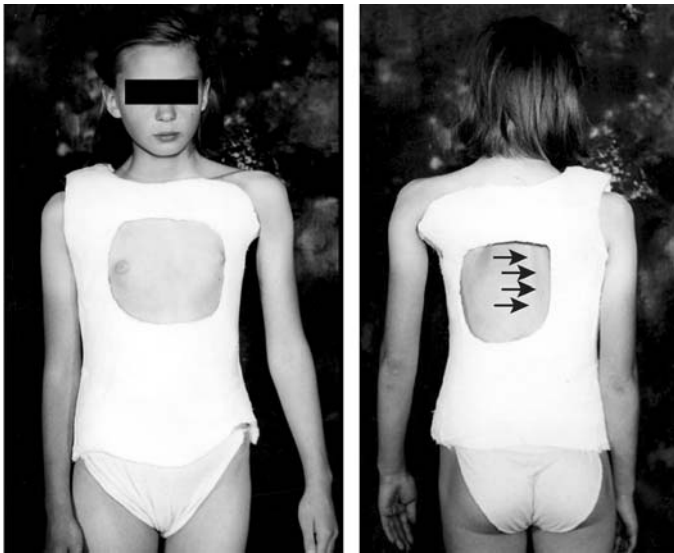


Figure 11. Vue finale d'un corset EDF. Notez la découpe de l'épaule concave pour participation active à la correction de cette scoliose thoracique droite. La fenêtre postérieure empiétant sur la ligne des épineuses et évitant ainsi toute contrainte lordosante sur le rachis thoracique.



Figure 12. Vue de face et de profil d'un corset d'elongation.

Plâtre d'elongation de Stagnara-Donaldson-Engl

Il peut rendre de grands services en cas de scoliose importante et raide. La réduction progressive des déformations sévères est permise par l'elongation graduelle de ridoirs placés entre deux pièces plâtrées indépendantes, un corset minerve et une ceinture iliaque [11] (Fig. 12). Il est possible de soulager l'appui sur la mandibule en y associant une légère traction par halo crânien [9].

Corsets non plâtrés

Le port de ces appareils peut faire suite au port d'un corset plâtré ou être décidé d'emblée en fonction de l'importance ou du type de déformation. Leurs formes, les caractéristiques des matériaux utilisés et leurs modes d'action sont extrêmement variables. Autant dire qu'aucun corset n'est « parfait » ni surtout « universel » et que les décrire tous serait fastidieux. En fait, il existe plusieurs grandes familles qui permettent au prescripteur un choix judicieux pour chaque patient. On peut les décrire schématiquement selon leur mode de fabrication [12].

Corsets réalisés à partir d'un positif plâtré (Fig. 13)

C'était jusqu'à ces derniers temps la technique de référence. Un moulage (ou « négatif ») du tronc du patient est effectué, sans correction véritable, sur un patient debout en légère suspension. Un « positif », sorte de mannequin est obtenu en coulant du plâtre à l'intérieur de l'empreinte du tronc. L'effet

correcteur est alors apporté par de fortes retouches du positif ; il est très « orthoprothésiste dépendant ». Le matériau thermoformable est ensuite déposé sur le positif ainsi retouché. Les dernières retouches peuvent être réalisées lors de « l'essayage » du corset final.

Orthèses du tronc réalisées sans positif plâtré

Certains matériaux (polyuréthane, polyvinyle alcool) peuvent être directement moulés sur le tronc du patient sans passer par l'étape négatif-positif [13]. Leur utilisation est jusqu'à présent restée assez confidentielle.

Des corsets « souples », flexibles et dynamiques sont proposés par certaines équipes dans des courbures modérées, à la recherche d'un meilleur confort et par là même d'une meilleure observance du traitement [6, 8, 14]. Leur efficacité est à prouver.

Quelques orthèses se présentent sous forme de modules préfabriqués que l'appareilleur choisit en fonction de la prise de mesures puis adapte à la morphologie de l'enfant par découpe et collage de coussinets intérieurs.

Conception des corsets assistée par ordinateur (CAO)

L'introduction de l'informatique dans la conception et la fabrication des orthèses est en train de révolutionner la pratique de l'appareillage et notamment la confection des corsets rachidiens [15, 16]. L'acquisition de la géométrie tridimensionnelle du tronc peut être réalisée par diverses techniques basées sur la détection optique des reliefs. La modélisation tridimensionnelle du tronc du patient obtenue par l'outil informatique (Fig. 14) permet ensuite de pratiquer « virtuellement » les retouches nécessaires à la correction des courbures selon une méthodologie très proche des retouches pratiquées sur un positif plâtré. Une première étape consiste à saisir l'empreinte du tronc par une autre méthode que le négatif plâtré. Un « positif » est alors réalisé en transmettant les informations à une machine outil à commande numérique qui va le découper dans un bloc de mousse. Il ne reste plus à l'orthoprothésiste qu'à réaliser l'orthèse comme il le faisait auparavant à partir d'un positif plâtré corrigé. Les avantages de cette méthode sont nombreux : rapidité de la prise des mesures (quelques secondes avec la méthode optique), confort et innocuité (pas de moulage plâtré pour le patient), conservation des données (par opposition au positif plâtré dont on perdait la nature originale dès qu'il était corrigé).

Description de quelques-unes des orthèses les plus répandues

Corset de Milwaukee (Fig. 15)

Caractérisé par la présence de pièces préhyoïdienne et occipitales, il est bien accepté chez les petits enfants (beaucoup moins bien chez les adolescents) et exerce peu de contraintes sur la cage thoracique à condition d'éviter la sangle sous-axillaire. Il est le type même du corset « actif » dont l'enfant essaye de s'extraire, prenant en particulier appui sur les coussinets occipitaux chaque fois qu'il regarde en l'air. Des mains correctrices peuvent également être ajoutées et jouer un rôle soit passif soit de « rappel à l'ordre ». Il s'agit de l'une des seules orthèses efficaces dans les courbures cervicothoraciques et thoraciques hautes, au-dessus de T6.

Corsets polyvalents

Le précurseur en est le corset lyonnais en « plexidur » mis au point par Stagnara en 1950, s'intégrant dans un protocole thérapeutique « lyonnais » débuté par deux corsets plâtrés EDF laissés en place 2 mois chacun [17]. Il en reproduisait fidèlement les appuis et a parfois été responsable de déformations thoraciques, tout particulièrement quand il était employé chez les très jeunes enfants.

Le corset 3 valves de Michel et Allègre arrive 20 ans plus tard, moins contraignant, pouvant éventuellement s'affranchir des corsets plâtrés préalables. Cette orthèse est caractérisée par sa



Figure 13. Les différentes étapes de la confection d'un corset à partir d'un positif plâtré.

- A.** Réalisation du moulage.
- B.** Réalisation du positif plâtré.
- C.** Retouche du positif.
- D.** Ajustement des pièces définitives sur le positif retouché.

ceinture pelvienne asymétrique et des valves qui n'ont plus un rôle de maintien, mais visent surtout à obtenir des réactions de redressement à partir d'un mouvement de translation du tronc sur le bassin entre la valve iliolombaire convexe et la valve pelvienne ^[18] (Fig. 16). Les indications électives de ce corset sont les courbures lombaires et thoracolombaires. En cas de double courbure une correction supplémentaire de la composante thoracique peut être obtenue dans le corset 4 valves (Fig. 17) des mêmes auteurs ^[18].

Le corset de détraction Garchois, surtout connu pour son efficacité dans les courbures paralytiques, peut être utilisé en lieu et place du corset de Milwaukee dans les scolioses infantiles, car il est facile à mettre en place, non contraignant sur le plan respiratoire et facilement réglable dans toutes ses dimensions ^[19] (Fig. 18). L'adjonction d'une têtère permet d'accentuer la correction obtenue par la force de détraction et évite de recourir à des forces contraignantes sur le grill costal (Fig. 19).

Le corset Berckois à valves modulaires est composé de valves préformées dont le montage et la découpe définitive sont réalisés sur le patient ^[20].

Le corset 3D ^[7] léger, souple et esthétique, est indiqué en cas de lordose thoracique qu'il serait susceptible d'améliorer. Il est de réalisation technique délicate.

Les polyvalves toilées comme le corset élastique de Saint-Etienne ^[6] ou mixtes comme le corset Olympe ^[14] représentent

l'étape suivante dans la légèreté, les classiques valves thermoformables étant remplacées par des bandes de tissu élastique résistant. De l'aveu même de leurs promoteurs ces orthèses ne peuvent s'adresser qu'à des scolioses peu évoluées.

Corsets monovalve

Le corset TLSO (*thoraco lumbo sacral orthosis*) de Minneapolis et le corset dit « de Boston » (Fig. 20) furent au début des années 1970 les premières structures monobloc, courtes, à ouverture postérieure, utilisant des modules préfabriqués en délordose lombaire et destinées aux seules scolioses lombaires et thoracolombaires ^[4, 21]. Des corsets plus enveloppants, de fabrication rapide, mais partant d'une « correction médicalisée » des déformations (sur table de Cotrel pour le *body jacket* de Wilmington ^[22], en suspension pour le TLSO de Kohler ^[13]) peuvent s'attaquer aux thoraciques et aux doubles courbures.

Très utilisé, le corset de Cheneau-Toulouse-Munster comprend une multitude de zones d'appui convexe auxquelles répondent un nombre tout aussi important de zones d'expansion concave (Fig. 21, 22) ^[23].

Des corsets monovalve en hypercorrection (Charleston, CAEN's) sont proposés pour des traitements nocturnes, s'adressant a priori à des courbures uniques thoraciques basses, thoracolombaires ou lombaires ^[24, 25] (Fig. 23).



Figure 14. Acquisition tridimensionnelle assistée par ordinateur permettant la conception d'un corset CTM de correction pour scoliose.

A. Acquisition par balayage externe.

B. Retouche virtuelle sur le positif numérique.

C. Simulation de l'effet du corset sur la radiographie.

D. Corset définitif lors de l'essayage (avec l'aimable autorisation des établissements Lagarrigue).



Figure 15. Corset de Milwaukee (avec l'aimable autorisation des établissements Ravier Touzard).

Critères de choix de l'appareil

Le choix dépend de nombreux facteurs : l'âge du patient, la localisation de la courbure, l'importance de l'angulation, la



Figure 16. Corset 3 valves (avec l'aimable autorisation des établissements Ravier Touzard).

réductibilité de la déformation mais aussi et surtout de l'expérience du prescripteur. Certaines règles doivent toutefois être retenues :

- pour les très jeunes enfants toute contrainte excessive sur la cage thoracique doit être évitée. Les corsets Garchois ou de Milwaukee sont alors particulièrement recommandés (Fig. 24) ;

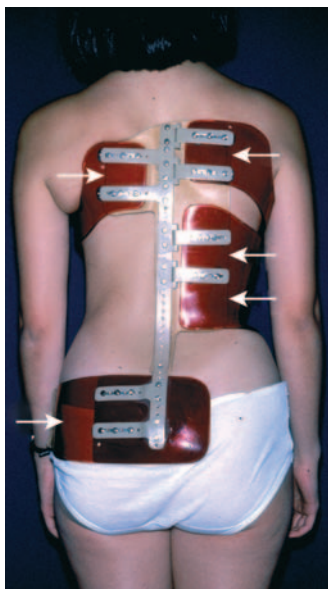


Figure 17. Corset 4 valves.

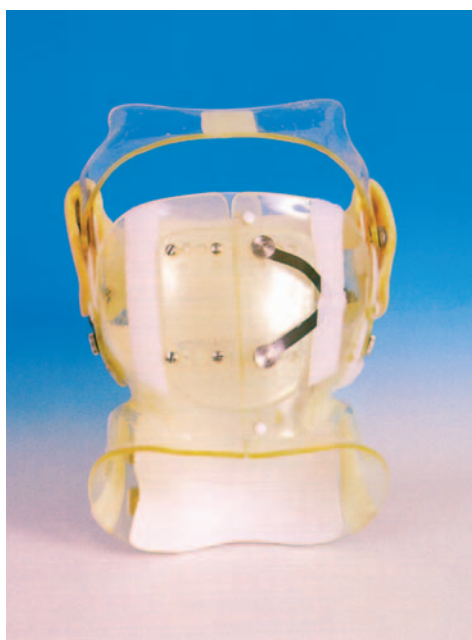


Figure 18. Corset Gatchois (avec l'aimable autorisation des établissements Ravier Touzard).

- sur les courbures thoraciques hautes, aucun corset, exception faite du corset de Milwaukee, n'est réellement efficace alors que nombre de corsets courts sont très correcteurs sur les courbures thoracolumbaires ou lombaires. Les courbures thoraciques moyennes, basses et les doubles courbures peuvent être traitées par un corset de Milwaukee mais aussi par un corset monobloc ou polyvalve (Fig. 25) ;
- enfin, il paraît préférable, lorsque la déformation est sévère et raide, d'autant plus que l'enfant est jeune, de faire précéder la réalisation de l'orthèse par un ou plusieurs plâtres de correction.

■ Indication du traitement orthopédique

Le traitement a pour but d'éviter, durant la période de croissance du rachis, qu'une scoliose évolutive ne s'aggrave et n'aboutisse à des déformations si évoluées qu'une arthrodèse vertébrale soit la seule issue thérapeutique. Ceci justifie que l'on



Figure 19. Corset Gatchois avec têtère.

A. Vue de face.

B. Vue de dos.

C. Vue latérale gauche.

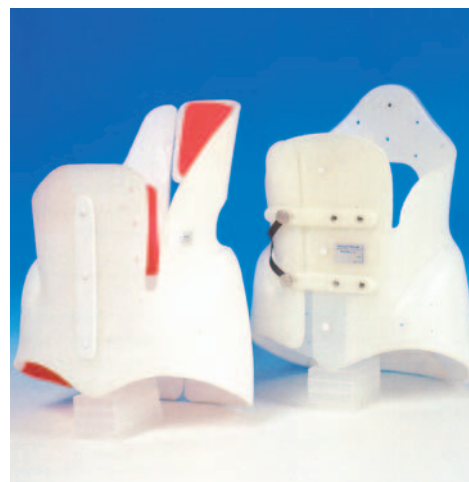


Figure 20. Corset de Boston (avec l'aimable autorisation des établissements Ravier Touzard).

tienne compte de l'histoire naturelle des scolioses et des possibilités qu'offre le traitement orthopédique pour en modifier favorablement le cours.

Quand faut-il débuter un traitement orthopédique ?

Devant une aggravation de l'angle de Cobb

Depuis les travaux de Duval-Beaupère [26] on sait que l'histoire naturelle des scolioses idiopathiques répond très souvent

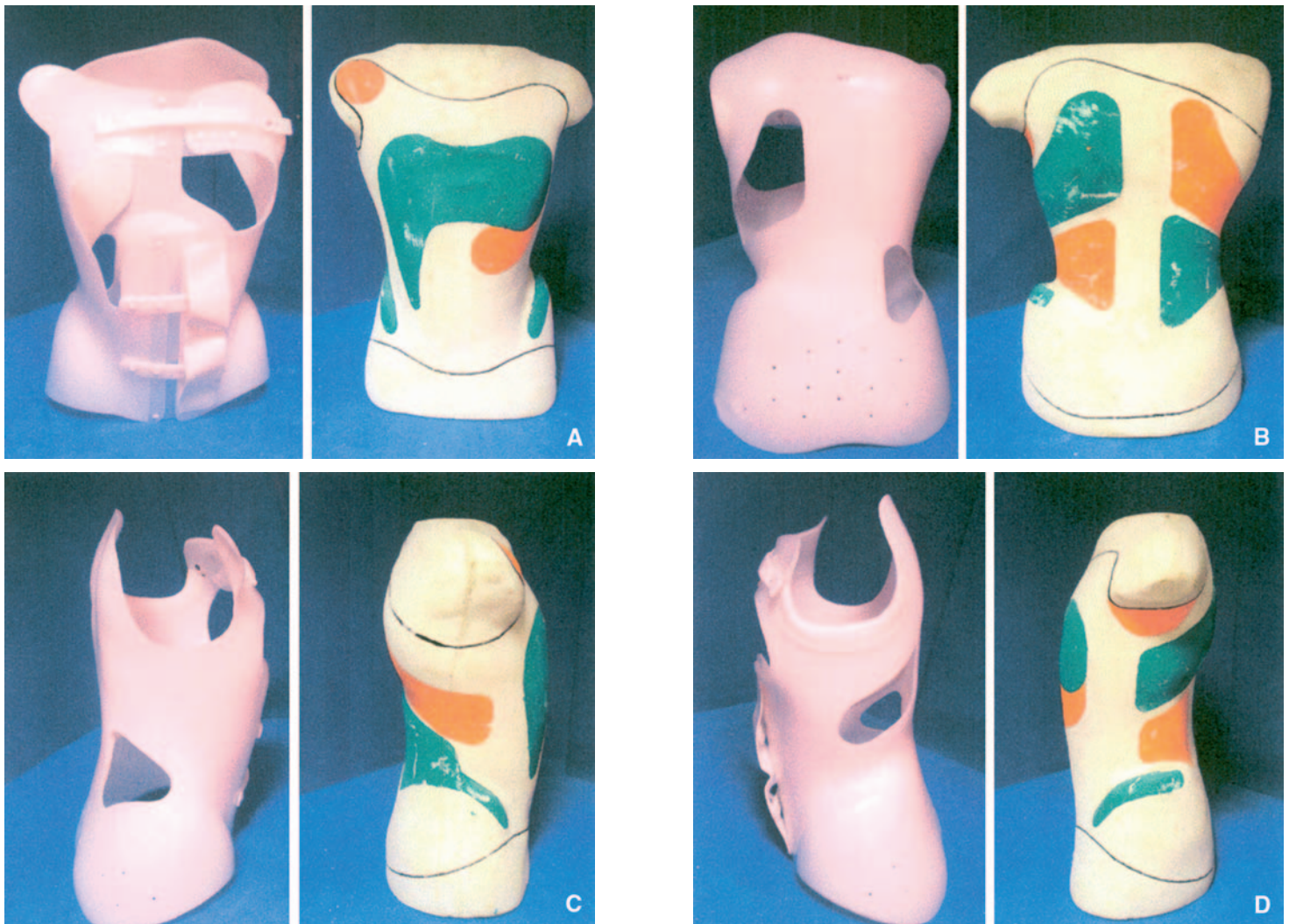


Figure 21. Zones d'appui et d'expansion du corset de Cheneau-Toulouse-Munster (CTM) (avec l'aimable autorisation des établissements Ravier Touzard).
A. Vue de face.
B. Vue de dos.
C. Vue latérale droite.
D. Vue latérale gauche



Figure 22. Corset de Cheneau-Toulouse-Munster (CTM) (avec l'aimable autorisation des établissements Ravier Touzard).

à des règles bien définies d'évolution linéaire de l'angle de Cobb dans le plan frontal en trois périodes successives : la première s'étendant de la naissance au début de la puberté et caractérisée par une aggravation angulaire annuelle dessinant une pente P1, la seconde, plus courte mais de pente P2 beaucoup plus abrupte, débutant dès qu'apparaissent les premiers signes pubertaires au point P, s'étendant au-delà du pic de vélocité de croissance et



Figure 23. Corset de Charleston (avec l'aimable autorisation des établissements Lecante).

de la date d'apparition des premières règles pour finir à maturation osseuse (Fig. 26). Une troisième pente P3 d'aggravation progressive à l'âge adulte est maintenant bien admise. Elle serait

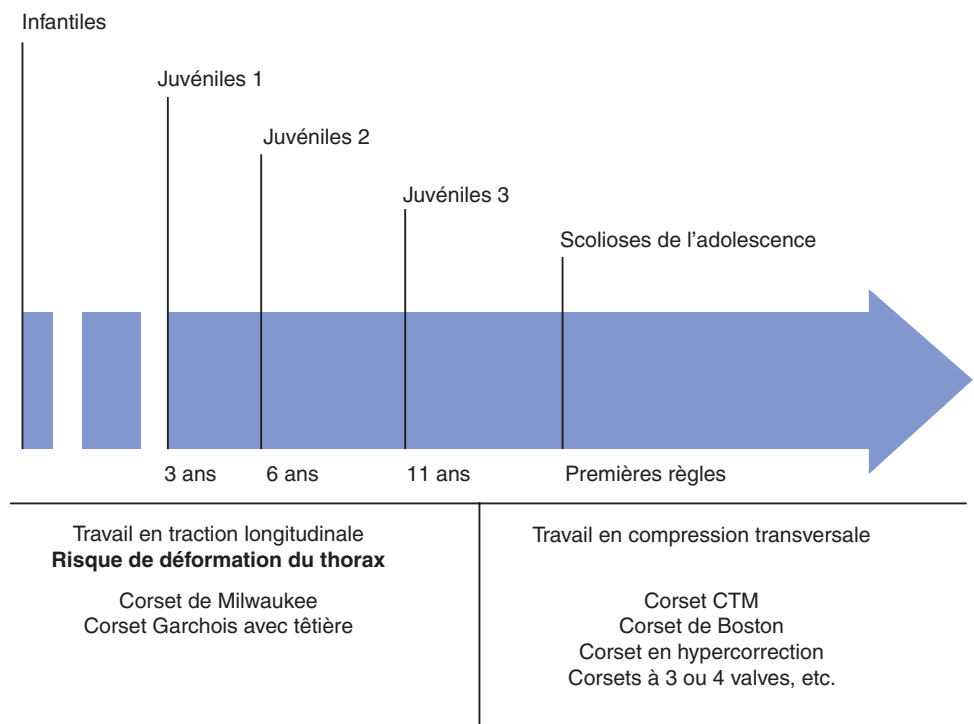


Figure 24. Restriction du port de certains types d'appareillages en fonction de l'âge : chez l'enfant jeune, toute contrainte excessive sur la cage thoracique doit être évitée. Le port du corset de Milwaukee ou du corset Garchois reste donc la règle. CTM : corset de Cheneau-Toulouse-Munster.

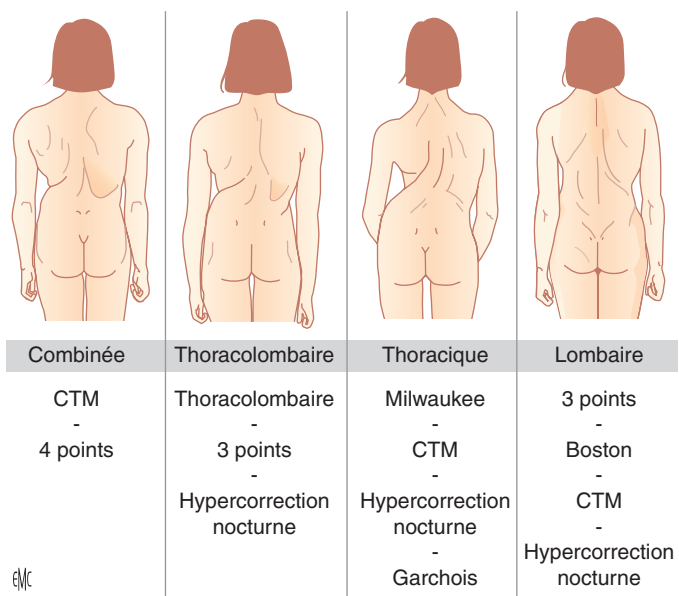


Figure 25. Indication de certains corsets en fonction de la topographie de la déformation. CTM : corset de Cheneau-Toulouse-Munster.

de 0,25° à 3° par an selon les auteurs et selon la topographie de la scoliose. Il est également démontré l'existence d'angulation seuil en fin de croissance, au-delà de laquelle le risque d'aggravation à l'âge adulte serait important. Les chiffres de 35 à 50° pour les courbures thoraciques, 25 à 30° pour les lombaires sont à ce sujet souvent cités avec comme corollaire, pour le thérapeute, le souci de maintenir le rachis sciotique en deçà de ces seuils « fatidiques » en fin de croissance [27-29].

Avant la puberté, le thérapeute dispose de suffisamment de temps devant lui pour apporter la preuve d'une aggravation angulaire, encore que cette « certitude évolutive » ne soit pas absolue. Elle se base classiquement [22] sur une accentuation angulaire de face de plus de 5° à deux examens successifs, chiffre supposé éliminer les possibles variations dans les mesures faites par le même observateur (Fig. 27). Or, la scoliose est une

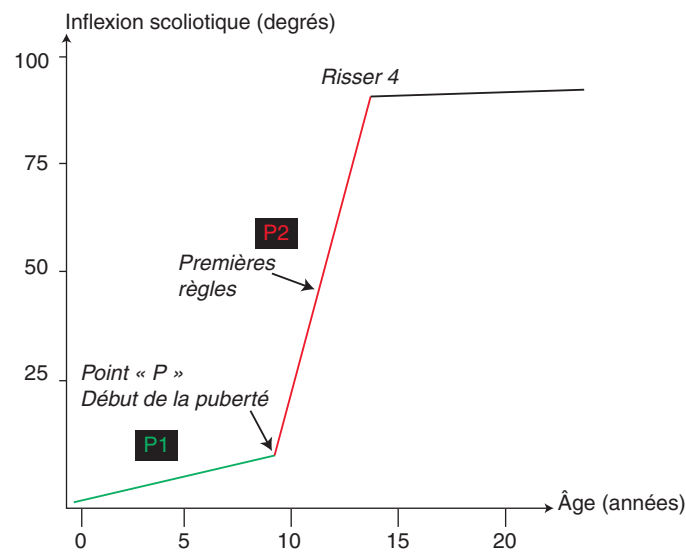


Figure 26. Linéarité évolutive des scolioses (d'après Duval Beupère).

déformation tridimensionnelle et s'arrêter à cette seule notion d'aggravation de l'angle de face pour caractériser l'évolutivité est réducteur.

Durant la puberté, où l'évolutivité de la déformation peut être rapide, la décision de débuter un traitement orthopédique est parfois prise rapidement (Fig. 28). En effet, ce peut être une perte de chance que d'attendre, pour débuter un traitement, une hypothétique accentuation à deux radiographies successives de l'angle de Cobb lorsque l'angulation est déjà relativement importante. Il faut parfois faire un « pari sur l'avenir » en rassemblant des éléments pronostiques qui permettent, dès le premier examen, de déterminer la probabilité évolutive de la scoliose.

Devant certains facteurs de mauvais pronostic

L'âge et le stade de maturation font craindre une aggravation

Parmi les scolioses découvertes chez le tout petit enfant, avant 1 an, la très grande majorité va disparaître spontanément (scoliose du nourrisson, scolioses infantiles spontanément

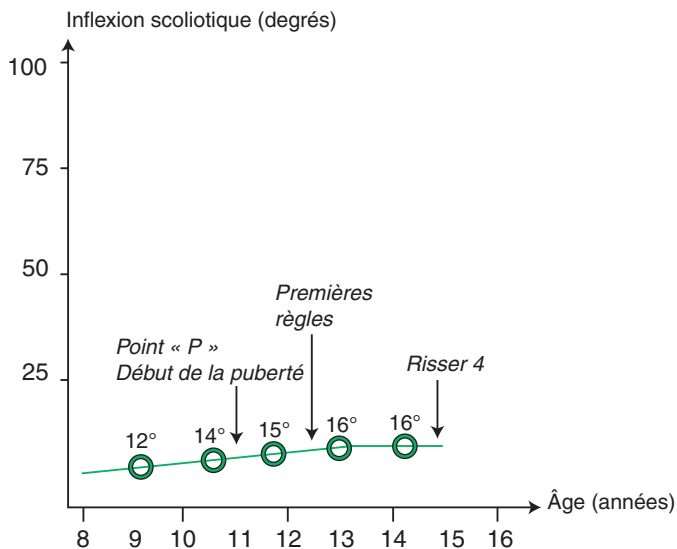


Figure 27. Exemple d'une courbe de surveillance angulaire d'une scoliose non évolutive. Aucun traitement orthopédique n'est justifié dans ce cas.

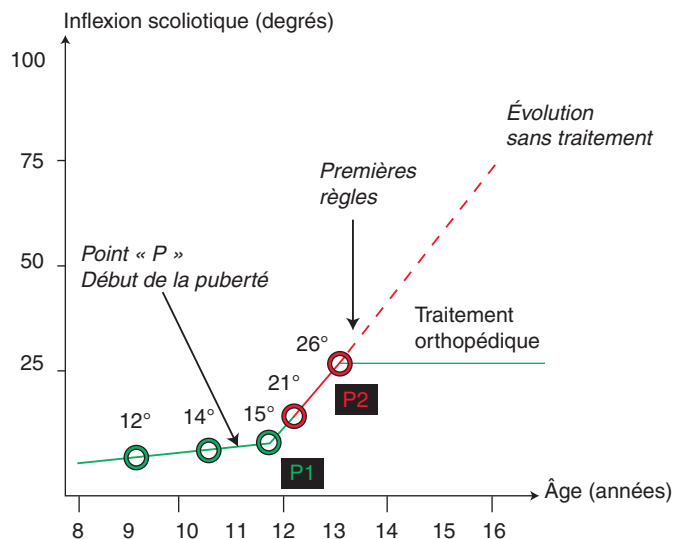


Figure 28. Exemple d'une courbe de surveillance angulaire d'une scoliose évolutive. Dès que l'évolutivité clinique et radiologique est certaine, un traitement orthopédique doit être conduit jusqu'à maturité squelettique.

résolutives) alors que les autres peuvent progresser de façon dramatique (scolioses infantiles progressives). Les formes non évolutives, voire résolutives, des scolioses juvéniles sont beaucoup moins fréquentes ; on estime que 60 à 90 % des scolioses découvertes avant l'âge de 11 ans (juvéniles 1 et 2) sont évolutives. De 11 ans à la fin de croissance ce pourcentage va décroître ; lorsqu'une scoliose est découverte après Risser 2, le pourcentage de scolioses réellement évolutives ne serait plus que de 10 à 20 % [30].

Angle de Cobb déjà important

Le cap décisif est celui de 30° au-delà duquel toutes les scolioses découvertes en période de croissance sont évolutives. Pour des angulations plus faibles, les résultats publiés par Lonstein [31] en fonction du test de Risser sont très utiles pour prendre une décision. Par exemple, une courbure de moins de 20° à Risser égal ou supérieur à 2 possède moins de 2 % de risque de progression alors qu'une scoliose comprise entre 20 et 29° à Risser 0 ou 1 a près de 70 % de risque de s'aggraver. L'angle couché aurait encore plus de valeur et surtout une meilleure reproductibilité, un angle de Cobb couché supérieur à 19° étant suffisant pour prévoir l'évolutivité de la scoliose [30].

Rotation vertébrale importante

L'importance de la rotation vertébrale semble avoir une valeur pronostique nette. Il existe une corrélation entre l'évolutivité des courbures thoraciques et la gibbosité, notamment lorsque celle-ci devient supérieure à 10 mm. La corrélation radiographique existe également entre la rotation vertébrale en zone apicale et l'évolution de la courbure. À noter comme élément de mauvais pronostic la présence dans la petite enfance, avant l'âge de 6 ans, d'un brusque changement dans le sens de la rotation au niveau jonctionnel, ce qui peut s'exprimer par la mesure de la rotation spécifique [32].

Topographie défavorable

Un plus mauvais pronostic angulaire des courbures thoraciques est généralement reconnu. À l'inverse, le risque évolutif est moindre pour les scolioses lombaires, mais plus prolongé et avec un fort potentiel de dégénérescence arthrosique source de douleurs à l'âge adulte. Entre les deux types se situent, en termes d'évolutivité, les doubles courbures puis les thoracolombaires [33].

Équilibre du tronc perturbé

Un déséquilibre du tronc, apprécié lors de l'examen au fil à plomb, aurait également valeur de mauvais pronostic lorsque la translation latérale s'avère supérieure à 10 mm [34].

Profil rachidien perturbé

Une cyphose thoracique inférieure à 20°, a fortiori une lordose thoracique, est un facteur de risque important [35] d'autant qu'il peut être majoré par le traitement orthopédique.

Bonne surveillance

Elle donne toujours les bons arguments pour débiter ou non un traitement.

Arguments morphologiques

La taille debout et assise, les caractères sexuels secondaires, les gibbosités, l'équilibre frontal, les flèches sagittales sont étudiés et comparés à chaque examen réalisé à 6 mois d'intervalle, intervalle que l'on peut réduire à 3 ou 4 mois en période de poussée pubertaire.

Arguments radiographiques

Une téléradiographie debout de face du rachis en incidence postéroantérieure est demandée au moins une fois par an, plutôt tous les 6 mois en période pubertaire ou en cas d'aggravation des paramètres morphologiques. Il est utile de reporter sur un diagramme les angles de Cobb en fonction de l'âge. Une radiographie de profil est demandée plus épisodiquement, initialement pour servir de référence et en cas d'aggravation des flèches sagittales.

Attitude au terme de ce premier bilan

Les scolioses qui au premier examen paraissent devoir bénéficier sans trop de délai d'une sanction chirurgicale sont rares. Ce sont le plus souvent des scolioses découvertes à l'adolescence avec une courbure thoracique d'angulation supérieure à 50°, avec une lordose thoracique marquée ou un apex haut situé, ainsi que des scolioses thoracolombaires avec déséquilibre du tronc et cyphose rotatoire. Le plus souvent l'enfant est surveillé à la recherche de la preuve clinique ou radiologique de l'évolutivité, le traitement d'emblée sans cette preuve n'étant permis que si la courbure est manifestement évolutive et que l'on ne dispose pas devant soi d'un temps suffisant pour la surveillance.

Comment (bien) débiter un traitement orthopédique ?

Bien souvent, la phase initiale du traitement orthopédique va conditionner son observance et par conséquent une grande partie de son efficacité. Il faut éviter une entrée trop brutale en

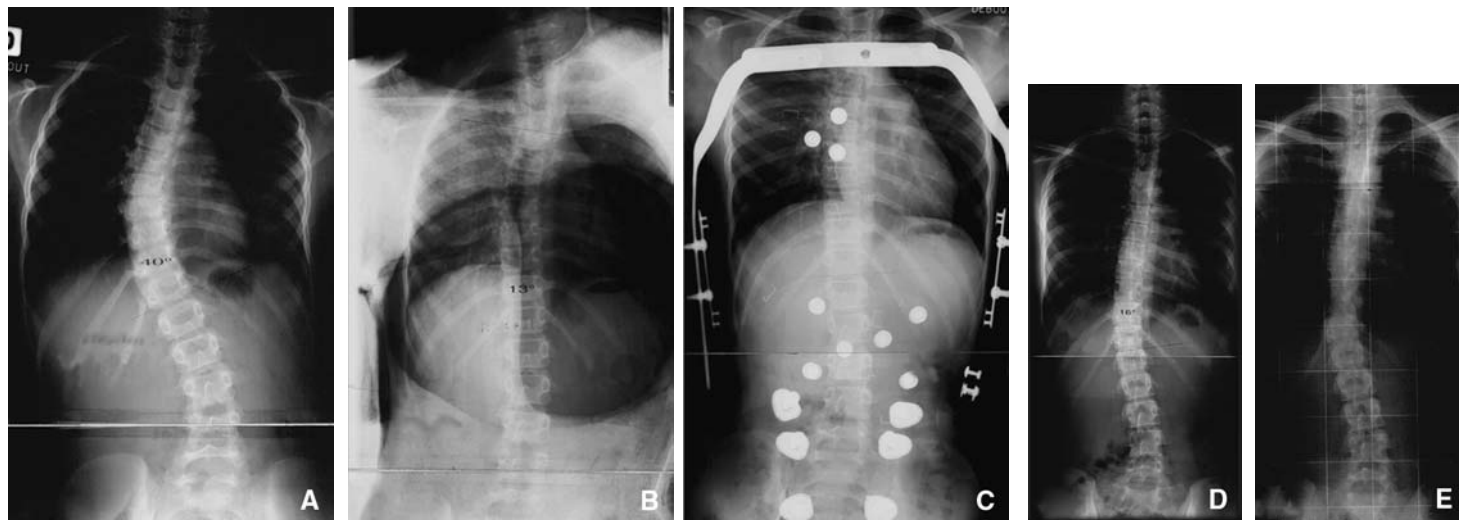


Figure 29. Scoliose juvénile 2 qui s'aggrave malgré un traitement orthopédique bien suivi.

- A.** La courbure mesure 40° à 10 ans 3 mois en position debout.
- B.** Bonne réduction après réalisation d'un corset plâtré de correction.
- C.** Le corset orthopédique reproduit les appuis du plâtre.
- D.** Résultat au moment de l'arrêt du traitement à 15 ans et demi.
- E.** Pas de détérioration du résultat au plus long recul à l'âge de 27 ans.

matière et bien faire comprendre à l'intéressé et à sa famille, au besoin au cours de plusieurs consultations rapprochées, le bien-fondé de l'indication du traitement orthopédique.

Lorsque l'on dispose de plusieurs documents radiologiques successifs qui démontrent de manière objective l'aggravation de la déformation, persuader tout le monde de la nécessité d'un traitement par corset est souvent assez simple.

Lorsque l'indication est plus basée sur des critères morphologiques (topographie, angulation, déséquilibre) que sur une réelle évolutivité, délivrer un message clair quand à la nécessité d'un traitement par corset est parfois plus délicat.

Bien qu'il ne faille pas tomber dans un excès de zèle en début de traitement, il n'est absolument pas bénéfique, en termes d'efficacité mais également en termes d'observance ultérieure, de commencer par un traitement « allégé ». Au contraire, la réalisation d'un plâtre EDF de correction initiale peut être une excellente entrée en matière. Ce corset plâtré, porté par définition de manière permanente, permet une bonne correction initiale de la déformation et une réduction notable des gibbosités, ce qui va faciliter la tolérance et l'observance du corset amovible quelques semaines plus tard. Il est surprenant de constater que la grande majorité des patients confirment, une fois la période initiale des tout premiers jours passée, l'excellente tolérance de ce premier corset plâtré, parfois supérieure à celle du corset amovible en matériaux plastiques.

Il faut éviter de manière générale de débiter un traitement orthopédique en déléguant à l'appareilleur la réalisation d'un premier corset et en ne revoyant l'enfant par la suite que plusieurs semaines après la réalisation de celui-ci. Le patient a alors l'impression d'un manque d'investissement du prescripteur à ses côtés ce qui ne l'incite pas à une bonne observance.

Une fois la phase initiale du corset plâtré passée et le corset amovible correctement ajusté, il est intéressant de revoir fréquemment les patients durant les 6 premiers mois du traitement orthopédique (par exemple à 1 mois puis à 3 ou 4 mois) afin de contrôler l'observance et la tolérance du corset. La réalisation d'une radiographie du rachis en totalité debout de face et de profil dans l'appareillage durant les premières semaines permet de contrôler la correction optimale de la déformation dans l'appareillage. Bien souvent, la vue de la scolioses correctement corrigée sur la radiographie dans le corset est également une source de motivation supplémentaire pour le jeune patient et augmente de manière notable l'observance du traitement mis en place.

Le traitement orthopédique est-il efficace ?

Pour les scolioses infantiles

L'efficacité du traitement orthopédique dans les scolioses infantiles n'est plus à démontrer [36]. S'il est parfaitement inutile dans les courbures résolutes, il doit être en revanche immédiatement entrepris dès que la preuve de l'évolutivité est faite.

Dans les scolioses dites progressives bénignes, l'évolution spontanée aboutit à des courbures de plus de 70° à l'amorce de la puberté. Mais un traitement précoce et très rigoureux va permettre dans près de deux tiers des cas d'éviter l'arthrodèse vertébrale autrement inéluctable en fin de croissance. Dans un cas sur trois la scolioses peut même guérir [37] (Fig. 3).

Dans les scolioses infantiles progressives malignes, l'évolution spontanée est catastrophique avec des courbures qui vont atteindre 120° à 160° en fin de croissance. Même avec une prise en charge précoce par un traitement orthopédique extrêmement sérieux, on n'échappe pour ainsi dire jamais à la nécessité d'une arthrodèse en fin de croissance. Le but du traitement orthopédique est d'amener l'enfant à l'âge de l'opération dans les meilleures conditions, c'est-à-dire avec une colonne équilibrée et un thorax bien développé.

Pour les scolioses juvéniles 1 et 2

En l'absence de traitement orthopédique, les scolioses juvéniles 1, découvertes entre l'âge de 4 ans et l'âge de 7 ans, évoluent au-delà de 100° dans un tiers des cas, au-delà de 50° dans près de 9 cas sur 10. Il est alors nécessaire de réaliser une arthrodèse vertébrale.

Les juvéniles 2, de découverte plus tardive entre 7 et 11 ans, évoluent au-delà de 50° dans plus de 6 cas sur 10 et dépassent 100° dans 13 % des cas [38, 39].

L'efficacité du traitement orthopédique dans les scolioses juvéniles 1 et 2 n'est pas aussi brillante que dans les scolioses infantiles progressives bénignes, la possibilité de guérison n'y étant pas décrite. Le traitement orthopédique reste néanmoins un outil précieux et très efficace car capable d'éviter une arthrodèse dans 50 à 65 % des cas soit bien mieux que l'histoire naturelle (Fig. 29).

Pour les scolioses juvéniles 3 et les scolioses de l'adolescent

Nous gardons comme définition pour les scolioses juvéniles 3, celle de scolioses découvertes entre l'âge de 11 ans et le début de la puberté et pour les scolioses de l'adolescent celle

débutant avec la puberté jusqu'à maturation osseuse [38]. C'est pour ce groupe de patients que le scepticisme vis-à-vis de l'efficacité du traitement orthopédique a été maximal. À partir d'études rétrospectives des doutes furent émis sur les possibilités du traitement orthopédique de modifier favorablement l'histoire naturelle de ce type de scoliose en en stoppant l'aggravation angulaire [40] ou en diminuant le nombre d'arthrodèses vertébrales [41]. Pour répondre à cette question la Scoliosis Research Society (SRS) diligenta une étude prospective multicentrique comparative entre histoire naturelle, corset orthopédique et électrostimulation : le traitement orthopédique des scolioses pour des courbures de 25° à 35° avait 40 % de chance de plus d'être efficace que l'absence de traitement ou le traitement par électrostimulation [34]. Les mêmes conclusions furent tirées de la méta-analyse commanditée par la SRS en 1995 avec une absence d'aggravation de ces courbures « pubertaires » de 25 à 35° pour 49 % des patients non traités et pour 92 % des patients traités par corset orthopédique [42]. D'autres études ont confirmé l'efficacité du traitement orthopédique par rapport à l'histoire naturelle de ces scolioses qui « traversent la puberté ». Encore faut-il reconnaître que la plupart des séries ne recrutent que des patients à Risser 0 ou Risser 1, et que l'on est donc moins certain de l'efficacité du traitement orthopédique lorsque se rapproche la maturation squelettique. L'explication du succès que certains ont pu obtenir avec des traitements débutés tardivement, parfois à Risser 4, est encore à venir [9, 43].

■ Accompagnement et surveillance des appareils orthopédiques

Kinésithérapie

Tout appareil de correction des déformations vertébrales, surtout s'il est porté à plein temps et s'il est inamovible comme un plâtre, risque d'entraîner une restriction ventilatoire et une atrophie musculaire. La kinésithérapie est donc parfois un complément utile du traitement orthopédique. En plus de pallier les inconvénients de l'immobilisation, le kinésithérapeute apprend à l'enfant à s'autocorriger dans et hors du corset, à assouplir les zones enraidies, surveille la tolérance et le réglage du corset et enfin, ce qui n'est pas négligeable, peut avoir un effet bénéfique sur le plan psychologique [44].

Le sport est un complément indispensable à la kinésithérapie, dont il prend même la place chez de nombreux enfants. On conseille habituellement les sports en extension ou la natation. En fait aucun sport, même asymétrique, n'est vraiment contre-indiqué en raison des avantages nombreux sur la qualité musculaire respiratoire et psychologique.

Les complications sont rares et habituellement sans grandes conséquences si une surveillance rigoureuse est exercée. Si la mise au point du corset orthopédique est effectuée en consultation externe en présence de l'appareilleur, il nous paraît préférable de réaliser les corsets plâtrés au cours d'une hospitalisation de quelques jours pour dépister les phénomènes d'intolérance et donner aux familles les informations nécessaires. Cette éducation de la famille est primordiale pour éviter les problèmes cutanés (escarre sous plâtre à dépister par l'examen plurihebdomadaire du jersey), digestifs (régime adapté sans boisson gazeuse, ni féculents), neurologiques (en particulier plexique par appui sous-axillaire excessif) et osseux (déformations orthodontiques devenues bien plus rares depuis la modification des appuis du Milwaukee et l'abandon de la traction vertébrale nocturne).

Contrôle et surveillance de l'efficacité du traitement

La surveillance des corsets plâtrés doit être rapprochée, ne serait-ce que pour améliorer la correction par adjonction de feutres. Les corsets orthopédiques sont revus 1 mois puis 3 mois après leur livraison pour en apprécier la tolérance et l'efficacité. Là encore, comme au moment de l'élaboration de l'orthèse, la collaboration entre l'appareilleur et le chirurgien orthopédiste

est indispensable. Un contrôle radiographique de face debout étudie la réduction de la déformation dans le plan frontal et transversal, l'équilibre du tronc, la position des mains d'appui. Les autres contrôles radiographiques sont répétés tous les 6 mois après avoir retiré le corset depuis au moins 1 heure pour juger de l'efficacité du traitement orthopédique sur la déformation rachidienne « non corrigée ».

Dans les scolioses sévères, notamment thoraciques, un contrôle régulier de la fonction respiratoire est indispensable, une dégradation de celle-ci, au même titre qu'une modification substantielle dans le sens de la lordose du profil thoracique devant faire discuter l'opportunité d'une modification du traitement orthopédique ou le recours à la chirurgie.

■ Conclusion

Un temps remis en question, le traitement orthopédique des scolioses idiopathiques en période de croissance mérite de conserver une place prépondérante par son efficacité indiscutable et sa relative innocuité comparée aux traitements chirurgicaux.

Chez le petit enfant une chirurgie précoce n'a pas sa place et, même en cas de déformations très importantes, il faut s'orienter vers un traitement orthopédique certes long, astreignant et difficile mais qui permet d'éviter d'intervenir trop tôt chirurgicalement sur un rachis encore trop immature.

Chez les plus grands il faut également mettre en route le traitement orthopédique comme s'il devait être la seule forme de traitement et non comme une préparation ou une phase d'attente avant une chirurgie d'arthrodèse.

Il faut faire de l'enfant et de la famille ses alliés, condition possible uniquement si l'on a une complète confiance dans la méthode que l'on va employer. Bien sûr, chez l'adolescent il est des situations où le traitement orthopédique à l'évidence n'a aucun effet bénéfique. Laisser l'histoire naturelle se dérouler ou opérer sont alors les seules options. Mais ces situations restent bien rares.

À l'opposé, faisons attention au danger qu'il y aurait à « trop traiter », le coût excessif engendré pour la société n'étant sûrement pas négligeable. Une meilleure connaissance de l'histoire naturelle des « petites scolioses » et des possibilités pour en modifier le cours doit nous permettre de proposer plus sereinement qu'il y a quelques années un traitement précoce qui ne soit pas abusif. Il faut espérer que dans le futur des progrès sur la compréhension de l'origine de ces scolioses idiopathiques permettent d'améliorer les possibilités, d'en prévoir l'évolution. Bénéficiant en plus des constantes améliorations dans la conception et la réalisation des appareillages, nous devrions alors augmenter la performance du traitement orthopédique en l'utilisant, à bon escient, dans des indications toujours plus précises.



■ Références

- [1] Winter R. The pendulum has swung too far. Bracing for adolescent idiopathic scoliosis in the 1990s. *Orthop Clin North Am* 1994;25: 195-204.
- [2] Winter R, Lonstein J. To brace or not to brace: the true value of school screening. *Spine* 1997;22:1283-4.
- [3] Kohler R. Histoire du traitement de la scoliose. Monographie du Groupe d'Étude en Orthopédie Pédiatrique. In: *La scoliose idiopathique*. Montpellier: Sauramps Médical; 1997. p. 13-9.
- [4] Moe J, Winter R, Bradford D. Techniques in bracing. In: *Scoliosis and others spinal deformities*. Philadelphia: WB Saunders; 1978. p. 359-69.
- [5] Blount W, Schmidt A. The Milwaukee brace in the treatment of scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1957;39:693.
- [6] Picault C. Le corset toilé de Saint-Etienne. Monographie de la réunion du Groupe d'Étude de la Scoliose, Strasbourg. 1982 (p. 34-6).
- [7] Graf H, Dauny G. Corset 3D. In: *La scoliose idiopathique*. Paris: Masson; 1996. p. 203-4.
- [8] Coillard C, Leroux MA, Zabjek KF, Rivard CH. SpineCor, a non-rigid brace for the treatment of idiopathic scoliosis: post-treatment results. *Eur Spine J* 2003;12:141-8.

- [9] Dubouset J. La scoliose idiopathique, perspectives actuelles et futures. Monographie du Groupe d'Étude en Orthopédie Pédiatrique. In: *La scoliose idiopathique*. Montpellier: Sauramps Médical; 1997. p. 339-58.
- [10] Morin C, Morel G, Chopin D. Les scolioses idiopathiques infantiles. *Vie Med* 1981;**22**:1467-77.
- [11] Cauchois J, Cotrel Y, Morel G. Résultats obtenus par l'élongation vertébrale dans le traitement de la scoliose essentielle. *Rev Chir Orthop* 1958;**44**:176-89.
- [12] Duval-Beaupère G. Moulage des orthèses correctrice de scolioses. Monographie de la réunion du Groupe d'Étude de la Scoliose, Strasbourg. 1982 (p. 17-20).
- [13] Karger C. Traitement orthopédique de la scoliose idiopathique. Les méthodes et leurs indications spécifiques. Monographie du Groupe d'Étude en Orthopédie Pédiatrique. In: *La scoliose idiopathique*. Montpellier: Sauramps Médical; 1997. p. 171-90.
- [14] Fauchet R, Ollier M, Dumas-Combe C. Le corset Olympe. In: *La scoliose idiopathique*. Paris: Masson; 1996.
- [15] Cottalorda J, Kohler R, Garin C, Genevois P, Lecante C, Berge B. Orthoses for mild scoliosis: a prospective study comparing traditional plaster mold manufacturing with fast, noncontact, 3-dimensional acquisition. *Spine* 2005;**30**:399-405.
- [16] Kohler R, Cottalorda J, Garin C. Analyse de la forme externe du tronc par prise d'empreinte optique : ses applications à la confection de corsets et à la surveillance clinique des scolioses. In: *La scoliose idiopathique*. Paris: Masson; 1996. p. 238-44.
- [17] Fauchet R. *Le corset lyonnais*. Monographie de la réunion du Groupe d'Étude de la Scoliose, Strasbourg. 1982 (p. 22-3).
- [18] Michel C, Caton J. L'orthèse rachidienne à 3 valves. Monographie de la réunion du Groupe d'Étude de la Scoliose, Strasbourg. 1982 (p. 24-5).
- [19] Duval-Beaupère G, Poiffaut A, Bouvier CL, Garibal JC, Assicot J. Les corsets plexidur moulés en correction dans le traitement des scolioses paralytiques. *Acta Orthop Belg* 1975;**41**:652-9.
- [20] Chopin D. *Le corset Berckois à valve modulaires*. Monographie de la réunion du Groupe d'Étude de la Scoliose, Strasbourg. 1982 (p. 48-9).
- [21] Watts H, Hall J, Stanish W. The Boston brace system for the treatment of low thoracic and lumbar scoliosis by the use of a girdle without superstructure. *Clin Orthop Relat Res* 1977;**126**:87-92.
- [22] Bassett G, Bunnell W, MacEwen G. Treatment of idiopathic scoliosis with the Wilmington brace. Results in patients with a twenty to thirty-nine-degree curve. *J Bone Joint Surg Am* 1986;**68**:602-5.
- [23] Gaubert J, Miguères J, Cheneau J, Causse G, Bec P, Beteille P. L'abandon des corsets plâtrés dans le traitement orthopédique des scolioses idiopathiques. *Ann Chir* 1973;**27**:1203-9.
- [24] Jarrousse Y, Guibal C, Verbois J. L'orthèse rachidienne. Anachronisme ou nécessité. In: *La scoliose idiopathique*. Paris: Masson; 1996. p. 184-204.
- [25] Price CT, Scott DS, Reed Jr. FE, Riddick MF. Nighttime bracing for adolescent idiopathic scoliosis with the Charleston bending brace. Preliminary report. *Spine* 1990;**15**:1294-9.
- [26] Duval-Beaupère G. Les repères de maturation dans la surveillance des scolioses. *Rev Chir Orthop* 1970;**56**:59-76.
- [27] Collis D, Ponseti I. Long-term follow-up of patients with idiopathic scoliosis not treated surgically. *J Bone Joint Surg Am* 1969;**51**:425-45.
- [28] Duriez J. Évolution de la scoliose idiopathique chez l'adulte. *Acta Orthop Belg* 1967;**33**:547-50.
- [29] Nachemson A. A long-term follow-up study of non-treated scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1969;**39**:466-76.
- [30] Tassin J. Table ronde sur l'histoire naturelle des scolioses en période de croissance. Monographie de la réunion du Groupe d'Étude de la Scoliose, Le Touquet. 1989.
- [31] Lonstein J, Carlson J. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg Am* 1984;**66**:1061-71.
- [32] Perdriolle R, Vidal J. Étude de la courbure scoliotique. Importance de l'extension et de la rotation vertébrale. *Rev Chir Orthop* 1981;**67**:25-34.
- [33] Plais P. Pronostic du traitement orthopédique de la scoliose idiopathique en cours de croissance. Monographie de la réunion du Groupe d'Étude de la Scoliose, Dijon. 1995 (p. 2-13).
- [34] Nachemson A, Peterson L. Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. A prospective, controlled study based on data from the Brace Study of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am* 1995;**77**:815-22.
- [35] Mannherz RE, Betz RR, Clancy M, Steel HH. Juvenile idiopathic scoliosis followed to skeletal maturity. *Spine* 1988;**13**:1087-90.
- [36] Mehta M, Morel G. The non operative treatment of infantile idiopathic scoliosis. In: *Scoliosis proceedings of the 6th symposium*. London: Academic Press; 1979. p. 71-84.
- [37] Morin C, Wehbe J, Daumas L. Traitement orthopédique des scolioses idiopathiques infantiles progressives. In: *La scoliose idiopathique*. Paris: Masson; 1996. p. 133-7.
- [38] Cotrel Y. La scoliose idiopathique. *Acta Orthop Belg* 1965;**31**:794-810.
- [39] Guillaumat M. Histoire naturelle des scolioses de l'enfance à la vieillesse. *Bull Acad Natle Med* 1999;**183**:15-29.
- [40] Miller J, Nachemson A, Schultz A. Effectiveness of braces in mild idiopathic scoliosis. *Spine* 1984;**9**:632-5.
- [41] Goldberg CJ, Moore DP, Fogarty EE, Dowling FE. Adolescent idiopathic scoliosis: the effect of brace treatment on the incidence of surgery. *Spine* 2001;**26**:42-7.
- [42] Rowe DE, Bernstein SM, Riddick MF, Adler F, Emans JB, Gardner-Bonneau D. A meta-analysis of the efficacy of non operative treatments for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1997;**79**:664-74.
- [43] Salanova C, Celle Pouey M, Moreno P. Les résultats lointains du corset de Milwaukee dans la scoliose idiopathique. In: *La scoliose idiopathique*. Paris: Masson; 1996. p. 226-33.
- [44] Guillaumat M, Lebard JP, Khouri N, Tassin JL. Scoliose idiopathique en période de croissance. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur, 15-875-A-10, 1991 : 18p.

R. Vialle, Chirurgien infantile (raphael.vialle@trs.aphp.fr).

K. Abelin, Chirurgien infantile.

Service de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'enfant, Groupe hospitalier Armand Trousseau La Roche Guyon, 26, avenue du Docteur Arnold-Netter, 75571 Paris cedex 12, France.

C. Morin, Chirurgien infantile.

Service de chirurgie orthopédique pédiatrique, Institut Calot, Groupe Hopale, 52, rue du Docteur Calot, 62600 Berck-sur-Mer, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Vialle R., Abelin K., Morin C. Traitement orthopédique des scolioses idiopathiques. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-190, 2008.

Disponibles sur www.em-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Traumatismes récents du rachis thoracolumbaire.

Techniques chirurgicales

J.-P. Steib, A. Mitulescu, I. Bogorin, X. Chiffolot

Le traitement des fractures du rachis thoracolumbaire a changé ces dernières années. La meilleure connaissance de la biomécanique rachidienne et l'exigence des patients ont influencé la prise en charge de ces traumatismes qui méritent un intérêt particulier même en l'absence de complication neurologique. La compréhension de la pathologie traumatique et des grands principes chirurgicaux rachidiens est un gage de réussite. Après l'exposition de ces notions de base indispensables, les différentes techniques peuvent être énumérées pour retenir celle que l'on possède le mieux et qui s'adapte à la fracture rencontrée. L'indication chirurgicale prend en compte la menace neurologique, la déformation actuelle et prévisible ainsi que la perte de substance après réduction. La chirurgie étant l'alternative au traitement conservateur, elle doit dispenser du port d'un corset postopératoire.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Rachis traumatique ; Fracture du rachis thoracolumbaire ; Chirurgie du rachis thoracolumbaire ; Biomécanique du rachis thoracolumbaire ; Vertébroplastie ; Cyphoplastie

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Compréhension des lésions et facteurs de décision | 1 |
| Fracture | 1 |
| Déplacement | 3 |
| ■ Présentation clinique | 4 |
| ■ Examens complémentaires | 4 |
| Radiographie | 4 |
| Scanner | 5 |
| Imagerie par résonance magnétique | 5 |
| ■ Principes chirurgicaux du traitement des traumatismes du rachis | 5 |
| Complexe multiarticulaire | 5 |
| Technique chirurgicale | 5 |
| Techniques nouvelles | 8 |
| ■ Indications | 10 |
| Pour tout de suite | 10 |
| Grands principes | 10 |
| Décision de prise en charge | 11 |
| Indications personnelles | 11 |
| ■ Conclusion | 12 |

■ Introduction

La prise en charge des traumatismes du rachis thoracolumbaire a évolué considérablement ces dernières années en raison de :

- la meilleure compréhension de l'anatomophysiologie du rachis et des lésions traumatiques ;
- des progrès en matière de chirurgie instrumentale ;
- et de l'exigence des patients qui demandent un traitement rapide et sans contraintes (refus du repos et du corset).

La chirurgie rachidienne s'est développée depuis les années 1980 avec une meilleure prise en charge des lésions dégénératives et des déformations. Les traumatismes du rachis ont tout naturellement bénéficié de ces progrès. Le rachis thoracolumbaire intéresse la charnière thoracolumbaire, c'est-à-dire T12-L1 et par extension T11 et L2. On y retrouve 50 % des fractures du rachis [1, 2].

■ Compréhension des lésions et facteurs de décision

Pour prendre la bonne décision devant un traumatisme du rachis, il est nécessaire d'avoir en tête un certain nombre de fondamentaux et de repères. Un rachis sain doit être axé, stable et protéger sans les offenser les structures nerveuses. La fracture perturbe l'anatomie et les rapports vertébraux.

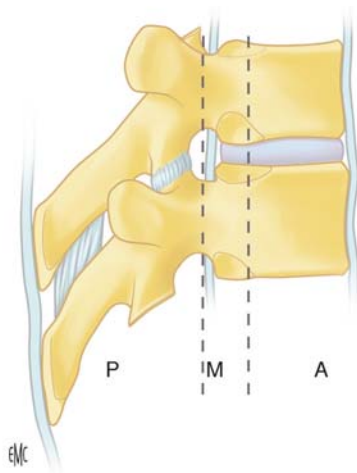
Fracture

Le trait de fracture est la conséquence du mécanisme lésionnel. La description de la fracture demande un classement qui permet de communiquer et de définir un pronostic. La classification de Denis est la plus simple et la plus utilisée, celle de Magerl est la plus précise.

Classification de Denis [3] (Fig. 1)

Denis considère que la vertèbre est divisée en trois colonnes différentes de celles de Louis : colonne antérieure (deux tiers antérieurs du corps vertébral), colonne moyenne (un tiers postérieur du corps vertébral) et colonne postérieure (arc neural, articulaires et pédicules).

L'atteinte de ces colonnes définit les différents types de fractures (Fig. 1).



| Types de fracture | Colonne A | Colonne M | Colonne P |
|-------------------|---|---|---|
| Compression | Compression | / | /ou Distraction |
| <i>Burst</i> | Compression | Compression | / |
| <i>Seat-belt</i> | Compression | Distraction | Distraction |
| Dislocation | Compression Rotation Cisaillement | Distraction Rotation Cisaillement | Distraction Rotation Cisaillement |

Figure 1. Classification de Denis.

- **Fracture-compression** : mécanisme en flexion-compression. Atteinte de la colonne antérieure sans lésion de la colonne moyenne et sans lésion ou quelques lésions en distraction de la colonne postérieure. C'est la fracture la plus fréquente, la plus simple, se compliquant d'une déformation en cyphose, mais pratiquement jamais de problèmes neurologiques en raison de l'absence d'atteinte de la colonne moyenne.
- **Burst fractures** : mécanisme en compression plus ou moins pure. Atteinte de la colonne antérieure et moyenne avec éclatement du corps vertébral qui expulse souvent un morceau dans le canal. L'éclatement du corps fait que les pédicules désolidarisés de l'avant de la vertèbre s'écartent avec comme charnière un point sur la lame. Cet écartement salvateur épargne la moelle d'une compression délétère.
- **Fractures seat-belt** (ceinture de sécurité) : mécanisme en flexion-distraction. Atteinte des colonnes postérieures et

moyenne par ouverture d'arrière en avant. Les lésions peuvent être osseuses pures (fracture de Chance), ostéoligamentaires sur un seul ou plusieurs niveaux ou ligamentaires pures (entorse grave).

- **Fractures-dislocation** : mécanisme associant aux précédents une rotation. Cette fracture atteint les trois colonnes et est la seule où une rotation intervient. L'atteinte des trois colonnes de Denis (mais aussi de Louis) la rend très instable. Elle s'accompagne souvent de cisaillement avec pour conséquence une translation. Les atteintes neurologiques sont très fréquentes.

Classification de Magerl^[4] (Fig. 2)

Type A (compression)

Ces fractures sont dues à une compression axiale avec ou sans flexion du corps vertébral.

- A1 : fracture-tassement : enfoncement du plateau (A11), déformation en coin antérieur (A12) ou effondrement (col-lapsus = A13).
- A2 : fracture-séparation : à trait sagittal (A21), frontal (diabolo = A22) ou en « tenaille » avec un fragment antérieur déplacé vers l'avant (A23).
- A3 : fracture-éclatement (*burst* de Denis) : incomplète (A31), incomplète avec refend sagittal en général en dessous (A32) et complète = comminutive (A33).

Type B (distraction)

Ces fractures sont dues à une distraction vers l'avant (flexion) ou vers l'arrière (extension).

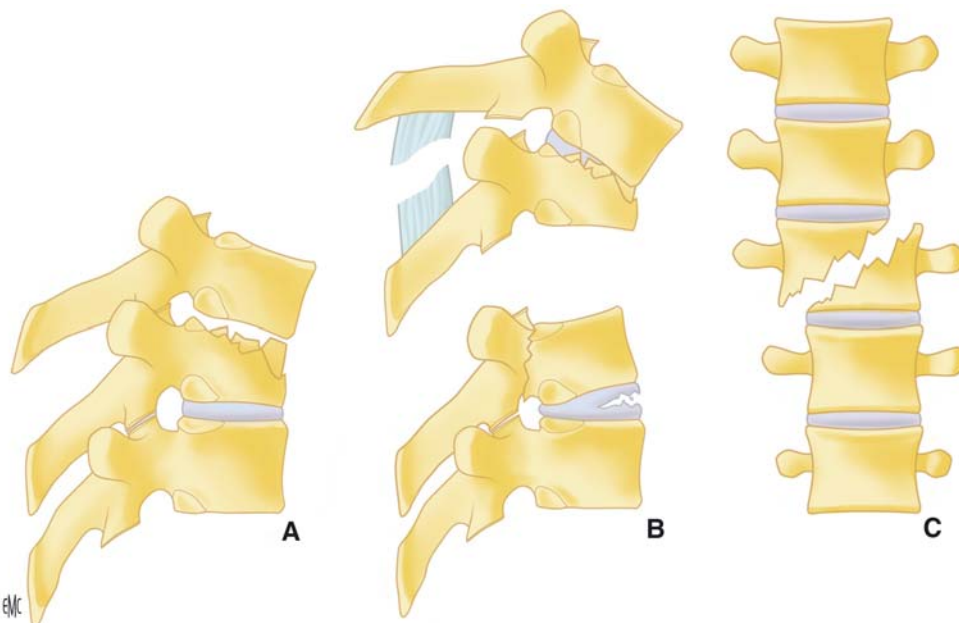
- B1 : fractures en flexion-distraction postérieure à prédominance ligamentaire : avec lésion horizontale dans le disque (B11) ou lésion osseuse antérieure de type A (B12).
- B2 : fractures en flexion-distraction postérieure à prédominance osseuse : avec lésion osseuse antérieure et postérieure (fracture de Chance B21), à lésion horizontale du disque (B22) ou lésion osseuse antérieure de type A (B23).
- B3 : fracture en hyperextension et cisaillement à travers le disque : avec hyperextension-subluxation (B31), hyperextension-spondylolyse (B32) ou luxation postérieure (B33).

Type C (rotation)

Ces fractures répondent à un mécanisme de rotation des trois colonnes.

- C1 : fracture de type A avec rotation : fracture-tassement C11), fracture séparation (C12) ou éclatement (C13).

Figure 2. Classification de Magerl.



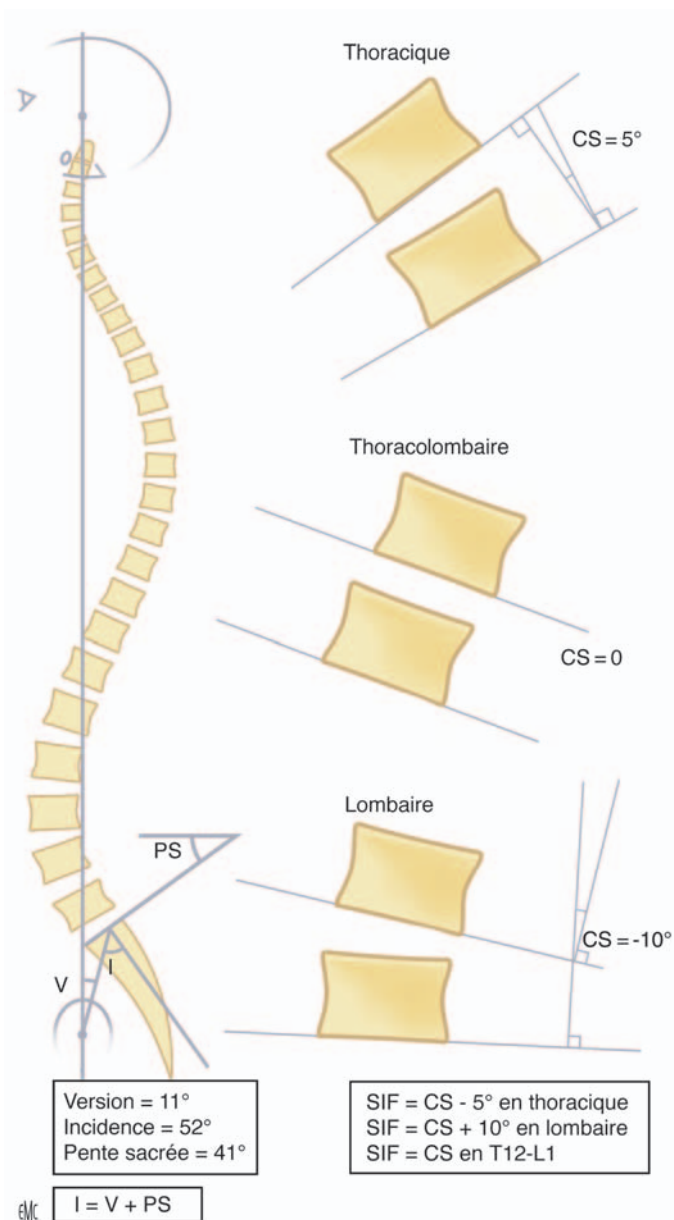


Figure 3. Équilibre rachidien et *sagittal index* de Farcy (SIF).
CS : cyphose segmentaire.

- C2 : fracture de type B avec rotation : ligamentaire (C21), osseuse (C22) ou en hyperextension (C23).
- C3 : fracture à trait oblique et à cisaillement rotatoire : fracture-séparation (C31) ou fracture-luxation (C32).

Déplacement

Statique vertébrale

Le rachis est rectiligne de face mais présente des courbures harmonieuses de profil. Il existe des secteurs lordotiques (cervical et lombaire) qui sont mobiles et des secteurs cyphotiques (thoracique et sacré) qui sont plutôt immobiles (Fig. 3). La région thoracolombaire fait la transition entre la cyphose thoracique et la lordose lombaire ; elle est rectiligne. L'ensemble est équilibré avec des conduits auditifs externes à la verticale des têtes fémorales et des paramètres pelviens définis (version = 11,4°, incidence = 52° et pente sacrée = 40,6°) [5]. Une fracture a tendance à se déformer en cyphose. La déformation est toujours à corrélérer à sa localisation rachidienne : une déformation en cyphose est d'autant plus importante qu'elle survient à un endroit habituellement en lordose. On peut considérer schématiquement qu'à chaque segment vertébral thoracique

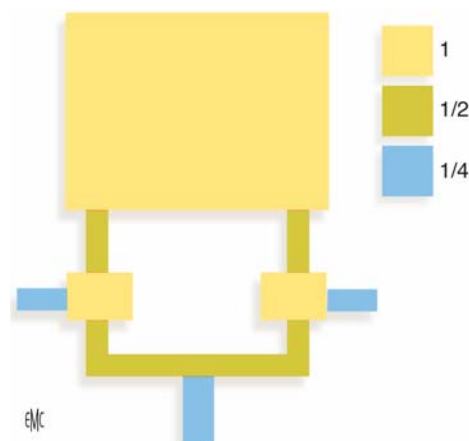


Figure 4. Coefficients d'instabilité de Louis et Argenson.

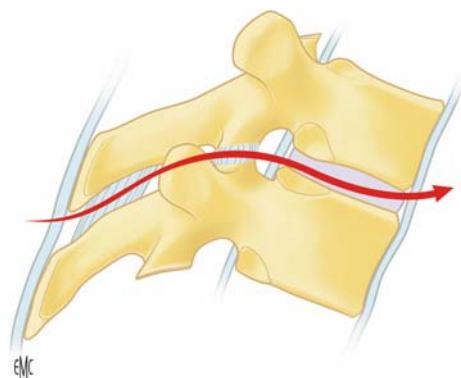


Figure 5. Segment mobile rachidien (1) (SMR) de Junghanns.

(Fig. 3), la cyphose segmentaire (CS = une vertèbre, un disque) est de 5°, qu'à chaque segment lombaire la lordose est de 10° (CS = -10°) et qu'en T12-L1 il n'y a ni cyphose ni lordose (CS = 0). Le calcul de la CS d'une fracture est à moduler en fonction de sa localisation [6]. En thoracique, la CS est à diminuer de 5°, en lombaire la CS est à majorer de 10° et en T12-L1 la CS ne change pas. Le chiffre obtenu est le *sagittal index* de Farcy (SIF). Un *sagittal index* de plus de 10° n'est pas tolérable. La statique vertébrale ne peut être maintenue que s'il existe un support antérieur suffisant et une tension musculoaponévrotique énergétique pour équilibrer l'ensemble.

Instabilité

L'instabilité peut se définir comme la possibilité de survenue d'un mouvement anormal ou d'un mouvement normal mais avec une amplitude exagérée. La conséquence au rachis est la possibilité d'engendrer des lésions nerveuses souvent définitives. Le mouvement anormal survient si les guides osseux (articulations) sont atteints, l'amplitude anormale est rendue possible par une lésion des freins (parties molles). Louis [7] a divisé le rachis en trois colonnes (une antérieure = empilement des corps vertébraux et des disques, deux postérieures = juxtaposition des massifs articulaires et des isthmes) reliées par des éléments de liaison (pédicules et lames) avec des appendices (transverses et épineuses) (Fig. 4). L'atteinte traumatique d'une colonne est cotée 1, celle d'un élément de liaison 1/2 et celle d'un appendice 1/4. L'instabilité osseuse est jugée sur la somme des coefficients d'instabilité ; celle-ci est réelle à partir de 2. Junghanns [8] a introduit la notion de segment mobile rachidien (SMR) (Fig. 5) qui correspond aux éléments non osseux intervertébraux. Leur atteinte engendre une instabilité ligamentodiscale qui ne guérit pas (entorse grave, luxation). Roy-Camille [9]



Figure 6. Segment vertébral moyen (SVM) de Raymond Roy-Camille.

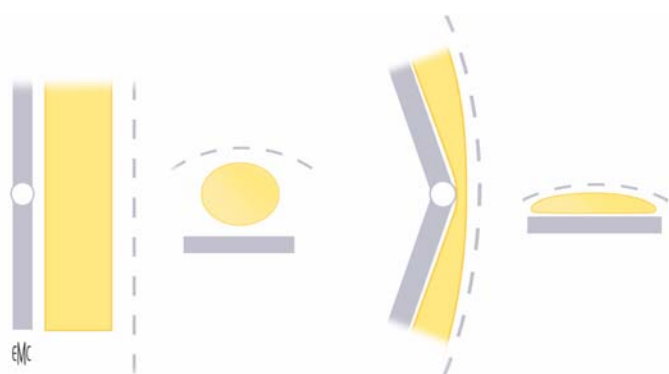


Figure 7. Compression neurologique par cyphose angulaire.

a insisté sur le segment vertébral moyen (SVM) (Fig. 6) qui comporte le mur vertébral postérieur, le ligament vertébral postérieur, les pédicules, les articulaires et la partie latérale des lames. L'atteinte du SVM est facteur d'instabilité surtout en rotation et les éléments le composant peuvent être une menace directe pour l'axe nerveux.

Troubles conjugués : neuro-orthopédie

Le rachis fracturé va toujours (sauf B3 et C23) se déformer en cyphose. Les troubles neurologiques des fractures du type C sont surtout dus au cisaillement. Les autres fractures entraînent une cyphose dont le sommet est compressif. On peut considérer que l'empilement des corps vertébraux est rigide et que la juxtaposition des arcs neuraxiaux est souple. La fracture crée une charnière antérieure (Fig. 7). La vue latérale montre l'angulation postérieure et la mise en tension des structures postérieures. La coupe horizontale montre un faux recul du mur postérieur qui n'est que le sommet de la cyphose. Le déplacement en cyphose est neurotoxique immédiatement ou secondairement. Il est la conjugaison du déplacement et de l'instabilité.

■ Présentation clinique

Le blessé arrive aux urgences avec une notion de traumatisme du rachis établie ou s'il n'est pas conscient (polytraumatisé), il doit être, jusqu'à nouvelle information, suspect d'une lésion rachidienne. Le blessé est manipulé en bloc en évitant toute manipulation abusive en gardant le rachis (tronc) aligné.

S'il est *conscient*, l'interrogatoire précise le mécanisme de l'accident (chute, accident de la voie publique [AVP] ou autre avec compression axiale, flexion-extension ou rotation). L'examen du blessé couché cherche à la palpation une zone douloureuse, une contracture musculaire ou une saillie osseuse anormale. L'intégrité de la peau est notée. Un examen neurologique recherche une diminution de la sensibilité et un éventuel niveau qui correspondrait à la fracture. La motricité des deux membres inférieurs est testée, les réflexes ostéotendineux sont tapés et le réflexe cutané-plantaire recherché. Il est fondamental de s'enquérir de la sensibilité de la zone anogénitale, du tonus du sphincter anal et de la présence d'un priapisme. Il faut se méfier du blessé qui n'a pas mal parce qu'il ne sent rien. Les éléments du bilan neurologique sont précisément notés dans le dossier [10]. L'examen général est important pour rechercher une lésion traumatique associée notamment une lésion pouvant mettre en jeu le pronostic vital ; ce qui entraînerait des mesures adéquates immédiates. L'âge, les antécédents et les éventuelles habitudes de vie sont des informations importantes pour décider du traitement.

Si le blessé est *inconscient* et/ou monitoré, on recherche d'éventuels mouvements spontanés. Il faut vérifier la réaction aux stimuli douloureux, apprécier le tonus anal, le réflexe bulbocaverneux et les réflexes. Trop souvent le blessé arrive conditionné et anesthésié et l'évaluation précise de son déficit neurologique n'existe pas. Le nombre de paraplégies est ainsi surévalué ce qui valorise l'amélioration après traitement chirurgical.

“ À retenir

Score American Spinal Injury Association (ASIA)

- A : paraplégie complète.
- B : sensibilité sous-lésionnelle.
- C : muscles cotés à moins de 3.
- D : majorité des muscles à au moins 3.
- E : normal.

■ Examens complémentaires

Un bilan préopératoire d'urgence s'impose alors qu'un éventuel traitement chirurgical se dessine. Le passage en radiographie est obligatoire. La radiographie permet un premier diagnostic. Elle doit intéresser la colonne dorsolombaire de face et de profil. Il faut se méfier des radiographies de la colonne thoracique et de la colonne lombaire où la région thoracolombaire, en bout de radiographie, est mal ou non vue. En cas de lésion osseuse son analyse scanographique doit suivre. Les scanners à multibarrettes font que souvent le blessé passe directement au scanner et n'a plus de radiographie standard. Il faut exiger un *scanview* ou une reconstruction longitudinale pour pouvoir décrire, classer, comprendre et traiter la fracture. Les coupes horizontales isolées sont insuffisantes. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est moins utile dans une atmosphère d'urgence. Elle analyse mieux les tissus mous (moelle, disque, hématome). Son impossibilité en urgence peut faire demander une myélographie.

Radiographie

La radiographie de face et de profil reste le *gold standard* [11]. Il faut s'attacher à lire systématiquement le cliché à la recherche du trait et du déplacement :

- le *trait* est diagnostiqué en suivant chaque ligne anatomique (corps vertébral, pédicules, articulations, transverses et

Tableau 1.

| Enseignement | Éléments lésés | Radiographies | Scanner | IRM |
|--------------------------------|----------------------|---------------|---------|-----|
| Fracture | Corps vertébral | + | ++ | ++ |
| | Éléments postérieurs | + | +++ | +/- |
| Déplacement | Corps vertébral | ++ | ++ | ++ |
| | Articulaires | + | +++ | + |
| | Éléments postérieurs | + | +++ | +/- |
| Tissus mous sans déplacement | Paravertébral | +/- | + | +++ |
| | Ligaments | +/- | + | +++ |
| | Disque | +/- | + | +++ |
| | Moelle | - | +/- | +++ |
| | Plexus nerveux | - | + | +++ |
| Sténose du canal ou du foramen | Tissus mous | - | +/- | +++ |
| | Os | +/- | +++ | ++ |
| Autres fractures | | ++ | +/- | ++ |

IRM : imagerie par résonance magnétique.

épineuses). Chaque fracture correspond à un coefficient d'instabilité. La somme des coefficients permet de juger de l'instabilité de la fracture ($\Sigma \geq 2$) ;

- le *déplacement* est apprécié d'abord sur la vertèbre elle-même (recul du mur postérieur, écart interpédiculaire) puis en étudiant les rapports entre chaque vertèbre (alignement des corps vertébraux, des pédicules et des épineuses, parallélisme des surfaces articulaires). Le déplacement peut aboutir à une déformation qu'il faut chiffrer. Cette déformation indexée au profil normal du niveau vertébral permet de juger de la tolérance de la déformation (*sagittal index* < 10°).

Scanner

Il est devenu l'examen roi et tend à remplacer la radiographie. Il faut être très prudent car il ne peut montrer que la zone explorée. Il est possible de « rater » une fracture s'il elle n'est pas dans le champ de coupe (surtout s'il y en a plusieurs). Le *scanview* est indispensable et doit largement recouvrir la zone fracturaire. Aujourd'hui, les scanners multibarrettes peuvent intéresser le corps entier, mais encore faut-il lire toutes ces informations. Le scanner permet une étude précise de la vertèbre en coupe horizontale avec vision directe du canal et de son degré de sténose. Les éléments postérieurs sont mieux vus que sur la radiographie. La rotation y est particulièrement bien vue. L'analyse des éléments fracturés doit permettre de classer la lésion selon Denis ou Magerl. La reconstruction sagittale donne un aperçu de la déformation.

Imagerie par résonance magnétique

L'IRM est un examen longitudinal qui montre, comme la radiographie, la colonne sur plusieurs vertèbres. Cet examen est réservé en urgence aux fractures avec troubles neurologiques. C'est le seul examen qui peut renseigner sur l'état médullaire : œdème, hémorragie intramédullaire, hématome périmédullaire ou section. Cet examen est d'apport médiocre pour étudier l'os. À distance du traumatisme, l'IRM peut montrer les lésions des parties molles et aider à la classification des lésions du type B de Magerl (état des parties molles) (Tableau 1).

■ Principes chirurgicaux du traitement des traumatismes du rachis

Complexe multiarticulaire

Le rachis est un complexe multiarticulaire composé de vertèbres, de disques et de ligaments et capsules. Ceci, en plus



Figure 8. Installation du blessé en décubitus ventral, abdomen libre. Traction facultative.

de sa fonction de protection nerveuse, le différencie d'un os long. La majorité des atteintes se font dans l'os mais aussi dans les parties molles. Les fractures du rachis sont donc pratiquement toujours articulaires. La réparation des complexes articulaires est difficile, voire impossible. À notre avis, une arthrodèse est souvent nécessaire pour éviter des douleurs ultérieures par atteinte des segments mobiles.

Une ostéosynthèse rachidienne s'appuie sur les vertèbres sus- et sous-jacentes à la fracture. Il y a toujours des parties molles entre chaque vertèbre, l'équivalent en quelque sorte d'une pseudarthrose programmée. La synthèse est donc provisoire ou doit s'accompagner d'une arthrodèse tout au long du montage. L'arthrodèse est un prérequis pour éviter des démontages à distance de la chirurgie. S'il n'y a pas d'arthrodèse, on considère que la fracture n'a pas lésé le segment mobile et que la réduction et la fixation permettent la consolidation de la fracture. Le matériel doit alors être retiré au bout de classiquement 12 à 18 mois.

Technique chirurgicale (Fig. 8)

Chirurgie postérieure

C'est la plus fréquente et la plus classique.

Installation

Le blessé est installé en décubitus ventral avec une mobilisation en bloc. Liberté abdominale pour éviter le saignement postérieur (Fig. 8). Une traction n'est pas nécessaire mais peut être utile pour stabiliser le rachis pendant l'intervention ou si on veut utiliser des manœuvres externes pour réduire la déformation. Bien souvent, en décubitus ventral, une bonne partie de la réduction est obtenue.

Ouverture

Les gouttières vertébrales sont dégagées en sous-périoste jusqu'aux transverses qui vont servir de point d'orientation pour l'instrumentation. L'hémostase doit être soigneuse car le foyer de fracture est déjà hémorragique par lui-même (compresse roulées tassées dans les gouttières). Une prise de greffe peut s'avérer utile dès le départ si on ne veut pas prolonger le temps hémorragique.

Instrumentation

La fixation vertébrale se fait classiquement par des vis pédiculaires au-dessus et en dessous de la fracture. La visée en *thoracique* (Fig. 9A) se fait à partir d'un point d'entrée situé à l'aplomb du tiers externe de l'articulaire supérieure et en regard du tiers supérieur de la transverse. La direction est dans le plan frontal de 5 à 10° en dedans et perpendiculaire au plan de la vertèbre dans le plan sagittal. En *lombaire* (Fig. 9B), le point d'entrée est au croisement des lignes du milieu du massif articulaire supérieur et du milieu de la transverse. L'inclinaison est perpendiculaire dans le plan sagittal et de 10° en dedans dans le plan frontal. Pour certains le montage est court (quatre vis), pour d'autres, il est plus long (quatre vis au-dessus, quatre vis en dessous). Nous aimons les montages mixtes^[12], courts en bas avec des vis protégées par des crochets décalés sous la lame homolatérale et plus longs en thoracique avec les vis sus-jacentes protégées par une pince pédiculotransversaire en T10

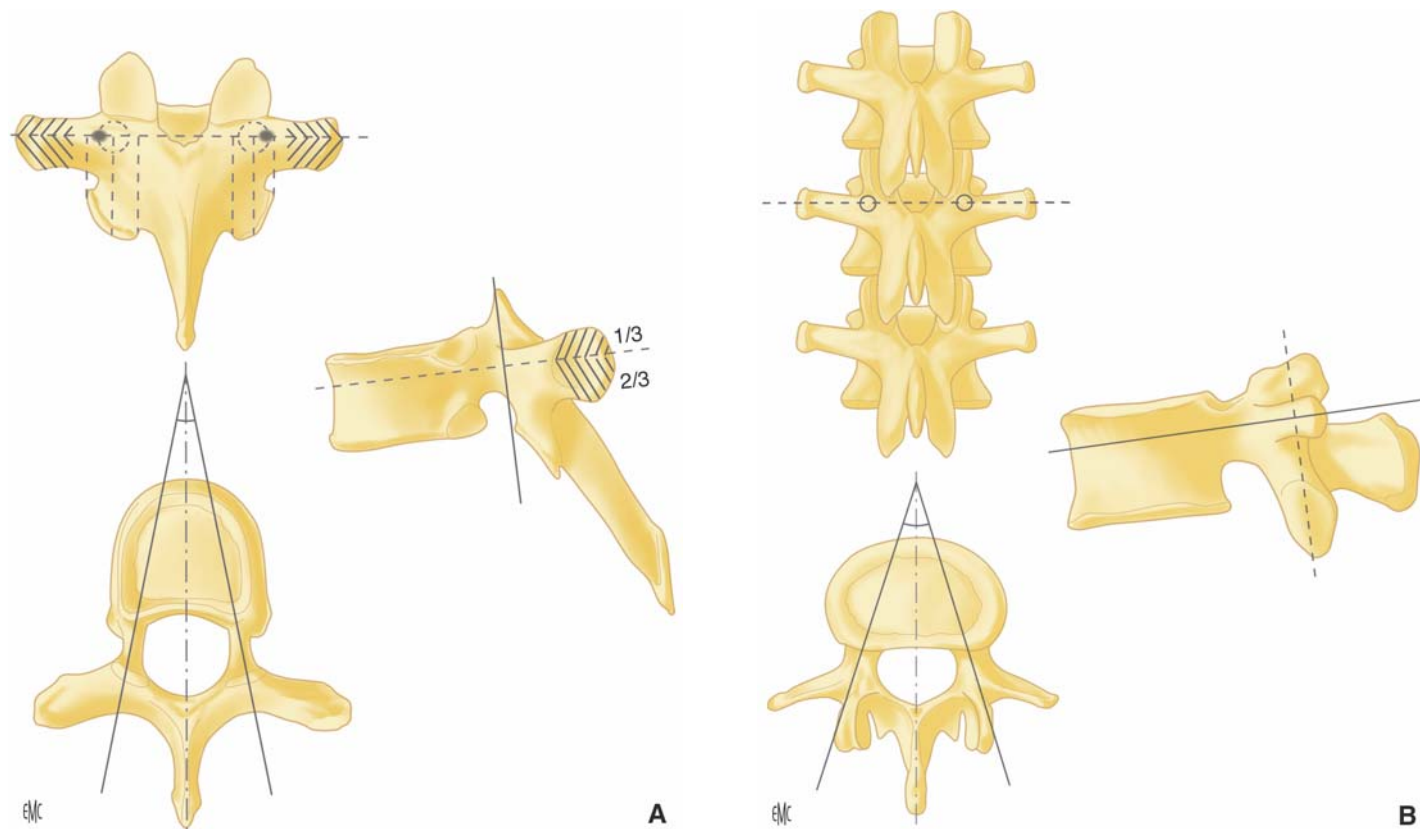


Figure 9. Visée pédiculaire.

A. Visée pédiculaire thoracique. Point d'entrée : tiers supérieur de la transverse en dehors du milieu de l'articulaire inférieure. Direction : perpendiculaire à l'axe de la vertèbre, 5 à 10° vers le dedans.

B. Visée pédiculaire lombaire. Point d'entrée : milieu de la transverse dans le talon de l'articulaire supérieure en dehors de la pointe de l'articulaire inférieure. Visée : perpendiculaire à l'axe de la vertèbre, 10 à 15° en dedans.

(Fig. 10) en dehors du milieu de l'articulaire inférieure sus-jacente. T10 est la première vertèbre thoracique où un crochet pédiculaire peut être inséré et la première vertèbre où la transverse accepte un crochet. T11 et T12 ne s'y prêtent pas. La protection des vis par des crochets renforce la tenue des vis qui est surtout bonne dans le plan horizontal. Les crochets s'opposent aux efforts en arrachement dans l'axe de la vis. L'ensemble vis-crochet fonctionne comme un couple de forces qui améliore la qualité du montage et dispense du port d'un corset postopératoire.

Réduction

Les procédés de réduction sont mal décrits dans la littérature. Le décubitus ventral réduit une bonne partie de la déformation sauf les dislocations. La traction aligne le rachis. Il reste néanmoins une déformation qu'il convient d'améliorer car le but de la chirurgie est de réduire et de stabiliser. Certains utilisent la table orthopédique [13] avec élévation des membres inférieurs. Le matériel pérennise la réduction et les membres inférieurs sont remis dans l'axe. Souvent une distraction est recommandée [14] pour réduire le recul du mur postérieur (ligamentotaxis) mais cette manœuvre est à appliquer avec prudence pour éviter toute élongation médullaire.

La technique traditionnelle de Roy-Camille [9, 15] consiste à réduire la fracture sur les plaques d'ostéosynthèse préformées à l'aide des vis (Fig. 11). Les pédicules sont forés. La plaque a une forme et des trous imposés. Le serrage des vis permet de ramener le rachis sur la plaque. Le même principe est appliqué à l'aide de vis à double filetage reliées sur des plaques ou des tiges : c'est la forme de l'élément de liaison (tige ou plaque) qui donne la forme au rachis lors du serrage des écrous.

La technique de l'AO [16] utilise des montages courts faits de vis de Schanz allant jusqu'au mur antérieur (fixateur interne). Une astucieuse combinaison de raccourcissement-extension des

vis corrige la cyphose en cas de mur postérieur intact (Fig. 12A, B). Si le mur postérieur n'est pas intact, un anneau de fixation s'oppose à une compression indésirable lors du rapprochement de l'extrémité des vis de Schanz. Cette technique tend à être renforcée par l'adjonction d'une troisième vis dans la vertèbre fracturée pour éviter les pertes de réduction.

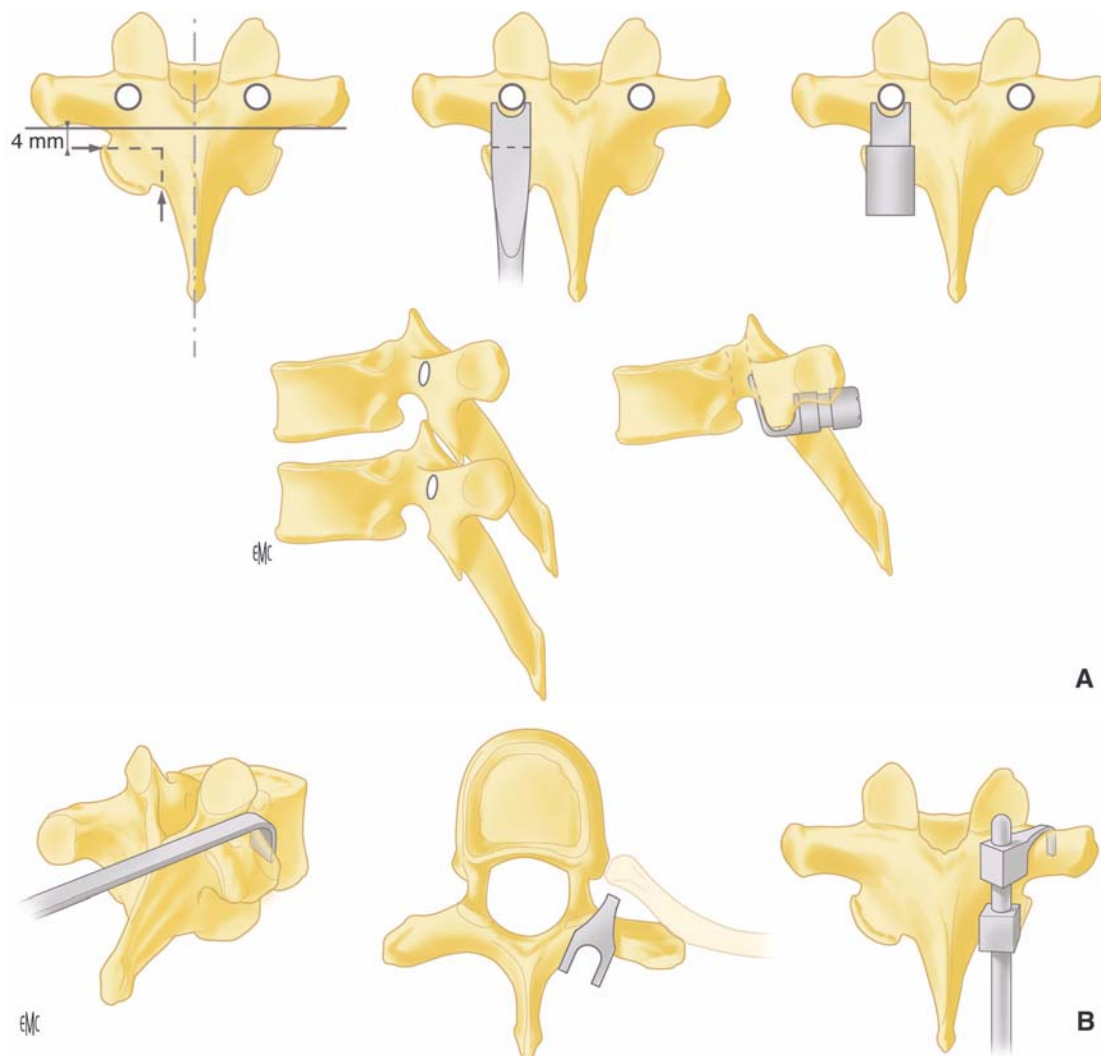
La rotation des tiges permet de restituer un profil [17]. La tige est cintrée en S pour la fin de la lordose lombaire et le début de la cyphose dorsale. Elle est insérée dans un montage vis-crochet type Argenson. Les deux tiges sont tournées ensemble convexité lombaire vers l'avant et le profil par la connexion vis-tige de 90° est restitué. Cette technique s'applique plus aux fractures lombaires qu'aux fractures thoracolombaires.

Le cintrage in situ [18] utilise un montage type Argenson. Les tiges sont placées dans les implants sans volonté de réduction. Après avoir enlevé toute traction, les deux tiges sont cintrées simultanément entre les vis et autour des vis. La cyphose est lentement réduite et le mur postérieur se déplisse sans aucune distraction (Fig. 13) [19]. Le chirurgien peut adapter sa correction par contrôle radioscopique ou par contrôle de l'axe des vis (connexion vis-tige 90°).

Il faut être prudent avec l'utilisation de vis polyaxiale car la forme de la tige ne garantit pas de la forme du rachis. La compression s'accompagne d'une mise en lordose mais peut écraser le mur postérieur (Fig. 14).

Libération neurologique

Il vaut mieux la faire après ostéosynthèse quand le rachis est réduit et stable. La réduction permet souvent une libération en effaçant la cyphose angulaire neurotoxique. Une myélographie sur table et pour certains une échographie peropératoire peuvent apporter la preuve de la libération. L'abord du canal se

**Figure 10.**

A. Pose d'un crochet pédiculaire. Ablation de l'extrémité inférieure de l'articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente. Introduction de la rugine pédiculaire dans la fente articulaire. Pose du crochet.

B. Réalisation d'une pince pédiculotransversaire. Rugine sur la transverse. Crochet entre la transverse et la côte. Pince en compression entre les crochets transversaire et pédiculaire.

fait par l'ablation de l'arc postérieur. S'il est intact, il faut procéder à une laminectomie (gouge + Kérisson). S'il existe des fragments libérés par la fracture, il faut les retirer prudemment en les séparant à la spatule. Aucun geste de poussée ou d'écartement ne doit être fait sur la moelle. L'ouverture du canal est souvent hémorragique et l'usage de tampons hémostatiques est recommandé. Les tranches osseuses peuvent être cirées pour réduire les pertes sanguines. La coagulation est parcimonieuse et à la bipolaire. L'obstacle est le plus souvent antérieur : l'accès se fait latéralement en pratiquant une pédiculotransversectomie. Le fragment osseux neurotoxique peut être retiré ou poussé vers l'avant sans jamais traumatiser la moelle.

Fermeture

- Si le canal a été ouvert, une éponge coagulante peut être déposée sur le fourreau dural. Il ne faut pas utiliser celles qui durcissent en séchant pour ne pas créer une compression médullaire iatrogène. Un drainage semble obligatoire pour éviter un hématome extradural.
- Si le canal n'a pas été ouvert, le drainage se discute mais n'est pas obligatoire.

La fermeture doit être hermétique avec prise des aponévroses musculaires par des fils solides. Sous-cutané et peau sont fermés selon les habitudes de chacun.

Chirurgie antérieure

L'abord antérieur du rachis peut se faire en première ou deuxième intention. Ici, il se fait par thoracolumbotomie classique ou vidéoassistée. Le patient est en général en décubitus latéral. L'abord peut indifféremment être droit pour éviter l'aorte en thoracique, ou gauche pour éviter la veine cave en lombaire. La résection costale permet une meilleure ouverture qui raccourcit la cicatrice. La côte, si elle est de bonne qualité, peut servir de greffe (encastrement en *anterior lumbar interbody fusion* [ALIF] ou emboîtement en « *inlay* »). Le diaphragme doit être préservé au maximum et reconstitué en fin d'intervention. Son ouverture doit être circulaire le long de la paroi thoracique sans forcément aller jusqu'à l'anneau vasculaire. L'abord thoracique est intrapleurale le plus souvent, l'abord sous-diaphragmatique est rétro-péritonéal. La face antérolatérale est dégagée. La ligature des vaisseaux segmentaires n'est pas obligatoire en cas de greffe simple. Le drainage thoracique est de mise en fin d'intervention. Pour ne pas s'exposer à une pseudarthrose, il est important de réaliser une discectomie avec avivement soigneux des plateaux vertébraux.

Abord antérieur premier

La réduction-stabilisation peut se faire par abord antérieur. La décompression rachidienne est directe : un fragment osseux

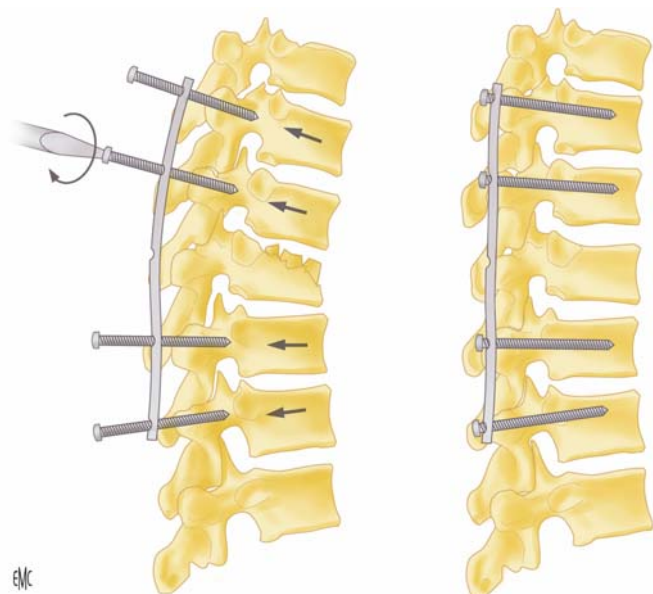


Figure 11. Réduction de la fracture sur plaque par vis.

antérieur peut être retiré sans devoir pousser la moelle. La greffe osseuse est dans les meilleures conditions biomécaniques car elle travaille en compression. La fixation se fait par vis corporeales classiques (simple ou double) ou type HMA [20] (Fig. 15). La liaison se fait par tige ou par plaque. La réduction est aidée par distraction. La fixation intéresse le corps vertébral, c'est-à-dire une seule colonne ; elle est donc moins solide qu'une fixation par vis pédiculaire intégrant la colonne postérieure droite et gauche et la colonne antérieure (trois contre un !). La greffe intéresse l'ensemble de la zone instrumentée : deux ALIF

ou un greffon reliant les vertèbres sus- et sous-jacentes. Cette technique est difficilement utilisable en urgence (nuit) et est très hémorragique dans les fractures fraîches.

Abord antérieur second

Il est indiqué lorsque la réduction postérieure s'est faite dans le disque (réduction du SIF de plus de 50 % dans le disque) et/ou quand il existe une perte de substance antérieure faisant craindre un démontage ou une perte de correction (Fig. 16). L'intervention consiste à aborder le rachis et à placer, au choix, un greffon corticospongieux, la côte de la voie d'abord, des substituts osseux ou une cage. Cette greffe intéresse le disque qui s'est ouvert et le plateau fracturé (en général le supérieur), mais peut intéresser les disques sus- et sous-jacents en cas de réduction exagérée dans ces deux disques, d'atteinte des deux plateaux ou de destruction importante du corps vertébral.

Techniques nouvelles

Vertébroplastie et cyphoplastie

D'abord réservée aux fractures-compression de l'ostéoporose [21, 22], la vertébroplastie gagne du terrain [23]. Méthode élégante, non invasive elle consiste à remplir le vide du corps vertébral au spongieux écrasé et stabiliser la fracture. L'effet antalgique est immédiat et la progression de la déformation est stoppée. Lors de la cyphoplastie, la mise en place d'un ballonnet [24] ou d'un expandeur permet une certaine réduction de la déformation. Le ballonnet gonflé sous contrôle scopique ou scanographique avec du liquide de contraste, répartit les fragments et relève le plateau. Contrairement à la vertébroplastie, ce n'est pas le ciment qui fait l'ouverture vertébrale mais le ballon. Le ciment est injecté plus compact, ce qui réduit les risques de fuites vasculaires locales (canal rachidien) ou à distance (embolie pulmonaire).

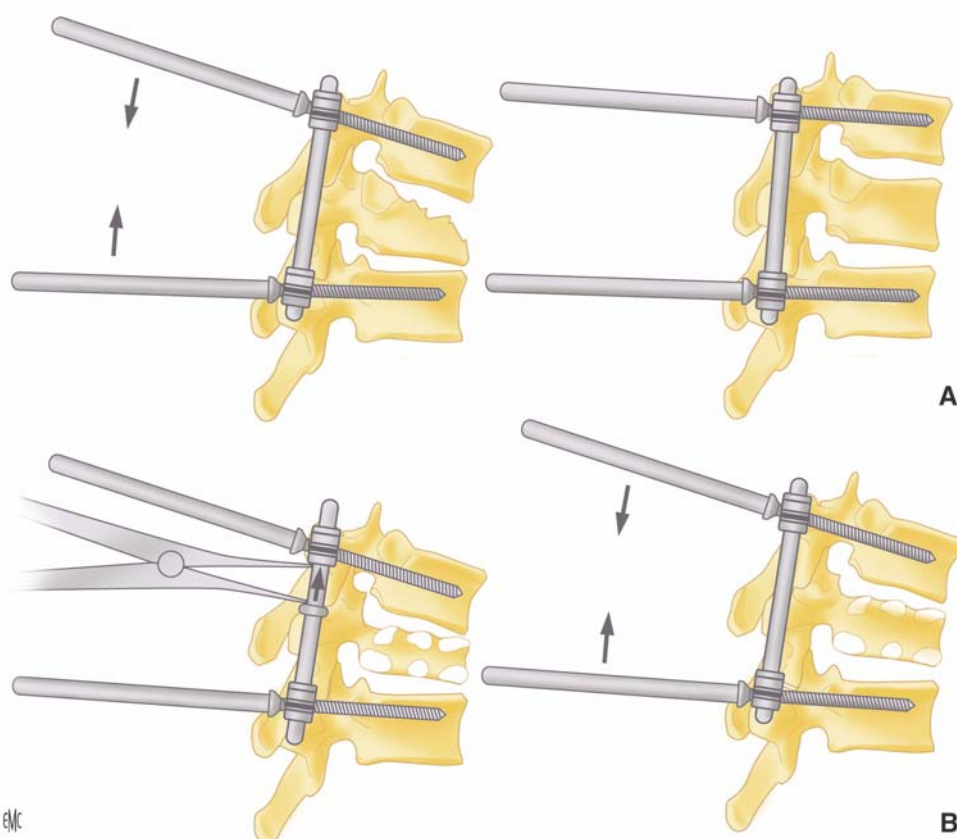


Figure 12. Technique de l'AO.

A. Fractures à mur postérieur conservé : compression postérieure des vis de Schanz pour corriger la cyphose.

B. Fracture à mur postérieur fracturé : distraction préalable, point fixe, puis compression postérieure des vis de Schanz pour corriger la cyphose.

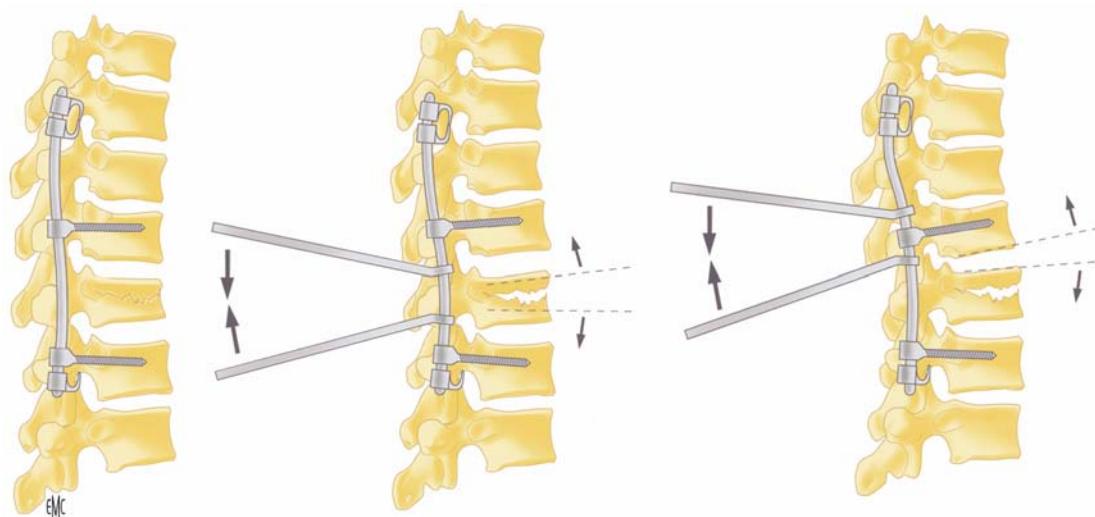


Figure 13. Montage mixte (vis-crochets) et réduction par cintrage in situ.

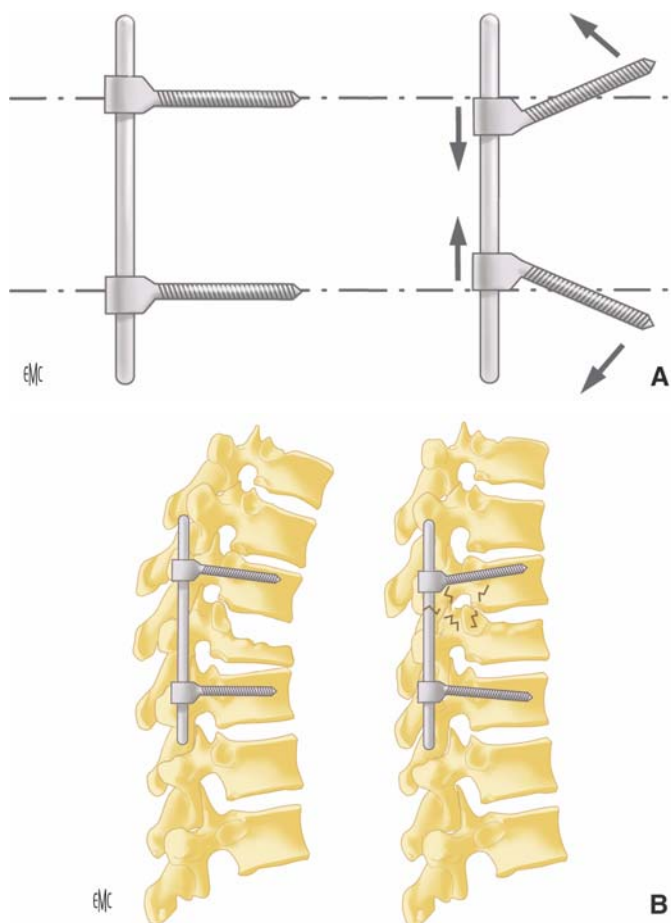


Figure 14. Compression sur vis polyaxiales s'accompagnant d'une compression du mur postérieur.

A. Compression : la vis descend en arrière, monte en avant.
B. Compression postérieure de la vertèbre.

La stratégie peut être énoncée de la sorte :

- vertébroplastie simple : traitement des fractures-compression ostéoporotiques évolutives et douloureuses (Fig. 17A) ;
- cyphoplastie : traitement des fractures-compression où la cyphose locale est importante (Fig. 17B) ;
- méthodes combinées :
 - réduction plâtrée suivie de vertébroplastie et ablation du plâtre ;

- réduction chirurgicale et complément par cyphoplastie si la réduction a eu lieu dans le disque pour éviter le temps antérieur complémentaire (Fig. 18).

Le ciment injecté peut être du polyméthylméthacrylate (PMMA) mais aussi du ciment phosphocalcique qui appelle une certaine recolonisation osseuse du corps vertébral. Cette technique est préférée dans le traitement de la fracture du jeune. Les indications de cyphoplastie se développent [25] et peuvent aujourd'hui se discuter dans les *burst fractures* du jeune. La technique est limitée par le coup élevé du matériel mais fait l'objet d'une évaluation nationale.

Sextant®

Le Sextant® est une technique d'ostéosynthèse astucieuse permettant un traitement chirurgical transcutané [26]. Des vis pédiculaires sont placées en percutané sous contrôle radioscopique. Une tige précintrée est passée à l'aide d'un viseur (sextant du marin) (Fig. 19) par un orifice supplémentaire à travers les vis. La fermeture des implants assure la réduction. Une greffe (*transpedicular lumbar interbody fusion* [TLIF]) percutanée peut y être associée en fin d'intervention. Cette technique est élégante mais il faut savoir mettre des vis en percutané. Elle s'applique mieux aux fractures lombaires qu'aux fractures thoracolombaires.

Vidéo-chirurgie

La vidéo-chirurgie s'applique aux abords antérieurs du rachis. La région thoracolombaire est délicate d'abord en raison du diaphragme qui sépare le thorax de l'abdomen. Les greffes simples en complément de la fixation postérieure ou plus rarement les ostéosyntheses antérieures ont pu être réalisées. Le blessé est placé en décubitus latéral. Un repérage radioscopique précis est nécessaire pour aborder le rachis à l'aplomb de la fracture. L'incision se fait sur une côte qu'il faut réséquer pour avoir un accès assez large. L'opérateur regarde par la voie d'abord, l'assistant et l'instrumentiste par l'image vidéo. La caméra est introduite par une contre-incision et apporte la lumière. L'abord du rachis se fait pour T12-L1 au-dessus du diaphragme et en L1-L2 en dessous du diaphragme qui est incisé en périphérie sur quelques centimètres (Fig. 20). Les parties molles sont tenues par des broches passées à travers la paroi thoracique et plantées dans les corps vertébraux environnants. L'intervention se termine par la fermeture du diaphragme sur un Redon rétro-péritonéal et un drain thoracique sortant par l'orifice de la caméra.

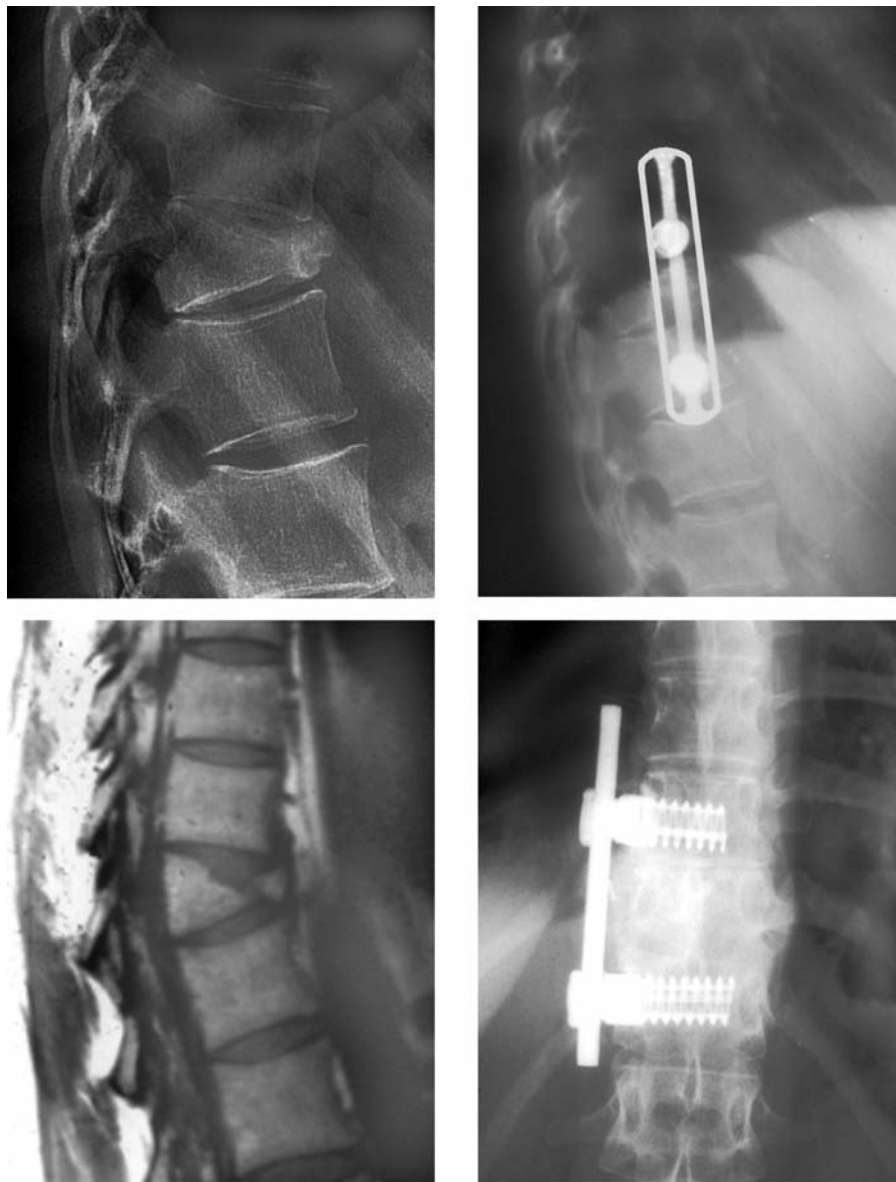


Figure 15. Chirurgie par voie antérieure avec ostéosynthèse et greffe.

■ Indications

Il est extrêmement difficile de poser des indications en matière de fracture du rachis car les techniques évoluent et les équipes sont prisonnières d'habitudes et de « recettes » difficilement modifiables. Nous dégagons quelques grands principes et quelques idées personnelles.

Pour tout de suite

Les fractures doivent être analysées pour comprendre ce qui s'est passé et ce qui risque d'arriver (déplacement secondaire). Sur le terrain et en urgence la classification de Denis est souvent plus facile. Les *fractures-compression* de Denis (A1) ne donnent pratiquement jamais de troubles neurologiques car l'axe de flexion est très antérieur. Elles posent un problème orthopédique (cyphose). Les *burst fractures* (A3) peuvent à tout moment partir en cyphose avec menace médullaire au sommet. Les *seat-belt* (B11, B21) demandent une grande amplitude de mouvement pour devenir neuroagressives. Les dislocations (C, B12, B22-23) sont une atteinte des trois colonnes (instabilité ≥ 3) et peuvent avoir des conséquences dramatiques.

Grands principes

« Une fracture du rachis est une fracture comme les autres s'il n'y a pas de complications neurologiques » (Raymond Roy-Camille). Il faut donc les considérer comme telles sauf si elles s'accompagnent de signes neurologiques. Dans ce cas, c'est une urgence à régler dès que possible (a priori avant 6-12 h) [27].

Si la fracture est instable (Σ coefficient ≥ 2), il faut la stabiliser pour éviter une agression neurologique itérative ou progressive. Si le *sagittal index* est supérieur ou égal à 10, il faut corriger la déformation soit orthopédiquement, soit chirurgicalement. Il faut alors s'assurer que la consolidation osseuse permet de garder la réduction évitant une déformation itérative avec un cal vicieux en cyphose. Une greffe complémentaire antérieure et/ou postérieure est alors à envisager. Les lésions des parties molles ne peuvent pas guérir : elles laissent une instabilité équivalant à une pseudarthrose, ou se recalent pour terminer en cal vicieux. Une ostéosynthèse rachidienne unit des segments osseux séparés par des parties molles. Si la synthèse ne s'accompagne pas de greffe osseuse, il faut retirer le matériel après consolidation de la fracture. Si la synthèse se veut définitive, il faut l'accompagner d'une greffe osseuse. Une ostéosynthèse sans greffe s'accompagne d'un démontage ou d'une fracture de matériel (à moins que par chance, une fusion spontanée ne se fasse).

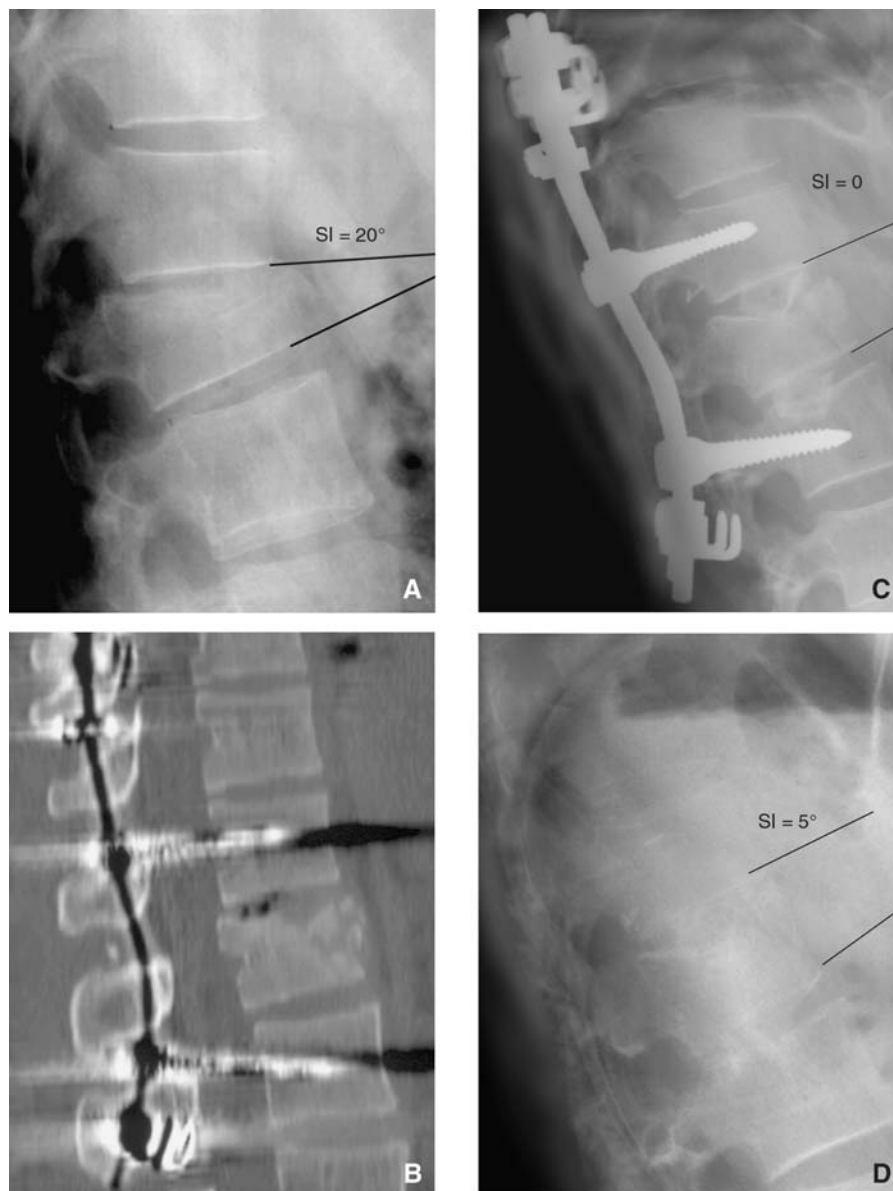


Figure 16. Chirurgie combinée avec réduction postérieure suivie de greffe antérieure vidéoassistée.

Décision de prise en charge (Fig. 21)

Le cheminement de la connaissance lors du bilan de la fracture, retient des indications chirurgicales assez stéréotypées.

Il y a certainement une chirurgie à discuter si :

- un déficit neurologique existe (urgence) ;
- l'analyse du trait est en faveur d'une instabilité ($\Sigma \geq 2$) ;
- le déplacement en cyphose est important (*sagittal index* > 10) ;
- la sténose canalaire est importante (> 50 %) ;
- s'il y a une forte perte de substance antérieure, une solution de continuité totale osseuse ou ligamentaire (A13 – 23 – 33, B11 – 22 – 3, C) ;
- s'il y a un hématome intrarachidien ou un œdème médullaire.

Si une chirurgie est réalisée, elle dispense a priori du port d'un corset. Le lever est immédiat

Indications personnelles

Nous avons tendance à opérer plus de fractures pour éviter le port d'un corset mal accepté et autoriser une rééducation et

réinsertion rapides. Notre attitude est résolument chirurgicale pour éviter un cal vicieux en cyphose de la jonction thoracolombaire. Les fractures sont traitées toujours d'abord par ostéosynthèse postérieure avec un montage mixte et réduction par cintrage in situ. Le canal rachidien n'est ouvert qu'en cas de troubles neurologiques avérés et quelle que soit l'obstruction du canal. Nous pensons que la réduction réelle de la déformation supprime le sommet neurotoxique de la cyphose et libère le canal. Nous greffons toujours en arrière l'ensemble de la zone ostéosynthésée car cette région thoracolombaire n'a pas une grande importance dans la mobilité rachidienne alors que sa statique est fondamentale pour l'avenir. Le matériel n'est en général pas déposé s'il ne gêne pas. En postopératoire, aucun corset n'entrave une rééducation rapide. L'analyse de la réduction et de la perte de substance antérieure fait discuter une greffe vidéo assistée complémentaire. Elle est réalisée secondairement en chirurgie réglée si plus de 50 % de la réduction est obtenue dans le disque [19]. Des études prospective [28] et rétrospective [19] ont montré la valeur et l'intérêt du traitement chirurgical des fractures du rachis thoracolombaire avec de bons résultats cliniques et une reprise du travail en général au même poste.

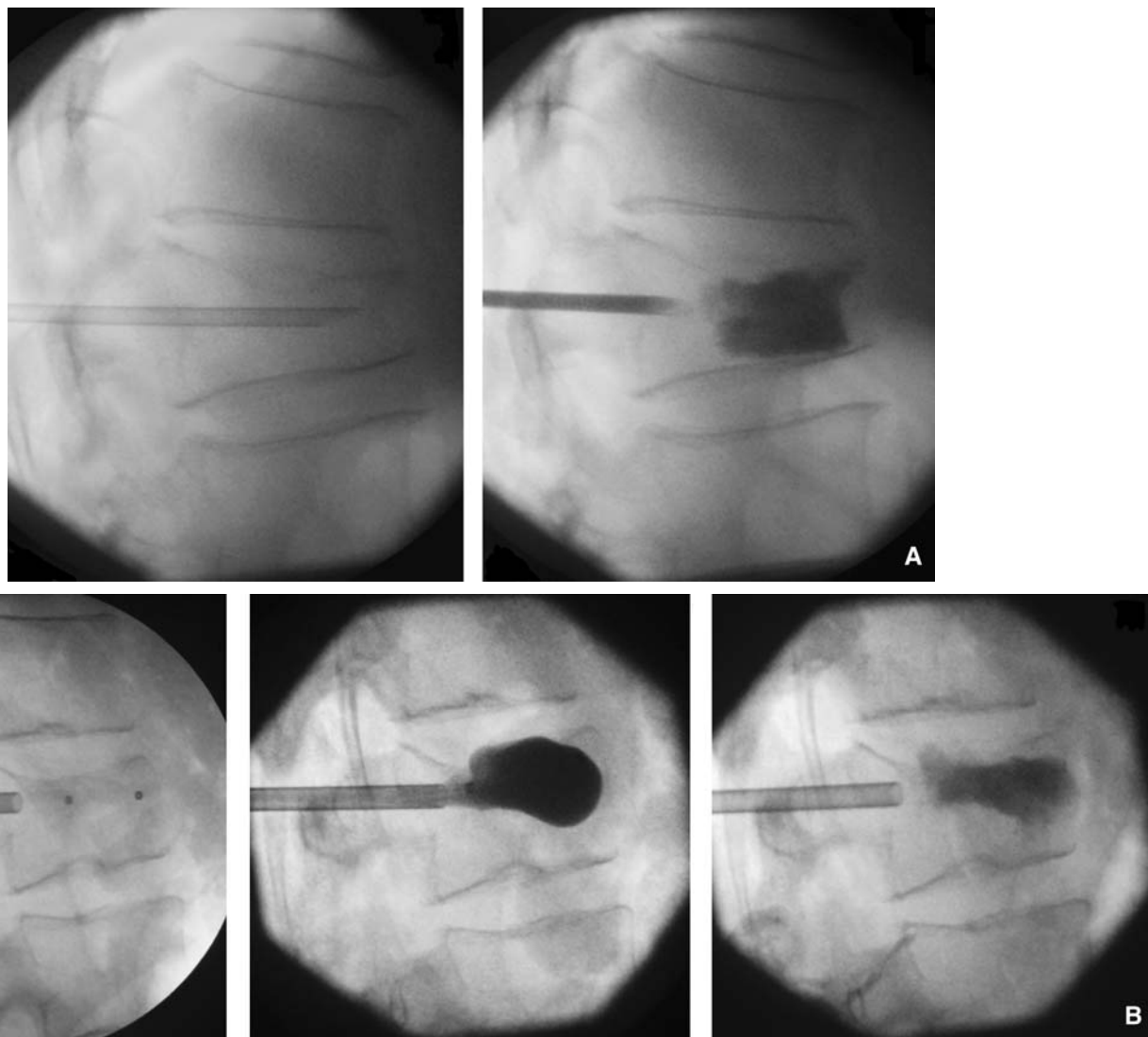


Figure 17. Cimentoplastie.

A. Vertébroplastie simple : fracture-compression T11 et L1, comblement par injection de ciment sous pression.

B. Cyphoplastie : *burst* L1, relèvement du plateau par voie bipédiculaire.

■ Conclusion

Les fractures du rachis thoracolombaire sont les plus fréquentes des fractures du rachis. Elles doivent être connues de tout chirurgien traumatologue en charge des urgences. Quelques principes de base sont nécessaires à leur compréhension. L'analyse logique de la situation permet de dégager des évidences. Il est alors possible de les nuancer et d'ordonner un traitement. La chirurgie n'est pas toujours nécessaire mais elle peut simplifier

l'évolution. La seule urgence est la complication neurologique dont la non-prise en charge peut avoir des conséquences définitives. La seconde urgence est d'éviter la survenue d'un problème neurologique après le traumatisme (médicolégal). Par la suite, tout peut être discuté et un avis spécialisé peut être demandé. L'essentiel est de comprendre pourquoi telle ou telle décision a été prise et surtout de suivre le blessé et de vérifier la bonne évolution de la fracture. Une fracture du rachis doit a priori guérir en ne laissant peu ou pas de séquelles.

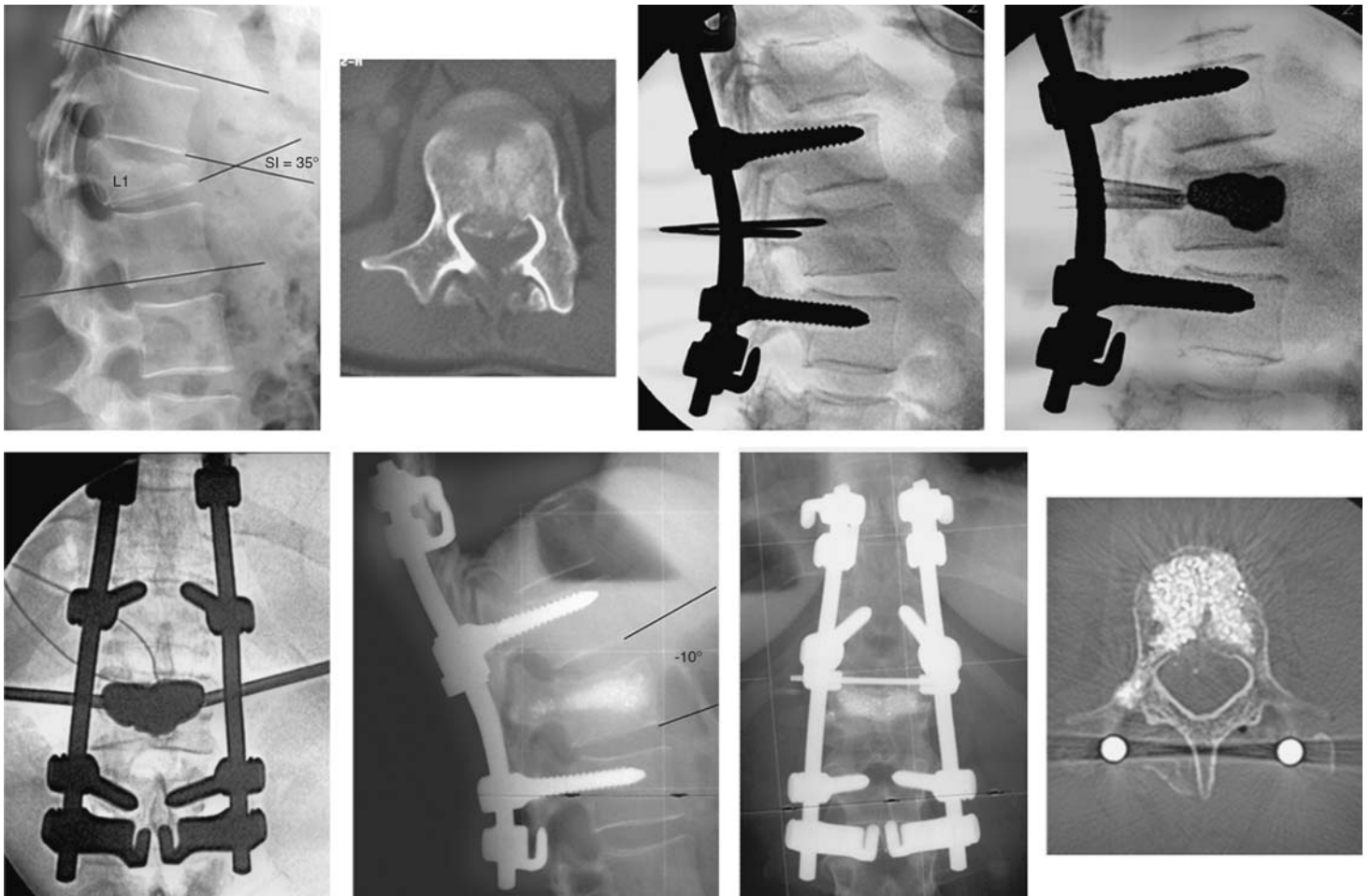


Figure 18. Réduction chirurgicale et cyphoplastie.

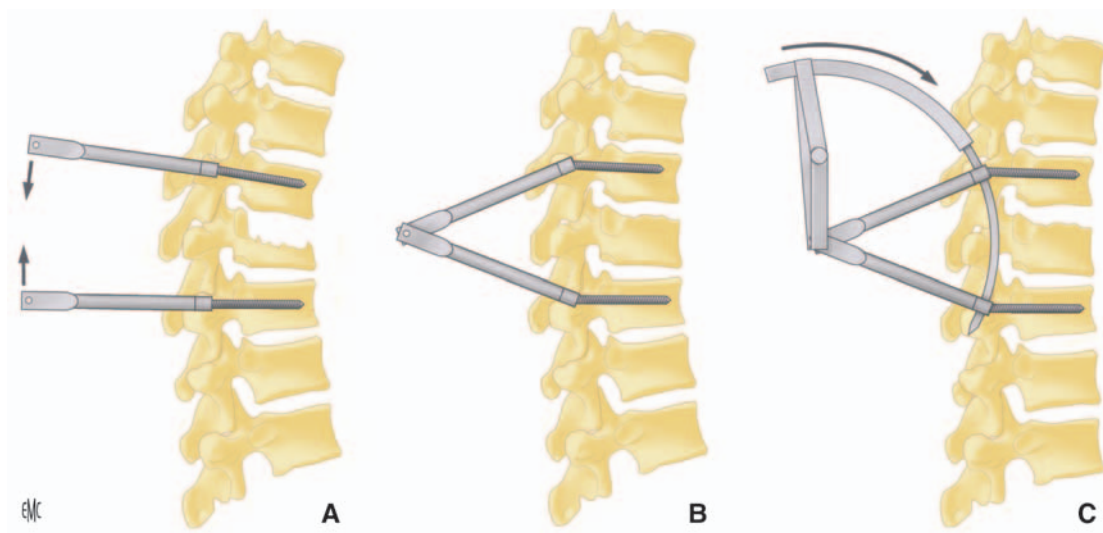


Figure 19. Sextant®.

A. Pose de vis en transcutané.

B. Réduction par compression postérieure (vis polyaxiales).

C. Mise en place de la tige.

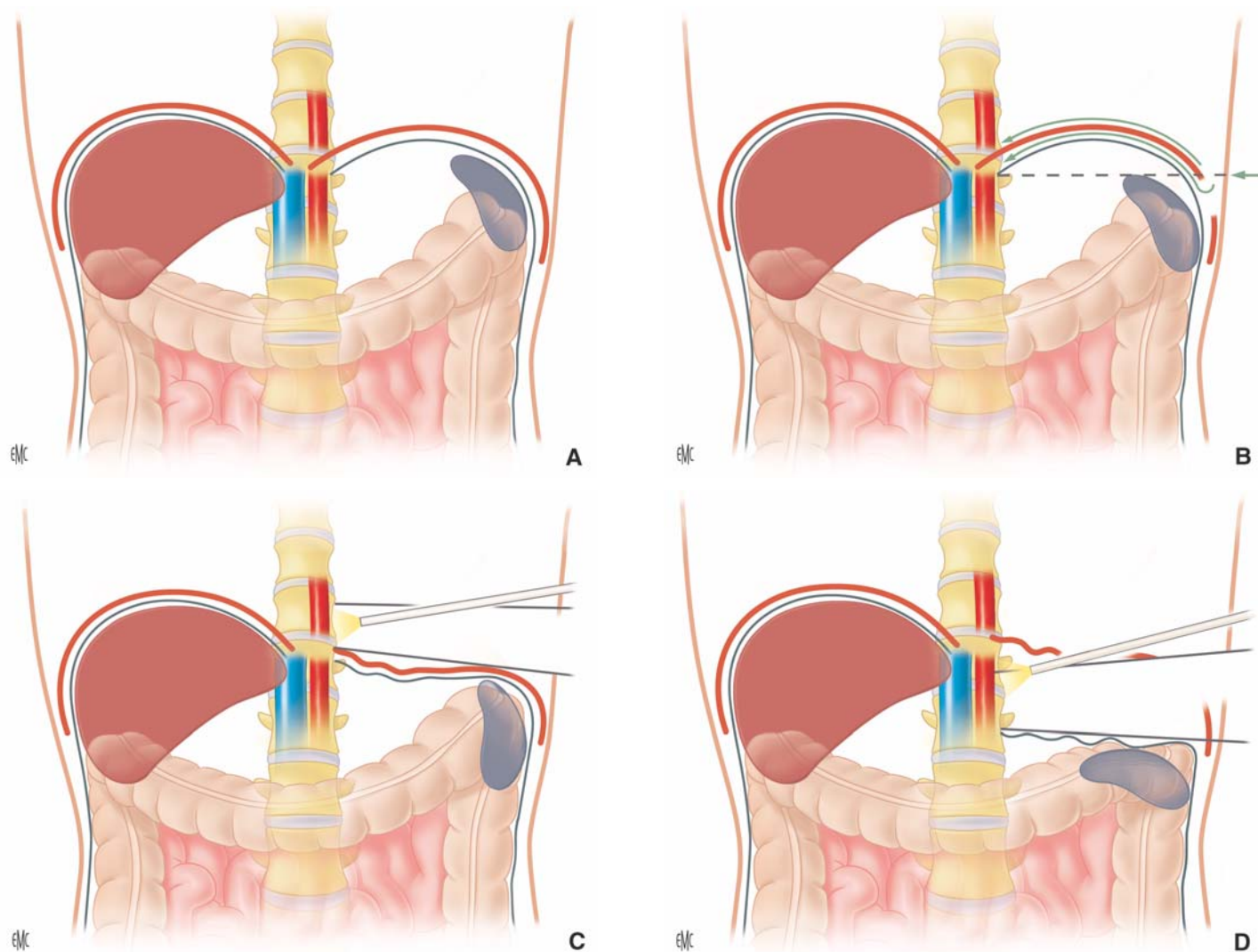


Figure 20. Thoraco-phréno-lombotomie vidéoassistée.

A. Coupe frontale de la région thoracolombaire.

B. Abord thoracique en regard du niveau vertébral avec possibilité de passer au-dessus et en dessous du diaphragme.

C. Abord sus-diaphragmatique.

D. Abord trans- et sous-diaphragmatique.

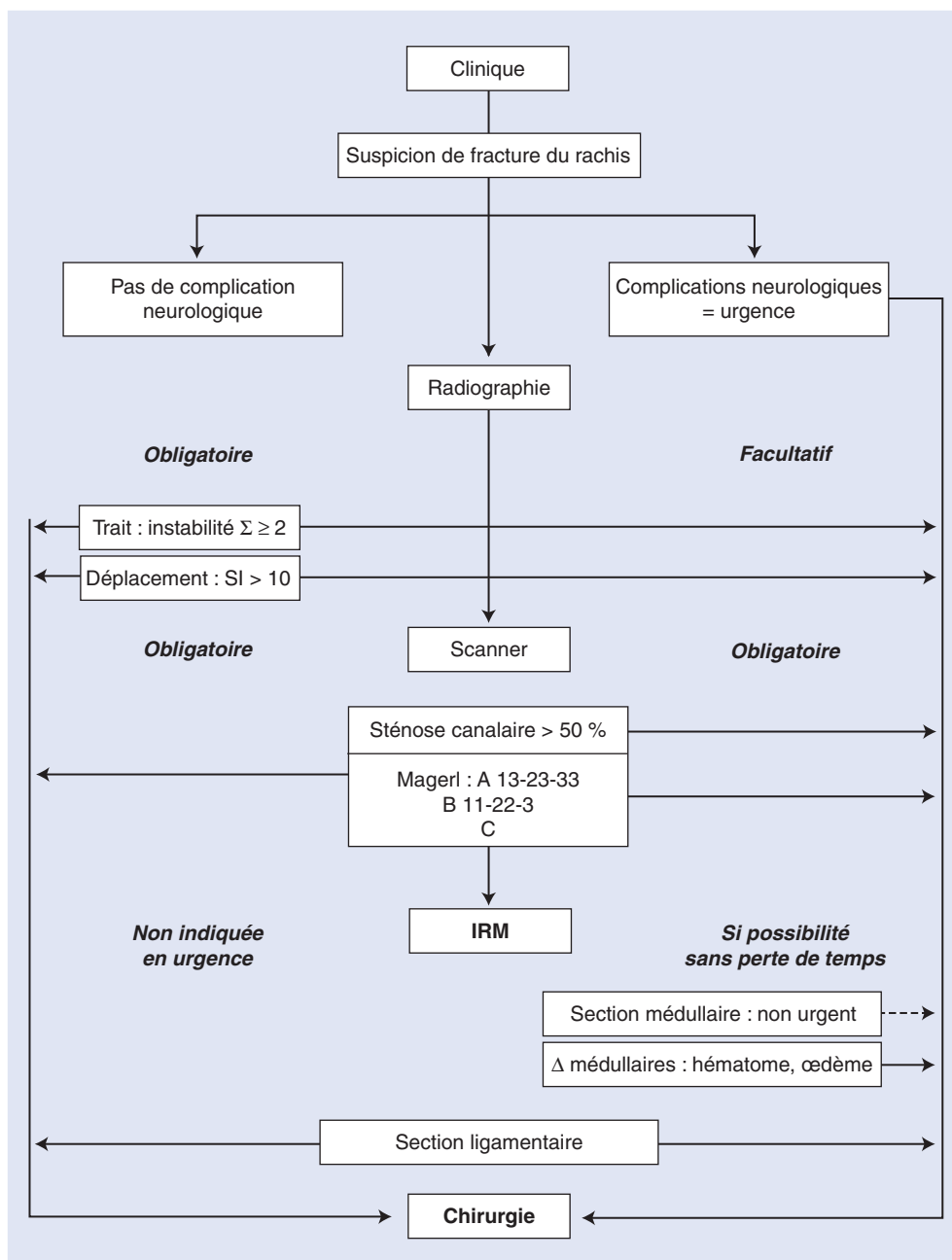


Figure 21. Arbre décisionnel. Prise en charge devant une suspicion de fracture du rachis. SI : *sagittal index* ; IRM : imagerie par résonance magnétique.



Références

- [1] Reitman CA. Management of thoracolumbar fractures. *Am Acad Orthop Surg* 2004 (monograph series).
- [2] Roy-Camille R. Internal fixation of thoracolumbar spine with pedicle screw plating. *Clin Orthop Relat Res* 1988;**227**:99-102.
- [3] Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983;**8**:817-31.
- [4] Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar spine injuries. *Eur Spine J* 1994;**3**:184-201.
- [5] Duval-Beaupère G, Schmitdt C, Cosson P. A Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position. *Ann Biomed Eng* 1992;**20**:451-62.
- [6] Farcy JP, Weidenbaum M, Glassman SD. Sagittal index in management of thoracolumbar fractures. *Spine* 1990;**15**:958-65.
- [7] Louis R. *Chirurgie du rachis : anatomie chirurgicale et voies d'abord*. Berlin: Springer-Verlag; 1982.
- [8] Junghanns H. Das Bewegungs Segment der Wirbelsäule und seine praktische Bedeutung. *Arch Orthop Unfallchir* 1954;**5**:104.
- [9] Roy-Camille R, Saillant G. Surgery of the cervical spine. 1. True dislocations of the articular processes. *Nouv Presse Med* 1972; **1**:2330-2.
- [10] Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, Melzak J, Michaelis LS, Ungar GH, et al. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I. *Paraplegia* 1969;**7**:179-92.
- [11] Tins B, Cassar-Pullicino VN. Optimizing the imaging options. In: Cassar-Pullicino VN, Imhof H, editors. *Spinal trauma: an imaging approach*. New York: Thieme; 2006. p. 36-54.
- [12] Argenson C, Boileau P, de Peretti F, Lovet J, Dalzotto H. Fractures of the thoracic spine (T1-T10). A propos of 105 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1989;**75**:370-86.
- [13] Roy-Camille R. Rachis dorsal et lombaire. In: *7es journées de la Pitié*. Paris: Masson; 1990 (138 p.).

- [14] Zou D, Yoo JU, Edwards WT, Donovan DM, Chang KW, Bayley JC, et al. Mechanics of anatomic reduction of thoracolumbar burst fractures. Comparison of distraction versus distraction plus lordosis, in the anatomic reduction of the thoracolumbar burst fracture. *Spine* 1993;**18**: 195-203.
- [15] Roy-Camille R, Roy-Camille M, Demeulenaere C. Ostéosynthèse du rachis dorsal, lombaire et lombosacré par plaques métalliques vissées dans les pédicules vertébraux et les apophyses articulaires. *Presse Med* 1970;**78**:1447-8.
- [16] Aebi M, Thaligott JS, Webb JK. In: *AO ASIF principles in spine surgery*. Berlin: Springer-Verlag; 1998. p. 107-22.
- [17] Steib JP, Freund JP, Sauvet T, Pierchon F, Lang G. Étude biomécanique de la correction des fractures lombaires par rotation des tiges après instrumentation 2CV-1VC. *Rachis* 1998;**10**:175-85.
- [18] Steib JP, Dumas R, Mitton D, Skalli W. Surgical correction of scoliosis by in situ contouring: a detorsion analysis. *Spine* 2004;**29**:193-9.
- [19] Steib JP, Aouï M, Mitulescu A, Bogorin I, Chiffolot X, Cognet JM, et al. Thoracolumbar fractures surgically treated by "in situ contouring". *Eur Spine J* 2006;**15**:1823-32.
- [20] Reinhold M, Schwieger K, Goldhahn J, Linke B, Knop C, Blauth M. Influence of screw positioning in a new anterior spine fixator on implant loosening in osteoporotic vertebrae. *Spine* 2006;**31**:406-13.
- [21] Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie* 1987;**33**:166-8.
- [22] Gangi A, Kastler BA, Dietemann JL. Percutaneous vertebroplasty guided by a combination of CT and fluoroscopy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1994;**15**:83-6.
- [23] Gangi A, Sabharwal T, Irani FG, Buy X, Morales JP, Adam A. Standards of practice committee of the society of interventional radiology. Quality assurance guidelines for percutaneous vertebroplasty. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2006;**29**:173-8.
- [24] Pradhan BB, Bae HW, Kropf MA, Patel VV, Delamarter RB. Kyphoplasty reduction of osteoporotic vertebral compression fractures: correction of local kyphosis versus overall sagittal alignment. *Spine* 2006;**31**:435-41.
- [25] Maestretti G. Kyphoplastie dans les traumatismes du rachis. In: *80e Réunion annuelle de la Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique (SOFOT)*. Paris: Elsevier; 2006.
- [26] Rampersaud YR, Annand N, Dekutoski MB. Use of minimally invasive surgical techniques in the management of thoracolumbar trauma. *Curr Concepts Spine* 2006;**31**(Suppl. 15):S96-S102.
- [27] McCormick P, Stein BM. In: *Thoracolumbar spine fractures*. New York: Raven Press; 1993. p. 173-8.
- [28] Siebenga J, Leferink VJ, Segers MJ, Elzinga MJ, Bakker FC, Haarman HJ, et al. Treatment of traumatic thoracolumbar spine fracture: a multicenter prospective randomized study of operative versus nonsurgical treatment. *Spine* 2006;**31**: 2881-90.

J.-P. Steib (jean-paul.steib@chru-strasbourg.fr).

A. Mitulescu.

I. Bogorin.

X. Chiffolot.

Service de chirurgie orthopédique du rachis et de traumatologie du sport, pavillon chirurgical B, Hôpitaux universitaires de Strasbourg, BP 426, 67091 Strasbourg cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Steib J.-P., Mitulescu A., Bogorin I., Chiffolot X. Traumatismes récents du rachis thoracolombaire. Techniques chirurgicales. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-178, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Tumeurs du rachis et du sacrum

É Enkaoua
G Saillant

Résumé. – Les tumeurs du rachis se caractérisent par leur localisation proche de la moelle épinière, entraînant un risque neurologique et permettant difficilement une résection carcinologique. La stratégie thérapeutique dépend de la nature primitive ou secondaire de la tumeur et de la localisation, au rachis et à la vertèbre elle-même. La plupart du temps, un bilan préopératoire exhaustif est nécessaire, comprenant une artériographie médullaire situant l'artère d'Adamkiewicz et permettant une embolisation tumorale si nécessaire.

La situation de la tumeur au niveau du segment rachidien et son envahissement au niveau de la vertèbre conditionnent la possibilité d'une résection carcinologique ou non. La plupart du temps, seul un traitement palliatif est possible. Les tumeurs se situant aux charnières vertébrales entraînent souvent des problèmes mécaniques.

Les tumeurs du sacrum se caractérisent par la difficulté technique à être réséquées. Cette chirurgie hémorragique impose le plus souvent deux temps opératoires, antérieur et postérieur. La reconstruction, aussi, n'est pas aisée.

La chirurgie des tumeurs du rachis et du sacrum est donc réservée à des opérateurs entraînés à cause de la difficulté technique et du risque neurologique qu'elle peut entraîner.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

La chirurgie du rachis tumoral est techniquement difficile.

L'exérèse ainsi que la reconstruction des tumeurs du rachis diffèrent selon leur nature histologique, la localisation dans la vertèbre et l'étage rachidien (cervical, dorsal, lombaire).

Les tumeurs en général se répartissent en tumeurs bénignes et en tumeurs malignes elles-mêmes décomposées en primitives et secondaires (métastases).

Avant d'envisager la chirurgie de ces tumeurs, il est absolument nécessaire de pratiquer un bilan exhaustif, tant local que général, et d'avoir une histologie sans aucune équivoque. C'est grâce à ces bilans que vont être définies la stratégie mais également la technique opératoire. C'est dire l'importance de cette séquence préopératoire.

Bilan préopératoire ^[7]

Bilan local

Ce bilan comprend de façon systématique une radiographie standard de l'étage rachidien envahi de face et de profil, des coupes de scanner

centrées sur la tumeur (cet examen étant très important pour bien comprendre l'envahissement osseux) et une imagerie par résonance magnétique (IRM) qui peut mieux préciser l'envahissement tumoral locorégional ainsi que celui de vertèbres sus- et sous-jacentes.

Lorsque la tumeur risque d'envahir une artère à destinée médullaire, une artériographie est indispensable. Selon la localisation tumorale, l'artère vertébrale est visualisée au rachis cervical ou l'artère d'Adamkiewicz en dorsal. Cette artériographie peut en même temps permettre de réaliser une embolisation ^[2], très utile pour diminuer le saignement peropératoire. Elle est pratiquée de façon relativement courante même si la tumeur n'est pas réputée comme très vascularisée. Elle est réalisée par un neuroradiologue qui, par un cathétérisme sélectif, embolise tous les vaisseaux néotumoraux. Lorsque cette embolisation par voie systémique ne peut être faite à cause de la proximité d'une artère à destinée médullaire, une embolisation par voie percutanée (antéro- ou postérolatérale) peut être alors pratiquée.

Bilan général

Ce bilan n'est réservé qu'aux tumeurs malignes primitives ou secondaires, à la recherche de métastases. Il est composé :

- d'une radiographie pulmonaire associée à un scanner (plus sensible pour la détection des métastases) ;
- d'un scanner abdominal et cérébral ;
- d'une scintigraphie osseuse ;
- d'une IRM de toute la colonne vertébrale, allant de l'occiput à S5.

Biopsie tumorale

Cet acte est essentiel et indispensable avant tout geste thérapeutique exception faite de certaines tumeurs bénignes pour lesquelles la biopsie coïncide avec le geste d'exérèse.

Lors de ce temps, un examen bactériologique est demandé à titre systématique.

Éric Enkaoua : Ancien interne des Hôpitaux, ancien chef de clinique-assistant, attaché.
Gérard Saillant : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service.
Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital Pitié-Salpêtrière, 47-83, boulevard de l'Hôpital, 75651 Paris cedex 13, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Enkaoua É et Saillant G. Tumeurs du rachis et du sacrum. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales — Orthopédie-Traumatologie, 44-165, 1999, 14 p.

Biopsie sous scanner

Le radiologue doit alors discuter du trajet biopsique avec le chirurgien qui fera l'exérèse tumorale, pour que le trajet coïncide avec la cicatrice de résection chirurgicale. Elle est faite à l'aide d'un trocart qui ramène une carotte tumorale. L'avantage de cette technique est d'être simple et peu invasive. En revanche, le trocart ne ramène que peu de matériel tumoral, parfois non suffisant pour typer la tumeur de façon certaine. L'abord peut être fait par voie latérale ou par voie transpédiculaire. Cette dernière est préférée (si cela est possible) en cas de tumeur maligne primitive, car le trajet biopsique est alors réséqué lors de la chirurgie d'exérèse tumorale. Le fait de marquer le point d'entrée du trocart (comme lors d'une radiothérapie) peut être utile car, si la chirurgie de résection est faite longtemps après, le trajet de biopsie peut être oublié et donc non réséqué.

Biopsie chirurgicale

Elle doit être systématiquement effectuée par le chirurgien qui doit faire la résection tumorale.

Le trajet biopsique doit tenir compte, en cas de forte suspicion de tumeur maligne primitive, du temps chirurgical ultérieur d'exérèse qui devra réséquer cette cicatrice en bloc avec la tumeur. Le defect osseux laissé par la biopsie peut être bouché par du ciment pour éviter à la tumeur de s'écouler dans les parties molles.

Lorsque tout le bilan est pratiqué, l'histologie est sans équivoque, il est possible d'envisager la stratégie chirurgicale. En cas de métastase, le score pronostique préopératoire de Tokuhashi ^[10], coté sur 12 points, peut être évalué, bien que celui-ci ne soit pas adapté à toutes les situations ^[3].

Stratégie opératoire

Généralités

La stratégie dépend de la nature histologique de la tumeur, de la localisation tumorale sur le rachis, de la localisation sur la vertèbre qui fera décider alors de la technique chirurgicale.

L'histologie a déjà été discutée lors du temps biopsique.

Deux types de chirurgie peuvent être pratiqués :

- la chirurgie palliative en cas de métastases ou de tumeurs au-delà de toutes ressources curatives. Elle a pour but de décompresser le fourreau dural et de stabiliser le rachis. Elle peut se faire par voie postérieure ou antérieure selon les cas ;
- la chirurgie « carcinologique ou curative » ayant pour but de réséquer toute la tumeur « en bloc ».

Stratégie selon la localisation

Rachis cervical

Cette localisation est surtout marquée par la présence des artères vertébrales. En cas de tumeur importante pouvant envahir ces artères, une artériographie est donc indispensable pour apprécier l'envahissement de ces dernières et pour alors pratiquer un « test du ballonnet ».

Il s'agit d'introduire un ballonnet dans l'artère vertébrale au contact de la tumeur et de le gonfler. On voit alors l'existence ou non d'une suppléance artérielle autorisant de pratiquer un clampage de l'artère vertébrale envahie pour effectuer un pontage artériel. Ce pontage permet alors de réséquer le segment artériel envahi avec la tumeur vertébrale. Si le test du ballonnet est négatif, en aucun cas le pontage ne peut être effectué et la chirurgie n'est donc pas « carcinologique ».

En cas d'envahissement de l'axe aérodigestif, un transit oeso-gastro-duodénal est nécessaire pour savoir si la tumeur est réséquable et la coopération avec les oto-rhino-laryngologistes et les chirurgiens digestifs est indispensable.

Rachis dorsal

La difficulté technique est la présence de l'artère d'Adamkiewicz pouvant empêcher une résection tumorale « correcte » lorsque la tumeur l'envahit. En effet, il est préférable de la sauvegarder systématiquement.

Comme au rachis cervical, l'aide technique par les potentiels évoqués somesthésiques est parfois requise, préservant de tout risque de déficit neurologique per- et postopératoire.

Charnière dorsolombaire

Cette localisation allie le problème des voies d'abord et le problème mécanique inhérents à toutes les « charnières », mais aussi le fait que l'artère d'Adamkiewicz peut être présente.

Rachis lombaire

La difficulté technique est la profondeur du corps vertébral à ce niveau. Une chirurgie de résection vertébrale en un temps comme au rachis dorsal est donc impossible. La résection en deux temps (voie antérieure puis postérieure) ou trois (postérieure, antérieure puis postérieure) doit être choisie. L'avantage de cet étage rachidien est la possibilité de récliner le fourreau dural sans trop de risque à partir de L3 en général.

Sacrum

La chirurgie du sacrum est techniquement plus difficile. Lors d'une résection sacrée, la localisation tumorale envahissant S1 ou S2 nécessite systématiquement un double abord, antérieur pour ligaturer les veines présacrées et libérer si nécessaire les éléments « nobles » situés dans le pelvis, puis une voie postérieure pour contrôler les racines nerveuses et effectuer la résection tumorale. Si la tumeur est située en dessous du disque S2-S3, une seule voie d'abord postérieure peut être pratiquée si la tumeur n'est pas trop grosse et n'envahit pas les anses intestinales. Le problème mécanique, lors de la résection tumorale, n'intervient que si la tumeur envahit S1. Pour les tumeurs situées en dessous de S1, aucune reconstruction n'est nécessaire car l'anneau pelvien est préservé.

Technique chirurgicale

Elle comprend l'exérèse chirurgicale ainsi que la reconstruction. Ceci dépend surtout de la localisation tumorale sur la vertèbre et bien sûr de l'étage rachidien.

Rachis cervical

Chirurgie d'exérèse tumorale

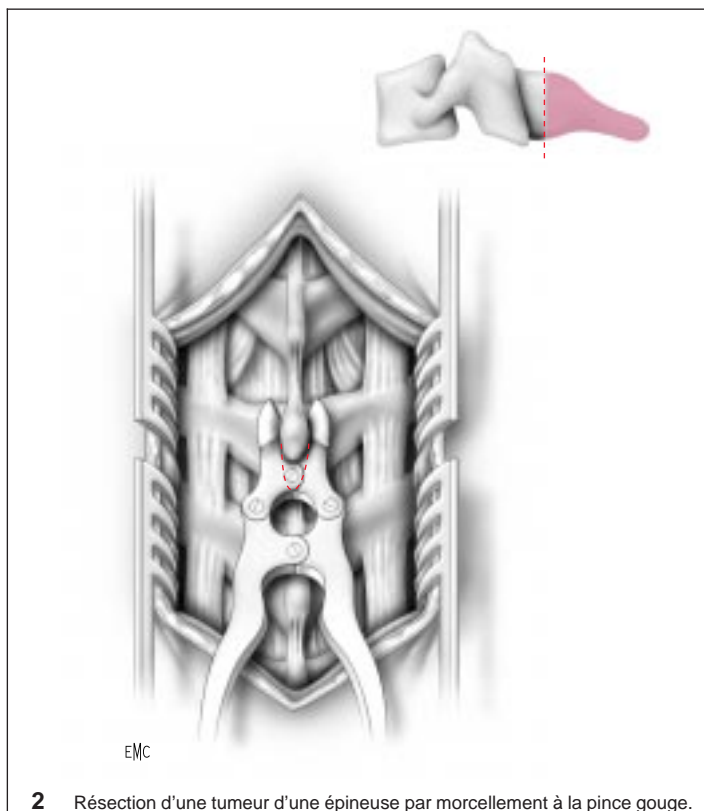
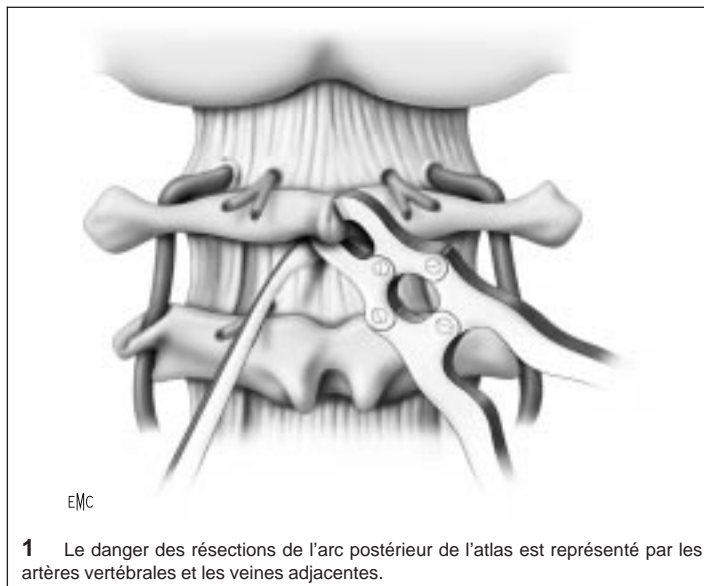
Tumeurs de l'arc postérieur de C1 (tumeurs exceptionnelles)

La difficulté particulière de l'excision de l'arc postérieur de C1 est due, bien entendu, à ses rapports avec l'artère vertébrale (fig 1). Après avoir installé le malade tête fixée sur la têtère en cyphose maximale, l'abord est centré sur l'arc postérieur de C1 ; le tubercule postérieur de C2 étant repéré, le champ opératoire est dégagé de la région sous-occipitale jusqu'à C2. L'arc postérieur de C1 est dégagé au bistouri très prudemment à sa face postérieure, puis une spatule est engagée de haut en bas entre la membrane occipitoatloïdienne et la face antérieure de l'arc postérieur de C1. Le ligament interépineux C1-C2 est ensuite sectionné et une spatule est encore passée à la face antérieure de l'arc postérieur de C1, de bas en haut. Le tubercule de C1 peut être ainsi réséqué à la pince gouge, puis à partir de cette excision de 0,5 cm de large environ, l'excision progresse par morcellement latéralement vers la gauche et vers la droite. Avant chaque excision à la pince, il faut au préalable systématiquement passer une spatule au mieux en intrapériosté, pour décoller la dure-mère et l'artère vertébrale de la face antérieure de l'arc postérieur de l'atlas. Il est indispensable d'avoir un champ exsangue, ce qui n'est pas toujours facile en raison de la présence de plexus veineux péri-dure-mériens.

Parfois, l'artère vertébrale est située dans un véritable canal osseux, visible radiologiquement, dont l'arc postérieur de C1 forme la limite postérieure. Il faut alors enlever l'arc postérieur de C1 par morcellement très prudent d'arrière en avant, jusqu'au plan de l'artère vertébrale.

Tumeurs de l'arc postérieur (épineuse ou lame) de C2 à C7

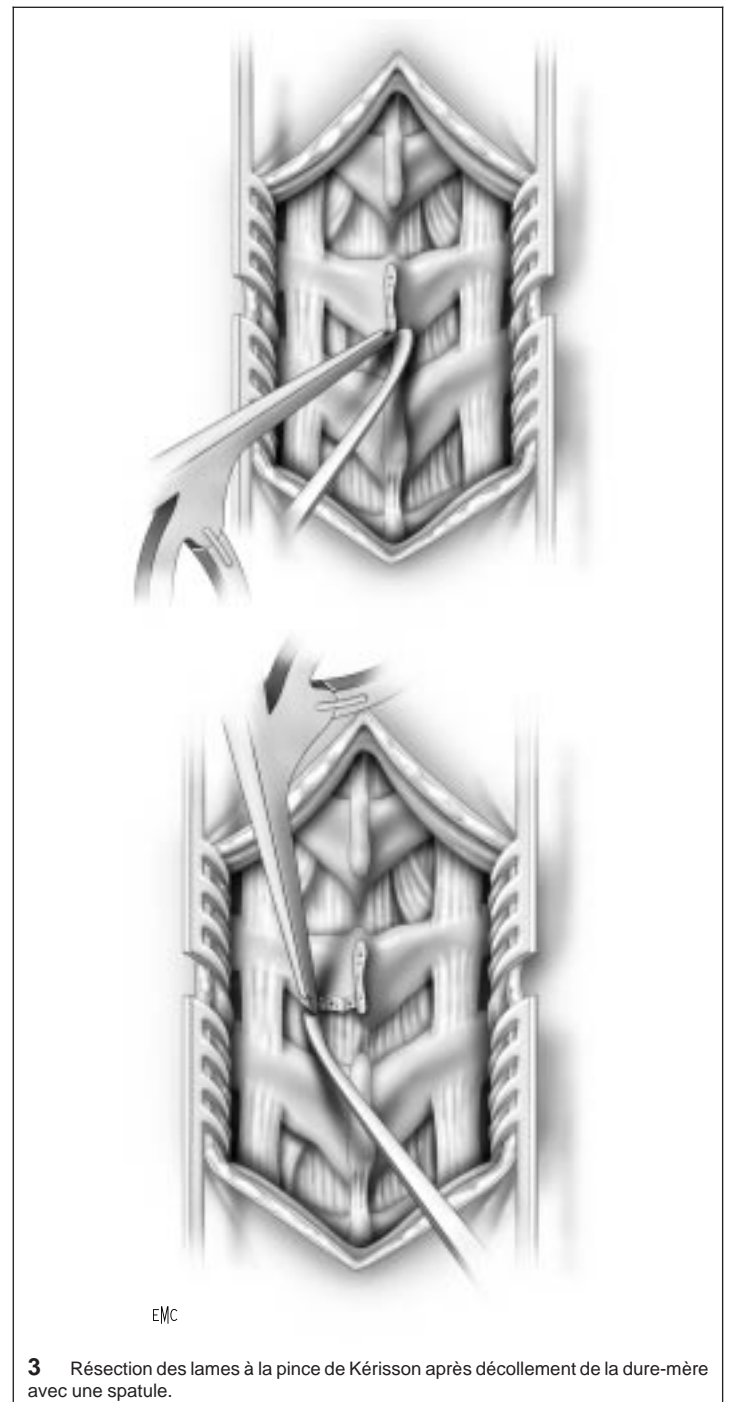
L'incision est médiane postérieure, centrée sur l'épineuse atteinte, un repérage radiologique peut être nécessaire pour mieux diriger la voie d'abord. Cet abord est prudent, avec désinsertion au bistouri des muscles



paravertébraux de part et d'autre de la ligne médiane. Il doit être fait pas à pas, la tumeur pouvant être lytique et l'épineuse, ainsi que les lames fragiles, ne protégeant plus le fourreau dural. L'exposition étant faite, les écarteurs autostatiques sont mis sur les masses musculaires.

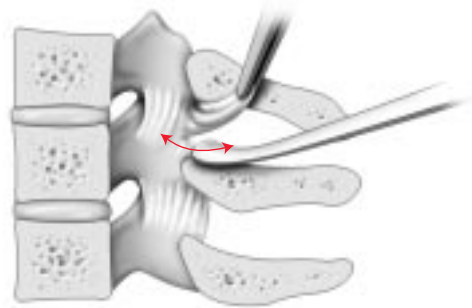
L'exérèse peut se faire de deux façons :

– *par morcellement*, surtout en cas de tumeur bénigne ; à l'aide d'une pince gouge, on va dans un premier temps enlever l'épineuse jusqu'à la base (fig 2). Le morcellement peut ensuite se poursuivre sur les lames ; une spatule est tout d'abord glissée entre le ligament jaune et la base de l'épineuse, puis une pince de Kérissou est engagée en arrière du ligament jaune et va, de proche en proche, réaliser l'exérèse de la base de l'épineuse (fig 3). Si la tumeur se prolonge sur les lames, le morcellement se poursuit latéralement de part et d'autre jusqu'au massif articulaire, en prenant soin de toujours passer au préalable une spatule pour bien décoller la dure-mère qui peut être adhérente. L'exérèse est ainsi facile, menée latéralement jusqu'au massif articulaire. Si la tumeur siège sur une seule lame, l'épineuse peut être conservée. Le morcellement commence alors au bord externe de l'épineuse pour aller se poursuivre jusqu'au bord interne du massif articulaire. Celui-ci est

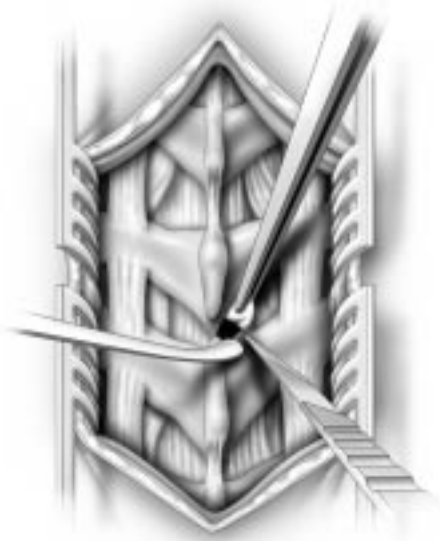


réséqué si besoin. Toute cette exérèse est assez facile, l'essentiel est de bien engager la pince pour qu'elle ne morde pas sur le fourreau dural ;

– *excision en bloc de l'arc postérieur* : lorsqu'on désire enlever en bloc une tumeur maligne d'un arc postérieur, de façon la plus carcinologiquement satisfaisante, ou lorsque la tumeur siège sur plusieurs arcs postérieurs, on peut réaliser une excision globale par la technique dite de la « carapace du homard ». Le ligament interépineux sous-jacent à la lésion est sectionné transversalement ainsi que le ligament jaune correspondant, de part et d'autre de la ligne médiane. Après préparation avec la rugine à ligament jaune, cette section se fait avec un bistouri à long manche et, si possible, sous la protection d'une fine spatule passée entre ligament jaune et dure-mère (fig 4). La spatule est ensuite engagée sous la lame sus-jacente pour décoller la dure-mère, puis les lames sont sectionnées latéralement au bord interne du massif articulaire. Cette section se fait soit à la pince gouge fine de Sicard (fig 5), soit au ciseau à frapper de Guillaume. La libération de l'arc postérieur le plus bas situé étant obtenue, une pince saisit le bloc ligament jaune/arc postérieur qui est basculé et relevé vers le haut (fig 6). Le ligament jaune sus-jacent est à son tour incisé longitudinalement, puis les lames sont sectionnées et ainsi de proche en



EMC

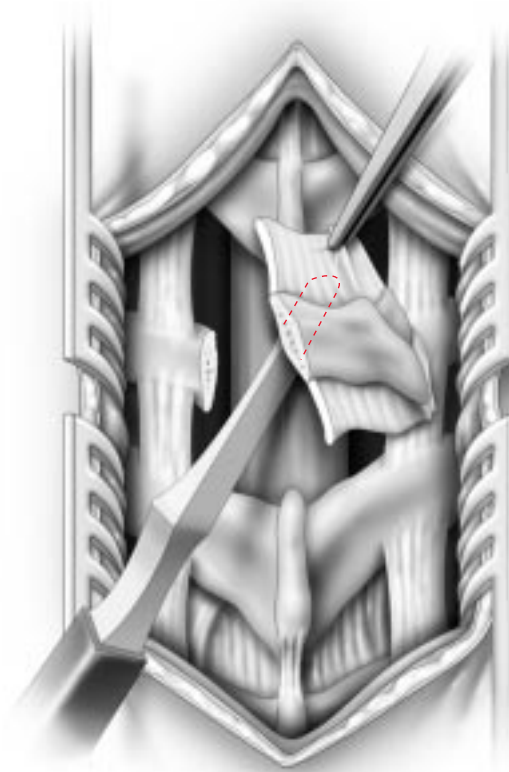


4 Section d'un ligament jaune au bistouri et à la rugine sous couvert d'une spatule.



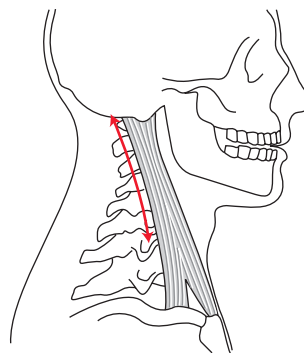
EMC

5 Section latérale de la lame à la pince gouge fine de Sicard.



EMC

6 Relèvement de la « carapace de homard ». Ici, le volet ne comporte qu'un seul arc postérieur et les ligaments jaunes adjacents.



EMC

7 La voie rétro-cléido-mastoïdienne permet d'accéder à la masse latérale de l'atlas.



proche, on peut réaliser l'excision de plusieurs arcs postérieurs. À la limite supérieure de cette excision, le ligament jaune sus-jacent est à nouveau incisé transversalement.

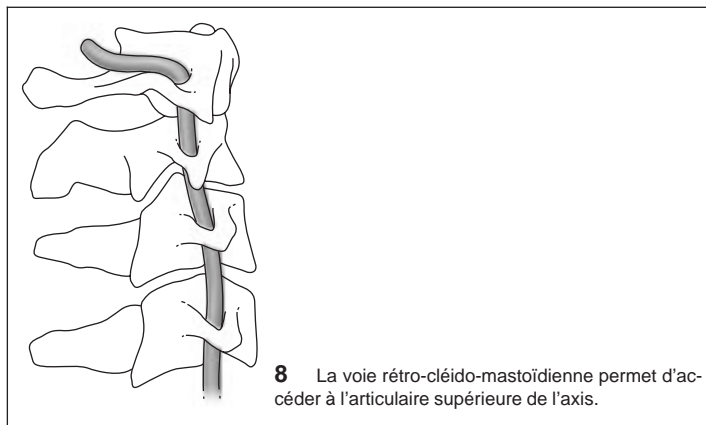
Tumeurs du massif articulaire de C1-C2

Pour une tumeur de la masse latérale de C1 ou de l'articulaire supérieure de C2 se prolongeant trop en avant, l'excision est impossible par voie postérieure. Il faut alors utiliser une voie rétro-mastoïdienne (cf Voies d'abord). L'abord réalisé (fig 7, 8), l'excision se fait par morcellement progressif en évitant l'artère vertébrale au niveau du trou transversaire de C2 ; elle est protégée par l'insertion haute des scalènes. L'excision doit donc se faire en passant en avant de ce trou transversaire, et après avoir repéré éventuellement l'artère vertébrale à la sortie du trou transversaire de C3.

Tumeur du massif articulaire inférieur de C2 à C7

L'abord est médian postérieur centré sur l'épineuse.

En cas de tumeur de l'articulaire inférieure, qu'il s'agisse de la prolongation d'une excision d'une lame ou de l'exérèse isolée d'une



tumeur localisée à l'articulation inférieure, l'excision est simple, à la pince gouge ou au petit ciseau de Guillaume. Cette excision doit commencer au bord latéral de la lame, elle se termine à l'aplomb de l'articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente. Elle se fait aussi vers l'avant jusqu'à l'insertion du pédicule sur le massif articulaire. L'hémostase des tranches de section peut se faire grâce à l'application de cire chirurgicale.

Si, en revanche, il s'agit d'une tumeur d'une articulaire supérieure, il faut au préalable enlever le couvercle que représente l'articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente. Le massif atteint apparaît alors complètement et il peut être excisé en prenant garde de ne pas aller trop en avant au niveau du trou de conjugaison, sous peine de risquer de blesser la racine nerveuse correspondante.

Tumeurs de l'apophyse transverse

L'abord doit être antérolatéral classique, pré-sterno-cléido-mastoïdien (SCM). Une fois arrivé sur le plan vertébral, il faut se porter latéralement dans la région des transverses. Plusieurs gestes sont indispensables :

- repérer le tubercule antérieur de l'apophyse transverse et le réséquer d'un coup de pince gouge. Le muscle scalène antérieur s'insère sur lui et va l'attirer vers le bas, permettant de découvrir ainsi l'artère vertébrale et les racines nerveuses ;
- repérer le muscle long du cou à son bord interne et à son bord externe. Le désinsérer complètement de la face antérieure des corps vertébraux, un lacs peut même être passé à sa face postérieure pour le mobiliser vers la ligne médiane ou bien un écarteur peut le récliner simplement en permanence en dedans (fig 9) ;
- entre le tubercule antérieur et le muscle long du cou, il va falloir alors réséquer la partie antérieure de l'apophyse transverse. On met ainsi mieux en évidence l'artère vertébrale qui peut être mobilisée et mise sur un lacs quand la résection de l'apophyse transverse porte sur plusieurs étages, ce qui est en règle nécessaire pour travailler en sécurité. On a ainsi sous les yeux différents éléments (fig 10) : en dehors les racines nerveuses, au milieu l'artère vertébrale, en dedans le muscle long du cou mobilisé vers l'intérieur.



On va pouvoir à la demande, en passant de part et d'autre entre ces différents éléments, réséquer toute l'apophyse transverse, réséquer éventuellement l'uncus vertébral jusqu'au trou de conjugaison.

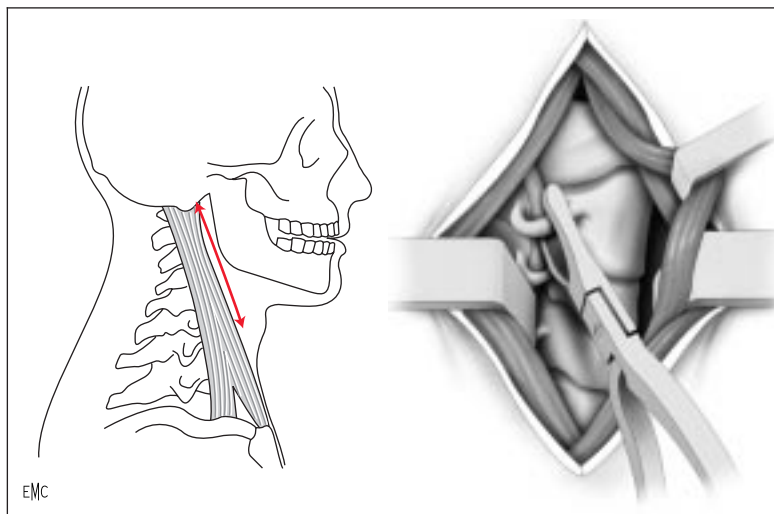
Tumeurs du corps vertébral (arc antérieur)

• Tumeurs de l'arc antérieur de C1

C'est une question de voie d'abord (cf Voies d'abord). Les tumeurs malignes semblent être une justification de la voie transbuccale. Cet abord, peu hémorragique, donne un très bon jour sur l'arc antérieur de C1 ainsi que de C2 au tiers supérieur de C3. L'écartement des masses musculaires peut se faire grâce à des broches de Kirschner de 22/10 de chaque côté de l'arc antérieur de C1 en faisant attention à ne pas les mettre trop latéralement pour éviter une lésion de l'artère vertébrale. Cette voie ne présente pas plus de risque septique, comme on pourrait le croire de prime abord, il suffit de faire une bonne désinfection pré- et surtout postopératoire, en pratiquant des bains de bouche quotidiens.

• Tumeurs des corps vertébraux de C2 à C7

L'abord est SCM vertical, du côté prédominant de la lésion. S'il s'agit d'une tumeur limitée du corps vertébral, l'abord peut se faire directement après incision du ligament prévertébral commun antérieur, et excision de la face antérieure du corps vertébral. La tumeur sera enlevée au ciseau à frapper et à la curette, l'excision discale est faite en vue de la reconstruction.



Si, en revanche, la tumeur est volumineuse, débordant latéralement, il faut au préalable repérer l'apophyse transverse et l'artère vertébrale, selon la technique déjà vue (cf supra). Ce n'est qu'après contrôle de l'artère vertébrale que l'excision peut être menée aussi bien à la face antérieure qu'au bord latéral du corps, en passant de part et d'autre du muscle long du cou, celui-ci peut être sectionné transversalement. L'exérèse se fait surtout par morcellement, et elle est obligatoirement incomplète du côté opposée à la voie d'abord. C'est pourquoi, lors des tentatives d'exérèse complète de tout le corps vertébral, il faut réaliser deux voies d'abord pré-sterno-mastoïdiennes gauche puis droite.

Tumeurs de l'arc antérieur et postérieur (vertèbre totale)

La résection chirurgicale nécessite deux temps distincts. L'abord postérieur, de préférence initial, permet, comme nous l'avons vu (cf supra), les gestes de résection déjà décrits, de contrôler l'axe médullaire, d'enlever une épидурite et évidemment de lever une compression postérieure mais, surtout, il permet une fixation solide du rachis par un matériel, ce qui facilite la reconstruction après l'exérèse. Le complément d'exérèse est fait par voie antérolatérale. En cas d'exérèse tumorale large, un pontage de l'artère vertébrale peut être effectué si le « test du ballonnet » est positif (cf Stratégie opératoire). Parfois, on fait le sacrifice délibéré de l'artère vertébrale du côté de la tumeur, après contrôle artériographique de la parfaite suppléance par la vertébrale controlatérale. Au rachis cervical haut, il peut être nécessaire pour lier l'artère distalement de l'aborder dans le triangle de Tillaux entre C1 et C2, ce qui nécessite d'élargir la voie d'abord antérolatérale vers le haut en passant en arrière du SCM. En cas de tumeur du rachis cervical bas, l'hémostase par clip vasculaire et la section proximale se font avant l'entrée dans le canal transversaire, l'hémostase et la section distale se font par ouverture du canal vertébral après résection du tubercule antérieur de l'apophyse transverse sus-jacente à la tumeur. Le problème de l'artère vertébrale ainsi réglé, l'excision du corps vertébral pathologique mène vers l'arrière jusqu'à la dure-mère. Du côté opposé à l'abord, il convient d'être très prudent pour ne pas courir le risque d'une blessure de la seule artère vertébrale restante. Du côté de l'abord, le plan dure-mérien est suivi vers l'extérieur : il mène sur les racines nerveuses cervicales qui sont disséquées et protégées sur des lacs pour compléter l'exérèse de la transverse. En passant entre les racines, on peut exciser l'apophyse articulaire et la lame homolatérale, en passant prudemment en dehors et en arrière de la moelle.

Ce temps d'excision tumorale est suivi d'une reconstruction.

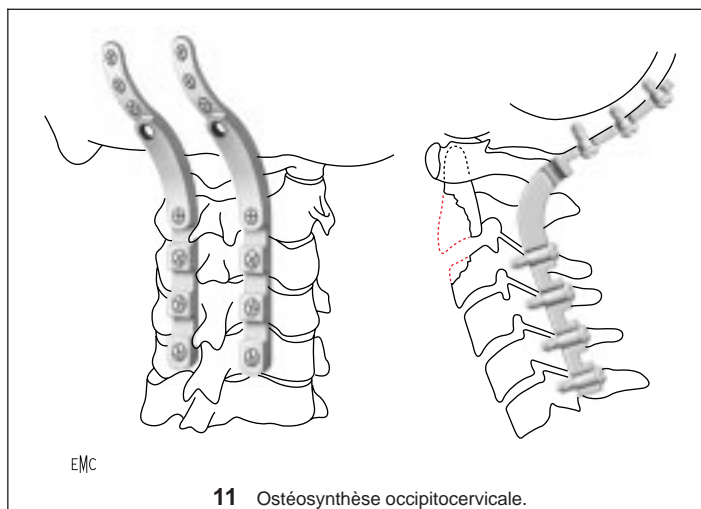
Chirurgie de reconstruction

Après exérèse d'une tumeur vertébrale, une reconstruction n'est pas toujours nécessaire. Cette dernière dépend essentiellement du degré de l'instabilité préexistante ou iatrogène créée par l'exérèse.

- Tumorectomies ne nécessitant aucune reconstruction :
 - laminectomie isolée sur un étage, ou sur plusieurs, préservant les articulaires ;
 - transversectomies isolées, quel que soit l'étage ;
 - résection d'un massif articulaire isolé ne compromettant pas la stabilité.
- Tumorectomies nécessitant une reconstruction :
 - laminectomie étendue en hauteur, mordant latéralement sur les massifs articulaires, surtout si un geste a également été réalisé par une voie postérieure sur le ligament commun postérieur ;
 - arthrectomies bilatérales ou multiples ;
 - corporectomie.

Stabilisation de l'arc postérieur

Au rachis cervical supérieur C2 ou C3, des problèmes particuliers se posent. La stabilisation, en effet, ne peut s'appuyer vers le haut sur un nombre suffisant d'étages pour être solide. Dans ce cas, il faut réaliser une ostéosynthèse occipitocervicale par plaques vissées prémoulées (fig 11) se fixant en bas, de la manière habituelle, dans les massifs articulaires des vertèbres saines sous-jacentes à la lésion, en haut dans l'écaille de l'occipital de part et d'autre de la ligne médiane. La prise des vis est solide à ce niveau, dans les deux tables de la diploé, en veillant à ne pas dépasser la table interne, en particulier lors du forage des trous (mèche à butée avec des vis d'environ 13 mm). Ce temps de la fixation



expose à une brèche dure-mérienne. D'autres matériels d'ostéosynthèse peuvent être utilisés bien sûr, selon les tendances et les écoles.

Au rachis cervical inférieur, l'ostéosynthèse peut se faire par différentes instrumentations, soit plaques vissées dans les articulaires selon la méthode habituelle, soit par des tiges avec des crochets. En général, on fixe deux étages de part et d'autre de la tumeur (fig 12A, B).

Reconstruction du corps vertébral

Elle se fait à l'aide de greffes s'appuyant sur des vertèbres saines sus- et sous-jacentes :

- soit des greffes spongieuses, s'il y a une perte de substance minime ne compromettant pas la stabilité mais réalisant un vide dans le corps vertébral ;
- soit des greffes corticospongieuses ou corticales qui peuvent être prises à la crête iliaque antérieure ou postérieure, ou au péroné. La greffe doit être taillée en « queue d'aronde », pour permettre un très bon encastrement. La mise en place se fait en accentuant la lordose rachidienne par manœuvre externe (hyperextension sur table à têtère).

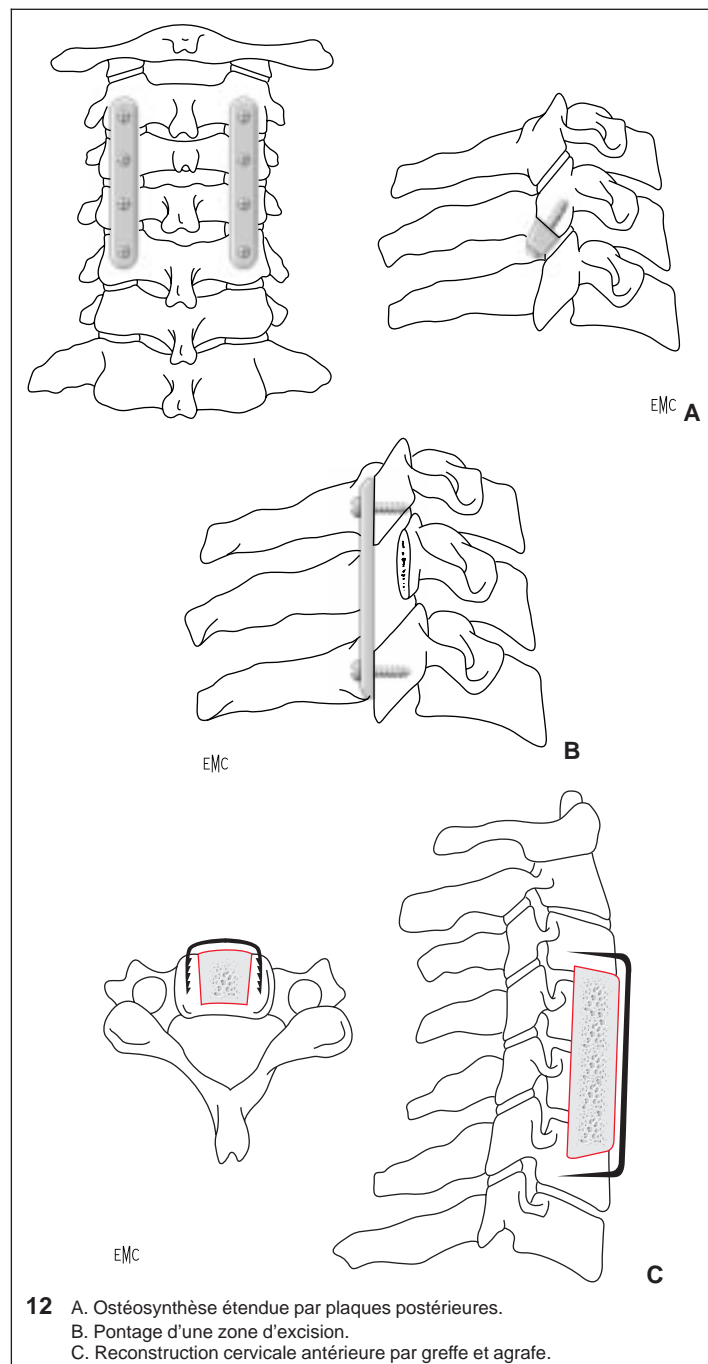
Ces greffes peuvent être maintenues par des agrafes spéciales, des plaques vissées (fig 12C).

La reconstruction peut faire appel aussi à des cages prothétiques adaptées à l'étage rachidien, dans lesquelles du spongieux est tassé. Lors d'une chirurgie palliative, la reconstruction peut être faite avec du ciment (fig 13).

Ces reconstructions pontant une résection corporéale doivent s'appuyer sur les vertèbres saines sus- et sous-jacentes. Il est donc nécessaire d'exciser les disques adjacents. L'exérèse discale se fait au bistouri, à la pince à disque et à la curette. Elle doit être suivie de l'avivement des plateaux vertébraux adjacents au ciseau à frapper. La reconstruction doit prendre appui sur de l'os solide, aussi faut-il respecter si possible l'os sous-cortical, plus dense, des plateaux vertébraux.

Charnière cervicodorsale

Les charnières posent toujours un problème de voie d'abord et un problème mécanique. En cas de tumeur située dans le corps vertébral, l'abord antérieur par une voie SCM gauche préservant le nerf récurrent permet d'atteindre le plateau supérieur de D3. La difficulté technique se situe donc pour des tumeurs antérieures de D2 ou de D3 (cf Voies d'abord du rachis). Un artifice technique original de sternotomie partielle [8] permet de bien dégager le corps de D2, D3, à la limite D4. Cette sternotomie est dans le prolongement de la voie SCM gauche avec une coupe sternale à la scie oscillante en « T » inversé allant seulement jusqu'au deuxième espace intercostal, limitant de ce fait le risque de brèche pleurale lors de la dissection. L'abord rétrosternal prudent doit respecter le tronc veineux brachio-céphalique gauche. Le problème mécanique réside dans le fait que toute tumeur réséquée nécessite une



reconstruction, par voie antérieure ou postérieure selon les cas, pour éviter une déstabilisation qui peut entraîner un rachis en « col de cygne ».

Rachis dorsal

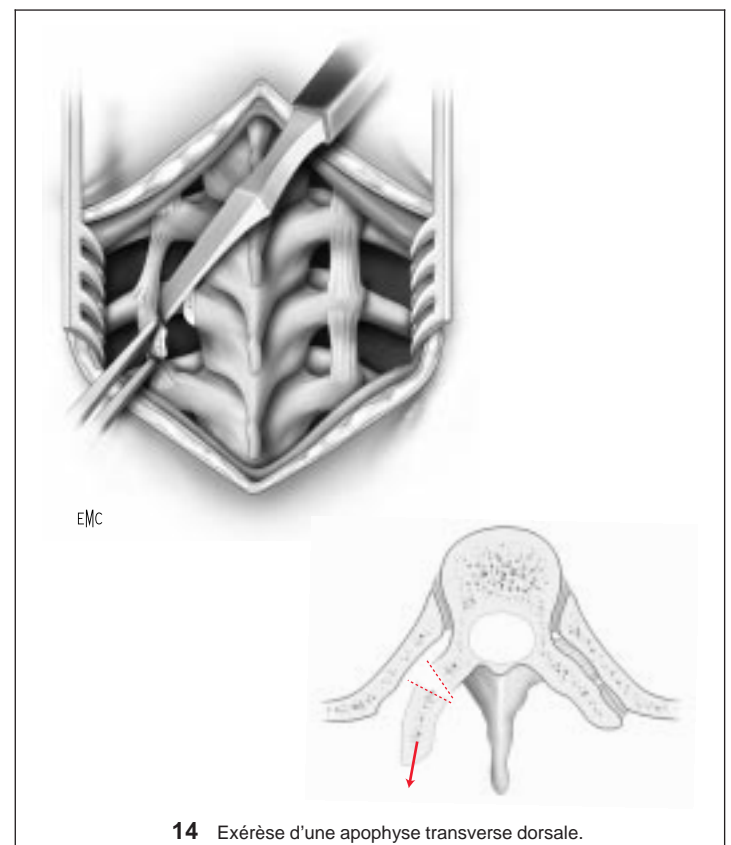
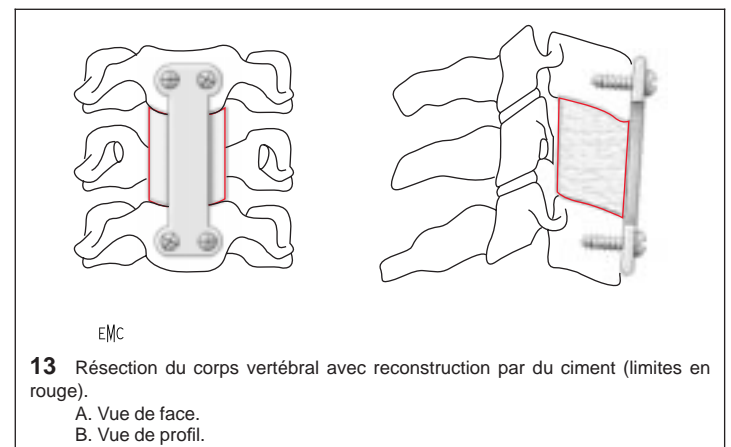
Chirurgie d'exérèse tumorale

Tumeurs de l'arc postérieur (épineuse ou lame) et du massif articulaire

La technique chirurgicale est identique à celle du rachis cervical de C2 à C7.

Tumeurs du pédicule

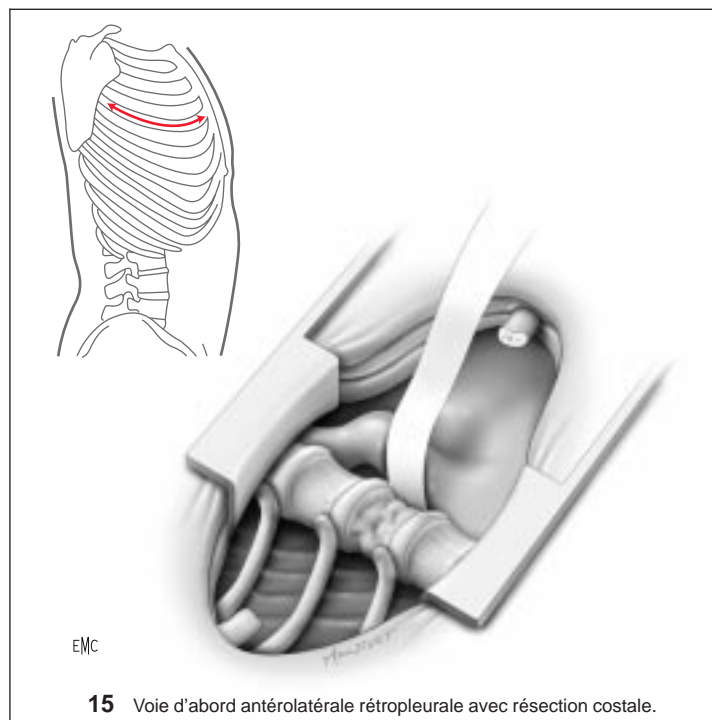
Les pédicules vertébraux unissent les massifs articulaires à la face postérieure des corps vertébraux. Ils naissent en arrière, à la jonction des articulaires inférieure et supérieure. C'est là qu'il faut les attaquer. Il faut d'abord réséquer l'articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente et le massif articulaire de la vertèbre correspondante. On peut parfois garder



l'articulaire inférieure solidaire de la lame, mais ceci n'est pas toujours possible. L'apophyse transverse correspondante est soit réséquée elle aussi, soit laissée latéralement.

Tumeurs de l'apophyse transverse

Elles peuvent être enlevées par voie médiane postérieure. Après avoir réalisé un abord classique, on se porte très latéralement en dehors du massif articulaire. La transverse est alors repérée facilement, oblique en dehors et en arrière, elle est réséquée après avoir été sectionnée au ras de son insertion sur le pédicule et le massif articulaire (fig 14). Pour l'enlever, il faut encore la libérer de l'articulation costale à l'aide d'une rugine de Farabeuf et couper les ligaments costotransversaires. Elle peut être ainsi enlevée en un seul bloc, et non par morcellement. Lorsque la tumeur de l'apophyse transverse se prolonge plus en avant du pédicule ou du corps vertébral, elle peut aussi être enlevée par une costotransversectomie ou par une voie antérolatérale rétropleurale. Le choix entre ces différentes voies d'abord dépend du caractère isolé ou non de la tumeur et de son extension en arrière (abord postérieur) ou en avant (abord postérolatéral ou antérolatéral). Quand l'extension tumorale se fait à la fois en avant et en arrière, c'est l'indication de la voie postérieure élargie (cf infra).



Tumeurs du corps vertébral (arc antérieur)

Indépendamment des lésions des deux ou trois premières vertèbres dorsales, qui peuvent être abordées par voie cervicale, l'abord du corps antérieur des vertèbres dorsales peut se faire soit par des voies latérales, soit par voie postérieure élargie (cf infra). Deux voies latérales sont possibles :

- postérolatérale ou costotransversectomie : elle peut être réalisée sur plusieurs étages, jusqu'à quatre ou cinq. Elle donne un jour remarquable sur la face latérale et antérieure des corps vertébraux, et sur toute la partie postérieure de l'arc vertébral. Cet abord permet d'enlever les lésions tumorales du pédicule, de l'apophyse transverse, de la lame et même de l'épineuse. Il permet l'excision complète de plusieurs corps vertébraux. Il est à noter cependant que lors de lésions très étendues, les pédicules vasculonerveux barrent transversalement la voie d'abord, et doivent parfois être sectionnés. L'excision de la face opposée du corps vertébral se fait quant à elle un peu à bout d'instrument. En cas de tumeur paravertébrale n'envahissant pas la lame, la préservation de celle-ci est un bon artifice technique pour préserver le fourreau dural et donc éviter tout déficit neurologique postopératoire. En effet, seule la racine passant sous le pédicule est visualisée et, à aucun moment, le fourreau dural. Le temps de résection costale se fait de préférence en bloc avec une rugine rigide de Farabeuf ;

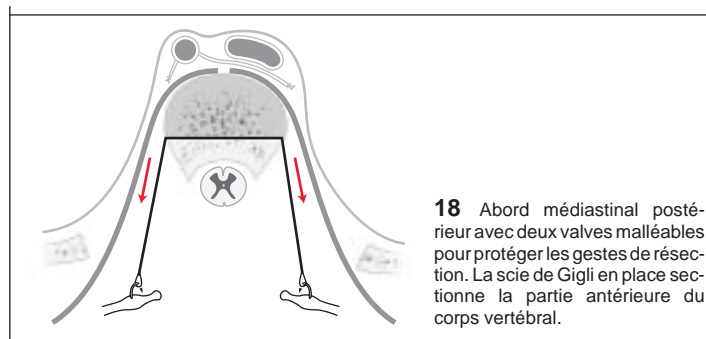
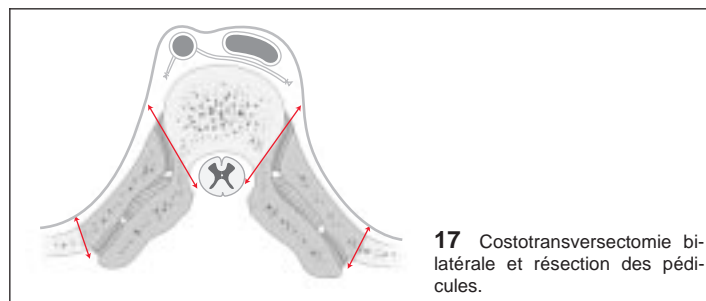
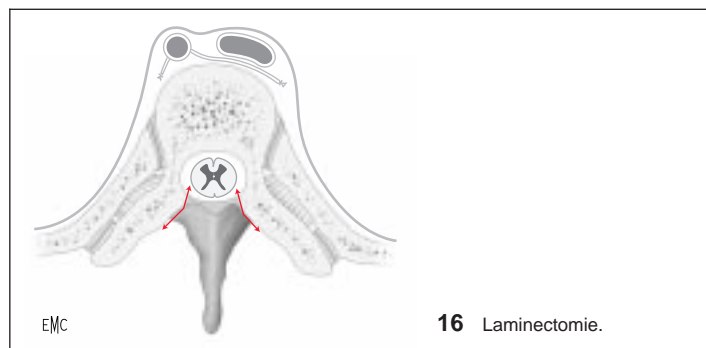
- antérolatérale, rétropleurale, avec ou sans résection costale en fonction du nombre de vertèbres à aborder (fig 15). Il faut savoir qu'un tel abord doit toujours se faire par la côte correspondant à la vertèbre la plus haut située que l'on veut aborder. Si l'on veut, en cours d'intervention, agrandir le champ opératoire, il est toujours facile en sous-cutané d'aborder les côtes sous-jacentes. Un tel abord antérolatéral permet d'autre part, sans désinsertion diaphragmatique, d'aller exciser jusqu'à la première vertèbre lombaire après dissection des piliers.

L'abord antérolatéral des vertèbres dorsales peut se faire aussi par thoracoscopie nécessitant la présence d'un chirurgien orthopédique et thoracique pour pallier toute complication. La résection tumorale se fait par morcellement grâce à un abord moins « invasif » que par chirurgie « traditionnelle ».

Tumeurs de l'arc postérieur et antérieur (vertébrectomie totale) [11]

La vertébrectomie totale et la reconstruction peuvent être réalisées en un seul temps par une voie postérieure élargie, comme l'a décrit Roy-Camille [6]. L'intervention va comporter les temps successifs suivants :

- une laminectomie exposant le fourreau dural et l'origine des racines (fig 16) ;
- une costotransversectomie bilatérale (fig 17) sur trois étages si l'on veut enlever une seule vertèbre ; l'abord sera bien plus large s'il s'agit



d'enlever plusieurs vertèbres pour une atteinte néoplasique étendue. Les pédicules vasculonerveux intercostaux sont repérés, respectés ou liés selon qu'ils sont envahis ou non ;

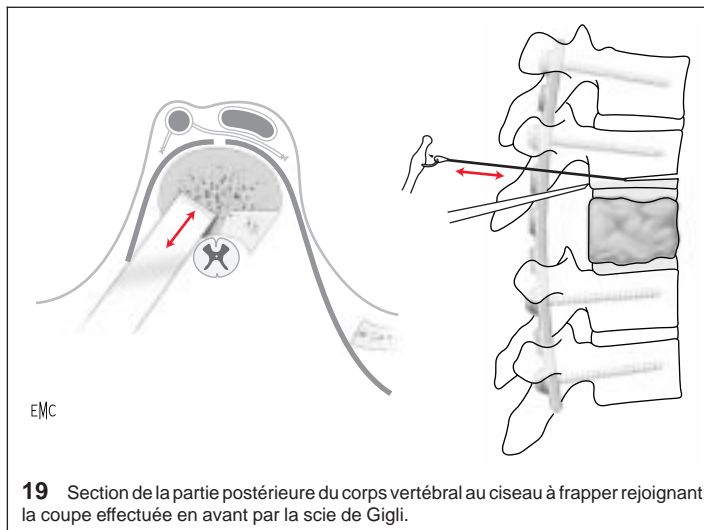
- une résection bilatérale des pédicules vertébraux emmenant en même temps les apophyses articulaires. Il est dès lors possible de décoller à la spatule mousse la face antérieure du fourreau dure-mérien du ligament vertébral commun postérieur ou de la tumeur elle-même s'il est envahi ;
- un abord médiastinal postérieur par voies droite et gauche se rejoignant devant le corps vertébral. Pour cette chirurgie tumorale, la dissection, lors de ce temps, se fait dans le plan de clivage qui limite la zone tumorale ;

- une stabilisation préventive doit être effectuée à ce temps de l'intervention. Deux plaques sont vissées dans les pédicules des deux vertèbres saines sus- et sous-jacentes à la lésion ;

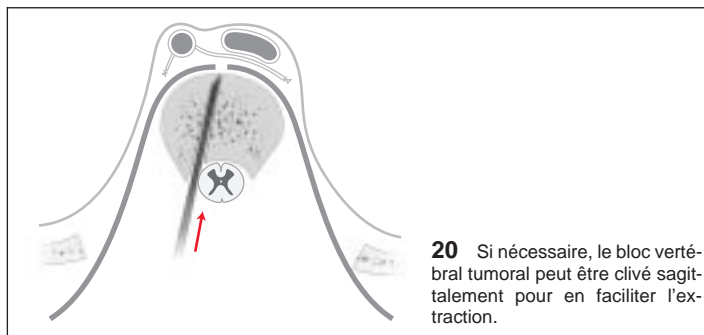
- le ou les corps vertébraux à exciser sont alors isolés du reste du rachis. Les temps de section haute et basse sont effectués à la scie de Gigli (fig 18), qui permet de sectionner le ligament commun antérieur, le mur vertébral antérieur et la partie antérieure des corps vertébraux, sans menacer les éléments prévertébraux du médiastin postérieur (fig 19). Cette section doit se faire en zone saine, au-delà des disques sus- et sous-jacents à la lésion. La partie postérieure du trait de section se fait d'arrière en avant, au ciseau à frapper. Il est évident qu'au cours de tous ces gestes et des suivants, il faut en permanence veiller à ne pas traumatiser l'axe dure-mérien, qui ne doit en aucun cas être récliné : toutes les manœuvres opératoires se font en passant de part et d'autre de la dure-mère, de façon latérale ;

- l'exérèse du bloc uni- ou plurivertébral ainsi isolé peut alors se faire, soit en un seul bloc que l'on extirpe d'un côté ou de l'autre de l'axe dure-mérien, soit après l'avoir fragmenté en deux moitiés d'un coup de ciseau sagittal (fig 20) : les deux fragments sont alors extirpés à travers le grillage des pédicules intercostaux ;

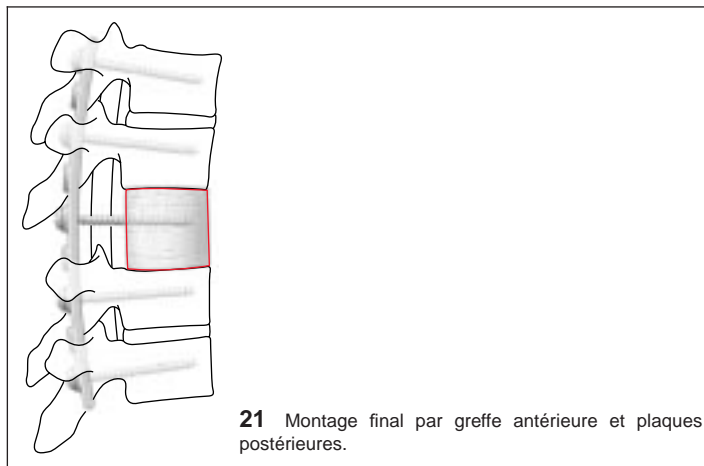
- une greffe massive à trois corticales reconstituant le corps vertébral, prise dans le bloc osseux des épines iliaques postérieures, est encastrée



19 Section de la partie postérieure du corps vertébral au ciseau à frapper rejoignant la coupe effectuée en avant par la scie de Gigli.



20 Si nécessaire, le bloc vertébral tumoral peut être clivé sagitalement pour en faciliter l'extraction.



21 Montage final par greffe antérieure et plaques postérieures.

en force entre les deux vertèbres adjacentes (fig 21). L'ensemble est parfaitement maintenu par les deux plaques vissées déjà mises en place, les vis posées depuis les plaques vont aussi se ficher dans la greffe pour encore la stabiliser. Si besoin, deux greffes tibiales vissées dans les transverses à côté des plaques peuvent renforcer l'apport osseux ;

– si cet apport osseux antérieur paraît insuffisant pour assurer la stabilité à long terme du rachis, on peut effectuer une greffe postérolatérale complémentaire. Cette greffe est formée d'une longue baguette tibiale qui est vissée au bord externe de l'une des plaques d'ostéosynthèse, dans la racine des transverses des deux vertèbres sus- et sous-jacentes à la lésion. Cette greffe complémentaire peut être décidée de principe dans le même temps opératoire ou n'être effectuée que secondairement, au vu de l'aspect radiologique lors de la consolidation de la greffe antérieure.

Les soins postopératoires comportent le lever de l'opéré dans la semaine postopératoire, sous couvert d'un corset moulé sur mesure en polyéthylène qui est, en cas de lésions thoraciques hautes, un corset-minerve.

Chirurgie de reconstruction

Stabilisation de l'arc postérieur

La fixation postérieure se fait grâce à des plaques vissées dans les pédicules selon des techniques déjà vues (cf supra). Bien sûr, d'autres instrumentations peuvent être utilisées telles que les tiges associées à des crochets.

Reconstruction du corps vertébral

Elle fait appel aux mêmes techniques que pour le rachis cervical (cf supra).

Charnière dorsolumbaire

Il s'agit d'un problème de voie d'abord. Pour les tumeurs situées au corps vertébral, la voie antérolatérale est conseillée. L'abord se fait par la 11^e côte, et tout en restant en rétropleural, le diaphragme est désinséré petit à petit, de sa périphérie jusqu'aux piliers. Ceux-ci sont bien vus à la face antérieure des premières vertèbres lombaires et sont désinsérés facilement. L'arcade du psoas apparaît au niveau de L1 et la poursuite de l'exérèse vertébrale au niveau lombaire se fait en passant au bord interne de ce psoas en rétropéritonéal. Dans tous les cas, l'excision tumorale se fait par morcellement après ligature des pédicules vasculaires. Il importe également de bien ruginer le ligament commun vertébral antérieur et la face controlatérale à l'abord. Ceci permet de protéger au mieux le médiastin et les vaisseaux. Ce geste est plus aisé que par costotransversectomie.

Rachis lombaire

Chirurgie d'exérèse tumorale

Tumeurs de l'arc postérieur (épineuse et lame)

La technique est identique aux tumeurs du rachis cervical (cf supra).

Tumeurs du massif articulaire

L'excision est aussi simple, qu'il s'agisse d'une articulaire inférieure ou d'une articulaire supérieure, puisque l'interligne est sagittal. L'articulaire apparaît sur sa tranche dans un axe antéropostérieur et elle peut être enlevée le plus souvent en bloc, en sectionnant son attache à l'isthme après avoir sectionné la capsule articulaire attenante, ainsi que le ligament jaune en dedans pour une articulaire inférieure.

Tumeurs du pédicule

L'interligne des articulaires est sagittal, il suffit de réséquer d'abord le massif articulaire en arrière du pédicule, respectant là aussi si possible l'articulaire inférieure solidarisée de la lame. On arrive ainsi sur l'extrémité postérieure du pédicule qui part sagittalement « droit devant ». C'est la direction de la pince gouge qui progressivement va réséquer tout le pédicule, après avoir éventuellement à l'aide de spatules, refoulé les racines sus- et sous-jacentes dans les trous de conjugaison.

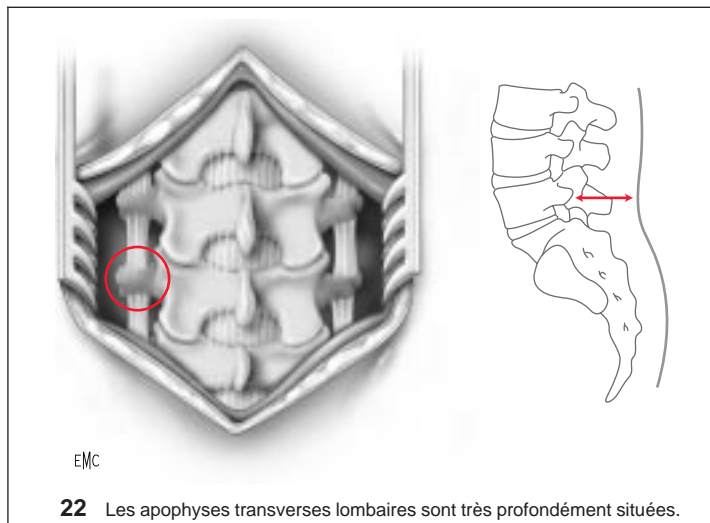
Tumeurs de l'apophyse transverse

L'excision se fait par voie postérieure après dégagement très latéral du massif articulaire. Les muscles lombaires paravertébraux sont désinsérés latéralement jusqu'à repérer l'extrémité de l'apophyse transverse. Il y a latéralement de nombreuses hémostases à faire. L'apophyse est toujours beaucoup plus antérieure et plus profonde que l'on peut l'imaginer et son excision est souvent difficile à réaliser (fig 22). Aussi est-il parfois nécessaire d'utiliser plutôt une voie postérolatérale passant à travers ou en dehors des muscles paravertébraux. L'excision se fait par morcellement progressif ou par résection en bloc.

Tumeurs du corps vertébral (arc antérieur)

• Lésions de L1 à L4

L'excision se fait très simplement par abord antérolatéral rétropéritonéal passant au besoin par la 11^e ou 12^e côte, en cas de lésions de la première vertèbre lombaire (fig 23A).



Le rachis est abordé, le ligament vertébral commun antérieur est désinséré longitudinalement, permettant de mettre en place un écarteur ou une lame malléable entre la face profonde de ce dernier et la face opposée du corps vertébral, pour refouler les vaisseaux et le péritoine. Le corps vertébral est enlevé au ciseau à frapper, ou à la pince gouge, et à la curette. Mais là encore, une excision autre que par morcellement est quasi impossible à réaliser, si une seule voie d'abord est pratiquée. Le mur postérieur du corps vertébral peut être repéré d'emblée assez facilement pour connaître la profondeur de la vertèbre à l'aide d'un écarteur contre-coudé type Hohman qui est posé juste à l'origine de la transverse, ou même mis en place après repérage préalable, au bord antérieur du trou de conjugaison. La profondeur de la vertèbre étant ainsi précisée, on peut enlever facilement tout le corps vertébral sans risque de léser l'axe dure-mérien. L'abord ne permet que difficilement un contrôle endorachidien pour enlever une épidurite ou une prolifération tumorale comprimant l'axe dure-mérien. Si un abord antérolatéral bilatéral est effectué, une résection monobloc est faisable mais techniquement très difficile.

- Lésions de L5

Une telle voie d'abord antérolatérale permet d'aborder jusqu'à la cinquième vertèbre lombaire. Cet abord est surtout indiqué lors de lésions associées de la quatrième et de la cinquième vertèbre lombaire. Il faut pour cela descendre progressivement au bord antéro-interne du psoas jusqu'à la veine ilio-lombaire qui apparaît alors volumineuse transversalement. Il faut lier cette dernière et la sectionner : c'est cette ligature qui permet l'abord de la face antérolatérale de L5 dont l'excision peut être menée facilement jusqu'au disque L5-S1 à la curette et à la pince gouge.

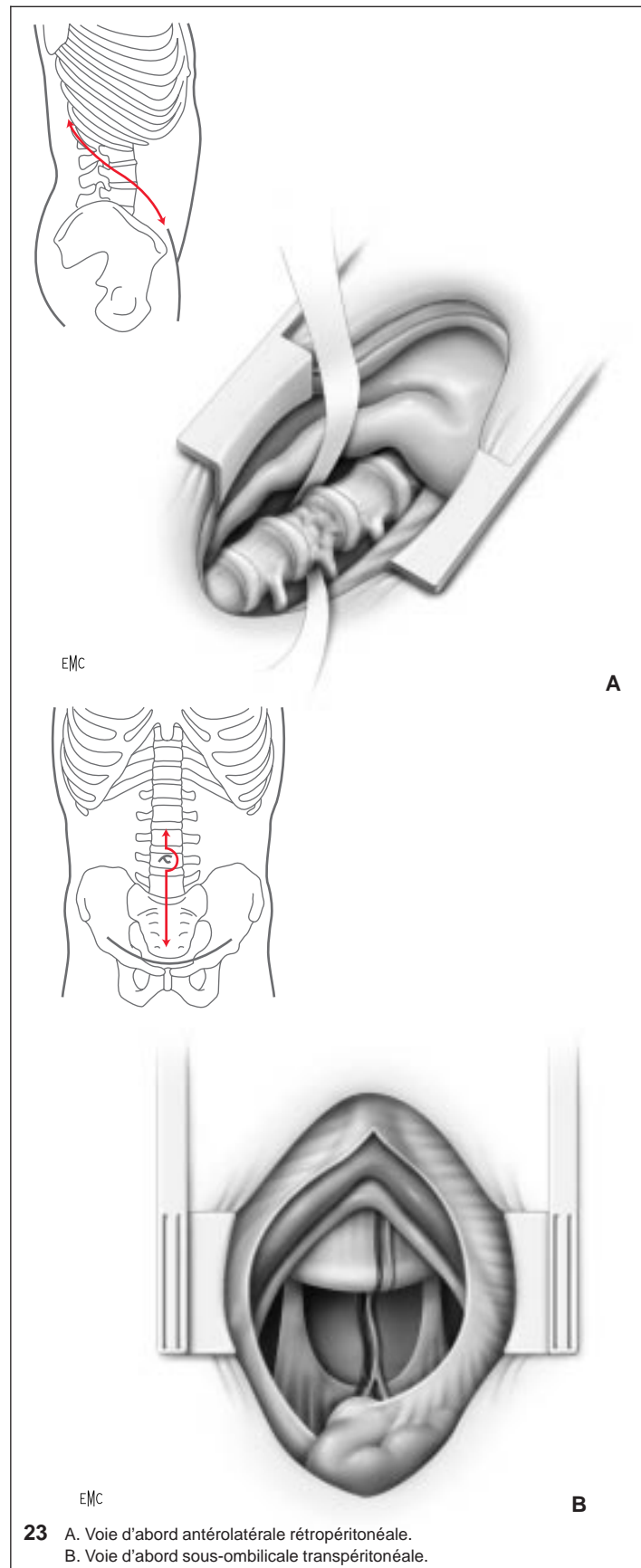
- Tumeurs isolées de la cinquième vertèbre lombaire

La voie de prédilection est un abord sous-ombilical transpéritonéal (fig 23B). En cas de lésion tumorale, il est bon de repérer les éléments du carrefour vasculaire. Cet abord peut être parfois gêné par des anomalies de bifurcation des gros vaisseaux veineux et artériels. Une phlébographie peut être éventuellement nécessaire en préopératoire pour reconnaître les connexions vasculaires avec la tumeur à réséquer. Le ligament commun antérieur est alors incisé longitudinalement, et dégagé latéralement, assez loin jusqu'au bord latéral de la cinquième vertèbre lombaire. Après avoir pris soin de disséquer et de repérer au maximum les plexus présacrés, l'excision peut se faire facilement au ciseau à frapper en partant au besoin des disques L4-L5 et L5-S1.

Tumeurs de l'arc antérieur et postérieur (vertèbre totale)

Cette chirurgie doit se faire en deux temps car le corps vertébral est trop profond :

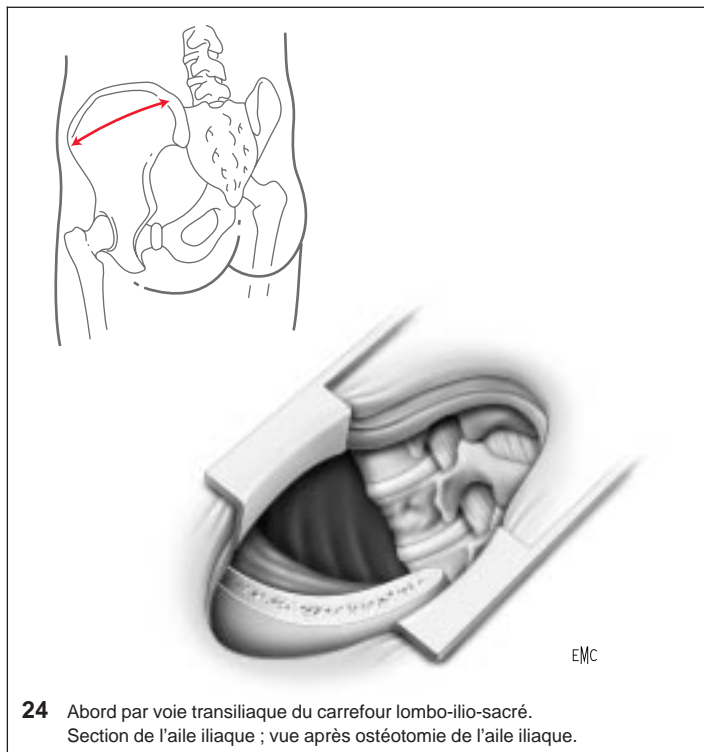
- le premier temps postérieur comporte la résection de l'arc postérieur, la libération latérale du corps vertébral aussi loin que possible et l'ostéosynthèse ;
- le deuxième temps, au cours de la même séance en retournant l'opéré, ou 8 jours après, se fait par voie latérale sous-péritonéale et permet l'exérèse complète en monobloc du corps vertébral suivie de la reconstruction de ce dernier.



Parfois, une chirurgie en trois temps est nécessaire : abord postérieur pour la synthèse, puis antérieur pour le contrôle des vaisseaux et de la tumeur, puis postérieur pour effectuer la résection tumorale, ceci pouvant se passer durant le même temps opératoire ou non.

Chirurgie de reconstruction

La technique a déjà été vue lors du rachis cervical et dorsal (cf supra).



Carrefour lombo-sacro-iliaque ^[6]

L'exérèse des tumeurs à ce niveau pose des problèmes de voies d'abord. Ceci a déjà été discuté (cf Voies d'abord). Une approche originale consiste en une double voie d'abord postérieure classique et antérolatérale sous-péritonéale, en passant en transiliaque (le patient étant en décubitus latéroventral à 45° sur le côté opposé à la tumeur) (fig 24).

On commence par l'abord postérieur centré sur L5, de L3 à S2. On dégage les deux gouttières paravertébrales en poussant le plus loin possible la dissection du côté de la tumeur. Le contrôle de la dure-mère s'effectue par une laminectomie dont l'étendue dépend de l'importance de la lésion. On s'étend latéralement au-delà des facettes articulaires de façon à dégager les forams. On expose ainsi les racines avec la tumeur dès leur origine.

Le temps postérieur étant achevé, on peut alors commencer le temps antérieur. En faisant rouler la table vers l'arrière, on peut pratiquer l'incision antérieure. Il s'agit d'une voie antérolatérale classique rétropéritonéale permettant le contrôle des vaisseaux iliaques et la face antérieure du rachis. Plus en arrière, un abord latéral des vertèbres et de la tumeur est possible.

Le contrôle du pôle supérieur de la tumeur est simple. En revanche, le contrôle du pôle inférieur est plus difficile surtout si la tumeur descend bas vers le corps de S1. Il faut alors dégager les fosses iliaques externe et interne et sectionner la partie haute convexe de l'aile iliaque jusqu'à l'articulation sacro-iliaque plus ou moins bas en fonction de la tumeur. La tumeur étant parfaitement contournée, on peut effectuer la tumorectomie en monobloc, par ostéotomie rachidienne dans un plan sagittal et dans un plan transversal.

Dans un plan sagittal sur plusieurs étages, l'ostéotomie se fait d'arrière en avant, la dure-mère est refoulée et protégée, un ciseau à frapper est placé sagittalement dans le canal rachidien entre les racines.

Conditions pour réaliser une chirurgie réséquant « en bloc » la tumeur

Au rachis, il n'est pas possible d'envisager une résection qui réponde aux critères habituels de la carcinologie. Les rapports de voisinage sont trop étroits pour autoriser des gestes larges et forcément délabrants. Respecter le caractère purement extratumoral est, en revanche, parfaitement réalisable grâce à des gestes adaptés à chaque siège tumoral sur la vertèbre. Chaque fois que possible, le geste chirurgical doit emporter la tumeur dans son ensemble sans ouvrir celle-ci et en passant à distance de ses limites. Une telle résection ne peut qu'exceptionnellement s'étendre très loin de la coque tumorale. Dans quelques cas, une résection associée de la dure-mère, de la plèvre, voire du parenchyme pulmonaire est réalisable. Dans d'autres cas, il faut accepter le sacrifice d'un élément noble tel que racine nerveuse ou artère vertébrale. L'ensemble de ces facteurs explique la terminologie de vertèbrectomie totale plutôt que « carcinologique ».

Les possibilités de résection sont fonction du siège de la tumeur sur l'arc vertébral, mais aussi fonction du niveau rachidien et de la localisation de l'artère nourricière de la moelle. Les indications et les limites de la vertèbrectomie ont été bien décrites par Roy-Camille ^[5].

Au rachis cervical supérieur (C1-C2)

Aucun geste monobloc extratumoral n'est techniquement réalisable, en dehors de quelques exceptionnelles lésions localisées dans la partie toute antérieure du corps de C2.

Au rachis inférieur (C3-C7)

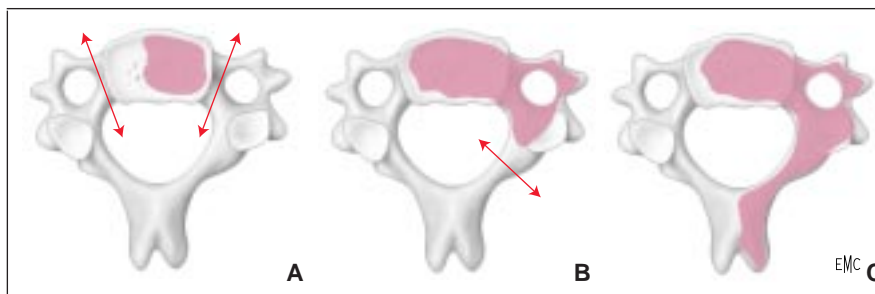
Une lésion isolée du corps vertébral est accessible à une vertèbrectomie subtotale réalisée par un abord antérieur pré-SCM. Ses limites sont, de chaque côté, les forams et le canal vertébral qui ne doivent pas être envahis. Elle peut nécessiter le contrôle uni- ou bilatéral des artères vertébrales. Elle passe dans les disques sains adjacents (fig 25A).

Dès qu'il existe une atteinte du pédicule et du canal vertébral, le geste de résection nécessite une résection de l'artère vertébrale et de la racine nerveuse correspondante (fig 25B). La section radiculaire est décidée bien sûr en préopératoire. Le chirurgien doit expliquer auparavant, au patient, les conséquences fonctionnelles que cela entraîne ainsi que les possibilités ultérieures de chirurgie palliative des paralysies du membre supérieur. Cette explication de la chirurgie au patient est primordiale, permettant d'instaurer une confiance du patient vis-à-vis de son chirurgien et aussi dans un but médical.

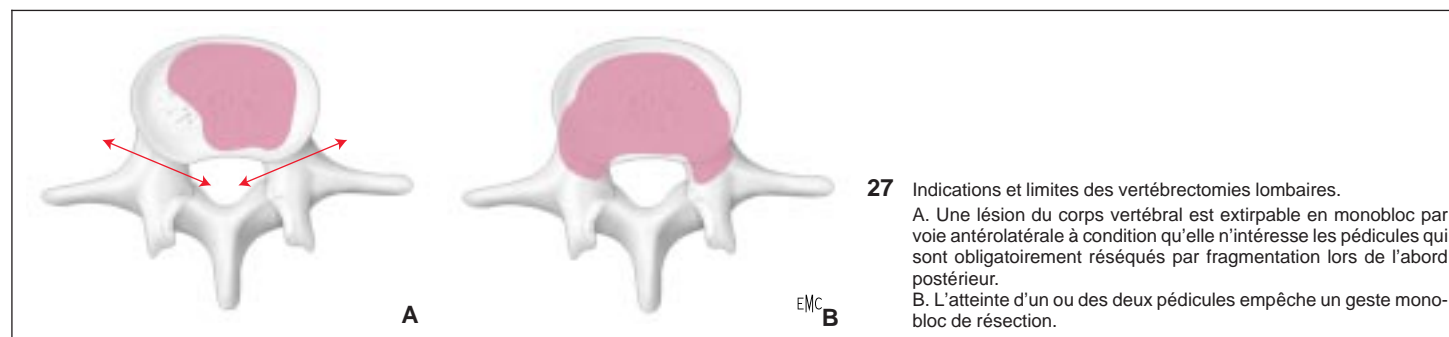
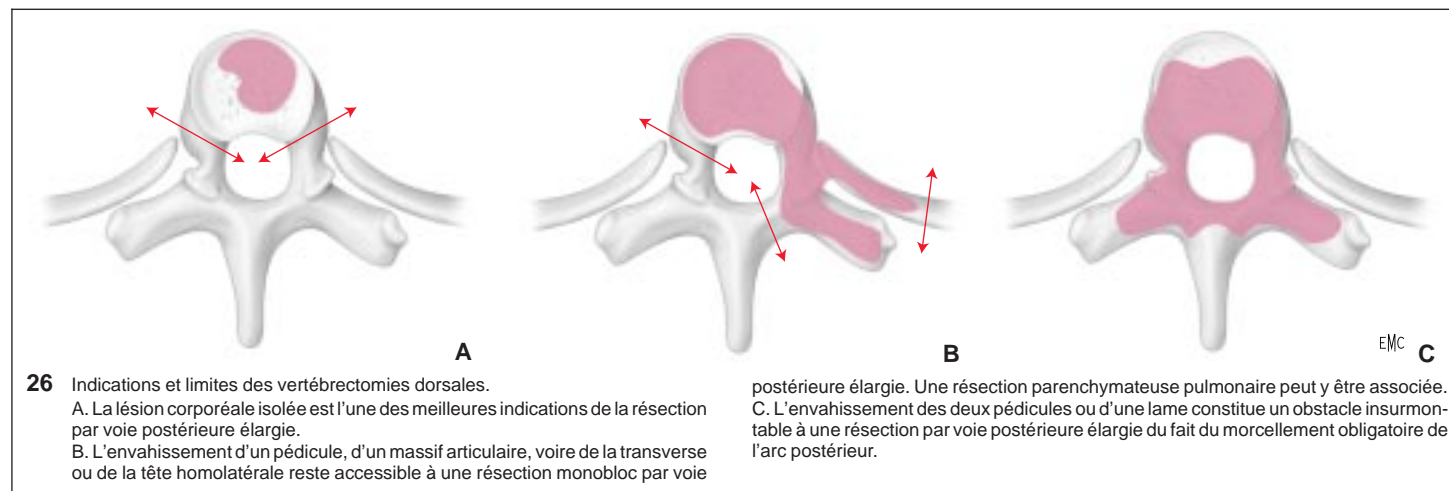
La limite d'extension postérieure permettant de réaliser de façon satisfaisante une telle résection dans une lésion unilatérale est le massif articulaire. À ce stade, un contrôle simultané antérieur et postérieur est indispensable. L'abord est donc fait en décubitus latéral, autorisant les deux incisions et le passage rapide de l'une à l'autre. Dès que la lame est atteinte, il faut morceler tout ou une partie de l'arc postérieur perdant ainsi le bénéfice d'une exérèse extratumorale (fig 25C). En cas d'atteinte bilatérale sans lésion de l'arc postérieur, la vertèbrectomie totale extratumorale est encore concevable, mais avec une résection bilatérale des artères vertébrales qui doivent être préalablement dérivées.

Au rachis dorsal

La vertèbrectomie totale par voie postérieure permettant un abord bilatéral élargi est préférée à un abord antérieur ou antérolatéral isolé qui ne permet pas le contrôle de la face du corps vertébral controlatéral à l'abord, ni l'exérèse du pédicule de ce même côté. Au contraire, l'abord postérieur autorise une résection complète du corps vertébral après



- 25** Indications et limites des vertèbrectomies cervicales.
A. Lésion localisée au corps vertébral ; le contrôle de l'artère vertébrale est nécessaire pour faire un geste de résection monobloc.
B. Lésion intéressant le canal vertébral. La résection de l'artère et la ligature de la racine sont les impératifs pour une résection monobloc. L'abord doit être simultanément antérieur et postérieur.
C. Lésion en arrière qui s'étend au-delà du massif articulaire sur la lame. La résection ne pourra pas être monobloc.



résection de l'arc postérieur (fig 26A). Il permet également une résection monobloc en cas d'atteinte unilatérale d'un pédicule, voire d'une côte adjacente ou, au maximum, d'un massif articulaire (fig 26B).

L'atteinte de deux pédicules et/ou des lames est, comme à l'étage cervical, la limite puisque celle-ci impose le morcellement tumoral (fig 26C). La présence de l'artère d'Adamkiewicz à un trou de conjugaison correspondant à la lésion tumorale contre-indique toute résection complète de la tumeur, surtout par voie postérieure élargie.

Au rachis lombaire

Les possibilités de chirurgie extratumorale sont plus limitées qu'aux niveaux cervical et dorsal.

Une lésion isolée du corps vertébral (fig 27A) reste accessible à une spondylectomie totale par voie antérolatérale. L'atteinte de l'un des deux pédicules interdit malheureusement toute résection extratumorale (fig 27B). Il faut rappeler que la vertébrectomie totale lombaire passe par un double abord qui ne peut être simultané. L'arc postérieur est réséqué dans un premier temps jusqu'à la partie postérieure du corps vertébral, ce qui implique le morcellement des pédicules. Le corps vertébral est ensuite retiré en monobloc par l'abord antérolatéral.

Sacrum

Les tumeurs du sacrum posent des problèmes techniques différents. La chirurgie de résection carcinologique n'est proposée que pour les tumeurs malignes primitives et pour les chordomes (tumeur bénigne à potentiel malin) considérés comme malins à part entière. La chirurgie des tumeurs bénignes consiste le plus souvent en un curetage.

Chirurgie d'exérèse

Tumeurs de S1 et/ou S2

Cette chirurgie comprend une double voie d'abord, antérieure dans un premier temps puis postérieure [9].

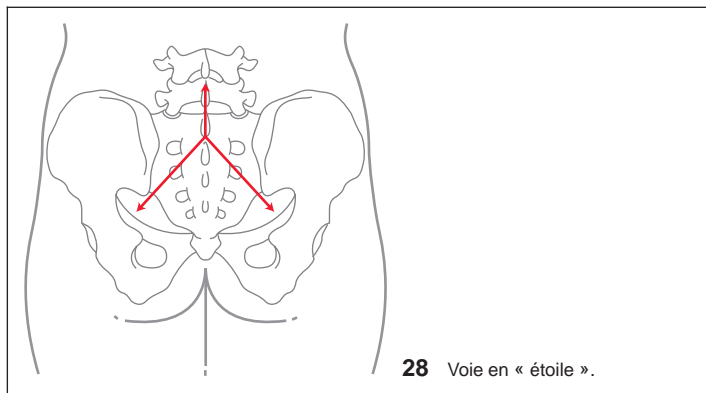
• Abord antérieur

Il est nécessaire pour contrôler les veines présacrées qui, si elles ne sont pas ligaturées, peuvent entraîner une hémorragie cataclysmique lors de

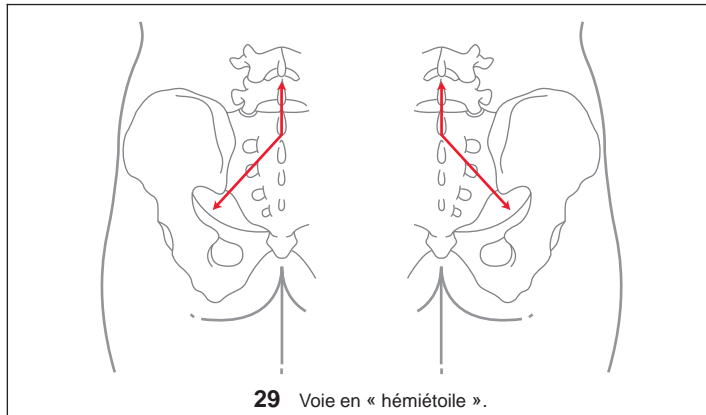
la résection. Il est recommandé de faire appel à un chirurgien digestif ou vasculaire pour effectuer ce temps de contrôle vasculaire et parfois de libération des anses coliques gauches en cas de tumeur de gros volume. On peut opter pour une voie médiane sous-ombilicale transpéritonéale ou une voie pararectale rétropéritonéale droite et/ou gauche selon la position de la tumeur, ou une voie transversale par hémipannestiel droit et/ou gauche. Quoi qu'il en soit, à chaque fois que cela est possible, il faut opter pour une voie rétropéritonéale, moins douloureuse pour le patient. Les voies latérales permettent de bien contrôler l'extension tumorale à l'aile iliaque et à l'articulation sacro-iliaque. Par cet abord antérieur, on peut marquer les limites de section osseuse par un coup de ciseau à frapper et ce plan de section est retrouvé lors du temps postérieur de résection tumorale. Pour préserver les vaisseaux et/ou les anses intestinales, un champ en tissu « marqué », s'interposant entre les corps sacrés et la cavité pelvienne, peut être laissé et est récupéré par voie postérieure après la résection tumorale [4]. En cas d'adhérence de la paroi rectale à la tumeur (ce qui est rare), le rectum doit être réséqué en bloc avec la tumeur et une colostomie d'amont doit être pratiquée [1]. Ce premier temps est souvent peu hémorragique car tous les vaisseaux sont contrôlés. Ensuite, le malade est retourné pour pratiquer l'abord postérieur.

• Abord postérieur

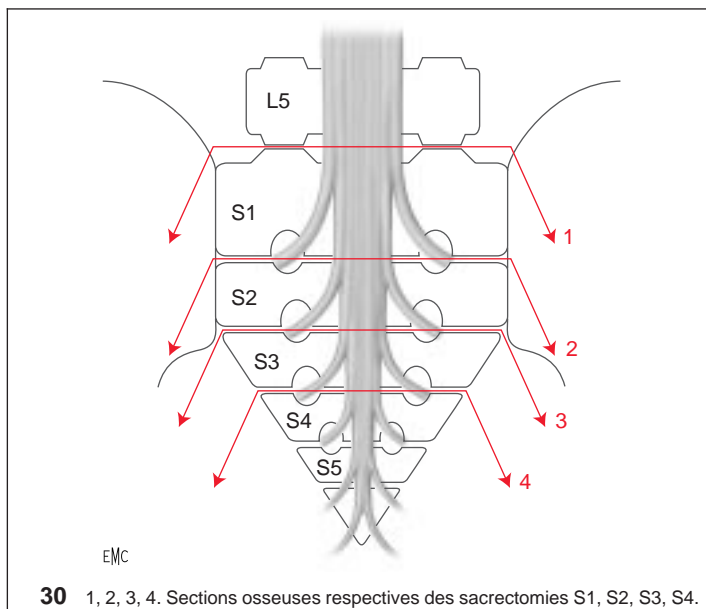
On peut faire une voie médiane postérieure centrée sur les épineuses, ou une voie en « étoile » (fig 28) permettant d'avoir un meilleur contrôle sur les faces latérales du sacrum et les articulations sacro-iliaques, ainsi que sur les ailes iliaques. Si la tumeur ne se situe que d'un seul côté, une hémivoie en « étoile » (fig 29) est effectuée. Lors de l'atteinte de S1, la charnière lombosacrée doit être bien individualisée, pour bien contrôler le disque L5-S1, limite supérieure du plan de section de la tumorectomie. En cas de tumeur de S2, c'est le disque S1-S2 qui représente ce plan de section (fig 30). Une laminectomie lombosacrée ou sacrée est ensuite effectuée selon la localisation tumorale à la pince de Kérisson en faisant attention à ne pas faire de brèche durale car, à ce niveau, la dure-mère a tendance à s'horizontaliser selon la configuration du sacrum. La laminectomie pratiquée, il faut lier par un point de Meunier les racines englobées par la tumeur, pour pouvoir pratiquer la résection monobloc de la tumeur. La ligature se fait à partir des racines L5 en cas de tumeur S1 (car la fossette de Cunéo et Marcille est le plus souvent envahie) et à partir de S1 en cas de tumeur de S2.



28 Voie en « étoile ».



29 Voie en « hémistoile ».

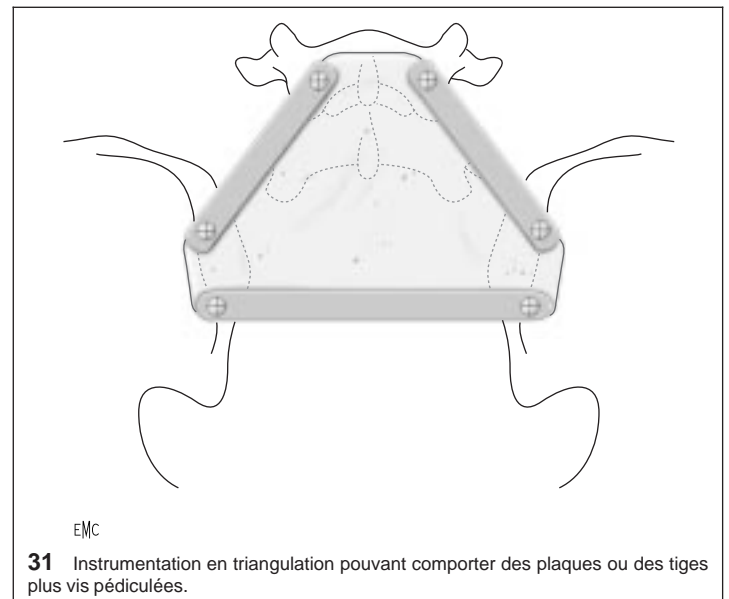


30 1, 2, 3, 4. Sections osseuses respectives des sacrectomies S1, S2, S3, S4.

La résection tumorale se fait au ciseau de Pauwels après avoir délimité la limite supérieure de la tumeur en faisant les sections latérales au niveau des ailerons sacrés, au large de la tumeur. Cette résection sacrée est souvent assez hémorragique et doit se faire rapidement. Lorsque le sacrum est réséqué, le champ en tissu laissé lors de l'abord antérieur apparaît, celui-ci est donc retiré. Les tranches osseuses sont cirées pour effectuer une hémostase soignée. En cas d'hémorragie incoercible, l'utilisation de colle biologique est souvent efficace pour tarir le saignement.

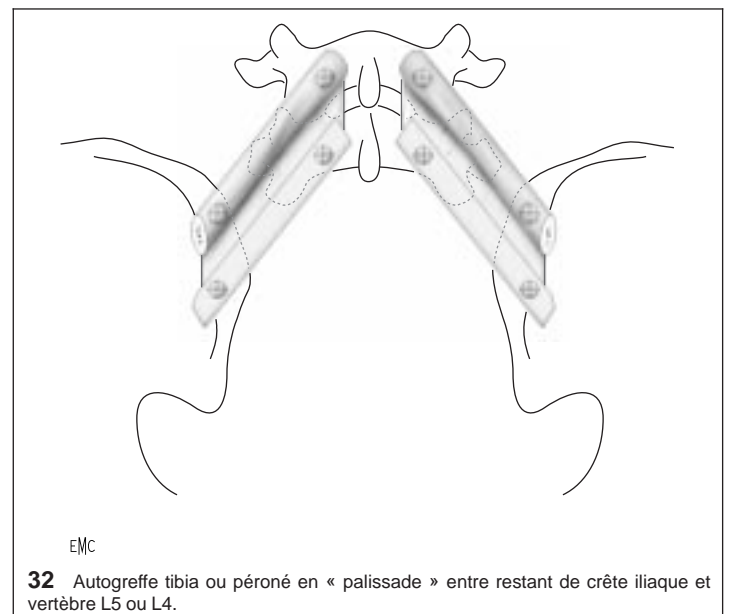
Tumeurs sacrées de S3 à S5

Cette localisation permet de simplifier la chirurgie car le temps de résection peut être pratiqué seulement par voie postérieure uniquement. La voie d'abord peut être médiane ou en « étoile ». On pratique une laminectomie pour contrôler les racines sacrées. Une foraminectomie de la racine sus-jacente à la tumeur est faite (S2 pour une tumeur S3 ou S3 pour une tumeur S4).



EMC

31 Instrumentation en triangulation pouvant comporter des plaques ou des tiges plus vis pédiculées.



EMC

32 Autogreffe tibia ou péroné en « palissade » entre restant de crête iliaque et vertèbre L5 ou L4.

On lie par un point de Meunier le fourreau dural, juste au-dessus de l'envahissement tumoral.

On repère le coccyx puis progressivement on libère les faces latérales du sacrum avec section des muscles pyramidaux et du ligament sacro-iliaque droit et gauche. On palpe alors facilement la tumeur présacrée. La libération du rectum peut être faite par un chirurgien digestif si le rectum colle trop à la tumeur. Pour bien repérer le rectum, une bougie de Hegar peut être introduite en préopératoire dans l'anus. Lorsque le rectum est totalement libéré, on effectue la résection tumorale en bloc à l'aide de ciseaux de Pauwels, en faisant attention aux racines sus-jacentes à la tumeur.

Chirurgie de reconstruction

Cette chirurgie n'est pratiquée qu'en cas de résection totale du sacrum, c'est-à-dire en cas de tumeur de S1. Deux attitudes thérapeutiques sont alors possibles :

- aucune reconstruction : le rachis est alors maintenu par une sorte de « hamac fibreux », le patient pouvant se mettre debout et marcher, avec bien sûr une diminution de la taille ;
- reconstruction par une instrumentation en triangulation, associée à des autogreffes : l'instrumentation relie les ailes iliaques restantes entre elles, et chaque aile iliaque au rachis lombaire (fig 31). L'autogreffe est composée de morceaux de péroné et de baguettes tibiales s'appuyant sur les ailes iliaques restantes et les faces latérales ou les faces transverses

des vertèbres L4 ou L5. Ces autogreffes sont encastrées et vissées le plus souvent (fig 32). Le patient doit observer un décubitus d’au moins 3 mois.

En cas de résection tumorale de S1 ou S2, apparaît un grand vide laissé en place pouvant s’infecter facilement. On préconise alors, durant le temps antérieur, de faire un lambeau épiploïque qui est mis à la place de

la pièce réséquée. Ceci constitue un bon moyen de lutte contre une éventuelle infection.

Références

[1] Campanacci M. Chordoma. Bone and soft tissue tumors. Berlin : Springer-Verlag, Aulo Gaggi Editore, 1990 : 639-651

[2] Chiras J, Gastona A, Gaveau T, Sellier N, Marsault C, Bories J. Embolisation préopératoire en pathologie rachidienne : à propos de 21 cas. *J Radiol* 1983 ; 64 : 397-402

[3] Enkaoua EA, Doursounian L, Chatellier G, Mabesoone F, Aimard T, Saillant G. A critical appreciation of the pre-operative diagnostic Tokuhashi Score in a series of 71 cases. *Spine* 1997 ; 22 : 2293-2298

[4] Gennari L, Azzarelli A, Quagliulo V. A posterior approach for the excision of sacral chordoma. *J Bone Joint Surg Br* 1987 ; 69 : 565-568

[5] Roy-Camille R. Tumeurs du rachis. In : Conférences d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française, 1989 ; 34 : 137-160

[6] Roy-Camille R, Benazet JP. Tumeurs extradurales du rachis. In : Atlas de chirurgie orthopédique. Généralités : rachis. Paris : Masson, 1989 : 271-293

[7] Roy-Camille R, Laredo JD, Bard M. Le bilan radiologique initial des tumeurs vertébrales. In : Rachis et moelle. L'imagerie, aujourd'hui. Paris : Vigot, 1988 : 157-167

[8] Roy-Camille R, Mazel C. Voies d'abord et techniques chirurgicales. In : Atlas de chirurgie orthopédique. Généralités : rachis. Paris : Masson, 1989 : 319-320

[9] Stener B, Gunterberg B. High amputation of the sacrum for extirpation of tumors. Principles and technique. *Spine* 1978 ; 3 : 351-366

[10] Tokuashi Y, Matsuzaki H, Toriyama S, Kawano H, Ohsaka K. Scoring system for the pre-operative evaluation of metastasis spine tumor progressis. *Cancer* 1990 ; 15 : 1110-1113

[11] Tomita K, Toribatake Y, Kawanara N, Ohnart H, Kobe H. Total en bloc spondylectomy and circum spinal decompression for solitary spinal metastasis. *Paraplegia* 1994 ; 32 : 36-46



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-150]

Voies d'abord du rachis

Bruno Lassale : Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux
Pierre Guigui : Chirurgien des Hôpitaux
Christophe Delecourt : Chef de clinique-assistant
Service de chirurgie orthopédique, hôpital Beaujon, université Paris VII France

Résumé

Pour chaque segment rachidien, la voie d'abord postérieure, que nous décrivons en premier, est la plus couramment utilisée, mais en règle générale, elle ne permet l'accès qu'aux arcs postérieurs des vertèbres surtout aux niveaux cervical et dorsal où la présence de la moelle contre-indique l'écartement du sac dural.

Seules des voies de réalisation délicate permettent un accès antérieur strict aux corps vertébraux et elles ne sont possibles qu'à quelques niveaux : charnière occipitocervicale, rachis lombaire et charnière lombosacrée.

Donc en pratique générale les corps vertébraux sont abordés par une voie antérolatérale qui impose le choix du côté et que certaines structures anatomiques compliquent au niveau des charnières : éléments vasculonerveux destinés à la face pour la charnière occipitocervicale, ceinture scapulaire pour la charnière cervicothoracique, diaphragme pour la charnière thoracolombaire et vaisseaux iliaques pour la charnière lombosacrée.

© 1995 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

VOIES D'ABORD DU RACHIS CERVICAL ET DE LA CHARNIÈRE OCCIPITOCERVICALE

Deux sont d'utilisation habituelle (**fig. 1**) :

- voie postérieure ;
- voie antérolatérale, pré-sterno-cléido- mastoïdienne.

Les autres sont plus rarement pratiquées :

voie latérale, rétrosterno-cléido-mastoïdienne ;
voies antérieures de la charnière occipitocervicale ;
voies combinées.

Voie postérieure

Elle donne accès à l'écaille de l'occipital, à la partie médiane de l'arc postérieur de C1 et enfin de C2 au rachis dorsal : aux épineuses, aux lames et aux massifs articulaires (**fig. 1**). Elle permet ainsi de réaliser des ostéosynthèses et des arthrodèses prenant appui sur certaines de ces structures osseuses. Elle autorise aussi la réalisation d'une décompression médullaire par laminectomie et éventuellement par agrandissement du trou occipital ou une décompression radiculaire par arthrectomie partielle.

Installation (**fig. 2**)

Le rasage de la nuque doit inclure la région occipitale en remontant au-dessus de la protubérance occipitale externe, le reste de la chevelure est recouvert par un jersey. La sonde d'intubation et la canule sont solidement fixées et les yeux protégés par une compresse fixée. La table opératoire est munie d'une tête en U qui supportera la tête en s'appuyant sur le front et les pommettes et qui devra permettre des modifications de sa position en cours d'intervention. Le patient est installé en décubitus ventral, son thorax reposant sur un coussin transversal et ses épaules antérieures sur deux petits coussins. Les membres supérieurs reposent dans deux gouttières fixées le long de la table. La fixation de la tête sur la tête en U doit être solide, réalisée avec des bandes adhésives larges non extensibles et en vérifiant l'absence de compression des globes oculaires, du nez ou de la sonde d'intubation. Les deux épaules sont ensuite abaissées par des bandes adhésives croisées sur le dos du patient et fixées à la table du côté opposé ; cet abaissement déplisse la peau de la nuque, permet un contrôle radiographique du rachis cervical inférieur et réalise un contre-appui stable aux mouvements imprimés à la tête en U. La tête en U est alors réglée en discrètes traction et flexion en veillant à l'alignement du rachis et du cou de face et à l'absence de rotation. Un contrôle radiologique de profil est utile pour vérifier la position du rachis cervical et la visibilité du rachis cervical inférieur. Pour que l'incision soit strictement médiane, il est bon de la tracer sur la peau en palpant la tubérosité occipitale et les épineuses de C2 et de C7. La mise en proclive de la table d'une dizaine de degrés limite le saignement opératoire.

Abord du rachis

L'opérateur peut se placer à droite ou à gauche du patient : pour un droitier sa position à droite favorise l'abord du rachis cervical inférieur et à gauche celui du rachis cervical supérieur. Après incision cutanée et mise en place de deux écarteurs autostatiques, placés bien symétriquement, le ligament nuchal est incisé au bistouri électrique jusqu'aux épineuses et jusqu'à la crête occipitale longitudinale en veillant par la palpation à rester strictement médian dans ce

rugine puis par une compresse tassée provisoirement qui limite beaucoup le saignement ; ensuite entre deux arcs postérieurs ainsi ruginés les insertions tendineuses des muscles sont sectionnées à chaque niveau aux bords inférieurs des épineuses et des lames. Des écarteurs autostatiques profonds sont mis en place et si nécessaire la face postérieure de chaque massif articulaire est exposée sans dépasser son bord externe, en désinsérant à ce niveau les muscles au bistouri électrique (fig. 3). L'écaille occipitale est facilement exposée sur 3 cm de part et d'autre de la ligne médiane en sous-périosté à la rugine et au bistouri ; l'hémostase à la cire de plusieurs trous nourriciers est souvent nécessaire. Entre elle et l'épineuse de C2, il est utile de repérer par palpation, l'arc postérieur de C1 et son tubercule pour que l'abord reste strictement médian. L'exposition en sous-périosté de cet arc doit être prudente à la petite rugine et se limiter à 15 mm de part et d'autre de la ligne médiane. En effet, un abord plus latéral pourrait entraîner la blessure de veines vertébrales dont l'hémostase difficile ne serait obtenue que par tamponnement ; l'artère vertébrale elle-même croise l'arc postérieur de C1 dans un sillon à 2 cm de la ligne médiane.

Fermeture

Elle se fait sur drain aspiratif et doit s'attacher à suturer soigneusement les muscles de la nuque en deux plans pour éviter une faiblesse ultérieure des extenseurs, source de cervicalgies et parfois de cyphose. Cette réparation peut être facilitée par la détente des bandes adhésives mises en place sur les épaules au cours de l'installation. Un oedème de la cicatrice étant fréquent à ce niveau dans les suites, les sutures cutanées doivent être peu serrées et retirées avant le 8^e jour.

Voie antérolatérale ou présterno-cléido-mastoïdienne

Elle donne accès aux corps vertébraux et aux disques de C2 à T2 et du côté de l'abord aux articulations uncovertébrales, aux racines antérieures des apophyses transverses et enfin à l'artère vertébrale de C3 à C7 (fig. 1). Son principe est de passer en avant du muscle sterno-cléido-mastoïdien (SCM), puis entre l'axe aérodigestif en dedans et le paquet jugulocarotidien en dehors (fig. 4). Le choix du côté de l'abord n'est dicté par les lésions que dans les rares cas d'intervention sur l'artère vertébrale ou sur les articulations uncovertébrales. Plus souvent cette voie est utilisée pour agir au niveau des disques et des corps vertébraux, et ces structures sont accessibles par les deux côtés : le choix du côté dépend alors des niveaux vertébraux à opérer. Du côté droit le nerf récurrent peut gagner l'axe aérodigestif en croisant la voie d'abord au niveau du rachis cervical inférieur : pour éviter sa lésion il faut donc préférer un abord du côté gauche, si le rachis doit être exposé en dessous de C5. En effet à gauche, le nerf récurrent a rejoint l'axe aérodigestif dans le médiastin et il est donc au niveau de l'abord moins vulnérable car protégé par la gaine de cet axe. En revanche, si le but de l'intervention est d'exposer le seul rachis cervical supérieur, il est plus commode pour un droitier d'utiliser une voie d'abord du côté droit. Nous décrivons la voie d'abord à gauche, côté le plus utilisé, et dans sa totalité, en sachant que le plus souvent l'abord se limite à une partie de cette voie.

Installation (fig. 5)

Le patient est en décubitus dorsal, bras le long du corps, sur une table ordinaire. Les cheveux sont maintenus dans une coiffe et les yeux protégés par des compresses. Les épaules sont un peu soulevées par un champ plié glissé sous les omoplates, qui maintient le cou en légère extension. Une bande adhésive, appliquée sur le front et collée aux bords de la table, maintient le cou en rotation neutre ou modérée vers la droite. Une rotation à gauche rendrait difficile l'écartement de l'axe aérodigestif ; à l'inverse une rotation à droite de la tête supérieure à 20° rendrait difficile l'écartement du SCM qui se trouverait tendu et

du rachis en déplaçant la région carotidienne haute vers la ligne médiane. Si le rachis cervical inférieur doit être abordé et pour pouvoir disposer de contrôles radiographiques peropératoires, il est utile, surtout si l'opéré présente un cou court, de maintenir les épaules abaissées par deux bandes adhésives passées sur les épaules et fixées chacune au bord homolatéral de la table. Avant l'installation des champs, il est prudent de dessiner sur la peau le bord antérieur du SCM, la ligne médiane, la jugulaire externe bien visible par compression du creux sus-claviculaire et l'incision cutanée prévue. Si plus de deux disques intervertébraux doivent être exposés ou si l'intervention doit porter au-dessus de C4, l'incision cutanée est longitudinale suivant le bord antérieur du muscle ; si l'abord se limite à un ou deux niveaux et en dessous de C4, il est préférable pour le résultat esthétique d'utiliser une incision transversale dans un pli du cou : il faut alors par palpation repérer la transverse de C6 qui, porteuse d'un tubercule, est plus saillante, puis tracer une incision horizontale de 6 cm à cheval sur le bord antérieur du SCM. Un contrôle radiographique, avec un index métallique sur ce tracé d'incision, vérifie son bon centrage par rapport aux niveaux à atteindre, ou permet de mesurer le décalage à donner à ce tracé vers le haut ou vers le bas. L'opérateur se place du côté de l'abord, ici à gauche, ses aides en face de lui et à la tête du patient. Si une prise de greffe iliaque est nécessaire elle sera installée du côté gauche ; les anesthésistes sont au pied de l'opéré et à droite de son tronc.

Abord

Pour un abord étendu, l'incision cutanée longitudinale suit le bord antérieur du SCM, au maximum du bord antérieur de la mastoïde au manubrium sternal. Le peaucier du cou est décollé de l'aponévrose cervicale superficielle sous-jacente aux ciseaux et sectionné parallèlement. Si une incision cutanée transversale a été choisie, il faut éviter de léser en dehors la veine jugulaire externe ; le peaucier est ensuite sectionné lui aussi de façon transversale puis décollé au petit tampon monté de l'aponévrose cervicale superficielle sous-jacente. La voie d'abord peut ainsi être verticalisée en maintenant la peau et le peaucier écartés par un autostatique, ramenant à l'exposition de la voie longitudinale.

L'aponévrose cervicale est alors incisée de façon longitudinale sur toute la hauteur de la voie d'abord parallèlement au bord antérieur du SCM. L'hémostase de veines cervicales transverses et la section de rameaux nerveux est habituelle et, en haut, la ligature de la veine jugulaire externe peut être nécessaire.

Deux portions de la voie d'abord sont alors à distinguer suivant les niveaux rachidiens à aborder : portion basse ou sous-hyoïdienne (C3-T1) et portion haute ou sus-hyoïdienne (occiput-C2).

Portion basse, sous-hyoïdienne

La palpation au doigt repère sous le bord antérieur du muscle SCM les battements carotidiens et la dissection douce à deux doigts effondrant l'aponévrose cervicale moyenne prend contact avec la face antérieure du rachis. Des écarteurs de Farabeuf peuvent alors être mis en place refoulant en dedans l'axe aérodigestif, la thyroïde et les muscles sous-hyoïdiens et réclinant en dehors le paquet jugulocarotidien. La dissection permet d'isoler des structures transversales qu'il faut lier et sectionner (fig. 6) : muscle omohyoïdien, puis artère thyroïdienne supérieure en regard de C4, veine thyroïdienne moyenne en regard de C5, artère thyroïdienne inférieure en regard de C6 ou de C7. L'effondrement de l'aponévrose cervicale profonde et du fascia prévertébral aux tampons montés permet alors d'exposer la face antérieure du rachis entre les deux muscles longs du cou. Un contrôle radiographique, aiguille en place dans un disque, permet de vérifier les niveaux exposés. Le ligament vertébral antérieur est ensuite incisé longitudinalement et ruginé de la face antérieure des corps vertébraux. De chaque côté dans la concavité du corps une hémostase de l'artère segmentaire est nécessaire au bistouri électrique et l'hémostase des trous nourriciers du corps est assurée à la cire. Le ligament est ensuite séparé de la face antérieure

l'apophyse transverse. L'écartement peut être maintenu par un écarteur autostatique mais ce type d'écartement, s'il est puissant et prolongé, peut léser l'oesophage, entraîner un arrêt circulatoire prolongé dans la carotide primitive ou causer un oedème trachéal postopératoire : nous préférons l'utilisation de trois grands écarteurs de Farabeuf, l'un médian protégeant l'axe aérodigestif, un autre latéral protégeant les gros vaisseaux et un troisième supérieur ou inférieur. Si ce troisième écarteur est suffisamment long et étroit, il est possible d'accéder par palpation au doigt à l'angle antéro-inférieur de C2. Pour accéder à la charnière cervicodorsale, ce troisième écarteur est placé vers le bas ; l'aponévrose cervicale moyenne est disséquée puis sectionnée aux ciseaux dans la partie inférieure de l'incision et par dissection au doigt ou au tampon monté la face antérieure de D1 et souvent celle de D2 peuvent être exposées. Si les lésions ne l'imposent pas, il faut éviter de disséquer à ce niveau devant le muscle long du cou, car c'est le siège du ganglion stellaire du sympathique dont la lésion provoque un syndrome de Claude Bernard-Horner. En dehors, ce muscle est en rapport avec le dôme pleural, les vaisseaux sous-claviers et le canal thoracique.

Portion haute ou sus-hyoïdienne (occiput-C2)

Dans cette portion cette voie d'abord gagne l'espace rétropharyngé en passant entre, d'une part l'os hyoïde et le pharynx en avant, et d'autre part la carotide externe et la veine jugulaire interne en arrière. Ce passage est barré par des éléments vasculonerveux destinés à la face et à l'axe aérodigestif ; des éléments vasculaires sont liés mais il faut respecter les éléments nerveux : nerf laryngé supérieur, nerf hypoglosse et nerf facial. L'aponévrose cervicale superficielle ayant été incisée au bord antérieur du SCM et la veine jugulaire externe liée, il faut prendre garde à ne pas léser le nerf spinal qui pénètre le bord antérieur du SCM en regard de C1. Le bord antérieur de ce muscle est libéré de bas en haut jusqu'à la glande parotide dont le pôle inférieur, qui protège le nerf facial et récliné vers le haut. A ce niveau il faut éviter la dissection au doigt qui pourrait léser la fine paroi du pharynx. La dissection aux ciseaux permet d'isoler les veines destinées à la thyroïde à la face et à la langue, parfois confluentes en un tronc (fig. 6) : elles sont ensuite sectionnées entre ligatures. Le ventre postérieur du muscle digastrique qui descend obliquement en bas et en avant et passe au-dessus de la grande corne de l'os hyoïde est repéré : derrière lui chemine le nerf hypoglosse qu'il faut respecter (fig. 7). Le tendon intermédiaire du muscle digastrique est alors sectionné et son ventre postérieur récliné en arrière. Il peut être utile aussi de sectionner le muscle stylohyoïdien qui longe le bord antérieur de ce ventre postérieur du digastrique. Les branches antérieures de la carotide externe sont ensuite repérées : outre l'artère thyroïdienne supérieure, déjà sectionnée en regard de C4, il faut sectionner entre ligatures en regard de C2 et de C3 les artères linguale et faciale. Le nerf laryngé supérieur qui apparaît en dedans de la carotide externe, sous l'artère linguale, presque au contact des muscles prévertébraux, à hauteur de la grande corne de l'os hyoïde, doit être repéré et respecté. En restant en dessous du nerf grand hypoglosse, la dissection prudente de la paroi pharyngée et son refoulement vers le dedans permettent d'accéder à la face antérieure du rachis jusqu'à C1, dont le tubercule antérieur bien palpable constitue un bon repère.

En passant au-dessus du nerf hypoglosse et en le réclinant vers le bas, la dissection prudente du pharynx permet d'accéder au clivus, au-dessus du tubercule antérieur de C1. Les ligaments prévertébraux sont alors sectionnés verticalement sur la ligne médiane au bistouri électrique, puis ruginés de part et d'autre avec les muscles prévertébraux.

Variantes

Si l'abord présterno-cléido-mastoïdien se limite à la partie haute, il est possible d'utiliser une incision cutanée et du peaucier du cou transversale sous-mandibulaire [24]. Cette incision, associée à l'excision de la glande salivaire sous-maxillaire avec ligature du canal de Wharton, à la mise en extension du rachis cervical et à l'intubation nasale qui permet une fermeture complète de la bouche, autorise un meilleur écartement vers la ligne médiane et par là un accès moins latéral à la charnière occipitocervicale sans traverser la cavité buccale.

Il est possible aussi de réaliser une incision cutanée en L inversé :

débutant sous la symphyse mentonnière, elle longe le bord inférieur du maxillaire inférieur jusqu'à l'angle de la mâchoire puis s'incurve pour descendre comme classiquement le long du bord antérieur du SCM.

Abord présterno-cléido-mastoïdien rétrovasculaire (fig. 8)

Si l'abord se limite à l'exposition de l'arc antérieur de C1 et de la face antérieure du corps de C2, il est possible de réaliser un abord longitudinal présterno-cléido-mastoïdien mais rétrovasculaire, derrière la gaine jugulocarotidienne. Les branches antérieures de la carotide externe et le nerf laryngé supérieur sont ainsi évités mais l'accès à la charnière reste latéral et limité ne pouvant remonter au dessus de C1. Dans cette voie, l'incision cutanée présterno-cléido-mastoïdienne s'incurve dans sa partie supérieure vers l'arrière en regard de la mastoïde. Le SCM est partiellement désinséré de la mastoïde, puis récliné vers l'arrière avec le nerf spinal, tandis que la gaine vasculaire est réclinée vers l'avant. Les apophyses transverses sont alors palpables et en avant d'elles l'espace rétropharyngé peut être prudemment disséqué jusqu'à la ligne médiane repérable par le tubercule antérieure de l'atlas.

La voie présterno-cléido-mastoïdienne permet aussi l'abord de l'artère vertébrale et des articulations uncovertébrales du côté de l'abord de C3 à C7.

La face antérieure des corps et des disques ayant été exposée, le paquet jugulocarotidien est récliné vers le dehors et les muscles long du cou et long de la tête sont désinsérés de la face antérieure des apophyses transverses. Ces apophyses sont en regard de la moitié supérieure des corps vertébraux et il faut prendre garde à ne pas engager la rugine dans l'espace intertransversaire en regard de la moitié inférieure du corps vertébral : ce geste pourrait léser l'artère vertébrale. Ces muscles désinsérés peuvent être placés sur lacs et réclinés vers le dehors ou vers le dedans. La résection du bord antérieur des trous transversaires permet l'exposition de l'artère vertébrale sur la hauteur nécessaire. Pour aborder les nerfs rachidiens dans les foramens intervertébraux, il est nécessaire de désinsérer le scalène antérieur des tubercules antérieurs de chaque apophyse transverse et d'ouvrir en regard de chaque nerf l'arcade tendineuse que réalise l'insertion de ce muscle entre deux apophyses transverses. En protégeant l'artère vertébrale et le plexus veineux vertébral par un écarteur fin, il est ainsi possible d'accéder à la face latérale du corps vertébral et à l'articulation uncovertébrale.

Fermeture

Quelle que soit l'étendue d'une voie présterno-cléido-mastoïdienne, sa fermeture est simple : réparation du muscle omohyoïdien par un point en X s'il a été sectionné, suture à points séparés du peaucier du cou, sur un drain aspiratif et fermeture cutanée par agrafes ou surjet intradermique. Une corticothérapie postopératoire de quelques jours est souhaitable pour diminuer l'oedème trachéal et pharyngé postopératoire.

Voie latérale ou rétrosterno-cléido-mastoïdienne

D'indication plus rare que la voie présterno-cléido-mastoïdienne, elle donne accès (fig. 1) :

dans son segment supérieur (occipito-C2) : à la masse latérale de C1, à l'articulation atloïdoaxoïdienne latérale, à l'artère vertébrale dans son segment C1-C2 et, en déplaçant cette artère, au trou occipital ;

dans son segment inférieur (C3-C7) elle permet l'abord des apophyses transverses, des articulations uncovertébrales, des racines du plexus brachial et de l'artère vertébrale (fig. 9 A).

Installation (fig. 9 B)

L'opéré est en décubitus dorsal, de trois quarts, tourné de 45° vers le côté opposé par un billot sous l'épaule du côté de l'abord. La tête est elle aussi tournée du côté opposé à l'abord d'une vingtaine de degrés, maintenue par une bande adhésive. L'épaule est abaissée par une bande adhésive fixée à la table. L'incision cutanée est tracée sur la peau : elle suit le relief du bord postérieur du SCM, doit monter jusqu'au bord postérieur de la mastoïde pour l'abord de C1 et descendre jusqu'à la clavicule pour l'abord de C7.

Abord (fig. 9 C)

Segment supérieur (occipito-C2)

Le lobule de l'oreille est maintenu récliné vers l'avant par un point le fixant en avant du tragus. L'incision cutanée rétromastoïdienne débute en regard du sommet de l'oreille et descend sur 6 cm au bord postérieur du chef mastoïdien du SCM. Après hémostase des veines superficielles occipitales et cervicales et section des branches auriculaires du plexus cervical superficiel, l'aponévrose cervicale superficielle est incisée longitudinalement. La palpation doit repérer d'emblée l'apophyse transverse de C1 saillante 1 cm en dessous de la mastoïde et en avant d'elle l'espace rétrostylien.

En réclinant vers l'avant le SCM qui protège le nerf spinal et les vaisseaux carotidiens, la palpation reconnaît la face antérieure de cette apophyse transverse de C1 recouverte des muscles qui s'y insèrent et qui protègent l'artère vertébrale dans son segment C1-C2. En dedans et en avant d'eux, cette voie donne accès à l'articulation atloïdoaxoïdienne latérale dont la face antérieure doit être exposée en sous-périosté en désinsérant les muscles long du cou et droit antérieur.

Quand cette voie est utilisée pour aborder l'artère vertébrale, les muscles qui s'insèrent sur l'occipital sont progressivement désinsérés en sous-périosté vers l'arrière et vers la ligne médiane : en réclinant le lambeau musculaire ainsi créé vers le bas et vers l'arrière, cette voie donne accès, en arrière des apophyses de C1 et de C2, à un espace cellulograisieux où il est important de commencer par repérer le nerf C2. Celui-ci est situé en arrière de l'artère vertébrale dans son segment C1-C2, séparé d'elle par un plexus veineux dont l'hémostase peut nécessiter un tamponnement. Après exposition de la face postérieure des apophyses transverses de C1 et C2, cette voie permet une chirurgie de l'artère vertébrale et même un accès latéral au trou occipital en déplaçant, après ouverture du trou transversaire de C1 l'artère vertébrale vers le dedans ^[7].

Segment inférieur (C3-C7)

Après incision cutanée au bord postérieur du SCM, le peaucier du cou puis l'aponévrose cervicale superficielle sont incisés sur toute la hauteur de l'abord. Dès lors la palpation pénètre dans un espace celluloganglionnaire et permet de reconnaître en arrière le relief des apophyses transverses et en avant les battements carotidiens. Un écarteur permet de récliner vers l'avant le SCM et le paquet jugulocarotidien que ce muscle recouvre. Pour mieux aborder C2 et C3, il est utile de sectionner partiellement son insertion mastoïdienne. Pour aborder C6 et C7, il est nécessaire de sectionner le muscle omohyoïdien dans la partie inférieure de l'incision.

Pour aborder par cette voie l'artère vertébrale et les articulations uncovertébrales, il faut ruginer de dehors en dedans les faces antérieures des apophyses transverses qui sont recouvertes par les muscles long du cou et grand droit antérieur. Ces muscles peuvent ainsi être réclinés en dedans, protégeant la chaîne sympathique cervicale située en avant d'eux et dont la lésion pourrait provoquer un syndrome de Claude Bernard-Horner. Cette désinsertion musculaire

progressive permet d'exposer les bords latéraux des corps vertébraux, les uncus et les disques et de pratiquer une uncusectomie, une foraminotomie antérieure ou une arthrodèse intersomatique.

Pour exposer l'artère vertébrale, les bords antérieurs de chaque apophyse transverse sont prudemment ruginés des insertions des muscles intertransversaires puis réséqués au petit emporte-pièce (fig. 10).

Il est aussi possible par cette voie d'exposer la face antérieure des corps vertébraux et des disques en passant en avant des muscles long du cou et droit antérieur et en réclinant vers l'avant l'axe aérodigestif avec le SCM et le paquet jugulocarotidien. Pour faciliter cette exposition, il peut être utile chez les patients musclés de sectionner transversalement le tiers postérieur du muscle SCM, qui sera réparé en fin d'intervention.

Cette voie rétrosterno-cléido-mastoïdienne permet aussi l'abord des nerfs rachidiens dans le foramen intervertébral en arrière de l'artère vertébrale et dans leur trajet interscalénique. Le muscle scalène antérieur s'insère sur le tubercule antérieur des apophyses transverses ; sa face antérieure est recouverte d'une fine aponévrose sous laquelle descend le nerf phrénique, branche de C4, parfois dédoublé qu'il faut repérer et respecter. Le muscle scalène antérieur est détaché des apophyses transverses et des arcades tendineuses qui unissent leurs tubercules antérieurs. La résection de ces tubercules et des racines antérieures des apophyses transverses permet l'exposition des foramens, des nerfs rachidiens et de l'artère vertébrale.

Fermeture

Elle est simple et comprend la réparation du muscle omohyoïdien s'il a été sectionné, puis la suture du peaucier du cou et de la peau sur un drain aspiratif.

Voies antérieures de la charnière occipitocervicale

Traversant la cavité oropharyngée, elles exposent à des complications infectieuses ce qui nécessite une antibiothérapie de couverture adaptée à la flore buccale du patient, une désinfection soigneuse buconasale commencée avant l'intervention et le traitement des dents cariées. L'oedème postopératoire est limité par une courte corticothérapie. Elles ne sont possibles que si l'ouverture buccale est au moins de 25 mm.

Abord transoral de C1 et C2

Il donne accès à l'arc antérieur de C1, à l'apophyse odontoïde et au corps de C2 (fig. 11 A).

Installation

Après intubation nasale ou orale, l'opéré est installé en décubitus dorsal, tête en extension et le chirurgien se place à la tête du patient. Une désinfection soigneuse de la cavité buccale est répétée. Un écarteur buccal autostatique est mis en place, maintenant l'ouverture buccale et permettant par fixation de différentes lames : l'abaissement de la langue, l'écartement de la sonde d'intubation et l'utilisation d'écarteurs accessoires. La luette est fixée par un point au palais pour permettre une bonne vision de la paroi postérieure du pharynx.

Abord (fig. 11 B)

La palpation de cette paroi permet de repérer le tubercule antérieur de C1 et en cas de doute, il est souhaitable de pratiquer un contrôle radiographique avec index métallique en place. L'incision de cette paroi est strictement médiane, sur 5 cm du bord supérieur de C1 jusqu'en regard de C2-C3, faite directement jusqu'au plan osseux. En restant au contact de l'os, l'arc antérieur de C1 est ruginé jusqu'au bord latéral des articulations atloïdoaxoïdiennes. Au-delà il existerait un risque de blessure des vaisseaux vertébraux. Le corps de C2 est lui aussi ruginé des insertions ligamentaires et du muscle long du cou, mais sur 1 cm seulement de part et d'autre de la ligne médiane dans sa partie inférieure ; en effet au-delà il existe un autre risque de blessure des vaisseaux vertébraux. Ces deux volets musculoligamentaires sont maintenus par un écarteur autostatique ou par des broches plantées dans les masses latérales de C1 et dans le corps de C2. Dans cet abord une exposition trop latérale pourrait blesser aussi le tronc sympathique, le nerf laryngé supérieur et au-delà la carotide interne.

Fermeture

Elle est réalisée en deux plans à points séparés non résorbables, qui tomberont d'eux-mêmes. Une sonde naso-oesophagienne d'alimentation et une antibiothérapie postopératoire parentérale et par aérosols buconasaux sont nécessaires jusqu'à cicatrisation de la paroi pharyngée.

Extensions de l'abord transoral

Des abords transbuccopharyngés plus étendus vers le bas ou vers le haut ont été décrits ; ils restent d'indication exceptionnelle.

Extension inférieure ou voie translinguomaxillaire

Bien décrite par Stauffer ^[31], elle traverse sagittalement sur la ligne médiane la lèvre inférieure, le menton, le maxillaire inférieur et la langue. Elle fournit ainsi un abord antérieur de C1 à C4. Après réparation du maxillaire inférieur par cerclages, une immobilisation par halo-corset est nécessaire pour éviter l'appui mentonnier d'une minerve.

Extensions supérieures

Elles sont bien détaillées par Crockard ^[8].

La section du voile du palais sur un côté de la luette et la section d'un rectangle postérieur de palais osseux permet d'accéder au-dessus de C1 à la moitié inférieure du clivus ou surface basilaire de l'os occipital mais la réparation du palais osseux laisse souvent des séquelles.

La section sagittale du palais muqueux et osseux fournit la même vision en hauteur. L'abord reste étroit mais la réparation est plus satisfaisante.

Enfin la maxillotomie supérieure qui est une combinaison en forme de T d'une ostéotomie Le Fort I (séparation du palais du reste de la face) et d'une division sagittale du palais, fournit un abord du sphénoïde à C3. La réparation du maxillaire supérieur se fait par cerclages et plaques vissées.

Voies combinées

Certaines déviations ou certaines tumeurs peuvent nécessiter la combinaison d'abords déjà décrits.

Voie antérolatérale présterno-cléido-mastoïdienne et voie postérieure combinée ^[21]

Seule l'installation est particulière : le patient est en décubitus latéral droit, la tête reposant sur une têtère, pour que l'axe rachidien soit en rectitude. L'épaule gauche est fortement abaissée par une bande adhésive fixée à la table et le membre supérieur gauche repose sur un appui horizontal. Le thorax et le bassin sont maintenus par des appuis pour pouvoir utiliser les possibilités d'inclinaison latérale de la table d'opération. Pour le temps postérieur, l'opérateur travaille assis.

Voie pré- et rétrosterno-cléido-mastoïdienne combinée

Elle permet l'exérèse de tumeur corporeale à extension latérale et le traitement de certains cals vicieux. L'incision cutanée en forme de L comprend une branche longitudinale présterno-cléido-mastoïdienne puis se recourbe vers l'arrière au-dessus de l'articulation sternoclaviculaire pour longer le bord supérieur de la clavicule quelques centimètres au-delà du bord postérieur du SCM. Le peaucier du cou est incisé et séparé de l'aponévrose superficielle sous-jacente ; les bords antérieur et postérieur du SCM sont alors repérés et cette aponévrose incisée le long de ces bords. La palpation au doigt permet facilement de séparer la partie inférieure du SCM des structures vasculonerveuses sous-jacentes puis de la sectionner transversalement en totalité 1 cm au-dessus de la clavicule. Ce muscle peut ainsi être récliné en haut et en arrière avec le lambeau cutané qui le recouvre. Le muscle omohyoïdien qui constitue avec l'aponévrose moyenne le plan sous-jacent est sectionné et récliné. Le paquet jugulocarotidien étant disséqué et placé sur lacs, il est possible par cette voie de combiner les possibilités des voies antérolatérale et latérale : exposition sur la ligne médiane des corps vertébraux et des disques, latéralement du muscle long du cou recouvrant les transverses et l'artère vertébrale dans son 2^e segment, plus en dehors le muscle scalène antérieur sous l'aponévrose duquel descend le nerf phrénique qu'il faut repérer et respecter et enfin en dehors l'origine du plexus brachial. La fermeture se fait par réparation des muscles omohyoïdien, SCM et peaucier du cou et par suture cutanée. Si l'acte chirurgical n'impose pas d'immobilisation particulière, la cicatrisation musculaire est protégée par un collier cervical pendant 1 mois.

Haut de page

VOIES D'ABORD DU RACHIS THORACIQUE ET DE LA CHARNIÈRE CERVICOTHORACIQUE

Trois grands groupes de voies d'abord sont utilisables. Elles autorisent une exposition plus ou moins sélective de l'un des éléments de la vertèbre (**fig. 12**).

Voie postérieure : elle donne accès à la totalité de l'arc postérieur de T1 à T12 (épineuses, lames, massifs articulaires et apophyses transverses).

Voies postérolatérales :

costotransversectomie : après résection d'une apophyse transverse et de l'extrémité proximale d'une côte, elle donne accès à la face latérale de la vertèbre et du disque intervertébral. Elle est également utilisable de T1 à T10 ;
voie postérieure élargie : elle permet d'élargir l'abord postérieur en dehors afin d'accéder aux faces latérales des vertèbres thoraciques.

Voies transthoraciques : elles donnent accès aux faces antérieure et latérale des corps vertébraux. Trois voies sont à distinguer :

- la thoracotomie transpleurale avec ou sans résection costale, la plus classique ;

- la thoracotomie rétropleurale qui présente l'avantage de rester en principe extrapleurale mais qui offre bien souvent un jour plus étroit que la précédente ;

- la thoracotomie antérieure (décrite par Louis) qui donne un abord plus direct sur la face antérieure des corps vertébraux.

Dans leur description classique ces abords donnent accès au rachis thoracique de T4 à T12.

En ce qui concerne le rachis thoracique haut (T1-T4) et la charnière cervicothoracique, les rapports antérieurs de ces segments avec le médiastin supérieur, rendent difficile leur exposition antérieure. De nombreuses solutions ont été décrites, elles seront traitées à part.

Enfin quand il est nécessaire d'avoir accès simultanément aux faces postérieure et antérolatérale d'un segment vertébral thoracique, des voies combinées sont possibles. Bien particulières, elles seront également évoquées dans un chapitre séparé.

Voie postérieure

Installation et incision

Le patient est installé en décubitus ventral. Deux billots l'un thoracique, l'autre placé au niveau des épines iliaques antérieures permettent d'éviter toute compression de l'abdomen. Lorsque le rachis thoracique haut ou la charnière cervicothoracique doivent être abordés, il est alors indispensable d'installer la tête sur une têtère afin de mieux stabiliser le rachis cervical. L'opérateur (droitier) se place à gauche du patient. L'incision cutanée est rectiligne, centrée sur la ligne médiane et doit déborder en cas d'arthrodèse de un ou de deux niveaux l'étendue de la fixation envisagée.

Exposition du rachis dorsal

Le tissu cellulaire sous-cutané est incisé jusqu'à l'aponévrose superficielle. Un écarteur autostatique permet une exposition aisée des plans superficiels. Les tubercules des apophyses épineuses sont repérés de la main gauche à l'aide d'une pince à disséquer à griffes. L'aponévrose superficielle est incisée au bistouri électrique. Cette incision doit rester parfaitement centrée sur les tubercules des apophyses épineuses. Chaque tubercule est exposé en restant bien au contact de l'os jusqu'à l'apparition des premières fibres musculaires. A l'aide d'une rugine de Cobb, la face latérale de l'apophyse épineuse puis la lame jusqu'à la base de l'apophyse transverse sont ensuite exposées. Il faut se rappeler qu'au niveau du rachis thoracique moyen et haut, les épineuses sont obliques en haut et en avant ; la rugine doit donc suivre cette direction et ne pas s'enfoncer verticalement. C'est également pour cette raison, qu'il est plus commode d'exposer un rachis thoracique de bas en haut. Il est impératif durant tout ce temps, de bien rester au contact de l'os afin de limiter le saignement. A ce niveau le plexus veineux périrachidien postérieur peut être responsable d'un saignement important, notamment dans certaines pathologies (scoliose thoracique avec forte composante lordotique, métastase rachidienne). Une fois la face latérale de l'épineuse et de la lame exposées, il faut sectionner les muscles paraspinaux s'insérant au bord inférieur de l'épineuse (fig. 13). Deux rugines de Cobb (l'une tenue par l'aide et l'autre par l'opérateur), en refoulant latéralement

ainsi exposée, permettent de parfaire l'hémostase. Chacune des deux gouttières paravertébrales est ainsi exposée sur la longueur désirée.

Dans un second temps, la zone isthmique des lames, les apophyses articulaires et les apophyses transverses sont exposées. Les compresses roulées étant retirées, des écarteurs autostatiques plus profonds sont mis en place. Aux extrémités du champ opératoire, l'utilisation d'écarteurs type « dos d'âne » facilitent l'exposition. A l'aide d'une rugine de Cobb, toujours en restant au ras de l'os, chaque apophyse transverse est exposée, il faut ensuite sectionner au bistouri électrique l'ensemble des muscles et des ligaments s'insérant sur son pourtour. Au niveau de l'isthme, il est classique d'avoir à faire l'hémostase du rameau dorsal des vaisseaux intercostaux.

Tout ou partie de la face postérieure du rachis thoracique peut ainsi être exposée.

Fermeture

Quelques points purement transmusculaires permettent de rapprocher les masses musculaires paraspinales. L'aponévrose superficielle est ensuite refermée à l'aide de points en X pouvant s'appuyer sur les apophyses épineuses ou sur les ligaments interépineux si ceux-ci ont été conservés. Le tissu cellulaire sous-cutané et la peau sont enfin suturés.

Particularités

Chez l'enfant et l'adolescent, les apophyses épineuses cartilagineuses et les ligaments interépineux sont incisés longitudinalement sur la ligne médiane. A partir de ce cartilage, le périoste est décollé, à la rugine de Cobb, de la base de l'apophyse épineuse et de la lame. Ceci facilite grandement l'exposition et la rend, si l'on respecte bien ce plan sous-périosté, particulièrement peu hémorragique.

En cas de scoliose, mieux vaut exposer dans un premier temps la concavité. L'abord de la convexité est souvent plus laborieux. Dans les déviations sévères, il est possible de sectionner transversalement à un niveau, les muscles paraspinaux pour faciliter l'exposition.

Voies postérolatérales

Costotransversectomie

Initialement décrit pour le traitement des spondylodiscites tuberculeuses, cet abord postérolatéral, extrapleurale donne accès à la face latérale du rachis (pédicules, faces latérales des corps vertébraux et disques intervertébraux) (**fig. 12**). Il est réalisable des deux côtés de T1 à T10 ; il ne donne accès qu'à deux ou au maximum trois vertèbres. Un abord plus important nécessiterait des résections costales trop étendues.

D'une façon générale, la résection d'une côte permet l'accès à un espace discal ; la résection de deux côtes à un corps vertébral et à deux espaces discaux ; la résection de trois côtes à deux corps vertébraux et à trois espaces discaux.

Installation

postérieur) permettent, durant l'intervention d'incliner latéralement le patient d'un côté ou de l'autre, afin de faciliter l'abord et d'améliorer la vision du champ opératoire. L'opérateur se place à la face dorsale du patient.

Incision

Classiquement elle est rectiligne, paravertébrale, centrée sur la lésion, située latéralement à 2 ou 3 travers de doigt de la ligne des épineuses. A la partie basse du rachis thoracique (sous T7), à cette branche verticale, il faut ajouter une branche inférieure oblique en dehors le long de la côte sous-jacente à l'étage à aborder.

D'autres incisions ont été décrites : l'incision en T ^[1], la branche transversale du T étant centrée sur la vertèbre à aborder, elle offre un meilleur jour mais expose au risque de nécrose cutanée ; une incision strictement médiane est possible à condition qu'elle soit oblique en dehors à sa partie inférieure et ce quel que soit le niveau à aborder.

Exposition du rachis

Après incision de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané, deux plans musculaires sont successivement sectionnés au bistouri électrique : le plan superficiel du trapèze et le plan profond constitué par les rhomboïdes au rachis thoracique moyen et par le grand dorsal au rachis thoracique inférieur. La mise en place d'écarteur autostatique facilite l'exposition de la partie postérieure des côtes, recouvertes par les digitations des muscles paraspinaux qui sont incisés longitudinalement. La ou les côtes à réséquer sont alors dégagées de ces insertions musculaires, de leur angle postérieur jusqu'aux apophyses transverses. Ces dernières sont elles aussi ruginées (fig. 14).

Le temps suivant est l'exposition sous-périostée de chacune des faces de la ou des côtes à réséquer en prenant garde à ne pas réaliser de brèche pleurale. Chacune des côtes ainsi préparées est sectionnée au costotome à 8 ou 10 cm de l'articulation costotransversaire. La plèvre pariétale est ensuite refoulée progressivement jusqu'à sentir à bout de doigt la tête costale. L'apophyse transverse est sectionnée à 1 cm de son extrémité. La côte n'est alors maintenue que par ses attaches au niveau de l'articulation costovertébrale. En s'aidant de mouvements de torsion imprimés à la côte et d'une rugine à ligament jaune celle-ci peut être détachée complètement. Il ne demeure alors dans le champ opératoire que le contenu des espaces intercostaux (muscle, vaisseaux et nerfs intercostaux). La plèvre pariétale est refoulée au tampon monté afin d'exposer la face latérale des corps vertébraux et des disques. Si nécessaire les vaisseaux intercostaux peuvent être liés et sectionnés à la face latérale des corps vertébraux. Il est également possible de sectionner entre deux ligatures le contenu d'un espace intercostal afin d'améliorer l'étendue du champ opératoire. Par contre, il ne faut pas sectionner les vaisseaux segmentaires au niveau du trou de conjugaison, car ceci pourrait altérer la vascularisation médullaire.

Fermeture

Après s'être assuré de l'absence de brèche pleurale par une insufflation sous pression, le muscle trapèze, la sous-peau et la peau sont fermés à points séparés sur un drainage aspiratif.

Abord postérieur élargi

L'abord postérieur classique, tel qu'il a été décrit, permet l'exposition complète

concomitante aux corps vertébraux et aux disques intervertébraux. Au niveau du rachis thoracique, l'abord postérieur ne permet pas l'exposition de ces éléments car la moelle ne peut en aucun cas être réclinée. C'est pourquoi, dans ce type d'abord, il est nécessaire de réséquer les structures rachidiennes postérolatérales pour accéder obliquement aux corps vertébraux : c'est l'abord postérieur élargi.

Celui-ci peut être uni- ou bilatéral et représente en fait tout ou partie d'une costotransversectomie. Une fois l'arc postérieur exposé classiquement, les articulations costotransversaires et la partie attenante des côtes sont dégagées. La section transversale des muscles paraspinaux peut faciliter ce temps. Une laminectomie est toujours réalisée. Latéralement, il est alors possible de réséquer la transverse avec son articulation costotransversaire, le massif articulaire et le pédicule jusqu'à son implantation sur le corps vertébral. Si la dissection du trou de conjugaison est hémorragique, son hémostase est réalisée à la pince bipolaire et par tamponnement. Au niveau du rachis thoracique moyen et haut, il est toujours possible de sectionner après ligature, un nerf intercostal (le nerf D1 devant toujours être respecté). Cette voie donne accès au disque intervertébral et à la partie postérieure de la face latérale du corps vertébral. Cet abord étroit est parfois suffisant pour réséquer une métastase rachidienne, cureter une spondylodiscite ou même réaliser une greffe intersomatique. Bien souvent, l'abord est facilité par le fait que les structures à réséquer sont envahies par le processus pathologique à exciser (extension postérolatérale d'une métastase vertébrale par exemple).

Au maximum, comme l'a décrit Roy Camille ^[29], il est possible plus latéralement, comme dans la costotransversectomie, de sectionner la côte en extrapleurale et de la désarticuler au niveau de l'articulation costovertébrale. Ainsi réalisé sur plusieurs étages et de façon bilatérale, cet abord permet progressivement en passant d'un côté puis de l'autre, de placer des valves à la face antérieure de plusieurs corps vertébraux. Les résections osseuses que nécessite cette voie entraînent une déstabilisation rachidienne, il est donc impératif de terminer l'intervention par une arthrodèse associée à une ostéosynthèse.

Voies transthoraciques

Voie antérolatérale transpleurale avec résection costale

Installation, incision

L'abord est possible aussi bien par thoracotomie droite que gauche. Si l'indication n'impose pas un côté particulier, mieux vaut réaliser une thoracotomie droite du fait de l'éloignement de l'aorte et du cœur.

Le choix du niveau de la thoracotomie : compte tenu de l'obliquité des côtes, pour avoir une bonne exposition d'une vertèbre, il faut réaliser la thoracotomie deux espaces au-dessus d'elle. Ainsi la résection de la 5^e côte permet en règle un abord du rachis dorsal de T5 à T11. Cependant aux limites de cette zone, seul un travail oblique est possible ; dans l'exemple choisi, il peut ainsi être difficile de réaliser une discectomie T5-T6. Un autre élément doit être pris en compte : l'obliquité des côtes. Plus les côtes sont verticales, plus le niveau de la résection costale doit être haut situé par rapport à la lésion à traiter.

Un moyen simple de choisir la côte à réséquer, est de tracer une ligne horizontale à partir de la lésion ou du sommet de la déformation à traiter ; la côte située à la jonction de cette ligne et de la ligne axillaire moyenne, est celle qu'il faudra réséquer.

L'intervention est menée en décubitus latéral strict (**fig. 15**). Un billot est placé sous l'hémithorax opposé à l'abord. Une série d'appuis (pubien, fessier, thoracique antérieur et thoracique postérieur) permet de bien caler le patient et de le basculer en avant ou en arrière en cours d'intervention pour faciliter l'abord et améliorer la vision du champ opératoire. Une intubation sélective permet l'affaissement du poumon du côté opéré et donc une meilleure vue du rachis tout

en maintenant une bonne ventilation controlatérale. Le membre supérieur homolatéral à l'abord est placé en antépulsion et rotation interne, légèrement tombant afin d'écarter l'omoplate. Il est ainsi possible de remonter sans difficulté jusqu'au 5^e espace intercostal. L'opérateur se place à la face dorsale du patient.

L'incision suit la côte choisie, elle débute en arrière à 5 ou 6 cm de la ligne des épineuses et se termine à un niveau plus ou moins proche de la jonction costocartilagineuse en fonction de l'importance de l'abord nécessaire. Le plan musculaire superficiel (grand dorsal en arrière, grand dentelé en avant) est sectionné le plus distalement possible afin d'en préserver l'innervation. La paroi costale apparaît alors. La côte est dépériostée. Les intercostaux sont désinsérés au bord supérieur de la côte d'arrière en avant et au bord inférieur d'avant en arrière. La côte est enfin ruginée sur sa face profonde et sectionnée en avant puis en arrière. La cavité thoracique peut alors être ouverte dans le lit de la côte réséquée.

Exposition du rachis

Après ouverture de la cavité pleurale un écarteur de Finochietto permet l'ouverture du thorax. Le poumon est exsufflé et écarté en haut et en avant à l'aide d'un champ humide. La plèvre pariétale prérachidienne est incisée longitudinalement sur la face latérale du rachis. Les pédicules vasculaires intercostaux cheminent dans la dépression de chaque corps vertébral (fig. 16 et 17). Le rachis est donc abordé au niveau des disques : le tissu sous-pleural est refoulé au tampon monté, exposant ainsi les disques et isolant les vaisseaux segmentaires. Ceux-ci sont sectionnés entre deux ligatures, au plus près de la ligne médiane, et sur toute l'étendue nécessaire. Il est alors possible d'exposer les faces latérale et antérieure des corps vertébraux, soit en sous-périosté en passant sous le ligament commun vertébral antérieur, soit en extrapériosté. Si l'on est contraint de contrôler la face latérale du corps vertébral opposée au côté de l'abord, mieux vaut le faire en sous-périosté afin de ne pas risquer de léser le pédicule intercostal controlatéral.

Fermeture

Si possible, la plèvre pariétale prérachidienne est suturée. Deux drains thoraciques, l'un postéro-inférieur, l'autre antérosupérieur, sont mis en place. Les côtes sus- et sous-jacentes à la côte réséquée sont rapprochées soit à l'aide d'un rapprocheur de côte, soit à l'aide d'un gros fil. La plèvre pariétale est refermée à l'aide de points en X. Le plan des intercostaux, le grand dorsal, le grand dentelé, la sous-peau et la peau sont ensuite suturés successivement.

En conclusion

Cet abord permet une vision correcte de la face latérale du corps vertébral. La vue sur sa face antérieure n'est que tangentielle. Le pédicule vertébral homolatéral à l'abord peut être exposé après résection de la tête de côte. Cet abord permet, en fonction de la côte réséquée, d'exposer le rachis dorsal de T4 jusqu'au disque T11-T12.

Variante et extension

Thoracotomie intercostale : la résection costale a deux avantages : augmenter l'étendue du champ opératoire, offrir un matériel de greffe osseuse. Si ces deux conditions ne sont pas requises, il est possible d'ouvrir la cavité thoracique au niveau d'un espace intercostal après section des muscles intercostaux.

Extension vers le bas ou le haut : pour étendre le segment rachidien accessible vers le haut ou le bas, il est possible de sectionner la côte sus- ou sous-jacente à la côte réséquée, voire même de réaliser une seconde

thoracotomie, intercostale, un ou deux espaces, plus haut ou plus bas.

Thoracotomie extrapleurale

Afin d'éviter l'ouverture de la cavité pleurale avec ses risques et ses conséquences, certains préfèrent réaliser une thoracotomie purement extrapleurale ^[29]. L'intervention est identique à celle qui vient d'être décrite jusqu'à la résection costale. Une fois la côte réséquée, la plèvre pariétale est décollée de la paroi costomusculaire, deux espaces plus haut et deux espaces plus bas. Ce décollement se fait au tampon monté à partir de la partie postérieure de l'incision après avoir réséqué la tête et le col de la côte choisie. Le rachis thoracique est ensuite exposé comme précédemment. Le jour qu'offre cette variante est bien moindre que celui donné par la classique voie transpleurale. Les brèches pleurales sont possibles notamment en cas de processus inflammatoire ou infectieux, elles doivent alors être suturées.

Voie antérieure transpleurale selon Louis ^[23]

Installation et incision

Principalement réalisée du côté droit, elle donne accès au rachis thoracique de T3 à T11. Le patient est installé en décubitus dorsal ; le bras droit est soulevé et repoussé loin vers le haut de telle sorte que l'aisselle soit au niveau de la mandibule ; l'avant-bras est fixé sur un appui métallique (fig. 18).

L'incision cutanée est arciforme, à concavité vers le haut, contournant le sein droit ; elle débute en dehors sur la ligne axillaire moyenne et se termine en dedans sur le bord latéral droit du sternum. Cette voie nécessite la section de deux ou trois cartilages costaux. La section des troisième, quatrième et cinquième cartilages permet l'abord de T4 à T11 ; celle des 2^e, 3^e et 4^e cartilages l'abord de T3 à T9 ; et enfin celle des 4^e, 5^e et 6^e cartilages l'abord de T6 à T11.

Après incision cutanée et sous-cutanée, le plan musculaire superficiel est sectionné au bistouri électrique (grand pectoral en avant, et grand dentelé en arrière). La côte choisie est repérée, son périoste antérieur sectionné au bistouri électrique (fig. 19). Les fibres musculaires de l'espace intercostal supérieur, sont désinsérées de dehors en dedans, ce qui ouvre alors généralement la cavité pleurale. La côte sus-jacente est exposée en sous-périoste ; en avant son bord inférieur est libéré afin de sectionner, entre deux ligatures, le contenu de l'espace intercostal. Le cartilage des deux côtes ainsi exposées, est ensuite sectionné. En dedans, à 2 cm environ du bord latéral droit du sternum, passe l'artère mammaire interne, il faut donc arrêter l'ensemble de ces gestes à ce niveau, afin de ne pas risquer de léser cette artère. L'écarteur thoracique (écarteur de Finochietto) est alors mis en place.

Exposition des corps vertébraux

Une fois le poumon droit et la coupole diaphragmatique refoulés, la veine azygos est repérée sous la plèvre pariétale. Cette plèvre est incisée longitudinalement à gauche de cette veine ^[23]. Les artères intercostales sont ainsi exposées dans un segment où elles ne sont accompagnées pratiquement d'aucune veine. C'est là qu'il faut les sectionner entre deux ligatures, aux niveaux choisis. Les corps vertébraux sont alors exposés classiquement (fig. 20).

Fermeture

Elle comporte la réparation des cartilages costaux sectionnés, un drainage thoracique classique et s'effectue plan par plan.

En conclusion

Cette voie donne accès aux faces antérieure et latérale droite des corps vertébraux ; l'accès à la face antérieure est ici vertical, direct et c'est ce qui en fait son intérêt.

Abords de la charnière cervicothoracique

L'abord postérieur ne présente aucune difficulté particulière ; seule l'exposition des faces latérale et antérieure des corps vertébraux pose du fait de leurs rapports avec les éléments du médiastin supérieur, un problème. Nombreux sont les abords décrits : le choix sera fonction du type de pathologie à traiter, de l'importance et de l'étendue du geste à effectuer.

Abord postérieur élargi et costotransverectomie

Ils permettent parfois un abord suffisant des lésions à traiter mais doivent respecter le nerf T1 qui participe à l'innervation du membre supérieur.

Voie présterno-cléido-mastoïdienne

Elle permet l'exposition de T1, du disque T1-T2 et parfois chez les sujets maigres et longilignes de T2. Du fait de la lordose cervicodorsale, le disque T1-T2 et le corps de T2 sont profonds et difficilement accessibles. Par ailleurs, la vision sur ces structures est oblique, masquée par le bord supérieur du manubrium sternal. La discectomie T1-T2 et a fortiori la corporectomie T2 sont donc le plus souvent impossibles. Tout au plus, est-il possible par cette voie, de terminer une ostéosynthèse ou d'appuyer une greffe sur T2 ^[12].

Abords cervicaux étendus vers le bas

Le plus classique et probablement le moins utilisé, est celui décrit par Cauchoux et Binet ^[5] : voie présterno-cléido-mastoïdienne gauche prolongée vers le bas par une sternotomie. Cette dernière étant faite, les muscles sternohyoïdien et sternothyroïdien sont sectionnés. La plèvre pariétale est refoulée. L'aponévrose cervicale moyenne est ouverte jusqu'au tronc veineux brachiocéphalique gauche. Celui-ci peut être sectionné entre deux ligatures si un abord large est nécessaire. Cette voie permet l'exposition directe de la face antérieure des trois premières vertèbres thoraciques et parfois de la quatrième ^[10]. Elle présente cependant de nombreux inconvénients dont la nécessité de réaliser une sternotomie et bien souvent de lier le tronc veineux brachiocéphalique gauche. Enfin, elle reste de réalisation délicate ^[17].

Réactualisée par Lesoin ^[20], une autre voie possible est celle comportant la mobilisation monobloc sternobiclaviculaire. Celle-ci nécessite une section au tiers interne des deux clavicules et du sternum au niveau du manubrium sternal en dedans des deux premières articulations costosternales. L'insertion des deux chefs claviculaires du SCM est respectée de même que les deux articulations sternoclaviculaires. Le volet ainsi circonscrit est soulevé et rabattu vers le haut. La dissection est poursuivie en refoulant vers la droite l'axe aérodigestif et vers le bas le tronc veineux brachiocéphalique gauche. La face antérieure du rachis thoracique supérieur de T1 à T3 et parfois T4 peut ainsi être exposée.

Herkowitz ^[18], Charles ^[6], Birch ^[3], Marchal ^[25] et Sundaresan ^[32] ont proposé de réséquer le tiers interne de la clavicule après l'avoir libérée de ses insertions musculaires. La moitié correspondante du manubrium sternal, voire la totalité de celui-ci pour Sundaresan ^[32], est également réséquée. Plus délabrante que la précédente, cette voie donne également accès au rachis

thoracique supérieur de T1 à T4.

Toutes ces voies ont en commun de n'autoriser aucune extension vers le rachis thoracique moyen et inférieur. Elles s'adressent donc aux lésions du rachis thoracique supérieur ou aux lésions du rachis cervical étendues au rachis thoracique supérieur.

Thoracotomie haute et ses extensions

L'intervention est menée en décubitus latéral strict (fig. 21). En règle, l'abord droit est préférable mais en cas de scoliose à convexité gauche, un abord gauche est possible. L'incision cutanée contourne l'omoplate, elle débute en arrière près de la ligne des épineuses au niveau de D1. Après section du trapèze et du grand dorsal, les rhomboïdes sont désinsérés de l'omoplate (fig. 22). Celle-ci est alors mobilisée en haut et en avant et maintenue par un écarteur. Après section de quelques digitations du grand dentelé, le grill costal postérosupérieur est exposé. Il est alors possible de réaliser une thoracotomie avec résection costale au niveau de la 3^e ou de la 4^e côte. Après incision de la plèvre pariétale à gauche de l'azygos, cette veine est sectionnée entre deux ligatures au niveau de sa crosse. On a ainsi accès au rachis thoracique supérieur.

Il est également possible de réséquer un véritable volet thoracique postérieur, en emportant la partie postérieure des 2^e, 3^e et 4^e côtes. Cette résection pariétale reste sans conséquence fonctionnelle car recouverte par l'omoplate [15].

Ces voies donnent accès au rachis thoracique haut, du disque C7-D1 au disque T4 T5, en sachant que les disques C7-T1 et T1 sont abordés très obliquement et croisés par le nerf T1, qu'il faut respecter.

Une extension vers le rachis thoracique moyen est possible en prolongeant l'incision vers l'avant dans l'axe de la 5^e côte et en réséquant celle-ci jusque dans sa partie antérieure [15].

L'extension vers le rachis cervical est possible en associant à cette thoracotomie haute une voie d'abord cervicale :

cervicotomie antérolatérale présterno-cléido-mastoïdienne (Louis [23]) ;
cervicotomie latérale rétrosterno-cléido-mastoïdienne (Michelli et Wood [27], Hernigou [15]).

Abords combinés du rachis thoracique

Certaines situations requièrent un accès simultané aux structures rachidiennes antérieures et postérieures. Une solution possible est d'effectuer simultanément, sur un patient en décubitus latéral, une voie postérieure classique et une voie transthoracique [30]. Dans ce cas il faut veiller lors de l'installation à bien caler le patient par l'intermédiaire d'appuis fessier, pubien, thoracique antérieur et postérieur. Ceux-ci permettent lors des différents temps opératoires de basculer latéralement le patient, soit vers l'arrière, soit vers l'avant, afin de faciliter soit le temps antérieur, soit le temps postérieur.

Il est également possible de réaliser ces deux temps opératoires par l'intermédiaire d'une seule incision. Le patient est installé en décubitus latéral. Là aussi son maintien strict sur la table opératoire facilite les divers temps de l'intervention. L'abord est mené par une incision en L. La branche verticale de ce L est postérieure, médiane, centrée sur les épineuses, sa limite inférieure dépend du niveau inférieur de la fixation à réaliser. A cette branche verticale, on associe une branche horizontale plus ou moins étendue vers l'avant incisant le muscle trapèze. Il est alors possible de réaliser un abord postérieur classique, puis plus en dehors de sectionner (comme lors d'un abord transthoracique classique) le grand dorsal en arrière et le grand dentelé en avant, ce qui permet de découvrir la paroi costale et de réaliser une thoracotomie. Le niveau de la thoracotomie est bien sûr fonction du niveau de la lésion à traiter. Elle peut être effectuée plusieurs espaces au-dessus de la branche horizontale de l'incision cutanée, le

grand dorsal se laissant facilement récliner vers le haut. Au besoin à la partie haute du rachis thoracique, l'omoplate peut être mobilisée après désinsertion des rhomboïdes. Les deux faces postérieure et antérolatérale du rachis peuvent alors être contrôlées simultanément. Elles ne sont séparées au niveau de la zone de thoracotomie que par la masse musculaire paraspinale qui peut être, si la pathologie le justifie, incisée ou excisée.

Haut de page

VOIES D'ABORD DU RACHIS LOMBAIRE ET DES CHARNIÈRES THORACOLOMBAIRE ET LOMBOSACRÉE

L'abord postérieur du rachis lombaire est le plus souvent médian, mais pour les arthrodèses postérolatérales, Wiltse a décrit une voie transmusculaire très utile ; la voie postérieure permet aussi par un abord élargi d'atteindre le corps vertébral en contrôlant le sac dural.

La colonne antérieure du rachis lombaire est en rapport avec les gros vaisseaux, aorte et veine cave inférieure, et avec l'ensemble des viscères abdominaux. Les corps vertébraux et les disques intervertébraux lombaires peuvent être abordés latéralement par une voie extrapéritonéale, la lombotomie ou par une voie antérieure transpéritonéale.

L'accès à la charnière thoracolombaire est barré par le diaphragme qui peut être sectionné ou désinséré pour réunir l'abord rétropéritonéal et l'abord thoracique qui peut être trans- ou rétropleural.

Enfin, la charnière lombosacrée peut être abordée par une voie médiane transpéritonéale ou par une voie antérolatérale rétropéritonéale.

Voies postérieures

Voie d'abord postérieure classique du rachis lombosacré

Installation (fig. 23)

Le patient repose en décubitus ventral sur un billot thoracique, hanches et genoux fléchis à 90°. Cette position est préférée au genu pectoral car elle permet une meilleure liberté abdominale et entraîne une tension moindre des masses musculaires paravertébrales qui doivent être réclinées. Enfin, elle s'accompagne d'une diminution satisfaisante de la lordose lombaire en cas de chirurgie intracanalair.

Il convient de vérifier d'une part l'absence de compression abdominale responsable de troubles respiratoires et d'une hyperpression veineuse et d'autre part la protection des zones d'appui que sont les genoux et les coudes.

Le repérage des étages à opérer est assuré par un contrôle radiographique de profil sauf, en l'absence d'anomalie transitionnelle, lorsque la charnière lombosacrée est exposée.

L'opérateur se place à gauche du patient en cas d'abord bilatéral.

Incision

L'incision est médiane centrée sur les apophyses épineuses des vertèbres à aborder. Elle est franche jusqu'au ligament surépineux que l'on dégage ainsi que les tubercules postérieurs des apophyses épineuses.

Si la crête des épineuses est respectée par l'intervention, le fascia thoracolombaire est incisé de part et d'autre de la ligne médiane selon deux lignes parallèles pour conserver une zone d'insertion aponévrotique.

Si une laminectomie est prévue, l'incision est médiane pour ne pas perdre de l'étoffe aponévrotique.

L'abord des gouttières paravertébrales nécessite une désinsertion uniforme des muscles paraspinaux à la rugine de Cobb et au bistouri électrique en restant bien au contact des épineuses et des lames. Il est important de tenir compte de la présence d'un éventuel spina bifida occulta décelable sur les radiographies préopératoires et nécessitant une exposition précautionneuse.

Chez l'enfant, le périoste peut être facilement décollé après avoir incisé au bistouri les tubercules postérieurs encore cartilagineux des épineuses.

L'hémostase est assurée pas à pas et complétée par la mise en place de compresses en rouleau, bien tassées.

L'exposition (**fig. 24**) est menée jusqu'au bord latéral des isthmes et des massifs des articulaires où des branches des artères dorsospinales nécessitent souvent une hémostase.

En cas d'abord bilatéral, des écarteurs autostatiques larges sont mis en place.

Si l'abord est unilatéral, un écarteur contre-coudé à pointe est appuyé sur la face latérale du massif articulaire.

Dans certaines interventions, comme par exemple les arthrodèses postérolatérales, les apophyses transverses doivent être exposées. Leur face postérieure est ruginée prudemment afin de ne pas les fracturer. Il est commode alors d'écarter les masses paravertébrales par une valve pour libérer au bistouri électrique les apophyses transverses sans passer en avant d'elles pour ne pas blesser les nerfs rachidiens et le plexus veineux lombaire ascendant. Les muscles intertransversaires sont ainsi désinsérés en assurant les hémostases souvent nécessaires à ce niveau.

Le repérage du sacrum est permis par la découverte de son plan osseux postérieur continu, par sa sonorité à la percussion et par sa mobilisation qui entraîne le bassin. La vertèbre L5 est mobilisée par un davier de Farabeuf prenant son apophyse épineuse.

L'exposition de l'aileron sacré nécessite latéralement la section des ligaments qui s'y insèrent.

Fermeture

Avec un drainage, non aspiratif si une brèche durale a été réalisée, la fermeture est assurée par une suture des muscles et de l'aponévrose entre eux ou aux ligaments sur- et interépineux s'ils ont été conservés.

Voie d'abord de Wiltse

Wiltse ^[34] a décrit un abord transmusculaire postérolatéral du rachis lombosacré

voie d'abord médiane. Le saignement est moindre, l'ischémie musculaire est limitée car la rétraction des masses musculaires est moins importante. Enfin, il permet l'abord des hernies extraforaminales et facilite les visées pédiculaires.

L'installation est identique à la voie postérieure classique.

Incision (fig. 25)

Initialement, deux incisions curvilignes situées à 2 travers de doigt de la ligne médiane, juste en dedans de l'épine iliaque postérosupérieure, étaient proposées.

Actuellement l'incision cutanée conseillée est médiane.

Après un décollement sus-aponévrotique, le fascia thoracolombaire, formé par les aponévroses sacrolombaire et du grand dorsal, est incisé à 2 cm de la ligne médiane, verticalement avec une légère incurvation médiane vers le bas, et en dépassant de quelques centimètres l'incision cutanée vers le haut.

La dissociation musculaire (fig. 26) dans le plan de clivage naturel qui existe entre les muscles multifidus et longissimus, est effectuée aux ciseaux puis aux écarteurs de Farabeuf et conduite jusqu'aux massifs articulaires qu'il faut libérer de leurs insertions musculaires ; en dehors d'eux, les apophyses transverses et l'aileron sacré peuvent être facilement exposés après la mise en place d'un écarteur autostatique.

Des hémostases sont régulièrement nécessaires sur le bord externe des isthmes et au niveau du premier, voire du deuxième trou sacré.

Dans la partie inférieure de l'abord, un faisceau musculaire du multifidus doit être sectionné pour exposer la face postérieure du sacrum.

Médialement, les lames peuvent être exposées jusqu'à la base des épineuses.

Si un prélèvement de greffe iliaque est nécessaire, il peut être réalisé, sans nouvelle incision cutanée, par la poursuite en dehors et d'un côté, du décollement sus-aponévrotique déjà réalisé.

Fermeture

Après avoir vérifié l'hémostase et mis en place des drains, de chaque côté, dans les gouttières articulotransversaires, l'aponévrose est suturée en deux plans. Le décollement sus-aponévrotique doit être capitonné avant la fermeture cutanée pour éviter un hématome superficiel.

Voie d'abord postérieure élargie

La voie d'abord postérieure peut, après laminectomie, donner un certain accès à la partie postérieure du corps vertébral. Cet accès peut être élargi par exérèse des massifs articulaires et des pédicules. Le sac dural, ne contenant pas la moelle en dessous de L1, peut être mobilisé et récliné : sa décompression antérieure et la réalisation d'une arthrodèse intersomatique sont ainsi possibles à ce niveau.

Si des arthrectomies totales ont été réalisées, une stabilisation complémentaire par arthrodèse est nécessaire.

La fermeture est identique à celle de la voie d'abord postérieure classique.

Voies antérolatérale et antérieure du rachis lombaire (fig. 27)

Lombotomie

Cette voie qui présente l'avantage d'être rétropéritonéale donne accès aux faces antérieure et antérolatérale du rachis lombaire, du disque L1-L2 au disque L4-L5.

C'est la voie d'élection lorsque ce segment rachidien doit être exposé.

En principe, il est possible de réaliser cet abord tant à droite qu'à gauche, cependant, en l'absence d'impératif lié à la pathologie à traiter, la voie gauche est préférable.

Il est en effet plus aisé et moins dangereux de mobiliser l'aorte que la veine cave inférieure beaucoup plus fragile.

Installation (fig. 28)

Le patient est installé en décubitus latéral droit strict. Un premier billot est placé sous l'aisselle du patient, un second à la partie inférieure de l'hémithorax opposé à l'abord afin d'augmenter la distance entre le grill costal et la crête iliaque.

Une série d'appuis (pubien, fessier, thoracique antérieur et thoracique postérieur) permet en peropératoire d'incliner latéralement le patient vers l'avant ou l'arrière afin d'améliorer la vision du champ opératoire.

Le membre inférieur droit est en flexion de hanche et de genou, le gauche en rectitude. Ils sont également fixés à la table.

L'opérateur se place à la face dorsale du patient.

Incision

L'incision cutanée débute en arrière près de la pointe de la 12^e côte et se termine en avant le long de la gaine du grand droit à mi-distance entre l'ombilic et la symphyse pubienne après avoir contourné l'épine iliaque antérosupérieure. Si le rachis lombaire haut doit être abordé, cette incision est prolongée en arrière le long de la 12^e côte jusqu'au bord externe des muscles paraspinaux.

Si le rachis lombaire bas doit être abordé, l'incision cutanée est prolongée vers le bas le long de la gaine de grand droit.

Le plan musculaire superficiel est incisé au bistouri électrique, grand dorsal en arrière, grand oblique en avant. Dans le plan sous-jacent, à la partie postérieure de l'incision, il faut sectionner le muscle dentelé postérieur et inférieur, puis plus avant le petit oblique et le transverse. La section du transverse doit être prudente, ce muscle est mince et adhérent au péritoine. Il est possible de réaliser une boutonnière sur ce muscle puis au tampon monté de décoller celui-ci du péritoine et enfin de le sectionner entre deux doigts introduits entre sa face profonde et le péritoine. Le péritoine est ensuite largement décollé au doigt et au tampon monté de la face profonde de la paroi musculaire de part et d'autre de cette incision tout d'abord vers l'avant (jusqu'à la limite inférieure de celle-ci) puis vers l'arrière. Au fur et à mesure que ce décollement est réalisé vers l'arrière, l'aide attire en avant le sac péritonéal et son contenu par l'intermédiaire d'une valve malléable placée sur un champ humide.

Il est important de bien rester au contact de la paroi musculaire représentée ici par le carré des lombes ; la loge rénale qui reste adhérente au péritoine est ainsi progressivement réclinée avec lui en avant et en dedans. La poursuite de ce décollement conduit au contact d'une importante marche d'escalier musculaire

représentée par le bord latéral du muscle psoas qu'il faut franchir sans pénétrer dans l'espace qui le sépare du carré des lombes. L'uretère est adhérent au péritoine et se récline avec lui.

Exposition du rachis (fig. 29)

Un écarteur autostatique permet d'ouvrir largement la voie d'abord. Une valve malléale ou une valve de Leriche placée sur un champ humide écarte en dedans et en avant vers la ligne médiane le sac péritonéal avec, à sa face profonde, la loge rénale. Le rachis apparaît alors recouvert dans sa partie gauche par le bord interne du psoas qui s'insère par des arcades sur les disques intervertébraux et qui est longé par la chaîne sympathique. L'aorte est palpable plus en avant.

Les vaisseaux segmentaires (artères et veines lombaires) cheminent dans la dépression des corps vertébraux. Le rachis est donc abordé au niveau des disques intervertébraux. Le tissu cellulaire rétrovasculaire est refoulé au tampon monté afin d'exposer les disques et de bien individualiser les vaisseaux lombaires. Ceux-ci sont alors sectionnés entre deux ligatures au plus près de la ligne médiane sur toute l'étendue nécessaire. Il est alors possible de refouler vers la ligne médiane l'aorte pour parfaire l'exposition. En arrière la face latérale des corps vertébraux est recouverte par le bord interne du psoas. Les arcades de ce muscle peuvent être désinsérées et refoulées en dehors et en arrière avec le tronc du sympathique. L'exposition du rachis lombaire inférieur nécessite souvent la section entre deux ligatures de la veine iliolombaire.

Fermeture

Les muscles de la paroi abdominale sont suturés plan par plan. La sous-peau et la peau sont enfin refermées. La nécessité ou non d'un drainage aspiratif est fonction du geste effectué et de la qualité de l'hémostase obtenue.

Extension

Si le rachis lombaire haut doit être abordé, l'incision peut être prolongée dans sa partie supérieure. La partie externe des muscles paraspinaux est alors incisée le long de la 12^e côte. Celle-ci est dépériostée et sa moitié distale réséquée. Il faut prendre garde, durant ce temps, de ne pas ouvrir la cavité pleurale. Un repère simple est de ne pas pénétrer à moins de 8 cm de la ligne des épineuses dans le 11^e espace intercostal. L'extrémité proximale de la 12^e côte est écartée vers le haut avec son insertion diaphragmatique.

L'exposition de la vertèbre L2 et du disque L1-L2 nécessite la section du pilier interne gauche du diaphragme. Celui-ci sera réparé en fin d'intervention. Cette voie donne sur le disque L1-L2 une vue très oblique qui peut rendre la discectomie difficile.

Voie d'abord antérieure transpéritonéale de L3 ^[29]

Cette voie d'abord est d'utilisation beaucoup plus rare que la lombotomie car de réalisation plus délicate, mais elle fournit une exposition des deux faces latérales du corps vertébral de L3 situé au sommet de la lordose lombaire.

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal. Un billot permet d'augmenter la lordose lombaire. L'opérateur est placé à droite du patient.

Incision

L'incision cutanée est médiane de part et d'autre de l'ombilic.

La ligne blanche et le péritoine sont prudemment incisés, le grand épiploon et le côlon transverse sont refoulés vers le haut et les anses grêles vers la droite. La région de l'angle duodénojéjunal est exposée (**fig. 30**). Dans sa partie basse, en regard du disque L3-L4, naît l'artère mésentérique inférieure qui est bien visible.

L'angle duodénojéjunal est décollé juste au-dessus de l'origine de cette artère puis est refoulé vers la droite. Le péritoine pariétal postérieur est incisé le long de l'aorte qui est facilement repérée.

Exposition du rachis

L'accès au rachis peut alors être réalisé à gauche de l'aorte ou à sa droite par une mobilisation interaorticocave.

A gauche de l'aorte, les vaisseaux lombaires qui se dirigent latéralement sont liés. La face antérieure du corps de L3 est progressivement dégagée et une valve contrecoudée est mise en place sur le versant droit du corps vertébral et refoule l'ensemble des éléments vasculaires et digestifs.

La libération interaorticocave nécessite la libération du bord gauche de la veine cave inférieure au tampon monté. Les pédicules lombaires droits sont sectionnés entre deux ligatures. Des broches de Steinmann maintiennent l'écartement vasculaire et la visualisation de la face antérieure du rachis lombaire.

Fermeture

Le péritoine pariétal postérieur est suturé sur un drain de redon aspiratif. La paroi est fermée plan par plan.

Abord antérieur médian des premières vertèbres lombaires

Lassale et Gayet ^[19] ont décrit une voie d'abord antérieure autorisant une vertèbrectomie de L1 et/ou L2 avec contrôle premier de l'aorte et de la veine cave inférieure, ligature bilatérale des pédicules lombaires et exposition des deux faces latérales du rachis.

Le principe est de combiner un abord sous-péritonéal gauche du rachis lombaire à un abord trans- puis rétropéritonéal de la veine cave inférieure et du flanc droit du rachis.

Installation

La patient est installé en décubitus dorsal avec un billot sous la charnière thoracolombaire.

Incision

L'incision est médiane sus-ombilicale prolongée en sous-ombilicale.

Le temps rétropéritonéal gauche : le péritoine pariétal est décollé au tampon

monté, ainsi que le fascia rétro-rénal gauche jusqu'au bord gauche de l'aorte. Pour obtenir une exposition de l'aorte et du rachis jusqu'au disque D11-D12, il faut tout d'abord mobiliser la rate et l'estomac par un décollement complet du mésogastre postérieur, conduit jusqu'au hiatus oesophagien. Il faut ensuite pratiquer un décollement du fascia de Toldt gauche, une exposition de l'orifice aortique du diaphragme, facilitée par la section du ligament triangulaire gauche du foie jusqu'à la veine sus-hépatique gauche, et enfin une incision médiane du ligament arqué du diaphragme.

Dès lors, on a obtenu sans désinsertion ni section de la coupole diaphragmatique gauche, l'exposition et la mise sur lacs de l'aorte, (du disque D11-D12 à sa terminaison), et l'exposition des pédicules segmentaires. Après la ligature de ces pédicules en regard des vertèbres que l'on souhaite aborder, la mobilisation de l'aorte donne accès aux faces antérieure et gauche des corps vertébraux jusqu'en D11 dans le médiastin postérieur.

Le temps trans- et rétropéritonéal droit : le péritoine est incisé en avant sur la ligne médiane sur toute la hauteur de l'abord cutané. Après avoir récliné les anses intestinales vers le bas et le foie vers le haut, le péritoine pariétal postérieur est incisé au bord droit du duodénum et au-dessus le long de la veine cave inférieure. Le bloc duodénopancréatique est mobilisé par un décollement rétroduodénopancréatique et du fascia de Toldt droit. Ce décollement du côlon peut être étendu vers le bas, si l'on souhaite étendre la dissection de la veine cave inférieure jusqu'à son origine. Il devient, dès lors, possible de disséquer la veine cave en dessous de la lésion vertébrale, puis au-dessus dans sa portion sus-rénale, sur 6 cm, à la face antérieure du diaphragme jusqu'aux veines du lobe de Spiegel. Des lacs étant placés sur la veine cave de part et d'autre de la lésion, on peut exposer les pédicules vasculaires rénal et gonadique droits et les veines lombaires. Après ligature des veines lombaires droites, il devient possible de récliner la veine cave vers la ligne médiane, de faire l'hémostase des artères lombaires droites nécessaire et enfin d'exposer le flanc droit des vertèbres.

Les deux décollements prévertébraux gauche et droit, communiquant sur toute la hauteur du rachis lombaire en arrière de l'aorte, la quasi-totalité des viscères abdominaux peut être mobilisée et si besoin extériorisée.

Fermeture

La fermeture est simple, l'orifice aortique du diaphragme est réparé au fil non résorbable ; les viscères sont remis en place, sans péritonisation, sur des drains aspiratifs rétropéritonéaux.

Voie antérolatérale de la charnière thoracolombaire

Cette voie d'abord permet l'exposition antérieure plus ou moins extensive de la charnière dorsolombaire de T9 à L5. Elle se caractérise par l'abord simultané de l'espace rétropéritonéal et de la cavité thoracique avec la section ou la désinsertion du muscle diaphragme. L'abord thoracique peut être réalisé en transpleural ou en rétropleural. Cette deuxième technique a une morbidité moindre mais l'exposition est limitée vers le haut.

Cette voie d'abord est possible à droite comme à gauche, cependant en l'absence d'impératif, le côté gauche est préféré car la coupole diaphragmatique est plus basse et l'abord droit est rendu plus difficile par la présence du foie et de la veine cave inférieure.

Abord transpleuro-réto-péritonéal gauche

Installation

Sous anesthésie générale avec une intubation sélective, le patient est installé en décubitus latéral droit strict, stabilisé par des appuis pubien, sacré et thoraciques. Deux billots sont placés sous l'aisselle droite et sous la charnière thoracolombaire.

Un site de prélèvement de greffe osseuse est préparé.

L'opérateur se place en arrière du patient.

Incision (fig. 31)

L'incision suit le trajet de la côte à réséquer qui est classiquement la 9^e ou la 10^e côte, depuis le bord externe des muscles paraspinaux jusqu'au cartilage costal puis elle s'infléchit pour rejoindre le bord externe du grand droit entre l'ombilic et la symphyse pubienne.

La résection de la 9^e côte permet d'étendre l'abord au corps de T9, celle de la 10^e autorise l'exposition de la 10^e ou 11^e vertèbre thoracique.

Le muscle grand oblique est incisé dans le sens de ces fibres sur toute l'étendue de la voie d'abord.

Dans le secteur abdominal de l'incision, les fibres du muscle petit oblique sont sectionnées. Le muscle transverse apparaît. Ses fibres sont dissociées aux ciseaux pour découvrir le péritoine pariétal qui sera décollé de la face profonde du muscle avant de compléter la section de ce dernier au bistouri électrique. Si une brèche péritonéale se produit, sa suture est réalisée d'emblée.

Dans la partie thoracique de l'abord, les muscles superficiels sont sectionnés jusqu'à la côte à réséquer dont le périoste est incisé. Une rugine libère le bord inférieur de la côte d'avant en arrière, son bord supérieur d'arrière en avant et sa face antérieure, du cartilage costal à quelques centimètres de la ligne médiane postérieure. La costectomie est alors réalisée ainsi que l'incision de la plèvre pariétale.

La réunion des deux parties se fait par la section au bistouri froid de la pièce cartilagineuse.

Les trois secteurs, péritonéal, diaphragmatique et thoracique apparaissent. Le sac péritonéal est progressivement dégagé de la face inférieure du diaphragme dans sa périphérie. Le poumon est affaissé et refoulé vers le haut.

La section du diaphragme est alors débutée à 10 ou 15 mm de ses insertions costales afin d'éviter sa dénervation et de faciliter sa réparation. Des fils repères sont mis en place régulièrement.

L'écarteur de Finochietto est installé et progressivement ouvert.

La face antérieure du carré des lombes et celle du psoas sont exposées ainsi que leurs arcades diaphragmatiques.

La plèvre pariétale est incisée longitudinalement sur le flanc gauche du rachis. Après la ligature et la section des pédicules intercostaux gauches, les corps vertébraux thoraciques inférieurs peuvent être exposés.

Dans la partie abdominale, les viscères sont refoulés sous la coupole diaphragmatique gauche par une valve malléable.

Le pilier gauche (fig. 32) est exposé, libéré du flanc gauche de l'aorte par un dissecteur, repéré par un fil et sectionné à 1 cm et demi au-dessus des arcades du psoas et du carré des lombes laissant en bas le sympathique et en haut le nerf grand splanchnique, qui traverse la partie supérieure du pilier gauche. Les veines

traversant ce pilier doivent être sectionnées entre deux ligatures.

Exposition du rachis (fig. 33)

Le rachis peut dès lors être exposé en réclinant l'aorte vers la droite par des valves après dissection au tampon monté de l'espace cellulaire rétroaortique et ligature des pédicules collatéraux à l'union des faces antérieure et latérale des corps vertébraux lombaires supérieurs. Les disques qui sont plus saillants et dépourvus de vaisseaux sont alors dégagés.

Les insertions du psoas sont détachées jusqu'au niveau des trous de conjugaison. Le tronc du sympathique est récliné en arrière.

Fermeture

La plèvre préarachidienne est suturée dans la mesure du possible.

La reconstitution du diaphragme commence par la suture du pilier gauche par un point en X en vérifiant que le hiatus aortique n'est pas sténosé ni trop lâche. Elle se poursuit par la suture à points séparés de la partie périphérique de la coupole diaphragmatique en évitant, grâce aux fils repère mis en place lors de l'abord, tout décalage dans cette suture arciforme et en prenant soin de bien charger la plèvre pariétale. L'écarteur de Finochietto est progressivement relâché. Le cartilage costal est suturé par des points séparés. Deux drains thoraciques sont mis en place. L'espace intercostal est rapproché par deux cerclages puis la plèvre pariétale est suturée. Enfin les différents plans de la paroi sont suturés par points séparés.

Abord extrapleurale-rétropéritonéal [28]

Installation et incision

Le patient est installé en décubitus latéral strict.

L'incision suit les épineuses de T9 à T12 puis longe la 12^e côte jusqu'en avant pour s'arrêter à 1 travers de doigt de l'épine iliaque antérosupérieure lorsque l'exposition concerne L2.

Cependant, l'incision peut être prolongée jusqu'au bord externe du grand droit pour permettre l'abord de L4.

Les muscles de la paroi sont sectionnés plan par plan comme dans la lombotomie déjà décrite.

Les muscles paravertébraux sont partiellement sectionnés transversalement ou réclinés.

La face antérieure de l'apophyse transverse de L1 est libérée de ses insertions aponévrotiques et de celle du carré des lombes. Le décollement sous-pleural est amorcé au bord interne de ce muscle, en dessous de la 12^e côte (fig. 34). Il est poursuivi au doigt et au tampon monté à la face antérieure de la côte qui est alors réséquée après avoir été ruginée, en laissant en place sa partie médiane et son extrémité.

Le 12^e nerf intercostal est bien visualisé et respecté.

Dès lors, le décollement sous-pleural est complété de proche en proche ainsi que le décollement sous-péritonéal. Les arcades du carré des lombes et du psoas sont désinsérées. Le pilier gauche du diaphragme est sectionné à sa jonction

tendinomusculaire.

Des valves malléables réclinent en bloc le sac péritonéal, le diaphragme et la plèvre.

Les corps vertébraux sont ensuite exposés comme dans l'abord transpleural.

Variante ^[23]

Si la 12^e côte est courte, il est conseillé de réséquer la 11^e côte puis de décoller la plèvre, à proximité du rachis, de la face profonde de la 10^e côte et de l'insertion périphérique du diaphragme. L'espace rétropéritonéal est libéré et le diaphragme est désinséré de la pointe de la 12^e côte, de l'apophyse transverse de L1 ; le pilier gauche est enfin sectionné.

Fermeture

L'absence de brèche pleurale est vérifiée par insufflation. Le pilier gauche du diaphragme et les arcades sont suturés. Un drain est mis en place le long du rachis. La paroi est refermée plan par plan.

Voies antérieure et antérolatérale de la charnière lombosacrée

Voie transpéritonéale antérieure de la charnière lombosacrée

Cette voie donne l'accès direct aux disques L4-L5 et L5-S1 au niveau de la bifurcation aortique et de l'origine de la veine cave inférieure. Il est souhaitable, en préopératoire, d'apprécier ces rapports vasculaires sur le scanner, la résonance magnétique nucléaire ou une éventuelle cavographie.

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal avec la région sacrée surélevée soit par un billot soit par l'angulation de la table de 30° environ. Une prise de greffe osseuse est préparée en fonction de l'intervention. Le chirurgien est à droite du malade. L'inclinaison de la table en position de Trendelenburg permet de récliner plus facilement les viscères vers le haut.

Incision

L'incision est médiane et de situation variable par rapport à l'ombilic suivant le niveau de la charnière lombosacrée que l'on souhaite découvrir. Pour aborder l'étage L5-S1, l'incision est sous-ombilicale, s'arrêtant à 3 travers de doigt du pubis. Pour aborder l'étage L4-L5, l'incision doit se faire à cheval sur l'ombilic avec un tiers au-dessus et deux tiers au-dessous sur une longueur de 15 à 20 cm. Pour des raisons esthétiques, une incision selon Pfannenstiel à 2 travers de doigt au-dessus de la symphyse pubienne peut être préférée pour l'exposition du disque L5-S1.

Une moucheture est réalisée sur la ligne blanche immédiatement au-dessous de l'ombilic au bistouri électrique puis l'aponévrose est sectionnée aux ciseaux. Le péritoine est incisé prudemment de façon à éviter la lésion d'un élément intrapéritonéal. Des écarteurs autostatiques sont mis en place.

Le grand épiploon est refoulé vers le haut, les anses grêles sont réclinées vers la

gouttière pariétocolique droite. L'anse sigmoïde est refoulée à gauche dans la gouttière pariétocolique.

Enfin, les dernières anses grêles et le côlon transverse sont repoussés dans la région sus-ombilicale. Le rectum est récliné vers l'avant par une valve malléable.

Le péritoine pariétal postérieur apparaît alors bien exposé (fig. 35).

La saillie du promontoire, l'aorte et les artères iliaques sont repérées à la palpation. Le péritoine pariétal postérieur est incisé sur la ligne médiane du promontoire à quelques centimètres au-dessus de la bifurcation. L'espace rétropéritonéal est disséqué alors au tampon monté pour bien individualiser l'aorte et ses branches terminales puis la veine cave et la veine iliaque primitive gauche et enfin le plexus présacré qui longe la face antérieure de l'aorte et du promontoire entre les vaisseaux iliaques (fig. 36). Ces éléments végétatifs doivent être respectés et sont habituellement mobilisés vers le côté gauche.

La bifurcation aortique siège le plus souvent au niveau du corps vertébral de L4 ou du disque L4-L5. L'artère mésentérique inférieure naît de l'aorte en regard de L3. Les veines iliaques droite et gauche sont situées en arrière et au-dessous de la bifurcation aortique correspondant au niveau de L5 ou L4-L5.

La veine iliaque primitive gauche doit être soigneusement décollée et repoussée latéralement pour ne pas être lésée. Sur la ligne médiane, les vaisseaux présacrés, situés en arrière du plexus hypogastrique supérieur, barrent l'accès aux disques et sont liés.

Exposition du rachis

L'accès au rachis nécessite alors, en fonction de la disposition vasculaire, différentes manoeuvres .

La mobilisation interiliaque : elle vise à dégager l'espace compris entre les deux artères iliaques primitives qui sont décollées du plan osseux postérieur à l'aide de tampon monté et maintenues écartées par des broches de Steinmann gainées. Cette manoeuvre permet l'exposition du disque L5-S1 et quelquefois celui de L4-L5.

La mobilisation inter- et transiliaque : la veine iliaque primitive gauche est parfois volumineuse et barre l'accès au corps vertébral de L5. Elle doit être isolée au tampon monté de l'artère iliaque primitive gauche, et chargée sur lacs afin de réduire son calibre.

La mobilisation latéro-aortique gauche : lorsque la bifurcation aortique est basse, l'abord du disque L4-L5 est réalisé par la dissection du flanc gauche de l'aorte et de l'artère iliaque primitive gauche jusqu'à visualiser le 4^e pédicule lombaire gauche et parfois le 5^e qui sont, au besoin, ligaturés. L'aorte est progressivement refoulée vers la ligne médiane puis vers la moitié droite des corps vertébraux où elle est maintenue par des broches de Steinmann. La veine iliolombaire, issue de la veine iliaque primitive gauche, nécessite parfois une ligature.

La mobilisation aortocave : après avoir mis des lacs sur les pédicules iliaques primitifs, la veine cave inférieure et l'aorte, on écarte alternativement l'axe aortocave à droite et à gauche en abaissant chacun des pédicules iliaques primitifs. Le disque L4-L5 est parfaitement exposé dans toute sa largeur jusqu'au psoas. Il faut habituellement lier le 4^e pédicule lombaire. Les uretères et les chaînes sympathiques restent nettement en dehors et ne sont ni disséquées ni traumatisées.

Fermeture

Après vérification de l'hémostase, le péritoine pariétal postérieur et la paroi sont suturés par points séparés avec un drainage sous-péritonéal.

Voie extrapéritonéale antérolatérale de la charnière lombosacrée

L'exposition rétropéritonéale de la charnière lombosacrée est plus étroite que par la voie transpéritonéale car seule la partie latérale des corps vertébraux est abordée. Mais, le péritoine peut être décollé au-delà du promontoire et des gros vaisseaux afin d'aborder la partie médiane des corps vertébraux, le nerf présacré étant reconnu et respecté ; d'autre part, la voie pararectale est réalisable simultanément des deux côtés [2].

En cas d'abord unilatéral, le côté gauche est préféré car la veine iliaque primitive est située en dedans de l'artère.

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal avec une flexion des hanches à 30° pour détendre le muscle psoas et les vaisseaux iliaques et faciliter ainsi l'exposition antérolatérale du rachis lombaire inférieur.

Incision (fig. 37)

L'incision est verticale légèrement arciforme et longe le bord latéral du muscle grand droit du niveau de l'ombilic à quelques centimètres de la symphyse pubienne. L'aponévrose antérieure des grands droits est incisée en laissant dans la partie basse l'anneau inguinal en dehors. Les vaisseaux épigastriques superficiels sont liés. L'aponévrose postérieure des grands droits est ensuite incisée sans ouvrir le péritoine. Les vaisseaux épigastriques inférieurs sont ligaturés et sectionnés. Le péritoine pariétal est progressivement libéré de la paroi abdominale. Le sac péritonéal est récliné médialement. La face antérieure du psoas apparaît, longée par le nerf génitocrural. La face latérale du rachis et les vaisseaux sont alors exposés dans l'espace rétropéritonéal.

Le disque L4-L5 peut être exposé facilement en déplaçant l'aorte vers la droite après avoir ligaturé les vaisseaux lombaires adjacents.

Le disque L5-S1 est abordé soit en dessous de la bifurcation aortique, soit, quand la bifurcation aortique est basse, par le bord latéral gauche de l'artère et de la veine iliaques primitives. Il est alors habituellement nécessaire de lier la veine iliolombaire avant de déplacer les vaisseaux vers la droite.

Fermeture

L'espace rétropéritonéal est drainé. Les feuillets antérieur et postérieur de la gaine du grand droit sont suturés à l'aponévrose des muscles de la paroi.

Variantes : abord antérolatéral par lombotomie basse

L'incision, légèrement oblique, du côté gauche, en S allongé, part du bord latéral du grand droit à mi-distance entre l'ombilic et la symphyse pubienne et rejoint en dehors la région lombaire entre la 12^e côte et la crête iliaque.

Les muscles de la paroi abdominale sont sectionnés selon le trajet de l'incision, puis après décollement du péritoine, le contenu abdominal est déplacé vers la droite. La charnière lombosacrée est ensuite exposée comme dans la voie d'abord précédemment décrite.

Fraser [13] propose de réaliser une incision cutanée oblique qui permet à la fois d'exposer la charnière lombosacrée par une voie pararectale et de prélever un

greffon iliaque. Le muscle oblique externe est dissocié dans le sens de ses fibres puis décollé du muscle oblique interne jusqu'à la crête iliaque latéralement. En dedans, la gaine des grands droits est incisée comme dans la voie pararectale.

Références

- [1] BAUER R, KERSCHBAUMER F. Voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique. Masson. Paris. 1993 ; pp 1-87
- [2] BAUER R, KERSCHBAUMER F, POISEL S. Techniques en chirurgie orthopédique. Tome I : Rachis. Masson. Paris. 1993 ; pp 1-72
- [3] BIRCH R, BONNEY G, HARSHALL RW A Surgical approach to the cervicothoracic spine. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72B : 904-907
- [4] CAPENER N The evolution of lateral rachotomy. *J Bone Joint Surg* 1954 ; 36B : 173-179
- [5] CAUCHOIX J, BINET J, EVRARD J Les voies d'abord inhabituelles dans l'abord des corps vertébraux cervicaux et dorsaux. *Ann Chir* 1957 ; 74 : 1463-1476
- [6] CHARLES R, GOVENDER S Anterior approach to the upper thoracic vertebrae. *J Bone Joint Surg* 1989 ; 71B : 81-84
- [7] CORNU P, HENTATI K, CHABOLLE F , et al. Lateral approach to the foramen magnum. *Surg Radiol Anat* 1990 ; 12 : 77-78
- [8] CROCKARD HA. Midline ventral approaches to the cranio cervical junction and upper cervical spine. In : Sherk HH ed. The cervical spine. An atlas of surgical procedures. JB Lippincott. Philadelphia. 1994 ; pp 93-112
- [9] DEBURGE A L'arthrodèse intersomatique des deux derniers espaces lombaires par voie trans-péritonéale. *Presse Med* 1969 ; 77 : 639-642
- [10] FANG HS, ONG GB, HODGSON AR Anterior spinal fusion : the operative approaches. *Clin Orthop* 1964 ; 35 : 16-33
- [11] FASEL J, MORSCHER E A contribution to the anatomic basis of the transoral approach of the atlas and axis. *Surg Radiol Anat* 1988 ; 10 : 15-20
- [12] FIELDING JW, STILLWELL WT Anterior cervical approach to the upper thoracic spine. A case report. *Spine* 1976 ; 1 : 158-161
- [13] FRASER RD, COGAN WJ A modified muscle-splitting approach to the lumbosacral spine. *Spine* 1992 ; 17 : 943-948
- [14] GALIBERT P, TOUSSAINT P, LE GARS D, ROSAT P, QUEQUET PM La voie transorale. *Rachis* 1989 ; 1 : 422-430
- [15] HERNIGOU Ph, KOOLI M, FEVRIER MJ, GOUTALLIER D Abord antérieur du rachis dorsal haut par voie sous-scapulaire. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 : 353-358
- [16] HODGSON AR, STOCK FE Anterior spinal fusion : A preliminary communication on the radical treatment of Pott's disease and Pott's paraplegia. *Br J Surg* 1956 ; 44 : 266-275
- [17] HODGSON AR, STOCK FE, FANG HS, ONG GB Anterior spinal fusion : the operative approach and pathological findings in 412 patients with Pott's disease of the spine. *Br J Surg* 1960 ; 48 : 172-178
- [18] KURZ LT, PURSEL SE, HERKOWITZ HN Modified anterior approach to the cervicothoracic junction. *Spine* 1991 ; 16 : 542-547
- [19] LASSALE B, GAYET B, ANTONIETTI P, DEBURGE A. Abord antérieur médian pour vertébroectomie de L1 et L2 avec contrôle premier de l'aorte et de la veine cave inférieure. In : réunion annuelle de la SOFCOT. Paris 1987. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 (suppl 2) : 67-70
- [20] LESOIN F, AUTRICQUE A, VILLETTE L, JOMIN M Abord antérieur du rachis dorsal supérieur (D1 à D4) par mobilisation monobloc sternoclaviculaire. *Neurochirurgie* 1986 ; 32 : 269-271
- [21] LOUIS R Technique de l'ostéotomie cervicale par double abord pour lésions traumatiques anciennes. *Rev Chir Orthop* 1970 ; 56 : 325-344
- [22] LOUIS R Chirurgie atloïdo-axoïdienne par voie transorale. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 381-391
- [23] LOUIS R. Chirurgie du rachis, anatomie chirurgicale et voie d'abord (2^e ed). Springer Verlag. Berlin, Heidelberg. 1993
- [24] MAC AFEE PC, BOHLMAN HH, RILEY LH, ROBINSON RA, SOUTHWICK WO, NACHLAS NE The anterior retropharyngeal approach to the upper part of the cervical spine. *J Bone Joint Surg* 1987 ; 69A : 1371-1383
- [25] MARCHAL JC, AUQUE J, HEPNER H, LEPOIRE J Abord trans-cléido-manubrial du rachis thoracique supérieur (T1-T2). *Neurochirurgie* 1985 ; 31 : 317-321
- [26] MENARD V Causes de la paraplégie dans la maladie de Pott, son traitement chirurgical par l'ouverture directe du foyer tuberculeux des vertèbres. *Rev Orthop* 1894 ; 5 : 47-64
- [27] MICHELI LJ, HOOD RW Anterior exposure of the cervical spine using a combined cervical and thoracic approach. *J Bone Joint Surg* 1983 ; 65A : 992-997
- [28] MIRBAHA MM Anterior approach to the thoraco-lumbar junction of the spine by a retroperitoneal-extrapleural technic. *Clin Orthop* 1973 ; 91 : 41-47
- [29] ROY-CAMILLE R, MAZEL C. Voie d'abord. In Roy-Camille ed. Atlas de chirurgie orthopédique

(tome I^{er}), généralités, rachis. Masson. Paris. 1992 ; pp 297-356

- [30] SPENCER D, DEWALD R Simultaneous anterior and posterior surgical approach to the thoracic and lumbar spine. *Spine* 1979 ; 4 : 29-36
- [31] STAUFFER ES. Open mouth and transmandibular approaches of the cervical spine. In : Sherk HH ed. The cervical spine. An atlas of surgical procedures. JB Lippincott. Philadelphia. 1994 ; pp 79-91
- [32] SUNDARESAN N, SHAH J, FOLEY KM, ROSEN G An anterior surgical approach to the upper thoracic vertebrae. *J Neurosurg* 1984 ; 61 : 686-690
- [33] TURNER PL, WEBB JK A surgical approach to the upper thoracic spine. *J Bone Joint Surg* 1987 ; 69B : 542-544
- [34] WILTSE LL, SPENCER CW New uses and refinements of the paraspinous approach to the lumbar spine. *Spine* 1988 ; 13 : 696-706

© 1995 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

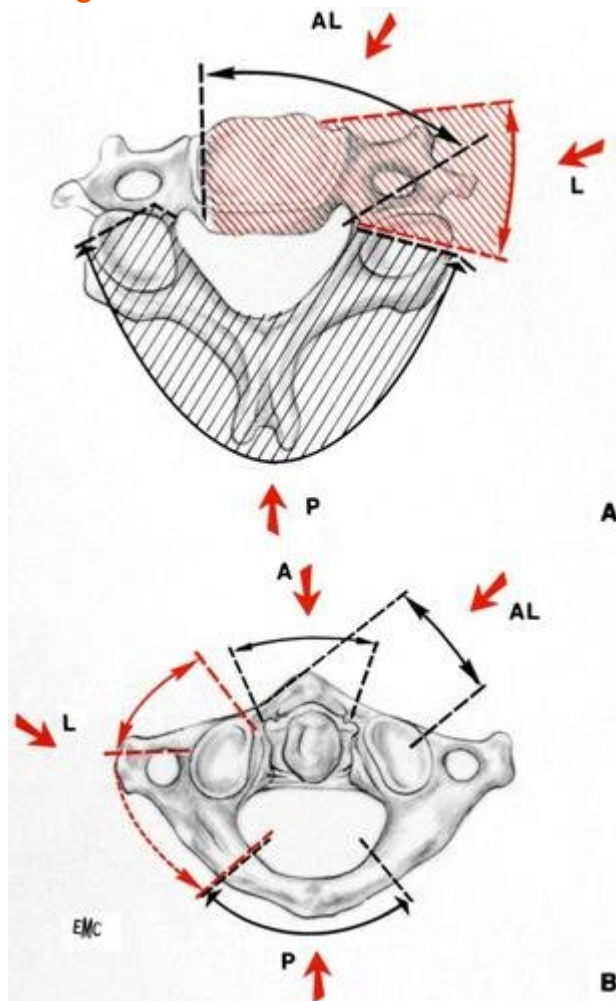


Fig 1 :

Structures vertébrales accessibles par les différentes voies d'abord du rachis cervical (A) et de la charnière occipitocervicale (B).

P : voie postérieure ; AL : voie antérolatérale présterno-cléido-mastoïdienne ; L : voie latérale rétrosterno-cléido-mastoïdienne ; A : voie antérieure de la charnière occipitocervicale.

Fig 2 :

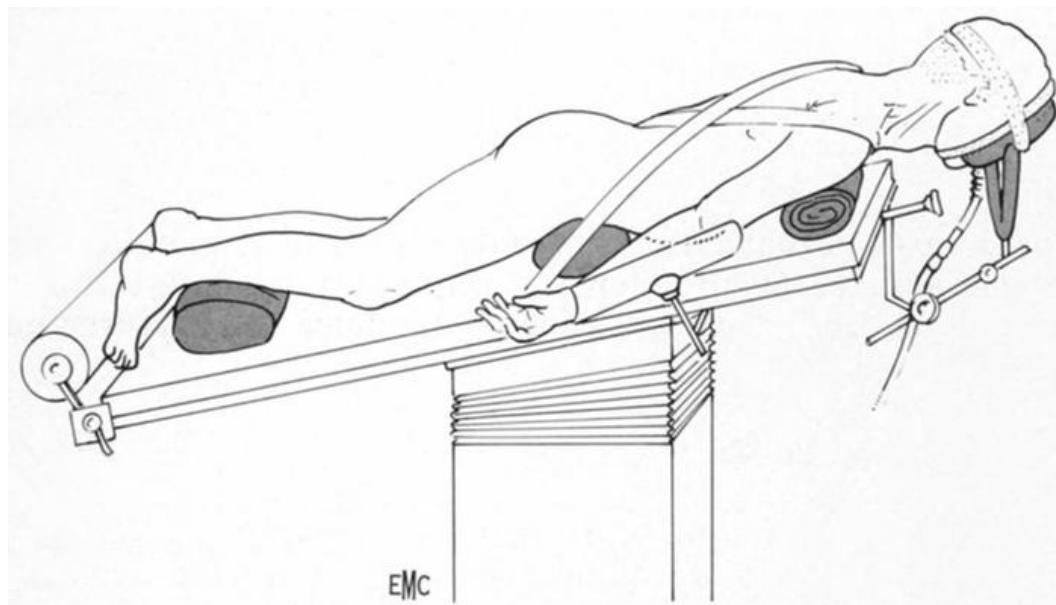


Fig 2 :

Voie d'abord postérieure du rachis cervical : installation.

Fig 3 :

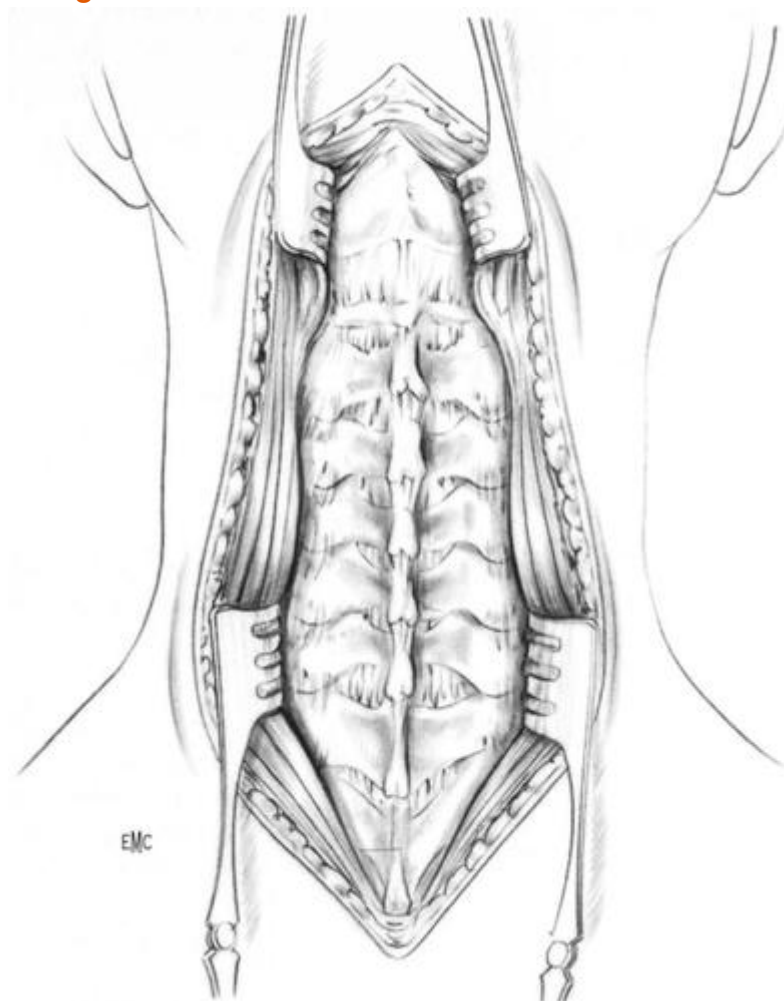


Fig 3 :

Exposition obtenue par l'abord postérieur de la charnière occipitocervicale et de la totalité du rachis cervical.

Fig 4 :

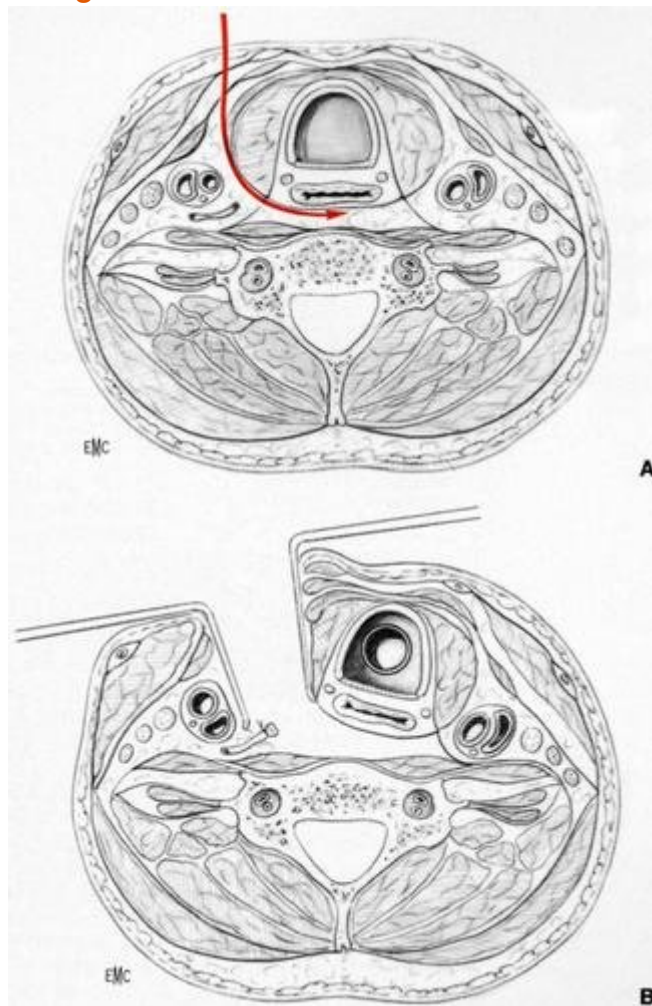


Fig 4 :

Voie antérolatérale présterno-cléido-mastoïdienne.

A. Coupe transversale montrant les différents plans traversés.

B. L'écartement de l'axe aérodigestif en dedans et du paquet jugulocarotidien en dehors mène sur la face antérieure du rachis.

Fig 5 :

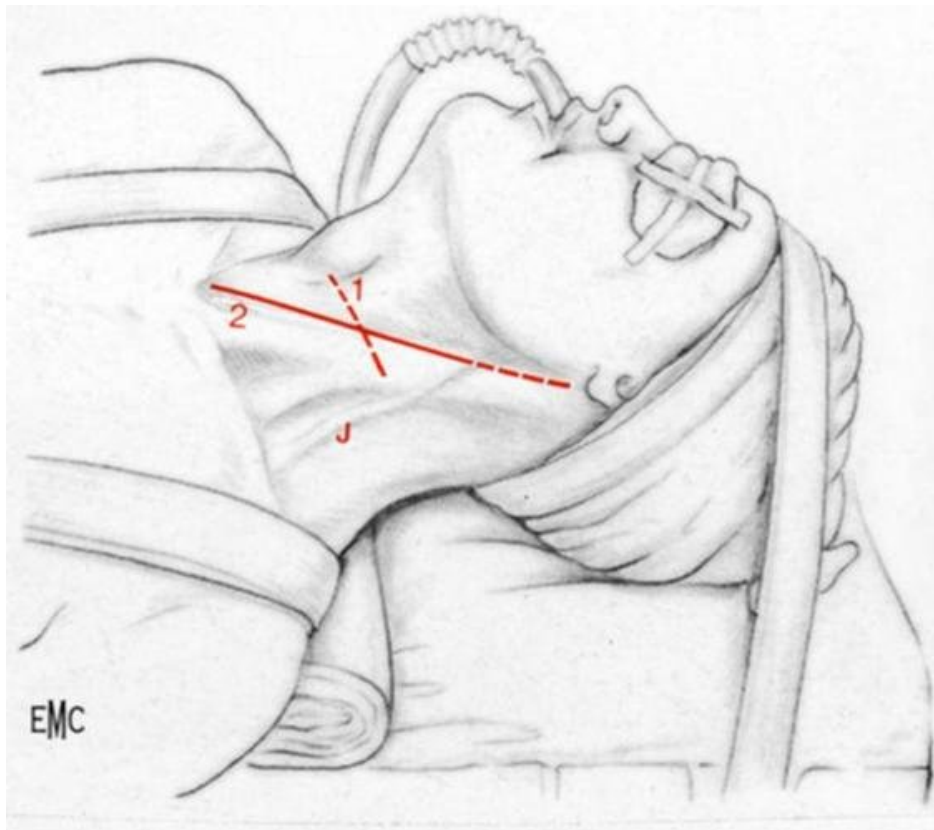


Fig 5 :

Installation pour une voie antérolatérale présterno-cléido-mastoiïdienne gauche. 1 : incision transversale ; 2 : incision longitudinale ; J : relief de la veine jugulaire externe.

Fig 6 :

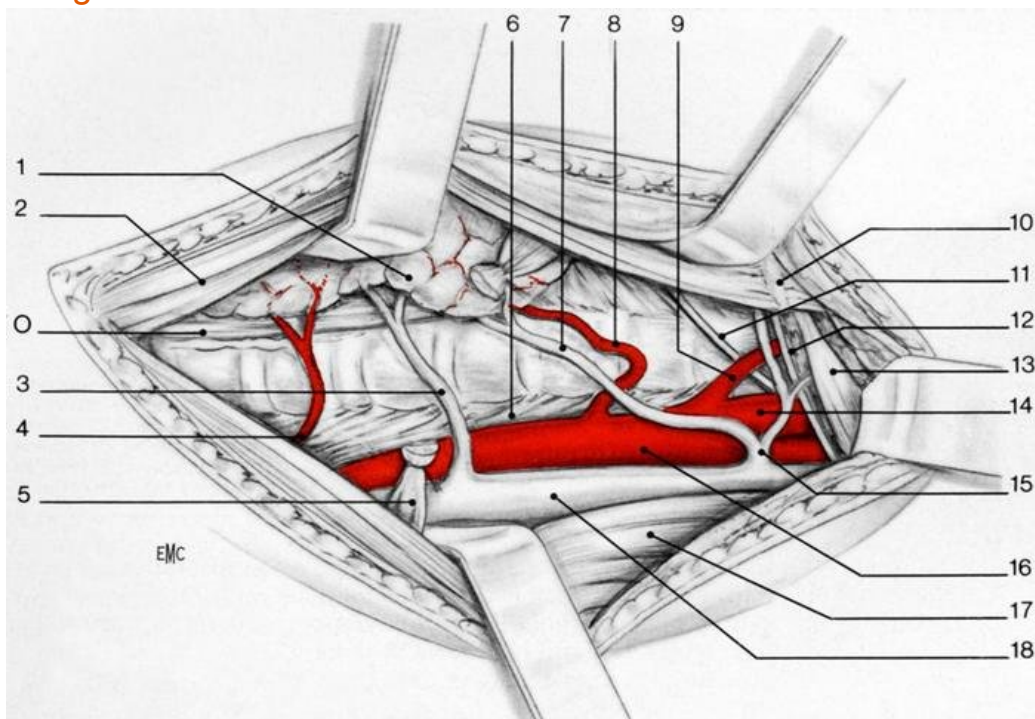


Fig 6 :

Voie antérolatérale présterno-cléido-mastoiïdienne gauche :

1 : glande thyroïde ; 2 : muscles sous-hyoïdiens ; 3 : veine thyroïdienne moyenne ; 4 : artère thyroïdienne inférieure ; 5 : muscle omohyoïdien sectionné ; 6 : muscle long du cou ; 7 : veine thyroïdienne supérieure ; 8 : artère thyroïdienne supérieure ; 9 : artère linguale ; 10 : os

hyoïde ; 11 ; nerf laryngé supérieur ; 12 : nerf hypoglosse ; 13 : ventre postérieur du muscle digastrique ; 14 : carotide externe ; 15 : confluent veineux thyro-linguo-facial ; 16 : carotide primitive (gaine vasculaire non figurée) ; 17 : muscle sterno-cléido-mastoïdien ; 18 : veine jugulaire interne ; O : oesophage.

Fig 7 :

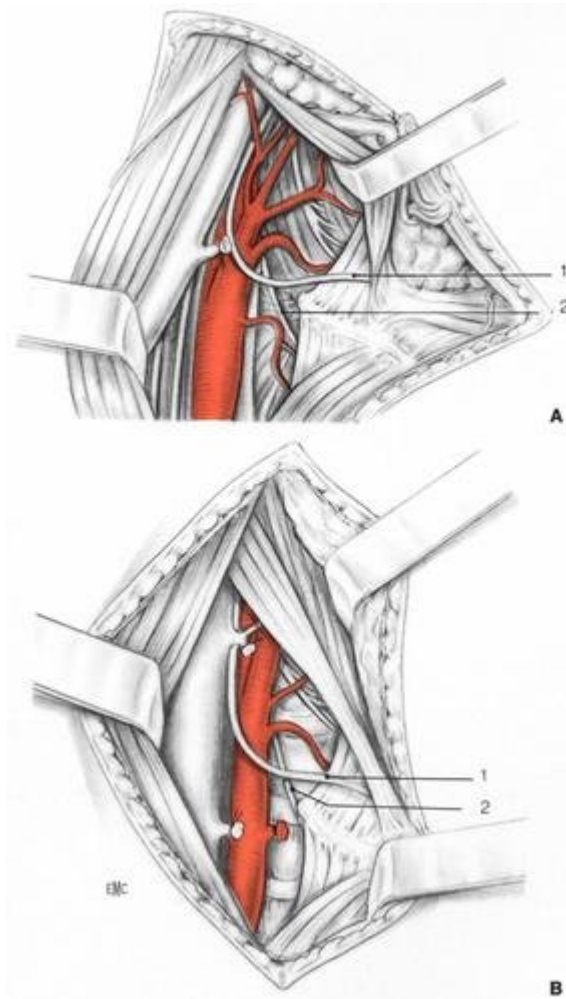


Fig 7 :

Voie antérolatérale présterno-cléido-mastoïdienne droite dans sa portion sus-hyoidienne (1 : nerf hypoglosse ; 2 : nerf laryngé supérieur).

A. Rapports vasculonerveux.

B. Exposition obtenue.

Fig 8 :

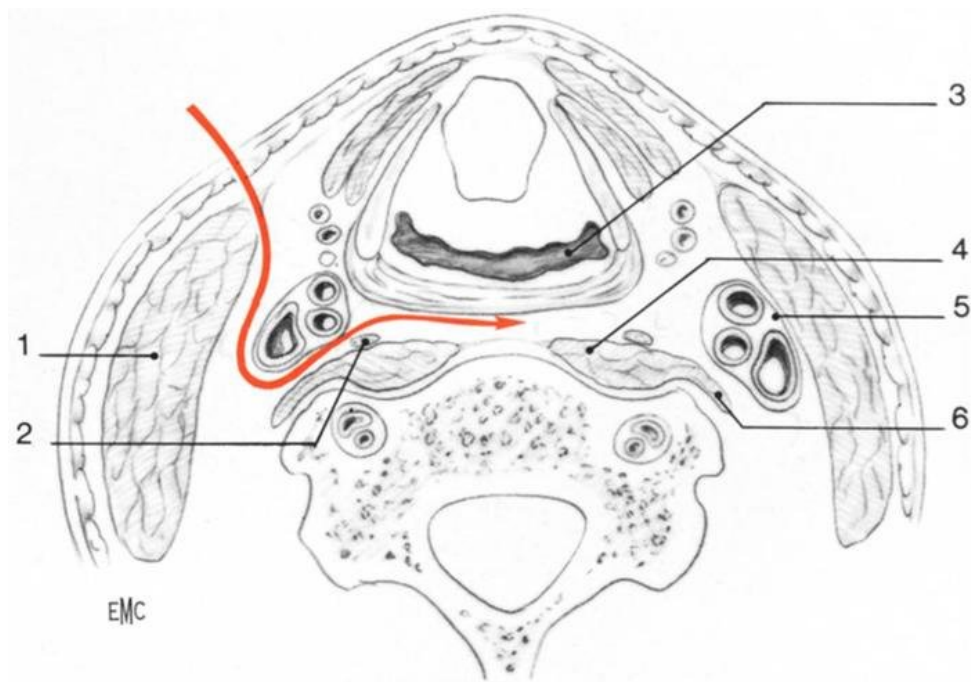


Fig 8 :

Abord présterno-cléido-mastoïdien rétrovasculaire (coupe par C2) :

1 : muscle sterno-cléido-mastoïdien ; 2 : sympathique ; 3 : pharynx ; 4 : muscle long du cou ;
5 : gaine carotidienne ; 6 : muscle long de la tête.

Fig 9 :

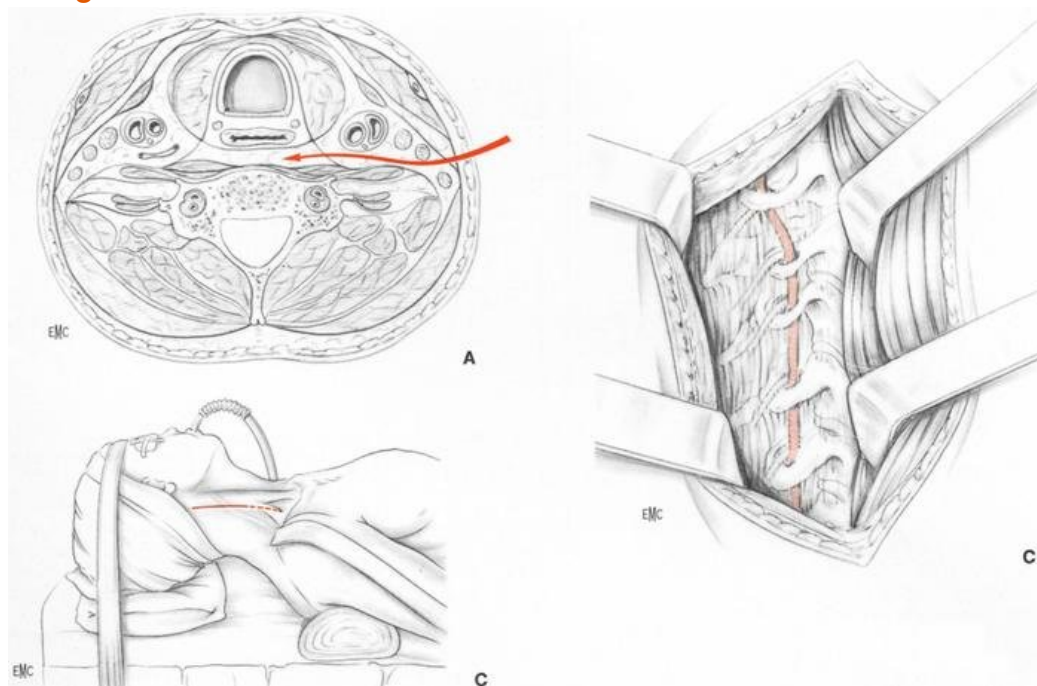


Fig 9 :

Voie latérale ou rétrosterno-cléido-mastoïdienne.

A. Coupe transversale montrant les différents plans traversés.

B. Installation.

C. Exposition obtenue.

Fig 10 :

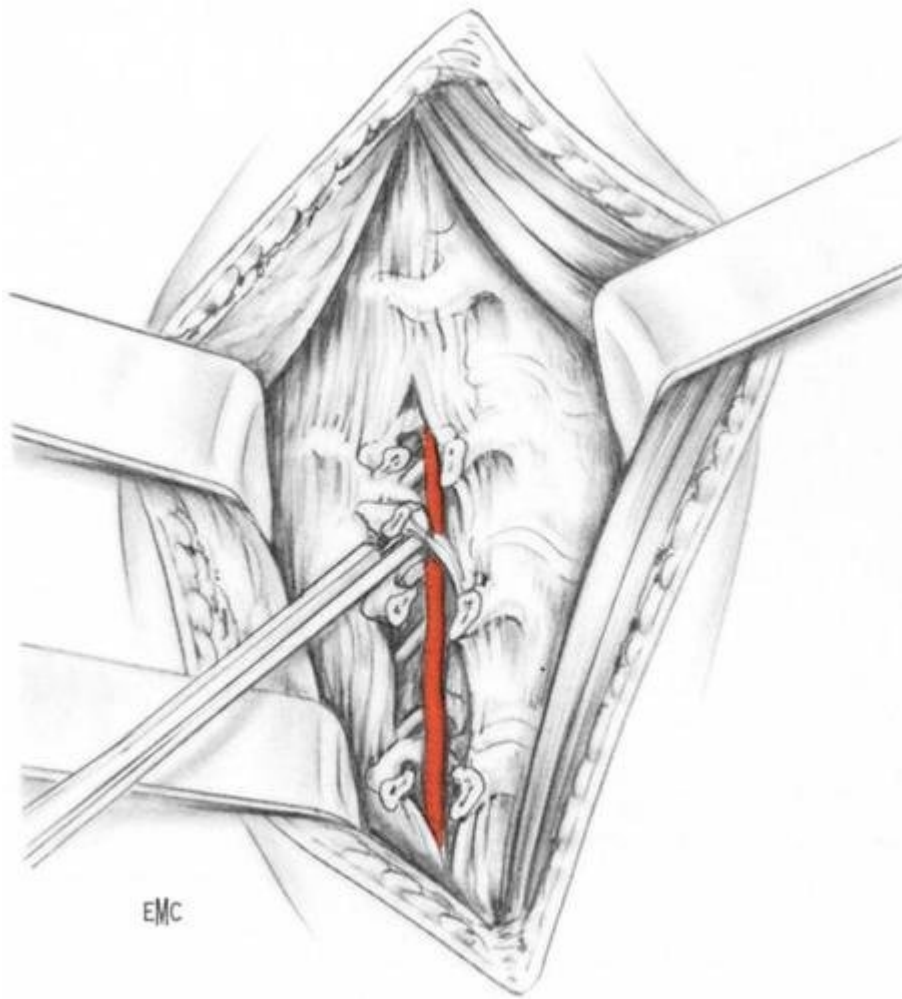


Fig 10 :

Voie latérale rétrosterno-cléido-mastoïdienne : exposition à un niveau de l'artère vertébrale et d'une branche antérieure de nerf rachidien.

Fig 11 :

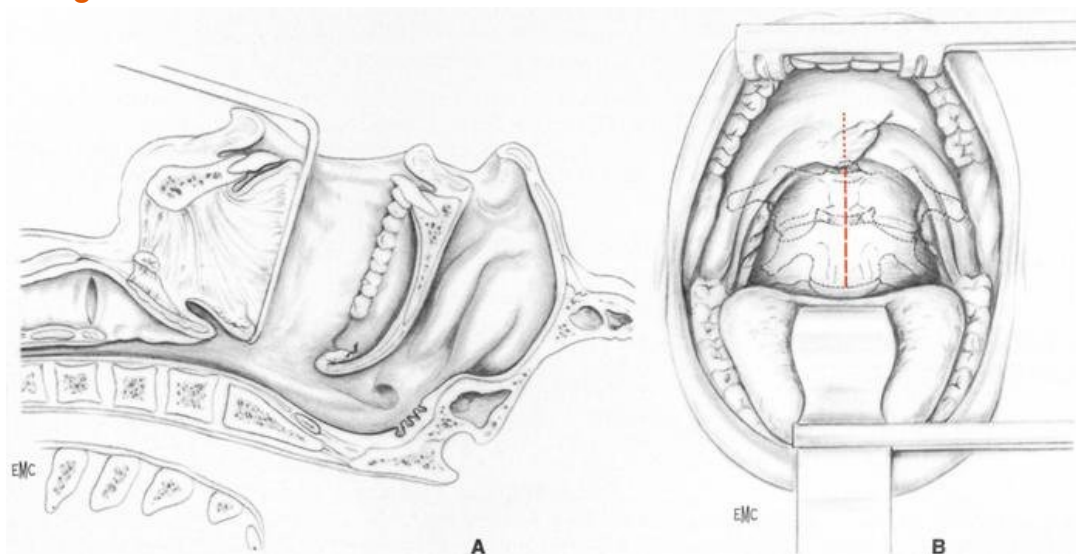


Fig 11 :

Abord transoral de C1 et C2.

A. Rapports rachidiens de la cavité buccale en position opératoire.

B. Vue transbuccale de la paroi postérieure du pharynx et de l'incision à réaliser.

Fig 12 :

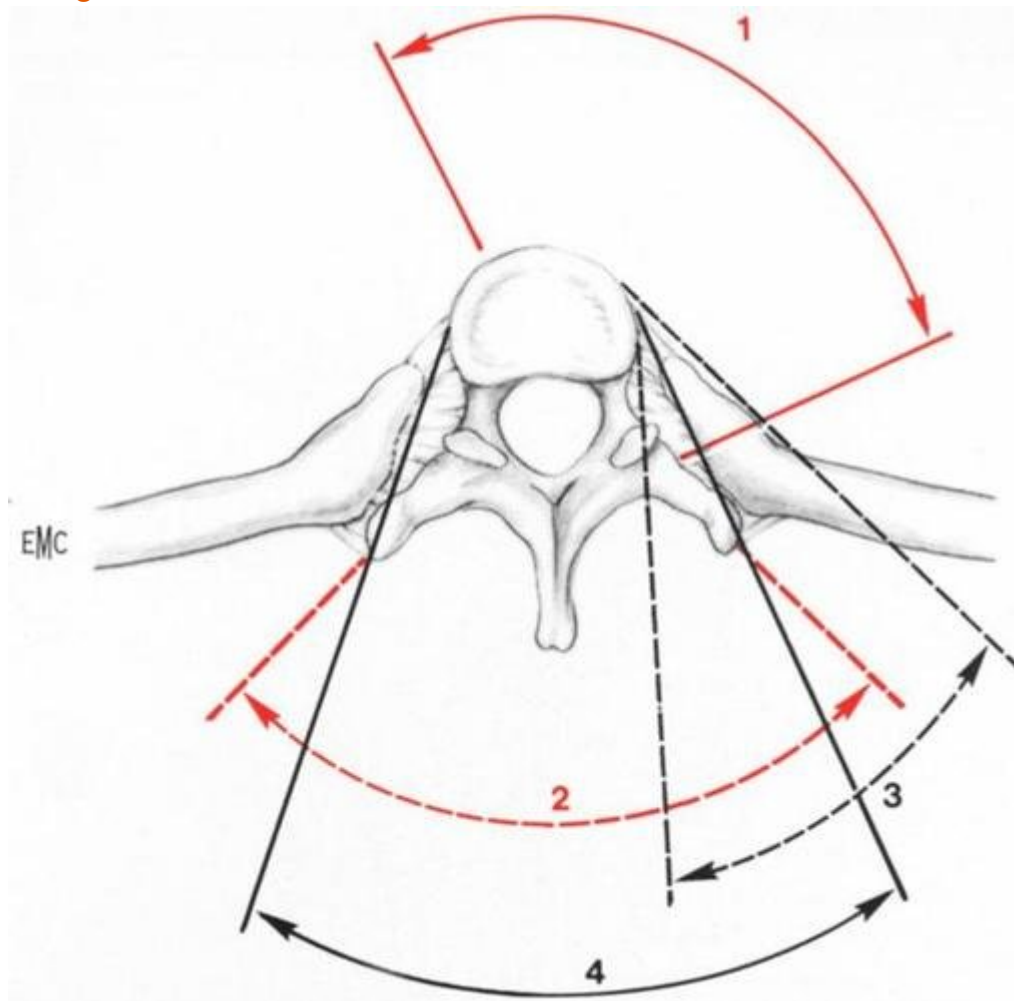


Fig 12 :

Secteurs exposés par les différentes voies d'abord du rachis thoracique : 1 : abord transthoracique antérolatéral ; 2 : abord postérieur ; 3 : costotransversectomie ; 4 : abord postérieur élargi.

Fig 13 :

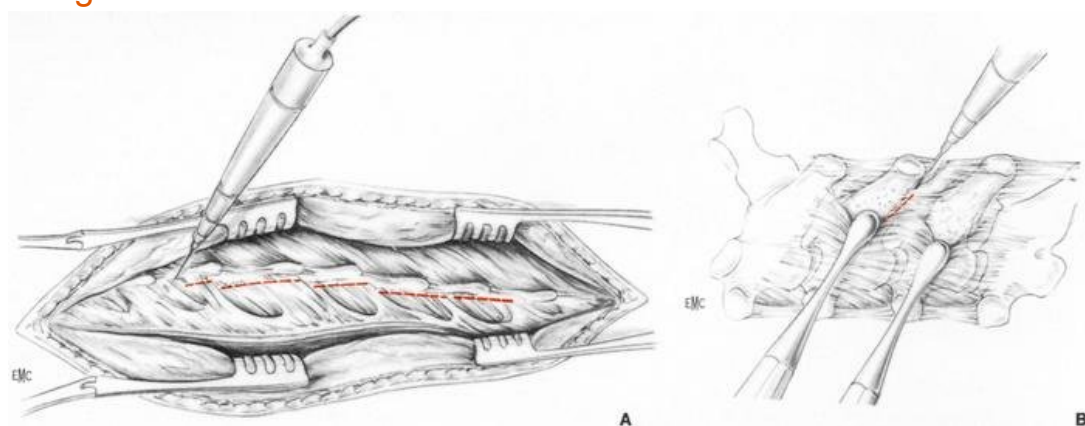


Fig 13 :

Abord postérieur du rachis thoracique.

A. Incision du ligament surépineux.

B. Exposition des lames et des épineuses ; section des muscles s'insérant au bord inférieur des apophyses épineuses.

Fig 14 :

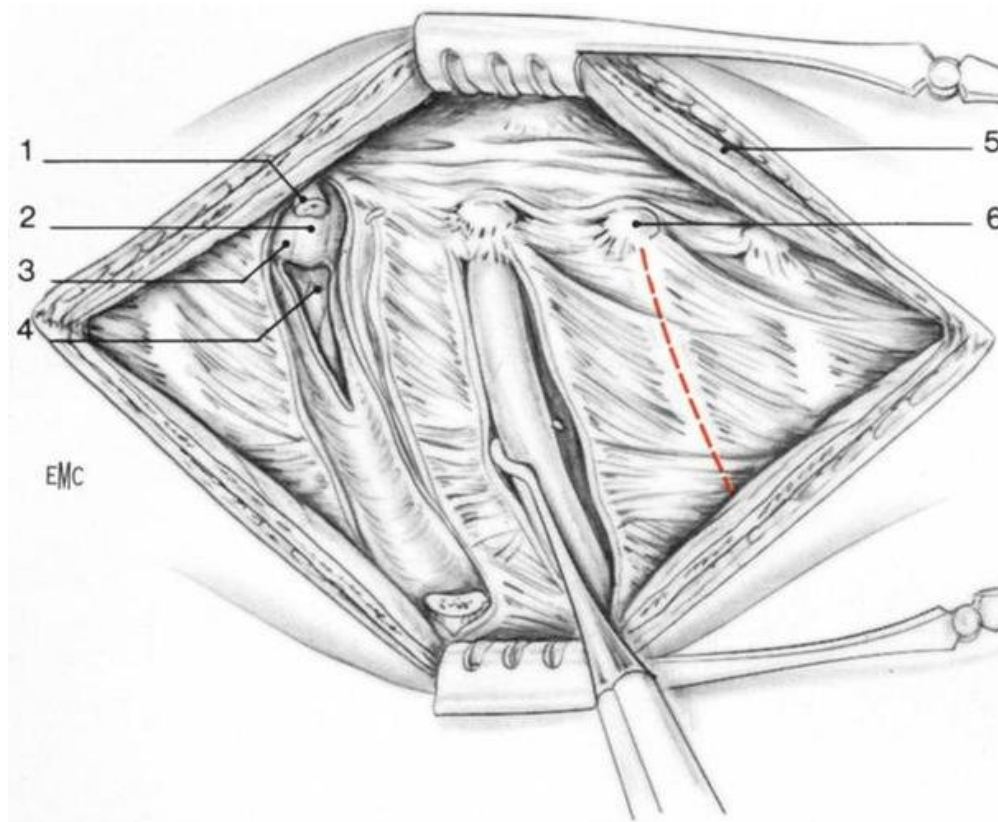


Fig 14 :

Costotransversectomie : aspect après incision du trapèze et exposition du plan costal. Les côtes sont abordées en sous-périosté puis sectionnées à 8 ou 10 cm de l'apophyse transverse correspondante. La plèvre pariétale est décollée à partir de l'articulation costovertebrale.

1 : apophyse transverse sectionnée ; 2 : disque intervertébral ; 3 : corps vertébral ; 4 : plèvre pariétale ; 5 : trapèze ; 6 : apophyse transverse.

Fig 15 :

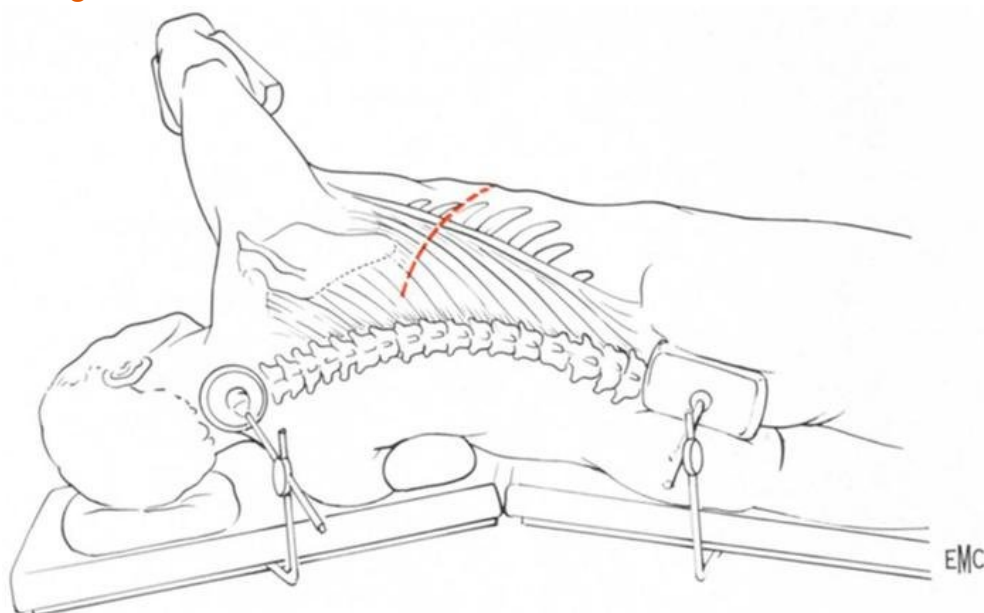


Fig 15 :

Abord transthoracique : installation et incision.

Fig 16 :

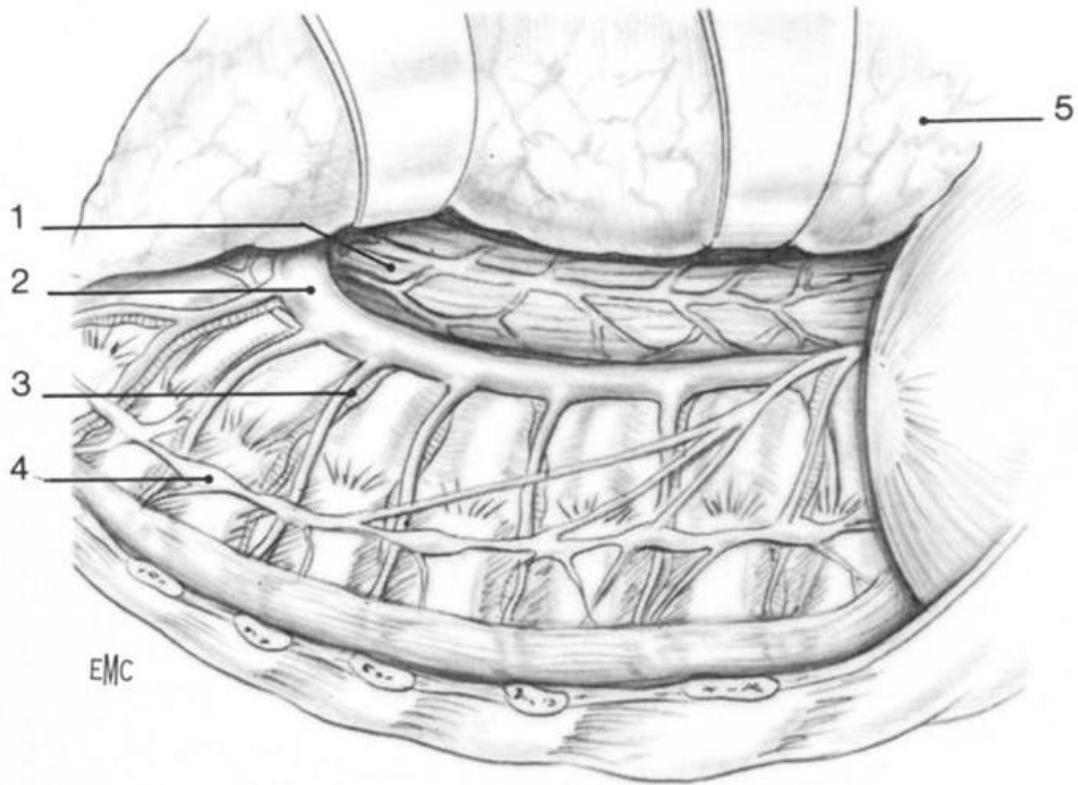


Fig 16 :

Abord transthoracique : rapport anatomique de l'hémimédiastin postérieur droit et de l'espace rétropleural.

1 : oesophage ; 2 : veine azygos ; 3 : vaisseaux intercostaux ; 4 : tronc du sympathique ; 5 : poumon.

Fig 17 :

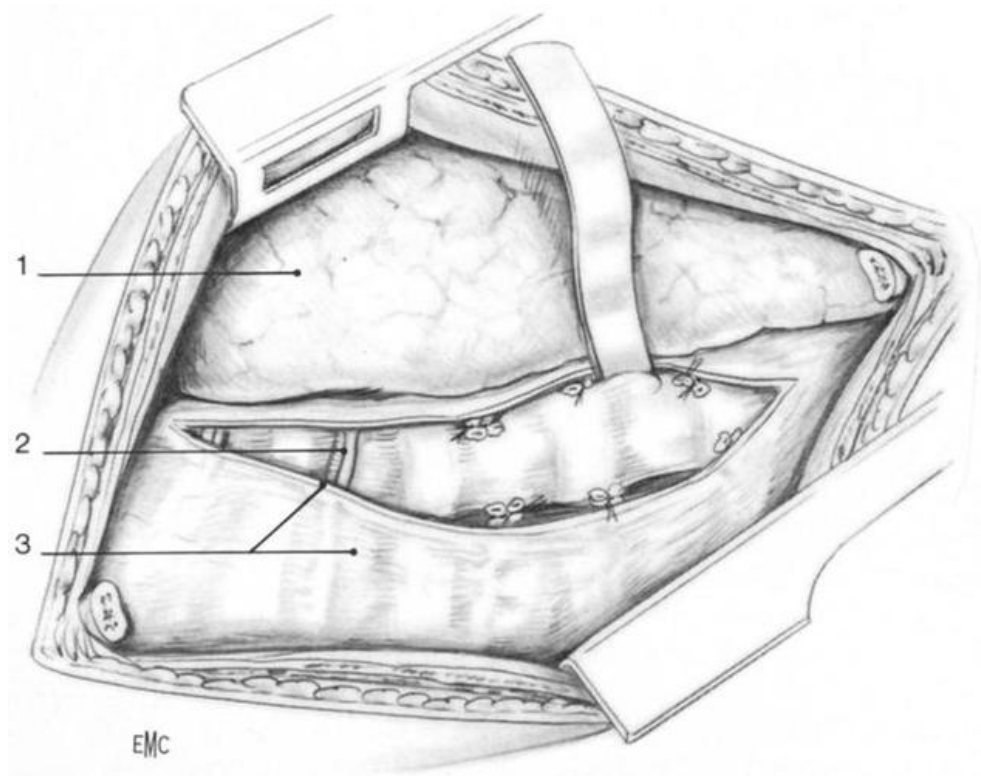


Fig 17 :

Abord transthoracique : aspect opératoire. La plèvre pariétale a été incisée. Les vaisseaux intercostaux ont été sectionnés entre deux ligatures. Exposition du rachis.

1 : poumon ; 2 : vaisseaux intercostaux ; 3 : plèvre pariétale.

Fig 18 :

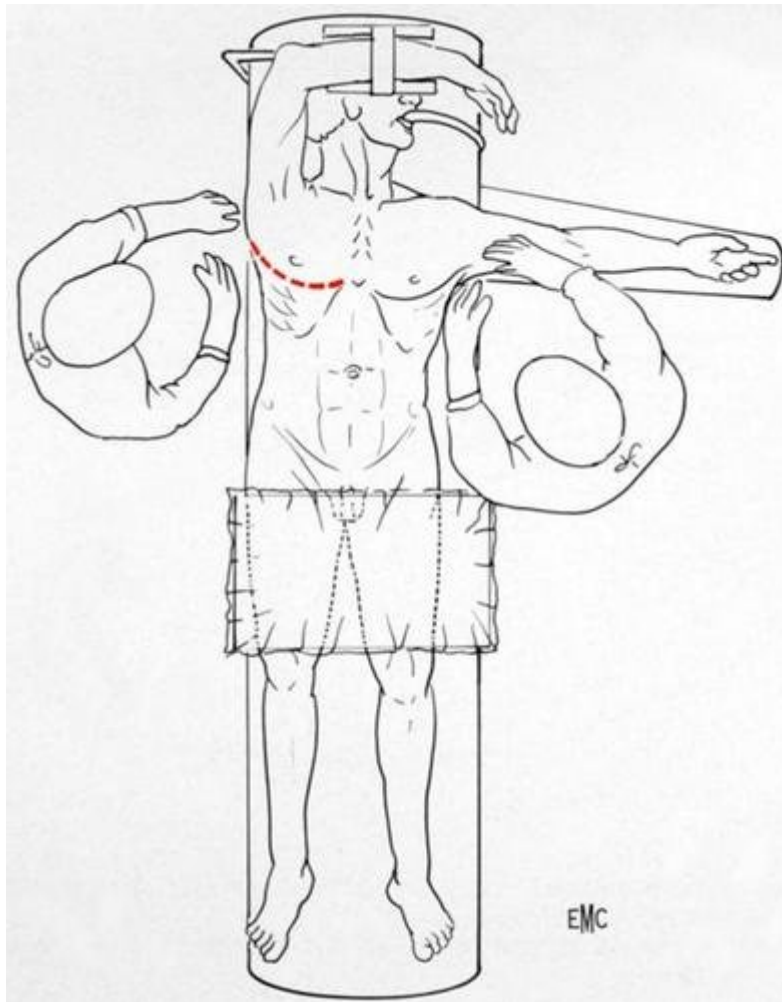


Fig 18 :

Thoracotomie antérieure selon Louis : installation, incision.

Fig 19 :

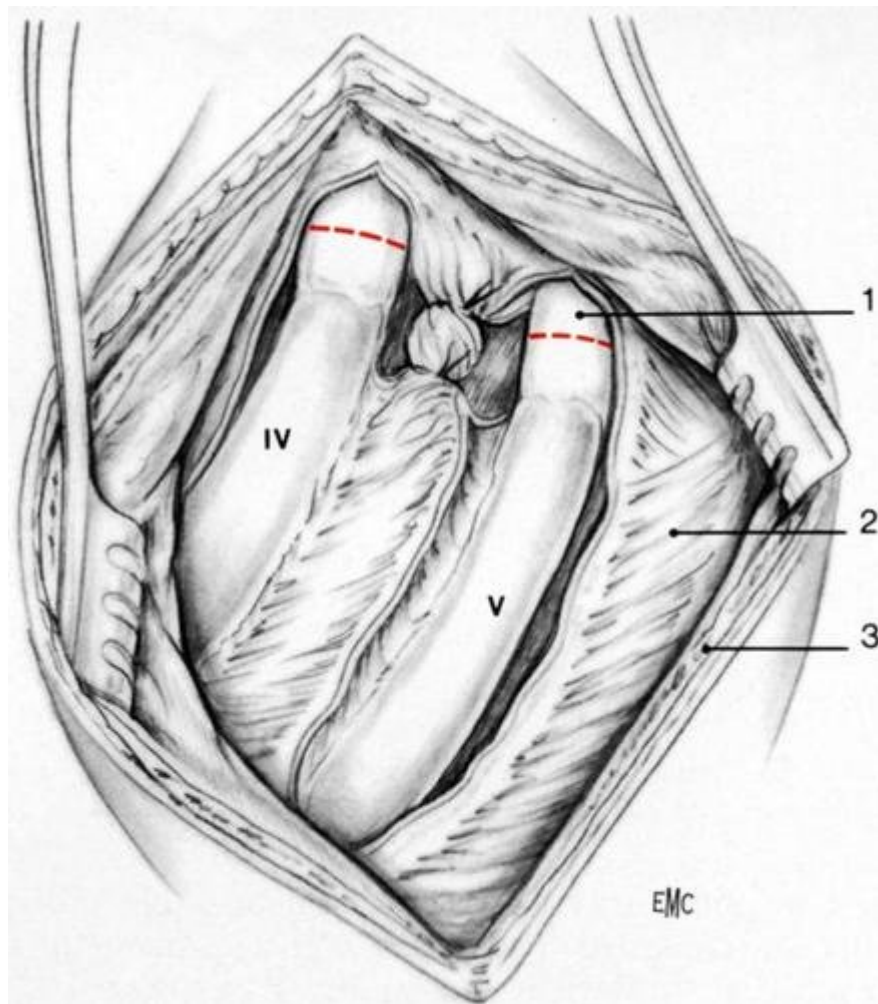


Fig 19 :

Thoracotomie antérieure selon Louis : aspect opératoire après section du muscle grand pectoral. En avant, les cartilages costaux et le contenu d'un espace intercostal sont sectionnés.

1 : cartilage costal ; 2 : muscles intercostaux ; 3 : muscle grand pectoral ; IV et V : 4^e et 5^e côtes.

Fig 20 :

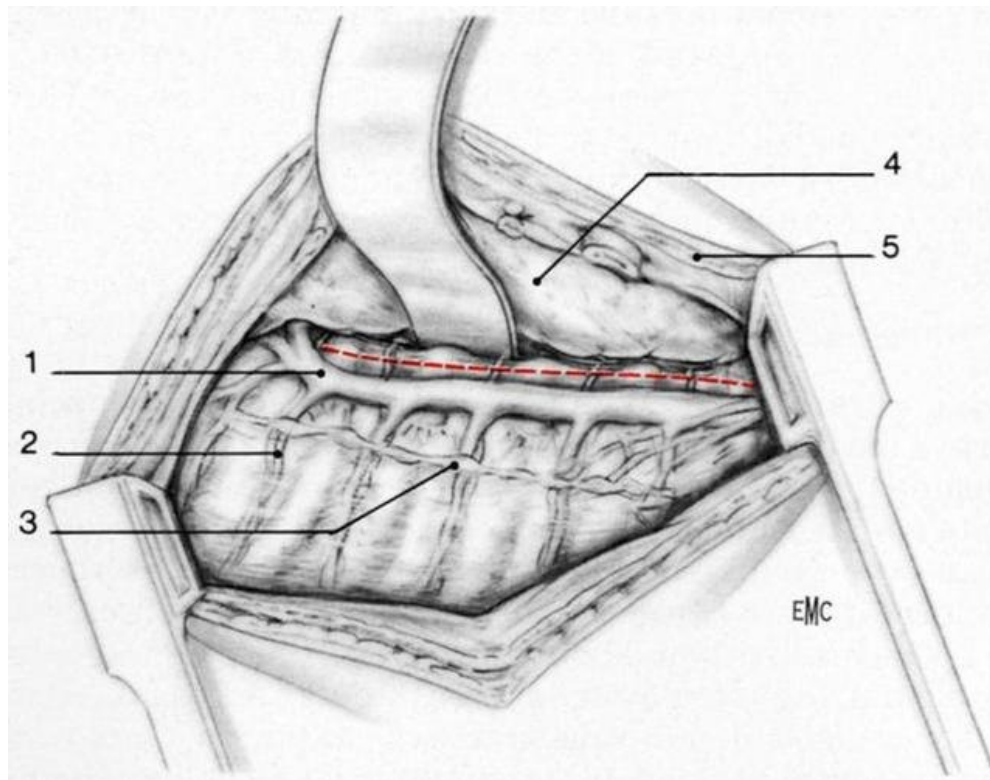


Fig 20 :

Thoracotomie antérieure selon Louis : aspect opératoire après ouverture de la cavité pleurale et mise en place de l'écarteur thoracique (abord droit). En pointillé la ligne d'incision de la plèvre pariétale (à gauche de la veine azygos). Les artères intercostales seront sectionnées à gauche de cette ligne.

1 : veine azygos ; 2 : vaisseaux intercostaux ; 3 : tronc du sympathique ; 4 : poumon ; 5 : grand pectoral.

Fig 21 :

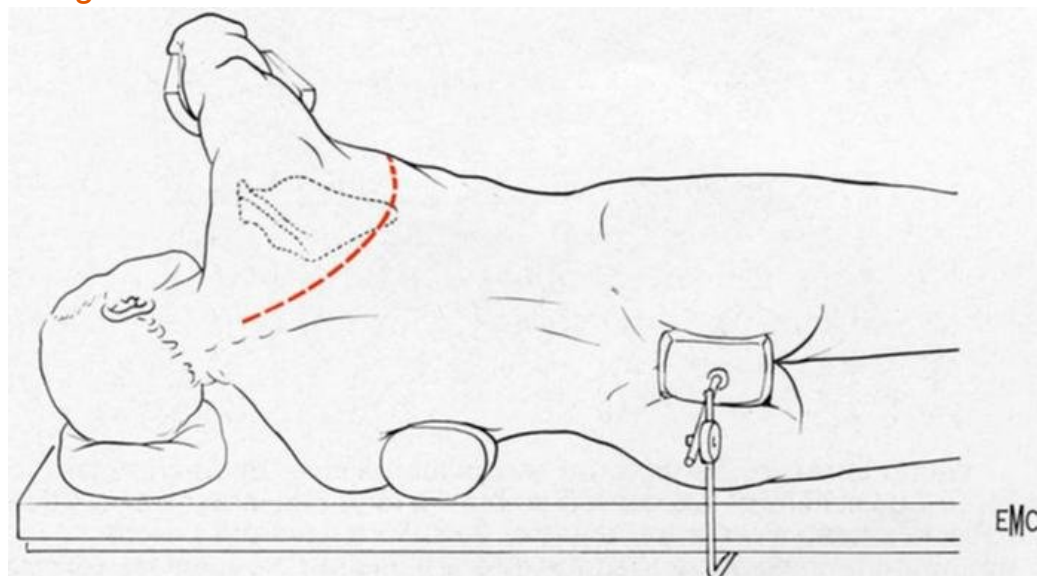


Fig 21 :

Thoracotomie haute : installation, incision.

Fig 22 :

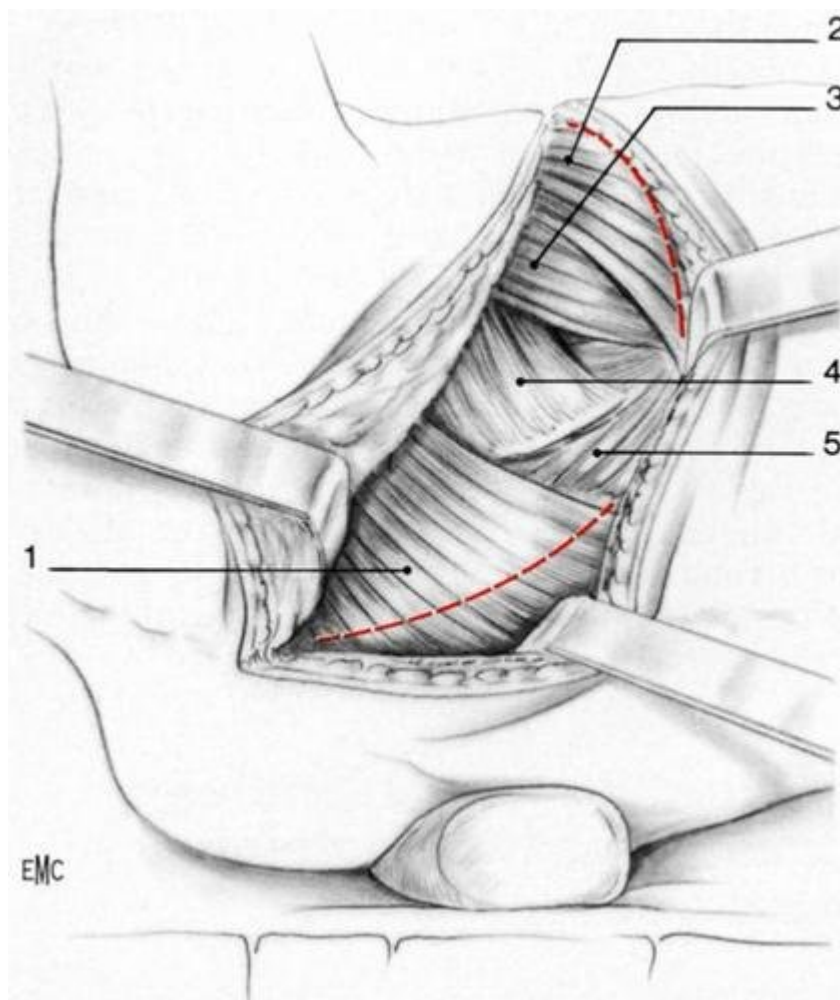


Fig 22 :

Thoracotomie haute : aspect opératoire après incision cutanée. Le grand dorsal en avant et le trapèze en arrière sont ensuite sectionnés.

1 : trapèze ; 2 : grand dorsal ; 3 : grand rond ; 4 : sous-épineux ; 5 : grand rhomboïde.

Fig 23 :

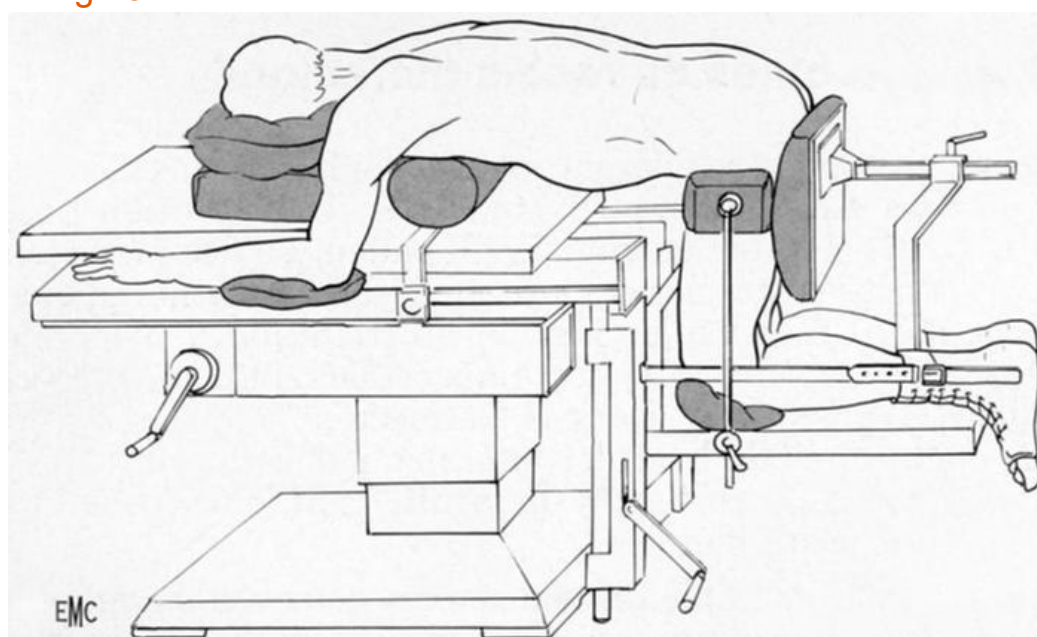


Fig 23 :

Voie d'abord postérieure du rachis lombaire et de la charnière lombosacrée. Installation en décubitus ventral.

Fig 24 :

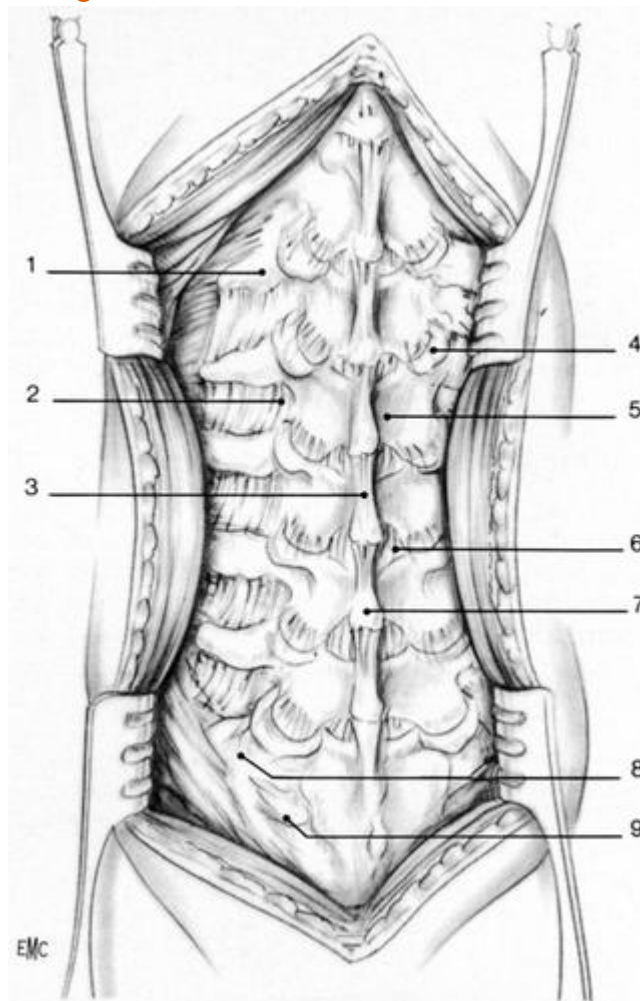


Fig 24 :

Voie d'abord postérieure du rachis lombaire et de la charnière lombosacrée. Abord bilatéral. Exposition du bord latéral des massifs des articulaires à droite, des apophyses transverses et de l'aileron sacré à gauche.

1 : apophyse transverse ; 2 : isthme interarticulaire ; 3 : ligament surépineux ; 4 : massif articulaire ; 5 : lame ; 6 : ligament jaune ; 7 : apophyse épineuse ; 8 : aileron sacré ; 9 : premier trou sacré postérieur.

Fig 25 :

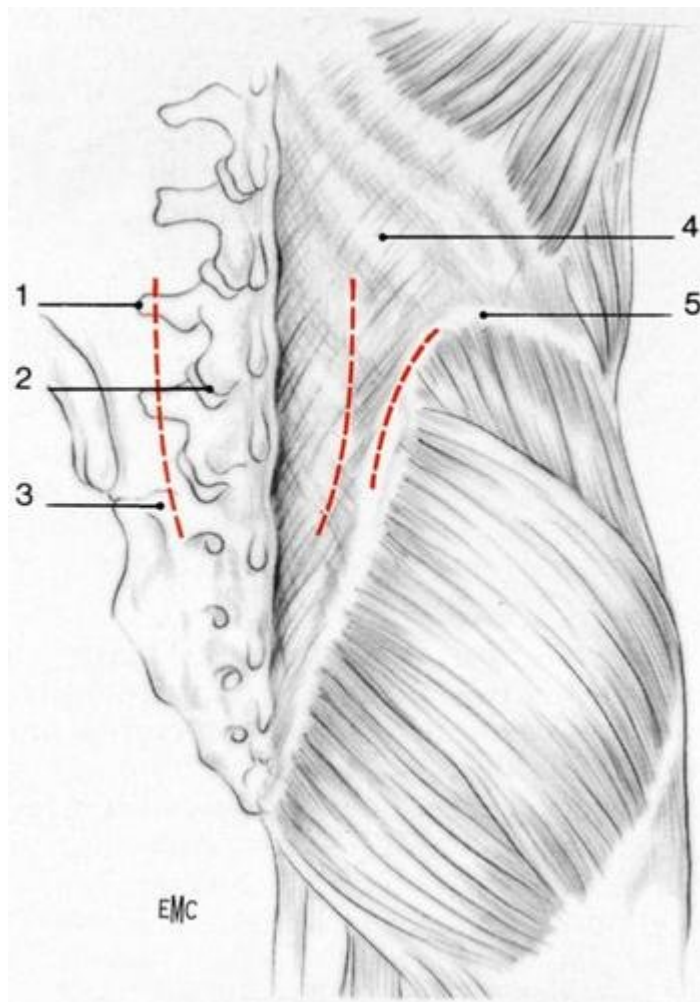


Fig 25 :

Voie d'abord de Wiltse. Projection des éléments osseux postérieurs à gauche, incision de l'aponévrose à droite.

1 : apophyse transverse ; 2 : massif articulaire ; 3 : aileron sacré ; 4 : fascia thoracolombaire ; 5 : crête iliaque.

Fig 26 :

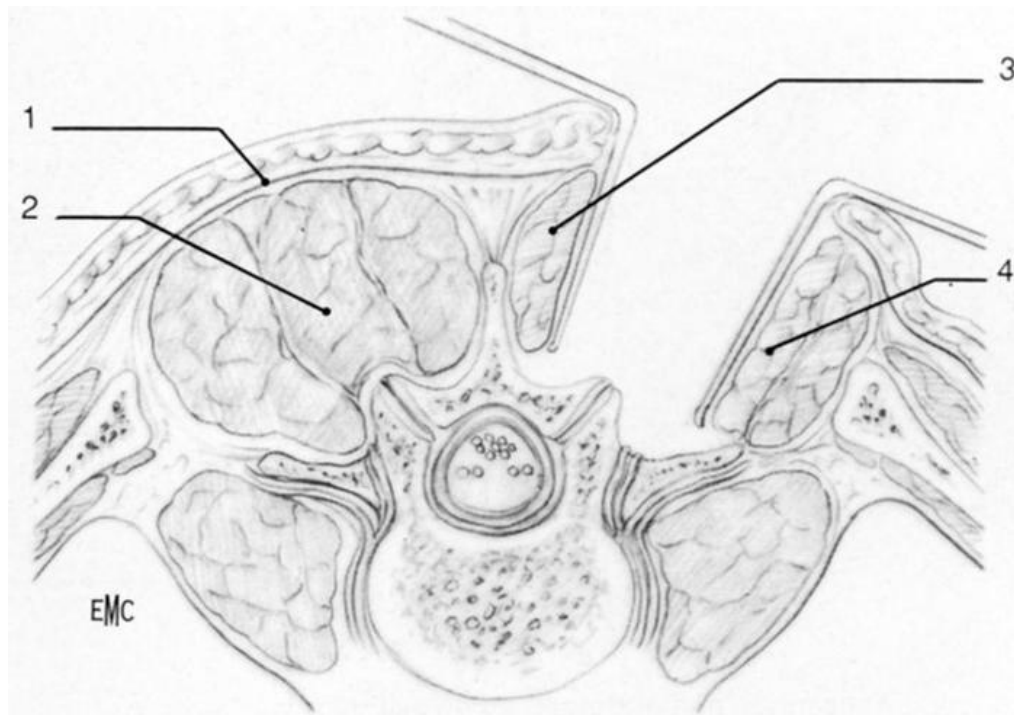


Fig 26 :

Voie d'abord de Wiltse. Exposition des massifs articulaires et des transverses.

1 : fascia thoracolombaire ; 2 : masse sacrospinale ; 3 : muscle multifidus ; 4 : muscle longissimus.

Fig 27 :

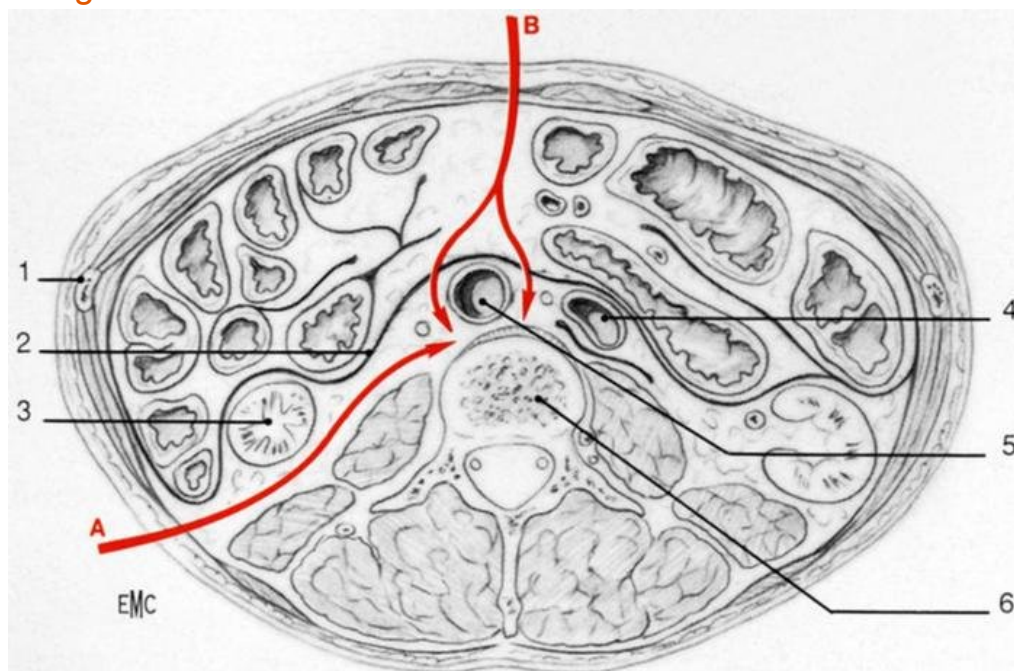


Fig 27 :

Coupe horizontale de l'abdomen au niveau de L3.

A. Abord antérolatéral rétropéritonéal par lombotomie.

B. Abord antérieur transpéritonéal.

1 : 11^e côte ; 2 : péritoine pariétal postérieur ; 3 : pôle inférieur du rein gauche ; 4 : veine cave inférieure ; 5 : aorte ; 6 : corps vertébral de L3.

Fig 28 :

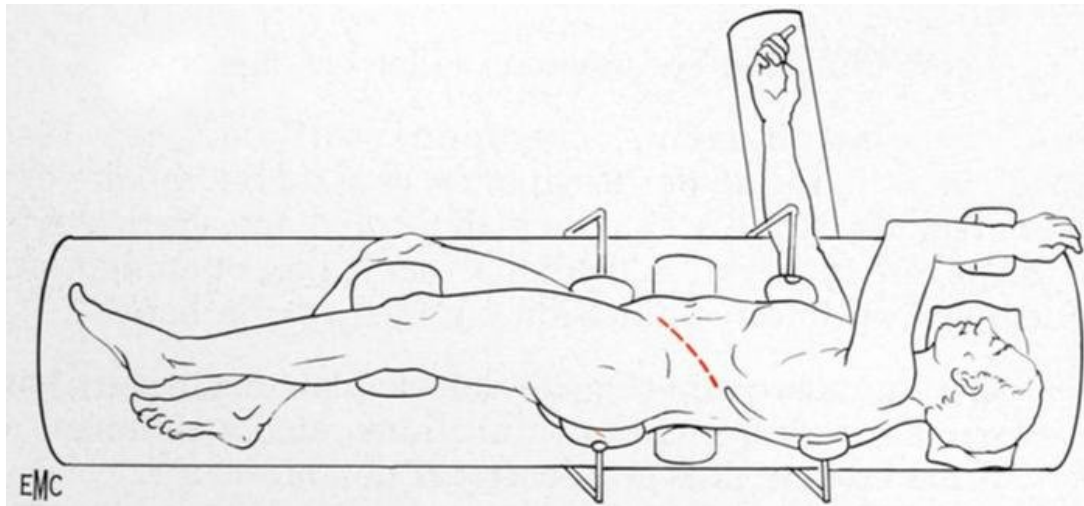


Fig 28 :

Lumbotomie gauche. Installation en décubitus latéral droit. Incision cutanée dans l'axe de la 12^e côte.

Fig 29 :

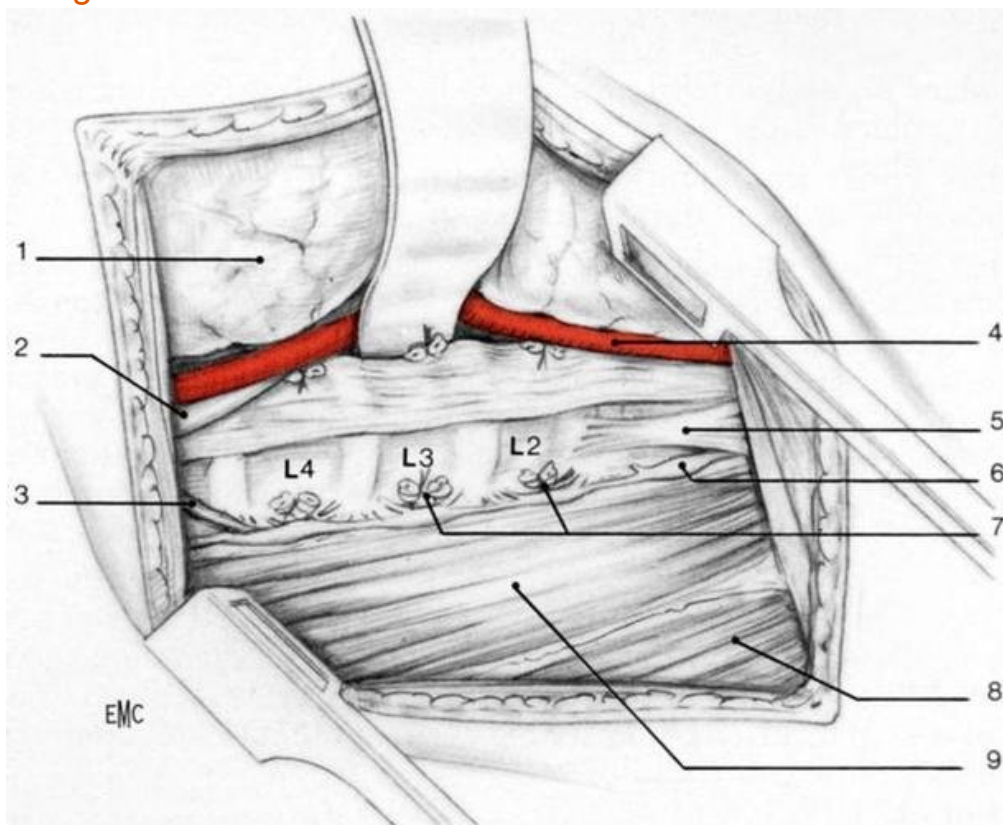


Fig 29 :

Lumbotomie gauche. Exposition antérolatérale du rachis lombaire.

1 : péritoine ; 2 : veine iliaque primitive gauche ; 3 : veine iliolombaire ; 4 : aorte ; 5 : pilier gauche du diaphragme ; 6 : tronc sympathique ; 7 : pédicules lombaires sectionnés ; 8 : muscle carré des lombes ; 9 : muscle psoas.

Fig 30 :

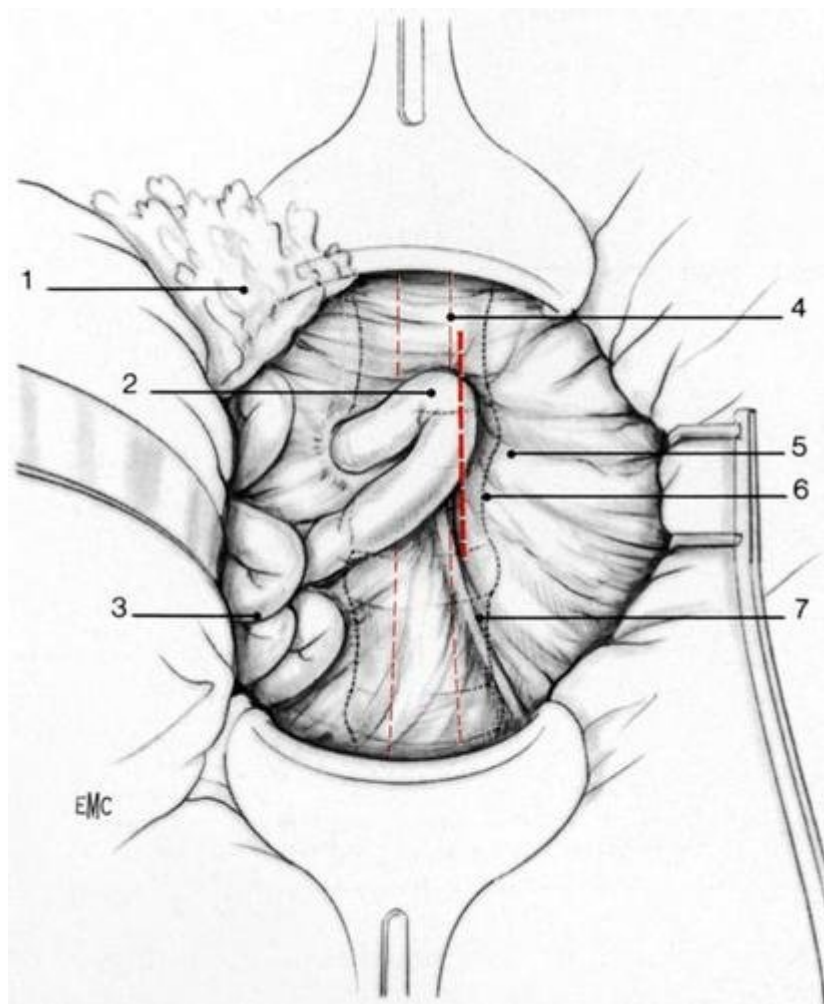


Fig 30 :

Abord transpéritonéal de L3. Dégagement de l'angle duodénojéjunal. 1 : grand épiploon et côlon transverse ; 2 : angle duodénojéjunal ; 3 : anses grêles ; 4 : aorte ; 5 : péritoine pariétal postérieur ; 6 : corps vertébral ; 7 : artère mésentérique inférieure.

Fig 31 :

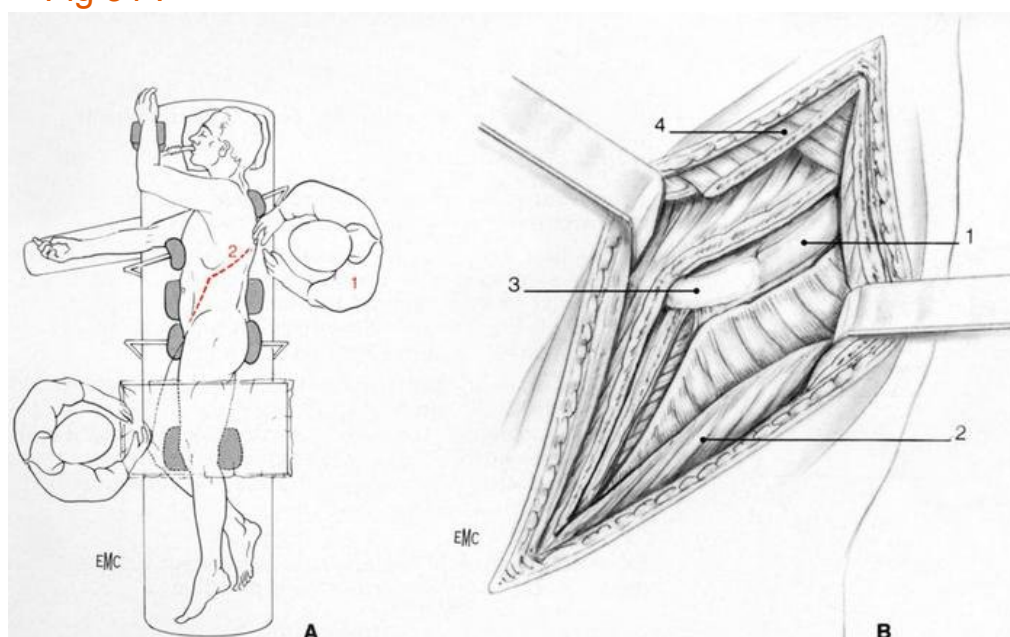


Fig 31 :

Abord antérolatéral transpleuro-rétro-péritonéal de la charnière thoracolombaire. Incision.

A. 1 : opérateur ; 2 : 10^e côte.

B. 1 : 10^e côte ; 2 : muscle oblique externe ; 3 : cartilage costal ; 4 : muscle grand dorsal.

Fig 32 :

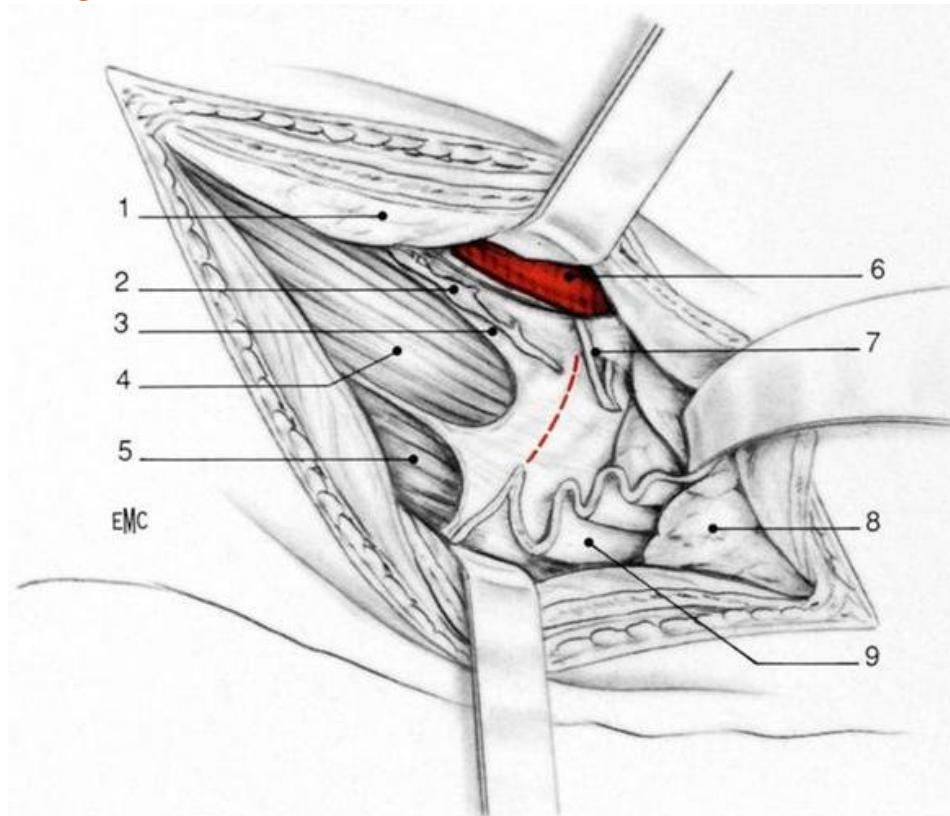


Fig 32 :

Abord antérolatéral transpleuro-rétro-péritonéal de la charnière thoracolombaire. Section du diaphragme.

1 : sac péritonéal ; 2 : tronc sympathique ; 3 : pilier gauche ; 4 : muscle psoas ; 5 : muscle carré des lombes ; 6 : aorte ; 7 : nerf grand splanchnique ; 8 : poumon ; 9 : diaphragme.

Fig 33 :

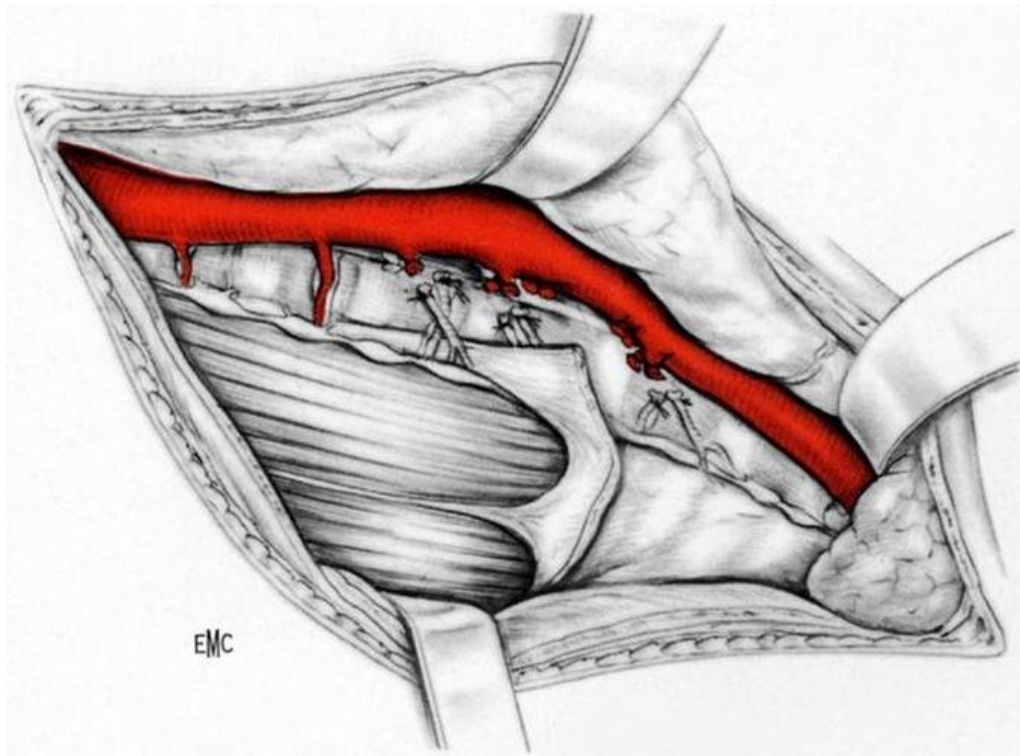


Fig 33 :

Abord antérolatéral transpleuro-rétro-péritonéal de la charnière thoracolombaire.

Fig 34 :

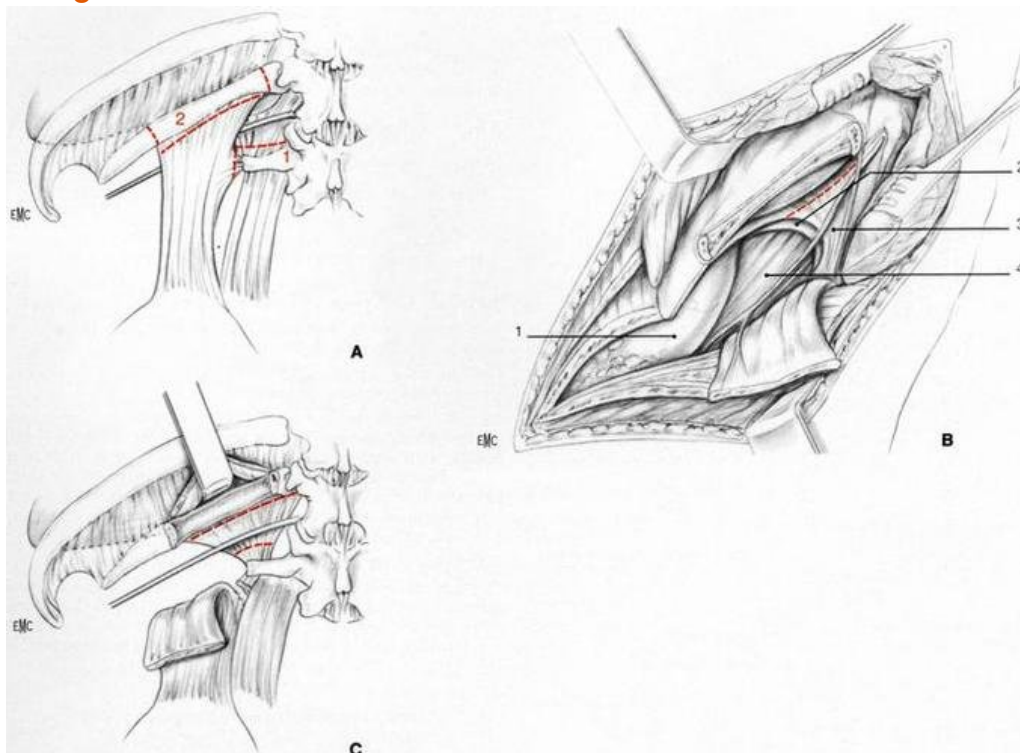


Fig 34 :

Abord extrapleural rétropéritonéal de la charnière thoracolombaire.

A. 1 : désinsertion de l'apophyse transverse de L1 ; 2 : résection partielle de la 12^e côte.

B. Vue en position opératoire avant désinsertion des arcades du carré des lombes et du psoas. 1 : sac péritonéal ; 2 : arcade du psoas (ligament arcué médial) ; 3 : arcade du carré des lombes

(ligament arqué latéral) ; 4 : psoas.

C. Section des ligaments arqués en avant du 12^e nerf intercostal.

Fig 35 :

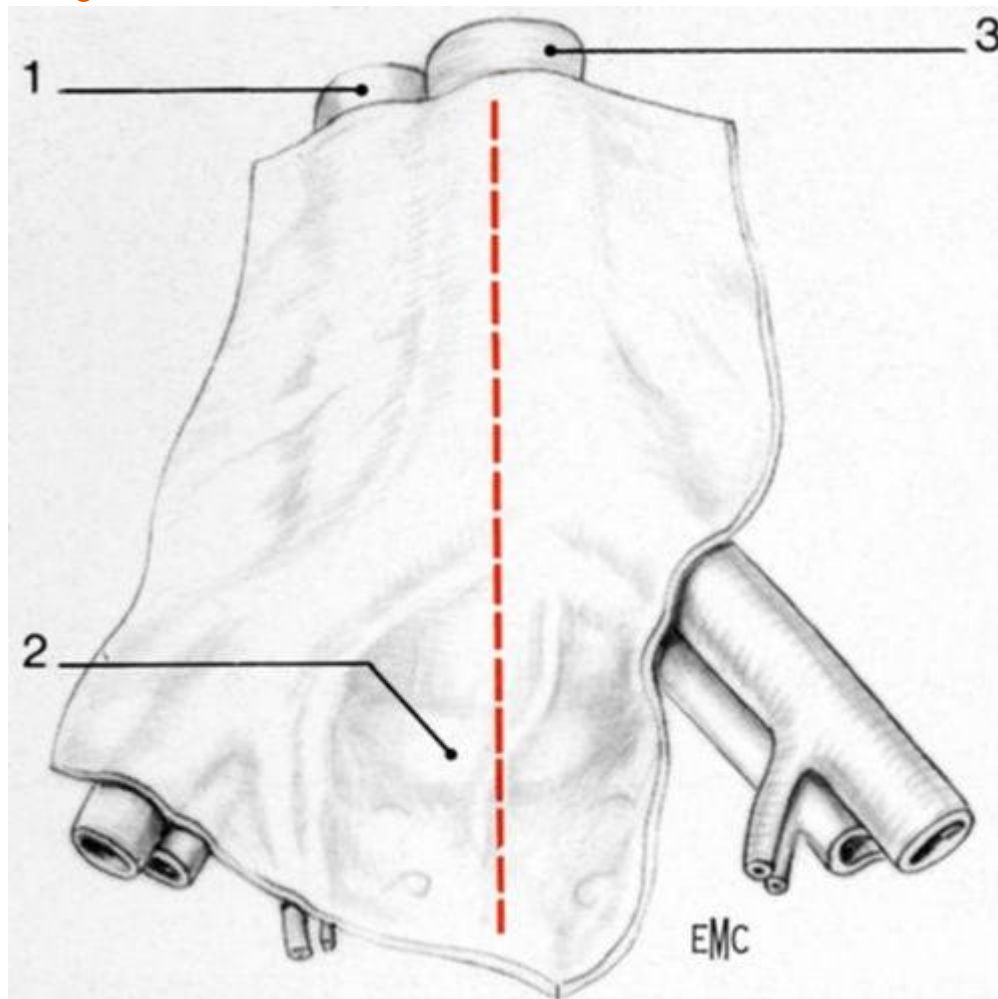


Fig 35 :

Abord transpéritonéal antérieur de la charnière lombosacrée. Incision du péritoine pariétal postérieur.

1 : veine cave inférieure ; 2 : promontoire ; 3 : aorte.

Fig 36 :

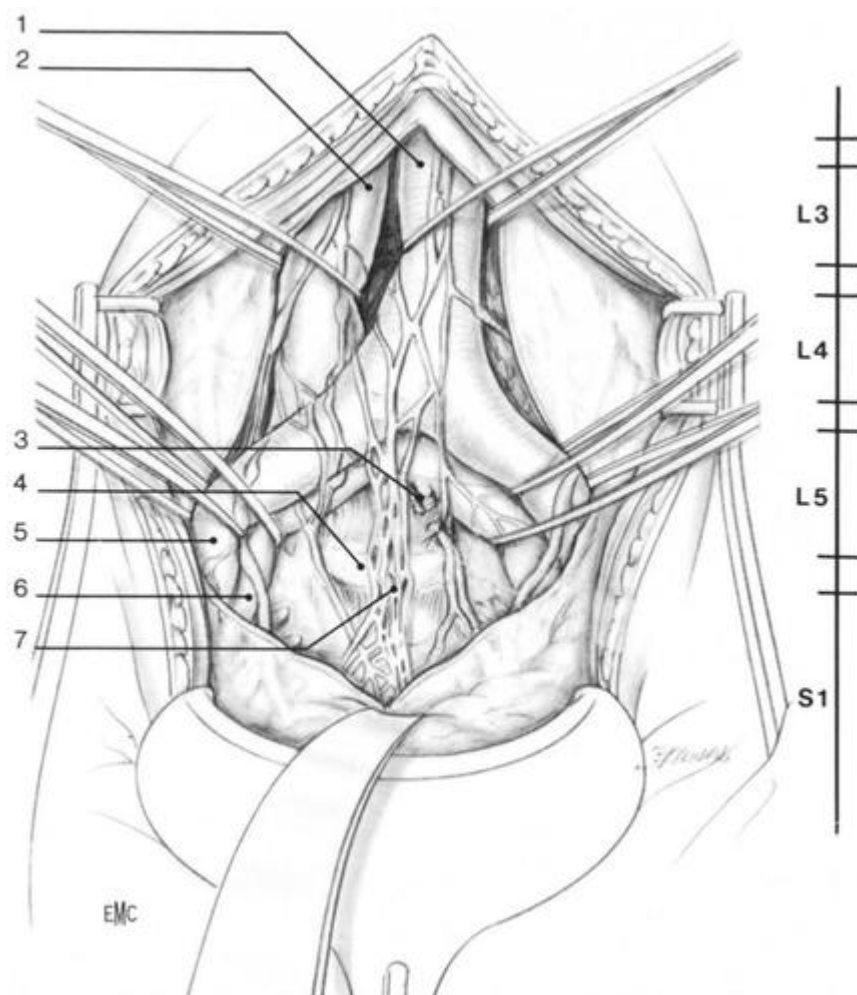


Fig 36 :

Abord transpéritonéal de la charnière lombosacrée.

1 : aorte ; 2 : veine cave inférieure ; 3 : vaisseaux présacrés ligaturés ; 4 : promontoire ; 5 : artère iliaque primitive droite ; 6 : veine iliaque primitive droite ; 7 : plexus hypogastrique supérieur.

Fig 37 :

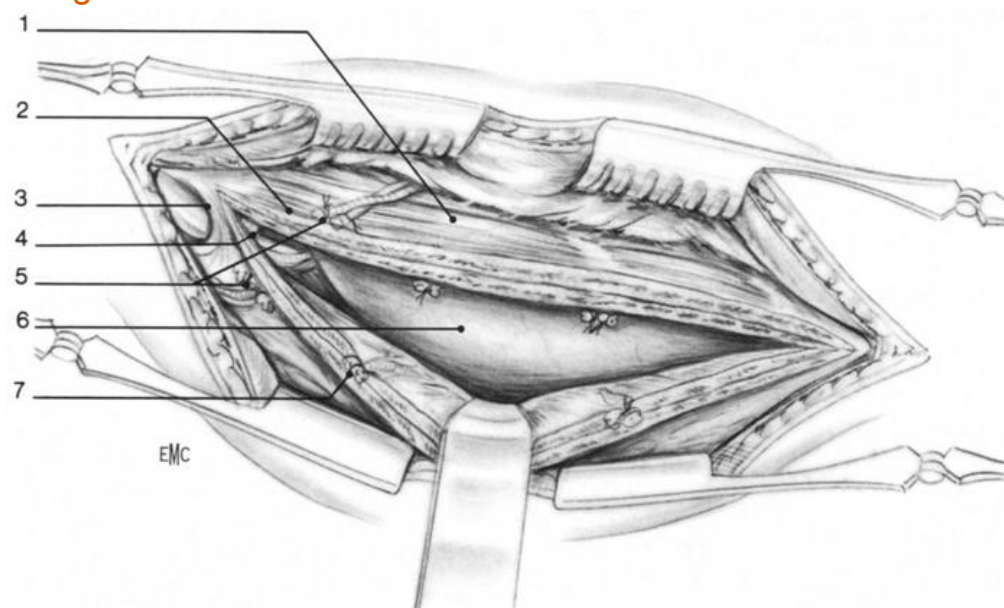


Fig 37 :

Abord pararectal rétropéritonéal de la charnière lombosacrée. Incision de la gaine du muscle droit et exposition de l'espace rétropéritonéal.

1 : muscle droit ; 2 : feuillet antérieur de la gaine du muscle droit ; 3 : anneau inguinal superficiel ; 4 : feuillet postérieur de la gaine du muscle droit ; 5 : vaisseaux épigastriques superficiels ; 6 : péritoine ; 7 : vaisseaux épigastriques inférieurs.

Acromioplastie (chirurgicale et arthroscopique)

L Nové-Josserand

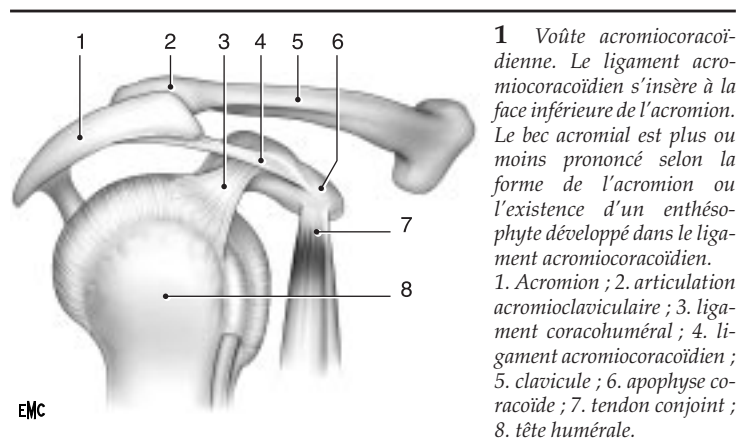
Résumé. — La voûte acromiocracœdienne développe des rapports anatomiques étroits avec la coiffe des rotateurs. En 1972, Neer développe le concept de conflit (impingement syndrome) entre la partie antérieure de l'acromion et la coiffe des rotateurs (supraspinatus). Il propose alors de réaliser de façon spécifique une acromioplastie antéro-inférieure plutôt qu'une acromionectomie moins étiologique et aux conséquences parfois redoutables. L'acromioplastie antéro-inférieure permet de réaliser un geste de décompression osseuse dans le traitement du conflit sous-acromial et d'exposer la coiffe des rotateurs. Elle est parfois associée à la résection du centimètre externe de la clavicule. L'acromioplastie peut être menée à ciel ouvert. Il s'agit d'une intervention simple dont le principe n'a pas été modifié depuis la description de Neer. L'acromioplastie, réalisée à l'aide d'un ostéotome, emporte la partie antéro-inférieure de l'acromion (ainsi que l'insertion du ligament acromiocracœdien) sans modifier le bras de levier deltoïdien. La réparation de la chape deltoïdienne ne doit pas être négligée. Actuellement, l'acromioplastie isolée est réalisée le plus souvent sous arthroscopie. Cette technique permet de diminuer la morbidité sans modifier les résultats à long terme. Il s'agit cependant d'une technique nécessitant la maîtrise de l'arthroscopie de l'épaule et une courbe d'apprentissage obligatoire.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Anatomie de la voûte acromiocracœdienne

La voûte ostéoligamentaire acromiocracœdienne, arche rigide, surplombe la coiffe des rotateurs dont elle est séparée par une bourse séreuse. Elle est composée de l'acromion, du ligament acromiocracœdien et de l'apophyse coracœde (fig 1).

L'acromion, plat en arrière, a tendance à se recourber en avant pour former le « bec acromial ». Bigliani et Morisson [4] ont proposé une classification en trois types selon la forme de l'acromion. Le type I correspond à un acromion plat sur toute la longueur ; le type II correspond à un acromion courbe de façon harmonieuse et le type III correspond à un acromion crochu volontiers agressif. Ils montrent par ailleurs qu'il existe une corrélation significative entre la forme de l'acromion et l'existence d'une rupture transfixiante de la coiffe des rotateurs. De même, l'acromion de type III serait plus fréquent chez les personnes âgées, faisant évoquer une évolution dégénérative plutôt qu'une morphologie constitutionnelle [4, 22]. L'acromion, indépendamment de sa forme, peut être augmenté d'un enthésophyte dégénératif se développant dans le ligament acromiocracœdien et contribuant à former un bec acromial « agressif » pour la coiffe des rotateurs. Cependant, cette classification est critiquée car elle est dépendante de l'incidence radiographique ainsi que de l'interprétation des différents observateurs [24]. Liotard et al [12] proposent de standardiser l'incidence radiographique permettant de définir le bec acromial à réséquer et de contrôler le geste réalisé.



1 Voûte acromiocracœdienne. Le ligament acromiocracœdien s'insère à la face inférieure de l'acromion. Le bec acromial est plus ou moins prononcé selon la forme de l'acromion ou l'existence d'un enthésophyte développé dans le ligament acromiocracœdien.
1. Acromion ; 2. articulation acromioclaviculaire ; 3. ligament coracohuméral ; 4. ligament acromiocracœdien ; 5. clavicule ; 6. apophyse coracœde ; 7. tendon conjoint ; 8. tête humérale.

L'apophyse coracœde est l'élément anatomique le plus variable de l'arche [2]. Le ligament acromiocracœdien unit l'acromion à l'apophyse coracœde, fermant ainsi l'arche ostéoligamentaire. Il s'insère à la face profonde de l'acromion qu'il tapisse, se dirige en bas, en avant et en dedans jusqu'au bord latéral de la portion horizontale de l'apophyse coracœde. Enfin, l'articulation acromioclaviculaire, très proche sur le plan anatomique de la voûte acromiocracœdienne, est parfois incluse sur le plan pathologique et thérapeutique [6].

Généralités

En 1972, Neer [14] montre que le conflit sous-acromial est localisé à la partie antéro-interne de l'acromion, en regard des lésions situées dans la zone critique du supra spinatus. En conséquence, il propose

Laurent Nové-Josserand : chirurgien orthopédiste, attaché des Hôpitaux, centre Livet, hôpital de la Croix-Rousse, service de chirurgie orthopédique du professeur P Neyret, 8, rue de Margnolles, 69300 Caluire, France.

et décrit l'acromioplastie antéro-inférieure comme traitement spécifique. En 1981, Neer ^[15] condamne l'acromionectomie proposée initialement ^[3, 5], devant l'existence de complications sévères liées à la rétraction et à la perte d'efficacité du deltoïde.

L'évolution des techniques a permis de proposer sa réalisation sous arthroscopie. En 1987, Ellmann ^[7] rapporte les premiers résultats d'une série de 50 patients opérés d'une acromioplastie sous arthroscopie.

Actuellement, l'acromioplastie antéro-inférieure trouve ses indications dans deux grands principes :

- geste de décompression osseuse dans le traitement du conflit sous-acromial, que la coiffe soit rompue ou non ;
- voie d'abord permettant l'exposition de la coiffe des rotateurs.

Elle peut être associée à la résection du centimètre externe de la clavicule lorsqu'il existe une arthrose acromioclaviculaire symptomatique, d'importants ostéophytes inférieurs jugés menaçants pour la coiffe ou lorsqu'une voie plus large est nécessaire pour l'exposition de la coiffe antérosupérieure.

Acromioplastie à ciel ouvert ^[13, 14]

La technique décrite ici est une variante de la technique originale décrite par Neer en 1972 ^[14, 16]. Geste simple, elle nécessite cependant une technique rigoureuse afin éviter les échecs liés à la persistance d'un conflit ^[9].

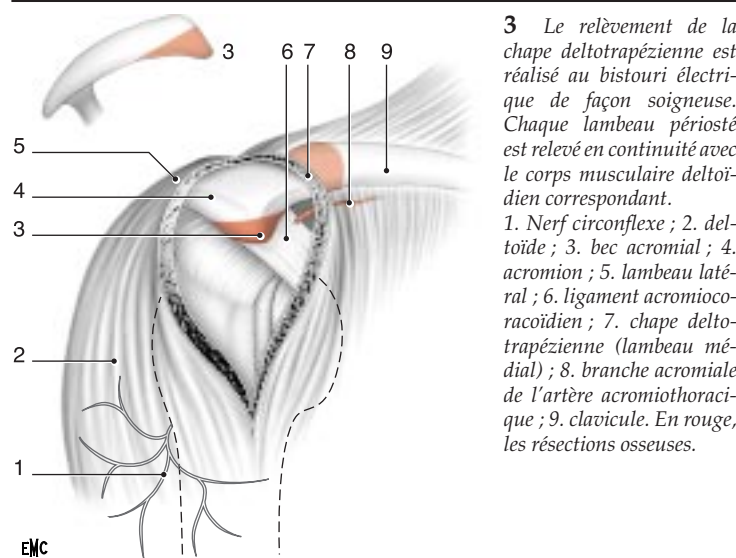
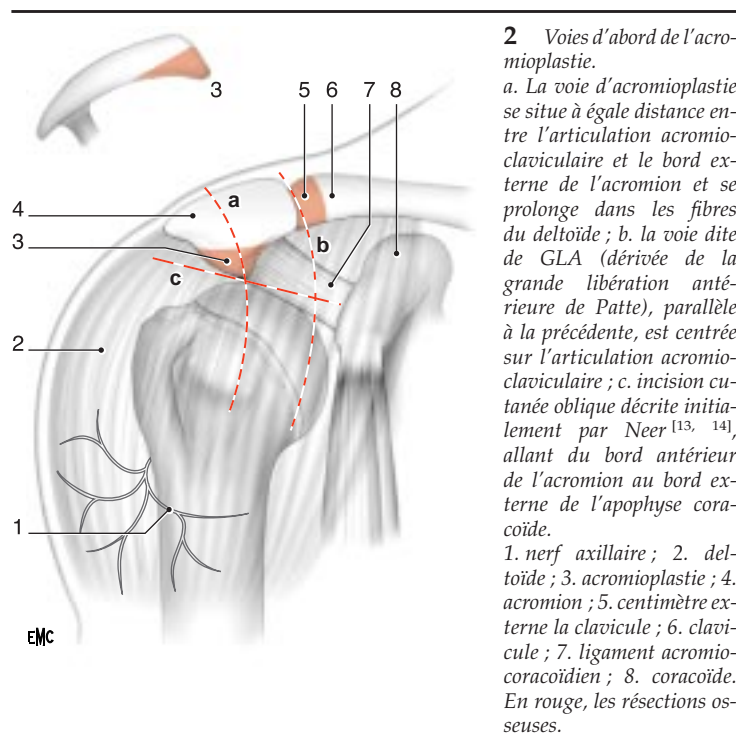
INSTALLATION

L'intervention est réalisée le plus souvent sous anesthésie générale ou éventuellement sous bloc régional (interscalénique, sus-claviculaire). Le patient est installé en position demi-assise. L'asepsie et le drapage chirurgical comprennent l'épaule et l'ensemble du membre supérieur qui reste libre de toute mobilisation.

VOIE D'ABORD

L'incision cutanée postéroantérieure en « épaulette » commence au bord postérieur de l'acromion et se recourbe en avant en épousant le galbe deltoïdien de l'épaule. Elle se situe environ à 1 cm en dehors de l'articulation acromioclaviculaire (à mi-distance entre le bord externe de l'acromion et l'articulation acromioclaviculaire) (fig 2). Le tissu sous-cutané est incisé de la même façon en évitant les décollements. La chape deltotrapézienne formée par la continuité du deltoïde, de son insertion acromiale et du trapèze est exposée. Elle est relevée en deux lambeaux médial et latéral. L'incision est réalisée au bistouri électrique dans l'axe antéropostérieur de la face supérieure de l'acromion et se poursuit en bas dans le sens des fibres du deltoïde entre faisceau antérieur et moyen. Chaque lambeau est relevé en préservant la continuité du périoste, de l'insertion tendineuse et du corps musculaire du deltoïde (fig 3). En dehors, le deltoïde est récliné jusqu'au bord externe de l'acromion. En dedans, il est récliné jusqu'au versant acromial de l'articulation acromioclaviculaire que l'on prend garde de ne pas ouvrir. À ce niveau, il est fréquent de léser de façon répétitive la branche acromiale de l'artère acromiothoracique. En bas, les fibres musculaires sont discisées avec attention afin de ne pas léser le nerf circonflexe qui se situe à environ 5 cm du bord de l'acromion. La décoaptation par traction douce dans l'axe du bras, réalisée coude fléchi à 90° sur un patient bien relâché, permet de dissocier la face profonde du deltoïde de la bourse sous-acromiale. Un écarteur autostatique est mis en place.

La partie antérieure de l'acromion ou bec acromial est exposée ainsi que le ligament acromiocracoidien. La bourse sous-acromiale est réséquée suivant la voie d'abord permettant d'exposer la face superficielle de la coiffe des rotateurs. La mobilisation de l'épaule de la rotation externe vers la rotation interne permet d'exposer successivement la partie haute du sous-scapulaire, le ligament



coracohuméral puis les tendons supraspinatus et infraspinatus. Le conflit sous-acromial est apprécié à ce stade entre la partie antéro-inférieure de l'acromion (bec acromial agressif, entésophyte se prolongeant dans le ligament acromiocracoidien) et la lésion tendineuse si elle existe.

La décoaptation de l'épaule est obtenue en plaçant un instrument mousse et courbe à la face inférieure de l'acromion en s'appuyant sur la tête humérale. L'acromioplastie est conduite à l'aide d'un ostéotome. Celui-ci est positionné dans le prolongement de la clavicule de façon à éliminer tout bec antérieur proéminent et immédiatement en dessous du bord antérosupérieur de l'acromion, de façon à ne pas diminuer la surface portante du bras de levier acromial. La direction de l'ostéotome est oblique en bas et en arrière, parallèle à la face inférieure de l'acromion qu'elle rejoint (fig 4). L'ablation du fragment osseux nécessite la section du ligament acromiocracoidien. La résection complète du ligament acromiocracoidien jusqu'à son insertion coracoïdienne a été proposée mais reste discutable. On s'assure que l'ensemble de la surface acromiale est régulière et lisse, complétant éventuellement le geste par une régularisation à l'aide d'une fraise motorisée ou



4 Le trait d'acromioplastie part au bord antérieur de l'acromion et rejoint la face inférieure de celui-ci. Il s'agit d'une acromioplastie de désépaississement.

d'une pince gouge. À ce stade, l'exploration de la coiffe des rotateurs devient aisée et un geste associé peut être réalisé dans les meilleures conditions.

Rockwood [21] a proposé une modification de l'acromioplastie de Neer menée en deux temps. La première étape consiste à réséquer de façon verticale, à l'aide d'un ostéotome, la partie antérieure de l'acromion qui dépasse du bord antérieur de la clavicule. La deuxième étape consiste à réséquer la partie antéro-inférieure de l'acromion par une ostéotomie oblique (cf supra).

Un lavage soigneux de l'espace sous-acromial est réalisé afin d'éliminer tout débris osseux.

La réparation de la chape deltotrapézienne demande une attention toute particulière. La fermeture est facilitée par la préparation initiale des lambeaux. La fermeture de la chape deltotrapézienne est réalisée bord à bord à l'aide de sutures résorbables appuyée sur un point transosseux transacromial non résorbable. La réinsertion transosseuse du lambeau externe permet de prévenir le risque de lâchage avec rétraction du deltoïde qui est gênante tant sur le plan fonctionnel qu'esthétique.

On procède alors à la mise en place d'un drainage aspiratif dans l'espace sous-acromial et à la fermeture des plans sous-cutané et cutané.

Le membre supérieur opéré est placé dans une attelle souple coude au corps. La radiographie de contrôle systématique permet d'apprécier la qualité de l'acromioplastie. La rééducation est entreprise dès le premier jour suivant le principe de la *early passive motion* de Neer [16]. La récupération des amplitudes articulaires est entreprise de façon passive, douce et non douloureuse. La récupération de l'élévation antérieure est commencée en position couchée puis assise et enfin debout. La récupération, particulièrement douce, des rotations peut être différée de quelques jours en fonction de la douleur. Le travail en pendulaire est également commencé dès les premiers jours postopératoires. Cette rééducation précoce peut être gênée par la présence d'un drain de Redon dans l'espace sous-acromial.

ACROMIOPLASTIE ASSOCIÉE À UNE RÉSECTION DU CENTIMÈTRE EXTERNE DE LA CLAVICULE

L'incision cutanée est identique mais centrée sur l'articulation acromioclaviculaire. La discision du deltoïde et de la chape deltotrapézienne se fait de la même façon en commençant au niveau de l'articulation acromioclaviculaire. L'acromioplastie est réalisée selon la même technique. Le relèvement du lambeau médial permet d'aborder l'extrémité distale de la clavicule en sous-périosté. On réalise alors la résection du centimètre externe de la clavicule à l'aide d'un ostéotome ou d'une petite scie oscillante. Ce geste est complété par l'exérèse soigneuse et complète du ménisque et de la synoviale acromioclaviculaire.

Acromioplastie arthroscopique [1, 7, 11, 17]

Nous ne reviendrons pas en détail sur les principes généraux de l'arthroscopie de l'épaule. L'utilisation d'une pompe permettant de contrôler la pression intra-articulaire du liquide d'irrigation est souhaitable pour la réalisation de l'acromioplastie sous arthroscopie [18].

INSTALLATION

Le patient est installé en décubitus latéral. Le membre supérieur opéré est en abduction maximale de 45° et soumis à une double traction instrumentale. La traction perpendiculaire à l'axe de l'humérus permet la décoaptation de l'articulation glénohumérale. La traction dans l'axe du bras permet la décoaptation de l'espace sous-acromial.

L'acromioplastie sous arthroscopie peut être menée sur un patient en position demi-assise. Le simple poids du membre supérieur permet d'obtenir une décoaptation suffisante de l'espace sous-acromial complétée éventuellement par une traction manuelle dans l'axe du bras. Cette position a l'avantage de limiter les risques de complications neurologiques par étirement plexique ou tronculaire et permet d'enchaîner sur un geste à ciel ouvert de façon plus aisée.

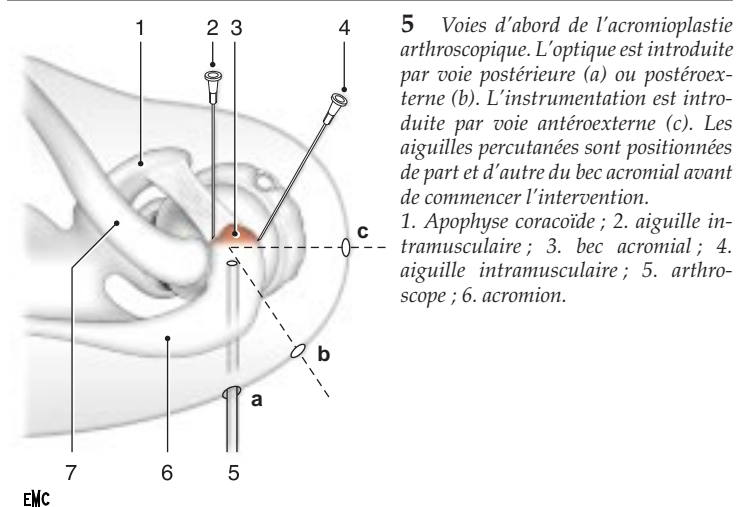
Avant de commencer l'arthroscopie, les différents repères anatomiques osseux sont dessinés à l'aide d'un marqueur stérile. On note, d'avant en arrière, la clavicule, l'articulation acromioclaviculaire, l'apophyse coracoïde, l'acromion (bec acromial, bord externe et angle postéroexterne) et l'épine de l'omoplate. Deux aiguilles intramusculaires sont placées de part et d'autre du bord antérieur de l'acromion, délimitant ainsi les limites médiale et latérale de l'acromioplastie (fig 5). L'optique est introduite de façon classique par voie postérieure.

ARTHROSCOPIE GLÉNOHUMÉRALE

L'exploration de l'articulation glénohumérale est le premier temps systématique de l'intervention. L'exploration articulaire permet parfois de compléter (rupture partielle de la face profonde de la coiffe des rotateurs, lésion cartilagineuse) ou de redresser le diagnostic initial (lésion du bourrelet glénoïdien, du tendon du long biceps dans sa portion intra-articulaire, corps étranger) [1, 20].

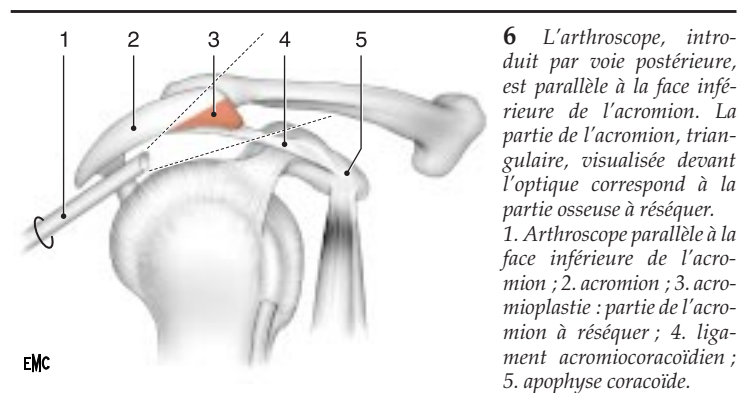
BURSOSCOPIE

Tout en conservant le même point d'introduction cutané et après avoir remis le mandrin mousse dans la chemise de l'arthroscope, l'ensemble est retiré de l'articulation glénohumérale et orienté en haut dans le plan de l'espace sous-acromial jusqu'au contact de la face inférieure de l'acromion (fig 6). L'introduction de l'optique et le rétablissement du flux liquidien sous pression permettent de



5 Voies d'abord de l'acromioplastie arthroscopique. L'optique est introduite par voie postérieure (a) ou postéroexterne (b). L'instrumentation est introduite par voie antéroexterne (c). Les aiguilles percutanées sont positionnées de part et d'autre du bec acromial avant de commencer l'intervention.

1. Apophyse coracoïde ; 2. aiguille intramusculaire ; 3. bec acromial ; 4. aiguille intramusculaire ; 5. arthroscope ; 6. acromion.



reconnaître l'espace sous-acromial. Ce temps opératoire est parfois malaisé car, l'espace sous-acromial étant purement virtuel, il n'est pas rare de trouver une bourse synoviale encombrée de fibrose surtout s'il existe une bursite inflammatoire.

Une voie d'abord antéroexterne est réalisée à trois travers de doigt de l'acromion, alignée sur son bord antérieur. Seule l'incision cutanée est réalisée au bistouri (nerf circonflexe). L'introduction d'une canule instrumentale avec mandrin mousse perpendiculaire à l'humérus permet de rechercher le contact osseux huméral. La canule est ensuite inclinée vers la face inférieure de l'acromion en se laissant guider par l'humérus. La triangulation permet de localiser la canule dans l'espace sous-acromial. L'instrumentation (rongeur, pince, *shaver*) est introduite par la canule externe.

Il existe différentes variantes en ce qui concerne les points d'introduction de l'optique ou de l'instrumentation autour de l'acromion. Il s'agit là d'une question d'école et d'expérience personnelle [19].

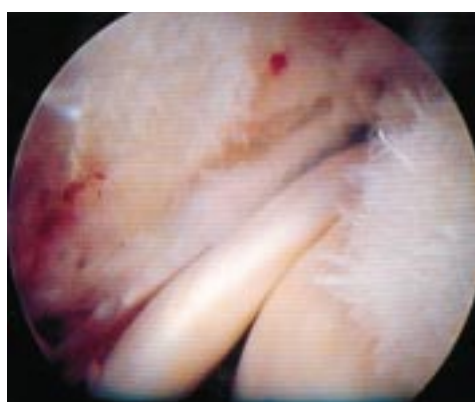
Le premier temps opératoire est la synovectomie complète de la bourse sous-acromiale. Ce geste peut être hémorragique si la bourse est inflammatoire. Une tension artérielle basse, l'adjonction d'adrénaline dans le liquide d'irrigation (sauf contre-indication médicale), l'utilisation d'un bistouri électrique et enfin l'augmentation ponctuelle de la pression d'irrigation permettent le contrôle de l'hémorragie. La synovectomie réalisée de façon minutieuse permet l'exploration de la face superficielle de la coiffe des rotateurs.

La rotation de l'humérus permet d'amener sous la vision de l'arthroscope les différents tendons de la coiffe de l'infraspinatus, en arrière, à la partie supérieure du subscapularis, en avant. La mise en place d'un palpateur permet l'examen de la face superficielle de la coiffe des rotateurs.

La face inférieure de l'acromion est reconnue ainsi que le départ oblique en bas et en dedans du ligament acromiocracœdien (fig 7). La reconnaissance et la localisation des deux aiguilles percutanées mises en place au début de l'intervention (avant toute irrigation et gonflement de l'épaule) permettent de définir le bec acromial à réséquer. Le ligament acromiocracœdien est sectionné le long du bord interne de l'acromion à l'aide du bistouri électrique. Il est possible de réaliser une résection partielle de ce ligament à l'aide d'un rongeur ou du *shaver*.

La face inférieure de l'acromion est débarrassée de son insertion tendineuse à l'aide d'une curette et du *shaver* de façon à mettre en évidence la surface osseuse de l'acromion. Compte tenu du fait que le point d'introduction de l'optique est postérieur et que l'optique est parallèle à la face inférieure de l'acromion, le bec acromial se présente devant l'optique, entre les deux aiguilles percutanées, avec une forme grossièrement triangulaire (fig 8).

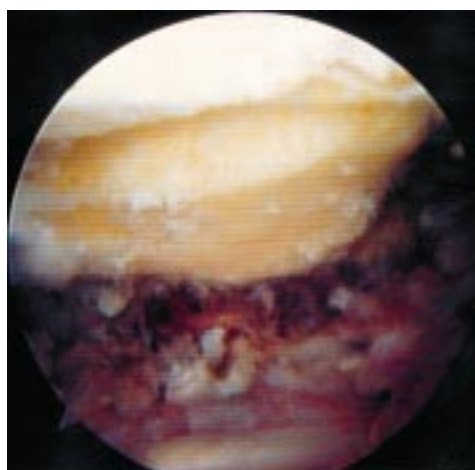
L'acromioplastie est menée à l'aide d'une fraise motorisée en commençant par la limite postérieure (fig 9). La résection osseuse est réalisée de façon régulière faisant apparaître progressivement l'insertion tendineuse du deltoïde et permettant ainsi de contrôler la hauteur d'os réséqué (fig 10). On s'assure que l'acromioplastie est complète et régulière du bord externe de l'acromion jusqu'au



7 Bursoscopie. Rupture de la coiffe des rotateurs. On aperçoit le cartilage de la tête humérale, le trochiter à droite libre de toute insertion tendineuse et le tendon du long biceps dans sa partie intra-articulaire. La face inférieure de l'acromion est difficilement reconnaissable. Elle est recouverte par l'insertion du ligament acromiocracœdien d'aspect irrégulier.



8 Bursoscopie. Le ligament acromiocracœdien a été sectionné. La face inférieure de l'acromion a été débarrassée du ligament acromiocracœdien. L'acromion osseux apparaît sous la forme d'un triangle correspondant au bec acromial.



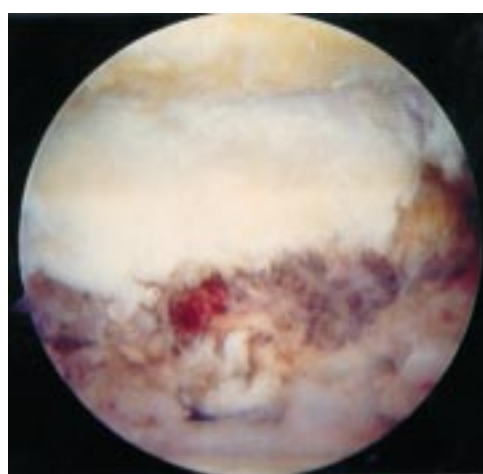
9 Bursoscopie. À l'aide d'une fraise motorisée, la limite postérieure de l'acromioplastie est marquée allant du bord externe de l'acromion au versant acromial de l'articulation acromioclaviculaire.

versant acromial de l'articulation acromioclaviculaire. L'utilisation de la fraise en vitesse arrière permet d'obtenir le lissage de l'acromion.

Un lavage soigneux est nécessaire afin d'éliminer toute particule osseuse en suspension. Sauf cas particulier, aucun drainage n'est nécessaire. La fermeture est assurée par point cutané simple. Un pansement absorbant est réalisé.

Le membre supérieur est placé dans une attelle souple. La radiographie de contrôle permet d'apprécier la qualité de l'acromioplastie.

Après une acromioplastie sous arthroscopie, il existe volontiers une « grosse épaule » postopératoire due à la diffusion tissulaire du liquide de perfusion sous pression, source de douleurs importantes. La pression intramusculaire diminue jusqu'au seuil normal dans les minutes suivant l'intervention [18] et la disparition de l'œdème est obtenue dans les 24 premières heures. Le contrôle de la douleur est particulièrement important dans les premières heures postopératoires (bloc interscalénique).



10 Bursoscopie. L'acromioplastie a été réalisée. Le bord antérieur de l'acromion est visible en haut. Le bec acromial triangulaire n'existe plus. L'insertion tendineuse du deltoïde (périoste antérieur blanc) permet d'apprécier la quantité d'os réséquée.

RÉSECTION DU CENTIMÈTRE EXTERNE DE LA CLAVICULE

Ce geste nécessite une voie d'abord antérieure réalisée à environ un travers de doigt en dessous de l'articulation acromioclaviculaire. Le *shaver* est introduit à la face inférieure de l'articulation acromioclaviculaire. Le premier temps consiste à exposer l'articulation par une synovectomie localisée qui est volontiers hémorragique à cet endroit. L'interligne acromioclaviculaire est reconnu par la mobilité de la clavicule lors de la palpation. L'introduction par cette même voie d'abord d'une fraise motorisée permet, par un simple mouvement de levier, de réaliser l'abrasion du versant claviculaire de l'articulation acromioclaviculaire. Il s'agit

d'une geste long et parfois laborieux car l'extrémité distale de la clavicule est plus large et épaisse que ne le laisse supposer la vision arthroscopique.

Cas particulier de l'acromion bipartite

L'existence d'un acromion bipartite doit être prise en compte avant la réalisation d'une acromioplastie. Celle-ci emporte le fragment osseux mobile s'il est en position terminale et de petite taille. Au contraire, l'existence d'un acromion bipartite basal ne modifie pas la technique de l'acromioplastie mais fait redouter une mobilisation intempestive de la pseudarthrose. Les acromions bipartites intermédiaires (méta- et mésa-acromion) nécessitent un traitement au cas par cas.

Complications de l'acromioplastie

Après une acromioplastie sous arthroscopie, il est possible d'observer une réaction de l'articulation acromioclaviculaire avec œdème douloureux ou non et s'accompagnant secondairement d'une lyse radiologique de l'extrémité distale de la clavicule^[10]. L'évolution spontanée est le plus souvent favorable avec le temps.

Lorsqu'il existe une rupture massive de la coiffe des rotateurs, la réalisation d'une acromioplastie excessive associée à une résection extensive du ligament acromioclaviculaire peut favoriser la survenue d'une subluxation antérosupérieure de la tête humérale s'accompagnant le plus souvent d'une perte de l'élévation active du membre supérieur^[23].

La récurrence d'un conflit mécanique avec repousse osseuse sur l'acromion a été décrite mais reste exceptionnelle^[8].

Références

- [1] Altchek DW, Warren RF, Wickiewicz TL, Skyhar MJ, Ortiz G, Schwartz E. Arthroscopic acromioplasty. Technique and results. *J Bone Joint Surg Am* 1990 ; 72 : 1198-1207
- [2] Apoil A, Monet JL, Collin M, Pupin P, Gasc JP, Jouffroy FK et al. La voûte acromio-coracoïdienne. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 : 269-272
- [3] Armstrong JR. Excision of the acromion in treatment of the supraspinatus syndrome: report of ninety-five excisions. *J Bone Joint Surg Br* 1949 ; 31 : 436-442
- [4] Bigliani LU, Morrison DS, April EW. The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop Trans* 1986 ; 10 : 228
- [5] Bosley R. Total acromionectomy: a twenty-year review. *J Bone Joint Surg Am* 1991 ; 73 : 961-968
- [6] Daluga DJ, Dobozi W. The influence of distal clavicle resection and rotator cuff repair on the effectiveness of anterior acromioplasty. *Clin Orthop* 1989 ; 247 : 117-123
- [7] Ellman H, Kay SP. Arthroscopic subacromial decompression for chronic impingement: Two to five year results. *J Bone Joint Surg Br* 1991 ; 73 : 395-398
- [8] Friedman RL, Morrison DS. Recurrent acromial bone spur after open subacromial decompression. *J Shoulder Elbow Surg* 1995 ; 4 : 468-471
- [9] Hawkins RJ, Chris T, Bokor D, Kieffer G. Failed anterior acromioplasty. A review of 51 cases. *Clin Orthop* 1989 ; 243 : 106-111
- [10] Kuster MK, Hales PF, Davis SJ. The effects of arthroscopic acromioplasty on the acromioclavicular joint. *J Shoulder Elbow Surg* 1998 ; 7 : 140-143
- [11] Levy HJ, Gardner RD, Lemak LJ. Arthroscopic subacromial decompression in the treatment of full-thickness rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1991 ; 7 : 8-13
- [12] Liotard JP, Cochard P, Walch G. Critical analysis of the supraspinatus outlet view: rationale for a standard scapular y-view. *J Shoulder Elbow Surg* 1998 ; 7 : 134-139
- [13] Mansat M. L'acromioplastie antérieure. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 : 301-306
- [14] Neer CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1972 ; 54 : 41-50
- [15] Neer CS. On the disadvantages of radical acromionectomy. *J Bone Joint Surg Am* 1981 ; 63 : 416-419
- [16] Neer CS. Impingement lesions. *Clin Orthop* 1983 ; 173 : 70-77
- [17] Nutton RW, McBirnie JM, Phillips C. Treatment of chronic rotator cuff impingement by arthroscopic subacromial decompression. *J Bone Joint Surg Br* 1997 ; 79 : 73-76
- [18] Ogilvie-Harris DJ, Boynton E. Arthroscopic acromioplasty: extravasation of fluid into the deltoid muscle. *Arthroscopy* 1990 ; 6 : 52-54
- [19] Ogilvie-Harris DJ, Demaziere A, Fitsialos D, Stevens JK. Arthroscopic acromioplasty. The superiority of the posterior portal over the lateral portal. *Orthop Clin North Am* 1993 ; 24 : 153-159
- [20] Paulos LE, Franklin JL. Arthroscopic shoulder decompression development and application. *Am J Sport Med* 1990 ; 18 : 235-244
- [21] Rockwood CA, Lyons FR. Shoulder impingement syndrome: diagnosis, radiographic evaluation, and treatment with a modified neer acromioplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 409-424
- [22] Wang JC, Shapiro MS. Changes in acromial morphology with age. *J Shoulder Elbow Surg* 1997 ; 6 : 55-59
- [23] Wiley AM. Superior humeral dislocation: a complication following decompression and debridement for rotator cuff tears. *Clin Orthop* 1991 ; 263 : 135-141
- [24] Zuckerman JD, Kummer FJ, Cuomo F, Greller M. Interobserver reliability of acromial morphology classification: an anatomic study. *J Shoulder Elbow Surg* 1997 ; 6 : 286-287

Arthrolyses du coude

R Bleton

Résumé. – Les arthrolyses sont indiquées en cas de raideurs rebelles du coude. Il faut différencier deux étiologies et deux mécanismes anatomopathologiques à ces raideurs. L'étiologie peut être post-traumatique, que le traumatisme soit accidentel ou chirurgical. Elle peut être dégénérative comme l'étiologie arthrosique. En ce qui concerne les lésions, il faut différencier les raideurs d'origine intrinsèque et d'origine extrinsèque : les atteintes extrinsèques sont liées aux atteintes périarticulaires. Ce sont les freins correspondant à une rétraction capsuloligamentaire qu'il faut sectionner, et les butées qu'il faut réséquer : c'est l'indication de l'arthrolyse. Les atteintes intrinsèques correspondent aux lésions des surfaces de glissement articulaires. En cas de lésions importantes, le pronostic est plus réservé. L'indication peut être alors celle d'une arthroplastie. De très nombreuses variantes techniques existent. Les différentes possibilités sont détaillées, mais la technique pure importe moins que des principes fondamentaux comme le respect de la stabilité et la qualité de la rééducation postopératoire. L'indication de l'arthrolyse chirurgicale doit être discutée avec d'autres techniques de libération articulaire. La mobilisation sous anesthésie reste indiquée dans les raideurs limitées et récentes. L'arthrolyse arthroscopique est intéressante dans les cas de raideurs limitées, avec notamment corps étrangers. Les raideurs intrinsèques avec lésions cartilagineuses majeures relèvent des arthroplasties prothétiques ou non prothétiques.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : raideur du coude, arthrolyse, arthroscopie, raideur post-traumatique.

Introduction

Les arthrolyses du coude sont indiquées en cas de raideur rebelle du coude. Il n'existe pas de raideur idiopathique du coude. Celui-ci a la singularité de ne jamais présenter de syndrome algoneurodystrophique comme l'épaule ou la main. Pour les auteurs français, la raideur est une complication d'un traumatisme, qu'il soit accidentel ou chirurgical. L'arthrolyse du coude trouve donc ses indications dans les échecs de la mobilisation précoce des traumatismes et de la chirurgie du coude. Le meilleur des traitements préventifs est réalisé par mobilisation précoce des traumatismes et des suites postopératoires du coude.

Les auteurs anglo-saxons ne partagent pas ce point de vue et intègrent dans la notion de raideur du coude toutes les limitations de la mobilité, quelle qu'en soit l'origine. Ils intègrent dans leurs séries les raideurs dont l'étiologie est dégénérative comme l'arthrose et les corps étrangers. La raideur du coude est en effet un des principaux symptômes des atteintes articulaires du coude. En tant qu'articulation non portante, l'utilisation du coude peut être soulagée grâce à de nombreuses compensations. Il se raidit progressivement, par une sorte de réflexe de défense naturelle. Il existe par ailleurs des formes frontières où il est bien difficile de faire la part entre l'étiologie dégénérative et traumatique. Il s'agit des coudes microtraumatiques caractéristiques par les lésions anatomopathologiques suivantes : productions d'ostéophytes

périarticulaires limitant la mobilité du coude, et persistance d'un interligne articulaire satisfaisant. Cet aspect très caractéristique et parfaitement bien mis en évidence par l'imagerie moderne est fréquent chez les sportifs de lancer professionnel. Il porte le nom de *pitcher elbow* dans les pays anglo-saxons où la pratique du base-ball ou du cricket est répandue. Sur le vieux continent, il est plus fréquent dans les métiers manuels de force. Quelle que soit l'étiologie post-traumatique ou dégénérative, les techniques sont communes aux deux étiologies et ces sujets ne sont donc pas différenciés sur le plan des techniques proprement dites. L'interprétation des résultats doit, en revanche, tenir compte de l'étiologie. En effet, la raideur post-traumatique peut être considérée comme une complication temporaire, un accident transitoire dans les suites d'un traumatisme et qui n'a pas lieu de se reproduire. Le résultat à moyen terme de l'arthrolyse peut donc être considéré comme définitif. En cas d'étiologie dégénérative, le résultat à court et moyen terme ne peut pas être considéré comme définitif du fait de la continuation du processus pathogène. Ainsi en est-il des raideurs des coudes rhumatoïdes. Le traitement par synovectomie et libération semblait favorable à court terme par rapport à la chirurgie prothétique. Le résultat à long terme a, en revanche, montré la supériorité de la chirurgie prothétique.

Définition

La raideur du coude se définit comme une limitation passive du secteur d'amplitude articulaire. Le coude est une articulation non portante. La symptomatologie douloureuse est souvent au second plan. Il y a donc souvent une superposition des amplitudes passive

Rémy Bleton : Chirurgien des Hôpitaux, service de chirurgie orthopédique, centre médicochirurgical Foch, 40, rue Worth, 92151 Suresnes, France.

et active. Deux secteurs de mobilité peuvent être impliqués de façon autonome : la flexion-extension et la pronosupination. Ces deux secteurs peuvent être limités de façon associée ou autonome. Le déficit de mobilité prédomine souvent dans le secteur d'extension. Les muscles fléchisseurs prédominent en puissance par rapport aux extenseurs chez les primates. La flexion est également la position antalgique spontanée habituelle. Le secteur d'amplitude articulaire se cote de la façon suivante : de 0° en extension continue jusqu'à 145° environ en flexion. La pronosupination peut également être enraidie. Elle se cote à partir de la position intermédiaire, pouce vers le haut à 0° jusqu'à 90° dans les secteurs respectifs de pronation et de supination. Une raideur de la pronosupination doit également faire rechercher, dans le bilan étiologique, une atteinte de la radio-ulnaire inférieure qui peut être impliquée dans la limitation de l'amplitude articulaire. La perte de la supination est plus handicapante que la pronation qui peut être compensée par l'abduction de l'épaule. On définit un secteur dit « fonctionnel », correspondant à la réalisation de la plupart des gestes quotidiens, notamment le contact main-bouche et le contact main-périnée postérieur, soit environ un secteur de 0°-30°-120°. C'est le minimum à restituer, mais du fait des exigences de plus en plus grandes des patients, notamment sportifs, le chirurgien peut être amené à rechercher mieux.

Physiopathologie

Il est fondamental dans le plan thérapeutique de différencier les raideurs intrinsèques et extrinsèques. Les lésions extrinsèques sont liées aux atteintes périarticulaires, qu'elles soient capsulopériostées ou osseuses, et n'intéressent pas les surfaces de glissement. Les freins correspondent à une rétraction capsuloligamentaire, voire plus exceptionnellement aux rétractions musculaires. Un frein antérieur comme la capsule antérieure limite l'extension et un frein postérieur la flexion (fig 1, 2). À l'opposé, les butées correspondent à différentes ossifications, aux comblements de la fossette olécraniennne ou coronôidienne par un tissu fibreux ou des éléments osseux comme des proliférations d'ossification, des ostéophytes, des corps étrangers intra-articulaires ou des cals vicieux extra-articulaires. Une butée antérieure limite la flexion, une butée postérieure limite l'extension. D'une manière générale, les freins peuvent céder à une rééducation progressive continue par étirement, voire à une mobilisation sous anesthésie. Les butées organisées relèvent, en revanche, systématiquement d'une excision. Les lésions intrinsèques correspondent aux perturbations des surfaces de glissement articulaires. Elles peuvent être liées aux cals vicieux intra-articulaires, aux pertes de substance cartilagineuses, voire à l'arthrose. Elles perturbent le glissement articulaire. Celles-ci sont de traitement secondaire beaucoup plus difficile et sont à l'origine de raideur résiduelle non négligeable souvent définitive. Le pronostic dans ces lésions est beaucoup plus réservé et au moins partiellement rebelle aux arthrolyses chirurgicales. Les raideurs extrinsèques post-traumatiques doivent être différenciées des autres atteintes. À distance du traumatisme, la cause de l'enraidissement du coude n'existe plus et il est logique de penser que le résultat de l'arthrolyse se bonifie avec le temps. En cas d'atteinte intrinsèque importante ou secondaire comme une arthrose ou une ostéochondromatose, il est logique de redouter une récurrence du fait de la persistance du processus pathogène. Le résultat des différentes techniques publiées doit donc être analysé avec un recul beaucoup plus long.

Principes de l'arthrolyse

RESPECT DE LA STABILISATION ARTICULAIRE ET PRÉVENTION DES OSSIFICATIONS SECONDAIRES

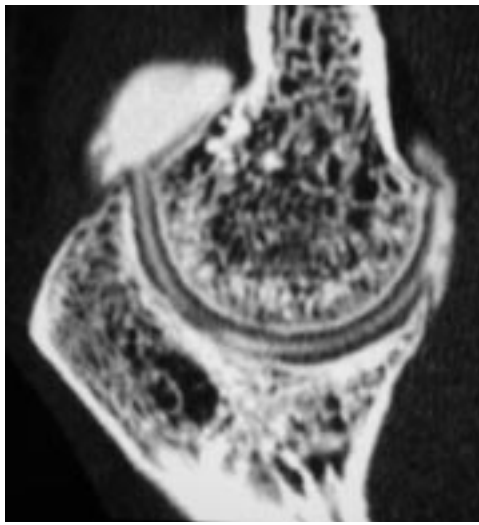
Certains auteurs insistent particulièrement sur le respect de la stabilité articulaire du coude. Selon eux, un coude instable est douloureux et la rééducation postopératoire difficile [14]. La stabilité



1 A, B. Exemple de radiographies dynamiques en position extrême montrant la limitation de l'amplitude articulaire et l'absence de butée.

du coude repose sur l'intégrité des haubans ligamentaires et musculaires. Les voies d'abord doivent donc ménager au maximum les haubans musculaires des muscles épicondyliens médiaux et latéraux. La désinsertion des muscles épicondyliens médiaux peut être toujours évitée et celle des épicondyliens latéraux doit être limitée au maximum. Une chirurgie atraumatique respectant les structures musculotendineuses apparaît logique pour diminuer les douleurs postopératoires et les ossifications, sources de raideur secondaire. L'attitude par rapport aux ligaments latéraux ulnaire et radial est plus controversée. Moorey [14] insiste sur le respect du ligament latéral radial. Un allongement par décollement à la lame de bistouri tangentiel est néanmoins possible pour un certain nombre d'auteurs. Aucun auteur ne préconise pourtant la résection pure et simple. Il en est de même pour la tête radiale dont la conservation est préconisée.

L'arthrolyse est réalisée par étapes successives d'une manière générale et quelle que soit la voie d'abord préconisée. Elle associe l'ablation des butées osseuses et la section des freins. Chaque geste significatif est ensuite testé. La mobilité obtenue par l'effet simple



2 L'arthroscanner du même patient en extension maximale montre la rétraction capsulaire antérieure correspondant à un frein capsulaire antérieur.

de la pesanteur est la seule valeur utile. La mobilité obtenue en forçant de façon excessive est de toute façon illusoire et immédiatement perdue en postopératoire. L'intervention menée par étapes associe d'abord l'ablation des corps étrangers, des butées puis les sections capsulaires, la désinsertion partielle des ligaments latéraux n'intervenant qu'en dernière étape d'arthrolyse. Les allongements tendineux musculaires, notamment du brachial antérieur, sont exceptionnellement réalisés. Les résultats de ces derniers sont peu ou pas rapportés de façon spécifique, utilisés éventuellement uniquement dans les raideurs très anciennes. Ils semblent de moins en moins pratiqués dans les articles récents, et même inutiles [5, 8].

ADAPTATION AUX CAS PARTICULIERS

Il s'agit d'une chirurgie de cas particuliers puisque la plupart des séries ne rapporte qu'entre trois et cinq cas opérés par an. Elle doit tenir compte des voies d'abord initiales pour les raideurs post-traumatiques. Les voies d'abord postérieure ou antérieure cutanées ont l'inconvénient de mettre en tension la suture cutanée dans la rééducation postopératoire et sont source de complications cutanées. Elles sont souvent plus douloureuses dans les mobilisations et donc ne favorisent pas la mobilisation postopératoire précoce.

Les voies d'abord à travers le triceps en cas de discision étendue, voire de désinsertion partielle de l'olécrane, nécessitent certaines restrictions dans la mobilisation en actif en extension et en passif en flexion, limitant là aussi la rééducation. D'une manière générale, une incision avec décollement peut être réalisée à distance de la première après un délai de 2 ou 3 mois.

Enfin, les voies d'abord ne sont pas exclusives les unes des autres. En effet, une voie d'abord postérieure transtricipitale peut être complétée par décollement sous-cutané latéralement ou sous le triceps par des voies latérales à travers les muscles des épicondyles latéral et médial.

Différentes techniques

ARTHROLYSE ARTHROSCOPIQUE

Elle consiste à réaliser une capsulotomie antérieure, voire postérieure par voie arthroscopique sous contrôle scopique. Elle permet dans le même temps opératoire l'ablation des corps étrangers intra-articulaires, voire l'ablation des ostéophytes dans les raideurs d'origine dégénérative [4, 9, 10, 11, 12].

L'installation se fait préférentiellement en décubitus latéral ou décubitus ventral, coude libre pendant sur un appui à arthrodèse (fig 3). Cette position permet d'une part une mobilisation du coude pour le *testing* en peropératoire, d'autre part elle permet un grand



3 Installation type d'une arthrolyse sous arthroscopie. La colonne d'arthroscopie (1) est située côté opposé au patient de même que la pompe (4) qui est un appoint utile. Le bras est libre, coude pendant sur un appui d'arthrodèse sous garrot pneumatique (3) pour éviter le saignement peropératoire (2). La table de Mayo permet de poser les instruments qui sont ainsi facilement accessibles (5). Le patient est en décubitus ventral pour faciliter le dégagement du coude et les grandes amplitudes articulaires (6). L'installation est identique pour les voies d'abord postérieures.

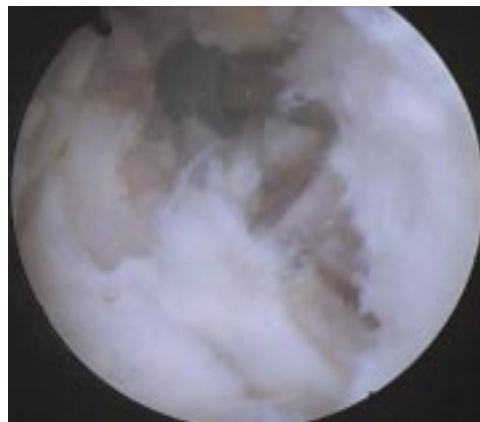


4 L'opérateur (4) et l'aide (5) sont situés de part et d'autre du coude. Les petites astuces consistent à insuffler le coude par le soft point postéroexterne (2). Les repères ostéoarticulaires sont dessinés. Le nerf cubital est vérifié comme étant non à risque et non instable. Pour éviter des gros avant-bras du fait de la diffusion de liquide, une bande Velpeau est laissée à demeure après gonflement du garrot (6). La voie pour l'optique (1) est située dans l'angle antérieur constitué de la tête radiale et de la face antérieure du capitellum. La voie instrumentale pour les instruments et pour le compartiment antérieur (3) est réalisée selon la technique de Wissinger-Rod.

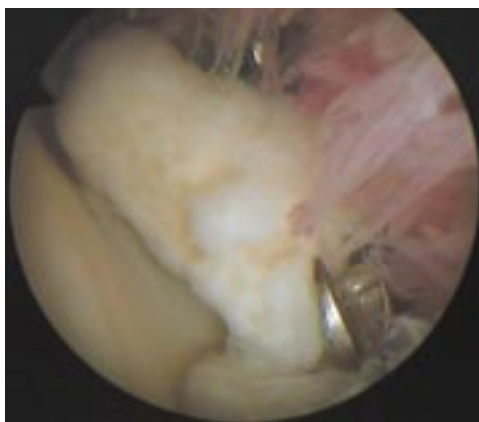
débattement de l'optique et des instruments. Enfin, elle permet une arthrotomie postérieure complémentaire éventuelle dans de bonnes conditions. Elle nécessite un minimum de mobilité initiale de façon à avoir une cavité articulaire non virtuelle pour pouvoir dilater celle-ci et éloigner les éléments vasculonerveux à risque, principalement le nerf radial dans le compartiment antérieur (fig 4). Un nettoyage de la cavité articulaire, remplie habituellement de tissu fibreux et gênant l'exploration articulaire antérieure, est habituellement nécessaire. La cavité articulaire est souvent réduite de volume d'environ 50 % [6]. Après ablation d'éventuels corps



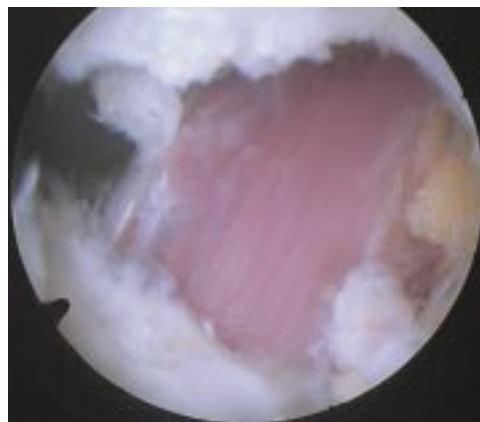
5 Vue peropératoire arthroscopique à visée didactique. Les gestes chirurgicaux sont superposables à ce qui est montré sous scopie. Exemple de corps étrangers pédiculés comblant la fossette olécraniennne au niveau du cul-de-sac antérieur articulaire devant être réséquée.



8 Vue peropératoire arthroscopique à visée didactique. Les gestes chirurgicaux sont superposables à ce qui est montré sous scopie. La section du plan capsulaire montre à travers celle-ci les fibres du brachial antérieur qui sont respectées.



6 Vue peropératoire arthroscopique à visée didactique. Les gestes chirurgicaux sont superposables à ce qui est montré sous scopie. Exemple de corps étrangers post-traumatiques retirés à la pince au niveau du compartiment antérieur réalisant une butée antérieure.



9 Vue peropératoire arthroscopique à visée didactique. Les gestes chirurgicaux sont superposables à ce qui est montré sous scopie. Exemple du gain d'amplitudes articulaires après mise en extension du coude avec ouverture de la capsule antérieure. Les fibres musculaires du brachial antérieur protègent les éléments vasculonerveux à risque en avant.



7 Vue peropératoire arthroscopique à visée didactique. Les gestes chirurgicaux sont superposables à ce qui est montré sous scopie. Exemple de capsulotomie antérieure réalisée à l'aide d'un ciseau.

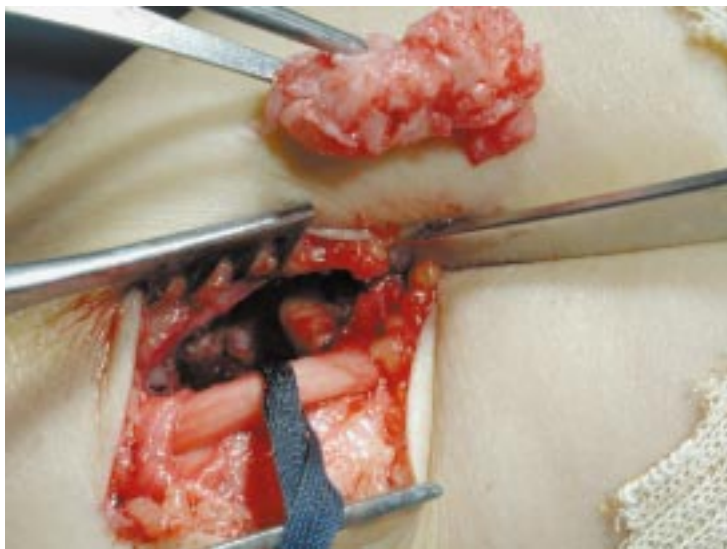


10 Exemple de radiographies de coude de raideur articulaire avec une butée postérieure correspondant à une ossification post-traumatique située sur la gouttière para-olécraniennne interne.

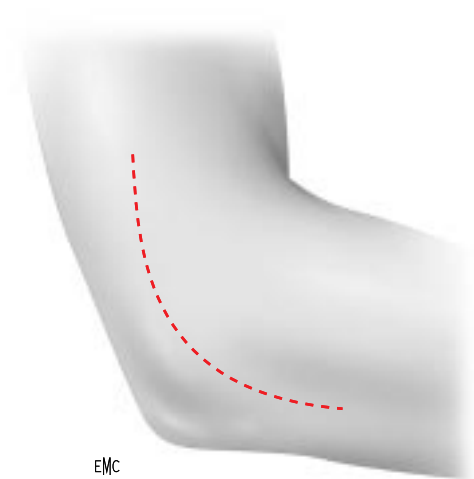
étrangers antérieurs (fig 5, 6), nettoyage de l'articulation antérieure, le geste de capsulotomie peut être réalisé au niveau de la capsule antérieure. Il existe deux possibilités : la première est une désinsertion au niveau de l'humérus de la capsule antérieure qui donne néanmoins le moins d'amplitude articulaire. Le geste le plus efficace est une capsulotomie qui peut se faire à la pince basket ou au bistouri électrique (fig 7, 8, 9). Le geste doit être prudent en raison de la proximité des éléments vasculonerveux qui ne sont protégés que par le muscle brachial antérieur. Dans le compartiment antérieur, le geste arthroscopique peut être complété par une résection des ostéophytes antérieurs, notamment d'ostéophytes de l'apophyse coronoïde, grâce à la fraise motorisée d'un *shaver*. L'évidement de la fossette coronoïdienne est également possible à la curette par la voie d'abord instrumentale. De façon plus rare, certains ont proposé, dans le même temps opératoire, une résection de la tête radiale, soit partiellement, soit totale par morcellement à la fraise motorisée. D'autres ont proposé des trépanations transpalette humérale à la façon de Outerbridge-Kashiwagi pour passer du compartiment antérieur au compartiment postérieur et

éviter les conflits entre les apophyses coronoïdiennes et olécraniennes et leur fossette respective (Stanley).

L'arthroscopie du compartiment postérieur en cas de geste postérieur nécessaire est déjà difficile dans un coude souple, elle l'est encore plus dans un coude enraidé. Le même geste de capsulotomie de nettoyage des fossettes et des ostéophytes peut être réalisé par arthroscopie du compartiment postérieur. Du fait des difficultés techniques fréquentes et du fait du caractère très superficiel du compartiment postérieur, il est possible de réaliser ce geste par arthrotomie postérieure (fig 10, 11). La position coude pendant, en décubitus ventral, le facilite. En cas de compression du nerf cubital ou d'exploration de la gouttière paraolécraniennne interne, l'arthrotomie est indispensable.



11 Par une voie d'abord chirurgicale postérieure, le premier temps de l'arthrolyse consiste ici à réaliser l'ablation de la butée osseuse qui est retirée sous forme de cette ossification dans la pince. La proximité du nerf cubital situé sous le lacs ne permet pas une voie d'abord arthroscopique. Le temps antérieur est, en revanche, arthroscopique.



12 Exemple de voie d'abord externe pure. L'incision cutanée est plus antérieure.

Personnellement, je préfère commencer par le temps d'arthrotomie postérieure quand le coude n'est pas encore gonflé par le liquide de l'arthroscopie. Je ferme ensuite l'arthrotomie de façon étanche et passe au temps arthroscopique antérieur, dans un deuxième temps.

La limite de l'arthroscopie réside dans le fait que le coude est très gonflé en fin d'intervention et qu'il est bien difficile d'apprécier en postopératoire immédiat le secteur de mobilité obtenu. La libération des ligaments collatéraux est par ailleurs impossible.

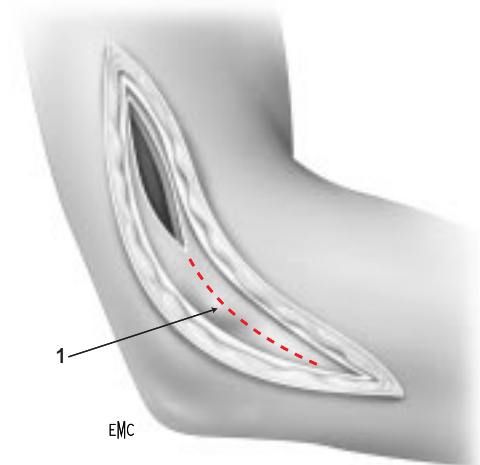
ARTHROLYSE CHIRURGICALE

■ Voie externe pure

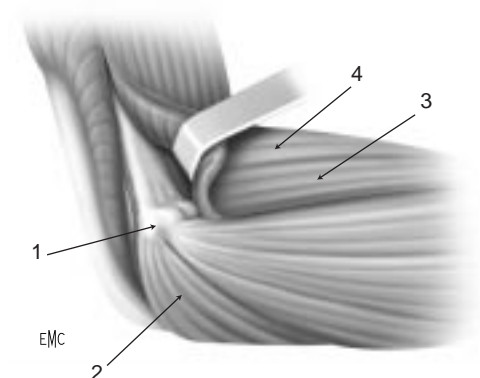
Position de l'opéré : décubitus dorsal avec garrot pneumatique, coude reposant sur une table à bras ou sans table à bras contre le thorax du patient. Le membre supérieur est entièrement drapé.

L'incision longe la cloison intermusculaire externe et commence environ quelques centimètres au-dessus de l'épicondyle. Elle longe l'épicondyle puis se prolonge arciforme à la face externe de l'avant-bras (fig 12).

Au bras, l'incision longe le raphé fibreux séparant le triceps et le brachioradialis en avant de la cloison brachiale externe. À l'avant-bras, l'incision passe dans le tendon conjoint des extenseurs entre extenseurs du carpe (ECR) et extenseur commun des doigts (EDC) que l'on différencie par les fibres verticales des extenseurs des doigts



13 La voie d'abord cutanée puis aponévrotique profonde suit le raphé de la cloison intermusculaire externe au bras. Pour explorer le compartiment postérieur, l'incision suit en bas l'interligne anconé extenseur ulnaire du carpe. Pour le compartiment antérieur, le passage est antérieur au niveau des muscles épicondyliens.



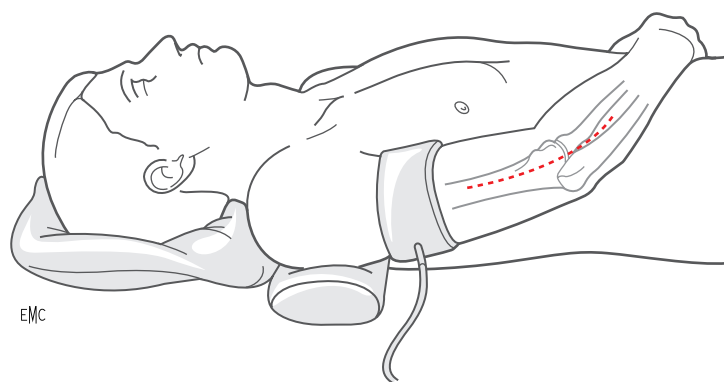
14 Il est possible de passer entre extenseurs des doigts (1) en arrière et muscles extenseurs du carpe (3) et muscle brachioradialis (4) en avant permettant d'avoir un jour antérieur et interne. Il est déconseillé d'ouvrir le ligament annulaire. L'exploration du compartiment postérieur nécessite de passer en avant ou en arrière du muscle anconéus.

(fig 13). Après ouverture de l'interstice, la voie d'abord est élargie par « décoconnement » des ECR en avant de l'épicondyle. Le nerf radial est protégé par le brachioradialis et les ECR. Cette voie permet d'avoir une vue supérieure et latérale sur la tête radiale et les deux tiers antérieurs de la capsule antérieure. Il est fortement conseillé de préserver le ligament annulaire si l'ablation de la tête radiale n'est pas planifiée (fig 14). La partie interne de la capsule est d'accès difficile de même que le ligament latéral interne. Par décollement sous-cutané postérieur, il est possible d'aborder le compartiment postérieur au niveau de la gouttière paraolécraniennne externe. La voie d'abord de la gouttière externe peut passer en avant de l'anconéus, disséquant un lambeau musculaire postérieur comportant en arrière et en continuité le triceps en haut et l'anconéus en bas (voie de Cadenat). Ceci permet d'épargner le nerf de l'anconéus, branche du nerf radial. Il est possible de passer en arrière de l'anconéus. Cette voie d'abord permet l'abord de la capsule postérieure, de la partie postérieure du ligament annulaire et le faisceau postérieur du ligament latéral.

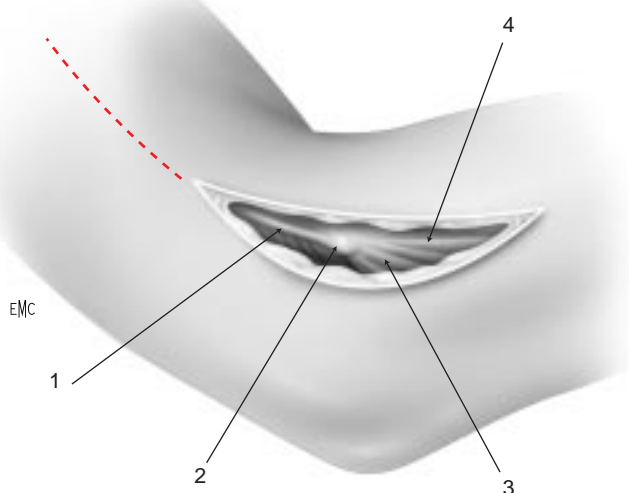
■ Voie postéroexterne (fig 15)

Assez voisine de la voie externe, elle respecte aussi l'appareil extenseur du coude. L'installation, la position du malade et l'incision cutanée sont superposables. Il existe deux variantes :

- une voie postérieure passant en arrière du muscle anconéus ; elle a l'inconvénient théorique de sectionner le nerf de l'anconéus ;
- une incision de type Kocher proposée par la plupart des auteurs (Morrey [14], Cadenat).



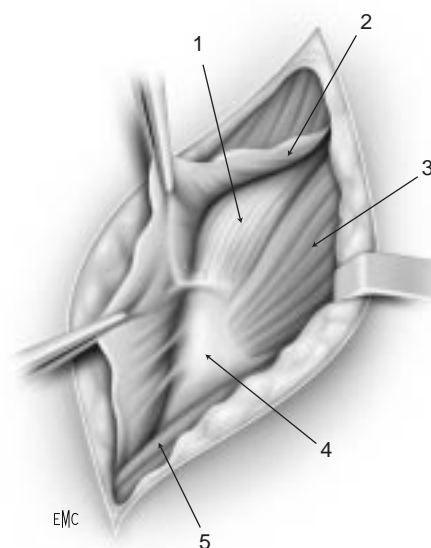
15 Exemple d'installation d'arthrolyse par voie postéroexterne, sous garrot pneumatique, coude sur une table à bras ou sur le thorax du patient.



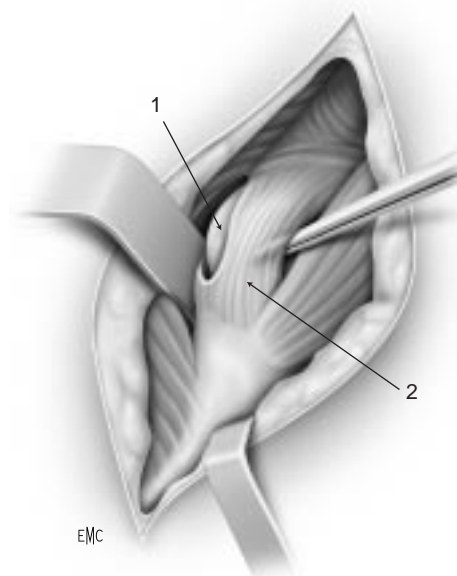
16 Le passage au niveau du bras est identique à la voie externe pure, de même que l'exploration du compartiment postérieur. La voie d'abord cutanée puis aponévrotique profonde suit le raphé de la cloison intermusculaire externe (1) et en bas l'interligne anconé (3) extenseur ulnaire du carpe (4). L'épicondyle sert de repère palpatoire (2).

L'incision cutanée est longiligne et peut rejoindre en bas, par une incision courbe, la crête cubitale. L'incision supérieure brachiale est identique à la voie externe entre triceps et brachioradialis puis ECR, le long de la cloison intermusculaire externe (fig 16). Sous l'épicondyle, l'incision passe plus postérieure que l'incision externe entre l'anconéus et l'extenseur ulnaire du carpe. La dissection en bas permet d'atteindre la capsule articulaire. La dissection passe ensuite entre le plan des épicondyliens et la capsule, relevant ceux-ci en masse en avant (fig 17). Elle nécessite une désinsertion de l'épicondyle latéral et de la colonne externe de l'humérus. La dissection est donc amenée à soulever progressivement l'extenseur ulnaire du carpe puis l'extenseur commun des doigts longs, le court extenseur radial du carpe. Au niveau brachial, la dissection peut emmener jusqu'au brachioradialis. Coude fléchi à 90°, le plan de dissection expose le ligament latéral et toute la capsule antérieure, un écarteur refoulant tout le plan musculaire antérieur et les éléments vasculonerveux qu'il protège. La capsule peut être excisée de façon cunéiforme à partir du bord supérieur du ligament latéral (fig 18). En cas de nécessité, un abord postérieur peut être réalisé de façon concomitante par décollement postérieur en arrière de l'épicondyle jusqu'à la gouttière paraolécraniennne externe. La voie d'abord est large sur le compartiment postéroexterne. Cette voie d'abord a l'inconvénient de donner un mauvais jour sur la partie interne aussi bien du compartiment postérieur que du compartiment antérieur.

L'incision se termine par la réinsertion du feuillet musculaire et aponévrotique antérieur par suture bord à bord de l'aponévrose externe éventuellement par des points transosseux sur l'épicondyle.



17 Tout le plan musculaire intéressant en haut les épicondyliens jusqu'au brachioradialis est soulevé en masse, préservant le ligament collatéral latéral et surtout le ligament annulaire. 1. Ligament collatéral latéral ; 2. extenseur commun des doigts ; 3. anconéus ; 4. épicondyle ; 5. triceps brachial.

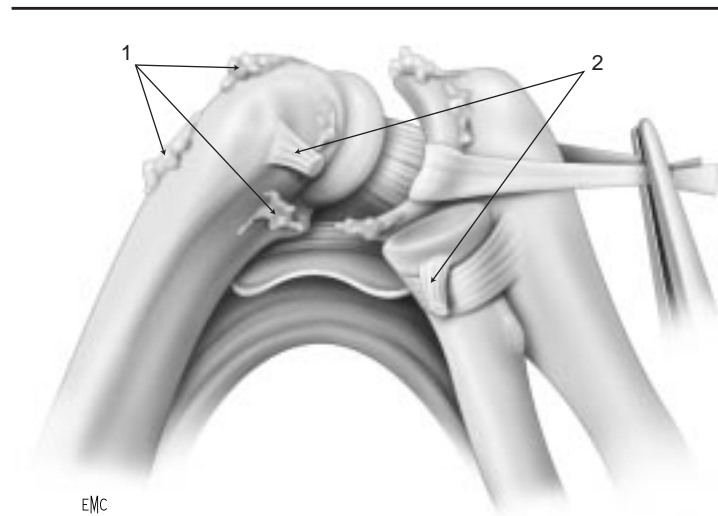


18 En maintenant rétracté par un écarteur le plan musculaire antérieur qui protège le nerf radial, la capsule antérieure (1) peut être excisée ou ténotomisée en avant et au-dessus du ligament collatéral latéral (2). Par cette même voie, le compartiment postérieur peut être abordé pour un nettoyage du compartiment postérieur.

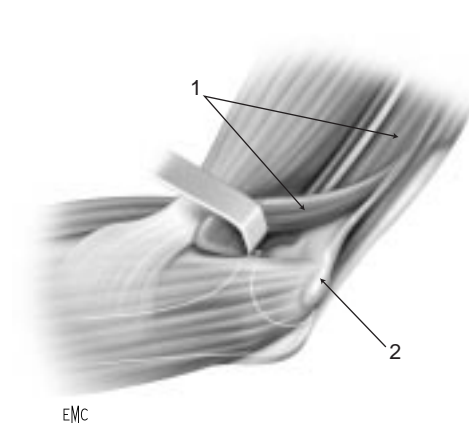
Cette voie postéroexterne peut être étendue comme le propose Tsuge [15]. En effet, en étendant la désinsertion des muscles épicondyliens en avant et en arrière de l'appareil extenseur intéressant le triceps, l'anconéus et jusqu'à l'insertion du triceps sur le cubitus et l'olécrane, il est possible d'exposer largement tout le compartiment postérieur (fig 19). Tsuge incise en Z le ligament latéral, ce qui permet de luxer complètement l'articulation du coude par voie externe. La luxation en dedans de l'articulation est facilitée par la section, pour lui, de la partie postérieure du ligament collatéral médial ne respectant que le faisceau antérieur le plus important, selon lui, pour la stabilité. Le coude peut alors être luxé en dedans, exposant largement les surfaces articulaires. La fermeture associe la suture du ligament latéral et la réinsertion du plan musculaire externe.

■ Voie d'abord interne

Elle permet la neurolyse du nerf cubital et par décollement postérieur, l'abord de la gouttière paraolécraniennne. Plusieurs



19 La technique de Tsuge consiste à sectionner le ligament collatéral latéral (2) du coude et à agrandir la désinsertion du plan musculaire antérieur et postérieur permettant une véritable dislocation du coude autour du point fixe que représente le ligament latéral médial. Ceci est particulièrement indiqué dans les nettoyages de coude pré-arthrosiques avec nombreux ostéophytes (1).



20 Exemple de voie d'abord interne. L'option choisie est ici la désinsertion de la partie supérieure des épicondyliens médiaux (1), préservant l'insertion du chef moyen (2).

variantes sont encore possibles. La voie la plus fréquemment réalisée ménage le hauban musculaire des muscles de l'épicondyle médial. La voie d'abord passe par la gouttière bicipitale interne entre, en avant, le paquet huméral et en arrière, le groupe musculaire, coude fléchi à 90°. Le plan de dissection longe la partie superficielle des muscles de l'épicondyle médial refoulant en avant le paquet huméral. Il faut prendre garde à la branche du médian à destinée de ces muscles. La partie interne du plan capsulaire est facilement retrouvée et cette incision permet un abord limité mais complémentaire de la voie externe permettant la section capsulaire interne. Une variante défendue par Judet consiste à désinsérer la partie supérieure des épicondyliens médiaux, en gardant le chef moyen en continuité. Celui-ci suffit à stabiliser le coude et permet un abord plus large de la capsule antérieure (fig 20). Par décollement postérieur, il est possible d'aborder la gouttière paraolécraniennne interne et le ligament latéral médial et de faire la neurolyse du nerf ulnaire.

Une autre voie d'abord plus extensive mais plus iatrogène est la voie réclinant les muscles de l'épicondyle médial par ostéotomie sagittale de celle-ci. Par la même incision cutanée, l'épicondyle médial est exposé et ostéotomisé de façon sagittale. Ceci donne un jour large sur la partie interne de l'articulation. La réparation peut se faire par vissage ou suture périostée en sachant que ce geste est plus agressif, a priori iatrogène avec des risques de démontage. Enfin, certains passent à travers le groupe musculaire de l'épicondyle radial par discision musculaire longitudinale.

■ Voies postérieures

Celles-ci sont plus exceptionnelles, particulièrement indiquées dans les arthropathies dégénératives avec ostéophytes importantes. Elles sont surtout intéressantes lorsque des abords et des gestes étendus sont nécessaires.

L'installation est réalisée en décubitus latéral ou ventral avec un garrot pneumatique, une incision cutanée longitudinale, centrée sur la ligne médiane ou légèrement décalée pour diminuer les tensions de la suture lors de la rééducation postopératoire en dedans ou en dehors selon la voie à travers le triceps.

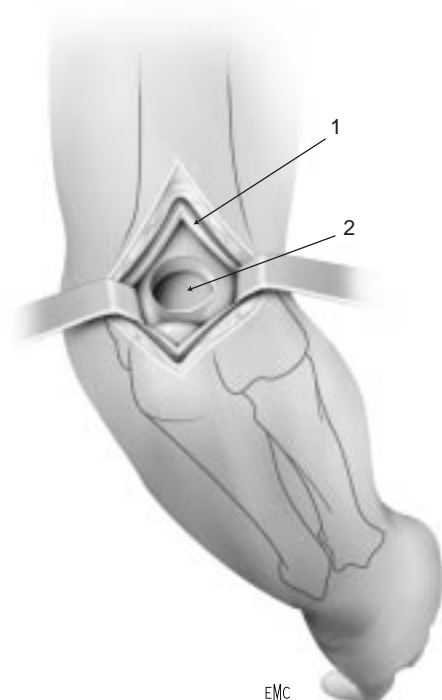
Voies d'abord à travers le plan musculaire : toutes les combinaisons sont possibles ou ont été imaginées. Les voies d'abord transtricipitales peuvent se limiter à une discision longitudinale médiale sur le triceps avec un léger décollement de l'olécrane mais sans fragilisation de l'insertion du triceps sur l'olécrane. Cette incision peut être décalée en dedans ou en dehors et étendue plus ou moins loin sur l'olécrane en décochant l'insertion du triceps de l'olécrane. Ce décochement peut se faire au bistouri en sous-périosté ou avec décoloration osseuse aux ciseaux à frapper emportant avec le périoste de fins copeaux osseux pour favoriser la réinsertion du triceps. La voie de Gschwend passe au milieu du triceps et libère deux feuillets de taille équivalente, médiane et latérale. La voie de Morrey^[14] est décalée en dedans et dissèque un feuillet latéral le plus important qui est luxé en dehors. La réinsertion de l'appareil extenseur compte sur la continuité entre l'aponévrose du triceps et l'aponévrose antibrachiale. Certains soulèvent des copeaux osseux en abord en décoloration. D'autres déperioستent simplement. Il est enfin possible de ne pas toucher l'insertion du triceps et de passer de part et d'autre de celui-ci, la voie d'abord étant alors beaucoup plus limitée. Le repérage du nerf ulnaire est en général conseillé.

Voies d'abord par rapport à la palette humérale : ces différentes voies d'abord donnent un excellent jour sur tout le compartiment postérieur qui peut être traité. Le compartiment antérieur peut être abordé de différentes façons, soit à la façon de Outerbridge-Kashiwagi (cité par Hertel^[8]). Celle-ci consiste à faire une trépanation dans la fossette olécraniennne correspondant en avant à la fossette coronoïdienne entre les deux piliers de la palette humérale qui sont respectés, maintenant sa solidité. Cette trépanation est faite d'arrière en avant, soit à l'aide de tréfiles, soit à l'aide d'une mèche de gros diamètre centrée sur le creux de la fossette olécraniennne. La trépanation est ensuite élargie à la pince de Kérisson. La voie d'abord transhumérale donne un jour limité au compartiment antérieur (fig 21), permet une capsulotomie antérieure limitée et surtout une ablation des ostéophytes coronoïdiens et des corps étrangers antérieurs (fig 22). Une capsulectomie complète n'est pas possible. Il est alors nécessaire de compléter les voies d'abord par des voies latérale et médiane ou une arthroscopie antérieure (fig 23).

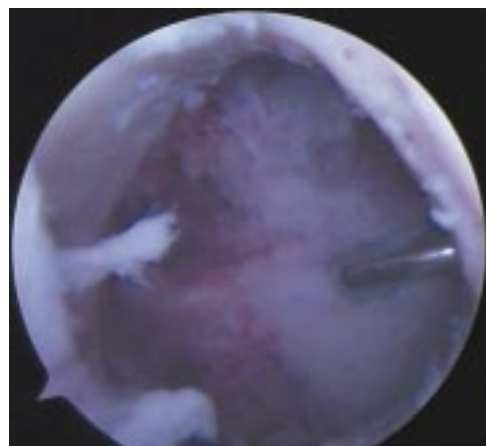
Ces voies d'abord sont ensuite fermées par réinsertion sur l'olécrane des triceps, en général par des points transosseux.

■ Voies d'abord antérieures (fig 24)

Elles sont plus exceptionnellement réalisées, notamment du fait du caractère limité de la voie d'abord par tous les éléments vasculonerveux qui sont antérieurs et le caractère disgracieux de la cicatrice antérieure. En effet, toutes les incisions longitudinales donnent souvent des cicatrices hypertrophiques sur la face antérieure du bras. Il convient donc qu'elles soient brisées au niveau du pli du coude avec un segment horizontal assez étendu. La voie d'abord est gênée par les branches terminales du musculocutané et les veines qui sont volumineuses. L'incision à travers le plan musculaire passe, soit dans la gouttière bicipitale externe en prenant bien soin de refouler en dehors le nerf radial. Au niveau de la gouttière bicipitale interne, il faut sectionner l'expansion aponévrotique interne du biceps et récliner en dedans le paquet huméral. Une fois la face antérieure du muscle brachial abordée, la dissection est alors facile puisqu'il suffit, quel que soit l'abord initial,



21 Exemple de voie postérieure. L'option choisie ici est une voie à travers le triceps (1) sans désinsertion de celui-ci, une trépanation à travers la palette humérale (2) selon Outerbridge-Kashiwagi.



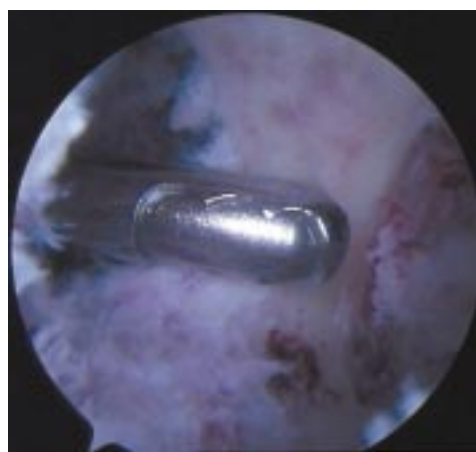
22 Vue de la trépanation transpalette avec de part et d'autre les deux piliers de la palette humérale selon la technique de Outerbridge-Kashiwagi. Vue par la voie postérieure montrant la capsule antérieure qui peut donc être sectionnée.

de sectionner longitudinalement les fibres du muscle brachial. La capsule antérieure est alors sectionnée longitudinalement ou transversalement indifféremment.

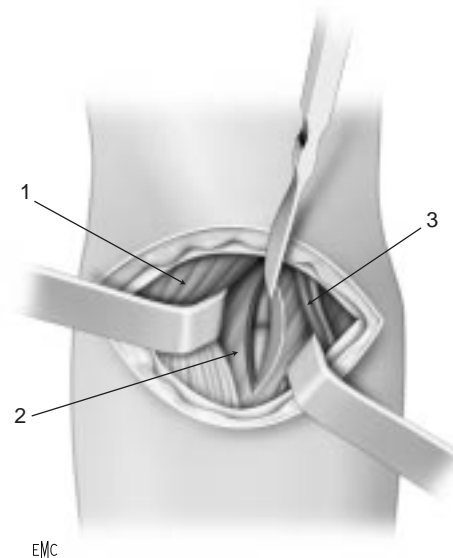
■ Principales combinaisons

L'arthrolyse par voies latérales est la plus communément réalisée [1, 3]. Pour la plupart des auteurs, l'intervention commence par la voie d'abord externe ou postéroexterne avec libération antérieure et postérieure par cette voie. En cas de résultat incomplet, une voie d'abord interne est réalisée en complément. D'autres comme Judet préconisent une attitude éclectique selon le contexte anatomoclinique. La voie première utilisée est guidée par l'analyse des lésions, en se contentant, si possible, d'une seule voie d'abord.

Les arthrolyses par voies postérieures sont particulièrement indiquées en cas d'arthropathie dégénérative avec ostéophytose importante. Elles utilisent en majorité une voie transtricipitale et une trépanation transolécraniennne. Celle-ci est suffisante pour Morrey [14]. Pour Hertel [8], elles sont complétées par des voies d'abord latérale et médiale par décollement sous-cutané.



23 Vue d'un résecteur synovial à travers la trépanation de la palette.



24 Exemple de voie d'abord antérieure passant dans la gouttière bicipitale interne avec dissection des fibres du brachial antérieur (1), un écarteur refoulant en dehors le tendon du biceps (2) après section de l'expansion de l'aponévrose interne et d'un autre écarteur refoulant en dedans le pédicule huméral (3).

■ Que faire du nerf ulnaire ?

Les différentes séries présentées en bibliographie rapportent toutes un taux significatif de complications neurologiques touchant le nerf ulnaire. Il est fortement conseillé de repérer le nerf ulnaire lorsque la dissection passe à proximité. L'adage « pas vu, pas pris » est particulièrement inadapté dans les arthrolyses du coude. En cas de signes neurologiques graves préopératoires, une translocation antérieure est conseillée et est possible, aussi bien par la voie médiale que par les voies postérieures.

Indications

QUAND L'INDICATION D'ARTHROLYSE DOIT-ELLE ÊTRE POSÉE ?

Les raideurs du coude s'améliorent lentement avec la rééducation. L'indication d'arthrolyse du coude peut être retenue dans les cas suivants :

- les cas de plafonnement de l'évolution lors de deux examens successifs à 1 ou 2 mois d'intervalle ;
- les patients désireux d'accélérer le résultat ;
- les cas de butées osseuses évidentes qui ne peuvent disparaître que par excision chirurgicale ;

– certains auteurs relèvent le mauvais pronostic des délais trop tardifs, notamment supérieurs à 9-12 mois après le traumatisme [2, 13].

CONTRE-INDICATIONS

Les destructions articulaires sont des contre-indications et relèvent des arthroplasties. Gates et Urbaniak [7] retiennent la perte de la congruence articulaire. Morrey [14] y ajoute la perte de plus de 50 % du cartilage, et la nécessité de sectionner au moins un des ligaments latéraux.

INDICATIONS RESPECTIVES DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES

Mobilisation sous anesthésie générale : elle consiste à mobiliser sans voie d'abord le coude par mobilisation passive sous anesthésie générale ou locorégionale. Elle vise à faire céder les freins capsuloligamentaires. En cas de raideur importante, les contraintes appliquées aux surfaces articulaires par effet de levier ou de casse-noix majorent les lésions articulaires. Elle doit donc être prudente. La mobilisation sous anesthésie n'est possible que dans les raideurs limitées, sur les traumatismes relativement récents remontant au plus à 2 ou 3 mois. La bonne indication est une raideur majeure persistant 2 à 3 semaines après traumatisme ou une arthrololyse du coude. L'arthrololyse arthroscopique est réservée classiquement aux raideurs limitées. En effet, des raideurs majeures ne laissent pas de chambre articulaire suffisante pour rentrer en sécurité dans l'articulation du coude. L'étude de la littérature montre des résultats modestes mais intéressants dans les raideurs peu importantes, notamment chez le sportif, et surtout dans les cas de corps étrangers où il s'agit de l'indication reine.

L'arthrololyse chirurgicale s'adresse à tous les autres cas, sauf en cas de raideur intrinsèque et de lésion cartilagineuse majeure où il faut alors discuter une arthroplastie prothétique ou non prothétique.

Soins postopératoires

MOBILISATION PASSIVE CONTINUE ASSISTÉE PAR ARTHROMOTEUR

L'efficacité de celle-ci est controversée, avec des résultats dissociés selon les auteurs, très favorables pour Breitfuss [3] et Gates [7] si la mobilisation est très précoce.

BLOCS ANESTHÉSQUES CONTINUS

Les blocs axillaires ou brachiaux en continu permettent, sous couvert de l'indolence, une mobilisation précoce d'assez grande amplitude. Il s'agit néanmoins d'une technique à risque dans la mesure où la suppression de la douleur fait supprimer le garde-fou de la douleur. On risque ainsi des lésions neurologiques, voire des lésions cutanées ou ostéoarticulaires.

ATTELLES DE POSTURE

Ces attelles sont confectionnées en position maximale d'extension et de flexion, en matériel thermoplastique ou en résine, habituellement en fin d'arthrololyse. Hertel [8] propose le protocole suivant : 5 à 6 jours après l'arthrololyse, lorsque le coude est dégonflé : 1 heure en attelle en flexion maximale, 1 heure de mobilisation active ou passive, 1 heure en attelle en extension maximale, 1 heure de mobilisation active ou passive et le cycle se continue sur toute la journée. L'immobilisation nocturne est en extension maximale et ceci pour 2 mois environ.

ANTI-INFLAMMATOIRES

Ils sont conseillés à visée antalgique et de prévention des ossifications secondaires. L'indométacine à la dose de 25 mg, trois fois par jour, est le plus souvent cité.

Cas particuliers

OSTÉOMES NEUROGÈNES

Un cas étiologique plus particulier est l'ostéome neurologique. Celui-ci correspond à la formation de ponts osseux en règle périarticulaires qui s'immiscent parfois autour des structures neurologiques. Elles compliquent les troubles neurologiques avec perte de conscience prolongée. La physiopathologie reste controversée. Elles aboutissent à des ankyloses souvent complètes articulaires n'intéressant bien entendu pas exclusivement le coude. Le traitement repose sur l'excision chirurgicale de ces ponts osseux. Ils épargnent en règle l'articulation proprement dite et pontent l'articulation le long des corps musculaires. La date de l'intervention est très controversée, du fait du risque de récurrence en cas d'ostéomes non matures. Les différents signes cliniques et paracliniques évaluant la maturation de l'ostéome comme les scintigraphies semblent avoir fait place à une indication centrée sur la stabilisation et la régression des signes neurologiques.

OSTÉOCHONDROMATOSE

Cette pathologie synoviale est à l'origine de la production de corps étrangers cartilagineux intra-articulaires comblant la cavité articulaire et bloquant la mobilité du coude par effet de souris articulaire. Les corps étrangers peuvent être sessiles, pédiculés ou libres, radiotransparents ou radio-opaques, uniques ou nombreux. Il existe même des formes cliniques où les chondromes ne sont pas individualisés et remplissent l'articulation. Cette maladie synoviale d'origine indéterminée évolue en deux stades : active où les corps étrangers sont produits, puis quiescente. L'ablation des corps étrangers dans le premier cas comporte un risque de récurrence.

Résultats

Les différentes séries (tableau I) rapportent globalement des résultats intéressants avec des gains moyens d'amplitude de 25 à 60°. Si l'ensemble des auteurs considèrent que les atteintes post-traumatiques ont un meilleur pronostic que les atteintes dégénératives, il n'y a pas de consensus sur d'autres éléments pronostiques, à part peut-être un délai de prise en charge inférieur à 10-12 mois post-traumatiques.

Conclusion

Les arthrolyses du coude utilisent toutes les ressources des techniques chirurgicales, qu'elles soient arthroscopiques ou à ciel ouvert, de même que toutes les voies d'abord du coude. Le choix d'une technique dépend de l'analyse de chaque cas qui reste particulier : post-traumatique ou dégénératif, voies d'abord initiales, analyse des butées et des freins. L'arthrololyse doit être encadrée par une rééducation très contrôlée et intensive, aussi indispensable à la chirurgie que l'est la deuxième roue d'un vélo. Dans ces conditions, le résultat est habituellement bon et satisfait le patient.

Tableau I. – Résultats.

| Auteurs | Année de parution | Nombre de cas | Suivi (mois) | Voies d’abord | Résultats des cas post-traumatiques, gains en degrés ou pourcentage d’amélioration | Résultats des cas d’arthrose | Résultats des cas mixtes | Facteurs pronostiques |
|-----------|-------------------|---------------|--------------|----------------------|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Hertel | 1997 | 27 | 30 | Postérieure combinée | 34° | 23° | 36° | Étiologies |
| Breitfuss | 1991 | 59 | 27 | | 47 % pour les fractures, 35 % pour les fractures-luxations, 55 % pour les cas opérés dans les 3 mois, 44 % dans les cas opérés au-delà de 10 mois | | | |
| Chantelot | 1999 | 26 | 85 | Latérale ± médiale | 38° ou 44 % | | | Raideur initiale |
| Gates | 1992 | 33 | | Latérale | 25° sans arthromoteur, 47° avec arthromoteur | | | Mobilisation précoce motorisée |
| Lahoda | 1999 | 69 | 14,7 | | 62° | | | Délai supérieur à 9 mois |
| Tsuge | 1994 | 29 | 64 | Tsuge | | 34° | | |
| Kim | 1995 | 25 | | Arthroscopie | | | 24° | |
| Kelberine | 1999 | 42 | | Arthroscopie | 38° | | | |

Références

[1] Amillo S. Arthrolysis in the relief of post-traumatic stiffness of the elbow. *Int Orthop* 1992 ; 16 : 188-190

[2] Boerboom AL, De Meyer HE, Verburg AD, Verhaar TA. Arthrolysis for post-traumatic stiffness of the elbow. *Int Orthop* 1993 ; 17 : 346-349

[3] Breitfuss H, Muhr G, Neumann K, Neumann C, Rehn J. Arthrolysis of post-traumatic stiff elbow. Which factors influence the end result ? *Unfallchirurg* 1991 ; 94 : 33-39

[4] Byrd JW. Elbow arthroscopy for arthrofibrosis after type radial head fractures. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 162-165

[5] Chantelot C, Fontaine C, Migaud H, Rémy F, Chapnikoff D, Duquennoy A. Retrospective study of 23 arthrolyses of the elbow for post-traumatic stiffness: result predicting factors. *Rev Chir Orthop* 1999 ; 85 : 823-827

[6] Gallay SH, Richards RR, O'Driscoll SW. Intra articular capacity and compliance of stiff and normal elbows. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 9-13

[7] Gates HS 3rd, Sullivan FL, Urbaniak JR. Anterior capsulotomy and continuous passive motion in the treatment of post-traumatic flexion contracture of the elbow. A prospective study. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 1229-1234

[8] Hertel R, Pisan M, Lambert S, Ballmer F. Operative management of stiff elbow: sequential arthrolysis based on a transhumeral approach. *J Shoulder Elbow Surg* 1997 ; 6 : 82-88

[9] Jones GS, Savoie FH 3rd. Arthroscopic capsular release of flexion contractures (arthrofibrosis) of the elbow. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 277-283

[10] Kelberine F. Pathologie synoviale, infection et raideurs du coude. *Ann Soc Fr Arthroscopie* 1995 ; 5 : 93-95

[11] Kelberine F, Clouet-d'Orval B. Traitement arthroscopique des raideurs de la pathologie synoviale et infectieuse du coude. In : Arthroscopie. Société française d'arthroscopie. Paris : Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, 1999 : 406-410

[12] Kim SJ, Kim HK, Lee JW. Arthroscopy for limitation of motion of the elbow. Arthroscopy of the elbow. *Arthroscopy* 1995 ; 11 : 680-683

[13] Lanoda LU, Klapperich T, Hahn MP, Muhr G. Results of post traumatic elbow arthrolysis: a prospective study. *Chirurg* 1999 ; 70 : 1302-1306

[14] Morrey BF. Primary degenerative arthritis of the elbow: ulno humeral arthroplasty. In : Morrey BF ed. The elbow and its disorders. Philadelphia : WB Saunders, 1993 : 120-130

[15] Tsuge K, Mizuseki T. Debridement arthroplasty for advanced primary osteo-arthritis of the elbow. *J Bone Joint Surg Br* 1994 ; 76 : 641-646

Arthroscopie de l'épaule. Installation, voies d'abord et exploration normale

H. Coudane, F. Claudot, P. Hardy

L'arthroscopie de l'épaule est un acte chirurgical qui permet de traiter la plupart des affections de l'épaule. Elle est pratiquée sous anesthésie générale et/ou sous bloc interscalénique, le patient étant installé en décubitus latéral ou en position semi-assise. L'arthroscopie de l'articulation glénohumérale étudie l'ensemble des structures intra-articulaires (cartilages de la tête humérale et de la glène, bourrelet, longue portion du biceps, tendon du subscapulaire, ligaments glénohuméraux). L'exploration de la bourse sous-acromiale analyse le ligament coracoacromial, l'articulation acromioclaviculaire, la face antérieure de l'acromion, la face endobursale des tendons de la coiffe des rotateurs.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Arthroscopie de l'épaule ; Articulation glénohumérale

Plan

| | |
|--|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Méthodes d'anesthésie | 1 |
| En France | 1 |
| Différentes techniques | 1 |
| Anesthésie combinée | 2 |
| Indications | 2 |
| Complications | 2 |
| ■ Installation | 2 |
| Généralités | 2 |
| Environnement | 2 |
| Champ opératoire | 3 |
| ■ Instrumentation | 4 |
| Généralités | 4 |
| Décontamination du matériel | 4 |
| ■ Voies d'abord | 4 |
| Exploration de l'articulation glénohumérale | 4 |
| Exploration de la bourse sous-acromiale | 5 |
| ■ Anatomie normale | 5 |
| Articulation glénohumérale | 5 |
| Bourse sous-acromiale | 8 |
| ■ Complications | 9 |
| Complications liées à l'environnement | 9 |
| Complications liées à la technique | 10 |
| Échecs des techniques d'arthroscopie de l'épaule | 10 |
| ■ Exercice professionnel et arthroscopie de l'épaule | 10 |
| Généralités | 10 |
| Arthroscopie de l'épaule et infections associées aux soins (IAS) | 10 |
| Arthroscopie de l'épaule et chirurgie ambulatoire | 11 |
| Information du patient en arthroscopie de l'épaule | 11 |
| ■ Conclusions | 11 |

■ Introduction

Les travaux de Burman [1] en 1931 restent la référence historique de l'expérimentation arthroscopique des articulations.

Il faut attendre les publications de Johnson [2, 3], Wiley [4], Haeri [5] en 1980, de Caspari [6] en 1982, de Andrews [7] en 1983 pour que l'arthroscopie de l'épaule dépasse le stade de la confidentialité. Les avantages de cette technique, la rapide rééducation postopératoire, le repérage aisé des éléments capsuloligamentaires permettait de préciser le diagnostic et de développer des techniques autorisant le traitement des affections appartenant aux deux principaux cadres nosologiques de la pathologie de l'épaule : les instabilités et les tendinopathies de la coiffe des rotateurs.

■ Méthodes d'anesthésie [8]

En France

La consultation dite préanesthésique est une obligation dont les modalités sont précisées par le décret n° 94-1050 du 5 décembre 1994 (art. D 6124-91). Tous les patients devant subir une arthroscopie de l'épaule – même dans le cadre d'une séance de chirurgie ambulatoire – doivent bénéficier de cette consultation préanesthésique, faute de quoi tout incident et/ou toute complication pourrait mettre en jeu la responsabilité médico-légale du praticien arthroscopiste et/ou du médecin anesthésiste.

Différentes techniques

Anesthésie générale

Ce mode d'anesthésie reste couramment employé, que l'arthroscopie se déroule en décubitus latéral avec traction ou en position semi-assise. Le contrôle des voies aériennes (intubation ou masque laryngé) est obligatoire.

Anesthésie locorégionale

D'utilisation de plus en plus fréquente, elle offre des avantages comme celui d'assurer une analgésie postopératoire dans cette chirurgie parfois douloureuse. Il existe cependant des inconvénients, comme l'inconfort du malade, et des risques neurologiques lors de la réalisation technique. Il paraît difficile de proposer ce type d'anesthésie pour une installation associant décubitus latéral et traction.

On distingue trois types d'anesthésie locorégionale :

- les **blocs du plexus brachial** : le bloc interscalénique [9, 10] ou bloc suprascapulaire (le bloc axillaire n'a aucune place dans la chirurgie de l'épaule) ;
- l'**anesthésie intra-articulaire** ;
- l'**anesthésie péridurale cervicale**.

Blocs du plexus brachial

Le but de l'anesthésie locorégionale est d'obtenir un bloc sensitif, mais aussi moteur, afin que le chirurgien puisse effectuer toutes les manœuvres dans une articulation parfaitement relâchée. L'innervation sensitive de l'épaule dépend essentiellement du nerf axillaire et de ses branches, ainsi que du nerf sus-scapulaire (branche du tronc primaire supérieur du plexus brachial) pour l'articulation glénohumérale. Les tissus situés autour de l'articulation acromioclaviculaire dépendent, sur le plan sensitif, des nerfs supraclaviculaires latéraux. La sensibilité cutanée du moignon de l'épaule, ainsi que des parties antérolatérales du cou dépendent du plexus cervical superficiel (C2 à C4).

Bloc interscalénique [11, 12]. Il est réalisé au niveau de C6.

Bloc supraclaviculaire. L'injection d'anesthésique est réalisée au niveau des troncs primaires. Les racines C4-C7 sont anesthésiées.

Les contre-indications à l'anesthésie locorégionale sont rares : refus du patient, allergie aux anesthésiques locaux, paralysie phrénique ou récurrentielle controlatérale, insuffisance respiratoire majeure.

Anesthésie intra-articulaire

Elle consiste à injecter en intra-articulaire de l'anesthésique local (Xylocaïne®). Utilisée au genou, cette technique est peu pratiquée à l'épaule (éventuellement pour les réductions de luxations glénohumérales). Elle offre une analgésie moins longue que les blocs du plexus brachial.

Anesthésie péridurale cervicale

Elle peut être utilisée dans le cadre de la chirurgie de l'épaule. Les espaces les plus souvent ponctionnés sont C6-C7 et C7-D1. Cette technique présente cependant des risques cardiaques (bradycardie par paralysie du sympathique cardiaque) et respiratoires (paralysie diaphragmatique) qui paraissent disproportionnés par rapport aux risques de la chirurgie proposée.

Anesthésie combinée

Le bloc interscalénique ou supraclaviculaire est complété par une anesthésie générale. Actuellement, cette technique combinée semble être une bonne alternative dans la réalisation des arthroscopies d'épaule. Elle permet de diminuer la « profondeur » de l'anesthésie générale (chirurgie ambulatoire), et de conserver un confort de qualité, tant pour le chirurgien que pour le malade.

Indications

Le choix de la technique anesthésique en matière d'arthroscopie de l'épaule ne se résume plus au choix traditionnel entre anesthésie locorégionale et anesthésie générale, il varie selon l'installation, le type de technique chirurgicale arthroscopique et l'évaluation clinique et psychologique du patient.

Les anesthésistes disposent d'hypnotiques intraveineux dont les effets cumulatifs restent faibles ; ils permettent une sédation de qualité et rapidement réversible.

Il existe des contre-indications respiratoires spécifiques aux blocs interscalénique et supraclaviculaire. La recherche d'une analgésie postopératoire de qualité (poursuivie éventuellement grâce à la mise en place d'un cathéter) laisse une large place à l'anesthésie locorégionale, associée ou non à l'anesthésie générale. L'analgésie intra-articulaire peut être utile en cas de contre-indication à l'anesthésie locorégionale. La moindre durée de l'analgésie est à mettre en balance avec la simplicité de réalisation de cette technique. Quant à l'anesthésie péridurale, elle garde des indications limitées.

Complications

Il est fréquent que l'on constate, quelques heures après la réalisation d'un bloc interscalénique, une paralysie récurrentielle, un syndrome de Claude-Bernard Horner ou une paralysie

phrénique : ces complications sont relativement fréquentes (30 à 60 % des cas) et sans répercussion majeure : il faut en informer néanmoins le patient avant l'intervention, la récupération demandant 12 à 48 heures [13].

L'échec du bloc interscalénique peut être cité comme une complication.

D'autres complications sont beaucoup plus graves, mais exceptionnelles : anesthésie péridurale cervicale ou rachianesthésie qui témoignent d'une diffusion du produit anesthésique dans les espaces arachnoïdiens et qui doivent faire surseoir à la pratique du geste arthroscopique prévu. Il en est de même des injections dans l'artère vertébrale qui peuvent entraîner un coma ou un arrêt circulatoire. Les neuropathies par blessure traumatique par le biseau de l'aiguille ou l'injection intraneurale sont en règle prévenues par l'utilisation du neurostimulateur et des aiguilles à biseau court. Coudane [14] a rapporté le cas exceptionnel d'une paralysie définitive du membre supérieur après rachianesthésie cervicale ayant entraîné un myéloménin-gocèle par blessure médullaire.

■ Installation

Généralités

L'arthroscopie de l'épaule ne peut être réalisée que dans un environnement chirurgical offrant au patient toutes les conditions de sécurité d'une salle d'opération possédant les normes définies par la réglementation française. Il est actuellement interdit d'effectuer des arthroscopies dans des établissements ne possédant pas les critères des salles d'opération et les structures d'hospitalisation traditionnelle, contrairement à ce qui est autorisé en Australie ou aux États-Unis où les arthroscopies peuvent être réalisées selon un mode ambulatoire dans des structures non pourvues de secteurs d'hospitalisation.

Environnement

« Avant une bonne installation, il est nécessaire d'avoir un bon environnement » [15].

Salle d'intervention

Il faut une salle d'opération de taille suffisante, et idéalement réservée à l'arthroscopie. Tout le matériel nécessaire à la mise en route de l'intervention et à la réalisation des différents gestes doit être rapidement accessible, et il est toujours plus commode pour le personnel, comme pour le matériel, d'être à demeure dans une salle du bloc opératoire que d'être transféré de salle en salle au gré des programmes opératoires. La table utilisée est une table d'intervention orthopédique classique, motorisée, pouvant être « cassée » (position semi-assise). Elle doit permettre la fixation de dispositifs de stabilisation pour le corps du patient. Le système de traction est indispensable quelle que soit l'installation (demi-assise ou latérale). Il peut être réalisé par un aide ou par une potence solidarisée à la table qui a une hauteur et une longueur variables, ou des rails fixés au plafond de la salle dans lesquels peut coulisser une poulie réglable en hauteur. Il est en outre indispensable de bénéficier d'une aspiration murale, d'un bistouri électrique convenablement isolé, et enfin d'un éclairage d'intensité variable.

Équipe chirurgicale

Il est souhaitable de disposer d'un aide et d'une instrumentiste bien rôdée à ces techniques. Un second aide est rarement utile. L'équipe du bloc opératoire a en charge, outre le bon déroulement de l'intervention, la prise de clichés photographiques ou d'enregistrements vidéo.

Différentes installations

Deux types d'installation sont utilisés pour pratiquer toutes les procédures d'arthroscopie chirurgicale au niveau de l'épaule : le décubitus latéral, avec traction instrumentale ou traction manuelle dans l'axe du membre supérieur, et la position semi-assise ou « beach chair position ».

« Beach chair » position [16, 17] (Fig. 1)

Cette position semi-assise s'effectue sur table orthopédique « cassée ». L'épaule est dégagée afin de permettre l'accès aux



Figure 1. Installation en position assise : beach chair (côté gauche).

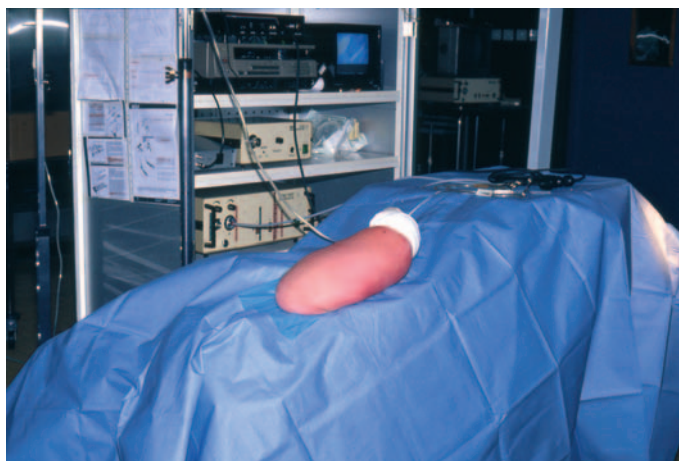


Figure 2. Installation en décubitus latéral strict (côté droit) : les champs en « non tissé » permettent tous les mouvements du membre supérieur.

voies d'abord en avant et en arrière. La tête repose sur une tête (Fig. 1). L'épaule opérée doit dépasser du plan de la table pour que l'opérateur puisse accéder à l'ensemble de la face postérieure de l'épaule et de l'omoplate. Un aide peut modifier la position du bras ou appliquer une traction temporaire. Cette installation permet de diminuer les risques de neurapraxie du plexus brachial, d'enchaîner sur un geste chirurgical à ciel ouvert, sans modifier l'installation du patient, de mobiliser l'épaule sous contrôle arthroscopique (arthroscopie dynamique). Elle permet une intervention sous anesthésie locorégionale. Elle nécessite un aide pour manipuler le bras. L'apparition de buée, en raison de la position déclive de l'arthroscope peut entraîner un écoulement de liquide de drainage sur la caméra. Certains auteurs [18] proposent l'utilisation d'arthroscopes « goutte d'eau » pour pallier cet inconvénient. L'avantage de la conversion en technique à ciel ouvert est plus théorique que pratique car l'infiltration des plans sous-cutanés par le liquide de lavage rend plus difficile la dissection des plans anatomiques.

Décubitus latéral (Fig. 2)

Décubitus latéral strict [19, 20]. Il nécessite deux appuis pelvien et fessier avec un rouleau axillaire afin de protéger le plexus brachial du côté non opéré.

Traction simple. Cette installation est fréquente, la première à avoir été décrite. Elle consiste à maintenir le membre supérieur opéré dans une abduction variant entre 30 et 70° selon les besoins, associée à une flexion de 10 à 20°. La traction appliquée à ce membre supérieur est de 3 à 5 kg en fonction du

poids du sujet et de l'acte réalisé [21], cette traction pouvant être effectuée par un aide, ce qui permet de diminuer la fréquence des complications neurologiques.

Des complications neurologiques ont été décrites quel que soit le type d'installation utilisée : Klein [22] a en effet montré que quelle que soit la position du bras, il existe des contraintes en traction sur le plexus brachial. Les positions les moins traumatisantes seraient une flexion de 90° sans abduction, ou une flexion de 60° avec 30° d'abduction, ou enfin une flexion de 45° avec 60° d'abduction. Pitman [23] a étudié les potentiels évoqués du plexus brachial au cours de 20 arthroscopies de l'épaule : il a confirmé la possibilité de neurapraxie par étirement du plexus brachial, le nerf musculocutané étant le plus menacé. L'incidence des complications neurologiques varie selon les auteurs de 1 à 20 %. Pour Kempf [15], elle est de l'ordre de 1 % et l'évolution est toujours favorable en quelques mois. Les dysesthésies du pouce sont les plus fréquemment rencontrées. L'utilisation d'une force de traction modérée, si possible inférieure à 5 kg (3 kg sont souvent suffisants) et une durée opératoire inférieure à 1 heure semblent éviter ces complications neurologiques. Les antécédents de chirurgie du plexus brachial (côte cervicale, défilé axillaire) sont une contre-indication à la traction, car, chez ces patients, la tolérance nerveuse à l'étirement est diminuée.

Double traction. Cette installation nécessite une traction dans l'axe par prise de l'avant-bras (inférieure à 3 kg, comme décrit précédemment), ainsi qu'une traction au zénith afin de décoap-ter l'articulation glénohumérale (inférieure à 3 kg). Le bras est positionné en flexion-abduction. Cette deuxième traction est effectuée par une sangle fixée à la racine du bras. La somme des deux tractions doit être inférieure à 5-6 kg.

Position semi-latérale [24]. Elle permet d'horizontaliser la glène. L'installation est identique à la précédente, en associant une inclinaison postérieure du tronc, ce qui a pour effet de placer l'épaule opérée légèrement en arrière, et donc d'horizontaliser l'interligne articulaire en compensant l'antéversion glénoïdienne.

Choix de l'installation

Le décubitus latéral a pour avantage une excellente décoap-tation glénohumérale (surtout avec la double traction) et un espace de travail « ergonomique ». L'aide opératoire n'est pas indispensable (sauf en cas de traction non instrumentale). L'installation du malade est un peu plus longue. L'anesthésie est nécessairement générale, ou combinée. La conversion en chirurgie à ciel ouvert est plus difficile. Le risque de neurapraxie existe.

Le choix d'une position dépend de l'opérateur et surtout de l'équipe chirurgicale. L'utilisation de la même installation permet la répétition des gestes et donc l'amélioration de leur exécution. Il est cependant nécessaire de connaître ces installations afin de pouvoir les adapter en fonction de l'anesthésie. Le passage d'une installation à une autre pour le même opérateur est difficile. Il nécessite un temps d'adaptation lié aux modifications du positionnement dans l'espace des structures anatomiques, et donc des instruments d'arthroscopie. Actuellement, la position demi-assise est la plus utilisée en France.

Champ opératoire

Préparation du membre supérieur

Elle est réalisée au liquide antiseptique avec une attention toute particulière pour le creux axillaire. La nature, la qualité des produits antiseptiques sont précisés par les commissions d'hygiène hospitalière. Le badigeonnage doit s'étendre jusqu'au milieu du torse en avant, et jusqu'au coude en arrière pour une installation en décubitus latéral ; il comprend tout le membre supérieur pour une position semi-assise.

Champage

Quelle que soit l'installation, il est préférable d'utiliser des champs opératoires non tissés, imperméables et collés autour du moignon de l'épaule. Ces champs imperméables évitent en effet l'inondation du malade, des anesthésistes et de la salle d'opéra-tion. Les fuites d'eau sont néanmoins inévitables : il est préférable de canaliser celles-ci par des gouttières faites dans les

champs, pour ramener le liquide dans des bassines disposées autour de la table. Des dispositifs plus sophistiqués de recueil de l'eau au sol peuvent être proposés. Si un geste chirurgical conventionnel est envisagé après l'exploration endoscopique, la réalisation d'un nouveau champage est préférable.

■ Instrumentation

Généralités

Le matériel utilisé à l'épaule est schématiquement le même que celui utilisé pour les arthroscopies du genou. Toutefois, les techniques de capsulorraphies et de traitement des ruptures de la coiffe des rotateurs nécessitent l'utilisation de matériels spécifiques. L'arthropompe est indispensable, de même que les canules plastiques de diamètre 5 mm introduites par voies externes ou antérieures : elles permettent le passage des instruments en contrôlant l'étanchéité et la pression intra-articulaire.

Décontamination du matériel

Durant les interventions chirurgicales, le chirurgien et le personnel du bloc opératoire sont exposés aux risques de contamination par le sang (AES).

Actuellement, ce risque comprend la transmission sanguine par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH), de l'hépatite B (VHB), de l'hépatite C (VHC), et éventuellement par l'intermédiaire des prions. Ce risque de contamination est de nature bijective puisqu'il peut intéresser une contamination du patient par le chirurgien, mais surtout du chirurgien ou de l'équipe par le patient. Différentes études réalisées en France [25, 26] montrent que le personnel du bloc opératoire est particulièrement confronté aux AES. Il est donc indispensable que tout le matériel d'arthroscopie, qui pénètre une articulation, suive strictement les consignes réglementaires de la décontamination. La nécessité de répondre aux normes des dernières circulaires du ministère de la santé de 2002 impose un circuit extrêmement précis dans la forme et dans le temps auquel le chirurgien et le personnel du bloc opératoire doivent se soumettre sans aucune exception. La traçabilité des protocoles doit être scrupuleusement exécutée.

■ Voies d'abord

Les voies d'abord doivent permettre l'exploration de l'articulation glénohumérale et de la bourse sous-acromiale. Des voies d'abord spécifiques sont en outre utilisées pour réaliser des techniques chirurgicales particulières (capsulorraphie) ou pour explorer l'articulation acromioclaviculaire.

Exploration de l'articulation glénohumérale (Fig. 3)

Voies d'abord

Voies d'abord postérieures

Voie d'abord postérieure stricte. Elle est utilisée comme abord initial dans l'immense majorité des cas. Son point d'entrée est le « *soft point* » des auteurs anglo-saxons ; il est situé à 2-3 cm en dessous et à 1-2 cm en dedans de l'angle postéroexterne de l'acromion, dans l'intervalle des muscles infraspinatus et teres minor [27]. Concrètement, l'interligne articulaire postérieur est palpé à un travers de doigt sous l'acromion, l'incision cutanée est punctiforme et verticale, le trocart mousse est introduit en visant l'apophyse coracoïde (processus coracoïde). Il doit être préféré au trocart pointu qui est dangereux, surtout pour le cartilage céphalique huméral. Le trocart pointu peut être utilisé pour franchir les tissus sous-cutanés et les muscles, mais il doit être remplacé par le trocart mousse pour le passage intra-articulaire. Le trocart mousse va buter sur le cartilage céphalique huméral ; il est alors plus simple de le diriger légèrement en haut, en avant, et en dedans, en visant l'apophyse coracoïde. Il va donc se placer dans la partie antérosupérieure de l'articulation glénohumérale. Il est possible de diriger le trocart vers le bas, en visant le récessus axillaire inférieur. La sensation d'effraction capsulaire glénohumérale



Figure 3. Épaule droite. Le point 1 correspond à la voie d'abord postérieure stricte *soft point*. Le point 2 correspond à la voie externe pour l'exploration de la bourse sous-acromiale.

doit être ressentie lors du passage du trocart. Une incision trop haute, et surtout trop médiale, peut blesser le nerf suprascapulaire au niveau de l'échancrure spinoglénoïdienne (*incisura scapulae*) [28].

Un contrôle arthroscopique est réalisé avant l'arrivée du liquide de drainage afin d'éviter toute perfusion de liquide en extra-articulaire. Chez les sujets obèses, les repères anatomiques sont parfois difficiles à palper : il est alors prudent de dessiner, avant le badigeonnage et la mise en place des champs, l'acromion, l'épine de l'omoplate, la coracoïde et l'extrémité distale de la clavicule.

Voie postéro-inférieure accessoire. Située 2 cm en dessous de la voie postérieure stricte, elle doit être réalisée sous contrôle arthroscopique en mettant en place une aiguille dirigée vers le bas qui vise le récessus axillaire. L'issue intra-articulaire de l'aiguille est contrôlée par l'arthroscope placé par la voie d'abord postérieure. L'aiguille est remplacée par la canule qui est mise en place directement dans le récessus axillaire. Cette voie d'abord est utilisée essentiellement pour l'ablation de corps étrangers situés dans le cul-de-sac inférieur ; elle peut être aussi utilisée pour effectuer des gestes capsulaires inférieurs.

Voies antérieures et antérolatérales

Toujours déterminées par contrôle articulaire en raison du danger potentiel de lésions nerveuses, elles sont rarement utilisées comme abord initial ; elles nécessitent un contrôle endoscopique obligatoire.

De dehors en dedans. Elle est effectuée par contrôle arthroscopique. Matthews [29] a décrit cette technique après étude anatomique sur cadavre suite à une série d'accidents neurologiques graves. Le repère est strictement intra-articulaire dans le triangle formé par le long biceps, la glène et la tête humérale. L'arthroscope est avancé jusqu'à ce repère et l'incision est guidée par transillumination. L'incision cutanée est effectuée à la partie supéroexterne de l'apophyse coracoïde, avec introduction d'un trocart-mousse au niveau du foramen de Weitbrecht au-dessus du muscle sous-scapulaire.

De dedans en dehors (ou technique de Wissinger [30]). L'optique est introduit à travers le foramen de Weitbrecht puis remplacé par une broche longue mousse (clou de Wissinger) qui permet une perforation de la capsule en avant et un contact sous-cutané. L'incision de la peau est effectuée en regard de cette saillie avec mise en place d'une canule antérieure dans l'articulation. Cette voie est essentiellement instrumentale ; toutefois, une permutation avec la voie postérieure permet la

visualisation de la face antérieure du col de l'omoplate et des structures antérieures [29]. La voie antéro-inférieure sous-coracoïdienne de Wolf [31] nécessite le passage d'un clou de Wissinger au sommet de l'angle formé par le subscapulaire et la glène. La coracoïde est palpée avec la pointe du clou qui est ensuite prudemment poussée sous sa propre pointe. L'émergence est alors véritablement sous-coracoïdienne. Cet artifice a été réalisé par Walch [32] qui reconnaît l'avantage, mais aussi le danger, de léser le nerf musculocutané qui peut cheminer juste sous la pointe de la coracoïde (entre 1 et 5 cm).

Voies d'abord plus latéralisées. Elles sont utilisées pour la réparation des ruptures de la coiffe des rotateurs : elles sont repérées par une aiguille qui permet le positionnement du matériel ancillaire (ancres, sutures).

Voies supérieures

Rétroacromiale décrite par Caspari [33]. L'incision est effectuée en dedans de l'acromion, dans la fosse sus-épineuse, et pénètre à la face supérieure de l'articulation (à travers le corps musculaire du muscle supra spinatus, dans l'angle que forme l'épine de l'omoplate avec le bord interne de l'acromion).

Transacromiale décrite par Resch [34]. C'est une voie identique avec passage transosseux au niveau de l'acromion.

Voie antérosupérieure décrite par Wolf [31]. Elle est réalisée par une incision en dessous du bec de l'acromion.

Exploration de la bourse sous-acromiale

Généralités

Elle se pratique en utilisant la même voie d'abord postérieure que celle effectuée pour l'exploration de l'articulation glénohumérale. L'ensemble canule-trocart est ôté de l'articulation glénohumérale puis est poussé en avant et obliquement vers le haut jusqu'à obtenir le contact osseux de la face inférieure de l'acromion. Un mouvement de balayage de l'ensemble canule-trocart permet d'effondrer les adhérences pour offrir une meilleure vision de la bourse. La bourse est en situation très antéroexterne et l'arthroscope doit être poussé assez en avant. Le repérage, une fois dans la bourse, est assez difficile : il peut être facilité par la mise en place préalable de deux aiguilles le long des bords latéral et médial du bec acromial, aiguilles qui sont ensuite retrouvées dans la bourse sous-acromiale.

Voies d'abord

Voie antérieure [35]

L'optique est retiré. On exécute la même manœuvre transfixante à l'aide du clou de Wissinger qui traverse le ligament acromioclaviculaire que l'on arrive à crocheter car il donne une impression de « corde de piano » caractéristique. Une canule est installée au niveau de l'émergence antérieure du clou qui est retiré.

Voie externe

Elle est située à 1 ou 2 cm du bord latéral de l'acromion et à 2 cm environ en avant de la ligne axillaire afin de bien pouvoir accéder à la face inférieure du bec acromial. L'introduction d'une canule peut, là aussi, permettre le passage des différents instruments, en particulier dans les techniques de suture de la coiffe des rotateurs.

■ Anatomie normale

Articulation glénohumérale

Généralités

L'exploration anatomique de cette articulation doit être systématique et rigoureuse. Cet examen débute, comme l'ont décrit Bunker et Wallace [19], lors de l'introduction de l'optique par voie postérieure par le tendon de la longue portion du biceps puis sont étudiées les structures antérieures, la coiffe, le bourrelet antérieur et postérieur, le cartilage de la tête humérale et la région dite dénudée de la tête humérale avec la zone de réflexion synoviale, l'insertion de l'infra spinatus, le récessus infraglénoïdien, la gouttière postérieure [36].

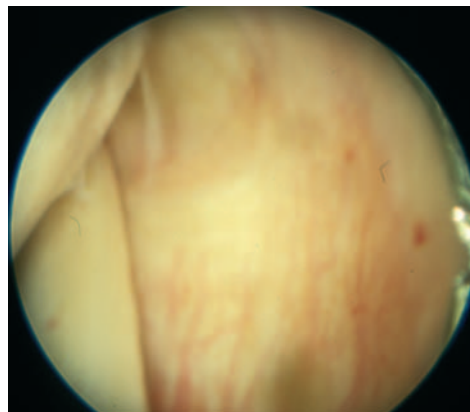


Figure 4. Épaule gauche. Les relations entre le tendon du long biceps et la face endoarticulaire de la coiffe des rotateurs sont très étroites.

L'articulation glénohumérale est le siège d'une pression négative [37], chiffrée à moins 32 mmHg au repos. Après l'introduction de la canule, lors de l'ablation du trocart, on peut parfois entendre le passage à une pression positive.

L'exploration visuelle de l'articulation glénohumérale doit être complétée par la palpation à l'aide du crochet palpeur.

Longue portion du biceps brachial (caput longum)

C'est le premier repère rencontré lorsque l'arthroscope est correctement positionné par la voie acromiodeltoïdienne postérieure. Il s'insère sur le tubercule supraglénoïdien de l'omoplate et semble s'unir au bourrelet glénoïdien (labrum glénoïdal). Le tendon décrit ensuite un arc à la partie haute de l'articulation pour passer au-dessus et en avant du sommet de la tête humérale. Le tendon est arrondi en coupe transversale lorsqu'il quitte son insertion tuberculaire. Il s'aplatit lorsqu'il croise la tête, puis reprend sa forme arrondie lorsqu'il quitte l'articulation sous le ligament huméral transverse dans la gouttière intertuberculaire où il ne devient plus visible.

Dans la cavité articulaire, le tendon du chef long du muscle biceps brachial peut contracter des rapports très variables avec la synoviale.

Le tendon du chef long du muscle biceps brachial fait partie intégrante de la coiffe des rotateurs (Fig. 4). À ce titre, sa pathologie est une cause fréquente de douleurs chroniques de l'épaule. Rarement isolée, l'atteinte de ce tendon est le plus souvent associée ou secondaire à une autre pathologie de l'épaule, qu'il s'agisse d'une lésion d'autres tendons de la coiffe, d'une bursite sous-acromiale, d'une épaule « gelée » ou d'une instabilité. Le tendon de la longue portion du biceps s'insère sur le tubercule sus-glénoïdal et au niveau de l'extrémité supérieure du bourrelet glénoïdal. Après avoir traversé l'articulation, il quitte celle-ci par le sillon intertuberculaire, en glissant sous la capsule articulaire de l'articulation scapulothoracique. Dans la cavité articulaire, le tendon du chef long du muscle biceps brachial peut contracter trois types de rapports avec la synoviale : il peut être appliqué contre la face profonde de la capsule par la synoviale, il peut être relié à la capsule par une fine cloison synoviale (mésotendon), la synoviale formant ainsi deux petits culs-de-sac entre capsule et tendon, il peut être totalement libre, toujours entouré par un feuillet synovial (Fig. 5). Dans tous les cas, le tendon intracapsulaire reste, en principe, extrasynovial. De Palma a rapporté des aspects « bifides » du tendon du chef long du muscle biceps brachial. Au niveau du tubercule sus-glénoïdal, le tendon du chef long du muscle biceps brachial a des rapports « intimes » avec la portion supraglénoïdale du bourrelet glénoïdal. Dans bien des cas, en effet, le bourrelet glénoïdal est prolongé à sa partie supérieure par un faisceau de fibres qui se dirige vers la base juxtaglénoïdale du tendon du chef long du muscle biceps brachial : cet aspect décrit par Rouvière ne doit pas être confondu avec une désinsertion haute du bourrelet glénoïdal (Fig. 6).

Tendon du muscle subscapulaire

Ce tendon est intra-articulaire à son bord supérieur. Il peut être confondu avec la longue portion du biceps, surtout si

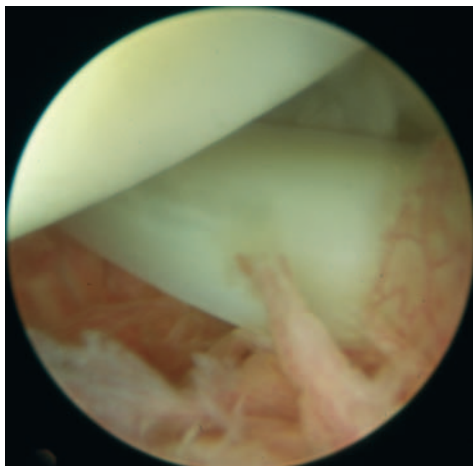


Figure 5. Épaule gauche. La base du tendon du long biceps est dans ce cas recouverte d'un feuillet synovial.

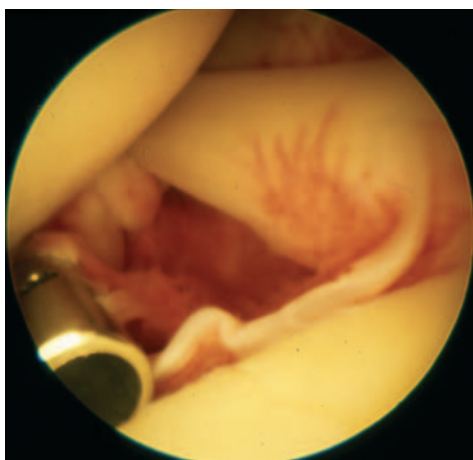


Figure 6. Épaule gauche. La partie supérieure du bourrelet glénoïdien s'insère sur la base du tendon du long biceps.

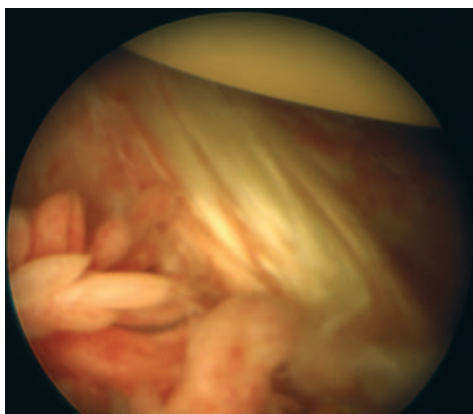


Figure 7. Épaule droite. Aspect du tendon du subscapulaire en « tuyaux d'orgue ».

l'arthroscope est introduit trop loin dans l'articulation. Cette portion intra-articulaire est située dans le récessus synovial entre ligament glénohuméral supérieur et moyen et peut revêtir un aspect en « tuyaux d'orgue » caractéristique (Fig. 7). Le récessus sous-capsulaire est une poche synoviale constante au même titre que la poche suprapatellaire au genou (récessus ou poche sous-scapulaire). L'entrée du récessus sous-scapulaire est le foramen de Weitbrecht. En décubitus latéral, le récessus sous-scapulaire, situé à la partie basse de l'articulation du fait de la gravité, est le lieu de prédilection où se cachent les corps étrangers. Les variations anatomiques sont nombreuses.

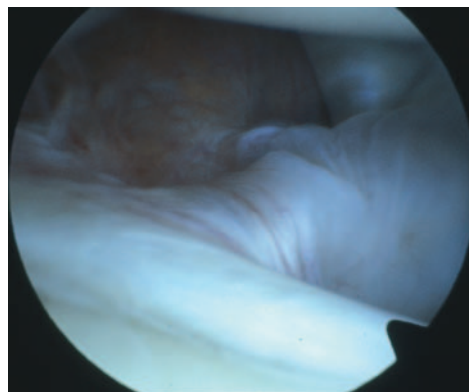


Figure 8. Épaule gauche. Ligament glénohuméral moyen en partie recouvert de synoviale masquant au fond le tendon du muscle sous-scapulaire.

Ligaments glénohuméraux

L'importance de ces ligaments n'a réellement été confirmée qu'à l'avènement de l'arthroscopie de l'épaule, car ils apparaissent bien plus évidents et structurés à la face profonde de l'articulation [38].

Ligament glénohuméral supérieur

Il se situe au-dessus du récessus sous-scapulaire et représente la lèvre supérieure du foramen de Weitbrecht. Ce ligament est souvent caché en partie par la longue portion du biceps, lorsque l'arthroscopie est réalisée par la voie d'abord postérieure.

Aspect du ligament glénohuméral moyen

Il varie de la structure membraneuse fine à celle d'un ligament épais bien que la localisation soit constante. Ce ligament peut toujours être mis en évidence en arrière du tendon du subscapulaire qu'il croise en faisant un angle de 45 à 90° (Fig. 8).

Ligament glénohuméral inférieur

C'est le plus résistant et le plus important des ligaments glénohuméraux. La bandelette supérieure est constante, elle se dirige en bas et en dehors sous le ligament glénohuméral moyen. Ce ligament glénohuméral peut souvent apparaître distinctement comme un prolongement du bourrelet antérieur. O'Brien [39] compare ce ligament à un arc tendu entre la glène et la tête humérale, les deux cordes qui soutiennent ce hamac sont la bandelette antérosupérieure et en arrière la bandelette postérosupérieure. Ce ligament présente un épaississement à ces deux niveaux. La configuration des faisceaux de collagène varie à l'intérieur du ligament, passant d'un plan frontal entre la glène et l'humérus dans les bandelettes supérieures épaissies, à un plan sagittal, dans les zones situées entre ces bandelettes. C'est donc le dernier faisceau qui constitue le récessus infraglénoïdien qui fonde un vaste espace lorsque le bras est le long du corps (*axillary pouch* des auteurs anglo-saxons).

Variations (Fig. 9)

Morgan et Snyder [40] ont décrit quatre types différents de variations anatomiques des ligaments glénohuméraux endoarticulaires, à partir d'une étude portant sur 182 cadavres :

- groupe I (66 %) : les trois ligaments glénohuméraux supérieur, moyen et inférieur sont bien individualisés (cas classiquement décrit) ;
- groupe II (7 %) : les ligaments glénohuméraux moyen et inférieur sont unis par un seul gros ligament (cela correspond vraisemblablement à l'aspect de ligament glénohuméral moyen « absent ») ;
- groupe III (19 %) : le ligament glénohuméral moyen a la forme d'une corde avec un important foramen de Rouvière en dessous ;
- groupe IV (8 %) : les ligaments glénohuméraux moyen et inférieur ne sont pas distinguables au sein du fourreau capsulaire antérieur.

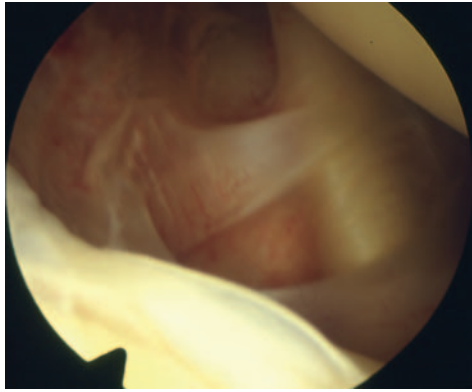


Figure 9. Épaule droite. Le tendon du sous-scapulaire est croisé par le ligament glénohuméral moyen, ainsi que par une bride synoviale.

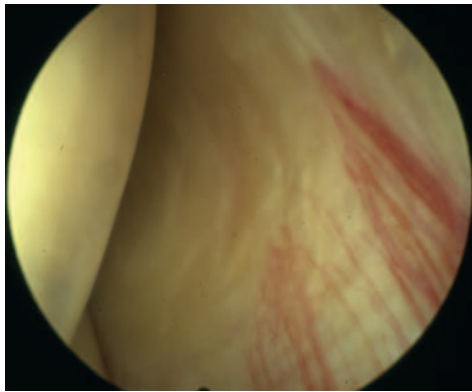


Figure 10. Épaule gauche. Face endoartriculaire de la coiffe des rotateurs.

Récessus articulaires

Récessus subscapulaire

Il est quasi constamment observé en arthroscopie du fait de la distension liquidienne. Il est situé entre le bord supérieur du ligament glénohuméral moyen et le bord inférieur de l'ensemble ligament glénohuméral supérieur-tendon du long biceps. Ce récessus communique avec la bourse du muscle subscapulaire par le foramen de Weitbrecht. Selon l'importance de la médialisation de l'insertion scapulaire du ligament glénohuméral moyen, ce récessus aura une taille variable. Le plus souvent, il est étendu le long de la face postérieure du ligament glénohuméral moyen. Il peut communiquer alors avec la bourse sous-coracoïdienne par le foramen de Rouvière, quand celui-ci existe.

Récessus subcoracoïdien

Il existe dans environ 50 % des cas et communique avec la bourse sous-coracoïdienne par le foramen de Rouvière situé entre le bord inférieur du ligament glénohuméral moyen et le bord supérieur du ligament glénohuméral inférieur. Quand ces récessus sont très développés et que les deux foramens existent conjointement, le ligament glénohuméral moyen apparaît « libre » et entouré de synoviale avec un bord inférieur totalement distinct du ligament glénohuméral inférieur. Les communications avec les bourses sont larges.

Coiffe des rotateurs

Généralités

La face endoartriculaire de la coiffe est examinée après la longue portion du biceps (Fig. 10) ; la vascularisation et l'aspect de la face endoartriculaire de la coiffe des rotateurs doivent être étudiés (Fig. 11). En outre, il faut s'assurer qu'il ne s'agit pas de la face inférieure de l'acromion : la confusion est possible lorsque la face inférieure de l'acromion apparaît au travers d'une rupture massive, rétractée de la coiffe des rotateurs. A contrario, les tendons semblent s'amincir selon une ligne en forme de croissant à la jonction musculotendineuse qui ne doit pas être confondue avec une rupture.

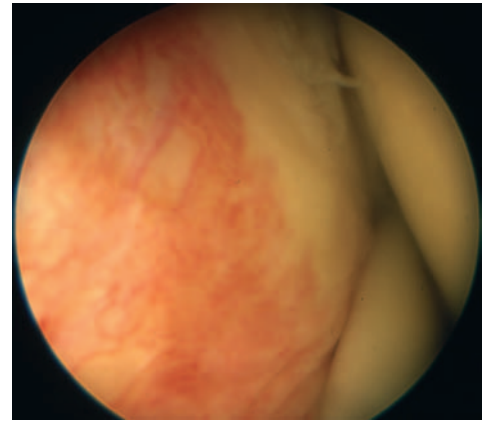


Figure 11. Épaule droite. La face endoartriculaire de la coiffe des rotateurs apparaît dans ce cas bien vascularisée. Aspect d'érosion (rupture partielle face profonde en regard de la tête humérale).

Aspect arthroscopique

Cet épaississement a la forme d'un « câble » antéropostérieur délimitant (avec la ligne d'insertion sur le trochiter) un « croissant » de tissu plus mince. Cette région correspond en fait à la zone avasculaire d'insertion des muscles supra- et infraépineux. Ce câble antéropostérieur, comme l'a décrit Burkhart [41], est étendu du long biceps au bord inférieur du tendon du muscle infraépineux. Le rôle de ce câble est d'absorber les efforts afin de préserver le croissant plus mince et plus fragile. La survenue d'une rupture de coiffe au sein de ce croissant serait donc plus d'origine biologique que mécanique. À partir d'une étude biomécanique d'épaule de cadavre, Burkhart [41] met en évidence deux types fonctionnels de coiffe : un type « croissant dominant » (sans *stress shielding*) et un type « câble dominant » (avec *stress shielding*). La plupart des épaules « câble dominant » provenaient des sujets de plus de 60 ans. Les croissants dominants peuvent devenir câble dominant avec l'âge. Le type câble dominant soit est préexistant, soit résulte d'un phénomène adaptatif à un amincissement du croissant.

Au-dessus et en avant de la longue portion du biceps, la coiffe des rotateurs est comblée en avant par le ligament coraco-huméral qui ferme l'espace situé entre le supraépineux et le muscle subscapulaire (intervalle des rotateurs). Son insertion distale s'effectue sur l'humérus, de part et d'autre de l'origine du sillon intertuberculaire où il s'unit au ligament transverse de l'humérus (à ce niveau, il se confond avec les tendons des muscles supraépineux en arrière et subscapulaire en avant) [42].

Bourrelet glénoïdien

Généralités

Le labrum glénoïdal représente la zone d'insertion des ligaments articulaires sur le rebord de la cavité glénoïdale. Sa contribution à l'accroissement du creux de la cavité glénoïdale est très modeste ; la comparaison avec les ménisques articulaires du genou doit s'arrêter à sa nature de fibrocartilage articulaire et son rôle dans l'instabilité de l'articulation semble très limité (Fig. 12). Les relations anatomiques entre l'insertion médiale des ligaments glénohuméraux et le bord antérieur de la cavité glénoïdale ont été décrites par Uhthoff [43] : dans 20 % des cas, cette insertion ne se fait pas directement sur le bourrelet glénoïdal, mais sur le col de la scapula. Cooper et Arnoczky [44] ont précisé que la vascularisation du bourrelet provient de la capsule articulaire et du périoste ; celle des bourrelets inférieur et postérieur est abondante, tandis que celle des zones « ménis-coïdes » est faible et restreinte au tiers périphérique. Vangness [45] a mis en évidence la présence de terminaisons nerveuses libres au sein du tissu labral où il n'y aurait en revanche aucun mécanorécepteur. L'information proprioceptive ne pourrait par conséquent provenir que des ligaments glénohuméraux qui sont, eux, riches en de tels récepteurs.

Classification

Snyder [46] a décrit six zones topographiques du labrum ; Detrissac et Johnson [47] ont décrit cinq types d'aspect normal du bourrelet antérosupérieur en fonction de ces rapports avec la

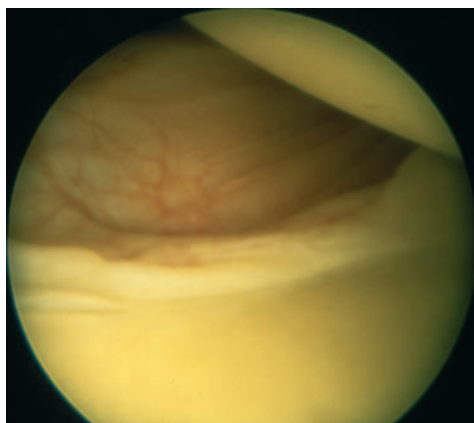


Figure 12. Épaule droite. Le bourrelet glénoïdien, ici dans la région médioglénoïdienne, est en contact étroit avec la glène.

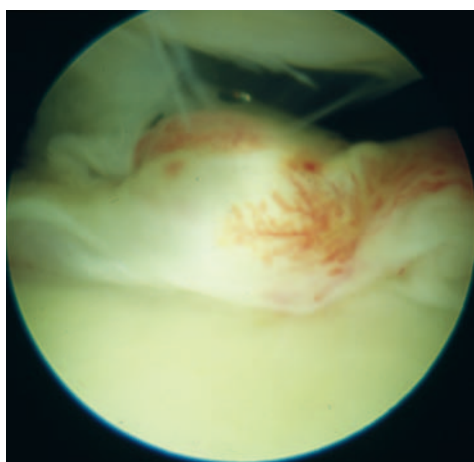


Figure 13. Épaule droite. Le bourrelet, refoulé par l'aiguille de lavage, peut être subluxé au niveau de l'interligne glénohuméral.

capsule et le rebord glénoïdien. Plus récemment, Williams, Snyder et Buford [48] ont décrit, à partir de 200 enregistrements vidéoscopiques, d'autres variations anatomiques que peut revêtir le complexe bourrelet-ligament glénohuméral moyen : aspect de pseudodésinsertion glénoïdienne du bourrelet antérosupérieur, aspect de ligament glénohuméral moyen étroit ou « cord-like » ; le bourrelet était totalement absent dans 1,5 % des cas.

Dans la majorité des cas où il est identifié, le bourrelet ne peut pas être décollé du bord antérieur de la glène sur une distance de plus de 10 mm [49] (Fig. 13). Le bourrelet postérieur reste de même solidaire du bord postérieur de la glène, son exploration étant facilitée par le croisement des instruments, l'arthroscope étant positionné par le point d'entrée antérieur et le palpeur au niveau du point d'entrée postérieur.

Processus de « vieillissement » du bourrelet

À ses variantes de l'anatomie normale du bourrelet antérosupérieur, il faut ajouter l'ensemble des irrégularités liées au processus physiologique du vieillissement. Kohn [50] a étudié le bourrelet de 106 épaules de patients autopsiés dont l'âge moyen était de 54 ans et indemnes de toute plainte antérieure ; il retrouvait 84 % de bourrelets altérés. Il s'agissait d'aspect frangé en zone antérosupérieure, de désinsertion labrale antérosupérieure ou postérosupérieure et de disparition complète. Avec l'âge (Fig. 14), on assiste à une ossification progressive du bourrelet pouvant être confondue avec une disparition de celui-ci : 21 % des bourrelets étaient ossifiés dans cette étude.

Exploration de la tête humérale et de la glène

Tête humérale

Il est important d'inspecter avec soin la zone de réflexion synoviale (Fig. 15), c'est-à-dire la région dénudée de la tête humérale (cette région ne doit pas être confondue avec une lésion de Hill Sachs). Pour différencier ces deux aspects, il faut

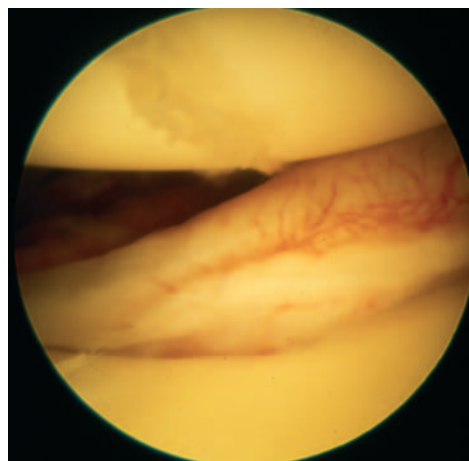


Figure 14. Épaule droite. Aspect de bourrelet « vieilli » chez un patient de 68 ans.

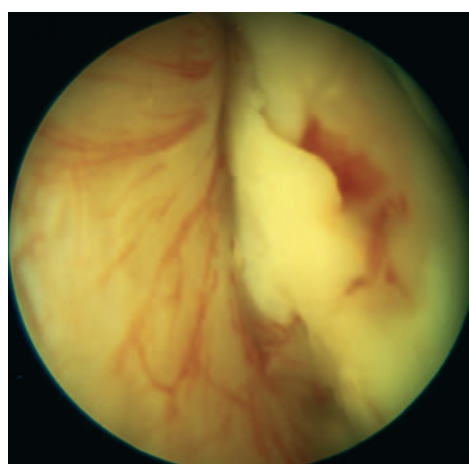


Figure 15. Épaule droite. Zone de réflexion synoviale de la face endoarticulaire de la coiffe des rotateurs en regard d'une lésion ostéochondrale de la tête humérale.

“ Point important

Les variations anatomiques sont extrêmement nombreuses et le risque peut être grand de décrire une anomalie qui n'est en fait qu'une variante anatomique : ainsi, le bourrelet passe souvent en pont au-dessus de l'échancrure glénoïdienne simulant une lésion de Bankart, en fait plus bas située (Matthews) [29] ; cet aspect ne devient réellement pathologique que si la désinsertion est hémorragique (Johnson) [3].

savoir qu'à l'état normal, cette zone dénudée est en continuité avec la réflexion synoviale, alors qu'une lésion de Hill Sachs est séparée de la zone dénudée par une saillie osseuse ou cartilagineuse.

Glène

Le cartilage revêt un aspect blanchâtre ; il est en continuité avec la zone antérieure glénoïdale d'insertion du bourrelet.

Bourse sous-acromiale

L'examen de l'espace sous-acromial complète l'arthroscopie glénohumérale après retrait partiel de l'arthroscope qui est glissé au-dessus des muscles de la coiffe ; le repérage des bords latéral et médial du ligament acromioclaviculaire peut être réalisé avec deux aiguilles.

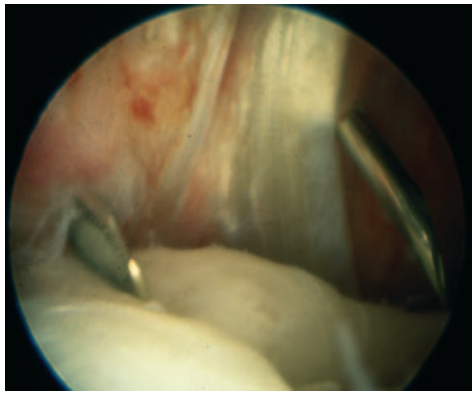


Figure 16. Épaule droite. Deux aiguilles repèrent le bord latéral et médial du ligament acromioclaviculaire qui surplombe le plancher de la coiffe des rotateurs et une rupture distale du supra spinatus.

Différents types

Bayley a décrit trois types de bourses (type I : sous le tiers antérieur de l'acromion, type II : antérieur où sa limite postérieure est formée par le bord antérieur de l'acromion, type III : sous les deux tiers antérieurs de l'acromion). La bourse est limitée :

- en arrière, par un tissu en « toile d'araignée » ;
- en haut et en avant par le ligament acromioclaviculaire dont le repérage des bords peut être facilité par la mise en place de deux aiguilles (Fig. 16). Edelson et Luchs [51] ont décrit dans 66 % de leurs dissections deux bandes adjacentes se réunissant et s'étendant des deux tiers antérieurs de la coracoïde au bord antérieur de l'acromion, débordant parfois sur son bord externe (souvent le siège d'enthésopathie calcifiante) ; dans 33 % des cas, le ligament présente deux faisceaux bien individualisés, larges, jusqu'à leurs insertions proximales, débordant éventuellement sous l'articulation acromioclaviculaire ; en pratique arthroscopique, ce ligament tapisse la face inférieure de l'acromion où il peut être le siège d'un épaississement important [42] (1 à 2 mm), diminuant d'autant le défilé sous-acromial ; la section longitudinale et la désinsertion de ce ligament feront apparaître l'acromion et l'importance de sa saillie ;
- latéralement, par le bord externe de l'acromion et l'origine du chef externe du deltoïde ;
- en bas, par la face supérieure (ou bursale) de la coiffe des rotateurs.

Articulation acromioclaviculaire

Il est nécessaire, pour visualiser l'articulation acromioclaviculaire, de mobiliser celle-ci par une mobilisation externe : elle est recouverte par une capsule épaisse et déborde vers le bas ; l'ouverture de la capsule permet de dégager la facette claviculaire de l'articulation acromioclaviculaire.

■ Complications

Le taux de complications pour l'arthroscopie de l'épaule représente de 2 à 10 % suivant les séries [52-54]. Ces complications incluent les complications anesthésiques (cf. supra), les problèmes dus à l'environnement de la technique et les complications propres à la technique.

Si les avantages de cette technique ont été scientifiquement prouvés, la faible morbidité par rapport à la chirurgie conventionnelle a été médiatisée et a fait planer l'idée fausse que les complications étaient extrêmement rares et que l'arthroscopie de l'épaule n'était pas dangereuse.

La Société française d'arthroscopie (SFA) a piloté deux études prospective et rétrospective sur les complications dont les résultats ont été présentés lors du Congrès national à La Baule en décembre 2001.

Compte tenu des nouvelles définitions concernant l'information préopératoire, il est apparu nécessaire de retenir la définition suivante : « On appelle complication tout phénomène survenant pendant ou dans les suites de l'arthroscopie et considéré comme anormal autant par le patient que par le

chirurgien. » Selon cette définition, le taux global de complications après une arthroscopie d'épaule atteint 15 % : c'est donc ce chiffre qu'il faut annoncer dans le cadre de l'information préopératoire.

Complications liées à l'environnement

Complications instrumentales

Les ruptures des pinces ou des instruments motorisés sont exceptionnelles. Le matériel doit être manié avec délicatesse. Une inspection des instruments ayant pénétré l'articulation doit être effectuée avant le retrait de l'arthroscope. Le bris de matériel, pour l'Association nord-américaine d'arthroscopie était de 5,3 % pour les techniques de capsulorraphie antérieure en chirurgie arthroscopique de l'épaule en 1986 : ce taux correspondait au taux le plus élevé des complications des arthroscopies, toutes articulations confondues. Il semble que la multiplication des indications et la mise au point de nouvelles techniques (en particulier pour la capsulorraphie antérieure de l'épaule) aient largement fait diminuer ce taux.

Lésions dues à la traction

Les neurapraxies sont le plus souvent transitoires et touchent essentiellement le nerf musculocutané. Dans l'installation latérale, il ne faut pas dépasser 15° de flexion et 70° d'abduction. La traction doit être inférieure à 5 à 6 kg. L'installation en « beach chair position » [53] éviterait ces neurapraxies.

Lorsqu'elle est effectuée par l'intermédiaire d'un aide, aucune parésie, même transitoire, n'a été décrite : l'aide finit toujours par « fatiguer » et relâcher sa traction, ce qui a certes l'inconvénient de diminuer la visibilité lors de l'arthroscopie, mais qui a l'immense avantage de protéger le plexus brachial du patient. Toutes les complications jusqu'alors rapportées au plexus brachial ont été réversibles, sans aucune autre intervention chirurgicale supplémentaire (en 1 à 3 mois), mais elles perturbent évidemment les suites et en particulier le programme de réhabilitation du patient. Ces complications liées à un « étirement » du plexus brachial ont été décrites en particulier après chirurgie de la laxité chronique de l'épaule.

Gonflement. Œdème

Ces épaules « pseudoathlétiques » ont été décrites pour la chirurgie de la bourse sous-acromiale deltoïdienne. Elles ont été rapportées avec l'utilisation de l'arthropompe, mais sont parfois rencontrées sans utilisation de ce matériel. Elles ont l'inconvénient d'inquiéter fortement le patient, qui présente un œdème majeur du moignon de l'épaule, parfois très impressionnant. Ces gonflements ont l'avantage de régresser spontanément sans aucune médication particulière et de n'être, en règle, accompagnés d'aucune parésie nerveuse locale.

L'évolution favorable de cette suffusion du liquide intra-articulaire est certaine avec le sérum physiologique, mais doit être discutée avec l'utilisation de liquide hypo-osmolaire (glycine, ex. : Glycocolle®) [55, 56]. En effet, l'utilisation de liquide hypo-osmolaire peut entraîner des désordres hydroélectrolytiques majeurs, surtout chez les patients à risque ; un décès a été rapporté après l'utilisation de Glycocolle® [56]. L'utilisation de ces produits est déconseillée car le Glycocolle® n'a pas d'AMM (autorisation de mise sur le marché) pour la réalisation des arthroscopies d'épaule.

Saignement peropératoire des orifices instrumentaux

Il est plus un incident qu'une complication. Il est possible d'en diminuer le risque par la position déclive de la table d'opération. La pratique d'une hypotension (si cela est possible) et l'utilisation d'une pompe (augmentant de façon uniforme les pressions intra-articulaires) diminuent le saignement. L'adrénaline peut être utilisée s'il n'existe pas de contre-indication générale, ainsi que la Xylocaïne® adrénalinée dans les voies d'abord.

Complications liées à la technique

Arthrites (0,4 % environ)

Les arthrites restent, comme au genou, tout à fait exceptionnelles. Le staphylocoque doré est le germe le plus fréquemment en cause, la symptomatologie associant douleurs locales, fièvre et hyperleucocytose. L'arthrite à staphylocoque coagulase négative donne une symptomatologie moins évocatrice : la température ne dépasse pas 38 °C, la symptomatologie clinique locale reste pauvre. Le traitement de l'arthrite postarthroscopique de l'épaule n'est pas codifié : il fait appel, sur le plan général, aux antibiotiques. En outre ont été proposés : lavage avec mobilisation précoce, lavage avec immobilisation transitoire. La prévention de l'infection fait appel à des protocoles dont l'efficacité reste probablement à démontrer. L'antibiothérapie prophylactique lors des arthroscopies de l'épaule, quelle qu'en soit la méthodologie, n'a pas fait, jusqu'alors, la preuve scientifique de son efficacité. Toutefois, une telle prévention peut être discutée dans quelques cas particuliers : épaule déjà opérée, épaule préalablement infiltrée aux corticoïdes à de multiples reprises, gestes techniques dont la durée prévue peut paraître « importante ». En tout état de cause, pour une même technique donnée, le taux d'arthrites postopératoires semble être inférieur après réalisation d'une technique arthroscopique par rapport à une technique traditionnelle nécessitant une arthrotomie « chirurgicale ».

Plaies vasculaires

Ces complications ont été rapportées dans la littérature américaine. À notre connaissance, il n'y a pas eu de description publiée de plaie vasculaire au décours de chirurgie arthroscopique de l'épaule en France.

Lésions nerveuses directes

Le nerf axillaire peut être lésé lors des voies d'abord latérale ou postérieure trop basses, le nerf musculocutané lors des voies d'abord antérieures trop médiales. Le nerf suprascapulaire peut être, quant à lui, lésé par des incisions supérieures et postérieures trop médiales. Le nerf interosseux antérieur peut être comprimé avec des écharpes trop serrées au tronc.

Complications cutanées (1 à 2 % des complications)

La nécrose cutanée, la cicatrice chéloïde, les abcès superficiels ont été rapportés.

Problèmes musculaires

Ces complications peuvent être un traumatisme direct avec zone douloureuse, une désinsertion musculaire (lors de l'acromioplastie) ou un syndrome compartimental pouvant être secondaire à une distension du deltoïde avec le liquide d'arthroscopie. Pour cela, il est souhaitable d'utiliser un liquide iso-osmotique avec des pressions à la pompe le plus bas possible. La nécrose musculaire pourrait être secondaire à l'utilisation de liquide hypo-osmotique.

Lésions du cartilage articulaire

Elles peuvent apparaître lors de l'introduction des instruments, le plus souvent par une mauvaise position des voies d'abord. Leur évolutivité à long terme n'est pas connue.

Syndrome douloureux régional complexe de type I

Ces syndromes algoneurodystrophiques, dits postarthroscopiques, ne revêtent aucun caractère particulier. Ils rentrent dans le cadre des raideurs d'épaule postopératoires [57]. Sur le plan clinique, le premier signe qui doit faire évoquer la survenue de ce syndrome est la diminution de la rotation externe en position RE1. Les examens complémentaires sont souvent pauvres et la prise en charge médicale est longue. Ce syndrome reste une des complications les plus fréquentes de la chirurgie arthroscopique de l'épaule et semble être rencontré plus volontiers après la chirurgie de l'espace sous-acromio-deltoidien [57].

Échecs des techniques d'arthroscopie de l'épaule

Chirurgie de l'espace sous-acromial

Les études multicentriques diligentées par la Société française d'arthroscopie et rapportées par J.F. Kempf et D. Molé en décembre 1991 à Strasbourg ont montré que les résultats des techniques arthroscopiques pouvaient être comparables à ceux de la chirurgie traditionnelle en matière de chirurgie de l'espace sous-acromio-deltoidien et plus particulièrement lors de l'ablation des calcifications des « tendinopathies calcifiantes » de l'épaule.

Laxité chronique et instabilité

Les résultats de l'étude multicentrique diligentée par la Société française d'arthroscopie et rapportés par H. Coudane et D. Molé en décembre 1993 à Nancy montrent que le taux de récurrences du traitement arthroscopique des luxations récidivantes de l'épaule est supérieur à celui observé après chirurgie traditionnelle. Toutefois, les résultats du traitement arthroscopique de l'instabilité de l'épaule sans luxation récidivante vraie rejoignent ceux de la chirurgie à ciel ouvert [58-60].

Chirurgie de la coiffe des rotateurs

Le traitement des ruptures de la coiffe des rotateurs par technique arthroscopique exclusive apporte des avantages démontrés lors de l'étude rétrospective menée par la SFA (Bordeaux 2004). La technique impose l'utilisation de dispositifs médicaux implantables. Une rétraction majeure peut rendre illusoire une réparation anatomique ; le passage « à ciel ouvert » peut être nécessaire pour réaliser un transplant musculotendineux (lambeau deltoïdien).

■ Exercice professionnel et arthroscopie de l'épaule

Généralités

Le praticien arthroscopiste est dans l'obligation de se soumettre aux nouvelles dispositions législatives et réglementaires. En conséquence, il doit modifier son comportement vis-à-vis des patients et des structures professionnelles qu'il côtoie quotidiennement : caisses de Sécurité sociale, conseil de l'ordre des médecins, compagnies d'assurances, personnel administratif des structures dans lesquelles il exerce l'arthroscopie.

Arthroscopie de l'épaule et infections associées aux soins (IAS)

Type d'infection

Une infection est considérée comme IAS si elle survient au cours ou au décours d'une prise en charge (diagnostique, thérapeutique, palliative, préventive ou éducative) d'un patient et si elle n'était ni présente, ni en incubation au début de la prise en charge du patient. Lorsque l'état infectieux n'est pas connu précisément, un délai d'au moins 48 heures ou un délai supérieur à la durée d'incubation est couramment accepté pour définir l'IAS (définition : Direction générale de la santé, mai 2007). Lorsqu'un dispositif médical a été mis en place au cours de l'arthroscopie (ancres pour le traitement d'une rupture de la coiffe des rotateurs ou d'une instabilité de l'épaule), ce délai est porté à 1 an.

Réalisation d'une arthroscopie d'épaule

Elle impose la recherche des facteurs de risque. Une arthroscopie d'épaule doit être précédée par un examen clinique minutieux dont les éléments sont notés dans le dossier médical du patient. La préparation préopératoire doit répondre à des critères validés par le comité de lutte contre les infections nosocomiales (CLIN) ; au bloc opératoire, le chirurgien doit exécuter toutes les procédures réglementaires concernant la stérilisation, la décontamination et l'utilisation du matériel à usage unique (qui, par définition, ne peut être utilisé qu'une seule fois).

Conséquences

La déclaration de l'infection nosocomiale est obligatoire. L'indemnisation du patient est prévue par la loi du 4 mars 2002.

Arthroscopie de l'épaule et chirurgie ambulatoire

Réglementation

L'arthroscopie d'épaule peut être pratiquée selon un mode ambulatoire à la condition que la structure d'hospitalisation se soumette à l'arrêté du 7 janvier 1993 relatif aux caractéristiques du secteur ambulatoire pratiquant l'anesthésie de la chirurgie ambulatoire.

En pratique

C'est la consultation chirurgicale préopératoire et la consultation préanesthésique qui permettent de déterminer les patients qui peuvent bénéficier d'une arthroscopie d'épaule selon un mode ambulatoire : absence d'antécédents médicaux (insuffisance cardiaque, pathologie pulmonaire type asthme, patients rentrant dans la catégorie ASA 0 ou 1). Il existe des contre-indications « psychosociales » : refus du patient ou de son entourage, isolement social, manque d'autonomie du patient, isolement géographique.

Des « recommandations » posthospitalisation, validées par l'équipe médicoarthroscopique, sont remises au patient.

Information du patient en arthroscopie de l'épaule

Les aspects réglementaires découlent de la loi du 4 mars 2002 et du décret d'application du 4 janvier 2006. Aux termes de la loi, le devoir d'information incombe « à tout professionnel de santé ». Dans le cas particulier de l'indication opératoire d'une arthroscopie d'épaule, c'est bien sûr au chirurgien qu'il revient d'informer le patient et ultérieurement d'apporter la preuve qu'il a bien rempli cette part du contrat.

Le recours à des documents informatifs écrits, parfois validés par des sociétés scientifiques comme la SFA ne doit servir que de support à l'information orale et « n'ont en aucun cas vocation à recevoir la signature du patient ».

Tous les risques les plus fréquents (raideur douloureuse de l'épaule), mais aussi les plus graves (blessures nerveuses ou vasculaires, infections nosocomiales, voire décès) doivent être annoncés... En cas de litige avec le patient, il revient au chirurgien d'apporter la preuve « juridique » que cette information a bien été donnée.

Conclusions

L'arthroscopie de l'épaule est une technique chirurgicale qui permet l'exploration de l'articulation glénohumérale et de la bourse sous-acromiale. Les complications de la chirurgie arthroscopique de l'épaule sont rares et leur taux certainement inférieur à celui de la chirurgie traditionnelle à ciel ouvert.

Pratiquement toute la chirurgie de l'épaule et de l'espace sous-acromial (en dehors des prothèses) peut être réalisée en technique arthroscopique. L'indication d'une arthroscopie de l'épaule ne se conçoit qu'après un examen clinique et des examens en imagerie qui permettent de réduire les indications de l'arthroscopie de l'épaule à « visée diagnostique » qui doivent rester exceptionnelles.

Comme pour tout acte chirurgical, le praticien arthroscopiste doit réaliser une information préopératoire soignée dont le caractère obligatoire est prévu par la loi du 4 mars 2002.



Références

- [1] Burman MS. A direct visualization of joints: an experimental cadaver study. *J Bone Joint Surg Am* 1931;**13**:669.
- [2] Johnson LL. Arthroscopy of the shoulder. *Orthop Clin North Am* 1980;**11**:197-204.

- [3] Johnson LL. *Diagnostic and surgical arthroscopy of the shoulder*. St Louis: Mosby Year Book; 1993.
- [4] Wiley AM, Older MW. Shoulder arthroscopy. Investigations with a fiberoptic instrument. *Am J Sports Med* 1980;**8**:31-8.
- [5] Haeri GB. Rupture of rotator cuff. *Can Med Assoc J* 1980;**123**:620-6.
- [6] Caspari RB. Shoulder arthroscopy: a review of the present state of the art. *Contemp Orthop* 1982;**4**:523-31.
- [7] Andrews JR, Carson WG. Shoulder joint arthroscopy. *Orthopaedics* 1983;**6**:1157-62.
- [8] Franceschi JP. In: *Anesthésie et voies d'abord des arthroscopies de l'épaule*. Cours d'arthroscopie SFA; 1994. p. 145-7.
- [9] Brown AN, Weiss R, Greenberg C, Flato EL, Bigliani LU. Interscalene block for shoulder arthroscopy: comparison with general anesthesia. *Arthroscopy* 1993;**9**:295-300.
- [10] D'Alessio JG, Rosenblum M, Shea KP, Freitas DG. A retrospective comparison of interscalene block and general anesthesia for ambulatory surgery. *Shoulder arthroscopy. Reg Anesth* 1995;**20**:62-8.
- [11] Jochum O, Roedel R, Gleyze P, Balliet JM. Interscalene brachial plexus block for shoulder surgery. In: Gazielly DF, Gleyze P, Thomas T, editors. *The cuff*. Paris: Elsevier; 1997. p. 208-11.
- [12] Zetlaoui PJ, Kuhlman G. *Anesthésie locorégionale du membre supérieur*. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Anesthésie-Réanimation. 36-321-A-10, 1993.
- [13] Urmei WF, Talts KH, Sharrock NE. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. *Anesth Analg* 1991;**72**:498-503.
- [14] Coudane H. Complications of arthroscopic shoulder procedures. In: Gazielly DF, Gleyze P, Thomas T, editors. *The cuff*. Paris: Elsevier; 1997. p. 217-8.
- [15] Kempf JF. In: *Arthroscopie de l'épaule : installation*. Polycopié du cours national d'arthroscopie; 1995. p. 221-6.
- [16] Skyhar MJ, Altchek DW, Warren RF, Wickiewicz TL, O'Brien SJ. Shoulder arthroscopy with the patient in the beach chair position. *Arthroscopy* 1988;**4**:256-9.
- [17] Wakim E, Beaufils P. Arthroscopy of the shoulder with the patient in beach-chair position. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1991;**77**:577-80.
- [18] Beaufils P, Julien P. Shoulder arthroscopy in beach chair position, loco regional anesthesia, post operative anesthesia. In: Gazielly DF, Gleyze P, Thomas T, editors. *The cuff*. Paris: Elsevier; 1997. p. 206-7.
- [19] Bunker TD, Wallace WA. Examen arthroscopique. Aspects arthroscopiques normaux. In: *Arthroscopie de l'épaule*. Paris: Maloine; 1993. p. 75-97.
- [20] Chassaign V. In: *Arthroscopie de l'épaule. Installation en décubitus latéral, voie d'abord. Exploration de l'épaule*. Polycopié du cours national d'arthroscopie SFA; 1994. p. 149-52.
- [21] Coudane H, Jardé O. In: *Les complications de l'arthroscopie et leur prévention. Aspect médico-légal*. Polycopié du cours national d'arthroscopie; 1996. p. 45-52.
- [22] Klein AH, France JC, Mutschler TH, Fu FH. Measurement of brachial plexus strain in arthroscopy of the shoulder. *Arthroscopy* 1987;**3**:45-52.
- [23] Pitman MI, Nainzadeh N, Ergas E, Springer S. The use of somatosensory evoked potentials for detection of neuropraxia during shoulder arthroscopy. *Arthroscopy* 1988;**4**:250-5.
- [24] Gross RM, Fitzgibbons TC. Shoulder arthroscopy, a modified approach. *Arthroscopy* 1985;**1**:156-9.
- [25] Antona D, Johanet H, Abiteboul D, Bouvet E, et le GERES. Expositions accidentelles au sang au bloc opératoire. *Bull Epidémiol Hebd* 1993;**n°40**:183-5.
- [26] Johanet H, Antona D, Mourad K, Bouvet E. Risques de contamination par le sang au bloc opératoire, résultats d'une étude préliminaire. *Bull Epidémiol Hebd* 1992;**n°5**:17-8.
- [27] Andrews JR, Heckmann MM. Shoulder arthroscopy operating room set-up. In: McGinty JB, editor. *Operative arthroscopy*. New York: Raven Press; 1991. p. 473-6.
- [28] Esch JC. The shoulder. In: Esch JC, Baker CL, Whipple TL, editors. *Arthroscopic surgery: The shoulder and elbow*. Philadelphia: JB Lippincott; 1993.
- [29] Matthews LS, Vetter WL, Oweida SJ, Helfet DL. Arthroscopic staple capsulorrhaphy for recurrent anterior shoulder instability. *Arthroscopy* 1988;**4**:106-11.
- [30] Johnson LL. Shoulder arthroscopy. In: Johnson LL, editor. *Arthroscopic surgery: principles and practice*. St Louis: Mosby-Year Book; 1986.
- [31] Wolf EM. Arthroscopic anterior shoulder capsulorrhaphy. *Tech Orthop* 1988;**3**:67-73.
- [32] Walch G. *Traitement de l'instabilité antérieure de l'épaule par voie arthroscopique*. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie Traumatologie, 44-265, 1990.

- [33] Caspari RB, Savoie FH. Arthroscopic reconstruction of the shoulder. In: McGinty JB, editor. *Operative arthroscopy*. New York: Raven Press; 1991. p. 507-15.
- [34] Resch H, Golser K, Thoeni H, Spenser G. Arthroscopic repair of superior glenoid labral detachment (the SLAP lesion). *J Shoulder Elbow Surg* 1993;**2**:147-55.
- [35] Nerisson D. In: *Articulation gléno-humérale : anatomie arthroscopique normale*. Polycopié du cours national d'arthroscopie; 1995. p. 227-33.
- [36] Parisien JS. Arthroscopy of the shoulder: basic techniques. In: *Technique in therapeutic arthroscopy*. New York: Raven Press; 1993. p. 111-4.
- [37] Habermeyer P, Schuller U. Significance of the glenoid labrum for stability of the glenohumeral joint. An experimental study. *Unfallchirurg* 1990;**93**:19-26.
- [38] Turkel SJ, Panio DW, Marshall JL, Girgis PG. Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am* 1981;**63**:1208-17.
- [39] O'Brien SJ, Arnoczky SP, Warren RF, Rozbruch SR. Developmental anatomy of the shoulder and anatomy of the glenohumeral joint. In: Rockwood CA, Matsen FA, editors. *The shoulder*. Philadelphia: WB Saunders; 1990. p. 1-33.
- [40] Morgan CD, Rames RD, Snyder SJ. Arthroscopic assessment of anatomical variations of the glenohumeral ligaments associated with recurrent anterior shoulder instability (paper). 59th Annual Meeting of American Academy of Orthopaedic Surgeons, Washington, 1992.
- [41] Burkhart SS. Reconciling the paradox of rotator cuff repair, versus debridement: A unified biomechanical rationale for a treatment of rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1994;**10**:14-9.
- [42] Gagey O. Étude anatomique du squelette fibreux de la coiffe des rotateurs. Appareil fibreux de stabilisation de l'articulation scapulo-humérale anatomique descriptive et fonctionnelle. [thèse de doctorat d'État en biologie humaine], 1991. p. 49-63.
- [43] Uhthoff HK, Piscopo M. Anterior capsular redundancy of the shoulder: congenital or traumatic? *J Bone Joint Surg Br* 1985;**67**:363-6.
- [44] Cooper DE, Arnoczky SP, O'Brien SJ, Warren RF, DiCarlo E, Allen AA. Anatomy, histology and vascularity of the glenoid labrum; an anatomic study. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**:46-52.
- [45] Vangsness Jr. CT, Ennis M, Taylor JG, Atkinson R. Neural anatomy of the glenohumeral ligaments, labrum and subacromial bursa. *Arthroscopy* 1995;**11**:180-4.
- [46] Snyder SJ, Karsel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD, Friedman MJ. SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy* 1990;**6**:274-9.
- [47] Detrissac DA, Johnson LL. *Arthroscopic shoulder anatomy. Pathologic and surgical implications*. Thorofare: Slack Inc; 1986.
- [48] Williams MM, Snyder SJ, Buford D. The Buford complex - the "cord like" middle glenohumeral ligament and absent anterosuperior labrum complex: a normal anatomic capsulolabral variant. *Arthroscopy* 1994;**10**:241-7.
- [49] Coudane H, Molé D, Sommelet J, Schmitt D. Histoire naturelle des lésions du bourrelet glénoïdien. *J Med Lyon* 1987;**1425**:79-85.
- [50] Kohn D. The clinical relevance of glenoid labrum lesions. *Arthroscopy* 1987;**3**:223-30.
- [51] Edelson JG, Luchs J. Aspects of coraco acromial ligament anatomy of interest to the arthroscopy surgeon. *Arthroscopy* 1995;**11**:715-9.
- [52] Bigliani LU, Flatow EL, Deliz ED. Complications of shoulder arthroscopy. *Orthop Rev* 1991;**20**:743-51.
- [53] Kevin P, Shea MD. Complications of shoulder arthroscopy. Abstract 15th annual meeting of Arthroscopy Association of North America, Washington, 1996. p. 104-6.
- [54] Complications in arthroscopy: the knee and other joints. Committee on Complications of the Arthroscopy Association of North America. *Arthroscopy* 1986;**2**:253-8.
- [55] Burkhart SS, Barnett CR, Snyder SJ. Transient postoperative blindness as a possible effect of glycine toxicity. *Arthroscopy* 1990;**6**:112-4.
- [56] Ichai C, Ciais JF, Roussel LJ, Levraut J, Candito M, Boileau P, et al. Intravascular absorption of glycine irrigating solution during shoulder arthroscopy: a case report and follow-up study. *Anesthesiology* 1996;**85**:1481-5.
- [57] Beaufils P, Prevot N, Boyer T. Arthrolyse gléno-humérale pour raideur d'épaule : à propos de 26 cas. *Rev Chir Orthop* 1997;**82**:608-14.
- [58] Caspari RB. Arthroscopic reconstruction for anterior shoulder instability. Surgery. In: Paulos LE, Tibone JE, editors. *Operative techniques in shoulder surgery*. Gaithersburg: Aspen Publishers; 1991. p. 57-64.
- [59] Morgan CD, Bodenstab AB. Arthroscopic Bankart suture repair: technique and early results. *Arthroscopy* 1987;**3**:111-22.
- [60] Resch H, Golser K, Kathrein A. *Arthroscopic screw fixation techniques. Arthroscopy of the shoulder*. Berlin: Springer V. Würzburg; 1992.

Pour en savoir plus

Société française d'arthroscopie (SFA) : www.sofarthro.com

H. Coudane (pascale.rateau@medecine.uhp-nancy.fr).

Service de chirurgie arthroscopique, traumatologique et orthopédique de l'appareil locomoteur (ATOL), Hôpital central, CHU de Nancy, 29, avenue du Maréchal-de-Lattre-de-Tassigny, 54035 Nancy cedex, France.

F. Claudot.

Service de médecine légale et droit de la santé, Faculté de médecine, BP 184, 54505 Vandœuvre cedex, France.

P. Hardy.

Hôpital Ambroise Paré, Université Paris-Ouest, CHU de Paris-Ouest, 9, avenue Charles-de-Gaulle, 92100 Boulogne, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Coudane H., Claudot F., Hardy P. Arthroscopie de l'épaule. Installation, voies d'abord et exploration normale. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-255, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Arthroscopie du coude

F Kelberine

Résumé. – La technique de l'arthroscopie du coude s'est standardisée. Le décubitus latéral bras pendant est pour nous l'installation préférentielle qui permet l'exploration la plus large des deux compartiments antérieur et postérieur. L'articulation est entièrement accessible au moyen de cinq voies d'abord qui doivent être définies à partir de l'analyse anatomique et non depuis des repères centimétriques. Le respect des précautions et l'ordre des abords minimisent les risques neurologiques.

Les indications sont actuellement encore évolutives, mais il existe des indications établies (corps étrangers, ostéochondrite du capitellum, pathologie synoviale), des indications relatives (arthrolyse, bursectomie extra-articulaire) et des indications expérimentales (fractures fraîches, tendinopathies extra-articulaires). Le bilan préopératoire est essentiel dont l'arthroscanner est l'examen de référence qui permet d'analyser la conformation osseuse et le contenu articulaire. Un apprentissage spécifique doit permettre de déjouer les pièges de cette arthroscopie qui reste un geste à risque grevé de complications neurologiques potentiellement graves.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : arthroscopie du coude, ostéochondromatose, fracture du coude, synovectomie.

Introduction

Le coude est une articulation étroite et serrée entourée d'un riche réseau vasculonerveux. C'est pour ces raisons que dans son étude anatomique princeps, Burman^[10] recommandait de ne pas réaliser d'arthroscopie du coude et interdisait d'envisager une quelconque voie antérieure. Les premières publications en soulignèrent surtout les risques^[13, 33] et complications^[44, 51] dont le taux a pu atteindre 14 % dans la littérature, ce qui est supérieur au taux usuel des complications de l'arthroscopie^[15]. Avec l'expérience, la technique et les indications se sont précisées.

Anatomie appliquée à l'arthroscopie du coude

ANATOMIE ARTHROSCOPIQUE

■ Surfaces articulaires

Elles sont représentées par :

- la trochlée humérale et le capitellum réunis par la zone conoïde recouverte de cartilage ;
- la grande cavité sigmoïde qui comprend une partie verticale et une partie horizontale séparées par une zone dépourvue de

cartilage. L'extrémité de la portion horizontale forme la coronoïde. Sur le bord latéral de la partie horizontale, la petite cavité sigmoïde forme une encoche ;

- la tête radiale dont la cupule s'articule avec le capitellum et sa périphérie avec la petite cavité sigmoïde.

Ainsi, le coude se compose de trois articulations :

- l'huméro-ulnaire guide la mobilité dans le plan sagittal ;
- la radio-ulnaire proximale permet la prouppination grâce à l'enroulement du radius sur l'ulna jusqu'à la radiocubitale inférieure ;
- l'articulation huméroradiale s'y associe.

■ Capsule articulaire

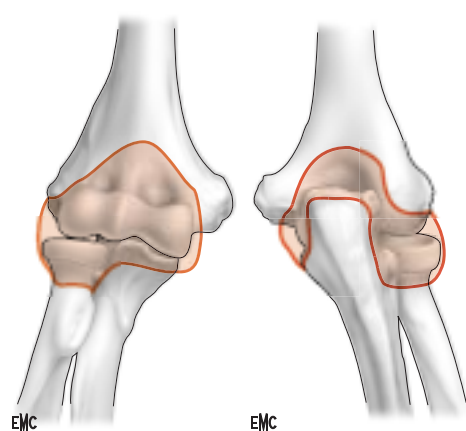
Elle englobe ces trois articulations pour n'en former qu'une seule : c'est notre espace de travail arthroscopique (fig 1).

En avant, son insertion humérale se fait à distance des surfaces cartilagineuses laissant libre la fossette coronoïdienne. Puis elle suit le bord médial de la trochlée et le bord latéral du capitellum d'avant en arrière à proximité du cartilage en laissant extra-articulaires l'épitrachée et l'épicondyle. En arrière, l'insertion capsulaire s'éloigne de nouveau des surfaces articulaires pour laisser libre la fossette olécraniennne à la face profonde du tendon tricipital.

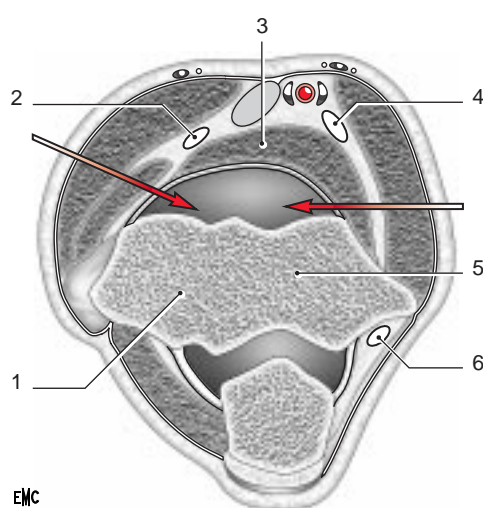
Sur le cubitus, la capsule se réfléchit à quelques millimètres le long de la grande cavité sigmoïde en laissant libre la pointe de l'olécrane et celle de la coronoïde qui sont intra-articulaires.

Sur le radius, la capsule s'attache sous la portion cartilagineuse périphérique de la tête radiale et rejoint le cubitus sous la petite cavité sigmoïde.

François Kelberine : Chirurgien orthopédique, ancien chef de clinique assistant, clinique Provençale, 67, cours Gambetta, 13617 Aix-en-Provence France.



1 Insertions capsulaires antérieure et postérieure.



2 Coupe anatomique passant par la trochlée (5) et le capitellum (1) : nerf médian (4), nerf cubital (6), nerf radial (2), muscle brachial antérieur (3). Trajet des voies d'abord antérieures (flèches) plongeant vers l'articulation.

Un repli synovial vertical vient irrégulièrement séparer la chambre antérieure en deux.

■ Ligaments

Ce sont des épaissements capsulaires. Le ligament latéral externe est plus laxé que l'intérieur, ce qui autorise une légère décoaptation en varus qui ouvre le passage au scope et aux instruments d'arrière en avant.

Le ligament annulaire s'enroule autour de la tête radiale qu'il plaque contre la petite cavité sigmoïde.

Sous la radio-ulnaire supérieure la capsule s'épaissit pour former le ligament carré de Denucé.

On distingue une chambre articulaire antérieure et une postérieure, des récessus plus serrés postéroexterne et péricapital (autour de la tête radiale) et des gouttières étroites paraolécraniennes.

RAPPORTS EXTRA-ARTICULAIRES

Ils sont dominés par les rapports vasculonerveux.

L'antéflexion de la palette humérale est un élément essentiel à considérer pour la réalisation des voies antérieures. Longer les condyles (latéral ou médial) dirigerait inmanquablement les instruments en avant de l'articulation, menaçant les structures suivantes.

Les éléments nobles de proximité (fig 2) sont :

– le nerf médian et le pédicule huméral qui restent séparés de l'articulation par le muscle brachial antérieur qui doit rester une limite en cas d'effraction capsulaire antérieure volontaire (arthrolyse) ou non ;

– le nerf cubital est accolé le long de la capsule articulaire postéromédiale au travers de laquelle il est régulièrement visible. Ceci interdit toute voie d'abord en regard ;

– le nerf radial reste sans doute le plus exposé car il est à proximité des voies antérolatérales sans être repérable ;

– la veine basilique antéromédiale est visible par transillumination.

Des repères centimétriques à partir de structures palpables ont été rapportés dans la littérature [2, 13, 17, 34, 35] pour éviter les éléments neurologiques. Il nous paraît totalement illogique de se baser sur ces mesures car il n'y a aucune comparaison entre le coude d'un haltérophile poids lourd et celui d'une jeune gymnaste. En revanche, certaines précautions sont essentielles : distendre l'articulation ce qui refoule les nerfs [18, 25, 37, 50] et reproduire les abords avec une aiguille intramusculaire sous contrôle de la vue. Le coude est une articulation superficielle. Il est utile de marquer au crayon dermographique les repères extérieurs qui permettent de réaliser les voies d'abord. La diffusion progressive du liquide d'irrigation risque en effet de masquer ces repères.

Anesthésie

Elle est fonction de l'expérience du chirurgien, de l'installation du patient et de l'indication.

L'anesthésie générale est plus confortable tant pour le patient que pour le chirurgien, quelles que soient la position du patient et la durée opératoire. La surveillance neurologique immédiate postopératoire est facile.

L'anesthésie régionale par bloc interscalénique ou axillaire permet de réaliser tous les gestes y compris sous garrot. Mais le patient est moins confortablement installé (la position en décubitus latéral, par exemple, est moins bien tolérée) et l'état neurologique postopératoire est moins facilement analysable.

L'anesthésie locale pure a été proposée pour des gestes simples et brefs (comme l'ablation d'un corps étranger unique) par des arthroscopistes expérimentés. Elle n'est à notre avis pas à recommander devant l'impossibilité d'utiliser un garrot ni de réaliser un bilan complet intra-articulaire. Elle interdit la chirurgie conventionnelle à ciel ouvert en cas de conversion.

Matériel

Bien que le coude soit une petite articulation, l'arthroscope et l'instrumentation standard de diamètre 4 mm sont habituellement utilisables. L'utilisation d'un arthroscope de 2,7 mm grand angle est intéressante dans les articulations serrées en conservant une image de taille suffisante.

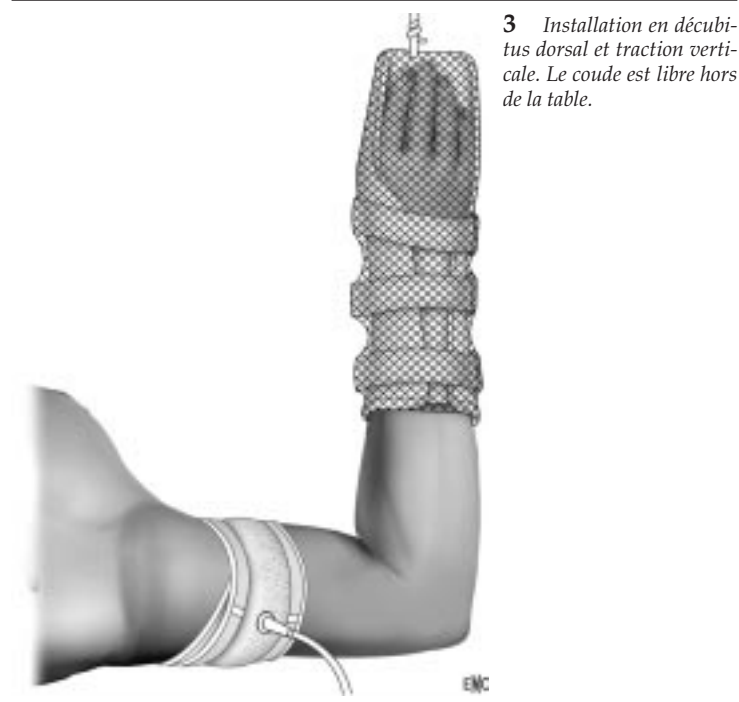
Pour éviter la diffusion du liquide d'irrigation dans les parties molles, il est préférable de ne pas utiliser d'arthropompe et de conserver les voies d'abords avec des canules.

Installations

Comme tout geste chirurgical, l'installation conditionne la sécurité du patient, l'accessibilité maximale au coude, le confort pour l'équipe chirurgicale et le patient.

POSITION DU MALADE

Il existe trois installations possibles en fonction de l'habitude de l'opérateur, du type d'intervention et de l'anesthésie envisagée.

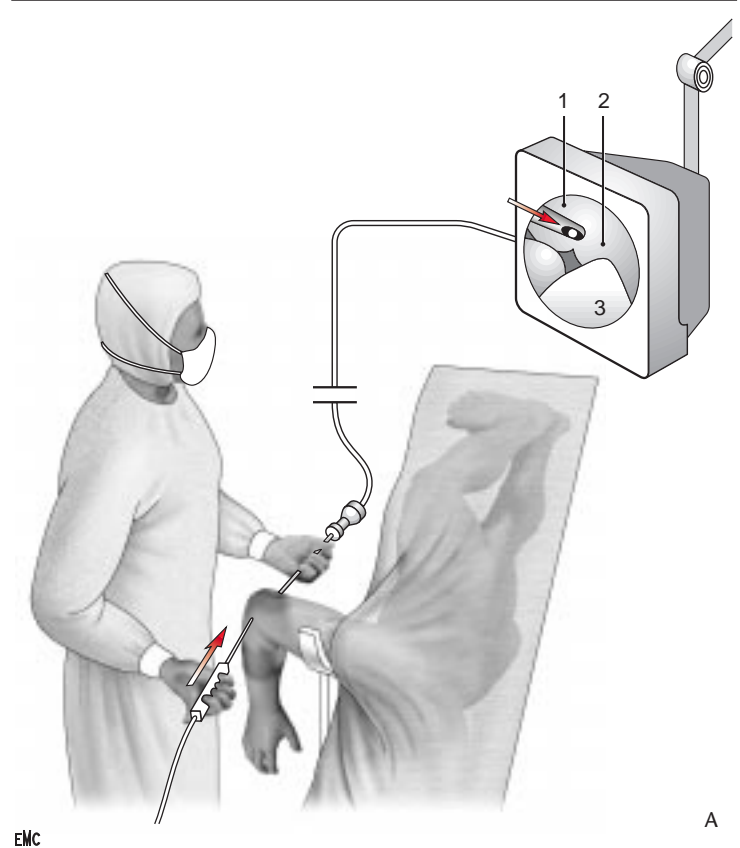


3 Installation en décubitus dorsal et traction verticale. Le coude est libre hors de la table.

Le *décubitus dorsal* était l'installation classique utilisée au début de la technique. Le patient sur le dos a l'épaule légèrement décalée en dehors du bord de la table, le bras en abduction à 90°. Le coude est maintenu libre à 90° de flexion, suspendu par un système de traction verticale non stérile^[2] utilisant un gantelet ou un doigtier japonais (fig 3). Ses avantages sont le confort du patient (surtout en cas d'anesthésie locorégionale) et du chirurgien qui travaille assis, l'abord aisé du compartiment articulaire antérieur. Ses inconvénients sont l'instabilité du coude qui est suspendu. Sa mobilité réduite rend difficile l'accès au compartiment postérieur. Enfin, l'écoulement décline le long des instruments et de l'arthroscope favorise l'apparition de buée sur la caméra et les fautes d'asepsie. Certains n'utilisent plus de traction^[36, 40] pour mobiliser l'articulation. Le membre supérieur repose sur une table à bras, le coude soulevé par un billot situé à la racine du bras. Un aide maintient la position : la flexion permet l'abord antérieur et l'extension associée à une rotation interne de l'épaule dégage la partie postérolatérale du coude.

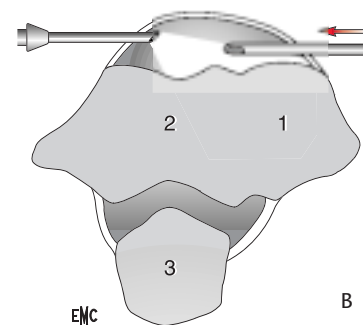
Le *décubitus ventral* ou *prone position*^[3, 5, 45] nécessite les précautions anesthésiques d'usage. L'épaule est en abduction à 90°, le bras est soutenu par un appui large, stable et rembourré. Le coude libre est fléchi à 90°, l'avant-bras pendant. Ses avantages sont la stabilité du coude qui reste mobilisable, l'accès aisé aux compartiments tant postérieur qu'antérieur, et la facilité d'une conversion en chirurgie conventionnelle en cas d'échec arthroscopique. Les inconvénients sont l'inconfort de l'installation pour le patient et l'anesthésiste, la tendance du liquide d'irrigation à infiltrer l'avant-bras avec un risque théorique de syndrome de loge. L'exploration du compartiment antérieur depuis la face postérieure du coude nécessite un apprentissage du chirurgien dont les gestes sont inversés par rapport à l'écran comme si le coude était filmé de face (fig 4).

Le *décubitus latéral* se rapproche de l'installation précédente^[5, 25, 40]. C'est notre installation préférée. Le patient est couché sur le côté sain, le bras en antépulsion à 90° soutenu par un appui ; le coude se positionne spontanément à 90° quand l'avant-bras pend librement (fig 5). Son avantage par rapport au décubitus ventral est la facilité d'accès aux voies respiratoires pour l'anesthésiste.



EMC

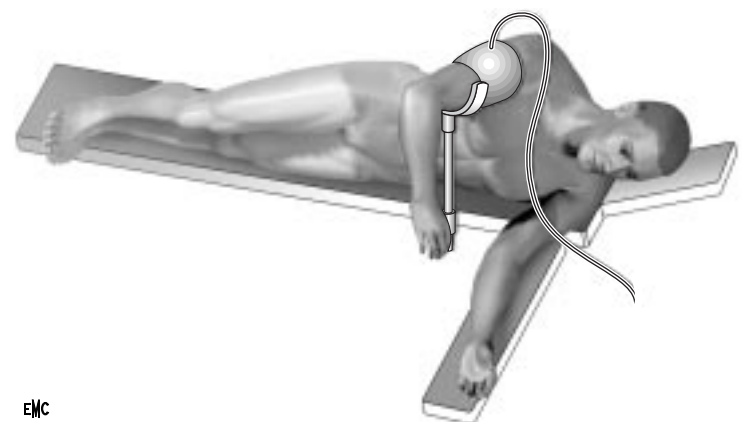
A



EMC

B

4 Apprentissage du geste inversé sur coude pendant. Dans le compartiment antérieur, la vue à l'écran est inversée par rapport au geste, l'arthroscope reproduisant une image filmée de devant alors que le praticien se trouve en arrière du coude.

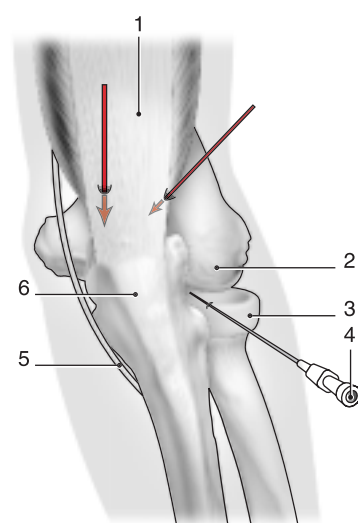


EMC

5 Schéma du patient en décubitus latéral avec garrot en place.

PRÉPARATION DU CHAMP

Un garrot pneumatique est placé à la racine du membre en regard de l'appui-bras ; il est gonflé après vidange vasculaire. La préparation aseptique n'a rien de spécifique mais doit inclure le poignet et les doigts qui sont libres sauf en cas de traction par un gantelet. Un champ d'extrémité étanche à usage unique est le plus



6 Vue postérieure avec les repères dessinés : tête radiale (3), capitellum (2), olécrane (6), triceps (1), nerf cubital (5), voies d'abord postérieures directes (aiguille intramusculaire) (4), postérosupérieure (flèche noire), postéromédiane (flèche rouge).

EMC

souvent utilisé. Le marquage des repères osseux et des voies d'abord est très utile avant toute distension articulaire.

ÉQUIPE CHIRURGICALE ET INSTRUMENTS

Quelle que soit la position du patient, le chirurgien est face au coude opéré ; l'aide est à ses côtés pour mobiliser le membre. L'anesthésiste et son matériel spécifique sont à la tête du patient.

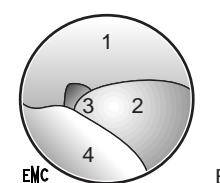
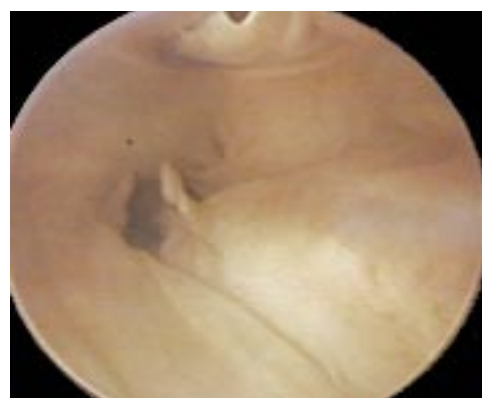
La colonne d'arthroscopie avec l'ensemble des modules sont disposés du côté opposé. L'irrigation est passive par simple gravité. Le matériel chirurgical stérile est à portée de main de l'opérateur pour conserver le moniteur et le coude dans son champ de vision. Il évite ainsi de perdre les repères intra-articulaires et/ou les voies d'abord.

Voies d'abord et exploration normale

Des précautions préliminaires sont essentielles :

- dessiner les repères avant l'intervention pour ne pas multiplier les voies (fig 6) ;
- distendre d'emblée l'articulation au sérum physiologique pour refouler les nerfs ;
- compléter les abords à la pince fine après moucheture superficielle à la lame de bistouri n° 11.

L'arthroscopie en décubitus latéral débute habituellement par un bilan du compartiment postérieur et du récessus postérolatéral (distendu coude en extension) puis du compartiment antérieur (coude en flexion). Mais la diffusion liquidienne justifie de commencer par le compartiment pathologique et poursuivre si nécessaire l'exploration complète.



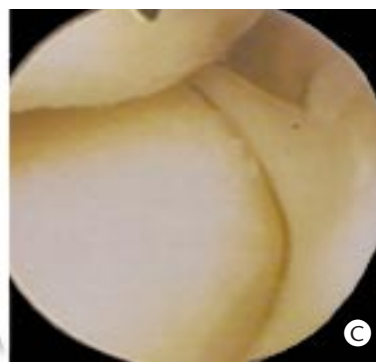
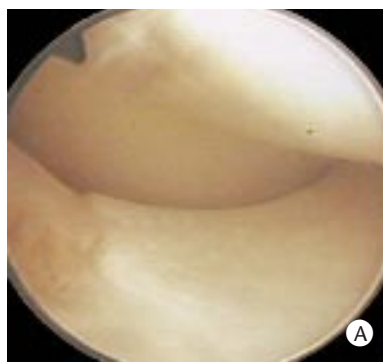
8 A. Vue endoscopique de la pointe de l'olécrane par voie postérieure.
B. Schéma.

VOIES ET EXPLORATION POSTÉRIEURES (fig 6)

La voie postérieure directe (ou externe basse) est toujours réalisée en premier. Elle se situe dans le *soft point* entre capitellum, bord latéral de l'olécrane et bord supérieur de la tête radiale. Elle est matérialisée à l'aiguille intramusculaire qui doit rester parfaitement horizontale pour permettre aux futurs instruments d'avoir un débattement maximal. Par cette voie, 10 à 20 mL de sérum physiologique sont injectés pour distendre la capsule [18, 31]. On en vérifie l'efficacité par le gonflement du récessus sous-tricipital et un reflux franc par l'aiguille. La pénétration se fait au trocart mousse jusqu'au contact des surfaces cartilagineuses. Une intramusculaire sur le trajet d'un futur abord permet un drainage. Cette voie donne accès à la tête radiale qui roule en prosupination depuis la petite cavité sigmoïde jusqu'à sa périphérie latérale. Une petite frange graisseuse la masque parfois ; elle est facilement réséquée à l'aide d'un couteau motorisé depuis une seconde voie postérieure. En faisant pivoter l'arthroscope, on voit la partie postérieure du capitellum et l'articulation trochléo-olécraniennne (fig 7). Il est alors possible de remonter le long de la gouttière paraolécraniennne latérale pour atteindre le cul-de-sac sous-tricipital.

Une seconde voie postéroexterne supérieure est réalisée sous contrôle de la vue depuis la voie précédente. Elle est située le long du bord latéral du tendon du triceps environ 2 cm au-dessus du sommet de l'olécrane. Sa matérialisation à l'aiguille intramusculaire permet de l'orienter vers la fossette olécraniennne. Cette voie autorise l'exploration du cul-de-sac sous-tricipital avec la fossette olécraniennne et la pointe de l'olécrane qui glisse le long de la trochlée en flexion-extension (fig 8). L'arthroscope peut alors être dirigé :

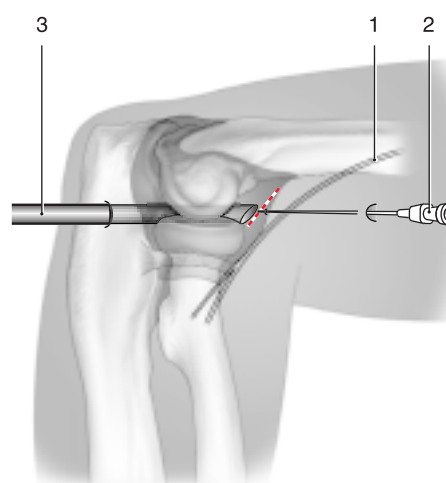
- vers le bas dans la gouttière latérale : on reconnaît, vus par au-dessus, la grande cavité sigmoïde et le récessus postéroexterne (avec la tête radiale, le ligament annulaire, le capitellum ainsi que la frange graisseuse) ;



7 Vue arthroscopique par voie postérieure directe.
A. Tête radiale.
B. Schéma de l'articulation trochléo-humérale.
C. Vue endoscopique.



9 Voie d'abord transtendineuse à l'intramusculaire sous contrôle visuel depuis la voie postérosupérieure. Nerf cubital (c).



10 Voie d'abord antérolatérale matérialisée à l'intramusculaire (2) sous contrôle visuel depuis la voie postérieure directe. Sa hauteur varie (haute, moyenne, basse) mais l'incision au bistouri (3) reste parallèle (pointillé) au nerf radial (1).

EMC

– en dedans : la rampe paraolécraniennne interne est visible avec le bord médial de l'interligne. Le nerf cubital est régulièrement apparent sous la capsule.

Une voie postérieure médiane peut être utilisée pour accéder à la rampe interne. L'incision est verticale ; elle est obligatoirement transtendineuse dans le sens des fibres, simulée à l'aide d'une intramusculaire sous contrôle visuel depuis la voie postéroexterne. L'aiguille doit rester parfaitement parallèle au nerf ulnaire reproduisant le futur trajet des instruments (fig 9). La prudence interdit d'utiliser à ce niveau un instrument motorisé et/ou aspiratif ; un ostéotome fin ou une curette sont préférables à une fraise motorisée.

VOIES ET EXPLORATION ANTÉRIEURES

La voie antérolatérale est la plus utilisée. Elle est réalisée sur un coude fléchi à 90° et distendu pour éloigner le nerf radial [17, 18, 31, 33]. Elle est située au niveau de l'interligne huméroradial ou plus proximale pouvant même passer au-dessus du condyle latéral. Plus elle est haute, plus elle s'éloigne des branches nerveuses [17, 33, 50]. Le choix dépend du geste à réaliser. Quelle qu'elle soit, elle est simulée à l'aiguille en tenant compte de l'antéversion de la palette humérale qui repousse l'aiguille vers l'avant. C'est pourquoi nous préférons la contrôler de visu depuis la voie postérieure directe (fig 10). L'arthroscope est poussé vers le compartiment antérieur en utilisant le trocart mousse dans le triangle entre capitellum, tête radiale et trochlée en s'aidant d'une décoaptation axiale. Les éventuelles érosions cartilagineuses du bord libre de la cupule radiale sont sans

conséquence car il s'agit d'une zone « non portante ». La lame de bistouri est orientée à 45° parallèlement au trajet théorique du nerf radial pour en minimiser le risque lésionnel. Le trocart doit être dirigé vers le centre de l'articulation pour ne pas glisser en avant de la capsule. Cette voie offre une vue directe de la partie interne du compartiment antérieur (fig 11) : la coronoïde glisse sur la trochlée jusqu'à la fossette coronoïde, la partie antérieure de la petite cavité sigmoïde et en prenant du recul la partie antérieure de la condyloradiale qui peut être déroulée ; la ligne de réflexion capsulaire sur l'humérus en tournant le scope. Ce dernier peut être introduit entre tête radiale et ligament annulaire jusqu'au ligament de Denucé.

La voie antéromédiale est alors réalisée sur un coude fléchi directement depuis la voie précédente. La transillumination permet d'éviter la veine basilique (fig 12). Elle passe au travers des tendons épitrochléens. Certains préfèrent commencer l'arthroscopie du coude par cet abord car il est anatomiquement plus éloigné des nerfs [54]. La voie antéromédiale permet d'accéder au compartiment antérieur comme la voie antérolatérale avec une vue élargie sur le secteur latéral du compartiment antérieur (fig 13).

Toutes ces voies sont interchangeables pour accéder à la totalité de l'articulation avec comme principe « voir de loin et palper de près ».



A



B

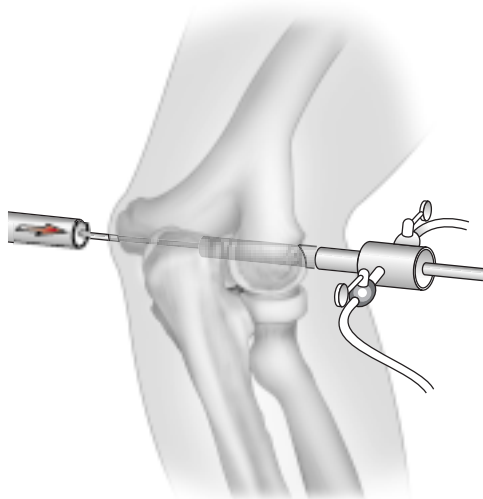
11 Vue arthroscopique du compartiment antéro-interne.

A. Schéma.

B. Vue endoscopique.

EMC

12 Voie antéro-interne par transfixation.



EMC

Suites opératoires

Les voies d'abord sont suturées pour éviter la survenue de fistule synoviale. Un drainage n'est à envisager qu'en cas de synovectomie. L'immobilisation comme la rééducation dépend du geste opératoire réalisé. La surélévation du membre et un traitement antioédémateux sont systématiques [9, 25, 27, 31, 40, 42, 52]. L'élément essentiel est la surveillance neurologique précoce :

- une paralysie complète nécessite une exploration chirurgicale immédiate ;
- la survenue d'un présyndrome de loge nécessite une décompression en urgence.

Indications

BILAN PRÉOPÉRATOIRE

Sans revenir sur l'examen clinique complet qui oriente le diagnostic, il est essentiel de préciser l'intérêt des examens complémentaires préopératoires.

Les radiographies de face et profil sont obligatoires et précisent d'éventuelles particularités osseuses (cal, fracture, corps étrangers...).

L'arthroscanner avec coupes millimétriques est l'examen de référence : il apprécie la conformation osseuse ainsi que la capacité et le contenu articulaire.

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) présente un intérêt dans les atteintes synoviales ou para-articulaires.

La scintigraphie localise la souffrance articulaire et exclut une algodystrophie.

Ainsi, il est possible de distinguer les indications établies, relatives et expérimentales.

Les indications établies sont l'exérèse de corps étrangers, l'ostéochondrite disséquante du capitellum, la synovectomie surtout dans les atteintes rhumatoïdes ou septiques et le traitement des conflits synoviaux postéroexternes.

Les indications relatives sont en cours d'évaluation : l'arthrolyse, les conflits osseux postéro-internes, les bursectomies des hygromas olécraniens.

Les indications expérimentales comprennent les ostéosynthèses de fractures parcellaires articulaires (tête radiale, coronoïde, condyle externe, capitellum), le traitement de l'épicondylite.

Parallèlement, il existe des contre-indications formelles à l'arthroscopie du coude. Une ankylose ou un geste chirurgical antérieur qui auraient modifié les rapports anatomiques (transposition du nerf cubital, pontage artériel) présenteraient un risque majeur pour les éléments nobles. L'algodystrophie doit faire récuser tout geste chirurgical vu sa tendance à s'acutiser au niveau du coude.

PARTICULARITÉS DE L'ARTHROSCOPIE EN FONCTION DES INDICATIONS

■ Corps étrangers intra-articulaires

Comme souvent, il s'agit de l'indication préférentielle de l'arthroscopie [9, 12, 20, 30, 38]. Révélés par des blocages fugaces, un déficit de mobilité ou des signes compressifs cubitaux, ces fragments chondraux ou ostéochondraux sont d'étiologie variable. Soit intrinsèque par traumatisme franc (luxation, fracture) ou microtraumatismes (ostéochondrite du condyle externe, chondromatose synoviale, arthrose), soit rarement extrinsèque (plaie articulaire).

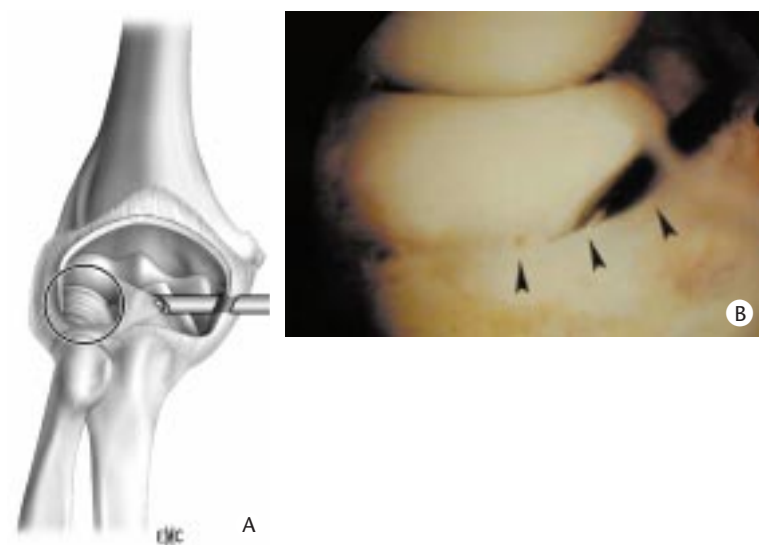
Le bilan radiographique doit inclure une vue axiale en hyperflexion : il montre les corps étrangers radio-opaques et permet de préciser l'état de l'articulation. L'arthrographie couplée au scanner localise de plus les fragments purement cartilagineux purs (fig 14).

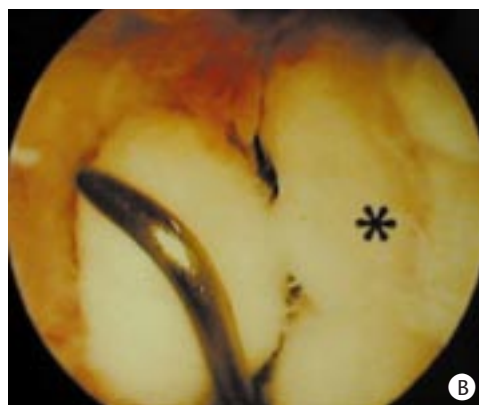
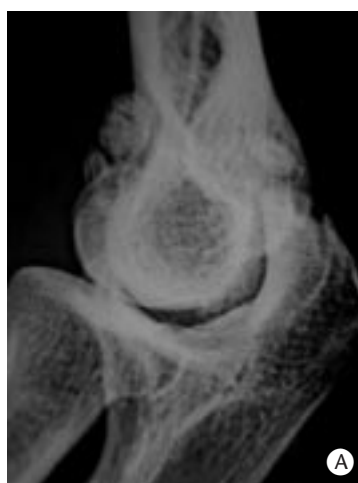
L'exploration débute par le compartiment le plus encombré. Mais la fréquence de fragments dans les différents compartiments justifie d'une exploration articulaire exhaustive (antérieure et postérieure) pour éviter d'en oublier [31, 43, 55]. Les repérer est parfois difficile, en

13 Compartiment antérolatéral.

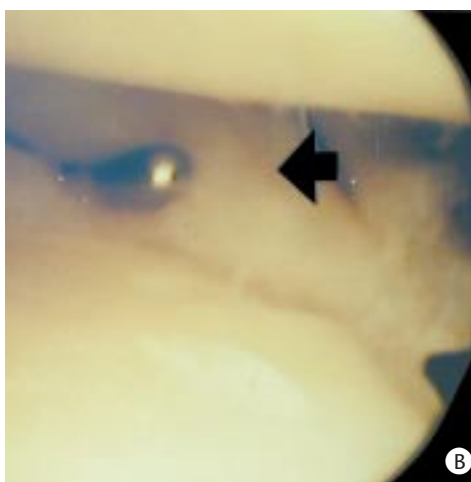
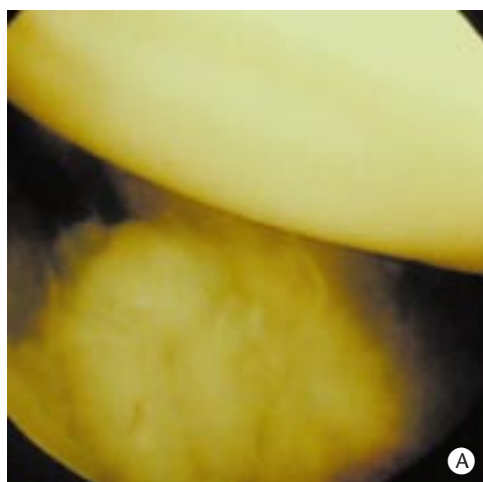
A. Schéma.

B. Vue arthroscopique : le palpeur soulève le ligament annulaire (têtes de flèches).





14 Corps étrangers multiples.
A. Radiographie.
B. Vue endoscopique d'un corps étranger enclavé (astérisque).



15 Vue endoscopique d'une frange condyloradiale avant (A) et après résection (B).

particulier dans les fossettes olécraniennes et coronariennes, comme dans les récessus postéroexternes et péricapitaux. Le libérer quand il est synovialisé à l'aide du palpeur ou du shaver. Arrêter l'irrigation évite sa migration. Pour l'extraire, l'attraper par une extrémité. Les corps étrangers volumineux sont fragmentés pour ne pas trop agrandir la voie d'abord.

Les résultats de ce geste sont excellents. L'existence de lésions cartilagineuses de passage est un facteur pronostique péjoratif à l'origine de douleurs résiduelles [22, 28, 31, 43].

■ Ostéochondrite disséquante du coude

Ce trouble de l'ossification du capitellum de l'enfant a été décrit par Panner en 1929. Chez les sportifs, les contraintes en valgus sont à l'origine d'une compression du compartiment capitelloradial entraînant une fragmentation du noyau d'ossification [6, 7, 9, 22, 47, 48]. Celui-ci peut guérir par une simple mise au repos. Sinon l'évolution spontanée aboutit à la libération d'un fragment.

Le diagnostic est fait sur des douleurs progressives retrouvées à la pression du condyle huméral. Il peut s'y associer une diminution de l'extension et des blocages. Les radiographies montrent un aplatissement du condyle, voire une niche avec un séquestre. Un arthroscanner peut confirmer un diagnostic hésitant. La présence d'un séquestre justifie de son ablation associée à une abrasion de la niche dont le but est de faire cicatriser la lacune avec un comblement mixte ostéofibreux [6, 47].

L'arthroscope introduit par voie postéroexterne haute contrôle les instruments passés par voie postérieure directe. Le fragment siège souvent en regard. Une fraise motorisée permet d'aviver la zone pathologique.

Le pronostic à court terme est excellent mais à long terme survient une dégradation progressive des résultats [6].

■ Conflits synoviaux postéroexternes

Ils sont la conséquence d'une hypertrophie synoviale en regard de la tête radiale [14] ; elle peut être secondaire à une épicondylite [9] ou des contraintes répétées en valgus [1, 14]. Son interposition fugace entre condyle et tête radiale provoque des blocages brutaux et douloureux ; elle est généralement découverte lors de l'arthroscopie indiquée pour corps étrangers [55] (fig 15).

■ Pathologies synoviales, infectieuses et raideurs

L'enraidissement du coude est fréquent, qu'il soit d'origine post-traumatique ou secondaire à une arthrose. On peut en rapprocher les arthropathies synoviales ou infectieuses qui sont aussi enraidissantes. Arthrolyse et synovectomie font l'objet d'une technique chirurgicale similaire. L'arthroscopie autorise en effet une exploration plus complète du coude et des gestes plus précis qu'une intervention conventionnelle à ciel ouvert. Il s'agit d'une technique difficile dont les premières publications sont encore récentes [8, 11, 23, 25, 27, 32, 37, 52].

Étiologies de la raideur

Les séquelles post-traumatiques après fracture intra-articulaire ou luxation où le tissu cicatriciel comble les récessus. La libération nécessite un bilan précis des modifications anatomiques.

L'arthrose du coude secondaire ou primitive est souvent bien tolérée. L'utilité de l'arthroscopie réside dans l'extraction de corps étrangers symptomatiques ; mais aussi dans la résection

d'ostéophytes dans les arthroses débutantes et/ou localisées comme chez les sportifs de lancer [1, 25, 39, 42] où on retrouve fréquemment une production ostéophytique dans la gouttière interne. Dans les arthroses avancées, il est possible de réaliser sous arthroscopie une arthrolyse large [25, 32, 46] reproduisant l'efficace arthroplastie humérocubitale d'Outerbridge rapportée par Morrey [24, 36, 53].

Les synovectomies pour arthrites inflammatoires ou lésions tumorales bénignes sont plus complètes sous arthroscopie. La fréquence d'une laxité et d'une destruction osseuse rend le geste aisé en gardant à l'esprit la finesse de la capsule articulaire.

Les arthrites infectieuses peuvent bénéficier d'un lavage avec évacuation des fausses membranes et synovectomie [25]. L'injection d'antibiotiques in situ et un drainage se font par les voies d'abord.

Bilan préopératoire

Il est fondamental ; il analyse les lésions anatomiques à l'origine de la raideur. Il doit :

- exclure une étiologie extra-articulaire à la raideur (ostéome, butoir osseux). Mais le délai d'apparition et la responsabilité d'une rétraction tendineuse dans les raideurs anciennes sont difficilement quantifiables [32] ;
- s'assurer de l'absence d'algodystrophie évolutive ;
- analyser les causes intracapsulaires à l'aide de tomographies et d'un arthroscanner : comblement des fossettes humérales (fibreux ou osseux), cal vicieux articulaire, ostéophytes, présence de corps étrangers (libres ou inclus) ;
- évaluer les risques spécifiques comme la position du nerf cubital parfois en chevalier sur des ostéophytes, voire spontanément subluxé en raison d'une déformation osseuse [36, 42] ;
- rechercher, dans les synovectomies, l'existence d'éventuelles « hernies » synoviales (paratricipitale, externe, antérieure...) qui présentent un risque d'insuffisance thérapeutique (par défaut de résection) et/ou d'effraction capsulaire avec ses dangers pour les éléments périphériques (fig 16).



16 Hernies synoviales sur imagerie par résonance magnétique (flèches).

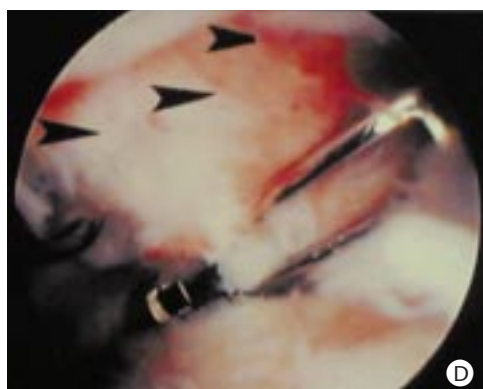
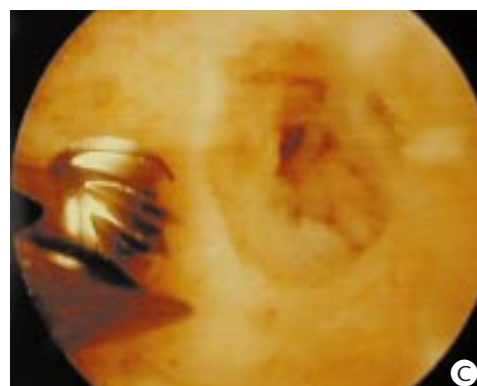
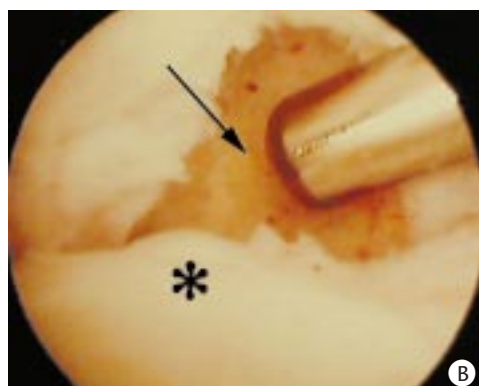
Particularités techniques (fig 17)

Nous décrivons l'ensemble des étapes dont certaines peuvent s'avérer inutiles selon l'étiologie.

L'installation en *prone position* avec un garrot et les cinq voies d'abord ont été décrites. Elles sont toutes utiles et interchangeables pour réaliser arthrolyse ou synovectomie matérialisées par des canules en raison de la longueur du geste.

Trouver un espace de travail est parfois difficile dans une articulation étroite. Gallay et al [18, 41] ont montré que le volume articulaire dans les raideurs du coude diminuait de plus de moitié d'où l'importance de l'injection intra-articulaire avant le premier abord. La résection des brides fibreuses et/ou de la synoviale hypertrophique est débutée pas à pas au contact de l'arthroscope (d'abord à la pince puis au *shaver*) permettant d'ouvrir l'espace articulaire.

L'excision des tissus mous se poursuit secteur par secteur en évitant de léser le cartilage. Le palpeur permet d'écarter progressivement les surfaces articulaires pour y glisser un couteau motorisé. Les



17 Arthrolyse arthroscopique.

- A. Le scanner montre l'épaississement osseux (flèche noire) de la membrane entre les fossettes et leur comblement ostéofibreux (flèches blanches).
 B. Vue arthroscopique après résection de la fibrose du cul-de-sac sous-tricipital : le fond de la fossette (flèche) et la pointe de l'olécrane (astérisque) sont dégagés.
 C. Vue arthroscopique de l'effondrement à la fraise de l'os entre les fossettes.
 D. Vue arthroscopique d'une capsulotomie antérieure à la pince basket près de l'insertion humérale (têtes de flèches).

fossettes olécraniennes et coronéidiennes sont dégagées à la curette ou au *shaver*. Tout geste dans la rampe paraolécranienne médiale se fait sous contrôle visuel et à l'aide d'instrument non motorisé et non aspiratif [25]. Une vision incomplète, une localisation douteuse du nerf cubital orientent obligatoirement vers un abord chirurgical localisé en fin d'intervention.

L'étape osseuse comprend l'extraction des corps étrangers et la résection des ostéophytes olécraniens antérieurs et postérieurs à l'aide d'une fraise ou d'un petit ostéotome. La paroi séparant les fossettes est souvent épaissie [24, 36]. Elle est effondrable à la fraise motorisée [25, 46] ouvrant un passage entre compartiments antérieur et postérieur et complétant l'arthroplastie. La résection de la tête radiale est envisageable sans difficulté technique particulière : elle est réalisée pas à pas à l'aide de fraise et de curette jusqu'à voir le ligament annulaire sur toute sa hauteur et la partie basse de la petite cavité sigmoïde [16, 25, 27, 29].

La capsulotomie antérieure à la pince basket [25] ou au bistouri électrique [27] est faite au tiers supérieur de l'articulation, voire à son insertion humérale [23]. Elle doit conclure l'intervention pour éviter l'extravasation liquidienne dans les tissus périphériques, source de collapsément et de perte rapide de la vision intra-articulaire. Le pédicule vasculonerveux reste protégé par le muscle brachial antérieur [37].

Une injection intra-articulaire d'un mélange de morphinique et d'analgésique est systématique en fin d'arthrolyse.

Suites postopératoires

Si certains réalisent ce geste en ambulatoire [23, 38, 39, 52], nous préférons garder le patient sous surveillance 3 jours. La rééducation est immédiate, fragmentée, sans massage, en actif aidé et passif doux. Les résultats sont habituellement bons pour les raideurs post-traumatiques. Les raideurs arthrosiques récupèrent partiellement leur mobilité mais avec une diminution nette des douleurs. Les arthrites s'améliorent du point de vue symptomatique avec un résultat modeste sur la mobilité [25, 31]. L'arthroscopie apporte actuellement des résultats comparables aux techniques d'arthrolyse et de synovectomie conventionnelles avec des risques neurologiques similaires. Mais ses avantages sont :

- un risque pratiquement inexistant d'instabilité postopératoire, apapage du traitement conventionnel ;
- des suites moins douloureuses, plus rapides avec une rééducation précoce plus facile ;
- un moindre coût ;
- une diminution du saignement périarticulaire ce qui diminue d'autant le risque de récurrence. La survenue d'une récurrence permet d'envisager plus facilement une reprise chirurgicale, même conventionnelle.

■ Bursites

Le traitement endoscopique a été proposé dans les hygromas pour éviter les problèmes de cicatrisation [4, 9, 26]. La technique est simple : par deux ou trois voies d'abord, la résection du tissu pathologique incluant la synoviale et la « coque » de l'hygroma doit aboutir à l'avivement des parois. Il est préférable de débiter par le feuillet profond pour éviter la diffusion du liquide dans le tissu sous-cutané qu'il faut respecter. Un drainage et un pansement compressif sont mis en place en fin d'intervention.

■ Fractures intra-articulaires

Cette indication est en cours d'évaluation [4, 9]. Les fractures du bec coronéidien peuvent nécessiter l'ablation du fragment ou sa fixation sous contrôle arthroscopique quand le fragment est volumineux en utilisant une voie rétrograde (d'arrière en avant) pour l'ostéosynthèse (fig 18). Il en est de même dans les fractures de la tête radiale, l'arthroscopie permet de retirer les corps étrangers libres ou un contrôle de la réduction lors de l'ostéosynthèse à foyer fermé (brochage ou vissage). Un contrôle radioscopique associé est nécessaire. Les fractures du capitellum peuvent être excisées ou synthésées par broches postérieures. Il en est de même des fractures condyliennes externes qui emportent condyle et joue externe de la trochlée.

■ Épicondylite

Le traitement endoscopique de l'épicondylite a été proposé par certains [4, 20] ; la désinsertion se faisant depuis la face profonde des tendons extenseurs sous arthroscopie après bilan intra-articulaire.

Complications

L'anatomie explique la prédominance et la spécificité des complications neurologiques après arthroscopie du coude comme le fait ressortir la littérature [3, 13, 15, 21, 23, 27, 31, 33, 44, 49, 51].

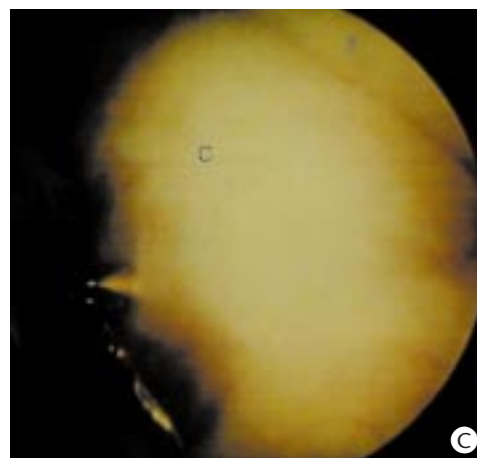
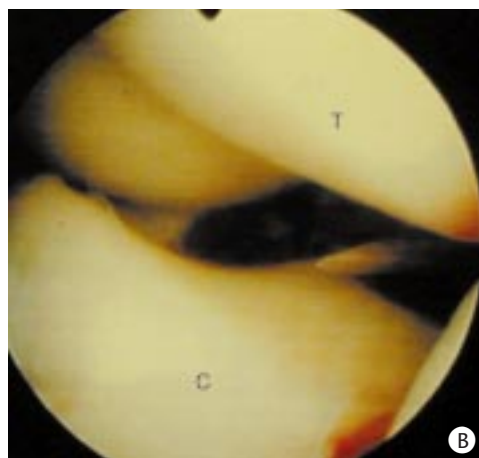
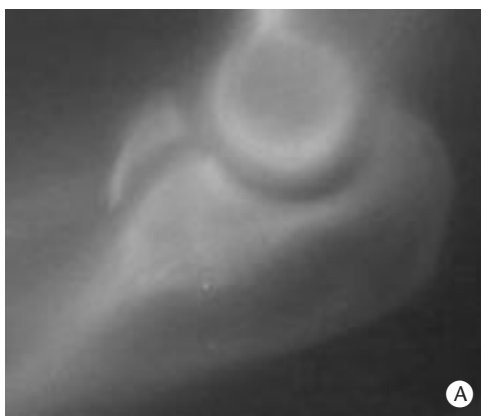
Les atteintes du nerf radial sont les plus fréquentes, souvent transitoires, dues à une diffusion liquidienne et/ou une compression. Les quelques atteintes définitives concernent le nerf interosseux postérieur, le médian et le cubital. Habituellement en rapport avec un geste lourd (arthrolyse), elles sont la conséquence (dans leur description) d'une imprudence : *shaver* dans la gouttière interne, arthrolyse large non contrôlée atteignant le médian au-delà du tendon... L'atteinte nerveuse est alors directe. Néanmoins, ces complications neurologiques restent peu fréquentes puisque l'Arthroscopy Association of North America (AANA), en 1985, ne retrouve qu'un cas sur 1 569 arthroscopies du coude (lésion du nerf radial) [15]. La SFA, en 1995, rapporte trois atteintes neurologiques sur 199 cas pour 6 % de complications globales [31].

Parmi les autres complications, certaines ne sont pas spécifiques (complications du garrot, algodystrophie) ; d'autres restent en rapport avec le geste (présyndrome de loge, atteinte des collatéraux par un doigtier japonais, fistule synoviale) [31].

La prévention repose sur :

- le choix de l'indication pour s'assurer du bénéfice de l'arthroscopie [40] ;
- le repérage des reliefs et des voies d'abord avant toute distension articulaire ;
- la distension articulaire préalable au sérum physiologique [18, 34] et la réalisation des voies antérieures sur un coude fléchi à 90° ;
- l'incision au bistouri de la peau exclusivement puis dissection des parties molles à la pince ;
- la pénétration articulaire au trocart en visant le centre de l'articulation ;
- la surveillance postopératoire précoce neurologique.

Figure 18 et références ►



- 18** *Fracture de la coronoïde.*
 A. Radiographie de profil.
 B. Vue arthroscopique de la fracture ; la coronoïde (C) est à distance de la trochlée (T).
 C. Réduction à la spatule et embrochage.
 D. Contrôle radiographique après synthèse.

Références

- [1] Andrews JR, Craven WM. Lesions of the posterior compartment of the elbow. *Clin Sports Med* 1991 ; 10 : 637-652
- [2] Andrews JR, StPierre RK, Carson WG Jr. Arthroscopy of the elbow. *Clin Sports Med* 1986 ; 5 : 653-662
- [3] Angelo RL. Advances in elbow arthroscopy. *Orthopedics* 1993 ; 16 : 1037-1046
- [4] Baker CL, Brooks AA. Arthroscopy of the elbow. *Clin Sports Med* 1996 ; 15 : 261-281
- [5] Baker CL Jr, Shalvoy RM. The prone position for elbow arthroscopy. *Clin Sports Med* 1991 ; 10 : 623-628
- [6] Bauer M, Jansson K, Josefsson PO, Linden B. Osteochondritis dissecans of the elbow. *Clin Orthop* 1992 ; 284 : 156-160
- [7] Baumgartent TE, Andrews JR, Sattenwhite YE. The arthroscopic classification and treatment of osteochondritis dissecans of the capitellum. *Am J Sports Med* 1998 ; 26 : 520-523
- [8] Boerboom AL, De Meyer HE, Verburg AD, Verhaar TA. Arthrolysis for post-traumatic stiffness of the elbow. *Int Orthop* 1993 ; 17 : 346-349
- [9] Bonvarlet JP. Indications exceptionnelles de l'arthroscopie du coude. In : *Arthroscopie*. Paris : Elsevier-SFA, 1999 : 417-421
- [10] Burman MS. Arthroscopy or the direct visualisation of joints. *J Bone Joint Surg* 1931 ; 13 : 669-695
- [11] Byrd JW. Elbow arthroscopy for arthrofibrosis after type I radial head fractures. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 162-165
- [12] Cameron SE, Travis MT, Kruse RW. Foreign body arthroscopically retrieved from the elbow. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 220-221
- [13] Casscells SW. Neurovascular anatomy and elbow arthroscopy: inherent risks. *Editor's Comments Arthroscopy* 1987 ; 2 : 190
- [14] Clarke RP. Symptomatic lateral synovial fringe of the elbow joint. *Arthroscopy* 1988 ; 4 : 112-116
- [15] Committee on complications of the Arthroscopy Association of North America. Complications in arthroscopy, The knee and other joints. *Arthroscopy* 1986 ; 2 : 253-258
- [16] Feldman MD. Arthroscopic excision of type 2 capitellar fractures. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 743-748
- [17] Field LD, Altchek DW, Warren RF, O'Brien SJ, Skyhar MJ, Wickiewicz TL. Arthroscopic anatomy of the lateral elbow: a comparison of three portals. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 602-607
- [18] Gallay SH, Richards RR, O'Driscoll SW. Intraarticular capacity and compliance of stiff and normal elbow. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 9-13
- [19] Greis PE, Halbrecht J, Plancher KD. Arthroscopic removal of loose bodies of the elbow. *Orthop Clin North Am* 1995 ; 26 : 679-689
- [20] Grifka J, Boenke S, Kramer J. Endoscopic therapy in epicondylitis radialis humeri. *Arthroscopy* 1995 ; 11 : 743-748
- [21] Hahn M, Grossman JA. Ulnar nerve laceration as a result of elbow arthroscopy. *J Hand Surg Br* 1998 ; 23 : 109
- [22] Jerosch J, Schroder M, Schneider T. Good and relative indications for elbow arthroscopy. A retrospective study on 103 patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 1998 ; 117 : 246-249
- [23] Jones GS, Savoie FH 3rd. Arthroscopic capsular release of flexion contractures (arthrofibrosis) of the elbow. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 277-283
- [24] Kashiwagi D. Osteoarthritis of the elbow joint: intraarticular changes and the special operative procedure: Outerbridge-Kashiwagi method. In : *Elbow joint*. Amsterdam : Elsevier, 1985 : 177-188
- [25] Kelberine F, Clouet d'Orval B. Traitement arthroscopique des raideurs de la pathologie synoviale du coude. In : *Arthroscopie*. Paris : Elsevier-SFA, 1999 : 406-411
- [26] Kerr DR. Prepatellar and olecranon arthroscopic bursectomy. *Clin Sports Med* 1993 ; 12 : 137-142
- [27] Kim SJ, Kim HK, Lee JW. Arthroscopy for limitation of motion of the elbow. *Arthroscopy* 1995 ; 11 : 680-683
- [28] Leissing C, Savioz D, Fritschy D. Arthroscopic removal of intra-articular loose foreign bodies of the elbow. *Rev Chir Orthop* 1997 ; 83 : 707-711
- [29] Lo IK, King GJ. Arthroscopic radial head excision. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 689-692
- [30] Locker B. Traitement arthroscopique des corps étrangers du coude. In : *Arthroscopie*. Paris : Elsevier-SFA, 1999 : 411-414
- [31] Locker B, Bonvarlet JP, Kelberine F. Arthroscopie du coude. *Ann Soc Fr Arthrosc* 1995 ; 4 : 81-106
- [32] Luppino T, Salsi A, Fiocchi R, Stefanini T, Lagana A. Arthrolysis in the treatment of ankylosis and severe post-traumatic stiffness of the elbow. *Ital J Orthop Trauma* 1992 ; 18 : 459-465
- [33] Lynch GJ, Meyers JF, Whipple TL, Caspari RB. Neurovascular anatomy and elbow arthroscopy: inherent risks. *Arthroscopy* 1986 ; 2 : 190-197
- [34] Marshall PD, Fairclough JA, Johnson SR, Evans EJ. Avoiding nerve damage during elbow arthroscopy. *J Bone Joint Surg Br* 1993 ; 75 : 129-131

-
- [35] Miller CD, Jobe CM, Wright MH. Neuroanatomy in elbow arthroscopy. *J Shoulder Elbow Surg* 1995 ; 4 : 168-174
- [36] Morrey BF. Primary degenerative arthritis of the elbow: ulno humeral arthroplasty. In : The elbow and its disorders. Philadelphia : WB Saunders, 1993 : 120-130
- [37] Nowicki KD, Shall LM. Arthroscopic release of a posttraumatic flexion contracture in the elbow: a case report and review of the literature. *Arthroscopy* 1992 ; 8 : 544-547
- [38] O'Driscoll SW. Elbow arthroscopy for loose bodies. *Orthopaedics* 1992 ; 15 : 855-859
- [39] O'Driscoll SW. Arthroscopic treatment for osteoarthritis of the elbow. *Orthop Clin North Am* 1995 ; 26 : 691-706
- [40] O'Driscoll SW, Morrey BF. Arthroscopy of the elbow. Diagnostic and therapeutic benefits and hazards. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 84-94
- [41] O'Driscoll SW, Morrey BF, An KN. Intra-articular pressure and capacity of the elbow. *Arthroscopy* 1990 ; 6 : 100-103
- [42] Ogilvie-Harris DJ, Gordon R, Mackay M. Arthroscopic treatment for posterior impingement in degenerative arthritis of the elbow. *Arthroscopy* 1995 ; 11 : 437-443
- [43] Ogilvie-Harris DJ, Schemitsch E. Arthroscopy of the elbow for removal of loose bodies. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 5-8
- [44] Papilion JD, Neff RS, Shall LM. Compression neuropathy of the radial nerve as a complication of elbow arthroscopy: a case report and review of the literature. *Arthroscopy* 1988 ; 4 : 284-286
- [45] Poehling GG, Whipple TL, Sisco L, Goldman B. Elbow arthroscopy: a new technique. *Arthroscopy* 1989 ; 5 : 222-224
- [46] Redden JF, Stanley D. Arthroscopic fenestration of the olecranon fossa in the treatment of osteoarthritis of the elbow. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 14-16
- [47] Ruch DS, Cory JW, Poehling GG. The arthroscopic management of osteochondritis dissecans of the adolescent elbow. *Arthroscopy* 1998 ; 14 : 797-803
- [48] Schenck RC Jr, Goodnight JM. Osteochondritis dissecans. *J Bone Joint Surg Am* 1996 ; 78 : 439-456
- [49] Smith JB. Compression neuropathy of the radial nerve as a complication of elbow arthroscopy (letter). *Arthroscopy* 1989 ; 5 : 238-241
- [50] Stothers K, Day B, Regan WR. Arthroscopy of the elbow: anatomy, portal sites, and a description of the proximal lateral portal. *Arthroscopy* 1995 ; 11 : 449-457
- [51] Thomas M, Fast A, Shapiro D. Radial nerve damage as a complication of elbow arthroscopy. *Clin Orthop* 1987 ; 215 : 130
- [52] Timmerman LA, Andrews JR. Arthroscopic treatment of posttraumatic elbow pain and stiffness. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 230-235
- [53] Tsuge K, Mitsuzeki T. Debridement arthroplasty for advanced primary osteoarthritis of the elbow. *J Bone Joint Surg Br* 1994 ; 76 : 641-646
- [54] Verhaar J, Van Mameren H, Brandsma A. Risks of neurovascular injury in elbow arthroscopy: starting anteromedially or anterolaterally? *Arthroscopy* 1991 ; 7 : 287-290
- [55] Ward WG, Belhobek GH, Anderson TE. Arthroscopic elbow findings: correlation with preoperative radiographic studies. *Arthroscopy* 1992 ; 8 : 498-502
-

Chirurgie de la diaphyse humérale : voies d'abord, techniques opératoires

P Bonneville

R é s u m é. – Après un bref rappel des données anatomiques, cliniques et épidémiologiques indispensables à l'établissement des indications thérapeutiques, les différentes méthodes chirurgicales de traitement des fractures récentes et des pseudarthroses diaphysaires humérales sont décrites. Les ostéosynthèses par plaque sont étudiées pour chacun des tiers diaphysaires ; les indications sont précisées. Il en est fait de même pour l'enclouage centromédullaire qui vient de bénéficier de progrès techniques importants, de l'embrochage fasciculé et du fixateur externe. L'ostéosynthèse des fractures pathologiques est aussi envisagée. L'enclouage verrouillé et les ostéosynthèses par plaque avec apport osseux sont les deux méthodes décrites pour consolider une pseudarthrose aseptique : leur place respective est précisée. Les pseudarthroses suppurées sont traitées en deux temps opératoires et font appel à la fixation externe.

Introduction

La chirurgie de la diaphyse humérale (portion cylindrique de structure corticale comprise entre le bord inférieur du grand pectoral et une ligne passant à quatre travers de doigt du coude) est essentiellement centrée sur les lésions traumatiques récentes et leurs séquelles. Dans les fractures récentes, une large place doit être laissée au traitement orthopédique dont l'efficacité a été prouvée [12, 29]. Mais de nouvelles techniques sont apparues ou se sont perfectionnées, en particulier l'enclouage centromédullaire verrouillé [31], applicable en outre aux pseudarthroses. Le débat principal demeure focalisé sur les indications thérapeutiques car tout type de traitement conservateur ou chirurgical trouve défenseur, sur la foi de son efficacité et de sa faible iatrogénicité ; celle-ci est le plus souvent minimisée grâce à une application rigoureuse de la technique opératoire.

Données anatomiques

Diaphyse humérale

La diaphyse humérale comporte une section proximale cylindrique et s'efface distalement pour constituer les deux piliers de la palette de structure compacte triangulaire. Les surfaces corticales ne sont planes que sur de courtes distances. La cavité médullaire présente un

rétrécissement proximodistal progressif ; elle est rectiligne dans le plan frontal, mais comporte à sa partie distale, la plus étroite, une courbure sagittale dirigée vers l'avant.

Un double système vasculaire nourricier et périosté assure l'apport artériel ; le système périosté est étroitement dépendant des multiples insertions musculaires.

Nerf radial

Les rapports étroits du nerf radial avec la face postérieure de l'humérus font partie des données anatomiques classiques : il aborde le bras à sa sortie de la fente humérotrochantériale, avec l'artère humérale profonde (fig 1). Dans la loge postérieure, il amorce sa torsion autour de la diaphyse, séparé de la corticale par quelques faisceaux musculaires du triceps. Il traverse la cloison intermusculaire externe en un point situé environ à 10 cm du relief de l'épicondyle latéral. Cette perforation aponévrotique constitue un point de fixité, expliquant sa paralysie lorsqu'il subit une elongation par déplacement important de la distalité de l'humérus fracturé. Le radial chemine alors, à la face externe du tiers distal de l'humérus, dans la gouttière bicipitale externe et donne les branches destinées au brachioradial (long supinateur) et au long extenseur du carpe (premier radial). L'anatomie endoneurale [4] montre une grande variabilité en nombre et en situation des groupes fasciculaires, rendant toute cartographie illusoire.

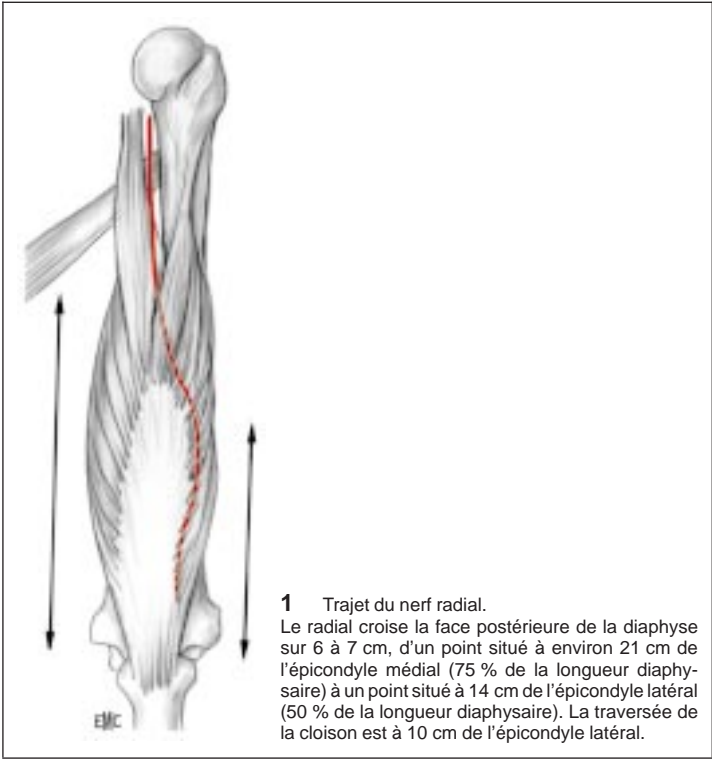
Anatomie chirurgicale [2, 5]

La diaphyse humérale peut être divisée en trois zones anatomiques. Dans son tiers proximal, l'humérus est triangulaire à la coupe, autour d'une cavité médullaire large de 17 à 18 mm de diamètre. La projection proximale de celle-ci se fait en dedans du tubercule majeur (trochiter) en zone chondrale. Le deltoïde antérieur et moyen couvrent sa face antérolatérale et le vaste latéral, sa face postérieure. Les tendons du grand rond et du grand dorsal s'insèrent sur la face antéromédiale. Ainsi, l'accès aux surfaces corticales est barrée par de larges insertions musculaires et le paquet vasculonerveux brachial en dedans.

Au tiers moyen, le radial croise la face postérieure diaphysaire en se glissant entre les insertions des muscles vaste latéral et médial et pénètre

Paul Bonneville : Professeur des Universités, praticien hospitalier, service d'orthopédie-traumatologie, hôpital Purpan (Pr Mansat), place du docteur Baylac, 31059 Toulouse cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Bonneville P. Chirurgie de la diaphyse humérale : voies d'abord, techniques opératoires. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-300, 1998, 12 p.



dans la loge antérieure brachiale à la partie basse de ce tiers. La cavité médullaire mesure 11 à 12 mm, circonscrite par une corticale postérieure légèrement convexe, une face antéroexterne donnant insertion aux muscles brachial et brachioradial (long supinateur), tandis que sur la face antéromédiale s'insèrent le coracobrachial et le brachial. Cette dernière est barrée par le pédicule vasculonerveux.

Au tiers inférieur, la diaphyse humérale est constituée de corticales épaisses à bords saillants entourant une étroite cavité médullaire (8,5 à 9 mm). Celle-ci se termine 2 à 3 cm au-dessus de la fossette olécrânienne. Seule la face postérieure est plane et lisse. Le nerf radial est antérolatéral ; le pédicule vasculaire et le nerf médian sont internes, de même que le nerf ulnaire.

Techniques opératoires

Fractures récentes

La diaphyse humérale représente environ le cinquième des localisations fracturaires de cet os. Les caractéristiques épidémiologiques sont les suivantes : prédominance masculine, adulte jeune, accident de la voie publique dans un contexte de traumatisme à haute énergie ; les chutes domestiques, en particulier chez la femme âgée, représentent une autre circonstance fréquente de ces fractures [5].

Ostéosynthèse par plaque vissée

Principes

Les ostéosyntheses directes par plaque vissée ont été codifiées par l'AO [22] : montage rigide assuré par un minimum de six prises corticales (soit trois vis), compression interfragmentaire obtenue par le tendeur de plaque ou par autocompression (plaque DCP), implant épais et large. Ainsi, les vis de diamètre 4,5 doivent être utilisées, de même que les plaques dites plaques « à tibia » ou plus larges pour fémur à orifice de vis en quinconce. La valeur biomécanique d'une telle ostéosynthèse a été testée par Henley [17]. Le respect de ces règles est la garantie de résultats favorables (tableau I).

En fait, il faut tenir compte de plusieurs paramètres : le type de foyer, sa situation sur la diaphyse, l'aspect anatomique de la face diaphysaire où doit s'appliquer l'ostéosynthèse. L'AO [22] recommande une plaque à compression pour une fracture transversale oblique courte. Une plaque de neutralisation associée à une ou plusieurs vis indépendantes à effet de compression d'un foyer oblique long ou spiroïde est le montage proposé. Un vissage sous compression en premier d'un troisième fragment puis une plaque de neutralisation est l'option mécanique la plus stable pour une fracture en « aile de papillon ». En pratique, les conditions locales (surface corticale disponible, rapport avec le nerf radial) et la comminution fracturaire ne permettent pas toujours d'obtenir ces montages idéaux, en particulier la mise sous compression du foyer qui aboutit à un cal « per priman », sous la seule dépendance de l'ostéogenèse corticale. La situation de la plaque et donc la voie d'abord sont plus discutées, aboutissant à une attitude éclectique recommandée par les principales séries de la littérature [3, 16].

Quels que soient le siège et l'abord de la fracture, l'ostéosynthèse à foyer ouvert de la diaphyse humérale comporte trois inconvénients : l'impossibilité d'une hémostase préventive par garrot, le risque de paralysie radiale, l'augmentation de la dévascularisation osseuse lors de la désinsertion musculaire.

Techniques opératoires

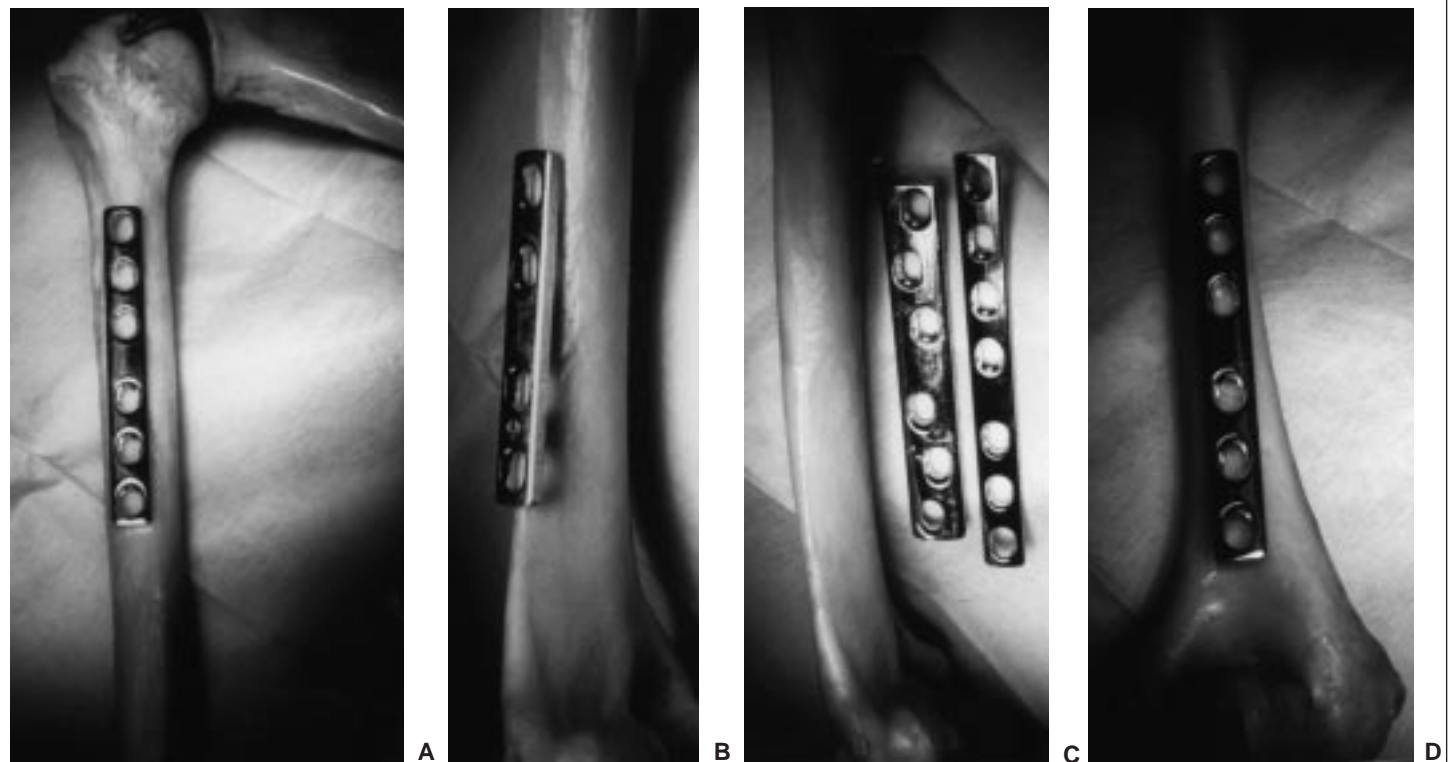
- Fracture diaphysaire du tiers proximal

L'abord est antéroexterne chez un patient en décubitus dorsal. Le bras est le long du corps, avant-bras replié sur son thorax, mobilisable en rotation externe pour avoir accès au sillon deltopectoral. L'incision cutanée oblique en bas et en dehors part de la partie distale du sillon deltopectoral, et se prolonge vers le bas sur la face latérale externe du bras. La longueur de l'incision cutanée et de la désinsertion musculaire est donnée par la taille de la plaque choisie lors de la planification préopératoire, agrandie de 2 à 3 cm. Une fois le tissu cellulaire sous-cutané et la mince aponévrose d'enveloppe brachiale franchis, la veine céphalique respectée, on repère la partie externe du V deltoïdien, le début de la cloison musculaire externe brachiale et le muscle brachial. La plaque est posée sur la face antéroexterne : c'est donc de cette face qu'est désinséré au bistouri le deltoïde et qu'est ruginé le brachial en restant en avant de la cloison (fig 2A). Les dangers potentiels de cet abord sont relativement éloignés : le nerf axillaire a donné ses branches de distribution au deltoïde, le radial est en dedans et amorce son contournement de la face postérieure diaphysaire, le pédicule vasculaire

Tableau I. – Principales séries d'ostéosynthèse par plaque.

| Auteurs | N | Indication | Paralysie radiale iatrogène | Sepsis profond | Pseudarthrose |
|---|-----|------------|-----------------------------|----------------|-----------------------|
| Bell (<i>J Bone Joint Surg</i> 1987 ; 67B : 243) | 38 | E | 1 (0) | 1 | 1 |
| Foster (<i>J Bone Joint Surg</i> 1985 ; 67A : 857) | 36 | NE | 0 | 2 | 1 |
| Van der Griend (<i>J Bone Joint Surg</i> 1986 ; 68A : 430) | 36 | E | 1 (0) | 1 | 2 |
| Dabezies (<i>J Trauma</i> 1992 ; 6 : 10) | 44 | NE | 2 (0) | 1 | 2 |
| Heim [16] | 127 | E | 2 (0) | 1 | 2 |
| Bezes [3] | 246 | E | 14 (0) | 2 | 3 + (6 démontages) |
| Bonnevalie [5] | 50 | NE | 3 (0) | 1 | 1 |

Pour certains, l'ostéosynthèse est la seule alternative au traitement orthopédique (E : indication exclusive) ; certains utilisent d'autres ostéosyntheses (NE : non exclusive). Les chiffres entre parenthèses dans la colonne Paralysie radiale indiquent le nombre de paralysies définitives (N : nombre de cas).



2 Préparations anatomiques montrant l'adaptation des plaques d'ostéosynthèse aux corticales humérales.

A. Plaque sur face antérolatérale pour fracture du tiers proximal.

B. Difficulté d'adaptation en raison de la taille des plaques droites standards ou pour fémur (modèle AO) au tiers distal.

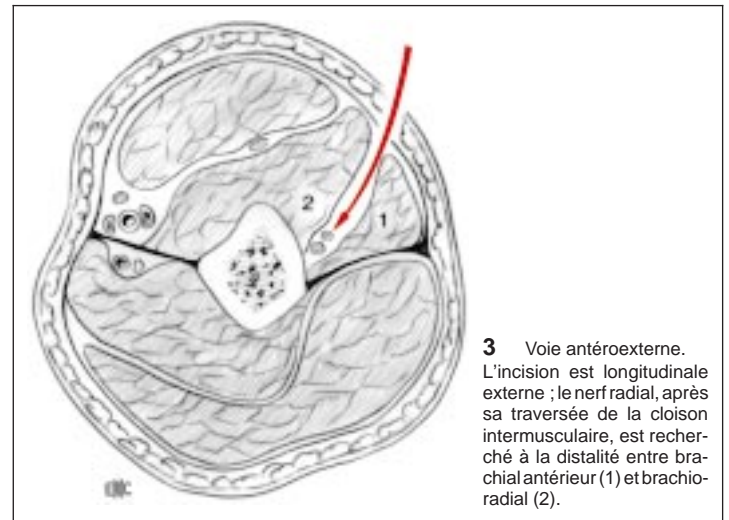
C. Pour une fracture du quart distal, la plaque ne repose que sur l'arête distale et doit être façonnée.

D. Bonne adaptation de la plaque à la face postérieure de la diaphyse humérale basse.

est interne, le nerf musculocutané est plus antérieur. La réduction est assurée par un davier ; en cas de trait oblique, spiroïde ou d'une « aile de papillon », le vissage préalable est assuré par une ou plusieurs vis de 4,5 ou 3,5 en compression, grâce au méchage d'un même diamètre, de la seule corticale située sous la tête de vis. La plaque est alors choisie, comportant au moins trois corticales de part et d'autre du foyer, sous compression par le système des trous de vis décalés ou grâce au tendeur de plaque. Il est parfois nécessaire de recourir à des implants en T ou en trèfle pour assurer une prise métaphysoépiphysaire proximale.

- Fracture diaphysaire du tiers moyen

La voie d'abord est antéroexterne avec neurolyse du radial. L'installation du patient et le calcul de la longueur de l'incision sont identiques à la planification précédente. L'incision cutanée dessine une parenthèse car, rectiligne au milieu, parallèle à la face externe, elle s'incurve en avant vers la distalité du sillon deltopectoral et la partie haute du sillon bicipital externe. La cloison intermusculaire externe est le premier élément à repérer : le radial la perce d'avant en arrière avant de se glisser entre le biceps et le long supinateur (fig 3). Il est recherché en premier et mis sur lac. Sa découverte n'est pas toujours facile : il ne faut pas hésiter à palper directement les fibres musculaires pour le sentir « rouler »^[2] ou le chercher plus distalement dans le sillon bicipital. Aucune traction ne doit être exercée sur lui ; ce souci est permanent pour l'opérateur et son aide. Les muscles de la loge antérieure sont ruginés, ce qui expose la face antéroexterne diaphysaire sur laquelle est posée la plaque. Bezes^[3] recommande d'appliquer l'ostéosynthèse sur la face antéromédiale en passant sous le biceps brachial et en ménageant le nerf musculocutané. Mais la difficulté de mécher et tarauder les orifices des vis est accrue. En fait, l'aspect du trait est l'élément primordial de ce choix. S'il est transversal ou oblique court, théoriquement plus simple à réduire, on s'efforce de placer la plaque en dedans, maintenue par deux daviers car le foyer, par sa face externe, est directement sous le contrôle de la vue. Les inconvénients déjà signalés de cette situation antéromédiale font que beaucoup posent la plaque sur la face externe, en réduisant le foyer sous le matériel. Dans une oblique longue, une spiroïde et a fortiori une « aile de papillon », des vis à compression, indépendantes de la plaque, sont placées en premier : leur situation est « imposée » par le trait et la plaque est appliquée sur la corticale laissée libre par les têtes de ces mêmes vis (fig 4).



3 Voie antéroexterne. L'incision est longitudinale externe ; le nerf radial, après sa traversée de la cloison intermusculaire, est recherché à la distalité entre brachial antérieur (1) et brachioradial (2).

En pratique, les vis à compression sont préférentiellement placées sur la face médiale et antérieure et la plaque posée sur la face externe.

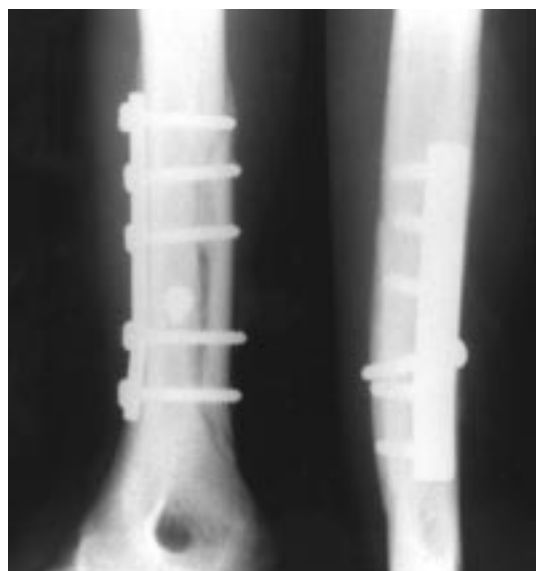
- Fracture diaphysaire au tiers distal (fig 2B, C, D)

La face postérieure diaphysaire se prête particulièrement bien à une ostéosynthèse directe. L'abord se fait en décubitus ventral, bras reposant sur une planchette. Il a été décrit par Bousquet^[7] : l'incision est médiane postérieure, le passage entre les éléments du triceps se fait nettement en dedans, ce qui évite tout danger avec le nerf radial. La réduction et l'ostéosynthèse obéissent aux conditions anatomiques et mécaniques précédentes. La corticale et la fracture sont atteintes en passant en dedans du tendon du triceps en clivant les fibres du vaste interne. Sur la face postérieure plane et lisse est posée la plaque dont les vis sont postéroantérieures (fig 2D).

Mais le tiers distal de la diaphyse peut aussi être abordé par voie antérolatérale avec neurolyse du radial, patient en décubitus dorsal. À la partie basse débute le pilier latéral de la palette : seule une plaque étroite



4 Fracture à coin de torsion du tiers moyen diaphysaire, synthésée par plaque DCP sur la face latérale après neurolyse du radial. Consolidation « per priman » grâce à la compression.



5 Fracture du quart distal spiroïde à coin de torsion. Difficultés d'adaptation de la plaque ; plaque courte posée sur l'arête latérale mais montage stable grâce à une vis à compression indépendante de la plaque.

peut être posée en la modelant frontalement. Sa rigidité empêche de s'adapter au déjettement antérieur diaphysaire. Il est alors difficile de respecter la règle des trois prises corticales en dessous du foyer. Mais on peut obtenir encore un montage stable avec seulement deux corticales en aval du foyer et, si le foyer s'y prête, une ou plusieurs vis indépendantes en compression (fig 5).

Ainsi, la plaque a pour avantage exclusif de s'adresser à la plupart des types et niveaux lésionnels. Chaque tiers diaphysaire est préférentiellement abordé par une des trois principales voies d'abord. D'autres sont possibles : Judet a décrit une voie antéromédiale, avec isolement du pédicule vasculaire, du médian et du nerf ulnaire. Elle permet d'atteindre toute la moitié distale de la diaphyse humérale. Les inconvénients des ostéosynthèses directes demeurent l'effet iatrogène sur le radial lors de la mise en place mais aussi de l'ablation de la plaque et le risque septique [6]. En fait, ce nerf est surtout en danger pour l'abord du tiers moyen, lors des manipulations de réduction, de la pose de la plaque et du méchage au moteur. Certains estiment que « le voir c'est le paralyser », il est donc prudent de le neurolyser, ne serait-ce que pour



6 Fracture du tiers moyen de l'humérus, enclouage à foyer fermé par un clou de tibia : ce matériel mal adapté à l'anatomie diaphysaire et trop volumineux a entraîné une comminution étendue.

des raisons médico-légales. Encore faut-il avec soin avoir décrit ce temps opératoire dans le compte-rendu : sinon tous les doutes (et les reproches) sont permis ; des cas de nerf radial serré entre plaque et os ont été décrits ! La technique est rigoureuse, ne souffre pas d'improvisation et impose une expérience certaine. Sinon elle expose au démontage et à la pseudarthrose.

Les indications privilégiées des ostéosynthèses par plaque sont les fractures du quart distal, celles avec paralysie radiale où une rupture du tronc nerveux est crainte [1], les fractures transversales, le coude flottant.

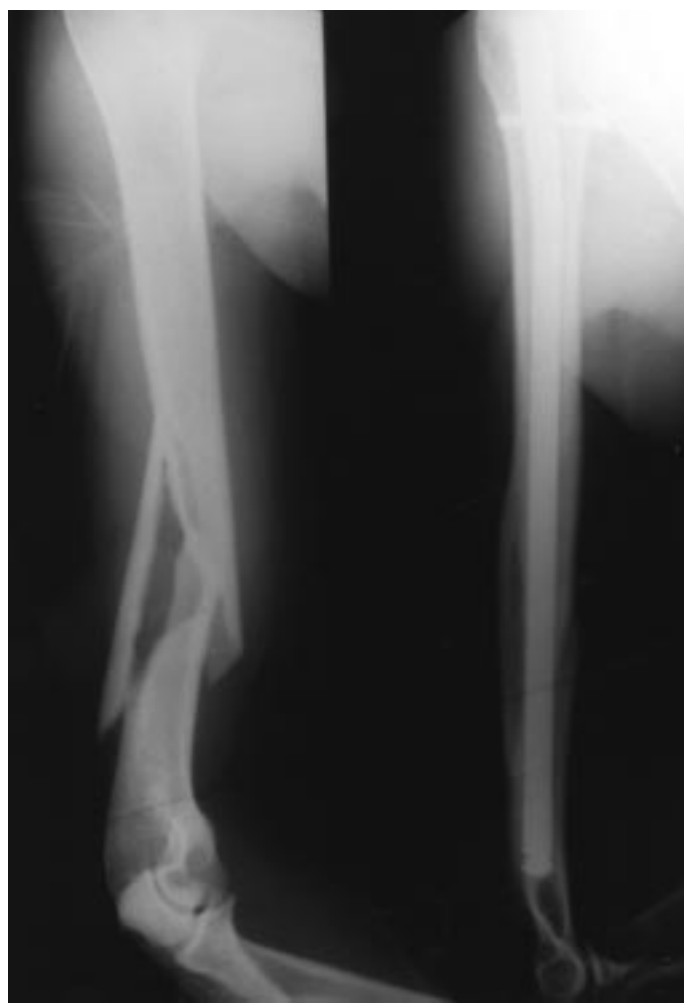
Ostéosynthèses centromédullaires

Les ostéosynthèses centromédullaires humérales sont diverses, tant dans leur conception biomécanique que par leur voie de pénétration humérale. Elles ont en commun le principe du foyer fermé et son corollaire, le contrôle radiologique peropératoire.

Enclouage centromédullaire

• Principes généraux

L'enclouage centromédullaire a vu ces dernières années augmenter ses applications depuis l'apport du verrouillage, et grâce à un matériel spécifique [8], adapté à l'anatomie brachiale (fig 6). Ils se distinguent par leur système de verrouillage et leur technique de mise en place, antéro-ou rétrograde. Le clou de Seidel [31] creux, sans fente, se verrouille en proximal par deux vis et distalement par un système spécifique de palette s'ouvrant dans la cavité médullaire à partir d'un vissage longitudinal effectué au point d'introduction trochantérien (fig 7). D'autres clous comportent un verrouillage proximal et distal uniquement par vis : clou de Grosse et Kempf modifié [18], clou de Russel-Taylor [27]. Ce matériel peut être aussi introduit en distoproximal (fig 8). Le clou de Marchetti comporte une courte portion distale verrouillable surmontée d'un faisceau de broches, remplissant la cavité médullaire et divergeant dans le spongieux métaphyséophysaire proximal.



7 Consolidation par clou de Seidel d'une fracture spiroïde à coin de torsion du quart distal de l'humérus. Noter l'efficacité du blocage endomédullaire distal par les ailettes du clou.



8 Enclouage de Russel-Taylor par voie antérograde d'une fracture du tiers moyen supérieur. Le montage est statique par vis proximale oblique et sur la distale antéropostérieure.

L'efficacité du verrouillage a été testée expérimentalement [9, 30, 33]. La consolidation après enclouage centromédullaire se fait grâce au cal périosté favorisé par le respect de la vascularisation et de l'hématome périfracturaire ; elle s'accomplit selon ce schéma sous réserve que les contraintes, en particulier en torsion, soient neutralisées par le clou [20].

Les premières séries publiées montrent des résultats fiables (tableau II). Le verrouillage permet d'étendre les indications aux fractures à comminution localisée ou étendue. Sa stabilité est excellente, permettant une mobilisation immédiate ; il n'expose pas (ou peu) aux complications septiques. Cependant, il ne faut pas négliger le risque iatrogène sur le nerf radial : manipulations laborieuses du foyer pour obtenir la réduction, fausses-routes, augmentation de la comminution ou du déplacement de fragments intermédiaires. En cas de paralysie contemporaine de la fracture, beaucoup contre-indiquent le clou, car la position précise du nerf radial ne peut être établie [19]. Il en est de même pour le verrouillage proximal pour lequel Riemer [24] a souligné les risques neurovasculaires. Enfin, pour l'enclouage antérograde, le risque de raideur de l'épaule et/ou de lésions de la coiffe est souligné par beaucoup d'utilisateurs [19, 25].

L'enclouage centromédullaire verrouillé doit encore trouver sa place au sein des méthodes d'ostéosynthèses. Les fractures des quarts diaphysaires extrêmes ne peuvent être correctement stabilisées : ainsi, à la distalité, 3 ou 4 cm de diaphyse sous le trait de fracture sont nécessaires au blocage du clou.

- Technique opératoire

Pour l'enclouage proximodistal, le patient est en décubitus dorsal, membre supérieur dépassant de la table pour être manipulé et permettre

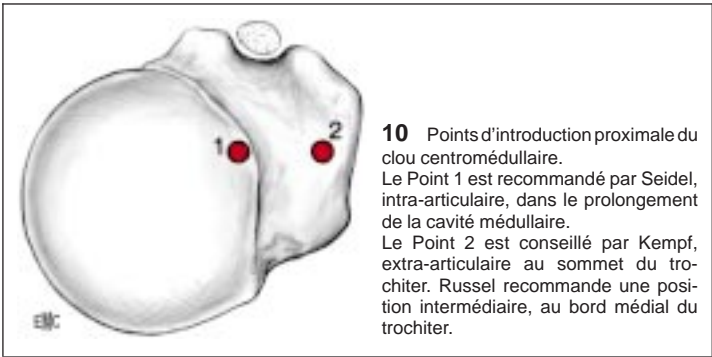
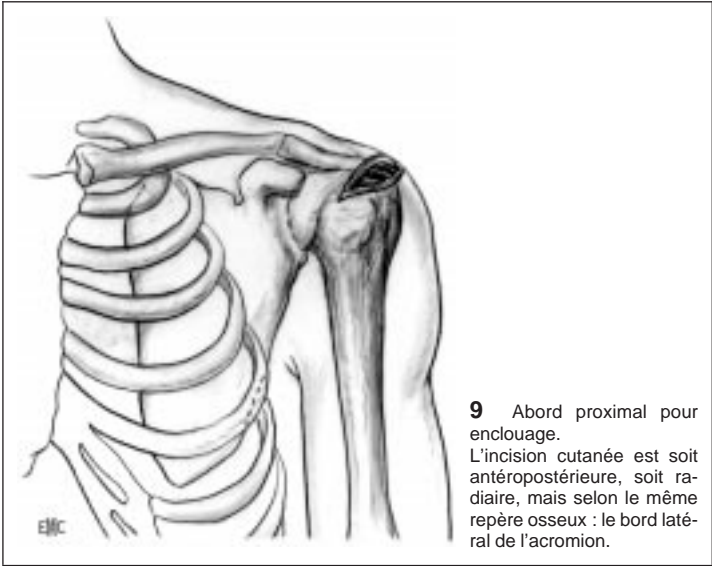
le contrôle de l'amplificateur. Certains préconisent une position demi-assise. L'abord médullaire se fait par une incision antéroexterne de 3 à 4 cm au bord acromial (fig 9). Le point d'introduction du clou ne fait pas l'unanimité (fig 10). Seidel [31] recommande une incision radiaire dans la zone d'insertion tendineuse de la coiffe et une pénétration osseuse latérale, à la jonction cartilage-tubercule majeur. Kempf [19] se positionne en extra-articulaire, donc plus latéral ; au sommet du trochiter. À l'inverse, Riemer [24] préconise une incision radiaire plus médiane de la coiffe et un abord osseux dans l'axe même de la cavité médullaire dont la projection aboutit dans le cartilage épiphysaire céphalique en dedans du trochiter. L'orifice est agrandi à la pointe carrée courbe. La broche guide est introduite sous contrôle de l'amplificateur. L'alésage est systématique : le clou s'adapte au calibre médullaire, soit un diamètre de 8, 9, rarement 10. Il faut scrupuleusement choisir la longueur pour assurer un coincement distal du clou et surtout le rendre affleurant en proximal. Le verrouillage proximal est effectué par un guide spécifique solidaire du clou ; pour le clou de Seidel, les deux vis sont perpendiculaires au clou, l'une dans un plan frontal, l'autre sagittal. Pour celui de Russel, le verrouillage est effectué par une seule vis selon une obliquité variable de 20° environ. Pour le clou de Seidel, l'expansion des ailettes assure le verrouillage distal. Le verrouillage distal par vis simple ou double nécessite un contrôle radiologique peropératoire. Un abord chirurgical court est obligatoire pour dissocier les parties molles jusqu'à la corticale humérale. Sur celle-ci, à l'aplomb de l'orifice du clou, une marque est faite à la pointe carrée pour éviter tout dérapage de la mèche. Certains clous ont des orifices antéropostérieurs, d'autres latéromédiaux. Le méchage se fait par repérage à « main levée » avec repérages scopiques brefs.

Pour l'enclouage distoproximal, deux installations sont possibles : décubitus ventral, bras reposant sur une courte tablette, avant-bras et

Tableau II. – Principales séries de fractures récentes de la diaphyse humérale traitées par enclouage verrouillé.

| Auteurs | Type de clou | Nombre de cas exploitables | Nombre de pseu-darthroses | Délai moyen de consolidation (semaines) | Épaule : % de mo-bilité normale | Coude : % de mo-bilité normale |
|--|--------------|----------------------------|---------------------------|---|---------------------------------|--------------------------------|
| Habernack (<i>J Bone Joint Surg</i> 1992 ; 73B : 651) | SE | 19 | 0 | 8 | 100 % | - |
| Seidel ^[31] | SE | 30 | 0 | - | | - |
| Robinson ^[25] | SE | 30 | 7 | 18 (8-96) | 70 % (sur 17 cas) | 90 % (sur 17 cas) |
| Kempf ^[19] | SE | 41 | 0 | 10,5 (8,5-13) | 50 % | 100 % |
| Ingman ^[18] | GK | 21 | 0 | 12 (pour 18 cas) | 70 % | 60 % |
| Rommens ^[27] | RT | 39 | 2 | 14 | 92 % | 87 % |

SE : clou de Seidel ; RT : clou de Russel-Taylor ; GK : clou de Grosse et Kempf modifié.
Tous les clous de Seidel ont été mis en place à partir de l'épaule et une partie des clous de Russel-Taylor et des clous de Grosse et Kempf ont été enfoncés en distoproximal. Le nombre total est de 200 ; celui des pseudarthroses de 10, soit 5 % ; mais sept d'entre elles sont issues de la même série.



main pendants ^[18] ou bien en décubitus dorsal, épaule en antépulsion et coude fléchi au maximum pour dégager sa face postérieure. L'abord de la cavité médullaire se fait par une incision transtricipitale médiane sus-olécrânienne. On dissocie les fibres du triceps pour dégager la face postérieure de la diaphyse, 2 à 3 cm au-dessus de la fossette olécrânienne. Le point d'entrée dans la cavité est d'abord marqué à la pointe carrée, strictement médian, méché uniquement au niveau de la corticale postérieure, agrandi au poinçon en direction distoproximale. Il permet l'introduction du guide alésage dont le trajet à travers le foyer réduit est suivi par l'amplificateur. L'alésage est supérieur de 1 ou 1,5 mm au diamètre du clou choisi. Celui-ci est enfoncé après un choix précis de sa longueur puisqu'il doit être affleurant à l'orifice d'introduction distal et s'impacter dans l'épiphyse proximale. Le verrouillage distal est réalisé en premier, à « main levée », après repérage de l'orifice postéroantérieur du clou et méchage de son trajet. Une, ou mieux, deux vis assurent le verrouillage proximal, placées de la même manière à travers de courtes incisions.

Embrochage fasciculé

- Principes généraux
- L'embrochage fasciculé, décrit il y a plus de 30 ans par Hackethal, s'applique parfaitement à la diaphyse humérale. Cette technique d'ostéosynthèse centromédullaire à foyer fermé stabilise la diaphyse grâce à un contact interfragmentaire étroit, l'autoblocage mutuel d'un nombre maximal de broches endomédullaires, leur divergence métaphyséoépiphysaire proximale dans l'os spongieux céphalique et l'obstruction de la fenêtre d'entrée corticale distale. C'est une solution simple et peu coûteuse pour fixer les fractures humérales. Dans des mains expertes et entraînées, l'embrochage consolide la fracture en 8 à 9 semaines ½ (tableau III). Les performances biomécaniques de l'embrochage apparaissent modestes ^[17]. Le mode d'ostéogenèse est proche de celui après traitement orthopédique caractérisé par un cal périosté important.
- Ses indications privilégiées sont les fractures du tiers proximal, les fractures bifocales (fig 11), les fractures à coin de flexion ou de torsion étendues, les lésions étagées du membre supérieur (fig 12). Pour d'autres ^[5, 14] c'est l'ostéosynthèse de routine de la plupart des fractures diaphysaires.

- Technique opératoire
- Au plan technique, plusieurs variantes sont possibles, tant sur l'utilisation de matériel que de la voie d'abord. Le principe reste cependant le même, à savoir une réduction du foyer fermé sous contrôle de l'amplificateur de brillance et d'un abord distal de la cavité médullaire. L'installation peut se faire en décubitus latéral bras reposant sur une table radiotransparente, amplificateur placé à la tête du patient ; décubitus latéral, mais avec son faisceau horizontal ^[11] ; décubitus dorsal, bras en traction verticale par broche transolécrânienne, épaule en antépulsion et coude fléchi ^[14] ; enfin, décubitus ventral, bras pendant hors d'une courte tablette.

L'abord de la cavité médullaire peut se faire au-dessus de la fossette olécrânienne ou des apophyses latérale ou médiale. L'abord olécrânien est celui décrit par Hackethal. Il est mené par une incision médiane postérieure, 2 cm au-dessus de la pointe de l'olécrâne, sur 4 à 5 cm en incisant longitudinalement le tendon du triceps. Une pointe carrée dirigée vers le haut et le plus tangentielle possible pénètre dans la cavité médullaire. Cet orifice d'entrée (fig 13) est agrandi à la pince gouge ; il est ovalaire et mesure 2 cm sur 1, son extrémité inférieure reste à 2 cm au-dessus de la fossette olécrânienne. Le nerf radial est loin à plusieurs centimètres en haut et en dehors, le nerf cubital est plus proche.

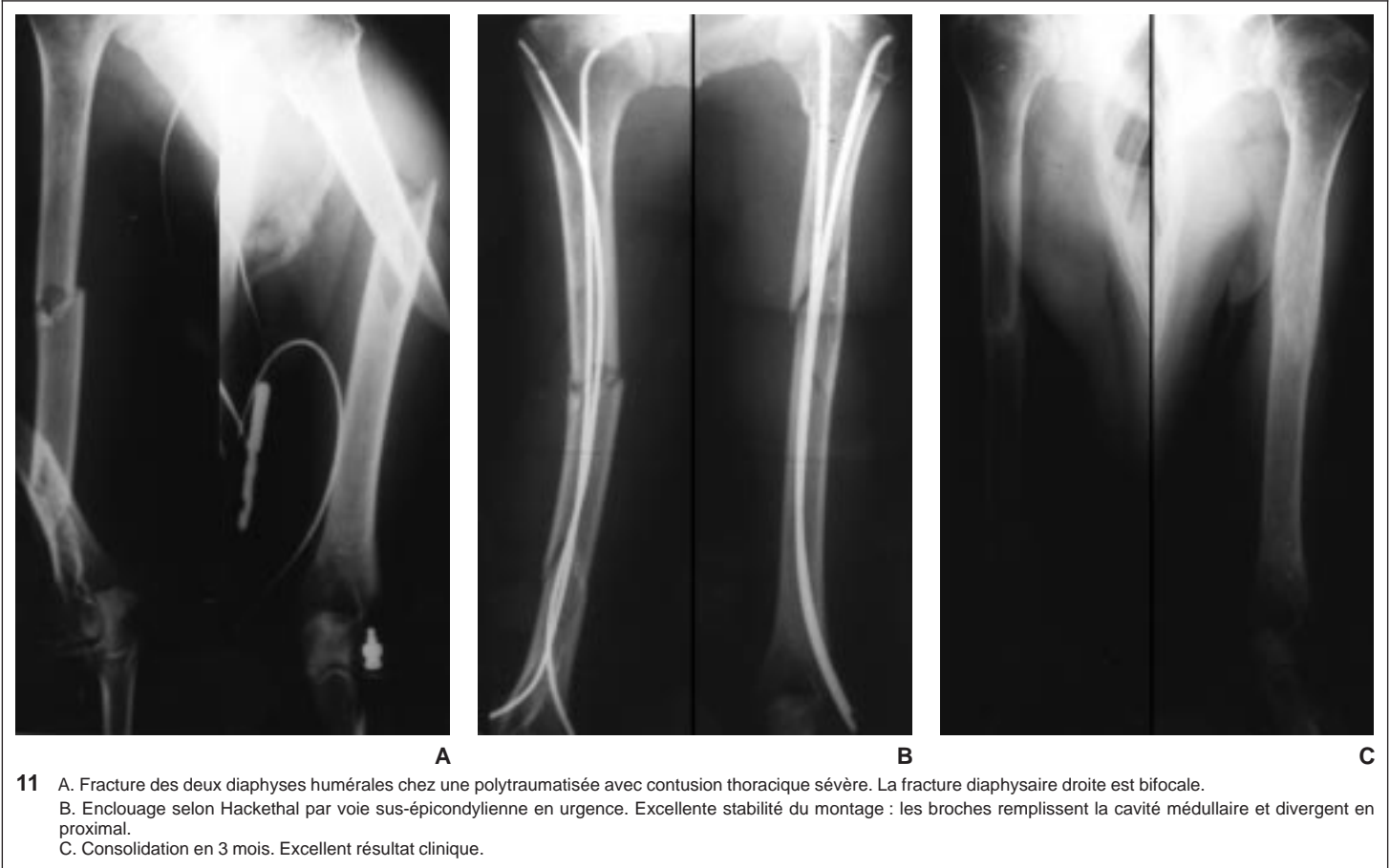
L'abord épicondylien se fait par une incision longitudinale strictement centrée sur le relief de cette apophyse, les muscles épicondyliens sont désinsérés sur quelques millimètres ; on pénètre dans la cavité médullaire en dirigeant la pointe carrée obliquement à 45° vers le haut et légèrement en arrière par un point d'entrée juste situé au-dessus de l'apophyse ; l'orifice est ensuite agrandi aux dépens de l'arête postérolatérale ^[11] de la palette humérale (fig 14). Dans la voie épicondylienne latérale, le nerf radial est loin. Dans l'abord épitrochléen qui se fait selon le même principe, le nerf cubital est en revanche très proche.

La condition obligatoire du déroulement de cette intervention reste la réductibilité à foyer fermé de la fracture. Une fois celle-ci obtenue et maintenue soit par l'aide opératoire soit par la table orthopédique et la

Tableau III. – Fractures récentes de la diaphyse humérale traitées selon Hackethal.
Comparaison des séries de la littérature.

| Auteurs | Nombre de cas exploitables | Délai moyen de consolidation (semaines) | Nombre de pseudarthroses | Épaule : % de mobilité normale | Coude : % de mobilité normale |
|---|-------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Durbin (<i>Clin Orthop</i> 1983 ; 179 : 168) | 30 | 9,4 | 2 | 95 % | 95 % |
| Putz (<i>AO Belg</i> 1984 ; 50 : 521) | 106 | 9,4 | 4 | 95 % | 80 % |
| Gayet ^[14] | 124 | 9 | 6 | 75 à 80 % | 85 à 90 % |
| Bonnevialle ^[5] | 130 | 8 | 10 | 90 % | 70 % |

Le nombre total est de 395 ; celui des pseudarthroses de 22, soit 5,5 %.



fenêtre d'entrée réalisée, l'embrochage se fait de distal à proximal. Le contrôle par l'amplificateur de brillance permet de vérifier le passage du foyer de fracture et la divergence céphalique des broches. Des broches de Kirschner de gros diamètre peuvent être utilisées ou bien un matériel spécifique ^[11]. Le remplissage endomédullaire doit être complet, au besoin par des broches qui ne franchissent pas le foyer de fracture. Les broches doivent être coupées au ras de la fenêtre d'introduction corticale : il faut trouver un compromis entre les possibilités d'extraction future et l'absence de conflit avec les parties molles.

Fixation externe

Principes généraux

Classiquement réservée aux lésions largement ouvertes, la fixation externe a été aussi appliquée aux fractures fermées diaphysaires ^[10]. Les nouveaux fixateurs externes à fiches volumineuses non transfixiantes possèdent une fiabilité de prise proximale et distale, une rapidité de pose, un risque faible de transfixion vasculaire ou nerveuse. Les indications correspondent à des cas bien particuliers : polytraumatisé, fracture largement ouverte (fig 15) ^[5, 21]. Les résultats rapportés dans la littérature sont satisfaisants, quoique faisant état d'un délai plus important pour obtenir la consolidation (tableau IV).

La zone d'insertion des fiches ne peut se faire à l'humérus que sur sa face latérale et/ou postérieure. À la partie proximale, la zone d'insertion est latérale, par des fiches non transfixiantes perpendiculaires à l'axe

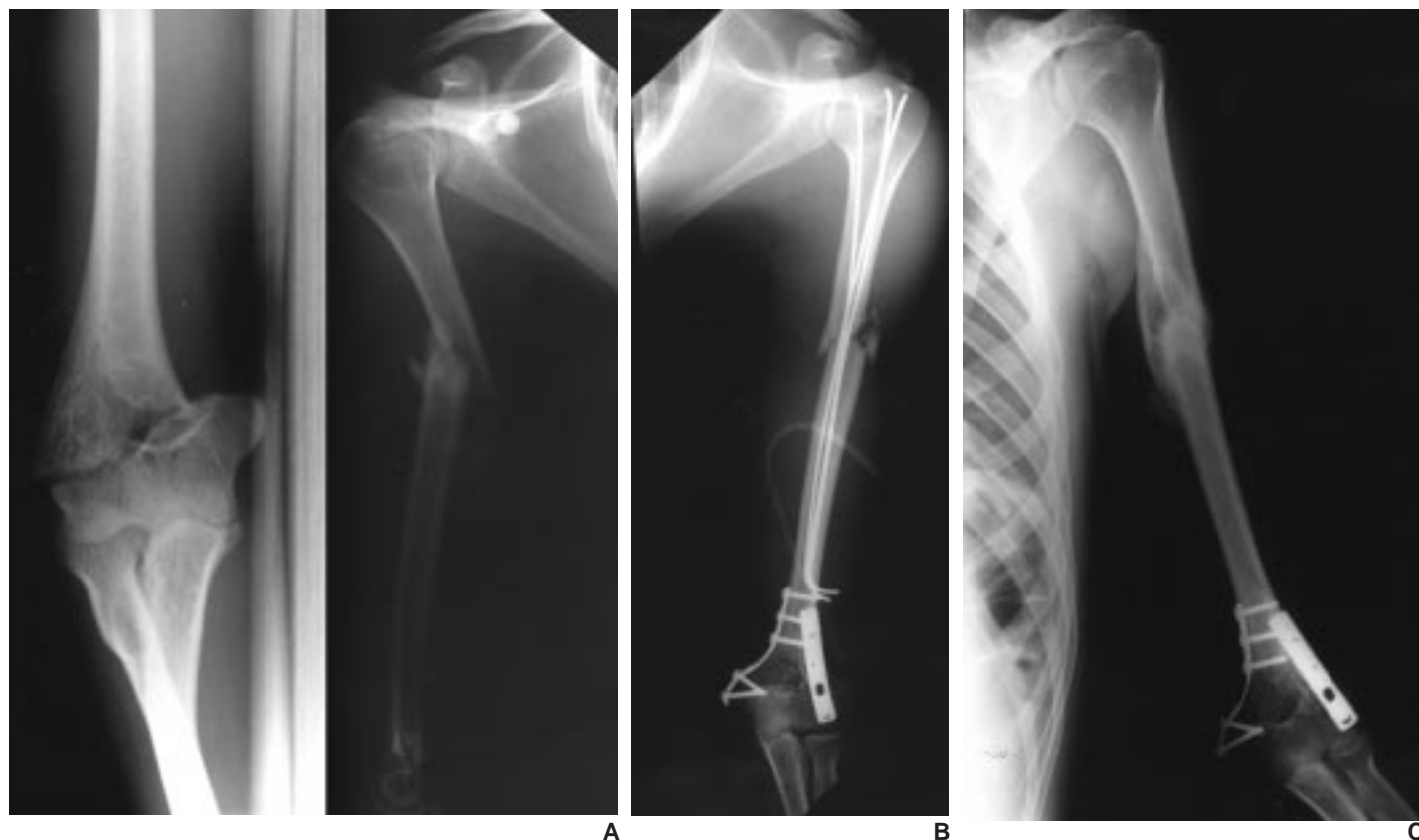
diaphysaire. À la distalité, les fiches peuvent être postéroantérieures, transtricipitales ou latérales, parallèles au groupe proximal, sus-épicondyléennes, fixées dans le bord latéral du pilier de la palette. Chaque fiche nécessite un très court abord cutané.

Divers montages sont possibles, liés en fait au type de fixateur posé. De Bastiani ^[10] recommande un montage strictement latéral, parallèle à la diaphyse grâce à deux groupes de fiches ; Lenoble ^[21] préconise un montage par fixateur de Hoffmann avec barres obliques appuyées sur un groupe proximal de fiches frontales latéromédiales et distal de fiches sagittales antéropostérieures.

Technique opératoire

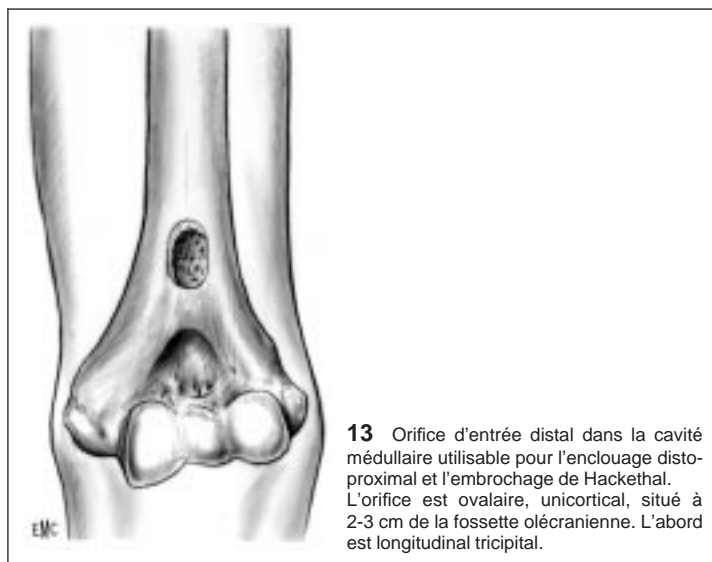
Le patient est installé en décubitus dorsal, bras appuyé sur une table radiotransparente, épaule légèrement déjetée en dehors. L'amplificateur de brillance est disposé à la tête du patient. En cas de lésion ouverte, le parage chirurgical est le premier temps opératoire. Les fiches proximales sont placées en premier, puis la réduction est faite, permettant d'apprécier la position du groupe de fiches distales, enfoncées dans un deuxième temps. Enfin, le ou les barres d'union relient les deux groupes de fiches ; la modularité du fixateur doit permettre d'améliorer la réduction, avant de réunir solidement les deux groupes de fiches.

Les fiches proximales sont au nombre minimal de deux pour un Orthofix, de trois ou quatre pour un Hoffmann. La plus proximale est placée perpendiculairement à la face externe de l'humérus, quatre travers de doigt sous le relief de l'acromion. Il est souhaitable de repérer



12 A. Fracture étagée de l'humérus, diaphyse et palette humérale.
B. Ostéosynthèse des deux lésions : double plaque pour la palette et embrochage selon Hackethal.

C. Consolidation en 4 mois. Excellent résultat clinique.



13 Orifice d'entrée distal dans la cavité médullaire utilisable pour l'enclouage disto-proximal et l'embrochage de Hackethal. L'orifice est ovalaire, unicortical, situé à 2-3 cm de la fossette olécraniennne. L'abord est longitudinal tricipital.



14 Voie d'abord sus-épicondylienne distale décrite par De La Caffinière. La fenêtre corticale est taillée aux dépens de la face postérieure du pilier externe de la palette humérale, soit 2 à 3 cm au-dessus du relief de l'épicondyle latéral.

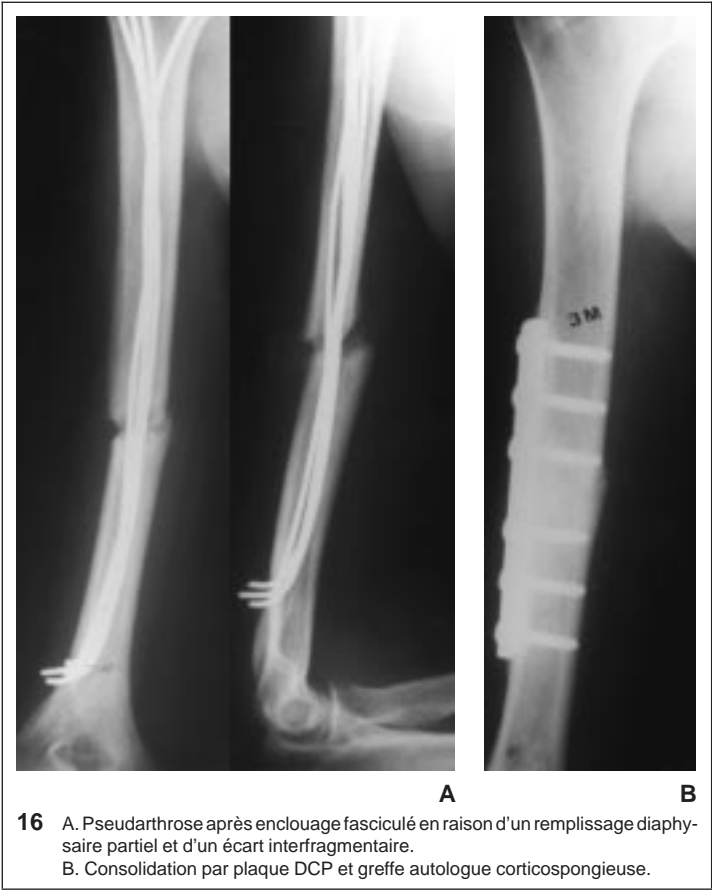
sa position et son orientation par un bref flash de radioscopie. Une moucheture cutanée mène à la corticale à travers l'insertion du deltoïde, dissocié à la pince. Une pointe carrée marque l'entrée de la future fiche. En fonction du type de matériel, son orifice est méché (Orthofix), ou la fiche est enfoncée directement si elle est autotaraudeuse (Hoffmann).

Pseudarthroses

Pseudarthrose aseptique

La pseudarthrose aseptique est la complication la plus fréquente du traitement des fractures récentes de la diaphyse humérale. L'abord de tout foyer de pseudarthrose diaphysaire impose l'excision du tissu fibreux d'interposition, l'ouverture du canal médullaire proximal et

distal, la mise au contact étroit des deux extrémités osseuses. À l'humérus, un raccourcissement de 1 à 3 cm est une solution possible pour obtenir un meilleur affrontement et « simplifier » le foyer, sans conséquence clinique notable. Un apport osseux est indispensable en présence d'un foyer atrophique et/ou d'une perte de substance osseuse. Pour certains, il est systématique [15, 28]. La crête iliaque est la source de greffon autologue spongieux qui a fait la preuve de son efficacité. Dans certaines pertes de substance importantes et pour une pseudarthrose itérative multiopérée, un transfert libre de péroné avec suture microchirurgicale peut être envisagé. L'os artificiel et les substances stimulant ou induisant l'ostéogenèse sont en cours de validation.



L'ostéosynthèse par plaque et greffon spongieux autologue reste la technique de loin la plus utilisée [15, 23, 28]. L'acquisition plus récente du clou verrouillé représente une alternative.

Plaque avec autogreffe

Le foyer de pseudarthrose est abordé selon les mêmes principes de l'ostéosynthèse des fractures récentes. Il devient ici indispensable d'utiliser une plaque large et surtout trois, ou mieux, quatre vis d'excellente prise au-dessus et au-dessous du foyer. Si le foyer est transversal, ou rendu transversal grâce à sa recoupe, une plaque à autocompression ou l'utilisation du tendeur de plaque renforcent la stabilité du foyer (fig 16). L'abord est ainsi nécessairement plus extensif et impose la neurolyse du radial. En présence d'une ostéosynthèse directe déjà posée, il faut reprendre le même abord (fig 17). La décorrection de Judet est techniquement difficile et surtout peu réaliste en raison des rapports dangereux et de la présence d'un tissu fibreux autour du foyer.

Cette méthode de traitement des pseudarthroses diaphysaires a fait la preuve de son efficacité (tableau V) ; elle est applicable à tous les types de pseudarthroses aseptiques mais elle comporte des indications préférentielles : présence d'une paralysie radiale, siège très proximal ou au contraire distal de la pseudarthrose, écart et/ou déplacement important du foyer.

Enclouage verrouillé

Les expériences du traitement des pseudarthroses par enclouage centromédullaire sont encore récentes et restreintes. Cependant, certaines indications de l'enclouage verrouillé peuvent être identifiées : pseudarthrose hypertrophique correctement alignée après embrochage de Hackethal, instable ; pseudarthrose itérative multiopérée (fig 18) ; pseudarthrose après fixation externe (fig 19).

Pseudarthrose septique

Les pseudarthroses infectées de la diaphyse humérale doivent être gérées en deux temps opératoires distincts.

Le premier temps comporte le nettoyage et le parage du trajet fistuleux et du foyer, l'ablation de tout matériel d'ostéosynthèse, sous couvert d'une antibiothérapie adaptée. La stabilisation du foyer est assurée par un fixateur externe. Il est parfois possible d'exciser suffisamment d'os pour obtenir un foyer globalement transversal et mis sous compression par le fixateur. Les problèmes de couverture cutanée ne se posent que très rarement, faisant appel aux procédés de chirurgie plastique.

Le deuxième temps n'est envisagé qu'une fois l'infection jugulée et la cicatrisation cutanée obtenue. Il n'est pas toujours obligatoire car la consolidation est possible sous le seul effet du fixateur (fig 19). L'apport osseux est effectué par une voie d'abord vierge. Le fixateur (fig 20) peut être maintenu ou remplacé par une plaque ou un clou verrouillé. Quelques cas d'utilisation de la méthode d'Illizarov ont été rapportés.

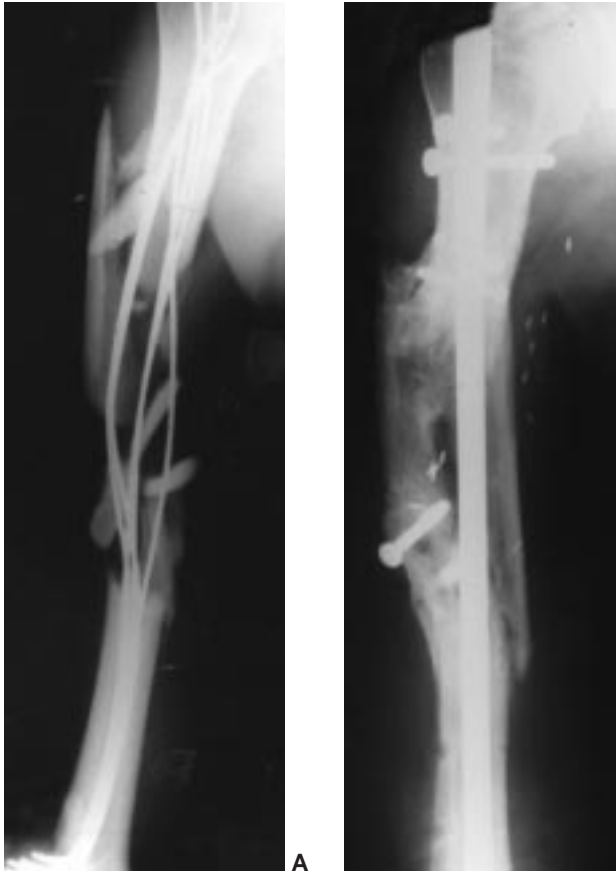
Tableau IV.

| Auteurs | Nombre de cas exploitables | Nombre de lésions à haute énergie | Type de fixateur | Nombre de pseudarthroses | Délai moyen de consolidation (semaines) |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------------|---|
| Debastiani [10] | 40 | NP | FAD | 1 | 13,6 |
| Lenoble [21] | 39 | 8 | Hoffmann | 1 | 11,4+/-5,4 |
| Bonnevialle [5] | 16 | 16 | 3/4 FAD | 2 | 16 |

Les lésions à haute énergie comportent essentiellement les fractures largement ouvertes et/ou avec atteinte vasculaire. Le taux de pseudarthrose est de 4,2 %. FAD : fixateur axial dynamique ; NP : non précisé.



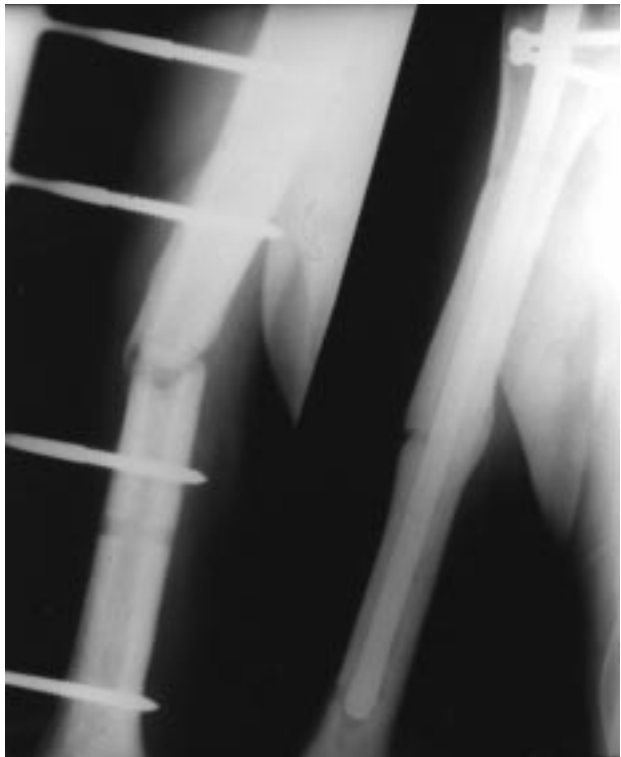
17 A. Pseudarthrose septique après plaque ; arrachement des vis proximales.
B. Consolidation par plaque plus longue et greffe iliaque.



18 A. Fracas diaphysaire du tiers moyen de l'humérus : en urgence, embrochage fasciculé.
B. Consolidation après changement d'ostéosynthèse (clou de Seidel) et transfert microchirurgical de péroné vascularisé.

Tableau V. – Principales séries de pseudarthroses aseptiques diaphysaires humérales traitées par ostéosynthèses directes et autogreffe.

| Auteurs | Nombre de cas | Traitement initial | Consolidation en première intention |
|--|---------------|---|-------------------------------------|
| Barquet (<i>J Trauma</i> 1989 ; 29 : 95) | 25 | 21 orthopédiques 4 chirurgicaux | 24 |
| Gérard ^[15] | 58 | 28 orthopédiques 30 chirurgicaux (16 plaques, 8 embrochages, 5 clous) | 42 |
| Healy (<i>Clin Orthop</i> 1987 ; 219 : 206) | 26 | 19 orthopédiques 6 chirurgicaux 1 fixateur externe | 24 |
| Rosen ^[28] | 32 | non précisé | 31 |



19 Pseudarthrose aseptique après fixateur externe. Enclouage à foyer fermé de Seidel avec alésage. Consolidation en 4 mois.

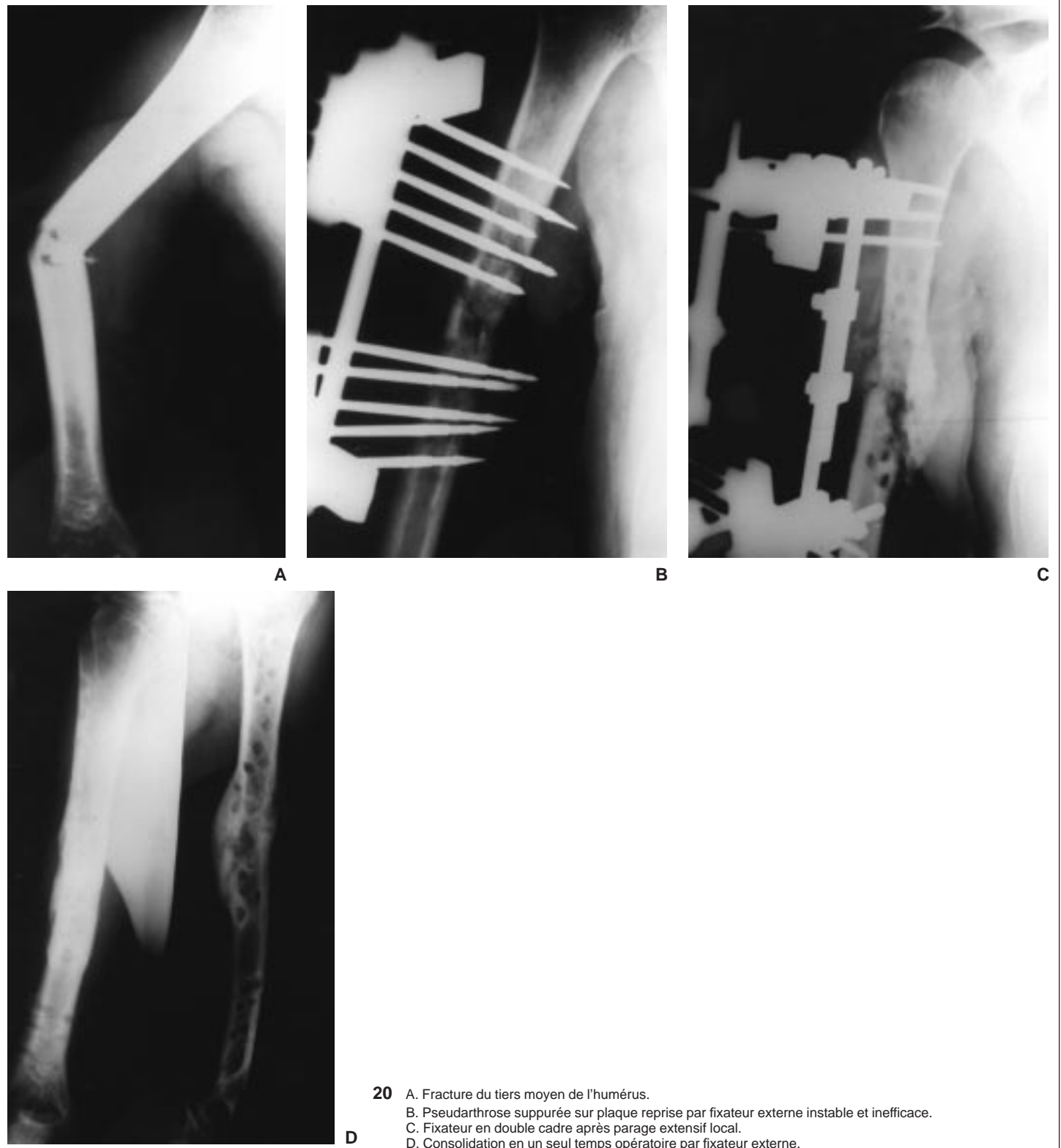
Cas particuliers

Métastases

La chirurgie des métastases diaphysaires n'est que palliative ; elle doit donner une stabilité immédiate en utilisant soit une ostéosynthèse endomédullaire, soit une plaque avec éventuellement comblement de l'ostéolyse par du ciment ^[13, 32]. Le scellement nécessite un abord direct, un curetage du foyer tumoral et son injection sous contrôle de la vue et protection des éléments vasculonerveux : ce geste demeure hémorragique, non dénué de conséquences hémodynamiques, et doit être discuté en fonction de l'état général du patient. La radiothérapie postopératoire fréquemment indiquée ne peut être entreprise qu'après parfaite cicatrisation cutanée : cet argument pousse à des ostéosynthèses endomédullaires ne réclamant qu'un abord court à distance du foyer métastatique.

Au stade préfracturaire, la plupart des auteurs recommandent la fixation préventive endomédullaire qui assure une stabilisation de l'ensemble de la diaphyse. Les modalités techniques sont variables : embrochage, clou verrouillé.

En présence d'une fracture pathologique, les techniques endomédullaires restent applicables ; en cas d'irréductibilité du foyer ou de

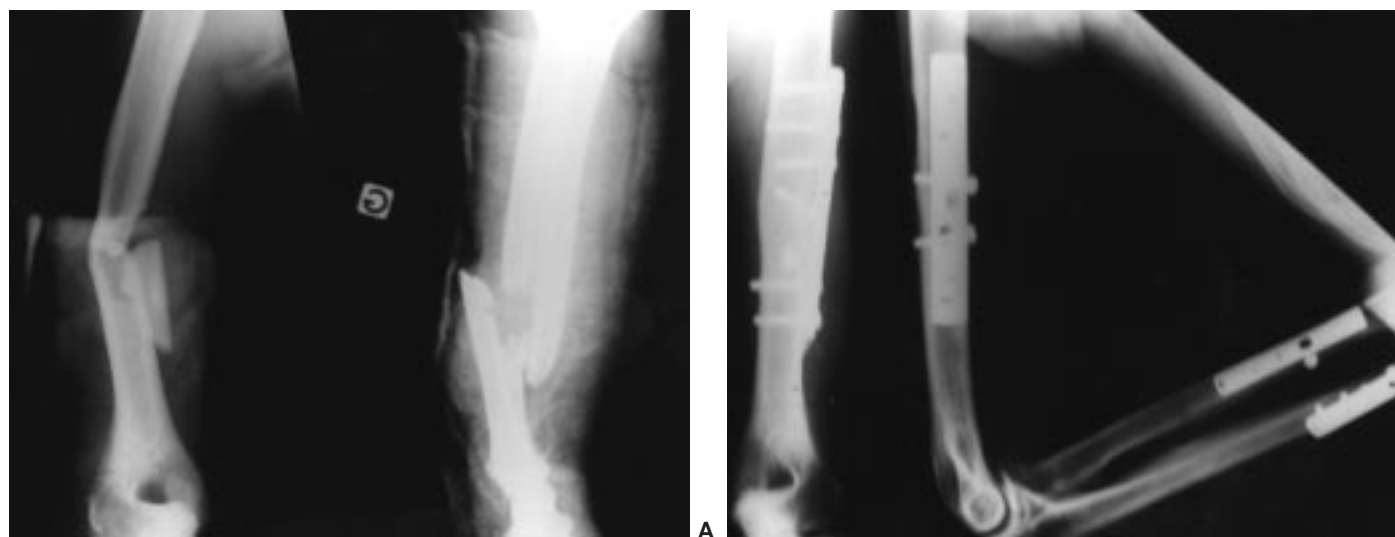


manière systématique, elles peuvent être renforcées par du ciment. Les ostéosynthèses par plaque sont à envisager en cas de lésions fracturaires situées au quart proximal ou au quart distal de la diaphyse.

Coude flottant et lésions osseuses étagées du membre supérieur

L'association fracturaire brachioantébrachiale doit faire l'objet d'une ostéosynthèse plurifocale [26]. À l'avant-bras, la fixation par plaque est la plus utilisée ; pour la diaphyse humérale, on fait appel au même type de matériel. Il est préférable de commencer par fixer l'humérus (fig 21). L'enclouage ou l'embrochage gardent leurs défenseurs.

Malgré les progrès récents dans le domaine des ostéosynthèses, il faut se rappeler que le traitement orthopédique d'une fracture diaphysaire humérale non compliquée est simple, peu coûteux, non iatrogène et efficace. Mais l'ostéosynthèse a des indications incontournables : polytraumatisé, traumatisme étagé du membre supérieur, fractures ouvertes, métastases. Les quatre méthodes chirurgicales de la traumatologie (plaque, clou, embrochage, fixateur externe) sont applicables ; toutes exigent une grande rigueur technique. La pseudarthrose apparaît souvent secondaire à une erreur thérapeutique ; elle est guérissable par une ostéosynthèse stable et un apport osseux.



21 A. Coude flottant, associant une fracture diaphysaire humérale basse à coin de flexion et une fracture diaphysaire distale des deux os de l'avant-bras.

B. Consolidation par plaque posée en urgence.

Références

- [1] Alnot JY, Le Reund D. Les lésions traumatiques du tronc du nerf radial au bras. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 : 433-442
- [2] Bauer R, Kerchbaumer P, Poisel S. Voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique. Paris : Masson, 1978 : 91-114
- [3] Bezes H. De l'intérêt à synthétiser par plaque vissée bon nombre de fractures de la diaphyse humérale. À propos de 246 synthèses. *Int Orthop* 1995 ; 19 : 16-25
- [4] Bonnel F, Mansat M, Villa MA, Rabichong P, Allieu Y. Anatomical and histological basis of surgery to the radial nerve. *Anat Clin* 1982 ; 3 : 229-238
- [5] Bonneville P. Fractures récentes et anciennes de la diaphyse humérale. In: Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique, 1996 : 79-96
- [6] Bostman O, Bakalinm G, Vainionpaa S, Willila E, Pataia H, Rokknen P. Radial palsy in shaft fracture of the humerus. *Acta Orthop Scand* 1986 ; 57 : 316-319
- [7] Bousquet G, Colas M, Chambat P, Bascoulergues B. La voie postéro-interne dans les fractures du tiers inférieur-tiers moyen de l'humérus. *Rev Chir Orthop* 1977 ; 63 (suppl II) : 131-133
- [8] Brumback RJ. The rationales of interlocking nailing of the femur, tibia, and humerus. *Clin Orthop* 1996 ; 324 : 292-320
- [9] Dalton JE, Salkeld SL, Satterwhitte YE, Cook JD. A biomechanical comparison of intramedullary nailing systems for the humerus. *J Orthop Trauma* 1993 ; 17 : 367-374
- [10] De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi Brivio L. The treatment of fractures with a dynamic axial fixator. *J Bone Joint Surg Br* 1984 ; 66 : 538-545
- [11] De la Caffiniere JY, Kassab G, Ouldouali A. Traitement des fractures de la diaphyse humérale de l'adulte par embrochage centro-médullaire. Technique opératoire et indication. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 : 771-777
- [12] Dufour O, Beauflis P, Ouaknine M, Vives P, Perreau M. Traitement fonctionnel des fractures récentes de la diaphyse humérale par la méthode de Sarmiento. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 : 292-300
- [13] Duparc J, Decoulx J. Le traitement des métastases osseuses. Paris : Masson, 1976
- [14] Gayet LE, Muller A, Pries P, Merienne JF, Brax P, Soyer J et al. Fractures de la diaphyse humérale : place de l'embrochage fasciculé selon Hackethal. À propos de 129 cas. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 : 13-22
- [15] Gerard Y, Amiel M, Pierson A, Charfi F. Pseudarthrose de la diaphyse humérale. À propos de 58 observations. *Chirurgie* 1991 ; 117 : 263-269
- [16] Heim D, Herkert F, Hess P, Ragazzoni P. Surgical treatment of humeral shaft fractures. The basel experience. *J Trauma* 1993 ; 35 : 226-232
- [17] Henley MB, Monroe M, Tencer AF. Biomechanical comparison of methods of fixation of a midshaft osteotomy of the humerus. *J Orthop Trauma* 1991 ; 5 : 14-20
- [18] Ingman AM, Wateres DA. Locked intramedullary nailing of humeral shaft fractures. Implant desing, surgical technique and clinical results. *J Bone Joint Surg Br* 1994 ; 76 : 23-29
- [19] Kempf I, Heckel TH, Pidhorz LE, Taglang G, Grosse A. L'enclouage verrouillé selon Seidel des fractures diaphysaires humérales. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 : 5-13
- [20] Kempf I, Meyrueis JP. La fixation d'une fracture doit-elle être rigide ? Symposium SOFCOT. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 337-380
- [21] Lenoble E, Terracher R, Kessi M, Goutallier D. Traitement des fractures diaphysaires de l'humérus par fixateur externe de Hoffmann. *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 : 606-614
- [22] Muller ME, Allgower M, Schreider H, Willenegger H. Manuel d'ostéosynthèse. Technique AO. Berlin : Springer Verlag, 1980
- [23] Muller ME, Thomas RT. Treatment of non union in fractures of long bones. *Clin Orthop* 1979 ; 138 : 141-153
- [24] Riemer BL, Dambrosio R. The risk of injury to the axillary nerve, artery, and vein from proximal locking screws of humeral intramedullary nails. *Orthopedics* 1992 ; 15 : 697-699
- [25] Robinson CM, Belle KM, Court-Brown CM, Mac Queen MM. Locked nailing of humeral shaft fractures. Experience in Edinburg over a two-year period. *J Bone Joint Surg Br* 1992 ; 74 : 558-562
- [26] Rogers JF, Bennett JB, Tullos HS. Management of concomitant ipsilateral fractures of the humerus and forearm. *J Bone Joint Surg Am* 1984 ; 66 : 552-556
- [27] Rommens PP, Berbruggen J, Broos PL. Retrograde locked nailing of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1995 ; 77 : 84-89
- [28] Rosen H. The treatment of non unions and pseudarthroses of the humeral shaft. *Orthop Clin* 1990 ; 21 : 725-742
- [29] Sarmiento A, Kinman PB, Galvin EG, Schmitt RH, Phillips JG. Fonctionnal bracing of the shaft of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1977 ; 59 : 596-601
- [30] Schopfer A, Hearn C, Malisano L, Powell JN, Keallam JF. Comparison of torsionnal strength of humeral intramedullary nailing : a cadaveric study. *J Orthop Trauma* 1994 ; 8 : 414-421
- [31] Seidel H. Traitement des fractures de l'humérus à l'aide du clou verrouillé. In: Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1990 ; 39 : 55-59
- [32] Vail P, Harrelson JM. Treatment of pathologic fracture of the humerus. *Clin Orthop* 1991 ; 268 : 197-202
- [33] Zimmerman MC, Waite AM, Deehan M, Tovey J, Openheim W. A biomechanical analysis of four humeral fracture fixation systems. *J Orthop Trauma* 1994 ; 8 : 233-239

Chirurgie de réparation du plexus brachial de l'adulte

A. Durandeau, T. Fabre

Les traumatismes du plexus brachial sont classiques et les plus sévères de toutes les lésions des nerfs périphériques mais les 30 dernières années ont vu des avancées considérables dans le traitement. Le but fondamental est d'établir un diagnostic exact et ensuite de tenter d'améliorer le pronostic. La violence du traumatisme et l'estimation de la force appliquée au membre sont particulièrement significatives. La probabilité d'une lésion du plexus brachial peut être envisagée lorsque le patient est examiné aux urgences à la suite d'un traumatisme de la ceinture scapulaire ; un examen détaillé du plexus et de ses branches peut être effectué en quelques minutes chez un patient éveillé et coopérant. L'examen par IRM et le diagnostic électrophysiologique après 3 semaines sont indispensables. Les patients qui ne montrent pas de signes de récupération durant les 2 premiers mois sont des candidats à l'exploration chirurgicale. Lorsque les fascicules sont lésés, indurés et fibreux, une résection et une restauration de leur continuité par greffe est nécessaire ; la neurotisation est indiquée dans les avulsions supérieures pour reconstruire la fonction de l'épaule, du coude, et peut-être du poignet. Dans les lésions post-traumatiques du plexus de l'adulte, les réparations nécessitent une variété de greffes nerveuses et de neurotisation : dans les paralysies complètes, une greffe est effectuée à partir du névrome proximal ou en utilisant des transferts par les nerfs intercostaux ou par la partie distale du nerf spinal accessoire ; cela donne une flexion du coude dans 75 % des cas et une abduction de l'épaule ou de la rotation externe dans 50 % des cas. Dans les paralysies supérieures C5 C6, le transfert ulnaire-biceps est la procédure standard lorsque les racines C5 C6 sont avulsées. La greffe à partir d'une racine cervicale rompue lorsqu'elle est disponible est utilisée pour réanimer la flexion du coude ; dans les paralysies C5 C6 (C7), l'extension du poignet et des doigts est réalisée par des transferts tendineux. Dans les paralysies anciennes, la perte de la flexion et de l'extension du coude est traitée au moyen de muscles libres réinnervés par des nerfs intercostaux ou le nerf spinal accessoire prolongé par une greffe. Récemment, des innovations ont permis des options chirurgicales de reconstruction et cela peut améliorer le résultat fonctionnel. La chirurgie secondaire est régulièrement nécessaire dès que le patient a récupéré une flexion du coude : arthrodèse d'épaule, dérotation humérale, arthrodèse esthétique du poignet en pronation.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Lésion du plexus brachial ; Diagnostic électrophysiologique ; Neurotisation ; Transferts nerveux ; Greffe

Plan

| | | | |
|---|---|--|----|
| ■ Introduction | 2 | Transfert fasciculaire du nerf médian sur le nerf du brachialis | 7 |
| ■ Anatomie lésionnelle | 2 | Transfert de nerfs intercostaux sur le nerf musculocutané ou le nerf de la longue portion du triceps | 7 |
| Lésions supraclaviculaires | 3 | ■ Indications | 8 |
| Lésions rétro- et infraclaviculaires | 3 | Arrachement radiculaire complet | 8 |
| Lésions distales | 4 | Arrachement radiculaire C6 C7 C8 T1 avec ou sans rupture de C5 | 8 |
| ■ Bilan clinique et paraclinique | 4 | Rupture C5 C6, arrachement radiculaire C7 C8 T1 | 9 |
| Méthode | 4 | Rupture C5 C6 C7, arrachement C8 T1 | 9 |
| Résultat | 4 | Rupture de C5 C6 C7 C8 T1 | 9 |
| ■ Abord chirurgical | 5 | Paralysie partielle par lésions radiculaires C5 C6 | 9 |
| Abord sus-claviculaire | 5 | Paralysie C8 T1 | 9 |
| Abord sous-claviculaire | 5 | Paralysies rétro- et infraclaviculaire | 9 |
| ■ Technique chirurgicale des transferts nerveux | 6 | Arrachements radiculaires atypiques | 10 |
| Transfert du nerf spinal accessoire sur le nerf suprascapulaire | 6 | ■ Perspectives | 10 |
| Transfert fasciculaire du nerf ulnaire sur le nerf du biceps | 7 | ■ Conclusion | 11 |

■ Introduction

Le traitement chirurgical des paralysies du plexus brachial reste difficile en 2007. Les lésions sont graves entraînant des séquelles importantes du membre supérieur chez un sujet jeune. La fréquence de ces paralysies est en diminution en France mais elles restent nombreuses dans les pays asiatiques.

Dès 1920, la chirurgie directe était la règle mais les résultats décevants cédèrent la place à un conservatisme prudent (Stoffel). La première tentative couronnée de succès fut effectuée par Puusepp en 1931 et le premier abord chirurgical par Thoburn en 1935 [1]. Jusqu'en 1960 Merle d'Aubigné et Yeoman conseillaient d'utiliser les interventions palliatives. Le traitement chirurgical fut même condamné en 1966 lors de la réunion de la SICOT [2]. La chirurgie du plexus fut remise à l'ordre du jour par Lusskin, Campbell, Thompson et Yeoman ; Seddon popularisa la neurotisation en 1963. Mais c'est Millesi [3] en 1962 suivi par Narakas [4] qui furent les pionniers de cette chirurgie grâce à l'utilisation des greffes nerveuses.

Allieu, Alnot, Sedel, Samii, Santos Palazzi, Morelli, Brunelli, Kline utilisèrent ces techniques dans la réparation des lésions plexiques. Kotani [5] et Tsuyama utilisèrent en 1970 des transferts nerveux par neurotisation à partir des nerfs intercostaux et en 1972 Kotani rapporta l'utilisation du nerf spinal anastomosé directement sur le nerf musculocutané ; le Soviétique Lurge et le Tchèque Fantis utilisèrent d'autres types de transferts. Brunelli s'intéressa à la neurotisation neuromusculaire.

Les résultats de cette chirurgie restent souvent imprévisibles, permettant une récupération souvent modeste, limitée à la stabilisation de l'épaule et à la flexion du coude et parfois au rétablissement d'une sensibilité protectrice de la main dans les plexus totaux mais une récupération meilleure dans les paralysies C5 C6. La chirurgie directe a fait néanmoins la preuve de son intérêt car elle diminue considérablement le syndrome douloureux en libérant les nerfs et en rétablissant leur continuité ; mais il est illusoire de vouloir réparer l'ensemble du plexus. Les progrès de la chirurgie nerveuse périphérique, une meilleure connaissance des lésions anatomopathologiques et des techniques d'exploration plus précises ont permis une meilleure prise en charge en évitant d'opérer les cas susceptibles de récupérer spontanément. Nous n'envisageons que la chirurgie de réparation du plexus brachial de l'adulte en faisant appel aux techniques associant le plus grand nombre de réparations possibles par greffes et transferts nerveux ; nous n'évoquons pas les techniques de la chirurgie palliative (transferts musculaires libres, arthrodeuse d'épaule, dérotation humérale, arthrodeuse du poignet en pronation, et transfert tendineux ainsi que les interventions palliatives pour la main plexique).

■ Anatomie lésionnelle

Dans la grande majorité des cas, les lésions traumatiques du plexus brachial de l'adulte sont des lésions fermées provoquées par un étirement du plexus associé à des mécanismes de compression avec abaissement brutal du moignon de l'épaule source de ruptures dans la région scalénique et d'arrachement radiculaire (avulsion). Il s'agit d'accident de deux roues dans 90 % des cas chez un adulte jeune de 15 à 35 ans ; les autres étirements sont beaucoup plus rares (accidents industriels, accidents sportifs, chute, lésions iatrogènes lors d'interventions chirurgicales par mauvaise position...). Une traction dans l'axe entraîne surtout des lésions des racines supérieures C5 C6 ; une traction vers le haut entraîne surtout des lésions des racines inférieures C8 T1 ; une traction vers l'arrière exerce un étirement de toutes les racines. Les lésions ouvertes sont rares : section nerveuse par arme blanche ou projectile, dilacération par plombs d'arme à feu à basse ou à haute vitesse, lésion iatrogène lors d'acte chirurgical. Narakas a traité cinq lésions par section et cinq par différents projectiles ; dans notre expérience nous avons eu trois sections et quatre lésions par plombs de chasse.

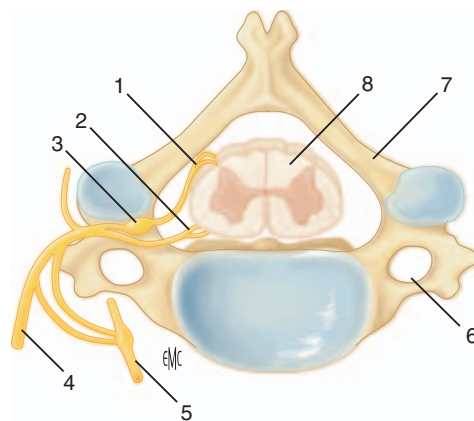


Figure 1. Anatomie de l'espace intertransverse. 1. Radicelles postérieures ; 2. radicelles antérieures ; 3. ganglion spinal ; 4. racine ; 5. ganglion sympathique ; 6. trou transversaire ; 7. vertèbre ; 8. moelle épinière.

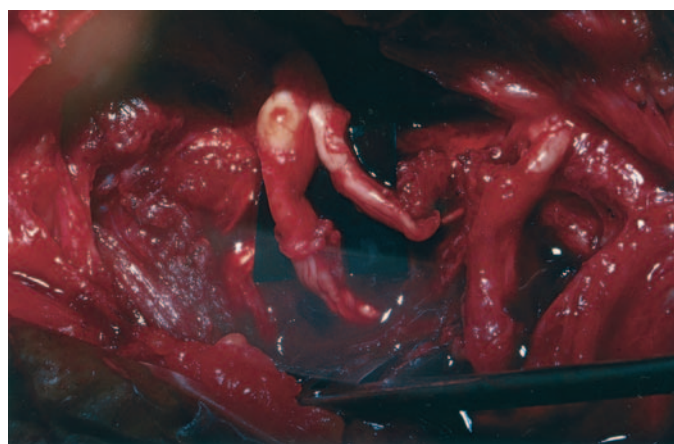


Figure 2. Avulsion complète de la racine C6.

Les lésions vasculaires associées sont présentes dans 10 à 23 % des cas (Zimmerman, Birch, Narakas, Alnot). Il peut également y avoir des lésions osseuses associées (fracture de la clavicule, fractures des apophyses transverses de C4 C5 C6, fracture de la première côte souvent associée à des lésions vasculaires).

Dans les traumatismes par étirement, les lésions nerveuses sont étendues à l'intérieur d'un même tronc nerveux avec des lésions de degrés différents selon Sunderland [6] ; il peut exister des lésions sur plusieurs troncs et des lésions à deux niveaux par exemple racine et branche terminale (5 % à 10 % Allieu, Narakas [7]). Les avulsions radiculaires sont situées en amont du ganglion spinal postérieur et les autres lésions sont situées en aval de ce ganglion, sur la partie distale des racines, sur les troncs et leurs branches terminales.

Les avulsions radiculaires correspondent à un arrachement des radicelles de la moelle épinière à la partie antérieure ou postérieure en amont du ganglion spinal (Fig. 1, 2). Ces lésions très fréquentes se rencontrent au moins sur une racine chez 70 à 80 % des patients et dans les plexus C5 C6 chez 50 % des patients [8]. Dans les paralysies totales par lésions supraclaviculaires, l'avulsion de C8 T1 est quasi constante. Les radicelles antérieures motrices sont plus vulnérables dans un mécanisme d'avulsion [6]. Dans les avulsions radiculaires, les axones sensitifs ne sont pas interrompus puisque le corps cellulaire se trouve dans le ganglion spinal postérieur qui a été arraché ; ces axones ne subissent donc pas de dégénérescence wallérienne contrairement aux axones moteurs dont le corps cellulaire se trouve dans la corne antérieure de la moelle épinière. La lésion se situe donc en amont de la naissance des branches collatérales les plus proximales du plexus à destinée des muscles serratus antérieur, rhomboïdes, levator scapulae et paravertébraux.

Les lésions postganglionnaires se situent en aval du ganglion spinal postérieur du canal transversaire aux troncs primaires,

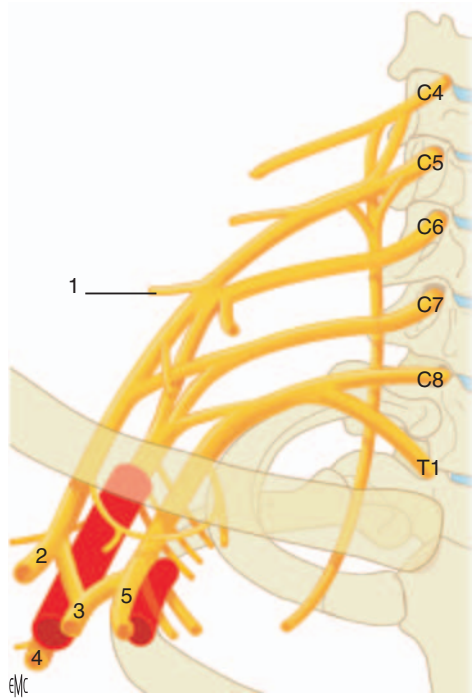


Figure 3. Anatomie du plexus. 1. Nerf suprascapulaire ; 2. nerf musculocutané ; 3. nerf médian ; 4. nerf radial ; 5. nerf ulnaire.

secondaires et sur leurs branches terminales. Si les axones sont rompus, il va y avoir une dégénérescence wallérienne des fibres d'aval (motrices, sensibles ou neurovégétatives). Un névrome va alors être présent dans les lésions de degré 3, 4 et 5 ; dans les lésions très proximales, une dégénérescence rétrograde peut se développer jusqu'au corps cellulaire moteur. Ces lésions sont accessibles à la réparation nerveuse directe si le nerf grand dentelé n'est pas lésé, si la branche postérieure du nerf rachidien n'est pas interrompue et s'il n'existe pas de syndrome de Claude Bernard-Horner pour les racines inférieures. La neurolyse n'est indiquée qu'en présence de fibrose extra- ou intraneurale ; si le nerf est rompu, seuls une réparation par greffe nerveuse autologue ou transfert nerveux doivent être utilisés. Les axones en régénération doivent franchir la zone de suture pour coloniser les tubes distaux ; il y a réduction du nombre des fibres nerveuses et diminution de leur taille, ce qui explique que l'examen électrique de contrôle est toujours perturbé même en présence d'une récupération fonctionnelle favorable.

Le plexus brachial (Fig. 3) est constitué de fibres nerveuses myélinisées (130 000 en moyenne) qui sont regroupées en racines C5 à T1 mais il existe des plexus préfixés C4 à C8 et des plexus postfixés de C6 à T2 [9] ; le nerf suprascapulaire comporte 3 500 fibres, un nerf intercostal 1 300 fibres, le nerf spinal et le nerf du grand dentelé 1 600 fibres, le nerf axillaire et le nerf musculocutané 6 000 fibres environ. Il existe des variations anatomiques au niveau de l'anse des pectoraux et du nerf musculocutané qui peut être absent et remplacé par un volumineux tronc médian musculocutané, les branches nerveuses naissant de façon étagée tout au long du canal brachial.

Sur le plan lésionnel, il existe des lésions radiculaires et des lésions qui concernent les troncs à différents étages : nerf rachidien, tronc primaire, tronc secondaire et branches terminales ; les lésions supraclaviculaires représentent 75 % des lésions, les lésions rétro- et infraclaviculaires représentent 25 % des lésions. Alnot [9] a décrit dans le détail toutes les lésions qui pouvaient être rencontrées mais il est difficile de retenir cette classification. Bonnard et Slooff [10] ont rapporté les 60 lésions décrites par Narakas avec les variations anatomiques et les différents problèmes de traitement chirurgical avec les procédures de reconstruction. Dans la pratique quotidienne, les lésions sont classées selon leur niveau et le nombre de racines avulsées [9, 11, 12] (Fig. 4).

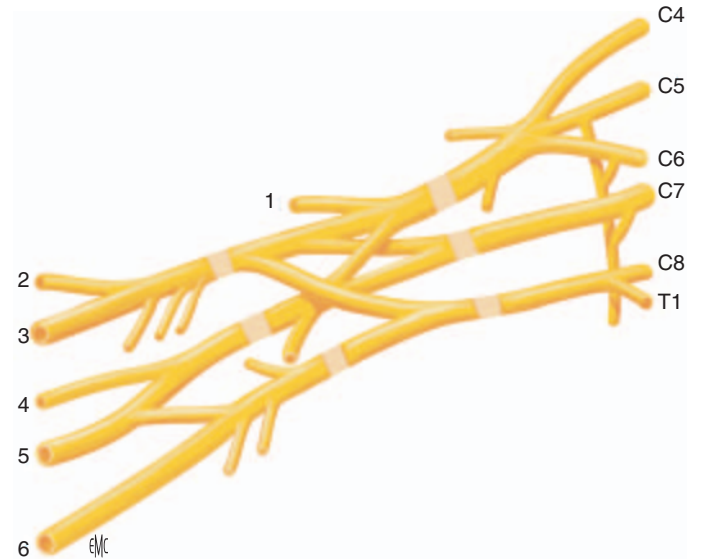


Figure 4. Anatomie du plexus brachial. 1. Nerf suprascapulaire ; 2. nerf axillaire ; 3. nerf radial ; 4. nerf musculocutané ; 5. nerf médian ; 6. nerf ulnaire.

Lésions supraclaviculaires

Lésion complète de C4 à T1 : ces lésions sévères sont irréparables et associées à des lésions artérielles, à une paralysie du diaphragme, du trapèze et à une perte de sensibilité au-dessous de la clavicule.

Avulsion C5 à T1 : ces lésions nécessitent une réinnervation par des transferts nerveux puisqu'il n'y a plus de racines greffables dans le but de stabiliser la scapula, de redonner une flexion au coude et une sensibilité de protection dans le territoire du nerf médian à la main.

Rupture C5 à C6 (\pm C7), avulsion C8 T1 : ce sont des lésions fréquentes qui peuvent être traitées par greffes nerveuses combinées à des transferts nerveux permettant une récupération partielle dans 70 à 80 % des cas au niveau de l'épaule et du bras avec amélioration des douleurs.

Rupture ou avulsion de C5 à C6 (C7) avec C8 et T1 non lésées : ce sont les lésions les plus favorables à une récupération fonctionnelle car le patient garde une bonne fonction de la main ; la combinaison de greffes et de transferts nerveux donne une fonction utile de l'épaule, du coude et de la main.

Il est également possible de réaliser un grand nombre de transferts musculaires lorsque les interventions précédentes se sont soldées par un échec.

Lésion C8 T1 : rares, 2 à 3 %. Paralysies de Dejerine-Klumpke. Le déficit intéresse la flexion du pouce et des doigts avec un déficit des muscles intrinsèques de la main ; le déficit sensitif est situé au niveau des 4^e et 5^e doigts.

Lésions rétro- et infraclaviculaires

Ces traumatismes qui représentent 25 % des lésions du plexus brachial entraînent des lésions des troncs secondaires, surtout le postérieur (1 % des lésions du plexus pour Alnot) avec des lésions vasculaires dans 1 cas sur 4 associées à des fractures ou des fractures-luxations de la tête humérale ou de la scapula. Le nerf suprascapulaire reste fonctionnel dans la majorité des cas. La gravité de l'atteinte est précisée par l'examen clinique et les explorations complémentaires afin de différencier les lésions de degré 4 et 5 de Sunderland qui nécessitent une intervention, des autres lésions qui relèvent d'un traitement conservateur. La distinction entre lésions infraclaviculaires et supraclaviculaires est quelquefois artificielle et un traumatisme fermé par traction peut s'accompagner d'un traumatisme préganglionnaire de C8 T1 avec une rupture des troncs secondaires postérieur et latéral ; les résultats sont meilleurs si la réparation est effectuée dans les 14 premiers jours [11].

Lésions distales

Le nerf suprascapulaire, le nerf musculocutané, le nerf axillaire et le nerf radial peuvent être lésés lors des luxations de l'épaule ou des fractures de l'humérus ou de la scapula car il existe des défilés anatomiques (incisure de la scapula, coraco-brachial, trou carré de Velpeau). Ces lésions peuvent s'accompagner de lésions sévères de la coiffe des rotateurs donnant une impotence fonctionnelle totale ou d'une rupture de l'artère axillaire avec risque de syndrome de loge. Le nerf médian et le nerf ulnaire peuvent également être rompus ou étirés.

■ Bilan clinique et paraclinique

Méthode

Il est effectué le plus précocement possible dès que le patient est conscient car il est souvent polytraumatisé ou porteur de lésions associées [8, 9, 12, 13] ; cet examen est complexe et parfois subtil ; un examen par IRM permet de rechercher des pseudoméninogocèles ou des arrachements au niveau médullaire mais il est souvent d'interprétation difficile, surtout pour les racines supérieures. L'examen est répété à la fin du premier mois car une récupération a pu débuter dans certains territoires et le patient est plus coopérant :

- examen moteur muscle par muscle (coté de 1 à 5), fatigabilité musculaire, notion de fonction globale (épaule, coude, poignet, main) ; il est très important de tester le nerf suprascapulaire car c'est la première branche de division du tronc primaire supérieur (élévation et rotation externe du bras) ;
- examen sensitif subjectif et objectif (tact et sensibilité discriminative) ;
- troubles neurosympathiques et recherche d'un syndrome de Claude Bernard-Horner ;
- les douleurs sont d'appréciation difficile car il peut y avoir des paresthésies douloureuses et des douleurs de type causalgique intolérables surtout en présence d'avulsion radiculaire [14] ;
- l'absence de récupération débutante au bout de 1 mois, signe des lésions graves ;
- la recherche des lésions associées (fractures de la clavicule, des apophyses transverses, de la première côte, de la scapula et de l'humérus) et des lésions vasculaires par la prise du pouls, un échodoppler et une angiographie ;
- l'examen électrique non significatif avant 21 jours, recherche des signes de dénervation avec des potentiels de fibrillation indiquant une dégénérescence wallérienne ; une activité volontaire perceptible est le signe d'une récupération en cours. L'étude des potentiels évoqués somesthésiques qui théoriquement devrait permettre de différencier les lésions préganglionnaires des lésions postganglionnaires n'est plus effectué actuellement car son interprétation est difficile et car il y a un recouvrement des zones d'innervation métamériques entre elles. L'étude des vitesses de conduction sensitives n'est dans les limites de la normale qu'en présence d'une avulsion radiculaire isolée ;

- l'exploration des racines nerveuses est indispensable avant une exploration chirurgicale du plexus brachial afin de mettre en évidence des pseudoméninogocèles qui témoignent le plus souvent d'une brèche ménagée avec avulsion radiculaire ; le myéloscanner permet de préciser l'état des radicelles antérieures et postérieures avec une bonne fiabilité (Hentz et Narakas) tant au niveau lésionnel qu'au niveau des racines sus- et sous-jacentes. Les avulsions au niveau de C5 et C6 sont difficiles à mettre en évidence à l'inverse de celles de C8 T1 [15] (Fig. 5) ;
- l'examen IRM de dernière génération fournit les mêmes images des radicelles sans les risques de la myélographie mais au niveau cervical, il n'est pas possible de différencier les névromes en continuité, les ruptures et la fibrose cicatricielle au niveau des troncs et des branches terminales. L'échographie permettra peut-être dans l'avenir une bonne appréciation ;
- il est possible de faire une endoscopie foraminale pour visualiser les avulsions mais cet examen est invasif et ne permet pas des gestes de réparation.

Résultat

Au terme de ce bilan il est possible de reconnaître les formes graves et celles où une récupération partielle est possible ; il est possible de définir des critères favorables et péjoratifs.

Critères favorables

Ils orientent vers une récupération spontanée : 50 % des patients [9].

- Paralysie après luxation de l'épaule : l'atteinte se situe au niveau des troncs secondaires et au niveau des branches terminales (nerf axillaire). La récupération est habituelle dans 85 % des cas et elle doit débuter dans les 6 premiers mois car les lésions sont de degré 1 à 3 de Sunderland.
- Paralysie incomplète avec paralysie isolée avec conservation de la sensibilité.
- Déficit partiel dans un ou plusieurs territoires atteints.

Critères péjoratifs

Ils orientent vers une absence de récupération spontanée avec un pronostic sévère.

- Existence de lésions osseuses associées ou de lésions vasculaires [9].
- La gravité de l'atteinte nerveuse est directement proportionnelle à la violence du traumatisme initial.
- La paralysie reste totale à la fin du premier mois.
- L'atteinte du nerf du grand dentelé (serratus antérieur) car son innervation est étagée et pluriradiculaire proche de la moelle épinière de C5 à C7.
- L'atteinte du muscle angulaire (levator scapulae), du muscle rhomboïde et du muscle trapèze car leur innervation est proche du canal rachidien.
- Le syndrome de Claude Bernard-Horner (myosis, énophtalmie, diminution de la fente palpébrale) traduit des lésions très proximales des racines inférieures C8 T1 avec le plus souvent une avulsion radiculaire.

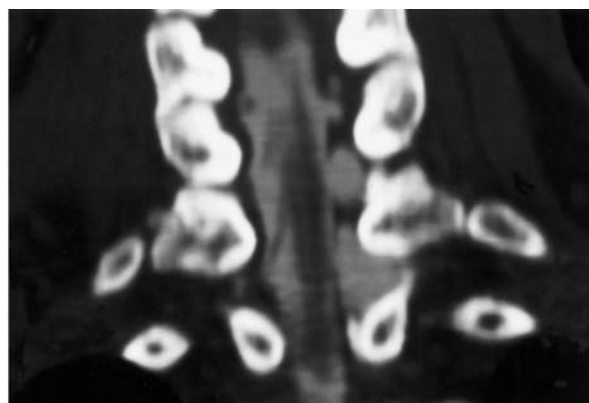


Figure 5. Avulsion radiculaire avec pseudoméninogocèle.

- L'atteinte du nerf phrénique témoigne de lésions graves des racines supérieures et de la racine C4.
- L'existence de douleurs très invalidantes qui traduisent souvent des avulsions radiculaires (douleurs cervicales, raideur de la nuque, syndrome méningé).
- L'existence de signes médullaires au niveau des membres inférieurs avec parfois présence de sang dans le liquide céphalorachidien (LCR).
- L'atrophie musculaire rapide dès la deuxième semaine.

Les critères évolutifs sont basés sur un testing musculaire répété sensitivomoteur avec recherche et suivi du signe de Tinel recherché de distal en proximal sur le trajet des troncs nerveux. L'appréciation du devenir des douleurs (déafférentation) sans topographie précise, parfois intolérables ; la persistance des douleurs est un signe de mauvais pronostic.

Au terme de ce bilan, devant une paralysie totale il faut différencier les patients chez qui il est possible d'effectuer une réparation de une, deux ou trois racines par greffes mais ce n'est que lorsque deux étages apparaissent bons au niveau radiculo-médullaire qu'un moignon radiculaire est suffisamment long dans la région scalénique pour être greffable en zone saine [12].

Si aucune racine n'est greffable, il faut utiliser des transferts nerveux.

La date d'intervention doit être aussi précoce que possible (2^e-3^e mois).

■ Abord chirurgical

L'abord consiste à se porter sur les sites de réparation, plutôt que de réaliser une exploration du plexus brachial (Fig. 6) [16-21]. Le patient est positionné en léger proclive pour diminuer la pression veineuse ; le champ opératoire doit inclure le cou, la tête étant tournée du côté opposé et fixée par une bande élastique ; le membre supérieur doit être en totalité dans le champ opératoire badigeonné et protégé par un jersey afin de pouvoir être manipulé facilement ; un petit coussin en gel est placé sous la scapula ; les deux membres inférieurs sont également badigeonnés et recouverts d'un jersey stérile avec un garrot pneumatique au niveau de la cuisse. Birch préfère opérer le patient en position demi-assise [11]. L'hémostase doit être méticuleuse au bistouri électrique et à la coagulation bipolaire car il faut un champ non hémorragique.

Abord sus-claviculaire

L'incision part de l'apophyse mastoïde et suit le bord du muscle sternocléidomastoïdien ; elle comporte ensuite un segment horizontal au niveau de la clavicule puis rejoint le sommet du sillon deltopectoral et se poursuit par une voie deltopectorale classique (Fig. 6). Il est possible de dessiner une plastie en Z en regard du tendon du grand pectoral. Après incision de la peau et du fascia superficialis, le tissu cellulaire

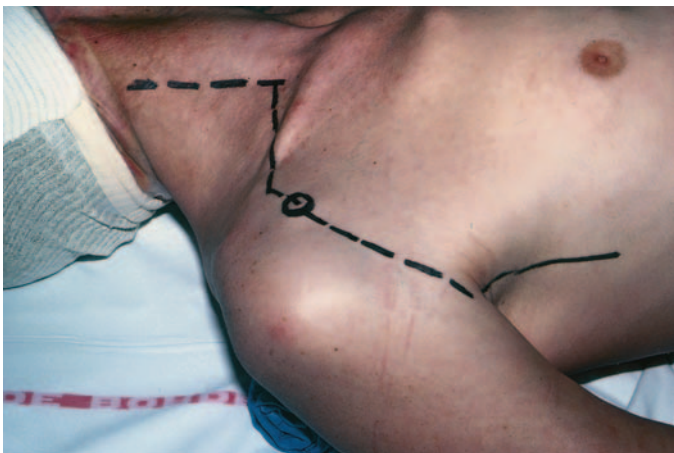
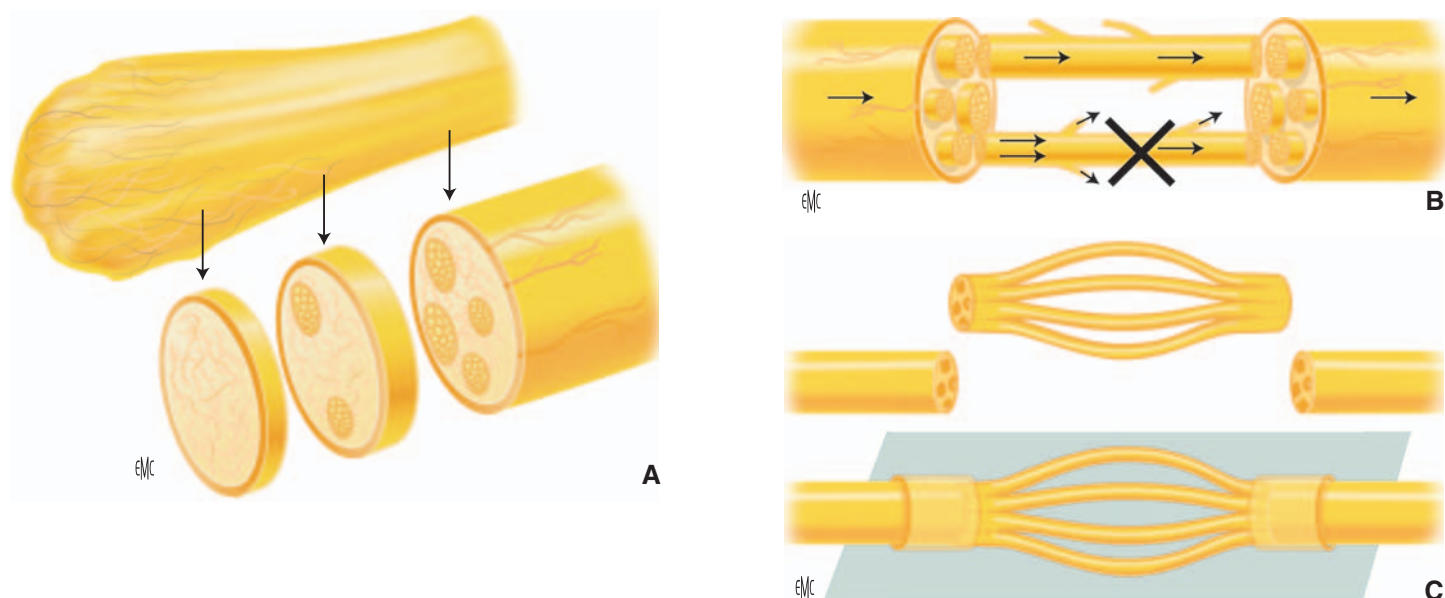


Figure 6. Voie d'abord du plexus brachial.

sous-cutané et du muscle peaucier du cou, la veine jugulaire externe est repérée et les veines transversales sont ligaturées. Le muscle omohyoïdien est préservé et l'aponévrose cervicale moyenne est incisée en sus-claviculaire. La palpation permet de percevoir le plexus ou les tissus fibreux en cas d'arrachement nerveux, le bord externe du plexus présente l'origine du nerf suprascapulaire ; si le plexus est rompu avec un grand déplacement, le bord externe du plexus et l'origine du nerf suprascapulaire sont retrouvés plus bas parfois sous la clavicule et il faut s'aider d'une traction sur le membre pour bien individualiser le plexus. Il est possible de désinsérer le trapèze du bord postérieur de la clavicule ; le nerf suprascapulaire est suivi jusqu'à l'incisure coracoïde. Il faut ensuite repérer les racines en préservant les branches du plexus cervical superficiel ; l'espace interscalénique est identifié et il faut se porter à l'origine de la racine C5 pour repérer le nerf phrénique qui croise l'origine de cette racine avant de cheminer sur la face antérieure du scalène antérieur ; il est possible de l'identifier en le mettant sur lacs et de le stimuler. Il faut rechercher le moignon de la racine C5 en réalisant une dissection de l'espace interscalénique fibreux avec un bistouri lame 15 tangentiellement à la racine pour la séparer de la fibrose ; il faut essayer de la stimuler de façon rétrograde car si une réponse est obtenue dans le serratus antérieur, cela confirme l'absence d'avulsion médullaire ; s'il n'y a pas de réponse il faut craindre une avulsion de la racine C5 et donc ne pas effectuer de réparation par greffe. La racine C6 est en dedans de C5 et après dissection de l'espace interscalénique la racine est libérée de la fibrose locale. Le moignon de C7 apparaît un peu plus bas, il est plus horizontal que les racines C5 et C6 mais plus volumineux. Les racines C8 et T1 ne sont pas systématiquement recherchées car s'il y a une méningocèle il faut éviter de l'ouvrir pour éviter une fuite secondaire de LCR. Si ces racines sont rompues, il vaut mieux faire une ostéotomie de la clavicule. L'artère sous-clavière est mise sur lacs ainsi que la veine sous-clavière. La racine T1 est généralement petite avec un trajet ascendant et elle passe sur le relief de la première côte. Les troncs primaires sont plus faciles à individualiser ; le tronc primaire supérieur se divise en deux contingents antérieur et postérieur ; le tronc primaire moyen fait suite à la racine C7 et il se divise en dedans des branches du tronc primaire supérieur ; le tronc primaire inférieur est très court et il se divise très rapidement.

Abord sous-claviculaire

Cet abord est systématique car il faut explorer la totalité du plexus notamment au niveau du coracobiceps pour le nerf musculocutané. Le sillon deltopectoral est ouvert en préservant la veine céphalique sur la berge interne de l'incision. L'artère thoracoacromiale est ligaturée ; le chef claviculaire du muscle grand pectoral est libéré de la clavicule sur 3 à 4 cm ; l'aponévrose clavi-pectoro-axillaire est ouverte et un écarteur autostatique mis en place ; le tendon du muscle petit pectoral est individualisé et son tendon terminal est sectionné en mettant le muscle sur fil de repérage. L'écarteur autostatique est remplacé pour récliner un lambeau graisseux qui recouvre le plexus. Le nerf musculocutané est ensuite repéré à l'origine du muscle coracobiceps et mis sur lacs ; la dissection des troncs secondaires se poursuit en mettant chaque tronc sur lacs et en essayant de les stimuler ; la dissection du nerf axillaire et du nerf radial nécessite de refouler en dedans l'artère axillaire après l'avoir mise sur lacs ; la dissection du nerf médian et du nerf ulnaire est plus difficile et nécessite une incision partielle du tendon du grand pectoral ; si ce tendon devait être incisé en totalité il faudrait le réparer solidement en fin d'intervention. Pour explorer les lésions rétroclaviculaires, il est nécessaire de faire une ostéotomie de la clavicule ; une double plaque à six trous est appliquée avec un davier sur le bord antérieur de la clavicule après l'avoir adaptée à la morphologie de l'os ; les trous de vis sont forés avant de réaliser l'ostéotomie oblique à la scie oscillante ; cela facilite la synthèse ultérieure sans risques pour les greffes nerveuses qui passent sous la clavicule. Si une chirurgie vasculaire a été effectuée auparavant par pontage, la dissection est extrêmement difficile et longue ; il est souvent

**Figure 7.**

A. Résection progressive du névrome proximal afin d'obtenir des fascicules mais sans fibrose épineurale.

B. Retournement des torons du nerf sural pour éviter la fuite des axones par les collatérales.

C. Greffe en « câble » avec utilisation de colle à chaque extrémité des greffons pour permettre un meilleur affrontement.

nécessaire d'obturer des brèches vasculaires veineuses (pour Alnot cette réparation avait été effectuée 24 fois sur 43 en urgence). Une rupture du nerf musculocutané nécessite de prolonger l'incision en dessous du muscle grand pectoral, sur le relief du muscle biceps ; après avoir récliné ce muscle en dehors, le nerf est palpé entre le muscle biceps et le muscle coracobrachial et il est possible de retrouver l'extrémité distale. En agrandissant cet abord vers le bas, le nerf du biceps peut être exposé pour réaliser une anastomose ulno-musculo-cutanée.

Pour réaliser des transferts nerveux à partir des nerfs intercostaux, l'incision cutanée suit le bord inférieur du muscle grand pectoral jusqu'au sternum et chez la femme il faut passer dans le sillon sous-mammaire en gardant un pont cutané de 3 cm en regard du tendon du grand pectoral pour diminuer les brides cicatricielles. Les autogreffes sont effectuées à partir des nerfs suraux prélevés à la face externe de la jambe à partir d'une incision rétomalléolaire et en disséquant le nerf sural jusqu'au creux poplité en exerçant une faible traction sur le nerf ; mais il faut se méfier des variations anatomiques [22]. Lorsque les racines inférieures sont avulsées, il est possible d'utiliser le nerf ulnaire vascularisé qui a un pédicule unique dans 98 % des cas, provenant de l'artère humérale [23]. Il faut un lit de bonne qualité, un alignement précis des fascicules et des extrémités nerveuses sans fibrose avec une recoupe franche ; Hattori [24] utilise l'activité en choline acétyl transférase et des potentiels évoqués médullaires. Après avoir mis quelques points de fil 9/0 sous microscope pour adapter les extrémités nerveuses avec un bon affrontement, la colle biologique permet une fixation de bonne qualité (Narakas).

La greffe nerveuse nécessite une technique précise ; il faut commencer par la suture proximale au niveau de la racine C5 en adaptant trois torons nerveux par des points d'Ethilon® 9/0 et en l'englobant de colle biologique. Le passage sous la clavicule est agrandi au doigt afin de faire passer les torons qui ont été fixés lâchement par un lacs. La suture distale est de réalisation plus facile car la partie proximale du tronc primaire secondaire est plus superficielle et la dissection de la partie antérolatérale sous microscope permet d'isoler certains fascicules ; la longueur de la greffe est de 8 à 10 cm mais elle peut être plus longue si la suture est effectuée directement sur le nerf musculocutané ; après mise en place de trois points d'Ethilon® 9/0 pour adapter la zone de suture, elle est complétée par un manchon de colle biologique (Fig. 7).

■ Technique chirurgicale des transferts nerveux

Dans la stratégie de la prise en charge chirurgicale des paralysies du plexus brachial, les transferts nerveux occupent une place importante. Ces transferts utilisent donc des nerfs donneurs moteurs non concernés par la lésion nerveuse. Le transfert du nerf spinal accessoire a été initialement décrit par Kotani en 1976 [5] puis popularisé par Allieu [25] au début des années 1980 dans notre pays. Le transfert des nerfs intercostaux a été initialement proposé par Narakas [26, 27] et Nagano [28]. Enfin c'est à Oberlin [29] que l'on doit la description de la neurotisation extra-anatomique du nerf ulnaire. En fonction du nerf receveur (nerf suprascapulaire, nerf musculocutané, nerf de la longue portion du triceps), ces transferts nerveux peuvent être réalisés avec ou sans interposition d'une greffe de nerf sural.

D'autres transferts nerveux issus des branches destinés au muscle serratus ou des branches du plexus cervical profond sont plus rarement utilisés. De même, l'utilisation d'une partie de la racine C7 controlatérale reste controversée.

Transfert du nerf spinal accessoire sur le nerf suprascapulaire [30] (Fig. 8)

C'est la partie distale de la branche externe du nerf spinal qui descend obliquement en bas en arrière et en dehors dans le creux sus-claviculaire qui doit être prélevée. Pour la repérer, il faut disséquer dans l'angle dièdre à la partie latérale du creux sus-claviculaire entre la clavicule en avant et le trapèze à sa face profonde en arrière. Très souvent le nerf chemine dans un espace cellulograis pour se diriger en arrière et en dehors à la face profonde du trapèze. Pour le repérer, il faut retrouver les fibres les plus antérieures du trapèze s'insérant sur la clavicule et disséquer à l'aplomb en arrière à la face profonde de l'aponévrose du trapèze. Il existe souvent un pédicule vasculaire dans cet espace qui est très proche du nerf. Un neurostimulateur peut être d'un grand secours surtout chez les patients adipeux en provoquant une contraction du chef distal du muscle. Le nerf est alors isolé sur lacs et disséqué le plus distalement possible. Souvent un fin rameau moteur de division pour le trapèze moyen est disséqué, la section du nerf se fait alors plus distalement.

Le nerf suprascapulaire est mis en évidence en disséquant le tronc primaire supérieur. Il s'agit de la première branche de

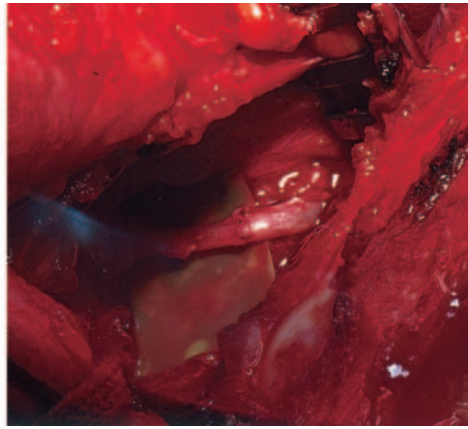
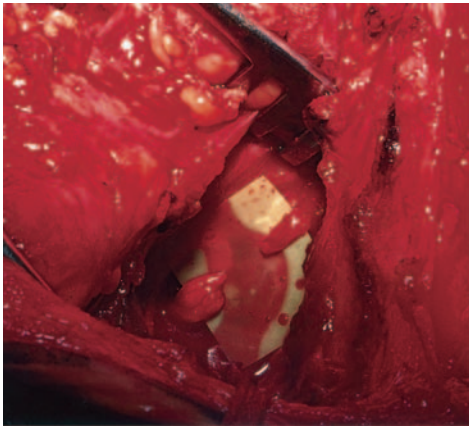


Figure 8. Neurotisation du nerf suprascapulaire par le nerf spinal accessoire 3 points 9/0.

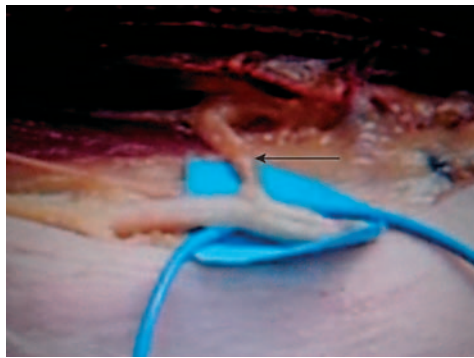


Figure 9. Anastomose ulnobiceps (flèche).

division latérale de ce tronc juste en arrière de la clavicule. Ailleurs quand les troncs primaires sus-claviculaires ne sont pas identifiables ou très fibreux du fait de lésions d'étirement importantes, il faut alors rechercher le nerf suprascapulaire plus distalement. Pour cela, il faut se porter en arrière du muscle omohyoïdien et de la clavicule à sa partie moyenne en imprimant un mouvement de traction dans l'axe du membre supérieur pour abaisser la clavicule. On peut alors disséquer et isoler sur lacs le nerf suprascapulaire qui chemine en dehors et en arrière et que l'on peut suivre au doigt cheminant vers l'échancrure coracoïde.

Lorsque le transfert nerveux est retenu, la section du nerf suprascapulaire se fait à sa partie proximale près du tronc primaire supérieur. Parfois, lorsqu'il existe une lésion nerveuse étendue du creux sus-claviculaire, il est nécessaire sous microscope de recouper le tronc du nerf suprascapulaire jusqu'à retrouver une coupe avec un arrangement fasciculaire normal. Dans certains cas la lésion est trop étendue distalement et le transfert nerveux ne peut être réalisé ou nécessite l'interposition d'un greffon sural. Quand elle est réalisable, la suture nerveuse se fait sous microscope, après préparation minutieuse des extrémités nerveuses pour obtenir à l'aide d'une suture épipéri-neurale la meilleure congruence possible entre nerf donneur et receveur. En général deux à trois points (Ethilon® 9 ou 10/0) suffisent, un fibrinocollage (Tissucol®) complémentaire est associé.

Transfert fasciculaire du nerf ulnaire sur le nerf du biceps [29, 31] (Fig. 9)

Le bras est en abduction. La ligne d'incision s'étend à la face médiale du bras depuis le bord distal du pectoralis major jusqu'au sillon bicipital médial sur 8 à 10 cm. Après incision du fascia du biceps, il faut rechercher l'intervalle entre biceps en dehors et coracobrachial en dedans. Le biceps est clairement mobilisé par des mouvements de flexion-extension du coude contrairement au coracobrachial. En se portant dans cet espace, le nerf musculocutané est isolé et disséqué. Le plus souvent, le nerf du biceps se détache du nerf musculocutané à environ 5 à 6 cm sous le tendon du pectoralis major. Dans quelques cas, le

nerf du biceps peut naître d'un tronc commun entre nerf médian et nerf musculocutané. Le nerf du biceps situé en amont du paquet vasculaire du biceps, qui doit être respecté, est isolé à la face latérale du nerf musculocutané. Le contingent fasciculaire pour le biceps souvent bien individualisé sur le tronc du musculocutané est disséqué en amont sur quelques centimètres puis sectionné.

La dissection du nerf ulnaire se fait en dedans du paquet vasculaire brachial. Au contact du paquet vasculaire, le nerf médian et, légèrement en arrière moins volumineux, le nerf cutané médial de l'avant-bras sont reconnus. En arrière, le nerf ulnaire est isolé au même niveau que le nerf du biceps cheminant sur le triceps. La dissection se fait en aval sur 4 à 6 centimètres pour permettre la mobilisation ultérieure vers le nerf du biceps. Les temps suivants se font sous microscope. L'épimèvre antérieur du nerf ulnaire est incisé pour individualiser les différents fascicules. Le nerf du biceps est libéré de ses enveloppes conjonctives pour repérer son calibre. Fréquemment, le fascicule antéromédial du nerf ulnaire est de taille équivalente à celle du nerf du biceps. Il est important d'isoler un fascicule de taille équivalente et pas plus pour éviter d'éventuelles séquelles du nerf donneur. Un neurostimulateur doit vérifier que ce fascicule antéromédial est bien un fascicule moteur. Ainsi, après section de ce fascicule moteur, une suture nerveuse terminotermineale est effectuée par deux points (Ethilon® 9 ou 10/0) et fibrinocollage.

Transfert fasciculaire du nerf médian sur le nerf du brachialis [32]

En prolongeant la dissection du nerf musculocutané en aval du pédicule vasculaire pour le biceps, deux fascicules sont individualisés. Classiquement, le fascicule médial est le fascicule sensitif pour la face antérolatérale de l'avant-bras et le fascicule latéral est le fascicule moteur pour le brachialis. Pour affirmer cette répartition, il est conseillé d'isoler par une courte contre-incision au niveau de la gouttière bicipitale latérale, la branche sensitive cutanée latérale de l'avant-bras. Ainsi, par de légères manœuvres de traction distale, on peut facilement individualiser la branche motrice pour le brachialis en amont au niveau du bras. Après section proximale de cette branche, le nerf médian est disséqué, l'épimèvre antérieur incisé. Il faut alors sous microscope individualiser un fascicule moteur de taille équivalente au nerf receveur. Il est alors sectionné et une suture nerveuse terminotermineale peut être réalisée. L'ensemble a obtenu une récupération à M4 dans 10 cas sur 15 en associant un double transfert nerveux (nerf ulnaire sur le nerf du biceps et un fascicule du nerf médian sur la branche motrice du muscle brachialis).

Transfert de nerfs intercostaux sur le nerf musculocutané ou le nerf de la longue portion du triceps [27, 33, 34] (Fig. 10)

Une longue incision longitudinale est réalisée bras en abduction. Elle s'étend depuis l'espace intercostal situé sous le

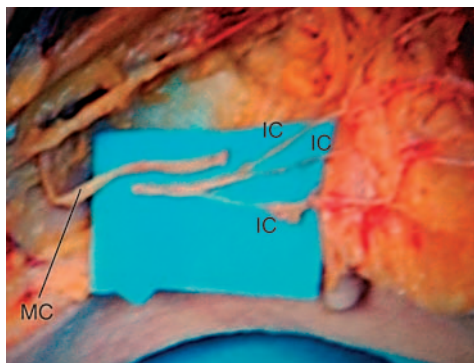


Figure 10. Suture des nerfs intercostaux (IC) sur le nerf musculocutané (MC).

mamelon (en général le cinquième), le long du bord inférieur du tendon du pectoralis major, pour se porter par deux incisions à angle droit sur la ligne axillaire postérieure et se prolonger au bord postéromédial du bras. Le fascia est incisé dans le même axe longitudinal.

La dissection au bord inférieur du tendon du pectoralis major va permettre d'isoler les nerfs intercostaux des troisième, quatrième et cinquième espaces intercostaux. L'exposition se fait par une incision longitudinale le long du bord inférieur de chaque côte comprenant le périoste. À l'aide d'une rugine adaptée, il est nécessaire de dégager en sous-périoste la face inférieure et postérieure de la côte. En rétractant prudemment la côte avec un écarteur, par dissection minutieuse de l'espace au bord inférieur de la côte sans utiliser d'électrocoagulation, le nerf intercostal grêle est reconnu puis isolé sans jamais le saisir dans les pinces à disséquer. La dissection distale de proche en proche permet de la sectionner en regard du cartilage costal. La dissection proximale vers le creux axillaire peut amener à réaliser la section de fines branches collatérales pour les muscles intercostaux. La même dissection est menée pour les deux autres espaces afin d'obtenir trois nerfs intercostaux qui peuvent s'apparier soit avec le nerf du triceps soit avec les branches motrices du musculocutané.

Au creux axillaire, en soulevant un lambeau fasciograisseux postérieur et en exposant le tendon du latissimus dorsi, en faisant des hémostases progressives, il est possible d'exposer le nerf radial, en suivant la face antérieure et distale de ce tendon et en rétractant la veine axillaire. À ce niveau, la branche nerveuse pour le triceps peut être reconnue et séparée du reste du nerf radial. La section de cette branche se fait le plus haut possible dans le creux axillaire.

■ Indications

La question qui se pose en premier est : le traitement chirurgical du plexus brachial est-il justifié ? [35-37]. Il n'existe pas de consensus mais un certain nombre de points communs dans la prise en charge de ces lésions peuvent être dégagés [8]. En présence d'une lésion par élongation il n'est pas possible de réinnervier tous les muscles et le choix des éléments nerveux à réinnervier doit obéir à une hiérarchie des fonctions à rétablir. La récupération de la flexion du coude constitue l'objectif prioritaire en cas de réparation nerveuse précoce pour lésion sévère supraclaviculaire. La valeur de la restauration de la flexion du coude a été démontrée chez les patients porteurs d'une paralysie totale avec une main insensible ; cela justifie donc la conservation du membre. Le choix des éléments à réparer dépend du type de paralysie, du terrain et des objectifs fonctionnels ; la priorité est donnée à la réinnervation des territoires musculaires proximaux. Il faut éviter la déperdition axonale par erreur d'orientation entraînant des cocontractions de muscles antagonistes [37] par exemple biceps et triceps. Certains auteurs préconisent une réparation immédiate ou précoce [38] mais la réparation en urgence est difficile car le bilan est imprécis (élongation, dilacération). Dans la majorité des cas la réparation doit être effectuée dès le 2^e mois et si

possible avant 6 mois car après 12 mois, les résultats sont aléatoires en raison de la dégénérescence fibreuse des fibres nerveuses distales ; le délai de réinnervation devant être compatible avec une récupération supérieure à M3. Mais les patients sont souvent adressés tardivement au chirurgien, ce qui ne permet pas une intervention précoce avec une dissection plus facile et donc des chances supérieures de réinnervation.

Il faut éviter d'opérer les patients âgés de plus de 50 ans ou en présence de lésions associées graves ou lorsque la récupération suit une séquence normale ; il ne faut pas explorer un biceps en cours de récupération. La neurolyse a des indications exceptionnelles mais elle ne résout pas les problèmes de récupération musculaire en présence d'une lésion grave car celle-ci nécessite une réparation par greffes ou éventuellement suture nerveuse ; elle garde quelques indications en présence de douleurs sévères au cours de l'évolution.

Arrachement radiculaire complet

Les greffes conventionnelles étant impossibles, il faut utiliser des transferts nerveux, par exemple la terminaison du spinal accessoire sur le nerf suprascapulaire, et une neurotisation du musculocutané par trois intercostaux sans greffes nerveuses ; le plexus cervical peut être utilisé pour réinnervier le nerf médian [20, 38]. D'autres auteurs [35] préfèrent utiliser une arthrodèse de la scapulothoracique en neurotisant le nerf musculocutané par le nerf spinal accessoire. D'autres auteurs [18, 39] utilisent la racine C7 controlatérale avec des résultats très moyens mais nous n'avons aucune expérience de ce transfert car nous estimons qu'il ne faut pas risquer d'avoir un déficit moteur sur un membre sain qui est indispensable à ce patient ; il en est de même pour le nerf phrénique repéré sur le péri-carde [40] et le nerf grand hypoglosse. D'autres auteurs [41] utilisent des muscles libres réinnervés par le nerf spinal accessoire ou la racine C7 controlatérale en plus des nerfs intercostaux [38, 41-43] ; ils utilisent deux muscles libres (gracilis) pour restaurer la flexion du coude et l'extension des doigts ou du coude en les réinnervant par des nerfs intercostaux ou par le nerf spinal accessoire, avec des résultats qui apparaissent bons [44]. Nous ne conseillons pas l'utilisation du nerf ulnaire controlatéral comme Brunelli car c'est un sacrifice important sur un membre sain et donc indispensable dans la vie courante.

La douleur qui est présente dans 83 % des cas pour Narakas ne réagit pas à l'amputation mais après transfert nerveux, la douleur diminue dans un cas sur deux sans que l'on puisse expliquer le mécanisme ; la persistance de la douleur est un critère de mauvais pronostic fonctionnel.

Arrachement radiculaire C6 C7 C8 T1 avec ou sans rupture de C5 (Fig. 11)

La racine C5 est exceptionnellement en continuité : trois cas sur 39 (Narakas), elle est rompue dans le canal intertransverse en aval de la naissance du nerf phrénique. La valeur fonctionnelle de ce moignon de C5 est difficile à préciser car elle peut être avulsée alors que l'IRM ne montre aucune lésion. La majorité des auteurs pontent le nerf suprascapulaire par le nerf spinal accessoire [9, 18, 23, 45-47] mais Kline [48] préfère utiliser la partie postérolatérale de la racine C5. La majorité des auteurs pontent la racine C5 par des greffes dirigées vers le nerf musculocutané [23, 49] ou sur la partie antérolatérale du tronc primaire supérieur en amont de l'anse des muscles pectoraux [9, 48, 50] mais si la recoupe est de qualité peu satisfaisante ou si le patient a plus de 40 ans il vaut mieux brancher les greffes directement sur le nerf musculocutané [18] (Fig. 12).

La récupération de la flexion du coude est obtenue dans 66 à 86 % des cas [9, 18, 46, 50] (Fig. 13). Le transfert du nerf spinal sur le nerf musculocutané donne 63 % à 75 % [11, 18, 39]. Songchaoren [30] obtient 75 % de flexion du coude sur 216 greffes si la réparation est inférieure à 9 mois.

Le transfert des nerfs intercostaux donne 38 % à 63 % de bons résultats [11, 51]. Oberlin effectue la réanimation du triceps par les intercostaux car la suture directe est possible.

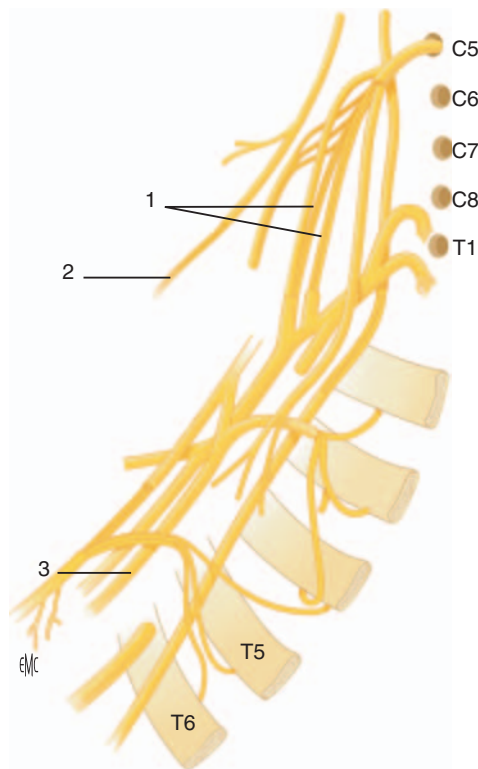


Figure 11. Arrachement radiculaire C6 C7 C8 T1 avec ou sans rupture de C5. 1. Greffe ; 2. nerf suprascapulaire ; 3. nerfs intercostaux.

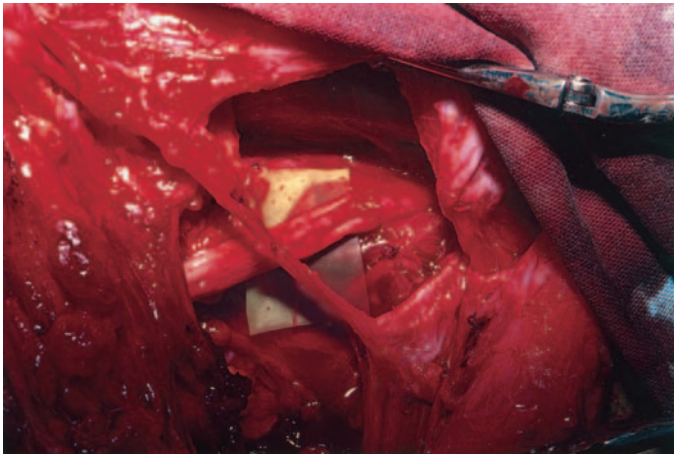


Figure 12. Greffe C5 sur le tronc secondaire antéroexterne.

Le transfert de la racine C7 controlatérale : Gu [52] obtient 60 % de résultats satisfaisants avec une greffe vascularisée du nerf ulnaire ; Oberlin sur 42 cas ne retrouve que 33 % de bons résultats avec beaucoup de résultats décevants.

Rupture C5 C6, arrachement radiculaire C7 C8 T1 (Fig. 14)

La rupture du tronc primaire supérieur est souvent basse, en dessous de l'origine du nerf suprascapulaire mais celui-ci peut être rompu au niveau de l'incisure de la scapula. La majorité des auteurs effectuent une neurotisation spinosuprascapulaire mais d'autres auteurs utilisent la partie postérolatérale de la racine C5 [23, 24]. La réanimation de la flexion du coude est effectuée en greffant la partie antérieure des racines C5 et C6 sur la partie antérolatérale du tronc secondaire antéroexterne et la partie postérieure des racines C5 et C6 sur le tronc secondaire postérieur mais il est également possible de neurotiser le tronc secondaire antéroexterne par des nerfs intercostaux [9] ; il est également possible de neurotiser l'anse des pectoraux, le nerf médian ou le triceps directement par des nerfs intercostaux.

Secondairement, il faut savoir que le transfert d'un muscle réinnervé ne donne jamais un résultat valable.

Rupture C5 C6 C7, arrachement C8 T1

Tous les auteurs utilisent la neurotisation du nerf suprascapulaire par le nerf spinal accessoire ou parfois par la racine C5. La réparation se fait à partir des moignons proximaux en effectuant des greffes entre la partie antérieure des racines C5 C6 et le tronc antéroexterne et la partie postérieure des racines et le tronc secondaire postérieur ; il est possible de neurotiser C8 par trois nerfs intercostaux mais il y a souvent peu de récupération à la main. Il faut se méfier car la racine C7 peut être avulsée même si la continuité semble préservée car il y a 60 % de récupération mauvaise. Il est nécessaire d'effectuer des ténodèses secondaires pour rétablir une fonction de la main.

Rupture de C5 C6 C7 C8 T1

Ce type de lésions est exceptionnel (1 à 2 % des cas) ; seules les racines C5 C6 C7 sont réparées car la réparation des racines C8 T1 n'entraîne aucun résultat valable sauf si le patient a moins de 20 ans, si la lésion remonte à moins de 2 mois et si la greffe a moins de 4 cm ; cela peut permettre une récupération du muscle fléchisseur ulnaire du carpe et des fléchisseurs du 4^e et du 5^e doigt.

La reconstruction de toutes les racines est difficile car le prélèvement des deux nerfs suraux est insuffisant pour combler les pertes de substance nerveuse.

Paralysie partielle par lésions radiculaires C5 C6

Seule l'épaule et la flexion du coude sont déficitaires ; il y a donc de nombreuses solutions pour réanimer la flexion du coude et stabiliser l'épaule. Une réparation anatomique peut parfois être effectuée à partir du moignon de la racine C5 qui sera greffée sur la partie antérieure du tronc primaire supérieur ; il est également possible de transférer un fascicule moteur du nerf ulnaire sur le nerf du muscle biceps ; actuellement la plupart des auteurs réalisent systématiquement le transfert ulnaire-biceps qui a des résultats rapides dans 75 % des cas pour Oberlin [30] et le moignon non avulsé de C5 réanime le nerf axillaire et le nerf spinal accessoire est neurotisé sur le nerf suprascapulaire. Il est également possible d'utiliser les nerfs intercostaux. Les interventions palliatives ne sont utilisées qu'en cas d'échec ou de résultat partiel (transfert des épicondyles internes, transfert du biceps ou du petit pectoral, dérotation humérale).

Paralysie C8 T1

Ce sont des lésions exceptionnelles avec avulsion partielle ou totale des racines C8 et T1. Les doigts sont entièrement paralysés alors que les extenseurs du poignet, le fléchisseur radial du carpe et le rond pronateur sont fonctionnels. Il n'y a aucune réparation à envisager et des transferts tendineux seront effectués secondairement en associant diverses arthrodèses.

Paralysies rétro- et infraclaviculaire (Fig. 15)

Les lésions des troncs secondaires, en arrière et au-dessous de la clavicule, sont souvent associées à des lésions ostéo-articulaires. Ces lésions doivent être opérées rapidement à partir du 2^e mois [9]. Les lésions du tronc secondaire postérieur sont associées à des lésions du nerf musculocutané et de la racine externe du nerf médian ; les lésions du tronc secondaire antéro-interne sont en règle associées à une rupture vasculaire qui nécessite une fois sur deux une réparation urgente par pontage. Ces réparations demandent de nombreux greffons et le nerf cubital vascularisé est utilisé pour ponter des pertes de substance nerveuses de 10 à 15 cm. Lorsque l'artère a été réparée en urgence, la réparation nerveuse secondaire est extrêmement



Figure 13. Réinnervation de C5 sur tronc secondaire antéroexterne 4 torons 10 cm. Neurotisation suprascapulaire par spinal accessoire.

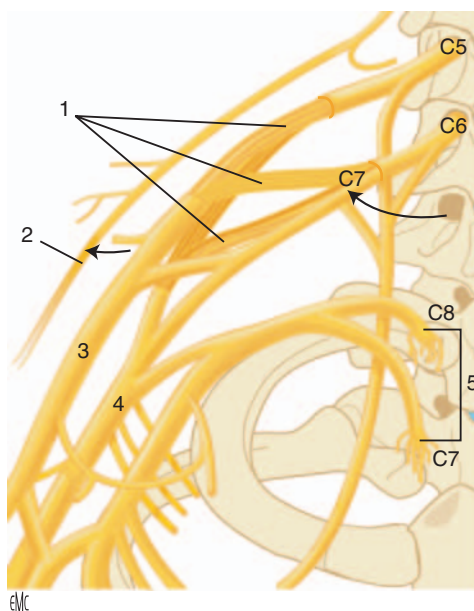


Figure 14. Rupture C5 C6, arrachement radiculaire C7 C8 T1. 1. Greffe 3-4 torons ; 2. nerf suprascapulaire ; 3. nerf musculocutané ; 4. tronc secondaire postérieur ; 5. avulsion.

difficile en raison des adhérences multiples du pontage aux extrémités nerveuses dilacérées. Les lésions distales intéressant les branches du plexus touchent le nerf suprascapulaire, le nerf axillaire, et le nerf musculocutané ; dans ce type de lésions il faut intervenir avant le 6^e mois pour obtenir un bon résultat fonctionnel car les lésions sont proches des effecteurs [53-57].

En présence de lésions associées de la ceinture scapulaire [58] ou d'une fracture de l'humérus associée [59], une ostéosynthèse directe par plaque doit être effectuée pour éviter un écart interfragmentaire et permettre une consolidation tout en s'assurant que le nerf radial n'est pas rompu au niveau de la cloison intermusculaire.

Arrachements radiculaires atypiques

Plusieurs types de lésions peuvent exister : C5 C6 avulsé, C8 T1 avulsé avec rupture de C7, C5 C6 C7 C8 avulsé avec T1 en continuité ; il est toujours possible de neurotiser le nerf suprascapulaire par le nerf spinal accessoire et de connecter la racine C7 à C6 ou à C8.



Figure 15. Pontage de l'artère axillaire. Greffe sur le musculocutané. Greffe sur le tronc secondaire postérieur.

Perspectives

Les attentes sont très grandes dans les domaines de la réparation des lésions centrales médullaires ou des nerfs périphériques.

Dans le contexte d'avulsions des racines du plexus brachial, la réimplantation des racines décrite par Carlstedt [60, 61] au niveau de la substance blanche de la corde latérale a donné des résultats médiocres. Fournier et al. [62] ont plus récemment montré que le lieu le plus approprié pour réaliser une réimplantation de racines avulsées se situe en avant en regard de la corne antérieure de la substance grise. Ainsi, ces auteurs ont décrit un abord interscalénique permettant d'exposer la moelle cervicale et le plexus brachial extrarachidien en totalité. Pour aborder la moelle cervicale, une ostéotomie vertébrale réalisée en regard des processus transverses après mobilisation des artères vertébrales est décrite. La dure-mère est alors incisée et la réimplantation des racines peut se faire soit directement soit par interposition d'une greffe nerveuse. Le recul clinique est encore insuffisant pour évaluer les résultats chez les quatre patients opérés selon cette technique. Bertelli [63] a rapporté une approche concomitante de la moelle épinière et des lésions plexiques. Par ailleurs, les auteurs projettent sur des modèles animaux d'adjoindre à cette technique de réimplantation, des facteurs neurotrophiques relargués in situ par des microsphères biodégradables.

Concernant les prothèses de nerf périphérique [64, 65] à notre connaissance aucune série clinique n'a été publiée dans une

revue internationale à comité de lecture à ce jour. S'il existe bien sur le marché une prothèse nerveuse à base de collagène qui possède l'agrément FDA (Neuragen®), son utilisation en pratique reste limitée à des pertes de substance distales inférieures à 3 cm surtout pour des nerfs sensitifs.

Les axes de recherche se multiplient actuellement dans plusieurs directions. De nombreuses prothèses tubulaires biologiques ou sous forme de biomatériaux synthétiques sont expérimentées sur des modèles animaux incluant des matériaux résorbables. Par ailleurs, certaines protéines de la matrice extracellulaire souvent incorporées à des prothèses nerveuses biorésorbables (collagène, laminine, fibronectine) ont montré un effet bénéfique dans la réparation des lésions des nerfs périphériques. De même, les cellules de Schwann isolées en culture puis réintroduites au niveau de la perte de substance nerveuse ont également prouvé leur intérêt. Enfin des facteurs neurotrophiques identifiés (*nerve growth factor*, *brain derived nerve factor*, *glial derived neurotrophic factor*) sont également des substances qui améliorent la récupération pour la réparation de lésions nerveuses périphériques [66, 67].

Néanmoins, l'utilisation isolée ou en association de ces différents éléments facilitant la régénération nerveuse ne suffit pas à donner des résultats supérieurs à ceux obtenus avec des greffes conventionnelles pour des pertes de substance étendues (supérieures à 3 cm) sur des nerfs de gros calibre.

■ Conclusion

Les paralysies traumatiques du plexus brachial de l'adulte surviennent chez des sujets jeunes, après un accident de moto, posent en plus du problème chirurgical nécessitant des réparations par greffes ou transferts nerveux, un problème socioprofessionnel important car même si les réparations sont performantes, elles ne doivent pas faire oublier le drame constitué par la perte d'une main. Le succès de la réintégration sociale est acquis par la prise en charge précoce de ce jeune patient, pour le faire bénéficier d'un programme de réadaptation et d'orientation sans attendre une récupération nerveuse souvent décevante sur le plan fonctionnel. Ce jeune patient doit redevenir actif car c'est la meilleure thérapeutique contre la douleur. La réinsertion sociale et professionnelle reste un problème majeur car ces jeunes blessés sont souvent des travailleurs manuels; la moto est un symbole d'anticonformisme, de liberté et d'évasion mais ces jeunes patients manquent d'anticipation dans la circulation urbaine. Les interventions sur les cordons postérieurs de la moelle cervicale pour diminuer les douleurs ne donnent pas toujours un résultat satisfaisant et durable. Il est parfois possible de réaliser à la demande du patient des gestes de chirurgie palliative secondaire : arthrodèse d'épaule ou du poignet, transfert pour la flexion du coude, pour l'extension des doigts ou pour rétablir la rotation externe du membre [33, 68-71].

■ Références

- Leffert RD. Brachial plexus injuries. *J Bone Joint Surg Am* 2002;**84**: 897-8.
- Sedel L. Traitement palliatif d'une série de 103 paralysies du plexus brachial. Évolution spontanée et résultats. *Rev Chir Orthop* 1977;**63**: 651-66.
- Millesi H. Surgical management of brachial plexus injuries. *J Hand Surg [Am]* 1977;**2**:367-79.
- Narakas AO. Les atteintes paralytiques de la ceinture scapulo-humérale et de la racine du membre. In: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson; 1991. p. 113-55.
- Kotani P, Matsuda H, Susuki T. Trial surgical procedure of transfers to avulsion injuries of plexus brachial. *Excerpta Med* 1972;**291**:348-50.
- Sunderland S. *Nerves and nerves injuries*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1972.
- Narakas AO. The treatment of brachial plexus injuries. *Int Orthop* 1985; **9**:29-36.
- Allieu Y, Chammas M, Meyer Zu Reckendorf G. Les paralysies du plexus brachial de l'adulte. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur, 15-002-A-10, 1996 : 12p.
- Alnot Y, Narakas A. *Les paralysies du plexus brachial. Monographie de la société française de chirurgie de la main*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1995.
- Bonnard C, Slooff AC. *Brachial plexus lésions*. Paris: Springer; 1998.
- Birch R. Brachial plexus injuries. *J Bone Joint Surg Br* 1996;**78**: 986-92.
- Oberlin C. Les paralysies du plexus brachial de l'adulte par lésions radiculaires. *Chir Main* 2003;**22**:273-84.
- Zimmerman NB, Weiland AJ. Assessment and monitoring of brachial plexus injury in the adult. In: Gelberman RH, editor. *Operative nerve repair and reconstruction*. Philadelphia: JB Lippincott; 1991. p. 1373.
- Bruxelle J, Travers V, Thiébaud JB. Occurrence and treatment of pain after brachial plexus injury. *Clin Orthop Relat Res* 1988;**237**:87-95.
- Hentz WR, Narakas AO. The results of microsurgical reconstruction in complete plexus palsy. *Orthop Clin North Am* 1988;**19**:107-14.
- Carlstedt T. In: *Réparation des lésions supra ganglionnaires du plexus brachial*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1995. p. 290-3.
- Oberlin C, Teboul F, Touam C. Voies d'abord des nerfs du membre supérieur. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-225, 2001.
- Wolock B, Millesi H. Brachial plexus applied anatomy and operative exposure. In: Gelberman RH, editor. *Operative nerve repair and reconstruction*. Philadelphia: JB Lippincott; 1991. p. 1255-71.
- Millesi H. Brachial plexus injury in adult operative repair. In: Gelberman RH, editor. *Operative nerve repair and reconstruction*. Philadelphia: JB Lippincott; 1991. p. 1285-301.
- Slinguff C, Terzis JK, Edergton M. Anatomie chirurgicale du plexus brachial humain. In: *Les paralysies du plexus brachial. Monographie de la société Française de Chirurgie de la Main*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1995. p. 14-8.
- Failla JM. Book review: traumatic brachial plexus injuries. *J Bone Joint Surg Am* 1997;**79**:958.
- Durandau A, Fabre T. Chirurgie des nerfs périphériques. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-075, 2001 : 11p.
- Merle M, Dautel G. Vascularised nerve grafts. *J Hand Surg [Br]* 1991; **16**:483-8.
- Hattori Y, Doi K, Dhawan V, Ikeda K, Kaneko K, Ohi R. L'activité en choline acétyl transférase et les potentiels évoqués médullaires pour le diagnostic des lésions du plexus brachial. *J Bone Joint Surg Br* 2004; **86**:70-3.
- Allieu Y, Privat JM, Bonnel F. Les neurotisations par le nerf spinal (nerf accessorius) dans les avulsions radiculaires du plexus brachial. *Neurochirurgie* 1982;**28**:115.
- Narakas AO. Neurotization in brachial plexus injuries. *Clin Orthop Relat Res* 1988;**237**:43-56.
- Narakas AO. Neurotization in the treatment of brachial plexus injuries. In: Gelberman RH, editor. *Operative nerve repair and reconstruction*. Philadelphia: JB Lippincott; 1991. p. 1329-58.
- Nagano A. Direct nerve crossing with the intercostal nerve to treat avulsion injuries to the brachial plexus. *J Hand Surg [Am]* 1989;**14**: 980-5.
- Oberlin C, Beal D, Leechavengvongs S, Salon A, Dauge MC, Sarcy JJ. Nerve transfer to biceps muscle using a part of ulnar nerve for C5-C6 avulsion of the brachial plexus: anatomical study and report of four cases. *J Hand Surg [Am]* 1994;**19**:232-7.
- Songcharoen P, Mahaisavariya B, Chotiganavich C. Spinal accessory neurotization for restoration of elbow flexion in avulsion injuries of the brachial plexus. *J Hand Surg [Br]* 2000;**25**:325-8.
- Leechavengvongs SK, Uerpaiojkit C, Thuvasethakul P, Ketmalasiri W. Nerve transfer to biceps muscle using a part of the ulnar in the brachial plexus injury: a report of 32 cases. *J Hand Surg [Am]* 1998;**23**:711-6.
- Liverneaux PA, Diaz LC, Beaulieu JY, Durand S, Oberlin C. Preliminary results of double nerve transfer to restore elbow flexion in upper type brachial plexus palsies. *Plast Reconstr Surg* 2006;**117**: 915-9.
- Teboul F, Kakkar K, Ameur N, Beaulieu JY, Oberlin C. Transfer of fascicles from the ulnar nerve to the nerve to the biceps in the treatment of upper brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2004;**86**:1485-90.
- Asfzadourian H, Tramond B, Dauge MC, Oberlin C. Morphometric study of the upper intercostal nerves: practical application for neurotizations in traumatic brachial plexus palsies. *Ann Hand Upper Limb Surg* 1999;**18**:243-53.
- Allieu Y, Cenac P, Benichou M. Le traitement chirurgical des paralysies totales avec avulsion pluri radicaire du plexus brachial est-il justifié? In: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main. Tome 4*. Paris: Masson; 1991. p. 664-71.

- [36] Merle d'Aubigné RM, Deburge A. Étiologie, évolution et pronostic des paralysies traumatiques du plexus brachial. *Rev Chir Orthop* 1967;**53**: 23-7.
- [37] Sedel L. The results of surgical repair of brachial plexus injury. *J Bone Joint Surg Br* 1982;**64**:54-66.
- [38] Garcialopez A, Lopez Durantern L. Chronologie de la chirurgie des lésions du plexus brachial. *Rev Orthop Traumatol* 2003;**47**:73-82.
- [39] Songcharoen P, Wongtrakul S, Spinner RJ. Brachial plexus injuries in the adult. Nerve transfers: the Siriraj Hospital experience. *Hand Clin* 2005;**21**:83-9.
- [40] Zhao X, Lao J, Hung LK, Zhang GM, Zhang LY, Guy D. Selective neurotization of the median nerve in the arm to treat brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2004;**86**:734-42.
- [41] Doi K, Muramatsu K, Hattori Y, Otsuka K, Tan SH, Nanda V, et al. Restoration of prehension with double free muscle technique following complete avulsion of plexus. *J Bone Joint Surg [Am]* 2000;**82**:652-65.
- [42] Chuang DC. Nerve transfers in adult brachial plexus injuries: my methods. *Hand Clin* 2005;**21**:71-82.
- [43] Bishop A. Functioning free muscle transfer for brachial plexus injury. *Hand Clin* 2005;**21**:91-102.
- [44] Doi K, Muramatsu K, Hattori Y, Otsuka K, Tan S, Nanda V, et al. Restoration of prehension with the double free muscle technique following complete avulsion of the brachial plexus. Indications and long-term results. *J Bone Joint Surg Am* 2000;**82**:652-6.
- [45] Brunelli G, Brunelli F. Long-term results of neurotization of avulsed brachial plexus by means of cervical plexus nerves. *J Hand Surg [Am]* 1989;**14**:1061-5.
- [46] Allieu Y, Chammas M, Picot MC. Paralysies du plexus brachial par lésions supra claviculaires chez l'adulte. *Rev Chir Orthop* 1997;**83**: 51-9.
- [47] Bentolila V, Nizard R, Bizot P, Sedel L. Complete traumatic brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1999;**81**:20-8.
- [48] Kline DG, Tiel RL. Direct plexus repair by grafts supplemented by nerve transfers. *Hand Clin* 2005;**21**:55-69.
- [49] Chuang DC, Yeh MC, Wei FC. Intercostal nerve transfer of the musculocutaneous nerve in avulsed brachial plexus injuries: evaluation of 66 patients. *J Hand Surg [Am]* 1992;**17**:822-8.
- [50] Ochiai O, Nagano A, Sugioka H, Hara T. Nerve grafting in brachial plexus injuries. *J Bone Joint Surg Br* 1996;**78**:754-8.
- [51] Samardzic M, Rasulic L, Grujicic D, Milicic B. Results of nerve transfers to the musculocutaneous and axillary nerve. *Neurosurgery* 2000;**46**:93-101.
- [52] Gu YD, Chen DS, Zhang GM, Cheng XM, Zhang LY, Cai PQ. Long-term functional results of contralateral C7 transfer. *J Reconstr Microsurg* 1998;**14**:57-9.
- [53] Rezzouk J, Farlin F, Boireau P, Fabre T, Durandeu A. La prise en charge des lésions traumatiques du nerf axillaire (83 cas opérés). *Chir Main* 2003;**22**:73-7.
- [54] Alnot JY, Liverneaux P, Silberman O. Les lésions du nerf axillaire. *Rev Chir Orthop* 1996;**82**:579-89.
- [55] Bonnard C, Anastakis J, Van Melle G, Narakas AO. Isolated and combined lesion of axillary nerve: a review of 146 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1999;**81**:212-7.
- [56] Rezzouk J, Durandeu A, Vital JM, Fabre T. La longue portion du triceps brachial dans les traumatismes du nerf axillaire. *Rev Chir Orthop* 2002;**88**:561-4.
- [57] Prudnikov OE. Lésions simultanées de la coiffe des rotateurs et du plexus brachial. *Rev Chir Orthop* 1994;**80**:602-9.
- [58] Gupta A, Shatford RA, Wolff T, Tsai TM, Scheker LR, Levin LS. Treatment of several injured upper extremity. *J Bone Joint Surg Am* 1999;**81**:1628-33.
- [59] Brien WW, Gellman H, Becker V, Garland DE, Waters RL, Wiss DA. Management of fractures of the humerus in patients who have an injury of the ipsilateral plexus. *J Bone Joint Surg Am* 1990;**72**:1208-10.
- [60] Carlstedt TP, Norem G. Repair of ruptured spinal nerve roots in a brachial plexus lesion. *J Neurosurg* 1995;**82**:661-3.
- [61] Carlstedt TP, Anand P, Hallin R, Mistra PV, Noren G, Seferlis T. Spinal nerve root repair and reimplantation of avulsed ventral roots into the spinal cord after brachial plexus injury. *J Neurosurg* 2000;**93**:237-47.
- [62] Fournier HD, Mercier P, Menei P. Repair of avulsed ventral nerve roots by direct ventral intraspinal implantation after brachial plexus injury. *Hand Clin* 2005;**21**:109-18.
- [63] Bertelli JA, Ghizoni MF. A surgical approach for concomitant spinal cord and brachial plexus surgery: an anatomical study. *Ann Chir Main* 1998;**17**:159-63.
- [64] Rummler LS, Gupta R. Peripheral nerve repair. *Curr Opin Orthop* 2004;**15**:215-9.
- [65] Ijckema-Paassen J, Janseb K, Gramsbergen A, Meek MF. Transaction of peripheral nerves, bridging strategies and effect evaluation. *Biomater* 2004;**25**:1583-92.
- [66] Huang YC, Huang YY. Tissue engineering for nerve repair. *Biomed Engin* 2006;**18**:100-10.
- [67] Chalfoun CT, Wirth GA, Evans GR. Tissue engineered nerve constructs: Where do we stand? *J Cell Mol Med* 2006;**10**:309-17.
- [68] Chammas M, Goubier JN, Coulet B, Reckendorf GM, Picot MC, Allieu Y. Glenohumeral arthrodesis in upper and total brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg Br* 2004;**86**:692-5.
- [69] Rtaimate M, Henry E, Larivière J, Farez E, Laffargue P. Arthrodeuse d'épaule pour séquelles de paralysie du plexus brachial. *Rev Chir Orthop* 2002;**88**:35-40.
- [70] Aziz W, Singer RM, Wolff TW. Transfer of the trapezius for flail shoulder after brachial plexus injury. *J Bone Joint Surg Br* 1990;**72**: 701-4.
- [71] Asfazadourian H, Teboul F, Oberlin C. Traitement chirurgical palliatif des paralysies de l'épaule. *EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie*, 44-286, 2002 : 12p.

A. Durandeu (alain.durandeu@chu-bordeaux.fr).

T. Fabre.

Hôpital Pellegrin, 1, place Amélie-Raba-Léon, 33076 Bordeaux cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Durandeu A., Fabre T. Chirurgie de réparation du plexus brachial de l'adulte. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-221, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Chirurgie des lésions tendineuses du coude

J. Laulan, C. Le Dû

Les tendinopathies du coude résultent avant tout de lésions de l'insertion tendineuse, dégénératives ou traumatiques, favorisées par des sollicitations mécaniques répétées et parfois des facteurs métaboliques ou hormonaux. Elles peuvent donner lieu soit à des manifestations douloureuses isolées soit à des tableaux aigus par rupture tendineuse. Dans les tendinopathies des épicondyliens, les symptômes sont dominés par la douleur ; il n'y a jamais de tableau déficitaire franc même en cas de rupture étendue. Dans les tendinopathies bicipitales et tricipitales, le début est généralement brutal avec rupture, ou plus souvent avulsion tendineuse, responsable d'un déficit moteur. Autant l'indication chirurgicale est quasi systématique dans les ruptures du biceps ou du triceps, autant elle doit rester prudente et sélective dans les épicondylalgies. Le traitement chirurgical de « l'épicondylite » s'adresse avant tout à la zone pathologique du tendon : excision des tissus pathologiques, avivement de l'épicondyle et réparation du tendon. Il doit prendre en compte une éventuelle compression nerveuse associée, qu'il s'agisse du rameau profond du nerf radial en latéral ou du nerf ulnaire en médial. Pour les ruptures diagnostiquées précocement, le traitement chirurgical repose sur la réinsertion du tendon en position anatomique et donne des résultats fiables. La réparation des ruptures anciennes avec rétraction tendinomusculaire impose l'utilisation d'une greffe tendineuse.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Tendinopathies du coude ; Épicondylalgies latérales ; Épicondylalgies médiales ; Rupture du tendon distal du biceps ; Rupture du tendon distal du triceps

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Épicondylalgies latérales | 1 |
| Rappel anatomique | 1 |
| Conceptions physiopathologiques | 2 |
| Techniques chirurgicales | 2 |
| Évolution spontanée des épicondylalgies et place de la chirurgie | 2 |
| Technique préférée des auteurs | 2 |
| ■ Épicondylalgies médiales | 4 |
| Rappel anatomique | 4 |
| Physiopathologie et évolution | 4 |
| Pathologies associées | 4 |
| Techniques chirurgicales | 5 |
| Technique préférée des auteurs | 5 |
| Conclusions | 5 |
| ■ Tendinopathies du biceps brachial | 5 |
| Physiopathologie | 6 |
| Techniques de réinsertion du tendon distal du biceps | 6 |
| Indications | 6 |
| Technique préférée des auteurs | 7 |
| ■ Tendinopathies du triceps brachial | 8 |
| Lésions | 8 |
| Circonstances et facteurs favorisants | 8 |
| Indications thérapeutiques | 8 |
| Techniques de réparation des ruptures récentes | 8 |
| Technique de réparation des ruptures anciennes | 8 |

■ Épicondylalgies latérales

Rappel anatomique

Les muscles épicondyliens latéraux naissent d'un tendon commun (Fig. 1) constitué d'avant en arrière par le court extenseur radial du carpe (CERC), l'extenseur commun des doigts (ECD), l'extenseur du 5^e doigt, et l'extenseur ulnaire du carpe ; le chef superficiel du supinateur constitue la partie distale et profonde du tendon commun. Il faut souligner l'intrication des structures tendinofibreuses, le tendon s'insérant aussi en partie sur le ligament collatéral latéral (LCL) et le ligament annulaire. L'anconé a une insertion plus ou moins indépendante en arrière du tendon commun. Le long extenseur radial du carpe (LERC) envoie des fibres sur la partie proximale de l'aponévrose du CERC mais son insertion osseuse ne se fait pas directement sur l'épicondyle latéral.

Le rameau profond du nerf radial (RPNR) sous-croise les épicondyliens latéraux. Son passage sous l'arcade du supinateur, ou arcade de Frohse, est bien connu, mais il contracte aussi des rapports quasi constants avec le bord médial, fibreux, du CERC [1]. Ce bord fibreux correspond à la limite médiale de l'aponévrose profonde du CERC qui est une structure épaisse susceptible d'être remaniée par les phénomènes chroniques contemporains de la tendinopathie.

Le versant latéral de l'articulation est innervé par le nerf radial. L'innervation superficielle est assurée par la branche cutanée latérale du nerf radial et dépend d'un point de vue radiculaire de la racine C6.

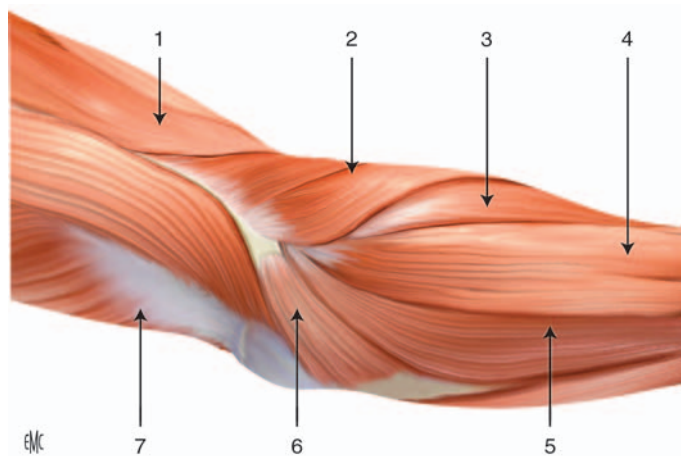


Figure 1. Vue postérolatérale du coude. 1. Brachioradial ; 2. long extenseur radial du carpe ; 3. court extenseur radial du carpe ; 4. extenseur des doigts ; 5. extenseur ulnaire du carpe ; 6. anconé ; 7. triceps.

Conceptions physiopathologiques

Tendinopathie

Le terme d'épicondylite est inapproprié car les études histologiques ne retrouvent pas de cellules inflammatoires aussi bien en phase aiguë qu'en phase chronique [2]. Il s'agit d'un processus dégénératif, associant des microruptures du collagène à un processus cicatriciel incomplet [3]. Il existe aussi des anomalies de la jonction os-tendon [4]. Les lésions prédominent au niveau de l'insertion du CERC mais touchent aussi l'ECD dans un tiers des cas [2]. Ces lésions, qu'elles agissent par l'intermédiaire des terminaisons nerveuses libres ou de médiateurs locaux, sont directement mises en cause par beaucoup dans l'origine des douleurs [2, 3, 5].

Autres structures

Deux autres structures locales sont aussi incriminées. D'une part l'articulation huméroradiale, qu'il s'agisse des structures périphériques (LCL, ligament annulaire), intra-articulaires (franges synoviales) ou du cartilage [6-9]. Ces lésions pourraient être secondaires à la tendinopathie [5, 9, 10].

Et d'autre part, le RPNR, dont la compression réalise le syndrome du tunnel radial [11, 12]. Cette compression nerveuse peut aussi être secondaire à la tendinopathie [1, 5].

Divers

Enfin, le rachis cervical ou un syndrome de la traversée thoracobrahiale (STTB) peut être responsable de douleurs latérales du coude [5].

Techniques chirurgicales

En pratique, les nombreuses conceptions de la physiopathologie ont donné lieu à autant de techniques chirurgicales. Ces interventions peuvent être classées en quatre catégories.

Les interventions qui s'adressent directement à la zone pathologique de l'insertion tendineuse, basées sur l'excision des tissus cicatriciels, à la face profonde de l'insertion du CERC [3, 13], qui peut aussi être réalisée sous arthroscopie [14]. À ciel ouvert on peut y associer des gestes de réparation du tendon et la réinsertion est généralement réalisée après avivement de l'épicondyle par décortication et perforations [4, 13], voire épicondylectomie partielle [15]. L'objectif est de favoriser un processus de cicatrisation de bonne qualité à partir des tissus sains restants [2].

Les interventions visant à diminuer la tension sur l'insertion des épicondyles et les structures adjacentes ont une action

indirecte. La simple désinsertion des épicondyles latéraux [16, 17], est aussi réalisable par voie percutanée [18] ou sous arthroscopie avec un risque potentiel d'instabilité postérolatérale en cas de libération trop étendue vers l'arrière [19]. La désinsertion suivie d'une réinsertion avec un léger allongement par suture en V-Y semble donner de meilleurs résultats et restituer une force satisfaisante [20]. D'autres ont aussi proposé une ténctomie isolée du supinateur [10] ou une fasciotomie profonde des épicondyles [15, 21] avec des résultats favorables. En revanche, l'allongement distal à l'avant-bras du tendon du CERC [22] est moins efficace sur la douleur et diminue la force de façon importante [5].

Parmi les interventions s'adressant aux structures articulaires, ont été proposées : l'excision d'un éventuel ménisque [6] ou d'une frange synoviale [8] ; la section ou la résection partielle du ligament annulaire [7] ; l'excision des lésions cartilagineuses, voire la résection de la tête radiale. Il n'y a pas d'argument objectif permettant d'incriminer directement le LCL ou le ligament annulaire dans la genèse des douleurs [13], en revanche ils peuvent être l'objet de lésions secondaires par l'intermédiaire de l'insertion du CERC ou du supinateur [10].

Enfin, les interventions à visée neurologique, qui sont de deux types : soit la dénervation de l'épicondyle latéral [23], soit la neurolyse isolée du RPNR [11, 12].

Évolution spontanée des épicondylalgies et place de la chirurgie

En l'absence d'inflammation aiguë locale, l'origine des douleurs n'est pas clairement expliquée [2]. Le plus souvent, la tendinopathie rentre spontanément dans l'ordre en 6 à 24 mois dans 80 à 90 % des cas [2, 24]. Par ailleurs, aucun travail n'a montré l'utilité d'un quelconque traitement, qu'il soit médical ou chirurgical [25].

L'épicondylalgie rebelle est actuellement considérée comme une pathologie régionale dans laquelle le premier évènement est la tendinopathie du CERC. Les remaniements locorégionaux qui en résultent peuvent être responsables de manifestations articulaires de voisinage et d'une irritation, voire d'une compression secondaire du RPNR [1, 5, 10]. La présence de symptômes neurologiques est un facteur péjoratif [26] ; elle est souvent rapportée dans les formes ayant résisté au traitement conservateur.

La chirurgie doit donc être réservée aux rares formes rebelles ayant résisté au traitement conservateur et surtout au temps après sélection soigneuse du patient (absence de problèmes étagés du membre supérieur, de situation conflictuelle, de bénéfice primaire ou secondaire patent...). Le traitement de la tendinopathie doit permettre de supprimer la cause locale de la douleur, la tension sur le ligament annulaire et la capsule, et permettre la cicatrisation des tissus sains restants sur un os avivé. Il n'y a pas d'argument scientifique permettant de penser que le LCL ou le ligament annulaire puissent être directement en cause dans les symptômes et il n'y a pas de raison d'y toucher [13]. En revanche, la présence de signes neurologiques associés impose de supprimer avec certitude toute source de compression sur le RPNR [1, 5].

Technique préférée des auteurs

L'intervention est réalisée, le plus souvent, sous bloc axillaire. Le malade est installé en décubitus dorsal, le membre supérieur reposant sur une table à bras. Un garrot pneumatique large est toujours utilisé ainsi qu'une coagulation bipolaire et des lunettes grossissantes.

Exposition

L'abord entre LERC et CERC est une voie sûre, permettant d'exposer à la fois le RPNR et les épicondyles [1, 12]. Elle passe juste en avant du CERC et est donc légèrement plus antérieure que la voie latérale classique de Kaplan qui ne permet pas de

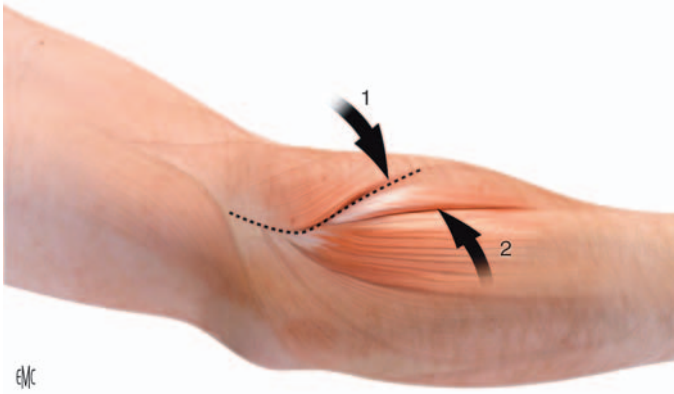


Figure 2. Voie d'abord entre long et court extenseur radial du carpe. 1. Voie latérale « modifiée » ; 2. voie latérale de Kaplan.

contrôler correctement le RPNR (Fig. 2). L'incision cutanée, de 8 à 10 cm, est réalisée coude semi-fléchi et avant-bras en pronation. Elle est postéro-latérale, légèrement arciforme, contournant l'épicondyle en arrière, en direction de la styloïde radiale. La dissection des tissus sous-cutanés est prudente pour respecter d'éventuels filets nerveux sous-cutanés croisant la voie d'abord.

Le temps le plus difficile est le repérage du plan de clivage entre le LERC et le CERC, car il nécessite une certaine habitude.

Il faut rappeler que le LERC est un muscle qui s'insère sur l'humérus (aspect encore musculaire, « rouge », en regard de l'épicondyle latéral) alors que le CERC est un muscle épicondylien (aspect tendineux, « blanc », en regard de l'épicondyle). Le passage se projette donc entre la zone musculaire, en haut et en avant (LERC), et la zone tendineuse, en bas et en arrière (CERC). Mais cet interstice est difficile à repérer en proximal car, à ce niveau, le LERC envoie aussi des fibres d'insertion sur le fascia du CERC.

En pratique, le repérage de l'intervalle entre CERC et LERC se fait à la partie distale de l'incision, environ 6 à 8 cm en aval de l'épicondyle, en avant d'une zone plus fibreuse (projection du septum intermusculaire). Après incision de l'aponévrose antibrachiale, c'est en pleine zone musculaire qu'il faut rechercher le bon espace. Il existe souvent une branche vasculaire qui en émerge et peut aider au repérage. Cet interstice est un plan de clivage naturel qui amène directement sur la coulée graisseuse satellite des branches de division du nerf radial et sur l'arcade du CERC (Fig. 3A). En cas de difficultés, il faut étendre l'abord distalement pour repérer l'origine du tendon du CERC, comme le préconisent Raimbeau et al. [12].

Temps nerveux (libération du RPNR)

Si une neurolyse est indiquée, il est préférable de la réaliser à ce stade et d'opérer sous loupes grossissantes. Il faut commencer par le repérage des branches de division, superficielle et profonde, du nerf radial. Il est souvent nécessaire de réaliser

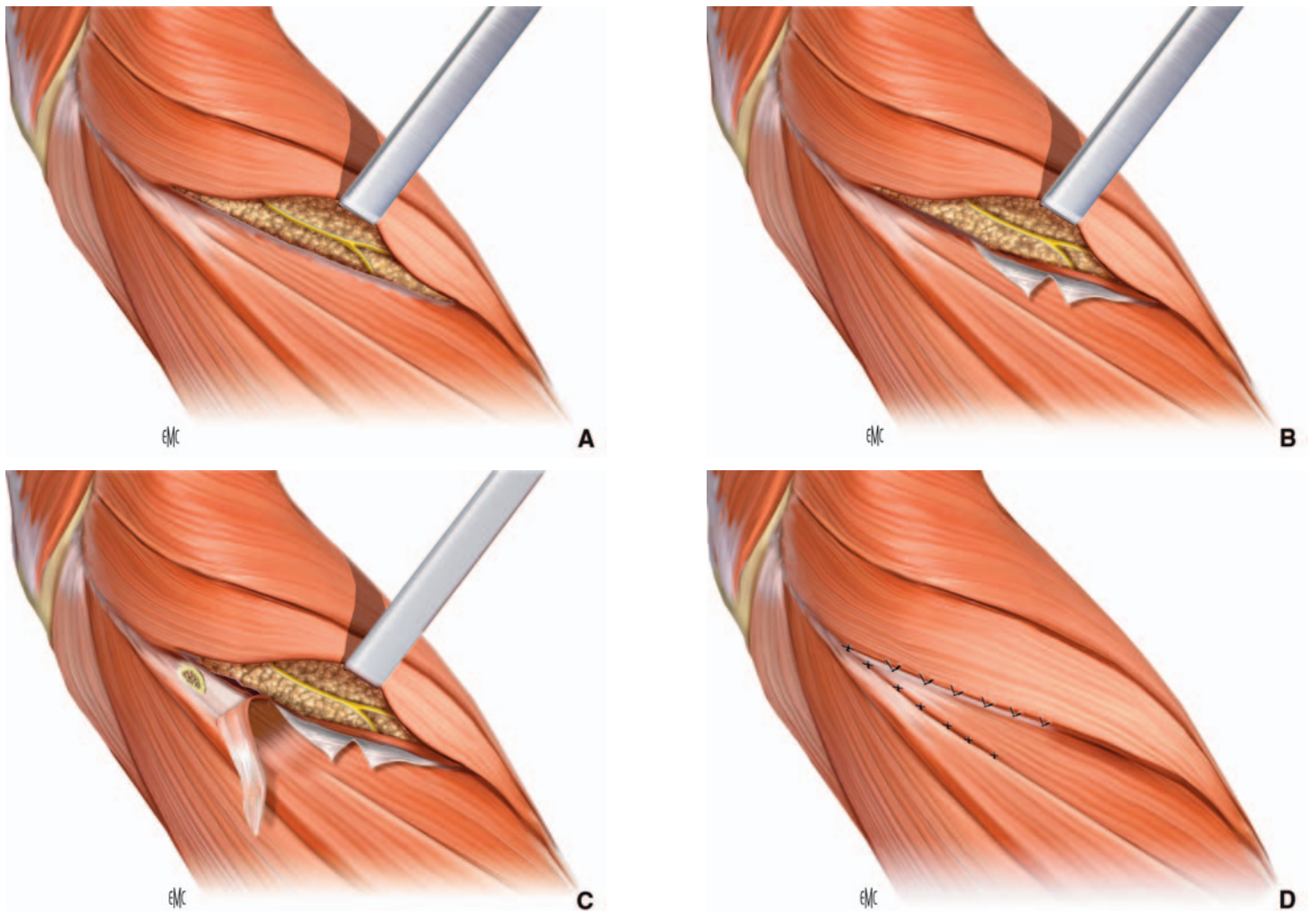


Figure 3. Traitement de l'épicondylalgie latérale.

- A.** Ouverture de l'intervalle entre long et court extenseur radial du carpe (CERC) donnant accès à l'arcade du CERC et aux branches de division du nerf radial.
- B.** Section de l'arcade du CERC qui donne accès au supinateur (ce temps n'est pas réalisé en l'absence de symptômes neurologiques).
- C.** Désinsertion du CERC exposant les lésions à la face profonde du tendon.
- D.** Après excision des tissus pathologiques et avivement osseux, le CERC est refixé avec un léger effet de détente (plastie en V-Y).

l'hémostase, de préférence par ligature, de branches vasculaires qui précroisent le RPNR (branches transversales de l'artère récurrente radiale).

Après avoir repéré le RPNR et la branche motrice pour le CERC (elle naît dans 75 % des cas de la branche antérieure sensitive du nerf radial, plus distalement), on peut sectionner l'arcade fibreuse du CERC et son aponévrose profonde, souvent épaisse, pour décompresser le RPNR (Fig. 3B). À ce stade, il peut être nécessaire de sectionner d'éventuelles expansions fibreuses émanant de l'arcade du CERC pour que la libération du RPNR soit satisfaisante. On a alors accès à la berge proximale du chef superficiel du supinateur, quelques millimètres en aval. Cette berge peut être sectionnée si elle est fibreuse (arcade de Fröhse) en prenant soin de respecter les branches nerveuses pour le supinateur.

Temps tendineux (traitement de la tendinopathie)

Le bord antérieur du CERC ayant été repéré grâce à la voie d'abord, on poursuit la libération en amont par section des fibres du LERC qui s'insèrent sur l'aponévrose du CERC et par section des adhérences fibreuses du CERC à la capsule antérieure.

On désinsère alors le CERC de l'épicondyle latéral (Fig. 3C). Les lésions siègent à la face profonde du tendon et sont mises en évidence à ce stade. La progression vers l'arrière est dictée par l'extension des lésions constatées et la localisation de la douleur provoquée préopératoire.

On excise les tissus pathologiques dans le tendon, ainsi que les enthésophytes éventuels, et on avive, à la pince gouge, l'épicondyle latéral. On complète la libération distalement en prenant soin de ne pas léser le ligament et la capsule, jusqu'à un plan intermusculaire, et on vérifie que le CERC est suffisamment libéré pour obtenir un léger effet de détente. En l'absence de douleur huméroradiale préopératoire ou de rupture transfixiante, nous n'explorons pas l'articulation à titre systématique. Le tendon est alors repositionné sur l'épicondyle latéral en respectant sa translation distale et suturé en V-Y aux structures fibromusculaires adjacentes (Fig. 3D).

Fermeture et suites

Après perfection de l'hémostase, un drainage aspiratif est glissé entre le LERC et le CERC. Il faut essayer de refaire un plan sous-cutané profond en regard de l'épicondyle latéral qui est très superficiel en raison de l'atrophie sous-cutanée secondaire aux infiltrations. Le pansement ouaté, légèrement appuyé, est laissé en place 24 heures.

Une simple orthèse maintenant le poignet en position neutre ou légère extension, est maintenue pendant 10 à 15 jours, essentiellement à visée antalgique. Le coude est laissé libre pour limiter le risque de fléssum. En l'absence de contre-indication, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) sont systématiques. Puis, la physiothérapie et une mobilisation progressive sont débutées. Le travail de renforcement musculaire est différé après 3 à 4 semaines. La reprise de l'activité professionnelle n'est pas envisagée avant 1,5 mois, voire 2 mois en cas de travail manuel lourd.

■ Épicondylalgies médiales

Elles sont beaucoup plus rares que les formes latérales et ne relèvent que très exceptionnellement de la chirurgie.

Rappel anatomique

Les épicondylaires médiaux constituent aussi un tendon commun formé de latéral en médial par le rond pronateur (RP), le fléchisseur radial du carpe (FRC), le long palmaire (quand il est présent), et le chef huméral du fléchisseur ulnaire du carpe

“ Points essentiels

Tendinopathies des épicondylaires

Dans les épicondylalgies d'origine tendineuse, les indications chirurgicales sont :

- rares pour le versant latéral ;
- exceptionnelles pour le versant médial.

L'évaluation clinique du terrain et des pathologies associées est fondamentale dans la prise en charge.

C'est une atteinte primitive de l'insertion tendineuse ; le traitement :

- réalise l'excision des tissus pathologiques ;
- doit permettre une cicatrisation normale des tissus sains restants sur un os avivé.

Sur le versant latéral une diminution des phénomènes de tension sur les structures capsuloligamentaires adjacentes peut être utile.

Une compression nerveuse associée, qu'il s'agisse du RPNR en latéral ou du nerf ulnaire en médial, doit être traitée dans le même temps.

(FUC). La partie profonde du tendon est constituée par le chef huméral du fléchisseur superficiel des doigts.

Sur ce versant aussi, il faut souligner l'intrication avec les structures capsuloligamentaires et la proximité du nerf ulnaire (NU). L'innervation superficielle dépend des nerfs cutanés brachial et antibrachial médiaux et, d'un point de vue radiculaire, essentiellement de la racine T1.

Physiopathologie et évolution

La tendinopathie débute par des microlésions à l'interface entre FRC et RP [13, 27]. Ce « noyau » cicatriciel est retrouvé à l'intervention dans la partie moyenne du tendon commun, dans la majorité des cas opérés, sous forme d'une zone grisâtre de structure inhomogène s'opposant à la structure longitudinale bien différenciée du tendon sain adjacent [27, 28]. L'atteinte du FUC est beaucoup plus rare [27, 28]. Les lésions histologiques de l'« épicondylite » médiale sont superposables à celles observées sur le versant latéral [3].

Le taux d'échec du traitement conservateur varie de 5 à 15 % [28-30]. Même chez les travailleurs manuels, le pronostic est bon avec un taux de guérison à 3 ans de 81 % [31]. De plus, le retentissement fonctionnel des épicondylites médiales est moins important que celui des épicondylites latérales tant en termes de douleur que de fonction musculaire [32]. Ainsi la chirurgie de l'épicondylalgie médiale d'origine tendineuse reste exceptionnelle.

Pathologies associées

Vis-à-vis de la prise en charge chirurgicale, le principal problème des épicondylalgies médiales tient à la fréquence des problèmes associés et à l'évaluation de leur rôle dans les symptômes.

Des signes irritatifs dans le territoire du NU sont présents dans 23 à 60 % des cas des séries chirurgicales [27, 30, 33]. Cette association serait un élément de mauvais pronostic [28, 30, 33]. Mais il n'y a pas eu d'électromyogramme (EMG) dans les séries de Gabel [28] et de Vangness [30], et l'EMG était normal dans 93 % des cas de la série de Kurvers [33]. On peut se demander s'il ne s'agissait pas de symptômes dans le territoire du tronc secondaire antéro-interne entrant dans le cadre d'un STTB plutôt que d'un syndrome du tunnel cubital (STC).

Les travailleurs ayant une épicondylite médiale ont de façon significative une prévalence plus élevée d'autres troubles musculosquelettiques du membre supérieur [31]. Ce contexte de

pathologies étagées et de « dysfonctionnement musculotendineux » était aussi présent dans 62 % des patients de Gabel et Morrey [28]. Enfin, l'association d'un STTB, d'un STC et d'une épicondylalgie médiale est fréquente chez les patients se plaignant de douleurs du membre supérieur liées au travail [34].

Chez le sportif se pose aussi le problème des autres causes locales de douleurs médiales du coude, en particulier dans les sports de lancer [35] avec sollicitations répétées en valgus. Des lésions du ligament collatéral médial et du versant médial de l'articulation ont été rapportées en association avec la tendinopathie [27, 35].

La décision opératoire ne peut donc être prise sans avoir évalué les pathologies locales associées ni avoir examiné l'ensemble du membre supérieur à la recherche en particulier d'un STTB qui peut être associé ou responsable à lui seul des symptômes du versant médial du coude.

Techniques chirurgicales

Elles reposent sur les données physiopathologiques en sachant cependant qu'il n'y a pas de relation entre les constatations peropératoires et le résultat [28]. Trois types de techniques ont été proposées. Elles peuvent être plus ou moins associées :

- le traitement direct de la zone pathologique. Il est basé sur l'excision des tissus fibrocicatriciels entre le RP et le FRC associée à un avivement localisé de l'épicondyle médial et à la réparation du tendon [3, 28]. Certains réalisent une désinsertion large des épicondyliens pour réaliser l'excision des tissus pathologiques et, après avivement osseux, le tendon est réinséré in situ [28, 30] ;
- effet de détente des épicondyliens : il peut reposer sur la simple section isolée du tendon commun sans débridement ni autre geste [29, 33] ou bien sur la désinsertion et la libération plus ou moins complète des épicondyliens médiaux sans réinsertion [28] ou avec une réinsertion en V-Y ;
- les gestes à visée neurologique : sur ce versant aussi la dénervation a été proposée mais il s'agit le plus souvent d'une libération du NU, en association au geste tendineux. Il ressort des études qu'il est préférable de transposer le nerf soit en sous-musculaire, soit en sous-cutané [27, 28, 30, 33, 36].

Certains ne retrouvent pas de différence qu'il y ait eu réinsertion ou non [28]. La section du tendon n'entraîne pas de diminution de force mais ne donne que 62,5 % de bons résultats [33]. Les techniques réalisant un effet de détente des épicondyliens médiaux pourraient exposer au risque de valgus [27]. Le principal facteur pronostique est l'atteinte associée ou non du NU [28, 33].

Technique préférée des auteurs

En cas de tendinopathie isolée, le traitement est limité à la zone pathologique, localisée à la jonction RP-FRC. En cas de neuropathie ulnaire avérée, le NU doit être au centre du traitement [28]. Après avoir réalisé des interventions associant désinsertion et transposition sous-musculaire du NU nous préférons maintenant associer un geste ciblé sur les épicondyliens et la transposition sous-cutanée du NU dont les suites sont moins lourdes.

Le patient est installé en décubitus dorsal, sous bloc axillaire et avec un garrot pneumatique. Le MS repose sur une table à bras, épaule en rotation externe. L'incision est arciforme, de 10 à 12 cm de long, en arrière de l'épicondyle médial, centrée sur la gouttière épitrochléo-olécraniennne, car en cas de nécessité de transposer le nerf, celui-ci sera à distance de la cicatrice cutanée. La dissection des tissus sous-cutanés est soignée, réalisée aux ciseaux, pour préserver les filets nerveux superficiels. Puis, le relèvement du lambeau cutanéograsseux antérieur permet l'exposition du fascia superficiel des épicondyliens (Fig. 4). Il s'agit d'un plan cellulograsseux de clivage aisé.

Plutôt que d'inciser longitudinalement le fascia pour exposer les lésions tendineuses [27] ou de désinsérer toute la masse des épicondyliens, nous préférons soulever une fine lame aponévros-

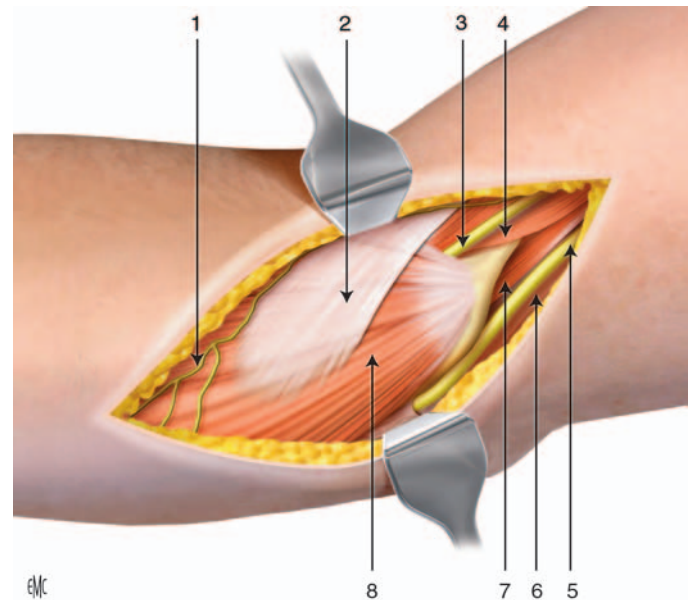


Figure 4. Exposition du tendon des épicondyliens médiaux. 1. Filets nerveux superficiels (nerf cutané antibrachial médial) ; 2. lacertus fibrosus ; 3. nerf médian ; 4. muscle brachial ; 5. nerf ulnaire ; 6. muscle triceps ; 7. septum intermusculaire médial ; 8. muscles épicondyliens médiaux.

tique aux dépens du fascia superficiel des épicondyliens (Fig. 5A). En l'absence d'atteinte associée du NU le fascia est repositionné et suturé in situ ; sinon il sert de plastie de stabilisation du NU [37]. En outre cette méthode permet d'exposer la zone pathologique qui peut alors être traitée de façon sélective : excision des tissus fibrocicatriciels et approximation des fibres saines adjacentes par quelques points de fil résorbable après avivement localisé de l'épicondyle à la pince gouge (Fig. 5B).

En cas d'atteinte associée du NU, l'incision est agrandie en proximal de façon à réaliser la libération du nerf. La partie distale du septum intermusculaire médial est systématiquement excisée. Puis le NU est transposé en avant du fascia qui est alors fixé en sous-cutané. Ainsi, le nerf repose sur un plan de glissement, non cruenté et à distance des processus cicatriciels.

Dans les suites, en l'absence de geste sur le NU, on peut envisager une écharpe antalgique pendant quelques jours. Sinon la mobilisation immédiate est préférable pour éviter des adhérences du NU. Le travail contre résistance en flexion du poignet et en pronation est débuté après 6 semaines [30].

Conclusions

Après élimination des douleurs d'une autre origine, les indications chirurgicales sur la tendinopathie sont exceptionnelles. Le délai peut être long avant l'obtention du résultat optimal, de 8 à 12 mois [28, 30]. Si une neuropathie ulnaire vraie est traitée dans le même temps, par transposition sous-cutanée, le résultat est généralement bon sauf en cas de STTB associé [36].

■ Tendinopathies du biceps brachial

Les tendinopathies touchant le tendon distal du biceps sont rares [38, 39]. Elles peuvent donner lieu à deux tableaux : soit un tableau douloureux, généralement associé à une rupture partielle, soit un tableau déficitaire lié à une rupture totale.

La rupture se traduit par une perte de force de flexion de 20 à 30 % et une perte de force en supination de 40 à 50 % [40, 41]. La gêne reste modérée et concerne surtout des sujets jeunes, manuels, avec une demande fonctionnelle importante [38, 40].

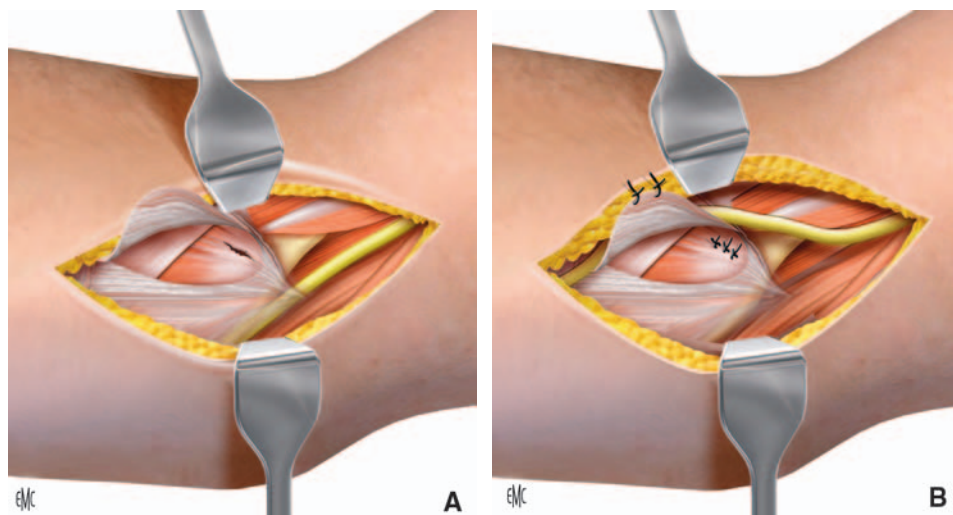


Figure 5. Chirurgie des épicondylalgies médiales.

A. Le fascia superficiel des épicondyliens médiaux est soulevé permettant d'exposer la zone pathologique entre rond pronateur et fléchisseur radial du carpe.

B. Après excision des lésions, avivement osseux et suture, la plastie est soit refixée en place, soit suturée aux tissus sous-cutanés après transposition du nerf ulnaire.

Il est clairement acquis que la réinsertion anatomique du tendon donne de meilleurs résultats sur la force et l'endurance que le traitement conservateur [40-42].

Physiopathologie

Le tendon distal s'insère sur la partie postérieure de la tubérosité. La face antérieure du tendon, qui s'enroule au contact du radius en est séparée par une bourse séreuse. Cette partie ventrale, profonde, est soumise à des contraintes de compression, à des forces de cisaillement, et est mal vascularisée [43]. Les lésions dégénératives apparaissent à ce niveau, en regard de la berge antérieure de la tubérosité [44, 45]. Une bursite associée est fréquente [45, 46]. Les ruptures surviennent parfois lors de sollicitations minimes et se produisent probablement sur un tendon fragilisé [43-45, 47].

Techniques de réinsertion du tendon distal du biceps

Trois points sont à discuter : le site de fixation du tendon, la méthode de fixation et la voie d'abord.

Site de fixation

La fixation extra-anatomique, par ténodèse sur le tendon du muscle brachial, n'a pas d'intérêt car elle ne rétablit pas le rôle de supination du biceps et laisse persister une diminution importante de la force de flexion [48, 49]. La fixation du tendon sur la tubérosité est la seule méthode qui restitue la force de supination [50].

Méthodes de fixation et de réparation

Pour les cas récents, jusqu'à 4 semaines

La réinsertion directe du tendon sur la tubérosité est réalisable. En fait cette réinsertion directe, sans greffe interposée, est faisable jusqu'à 6-8 semaines, voire plus [51, 52]. Deux principales méthodes peuvent être utilisées.

La fixation transosseuse consiste à pratiquer dans la tubérosité une fenêtre unicorticale dans laquelle est enfilé le tendon préalablement fafilé avec le fil de suture. Deux orifices sont réalisés soit dans la corticale opposée [50] soit en arrière de la tubérosité [41] permettant de passer les deux extrémités des fils dont le nœud est appuyé sur le pont osseux (fixation en rappel). C'est la technique la plus solide in vitro et qui reste probablement préférable sur un os de mauvaise qualité [53].

La fixation peut aussi être réalisée avec des ancrs (type Mitek® 2,9 mm). Elle a montré une solidité suffisante in vitro [53] et depuis quelques années de nombreux cas de fixation

par ancrs ont été rapportés avec succès [38, 52, 54-56]. Cette technique nécessite moins de dissection des tissus autour de la tubérosité et est réalisable par la seule voie antérieure. Des fixations avec un « endobouton » ont aussi été rapportées [39].

Pour les cas anciens

La rétraction musculotendineuse impose l'utilisation d'une greffe interposée pour se fixer sur la tubérosité. Cette greffe peut être du fascia lata éventuellement renforcé par un matériau synthétique [47, 57], le tendon du demi-tendineux [58], ou le FRC prélevé en partie [59] ou en totalité [38, 60]. L'utilisation de tendon est préférable à celle du fascia lata et peut être réalisée sous anesthésie locorégionale si le FRC est utilisé [60]. L'utilisation d'une allogreffe de tendon d'Achille a aussi été proposée avec succès [61].

Une ou deux voies d'abord ?

Les réinsertions ont été initialement réalisées par une seule voie antérieure. Mais des cas de paralysie radiale par lésion du RPNR ont été rapportés [50]. En fait, ce risque est surtout présent si on fait une fixation transosseuse nécessitant une exposition importante [55]. Les lésions du nerf musculocutané, du tronc du nerf médian ou du nerf interosseux antérieur sont beaucoup plus rares [38]. Mais ces complications sont exceptionnelles avec une technique soignée comme en attestent les publications de ces dernières années [38, 54, 55].

La voie postérieure isolée ne peut être utilisée que pour les ruptures partielles [44] mais la réparation par cette voie est techniquement difficile et il faut avoir la certitude que la lésion est bien partielle. Même pour une telle rupture, la voie antérieure paraît préférable [60, 62].

En raison de paralysies radiales rapportées après voie antérieure unique, Boyd et Anderson ont proposé l'utilisation de deux voies combinées [50]. Ce double abord ne met pas complètement à l'abri d'une atteinte radiale au moins transitoire [63], voire retardée [64]. Surtout, il expose au risque d'ossifications avec possibilité de limitation de la pronosupination, voire de synostose radio-ulnaire proximale [48, 63, 65, 66]. Des modifications de l'exposition postérieure ont été proposées par plusieurs auteurs [41, 42] mais elles ne suppriment pas complètement la survenue d'ossifications [65]. Ce risque est probablement diminué par les AINS et justifie, en l'absence de contre-indication, leur utilisation systématique.

Indications

Elles dépendent essentiellement du type de lésion et du délai mais aussi de l'âge.

Ruptures partielles

Pour les ruptures partielles récentes, beaucoup préconisent, au moins dans un premier temps, le traitement conservateur basé sur une immobilisation par attelle, le repos et la rééducation [38, 46, 60]. Ils réservent leurs indications de réparation chirurgicale aux ruptures partielles chroniques qui restent douloureuses [38, 60]. Cependant, les échecs du traitement conservateur sont fréquents [62] et il existe un risque de rupture totale secondaire [44]. Chez le sujet jeune avec une demande fonctionnelle importante, les indications de réparation chirurgicale doivent être larges [44].

Ruptures complètes

Les ruptures complètes et récentes doivent être réparées chez les patients actifs de tous âges [38, 60]. En revanche, les patients âgés avec une faible demande fonctionnelle, sédentaires, récupèrent une bonne fonction sans réinsertion du tendon, avec une simple rééducation [38, 48].

Il n'y a pas de consensus sur le traitement des ruptures complètes anciennes. Les résultats fonctionnels sont moins bons [52] et les indications chirurgicales moins fréquentes. Cependant, la réparation est indiquée chez un sujet jeune ayant une demande physique importante et qui conserve une gêne fonctionnelle. Une exploration chirurgicale peut parfois être indiquée chez un sujet conservant des douleurs mettant en cause une irritation persistante du nerf musculocutané [52].

Technique préférée des auteurs

Au vu du faible bénéfice fonctionnel apporté par les fixations extra-anatomiques [48, 49], l'intervention ne nous paraît justifiée que pour fixer le tendon sur la tubérosité bicipitale.

Ruptures récentes

L'utilisation d'un abord antérieur isolé associé à une fixation anatomique du tendon par deux ancrs est une technique sûre et efficace [38]. Il n'y a qu'en cas de problème (os fragile, fixation défectueuse) qu'on prend en peropératoire la décision d'une voie postérieure complémentaire pour réaliser une fixation transosseuse « de rattrapage ».

La voie d'abord antérieure correspond à la partie proximale de la voie de Henry. Le patient est installé en décubitus dorsal, le membre supérieur reposant sur une table à bras. Un garrot pneumatique est utilisé si la morphologie du patient le permet. L'incision cutanée en S ou en baïonnette débute dans la gouttière bicipitale médiale, elle est décrochée latéralement dans le pli de flexion puis descend le long du bord médial du brachioradial. Les veines superficielles sont réclinées puis le nerf cutané antibrachial latéral est repéré, mis sur lacs et individualisé jusqu'à son émergence au bord latéral du tendon bicipital. On libère alors le bout distal du tendon dont la rétraction est fonction de l'ancienneté et de la rupture ou non de l'expansion bicipitale. Le tendon doit atteindre la tubérosité coude à 60° de flexion [60].

L'avant-bras est placé en supination complète pour amener la tubérosité en avant. Celle-ci est exposée entre le brachioradial en latéral et le RP qui est récliné en médial avec l'artère radiale (Fig. 6). Pour limiter le risque de lésion du RPNR : le coude est mis en légère flexion pour diminuer la tension sur le nerf ; les vaisseaux récurrents radiaux sont ligaturés pour améliorer l'exposition ; et il ne faut pas utiliser d'écarteur contrecoudé [38].

Après excision des tissus restants et du périoste, on réalise un simple avivement superficiel de la tubérosité pour ne pas fragiliser la corticale et donc la fixation des ancrs. Deux ancrs sont alors insérées dans la tubérosité bicipitale, une proximale et une distale, avec un espacement correspondant à la largeur du tendon (Fig. 7A). Puis le coude est placé à 90° de flexion et

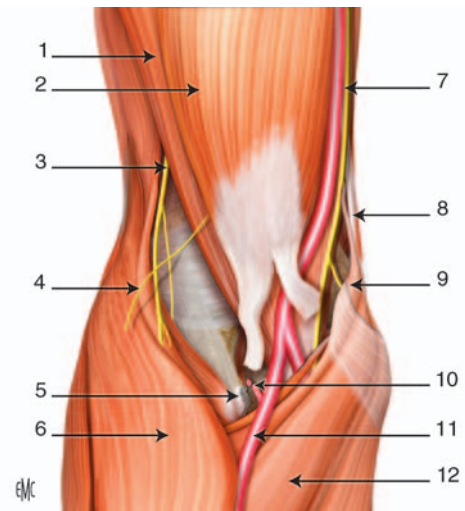


Figure 6. Exposition du tendon et de la tubérosité bicipitale. 1. Muscle brachial ; 2. biceps (expansion sectionnée) ; 3. nerf radial ; 4. nerf cutané antibrachial latéral ; 5. tubérosité bicipitale ; 6. brachioradial ; 7. nerf médian ; 8. tendon des épicondiyliens médiaux ; 9. rond pronateur (récliné) ; 10. artère récurrente radiale antérieure ligaturée ; 11. artère radiale ; 12. fléchisseur radial du carpe.

la fixation du tendon est réalisée en s'aidant d'une pince pour bien descendre le tendon au contact de la tubérosité et éviter tout gap au moment du serrage des nœuds [38]. Les fils sont alors fauiliés le long du bord correspondant du tendon et noués à nouveau (Fig. 7B).

Si un abord postérieur complémentaire est nécessaire, il faut prendre soin de ne pas léser le périoste de l'ulna [48] pour diminuer le risque d'ossifications. Plutôt que la voie de Boyd classique, il est préférable de passer entre les muscles pour ne pas avoir à les désinsérer [41, 54, 65]. Pour cela on s'aide d'un dissecteur ou d'un clamp mousse passé d'avant en arrière qui permet de repérer l'abord postérieur et réaliser une dissection limitée comme cela a été décrit par Morrey et al. [41]. Nous préférons, au préalable repérer l'intervalle entre l'anconé et l'extenseur ulnaire du carpe. L'avant-bras est placé en pronation complète pour réaliser la fenêtre dans la tubérosité puis en légère supination pour réaliser les deux orifices de sortie des fils en arrière de la berge dorsale de la tubérosité. Les fils sont alors passés dans les tunnels et suturés en appui sur le pont osseux.

En l'absence de contre-indication, le traitement par AINS est systématique. Le coude immobilisé à 90° de flexion, avant-bras en pronosupination neutre, pendant 6 semaines. À partir de 3 semaines, la flexion et la pronosupination passives peuvent être débutées. Après 6 semaines, la récupération de l'extension active se fait par paliers de 20° par semaine et doit être complète à 10 semaines. La flexion active est débutée à 8 semaines et le travail de renforcement musculaire commencé à 12 semaines [60].

Ruptures anciennes

La libération du tendon et du muscle est un temps important. Il faut libérer le nerf musculocutané et sculpter le tendon dans la fibrose, libérer les adhérences entre le biceps et le brachial, réaliser des incisions sur le fascia musculaire et, avec une pince fixée sur le tendon, imposer une traction distale prolongée pour descendre progressivement le biceps [52, 60]. Après libération large si une greffe est indispensable nous utilisons la moitié radiale du FRC. La fixation de la greffe est réalisée par voie antérieure selon une technique dérivée de celle de Levy et al. [59].

La greffe est repliée sur elle-même et d'abord fixée par deux ancrs sur la tubérosité avivée. Puis les deux extrémités de la greffe sont fauiliées dans le tendon bicipital, le coude étant maintenu à 90° de flexion et en supination [59, 60]. La suture est

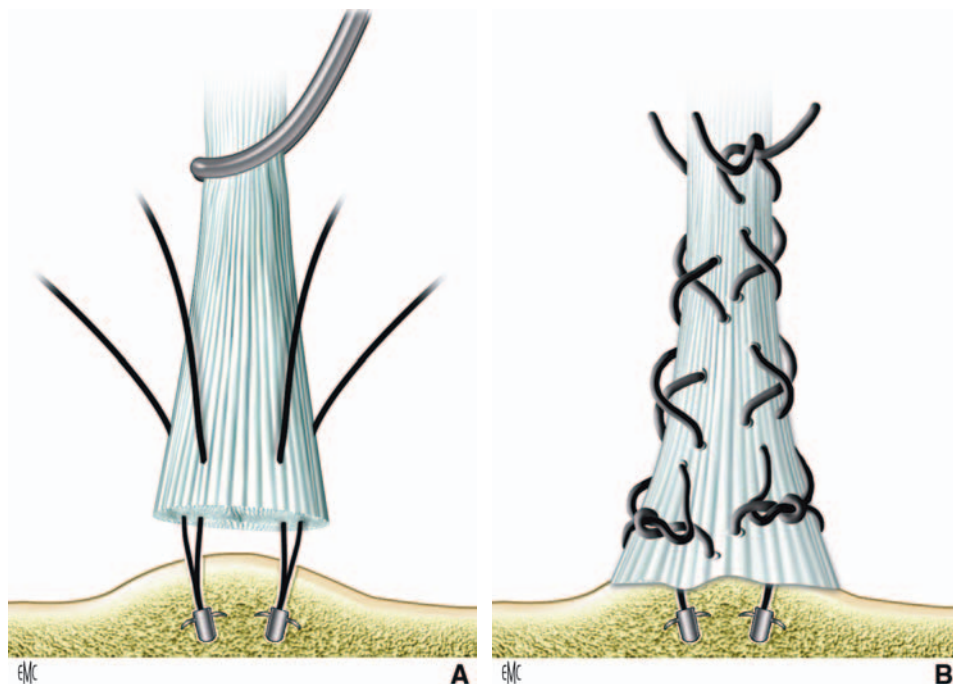


Figure 7. Technique de fixation du tendon sur la tubérosité bicipitale.

A. Après mise en place de deux ancrs et avivement de la tubérosité, les fils sont passés dans le tendon qui est descendu au contact de la tubérosité avant nouage des fils.

B. Puis, ils sont faufiletés le long des bords du tendon et noués à nouveau.

réalisée avec du fil non résorbable solide qui sert aussi à renforcer la partie interposée du tendon [59]. Les suites sont comparables à celles des ruptures récentes.

Ruptures partielles

Il est préférable de compléter la désinsertion du tendon et de la traiter comme une rupture complète pour obtenir une cicatrisation de bonne qualité et limiter le risque de séquelle douloureuse [47].

■ Tendinopathies du triceps brachial

Les avulsions ou les ruptures du tendon du triceps sont rares (1 à 2 % de l'ensemble des ruptures tendineuses) et parfois méconnues initialement [67]. La lésion la plus habituelle est une avulsion de l'insertion sur l'olécrane dont le traitement chirurgical précoce donne de bons résultats dans la majorité des cas [68].

Lésions

Le plus souvent, la lésion siège à l'insertion tendineuse [68, 69]. Elle peut être partielle, avec conservation de l'extension contre résistance [68, 70]. Il s'agit le plus souvent d'une avulsion complète qui peut même détacher un fragment osseux superficiel aux dépens de l'olécrane [47, 70]. L'extension contre résistance [71], voire simple pesanteur, est impossible [72].

Plus rarement, des ruptures à la jonction tendinomusculaire [72, 73] ou des ruptures du tendon lui-même [74, 75] ont été rapportées. L'IRM peut être utile pour préciser la localisation et l'étendue de la lésion, en particulier dans les ruptures partielles [68].

Circonstances et facteurs favorisants

La rupture survient en général lors d'une contraction excentrique du triceps [67, 68]. Elle peut ainsi se voir après une chute sur la main avec parfois une fracture associée de la tête radiale [76].

Des facteurs favorisants sont souvent retrouvés : physiques, par application de charges répétées (haltérophilie, body building) ; locaux (bursite et injections de corticoïdes) ; méta-

boliques ou hormonaux (insuffisance rénale avec hyperparathyroïdie secondaire, diabète, anabolisants) [67, 68, 75]. L'association de plusieurs de ces facteurs est fréquente [72].

Indications thérapeutiques

Pour les ruptures partielles, le traitement conservateur permet en général une cicatrisation sans déficit fonctionnel [68, 70]. Une réparation n'est justifiée secondairement que si des symptômes persistent (douleur et faiblesse résiduelle) [68]. Pour les ruptures complètes récentes, le traitement chirurgical précoce donne de bons résultats dans la majorité des cas [68] et l'indication chirurgicale est systématique. Pour les ruptures anciennes, la réparation peut être indiquée en cas de gêne fonctionnelle persistante [73].

Techniques de réparation des ruptures récentes

La réparation directe est toujours possible dans les 3 premières semaines après la rupture [67]. En cas d'avulsion, la fixation dans le tendon est assurée avec un fil solide non résorbable par une suture de type Bunnell ou de type Krackow [47, 71]. La fixation sur l'olécrane peut être réalisée : par des tunnels transosseux [47, 70, 76], sur un lambeau de périoste [70] ou par des ancrs [77]. La technique de fixation par des tunnels dans l'olécrane nous paraît la plus fiable (Fig. 8). En cas de rupture plus proximale, intratendineuse ou à la jonction musculotendineuse, la réparation est assurée par suture directe des deux extrémités. Si les tissus paraissent de mauvaise qualité, la suture peut être renforcée par une greffe tendineuse de long palmaire ou de plantaire grêle [71, 72].

Dans les suites, une immobilisation de 3 à 4 semaines dans une attelle entre 30 et 45° de flexion est préférable. Il ne faut pas réaliser d'extension contre résistance avant 6 semaines.

Technique de réparation des ruptures anciennes

Pour les ruptures vues en secondaire la réparation peut encore donner de bons résultats mais ils sont moins constants [47]. Quand la rétraction est constituée, l'utilisation d'une greffe

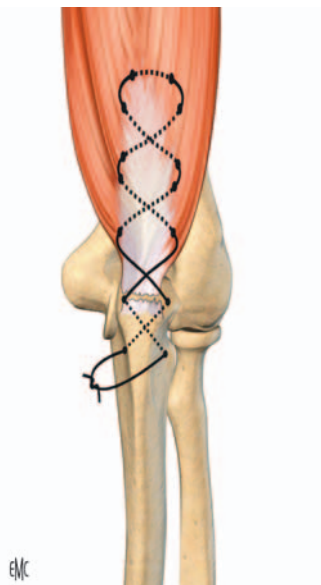


Figure 8. Technique de suture d'une avulsion récente du tendon tricipital. Le fil est passé dans le tendon selon une suture de type Bunnell et dans deux tunnels intraosseux dans l'olécrane.



“ Points essentiels

Tendinopathies distales du biceps et du triceps

Les ruptures partielles sont diagnostiquées par l'IRM. La chirurgie n'est indiquée qu'en cas de persistance des douleurs après traitement orthopédique.

Si le diagnostic de rupture complète est fait précocement la chirurgie est pratiquement toujours indiquée et permet une réinsertion anatomique du tendon.

La fixation du tendon bicipital réalisée par voie antérieure et assurée par deux ancrs est une méthode fiable et sûre sous réserve d'une technique soigneuse.

La fixation du tendon tricipital est au mieux assurée par des tunnels intraosseux dans l'olécrane.

Dans les ruptures anciennes, la chirurgie est indiquée si une gêne fonctionnelle persiste et nécessite l'utilisation d'une greffe tendineuse interposée.

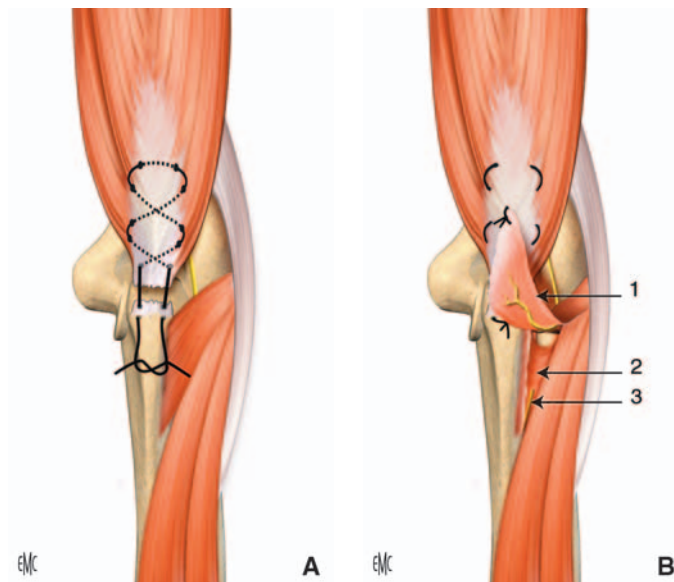


Figure 9. Technique de réparation d'une rupture ancienne du tendon tricipital.

A. Utilisation d'une greffe tendineuse passée dans des tunnels intraosseux.

B. L'anconé est basculé en proximal, après ligature de la branche récurrente de l'artère interosseuse postérieure puis suturé au tendon. 1. Anconé ; 2. supinateur ; 3. branche récurrente de l'artère interosseuse postérieure.

interposée est indispensable (Fig. 9A). La quasi-totalité des auteurs utilisent une autogreffe tendineuse [71]. L'utilisation d'une allogreffe de tendon d'Achille a aussi été proposée [47, 78]. L'anconé peut être utilisé pour renforcer et protéger la réparation distale du triceps [69]. La rotation de l'anconé peut se faire autour de son insertion ulnaire après libération de son insertion humérale [47, 78], soit autour d'un axe horizontal après libération de son insertion ulnaire et ligature de la branche récurrente de l'artère interosseuse postérieure [79] (Fig. 9B).

Si la rupture ancienne siège dans le tendon ou à la jonction musculotendineuse, une plastie de raccourcissement peut être utilisée. Il peut s'agir d'une plastie par dédoublement et avancement [73] ou d'une simple plastie en V-Y, associée à un renforcement par greffe tendineuse de petit palmaire ou de plantaire grêle [72].

Références

- [1] Laulan J, Daaboul J, Fassio E, Favard L. Les rapports du muscle court extenseur radial du carpe avec la branche de division profonde du nerf radial. Intérêt dans la physiopathologie des épicondylalgies. *Ann Chir Main Memb Super* 1994;**13**:366-72.
- [2] Kraushaar BS, Nirschl RP. Tendinosis of the elbow (tennis elbow). Clinical features and findings of histological, immunohistochemical, and electron microscopy studies. *J Bone Joint Surg Am* 1999;**81**:259-78.
- [3] Nirschl RP, Pettrone FA. Tennis elbow. The surgical treatment of lateral epicondylitis. *J Bone Joint Surg Am* 1979;**61**:832-9.
- [4] Doran A, Gresham GA, Rushton N, Watson C. Tennis elbow. A clinicopathologic study of 22 cases followed for 2 years. *Acta Orthop Scand* 1990;**61**:535-8.
- [5] Narakas A. Les épicondylalgies. In: *Cahiers d'enseignement de la Société Française de Chirurgie de la Main*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1991. p. 101-12.
- [6] Benassy J, Decaix M. Tennis elbow. Traitement des formes invalidantes par ablation du ménisque huméro-radial. *Chirurgie* 1985;**111**:494-8.
- [7] Bosworth D. The role of the orbicular ligament in tennis elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1955;**37**:527-33.
- [8] Duparc F, Putz R, Michot C, Muller JM, Freger P. The synovial fold of the humeroradial joint: anatomical and histological features, and clinical relevance in lateral epicondylalgia of the elbow. *Surg Radiol Anat* 2002;**24**:302-7.
- [9] Quintart C, Reignier M, Baillon JM. Les épicondylites : découvertes opératoires dans 17 cas et hypothèses étiopathogéniques. *Acta Orthop Belg* 1998;**64**:170-4.
- [10] Cantero J. L'épicondylalgie, nouvelle approche étiopathogénique et thérapeutique. *Ann Chir Main* 1984;**3**:258-61.
- [11] Roles NC, Maudsley RH. Radial tunnel syndrome: resistant tennis elbow as a nerve entrapment. *J Bone Joint Surg Br* 1972;**54**:499-508.
- [12] Raimbeau G, Saint-Cast Y, Pelier-Cady MC. Syndrome du tunnel radial. Étude d'une série homogène et continue de 35 cas. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1990;**76**:177-84.
- [13] Coonrad RW. Tennis elbow. *Instr Course Lect* 1986;**35**:94-101.
- [14] Owens BD, Murphy KP, Kuklo TR. Arthroscopic release for lateral epicondylitis. *Arthroscopy* 2001;**17**:582-7.
- [15] Egloff D. Traitement de l'épicondylite par fasciotomies et épicondylectomie partielle. *Swiss Med* 1987;**9**:47-9.
- [16] Goldberg EJ, Abraham E, Siegel I. The surgical treatment of chronic lateral humeral epicondylitis by common extensor release. *Clin Orthop Relat Res* 1988;**233**:208-12.
- [17] Verhaar J, Walenkamp G, Kester A, van Mameren H, van der Linden T. Lateral extensor release for tennis elbow. A prospective long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1993;**75**:1034-43.
- [18] Grundberg AB, Dobson JF. Percutaneous release of the common extensor origin for tennis elbow. *Clin Orthop Relat Res* 2000;**376**:137-40.

- [19] Smith AM, Castle JA, Ruch DS. Arthroscopic resection of the common extensor origin: anatomic considerations. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; **12**:375-9.
- [20] Rayan GM, Coray SA. V-Y slide of the common extensor origin for lateral elbow tendinopathy. *J Hand Surg [Am]* 2001; **26**:1138-45.
- [21] Pannier S, Masquelet AC. Traitement de l'épicondylalgie par aponévrotomie profonde de l'extensor carpi radialis brevis et du supinator. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002; **88**:565-72.
- [22] Garden R. Tennis elbow. *J Bone Joint Surg Br* 1961; **43**:100-6.
- [23] Wilhelm A. Treatment of therapy refractory epicondylitis lateralis humeri by denervation. On the pathogenesis. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1999; **31**:291-302.
- [24] Gabel GT. Acute and chronic tendinopathies at the elbow. *Curr Opin Rheumatol* 1999; **11**:138-43.
- [25] Labelle H, Guibert R, Joncas J, Newman N, Fallaha M, Rivard CH. Lack of scientific evidence for the treatment of lateral epicondylitis of the elbow. An attempted meta-analysis. *J Bone Joint Surg Br* 1992; **74**:646-51.
- [26] Waugh EJ, Jaglal SB, Davis AM, Tomlinson G, Verrier MC. Factors associated with prognosis of lateral epicondylitis after 8 weeks of physical therapy. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; **85**:308-18.
- [27] Ollivierre CO, Nirschl RP, Pettrone FA. Resection and repair for medial tennis elbow. A prospective analysis. *Am J Sports Med* 1995; **23**:214-21.
- [28] Gabel GT, Morrey BF. Operative treatment of medial epicondylitis. Influence of concomitant ulnar neuropathy at the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1995; **77**:1065-9.
- [29] O'Dwyer KJ, Howie CR. Medial epicondylitis of the elbow. *Int Orthop* 1995; **19**:69-71.
- [30] Vangsness Jr. CT, Jobe FW. Surgical treatment of medial epicondylitis. Results in 35 elbows. *J Bone Joint Surg Br* 1991; **73**:409-11.
- [31] Descatha A, Leclerc A, Chastang JF, Roquelaure Y. Medial epicondylitis in occupational settings: prevalence, incidence and associated risk factors. *J Occup Environ Med* 2003; **45**:993-1001.
- [32] Pienimäki TT, Siira PT, Vanharanta H. Chronic medial and lateral epicondylitis: a comparison of pain, disability, and function. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; **83**:317-21.
- [33] Kurvers H, Verhaar J. The results of operative treatment of medial epicondylitis. *J Bone Joint Surg Am* 1995; **77**:1374-9.
- [34] Pascarelli EF, Hsu YP. Understanding work-related upper extremity disorders: clinical findings in 485 computer users, musicians, and others. *J Occup Rehabil* 2001; **11**:1-21.
- [35] Grana W. Medial epicondylitis and cubital tunnel syndrome in the throwing athlete. *Clin Sports Med* 2001; **20**:541-8.
- [36] Lascar T, Laulan J. Cubital tunnel syndrome: a retrospective review of 53 anterior subcutaneous transpositions. *J Hand Surg [Br]* 2000; **25**:453-6.
- [37] Laulan J. Technique de la transposition sous cutanée du nerf ulnaire. In: Dubrana F, Prud'Homme M, editors. *Trucs et astuces en chirurgie orthopédique et traumatologique*. Montpellier: Sauramps Medical; 2002. p. 421-7.
- [38] Aldridge JW, Bruno RJ, Strauch RJ, Rosenwasser MP. Management of acute and chronic biceps tendon rupture. *Hand Clin* 2000; **16**:497-503.
- [39] Greenberg JA, Fernandez JJ, Wang T, Turner C. EndoButton-assisted repair of distal biceps tendon ruptures. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; **12**:484-90.
- [40] Baker BE, Bierwagen D. Rupture of the distal tendon of the biceps brachii. Operative versus non-operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1985; **67**:414-7.
- [41] Morrey BF, Askew LJ, An KN, Dobyns JH. Rupture of the distal tendon of the biceps brachii. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am* 1985; **67**:418-21.
- [42] Agins HJ, Chess JL, Hoekstra DV, Teitge RA. Rupture of the distal insertion of the biceps brachii tendon. *Clin Orthop Relat Res* 1988; **234**:34-8.
- [43] Koch S, Tillmann B. The distal tendon of the biceps brachii. Structure and clinical correlations. *Ann Anat* 1995; **177**:467-74.
- [44] Kelly EW, Steinmann S, O'Driscoll SW. Surgical treatment of partial distal biceps tendon ruptures through a single posterior incision. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; **12**:456-61.
- [45] Davis W, Yassine Z. An etiological factor in tear of the distal tendon of the biceps brachii. Report of two cases. *J Bone Joint Surg Am* 1956; **38**:1365-8.
- [46] Durr HR, Stabler A, Pfahler M, Matzko M, Refior HJ. Partial rupture of the distal biceps tendon. *Clin Orthop Relat Res* 2000; **374**:195-200.
- [47] Morrey B. Tendon injuries about the elbow. In: Morrey B, editor. *The elbow and its disorders*. Philadelphia: WB Saunders; 1993. p. 492-504.
- [48] Bell RH, Wiley WB, Noble JS, Kuczyński DJ. Repair of distal biceps brachii tendon ruptures. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; **9**:223-6.
- [49] Dojcinovic S, Maes R, Hoffmeyer P, Peter R. Les ruptures du tendon bicipital distal et leur traitement chirurgical. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2004; **90**:420-5.
- [50] Boyd H, Anderson L. A method for reinsertion of the distal biceps brachii tendon. *J Bone Joint Surg Am* 1965; **43**:1041-3.
- [51] Kelly EW, Morrey BF, O'Driscoll SW. Complications of repair of the distal biceps tendon with the modified two-incision technique. *J Bone Joint Surg Am* 2000; **82**:1575-81.
- [52] Sotereanos DG, Pierce TD, Varitimidis SE. A simplified method for repair of distal biceps tendon ruptures. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; **9**:227-33.
- [53] Berlet GC, Johnson JA, Milne AD, Patterson SD, King GJ. Distal biceps brachii tendon repair. An in vitro biomechanical study of tendon reattachment. *Am J Sports Med* 1998; **26**:428-32.
- [54] Barnes SJ, Coleman SG, Gilpin D. Repair of avulsed insertion of biceps. A new technique in four cases. *J Bone Joint Surg Br* 1993; **75**:938-9.
- [55] Balabaud L, Ruiz C, Nonnenmacher J, Seynaeve P, Kehr P, Rapp E. Repair of distal biceps tendon ruptures using a suture anchor and an anterior approach. *J Hand Surg [Br]* 2004; **29**:178-82.
- [56] McKee MD, Hirji R, Schemitsch EH, Wild LM, Waddell JP. Patient-oriented functional outcome after repair of distal biceps tendon ruptures using a single-incision technique. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; **14**:302-6.
- [57] Kaplan FT, Rokito AS, Birdzell MG, Zuckerman JD. Reconstruction of chronic distal biceps tendon rupture with use of fascia lata combined with a ligament augmentation device: a report of 3 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; **11**:633-6.
- [58] Wiley WB, Noble JS, Dulaney TD, Bell RH, Noble DD. Late reconstruction of chronic distal biceps tendon ruptures with a semitendinosus autograft technique. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; **15**:440-4.
- [59] Levy HJ, Mashoof AA, Morgan D. Repair of chronic ruptures of the distal biceps tendon using flexor carpi radialis tendon graft. *Am J Sports Med* 2000; **28**:538-40.
- [60] Scalan M, Rosenwasser M, Strauch R. Management of distal biceps tendon rupture. *Osteo Trauma Care* 2002; **10**:160-6.
- [61] Sanchez-Sotelo J, Morrey BF, Adams RA, O'Driscoll SW. Reconstruction of chronic ruptures of the distal biceps tendon with use of an achilles tendon allograft. *J Bone Joint Surg Am* 2002; **84**:999-1005.
- [62] Vardakas DG, Musgrave DS, Varitimidis SE, Goebel F, Sotereanos DG. Partial rupture of the distal biceps tendon. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; **10**:377-9.
- [63] Moosmayer S, Odinson A, Holm I. Distal biceps tendon rupture operated on with the Boyd-Anderson technique: follow-up of 9 patients with isokinetic examination after 1 year. *Acta Orthop Scand* 2000; **71**:399-402.
- [64] Katzman BM, Caligiuri DA, Klein DM, Gorup JM. Delayed onset of posterior interosseous nerve palsy after distal biceps tendon repair. *J Shoulder Elbow Surg* 1997; **6**:393-5.
- [65] Failla JM, Amadio PC, Morrey BF, Beckenbaugh RD. Proximal radioulnar synostosis after repair of distal biceps brachii rupture by the two-incision technique. Report of four cases. *Clin Orthop Relat Res* 1990; **253**:133-6.
- [66] Karunakar MA, Cha P, Stern PJ. Distal biceps ruptures. A followup of Boyd and Anderson repair. *Clin Orthop Relat Res* 1999; **363**:100-7.
- [67] van Riet RP, Morrey BF, Ho E, O'Driscoll SW. Surgical treatment of distal triceps ruptures. *J Bone Joint Surg Am* 2003; **85**:1961-7.
- [68] Mair SD, Isbell WM, Gill TJ, Schlegel TF, Hawkins RJ. Triceps tendon ruptures in professional football players. *Am J Sports Med* 2004; **32**:431-4.
- [69] Sierra RJ, Weiss NG, Shrader MW, Steinmann SP. Acute triceps ruptures: case report and retrospective chart review. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; **15**:130-4.
- [70] Farrar 3rd EL, Lippert 3rd FG. Avulsion of the triceps tendon. *Clin Orthop Relat Res* 1981; **161**:242-6.
- [71] Weistroffer JK, Mills WJ, Shin AY. Recurrent rupture of the triceps tendon repaired with hamstring tendon autograft augmentation: a case report and repair technique. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; **12**:193-6.
- [72] Wagner JR, Cooney WP. Rupture of the triceps muscle at the musculotendinous junction: a case report. *J Hand Surg [Am]* 1997; **22**:341-3.

- [73] Bach Jr. BR, Warren RF, Wickiewicz TL. Triceps rupture. A case report and literature review. *Am J Sports Med* 1987;**15**:285-9.
- [74] Clayton ML, Thirupathi RG. Rupture of the triceps tendon with olecranon bursitis. A case report with a new method of repair. *Clin Orthop Relat Res* 1984;**184**:183-5.
- [75] Stannard JP, Bucknell AL. Rupture of the triceps tendon associated with steroid injections. *Am J Sports Med* 1993;**21**:482-5.
- [76] Levy M, Fishel RE, Stern GM. Triceps tendon avulsion with or without fracture of the radial head-a rare injury? *J Trauma* 1978;**18**:677-9.
- [77] Klemme WR, Petersen SA. Avulsion of the triceps brachii with selective radial neuropathy. *Orthopedics* 1995;**18**:285-7.
- [78] Sanchez-Sotelo J, Morrey BF. Surgical techniques for reconstruction of chronic insufficiency of the triceps. Rotation flap using anconeus and tendon achillis allograft. *J Bone Joint Surg Br* 2002;**84**:1116-20.
- [79] Schmidt CC, Kohut GN, Greenberg JA, Kann SE, Idler RS, Kiefhaber TR. The anconeus muscle flap: its anatomy and clinical application. *J Hand Surg [Am]* 1999;**24**:359-69.

Pour en savoir plus

- De Soria O. Épicondylalgies. *Ann Orthop Ouest* 1989;**21**:119-53.
- Duparc F. *Les épicondylalgies du coude. Monographie du GEEC* 2002. Montpellier: Sauramps Medical; 2002 (107p).
- Kouvalchouk J-F, Watin-Augouard L. Chirurgie des lésions tendineuses du coude. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-315, 1994 : 9p.
- Laulan J, Brilhault J, Lautman S. Tendinopathies du coude dans un contexte professionnel. In: Hérisson C, Fouquet B, Codine P, editors. *Membre supérieur et pathologie professionnelle*. Paris: Masson; 2001. p. 165-70.
- Narakas A. Introduction et revue historique du traitement chirurgical des épicondylalgies. *Swiss Med* 1987;**9**:10-3.
- Premont M, Audren JL, Clotteau JE. Les désinsertions traumatiques du tendon terminal du biceps brachial. *J Chir (Paris)* 1982;**119**:55-64.

J. Laulan, Chirurgien orthopédiste, praticien hospitalier (j.laulan@chu-tours.fr).

C. Le Dû, Chirurgien orthopédiste, praticien hospitalier.

Unité de chirurgie de la main, services de chirurgie orthopédique et traumatologique 1 et 2, CHU Trousseau, 37044 Tours cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Laulan J., Le Dû C. Chirurgie des lésions tendineuses du coude. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-315, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Chirurgie des traumatismes de la ceinture scapulaire

JF Kempf
F Lacaze
F Colin

Résumé. – Les traumatismes de la ceinture scapulaire comportent les fractures de la clavicule, de la scapula, les luxations et entorses de l'articulation acromioclaviculaire et enfin les luxations et entorses de l'articulation sternoclaviculaire.

Le traitement chirurgical n'est qu'une facette des traitements possibles en présence de ce type de traumatisme, le traitement orthopédique restant très souvent indiqué. Dans les fractures de la clavicule, l'ostéosynthèse par plaque a la préférence de la majorité des auteurs, mais n'a qu'une indication limitée. Il en est de même dans les fractures de la scapula où la chirurgie n'a d'intérêt qu'en présence d'une fracture articulaire déplacée.

Dans les entorses et luxations acromioclaviculaires, la chirurgie de réduction-fixation temporaire n'est indiquée que dans les formes les plus graves et chez les sujets les plus actifs. Il en est de même pour les entorses et luxations de l'articulation sternoclaviculaire.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

Nous envisagerons successivement les différents traitements chirurgicaux que l'on peut proposer dans les fractures de la clavicule, dans les entorses et luxations acromioclaviculaires, dans les entorses et luxations de l'articulation sterno-costoclaviculaire et dans les fractures de l'omoplate. Les fractures de la clavicule sont de loin les plus fréquentes. Rowe [70] rapporte la répartition suivante après avoir analysé 1 603 traumatismes de la ceinture scapulaire : 690 fractures de la clavicule suivies par 500 luxations de l'épaule, 273 fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus, 75 fractures de l'omoplate, 52 traumatismes de l'articulation acromioclaviculaire et seulement 13 traumatismes de l'articulation sternoclaviculaire.

Fractures de clavicule

Introduction

Il s'agit de fractures extrêmement fréquentes (cf supra). Le traitement orthopédique est de règle pour la plupart d'entre elles. Il faut distinguer

les fractures du tiers moyen qui, pour Rowe [70], représentent 82 % des cas, les fractures du tiers externe qui représentent 12 % des cas et enfin les fractures du tiers interne avec 6 % des cas. Si une ostéosynthèse est décidée, il convient d'adopter une technique qui permette de respecter les règles élémentaires de l'ostéosynthèse, à savoir une bonne réduction suivie d'une stabilité suffisante pour autoriser la mobilisation précoce de l'épaule.

Anesthésie et installation

Il s'agit le plus souvent d'une anesthésie générale, car les anesthésies locorégionales ne permettent pas toujours une analgésie suffisante à la clavicule en raison de sa situation proximale.

L'installation peut se faire en décubitus dorsal ou mieux en position demi-assise. La préparation du champ opératoire se fait par badigeonnage de l'ensemble du moignon de l'épaule jusqu'au manubrium sternal et englobe le membre supérieur. Celui-ci est isolé par un jersey collé au moignon de l'épaule, puis des champs collés sont placés respectivement en haut pour isoler la tête, en dedans sur le sternum. Un champ en U permet d'isoler le champ opératoire au creux axillaire et de la face postérieure du moignon de l'épaule. Cette préparation se termine par la mise en place d'un grand champ vers le haut pour s'isoler de l'équipe anesthésique et d'un grand champ vers le bas pour recouvrir le reste du corps (fig 1).

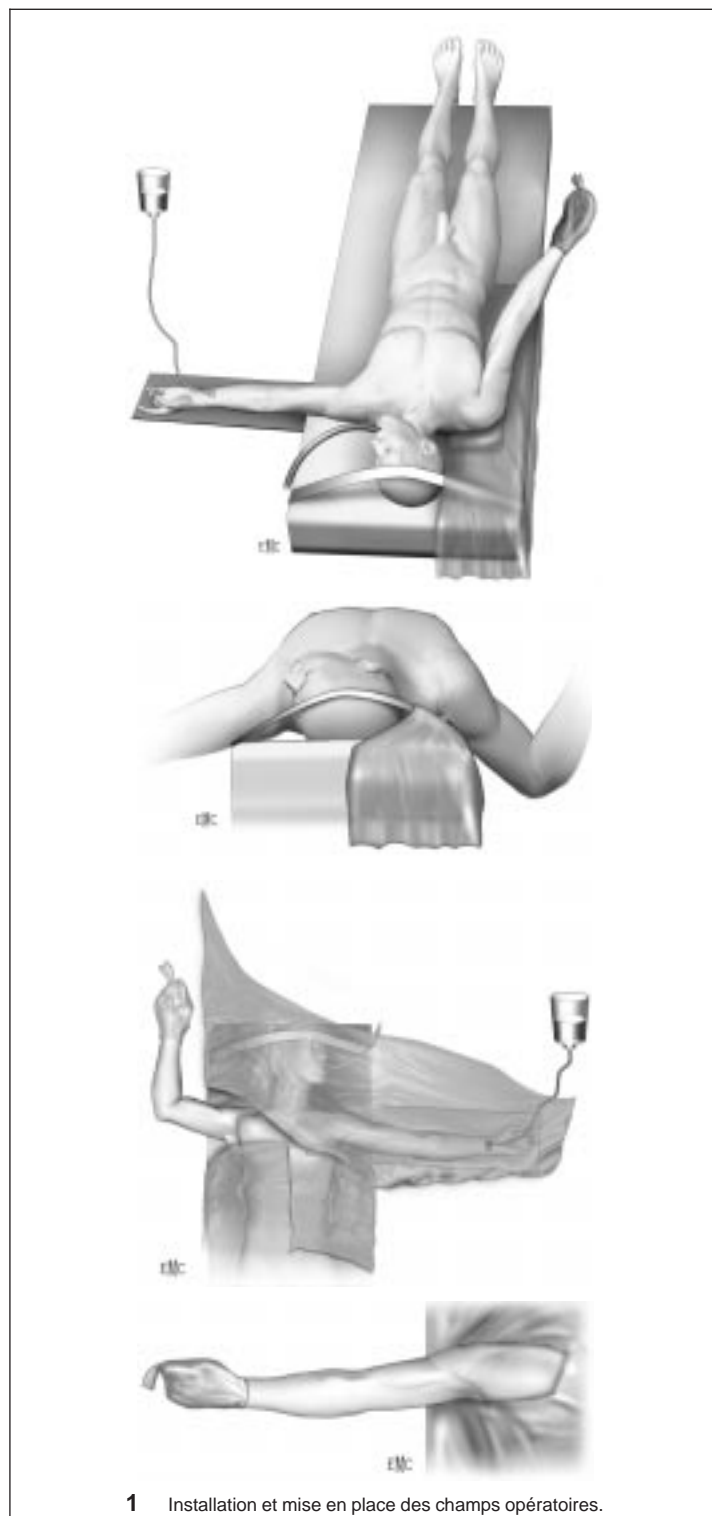
Voies d'abord

La chirurgie de cette région expose le patient à avoir une cicatrice inesthétique pour plusieurs raisons :

- la plupart des incisions utilisées ne suivent pas les lignes de tension de la peau ;

Jean-François Kempf : Professeur, chef de service.
Franck Lacaze : Chef de clinique, assistant des hôpitaux.
François Colin : Chef de clinique, assistant des hôpitaux.
Service de chirurgie orthopédique, traumatologique et arthroscopique de l'appareil locomoteur, hôpital de Haute-pierre, avenue Molière, 67098 Strasbourg, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Kempf JF, Lacaze F et Colin F. Chirurgie des traumatismes de la ceinture scapulaire. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales — Orthopédie-Traumatologie, 44-230, 1999, 22 p.

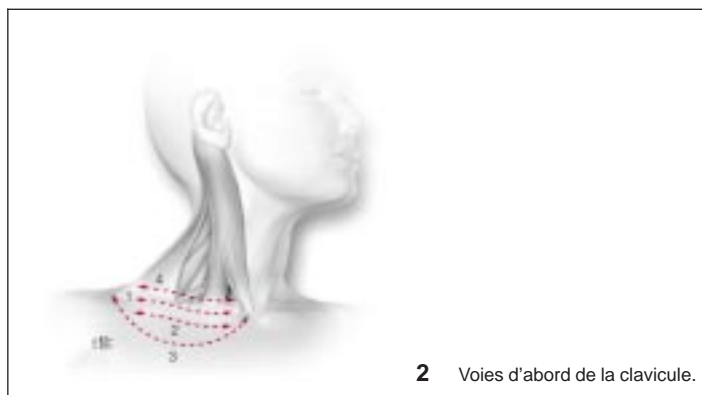


1 Installation et mise en place des champs opératoires.

– le tissu sous-cutané n'est pas épais et l'os claviculaire fait chevalet sur la peau, phénomène qui est encore aggravé par la présence d'un matériel d'ostéosynthèse ;

– l'œdème et l'hématome post-traumatiques et/ou postopératoires et plus tard par le cal osseux qui est volontiers hypertrophique.

C'est pourquoi certains préfèrent une cicatrice plus esthétique, verticale en épaulette, centrée sur la coracoïde. Cette incision oblige à un décollement important en dehors et en dedans pour exposer la clavicule, raison pour laquelle elle est peu utilisée pour une ostéosynthèse de celle-ci. Elle est en revanche particulièrement indiquée dans la chirurgie de l'instabilité acromioclaviculaire. L'incision cutanée est donc le plus généralement horizontale, suivant la direction de la clavicule, soit en regard d'elle, soit au-dessus ou en dessous d'elle (fig 2). L'incision réalisée directement en regard de la clavicule est la plus facile, mais elle doit être évitée car elle expose à des rétractions et adhérences



2 Voies d'abord de la clavicule.

inesthétiques et, en cas de désunion, à la mise à nu du matériel d'ostéosynthèse. L'incision sous-claviculaire est faite en suivant les inflexions de l'os à 1 ou 2 cm de celui-ci ou elle peut être arciforme à concavité supérieure. L'incision sus-claviculaire est tracée à un travers de doigt au-dessus de la clavicule ; cette incision a notre préférence : elle donne un bon jour et est la plus esthétique.

Une fois cette incision cutanée réalisée, l'abord de la clavicule est très aisé. Le muscle peaucier du cou est sectionné perpendiculairement à ses fibres. L'incision du périoste est faite juste au-dessus des insertions du grand pectoral. Pour libérer la face profonde de la clavicule, il faut utiliser une rugine courbe, à manier avec précaution pour rester strictement en sous-périoste car les éléments vasculonerveux sous-claviers sont proches, uniquement protégés par le petit muscle sous-clavier. Lors de l'utilisation d'écarteurs contre-coudés ou de daviers, la même prudence est de mise !

Ostéosyntheses des fractures récentes du tiers moyen de la clavicule

D'indication exceptionnelle [28, 42, 51, 52, 66, 70, 71, 85], l'ostéosynthèse d'une fracture du tiers moyen de la clavicule est de plus difficile pour trois raisons :

- le matériel utilisé est en situation très superficielle, sous la peau, exposant à un retard de cicatrisation voire à une infection ;
- les contraintes qui s'exercent sur cet os en arc-boutant sont importantes, ce qui peut poser un problème de stabilité en raison de la taille nécessairement limitée de la plaque que nous allons utiliser ;
- la forme en S de cet os ne se prête pas facilement à l'utilisation des moyens de synthèse usuels ; sa section est elle aussi très variable, aplatie au tiers externe et triangulaire aux deux autres tiers, ce qui rend son canal médullaire étroit, irrégulier et tortueux ; il s'agit par ailleurs d'un os long très dense, difficile à pénétrer.

Trois types d'ostéosynthèse sont possibles.

Plaques vissées

C'est le moyen d'ostéosynthèse le plus utilisé pour les fractures du tiers moyen de la clavicule.

Abord du foyer

Il se fait en sous-périoste, en évitant néanmoins tous les dépériostages inutiles. Si le curetage du foyer de fracture est nécessaire pour obtenir une réduction anatomique, il faut éviter d'aggraver les lésions et ne pas dépérioster les fragments intermédiaires.

Réduction

L'idéal est d'éviter les daviers dont la pose peut être dangereuse et oblige nécessairement à dépérioster davantage. La réduction manuelle ou sur la plaque fixée sur l'un des deux fragments osseux est souvent possible.

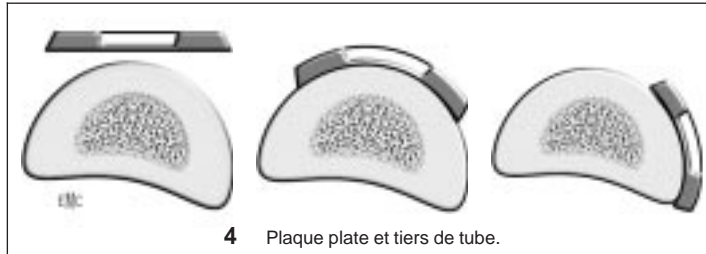
Un chevauchement important impose toutefois l'usage de daviers placés de part et d'autre de la fracture et qui sont très utiles en particulier pour corriger le raccourcissement par chevauchement des fragments.

Quelle plaque choisir ?

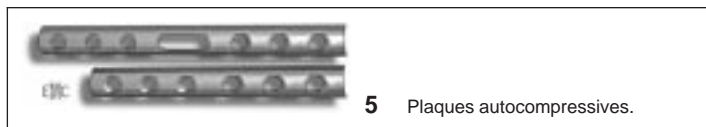
Tous les fabricants de matériels d'ostéosynthèse proposent dans leur catalogue des plaques se prêtant à l'ostéosynthèse de la clavicule. Cette plaque doit remplir plusieurs conditions : être malléable pour pouvoir



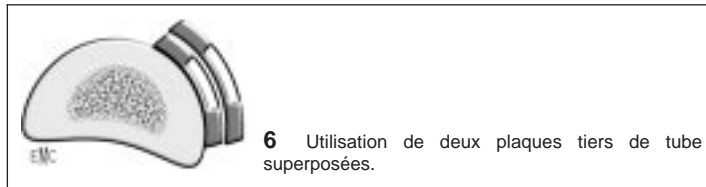
3 Plaque en position antéro-inférieure ou inférieure.



4 Plaque plate et tiers de tube.



5 Plaques autocompressives.



6 Utilisation de deux plaques tiers de tube superposées.

être pliée ou chantournée afin de s'adapter au mieux à la forme de la clavicule (fig 3) et être de section concave pour épouser l'os (fig 4). Les plaques ayant une section en tiers de tube ou en demi-tube sont particulièrement adaptées à l'anatomie de la clavicule. La plaque doit aussi permettre la mise en compression du foyer de fracture soit par l'utilisation d'un tenseur, ce qui n'est pas commode à ce niveau, soit surtout par l'utilisation d'un dispositif de mise en compression automatique comme la plaque DCP, petit fragment (fig 5) qui a notre préférence car elle est suffisamment rigide, contrairement aux plaques malléolaires tiers de tube souvent utilisées mais qu'il faut alors doubler pour rigidifier suffisamment le montage (fig 6).

Où placer la plaque ?

Il est préférable de ne pas placer la plaque directement en regard de l'incision cutanée sur la face supérieure ou le bord antérieur de la clavicule, mais de la décaler vers le bas en situation antéro-inférieure ou vers le haut en situation postérosupérieure (fig 3). Certains préfèrent la mettre sur la face inférieure car elle est mieux protégée et gêne moins, mais sa pose est alors malaisée, voire dangereuse.

Vissage

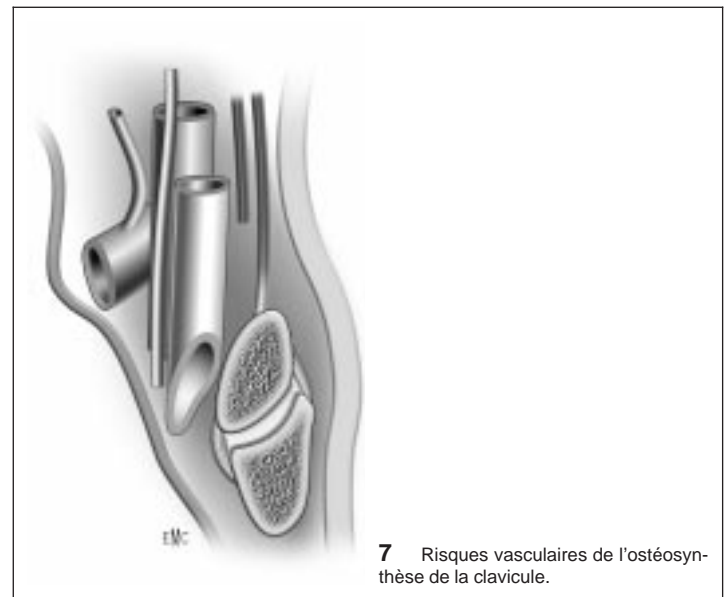
Celui-ci doit respecter les règles habituelles de l'ostéosynthèse. Il faut utiliser des vis corticales soit de 3,5 mm, soit de 4,5 mm en fonction de la plaque utilisée, vis corticales qui nécessitent un taraudage préalable. Il faut prendre garde à ne pas laisser s'échapper la mèche ou le tarot au-delà de la deuxième corticale, vu la proximité des éléments vasculonerveux sous-jacents (fig 7). Le montage idéal doit comporter la prise de six corticales de part et d'autre du foyer de fracture, c'est-à-dire trois trous de part et d'autre (fig 8).

Gestes associés

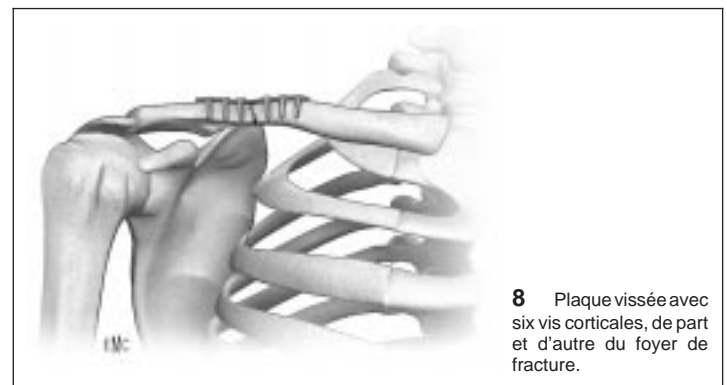
En cas de perte de substance osseuse, une greffe complémentaire immédiate est recommandée (fig 9).

Soins postopératoires

Un montage stable autorise une mobilisation rapide de l'épaule après quelques jours d'immobilisation coude au corps à titre antalgique. En revanche, toute activité physique importante est interdite jusqu'à consolidation.



7 Risques vasculaires de l'ostéosynthèse de la clavicule.



8 Plaque vissée avec six vis corticales, de part et d'autre du foyer de fracture.



9 Plaque vissée avec greffe spongieuse complémentaire.

Ostéosyntheses axiales centromédullaires

De très nombreux systèmes d'embrochage ont été décrits, témoignant de la difficulté avec un tel système de dominer les contraintes en flexion, en traction et en rotation qui s'exercent sur une clavicule lors de la mobilisation de l'épaule. On peut utiliser les broches de Kirschner ou des broches filetées comme la broche de Knowles qui exposent à moins de migration.

Trois techniques de mise en place sont possibles :

- à foyer fermé en percutané, de dehors en dedans ou de dedans en dehors ;
- à foyer ouvert de dehors en dedans ;
- à foyer ouvert par va-et-vient.

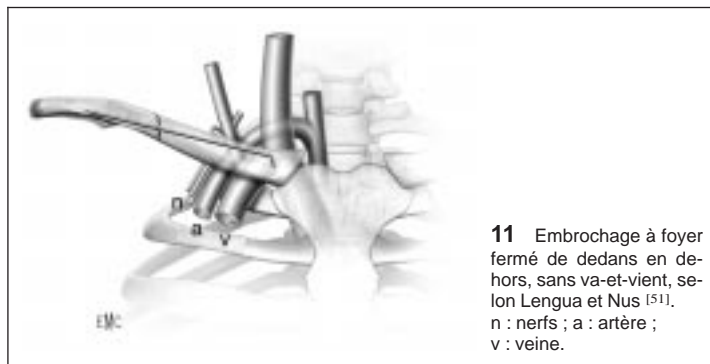
Technique d'embrochage à foyer fermé percutané

Après une réduction approximative manuelle, une ou deux broches sont introduites dans le fragment latéral et sont amenées au-delà du foyer de fracture dans le fragment proximal pour assurer une meilleure tenue à la broche. Elle doit être fichée dans le fragment médial, si possible en se plantant dans sa corticale (fig 10). L'extrémité externe de la broche doit être impérativement recourbée pour éviter toute migration et faciliter son ablation ultérieure, à consolidation.

La technique à foyer fermé de dedans en dehors, défendue par Lengua et Nuss [51] en 1987, semble plus sûre vis-à-vis des éléments vasculonerveux sous-claviers. Elle doit se faire impérativement sous contrôle radioscopique. Ils utilisent une seule broche de 1,7 à 2,5 mm de



10 Brochage percutané de la clavicule.



11 Embrochage à foyer fermé de dedans en dehors, sans va-et-vient, selon Lengua et Nus [51].
n : nerfs ; a : artère ; v : veine.

diamètre, légèrement incurvée qu'ils introduisent dans le fragment claviculaire médial à 2-3 cm du renflement interne de la clavicule (fig 11). La broche est introduite à la main à l'aide d'un porte-clou d'Ender et sa progression est suivie par un contrôle scopique pour éviter toute fausse route. L'intervention se termine en recourbant à angle droit la broche à son point d'introduction interne.

Technique d'embrochage à foyer ouvert de dehors en dedans ou en va-et-vient

Dans ce cas, le foyer de fracture a été abordé et la réduction a été faite. Il est alors possible d'introduire à l'extrémité externe de la clavicule ou en transacromial une broche montée sur moteur dont la progression est suivie à travers le foyer de fracture. La broche est ensuite fichée dans le fragment interne et l'extrémité externe au point d'introduction recourbée pour éviter toute migration.

Pour éviter toute fausse route, d'autres auteurs comme Béguin [5] préfèrent utiliser la technique du va-et-vient en cathétérisant le canal médullaire du fragment distal de dedans en dehors (fig 12) de façon à faire ressortir la broche en arrière de l'acromion puis, au travers d'une courte contre-incision cutanée, la broche qui doit si possible être filetée peut alors être réintroduite de dehors en dedans, passer le foyer et être plantée dans le fragment proximal avec son pas de vis.

Ostéosynthèses par fixateur externe

C'est un montage qu'il faut connaître (fig 13) car il peut être très utile dans certains contextes, comme une fracture ouverte ou en cas de lésion vasculonerveuse associée car il est de réalisation rapide. Un fixateur de petite taille dont il existe de nombreux modèles sur le marché est utilisé. Trois fiches filetées sont suffisantes de part et d'autre du foyer de fracture. Leur mise en place doit être prudente pour éviter de déraiper sur la corticale dense de l'os et il faut absolument éviter de faire dépasser les pointes des fiches à la face postérieure de la clavicule.

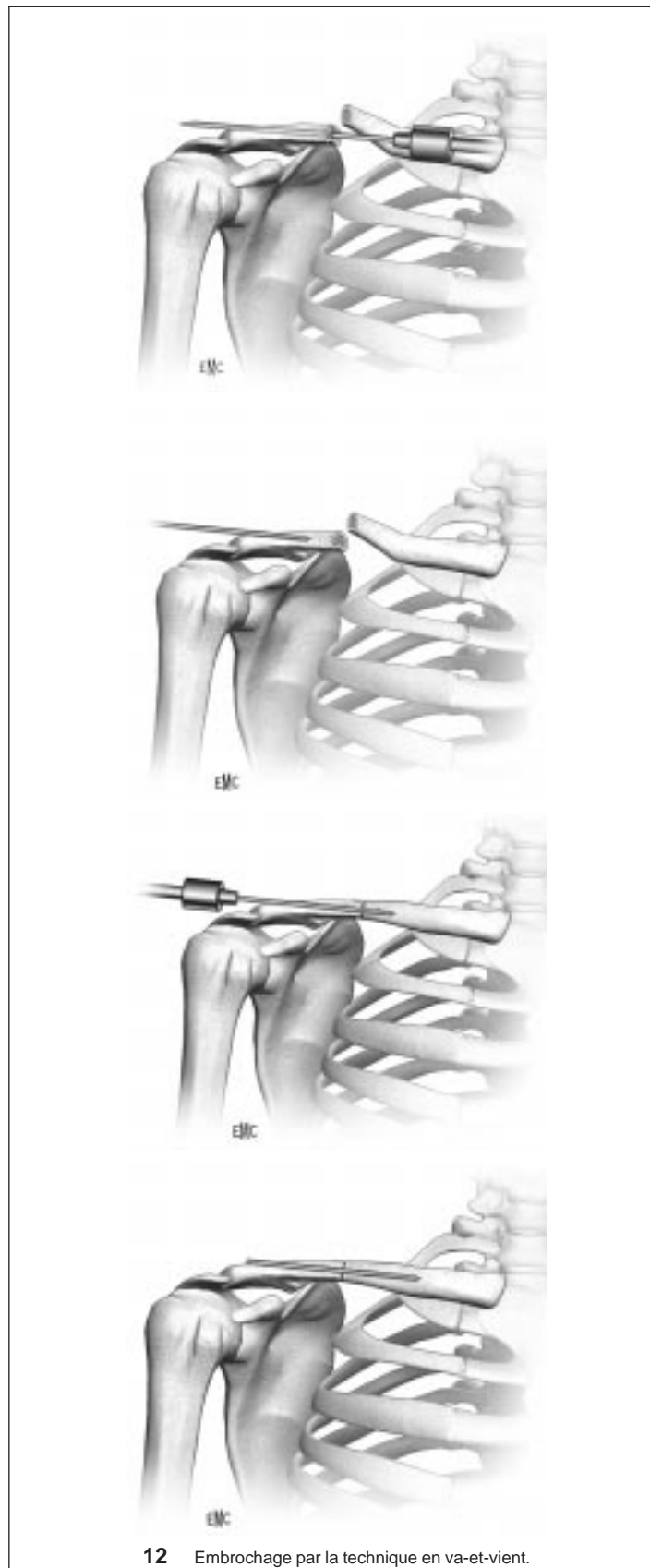
Fractures du tiers externe de la clavicule

La classification de Neer (fig 14), internationalement reconnue [3, 38, 40, 47, 75], les sépare en trois groupes [75] :

- le type I où le trait de fracture est très distal, en dehors de la zone d'insertion des ligaments coracoclaviculaires, en général peu déplacé ;
- le type II où le trait de fracture siège soit en dedans des ligaments coracoclaviculaires, soit à leur niveau ; il s'agit d'une fracture beaucoup plus instable car le fragment médial est déstabilisé et ascensionné ;
- le type III où le trait de fracture est très distal, articulaire.

Brochage simple

Deux ou trois broches sont introduites de dehors en dedans (fig 15), en percutané, le point d'introduction pouvant être dans le fragment latéral ou pouvant se faire à l'acromion, les broches venant alors ponter

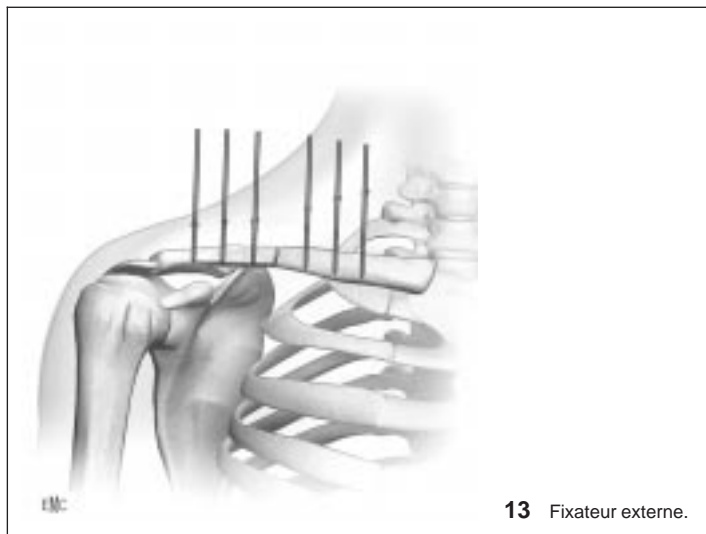


12 Embrochage par la technique en va-et-vient.

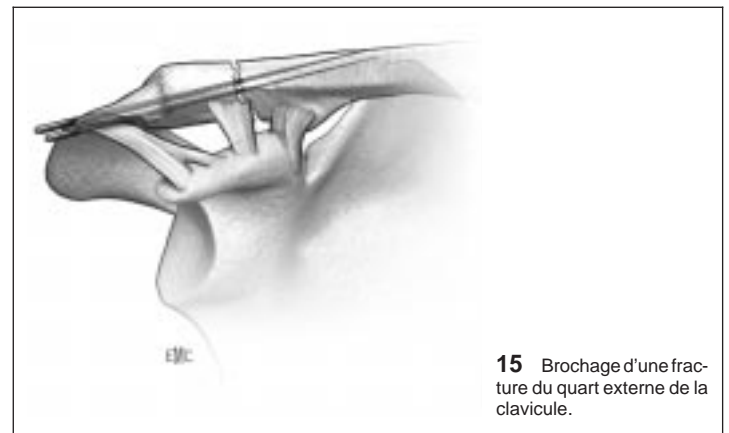
l'articulation acromioclaviculaire. Ce montage simple et pouvant se faire à foyer fermé n'offre pas une stabilité excellente.

Brochage-haubanage

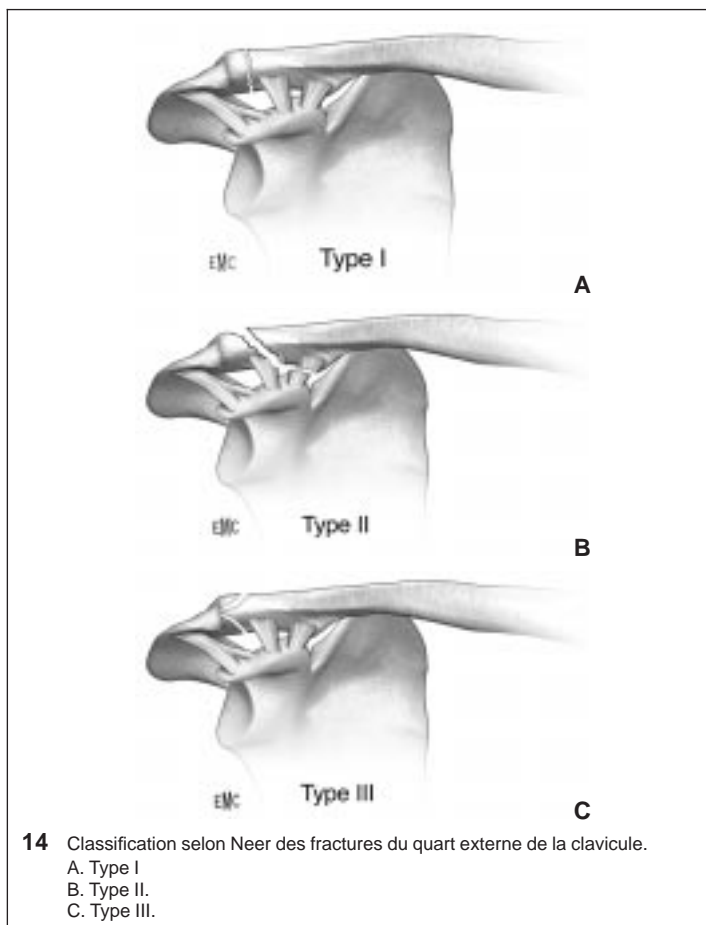
Il est en général préféré, mais nécessite l'abord du foyer de fracture. Après incision horizontale et réduction du foyer de fracture, deux broches sont introduites sur 45 à 50 mm, l'une en situation antérieure, l'autre en situation postérieure. Les deux extrémités externes sont



13 Fixateur externe.



15 Brochage d'une fracture du quart externe de la clavicle.



14 Classification selon Neer des fractures du quart externe de la clavicle.
 A. Type I
 B. Type II.
 C. Type III.

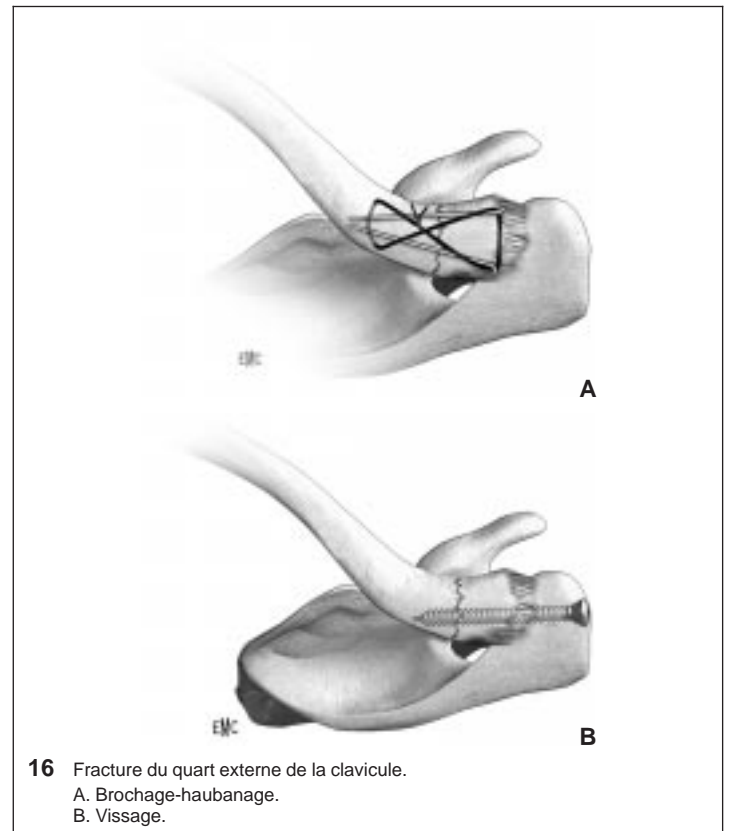
recourbées (fig 16A). Un tunnel osseux antéropostérieur est réalisé à la mèche de 3,2 mm dans le fragment proximal et dans ce tunnel est introduit un fil métallique qui passe en 8 au-dessus du foyer de fracture et est amarré sur les deux broches recourbées.

Vissage

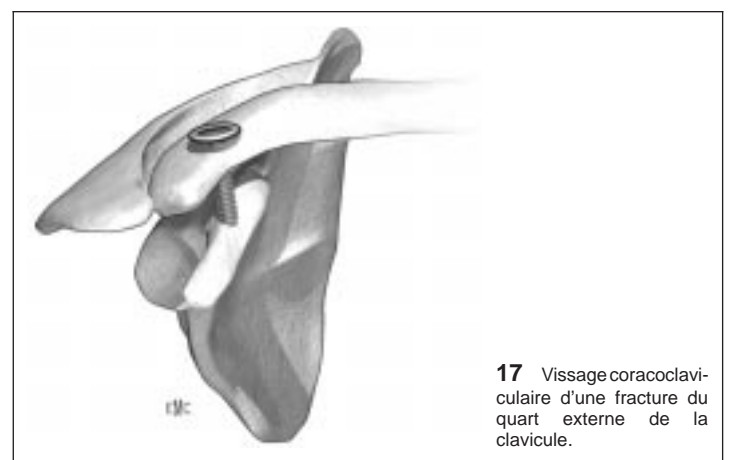
Il s'agit d'un vissage de dehors en dedans qui impose en général de ponter l'articulation acromioclaviculaire, ce qui est très agressif pour cette articulation. Il peut être associé à un haubanage (fig 16B).

Vissage coracoclaviculaire

Il s'agit d'une technique défendue par Balmer et Gerber [3] (fig 17) et qui agit indirectement sur la fracture en permettant une stabilisation du fragment proximal instable qui est réduit par un vissage de haut en bas de celui-ci à la coracoïde. Un trou de 3,5 mm est foré à travers la

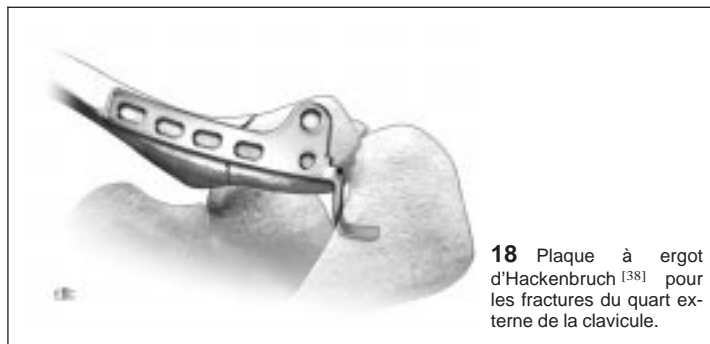


16 Fracture du quart externe de la clavicle.
 A. Brochage-haubanage.
 B. Vissage.

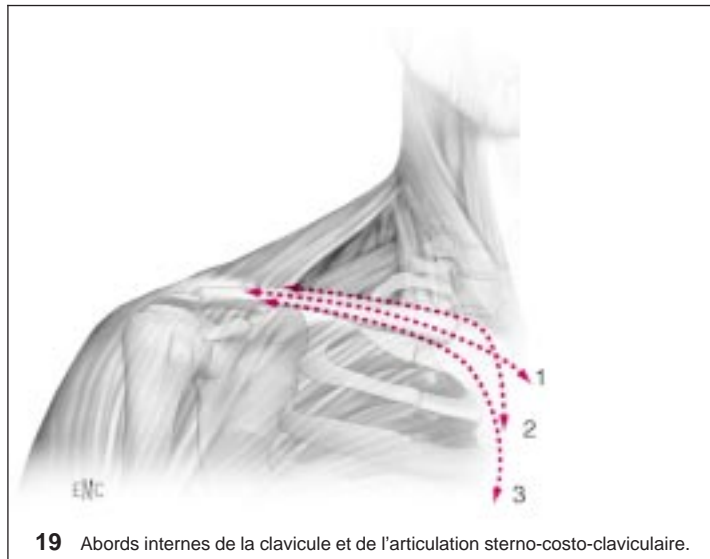


17 Vissage coracoclaviculaire d'une fracture du quart externe de la clavicle.

clavicule en direction de la coracoïde, puis une vis AO malléolaire de 40 à 45 mm de long est placée à travers ce trou et va permettre de réduire le fragment proximal en l'abaissant vers la coracoïde. La vis doit être impérativement ôtée 6 à 9 semaines plus tard.



18 Plaque à ergot d'Hackenbruch [38] pour les fractures du quart externe de la clavicle.



19 Abords internes de la clavicle et de l'articulation sterno-costoclaviculaire.

Plaques vissées

Une plaque vissée habituelle n'est en général pas utilisable faute de place, à moins de ponter l'articulation acromioclaviculaire, ce qui ne semble pas souhaitable. Hackenbruch [2] a mis au point une plaque à ergot (fig 18) prenant appui sous l'acromion, en arrière de l'articulation acromioclaviculaire qui est ainsi préservée.

Résection de l'extrémité externe de la clavicle

Cette technique est en général utilisée pour les arthropathies acromioclaviculaires et certaines instabilités. Elle peut être utile dans les fractures comminutives de type III de Neer. Par une courte incision horizontale centrée sur l'articulation acromioclaviculaire, 1 cm de clavicle est réséqué à la scie oscillante. Une stabilisation de la clavicle restante n'est en général pas nécessaire, la résection portant sur le segment de clavicle situé en-dehors des ligaments coracoclaviculaires.

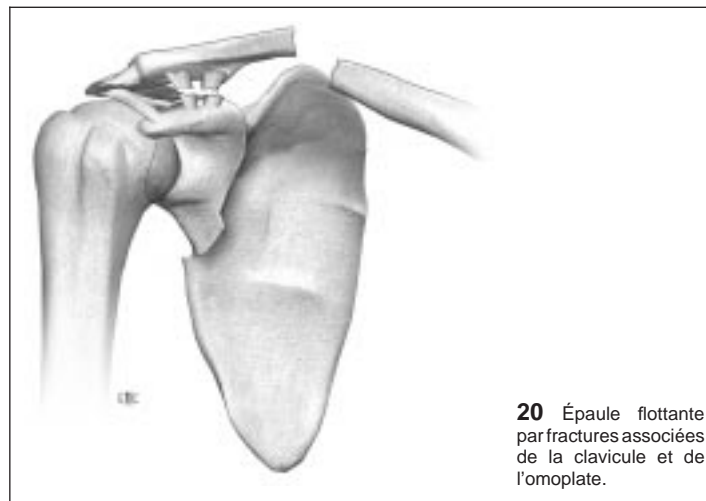
Ostéosynthèses des fractures de l'extrémité interne de la clavicle

À ce niveau, le traitement chirurgical est absolument exceptionnel (fig 19), tout au moins pour traiter une fracture déjà fort rare. Un important déplacement postérieur avec compression vasculonerveuse est la seule indication. Les techniques proposées sont comparables à celles qui sont utilisées dans les luxations sterno-costoclaviculaires. On peut mettre en place deux broches temporaires, mais leur mise en place est dangereuse. On peut aussi proposer une résection de l'extrémité interne de la clavicle associée à une fixation de celle-ci à la première côte par cerclage.

Indications d'une ostéosynthèse de la clavicle

Pour les *fractures du tiers moyen*, le traitement orthopédique reste le traitement de routine. Les indications chirurgicales communément admises sont :

- les fractures très déplacées avec raccourcissement et chevauchement ;



20 Épaule flottante par fractures associées de la clavicle et de l'omoplate.

- les fractures avec forte angulation menaçant la peau, non réductible [54, 71] ;
- les fractures de la clavicle associées à une fracture du col de l'omoplate (fig 20) lors d'une impaction du moignon de l'épaule [41, 52], afin de redonner une longueur normale à celui-ci ;
- les fractures associées à une complication vasculonerveuse [4, 13, 54, 55, 58, 68, 72, 76, 80] ;
- les fractures associées à un pneumothorax [24, 57] ;
- les fractures associées à une luxation sternoclaviculaire.

Le moyen d'ostéosynthèse peut être affaire d'habitude, mais nous avons vu les difficultés d'obtenir une bonne stabilisation par une fixation centromédullaire et les risques de migration des broches utilisées. Pour notre part, nous préférons donc utiliser une plaque qui neutralise parfaitement les sollicitations et, à condition que le montage soit stable, permet d'obtenir une consolidation en 2 à 3 mois.

En ce qui concerne les *fractures du quart externe de la clavicle*, les formes non déplacées relèvent du traitement orthopédique, en sachant que les fractures de type III, articulaires, peuvent aboutir à une arthrose acromioclaviculaire. Le traitement chirurgical est recommandé dans les types II de Neer. Nous préconisons pour notre part soit un brochage-haubanage, soit une fixation indirecte par vissage temporaire coracoclaviculaire.

Chirurgie des complications des fractures de la clavicle [83]

Pseudarthrose

C'est la complication la plus fréquemment rencontrée [18, 19, 26, 29, 41, 67, 81] bien que sa fréquence soit rare : de 1 à 5 % suivant les séries. Le traitement chirurgical s'impose et comporte un abord habituel de la clavicle, une excision du foyer de pseudarthrose et un avivement des deux surfaces fracturaires avant la mise en place d'une plaque en compression. L'adjonction de greffes corticospongieuses n'est pas indispensable dans les formes hypertrophiques, mais toujours nécessaire dans les formes atrophiques.

Complications vasculonerveuses [4, 13, 16, 24, 55]

Les plaies vasculaires associées à une fracture de la clavicle sont une indication formelle à un traitement chirurgical d'emblée. L'utilisation d'un fixateur externe peut être, dans ces cas, fort utile.

Cals hypertrophiques [18, 48, 49, 54]

Il peut être indiqué de réaliser une réduction d'un cal osseux hypertrophique soit pour des raisons esthétiques, soit en raison de compression vasculonerveuse. Par une courte incision horizontale sous le cal hypertrophique et non en regard, on pratique cette réduction sans difficulté particulière à l'aide d'une scie oscillante plutôt qu'un ciseau frappé.

Ostéites

Toujours postchirurgicales, elles nécessitent en général deux temps opératoires :

- le premier pour nettoyer et cureter le foyer infectieux après assèchement ;
- le second pour le rétablissement d'une continuité osseuse à l'aide d'une greffe corticospongieuse ; il faut se souvenir dans ces cas-là de l'intérêt d'un fixateur externe.

Arthrose acromioclaviculaire

Elle peut être la séquelle d'une fracture de type III de Neer de l'extrémité externe de la clavicule. C'est une excellente indication d'une résection du centimètre externe de la clavicule, soit à foyer ouvert par une courte incision centrée sur l'acromioclaviculaire, soit sous arthroscopie. Dans ce dernier cas, en position demi-assise, l'arthroscope est mis en place par une petite voie à la face postérieure de cette articulation et la fraise arthroscopique est introduite par une petite voie antérieure. Il s'agit d'une technique difficile car la vision est médiocre, tout au moins au début de la résection qui se fait très souvent, en pratique, en percutané et initialement à l'aveugle.

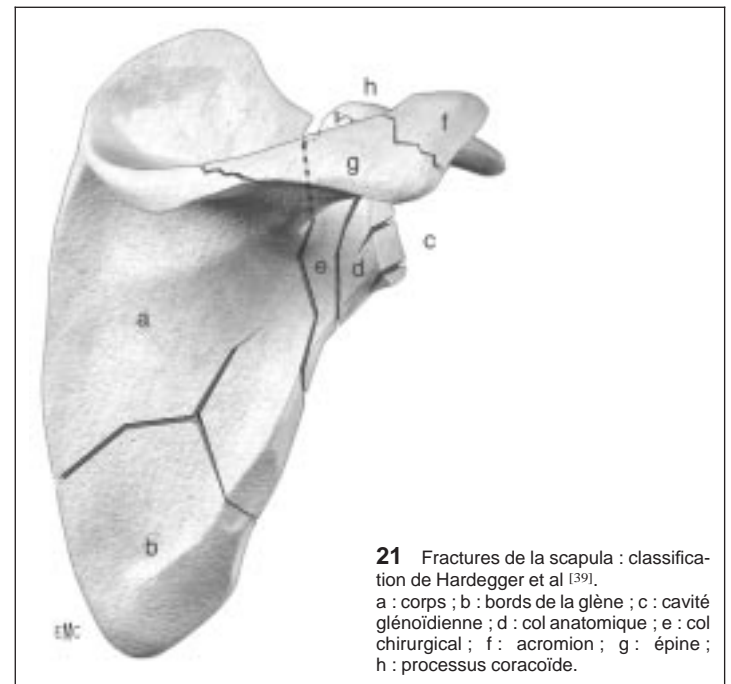
Fractures de la scapula

Introduction

Les fractures de la scapula représentent 1 % de la totalité des fractures et 5 % des fractures de la ceinture scapulaire [43]. Contemporaines de traumatismes violents, les lésions associées sont fréquentes (de 35 à 98 %) [1, 22, 32, 84] et d'une morbidité importante (9,7 % de décès) [2]. Ce type de lésion est observé principalement dans le cadre de la traumatologie routière. Les difficultés spécifiques de prise en charge des polytraumatisés expliquent le plus souvent la méconnaissance initiale du diagnostic. Dans la série rapportée par Ideberg et al [43, 44], deux tiers des patients étaient des hommes. Les fractures ouvertes sont rares et s'observent pour des lésions par arme à feu.

Classifications

Différentes classifications des fractures de la scapula sont utilisées dans la littérature. Elles reposent sur des critères différents et complémentaires : anatomiques descriptifs, fonctionnels et chirurgicaux.



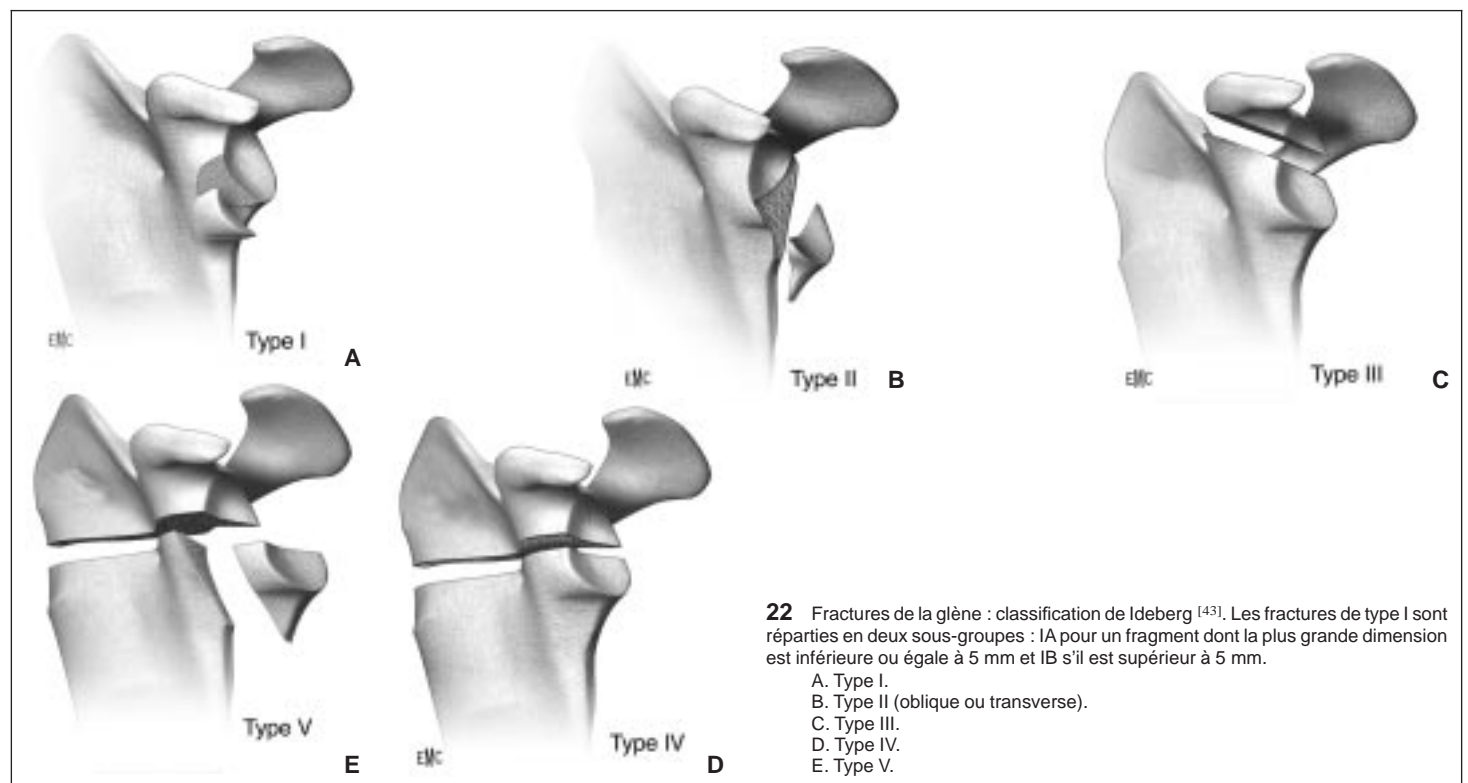
21 Fractures de la scapula : classification de Hardegger et al [39].
a : corps ; b : bords de la glène ; c : cavité glénoïdienne ; d : col anatomique ; e : col chirurgical ; f : acromion ; g : épine ; h : processus coracoïde.

La classification utilisée par Hardegger et al [39] est *topographique et globale* (fig 21) permettant de décrire simplement les différents types de fractures de la scapula.

Gagey [33, 34] distingue les *fractures extra-articulaires (corps) et articulaires*. Ces dernières intéressent la glène, le processus coracoïde, l'aubent acromial ou le col chirurgical par désorganisation de la voûte coracoacromiale. Les fractures sont dites instables s'il existe un déplacement inférieur de l'angle externe de la scapula sous l'effet conjugué de la pesanteur et des structures capsuloligamentaires glénohumérales.

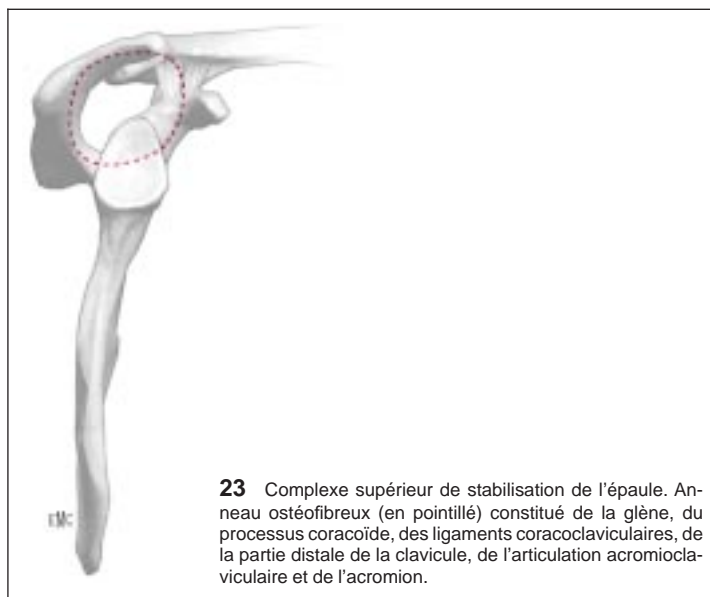
Une classification spécifique des *fractures de la glène* a été élaborée par Ideberg [43] à partir de la revue de 338 fractures de la cavité glénoïde. Elle individualise cinq types de fractures glénoïdiennes (fig 22).

La *classification anatomofonctionnelle* élaborée par Goss [36, 37] est intéressante car elle identifie un complexe supérieur de stabilisation de l'épaule dont l'atteinte détermine le degré d'instabilité (fig 23).



22 Fractures de la glène : classification de Ideberg [43]. Les fractures de type I sont réparties en deux sous-groupes : IA pour un fragment dont la plus grande dimension est inférieure ou égale à 5 mm et IB s'il est supérieur à 5 mm.

- A. Type I.
- B. Type II (oblique ou transverse).
- C. Type III.
- D. Type IV.
- E. Type V.



23 Complexe supérieur de stabilisation de l'épaule. Anneau ostéofibreux (en pointillé) constitué de la glène, du processus coracoïde, des ligaments coracoclaviculaires, de la partie distale de la clavicule, de l'articulation acromioclaviculaire et de l'acromion.

Pour les *fractures du processus coracoïde*, Eyres [30] en décrit cinq types :

- type I : fracture de la pointe du processus coracoïde ;
- type II : fracture du coude du processus coracoïde ;
- type III : fracture de la base du processus coracoïde ;
- types IV et V : fracture emportant une partie du col de la scapula ou de la cavité glénoïde.

Anesthésie

Elle est générale avec intubation et ventilation assistée, compte tenu de la fréquence des lésions associées, de l'inconfort du décubitus latéral ou ventral. Une curarisation suffisante doit être obtenue, en particulier chez des patients très musclés, permettant d'observer un bon relâchement musculaire. Une hypotension contrôlée permet d'obtenir une exposition du champ opératoire la moins hémorragique possible. D'autre part, une antibiothérapie prophylactique diminue les risques infectieux inhérents à cette topographie (appui, proximité de l'aisselle).

Toutefois, dans la perspective d'un abord antérieur isolé en décubitus dorsal, une anesthésie locorégionale (bloc interscalénique) peut être envisagée si la coopération du patient est acquise et s'il n'existe pas de lésion associée.

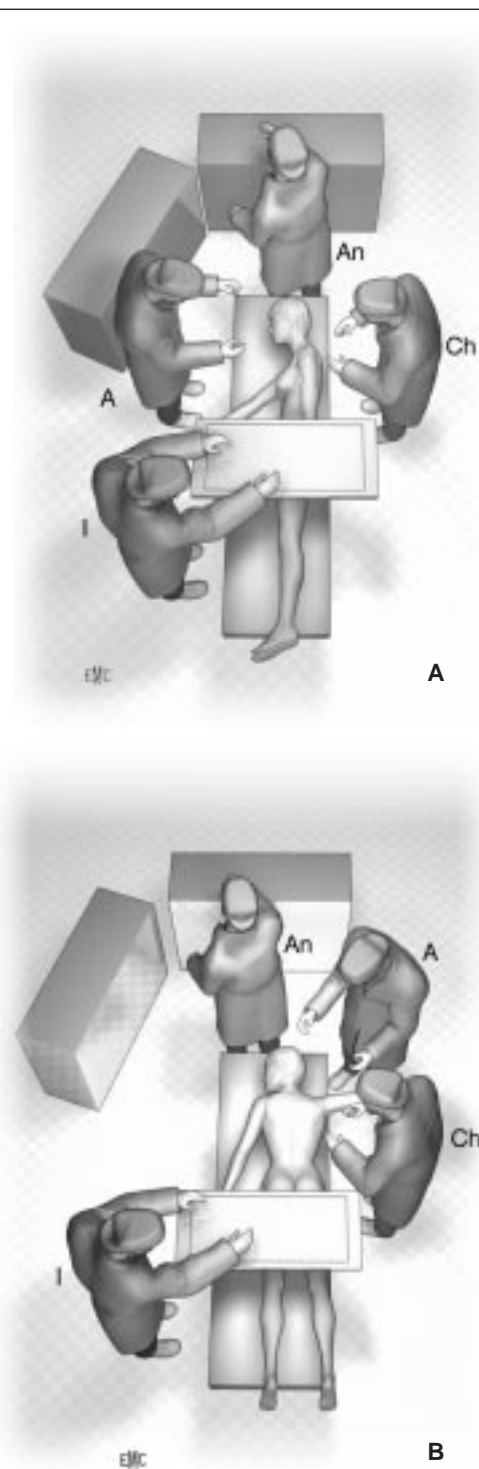
Voies d'abord

Quelles qu'en soient les variantes, l'abord postérieur est celui qui permet d'obtenir la meilleure exposition du champ opératoire nécessaire à l'ostéosynthèse des fractures du corps, du pilier, du col ou de la cavité glénoïde [63]. Un abord antérieur transverse ou vertical est utilisé pour réaliser l'ostéosynthèse d'une fracture de l'acromion, du processus coracoïde, de la cavité glénoïde pour sa partie antérieure ou la stabilisation d'une luxation acromioclaviculaire si nécessaire. Le choix de l'abord conditionne bien évidemment l'installation de l'opéré. Un abord double, postérieur et antérieur concomitant, s'avère rarement nécessaire dans notre expérience.

Abords postérieurs

Installation (fig 24)

L'installation du *patient en décubitus latéral* permet de combiner si nécessaire un abord antérieur ou transverse, deux équipes pouvant réaliser simultanément un abord postérieur et une ostéosynthèse claviculaire par un abord transverse [52] par exemple. Quatre appuis maintiennent aisément cette position permettant une inclinaison latérale de la table au cours de l'intervention : pubien, sacré, thoraciques antérieur et postérieur laissant libre le bord médial de la scapula. Une cale est mise en place dans le creux axillaire et un appui-bras maintient le membre supérieur controlatéral. Les champs sont mis en place de



24 Abord postérieur. A : assistant ; An : anesthésiste ; Ch : chirurgien ; I : instrumentiste.

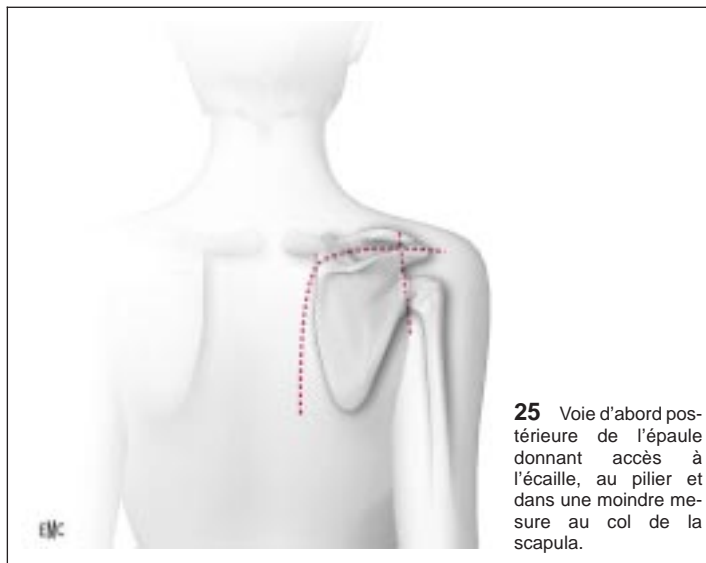
- A. Installation en décubitus latéral.
- B. Installation en décubitus dorsal.

façon à pouvoir manipuler le bras librement au cours de l'intervention [25]. Cette installation a notre préférence pour la facilité de sa mise en œuvre et la liberté de mobilisation du membre supérieur homolatéral.

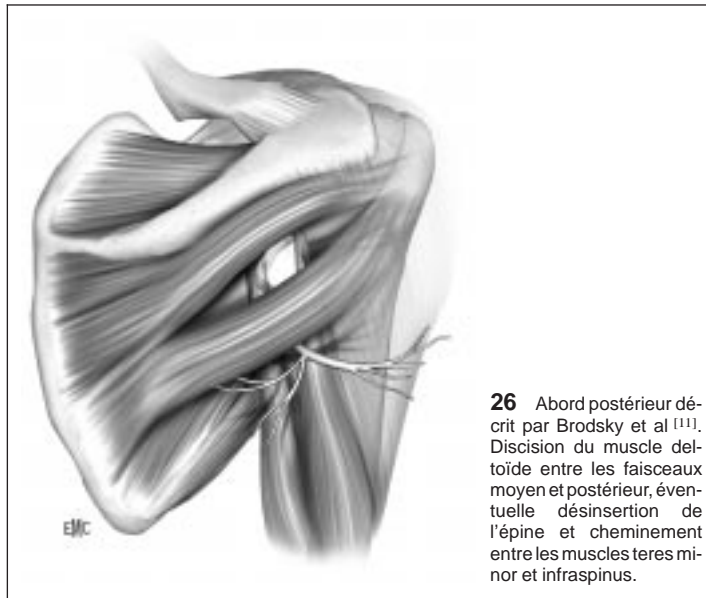
Lors d'*installation en décubitus ventral*, en prenant soin de protéger les différentes zones d'appui, l'utilisation d'une tête permet de dégager l'épaule de la table.

Abord postérieur de Judet (fig 25)

Cette voie nécessite une désinsertion de la fosse sous-épineuse de dedans en dehors à partir du bord spinal de la scapula. L'incision



25 Voie d'abord postérieure de l'épaule donnant accès à l'écaille, au piliers et dans une moindre mesure au col de la scapula.



26 Abord postérieur décrit par Brodsky et al^[11]. Dissection du muscle deltoïde entre les faisceaux moyen et postérieur, éventuelle désinsertion de l'épine et cheminement entre les muscles teres minor et infraspinatus.

pratiquée représente un L inversé dont la branche horizontale suit le bord de l'épine et dont la branche verticale descend au bord spinal de la scapula jusqu'à l'angle inférieur de cette dernière. Le muscle deltoïde est désinséré de l'épine dans sa partie médiale et le muscle infraspinatus est ruginé à la face postérieure de la fosse sous-épineuse. Le lambeau musculaire et fasciocutané ainsi obtenu est récliné en dehors emportant le pédicule sus-scapulaire. Cette voie donne accès à l'écaille, au piliers après désinsertion des muscles teres minor et major et au col de la scapula.

Abord postérieur de Brodsky^[11] (fig 25, 26)

Cet abord vertical débute 1 cm en dedans du rebord postéroexterne de l'acromion et se prolonge sur une dizaine de centimètres vers le pli postérieur de l'aisselle. Les fibres deltoïdiennes sont disséquées et réclinées, le contingent postéromédial peut être récliné ou désinséré sur la moitié médiale de l'épine de l'omoplate. En passant entre les muscles infraspinatus et teres minor, l'exposition du piliers est obtenue par désinsertion des muscles teres minor et major. Si l'exposition obtenue est insuffisante après clivage des muscles infra-spinatus et teres minor, une ténotomie peut être pratiquée 1 cm en dedans de leur insertion sur le tubercule majeur, en prenant garde de respecter la moitié inférieure du teres minor afin de ne pas léser le pédicule circonflexe.

Cette voie d'abord permet d'obtenir une large exposition, donnant accès à la glène, au piliers et à la fosse sous-épineuse. Elle a notre préférence lorsqu'une ostéosynthèse intéressant le piliers et l'angle supéroexterne de la scapula est envisagée.



27 Variante de l'abord postérieur décrit par Codman^[17] permettant d'exposer plus aisément la partie supérieure de la scapula.

Variantes

L'abord postérieur de Dupont et Evrard^[25] passe en arrière du muscle latissimus dorsi et entre les muscles teres minor et major. Il permet la synthèse du piliers de la scapula.

L'abord de Codman^[17], arciforme, à concavité inféromédiale, débute à la partie moyenne de l'épine, 1 cm au-dessous d'elle, et se prolonge latéralement vers le bord postérieur de l'acromion. Le cheminement jusqu'à la capsule postérieure est le même que celui décrit pour la voie de Brodsky^[11]. Cette voie permet d'obtenir une bonne exposition du bord postérieur de la cavité glénoïdale et sur la partie supérieure du piliers de la scapula (fig 27).

Dangers des abords postérieurs^[59]

Ils concernent les pédicules vasculonerveux circonflexe et sus-scapulaire. L'artère et le nerf axillaires (circonflexes) traversent l'espace quadrilatère humérotroicipital limité en bas par le tendon du teres major et du pectoralis major, en haut par le tendon du teres minor, en dedans par la longue portion du triceps et en dehors par la métaphyse humérale. Le nerf circonflexe donne alors une branche vers le teres minor et deux branches (une antérieure et une postérieure) à la face profonde du deltoïde, 5 à 7 cm au-dessous du bord postérolatéral de l'acromion. L'artère et le nerf sus-scapulaires pénètrent à la face postérieure de l'épaule par l'échancrure coracoïdienne, traversent la fosse sous-épineuse à la face profonde du muscle supraspinatus, puis contournent l'échancrure spinale.

Abords antérieurs

Installation (fig 28)

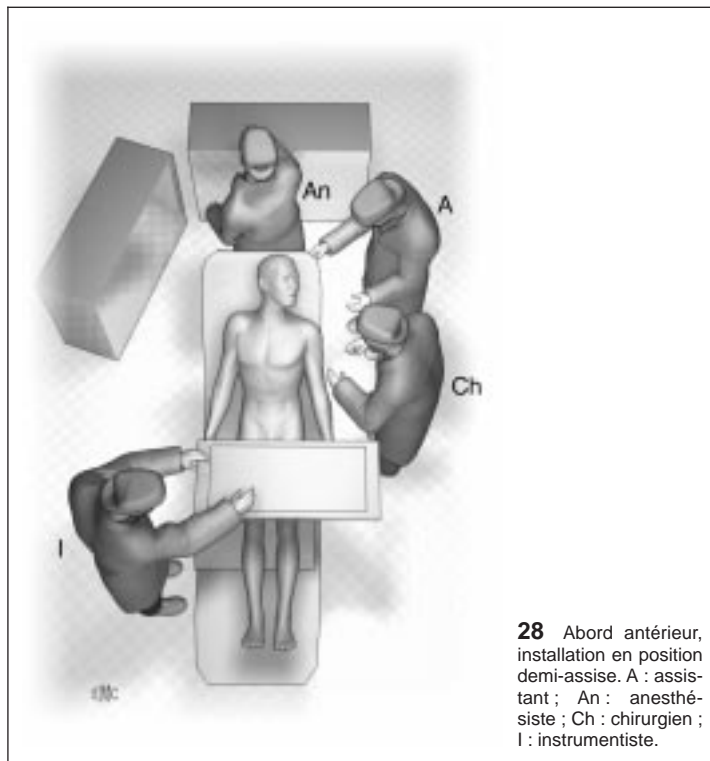
En position demi-assise maintenue par deux contre-appuis (céphalique, thoracique homolatéraux), une sangle large mise en place au niveau du bassin empêche l'opéré de glisser vers le bas de la table. Un appui-bras est positionné le long du corps de façon à économiser un aide et à détendre le plan antérieur de l'épaule par une flexion modérée. Le bras doit rester mobilisable pendant l'intervention. L'épaule est dégagée latéralement du bord de la table afin d'assurer une exposition confortable au chirurgien. Un billot est placé sous l'omoplate afin d'horizontaliser et de maintenir le corps de la scapula pendant l'intervention. La tête du patient est maintenue en rotation controlatérale et inclinaison latérale.

Abord deltopectoral (fig 29)

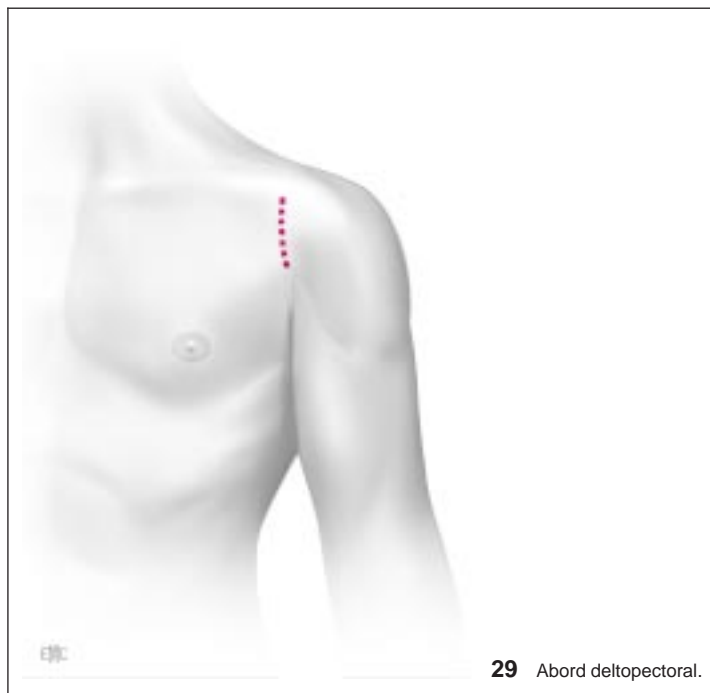
La voie d'abord antérieure deltopectorale classique donne accès au processus coracoïde et à la glène dans sa partie antérieure. L'exposition peut être étendue en antérosupérieur. Pour Butters^[14], le quart distal ou la portion antérieure de la clavicule peut être réséqué afin de réaliser une synthèse oblique en bas et en arrière de la glène si nécessaire (fracture de types II et III selon Ideberg).

Dangers de l'abord antérieur^[59]

Ils concernent les pédicules circonflexe et musculocutané. Le pédicule circonflexe antérieur longe le bord inférieur du muscle subscapularis et



28 Abord antérieur, installation en position demi-assise. A : assistant ; An : anesthésiste ; Ch : chirurgien ; I : instrumentiste.



29 Abord deltopectoral.

se dirige vers la métaphyse humérale. Le nerf circonflexe croise le bord inférieur du subscapularis, 3 à 5 mm en dedans de sa jonction tendinomusculaire pour se diriger en arrière vers l'espace huméroticipital au contact du récessus glénohuméral inférieur. Le nerf musculocutané descend à la face antérieure du corps charnu du subscapularis et pénètre, à sa face profonde, le coracobrachial. Le niveau de pénétration se situe en moyenne à 56 mm (31 à 82 mm) sous la pointe du processus coracoïde ^[32].

Abords spécifiques

Les lésions de l'acromion et de la clavicule sont abordées par des voies spécifiques décrites dans les chapitres précédents et selon les associations lésionnelles.

Principes thérapeutiques

Méthode fonctionnelle

Abstention de toute manœuvre de réduction et mobilisation afin d'obtenir un remodelage articulaire. La mobilisation est entreprise après une courte période d'immobilisation antalgique, selon l'importance des lésions associées. Cette modalité thérapeutique peut être envisagée lorsqu'il existe des lésions thoraciques graves contre-indiquant l'utilisation d'un Desault.

Traitement orthopédique conservateur

Immobilisation dans un dispositif maintenant le coude au corps (attelle à velcros, Desault, Dujarrier) permettant d'obtenir l'indolence. La mobilisation est débutée dès la quatrième semaine après avoir contrôlé régulièrement l'absence de déplacement secondaire. Le type de fracture et les possibilités du patient modulent ce délai. Le traitement orthopédique est indiqué dans 80 % des fractures de la scapula.

Traitement chirurgical

L'ostéosynthèse est confiée à des plaques suffisamment malléables (plaque tiers de tube, plaque à reconstruction petit et gros fragments, plaque minifragment) pour être moulées sur les reliefs osseux de la scapula après réduction du foyer de fracture. Un vissage compressif, direct ou en rappel, peut être associé à l'aide d'une visserie spongieuse ou corticale. Le col, le processus coracoïde, le pilier et l'épine de la scapula permettent généralement d'obtenir une bonne tenue de l'ostéosynthèse.

Traitement des différents types de fracture de la scapula

Fracture du corps de la scapula (fig 21)

On rencontre :

- des fractures parcellaires survenant au cours de traumatismes responsables d'une avulsion des insertions tendineuses avec un fragment osseux de taille variable (tubercule infraglénoïdien et longue portion du triceps, bord latéral et petit rond, angle inférieur et grand rond ou dentelé antérieur, etc) pour lesquelles un traitement orthopédique est indiqué ;
- des fractures transversales ;
- des fractures transspinales.

L'association d'une fracture du corps de la scapula à une lésion de la clavicule ou de l'articulation acromioclaviculaire est responsable d'une libération de l'angle externe de la scapula à distance du col chirurgical ^[33] sans chute du moignon, les muscles scapulaires assurant le maintien de l'ensemble. Un traitement orthopédique est la règle dans ce type de fracture.

Les rares complications du traitement orthopédique sont les suivantes :

- cal osseux exubérant nécessitant une rééducation fonctionnelle importante, voire une régularisation chirurgicale du cal afin d'éliminer tout accrochage avec le gril costal ;
- désaxation de l'angle externe par consolidation d'une fracture transspinale en position vicieuse et raccourcissement important du moignon de l'épaule s'il existe une fracture de la clavicule associée ;
- compression du nerf sus-scapulaire, nécessitant une exploration chirurgicale.

Fracture du col de la scapula (fig 21)

Il est nécessaire de distinguer les fractures du col chirurgical des fractures du col anatomique de la scapula de fréquence différente.

Les fractures du col chirurgical sont les plus fréquentes. Elles emportent le processus coracoïdien. Le trait principal sagittal descend de l'échancrure coracoïdienne pour se diriger vers le tubercule infraglénoïdien. À ce trait principal peut s'ajouter un refend horizontal situé sous l'épine, traversant la fosse sous-épineuse et réalisant une fracture dite en Y. La perte des rapports anatomiques glénohuméraux peut faire porter une indication chirurgicale qui est pratiquée par un abord postérieur avec mise en place d'une plaque vissée (tiers de tube,



30 Fracture en Y, intéressant le pilier latéral et le col anatomique de la scapula, à grand déplacement, responsable d'une perte des rapports anatomiques glénohuméraux. Abord postérieur de Brodsky.

- A. Cliché initial de face.
- B. Cliché en reconstruction 3D.
- C. Cliché de face après l'ostéosynthèse par plaque de reconstruction.
- D. Scanner tridimensionnel de contrôle à 6 mois.

plaque à reconstruction, plaque minifragment) s'appuyant sur le pilier latéral de la scapula (fig 30). Pour Ada ^[1], une angulation supérieure à 40° et un déplacement médial supérieur à 10 mm du bloc glénoïdien est une indication de réduction sanglante et ostéosynthèse par plaque. Hormis la présence d'un déplacement important compromettant la cinématique articulaire ultérieure de l'épaule, un traitement orthopédique ^[39] est indiqué. Dans cette perspective, De Palma ^[21] a proposé de réaliser une réduction par manœuvres externes à l'aide d'une traction transolécraniennne. L'association à une fracture de la clavicule, à une luxation acromioclaviculaire ou bien encore à une fracture de l'acromion constituerait une seconde interruption du complexe suspenseur supérieur de l'épaule décrit par Goss ^[37]. L'instabilité de cette association lésionnelle impose de réaliser une ostéosynthèse.

Les fractures du col anatomique sont rares. De même que pour les fractures du col chirurgical, elles peuvent bénéficier d'une fixation par plaque et vissage transspinal oblique en bas et en dehors dans l'os spongieux dense de la glène ^[39] si le déplacement le nécessite.

Fracture du processus coracoïde (fig 21)

Les fractures du processus coracoïde représentent de 3 à 7 % des fractures de la scapula. Pour Ferry ^[31] et Gagey ^[33] ce type de fracture serait « articulaire » par désorganisation de la voûte acromi-coracoïdienne. Une fracture du processus coracoïde peut être associée à une luxation acromioclaviculaire ^[60], les structures ligamentaires coracoclaviculaires restant intactes. Dans ces conditions, la fracture du processus coracoïde peut passer inaperçue, escamotée par la luxation au premier plan ; aussi un cliché de type profil axillaire doit-il être pratiqué devant toute douleur persistant après traitement bien conduit d'une luxation acromioclaviculaire.

Les fractures-avulsions de la pointe du processus coracoïde sont indépendantes des structures ligamentaires coracoclaviculaires ; de ce

fait, ces dernières sont volontiers instables. Ainsi, la fixation pourrait être discutée d'emblée, alors que pour d'autres l'évolution vers une pseudarthrose fibreuse indolore ne nécessiterait pas d'ostéosynthèse ^[56]. La résection du fragment peut être envisagée, à condition de réinsérer le tendon conjoint ^[6].

Le décollement épiphysaire, possible jusqu'à l'âge de 16 ans, se situe à la base du processus coracoïde et est généralement peu déplacé, accessible à un traitement orthopédique.

Dans le cas où la fracture du processus coracoïde est associée à une luxation acromioclaviculaire stade I/II de Patte, la majorité des auteurs rapportent de bons résultats par traitement orthopédique ^[8]. Pour une luxation acromioclaviculaire stade III/IV, les attitudes les plus diverses sont proposées dans la littérature :

- traitement orthopédique ;
- stabilisation isolée de l'acromioclaviculaire ;
- stabilisation de l'acromioclaviculaire et du processus coracoïde associé ;
- fixation isolée du processus coracoïde.

Les complications secondaires à une fracture du processus coracoïde sont les suivantes :

- lésion du nerf sus-scapulaire décrite par Neer pour une fracture de la base du processus coracoïde ;
- conflit antérieur consécutif à un cal vicieux du processus coracoïde.

Fracture de l'acromion (fig 21, 31)

Le fragment acromial fracturé a tendance à basculer en bas et en avant sous l'effet conjugué du deltoïde et du ligament acromi-coracoïdien, désorganisant la voûte acromioclaviculaire.

Non déplacée, cette fracture bénéficie d'un traitement orthopédique. Dans le cas contraire, une ostéosynthèse peut être pratiquée afin d'éviter



31 A. Association d'une fracture de types II et III selon Ideberg, ainsi qu'une fracture de l'acromion.
B. L'ostéosynthèse a été réalisée par un abord postérieur à l'aide de miniplaques et de vissages simples.

la survenue d'un conflit acromial secondaire à une consolidation en position vicieuse. Cette ostéosynthèse est réalisée au moyen d'un brochage-haubanage ou d'un vissage compressif si la direction du trait de fracture le permet. Seul un fragment de petite taille peut être réséqué. En effet, l'acromiectomy est responsable d'une diminution sensible de la force du deltoïde et de l'effacement du relief latéral de l'épaule.

Les complications liées à la survenue d'une fracture de l'acromion sont la pseudarthrose, par interposition de tissus mous, plus volontiers dans les fractures de la base de l'acromion [14], et un conflit post-traumatique, secondaire au défaut de réduction de la fracture.

Fracture de la glène (fig 21C, 31)

Les fractures de la cavité glénoïde représentent de 10 à 31 % des fractures de la scapula [43]. Nous ne traitons pas dans ce chapitre des fractures du rebord antérieur ou postérieur de la glène contemporaines d'un épisode de luxation dont la discussion thérapeutique a été exposée au chapitre des instabilités [59].

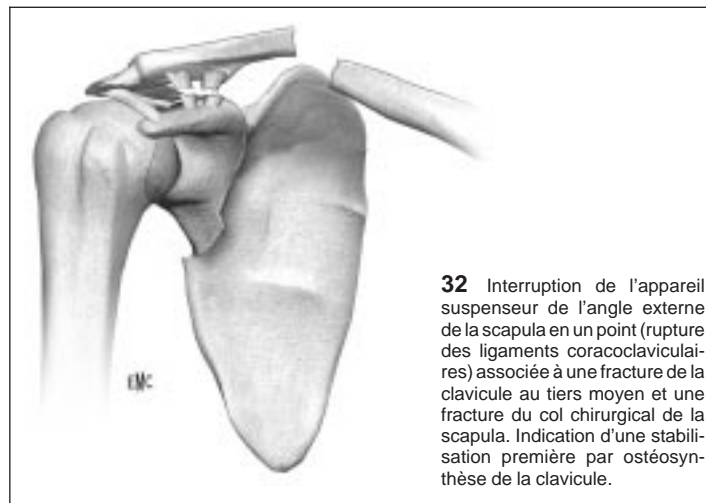
Pour De Palma [21] et Gagey [33], un fragment de plus de 25 % de la surface articulaire, déplacé de plus de 10 mm, serait une indication de réduction et de fixation chirurgicale [8, 21, 33]. Pour Ideberg [43, 44], une réduction instable ou la persistance d'une subluxation serait une indication formelle d'ostéosynthèse.

Le mode de fixation des fragments est à envisager selon leur nombre et leur taille (vissage, brochage). Les fractures de type II et III (fig 22) peuvent être abordées par voie antérieure ou antérosupérieure [8, 43] afin de réaliser une réduction et une ostéosynthèse par vissage compressif, ou brochage simple oblique en bas et en dehors ou en haut et en dedans.

Dans le type III de Ideberg (fig 22), le fragment supérieur se déplace fréquemment en rotation avec une incongruence articulaire. Une compression du nerf sus-scapulaire au niveau de l'échancrure coracoïdienne est alors possible, nécessitant l'exploration du nerf dans l'échancrure coracoïdienne et la fixation du processus coracoïde en bonne position. Selon la combinaison des différents types de fracture, un abord postérieur peut être pratiqué (fig 11).

Pour Ideberg [43], le type IV (fig 22) nécessite le plus souvent un traitement orthopédique, associé éventuellement à des manœuvres de réduction externes. En effet, dans ce type de fracture, un faible déplacement résiduel pourrait être corrigé par la reprise précoce des activités musculaires périarticulaires. La persistance d'un déplacement médial important de la partie supérieure de la scapula pourrait toutefois nécessiter un abord postérieur pour réaliser une ostéosynthèse par plaque.

Le type V (fig 22) combine un type IV et un trait de fracture vertical à travers le fragment inférieur. Cette dernière configuration fracturaire est une indication chirurgicale formelle si le déplacement est important. L'intervention est pratiquée par un abord postérieur et synthèse par vis et plaque.



32 Interruption de l'appareil suspenseur de l'angle externe de la scapula en un point (rupture des ligaments coracoclaviculaires) associée à une fracture de la clavicle au tiers moyen et une fracture du col chirurgical de la scapula. Indication d'une stabilisation première par ostéosynthèse de la clavicle.

Fractures instables par rupture du complexe suspenseur supérieur de l'épaule [36, 37] (fig 32)

L'appareil suspenseur de l'angle externe de la scapula ou complexe de suspension supérieur de l'épaule, de forme annulaire, ostéofibreux, est constitué des éléments suivants : la glène, le processus coracoïde, les ligaments coracoclaviculaires, la partie distale de la clavicle, l'articulation acromioclaviculaire, l'acromion et le pied de l'épine de la scapula. La rupture de deux éléments de ce complexe ostéofibreux est responsable d'une instabilité lésionnelle avec chute du moignon de l'épaule. La rupture d'un seul élément constitue une lésion stable.

Ainsi, les fractures de la scapula associées à une fracture de la clavicle ou une luxation acromioclaviculaire de types III/IV de Patte ou de l'acromion sont une indication de stabilisation des lésions. Notre préférence va à une synthèse première de la clavicle par une plaque DCP, ou un brochage associé ou non à un haubanage de l'articulation acromioclaviculaire ou à un vissage de l'acromion [2]. Un bilan secondaire évalue l'intérêt d'une synthèse complémentaire de la scapula, à condition que la fracture de cette dernière prise isolément ne constitue pas une indication formelle d'ostéosynthèse.

Indications chirurgicales

Le traitement des fractures de la scapula est dans la majorité des cas un traitement orthopédique. En effet, le faible retentissement fonctionnel de ces fractures impose une certaine retenue chirurgicale. La demande exceptionnelle d'un traitement secondaire des fractures négligées initialement en témoigne. Ainsi, les indications chirurgicales ne sont-elles posées qu'après l'obtention d'un bilan lésionnel suffisant à l'établissement d'un diagnostic précis permettant d'évaluer le bénéfice d'une intervention. Nous retenons, d'une façon générale, les indications suivantes :

- fracture à grand déplacement, extra-articulaire, modifiant la cinématique glénohumérale, au risque de voir survenir une diminution sensible des amplitudes de mobilité articulaires (modification de la direction et du bras de levier des structures tendinomusculaires) ou une instabilité ultérieure (rétroversion excessive et instabilité postérieure, antéversion et instabilité antérieure) ;
- fracture articulaire déplacée, susceptible de créer une incongruence majeure ou une instabilité secondaire de l'articulation glénohumérale ;
- fracture instable par rupture en deux points au moins du complexe de suspension supérieur de l'épaule décrit par Goss [37].

Entités pathologiques particulières

Syndrome omo-cléido-thoracique

Le syndrome du « montant de portière » associe une fracture de la scapula intra- ou extra-articulaire, une fracture de la clavicle ou une luxation acromioclaviculaire et des fractures de côtes. Ce type de lésion nécessite le rétablissement de l'arc-boutant claviculaire (ostéosynthèse), afin de limiter l'impaction et la chute du moignon de l'épaule. Outre les

associations lésionnelles consécutives à la violence du traumatisme, il est nécessaire de rechercher une complication vasculaire par atteinte de l'artère sous-clavière.

Luxation ou impaction intrathoracique de la scapula

Il s'agit de l'impaction du rebord inférieur de la scapula entre les deuxième et troisième côtes ou plus rarement entre les troisième et quatrième ou entre les quatrième et cinquième [61]. Le mécanisme évoqué est un choc direct violent au bord postérieur de la scapula, associé à une forte traction sur le bras. La réduction est effectuée sous anesthésie, par une abduction réalisée par l'aide et manipulation du bord inférieur de l'omoplate par l'opérateur. Une immobilisation coude au corps de 3 semaines est conseillée compte tenu de l'importance des lésions associées.

Luxation scapulothoracique

Il s'agit d'une migration latérale de la scapula associée à des lésions de la clavicule et des parties molles voisines (plexus brachial, etc). Pour Ebraheim [27], il s'agit d'une désarticulation traumatique fermée de l'épaule associant des lésions plexiques, des désinsertions tendinomusculaires et une avulsion de l'artère sous-clavière qui impose la réparation, autant que faire se peut, de toutes les structures anatomiques lésées.

Disjonctions acromioclaviculaires

Introduction

Pathologie fréquente du sportif (rugby, judo etc) et de la traumatologie routière (deux-roues), le traitement des disjonctions acromioclaviculaires n'en est pas moins controversé. Plus de 300 références ont été relevées par Rockwood en 1990. Les luxations acromioclaviculaires (stade 3 de Patte ou type III de Rockwood) font l'objet de nombreuses discussions quant au traitement conservateur ou chirurgical à adopter. Par ailleurs, les techniques chirurgicales rapportées dans la littérature sont des plus variées. Nous prendrons le parti pris d'exposer les techniques usuelles, ainsi que leur mise en œuvre.

Le mécanisme lésionnel habituel des disjonctions acromioclaviculaires est un choc direct sur le moignon de l'épaule bras en adduction. De même, un choc direct du bord postérieur de l'acromion ou de la partie distale et antérieure de la clavicule peut être responsable de ce type de lésions. Plus rarement, un traumatisme indirect de l'épaule a pu être évoqué : bras en abduction, la tête humérale vient percuter l'acromion. Ainsi, au cours des exceptionnelles luxations inférieures de l'articulation acromioclaviculaire (type VI de Rockwood), un mécanisme indirect d'abduction forcée et brutale a été décrit.

Classifications

Nous ne détaillerons que les classifications de Rockwood (six types) et Patte (quatre stades), le plus communément utilisées.

Classification de Rockwood (fig 33)

Type I

Il s'agit d'une entorse des ligaments acromioclaviculaires. L'articulation acromioclaviculaire, les ligaments coracoclaviculaires et la chape deltoïdienne sont intacts.

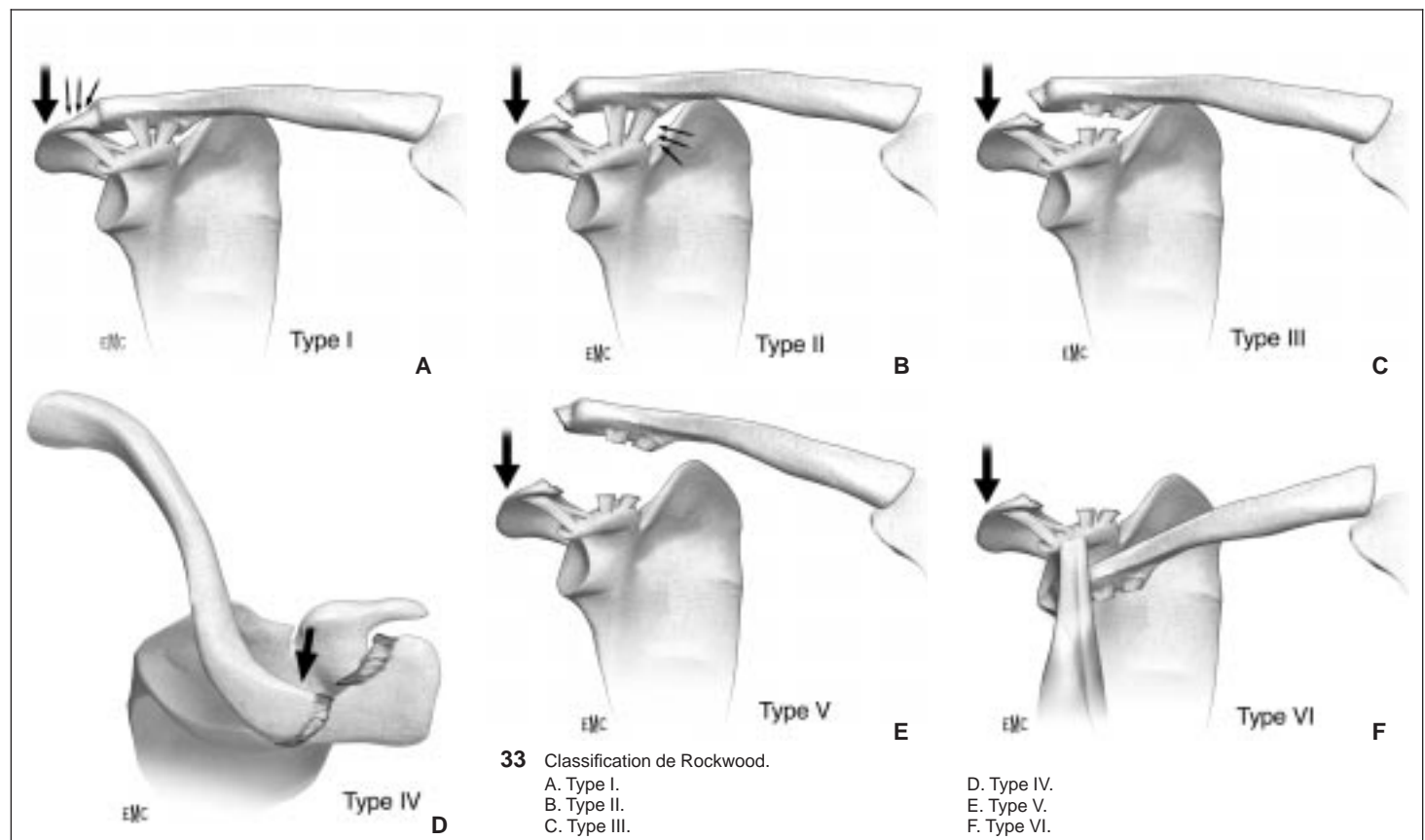
Type II

Il s'agit d'une entorse des ligaments coracoclaviculaires ou bien encore d'une subluxation acromioclaviculaire. L'espace coracoclaviculaire peut être légèrement augmenté. Les ligaments acromioclaviculaires sont rompus. L'interligne acromioclaviculaire est élargi et le déplacement vertical de la clavicule est nul ou très modéré. La chape deltoïdienne est intacte.

Type III

Il s'agit d'une luxation acromioclaviculaire. Les ligaments acromioclaviculaires et coracoclaviculaires sont rompus. L'espace coracoclaviculaire est élargi entre 25 et 100 %. La chape deltoïdienne est désinsérée de l'extrémité distale de la clavicule.

Chez l'enfant, il s'agit d'une pseudoluxation de l'acromioclaviculaire avec issue de la clavicule hors de son fourreau périoste. Les ligaments coracoclaviculaires attachés au périoste sont intacts.



Type IV

Il s'agit d'une luxation acromioclaviculaire avec déplacement postérieur de la clavicle dans ou à travers la chape deltoïdienne. Les ligaments acromioclaviculaires et coracoclaviculaires sont rompus. L'espace coracoclaviculaire est élargi entre 25 et 100 %.

Type V

Il s'agit d'une luxation acromioclaviculaire avec déplacement majeur. Les ligaments acromioclaviculaires et coracoclaviculaires sont rompus. L'espace coracoclaviculaire est élargi de 100 à 300 %. La chape deltoïdienne est désinsérée de la moitié latérale de la clavicle.

Type VI

Il s'agit d'une luxation acromioclaviculaire avec déplacement inférieur de l'extrémité distale de la clavicle sous l'acromion ou la coracoïde. Les ligaments acromioclaviculaires sont rompus. L'espace coracoclaviculaire est diminué. La chape deltoïdienne est désinsérée de l'extrémité distale de la clavicle.

Classification de Patte*Stade 1*

Il s'agit d'une entorse simple équivalent du type I de Rockwood.

Stade 2

Il s'agit d'une entorse acromioclaviculaire équivalent du type II de Rockwood ou stade 1 de Julliard. Il existe une subluxation permanente des facettes articulaires majorée par les clichés dynamiques.

Stade 3

Il s'agit d'une luxation acromioclaviculaire équivalent au type III de Rockwood ou stade 2 de Julliard. Il existe une luxation permanente des surfaces articulaires. La distance coracoclaviculaire est majorée de 50 %.

Stade 4

Il s'agit d'une luxation scapuloclaviculaire irréductible ou stade 3 de Julliard. À prédominance postérieure, cette luxation est équivalente au type IV de Rockwood. À prédominance supérieure, cette luxation est équivalente au type V de Rockwood. La distance coracoclaviculaire est majorée de 50 %. La chape deltoïdienne est rompue.

Traitement des disjonctions acromioclaviculaires

À l'instar des nombreuses techniques chirurgicales proposées, les dispositifs d'immobilisation utilisés pour le traitement orthopédique des entorses et luxations acromioclaviculaires sont des plus divers. Qu'il s'agisse des contentions par *strapping*, écharpes, attelles, aucun de ces appareillages ne permet de maintenir une réduction durable. Aussi, une écharpe simple ou une attelle immobilisant confortablement le coude au corps peut être proposée à titre antalgique.

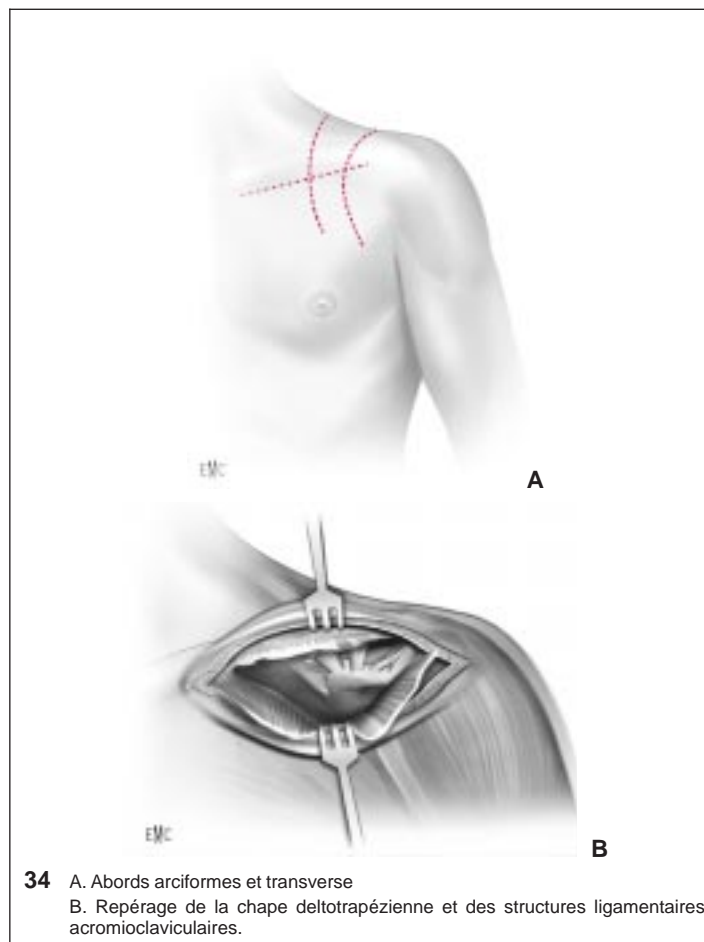
Les différentes techniques présentées ci-dessous sont les techniques chirurgicales usuelles. Elles ont pour objet de maintenir durablement la réduction de la luxation acromioclaviculaire et de restaurer les structures ligamentaires coracoclaviculaires. Il est important de noter que le seul point commun de toutes ces techniques est la réparation minutieuse de la chape deltoïdienne.

Anesthésie

L'anesthésie pratiquée comme pour l'ostéosynthèse de la clavicle peut être générale ou locorégionale (bloc interscalénaire associé à un bloc cervical superficiel). Une antibiothérapie prophylactique peut être pratiquée à l'induction, compte tenu de la présence de matériel d'ostéosynthèse.

Installation

L'intervention chirurgicale est pratiquée en position demi-assise afin de faciliter l'exposition et la fixation des structures acromioclaviculaires et



coracoclaviculaires. L'épaule est latéralisée. Deux contre-appuis (temporal et thoracique) peuvent être mis en place selon la morphologie du patient (cou court, petite taille) pour contribuer à la bonne exposition du champ opératoire sans craindre la mobilisation intempestive de l'épaule. Le bras est libre, reposant éventuellement sur un appui-bras le long du corps.

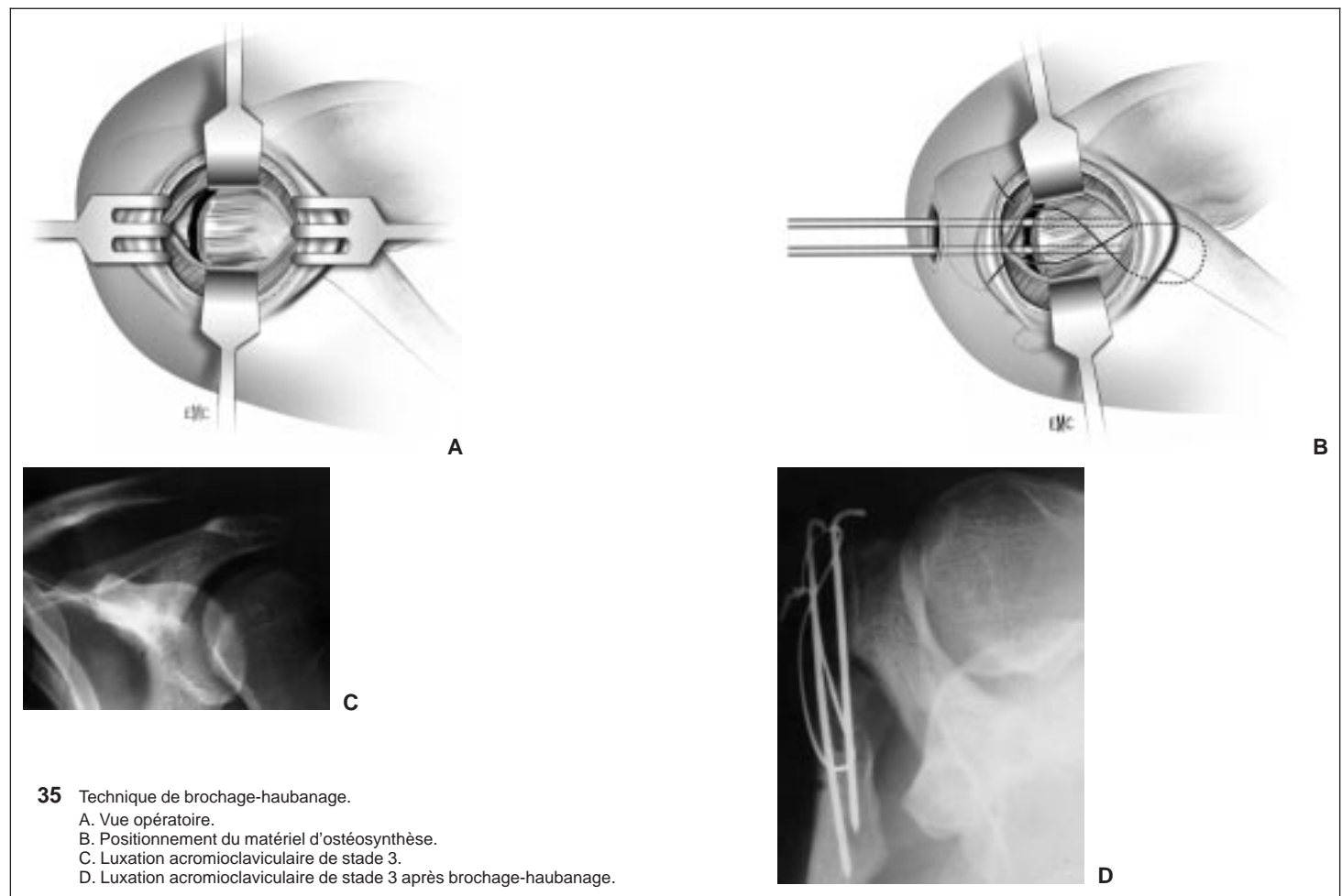
L'opérateur se place à l'aplomb de l'articulation acromioclaviculaire, ou sternoclaviculaire, un aide peut se tenir à droite de l'opérateur (épaule droite) si l'instrumentiste est placée en face (du côté gauche du patient) ; sinon il se tient à sa gauche et l'instrumentiste à sa droite (fig 28).

Voies d'abord (fig 34)

L'incision pratiquée est conditionnée par la technique chirurgicale utilisée et par les habitudes du chirurgien.

Un abord cutané vertical, dit en « épaulette », réalisé dans l'axe des lignes de Langer, permet d'obtenir un meilleur résultat esthétique. Cette incision est pratiquée en dedans de l'articulation acromioclaviculaire. Les chefs deltoïdiens antérieur et moyen sont désinsérés de la clavicle et de l'acromion a minima, puis écartés afin d'exposer l'articulation acromioclaviculaire et les structures ligamentaires coracoclaviculaires. Selon la technique choisie, le ligament acromioclaviculaire peut être individualisé et désinséré de l'acromion afin de réaliser une ligamentoplastie. Au cours de la fermeture, l'opérateur prend soin de réinsérer le deltoïde au périoste claviculaire.

Une incision longitudinale ou en S italique, à la partie supérieure ou antérieure de la clavicle et de l'articulation acromioclaviculaire, peut aussi être pratiquée. La chape deltoïdienne est alors incisée jusqu'au périoste claviculaire afin d'exposer les moyens d'union acromioclaviculaires. Au cours de la fermeture, la chape deltoïdienne est restaurée avec soins. La réparation de ces structures musculoaponévrotiques conditionne pour une part la qualité de la stabilisation acromioclaviculaire.



Techniques

Brochage-haubanage selon Julliard et Bèzes

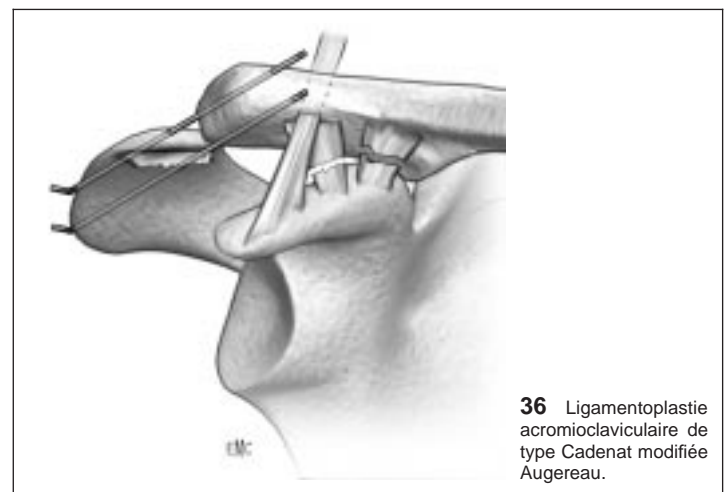
Le brochage-haubanage (fig 35) est réalisé le plus souvent par un abord longitudinal, afin d'exposer avec plus de facilité le bord latéral de l'acromion et la partie latérale de la clavicule. L'ouverture de la chape est complétée afin d'exposer l'articulation acromioclaviculaire. Les fragments méniscaux sont régularisés. La clavicule peut ensuite être réduite au moyen d'une pointe carrée ou d'un davier. Une ou deux broches de 20/10 transfixient l'articulation par un point d'entrée acromial postérolatéral. La mise en place d'un hauban permet de rigidifier le montage et de diminuer les risques de migration. La réparation des ligaments coracoclaviculaires vient compléter la réduction et le maintien de l'articulation acromioclaviculaire. Toutefois, la réalisation de cette ligamentorraphie est difficile en pratique et nombre d'auteurs l'ont abandonnée [65].

Neviaser [62] propose de n'utiliser qu'une broche transfixiant l'articulation acromioclaviculaire afin de limiter le dommage des surfaces articulaires. Toutefois, ce dernier associe une ligamentoplastie au ligament acromioclaviculaire dont l'insertion coracoïdienne est détachée, emportant une pastille osseuse qui est amarrée à l'extrémité distale de la clavicule. Dans la même perspective d'épargne articulaire, Jacobs décrit le positionnement des deux broches à la partie tout antérieure de l'articulation, passant en pont au-devant d'elle.

Le brochage-haubanage est une technique simple dont les complications (migration de matériel) peuvent être redoutables.

Ligamentoplastie selon Cadenat modifiée Augereau

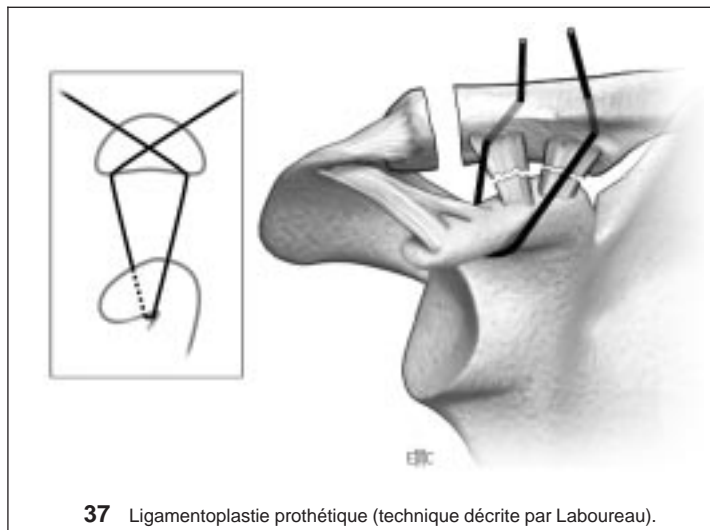
L'abord pratiqué est une incision en épaulette. Le ligament acromioclaviculaire est disséqué et désinséré au ras de l'acromion. Le ligament ainsi obtenu est tubulisé à l'aide d'un fil non résorbable dont les deux chefs sortent au niveau de sa tranche de section. La réduction provisoire de la luxation permet de repérer l'orifice d'entrée claviculaire du ligament acromioclaviculaire à l'aplomb du genou de la coracoïde.



Un tunnel vertical est réalisé à l'aide d'une mèche de 8 mm. La réduction est alors maintenue par deux broches de 12 dixièmes, introduites en percutané à partir de l'acromion et fichées de part et d'autre du tunnel dans les corticales de la clavicule. Le ligament est alors introduit de bas en haut dans le tunnel claviculaire et les fils de réinsertion sont noués autour de la clavicule en dedans de lui en tension maximale (fig 36). D'autres auteurs [20, 65] pratiquent cette intervention par un abord en S italique. De La Caffinière [20] utilise un lambeau capsulopériosté quadrangulaire à base acromiale pour renforcer l'amarrage claviculaire d'un ligament acromioclaviculaire gracile ou de longueur insuffisante.

Ligamentoplastie et renfort prothétiques

Les ligamentoplasties prothétiques (fig 37) constituent une alternative intéressante au prélèvement et à l'amarrage du ligament acromioclaviculaire. La solidité immédiate du montage permet de se passer de toute fixation complémentaire et autorise une mobilisation précoce.



Les prothèses ligamentaires utilisées sont en polyester ou polypropylène, de structure différente (tissage, tricotage) selon le fabricant. L'abord pratiqué est indifféremment transverse ou vertical en regard de la coracoïde. Le ligament est passé autour de la coracoïde en arrière de l'insertion du petit pectoral. Le trajet de la prothèse varie selon les techniques utilisées.

Mansat réalise un trajet en 8 autour de la clavicule, le ligament étant noué à lui-même. Laboureau reconstitue le trajet des ligaments conoïde et trapézoïde par un amarrage claviculaire des deux extrémités du ligament prothétique à l'aide de chevilles, l'une postéromédiale, l'autre antérolatérale. De même, Versier^[49] effectue une boucle à la partie supérieure de la coracoïde, l'extrémité médiale du ligament prothétique venant s'amarrer à la partie antérolatérale de la clavicule. L'extrémité latérale du ligament prothétique est alors fixée à la partie postéromédiale de la clavicule. Ce trajet ainsi réalisé permet de se rapprocher plus encore de l'insertion anatomique des ligaments coracoclaviculaires sur la coracoïde et de renforcer le montage vis-à-vis des sollicitations antéropostérieures.

L'utilisation d'un ligament prothétique permet de se passer du prélèvement d'un transplant, mais expose au risque d'intolérance du matériel utilisé^[78].

Vissage selon Bosworth

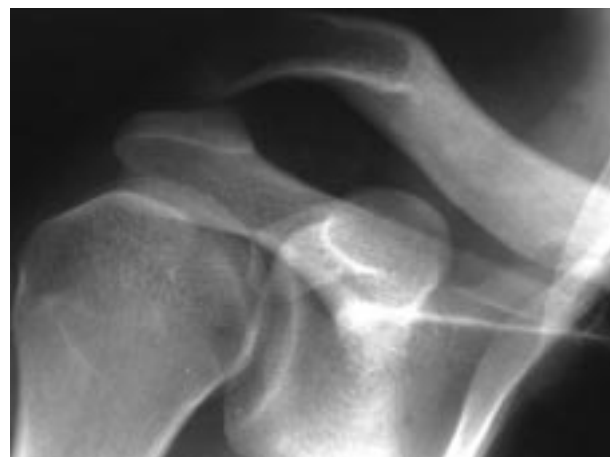
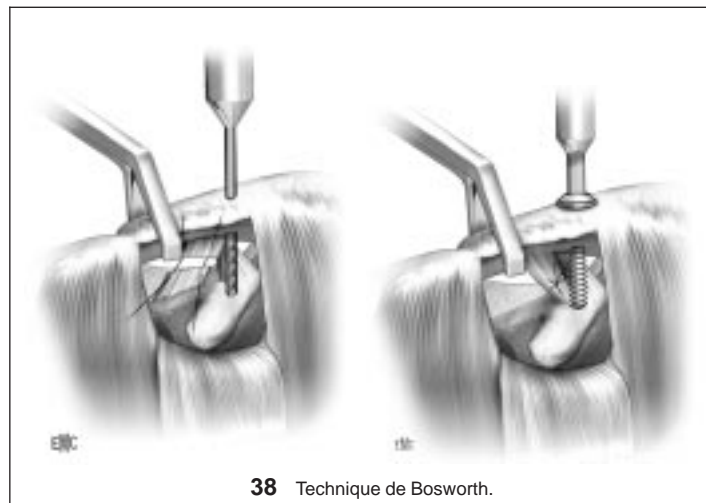
L'originalité de la technique décrite par Bosworth^[9, 10] (fig 38, 39) est de maintenir la réduction de la luxation par un vissage coracoclaviculaire. Par ailleurs, une ligamentoplastie au ligament acromioclaviculaire est réalisée. La vis utilisée peut être de type spongieux ou malléolaire. Pour Rockwood^[69], le vissage doit être pratiqué à la base du processus coracoïde tout en s'assurant de l'amarrage de la vis dans la corticale antéro-inférieure de ce dernier. La visée, réalisée à travers la clavicule, doit donc prendre en compte la médialisation du trajet de la mèche par rapport à la pointe de la coracoïde plus latérale. Une broche guide peut avantageusement être utilisée, associée à une visserie canulée. Cette technique peut être réalisée en percutané sous scopie^[77], mais sans ligamentoplastie ou ligamentorraphie. Le vissage coracoclaviculaire est soumis à d'importantes sollicitations en arrachage, expliquant la précarité de la fixation au cours du temps et le maintien de l'immobilisation pour une durée de 4 à 6 semaines.

Technique de Weaver-Dunn modifiée

La technique de Weaver-Dunn^[79] (fig 40) associe une résection de 2 cm de l'extrémité distale de la clavicule et un transfert de l'extrémité coracoïdienne du ligament acromioclaviculaire dans le canal médullaire de la clavicule. Rockwood^[69] préfère associer à cette résection un vissage coracoclaviculaire et le transfert de l'extrémité acromiale du ligament acromioclaviculaire au contact de la tranche de section.

Technique de Dewar et Barrington

La technique de Dewar et Barrington^[23] (fig 41) consiste en un transfert de la pointe de la coracoïde sur laquelle sont conservées les insertions



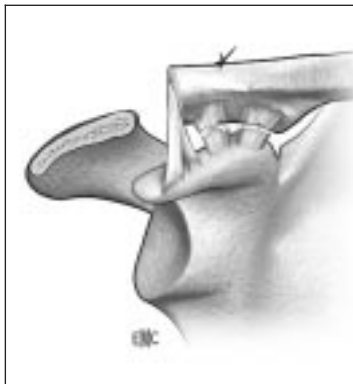
39 Luxation acromioclaviculaire de stade 3 : technique de Bosworth.
A. Avant ostéosynthèse.
B. Après ostéosynthèse.

du petit pectoral et du coracobrachial. Après avivement de la face antérieure de la clavicule à l'aplomb de la coracoïde, le fragment coracoïdien est fixé au moyen d'une vis. Cette technique a été modifiée par Glorion qui propose de fixer la pointe de la coracoïde à la face inférieure de la clavicule par un vissage en rappel afin d'éliminer la saillie antérieure coracoïdienne. Cette technique doit être utilisée en seconde intention compte tenu des lyses et arrachages de la pointe de la coracoïde observés.

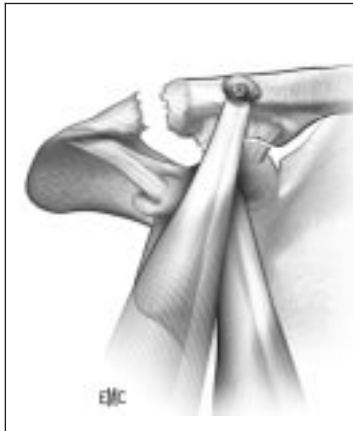
Indications

Type I de Rockwood ou stade I de Patte

Un traitement fonctionnel est adopté, comportant une écharpe simple à titre antalgique et des soins de rééducation débutés dès les premiers jours.



40 Technique de Weaver-Dunn.



41 Technique de Dewar et Barrington.

Type II de Rockwood ou stade 2 de Patte

De même, un traitement fonctionnel peut être adopté selon l'importance des douleurs et les possibilités de coopération du patient. Une écharpe simple ou une attelle maintenant le coude au corps peut être utilisée pour une durée de 1 à 3 semaines. La rééducation est débutée dès que la symptomatologie douloureuse le permet.

Type III de Rockwood ou stade 3 de Patte

Les indications thérapeutiques sont controversées. Un traitement orthopédique, comportant une immobilisation coude au corps pour une durée de 3 à 6 semaines suivie de soins de rééducation, permettrait d'obtenir une reprise des activités professionnelles plus précoce selon l'étude prospective de Larsen et al [50]. À terme, le bénéfice fonctionnel comparé entre traitements chirurgical et orthopédique n'est pas significativement différent. Pour d'autres auteurs, une stabilisation chirurgicale doit être retenue chez le jeune athlète, le travailleur de force ou le patient exerçant une activité professionnelle sollicitant l'élévation de l'épaule et chez le sujet âgé très actif.

Types IV et V de Rockwood ou stade 4 de Patte

La plupart des auteurs recommandent une réparation chirurgicale des lésions. Patte retient le morphotype du patient comme élément de décision : « le sujet maigre à clavicule saillante et sangle delto-trapézienne fragile » bénéficie d'un traitement chirurgical.

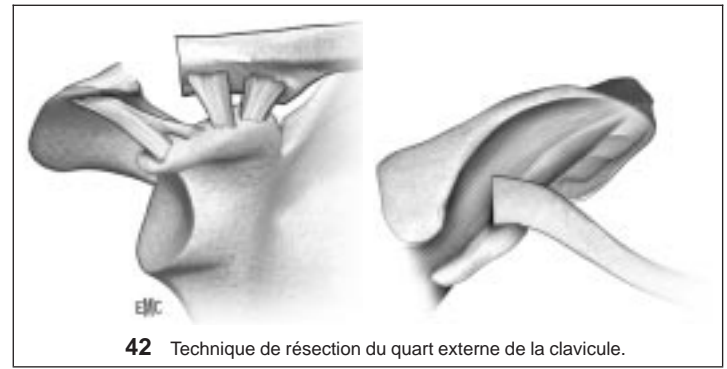
Type VI de Rockwood

Ces rares lésions décrites dans la littérature sont traitées chirurgicalement.

Lésions anciennes de l'articulation acromioclaviculaire

Longtemps asymptomatiques, elles ne requièrent que rarement un traitement. Toutefois, l'association d'une luxation ou subluxation chronique et d'une symptomatologie douloureuse de l'articulation acromioclaviculaire sensibilisée par l'adduction horizontale forcée peut faire porter l'indication d'un traitement chirurgical après échec d'un traitement médical (anti-inflammatoires non stéroïdiens, infiltrations).

La présence d'une arthrose acromioclaviculaire associée à une entorse ou une disjonction conditionne la résection du centimètre externe de la clavicule (fig 42) qui peut être pratiquée par voie sanglante ou arthroscopique [7].



42 Technique de résection du quart externe de la clavicule.

Les luxations chroniques et instables de l'articulation acromioclaviculaire sont traitées par la technique de Weaver-Dunn.

Soins postopératoires

Une attelle maintenant la position coude au corps est mise en place pour une durée de 3 à 6 semaines. L'immobilisation est volontiers de 6 semaines après un vissage coracoclaviculaire compte tenu de la plus grande fréquence d'arrachage du matériel coracoclaviculaire dans notre expérience.

La rééducation est entreprise entre les troisième et sixième semaines postopératoires selon la durée d'immobilisation préconisée. Cette rééducation vise à récupérer les amplitudes de mobilité de l'épaule. Jusqu'à l'ablation du matériel, les amplitudes sont volontairement limitées à 90° pour l'élévation antérieure et l'abduction afin de prévenir la survenue d'un démontage ou d'un bris de matériel compte tenu de l'importance des sollicitations acromioclaviculaires. Après l'ablation du matériel, les consignes de mobilisation de l'épaule ne sont plus restrictives.

Classiquement, l'ablation du matériel est pratiquée 6 à 8 semaines après l'intervention chirurgicale de stabilisation acromioclaviculaire. La reprise des activités professionnelles doit être envisagée à la douzième semaine pour un travailleur manuel. De même, la reprise des activités sportives avec contact (rugby, judo) ne peut pas avoir lieu avant le troisième mois postopératoire.

Complications

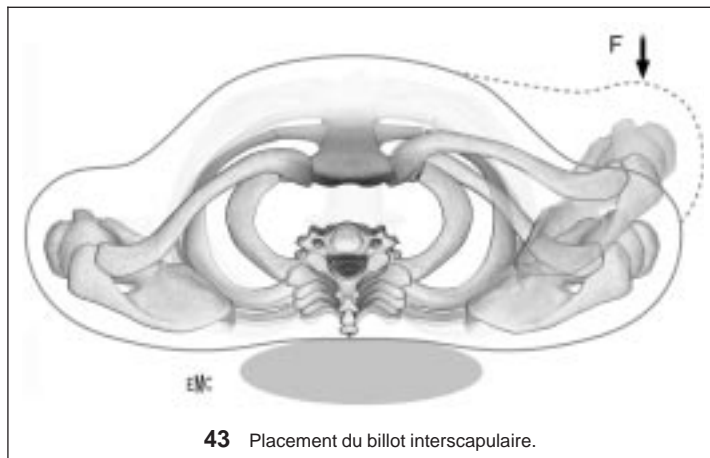
Comme pour toute intervention chirurgicale, les complications observées sont générales (cicatrice inesthétique, infection, complications thromboemboliques, etc) et spécifiques au geste réalisé. Les complications spécifiques à la stabilisation chirurgicale d'une luxation acromioclaviculaire sont liées, pour la plupart, à la présence de matériel. Le risque de migration de matériel (broche, vis coracoclaviculaire) est limité par la réalisation d'un hauban et l'ablation précoce. Le bris de matériel (broche, vis acromioclaviculaire) peut être observé précocement compte tenu de l'importance des sollicitations. Une ostéolyse plus ou moins évolutive peut être observée sur le trajet intraosseux ou sus-claviculaire des ligaments prothétiques et de leurs éléments de fixation. Une fracture du quart externe de la clavicule peut survenir secondairement à la réalisation de tunnels intraosseux (ligamentoplastie, orifice de vis).

Les lésions acromioclaviculaires secondaires au traumatisme peuvent évoluer pour leur propre compte malgré la réalisation d'une intervention chirurgicale bien conduite. Il s'agit d'une arthrose acromioclaviculaire, d'une ostéolyse du quart externe de la clavicule, d'un syndrome douloureux acromioclaviculaire persistant ou d'ossifications coracoclaviculaires. Ces dernières semblent plus fréquentes après tentative de ligamentorraphie coracoclaviculaire, mais n'ont que peu de retentissement clinique en général.

Disjonctions sternoclaviculaires

Introduction

La fréquence des disjonctions sternoclaviculaires est quatre [64] à dix fois plus faible que celles de l'articulation acromioclaviculaire. La solidité des moyens d'union de cette articulation et sa position axiale en sont



l'explication. Pour Patterson et Decoppet, une obliquité excessive de la facette articulaire sternale par rapport au plan sagittal pourrait expliquer l'instabilité sternoclaviculaire.

Les accidents de la voie publique et sportifs sont les principales circonstances de survenue de traumatisme sternoclaviculaire. Le mécanisme lésionnel fait toujours intervenir une compression combinée sagittale et frontale. La position du tronc, du bras et la direction de la composante frontale détermine le sens de la luxation antérieure ou postérieure. Compte tenu de l'apparition rapide de l'œdème au cours d'une lésion traumatique, la détermination du sens de la luxation peut être difficile. La réalisation d'un examen tomodensitométrique est d'une aide précieuse. La rareté et la gravité potentielle des luxations rétrosternales par la proximité des gros vaisseaux s'opposent aux disjonctions sternoclaviculaires antérieures plus fréquentes et au retentissement fonctionnel modéré.

Classification

Une classification en trois stades est habituellement proposée [69] :

- stade 1 : il s'agit d'une entorse sternoclaviculaire simple ;
- stade 2 : il s'agit d'une subluxation sternoclaviculaire avec déchirure des ligaments sternoclaviculaires ; le ligament costoclaviculaire est intact ;
- stade 3 : il s'agit d'une luxation sternoclaviculaire.

Toutefois, l'importance des lésions ligamentaires revêt moins d'importance que la direction du déplacement (antérieur ou postérieur) pour déterminer le traitement à réaliser et évaluer le pronostic.

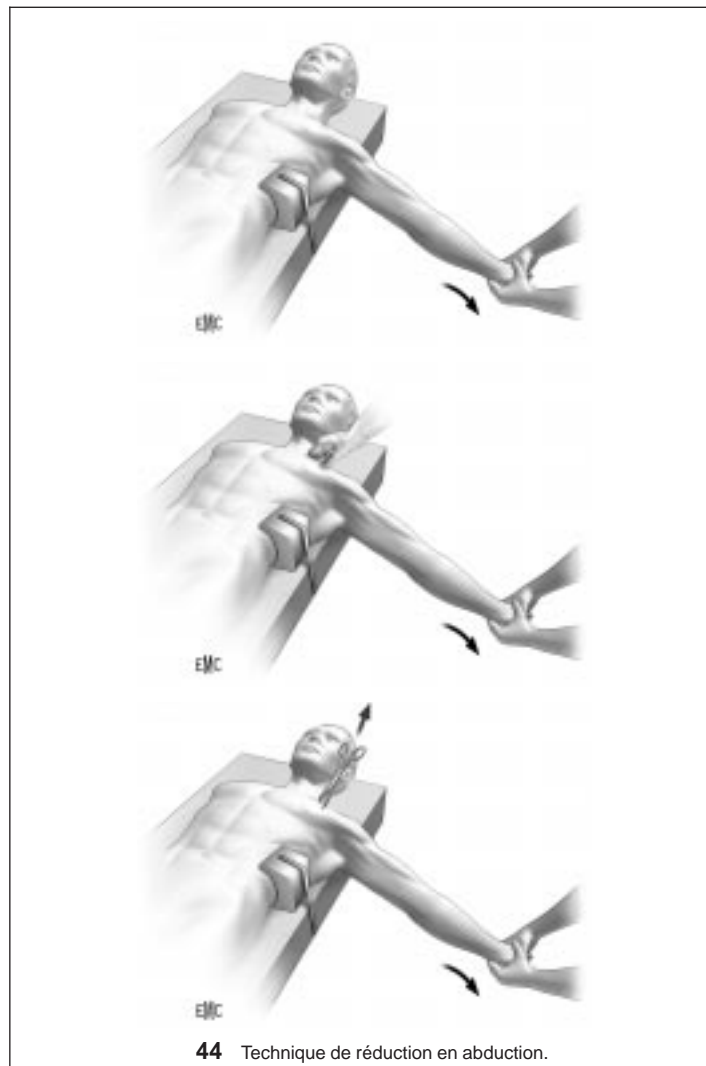
Anesthésie

L'anesthésie pratiquée est une anesthésie générale avec intubation, prenant en considération le risque de complication vasculaire ou pleuropulmonaire qu'il s'agisse d'une réduction par manœuvres externes ou a fortiori d'une stabilisation sanglante. De même que, pour le traitement chirurgical des luxations acromioclaviculaires, une antibiothérapie prophylactique peut être pratiquée à l'induction compte tenu de la présence de matériel d'ostéosynthèse.

Installation

Dans la perspective d'une réduction par manœuvres externes (fig 43, 44), le patient est installé sur table en décubitus dorsal. Un contre-appui thoracique est placé du côté homolatéral à la lésion de façon à pouvoir réaliser une traction forte sur le bras en abduction. L'épaule est latéralisée afin de réaliser sans difficulté une extension si cette manœuvre s'avère nécessaire. S'il s'agit d'une luxation rétrosternale, un billot est placé entre les omoplates de façon à obtenir une rétropulsion facilitant les manœuvres de réduction.

Pour une intervention chirurgicale, le patient est installé en position demi-assise modérée, le rachis cervical est porté en inclinaison latérale, rotation controlatérale à la lésion et extension afin d'exposer le champ opératoire le plus largement. L'opérateur se tient du côté opéré. L'aide se place du côté controlatéral et l'instrumentiste à droite de l'opérateur



pour une épaule gauche. Selon la largeur de la table et la corpulence du patient, l'aide et l'instrumentiste peuvent intervertir leur place.

Voie d'abord

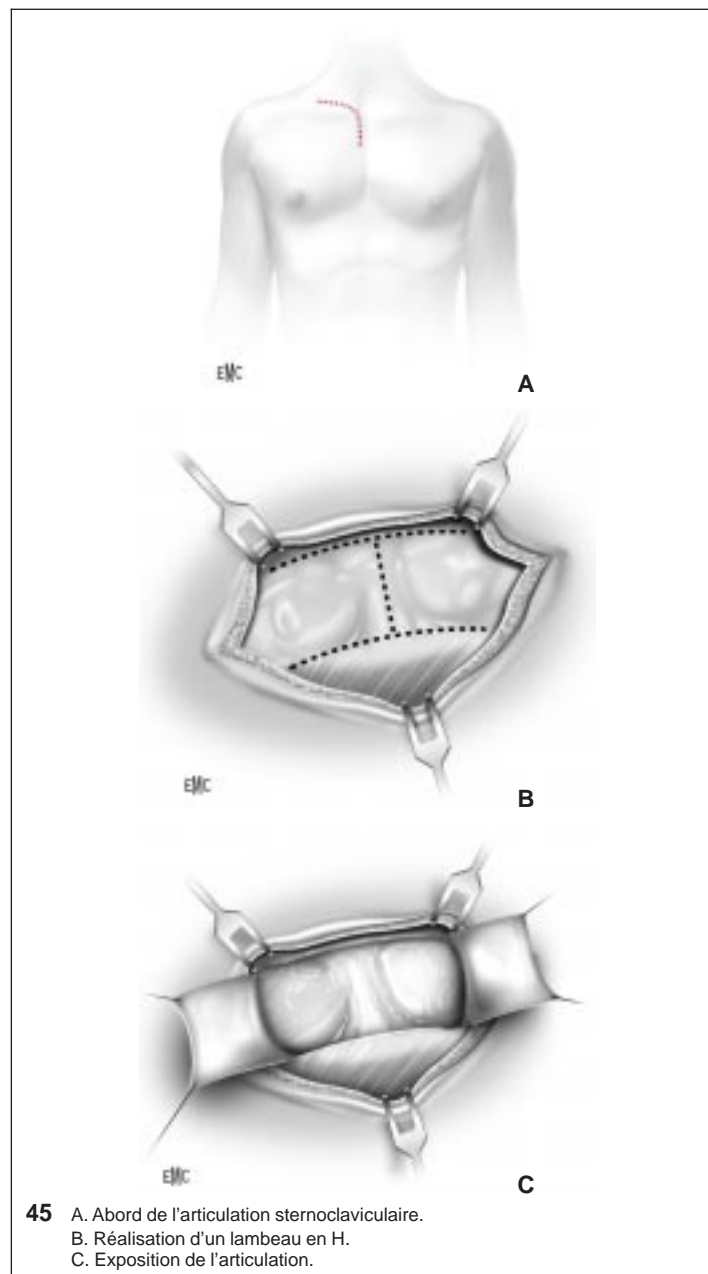
L'incision, arciforme, s'étend du tiers interne de la clavicule à la portion verticale du manubrium sternal sur une longueur de 5 cm environ. Après exposition de l'articulation sternoclaviculaire, la capsule articulaire est ouverte en H afin de ménager deux lambeaux capsulopériostés médial et latéral (fig 45). À la partie inférieure du champ, le muscle grand pectoral est désinséré à la demande. De même, le chef sternal du muscle sterno-cléido-mastoidien est désinséré à la partie supérieure du champ afin d'exposer la partie supérieure du manubrium si nécessaire.

Techniques [69, 86]

Réduction orthopédique des luxations récentes

Pour les luxations antérieures récentes, la réduction orthopédique (Patte) est pratiquée par traction en abduction dans l'axe du bras et en légère rétropulsion. Conjointement, l'aide exerce une pression antérieure sur la partie interne de la clavicule. Le plus souvent, la réduction est obtenue par ces manœuvres externes, mais le déplacement de la luxation a tendance à se reproduire dès le relâchement de la traction [64] posant le problème des luxations récidivantes. Une fois la réduction obtenue, une immobilisation stricte coude au corps est mise en place pour une durée de 6 semaines.

Les luxations rétrosternales sont plus difficiles à réduire par manœuvres externes. Un tiers des tentatives de réduction seraient un échec. Pour Selesnick, la réduction orthopédique a d'autant plus de chances de réussir qu'elle est réalisée précocement (dans les 48 premières heures). D'autre part, Buckerfield [12] rapporte de meilleurs résultats par manœuvres externes, bras en adduction :



- technique de réduction en abduction : une traction dans l'axe du bras est réalisée, ce dernier est progressivement amené en extension ;
- technique de réduction en adduction : une traction est exercée sur le bras en adduction afin d'abaisser le moignon de l'épaule ; l'aide effectue une rétropulsion conjointe pour réaliser un mouvement de bascule de la clavicule en appui sur la première côte.

Une traction manuelle de la partie médiale de la clavicule peut être associée soit en percutané à l'aide d'une pince à champ, soit après un abord de petite taille.

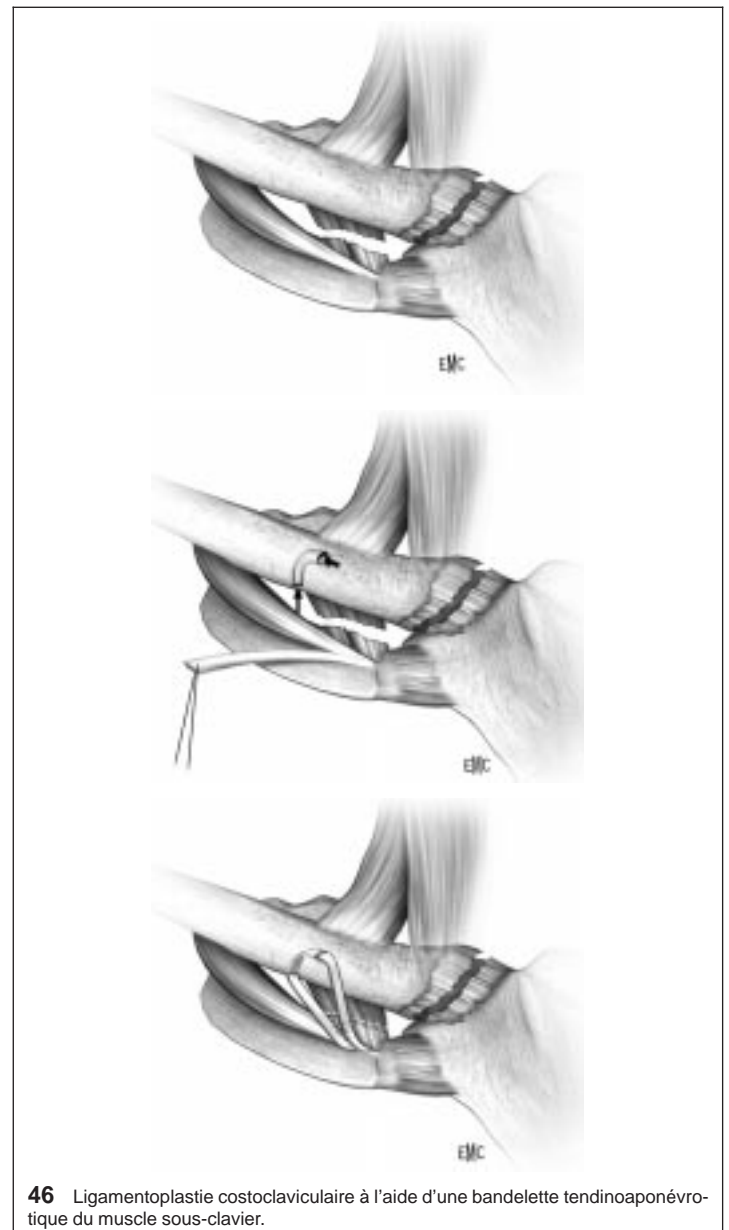
Le maintien de la réduction impose une immobilisation de 6 semaines dans un appareillage de type anneaux claviculaires.

Techniques chirurgicales

Comme pour les techniques chirurgicales de stabilisation des luxations acromioclaviculaires, nous avons choisi de présenter les techniques usuelles de stabilisation sternoclaviculaire parmi les nombreuses techniques décrites dans la littérature [69, 74, 82, 86].

Capsulorrhaphie

Un abord arciforme à convexité supéromédiale est réalisé en regard de l'articulation sternoclaviculaire. La luxation est réduite à l'aide d'un davier et une arthrotomie est réalisée, permettant de pratiquer une résection méniscale à la demande. Les structures capsulaires et



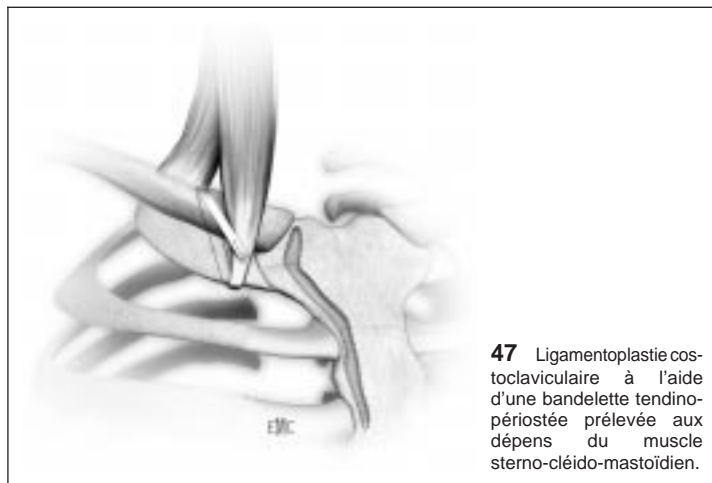
ligamentaires (ligament costoclaviculaire) sont réparées si possible. La capsulorrhaphie peut être protégée par un brochage temporaire sternoclaviculaire ou un cerclage costoclaviculaire. Ce dernier expose à la survenue de complications pleuropulmonaires lors du passage autour de la première côte. Par ailleurs, l'opérateur prend soin de recourber l'extrémité latérale des broches et d'utiliser des broches filetées de préférence afin de limiter le risque de migration du matériel.

Technique de Jackson Burrows [45]

Le tendon du muscle sous-clavier (fig 46) est utilisé pour réaliser une ligamentoplastie costoclaviculaire par une incision arciforme. L'insertion costale de ce dernier peut être disséquée sur 5 à 6 cm vers la clavicule. La taille du tendon peut être accrue par le prélèvement conjoint de l'aponévrose musculaire si nécessaire. Un tunnel de 4 à 5 mm de diamètre est pratiqué à la face antérieure du bord médial de la clavicule. Afin de s'éloigner des structures pleurales postérieures, l'orifice inférieur du tunnel est réalisé au bord antérieur de la clavicule. Après avoir passé le tendon dans le tunnel claviculaire et réduit la luxation, le transplant est suturé à lui-même en tension. Un brochage temporaire sternoclaviculaire est diversement pratiqué par les auteurs [64, 74, 82].

Technique de Booth et Roper

Il s'agit d'une ligamentoplastie costoclaviculaire [69] pratiquée à l'aide d'une bandelette tendinopériostée du sterno-cléido-mastoïdien (fig 47).



47 Ligamentoplastie costoclaviculaire à l'aide d'une bandelette tendino-périostée prélevée aux dépens du muscle sterno-cléido-mastoïdien.

Un abord vertical est réalisé en regard de l'articulation sternoclaviculaire et du manubrium sternal. L'articulation et la première côte sont exposées par désinsertion du grand pectoral à sa partie supéromédiale. L'insertion sternale du sterno-cléido-mastoïdien est désinsérée avec une bandelette périostée sternale sur une longueur de 10 à 15 cm et 1 cm de large. Cette bandelette tendino-périostée est passée autour de la partie médiale de la première côte en sous-périoste en prenant soin de ne pas léser les structures pleurales en arrière. Un tunnel vertical réalisé à la partie médiale de la clavicle permet le passage de la bandelette qui est suturée à elle-même en tension.

Résection arthroplastie de l'extrémité médiale de la clavicle

L'intervention (fig 48) est pratiquée par un abord arciforme à convexité supéromédiale. L'arthrotomie transverse est poursuivie sur le bord antérieur de la partie médiale de la clavicle et la partie supérieure du manubrium sternal. Le périoste est disséqué soigneusement afin de réaliser une tubulisation de ce dernier au cours de la fermeture et de préserver le ligament costoclaviculaire lorsqu'il est intact. La résection de l'extrémité médiale de la clavicle est préparée par la réalisation d'un méchage en « timbre-poste » obliquement de haut en bas et de dehors en dedans. Si le ligament costoclaviculaire est absent, il est nécessaire de stabiliser l'extrémité médiale de la clavicle par un cerclage costoclaviculaire.

Indications

Luxations récentes

La réduction de la luxation par manœuvres externes est retenue en première intention. Le déplacement antérieur de la luxation est le plus souvent réductible, mais tend à se reproduire dès le relâchement de la traction. Compte tenu de l'excellente tolérance fonctionnelle habituelle de ces lésions, Rockwood [69] et Koert [46] proposent un traitement symptomatique complémentaire. D'autres auteurs [74, 82] réalisent une stabilisation chirurgicale par capsulorrhaphie ou intervention de Burrows. L'échec de la réduction orthopédique d'une luxation rétrosternale doit faire pratiquer une stabilisation chirurgicale compte tenu du risque de survenue de complications engageant le pronostic vital. Cette dernière peut être obtenue par la réalisation d'une capsulorrhaphie ou une intervention de Burrows.

Subluxations récidivantes

Ne doivent être retenues comme indications chirurgicales que les subluxations récidivantes, involontaires et symptomatiques. La stabilisation chirurgicale de ces lésions peut être réalisée par une technique de Burrows ou de Booth et Roper.

Luxations anciennes

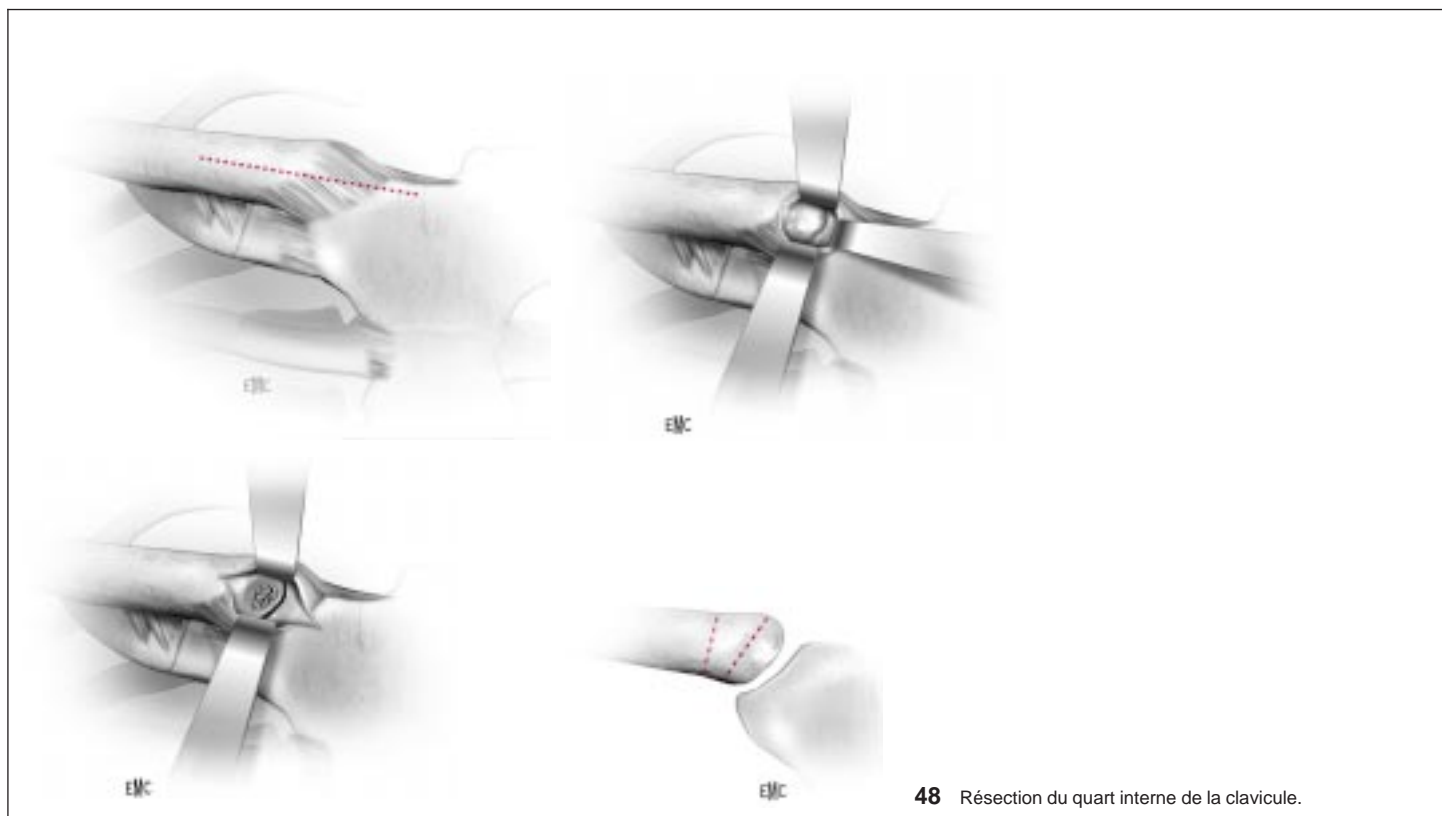
Il s'agit de luxations antérieures le plus souvent et exceptionnellement d'une luxation postérieure négligée. Symptomatiques, elles constituent l'indication électorale d'une résection arthroplastie de l'extrémité médiale de la clavicle.

Soins postopératoires

Le traitement chirurgical est complété par une immobilisation en rétropulsion à l'aide d'anneaux claviculaires pour les luxations postérieures et d'une attelle coude au corps pour les luxations antérieures. La rééducation est débutée entre la quatrième et la sixième semaine selon l'importance des douleurs et la solidité du montage.

Complications

Les complications rapportées dans la littérature sont liées pour une part aux lésions occasionnées par le déplacement rétrosternal de l'extrémité



48 Résection du quart interne de la clavicle.

médiale de la clavicule et d'autre part à la mise en place de matériel sternoclaviculaire susceptible de migrer. Il s'agit de plaies ou de compression des gros vaisseaux engageant le praticien à s'assurer de la disponibilité d'un chirurgien vasculaire dans l'établissement. Par ailleurs, des complications pleuropulmonaires (pneumothorax, hémithorax) ou respiratoires (compression trachéale) engageant le pronostic vital peuvent survenir.

Luxations bipolaires de la clavicule

Ces luxations sont rares, seule une quarantaine de cas sont recensés dans la littérature. Les circonstances de survenue sont des traumatismes violents (accident de la voie publique, chute de lieu élevé) responsables le plus souvent de polytraumatismes.

Elles combinent le plus souvent une luxation sternoclaviculaire antérieure et une luxation acromioclaviculaire postérosupérieure.

Dans la plupart des cas, le traitement rapporté est orthopédique sans tentative de réduction de la luxation sternoclaviculaire. Les auteurs [35, 69, 73] s'accordent sur le bon résultat fonctionnel du traitement orthopédique. Toutefois, la persistance de douleurs acromioclaviculaires peut faire pratiquer une intervention stabilisatrice de type Weaver-Dunn, en négligeant la disjonction sternoclaviculaire antérieure rarement symptomatique [69].

Toutefois, l'existence d'une luxation sternoclaviculaire postérieure nécessite une réduction sanglante en cas d'échec des manœuvres externes.

Références

- [1] Ada JR, Miller ME. Scapular fracture analysis of 113 cases. *Clin Orthop* 1991 ; 269 : 174-180
- [2] Alnot JY, Asfazadourian H. Fractures complexes de la scapula et de la ceinture scapulaire. In : Conférences d'enseignement de la SOFCOT, Traumatismes récents de l'épaule. Paris : Expansion Scientifique Française, 1997 : 171-181
- [3] Balmer FT, Gerber C. Coracoclavicular screw fixation for unstable fractures of the distal clavicle. *J Bone Joint Surg Br* 1991 ; 73 : 291-294
- [4] Barbier O, Malghem J, Van de Berg B, Rombouts JJ. Injury to the brachial plexus by a fragment of bone after fracture of the clavicle. *J Bone Joint Surg Br* 1997 ; 79 : 534-536
- [5] Béguin JM, Poilvache G. Les fractures de la clavicule. Étude de 17 cas opérés par enclouage centro-médullaire. Intérêt de la broche de Knowles. *Acta Orthop Belg* 1984 ; 50 : 758-768
- [6] Benton J, Nelson C. Avulsion of the coracoid process in an athlete. *J Bone Joint Surg Am* 1971 ; 53 : 356-358
- [7] Berkowitz MM, Warren RF, Altchek DW, Carson EW. Arthroscopic acromioclavicular resection. *Oper Tech Sports Med* 1997 ; 5 : 100-108
- [8] Bonnel F, Fauré P. Fractures de la scapula. Classification, bases thérapeutiques. In : Conférences d'enseignement de la SOFCOT, Traumatismes récents de l'épaule. Paris : Expansion Scientifique Française, 1997 : 153-164
- [9] Bosworth BM. Acromioclavicular separation. New method of repair. *Surg Gynecol Obstet* 1941 ; 73 : 866
- [10] Bosworth BM. Complete acromioclavicular dislocation. *N Engl J Med* 1949 ; 224 : 221
- [11] Brodsky JW, Tullos HS, Gartsman GM. Simplified posterior approach to the shoulder joint. A technical note. *J Bone Joint Surg Am* 1987 ; 69 : 773-774
- [12] Buckerfield CT, Castle ME. Acute traumatic retrosternal dislocation of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am* 1984 ; 66 : 379-385
- [13] Buscaglia LC. Surgical management of subclavian artery injury. *Am J Surg* 1987 ; 154 : 88-92
- [14] Butters KP. The scapula in the shoulder. In : Rockwood CA, Matsen FA eds. The shoulder. Philadelphia : WB Saunders, 1990 : 335-366
- [15] Cain TE, Hamilton WP. Scapular fractures in professional football players. *Am J Sports Med* 1992 ; 20 : 363-365
- [16] Chou NS. Intrathoracic migration of Kirschner wires. *J Formos Med Assoc* 1994 ; 93 : 974-976
- [17] Codman EA. Obscure lesions of the shoulder : Rupture of the supraspinatus tendon. *Boston Med Surg J* 1927 ; 196 : 381
- [18] Connolly JF. Nonunion of the clavicle and thoracic outlet syndrome. *J Trauma* 1989 ; 29 : 1127-1132
- [19] David PHP, Luitse JSK, Strating RP, VanderHart CP. Operative treatment for delayed union and non union of midshaft clavicular fractures : AO reconstruction plate fixation and early mobilisation. *J Orthop Trauma* 1996 ; 40 : 985-986
- [20] De La Caffinière JY, De La Caffinière M, Lacaze F. Traitement des dislocations acromio-claviculaires au moyen d'une plastie coraco-clavi-acromiale (CCA). *Rev Chir Orthop* 1998 ; 84 : 9-16
- [21] De Palma AF. Surgery of the shoulder. Philadelphia : JB Lippincott, 1983
- [22] Decoult P. Fracture de l'omoplate. *Lille Chir* 1956 ; 11 : 215-227
- [23] Dewar FP, Barrington, TW. The treatment of chronic acromioclavicular dislocation. *J Bone Joint Surg Br* 1965 ; 47 : 32
- [24] Dugdale TW, Fulkerson JP. Pneumothorax complicating a closed fracture of the clavicle. A case report. *Clin Orthop* 1987 ; 221 : 212-214
- [25] Dupont R, Evrard H. Sur une voie d'accès postérieure de l'omoplate. Son application au traitement des fractures du pilier de cet os, en particulier. *J Chir* 1932 ; 39 : 528-534
- [26] Dust WN. Stress fracture of the clavicle leading to non-union secondary to coracoclavicular reconstruction with Dacron. *Am J Sports Med* 1989 ; 17 : 128-129
- [27] Ebraheim NA, Pearlstein SR, Savolaine ER. Scapulothoracic dislocation (avulsion of the scapula, subclavian artery and brachial plexus) : An early recognized variant, a new classification, and a review of the literature and treatment option. *J Orthop Trauma* 1987 ; 1 : 18-23
- [28] Eskola A, Vainionpää S, Myllynen P, Pätäälä H, Rokkanen P. Outcome of clavicular fracture in 89 patients. *Arch Orthop Surg* 1986 ; 105 : 337-338
- [29] Eskola A, Vainionpää S, Myllynen P, Pätäälä H, Rokkanen P. Surgery for ununited clavicular fracture. *Acta Orthop Scand* 1986 ; 57 : 366-367
- [30] Eyres KS, Brooks A, Stanley D. Fractures of the coracoid process. *J Bone Joint Surg Br* 1995 ; 77 : 425-428
- [31] Fery A, Sommelet J. Fractures du processus coracoïde. À propos de 10 observations. *Rev Chir Orthop* 1979 ; 65 : 403-407
- [32] Flatow EL, Bigliani LU, April EN. An anatomic study of the musculocutaneous nerve and its relationship to the coracoid process. *Clin Orthop* 1989 ; 244 : 166-171
- [33] Gagey O. Fractures de la scapula. In : Conférences d'enseignement de la SOFCOT, Traumatismes récents de l'épaule. Paris : Expansion Scientifique Française, 1997 : 165-170
- [34] Gagey O, Carey JP, Mazas F. Les fractures récentes de la scapula : à propos de 43 cas. *Rev Chir Orthop* 1984 ; 70 : 443-447
- [35] Gearen PF, Petty W. Panclavicular dislocation. *J Bone Joint Surg Am* (3) 1982 ; 64 : 454-455
- [36] Goss TP. Fractures of the glenoid cavity current concept review. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 229-305
- [37] Goss TP. The double disruptions of the superior shoulder suspensory complex. *J Orthop Trauma* 1993 ; 7 : 99-106
- [38] Hackenbruch W, Regazzoni P, Schwyzer K. Operative behandlung der lateralen clavicula-fraktur mit der « clavicula-hakenplatte ». *Z Unfallchir* 1994 ; 87 : 145-152
- [39] Hardegger FH, Simpson LA, Weber BG. The operative treatment of scapular fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1984 ; 66 : 725-731
- [40] Heppenstall RB. Fractures and dislocations of the distal clavicle. *Orthop Clin North Am* 1975 ; 6 : 477-486
- [41] Herscovici D, Fienness AG, Allgöwer M. The floating shoulder : ipsilateral clavicle and scapular neck fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1992 ; 74 : 362-364
- [42] Hill JM, McGuire MH, Crosby LA. Closed treatment of displaced middle third fractures of the clavicle gives poor results. *J Bone Joint Surg Br* 1997 ; 79 : 537-539
- [43] Ideberg R, Grevsten S, Larsson S. Epidemiology of scapular fractures (incidence and classification of 338 fractures). *Acta Orthop Scand* 1995 ; 66 : 395-397
- [44] Ideberg R, Myrhaug R. Fractures of the scapula. In : Watson MS ed. Surgical disorders of the shoulder. New York : Churchill Livingstone, 1992
- [45] Jackson Burrows M. Tenodesis of sub-clavius in the treatment of recurrent dislocation of the sternoclavicular joint. *J Bone Joint Surg* 1951 ; 33 : 240-243
- [46] Koert P, Dinesh MK. Anterior sternoclavicular dislocation : a long-term follow-up study. *J Orthop Trauma* 1990 ; 4 : 420-423
- [47] Kona J, Bosse MJ, Staeheli JW, Rosseau RL. Type II clavicle fractures : a retrospective review of surgical treatment. *J Orthop Trauma* 1990 ; 4 : 115-119
- [48] Kontakis GM. Subcoracoid trapping of the proximal fragment of a fractured clavicle. *J Trauma* 1997 ; 43 : 144-145
- [49] Koss SD. Nonunion of a midshaft clavicle fracture associated with subclavian vein compression. A case report. *Orthop Rev* 1989 ; 18 : 431-434

[50]

Larsen E, Bjerg A, Christensen P. Conservative or surgical treatment of acromioclavicular dislocation. A prospective controlled, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 552-555

[51]

Lengua F, Nuss JM, Lechner R, Baruthio J, Veillon F. Traitement des fractures de la clavicule par embrochage à foyer fermé de dedans en dehors sans va-et-vient. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 377-380

[52]

Leung KS, Lam TP. Open reduction and internal fixation of ipsilateral fractures of the scapular neck and clavicle. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 1015-1018

[53]

Liberson F. Os acromiale, a contested anomaly. *J Bone Joint Surg* 1937 ; 19 : 683-689

[54]

Luskin R, Weiss CA, Winer J. The role of the subclavius muscle in the subclavian vein syndrome (costoclavicular syndrome) following fracture of the clavicle. *Clin Orthop* 1967 ; 54 : 75-83

[55]

Matz SO. Brachial plexus neuropraxia complicating a comminuted clavicle fracture in a college football player. Case report and review of the literature. *Am J Sports Med* 1989 ; 17 : 581-583

[56]

McGahan JP, Rab GT, Dublin A. Fractures of the scapula. *J Trauma* 1980 ; 20 : 880-883

[57]

Meeks RJ. Isolated clavicle fracture with associated pneumothorax : a case report. *Am J Emerg Med* 1991 ; 9 : 555-556

[58]

Miller DS, Boswick JA. Lesions of the brachial plexus associated with fractures of the clavicle. *Clin Orthop* 1969 ; 64 : 144-149

[59]

Molé D, Walch G. Traitement chirurgical des instabilités de l'épaule. Articulation gléno-humérale. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales — Orthopédie-Traumatologie, 44-265, 1993 : 1-19

[60]

Moneim MS, Balduini FC. Coracoid fracture, a complication of surgical treatment by coracoclavicular tape fixation. A case report. *Clin Orthop* 1982 ; 168 : 133-135

[61]

Nettrour LF, Krufty LE, Mueller RE, Raycroft JF. Locked scapula : Intrathoracic dislocation of the inferior angle. *J Bone Joint Surg Am* 1972 ; 54 : 413-416

[62]

Neviaser JS. Acromioclavicular dislocation treated by transference of the coracoacromial ligament. *Clin Orthop* 1968 ; 58 : 57

[63]

Patte D. Voies d'abord de l'épaule et de l'extrémité supérieure de l'humérus. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales — Orthopédie-Traumatologie, 44-250, 1985 : 1-12

[64]

Patte D. Les luxations traumatiques des articulations acromio- et sternoclaviculaires. In : Cahier d'enseignement de la SOFCOT, Conférences d'enseignement. Paris : Expansion Scientifique Française, 1987 : 133-157

[65]

Picard F, Montbarbon E, Tourne Y, Charbel A, Saragaglia D. Faut-il suturer les ligaments coraco-claviculaires dans le traitement des disjonctions acromio-claviculaires récentes ? (étude prospective portant sur 30 cas). In : Groupe d'étude de l'épaule et du coude. Les disjonctions acromio-claviculaires. Montpellier : Sauramps Medical, 1994

[66]

Poigenfurst J, Rappold G, Fischer W. Plating of fresh clavicular fractures : results of 122 operations. *Injury* 1992 ; 23 : 237-241

[67]

Pyper JB. Non union fractures of the clavicle. *Injury* 1978 ; 9 : 268-270

[68]

Reichenbacher D. Early secondary lesions of the brachial plexus-a rare complication following clavicular fracture. *Unfallchirurgie* 1987 ; 13 : 91-92

[69]

Rockwood CA, Matsen FA. The shoulder. Philadelphia : WB Saunders, 1990 : 413-476

[70]

Rowe CR. An atlas of anatomy and treatment of mid-clavicular fractures. *Clin Orthop* 1968 ; 58 : 29-41

[71]

Schwarz N, Höcker K. Osteosynthesis of irreducible fractures of the clavicle with 2,7 mm ASIF plates. *J Trauma* 1992 ; 33 : 179-183

[72]

Suso S. Compression of the anterior interosseous nerve after use of a Robert-Jones type bandage for a distal end clavicle fracture: case report. *J Trauma* 1994 ; 36 : 737-739

[73]

Thomas CB, Friedman RJ. Ipsilateral sternoclavicular dislocation and clavicle fracture. *J Orthop Trauma* 1989 ; 3 (4) : 179-182

[74]

Tricoire JL, Colombier JA, Chiron P, Puget J, Utheza G. Les luxations sterno-claviculaires postérieures. À propos de 6 cas. *Rev Chir Orthop* 1990 ; 76 : 39-44

[75]

Trojan E. Fractures de l'extrémité acromiale de la clavicule. *Rev Chir Orthop* 1966 ; 52 : 345-351

[76]

Tse DH, Slabaugh PB, Carlson PA. Injury to the axillary artery by a closed fracture of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am* 1980 ; 62 : 1372-1374

[77]

Tsou PM. Percutaneous cannulated screw coracoclavicular fixation for acute acromioclavicular dislocation. *Clin Orthop* 1989 ; 243 : 112-121

[78]

Versier G, Cazeret CH, Bocaccio P, Van Cuyck A, Romanet JP. Disjonctions scapulo-claviculaires, traitement chirurgical. In : Groupe d'étude de l'épaule et du coude. Les disjonctions acromio-claviculaires. Montpellier : Sauramps Médical, 1994

[79]

Weaver JK, Dunn HK. Treatment of acromioclavicular injuries, especially complete acromioclavicular separation. *J Bone Joint Surg Am* 1972 ; 54 : 1187

[80]

Weh L. Dislocated clavicle fracture with a costoclavicular compression syndrome. *Z Orthop* 1980 ; 118 : 140-142

[81]

Wilkins RM, Johnston RM. Ununited fractures of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am* 1983 ; 65 : 773-778

[82]

Witvoët J, Martinez B. Traitement des luxations sterno-claviculaires antérieures. À propos de 18 cas. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 311-316

[83]

Yates DW. Complications of the fractures of the clavicle. *Injury* 1976 ; 7 : 189-193

[84]

Zdravkovic D, Damholt VV. Comminuted and severely displaced fractures of the scapula. *Acta Orthop Scand* 1974 ; 45 : 60-65

[85]

Zenni EJ, Krieg JK, Rosen MJ. Open reduction and internal fixation of clavicular fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1981 ; 63 : 147-151

[86]

Zucman J, Robinet L, Aubart F. Traitement des luxations sternoclaviculaires. *Rev Chir Orthop* 1978 ; 64 : 35-44

Fermeture chirurgicale des coiffes non réparables par suture simple

D Goutallier
JM Postel
P Leguilloux

Résumé. – Les ruptures de coiffe non réparables par suture simple sont les ruptures dont les moignons tendineux sont situés à l'aplomb ou au-delà du sommet de la tête humérale. Ce sont aussi les ruptures de coiffe moins étendues que la résection des moignons tendineux trop fins ou clivés peu favorables à la tenue des fils de suture et à leur cicatrisation sur l'os huméral rend irréparables. Si l'articulation scapulo-humérale n'est pas encore désorganisée et arthrosique, la fermeture de telles brèches tendineuses apparaît logique pour préserver au mieux l'épaule. Mais les gestes de réparation tendineuse doivent souvent être associés à des renforcements des muscles de la coiffe souvent très infiltrés de graisse. Les principales techniques de réparation tendineuse et de renforcement musculaire utilisées dans de tels cas sont exposées ; les références bibliographiques permettent aux lecteurs d'en connaître les résultats anatomiques et fonctionnels. La plupart des techniques décrites nécessitent une bonne connaissance de la chirurgie de l'épaule.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Pour que la réparation d'une coiffe rompue soit valable, il est nécessaire que les tendons réinsérés sur leur tubérosité soient légèrement saignants (pour faciliter la cicatrisation os-tendon) et d'épaisseur suffisante pour, entre autre, correctement tenir les fils de suture. Une réinsertion tendineuse sans tension est aussi nécessaire^[1]. Elle protège l'ancrage des fils de suture, non seulement dans le tendon mais aussi dans l'os, jusqu'à la cicatrisation, et permet une rééducation prudente. Or, l'expérience a montré qu'une suture tendineuse sans tension était souvent difficile lorsque le tendon à réparer était situé en regard du sommet de la tête humérale (stade 2 de Bernageau^[2]) et a fortiori plus en dedans (stade 3 de Bernageau).

Par ailleurs, une coiffe tendineuse réparée ne peut être fonctionnelle et non exposée à une rupture itérative que si les muscles de la coiffe, en particulier l'infraspinatus (sous-épineux) et le subscapularis (sous-scapulaire), sont restés actifs assurant, entre autre, le centrage actif de l'humérus sur la glène. Il faut se souvenir, d'une part que l'infraspinatus surtout et le subscapularis sont les muscles abaisseurs principaux de l'humérus par rapport à l'omoplate et donc les muscles qui protègent au mieux le supraspinatus du conflit avec l'arche acromioclaviculaire et d'autre part, qu'un muscle avec une dégénérescence graisseuse égale ou supérieure à 2 selon la classification de Goutallier et Bernageau perd de sa fonction^[12].

Les coiffes irréparables peuvent se voir dans deux situations :

– dans les ruptures anciennes, les tendons rompus sont situés à l'aplomb ou en dedans du sommet de la tête humérale. Ils sont

d'emblée non simplement suturables. Généralement, les muscles des tendons rompus ont une dégénérescence graisseuse déjà notable (égale ou supérieure à 2)^[14]. La réparation tendineuse doit donc recourir non seulement à des plasties tendineuses mais aussi à des gestes qui améliorent la fonction des muscles, notamment les muscles abaisseurs de l'humérus ;

– dans les ruptures encore peu rétractées (a priori réparables) dont les muscles sont généralement sans infiltration graisseuse notable (donc fonctionnellement valables), l'irréparabilité tendineuse peut provenir de la nécessité de réséquer la partie dilacérée et trop mince des tendons rompus.

Si, dans les ruptures de coiffe irréparables ou devenues irréparables par la résection tendineuse, il apparaît nécessaire de fermer la coiffe pour protéger au mieux le devenir de l'épaule, et si l'anatomie de l'articulation glénohumérale le permet (pas de subluxation supérieure – distance sous-acromiale supérieure à 5 mm sur le cliché de face en rotation neutre, malade en position assise – et pas de subluxation antérieure de la tête humérale sur le cliché en profil axillaire), plusieurs possibilités thérapeutiques sont offertes :

– réinsérer les tendons rompus réséqués en faisant un avancement tendinomusculaire, ce qui permet de refaire une coiffe tendineuse anatomique. C'est l'avancement du supraspinatus et l'avancement de l'infraspinatus. L'avancement de l'infraspinatus doit être complété par le renforcement de son muscle par le rhomboïdeus major (grand rhomboïde) s'il est nettement infiltré de graisse (stade égal ou supérieur à 2) ;

– remplacer les tendons rompus et leurs muscles infiltrés de graisse par des lambeaux musculotendineux sains. Ce sont principalement les lambeaux de trapezius ou de pectoralis major (grand pectoral) pour remplacer le subscapularis et le lambeau de latissimus dorsi (grand dorsal) ou de teres major (grand rond) pour remplacer les supra- et infraspinatus ;

– suturer les tendons rompus réséqués à un muscle inséré sur l'humérus : c'est le lambeau de deltoïdeus (deltoïde) ;

Daniel Goutallier : Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux, chef de service, service d'orthopédie et traumatologie, hôpital Henri-Mondor, 51, avenue du Maréchal-de-Lattre-de-Tassigny, 94010 Créteil cedex, France.

Jean-Marie Postel : Attaché des Hôpitaux, hôpital Henri-Mondor, clinique Arago, 95, boulevard Arago, 75014 Paris, France.

Pierre Leguilloux : Assistant des hôpitaux des Armées, service d'orthopédie, hôpital inter-Armées Percy, 101, avenue Henri-Barbusse, BP 406, 92141 Clamart cedex, France.

– utiliser un renforcement tendineux, voire une prothèse tendineuse, si les muscles sont sains.

Seules les techniques de l'avancement des supraspinatus et infraspinatus (avec le lambeau de grand rhomboïdeus), des lambeaux du trapezius, du latissimus dorsi et du deltoïdeus et du renfort tendineux seront scrupuleusement décrites. Les rappels bibliographiques permettent aux lecteurs de prendre connaissance des résultats publiés sur les différentes techniques.

Avancement tendinomusculaire du supraspinatus

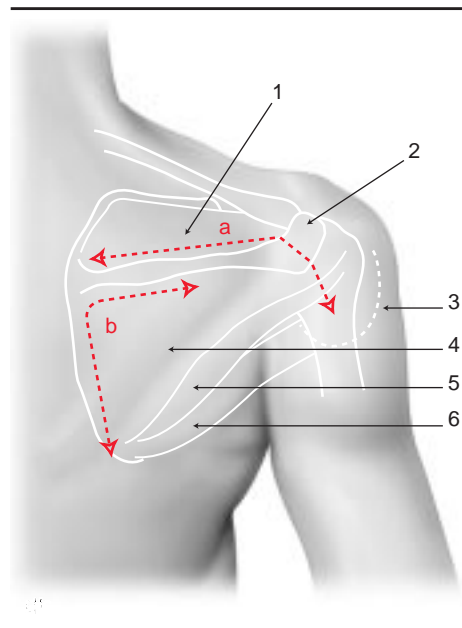
L'avancement tendinomusculaire du supraspinatus est techniquement facile^[5]. Il permet d'obtenir presque toujours une réparation satisfaisante et durable du supraspinatus dans sa position anatomique^[14].

INSTALLATION ET VOIE D'ABORD

La voie d'abord supraépineuse, transacromiale, transdeltoïdienne décrite par Debeyre et Patte^[5, 17] est actuellement la seule voie utilisée. La voie dite de GLA^[17] est abandonnée. La position assise est confortable pour l'opérateur. La tête de l'opéré est maintenue par un appui-tête situé sur l'occiput (un appui-tête situé sur la face expose à des compressions oculaires pouvant entraîner une cécité). Les membres inférieurs sont maintenus légèrement fléchis par un coussin situé sous les genoux. Des appui-pieds permettent de stabiliser le malade et d'éviter son glissement au cours des basculages de la table d'opération en proclive ou en déclive. L'avant-bras du membre opéré repose sur un appui, coude fléchi. L'utilisation d'une lampe frontale est conseillée.

L'incision cutanée (fig 1) est préalablement repérée au crayon dermographique avant l'installation des champs ; ils laissent libre et stérile tout le membre supérieur (pour pouvoir le mobiliser aisément pendant l'intervention) et toute l'épaule (pour pouvoir faire si nécessaire un abord complémentaire soit postérieur, soit antérieur).

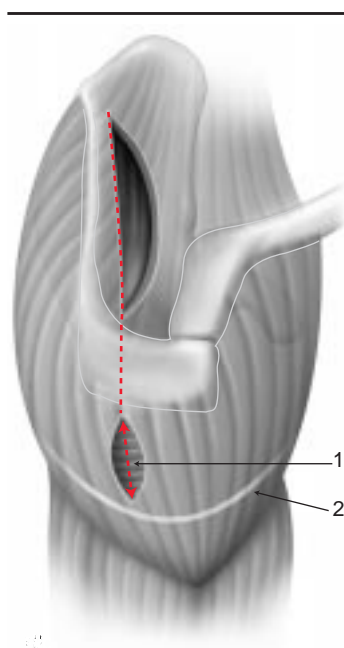
L'incision cutanée débute, en dedans, au tubercule de l'épine de l'omoplate. Elle est parallèle à l'épine de l'omoplate, 1 cm au-dessus d'elle. Elle se recourbe légèrement vers l'arrière au-dessus de l'acromion pour passer 1 cm en avant de l'angle postérieur de l'acromion. Puis elle descend en se dirigeant légèrement vers l'avant pour être parallèle aux fibres du deltoïdeus. Elle doit s'arrêter à moins de trois travers de doigt du bord externe de l'acromion pour éviter toute agression sur le nerf axillaire.



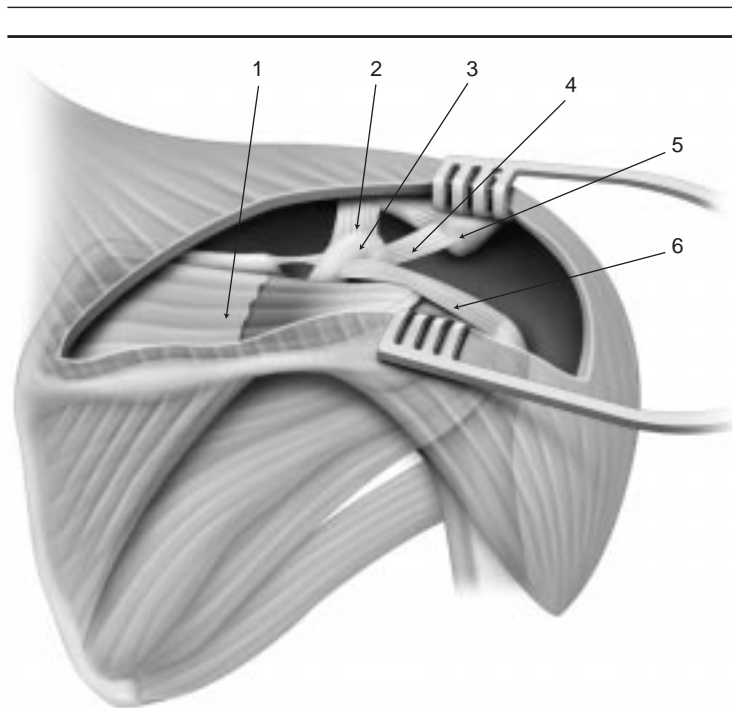
1 Incisions cutanées.

a. Incision pour la voie supraépineuse, transacromiale, transdeltoïdienne de Debeyre ; b. incision infraépineuse.

1. Muscle supraspinatus ; 2. acromion ; 3. nerf axillaire ; 4. muscle infraspinatus ; 5. muscle teres minor ; 6. muscle teres major.



2 Incision du trapezius supérieur, du deltoïde et tracé de l'acromiotomie.
1. Aponévrose profonde du deltoïdeus ;
2. nerf axillaire.



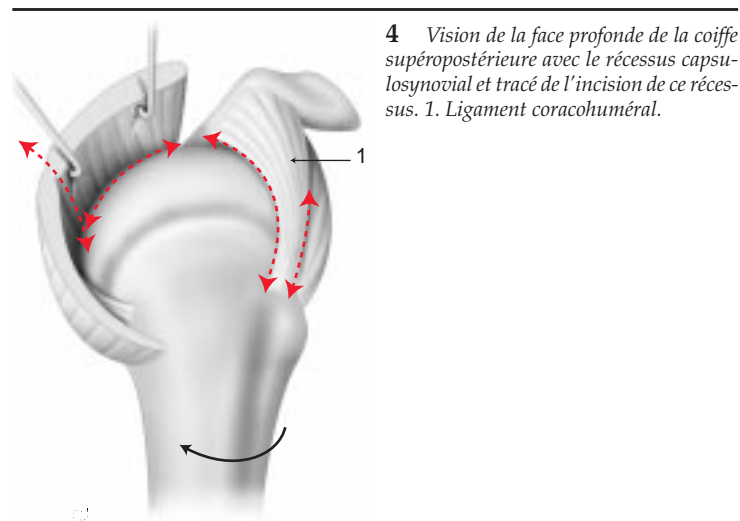
3 Vue donnée par la voie de Debeyre, le membre supérieur étant en rotation neutre.
1. Muscle supraspinatus ; 2. ligament coracoclaviculaire ; 3. coracoïde ; 4. ligament acromioclaviculaire ; 5. acromion antérieur relevé ; 6. ligament coracohuméral.

Le trapezius supérieur (fig 2) est incisé au bistouri électrique 1 cm au-dessus de l'épine. Cette incision coupe ses fibres musculaires. Les fibres du deltoïdeus moyen sont discisées verticalement à 1 cm en avant de l'angle de l'acromion. L'aponévrose profonde du deltoïdeus est incisée verticalement et sa face profonde est décollée, en avant et en arrière, de la bourse sous-deltoïdienne.

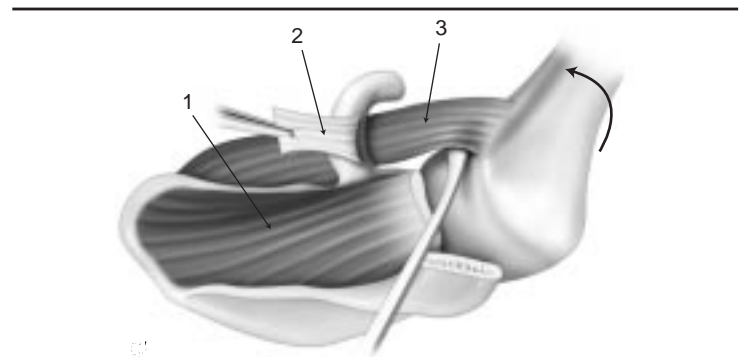
ACROMIOTOMIE

Elle est effectuée à la scie oscillante. Elle est située 1 cm en avant de l'angle de l'acromion.

L'acromion antérieur (fig 3) est libéré de ses adhérences avec le plafond de la bourse. Il est basculé autour de l'articulation acromioclaviculaire grâce à un écarteur orthostatique puissant de type « dos d'âne ». Le décollement de la lèvre antérieure cutanée et sous-cutanée de l'incision vers l'articulation acromioclaviculaire facilite le basculement de l'acromion antérieur. Les griffes de l'écarteur



4 Vision de la face profonde de la coiffe supéro-postérieure avec le récessus capsulo-synovial et tracé de l'incision de ce récessus. 1. Ligament coracohuméral.



5 Exploration de la face profonde du tendon du subscapularis. 1. Muscle supraspinatus ; 2. ligament coracohuméral relevé ; 3. muscle subscapularis.

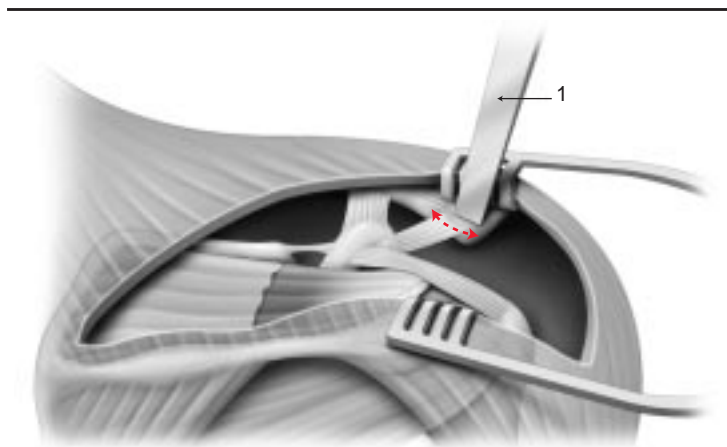
s'appuient sur la face profonde de l'acromion postérieur et de l'acromion antérieur. La section ou la résection du ligament acromioclaviculaire n'est pas nécessaire pour basculer l'acromion antérieur. Le plafond de la bourse séparé de la face profonde du deltoïdeus, de la face inférieure de l'acromion et du ligament acromioclaviculaire, est réséqué. La mise en rotation externe de l'humérus permet sa résection antérieure ; la mise en rotation interne de l'humérus permet sa résection postérieure. La brèche tendineuse apparaît alors.

La graisse située à la face supérieure de la partie distale du supraspinatus, en dedans de la bourse sous-deltôïdienne, est réséquée après l'avoir décollée d'avant en arrière du ligament acromioclaviculaire, des ligaments conoïdes et trapézoïdes. L'expansion de ce paquet graisseux, en dehors du bord externe de l'épine de l'omoplate, est aussi réséquée. Cette résection est généralement hémorragique et une hémostase au bistouri électrique doit être effectuée.

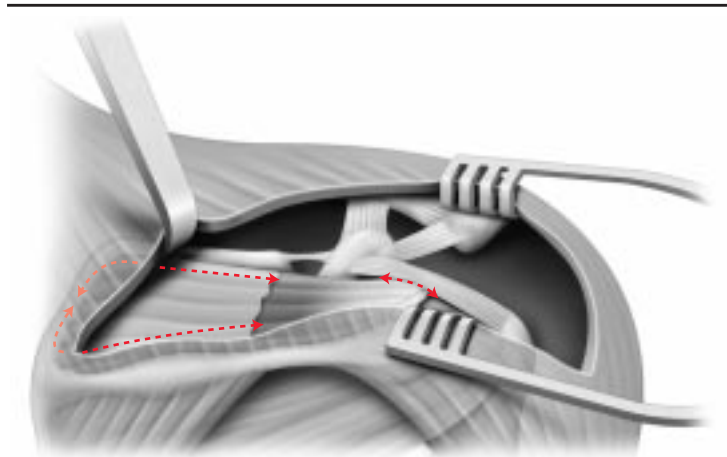
L'exploration de la coiffe tendineuse et de ses lésions par la voie transacromiale est facile.

Le membre supérieur (fig 4) étant en adduction et légère rotation externe, la table étant en déclive, la face profonde de l'infra-spinatus est facilement explorée, visuellement et à la spatule. On peut ainsi détecter les ruptures totales ou partielles et les clivages (avec d'éventuelles désinsertions du faisceau profond du clivage) de l'infra-spinatus.

Lorsque l'on met le membre supérieur en antépulsion (fig 5), après avoir désinséré le ligament coracohuméral de l'humérus juste au-dessus de la gouttière intertubérositaire et sectionné sa poulie de réflexion (si le coracohuméral n'était pas désinséré), on explore très bien visuellement et à la spatule (la table est horizontale) la face profonde de l'insertion du subscapularis sur le trochin. Cette exploration endoarticulaire du subscapularis, si l'examen clinique et/ou l'imagerie laisse un doute sur son intégrité, nous semble



6 Acromioplastie à la scie oscillante (1) sur l'acromion antérieur relevé. 1. Scie oscillante.



7 Libération du tendon du supraspinatus et incision de l'aponévrose du muscle supraspinatus.

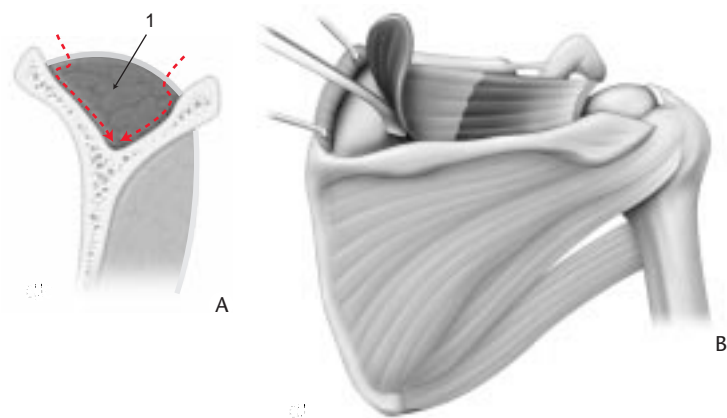
supérieure aux renseignements donnés par l'ouverture de la coulisse bicipitale puisque les désinsertions du sous-scapulaire se font de dedans en dehors.

La longue portion du biceps, si elle est encore présente, est facilement explorée. Les lésions prédominent sur sa face profonde. La section du plafond de la coulisse bicipitale permet, si cela apparaît nécessaire, de mieux apprécier l'ampleur des lésions de ce tendon, voire de les traiter.

Une acromioplastie antéro-inférieure (fig 6) et une résection du ligament acromioclaviculaire peuvent être effectuées. L'acromioplastie ne peut être pratiquée qu'à la scie oscillante (longue lame) sur l'acromion relevé ; la tranche de section osseuse est cirée. Les ossifications postopératoires sont rares et sans retentissement fonctionnel.

LIBÉRATION ET PRÉPARATION DU TENDON DU SUPRASPINATUS

Si le ligament coracohuméral est normalement inséré sur l'humérus (fig 7), le bord antérieur du tendon du supraspinatus est séparé de lui. Si le ligament coracohuméral est désinséré de l'humérus et rétracté, il apparaît plus satisfaisant pour le réparer de désinsérer ce ligament de la coracoïde et de le garder pédiculé sur le supraspinatus ; son bord antérieur est bien mis en évidence en le tirant vers le dehors. Le bord postérieur du supraspinatus est séparé du tendon de l'infra-spinatus. Cette séparation doit se faire dans l'axe des fibres musculaires. La distinction entre tendon du supraspinatus et tendon de l'infra-spinatus est facile à situer : on regarde, lorsqu'on attire la nappe tendineuse rompue vers le dehors en faisant varier le



8 A, B. Désinsertion du muscle supraspinatus de son aponévrose périphérique et de la fosse osseuse supraépineuse.
1. Muscle supraspinatus.



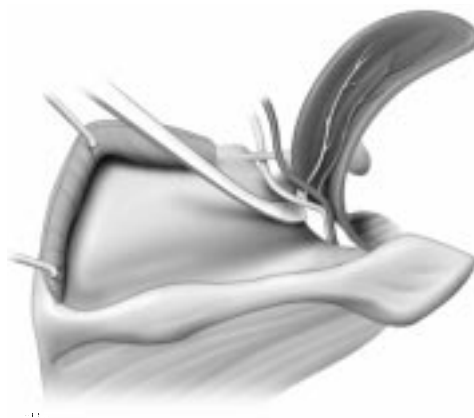
9 Mise en évidence du pédicule vasculonerveux suprascapulaire.
1. Spatule ; 2. rugine.

point d'application de la traction, si ce sont les fibres musculaires du supraspinatus ou celles de l'infraspinatus qui se mettent en tension. De plus, la confluence entre muscle supraspinatus et muscle infraspinatus est très bien vue si on attire la nappe tendineuse vers le dehors.

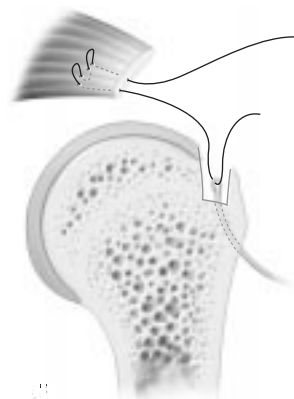
La réflexion capsulaire supérieure (fig 4), bien vue lorsqu'on attire le moignon tendineux du supraspinatus vers le haut, est ouverte de l'avant vers l'arrière avec des ciseaux légèrement ouverts. La capsulotomie est complétée en arrière et en bas si nécessaire en regard de l'infraspinatus. Le bout distal du supraspinatus dilacéré et/ou aminci par un clivage dont le feuillet profond peut se rétracter jusqu'à la glène est réséqué pour obtenir une coupe tendineuse d'épaisseur normale et légèrement saignante.

AVANCEMENT DU MUSCLE SUPRASPINATUS

La libération du muscle est facilitée par la mise en déclive de la table d'opération. Un ou deux écarteurs de Farabeuf réclinent le trapezius supérieur vers le haut et vers le dedans (fig 7). L'aponévrose du supraspinatus, qui recouvre le muscle dans sa moitié interne, est incisée près du bord supérieur de l'omoplate, puis près de son bord spinal, puis juste au-dessus de l'épine de l'omoplate. Avec une rugine qui passe sous les restes aponévrotiques encore insérés sur l'omoplate (fig 8), on recueille toutes les fibres charnues distales pour que la désinsertion intéresse tout le muscle supraspinatus. Il est aisé de commencer par l'angle inféro-interne. La désinsertion musculaire est poussée progressivement vers le dehors (fig 9), en libérant d'abord le supraspinatus de la face supérieure de l'épine de l'omoplate jusqu'au bord externe de l'épine. Ceci permet de situer le paquet vasculonerveux suprascapulaire. La mise en évidence de l'échancrure coracoïdienne par désinsertion de la face profonde du supraspinatus de la fosse sus-épineuse est faite prudemment, à la spatule. On met ainsi en évidence le paquet suprascapulaire (fig 10). La spatule sépare prudemment la face



10 Libération du pédicule vasculonerveux suprascapulaire.
1. Spatule.



A



B



C

11 Réinsertion transosseuse dans la tranchee trochantérienne du tendon suffisamment réséqué du supraspinatus.

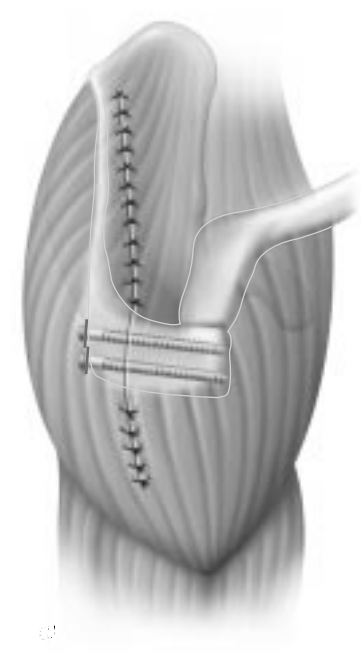
profonde du nerf suprascapulaire de l'omoplate. La libération du paquet suprascapulaire est poussée en bas jusqu'au bord externe de l'épine de l'omoplate. Un vaisseau allant du paquet suprascapulaire au bord externe de l'épine est souvent sectionné. L'hémostase se fait par tamponnement. La libération tendinomusculaire ainsi effectuée permet d'amener le tendon du supraspinatus, même s'il était situé en regard de la glène, dans la tranchee osseuse trochantérienne de réinsertion. Celle-ci est effectuée aux ciseaux frappés juste en dehors de la surface cartilagineuse de la tête humérale, à l'endroit où le supraspinatus s'insère normalement.

RÉINSERTION TRANSOSSEUSE DU TENDON

Le tendon du supraspinatus est agrippé par un ou mieux deux points en « U » plus ou moins compliqués (Nylon® 2) (fig 11). On s'assure, par traction, que les fils tiennent bien. Les fils pénètrent dans la tranchee trochantérienne de réinsertion. Ils sont noués à la face externe de l'humérus, si besoin sur bouton de renforcement des corticales, après s'être assuré que le moignon tendineux a bien pénétré dans la tranchee trochantérienne.

Le tendon du supraspinatus avancé est suturé en arrière à l'infraspinatus et en avant au ligament coracohuméral s'il en a été

12 Fermeture de la voie de Debeyre.



séparé ; si le coraco-huméral a été laissé pédiculé sur le tendon du supraspinatus, il est suturé au tendon du subscapularis.

Il faut vérifier la tension du pédicule suprascapulaire après la suture tendineuse. S'il est tendu, une immobilisation postopératoire sur une attelle maintenant une élévation latérale de 45° apparaît nécessaire. Des études électromyographiques ont montré que l'avancement du supraspinatus, comme celui de l'infraspinatus, même lorsque les tendons réparés étaient rétractés à la glène, voire au-delà, n'entraînait pas de lésion du nerf suprascapulaire [13].

FERMETURE DE LA VOIE D'ABORD

L'acromion antérieur est rabaissé et réduit sur l'acromion postérieur (fig 12). La mise en élévation latérale du membre supérieur à 40° environ facilite la réduction. Une rugine, passée sous l'acromion, est parfois nécessaire pour repousser le supraspinatus avancé qui peut s'interposer dans le foyer d'ostéotomie. La contention de l'acromiotomie est obtenue par deux vis en titane, de diamètre 3,5 mm, parallèles, partant en arrière de l'épine de l'omoplate en dedans de l'angle de l'acromion et allant se fixer dans la partie antérosupérieure de l'acromion antérieur. Lorsque les vis sont montées sur des rondelles (en titane) et que les trajets acromiaux postérieurs sont foirés, la compression est excellente. Les non-consolidations sont exceptionnelles. Aucune ostéolyse acromiale n'a été notée.

Le trapezius est suturé par des points en « X » au fil non résorbable. La partie proximale du supraspinatus avancé est maintenue en place par un des fils de suture du trapezius. Un petit drainage de Redon est placé dans la fosse supraépineuse déshabillée. Le deltoïdeus est suturé par des points en « X » au fil non résorbable.

La fermeture sous-cutanée et cutanée ne pose pas de problème.

RÉÉDUCATION POSTOPÉRATOIRE

La mobilisation passive de l'épaule au-dessus du plan de l'attelle (qui maintient, sauf cas particulier, le membre supérieur en élévation latérale d'une trentaine de degrés), dans le plan de l'omoplate et en rotation nulle, est débutée dès le lendemain de l'intervention. L'amplitude de la rééducation passive en rotation dépend de la qualité et de la tension des éventuelles réparations associées des tendons du suprascapulaire et/ou de l'infraspinatus. La mobilisation active aidée de l'épaule, en augmentant progressivement les rotations, est débutée au 25^e jour postopératoire. Elle est d'abord effectuée sur le membre supérieur en élévation de plus de 90°. L'attelle est généralement retirée vers le 35^e jour postopératoire.



13 Nappe tendineuse du deltoïde postérieur en continuité avec l'aponévrose du muscle infraspinatus. 1. Grand rhomboïde.

Avancement tendinomusculaire de l'infraspinatus

L'avancement tendinomusculaire de l'infraspinatus [17] couplé avec le lambeau de rhomboïdeus (rhomboïde) [15] permet presque toujours d'obtenir une bonne réparation anatomique et durable de l'infraspinatus et une bonne restitution de ses fonctions d'abaisseur de la tête humérale et de rotateur externe [9, 14]. Il est techniquement plus difficile que l'avancement du supraspinatus.

INSTALLATION ET VOIE D'ABORD

La position opératoire recommandée est la même que celle prônée pour l'avancement du supraspinatus (cf supra). La lampe frontale est particulièrement utile. La voie supraépineuse, transacromiale, transdeltoïdienne est utilisée pour faire le bilan des lésions tendineuses, la libération et la préparation du tendon de l'infraspinatus à réinsérer et la réinsertion transosseuse du tendon en position anatomique dans la tranchée trochantérienne (fig 1).

LIBÉRATION ET PRÉPARATION DU TENDON DE L'INFRASPINATUS

La séparation du tendon de l'infraspinatus des tendons voisins est faite avec les mêmes soins et la même technique que celle décrite pour la libération du tendon du supraspinatus. La séparation des différents éléments tendineux doit absolument se faire dans le sens des fibres tendineuses. Le récessus capsulaire postérieur est ouvert (fig 4). Le tendon de l'infraspinatus est préparé par résection de ses portions dilacérées. Le traitement des clivages tendineux est mal codifié. Un fait est certain : leur fermeture par adossement des deux feuillets par des points en « X » ou en « U » ne permet pas de les faire disparaître lors des contrôles arthrographiques postopératoires.

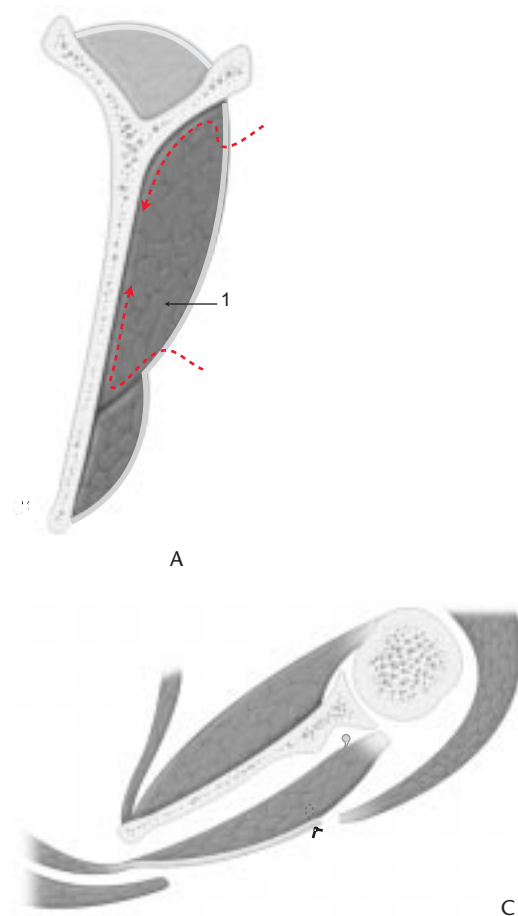
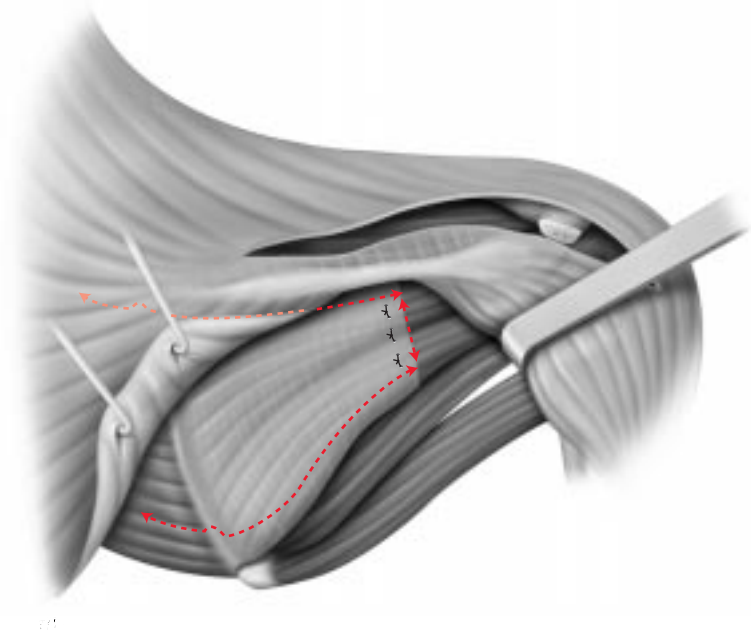
AVANCEMENT DU MUSCLE INFRASPINATUS

L'avancement est effectué par un abord infraépineux (fig 1). La table d'opération est mise en proclive. L'incision cutanée est coudée à angle droit. Elle suit le bord inférieur de l'épine de l'omoplate en partant en dehors, juste en dehors du tubercule de l'épine de l'omoplate ; en dedans, l'incision se recourbe vers le bas le long du bord spinal de l'omoplate jusqu'à 2-3 cm de la pointe de l'omoplate. Le plan sous-cutané est ouvert jusqu'au plan aponévrotique puis le lambeau cutané inféroexterne est séparé progressivement du plan aponévrotique. Il est maintenu rétracté vers le bas et le dehors par un fil de Nylon®. À la partie supéro-interne de l'incision, apparaît le bord inférieur du trapèze inférieur ; à la partie supéroexterne de l'incision, apparaissent les fibres tendineuses du deltoïde postérieur. Ces fibres (fig 13) sont en continuité avec l'aponévrose recouvrant l'infraspinatus, le teres minor (petit rond) et le teres major.

LIBÉRATION DU MUSCLE INFRASPINATUS

En dehors, les fibres tendineuses postéro-inférieures du deltoïde sont séparées de l'aponévrose de l'infraspinatus (fig 14). Le muscle

14 Exposition de l'infraspinatus avec la séparation de son aponévrose du deltoïdeus postérieur, sa fixation aux fibres musculaires sous-jacentes ; sections de l'aponévrose de l'infraspinatus et dessin du lambeau du rhomboïdeus.



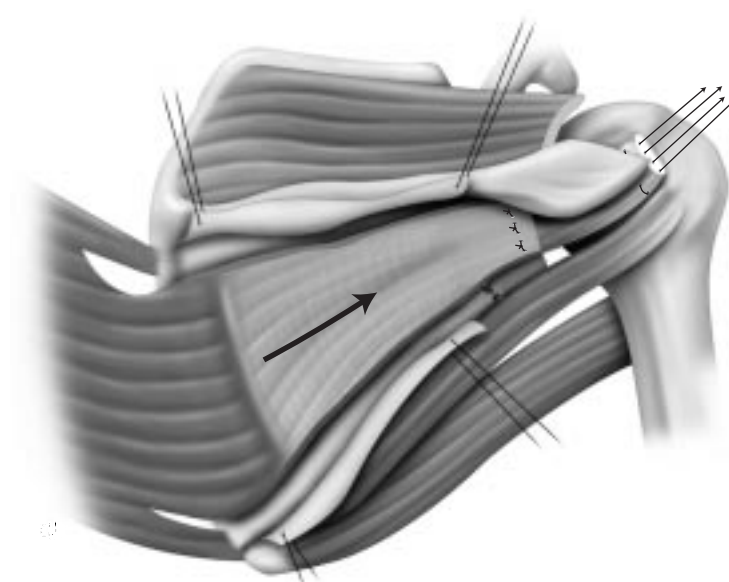
15 Désinsertion du muscle infraspinatus de son aponévrose périphérique et de la fosse osseuse infraépineuse (A, B, C).

A. 1. Muscle infraspinatus.

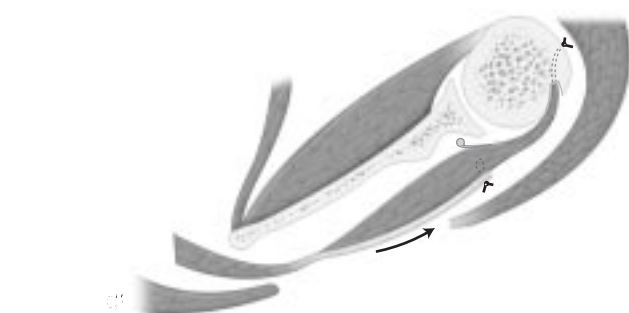
B. 1, 2, 3, 4. Les différents temps de la libération avec la rugine.

deltoïdeus peut alors être récliné en haut et en dehors par un écarteur. Il est indispensable de réunir la partie externe de l'aponévrose de l'infraspinatus aux fibres musculaires sous-jacentes pour éviter le stripping de l'aponévrose sur les fibres musculaires. En dedans, le trapèze inférieur, après que l'on ait séparé sa face profonde de la face superficielle du grand rhomboïdeus (ce qui est effectué plus facilement en allant de bas en haut), est récliné vers le haut et le dedans par des écarteurs. L'aponévrose de l'infraspinatus est sectionnée, en haut, le long de l'épine de l'omoplate, en bas 1 cm au-dessus du relief inférieur de l'infraspinatus. Ces incisions sont prolongées en dedans dans le rhomboïdeus en suivant la direction

ascendante de ses fibres. La désinsertion de la face profonde de l'infraspinatus de la fosse infraspinatus (fig 15) est effectuée à la rugine. La rugine libère d'abord les fibres musculaires supérieures et inférieures des aponévroses supérieure et inférieure restées attachées sur l'omoplate. En bas, la rugine est poussée vers le dehors à la face profonde et supérieure de l'aponévrose de l'infraspinatus pour désinsérer d'elle les fibres musculaires inférieures. Dans l'intervalle créé entre infraspinatus et teres minor, on met en évidence une anastomose vasculaire entre le pédicule suprascapulaire et le pédicule infrascapulaire. Elle est ligaturée ou coagulée puis sectionnée. La rugine remonte alors le long du bord



16 Muscle digastrique rhomboïdeus infraspinatus.



17 Réinsertion transosseuse dans la tranchée trochantérienne du tendon suffisamment réséqué de l'infraspinatus auquel est appendu le muscle digastrique rhomboïdeus infraspinatus.

inférieur de l'infraspinatus, poursuivant la séparation entre les muscles infraspinatus et teres minor. Elle apparaît dans l'abord sus-épineux transacromial, dans l'espace créé par la libération du tendon de l'infraspinatus de celui du teres minor. Puis la face inférieure de l'épine de l'omoplate est ruginée de dedans en dehors jusqu'à son bord externe. Progressivement, de haut en bas, on en désinsère l'infraspinatus supérieur, ce qui permet d'apercevoir le pédicule suprascapulaire au bord externe de l'épine. La mise en fort proclive de la table d'opération facilite ces gestes. Enfin, toute la face profonde de l'infraspinatus est séparée à la rugine de la fosse infraépineuse et sa face superficielle est libérée au doigt des adhérences avec la face profonde du muscle deltoïdeus postérieur et de l'acromion. En dedans, l'aponévrose commune rhomboïdeus-infraspinatus est séparée du bord spinal de l'omoplate au bistouri ; cette séparation est faite prudemment d'abord de haut en bas puis de bas en haut. Une rugine à côté est parfois utile pour parfaire cette désinsertion. La face profonde du rhomboïdeus est alors séparée des plans sous-jacents de bas en haut.

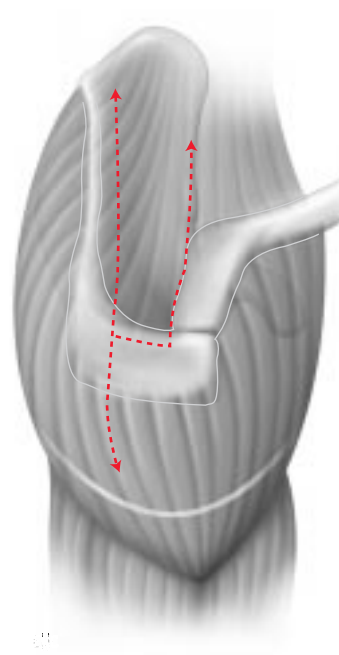
Une traction sur l'infraspinatus doit permettre d'emporter facilement le rhomboïdeus vers le dehors (fig 16).

RÉINSERTION DU TENDON DE L'INFRASPINATUS DANS LE TROCHITER

Cette réinsertion (fig 17) est faite avec deux points en « U » plus ou moins compliqués (gros fil non résorbable), passés dans la partie distale du tendon. Ces fils pénètrent dans la tranchée trochantérienne de réinsertion osseuse. Ils sont noués à la face externe de l'humérus, si besoin sur bouton de renforcement des corticales.

FERMETURE

La fermeture de la voie transacromiale est identique à celle décrite



18 Lambeau ostéo-tendino-musculaire de trapezius supérieur et de l'ostéotomie de l'acromion.

dans les avancements du supraspinatus. La fermeture de l'abord sous-épineux est faite sur un petit drainage de Redon en deux plans sous-cutanés.

RÉÉDUCATION POSTOPÉRATOIRE

La mobilisation passive de l'épaule au-dessus du plan de l'attelle (qui maintient, sauf cas particulier, le membre supérieur en élévation latérale d'une trentaine de degrés) dans le plan de l'omoplate et en rotation nulle est débutée dès le lendemain de l'intervention. L'amplitude de la rééducation passive en rotation dépend de la qualité et de la tension des éventuelles réparations associées des tendons du supraspinatus et du subscapularis. La mobilisation active aidée de l'épaule, en augmentant progressivement les rotations, est débutée au 25^e jour postopératoire. Elle est d'abord effectuée sur le membre supérieur en élévation de plus de 90°. L'attelle est généralement retirée vers le 35^e jour postopératoire.

Lambeau de trapezius supérieur

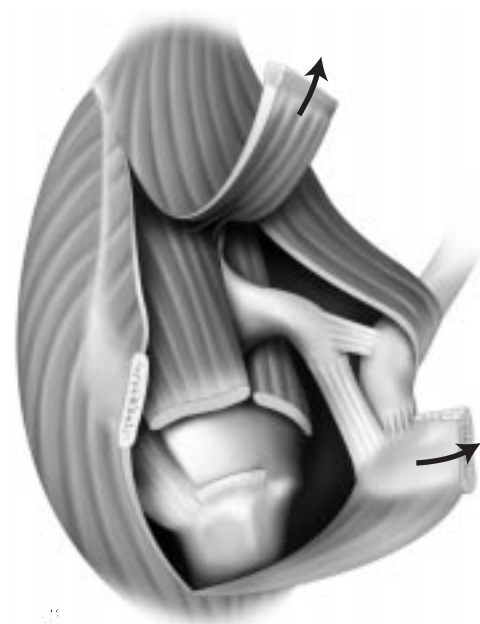
Ce lambeau est destiné à combler la déchirure antérieure de la coiffe entraînée par une rupture du subscapularis non réparable. Il n'apparaît pas actif. Il évite la subluxation antérieure de la tête humérale par rapport à la glène ; mais il ne peut réduire une subluxation antérieure préopératoire ; il matelasse la face supérieure de l'articulation ; la distance sous-acromiale ne se pince pas secondairement ; il donne de bons résultats antalgiques. Sa rupture secondaire paraît exceptionnelle^[10].

INSTALLATION ET VOIE D'ABORD

La position opératoire est celle prônée pour l'avancement du supraspinatus et l'avancement de l'infraspinatus. La voie d'abord est sus-épineuse, transacromiale, transdeltoïdienne (fig 1). Le trapezius est sectionné à 1 cm au-dessus de l'épine de l'omoplate comme dans la voie d'abord transacromiale habituelle (fig 18). Le deltoïde moyen est discisé dans le sens de ses fibres comme dans l'abord transacromial habituel. Cependant, l'acromiotomie part à un peu moins de 1 cm du bord postérieur de l'acromion ; elle n'est effectuée qu'après avoir dessiné et préparé la partie acromiale du lambeau de trapezius supérieur.

PRÉPARATION DU LAMBEAU DE TRAPEZIUS

À 5 mm en dehors du bord interne de l'acromion, l'aponévrose sus-acromiale est sectionnée parallèlement à ce bord, jusqu'à l'articulation acromioclaviculaire. En suivant cette incision, on fait à



19 Préparation du lambeau de trapezius supérieur.

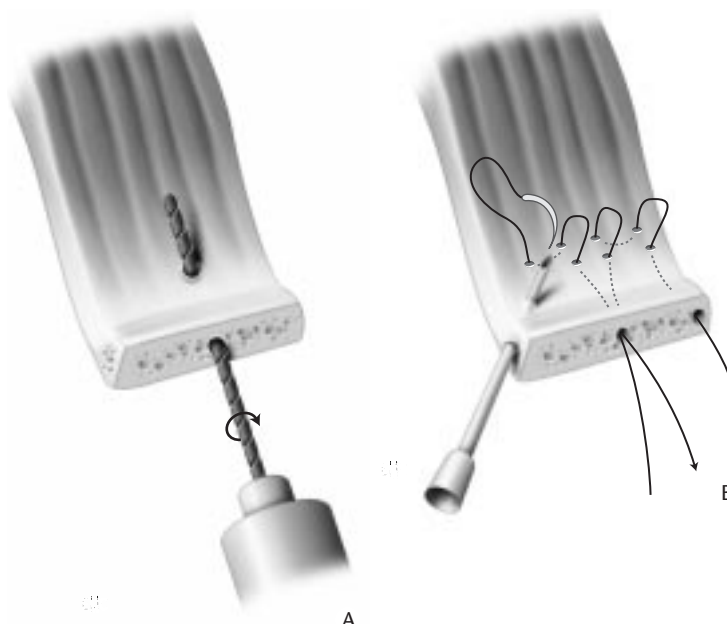
la scie oscillante l'ostéotomie détachant la partie interne de l'acromion du reste externe de l'acromion. En avant, on sépare la partie antérieure de l'acromion interne libéré de la capsule acromioclaviculaire en emportant une partie de cette capsule avec le futur lambeau. Puis l'acromiotomie de la voie de Debeyre et Patte est effectuée à la scie oscillante. Les fibres musculaires antérieures du trapezius sont discisées à partir de la partie antérieure de l'acromion interne préparé. Cette discision se fait sur 5 à 6 cm environ. Le lambeau de trapezius musculoaponévrotique et osseux (fig 19) est basculé progressivement vers le haut, sa face profonde étant séparée progressivement, au tampon monté, du supraspinatus en préservant les lames porte-vaisseaux.

PASSAGE DES FILS DE NYLON® DANS LE LAMBEAU DE TRAPEZIUS

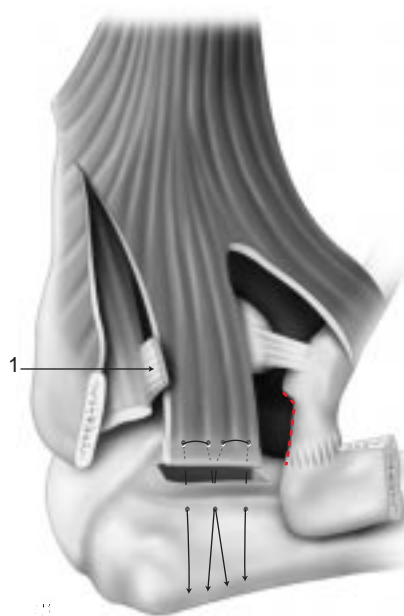
Le fragment acromial du lambeau de trapezius est maintenu par une pince de Richard (fig 20A). Trois tunnels sont effectués à la mèche de 2,2 dans le fragment acromial. La mèche pénètre par la tranche d'ostéotomie et ressort à la face superficielle du trapezius distal. Deux fils de Nylon® montés sur aiguille n° 2 sont passés dans les tunnels (fig 20B). Le retour des fils de dedans en dehors est facilité par la mise en place d'une grosse aiguille à seringue dans les tunnels osseux. L'aiguille du fil serti est poussée dans l'aiguille à seringue que l'on retire progressivement. On s'assure de la solidité de la fixation ostéomusculaire.

PASSAGE DU LAMBEAU SOUS LA PARTIE EXTERNE DE LA CLAVICULE ET SON INSERTION DANS UNE TRANCHÉE TROCHINIENNE VERTICALE

Les faces inférieure et postérieure de la clavicule, en dehors de l'insertion des ligaments conoïdes et trapézoïdes, sont amincies à la scie oscillante (les tranches de section sont cirées) (fig 21). Ceci permet un meilleur passage du lambeau de trapezius sous la clavicule externe. Le membre supérieur étant en antépulsion, on découvre aisément le trochin déshabité par la désinsertion du sous-scapulaire dont la partie non réparable est excisée. On y fait une tranche osseuse verticale juste en dedans de la coulisse bicipitale. La longueur et la largeur de la tranche sont équivalentes aux dimensions du fragment acromial du lambeau. Les fils de Nylon® sont pris par un passe-fil pénétrant par des trous effectués juste en dehors de la coulisse bicipitale, passant sous la coulisse bicipitale et ressortant dans la tranche trochinienne. Le lambeau est amené contre cette tranche trochinienne ; sa partie postérieure est insérée dans la partie haute de la tranche puis sa partie basse est insérée



20 Préparation des tunnels osseux et passage des fils de Nylon® de fixation du lambeau de trapezius supérieur.



21 Trajet du lambeau de trapezius supérieur, pénétration de son fragment acromial dans la tranche trochinienne et passage des fils de fixation sous la coulisse bicipitale.

1. Ligament coraco-huméral, désinséré de la coracoïde, laissé pédiculé sur le supraspinatus.

dans la partie basse de la tranche en tirant sur le fil inférieur. Une mise en rotation interne du membre supérieur en élévation antérieure facilite ce geste. Il faut s'assurer que tout le fragment osseux a bien pénétré dans le trochin. Généralement, le seul encastrement du fragment acromial dans la tranche trochinienne donne une stabilité satisfaisante. Les fils sont noués au besoin sur un bouton de renforcement de la corticale.

FERMETURE DU HIATUS SUPRASPINATUS-LAMBEAU DE TRAPEZIUS

Le plus souvent, le coraco-huméral est désinséré de l'humérus (fig 22). Même s'il ne l'est pas, le coraco-huméral doit être libéré de la coracoïde et maintenu pédiculé sur le supraspinatus. Ceci permet de fermer sans difficulté le hiatus entre le lambeau de trapezius et le supraspinatus. Il est généralement impossible de suturer la partie inférieure du lambeau de trapèze à la partie restante inférieure du subscapularis encore inséré. Le lambeau de trapezius peut maintenir la réduction d'une longue portion du biceps antérieurement luxée. La conservation de la longue portion du biceps, même s'il est très dégénéré et même si sa stabilisation apparaît précaire, semble



22 Fermeture du hiatus supraspinatus-lambeau de trapezius supérieur et situation des fils de suture (lambeau de trapezius supérieur et réinsertion du supraspinatus).

faciliter la rééducation postopératoire. Mais il peut arriver qu'elle soit à l'origine de douleurs persistantes et d'une limitation de la mobilité active. Sa résection secondaire sous arthroscopie est, si nécessaire, facilement effectuée.

La fermeture est identique à celle décrite pour l'avancement du supraspinatus. Cependant, la suture du trapezius le long de l'épine ne peut être faite que dans sa partie proximale.

RÉÉDUCATION POSTOPÉRATOIRE

La mobilisation passive de l'épaule au-dessus du plan de l'attelle (qui maintient, sauf cas particulier, le membre supérieur en élévation latérale d'une trentaine de degrés) dans le plan de l'omoplate et en rotation nulle est débutée dès le lendemain de l'intervention. L'amplitude de la rééducation passive en rotation dépend de la qualité et de la tension des éventuelles réparations associées des tendons du supraspinatus et de l'infraspinatus. La mobilisation active aidée de l'épaule, en augmentant progressivement les rotations, est débutée au 25^e jour postopératoire. Elle est d'abord effectuée sur le membre supérieur en élévation de plus de 90°. L'attelle est généralement retirée vers le 35^e jour postopératoire.

Lambeau deltoïdien

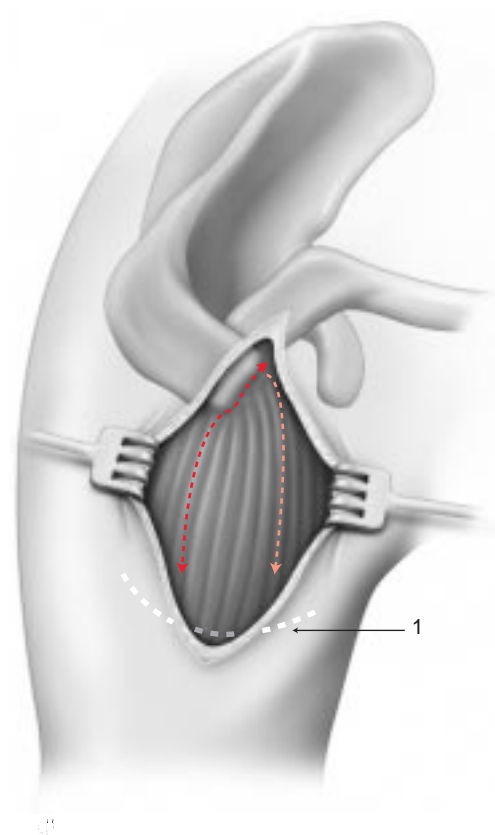
Le lambeau deltoïdien^[1] donne une bonne antalgie et une bonne amélioration fonctionnelle^[9].

INSTALLATION ET VOIE D'ABORD

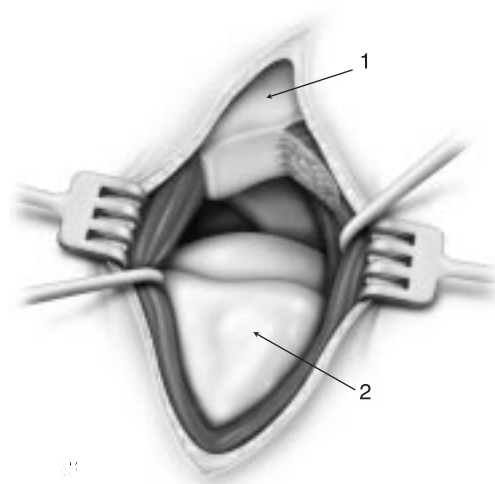
Le patient est installé soit en décubitus latéral opposé à l'épaule à opérer, soit mieux en position demi-assise, la table opératoire étant en décline. L'incision cutanée est rectiligne (fig 23). Elle commence en regard de l'articulation acromioclaviculaire, puis elle longe le bord antérieur de l'acromion et descend vers le « V » deltoïdien sur 4 cm.

EXPOSITION DES LÉSIONS

Le muscle deltoïde est désinséré du bord antérieur de l'acromion (fig 24) puis discisé verticalement dans l'axe de ses fibres sur 4 cm pour ne pas risquer de blesser le paquet axillaire. Un lambeau



23 Incision cutanée préconisée pour le lambeau deltoïdien et trajet du pédicule axillaire. 1. Nerf axillaire.



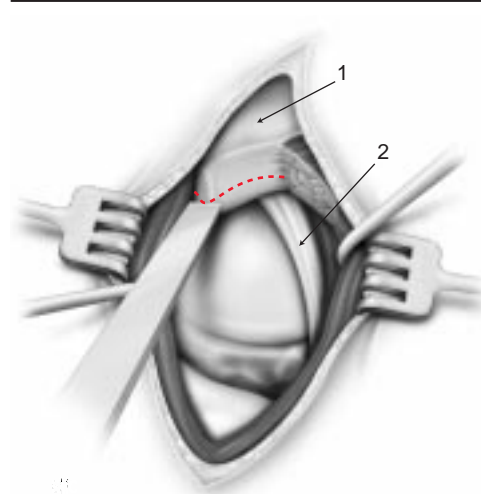
24 Désinsertion du muscle deltoïdien de l'acromion : discision du deltoïdeus.
1. Acromion ; 2. bourse sous deltoïdienne.

périosté sus-acromial en continuité avec le centimètre antérieur acromial externe du muscle deltoïde est isolé. Le ligament acromioclaviculaire est excisé.

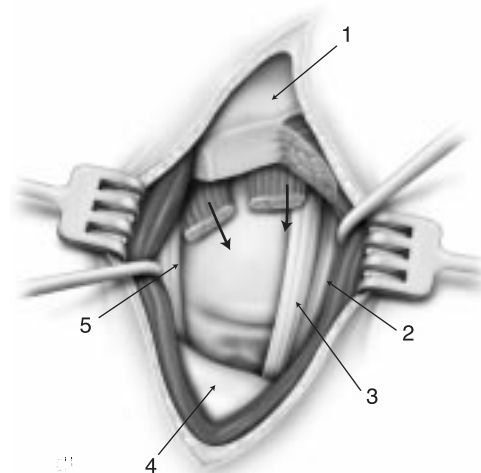
Une acromioplastie antéro-inférieure « sphérique » emportant la face inférieure du quart externe de la clavicule est réalisée lorsque l'épaisseur restante de l'acromion est suffisante (fig 25). Le centimètre externe de la clavicule est réséqué uniquement en cas d'arthrose acromioclaviculaire symptomatique évoluée. L'excision de la bourse sous-acromiodeltoïdienne expose la rupture transfixiante à la glène de la coiffe sous-jacente.

PRÉPARATION DES BERGES DE LA COIFFE RESTANTE

Les berges de la rupture, après avoir été libérées de l'acromion, du pied de la coracoïde et du col anatomique de l'omoplate avec la capsule sous-jacente sont excisées jusqu'en zone épaisse et discrètement saignante (fig 26). Les clivages des tendons adjacents sont suturés après avivement. Une éventuelle saillie irrégulière du trochiter est aplanie. La conduite à tenir vis-à-vis du long biceps est



25 Acromioplastie antéro-inférieure « sphérique ».
1. Acromion ; 2. longue portion du biceps brachii.



26 Préparation des moignons tendineux rompus.
1. Acromion ; 2. muscle subscapularis ; 3. longue portion du biceps ; 4. bourse sous deltoïdienne ; 5. muscle teres minor.

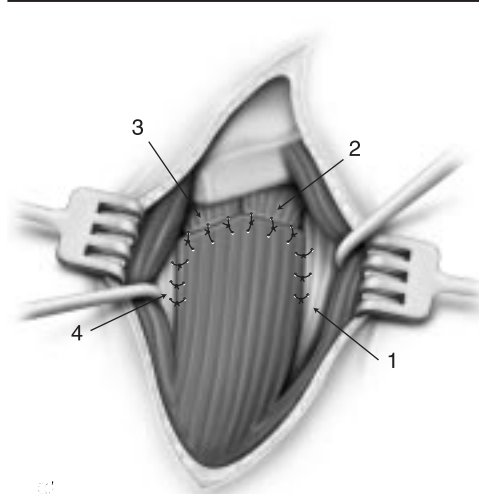
variable. En cas de tendinopathie, le tendon est conservé. En cas de luxation ou de rupture partielle ou totale, il est réinséré si besoin en tension physiologique dans la coulisse bicipitale puis réséqué dans sa portion intra-articulaire.

TAILLE ET SUTURE DU LAMBEAU

Le bras étant placé à 30° d'élévation, les dimensions du lambeau de deltoïdeus nécessaire au comblement de la perte de substance de la coiffe sont calculées. Le bord antérieur du lambeau est créé par discision des fibres du muscle deltoïdeus sur 4 cm, le plus souvent à l'aplomb, mais parfois 1 cm en dedans, de l'articulation acromioclaviculaire. Les bords antérieur, médial et postérieur du lambeau sont suturés (fig 27) au fil non résorbable dans cet ordre (en raison de la moins bonne tenue des fils antérieurs) respectivement aux muscles subscapularis, supraspinatus, infraspinatus, voire teres minor. Si le lambeau deltoïdien est insuffisamment large, la moitié supérieure du muscle subscapularis est transférée en haut et suturée au bord antérieur du lambeau pour ne pas fragiliser de façon excessive le faisceau claviculaire latéral du muscle deltoïdeus.

FERMETURE ET ATTELLE POSTOPÉRATOIRE

Un point d'arrêt en « X » au fil non résorbable est réalisé entre le bord latéral du faisceau claviculaire du muscle deltoïdeus et la capsule de l'articulation acromioclaviculaire. Les plans sous-cutanés et cutanés sont suturés sur un drain de Redon. Le membre supérieur est placé dans un hémithoracobrachial pour 5 semaines à 60° d'élévation latérale (cet appareil, largement cotonné sous le coude, maintient celui-ci fléchi).



27 Suture du lambeau de deltoïdeus aux berges de la rupture de coiffe.
1. Muscle subscapularis ; 2. muscle supraspinatus ; 3. muscle infraspinatus ; 4. muscle teres minor.

RÉÉDUCATION POSTOPÉRATOIRE

Au cinquième jour postopératoire, la mobilisation activopassive de l'épaule en élévation est débutée, d'abord en apesanteur en décubitus dorsal puis en pesanteur. Au 21^e jour postopératoire, la rotation active aidée est commencée. Au 35^e jour postopératoire, l'attelle plâtrée est remplacée par un coussin en « besace » pour permettre un retour progressif du coude au corps en une dizaine de jours.

Lambeau de latissimus dorsi

Ce lambeau est utilisé dans les ruptures irréparables du supraspinatus et de l'infraspinatus [8]. Il permet entre autre d'améliorer la rotation externe [7].

INSTALLATION ET VOIES D'ABORD

Le patient est en décubitus latéral, reposant sur l'épaule saine. Le passage de la table permet de surélever le tronc (fig 28, 29).

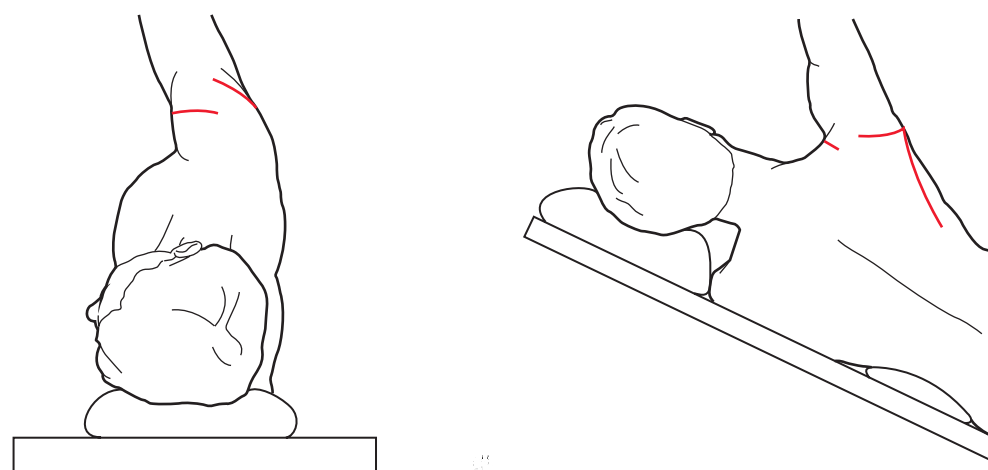
Deux voies d'abord sont utilisées :

- la première, centrée sur l'épaule, permet d'exposer la rupture de la coiffe des rotateurs, d'en reconnaître son étendue, de s'assurer qu'après la libération des moignons tendineux la rupture des supraspinatus et infraspinatus est bien irréparable et de fixer en fin d'intervention le lambeau de latissimus dorsi sur le subscapularis et le trochiter. Ce premier abord permet aussi de réparer une éventuelle rupture du subscapularis (un subscapularis efficace est nécessaire pour que le lambeau puisse donner un bon résultat) et de traiter les lésions de la longue portion du biceps. La voie d'abord prônée est supérolatérale. Le deltoïde est désinséré de l'articulation acromioclaviculaire jusqu'au bord latéral de l'acromion. Il est ensuite séparé en deux lambeaux par discision de ses fibres dans sa partie antérolatérale ;

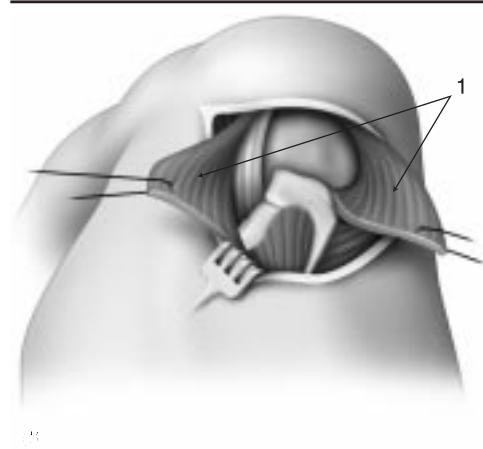
- la seconde incision permet de prélever le lambeau de latissimus dorsi. Elle est longue de 20 cm environ. Elle longe le bord antérieur du latissimus dorsi au niveau du creux axillaire ; elle se recourbe ensuite, grossièrement à angle droit, sur la face postérieure de la racine du bras.

PRÉPARATION DU LAMBEAU DE LATISSIMUS DORSI

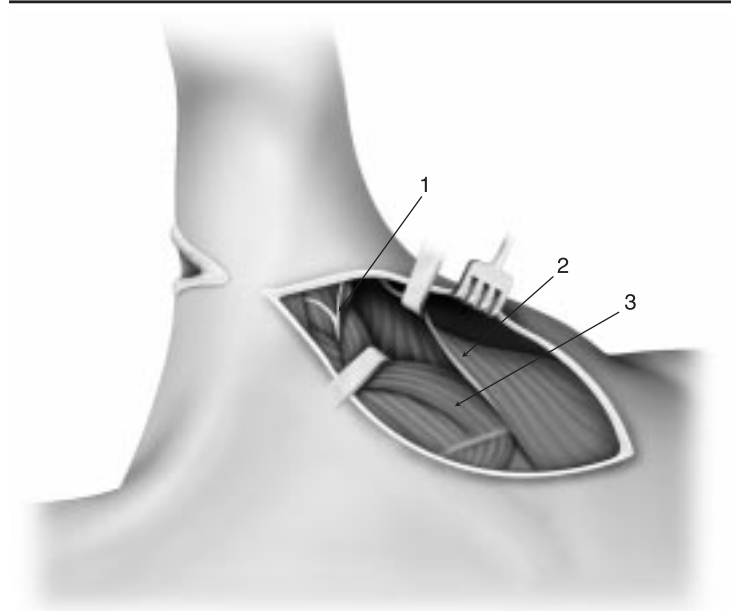
Les lambeaux cutané et sous-cutané sont disséqués des plans profonds pour permettre d'exposer d'arrière en avant le bord postérieur du deltoïdeus, le teres minor, la longue portion du triceps, le teres major et le latissimus dorsi (fig 30). Le latissimus dorsi est libéré vers sa partie distale pour mettre en évidence, en s'aidant d'une abduction-rotation interne du bras, son tendon terminal (fig 31). Celui-ci est désinséré de l'humérus. Le nerf axillaire et



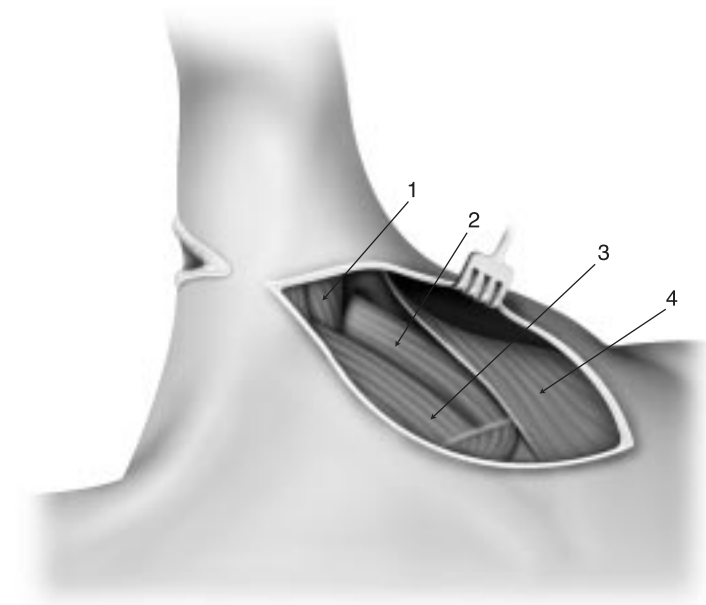
28 Position opératoire et les deux incisions cutanées nécessaires pour pratiquer le lambeau de latissimus dorsi.



29 Voie supérolatérale pour l'exploration de la rupture de coiffe.
1. Muscle deltoïdeus.



31 Exposition du tendon terminal du latissimus dorsi.
1. Nerf axillaire ; 2. latissimus dorsi ; 3. teres major.



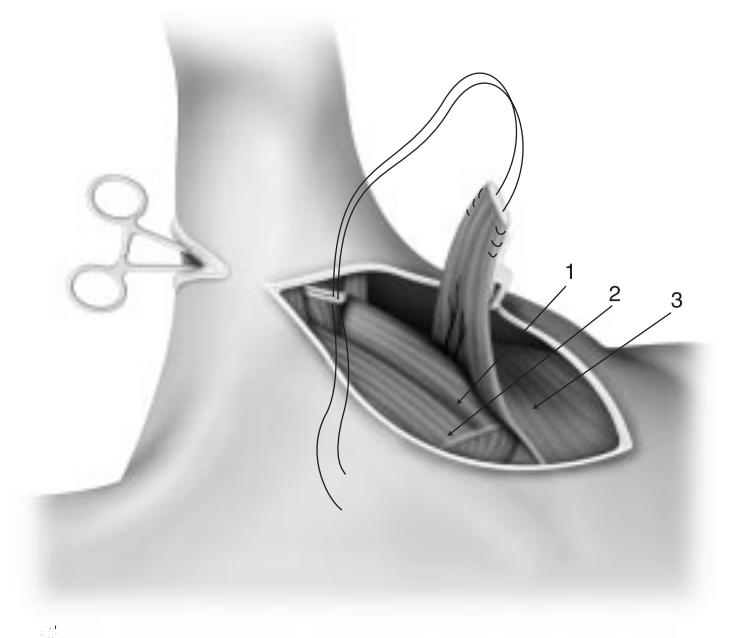
30 Exposition du latissimus dorsi.
1. Long biceps ; 2. teres major ; 3. teres minor ; 4. latissimus dorsi.

l'artère circonflexe postérieure très proche du tendon du latissimus dorsi et le nerf radial, qui tourne autour de l'humérus distalement par rapport à lui, doivent être repérés et protégés. Une fois le tendon du latissimus dorsi désinséré, le transplant tendinomusculaire est progressivement libéré médialement et son pédicule vasculonerveux est mis en évidence (fig 32). La dissection entre teres major et latissimus dorsi peut être difficile. Il faut alors reprendre la dissection à partir du tendon terminal du teres major. Deux gros fils sont fixés dans le tendon terminal du transplant. Ils sont repris par

une pince introduite par la voie d'abord de l'épaule. Cette pince reprend un trajet créé par un instrument mousse partant de l'espace sous-acromial et allant retrouver l'incision axillaire en passant à la face profonde du deltoïdeus et à la face superficielle du teres minor, médialement par rapport au nerf axillaire. Le transplant ne doit pas être vrillé pendant son passage sous le deltoïdeus (fig 33). Il est finalement fixé au bord supérieur du tendon du subscapularis et dans une tranchée osseuse trochantérienne (fig 34). Il est suturé si possible à la coiffe proximale. La fermeture de l'incision axillaire ne pose pas de problème. La fermeture de l'incision sur l'épaule est faite après avoir rattaché le deltoïdeus par des points transacromiaux. Le membre supérieur est placé sur une attelle maintenant une élévation latérale de 60° et une rotation externe de 45°.

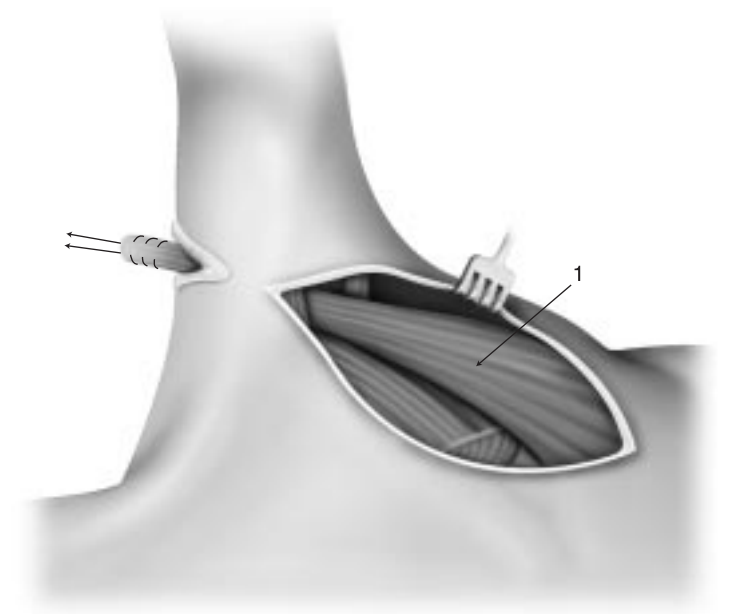
RÉÉDUCATION POSTOPÉRATOIRE

Une mobilisation passive de l'épaule au-dessus du plan de l'attelle est effectuée pendant les 6 semaines postopératoires. Puis l'attelle est retirée et une mobilisation active aidée est débutée. Pour que le muscle latissimus dorsi soit un abaisseur de l'humérus, on demande à l'opéré, lorsqu'il débute l'antépulsion, de maintenir une adduction. Le latissimus dorsi se contracte alors en même temps que le deltoïdeus élève le bras. Progressivement, le latissimus dorsi est capable de se contracter pour une abduction de plus en plus importante. L'élévation active au-dessus de l'horizontale n'est souvent obtenue qu'après 1 an.

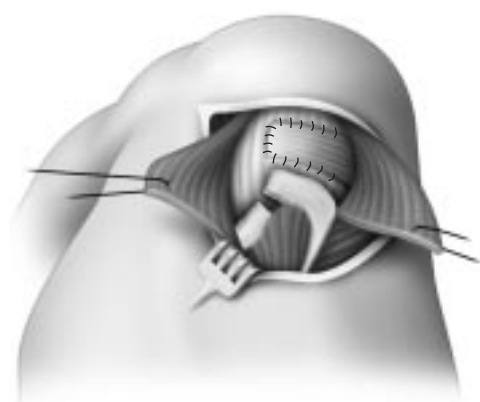


32 1. Teres major ; 2. teres minor ; 3. latissimus dorsi.

Passage sous le muscle deltoïdeus du tendon terminal du latissimus dorsi désinséré de l'humérus.



33 Transplant non vrillé apparaissant dans la voie supérolatérale.
1. Latissimus dorsi.



34 Suture du transplant aux restes de la coiffe des rotateurs.



35 Fixation du ou des tendons rompus et de la partie distale du renfort synthétique dans la tranchée osseuse trochantérienne.



36 Suture de la partie proximale du renfort à la face superficielle du ou des tendons suturés.

Renforts synthétiques tendineux

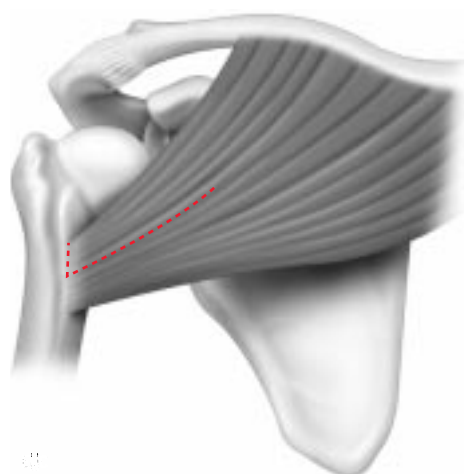
L'utilisation d'un renfort tendineux [6] lorsque les tendons rompus des supraspinatus et infraspinatus sont fins et peuvent être amenés sans difficulté au niveau du trochiter, à condition que les muscles correspondants n'aient pas de dégénérescence graisseuse, pourrait être une alternative aux techniques jusque-là exposées et imposées par la résection de la portion pathologique des tendons. Cette technique, dans cette indication, est encore à évaluer.

La voie d'abord pour exposer la coiffe est celle dont on a l'habitude. Après libération des tendons rompus de la coiffe encore insérée, de la face profonde de l'acromion et de la glène (par section du récessus capsulaire supérieur et si nécessaire postérieur), on s'assure que le moignon tendineux vient facilement sur le trochiter. Si le moignon tendineux reste à distance, la technique du renforcement tendineux ne doit pas être utilisée.

Une tranchée trochantérienne est effectuée au ras de la surface cartilagineuse (fig 35). Le renfort synthétique est enfoncé dans la tranchée. Du gros fil non résorbable passé en « U » agrippe le ou les tendons rompus. Ces fils traversent la partie basse du renfort qui est en superficie par rapport au plan tendineux. Les fils, après avoir traversé l'os, sont noués sur la face superficielle, renforcée si nécessaire, du trochiter. Ils maintiennent le moignon tendineux à l'entrée de la tranchée osseuse et le renfort tendineux dans son fond. La partie proximale du renfort est rabattue sur la face superficielle du plan tendineux suturé (fig 36) ; elle est fixée à eux par de nombreux points de fil non résorbable.

Lambeau de pectoralis major

Le pectoralis major a été proposé [3] pour se substituer au subscapularis non réparable.



37 Dessin du lambeau de pectoralis major utilisé par Wirth et Rockwood.



39 Lambeau de pectoralis major utilisé par Augereau.



38 Lambeau de pectoralis major transféré dans le trochin.

Lambeau de teres major

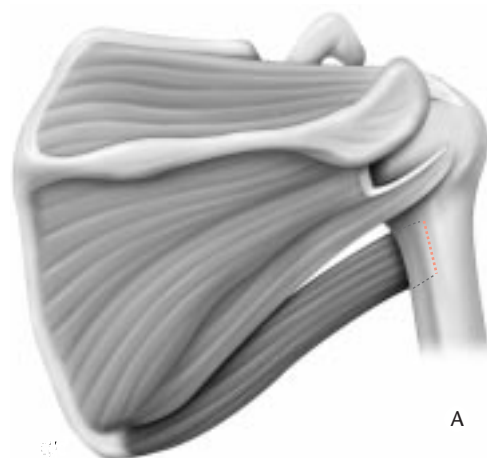
Ce lambeau est destiné à remplacer les tendons des supraspinatus et infraspinatus non réparables^[4] (fig 40). Les résultats de ce lambeau doivent encore être évalués.

Prothèses de coiffe

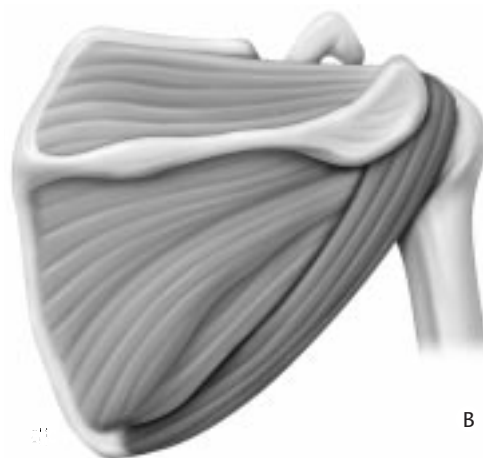
Elles remplacent les tendons rompus pathologiques et fins ou trop rétractés^[18]. Leur utilisation ne peut se concevoir que si les muscles correspondants n'ont pas de dégénérescence graisseuse. Une évaluation des résultats est nécessaire pour que leur utilisation puisse être diffusée.

Conclusion

De nombreuses techniques permettent de fermer les ruptures des coiffes tendineuses non réparables (ou devenues non réparables du fait de l'excision tendineuse) par suture simple. Elles permettent de refaire une coiffe tendineuse et de redonner, si nécessaire, un capital musculaire valable. Elles donnent de bons résultats fonctionnels et anatomiques à court et moyen termes, à condition qu'il n'y ait pas de désorganisation fixée de l'articulation glénohumérale (espace sous-acromial supérieur à 5 mm sur les clichés pris en position assise et absence de subluxation antérieure de la tête humérale). Ces techniques ne prendront toute leur valeur que si elles s'avèrent être capables d'éviter la dégradation anatomique de l'épaule à long terme (en particulier la diminution de l'espace sous-acromial) que les interventions non réparatrices ne peuvent empêcher^[16]. De toute manière, elles nécessitent, pour être utilisées, une bonne connaissance de la chirurgie de l'épaule.



A



B

40 Lambeau de teres major avant et après son transfert sur le trochiter.

Références

- [1] Apoil A, Augereau B. Réparation par lambeau de deltoïde des grandes pertes de substance de la coiffe des rotateurs de l'épaule. *Chirurgie* 1985 ; 111 : 287-290
- [2] Bernageau J. Étude radiologique de la coiffe des rotateurs. *Rev Chir Orthop* 1984 ; 74 : 282-287
- [3] Chaffai MA, Mansat M. Anatomic basis for the construction of a musculotendinous flap from the pectoralis major muscle. *Surg Radiol Anat* 1988 ; 10 : 276-282
- [4] Combes JM, Mansat M. Lambeaux du muscle grand rond dans les ruptures de la coiffe des rotateurs. Etude expérimentale. In : L'épaule. Paris : Springer-Verlag, 1993 : 318-330
- [5] Debeyre S, Patte D, Elmelik E. Repair of rupture of the rotator cuff-of the shoulder with a note on advancement of the supraspinatus muscle. *J Bone Joint Surg Br* 1965 ; 47 : 36-42
- [6] Gazielli DF, Gleyze P, Bruyere G, Thomas T. A polypropylene device RCR (for the repair of none retracted tears of the supra and infraspinatus tendons). A preliminary report. In : Gazielli DF, Gleize P, Thomas T eds The cuff. Paris : Elsevier Science, 1997 : 307-312
- [7] Gerber C. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable tears of the rotator cuff. *Clin Orthop* 1992 ; 275 : 152-160
- [8] Gerber C, Vinh TS, Hertel R et al. Latissimus dorsi transfer for the treatment of massive tears of the rotator cuff. A preliminary report. *Clin Orthop* 1988 ; 232 : 51-61
- [9] Gleyze P, Thomas T, Gazielli DF. Compared results of the different treatments in retracted tears of the rotator cuff. A multicentric study of 159 shoulders. In : Gazielli DF, Gleyze P, Thomas T eds. The cuff. Paris : Elsevier Science, 1997 : 384-389
- [10] Goutallier D, Lavau L, Postel JM. The trapezius flap in non reinsertable tears of the subscapularis. In : Vastamäki M, Jaloaara P eds. Surgery of the shoulder. Amsterdam : Elsevier Science, 1995 : 79-83
- [11] Goutallier D, Leguilloux P, Postel JM, Gleyze P. La dégénérescence musculaire graisseuse. In : Augereau B, Gazielli D. Symposium : les ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs. *Rev Chir Orthop* 1999 ; 85 (suppl II) : 132-136
- [12] Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. The fatty degeneration in cuff ruptures: pre and post operative evaluation by CT scan. *Clin Orthop* 1994 ; 304 : 78-83
- [13] Goutallier D, Postel JM, Boudon R, Lavau L, Bernageau J. Étude du risque neurologique à l'avancement tendinomusculaire des supra-épineux et infra-épineux dans les réparations des larges ruptures de coiffe. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 : 299-305
- [14] Goutallier D, Postel JM, Lavau L, Bernageau J. Influence de la dégénérescence graisseuse des muscles supra-épineux et infra-épineux sur le pronostic des réparations chirurgicales de la coiffe des rotateurs. *Rev Chir Orthop* 1999 ; 85 : 668-676
- [15] Goutallier D, Postel JM, Lavau L, Lenoble E, Hamma AP. La transposition du rhomboïde sur le corps charnu du sous-épineux dans le traitement des larges ruptures de coiffe intéressant les sus- et sous-épineux. *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 (suppl I) : 148-149
- [16] Kempf JF, Gleyze P, Bonnomet F, Walch G, Mole D, Franck A et al. A multicentric study of 210 rotator cuff tears treated by arthroscopic acromioplasty. *Arthroscopy* 1999 ; 15 (1) : 56-66
- [17] Patte D, Goutallier D. Chirurgie de la coiffe des rotateurs. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-285, 1984 : 1-16
- [18] Teissier J, Gaudin T, Marc C. Prosthetic tendinoplasty for the treatment of full thickness retracted tears (a study of 30 cases). In : Gazielli DF, Gleyze P, Thomas T eds The cuff. Paris : Elsevier science, 1997 : 375-383
- [19] Wirth MA, Rockwood CA. Operative treatment of irreparable rupture of the subscapularis. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 722-731

Fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus chez l'enfant

H De Boeck

Résumé. – Les fractures de l'humérus distal de l'enfant diffèrent de celles de l'adulte. En effet, il existe des différences anatomiques importantes dont il faut tenir compte afin de traiter au mieux ces lésions osseuses. Par ordre décroissant de fréquence, on retrouve : les fractures supracondyliennes, les fractures du condyle latéral et les fractures de l'épitrachée. Les fractures du condyle médial, du capitulum et de l'épicondyle latéral sont rares. Historiquement, les fractures de l'humérus distal ont toujours été associées à un taux important de complications. Celles-ci sont généralement le résultat d'un diagnostic erroné ou d'un traitement inapproprié. De nos jours, les complications sont moins fréquentes mais elles n'en demeurent pas moins redoutables. Une meilleure connaissance des différents types de fractures ainsi que des techniques de réduction et de fixation appropriées permettent d'éviter d'être exposé à d'importantes difficultés thérapeutiques.

© 2003 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : fracture supracondylienne, condyle latéral, épitrachée, condyle médial, capitulum, épicondyle latéral.

Introduction

Les fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus représentent une pathologie très fréquemment rencontrée en traumatologie pédiatrique. Leur pic de fréquence se situe entre 5 et 10 ans. Les fractures supracondyliennes s'avèrent être les plus fréquentes suivies de celles du condyle latéral et de l'épitrachée. Plus rares sont les fractures du condyle médial et du capitulum. La lésion de l'épicondyle latéral est, quant à elle, exceptionnelle ; 12 % des fractures du coude chez l'enfant présentent des lésions neurovasculaires associées.

La prise en charge d'un traumatisme du coude chez l'enfant comporte d'importantes difficultés. Malgré la disponibilité des techniques d'imagerie médicale avancées, le diagnostic reste en premier lieu basé sur des clichés radiographiques standards. L'interprétation de ces clichés requiert de bonnes connaissances de l'anatomie normale du coude de l'enfant et de son imagerie. Afin de traiter adéquatement tout traumatisme du coude chez l'enfant, il est donc primordial de connaître l'évolution de l'ossification du coude et la disposition des cartilages de croissance.

Rappel anatomique (fig 1)

À la naissance, aucun des six noyaux épiphysaires du coude (quatre sur le versant huméral) n'est visible sur les clichés radiographiques standards. L'un après l'autre, ces noyaux vont s'ossifier et donnent ainsi lieu à de nouvelles images radiologiques variant en fonction

de l'âge de l'enfant [10]. Les quatre noyaux d'ossification de l'humérus distal fusionnent à un âge situé entre 11 et 13 ans et sont, dès lors, radiologiquement visibles sous la forme d'une structure unique. Entre 13 et 16 ans, la jonction de ce bloc épiphysaire à la métaphyse distale de l'humérus donne au coude son apparence adulte. Les noyaux d'ossification ainsi que leur fusion apparaissent radiologiquement 1 an plus tôt chez les filles que chez les garçons. La fusion des épiphyses de l'humérus distal se fait chez les filles vers l'âge de 12 ans et, chez les garçons, vers l'âge de 13 ans. La fusion de l'épiphysaire distale à la métaphyse distale de l'humérus se fait chez les filles vers l'âge de 13 ans et 15 ans pour les garçons.

Principes du traitement

Plusieurs options thérapeutiques s'offrent aux chirurgiens pour les fractures de l'humérus distal : une simple écharpe, la pose d'un plâtre brachio-antibrachio-palmaire avec ou sans réduction, la mise en traction, une réduction à foyer fermé suivie d'un embrochage percutané, une réduction à foyer ouvert associée à un embrochage ou à un vissage. Le choix dépend essentiellement du type de fracture et de l'importance du déplacement.

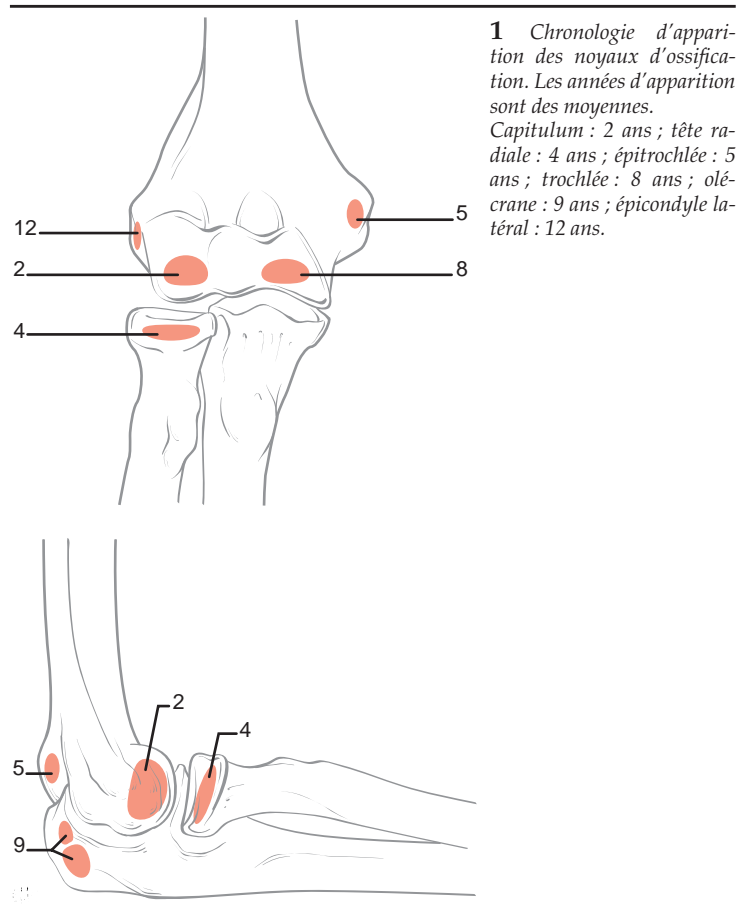
Fracture supracondylienne

INTRODUCTION

La fracture supracondylienne est la fracture du coude la plus fréquente chez l'enfant. Son pic de fréquence se situe entre 5 et 8 ans. La fracture en extension, où le fragment distal est basculé en arrière, constitue quelque 95 % des cas [32].

Deux classifications sont habituellement utilisées dans la littérature. La littérature française fait référence à la classification de Lagrange

Hugo De Boeck : MD PhD, professeur et chirurgien orthopédique des Universités, responsable du département d'orthopédie et de traumatologie infantile. Hôpital académique de la Vrije Universiteit Brussel B-1090, Bruxelles, Belgique.



et Rigault basée sur l'importance du déplacement [23]. Elle comporte quatre stades :

- stade 1 : fracture non déplacée. Le trait de fracture n'intéresse que la corticale antérieure ;
- stade 2 : fracture à faible déplacement sagittal. Le trait de fracture intéresse les deux corticales. Le périoste antérieur est toujours rompu tandis que le périoste postérieur est intact ;
- stade 3 : fracture à déplacement important dans le plan frontal et dans le plan sagittal. Le périoste postérieur est intact et les fragments restent en contact l'un avec l'autre ;
- stade 4 : fracture à déplacement important et avec perte de tout contact entre les fragments. Les ruptures périostées sont importantes mais variées. Le périoste est totalement rompu dans environ 50 % des cas.

La littérature anglo-saxonne, quant à elle, fait référence à la classification de Gartland [17]. Elle comporte trois types :

- type I : fracture non déplacée ;
- type II : fracture déplacée mais avec intégrité du périoste postérieur,
- type III : fracture à déplacement important et perte de tout contact interfragmentaire.

Lorsque le déplacement est important, le fragment distal est le plus souvent déplacé en postéro-interne avec rotation interne par rapport à l'humérus. Cette rotation revêt une importance capitale pour la gravité des éventuelles séquelles ultérieures. En effet, le déplacement en rotation provoque une situation instable, le fragment distal se trouvant en déséquilibre, il poursuit sa bascule et entraîne avec lui l'avant-bras en rotation interne et en varus. Il s'agit donc de la bascule du fragment distal qui est responsable de la plupart des déformations post-traumatiques en varus. La déformation en valgus est moins fréquente et se présente surtout suite à des fractures déplacées postérolatéralement. Ces notions doivent être assimilées afin de pouvoir appliquer les gestes de réduction adéquats.

TRAITEMENT

Les fractures de stade 1 sont intrinsèquement stables et sont traitées par plâtre brachio-antibrachio-palmaire avec le coude en flexion à 90° et une pronosupination neutre. Généralement, 4 semaines de plâtre suffisent. Le pronostic reste bon.

Les fractures de stade 2, peu déplacées et uniquement dans le plan sagittal, peuvent être traitées par plâtre brachio-antibrachio-palmaire, de préférence ouvert en avant. La réduction s'obtient, le plus souvent, par une simple pression du pouce sur l'olécrane avec coude fléchi.

Une immobilisation avec une flexion du coude supérieure à 110° doit être évitée. Les premiers jours, une surveillance minutieuse de l'état vasculonerveux est impérative. Un contrôle radiographique précoce permet de vérifier la qualité de la réduction. Une bascule peu importante dans le plan sagittal est acceptable. Le contrôle radiographique doit être répété les premiers jours afin d'exclure un éventuel déplacement secondaire. Le plâtre est maintenu jusqu'à la quatrième semaine. Le pronostic est généralement bon.

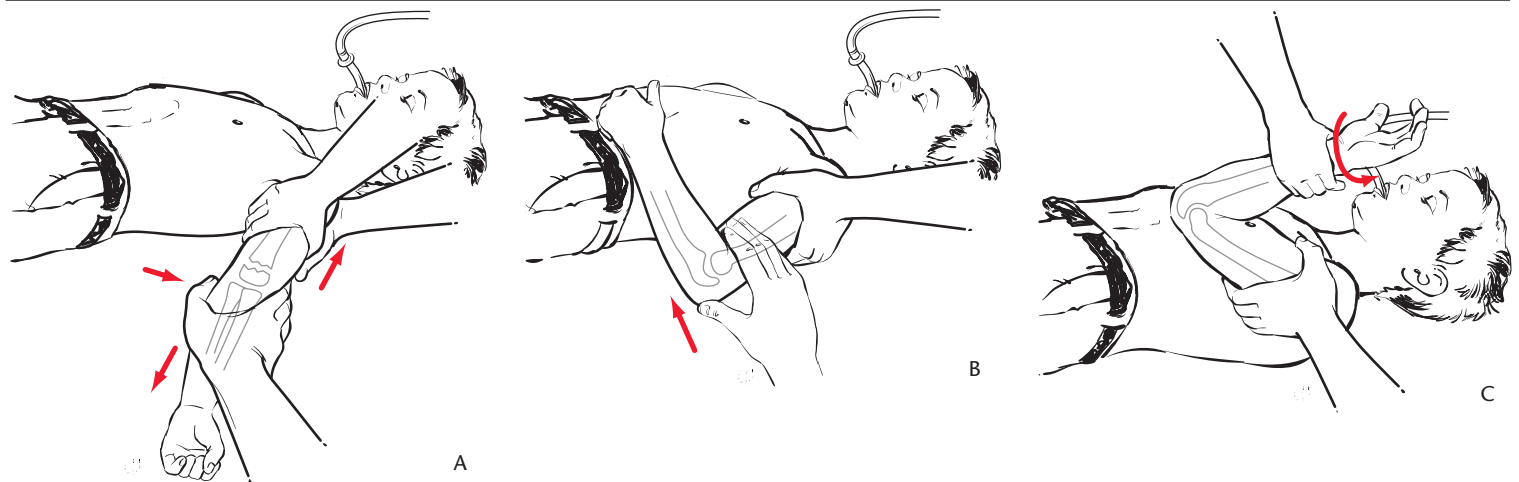
Les fractures de stade 2 à déplacement plus important et toutes les fractures de stades 3 et 4 bénéficient d'une réduction à foyer fermé et d'une stabilisation par embrochage percutané. Certains auteurs préconisent une contention en flexion selon la méthode de Blount [4, 8]. Certains cas exceptionnels nécessitent une réduction à foyer ouvert. Bien que certains auteurs [19, 22, 43] aient décrit d'excellents résultats du traitement des fractures de stades 3 et 4 par traction olécranienne, cette technique reste à l'heure actuelle difficilement acceptable, du fait de la longueur de l'hospitalisation [42].

■ Technique de réduction à foyer fermé et d'embrochage (fig 2, 3)

La réduction est obtenue par manipulations externes et la stabilisation est confiée à un embrochage.

Le brochage s'effectue, soit de manière percutanée selon la méthode de Judet [20, 21], soit par un brochage en croix éventuellement à l'aide d'un court abord interne permettant de repérer le nerf ulnaire.

Le patient est installé, sous anesthésie générale, en décubitus dorsal sur le bord de la table. Le membre traumatisé est positionné hors de la table (veillez à ce que l'anesthésiste contrôle la position de la tête du patient lors des manœuvres de réduction). L'amplificateur de brillance est installé parallèlement à la table opératoire, assurant la prise de clichés radiographiques de face et de profil sans devoir déplacer le bras du patient. La réduction débute par une traction dans l'axe longitudinal du bras avec le coude en légère flexion. Ensuite, la correction du déplacement médial ou latéral dans le plan frontal est réalisée par pression directe sur le fragment distal. Dans cette position, l'essentiel du déplacement en rotation est corrigé par rotation de l'avant-bras, habituellement en supination, alors que l'assistant stabilise manuellement l'humérus. Cette manœuvre s'effectue sous contrôle radioscopique. Le coude est ensuite mis en flexion et une pression du pouce sur l'olécrane est exercée. Ainsi la correction dans le plan sagittal est effectuée. La rotation externe (ou interne) de l'avant-bras avec le coude en flexion offre la possibilité d'une correction secondaire de la rotation. Si le fragment distal a été déplacé en interne, l'avant-bras doit être amené en pronation. En revanche, si le déplacement est externe, l'avant-bras doit être positionné en supination. Un contrôle radiographique de face et de profil est effectué à l'aide de l'amplificateur de brillance. Il est essentiel de mobiliser l'amplificateur et non le membre lésé. Si la réduction n'est pas satisfaisante, toute la manœuvre doit être répétée. La réduction peut être maintenue par le biais d'un bandage bloquant le coude dans la position souhaitée ou, de préférence, par un assistant. Ce n'est qu'après l'obtention d'une réduction correcte que le coude est désinfecté et drapé. La fixation est réalisée à l'aide de deux broches de Kirschner. Pour des fractures très instables, trois broches peuvent éventuellement être utilisées [37, 42]. Selon l'âge de l'enfant, le diamètre des broches de Kirschner varie entre 1,5, 1,8 ou 2,0 mm.



2 Technique de réduction d'une fracture supracondylienne en extension et déplacement postéromédial.

A. Premier temps : avant-bras en supination ; traction axiale (un aide fait une contre-extension) ; translation latérale.

B. Deuxième temps : pulsion d'arrière en avant sur l'olécrane ; flexion du coude.

C. Troisième temps : blocage en pronation ; contrôle radiographique de face et de profil.



3 Différentes méthodes de fixation des fractures supracondyliennes.

A. Fixation croisée.

B. Fixation par deux broches latérales.

C. Fixation par trois broches.

Embrochage percutané selon Judet

La méthode originale de Judet consistait en une réduction orthopédique suivie d'une fixation percutanée à l'aide d'une seule broche externe^[20]. La fixation avec une seule broche est cependant insuffisante pour maintenir la réduction. C'est la raison pour laquelle, actuellement, deux broches externes sont utilisées, assurant une meilleure stabilité. Après réduction, le coude est maintenu en flexion et une première broche est introduite à l'aide d'un moteur lent. Le point d'introduction se fait en regard du condyle latéral, à proximité de l'olécrane. La broche suit un trajet ascendant au sein du pilier latéral et perfore la corticale médiale du fragment proximal. Le positionnement de la broche est contrôlé par radioscopie. La deuxième broche est introduite plus en dehors, parallèlement à la première. Un contrôle radiographique de face et de profil du coude à 90° permet de contrôler la stabilité du montage. Les broches de Kirschner sont recourbées et coupées au ras de la peau de sorte qu'elles puissent être facilement enlevées en ambulatoire. L'alternative consiste à enfouir les broches sous la peau et réaliser

leur ablation sous anesthésie générale au bloc opératoire. Le coude est alors immobilisé à 90° dans un plâtre brachio-antibrachio-palmaire. Le pli du coude doit être libre de toute pression et le statut neurovasculaire doit être vérifié après l'intervention. L'ablation du plâtre et des broches se fait à la quatrième semaine, la rééducation est effectuée par l'enfant lui-même.

Variante de la méthode de Judet : une broche est introduite à partir du condyle latéral comme dans la technique de Judet alors que la seconde broche est positionnée latéralement par rapport à l'olécrane et est orientée dans l'axe de l'humérus.

Cette technique permet le croisement des deux broches au-dessus du foyer de fracture (fig 3B).

Embrochage en croix (fig 4)

Le brochage percutané en croix est préconisé par la plupart des auteurs anglo-saxons, d'autant plus si la fracture est hautement instable. Cette technique obéit à une démarche rigoureuse. Bien que



4 Fillette de 5 ans. Fracture supracondylienne en extension et déplacement postérolatéral de stade 4 (selon Lagrange et Rigault).

A. Radiographie de face et de profil.

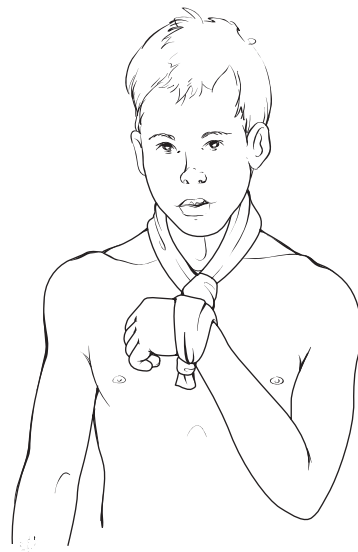
B. Après réduction et fixation par deux broches croisées.

C. Résultat après 1 an.

ce montage semble être le plus stable^[45], il n'y a, en pratique clinique, aucune différence avec les autres modes de fixation et ce, du fait de l'adjonction d'un plâtre^[7, 38, 40]. Cette technique n'est indiquée que si le coude ne présente pas de tuméfaction trop importante et que l'épitrôchlée demeure facilement palpable, afin d'éviter toute lésion du nerf ulnaire^[5, 7, 27, 33, 35, 38]. En cas de gonflement important, certains auteurs conseillent de débiter le traitement par une traction olécranienne (environ 1 semaine), suivie d'un embrochage percutané^[1].

Lorsque le fragment distal est déplacé en interne, l'embrochage est débuté du côté interne. La broche de Kirschner est introduite avec le moteur lent et est placée au travers de l'épitrôchlée. Le pouce est placé à hauteur de la gouttière épitrôchléo-olécraniennne, juste au-dessous de l'épitrôchlée, afin de protéger le nerf ulnaire. Il est capital de garder à l'esprit qu'en cas de flexion extrême du coude, le nerf ulnaire peut être subluxé en avant^[33, 38, 44]. Au cas où l'épitrôchlée n'est pas palpable, une courte incision en regard de l'épicondyle médial est réalisée afin de repérer le trajet du nerf

ulnaire. La broche médiale est alors positionnée facilement à partir de l'épicondyle médial. On veille à placer la broche dans le pilier médial et non à travers la fossette olécranienne. La broche doit être orientée vers la corticale antérolatérale, proximale par rapport à la fracture. Un contrôle à l'amplificateur de brillance est alors effectué. Une seconde broche est introduite du côté externe à partir du condyle latéral. On veille de nouveau à ne pas positionner la broche à travers la fossette olécranienne. Cette broche est orientée vers et perfore la corticale médiale. Le croisement des broches doit se faire proximale par rapport au foyer de fracture (fig 3A, 4B). La convergence des deux broches au niveau du site de fracture entraîne une instabilité rotatoire. Un contrôle radiographique en face et en profil est indispensable. Les broches de Kirschner sont recourbées et coupées au ras de la peau ou enfouies sous elle. Un plâtre brachio-antibrachio-palmaire est appliqué avec le coude en flexion à 90°. À la quatrième semaine, le coude est libéré et les broches sont extraites, une autoréducation peut alors être débutée.



5 Immobilisation selon la méthode de Blount.

■ Réduction et contention en flexion selon la méthode de Blount

La méthode de Blount consiste en une immobilisation du coude en flexion à l'aide d'un bandage, remplaçant les appareils plâtrés habituels pouvant être à l'origine d'un syndrome de Volkmann [28]. Cette méthode trouve ses indications dans les fractures supracondyliennes en extension de stades 2 et 3.

La réduction de la fracture est réalisée comme précédemment décrit. La méthode de Blount [4] n'est utilisable que si la réduction est parfaite et stable. Après réduction, le coude est maintenu en flexion à l'aide, soit d'un tube de jersey qui entoure le poignet et fait le tour du cou et se termine par un nœud (fig 5), soit par un gantelet plâtré dans lequel passe le jersey qui va autour du cou. La position de stabilité dans le plan sagittal nécessite une flexion du coude d'au moins 120°. Dans cette position, le périoste postérieur joue un rôle stabilisateur, telle une attelle [8]. L'évaluation clinique postopératoire est importante : une surveillance neurovasculaire est indispensable. Le suivi radiologique est réalisé avec le dispositif en place.

Les contre-indications de la méthode de Blount sont :

- les fractures en flexion ;
- les fractures avec complications vasculaires ;
- les fractures avec complications nerveuses ;
- les fractures avec œdème ou hématome important pouvant rendre l'hyperflexion impossible en aigu.

Le dispositif de contention doit être suffisamment bien fixé pour éviter que l'enfant ou les parents ne puissent le démonter.

La méthode de Blount n'est pas universelle et est réservée aux orthopédistes expérimentés. La réduction doit se faire en urgence sur un coude dénué de gonflement majeur afin d'éviter un syndrome de Volkmann, même si celui-ci est rare par cette méthode.

■ Technique de réduction à foyer ouvert des fractures supracondyliennes

La réduction à foyer ouvert est indiquée :

- si la réduction à foyer fermé est impossible ;
- si une exploration vasculaire s'impose.

Dans ce dernier cas, la voie d'abord antéro-interne est utilisée afin de pouvoir visualiser et contrôler l'artère humérale. Dans les autres cas, les voies d'abord antérieure, postérieure, médiale ou latérale peuvent être suivies. Les voies médiales et latérales peuvent également être utilisées simultanément.

Technique de réduction à foyer ouvert par la voie d'abord antéro-interne

Le patient, sous anesthésie générale, est positionné en décubitus dorsal. En cas de lésion vasculaire, l'usage d'un garrot est proscrit. Le membre traumatisé repose sur une table à bras. Une incision en S

est effectuée. Cette incision débute 3 cm au-dessus du pli du coude en antéro-interne et elle se prolonge sur la face antérieure du bras. Au pli du coude, l'incision est légèrement courbée et se prolonge sur 2 cm à la face antérieure de l'avant-bras. Le tissu sous-cutané est disséqué et l'aponévrose bicipitale est incisée. Si une exploration vasculaire est nécessaire, l'artère humérale peut être disséquée, sinon le paquet neurovasculaire est écarté médialement.

L'esquille osseuse du fragment distal est généralement facile à localiser dans le tissu sous-cutané pour être ensuite réduite sous contrôle visuel. La mise en place des broches de Kirschner est contrôlée par radioscopie. Une immobilisation par plâtre brachio-antibrachio-palmaire complète l'ostéosynthèse. Le plâtre est retiré et les broches sont extraites à la quatrième semaine, l'enfant est alors autorisé à mobiliser le coude.

COMPLICATIONS

■ Déplacement secondaire

Un déplacement secondaire est le plus souvent la conséquence d'un traitement inapproprié. Une réduction imparfaite, avec persistance d'une rotation, représente un facteur d'instabilité, même pour les fractures traitées par embrochage. En plus des défauts de réduction, les ostéosynthèses instables ou précaires aboutissent invariablement à un déplacement secondaire.

■ Raideur

Le coude a une capacité de récupération fonctionnelle limitée et souvent lentement évolutive. Il persiste fréquemment une restriction des amplitudes de flexion et d'extension. Toutefois, les retentissements fonctionnels sont souvent mineurs. Néanmoins, les parents doivent être avertis.

■ Déformation angulaire

L'angulation en varus est une complication importante des fractures supracondyliennes. Une déformation en valgus est également possible mais est beaucoup plus rare [12]. Généralement, ces déformations sont la conséquence d'une réduction insuffisante, notamment d'une correction incomplète de la bascule du fragment distal [5]. Un cal vicieux en varus, s'il n'est pas trop prononcé, ne cause heureusement qu'un handicap fonctionnel peu important. Toutefois, cette déformation laisse un préjudice esthétique non négligeable.

FORMES CLINIQUES

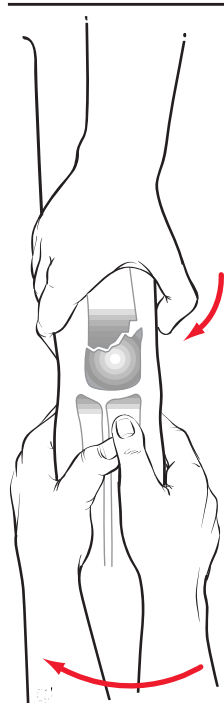
■ Fracture supracondylienne avec lésion neurologique

Des lésions neurologiques sont observées dans 10 % des fractures supracondyliennes. La lésion la plus fréquente est l'atteinte du nerf interosseux antérieur [42]. Une lésion du nerf radial ou du nerf cubital est également possible.

La plupart du temps, il s'agit d'une neurapraxie récupérant spontanément. La récupération est progressive et est habituellement complète dans les 6 mois post-traumatiques. Le bon pronostic des lésions incomplètes autorise l'abstention chirurgicale [36]. Ces informations concernant le caractère réversible de ces lésions post-traumatiques doivent être fournies aux parents.

Les séquelles neurologiques majeures sont rares mais existent néanmoins. Si un abord chirurgical est nécessaire en cas de lésion vasculaire associée, une exploration nerveuse se justifie. Plus rarement, le nerf est incarcéré entre les fragments osseux. Cette situation peut être suspectée lors d'une irréductibilité de la fracture. Cette situation justifie une réduction à foyer ouvert avec libération du nerf incarcéré.

Une paralysie complète et la persistance d'une douleur sévère après réduction d'une fracture supracondylienne doit faire suspecter une incarcération nerveuse et justifie également une exploration



6 Réduction d'une fracture supracondylienne avec impaction de la colonne médiale. L'impaction se corrige par pulsion directe sur l'épitrachée, coude en extension et avant-bras en léger valgus.

chirurgicale. En cas d'abstention chirurgicale, la récupération neurologique doit être monitorée dans les semaines qui suivent le traumatisme. Devant l'absence de récupération, un bilan neurophysiologique est alors conduit avant le troisième mois post-traumatique. Celui-ci peut permettre de poser les indications d'explorations chirurgicales.

■ **Fracture supracondylienne avec lésion vasculaire**

En l'absence d'un pouls radial palpable, une réduction en urgence est impérative. Dans le cas où le pouls réapparaît immédiatement après la réduction, le traitement reste alors inchangé [9].

En présence d'un pouls capillaire normal avec une main bien colorée mais un pouls radial toujours absent après la réduction, un embochage percutané est préconisé. Une surveillance minutieuse du membre est prescrite. Généralement, le pouls radial revient dans un délai de 30 minutes. Passé ce délai, si le pouls demeure absent, certains auteurs proposent une simple surveillance, les pulsations pouvant réapparaître au bout de 2 à 10 jours. Toutefois, si le moindre doute persiste après 1 demi-heure, un avis donné par un chirurgien vasculaire s'impose [9].

Si malgré la réduction le pouls radial et le pouls capillaire ne récupèrent pas, il faut avoir recours à une exploration chirurgicale [9]. Certaines fractures supracondyliennes avec déplacement postérolatéral présentent un fragment osseux pénétrant le muscle brachial et perceptible antérieurement sous la peau. Dans ce cas, l'artère humérale peut être endommagée par des manœuvres de réduction [34] et il est préférable de passer directement au traitement à ciel ouvert.

■ **Fracture supracondylienne avec impaction de la colonne médiale**

À première vue, ces fractures semblent peu déplacées mais sont à l'origine de déformations en varus [13]. Une réduction à foyer fermé sous anesthésie générale s'impose. La réduction de l'angulation en varus s'effectue par une pression directe du pouce sur le bord médial du coude en extension (fig 6). Afin d'éviter un déplacement secondaire, un embochage en croix est réalisé.

■ **Fracture supracondylienne en flexion** (fig 7)

Les fractures supracondyliennes en flexion sont rares (3 à 5 % des fractures supracondyliennes) [11]. La bascule de la palette humérale se fait vers l'avant. Il existe une classification en trois stades selon l'importance du déplacement :

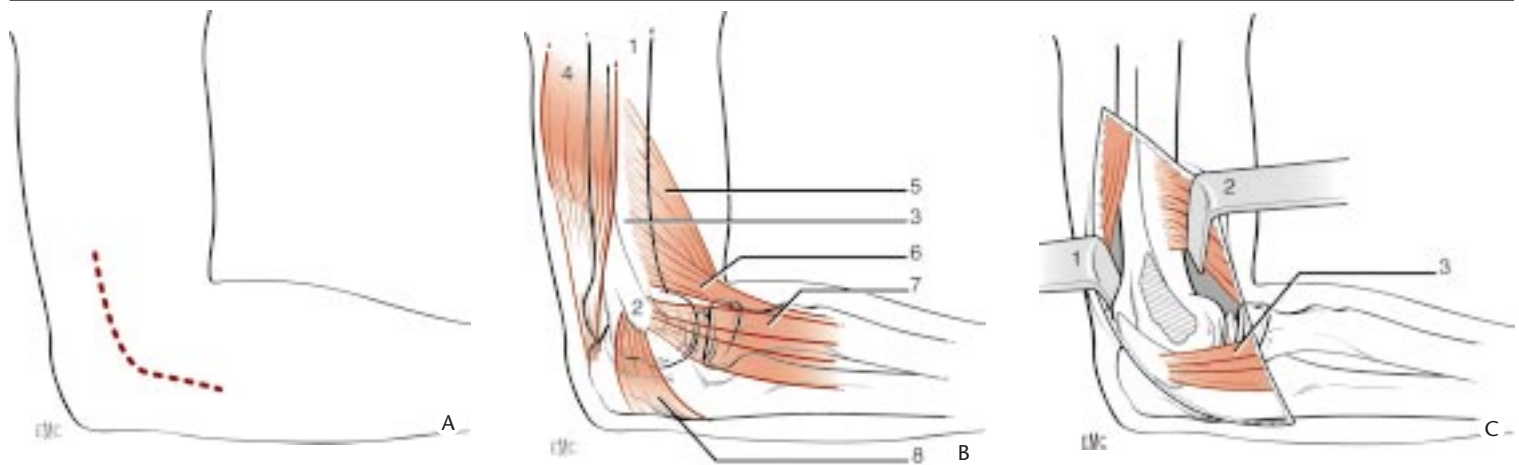


7 Fille de 9 ans. Fracture supracondylienne en flexion.
A. Radiographie de profil. Fracture de stade 3.
B. Radiographie de face et de profil après traitement. Fracture instable ; de là, fixation par quatre broches.
C. Résultat après 10 ans.

- stade 1 : fracture non ou peu déplacée ;
- stade 2 : fracture déplacée avec persistance d'un contact entre les fragments sur la corticale antérieure ;
- stade 3 : fracture avec perte de tout contact interfragmentaire.

La réduction des fractures de stades 1 et 2 est réalisée, sous anesthésie générale, par une traction dans l'axe du bras suivie d'une correction du déplacement médial ou latéral et de la rotation. La correction de la rotation avec le coude en extension peut s'avérer difficile. Un assistant doit maintenir l'humérus pendant la manipulation de l'avant-bras. L'embochage du côté latéral est effectué avec le coude en extension [11]. Ces fractures sont souvent très instables, c'est pourquoi l'utilisation de deux broches de Kirschner à travers le condyle latéral est préférable.

Après l'embochage, le coude est fléchi et une troisième broche est placée, soit latéralement par rapport à l'olécrane dans l'axe



8 Traitement d'une fracture du condyle latéral.

A. Incision cutanée latérale.

B. La voie latérale s'insinue le long de la cloison intermusculaire. 1. Humérus ; 2. épicondylus lateralis ; 3. septum intermusculaire laterale ; 4. m. triceps ; 5. m. brachioradialis ; 6. m. extensor carpi radialis longus ; 7. m. extensores radialis ; 8. m. anconeus.

C. Le triceps est récliné en arrière (1). Le muscle brachioradial et le muscle extenseur du carpe sont réclinés en avant (2). Le tendon commun des extenseurs reste attaché au fragment (3).

longitudinal de l'humérus, soit à travers l'épitrachée en évitant le nerf ulnaire^[37]. Ce sont surtout les fractures de stade 3 qui sont à l'origine de problèmes lors d'une réduction à foyer fermé. Si la réduction est impossible par manœuvres externes, il est nécessaire d'aborder la fracture par voie antéro-interne.

Fracture du condyle latéral

INTRODUCTION

Chez l'enfant, la fracture du condyle latéral est, après la fracture supracondylienne, la fracture du coude la plus fréquente (15 %). L'âge moyen se situe entre 6 et 8 ans. Il s'agit, en fait, d'une fracture articulaire correspondant au type IV de la classification de Salter-Harris^[26, 29]. Initialement, le diagnostic peut être mal posé et la gravité de la fracture sous-estimée, pouvant conduire à un traitement insuffisant ou à des complications. Généralement, les clichés de face et de profil ne permettent pas de visualiser le déplacement dans sa totalité. En revanche, une incidence oblique fait apparaître l'importance du déplacement.

TRAITEMENT

Traditionnellement, les fractures peu déplacées (au maximum 2 mm) peuvent être traitées orthopédiquement par un plâtre avec le coude en flexion de 90°. L'avant-bras est mis en supination afin de minimiser la traction des extenseurs sur le fragment du condyle latéral. Le plâtre est maintenu pendant 3 à 6 semaines. Il est conseillé de réaliser un suivi radiologique précis pendant les premiers jours afin de diagnostiquer à temps un éventuel déplacement secondaire^[18, 41]. Tous les autres cas doivent être traités par réduction à foyer ouvert et embrochage. La réduction à foyer fermé n'est plus indiquée.

■ Technique chirurgicale (fig 8, 9)

Le patient est installé, sous anesthésie générale, en décubitus dorsal avec le membre traumatisé posé sur une table à bras. Un garrot pneumatique est utilisé et le bras est couvert de champs stériles permettant une mobilisation de l'avant-bras pendant l'intervention. Le coude reste en légère flexion et une incision longitudinale de 5 à 6 cm est réalisée de part et d'autre du condyle latéral. L'incision débute proximale par rapport au condyle latéral et se prolonge

distalement en direction de la tête radiale. Le tissu cellulaire sous-cutané est disséqué selon l'incision cutanée. La suite de la dissection s'effectue en profondeur entre le tendon du triceps qui est écarté en arrière, et le muscle brachioradial ainsi que le muscle extenseur du carpe, qui sont écartés en avant. Il faut veiller à ne pas prolonger l'incision proximale plus loin que nécessaire afin de préserver le nerf radial qui se trouve parfois plus proche qu'on ne le pense. Le tendon commun des extenseurs n'est pas, lui non plus, disséqué plus que nécessaire et son insertion sur le condyle latéral doit être conservée. La vascularisation du condyle latéral se fait principalement par l'insertion musculaire postérieure qui doit être respectée. L'abord de la fracture se fait donc par l'avant. L'hématome articulaire est évacué par pression manuelle et irrigation à l'aide de sérum physiologique. Il est important d'obtenir une parfaite visualisation du site fracturaire, aussi bien pour l'humérus que pour le fragment condylaire. Il est possible qu'une incision dans le muscle anconé soit nécessaire afin de mieux visualiser la fracture.

La réduction est effectuée sous contrôle visuel direct mais elle peut être fastidieuse, surtout si le fragment est basculé en rotation externe. La fracture étant articulaire, une réduction anatomique est indispensable.

Il est important de bien contrôler la réduction tant pour la face latérale métaphysaire que dans l'articulation. Il arrive qu'une interposition périostée empêche la réduction et doit alors être réséquée. Après réduction de la fracture, la fixation est assurée par deux broches de Kirschner à travers le fragment et le cartilage de croissance. Ces broches sont orientées vers la corticale médiale. Si le fragment métaphysaire de la fracture est suffisamment important, un embrochage ou un vissage peut être envisagé. La réduction et la fixation sont contrôlées par des clichés radiographiques de face et de profil. Les broches de Kirschner sont, soit recourbées et coupées de sorte qu'elles puissent être enlevées en consultation, soit enfouies sous la peau et enlevées sous anesthésie générale. La peau est suturée avec du fil résorbable ; un plâtre, avec le coude en flexion de 90° et l'avant-bras en légère supination, est maintenu pour une durée de 4 à 6 semaines. Ensuite, les broches peuvent être enlevées et le patient est alors autorisé à mobiliser le coude.

COMPLICATIONS

Ces complications sont essentiellement d'ordre esthétique et n'ont que peu de retentissement fonctionnel.



9 Fillette de 6 ans. Fracture du condyle latéral.
A. Radiographie de face et de profil. Le fragment est déplacé avec rotation.
B. Après réduction et fixation par deux broches de Kirschner.
C. Résultat après 6 mois.

■ Hypertrophie du condyle latéral

L'étiologie de l'hypertrophie du condyle latéral est mal connue. Elle est généralement bien tolérée sur le plan fonctionnel. Ces hypertrophies, lorsqu'elles sont importantes, peuvent être à l'origine de déformations en varus ^[39].

■ Déformation en « queue de poisson »

L'aspect en « queue de poisson » de la palette humérale est secondaire à l'épiphytiotomie centrale du cartilage de croissance. Cette déformation n'est qu'une constatation radiologique et n'a pas de répercussions fonctionnelles.

■ Pseudarthrose

La pseudarthrose du condyle latéral est la complication la plus redoutée. Elle survient, le plus souvent, alors que la fracture a été traitée orthopédiquement. Elle résulte d'une mauvaise appréciation de la fracture, d'une immobilisation trop courte ou d'un déplacement secondaire négligé ^[15]. Le fragment peut migrer progressivement proximement, entraînant alors une déformation en valgus. Le cubitus valgus peut se compliquer d'une paralysie du nerf ulnaire.

■ Nécrose avasculaire

La nécrose avasculaire est rare et elle résulte en général d'une dissection trop agressive de la surface postérieure du fragment.

Fracture de l'épitrôchlée

INTRODUCTION

Les fractures de l'épitrôchlée surviennent à un âge plus avancé que les fractures supracondyliennes (en moyenne entre 9 et 12 ans). Elles représentent environ 12 % des fractures du coude et sont associées, dans un tiers des cas environ, à une luxation du coude ^[32].

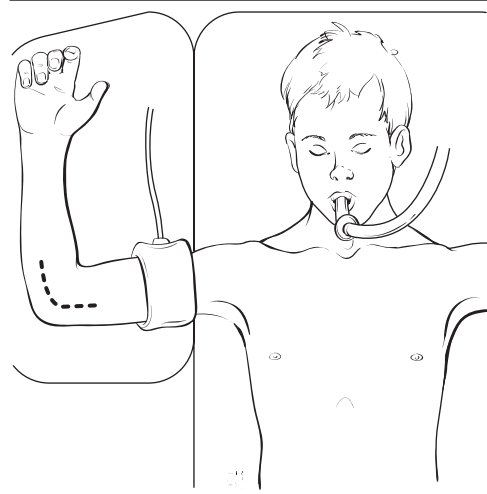
TRAITEMENT

Le traitement chirurgical est généralement indiqué si le fragment est incarcerated dans l'articulation. Si cela n'est pas le cas, le traitement reste controversé.

S'il n'y a pas de déplacement ou si le déplacement est mineur, une immobilisation plâtrée suffit. Le plâtre doit être confectionné avec le coude à 90° et la main en pronation. Une surveillance régulière s'impose afin de diagnostiquer un éventuel déplacement secondaire. Si la fracture est déplacée, un traitement chirurgical est indiqué ^[6]. L'embrochage percutané est à proscrire en raison du risque de lésion du nerf ulnaire et de l'incertitude d'obtenir une fixation anatomique. Il est préférable de réduire et de fixer la fracture à foyer ouvert.

■ Technique chirurgicale

Le patient est installé, sous anesthésie générale, en décubitus dorsal. De préférence, un garrot pneumatique est mis en place. Le membre



10 Traitement d'une fracture de l'épitrôchlée. Installation de l'opéré et voie d'abord postéromédiale. Noter la position du bras en rotation externe.

est couvert de champs stériles de façon à permettre une mobilisation du bras pendant l'intervention. Le bras du patient se trouve en rotation externe sur la table, l'épaule et le coude sont fléchis à 90° (fig 10).

Une attention particulière doit être portée sur la localisation de l'épitrôchlée, qui est plus postérieure qu'on ne le pense.

L'abord est postéromédial. Une incision de 3 à 5 cm est réalisée en évitant le nerf ulnaire. La libération complète et une transposition du nerf ne sont pas nécessaires^[6]. L'insertion des muscles fléchisseurs et celle du muscle pronateur au niveau du fragment doivent être respectées. Le foyer de fracture doit être clairement visible afin de pouvoir réduire parfaitement la fracture. En mettant le coude en hyperflexion et l'avant-bras en pronation, la réduction est facilitée. La fixation est réalisée à l'aide de deux broches de Kirschner en prenant garde au nerf ulnaire (fig 11). Chez les adolescents, l'utilisation d'une ou deux vis ou la combinaison d'une vis et d'une broche sont possibles afin de garantir une bonne stabilité rotatoire (fig 12)^[6]. La vis doit être fixée dans la colonne médiale et non à travers la fossette olécranienne. La peau est suturée avec un fil résorbable et les broches de Kirschner sont coupées de sorte qu'elles puissent être enlevées en consultation ou enfouies en sous-cutané et enlevées sous anesthésie générale. Un plâtre avec le coude à 90° de flexion et l'avant-bras en légère pronation est maintenu pendant 4 à 6 semaines, après quoi les broches de Kirschner peuvent être enlevées. En cas de vissage du fragment, la mobilisation peut débuter après 1 semaine.

■ Technique en cas d'incarcération de l'épitrôchlée dans l'articulation

Le diagnostic d'une incarceration de l'épitrôchlée dans l'articulation huméro-ulnaire est loin d'être évident. Chez le jeune enfant (avant l'âge de 5 ans) le noyau épiphysaire n'est pas encore radiologiquement visible. Si l'examen clinique est évocateur, un élargissement de l'interligne articulaire sur le cliché de face peut permettre de faire le diagnostic mais une lecture attentive des clichés de profil doit permettre de localiser le fragment incarcéré. En cas de doute, une échographie peut aider au diagnostic. La fracture de l'épitrôchlée est associée dans 30 à 50 % des cas à une luxation du coude. L'interprétation des radiographies après réduction doit se faire avant l'application du plâtre et doit prendre en considération la position de l'épicondyle. En cas d'incarcération du fragment dans l'articulation du coude, une technique à foyer fermé avec manipulation en valgus est à proscrire en raison du risque d'une paralysie ulnaire. C'est donc sur une réduction et fixation à foyer ouvert que le choix thérapeutique se fait.

Ceci nécessite une plus grande incision que pour une simple fracture. Après avoir abordé le foyer fracturaire, le fragment de l'épitrôchlée reste généralement invisible. La partie musculotendineuse des fléchisseurs se trouve alors dans l'articulation et peut servir de guide. Par une légère déformation en



11 Garçon de 9 ans. Fracture de l'épitrôchlée.
A. Radiographie de face et de profil. Le fragment est incarcéré dans l'articulation du coude.
B. Après réduction et fixation par deux broches de Kirschner.

valgus, le fragment peut aisément être extrait de l'articulation à l'aide d'une pince à champ. La fixation est effectuée selon la technique décrite précédemment.

COMPLICATIONS

Bien que les fractures de l'épitrôchlée aient un pronostic relativement favorable^[6], des complications liées à des fractures négligées sont loin d'être exceptionnelles.

■ Cubitus valgus

Après une fracture de l'épitrôchlée, le cubitus valgus est exceptionnel et entraîne rarement des séquelles fonctionnelles.



12 Garçon de 14 ans. Fracture de l'épitrôchlée.
A. Radiographie de face et de profil.
B. Après réduction et fixation à l'aide d'une broche et d'une vis.

■ Limitation de la mobilité

Il peut persister un déficit d'extension, surtout dans les cas d'une luxation associée.

■ Hypertrophie de l'épitrôchlée

L'hypertrophie de l'épitrôchlée n'est pas exceptionnelle, elle entraîne surtout des séquelles esthétiques.

■ Irritation du nerf ulnaire

Une gêne, sous forme d'une irritation du nerf ulnaire à l'effort, a été décrite chez quelques patients.

■ Instabilité du coude

Certains patients se plaignent d'une diminution de force et d'une instabilité du coude.

■ Pseudarthrose

La pseudarthrose ou la consolidation de l'épitrôchlée en position basse est une complication fréquente d'un traitement orthopédique. Elles n'ont que peu de retentissement fonctionnel.

Fracture du condyle médial

INTRODUCTION

Contrairement aux fractures de l'épitrôchlée, les fractures du condyle médial sont des fractures intra-articulaires et transépiphysaires de type IV de la classification de Salter-Harris [3]. Ces fractures sont rares et ne représentent que 1 à 2 % des fractures du coude [24, 30]. Elles surviennent surtout après l'âge de 8 ans [30].

TRAITEMENT

Les principes du traitement sont en grande partie similaires à ceux des fractures du condyle latéral [24, 30]. Un plâtre brachio-antibrachio-palmaire est maintenu pendant 4 à 6 semaines pour une fracture non déplacée. Une observation radiologique est nécessaire pendant les 2 premières semaines afin de pouvoir détecter et traiter un éventuel déplacement secondaire.

Pour les fractures déplacées, une réduction et une fixation à foyer ouvert sont indiquées [3].

■ Technique chirurgicale

Le patient est installé comme décrit pour une fracture de l'épitrôchlée. Le fragment est approché par une incision postéromédiale de 5 à 6 cm centrée sur la saillie de l'épitrôchlée. Le fragment n'est pas disséqué plus que nécessaire afin de ne pas perturber sa vascularisation. Il est fortement déconseillé de désinsérer le tendon commun des muscles fléchisseurs ; il est préférable d'ouvrir la capsule à la face antérieure de l'articulation afin d'avoir une vue intra-articulaire. L'hématome est évacué et l'articulation est rincée avec du sérum physiologique. La taille du fragment est toujours supérieure à l'image radiologique. La réduction de la fracture doit être anatomique et est contrôlée tant en intra-articulaire qu'à hauteur du bord médial de l'humérus.

La fixation est effectuée par deux broches de Kirschner. Chez les adolescents, un vissage, associé ou non à des broches, offre une meilleure stabilité. La peau est suturée avec du fil résorbable.

Une immobilisation plâtrée est maintenue pendant 4 à 6 semaines, après quoi les broches sont retirées et le patient peut commencer sa rééducation.

COMPLICATIONS

Les complications sont comparables à celles des fractures du condyle latéral. Un déplacement secondaire suite au traitement orthopédique peut être méconnu si la surveillance radiologique n'a pas été adéquate pendant les 2 premières semaines.

La nécrose avasculaire et la pseudarthrose représentent les autres complications les plus fréquentes [3, 24, 30].

Fracture du capitulum

INTRODUCTION

Les fractures du capitulum sont rares, elles sont même exceptionnelles avant l'âge de 12 ans [14, 25, 32]. C'est une fracture qui peut être confondue avec une fracture du condyle latéral. La fracture du capitulum est une fracture ostéochondrale par cisaillement dans le plan frontal. La radiographie de profil montre typiquement un fragment ostéochondral en avant de la palette humérale. Typiquement, cette fracture, chez l'enfant, emporte essentiellement le capitulum et la face externe de la trochlée (type Hahn-Steinthal).

TRAITEMENT

Si le fragment est déplacé mais trop petit pour être fixé, il est préférable de le réséquer. Même si le fragment est relativement grand, son excision ne cause aucune instabilité ni handicap fonctionnel [2, 16]. Toutefois, dans la mesure du possible, il est préférable de le fixer à foyer ouvert.

■ Technique chirurgicale

Le patient est installé, sous anesthésie générale, en décubitus dorsal avec un garrot pneumatique à la racine du membre. Le membre repose sur une table à bras. Par le biais d'une incision postérolatérale, il est possible de réduire et de fixer le fragment. Il est préférable de le fixer d'arrière en avant au lieu de le fixer directement. La stabilisation se fait à l'aide d'une ou deux vis introduites postéro-antérieurement à travers la face postérieure du condyle latéral jusque dans le fragment, tout en évitant de perforer la surface articulaire avec l'extrémité de la vis. Après l'opération, le patient porte un plâtre brachio-antibrachio-palmaire pour une durée qui dépend de la stabilité de la fixation. Si la stabilité est satisfaisante, la mobilisation débute après 1 ou 2 semaines.

COMPLICATIONS

La fracture du capitulum est une fracture dont le pronostic est relativement favorable. Néanmoins, il s'agit d'une fracture intra-articulaire et les imperfections de réduction exposent à la raideur du coude et à des blocages en flexion. La nécrose et des douleurs post-traumatiques sont les autres complications les plus fréquentes.

Fracture de l'épicondyle latéral (fig. 13)**INTRODUCTION**

Les fractures de l'épicondyle latéral sont très rares [32]. Il s'agit d'une fracture-avulsion provoquée par la traction du ligament collatéral externe et des muscles extenseurs. La fréquence de ces fractures est peut-être sous-estimée [32] du fait que cette épiphyse n'est radiologiquement visible que pendant une courte période. En revanche, un « surdiagnostic » est également possible car l'épicondyle latéral, dès qu'il est visible radiologiquement, se trouve à une certaine distance de la métaphyse.

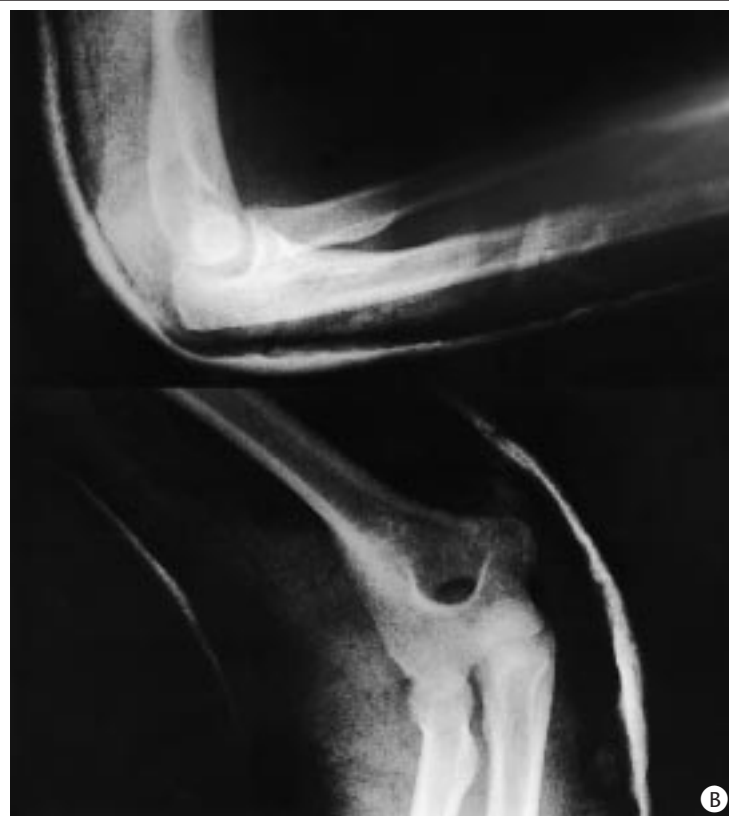
TRAITEMENT

Les principes du traitement sont les mêmes que pour les fractures de l'épitrôchlée. Les fractures peu déplacées peuvent être traitées orthopédiquement. Les fractures déplacées, en revanche, sont traitées chirurgicalement. Après luxation du coude, il est possible que le fragment de l'épicondyle latéral soit incarcéré dans l'articulation [31]. En cas de traitement chirurgical, le fragment doit être réduit et fixé à l'aide de broches de Kirschner selon les principes décrits pour les fractures de l'épitrôchlée.

COMPLICATIONS

Les fractures de l'épicondyle latéral sont très peu décrites dans la littérature et par conséquent leur évolution est peu connue. Peu de patients ont été suivis à long terme. Des complications, comme des paresthésies transitoires du nerf médian, une déviation axiale en valgus et des déficits d'extension, ont été décrites dans la littérature. Toutefois, en général, le pronostic fonctionnel de cette fracture semble bon [32].

Figure 13 et Références ➤



- 13** Fille de 14 ans. Fracture de l'épicondyle latéral.
A. Luxation du coude.
B. Après réduction, le fragment de l'épicondyle n'est pas visible.
C. 2 mois après le traumatisme. Pseudarthrose et position basse de l'épitrachée latérale. Le fragment est attiré vers le bas par les muscles extenseurs qui s'y insèrent.

Références

- [1] Ağus H, Kalenderer Ö, Kayah C, Eryanılmaz G. Skeletal traction and delayed percutaneous fixation of complicated supracondylar humerus fractures due to delayed or unsuccessful reductions and extensive swelling in children. *J Pediatr Orthop* 2002 ; 11 : 150-154
- [2] Alvarez E, Patel MR, Nimberg G, Pearlman HS. Fracture of the capitulum humeri. *J Bone Joint Surg Am* 1975 ; 57 : 1093-1096
- [3] Bensahel H, Csukonyi Z, Badelon O, Badaoui S. Fractures of the medial condyle of the humerus in children. *J Pediatr Orthop* 1986 ; 6 : 430-433
- [4] Blount WP. Fractures in children. Baltimore : Williams and Wilkins, 1955
- [5] Boyd DW, Aronson DD. Supracondylar fractures of the humerus: a prospective study of percutaneous pinning. *J Pediatr Orthop* 1992 ; 12 : 789-794
- [6] Case SL, Hennrikus WL. Surgical treatment of displaced medial epicondyle fractures in adolescent athletes. *Am J Sports Med* 1997 ; 25 : 682-686
- [7] Cheng JCY, Lam TP, Shen WY. Closed reduction and percutaneous pinning for type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Orthop Trauma* 1995 ; 9 : 511-515
- [8] Clavert JM, Lecerf C, Mathieu JC, Buck P. La contention en flexion de la fracture supracondylienne de l'humérus chez l'enfant. Considérations à propos du traitement de 120 fractures déplacées. *Rev Chir Orthop* 1984 ; 70 : 109-116
- [9] Copley LA, Dormans JP, Davidson RS. Vascular injuries and their sequelae in pediatric supracondylar humeral fractures: toward a goal of prevention. *J Pediatr Orthop* 1996 ; 16 : 99-103
- [10] De Boeck H. Radiology of the elbow in children. *Acta Orthop Belg* 1996 ; 62 : 34-40
- [11] De Boeck H. Flexion type supracondylar elbow fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2001 ; 21 : 460-463
- [12] De Boeck H, De Smet P. Valgus deformity following supracondylar elbow fractures in children. *Acta Orthop Belg* 1997 ; 63 : 240-244
- [13] De Boeck H, De Smet P, Penders W, De Rydt D. Supracondylar elbow fractures with impaction of the medial condyle in children. *J Pediatr Orthop* 1995 ; 15 : 444-448
- [14] De Boeck H, Pouliart N. Fractures of the capitulum humeri in adolescents. *Int Orthop* 2000 ; 24 : 246-248
- [15] Flynn JC. Nonunion of slightly displaced fractures of the lateral humeral condyle in children: an update. *J Pediatr Orthop* 1989 ; 9 : 691-696
- [16] Fowles JV, Kassab MT. Fracture of the capitulum humeri. Treatment by excision. *J Bone Joint Surg Am* 1974 ; 56 : 794-798
- [17] Gartland JJ. Management of supracondylar fractures in children. *Surg Gynaecol Obstet* 1959 ; 109 : 145-154
- [18] Horn BD, Herman MJ, Crisci K, Pizzutillo PD, MacEwen GD. Fractures of the lateral humeral condyle: role of the cartilage hinge in fracture stability. *J Pediatr Orthop* 2002 ; 22 : 8-11
- [19] Ippolito E, Caterini R, Scola E. Supracondylar fractures of the humerus in children. Analysis at maturity of fifty-three patients treated conservatively. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 333-344
- [20] Judet J. Traitement des fractures épiphysaires de l'enfant par broche transarticulaire. *Mém Acad Chir* 1947 ; 73 : 562-566
- [21] Judet J. Traitement des fractures sus-condyliennes transversales de l'humérus chez l'enfant. *Rev Chir Orthop* 1953 ; 39 : 199-212
- [22] Krømhøft M, Keller IL, Solgaard S. Displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Clin Orthop* 1987 ; 221 : 215-220
- [23] Lagrange J, Rigault P. Fractures du coude chez l'enfant. *Rev Chir Orthop* 1962 ; 48 : 337-414
- [24] Leet AI, Young C, Hoffer MM. Medial condyle fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop* 2002 ; 22 : 2-7
- [25] Letts M, Rumball K, Bauermeister S, McIntyre W, D'Astous J. Fractures of the capitellum in adolescents. *J Pediatr Orthop* 1997 ; 17 : 315-320
- [26] Longis B, Peyrou P, Moulies D. Les fractures du condyle latéral de l'humérus chez l'enfant. In : Diméglio A, Hérisson C, Simon L eds. Le coude traumatique de l'enfant. Paris : Masson, 2001 : 71-80
- [27] Lyons JP, Ashley E, Hoffer M. Ulnar nerve palsies after percutaneous cross-pinning of supracondylar fractures in children's elbows. *J Pediatr Orthop* 1998 ; 18 : 43-45
- [28] Mazeau P, Diméglio A. Fractures de l'extrémité distale de l'humérus. In : Diméglio A, Hérisson C, Simon L eds. Le coude traumatique de l'enfant. Paris : Masson, 2001 : 53-64
- [29] Mirsky EC, Karas EH, Weiner LS. Lateral condyle fractures in children: evaluation of classification and treatment. *J Orthop Trauma* 1997 ; 11 : 117-120
- [30] Papavasiliou V, Nenopoulos S, Venturis T. Fractures of the medial condyle of the humerus in childhood. *J Pediatr Orthop* 1987 ; 7 : 421-423
- [31] Pouliart N, De Boeck H. Posteromedial dislocation of the elbow with associated intraarticular entrapment of the lateral epicondyle. *J Orthop Trauma* 2002 ; 16 : 53-56
- [32] Pouliquen JC, Bracq H, Chaumien JP, Damsin JP, Fournet-Fayard J, Langlais J et al. Fractures du coude chez l'enfant. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 417-490
- [33] Rasool MN. Ulnar nerve injury after K-wire fixation of supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1998 ; 18 : 686-690
- [34] Rasool MN, Naidoo KS. Supracondylar fractures: posterolateral type with brachialis muscle penetration and neurovascular injury. *J Pediatr Orthop* 1999 ; 19 : 518-522
- [35] Royce RO, Dutkowsky JP, Kasser JR, Rand FR. Neurologic complications after K-wire fixation of supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1991 ; 11 : 191-194
- [36] Setton D, Khouri N. Paralyse du nerf radial et fractures supracondyliennes de l'humérus chez l'enfant. Étude d'une série de 11 cas. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 : 28-33
- [37] Shim JS, Lee YS. Treatment of completely displaced supracondylar fracture of the humerus in children by cross-fixation with three Kirschner wires. *J Pediatr Orthop* 2002 ; 22 : 12-16
- [38] Skaggs DL, Hale JM, Bassett J, Kaminsky C, Kay RM, Tolo VT. Operative treatment of supracondylar fractures of the humerus in children. The consequence of pin placement. *J Bone Jt Surg* 2001 ; 83 : 735-740
- [39] Thomas DP, Howard AW, Cole WG, Hedden DM. Three weeks of Kirschner wire fixation for displaced lateral condylar fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop* 2001 ; 21 : 565-569
- [40] Topping RC, Blanco JS, Davis TJ. Clinical evaluation of crossed-pin versus lateral-pin fixation in displaced supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 1995 ; 15 : 435-439
- [41] Wattenbarger JM, Gerardi J, Johnston CE. Late open reduction internal fixation of lateral condyle fractures. *J Pediatr Orthop* 2002 ; 22 : 394-398
- [42] Wilkins KE. Supracondylar fractures: What's new ? *J Pediatr Orthop* 1997 ; 6 : 110-116
- [43] Worlock PH, Colton C. Severely displaced supracondylar fractures of the humerus in children: a simple method of treatment. *J Pediatr Orthop* 1987 ; 7 : 49-53
- [44] Zaltz I, Waters PM, Kasser JR. Ulnar nerve instability in children. *J Pediatr Orthop* 1996 ; 16 : 567-569
- [45] Zionts LE, McKellop HA, Hathaway R. Torsional strength of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Jt Surg* 1994 ; 76 : 253-256

Fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus : techniques chirurgicales

B Cadot
R Da Silva Rosa
HJ Tawil

Résumé. – Le traitement des fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus semble être bien codifié depuis le symposium de la SOFCOT en 1979 et pourtant le résultat fonctionnel n'est pas toujours optimal. Le traitement orthopédique est abandonné par tous les chirurgiens orthopédistes, hormis pour certaines fractures non déplacées, ainsi que chez les patients qui présentent un risque opératoire important et une demande fonctionnelle limitée. L'anatomie particulière de cette région rend l'ostéosynthèse difficile sur le plan technique et biomécaniquement imparfaite, même en utilisant une plaque latérale prémoulée et une plaque console postérieure médiale. La fracture intéresse le plus souvent les surfaces articulaires, et la reconstruction de la trochlée doit faire appel à une greffe osseuse si la comminution et l'impaction risquent de modifier la congruence avec l'olécrane. La rééducation fonctionnelle est entreprise précocement si la qualité de l'os offre une bonne tenue au matériel d'ostéosynthèse et si la tolérance cutanée le permet.

© 2003 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

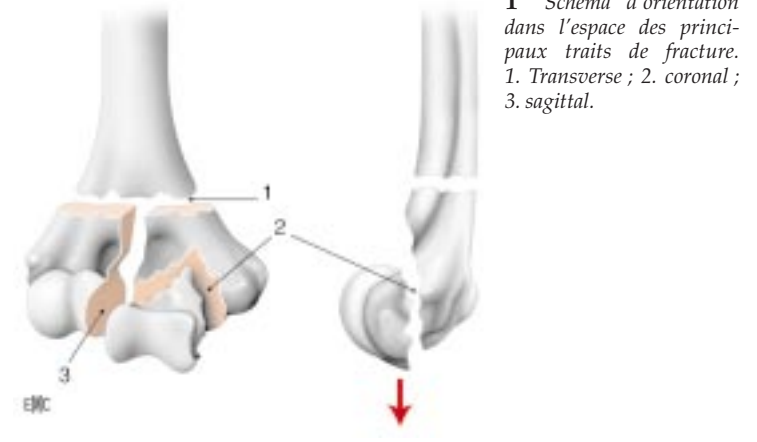
Mots-clés : humérus distal, fracture, coude, ostéosynthèse par plaque.

Introduction

Les fractures situées entre l'insertion proximale du muscle brachial antérieur et l'interligne articulaire du coude sont classées dans les fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus. Ces fractures sont dans la majorité des cas articulaires et c'est ce qui rend leur pronostic fonctionnel aléatoire malgré l'application des grands principes thérapeutiques^[3] : réduction exacte avec éventuelle greffe osseuse ; ostéosynthèse stable autorisant le plus souvent une rééducation précoce.

Devant une telle fracture, le chirurgien doit :

- localiser les différents traits de fracture, évaluer l'importance de la comminution osseuse et de l'impaction cartilagineuse, en particulier trochléenne ; après analyse soigneuse des clichés radiologiques, il peut décider de la préparation d'une crête iliaque destinée à une greffe osseuse lors de l'installation du champ opératoire ; il est souhaitable, comme pour les fractures complexes du poignet, de faire un cliché sous traction dès le malade endormi ;
- choisir alors le meilleur abord chirurgical ; les voies latérales sont réservées aux fractures sagittales et coronales, et aux fractures transverses simples (fig 1) ; les voies qui offrent l'exposition la plus large sont postérieures, transtricipitale ou transolécranienne ; la voie d'abord conditionne l'installation du patient en concertation avec l'anesthésiste, le décubitus latéral avec bras sur un appui à arthodèse pour les voies postérieures et le décubitus dorsal avec table à bras pour la ou les voies latérales ;



1 Schéma d'orientation dans l'espace des principaux traits de fracture.
1. Transverse ; 2. coronal ; 3. sagittal.

- utiliser un garrot pneumatique positionné à la racine du membre qui permet une chirurgie exsangue avec une parfaite visualisation des éléments ostéocartilagineux et un contrôle du nerf ulnaire, particulièrement vulnérable au cours de cette chirurgie ;
- si la stabilité de l'ostéosynthèse l'autorise, donner des consignes précises au patient et au rééducateur pour la mobilisation postopératoire ; la prudence est de rigueur si l'os est porotique car mieux vaut faire une arthrolyse sur un coude solide que d'avoir à greffer un coude raide !
- enfin, se souvenir que l'urgence est de soulager le patient par des antalgiques adaptés et par l'immobilisation du membre blessé en semi-extension, si besoin après alignement et parage sous courte sédation ; l'intervention doit être réalisée ou supervisée par un opérateur expérimenté.

Bernard Cadot : Chef de service.
Ricardo Da Silva Rosa : Chirurgien, praticien hospitalier.
Hani-Jean Tawil : Chirurgien, praticien hospitalier.
Service d'orthopédie traumatologique et de chirurgie du membre supérieur, hôpital d'Orsay, 4, place du Général-Leclerc, BP27, 91401 Orsay cedex, France.

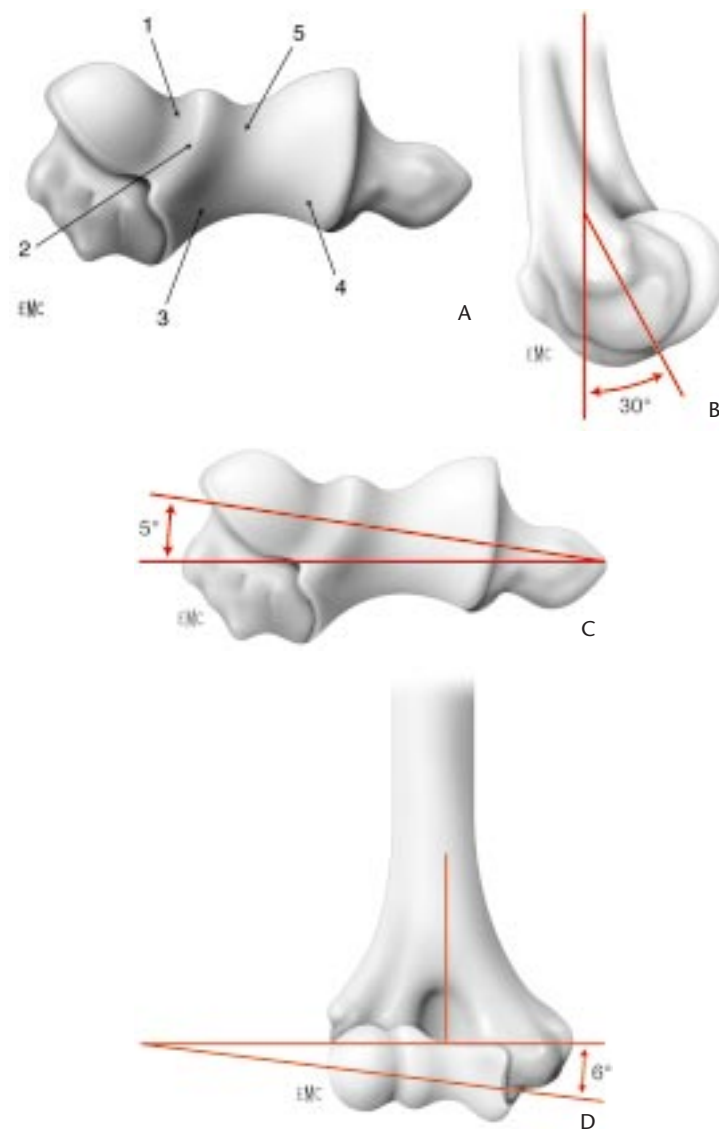
Rappel anatomique

La palette humérale a globalement une forme triangulaire dont l'apex est formé par la réunion des deux piliers latéraux encore appelés « colonnes ». Ces colonnes sont asymétriques : la colonne latérale est inclinée vers l'avant dans ses derniers centimètres [6] ; à l'opposé, la colonne médiale est rectiligne dans le plan sagittal (fig 2). Ces deux colonnes portent le bloc articulaire (la base du triangle) :

- en latéral, le condyle dont la surface articulaire (capitellum) convexe en avant et en bas s'articule avec la tête radiale ;
- en médial, la trochlée en forme de poulie asymétrique qui est entièrement recouverte de cartilage ; ces deux surfaces articulaires sont reliées par la zone conoïde, articulaire avec la périphérie de la tête radiale.

Les colonnes et le massif articulaire circonscrivent en arrière la fossette olécraniennne, la plus profonde, et en avant la fossette coronoïdienne, moins prononcée.

En résumé, il faut se souvenir au cours de la chirurgie que l'axe de la palette humérale est déjeté d'environ 30° vers l'avant, décalage lié en dehors à un fléchissement antérieur de la colonne latérale et en dedans à l'antéposition de la trochlée articulaire par rapport à la colonne médiale.



- 2 Conformation particulière de l'extrémité inférieure de l'humérus.
 A. Complexité de l'axe articulaire (vue inférieure). 1. Sillon capitellotrochléen ; 2. zone conoïde ; 3. berge latérale de la trochlée ; 4. berge médiale de la trochlée ; 5. trochlée.
 B. Axe de l'articulation dejeté de 30° vers l'avant.
 C. Le condyle externe est placé à 5° en avant de l'axe passant par les épicondyles.
 D. L'axe de la trochlée passe à 6° de l'axe des épicondyles dans le plan coronal.

La forte congruence des surfaces articulaires est à l'origine de la stabilité frontale et sagittale du coude, et le respect des fossettes est primordial afin de ne pas limiter la mobilité, d'où la difficulté de positionnement du matériel d'ostéosynthèse. C'est aussi l'occasion de souligner la nécessité de rétablir par greffe osseuse la morphologie articulaire, en particulier la largeur de la trochlée, quitte à remplacer par de l'os de crête iliaque les surfaces articulaires manquantes.

Classifications des fractures

Les principales classifications que nous rappellerons pour mémoire par des schémas (fig 3) sont celle de Mehne et Matta [11], celle de Müller pour l'AO [15] dont l'usage semble assez théorique [17] et la classification adoptée à la suite de la table ronde de 1979 par la SOFCOT [7] qui présente un intérêt pratique en distinguant (fig 4) :

- les fractures totales : supracondyliennes, sus- et intercondyliennes ;
- les fractures parcellaires à trait sagittal :
 - fracture sagittale latérale extra-articulaire (épicondyle latéral) ;
 - fracture sagittale médiale extra-articulaire (épicondyle médial) ;
 - fracture sagittale latérale articulaire (condyle latéral) ;
 - fracture sagittale médiale articulaire (condyle médial) ;
- les fractures parcellaires à trait frontal :
 - fracture du capitellum ;
 - fracture du capitellum et de la zone conoïde emportant la partie latérale de la trochlée (Hahn-Steinthal) ;
 - fracture diacondylienne (Kocher).

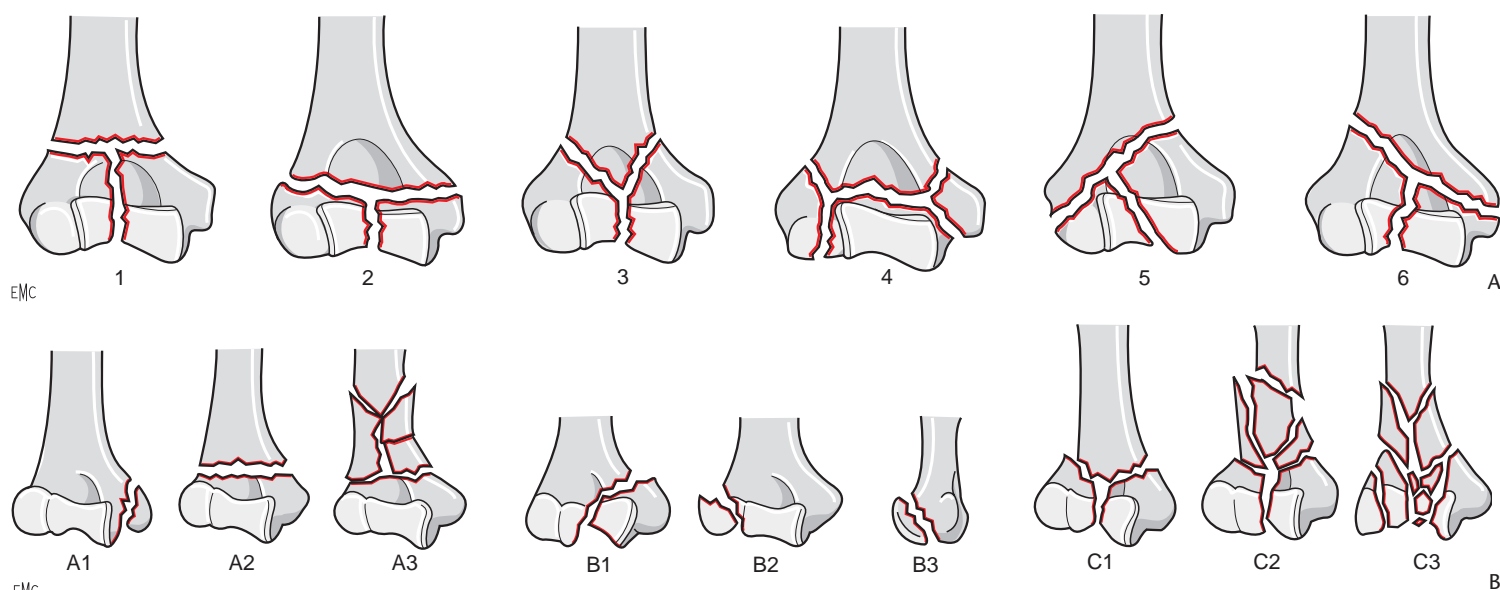
Si ces classifications permettent une planification préopératoire assez standard, en particulier pour le choix de l'abord chirurgical et le type d'ostéosynthèse, en revanche c'est souvent en peropératoire que l'on évalue exactement l'importance de la comminution et surtout de l'impaction cartilagineuse, impossible à classifier. Ceci conditionne pourtant en grande partie le pronostic fonctionnel en troublant les repères anatomiques et en rendant aléatoire la restauration d'une surface articulaire de bonne qualité.

Les fractures complexes du sujet âgé ou sur coude détruit par une maladie inflammatoire rentrent dans un cadre particulier où la prothèse peut être envisagée d'emblée.

Techniques opératoires

MATÉRIEL UTILISÉ

- Garrot pneumatique, à notre avis indispensable. Il est positionné à la racine du membre supérieur et repose, si l'installation se fait en décubitus latéral, sur l'appui à arthodèse, proche du creux axillaire afin d'autoriser une flexion importante du coude, ce qui permet d'effacer en partie l'olécrane et de mieux exposer la trochlée sans faire d'ostéotomie.
- Broches de Kirchner diamètre 12, 15, 18/10°, essentiellement destinées à une fixation provisoire des différents fragments avant une synthèse par plaque. Parfois, elles sont laissées enfouies dans l'os pour fixer les petits fragments.
- Plaque prémoulée type Lecestre pour la colonne latérale, que l'on doit éviter d'utiliser seule pour une fracture complexe car la fixation sur un plan ne donne pas une stabilité suffisante.
- Plaque petit fragment type Maconor série 0 ou série 1 avec visserie de 3,5.
- Plaque en Y renforcée ou plaque « lambda ». L'équipe de Saragaglia [4] a montré que la rigidité obtenue est équivalente à l'association d'une plaque prémoulée latérale associée à une plaque postérieure médiale.



3 Classifications étrangères.

A. Mehne et Matta. 1. T haut ; 2. T bas ; 3. fracture en Y ; 4. fracture en H ; 5. fracture en lambda latéral ; 6. fracture en lambda médial.

B. Müller et Allgöwer.

Type A : regroupe les fractures extra-articulaires. A1. Fracture de l'épicondyle médial ; A2. fracture supracondylienne simple ; A3. fracture supracondylienne comminutive.

Type B : regroupe les fractures unicondyliennes. B1. Fracture du condyle médial (incluant la trochlée) ; B2. fracture du condyle latéral (incluant le capitellum) ; B3. fractures tangentiellles (incluant la trochlée et le capitellum).

Type C : regroupe les fractures sus- et intercondyliennes (bicondyliennes). C1. Fracture en Y ou en T, déplacée ou non (sus- et intercondylienne simple) ; C2. comminution supracondylienne ; C3. comminution articulaire et/ou tassement.

– Vis canulées à double pas, de différents diamètres, qui peuvent être utilisées pour synthésiser les fragments ostéocartilagineux. On enfouit alors la tête pour les laisser à demeure.

– Minivis de diamètre 1,5 ou 2 pour synthésiser les fragments intermédiaires.

– Scie oscillante et ciseaux à os pour faciliter l'ostéotomie de l'olécrane si besoin. Dans ce cas, il faut prévoir un fil métallique 10 ou 12/10^e pour le haubanage final.

– On préfère mettre la crête iliaque dans le champ opératoire afin de pouvoir greffer sans hésitation dès que la comminution rend difficile le rétablissement de l'anatomie.

– Les nouvelles plaques à orifices et têtes de vis filetés qui se solidarissent à la plaque méritent d'être essayées.

– Ancres de réinsertion à l'os (type Mitek).

VOIES D'ABORD (fig 5)

■ Voies postérieures interrompant l'appareil extenseur

L'incision cutanée est médiane verticale en évitant le relief olécranien par son côté radial afin de ne pas mettre la cicatrice en zone d'appui. Ces voies impliquent le repérage du nerf ulnaire sur lacs avant tout.

Ce sont elles qui donnent le meilleur jour sur la trochlée. Elles permettent, grâce à une installation en décubitus latéral avec bras sur un appui à arthodèse, d'éviter à l'aide d'avoir les mains occupées par le positionnement du membre et la tenue des écarteurs, ce qui peut être particulièrement précieux lors de la réduction des fragments intermédiaires.

La traversée de l'appareil extenseur peut se faire par section transversale et relèvement au ras de l'olécrane avec réinsertion secondaire solide par ancre ou points transosseux afin d'éviter une perte d'extension active par rupture secondaire. L'incision en V inversé ne nous semble pas indiquée en traumatologie, hormis si elle est « prédessinée » par le parage d'une fracture ouverte. La suture en V/Y permet alors de rétablir un triceps de longueur adéquate.

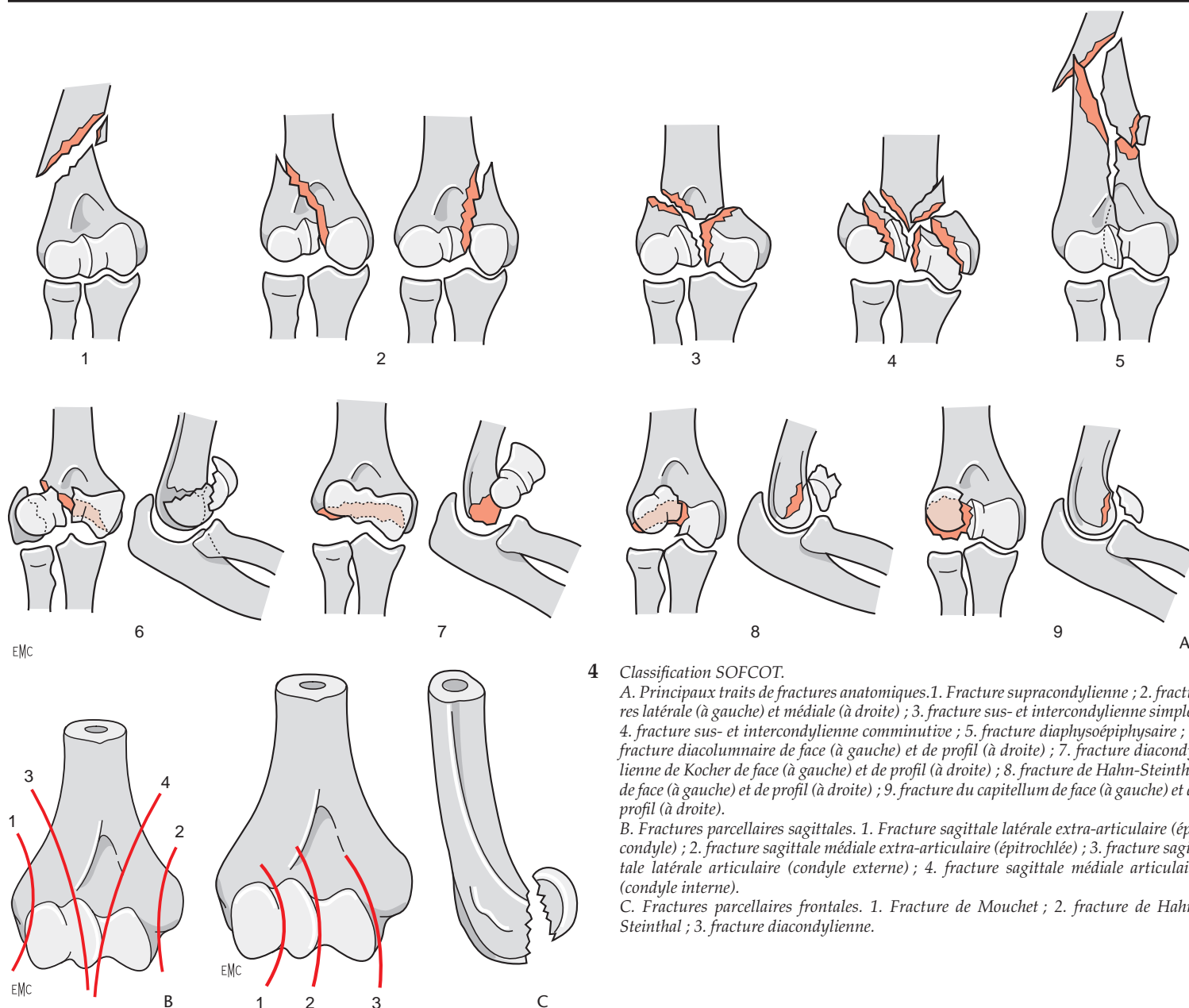
L'ostéotomie de l'olécrane extra-articulaire n'améliore pas l'exposition de la trochlée. Elle doit être intra-articulaire et passer

par la base de l'olécrane, dans le plan tangent à l'apophyse coronoïde, pour dégager la surface articulaire de la trochlée, préservant ainsi les faisceaux ulnaires des ligaments latéraux (fig 5D). Ses détracteurs y voient un facteur supplémentaire d'incongruence articulaire et lui reprochent de faire perdre le repère olécranien qui peut servir de « moule » pour la reconstruction de la trochlée. Le matériel d'ostéosynthèse serait à l'origine de souffrance cutanée limitant le résultat fonctionnel [10]. Elle nous semble particulièrement indiquée lorsqu'une greffe osseuse est prévisible pour corriger une impaction ou une perte de substance. Elle évite ainsi l'interposition et la « pression » du bec olécranien pendant la reconstruction de la trochlée. Elle aurait également l'avantage de préserver ce qui reste de la vascularisation locale. En effet, Yamaguchi et al [18] ont montré qu'une dissection extensive latéralement risquait de détruire les vaisseaux perforants provenant du réseau artériel périartculaire.

La réparation de l'olécrane se fait par haubanage correctement enfoui. Le vissage axial résiste mal à l'arrachement dans notre expérience et le matériel idéal reste à inventer. À noter qu'il est préférable de préparer la fixation de l'olécrane avant la réalisation de l'ostéotomie. Certains préconisent une ostéotomie en chevron pour avoir une stabilité primaire.

■ Voies postérieures longitudinales respectant la continuité de l'appareil extenseur (fig 6)

Qu'ils soient médians en décochant en sous-périosté le tendon tricipital de part et d'autre de l'olécrane [5] ou qu'ils soient postérolatéraux (Kocher) en réclinant le triceps, ces abords nécessitent la mise en flexion du coude au-delà de 110° pour « effacer » le bec olécranien et faciliter la réduction des fragments articulaires. Ces voies ne donnent un jour suffisant sur la trochlée antérieure que si l'on désinsère à la demande les ligaments latéraux en commençant de préférence par les faisceaux postérieurs du ligament latéral externe, ce qui permet d'ouvrir l'articulation en flexion et en varus. Ainsi, on « désolidarise » l'ulna de la trochlée. Ce n'est qu'en dernier recours que l'on sectionne le faisceau antérieur du ligament latéral interne, élément important de la stabilité du coude qui vient s'appuyer sur le bord médial de la trochlée dans les mouvements de flexion. Ce geste, pour obtenir une bonne exposition dans les fractures comminutives, est à mettre en balance avec l'aggravation de la dévascularisation des fragments.



4 Classification SOFCOT.

A. Principaux traits de fractures anatomiques. 1. Fracture supracondylienne ; 2. fractures latérale (à gauche) et médiale (à droite) ; 3. fracture sus- et intercondylienne simple ; 4. fracture sus- et intercondylienne comminutive ; 5. fracture diaphysoépiphysaire ; 6. fracture diacolumnaire de face (à gauche) et de profil (à droite) ; 7. fracture diacondylienne de Kocher de face (à gauche) et de profil (à droite) ; 8. fracture de Hahn-Steinthal de face (à gauche) et de profil (à droite) ; 9. fracture du capitellum de face (à gauche) et de profil (à droite).

B. Fractures parcellaires sagittales. 1. Fracture sagittale latérale extra-articulaire (épi-condyle) ; 2. fracture sagittale médiale extra-articulaire (épitrochlée) ; 3. fracture sagittale latérale articulaire (condyle externe) ; 4. fracture sagittale médiale articulaire (condyle interne).

C. Fractures parcellaires frontales. 1. Fracture de Mouchet ; 2. fracture de Hahn-Steinthal ; 3. fracture diacondylienne.

Aucune instabilité postfracture n'est décrite dans la littérature, comme si la cicatrisation des structures latérales se faisait au sein de la fibrose cicatricielle. Cependant, on ne peut que conseiller la réinsertion finale^[14] des ligaments latéraux par ancrs ou points transosseux, afin de mieux répartir les contraintes lors de la rééducation.

Toutes les variantes de fractures sus- et intercondyliennes sont à aborder par voie postérieure et notre préférence va à l'olécrantomie dès qu'il existe une comminution de la trochlée.

■ Abords latéraux

Ils ont l'avantage de faciliter un contrôle radiologique peropératoire puisque le patient est installé en décubitus dorsal, le membre blessé sur une table à bras plus accessible à l'amplificateur de brillance. Un coussin sous le bras permet l'accès simultané de la partie antérieure et de la partie postérieure de la palette humérale.

■ Voie latérale (fig 7)

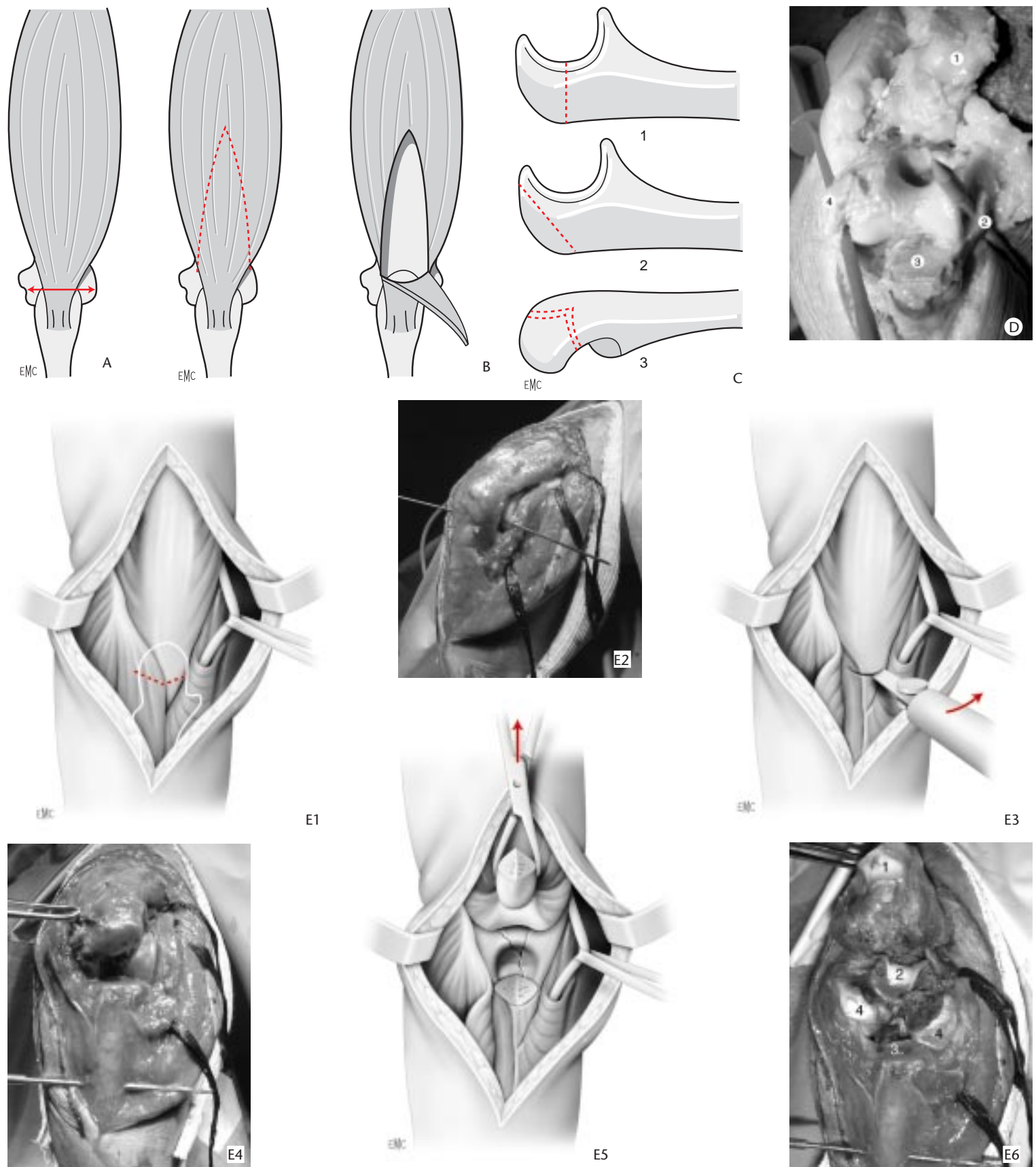
Elle est centrée sur le sommet de l'épicondyle, remontant sur le relief latéral de l'humérus et descendant à la demande entre extenseur du carpe et extenseur des doigts. Cet abord, en s'aidant d'un écarteur type Farabeuf long, permet d'exposer en avant la joue interne de la

trochlée et en arrière, grâce à la désinsertion du triceps en continuité avec l'anconé, d'exposer toute la fossette olécraniennne et les colonnes latérales dans leur partie proximale. De plus, la section du ligament latéral externe (à éviter) et la mise en varus du coude augmentent le jour articulaire.

■ Voie médiale (fig 8)

Elle est centrée sur l'épicondyle médial. On repère sur lacs le nerf cubital après l'avoir libéré de la gouttière épitrochléo-olécraniennne et après excision de la partie basse de la cloison intermusculaire interne. La désinsertion ou la division longitudinale de la moitié antérieure des muscles épitrochléens permet la capsulotomie antérieure ; une partie des fibres du muscle flexor carpi ulnaris protège le nerf ulnaire. L'usage d'un écarteur type Farabeuf fin et long permet, comme en latéral, de visualiser la partie antérieure de la palette humérale et l'apophyse coronoïde en soulevant le bord médial du muscle brachial antérieur et du muscle rond pronateur qui protège le nerf médian proche.

Ces voies, et en particulier la voie latérale, permettent de travailler la partie antérieure de l'articulation en remontant si besoin vers la colonne correspondante. Elles nécessitent un aide opératoire attentif et rendent difficile, voire impossible, la mise en place d'un matériel



5 Voies interrompant l'appareil extenseur.

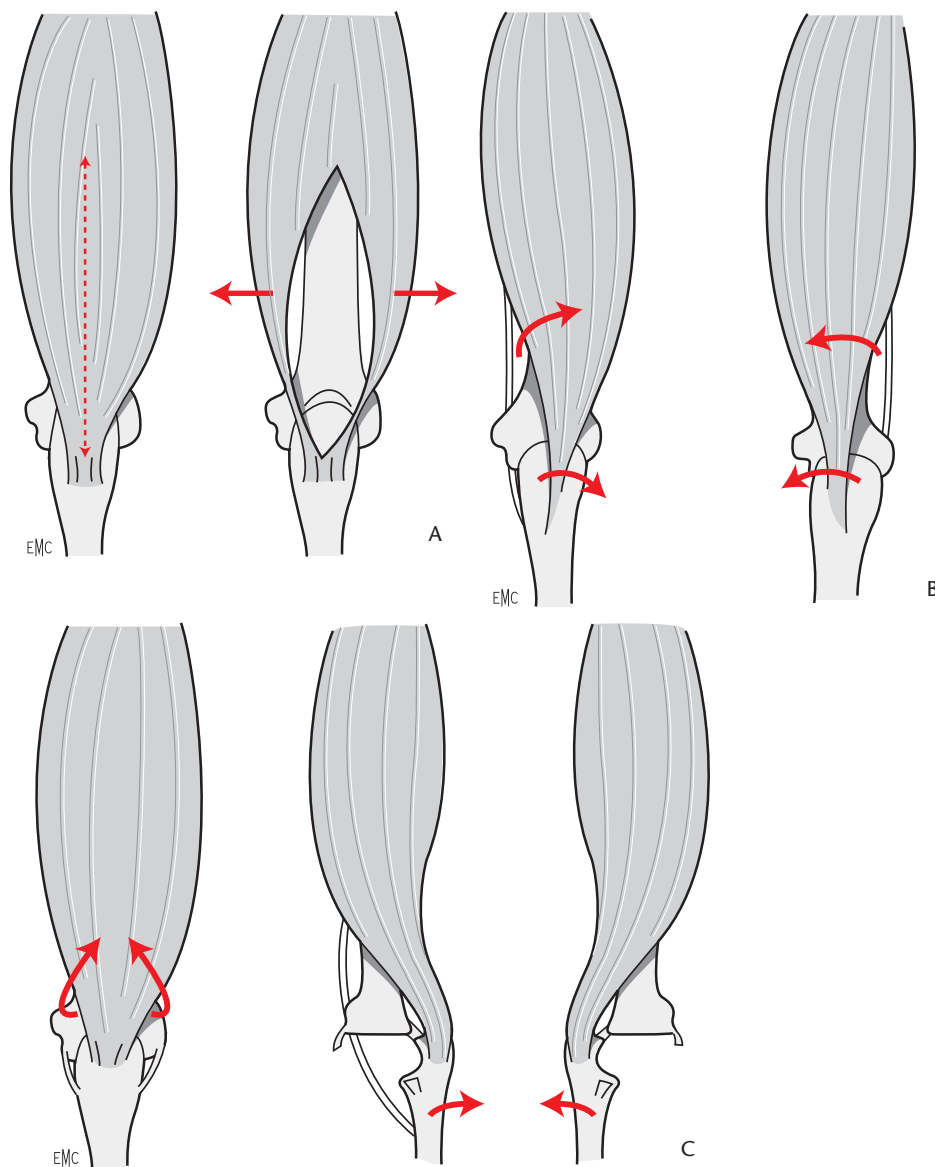
A. Section transversale.

B. Section en V inversé.

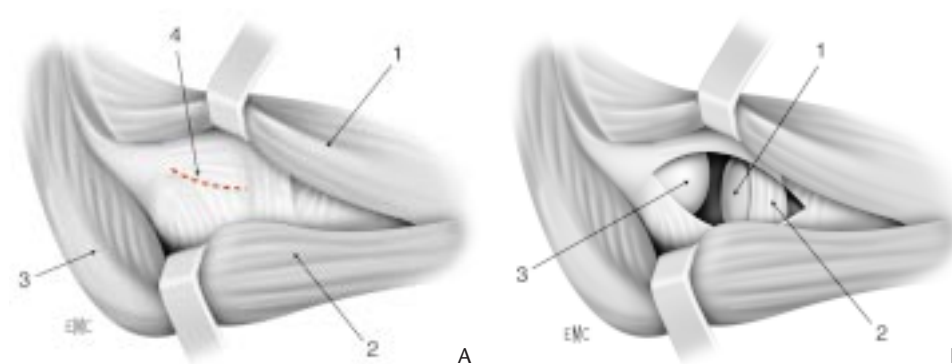
C. Olécranotomies. 1. Olécranotomie partielle intra-articulaire ; 2. olécranotomie partielle extra-articulaire ; 3. en chevron.

D. L'olécranotomie totale préserve les ligaments latéraux (vue anatomique). 1. Olécrane ; 2. ligament médial conservé ; 3. section de l'olécrane ; 4. ligament latéral conservé.

E. Cheminement opératoire. 1. Repérage du nerf ulnaire ; 2. repérage du niveau d'ostéotomie ; 3. ostéotomie à la base de l'olécrane ; 4. olécranotomie et préparation du haubanage ; 5. relèvement de l'olécrane ; 6. exposition de la trochlée fragmentée (1. olécrane relevé ; 2. trochlée fracturée ; 3. tranche de section de l'olécrane ; 4. condyles solidaires des ligaments latéraux).



- 6** Voies préservant la continuité de l'appareil extenseur.
 A. Médiane sous-périostée.
 B. Latérale préservant les ligaments latéraux.
 C. Latérale sectionnant les ligaments latéral ou médial.



- 7** Voie latérale.
 A. Exposition de la capsule. 1. Court extenseur radial du carpe ; 2. extenseur commun des doigts ; 3. triceps ; 4. incision.
 B. Incision capsulaire préservant le ligament annulaire. 1. Tête radiale ; 2. ligament annulaire ; 3. condyle latéral.

d'ostéosynthèse postérieur. Elles permettent l'exérèse d'un fragment ostéochondral libre de petite taille si l'arthroscopie n'est pas indiquée.

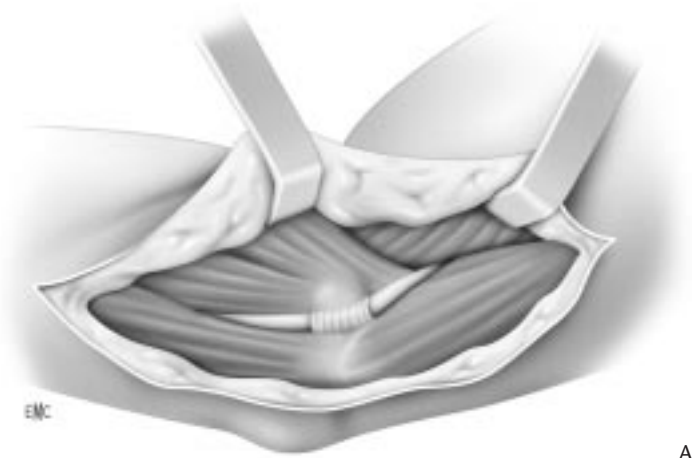
Toutes les fractures parcellaires sont à aborder par une ou deux voies latérales :

- voie latérale pour les fractures sagittales latérales et les fractures du capitellum ;
- voie latérale et médiale pour les fractures diacondyliennes ;
- voie médiale pour les fractures sagittales médiales.

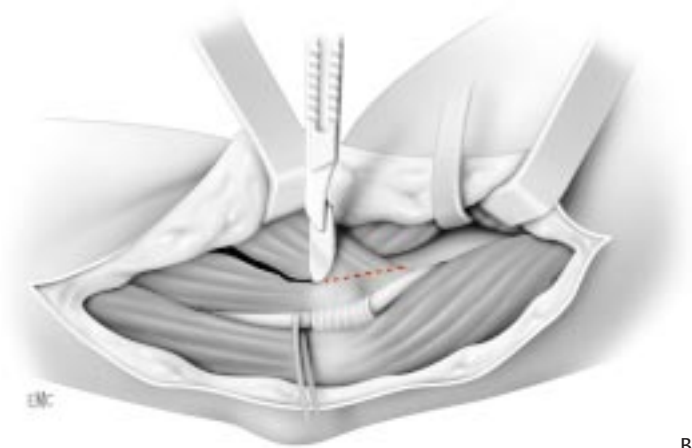
RÉDUCTION ET OSTÉOSYNTHÈSE

Quelle que soit la voie d'abord, il est impossible de réduire et de synthétiser tous les fragments en même temps, sauf pour les fractures « simples » à deux fragments pour lesquelles on doit pouvoir obtenir une fixation stable par voie latérale, soit par vissage si l'os offre une bonne tenue et si le trait de fracture s'y prête (fig 9), soit par une plaque latérale.

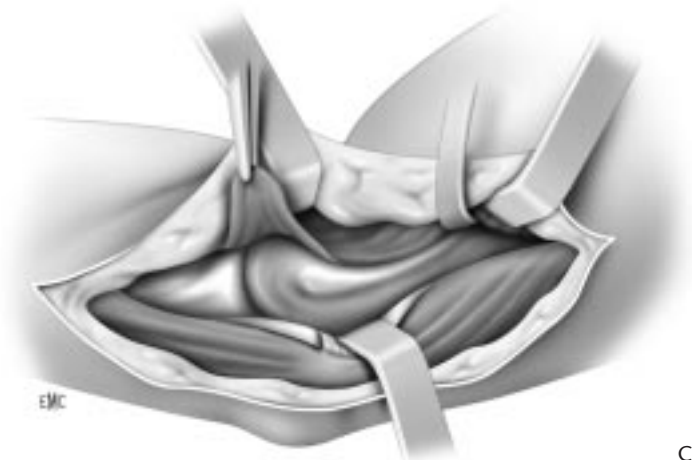
Pour les fractures complexes (fig 10), après abord postérieur, la technique doit s'adapter aux dégâts et s'inspirer de la reconstitution d'un puzzle : d'abord retrouver et synthétiser par broches provisoires



A



B



C

- 8** Voie interne.
 A. Repérage du nerf ulnaire sur lacs.
 B. Incision du tendon commun des muscles épitrochléens.
 C. Exposition de l'articulation.

ou par vis les pièces « repères », c'est-à-dire les colonnes et les gros fragments articulaires reconstituant ainsi le « cadre » ; ensuite rapporter les petits fragments qui peuvent au préalable avoir été solidarisés entre eux par vis de 1,5 ou 2 mm, voire par broches enfouies (à éviter car source de migration). On peut également les fixer par compression entre deux gros fragments. La plaque latérale est impérativement complétée par une plaque console postérieure à moins que la fixation ne soit confiée à une plaque en Y inversé de dernière génération, car les anciennes étaient fragiles et se cassaient lors de la rééducation.



A



B

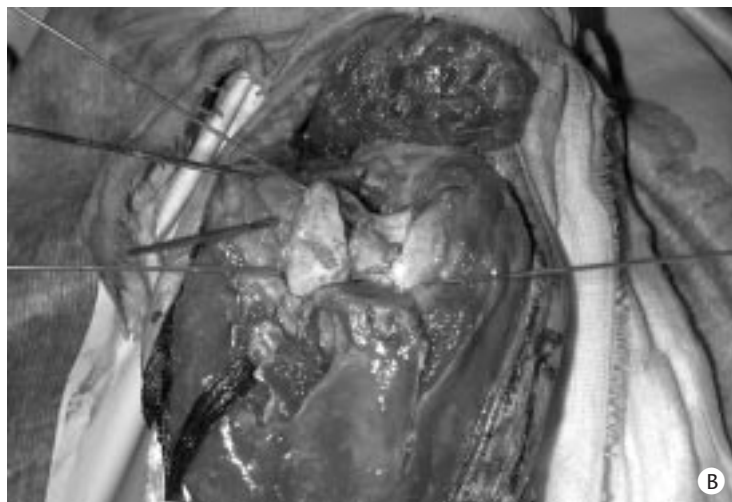
- 9** Cas clinique : fracture parcellaire.
 A. Frontale type Hahn-Steinthal.
 B. Ostéosynthèse par vissage et broche enfouie par voie latérale. Rééducation immédiate.

Il n'est pas inutile d'avoir au bloc opératoire un os sec qui peut servir de modèle lorsque les principaux repères ont disparu.

En cas de comminution, il faut éviter la diminution de la largeur de la trochlée car la congruence entre la trochlée et l'olécrane est à l'origine de 50 % de la stabilité intrinsèque du coude [12]. On doit greffer toute perte de substance trochléenne [2], même si l'os apporté de la crête iliaque n'est pas recouvert de cartilage, car la zone centrale de la trochlée est une zone de contact réduit, contrairement aux joues latérales plus sollicitées dans les mouvements.

L'impaction cartilagineuse de la trochlée est fréquente et toute la difficulté est de synthésiser les fragments relevés de manière à ce qu'ils ne soient pas libérés dans l'articulation dès les premiers mouvements. Les broches ou les vis canulées enfouies offrent une solution en attendant une colle biologique efficace. C'est en négligeant cette étape que l'on risque de modifier l'anatomie de la trochlée et d'aboutir à un cal vicieux invalidant.

La restauration de la longueur des colonnes [16] est indispensable pour préserver l'anatomie des fossettes olécraniennes et coronoïdiennes. On synthèse d'abord la colonne dont la fracture est la plus simple, en général celle dont le trait est le plus proximal. Une fois le repère de hauteur rétabli, on peut synthésiser l'autre colonne ou les fragments articulaires en greffant les pertes de substance (fig 11).

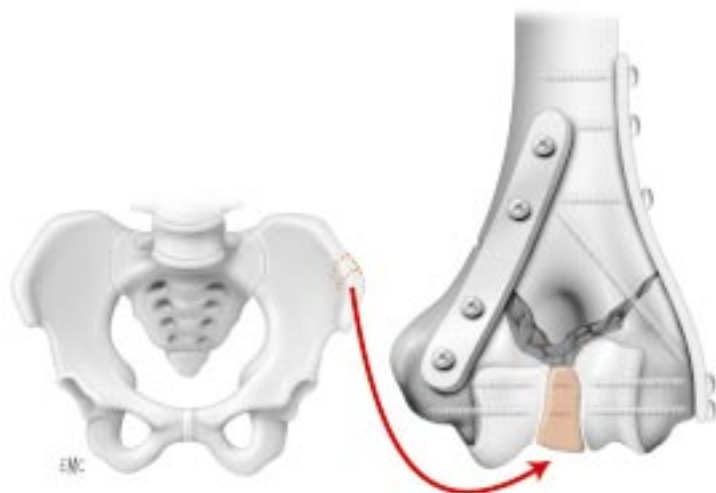


- 10** Cas clinique : fractures complexes.
 A. Fracture sus- et intercondylienne.
 B. Réduction des fragments par broche provisoire après olécranotomie.
 C. Ostéosynthèse par voie transtricipitale postérieure en décubitus latéral. Plaque externe et plaque console postérieure. Rééducation immédiate en dehors d'une attelle thermoformée. Récupération fonctionnelle ad integrum.

Un trait de refend très proximal, surtout s'il intéresse la colonne externe, rend le contrôle du nerf radial plus que souhaitable à la sortie de la gouttière rétrohumérale.

Si le nerf ulnaire entre en conflit avec le matériel d'ostéosynthèse ou s'il « balaye » l'épicondyle médial, on le transpose vers l'avant avant la fermeture.

En fin d'intervention, on teste la qualité de l'ostéosynthèse et la stabilité du coude afin de préciser les suites opératoires.



- 11** Comblement d'une perte de substance articulaire par greffon, plaque latérale et plaque console postérieure.

Consignes postopératoires

Un traitement antalgique adapté est indispensable et les anti-inflammatoires le complètent souvent en ajoutant leur efficacité contre les ossifications secondaires sources de raideur.

À la moindre persistance de micromouvements lors de la flexion-extension ou en cas d'instabilité peropératoire, ce qui se produit dans les fractures basses, comminutives ou les fractures du sujet âgé avec un os très porotique, il nous paraît indispensable de surseoir à la mobilisation immédiate. Il faut opter pour une immobilisation plâtrée remontant haut vers l'épaule pour ne pas augmenter les contraintes sur la zone synthésée. Dans le même but, le contrôle des rotations se fait par une écharpe type « Mayo clinic » pour 4 à 6 semaines. Le poignet est préférentiellement immobilisé en supination car le manque de pronation à la sortie du plâtre est compensé par l'abduction de l'épaule qui écarte le coude du corps et place ainsi la main en position de fonction.

Le patient est prévenu du risque de raideur, mais il est moins hasardeux de faire une arthrolyse sur un coude « solide » que de traiter une pseudarthrose.

Si l'ostéosynthèse est stable, la rééducation est débutée dès le troisième jour grâce à une orthèse amovible prenant bras et avant-bras entre 20° et 30° de flexion prolongée au dos des métacarpiens maintenus en supination ; cette rééducation est essentiellement active et active aidée pendant au moins 3 semaines, et on peut suggérer au patient une automobilisation en décubitus dorsal, poignet du membre lésé dans la main du membre sain, en faisant des mouvements de flexion-extension au-dessus du visage sans provoquer de douleur, en utilisant la pesanteur^[12]. La cicatrice est surveillée quotidiennement et la rééducation interrompue en cas de souffrance cutanée ou de phénomènes inflammatoires.

Les amplitudes autorisées sont précisées au patient et au kinésithérapeute avec lesquels un véritable contrat thérapeutique doit être passé. Celui-ci peut également utiliser le glaçage local et le drainage lymphatique.

L'arthromoteur facilite le rodage articulaire, mais son utilisation doit être restreinte aux amplitudes articulaires acquises manuellement (cf 17^e journées de rééducation de la main et du membre supérieur, hôpital Bichat 2002).

Le sevrage de l'attelle se fait à partir de la troisième semaine le jour et à partir de la quatrième semaine la nuit selon le niveau de compréhension et d'observance du patient, toujours en tenant compte de la qualité de l'ostéosynthèse.

Pendant toute cette période, la mobilisation de l'épaule et des chaînes digitales n'est pas négligée.

Fractures avec perte de substance osseuse et délabrement des parties molles

Ces fractures demandent un traitement particulier. En effet, il faudra probablement associer un geste de couverture cutanée à l'ostéosynthèse. Si l'opérateur n'est pas certain de la qualité de son parage et si la fermeture en fin d'intervention est aléatoire, il faut surseoir à la greffe osseuse dans le même temps. Ce geste se fait secondairement, à distance de tout risque infectieux. Cependant, afin de préserver un espace articulaire satisfaisant, il nous paraît indispensable de mouler à l'aide de ciment acrylique un « fantôme articulaire ».

La couverture cutanée se fait soit par lambeau type grand dorsal cutanéomusculaire pédiculé, soit par lambeau libre. On peut également utiliser des lambeaux locaux type antébrachial ou brachial externe tournés pour couvrir la région postérieure du coude, souvent la plus vulnérable.

C'est dans ce type de fractures avec perte de substance ou encore dans les fractures très instables malgré l'ostéosynthèse que l'on utilise un fixateur externe.

Le modèle qui semble actuellement le plus intéressant à utiliser est le fixateur Orthofix de coude autorisant la mobilisation tout en assurant la stabilité (fig 12). Il se positionne au bord externe de l'ulna et de l'humérus. La mise en place passe par le repérage du centre de rotation à l'aide d'une broche de Kirchner de 2 mm de diamètre et de 15 cm de longueur introduite dans l'axe de la trochlée. La pièce centrale perforée du fixateur est positionnée sur la broche puis les deux bras sont ajustés. Les fiches proximales sont implantées juste au-dessous du V deltoïdien pour ne pas risquer d'endommager le nerf radial et en utilisant les guides de l'ancillaire. Pour les fiches

distales dans l'ulna, on évite les trajets multiples pour ne pas fragiliser cet os fin. Si le fixateur est au départ verrouillé en position semi-fléchi pour garantir la stabilité, il est libéré dès la troisième semaine avec des amplitudes contrôlées en fonction de la cicatrisation et de la consolidation.

L'implantation des fiches n'offre pas beaucoup de latitude au chirurgien qui doit composer avec la réalisation éventuelle d'un lambeau.

Fractures sur articulation détériorée par l'âge ou par une maladie inflammatoire

Parfois, les dégâts traumatiques conjugués à une atteinte pathologique préalable (ostéoporose majeure ou maladie inflammatoire) rendent illusoire toute reconstitution et le bénéfice d'une chirurgie prothétique^[13] de première intention doit être expliqué au patient : rééducation précoce permettant même dans certains cas un gain d'amplitude appréciable et à terme l'indolence. On préfère la prothèse de Conrad Morrey si l'on ne peut reconstruire les piliers de l'humérus car son « ergot » stabilisateur s'appuie sur la corticale antérieure. La prothèse GSB III (fig 13) offre une possibilité de rotation dans la pièce ulnaire, diminuant ainsi les contraintes. Celle-ci nécessite des piliers et des ligaments latéraux de bonne qualité sous peine de désolidarisation des pièces prothétiques.

Dans les cas plus favorables, une prothèse type « resurfaçage » (GUEPAR) pourrait être envisagée, mais les indications sont rares en traumatologie.



12 Cas clinique : exemple de fixateur externe.
A. Flexion.
B. Extension.



13 Cas clinique. Patient de 75 ans, fracture sus- et intercondylienne sur coude remanié par polyarthrite rhumatoïde.
A. Profil.
B. Face.
C. Mise en place d'une prothèse GBSIII. Excellent résultat fonctionnel. Mobilité indolore (de 15° à 130°). Pronosupination complète.

Complications précoces ^[8]

SOUFFRANCE CUTANÉE ET INFECTION

La surveillance postopératoire de la peau est primordiale et la moindre inflammation locale fait surseoir à la mobilisation. L'importance du parage initial et la nécessité d'enfouir le matériel d'ostéosynthèse, en particulier si une olécranotomie a été réalisée, sont encore à souligner. En cas de nécrose cutanée secondaire, il ne faut pas attendre l'exposition du matériel d'ostéosynthèse pour faire une excision et un geste de couverture cutané ou cutanéomusculaire. Les nombreux lambeaux utilisables permettent de se sortir de la plupart des situations, encore faut-il arriver avant la contamination osseuse et articulaire. L'infection, heureusement rare, grève lourdement le pronostic fonctionnel et le traitement est adapté aux tableaux rencontrés : antibiothérapie isolée pour une suppuration superficielle ou associée à l'ablation de matériel et à la pose d'un fixateur externe en cas d'ostéoarthrite. La raideur est alors le plus souvent l'aboutissement d'interventions multiples.

DÉMONTAGE

Il est parfois très difficile d'obtenir une stabilité satisfaisante avec un os porotique, mais le plus souvent c'est l'ostéosynthèse insuffisante qui est à l'origine de cette complication. En effet, les études biomécaniques montrent qu'il faut éviter une fixation reposant sur une seule colonne lors des fractures complexes.

NEUROPATHIE ULNAIRE

L'anatomie du nerf ulnaire le rend particulièrement vulnérable dans cette région. Le repérage sur lacs doit faire partie de l'abord chirurgical. La transposition antérieure ^[16] en fin d'intervention permet de l'isoler du matériel d'ostéosynthèse et de le mettre à distance de la fibrose cicatricielle, facilitant ainsi une éventuelle ablation de matériel.

ALGODYSTROPHIE (SYNDROME DOULOUREUX COMPLEXE RÉGIONAL)

C'est une complication imprévisible et redoutée par le chirurgien. L'efficacité des différents traitements proposés est aussi aléatoire que l'étiologie inconnue. Une prise en charge pluridisciplinaire est nécessaire : médecin de la douleur, rééducateur et chirurgien. La patience et l'écoute sont de rigueur afin de ne pas abandonner un patient souvent insatisfait et inquiet.

Complications tardives

NON-CONSOLIDATION

Il peut s'agir de fragments ostéochondraux libérés secondairement dans l'articulation, sources d'enraidissement. Ceux-ci sont enlevés et la rééducation reprise rapidement, surtout si un geste d'arthrolyse a été associé.

En cas de pseudarthrose, révélée le plus souvent par le bris du matériel d'ostéosynthèse, c'est la reposition après avivement qui est employée avec nouvelle ostéosynthèse et greffe osseuse. Il faut alors prévenir le patient qu'après une période d'immobilisation rendue indispensable pour obtenir la consolidation une arthrolyse sera certainement nécessaire pour rétablir la mobilité.

Chez les patients âgés, l'alternative consiste à proposer une prothèse de coude afin d'éviter des échecs itératifs sur un os fragile.

RAIDEUR

L'enraidissement est l'évolution inéluctable d'un coude traumatique qui n'est pas mobilisé précocement, d'où l'importance d'une réduction précise et d'une ostéosynthèse solide.

On distingue ^[1] :

– les raideurs extrinsèques qui n'intéressent pas les surfaces de glissement ; elles peuvent être liées aux rétractions capsuloligamentaires et à un moindre degré musculaires, ou à des butées osseuses et fibreuses comblant les fossettes et collabant les culs-de-sac articulaires ; le rôle du rééducateur est primordial avant toute décision d'arthrolyse ; il doit renforcer le triceps souvent négligé, obtenir la difficile décoaptation de cette articulation très congruente afin d'éviter l'effet « came » des postures sauvages source de lésions cartilagineuses surajoutées ; en cas de butée avérée par le scanner, c'est la chirurgie qui apporte la solution ;

– les raideurs intrinsèques proviennent d'une altération des surfaces de glissement : destruction cartilagineuse, cal vicieux ou arthrose ; elles sont d'un traitement plus aléatoire ; l'arthrolyse est souvent peu efficace ; on discute alors l'intérêt d'une chirurgie reconstructrice, remodelante chez le sujet jeune ou la réalisation d'une prothèse selon la demande fonctionnelle et l'âge du patient.

CAL VICIEUX

Faut-il d'abord rétablir l'anatomie ou la mobilité ?

– Soit le cal vicieux est à l'origine d'un dysfonctionnement articulaire majeur, c'est l'anatomie qu'il faut rétablir dans un premier temps avec ostéotomie, ostéosynthèse et greffe osseuse. L'ostéosynthèse doit être suffisamment stable pour permettre une mobilisation immédiate, sans risque.

– Soit le cal vicieux semble tolérable mais la raideur gênante, il faut alors commencer par l'arthrolyse en essayant d'obtenir une mobilité complète. Si les mouvements restent limités ou si l'esthétique devient une plainte prépondérante, comme dans une déformation importante en varus, on peut alors envisager une correction du cal vicieux sur un coude non ou peu enraidit, ce qui sollicite moins le matériel d'ostéosynthèse lors de la rééducation.

Conclusion

Il existait déjà un consensus pour une réduction chirurgicale anatomique avec fixation rigide et rééducation précoce des fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus. Le recul nous permet d'insister, pour les fractures touchant plus d'une colonne, sur la nécessité de ne pas se contenter d'une plaque latérale prémoulée et d'ajouter une plaque médiale. De même, il faut souligner l'intérêt de l'olécranotomie en cas de comminution de la trochlée pour obtenir une exposition satisfaisante sans abords latéraux extensifs source de dévascularisation supplémentaire. Cependant, deux facteurs rendent ces fractures difficiles à traiter :

– l'anatomie de la région qui rend impossible une ostéosynthèse par montage antérieur et postérieur, montage qui serait idéal compte tenu des forces sagittales qui s'appliquent à la palette humérale ;

– l'impaction cartilagineuse et la comminution, difficiles à évaluer en préopératoire.

Les complications de ces fractures doivent rester présentes à l'esprit du chirurgien : raideur articulaire, pseudarthrose, cal vicieux, ossification périarticulaire et neuropathie cubitale.

Les patients doivent en être informés avant l'intervention...

Remerciements. – À madame Gaëlle Darien et madame Monique Lefevre pour leur contribution à la réalisation de cet article.

Références

- [1] Bleton R. Arthrolyses du coude. In : *Encyc Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), 44-329, Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, 2002 : 1-10
- [2] Cobb TK, Linscheid RL. Late correction of malunited intercondylar humeral fractures. Intra-articular osteotomy and tricortical bone grafting. *J Bone Joint Surg Br* 1994 ; 76 : 622-626
- [3] Elhage R, Maynou C, Jugnet PM, Mestdagh H. Résultats à long terme du traitement chirurgical des fractures bicondyliennes de l'extrémité distale de l'humérus chez l'adulte. *Chir Main* 2001 ; 20 : 144-154
- [4] Fornasiéri C, Staub C, Tourné Y, Rumelhart C, Saragaglia D. Étude biomécanique comparative de trois types d'ostéosynthèse pour les fractures sus et intercondyliennes de la palette humérale de l'adulte. *Rev Chir Orthop* 1997 ; 83 : 237-242
- [5] Gschwend N, Löhner J, Ivosevic-Radovanovic D, Scheier H, Munzinger U. Semiconstrained elbow prosthesis with special reference to the GSB III prosthesis. *Clin Orthop* 1988 ; 232 : 104-111
- [6] Judet T. Fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus de l'adulte. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, conférence d'enseignement. Paris : Expansion scientifique française, 2000 ; 81-90
- [7] Lecestre P et al. Les fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus chez l'adulte. *Rev Chir Orthop* 1980 ; 66 suppl 11 : 21-50
- [8] Marcireau D, Oberlin C. Fractures de la palette humérale de l'adulte. In : *Encyc Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), 041-A-10, Appareil locomoteur, 1995 : 1-14
- [9] McKee M, Jupiter J, Toh CL, Wilson L, Colton C, Karras K. Reconstruction after malunion and non-union of intra-articular fractures of the distal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 1994 ; 76 : 614-621
- [10] McKee MD, Kim J, Kebaish K, Stephen DJ, Kreder HJ, Schemitsch EH. Functional outcome after open supracondylar fractures of the humerus. The effect of the surgical approach. *J Bone Joint Surg Br* 2000 ; 82 : 646-651
- [11] Mehne DK, Jupiter JB. Fractures of the distal humerus. In : *Skeletal trauma*. Philadelphia : WB Saunders company, 1991 : 1146-1176
- [12] Morrey BF, An KN. Biomechanics of the elbow. The elbow and its disorders. Third edition. Philadelphia : WB Saunders company, 2000 :
- [13] Morrey BF, Adams RA. Semiconstrained elbow replacement for distal humeral nonunion. *J Bone Joint Surg Am* 1995 ; 77 : 67-72
- [14] Morrey BF, An KN. Functional anatomy of the elbow ligaments. *Clin Orthop* 1985 ; 201 : 84-90
- [15] Müller ME, Allgower M, Schneider R, Willenegger H. Manual of internal fixation Techniques recommended by the AO group. Third ed. New-York : Springer verlag, 1990
- [16] Ring D, Jupiter JB. Complex fractures of the distal humerus and there complications. *J Shoulder Elbow Surg* 1999 ; 8 : 85-97
- [17] Wainwright AM, Williams JR, Carr AJ. Interobserver and intraobserver variation in classification systems for fractures of the distal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 2000 ; 82 : 636-642
- [18] Yamaguchi K, Sweet FA, Bindra R, Morrey B, Gelberman RH. The extraosseous and intraosseous arterial anatomy of the adult elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 1653-1662

Fractures de l'extrémité supérieure de l'ulna chez l'adulte

P Massin
L Hubert
JL Toulemonde

Résumé. – Les fractures de l'extrémité supérieure de l'ulna affectent l'articulation huméro-ulnaire. Elles compromettent la flexion-extension du coude par plusieurs mécanismes : perte de la continuité de l'appareil extenseur, déstabilisation du coude dans certains cas. Dans les formes graves, les lésions associées de la tête radiale et/ou de l'apophyse coronoïde sont fréquentes. Ces lésions nécessitent le plus souvent une ostéosynthèse précise et stable, permettant une rééducation postopératoire immédiate. Elle est réalisée en général par haubanage de l'olécrane ou par plaque ulnaire dans les formes plus comminutives. Le traitement des lésions associées est important : ostéosynthèse de l'apophyse coronoïde, de la tête radiale. Dans les fractures déplacées, le traitement fonctionnel ou l'excision d'un fragment olécranien sont des solutions de dernier recours, lorsque la stabilité du coude n'est pas mise en jeu.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : fracture de l'extrémité supérieure de l'ulna, fracture de l'olécrane.

Introduction

Les fractures de l'extrémité supérieure de l'ulna sont fréquentes. Elles impliquent presque toujours l'articulation huméro-ulnaire. Elles compromettent l'extension du coude par rupture de continuité de l'appareil extenseur (fractures de l'olécrane), et parfois la stabilité du coude en réduisant la contenance du crochet olécranien (fracture basse de l'olécrane avec luxation transolécranienne [2, 4], associées ou non à une fracture de l'apophyse coronoïde [6]).

Il faut distinguer la lésion ulnaire isolée (fracture de l'olécrane) et les fractures complexes de l'extrémité supérieure de l'ulna qui sont souvent associées à d'autres lésions osseuses et/ou ligamentaires (tête radiale, ligament collatéral médial) [14, 15, 28]. Beaufils et al [3] ainsi que Marotte et al [23] ont bien décrit ces associations lésionnelles complexes impliquant l'extrémité supérieure des deux os de l'avant-bras. Ils ont souligné le caractère péjoratif d'une atteinte associée de la tête radiale, plus fréquente dans les fractures-luxations métaphysoépiphysaires de l'ulna à déplacement postérieur.

Le traitement de ces fractures est chirurgical dans la majorité des cas. Elles nécessitent une synthèse stable, qui permette une rééducation immédiate du coude, de façon à limiter le risque de raideur postopératoire [26]. Le traitement fonctionnel est réservé aux fractures non déplacées et à certaines fractures déplacées en cas de contre-indication opératoire et à condition que la stabilité du coude ne soit pas mise en jeu.

Abord chirurgical

VOIE POSTÉRIEURE

L'abord de l'extrémité supérieure de l'ulna pour une ostéosynthèse de l'ulna est assez univoque : il s'agit de la voie postérieure [30].

Le patient est installé en décubitus latéral avec un appui rembourré sous le bras. L'avant-bras tombe verticalement sous l'influence de la pesanteur. La face postérieure du coude est parfaitement exposée (fig 1). Cette chirurgie s'effectue généralement sous garrot pneumatique à la racine du membre.

Une installation en décubitus dorsal est possible pour les fractures simples de l'olécrane, plus compatible avec l'anesthésie locorégionale en raison de la position confortable de l'opéré. Le bras est alors replié au-dessus du thorax pour exposer la face postérieure du coude. Enfin, dans certains traumatismes complexes, deux installations sont parfois envisagées : l'une en décubitus latéral pour ostéosynthétiser la lésion ulnaire, l'autre en décubitus dorsal classique pour fixer une lésion épiphysaire radiale par un abord indépendant. L'incision cutanée, longitudinale, permet l'abord direct de l'olécrane. Elle remonte 5 cm au-dessus du sommet de l'olécrane et s'étend vers



1 Installation du blessé en décubitus latéral pour une voie d'abord postérieure du coude.

Philippe Massin : Professeur de Universités, praticien hospitalier.
Laurent Hubert : Praticien hospitalier.
Service de traumatologie.
Jean-Louis Toulemonde : Praticien hospitalier, service des urgences.
Centre hospitalier universitaire d'Angers, 4, rue Larrey, 49033 Angers cedex 01, France.

le bas en longeant la crête ulnaire sur 8 cm. Elle peut être prolongée en fonction de l'extension diaphysaire de la fracture et peut être éventuellement déviée pour exciser une ouverture cutanée traumatique. L'olécrane peut être dégagé sur sa face médiale en désinsérant à l'aide d'une rugine les muscles attenants (le fléchisseur commun profond des doigts, le fléchisseur ulnaire du carpe [cubital antérieur], et le caput ulnaire [portion médiale du triceps]). Le rapport essentiel à ce niveau est le nerf ulnaire qui sort de la gouttière épitrochléo-olécraniennne et qu'il est nécessaire de repérer. La face médiale du crochet olécranien est le lieu d'insertion des différents faisceaux du ligament collatéral médial qu'il faut préserver (en particulier le faisceau antérieur qui s'insère sur la face médiale de l'apophyse coronoïde). La face latérale de l'olécrane peut être exposée par désinsertion de l'anconeus. En cas de fracture simple, l'abord est limité économiquement à la face postérieure de l'olécrane pour obtenir les critères de réduction. Les faces latérales et médiales ne sont exposées par désinsertion musculaire plus extensive qu'en cas de fracture plus complexe, notamment à extension métaphysaire, voire métaphysodiaphysaire.

L'abord de l'articulation se fait par le trait de fracture olécranien. Il permet le bilan des lésions cartilagineuses, notamment les éventuelles lésions en « miroir » siégeant sur la trochlée humérale.

L'apophyse coronoïde est visualisée par voie transarticulaire après relèvement du fragment olécranien si nécessaire.

Cet abord peut être étendu sur la crête ulnaire, lorsque le trait de fracture s'étend vers la diaphyse ulnaire. On continue à exposer vers le bas les faces postérieure et médiale de l'ulna par décollement sous-périosté des insertions musculaires (fléchisseur profond des doigts en dedans, muscles extrinsèques du pouce en dehors).

VOIE POSTÉROLATÉRALE D'OLLIER

Elle est préconisée par Marotte et al ^[23] ; c'est une variante. Elle dissocie triceps et anconeus. Elle permet une meilleure exposition de la tête radiale. Si un contrôle du nerf ulnaire est nécessaire, elle requiert un abord médial complémentaire.

Procédés d'ostéosynthèse

Ils sont nombreux. Le choix d'un type d'ostéosynthèse dépend de l'analyse de la fracture :

- le caractère déplacé ou non de la fracture ;
- l'existence ou non d'une comminution fracturaire ;
- la mise en jeu ou non de la stabilité du coude, soit par l'importance du fragment olécranien, l'existence d'une fracture de l'apophyse coronoïde, ou par l'existence de lésions associées (ligament collatéral médial, tête radiale).

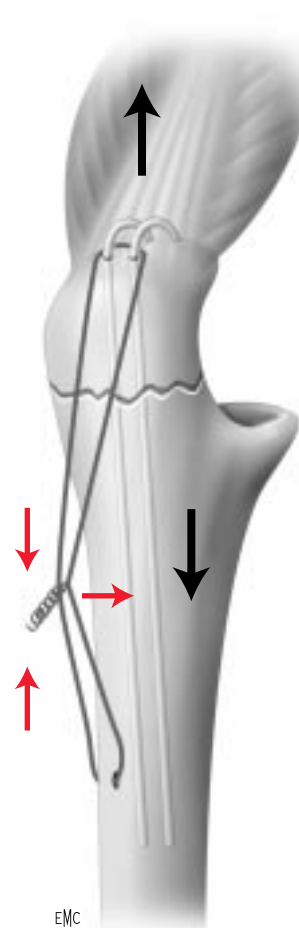
OSTÉOSYNTHÈSE DES FRACTURES DE L'OLÉCRANE

L'ostéosynthèse de l'olécrane est nécessaire dans les fractures déplacées, a fortiori lorsque la stabilité du coude est compromise. L'ostéosynthèse doit s'accompagner d'une toilette articulaire, évacuant tous les microfragments ostéochondraux susceptibles de s'interposer ensuite entre les surfaces articulaires. Elle doit résister aux forces de traction exercées par le triceps sur le fragment olécranien. Elle doit aussi, comme dans toute ostéosynthèse, assurer la stabilité de la fracture en maintenant les deux fragments osseux en compression. Elle doit être exacte en prenant garde de ne pas rétrécir la hauteur de la grande cavité sigmoïde, danger surtout présent lorsqu'il existe une comminution fracturaire. Les procédés utilisés le plus couramment sont le haubannage, le vissage centromédullaire, l'ostéosynthèse par plaque.

■ Haubannage

Il est indiqué dans les fractures transversales simples non comminutives, épiphysaires. Le principe proposé par le groupe

2 Schéma montrant le principe du haubannage.



AO ^[16] est de convertir les forces de traction exercées par le triceps en forces de compression (fig 2). La technique consiste à appuyer un laçage métallique sur l'extrémité proximale de deux broches, introduites dans le canal médullaire ulnaire.

Les deux broches de Kirschner (diamètre 16/10^e de millimètre) transfixient le foyer de fracture. Elles sont introduites par le sommet de l'olécrane, au moteur. Leur extrémité distale reste flottante dans le canal médullaire (fig 3). On peut aussi les fixer dans la corticale antérieure de l'ulna. L'opérateur reconnaît par une sensation manuelle le passage des broches dans la cavité médullaire de l'ulna, ou la pénétration corticale. Certaines études mécaniques suggèrent que le passage transcortical de l'extrémité des broches de Kirschner augmente la stabilité du montage ^[32]. D'autres ont, au contraire, montré qu'il n'y avait pas de différence significative selon la position de l'extrémité distale des broches, transcorticales ou laissées libres dans le canal ulnaire ^[42].

L'essentiel est d'assurer la stabilité de ces broches et de prévenir leur recul lors de la mobilisation postopératoire du coude ^[22]. En effet, le recul des broches compromet la stabilité du montage et leur extrémité proximale peut menacer la peau et gêner l'extension. Plusieurs procédés ont été proposés : les broches antirecul ^[21] sont munies d'un chas à leur extrémité proximale, à la façon d'une aiguille. Le fil métallique est passé dans le chas, ce qui maintient la broche en place.

En l'absence de ce dispositif, il faut enfouir méticuleusement l'extrémité proximale des broches sous les fibres du triceps car c'est essentiellement la contraction de ce muscle qui tend à les mobiliser progressivement ^[42]. Pour ce faire, un procédé consiste à recourber à 180° leur extrémité proximale et à les impacter secondairement de façon à ce que la pointe du crochet vienne se ficher dans la corticale du bec olécranien, en entourant le fil de haubannage. Dans ce cas, il est préférable de laisser l'extrémité distale des broches à l'intérieur du canal. Ceci permet d'éviter leur protrusion dans la loge antérieure de l'avant-bras à l'impaction (fig 4).



3 Schéma montrant les détails du haubanage avec les broches recourbées à leur extrémité proximale et le double tressage du fil métallique.

EMC

Idéalement, l'introduction des broches se fait sur une fracture réduite, en se basant sur la corticale postérieure. Il est important de ruginer les premiers millimètres du rebord fracturaire cortical pour exposer les repères osseux et vérifier la réduction exacte par emboîtement des fragments osseux lors de la compression du foyer. Ces fractures articulaires sont donc indirectement réduites en se basant sur des critères extra-articulaires. Il est possible, après passage des broches, de désimpacter les fragments pour vérifier leur passage endocanalaire. Si cette manœuvre n'est pas possible, un contrôle radiographique peropératoire permet de s'assurer de la bonne position des broches dans le canal ulnaire et d'absence d'issue intra-articulaire du matériel dans la grande cavité sigmoïde. L'introduction des broches peut aussi être effectuée en va-et-vient par le trait de fracture, ce qui permet de mieux contrôler leur position par rapport à la cavité articulaire.

La réduction est facilitée par la mise en extension du coude. Elle peut être stabilisée par un davier à pointe maintenant les fragments en compression. Lorsque le tunnel diaphysaire permettant le passage du fil de haubanage a été foré, les pointes inférieures du davier peuvent s'appuyer sur les orifices du tunnel osseux. Mais si l'os est ostéoporotique, l'utilisation de ce davier peut être dangereuse. En cas de serrage excessif, les pointes supérieures risquent de s'enfoncer dans le fragment olécranien et de provoquer des refends.

Dans certains cas, la réduction est plus difficile car la fracture est complexe et les critères de réduction corticale manquent. Un fragment intermédiaire peut être détaché. La fixation temporaire de ce fragment par une broche transitoire est alors importante pour retrouver des critères de réduction. Une fois la fracture réduite en compression, il existe deux cas de figure : soit le fragment intermédiaire est coincé par la compression en position anatomique et le montage est stable ; soit le fragment intermédiaire a tendance à s'échapper et la compression peut provoquer un resserrement excessif des fragments principaux. Il faut alors trouver un moyen de



4 Exemple de haubanage d'une fracture de l'olécrane isolée chez un blessé de 48 ans. La figure B montre le résultat radiographique à 3 mois : bonne consolidation, recul d'une broche, bonne congruence articulaire, defect cartilagineux à la base de l'olécrane. Le résultat clinique est excellent.

fixation du fragment intermédiaire, par exemple par une vis de 2,7. Si cette fixation n'est pas possible, le montage en compression devient problématique et il peut être nécessaire d'opter pour une ostéosynthèse par plaque.

Le contrôle radiographique permet également de s'assurer de la restitution du profil du crochet oléranocoronarien, notamment en cas de comminution fracturaire. Trop ouvert, il expose à une incongruence trochlée/grande cavité sigmoïde ; trop fermé, il peut gêner l'extension par une butée précoce du crochet oléranien dans la fossette humérale [13].

Le fil métallique de haubanage, habituellement, doit être passé sous les fibres du triceps, en utilisant si nécessaire un guide canulé. Lorsque l'extrémité distale des broches est laissée flottante dans le canal médullaire, il a été montré que la stabilité du montage augmente avec la solidité du fil. Elle est supérieure avec du fil tressé de diamètre 1,6 mm, comparé à un monofilament de 1 mm de diamètre [32]. En fait, le fil utilisé a souvent un diamètre plus faible. Il a obligatoirement une section de 1,25 mm avec les broches antirecul de Lefèvre [21]. L'extrémité proximale du fil vient s'appuyer sur la partie proximale des broches. Si l'on utilise des broches antirecul, le fil passe superficiellement par rapport au triceps dans le chas des broches qui dépassent de l'olécrane.



5 Schéma montrant le vissage d'une fracture basse de l'olécrane, à extension métaphysaire.



6 Schéma montrant la stabilisation d'une fracture comminutive de l'olécrane par une plaque de reconstruction postérieure. Une des vis de la plaque peut fixer en rappel une fracture de l'apophyse coronoïde.

Le fil est ensuite passé distalement dans un tunnel osseux foré avec une mèche de 2,7, 4 à 5 cm plus bas sur la crête ulnaire. Il est passé en 8 autour des broches puis dans le tunnel.

La fracture étant réduite, le fil est mis en tension avec un serre-fils et le tortillon métallique est recourbé sur la face latérale de l'ulna ou de l'olécrane, à distance du nerf ulnaire et à proximité des broches (ce qui facilite l'ablation). Pour un serrage symétrique, un deuxième tortillon peut être effectué sur l'autre versant du fil métallique (fig 3). Ce n'est qu'à ce stade que l'extrémité proximale des broches est recourbée et soigneusement enfouie sous les fibres du triceps.

Le haubanage a une meilleure efficacité dans les fractures à trait transversal. Lorsqu'il existe une fracture oblique de l'olécrane ou une fracture plurifragmentaire, le vissage peut être intéressant, si l'on peut disposer la vis dans une direction perpendiculaire au trait. On peut alors utiliser des vis bicorticales, implantées en compression ^[41] (fig 5).

Il est important de tester, en peropératoire, la stabilité du montage dans les positions de flexion extrême. Kozin ^[20] a montré que les différents types de haubanage résistaient très bien à la force de traction du triceps, mais moins bien aux forces de compression exercées sur le bec olécranien, par exemple dans une position de flexion du coude lors de l'extension contrariée, ce dont il faut tenir compte dans la rééducation.

■ Vissage intramédullaire

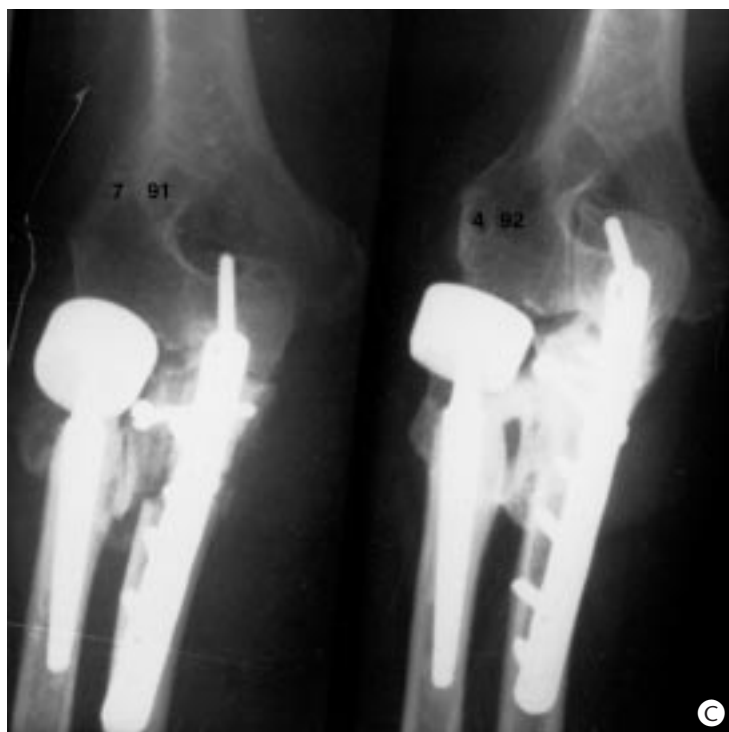
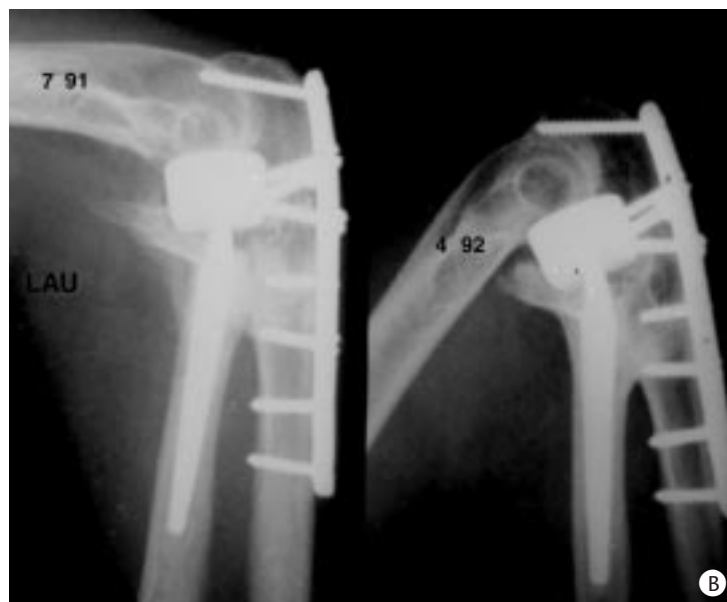
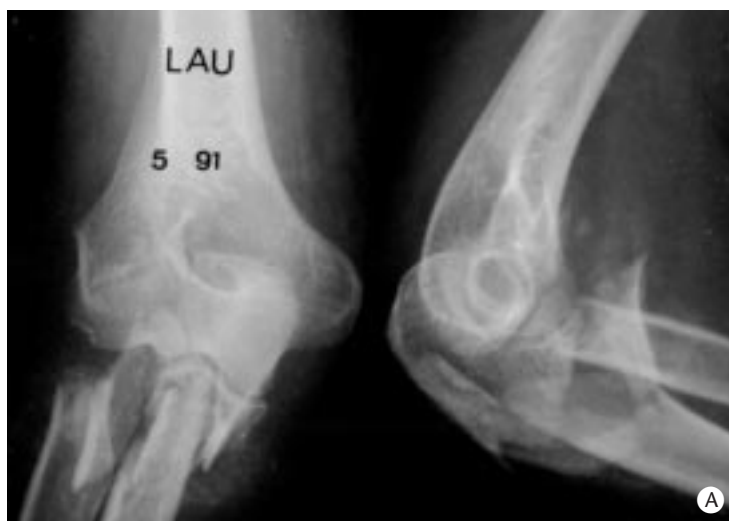
Il consiste à visser en compression le fragment olécranien par une vis de gros calibre (Venable) à filetage distal. Cette technique a quelques inconvénients : théoriquement, elle n'est pas logique sur le plan mécanique car la vis supporte des forces de traction ; en pratique, une vis rigide rectiligne peut être difficile à aligner correctement dans le canal médullaire, car l'extrémité proximale de l'ulna est légèrement décalée en valgus ^[13] ; la tête de vis peut gêner l'extension complète si elle est trop proéminente ; enfin, il faut s'assurer de l'absence de rotation du fragment lors du vissage. L'exposition du foyer est la même qu'avec le haubanage, et il faut s'assurer de la réduction exacte de la fracture au niveau de la corticale postérieure lors du serrage de la vis.

■ Fixation par plaque

Elle est utile en cas de fractures comminutives du fragment olécranien, dans les fractures à extension métaphysodiaphysaire, et dans les fractures de l'olécrane associées à une fracture de l'apophyse coronoïde ^[16]. La plaque est située logiquement le long de la corticale postérieure de l'olécrane, à un endroit où s'exercent des forces de traction (fig 6, 7). Elle stabilise très bien le foyer fracturaire y compris dans les formes comminutives ^[19]. Elle est nécessairement sous-cutanée, ce qui nécessite une couverture cutanée parfaite. On peut utiliser des plaques de reconstruction AO 3,5 mm ou des plaques d'avant-bras (fig 6), mais d'autres plaques ont aussi été proposées ^[27, 36]. La prise dans le fragment distal,



7 Exemple d'une fracture très comminutive de l'olécrane avec luxation transolécraniennne chez un patient de 45 ans, associée à une fracture diaphysaire non déplacée, reconstituée par plaques de reconstruction AO. La radiographie à 3 mois (B) montre des ossifications débutantes chez ce patient ayant eu un coma pour traumatisme crânien.



8 Exemple d'une fracture complexe de l'olécrane associée à une fracture de l'apophyse coronoïde et de la tête radiale chez une femme de 53 ans. La radiographie postopératoire à 1 an et 2 ans (B, C) montre la reconstitution de la tête radiale par arthroplastie à cupule flottante et l'ostéosynthèse de l'olécrane par plaque. Malgré des ossifications antérieures, la flexion est à 130° et l'extension à 20°.

diaphysaire, peut être étendue vers le bas. Il est recommandé d'obtenir une fixation distale par quatre vis bicorticales. La prise dans le fragment proximal est souvent plus problématique. L'extrémité supérieure de la plaque peut être recourbée pour chapeauter le bec olécranien et augmenter la stabilité de sa fixation. La vis la plus proximale peut alors être dirigée presque dans l'axe de la diaphyse et venir trouver une prise dans l'apophyse coronoïde. Si la plaque n'est pas recourbée à son extrémité proximale, il faut trouver une prise dans le bec olécranien au sommet de l'articulation et dans l'apophyse coronoïde (fig 8).

L'épaisseur du fragment olécranien ne tolère parfois qu'une à deux vis dont la tenue est toute relative. Aussi faut-il faire preuve d'ingéniosité et associer des montages mixtes par plaques, vis indépendantes et haubanage.

Quelle que soit la méthode d'ostéosynthèse, celle-ci doit être stable et testée en peropératoire. Une radiographie en extension complète de profil permet de vérifier la stabilité articulaire et la congruence des surfaces articulaires (absence d'effet « came » du bec olécranien dans sa fossette humérale). La rééducation est commencée immédiatement après l'intervention. Le coude est protégé par une

attelle brachio-antébrachio-palmaire postérieure entre les séances de rééducation. Dans les formes habituelles de fractures de l'olécrane, la consolidation est acquise en 1 à 2 mois.

OSTÉOSYNTHÈSE DE L'APOPHYSE CORONOÏDE

Elle est indiquée si la stabilité du coude est mise en jeu, c'est-à-dire si le fragment est de taille importante [6]. La fracture de l'apophyse coronoïde est rarement isolée [33]. Elle s'intègre dans le cadre d'un traumatisme luxant du coude, et est presque toujours associée à une fracture de la tête radiale et/ou à une lésion du ligament collatéral médial. La restitution de la console latérale radiale par ostéosynthèse ou arthroplastie doit être associée à la synthèse de l'apophyse coronoïde [14]. La synthèse d'une pointe d'apophyse coronoïde n'est envisagée que dans les coudes instables après réparation des lésions osseuses (tête radiale en particulier).

En cas de fracture associée de l'ulna et de l'apophyse coronoïde, il faut d'abord réduire celle-ci et la stabiliser par une broche temporaire ou une vis indépendante de la plaque avant de réduire la fracture de l'olécrane. La réduction est contrôlée directement lorsqu'on relève le fragment olécranien par un abord postérieur



9 Fracture de l'olécrane associée à une fracture de l'apophyse coronoïde et de la tête radiale. L'ostéosynthèse de l'apophyse coronoïde a été effectuée par vissage en rappel. La fracture de l'olécrane a été synthésée par haubanage.

classique^[39]. La stabilisation peut être assurée ou complétée par une plaque d'ostéosynthèse ulnaire, dont une des vis fixe l'apophyse coronoïde^[36]. Une extension médiale peut être nécessaire pour contrôler la réduction de l'apophyse coronoïde si le fragment est volumineux^[28]. L'arthrotomie interne est facilitée s'il existe une lésion du ligament collatéral médial et un arrachement des muscles épitrochléens. Dans le cas contraire, Ferrand a décrit un abord trans-épitrochléo-olécranien^[10], avec une incision cutanée décalée du côté ulnaire et une ostéotomie de l'épitrochlée entre muscles pronator teres (rond pronateur) et brachialis (brachial antérieur). Cet abord permet d'exposer la face médiale de l'articulation, et a notamment été utilisé par Marotte et al^[23], en utilisant l'épitrochlée comme un greffon pédiculisé pour reconstruire l'apophyse coronoïde défectueuse.

Lorsque la fracture de l'apophyse coronoïde est la seule lésion osseuse, dans le cadre d'un traumatisme luxant du coude, l'avulsion fréquente des muscles épitrochléens permet l'abord médial sans utiliser ce procédé. Il faut respecter le faisceau antérieur oblique du ligament collatéral médial, qui reste en fait souvent inséré sur le fragment fracturé^[28]. Dans ces cas de fracture isolée, Hutten et Duparc^[17] préconisent l'abord antérieur direct de l'apophyse pour contrôler plus facilement sa réduction et la fixer par une vis antéropostérieure. L'abord se fait sur le bord médial du brachialis (brachial antérieur), ce qui permet de bien contrôler les éléments vasculonerveux du canal brachial médial. Plus récemment, Ameur et al^[1] ont proposé un abord plus direct à travers le tendon du brachialis. Plus habituellement, le vissage s'effectue en rappel d'arrière en avant (fig 9). L'arrivée de la mèche dans l'articulation est contrôlée par l'arthrotomie. Le vissage en compression est facilité par l'utilisation de vis canulées de 3,5 à filetage distal (fig 10). Dans ce cas, une broche-guide est utilisée à la place de la mèche. La vis est ensuite mise en place sur la broche-guide en contrôlant sa longueur par voie endoarticulaire. La broche de réduction temporaire qui a permis de contrôler les rotations pendant le vissage peut alors être enlevée.

L'abord médial permet si nécessaire la réparation du ligament collatéral médial. En cas de rupture à l'une de ses extrémités, il peut être réinséré par une ancre intraosseuse en prenant soin de ne pas le raccourcir pour ne pas limiter l'extension du coude. Il faut trouver le point d'isométrie pour le faisceau antérieur du ligament collatéral médial qui doit rester tendu tout au cours du cycle de flexion/extension.

La synthèse d'une pointe d'apophyse coronoïde n'est effectuée que s'il existe d'autres lésions déstabilisant le coude (fracture de tête



EMC

10 Schéma montrant le vissage en rappel d'une fracture de l'apophyse coronoïde.



EMC

11 Schéma montrant le laçage d'une pointe d'apophyse coronoïde appuyée sur le tendon du brachialis (brachial antérieur).

radiale). Elle peut être envisagée par abord latéral, en réclinant la tête radiale fracturée^[28]. Un laçage transosseux est effectué (fig 11). La prise du fragment par le fil est appuyée sur la capsule articulaire et le tendon terminal du brachialis. Lors du forage transosseux percutané d'arrière en avant, l'issue intra-articulaire de la mèche est

contrôlée par la voie latérale. Un fil métallique passé en boucle d'arrière en avant dans le tunnel permet de récupérer les fils passés dans la boucle et de les tracter à travers le tunnel osseux. Les fils peuvent ensuite être lacés en appui sur une miniagrafe à la face postérieure de l'ulna.

RÉSECTION DE L'OLÉCRANE ET AVANCEMENT DU TRICEPS

Technique très ancienne ^[24] et toujours d'actualité, surtout dans les pays anglo-saxons ^[18], elle consiste à réséquer un fragment olécranien proximal et comminutif, à condition que celui-ci emporte moins de la moitié de la hauteur de l'olécrane. Le triceps est alors refixé en transosseux à la base d'olécrane restant en place. Le triceps doit être fixé au ras de la surface articulaire, pour créer un espace de glissement harmonieux pour la trochlée.

La résection avec avancement du triceps a des indications rares : c'est le cas d'une impossibilité d'ostéosynthèse en raison d'un fragment olécranien trop comminutif, à condition que l'apophyse coronoïde soit intacte, ainsi que le faisceau antérieur du ligament collatéral médial, et que le fragment olécranien emporte moins de 50 % de la hauteur olécraniennne ^[2]. C'est surtout le cas de patients âgés ostéoporotiques. En fait, c'est la plupart du temps une opération de dernier recours après échec d'une ostéosynthèse.

FIXATEUR EXTERNE

Il n'est envisagé qu'en cas d'instabilité persistante lorsque toutes les lésions osseuses (tête radiale, apophyse coronoïde) ont été réparées et que les plans ligamentaires ont été suturés (plan ligamentaire latéral en particulier). C'est parfois le cas de lésions complexes reprises secondairement pour instabilité persistante lorsque les réparations ligamentaires ou de l'apophyse coronoïde deviennent aléatoires.

Il s'agit donc d'une solution de dernier recours sur les coudes instables. C'est une technique difficile, protégeant une ostéosynthèse des lésions osseuses et une réparation ligamentaire de toute façon indispensables ^[28]. Il est recommandé : de centrer l'articulation du fixateur sur l'axe de flexion-extension du coude passant par le centre du capitulum et de la trochlée de profil en s'aidant d'une broche de repérage transitoire ; de placer les broches ulnaires et humérales à distance du matériel d'ostéosynthèse interne ; de serrer les fils de réparation ligamentaire après mise en place du fixateur.

TRAITEMENT FONCTIONNEL NON OPÉRATOIRE

Il peut être indiqué dans les fractures de l'olécrane non déplacées. Il faut auparavant s'assurer de la stabilité de la fracture par des clichés de profil du coude en flexion. S'il n'y a pas de déplacement sur ces clichés, une attelle brachio-antébrachiale amovible est confectionnée, immobilisant le coude à 90 ou 100°. La rééducation est débutée immédiatement, le coude reposant dans l'attelle entre les séances. Cette rééducation est facilitée par la prescription d'antalgiques et d'anti-inflammatoires. Un suivi radiologique à 8, 15 et 21 jours est nécessaire pour s'assurer de l'absence de déplacement secondaire.

Le traitement fonctionnel d'une fracture de l'olécrane peut être indiqué également dans le cas de fractures déplacées en cas de contre-indication chirurgicale, chez des patients âgés, à besoin fonctionnel réduit et lorsque la stabilité du coude est préservée ^[40]. En quelques semaines se développe une pseudarthrose fibreuse de l'olécrane au prix d'une diminution de la force d'extension.

Complications

LIÉES AU TRAITEMENT

■ Démontage d'une ostéosynthèse

Il n'est pas rare. Le plus souvent, il s'agit du recul des broches de haubanage ^[11, 22]. Cette complication peut être prévenue par un

enfouissement soigneux des broches sous les fibres du triceps après les avoir recourbées à 180°. Le traitement est variable selon le délai et selon la gêne fonctionnelle. Si la fracture de l'olécrane est déjà consolidée, une simple ablation de matériel est pratiquée. Dans le cas contraire, surtout si la peau est irritée, il faut reprendre l'ostéosynthèse. Un nouveau haubanage peut être effectué. Dans les cas les plus défavorables (mauvais état cutané, ostéoporose), une résection du fragment olécranien peut être pratiquée, suivie d'un avancement du triceps.

■ Infection

Elle s'accompagne obligatoirement d'une arthrite du coude. C'est donc une complication grave nécessitant l'ablation du matériel d'ostéosynthèse et un nettoyage articulaire. La raideur du coude est pratiquement inévitable d'autant qu'il faut immobiliser l'articulation. En cas d'ostéite, la résection des fragments osseux aboutit à un vide articulaire qu'il faut reconstruire ultérieurement.

L'immobilisation de l'articulation dans le plan de la flexion-extension n'est souvent obtenue qu'au prix de la pose d'un fixateur externe huméro-ulnaire. Deux fiches humérales externes (diamètre 4) doivent être implantées dans le tiers inférieur de la diaphyse humérale à l'aide d'un miniabord chirurgical pour éviter de léser le nerf radial. Les broches ulnaires (diamètre 4) sont plus faciles à mettre en place en raison de la situation sous-cutanée du bord postérieur de l'os. En cas de résection osseuse et de vide articulaire, les fiches du fixateur peuvent être excessivement contraintes avec un risque de prise de jeu d'une fiche, voire de fracture de la diaphyse ulnaire induite à partir d'un orifice de fiche. Il faut éviter cette complication en augmentant la rigidité du fixateur par une fiche intermédiaire dans la palette humérale et par un montage en triangulation. Le vide peut être aussi réduit par coaptation des extrémités osseuses dans l'optique d'une arthrode du coude.

L'avantage du fixateur est de permettre le contrôle de l'état cutané, notamment dans les cas où il existe une perte de substance nécessitant des pansements quotidiens.

Une alternative est la résection olécraniennne et un avancement du triceps, lorsque l'infection survient sur une fracture non consolidée. C'est un geste moins lourd que la mise en place du fixateur dans les cas où l'état cutané permet une immobilisation dans une gouttière plâtrée.

La désunion de la cicatrice, le mauvais état cutané, voire une perte de substance cutanée peuvent nécessiter un geste de plastie cutanée, voire un lambeau, pour obtenir la couverture de l'articulation. Ce geste revêt une importance particulière lorsque les surfaces articulaires ont été conservées et que l'on envisage le traitement secondaire d'une raideur du coude à distance des phénomènes infectieux. Divers procédés ont été décrits ^[35] mais le lambeau de latissimus dorsi (grand dorsal) garde une place de choix pour la couverture des pertes de substance étendues, en raison de sa facilité d'utilisation en lambeau de voisinage (pédicule long, grande taille, facilité de mobilisation) ^[31, 37].

■ Cal vicieux

Il est dû à une erreur de positionnement de l'olécrane lors de l'ostéosynthèse. Il se manifeste, soit par une raideur en flexion (perte de l'extension) en cas de fermeture excessive, soit par une instabilité si le cintre est trop ouvert. Il peut être alors nécessaire d'effectuer une ostéotomie du cal de l'olécrane, suivie d'une nouvelle ostéosynthèse.

LIÉES À LA FRACTURE ELLE-MÊME OU CONSÉQUENCE DU TRAITEMENT

■ Pseudarthrose de l'olécrane

Elle est la conséquence du traitement fonctionnel d'une fracture déplacée. Dans d'autres cas, elle n'est pas désirée et est la conséquence d'un montage insuffisant : ostéosynthèse instable,

insuffisance de compression dans le foyer, persistance d'un écart interfragmentaire, defect osseux non comblé en cas de comminution [12]. Beaufils et al [3] ont montré qu'elle était plus fréquente dans le cas de fractures métaphysoépiphysaires à déplacement postérieur. Ils attribuent cette complication à l'absence de reconstruction de la console radiale latérale, fréquemment détruite dans ces fractures. La pseudarthrose ulnaire doit être prévenue par un montage stable, associé à une reconstitution de la console radiale au besoin au prix d'une arthroplastie de tête radiale. Elle peut être bien tolérée si elle est serrée, mais elle peut entraîner une diminution de la force d'extension, parfois compatible avec les besoins fonctionnels du patient. Lorsqu'elle est douloureuse, elle nécessite un traitement chirurgical [7, 9, 22, 29] : avivement du foyer, apport osseux spongieux, éventuellement greffon encastré suivi d'une nouvelle ostéosynthèse.

■ **Lésion du nerf ulnaire**

Elle est rare après fracture de l'olécrane. Elle doit être identifiée dès l'examen initial. Lors du traitement chirurgical, le nerf doit être repéré mais il n'est pas nécessaire de l'isoler s'il n'y a pas de paralysie contemporaine de la fracture. En revanche, il est recommandé de localiser le nerf ulnaire en cas d'ostéosynthèse olécraniennne extensive par plaque sur une fracture métaphysaire. Enfin, en cas de paralysie post-traumatique, le nerf doit être exploré pour le neurolyser et éventuellement effectuer une réparation par suture. Lorsque l'atteinte sensitive nerveuse persiste dans les premiers mois postopératoires, il faut parfois libérer et transposer le nerf secondairement.

TRAUMATISMES COMPLEXES AVEC FRACTURE DE LA TÊTE RADIALE ASSOCIÉE

■ **Subluxation articulaire**

Elle peut être due à une fracture négligée de l'apophyse coronoïde ou de la tête radiale. Elle provoque une raideur plus ou moins sévère de la flexion-extension du coude. Le traitement en est difficile car il faut traiter la raideur mais aussi sa cause. Il peut être nécessaire de reconstruire l'apophyse coronoïde par une greffe [25] ou une butée, en interposant la capsule articulaire entre greffe et trochlée comme surface de glissement, ou par la technique du greffon épitrôchléen pédiculé [23]. Cette dernière technique a l'inconvénient non négligeable de supprimer le plan interne musculoligamentaire de stabilisation du coude, dévié de son trajet huméral.

La reconstitution de la console radiale est également nécessaire. Elle peut faire appel à une arthroplastie dans les formes anciennes où la tête radiale ne peut être reconstituée.

Il existe une forme particulière de subluxation résiduelle postérieure de la tête radiale lorsque les lésions ligamentaires de l'articulation radio-ulnaire supérieure sont importantes (fracture de Monteggia,

fracture métaphysaire pure de Beaufils et al [3]). Dans les formes récentes, il est parfois nécessaire d'aborder la tête radiale après ostéosynthèse anatomique de l'ulna, si le contrôle radiographique ne montre pas le bon recentrage de la tête radiale sous le capitulum. Il faut alors lever une éventuelle interposition, reconstituer le ligament annulaire, structure anatomique importante dans la stabilité antéropostérieure de la tête radiale. Une plastie du ligament annulaire peut être effectuée dans les formes plus complexes où le ligament n'est pas suturable. Le brochage transitoire transcondylo-radial a également été proposé pour stabiliser la tête radiale sous le capitulum, mais il est source d'enraidissement [3].

■ **Raideur post-traumatique** [5]

Elle est relativement rare, eu égard à la complexité de certaines lésions. Selon Beaufils et al [3], elle est plus fréquente dans les fractures-luxations postérieures de l'extrémité supérieure de l'ulna, car il existe fréquemment une fracture associée de la tête radiale. Elle peut être due aux lésions associées, à une insuffisance de rééducation, à une complication du traitement chirurgical (infection, démontage, cal vicieux). Elle est traitée par arthrolyse du coude, mais il faut aussi traiter les causes osseuses si elles existent : reprise d'une ostéosynthèse de l'olécrane, reconstruction de l'apophyse coronoïde, reconstruction de la console externe radiale. Dans les cas d'arthrolyses extensives ayant nécessité une résection de la tête radiale, la stabilité du coude peut être compromise en extension complète. La reconstitution de la tête radiale par prothèse est nécessaire ainsi que la reconstitution du plan latéral (ligament collatéral latéral et épicondyliens) par suture transosseuse isométrique. Si cela ne suffit pas, le fixateur externe articulé est une solution de dernier recours.

La rééducation doit être entreprise le plus tôt possible. L'utilisation d'anesthésie plexique prolongée permet la mobilisation postopératoire sur arthromoteur sans douleur. La mobilisation passive et active doit être ensuite entreprise quotidiennement, voire pluriquotidiennement. La récupération de l'extension complète est longue à obtenir. La persistance d'un léger flessum est habituelle. La période postopératoire doit être systématiquement couverte par l'administration d'anti-inflammatoires non stéroïdiens accompagnés d'un glaçage de l'articulation.

■ **Ossifications**

Elles surviennent surtout dans les traumatismes complexes avec fractures comminutives de l'extrémité supérieure de l'ulna [36, 38]. Elles sont prévenues par les mesures habituelles : traitement anti-inflammatoire postopératoire, dont l'efficacité a été démontrée à la hanche [34], associé à un glaçage, voire à de la radiothérapie postopératoire [8]. Si elles constituent des obstacles à la mobilité du coude (butées), elles doivent être réséquées tardivement (décroissance de la fixation à la scintigraphie osseuse). Ce geste de résection s'intègre dans le cadre d'une arthrolyse du coude.

Références

- [1] Ameur NE, Rebouh M, Oberlin C. Anterior transbrachial approach of the coronoid apophysis. *Chir Main* 1999 ; 18 : 220-225
- [2] An KN, Morrey BF, Chao EY. The effect of partial removal of proximal ulna on elbow constraint. *Clin Orthop* 1986 ; 209 : 270-279
- [3] Beaufils P, Audren JL, Lortat-Jacob A, Benoit J, Perreau M, Ramadier JO. Traumatismes complexes de l'extrémité supérieure des deux os de l'avant-bras. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 303-316
- [4] Biga N, Thomine JM. La luxation trans-olécraniennne du coude. *Rev Chir Orthop* 1974 ; 60 : 557-567
- [5] Chantelot C, Fontaine C, Migaud H, Remy F, Chapnikoff D, Duquenooy A. Retrospective study of 23 arthrolyses of the elbow for post-traumatic stiffness: result predicting factors. *Rev Chir Orthop* 1999 ; 85 : 823-827
- [6] Closkey RF, Goode JR, Kirschenbaum D, Cody RP. The role of the coronoid process in elbow stability. A biomechanical analysis of axial loading. *J Bone Joint Surg Am* 2000 ; 82 : 1749-1753
- [7] Colton CL. Fractures of the olecranon in adults: classification and management. *Injury* 1973 ; 5 : 121-129
- [8] Coventry MB, Scanlon PW. The use of radiation to discourage ectopic bone. *J Bone Joint Surg Am* 1981 ; 63 : 201-208
- [9] Danziger MB, Healy WL. Operative treatment of olecranon nonunion. *J Orthop Trauma* 1992 ; 6 : 290-293
- [10] Ferrand J, Deraillie R, Elbaz C, Kafrouny B. Les fractures isolées de l'apophyse coronoïde du cubitus (avec une proposition de voie d'abord). *Ann Chir* 1956 ; 14-15 : 1217-1237
- [11] Finsen V, Lingaas PS, Storro S. AO tension-band osteosynthesis of displaced olecranon fractures. *Orthopedics* 2000 ; 23 : 1069-1072
- [12] Gallay SH, McKee MD. Operative treatment of nonunions about the elbow. *Clin Orthop* 2000 ; 370 : 87-101
- [13] Hak DJ, Golladay GJ. Olecranon fractures: treatment options. *J Am Acad Orthop Surg* 2000 ; 8 : 266-275
- [14] Heim U. Fractures de la tête radiale : les associations lésionnelles au coude. *Ann Orthop Ouest* 1994 ; 26 : 164-167
- [15] Heim U. Les fractures associées du radius et du cubitus au niveau du coude chez l'adulte. Analyse de 120 dossiers ayant un recul d'un an et plus. *Rev Chir Orthop* 1998 ; 84 : 142-153
- [16] Heim U, Pfeifer KM. Small fragment set manual. Berlin : Springer-Verlag, 1982
- [17] Hutten D, Duparc J. Fractures de l'extrémité supérieure des deux os de l'avant-bras chez l'adulte. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-043-A-10, 1990 : 1-5
- [18] Inhofe PD, Howard TC. The treatment of olecranon fractures by excision of fragments and repair of the extensor mechanism: historical review and report of 12 cases. *Orthopedics* 1993 ; 16 : 1313-1317
- [19] King GJ, Lammens PN, Milne AD, Roth JH, Johnson JA. Plate fixation of comminuted olecranon fracture: an in vitro biomechanical study. *J Shoulder Elbow Surg* 1996 ; 5 : 437-441
- [20] Kozin SH, Berglund LJ, Cooney WP, Morrey BF, An KN. Biomechanical analysis of tension band fixation for olecranon fracture treatment. *J Shoulder Elbow Surg* 1996 ; 5 : 442-448
- [21] Lefevre C, Penot PH, Lenen D. La broche anti-expulsion à olécrane. *Ann Orthop Ouest* 1990 ; 22 : 97-98
- [22] Macko D, Szabo RM. Complications of tension-band wiring of olecranon fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1985 ; 67 : 1396-1401
- [23] Marotte JH, Samuel P, Lord G, Blanchard JP, Guillaumon JL. La fracture-luxation conjointe de l'extrémité supérieure des 2 os de l'avant-bras. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 103-114
- [24] McKeever FM, Buck RM. Fracture of the olecranon process of the ulna: treatment by excision of fragment and repair of triceps tendon. *JAMA* 1947 ; 135 : 1-5
- [25] Moritomo H, Tada K, Yoshida T, Kawatsu N. Reconstruction of the coronoid for chronic dislocation of the elbow. Use of a graft from the olecranon in 2 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1998 ; 80 : 490-492
- [26] Morrey BF. Current concepts in the treatment of fractures of the radial head, the olecranon, and the coronoid. *Intr Course Lect* 1995 ; 44 : 175-185
- [27] Nowinski RJ, Nork SE, Segina DN, Benirschke SK. Comminuted fracture-dislocations of the elbow treated with an AO wrist fusion plate. *Clin Orthop* 2000 ; 378 : 238-244
- [28] O'Driscoll SW, Jupiter JB, King GJ, Hotchkiss RN, Morrey BF. The unstable elbow. *J Bone Joint Surg Am* 2000 ; 82 : 724-738
- [29] Papagelopoulos PJ, Morrey BF. Treatment of nonunion of olecranon fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1994 ; 76 : 627-635
- [30] Patterson SD, Bain GI, Mehta JA. Surgical approaches to the elbow. *Clin Orthop* 2000 ; 370 : 19-33
- [31] Pierce TD, Tomaino MM. Use of the pedicled latissimus muscle flap for upper-extremity reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg* 2000 ; 8 : 324-331
- [32] Prayson MJ, Williams JL, Marshall MP, Scilaris TA, Lingenfelter EJ. Biomechanical comparison of fixation methods in transverse olecranon fractures: a cadaveric study. *J Orthop Trauma* 1997 ; 11 : 565-572
- [33] Regan W, Morrey B. Fractures of the coronoid process of the ulna. *J Bone Joint Surg Am* 1989 ; 71 : 1348-1354
- [34] Ritter MA, Joe PJ. Effect of indomethacin on para-articular ectopic ossification following total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1982 ; 167 : 113-117
- [35] Sherman R. Soft-tissue coverage for the elbow. *Hand Clin* 1997 ; 13 : 291-302
- [36] Simpson NS, Goodman LA, Jupiter JB. Contoured LCDC plating of the proximal ulna. *Injury* 1996 ; 27 : 411-417
- [37] Stefanovic M, Sharpe F, Thommen VD, Itamura JM, Schnall SB. Latissimus dorsi pedicle flap for coverage of soft tissue defects of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg* 1999 ; 8 : 634-643
- [38] Teasdall R, Savoie FH, Hughes JL. Comminuted fractures of the proximal radius and ulna. *Clin Orthop* 1993 ; 292 : 37-47
- [39] Trillat A, Marsan C, Lapeyre B. Classification et traitement des fractures de Monteggia. *Rev Chir Orthop* 1969 ; 55 : 639-657
- [40] Veras del Monte L, Sirera Vercher M, Busquets N et R, Castellanos Robles J, Carrera Calderer L, Mir Bullo X. Conservative treatment of displaced fractures of the olecranon in the elderly. *Injury* 1999 ; 30 : 105-110
- [41] Wadsworth TC. Screw fixation of the olecranon after fracture or osteotomy. *Clin Orthop* 1976 ; 119 : 197-201
- [42] Wu CC, Tai CL, Shih CH. Biomechanical comparison for different configurations of tension band wiring techniques in treating an olecranon fracture. *J Trauma* 2000 ; 48 : 1063-1067

Fractures de l'extrémité supérieure du radius

P Massin
L Hubert
JL Toulemonde

Résumé. – Les fractures de l'extrémité supérieure du radius affectent la tête radiale et peuvent compromettre la stabilité du coude lorsqu'elles détruisent la totalité de la cupule radiale. Elles nécessitent un traitement chirurgical dont le but est de reconstituer la console externe, par ostéosynthèse exacte dans la majorité des cas. Lorsque la synthèse n'est pas possible, le traitement dépend de l'existence de lésions associées du plan ligamentaire interne et/ou de l'apophyse coronéide. Si celles-ci existent, les lésions osseuses associées doivent être réparées et une prothèse de tête radiale est indiquée pour restituer la stabilité du coude. La tendance actuelle est d'utiliser des prothèses métalliques, plus résistantes sur le plan mécanique. Si la fracture de la cupule radiale est isolée et non synthésable, une résection peut être effectuée. Cette opération donne de bons résultats à long terme à condition qu'il n'y ait pas de lésions associées déstabilisantes. La complication principale de ces fractures est la raideur post-traumatique du coude. Il est donc essentiel de toujours associer le traitement chirurgical à une rééducation immédiate et de proscrire toute immobilisation plâtrée, même de courte durée.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : fracture tête radiale, instabilité du coude, raideur post-traumatique du coude, arthroplastie tête radiale, ostéosynthèse tête radiale.

Introduction

Les fractures de l'extrémité supérieure du radius affectent la tête radiale et/ou le col radial. Les fractures de la tête radiale concernent une partie ou la totalité de la cupule radiale. Elles résultent le plus souvent d'un mécanisme de cisaillement provoquant une séparation d'un fragment de tête radiale. Les fractures du col radial résultent d'un mécanisme de compression et aboutissent à un tassement dans le spongieux sous-capital. Séparation et tassement sont le plus souvent associés^[33]. Leur classification permet de préciser les indications thérapeutiques. La plus utilisée est la classification de Mason^[32], qui prend uniquement en compte le ou les traits de séparation, mais qui ignore les fractures-tassements. La classification de Duparc^[25] décrit plus exactement les différentes composantes de la fracture et du déplacement, et c'est la seule qui intègre les fréquentes fractures mixtes séparation-tassement.

Les fractures de l'extrémité supérieure du radius sont articulaires. En l'absence de traitement adéquat, elles sont susceptibles d'entraîner une raideur articulaire. Avec la meilleure compréhension du rôle de la tête radiale dans la stabilité et la mobilité du coude, les principes du traitement de ces fractures ont été précisés^[28, 56]. La chirurgie conservatrice de la tête radiale a fait de gros progrès et s'est imposée comme le traitement de choix. Elle permet une rééducation immédiate postopératoire, facteur déterminant dans la qualité du résultat final.

La vascularisation de la tête radiale est assurée par un cercle artériel sous-périosté métaphysoépiphysaire se ramifiant sur les faces antérieure, postérieure et interne du col radial, à partir d'une artère récurrente radiale pour les branches les plus antérieures, et de l'artère ulnaire pour les branches les plus postérieures^[30]. L'artère nourricière du radius participe également à la vascularisation de la cupule radiale. Les lésions déplacées du col radial (type Mason 3) interrompent la vascularisation de la cupule, mais la nécrose post-traumatique de la tête radiale est une complication peu mentionnée dans la littérature. Une explication réside dans le fait que ces fractures graves non synthésables font généralement l'objet d'une résection initiale. Selon Heim,^[24] les tentatives de reconstitution de ces fractures se sont soldées par des nécroses.

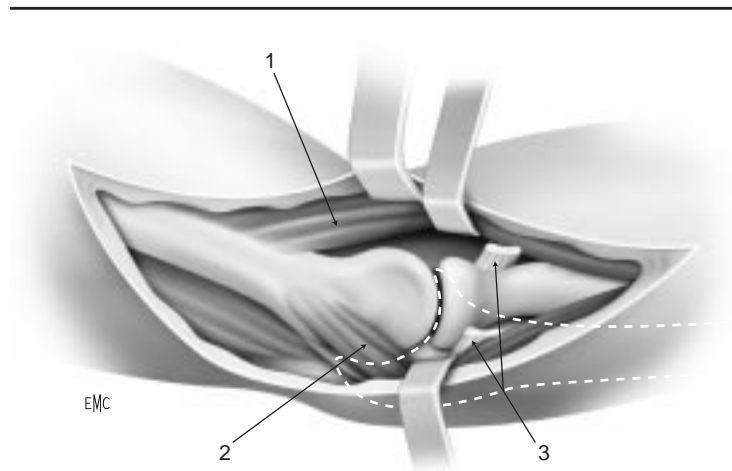
Voies d'abord

L'abord de l'extrémité supérieure du radius est réalisé préférentiellement par voie latérale, qui est la moins traumatisante pour la vascularisation de la tête radiale^[30]. Plus rarement, un abord postérieur peut être utilisé, en particulier s'il existe des lésions ulnaires associées.

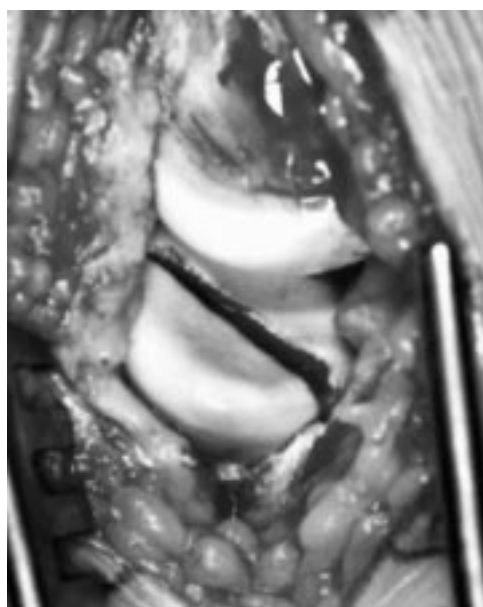
ABORD LATÉRAL

Le patient est installé sur table ordinaire en décubitus dorsal, avec le membre supérieur reposant sur une tablette et un garrot pneumatique à la racine du membre. L'incision est centrée sur l'épicondyle, parallèle à la crête épicondylienne vers le haut. Vers le bas, elle se recourbe pour longer la face latérale de l'avant-bras.

Philippe Massin : Professeur des Universités, praticien hospitalier.
Laurent Hubert : Praticien hospitalier.
Service de traumatologie.
Jean-Louis Toulemonde : Praticien hospitalier, service des urgences.
Centre hospitalier universitaire d'Angers, 4, rue Larrey, 49033 Angers cedex 01, France.



1 Schéma de l'abord latéral. En pointillé est représenté le trajet du nerf radial puis de sa branche postérieure motrice. 1. Brachioradialis ; 2. extensor digitorum communis ; 3. ligament annulaire.



2 Exposition de la tête radiale par voie latérale. Le ligament annulaire a été incisé verticalement. Un fragment séparé est bien visible. Le capitulum est visible au-dessus de la tête radiale.

L'abord de l'articulation se fait sur le bord latéral de la palette humérale, en longeant le septum intermusculaire latéral, puis se prolonge distalement entre le muscle brachioradialis (long supinateur) en avant, et l'extensor digitorum communis (extenseur commun des doigts) en arrière. La capsule antérieure de l'articulation est exposée. La tête radiale est exposée en incisant verticalement ou obliquement le ligament annulaire (fig 1, 2). On peut libérer économiquement l'insertion des épicondyliens en sous-périosté pour améliorer l'exposition. Il faut préserver l'insertion du ligament collatéral latéral et l'insertion des épicondyliens, qui stabilisent la tête radiale dans le plan antéropostérieur [10, 42].

La tête radiale est explorée sur son pourtour en mobilisant l'articulation en pronation puis en supination. Le col radial peut être exposé sur sa face antérieure en ruginant le muscle supinator (court supinateur). Le risque est l'étirement de la branche motrice du nerf radial en cas d'exposition excessive.

La réparation du ligament annulaire est importante pour stabiliser la tête radiale reconstruite dans le plan antéropostérieur.

Cet abord latéral est le plus utilisé car il convient aussi bien pour la chirurgie des fractures récentes que pour la chirurgie de révision. Il est particulièrement adapté à l'arthrolyse du coude, car il passe par l'axe de rotation de l'articulation, et est moins soumis aux rétractions cutanées.

ABORDS POSTÉRIEURS

L'abord postérolatéral de Cadenat [6, 43] est le plus classique : sur un blessé en décubitus dorsal, l'incision est oblique en bas et en arrière, partant du bord latéral de la palette humérale et se dirigeant vers la crête ulnaire. L'abord se fait entre l'anconeus récliné en arrière et l'extenseur ulnaire du carpe en avant (cubital postérieur), de façon à préserver l'innervation de l'anconeus. Il faut ensuite récliner le muscle supinator (court supinateur) si l'on veut exposer l'extrémité supérieure du col radial, en prenant garde de ne pas étirer la branche postérieure motrice du nerf radial.

Cet abord peut être prolongé vers le bas par une incision qui descend verticalement sur la crête ulnaire selon Boyd [3]. Il faut s'efforcer de ne pas ruginer en profondeur la membrane interosseuse en raison du risque d'ossifications.

L'abord postérieur transosseux par une fracture de l'olécrane associée est particulièrement utile pour traiter les deux fractures avec une seule incision. Le patient est positionné en décubitus latéral et l'incision est verticale centrée sur la face postérieure de l'olécrane. Le fragment olécranien est repoussé vers le haut, ce qui permet d'exposer toute la face postérieure de la palette humérale, la tête radiale et la face supérieure de l'apophyse coronoïde. En supination, on présente la partie postérolatérale du pourtour de la cupule radiale, qui ne rentre jamais en contact avec la petite cavité sigmoïde de l'ulna. La tête radiale peut être subluxée vers l'arrière. Le placement du matériel d'ostéosynthèse s'en trouve facilité. Cet abord permet aussi de contrôler et de fixer un fragment d'apophyse coronoïde sous contrôle de la vue [36].

Techniques chirurgicales

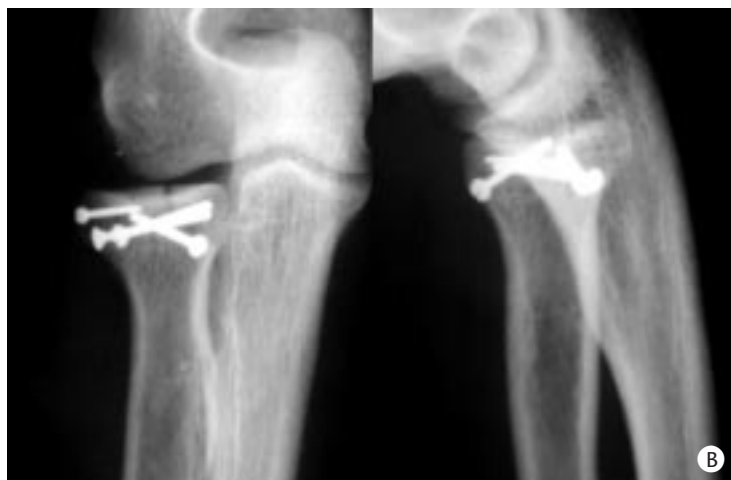
Elles se divisent en traitements conservateurs de la tête radiale (ostéosynthèse et résection partielle) et en traitements non conservateurs qui sous-entendent une résection totale de la tête radiale suivie ou non d'arthroplastie. Les premiers sont indiqués dans les fractures récentes. Les seconds sont indiqués dans les fractures récentes complexes mais aussi dans les fractures anciennes.

OSTÉOSYNTHÈSE

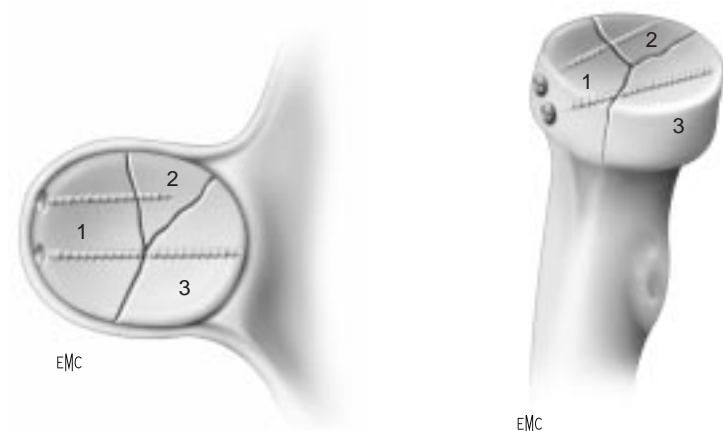
Elle est préconisée dans le cas des fractures simples et déplacées (Mason type 2). Dans ces fractures, un fragment de la tête radiale est encore attaché au col radial et sert de point de départ et de support à la reconstruction des fragments séparés. Cette portion de tête est parfois tassée sur le col et peut être relevée mais reste pédiculisée par une charnière périostée qui doit être préservée. L'abord chirurgical permet d'effectuer le bilan des lésions, qui sont souvent plus comminutives que ne le laisse supposer la radiographie. L'ostéosynthèse à foyer ouvert permet la reconstitution précise de la surface articulaire, sous contrôle de la vue, et la restitution de la congruence de la cupule radiale avec les surfaces adjacentes (capitulum et petite cavité sigmoïde de l'ulna), ce qu'il faut vérifier radiographiquement. La tête radiale doit être centrée sous le capitulum de face et de profil, et le niveau de la surface articulaire concave de la cupule radiale doit être au même niveau que celui de la face supérieure de l'apophyse coronoïde sur la face.

■ Vissage

Le traitement des fractures-séparations de la tête radiale a été grandement facilité par la miniaturisation de la visserie [49]. On utilise des vis à petits fragments (diamètre de 1,5 ou 2 mm le plus souvent, 2,7 mm parfois au maximum pour les gros fragments) après préparation de leur trajet par forage avec une mèche de diamètre 1,1, 1,5 ou 2 selon le diamètre de la vis [1, 51]. Le fragment séparé est réduit et fixé temporairement par deux mèches ou une petite broche de stabilisation provisoire. Le vissage est effectué en compression en enfouissant la tête de vis dans le pourtour de la tête avec la fraise à chambrer adéquate (fig 3). Placées le long du plus grand diamètre



3 Fracture-séparation avec comminution du fragment séparé. Reconstitution de la tête radiale par vissage (A) avec un excellent résultat à 3 mois (B).



4 Reconstitution d'une fracture multifragmentaire de la tête radiale par vissage. Les fragments 1 et 2 sont d'abord solidarisés, puis fixés ensuite sur le fragment 3.

de la tête radiale, leur longueur peut avoisiner 20 mm mais cette longueur n'est disponible qu'en diamètre 2,7 mm (les vis de 1,5 et 2 mm ont une longueur maximale de 16). La mesure des longueurs doit tenir compte de la compression, de façon à éviter la protrusion de l'extrémité distale de la vis qui pourrait gêner la pronosupination. Enfin, le point d'entrée des vis doit être situé dans le tiers postérolatéral du pourtour de la tête radiale. En effet, cette portion de la tête ne rentre jamais en contact avec la petite cavité sigmoïde quelle que soit la position de pronosupination^[51]. S'il existe plusieurs fragments séparés, il est commode de reconstituer d'abord la partie séparée de la tête radiale en fixant ensemble les fragments séparés, puis de synthétiser ensuite cette partie reconstituée sur celle



5 Fragment séparé de tête radiale chez une jeune femme de 30 ans. Le fragment est remplacé et maintenu par une broche en Vicryl®. Excellent résultat à 3 mois avec reconstitution anatomique de la cupule radiale.

qui est restée en place sur le col radial (fig 4A, B). Tous les fragments ayant une taille suffisante doivent être synthésés. Les fragments de taille très minime peuvent faire l'objet d'une simple excision dans le cadre d'une véritable toilette articulaire précédant l'ostéosynthèse.

L'utilisation de vis de Herbert a été préconisée par quelques auteurs^[5, 35], en raison de la commodité de leur emploi, de la stabilité de la fixation donnée par la compression, et de l'enfouissement facile des extrémités de vis. C'est en fait un matériel coûteux et les bons résultats obtenus avec les minivis classiques ne justifient peut-être pas son emploi systématique.

Une fois le vissage terminé, il faut s'assurer de la liberté du coude dans tous les secteurs de pronosupination.

Plus récemment ont été proposées des broches résorbables, qui permettent de punaiser des fragments de petite taille avec un matériel peu invasif qui se résorbe spontanément^[45] (fig 5).

■ Fracture-tassement de la tête radiale

Très souvent, le tassement affecte la partie de la cupule radiale restée attenante au col radial. Plus rarement, le tassement est pur, concernant l'ensemble de la cupule radiale restée monobloc.

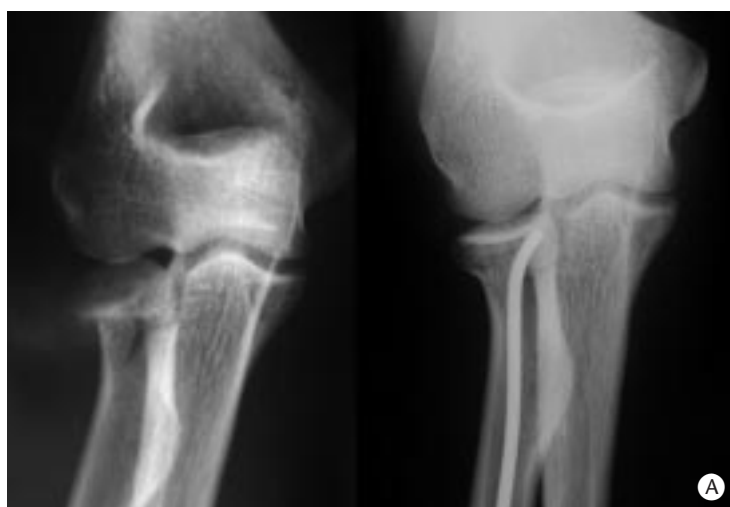
La correction du tassement est difficile et n'est envisagée que si l'inclinaison de la cupule reconstituée excède une dizaine de degrés par rapport à l'horizontale. La technique la plus fréquemment utilisée consiste à effectuer un embrochage rétrograde par la styloïde radiale comme l'avait proposé Métaizeau^[37] pour le traitement des fractures de l'enfant. Une ou deux broches de diamètre 12 ou 15, manipulées à l'aide d'un « nez américain », sont introduites dans le canal médullaire radial par un orifice foré dans la styloïde radiale, 1 à 2 cm au-dessus de sa pointe. L'extrémité supérieure des broches, légèrement béquillée et non pointue, vient se planter dans le spongieux de la base de la cupule radiale, pour la relever, parfois grâce à un mouvement de rotation imprimé à la broche (fig 6). Cette technique ne dispense pas de la reconstitution préalable de la cupule radiale par abord direct dans les fractures mixtes séparation-enfoncement. Cet abord direct est parfois nécessaire pour les tassements purs, pour désimpacter la tête radiale et contrôler le relèvement.

■ Reconstruction du col radial

Rarement, la fracture de la cupule radiale peut être associée à une fracture du col radial détachant une écaille corticale. Il a été décrit des reconstructions du col radial par miniplaque, fixant l'écaille au besoin à l'aide d'une autogreffe corticale^[44]. La fixation de l'écaille par un simple vissage est préférable si elle est possible.

RÉSECTION PARTIELLE

Elle est indiquée dans le cas de fragments séparés de petite taille qui ne sont pas synthésables. Ces fragments doivent être excisés de façon à ne pas s'interposer entre les surfaces articulaires. C'est le cas



6 Jeune femme de 16 ans présentant une fracture-tassement de l'ensemble de la tête radiale avec inclinaison de celle-ci supérieure à 10°. Relèvement par la méthode de Métaizeau (brochage ascendant) (A). Excellent résultat à 3 mois après l'ablation de la broche (B).

notamment de certaines fractures-luxations comportant des lésions partielles comminutives à tout petit fragment, correspondant en fait à des lésions de « passage ». En fait, un lavage articulaire soigneux est un complément indispensable de tout geste chirurgical à foyer ouvert sur la tête radiale. Il élimine les fragments ostéochondraux disséminés dans l'articulation [28].

RÉSECTION TOTALE

C'est un procédé ancien utilisé dans le cas de fractures comminutives non synthésables, lorsqu'il n'y a plus aucun fragment articulaire solidaire du col radial (Mason 3). Effectuée indifféremment par voie latérale ou postérolatérale, elle doit être complète, enlevant tous les fragments articulaires, même de petite taille. Cependant, elle doit être économique et épargner le col radial et si possible le ligament carré de Denucé, élément stabilisateur accessoire du moignon radial. Le ligament annulaire peut être suturé et interposé dans le vide laissé par la résection. Lorsqu'un refend diaphysaire est associé, il faut synthésiser le col radial par une ou des vis en compression, de façon à éviter un raccourcissement excessif du radius. Ces mesures permettent de limiter le vide articulaire résiduel, et de prévenir peut-être une ascension secondaire trop importante de la diaphyse radiale. La bonne hauteur de résection de la tête radiale se situe en fait à l'aplomb de la partie distale de l'incisure radiale proximale de l'ulna. Idéalement, le moignon radial doit être laissé régulier sans indentation osseuse.

Fait important, une résection totale simple est contre-indiquée en cas de rupture du ligament collatéral médial, et dans les rares cas d'atteinte associée des ligaments de l'articulation radio-ulnaire inférieure (syndrome d'Essex-Lopresti), ou d'atteinte étendue de la membrane interosseuse avec disjonction radio-ulnaire supérieure (fracture de Monteggia associée à une fracture de la tête radiale). Elle est déconseillée chez les patients ayant un index radio-ulnaire positif. Ainsi, avant d'effectuer une résection totale de la tête radiale, il est recommandé d'effectuer un bilan clinique et radiographique du poignet sous-jacent.

Cette opération permet la mobilisation immédiate du coude mais elle engendre un certain degré d'instabilité qui ne devient symptomatique que lorsque le ligament collatéral médial est rompu ou distendu [40, 55]. Dans les autres cas, la stabilité du coude est suffisante pour permettre la rééducation et les résultats à long terme sont satisfaisants [4, 12, 19, 26].

ARTHROPLASTIE DE LA TÊTE RADIALE

Ses indications restent rares. Elle ne s'adresse qu'aux fractures non synthésables, lorsque la résection simple est contre-indiquée : rupture du ligament collatéral médial, entorse radio-ulnaire inférieure, fracture de Monteggia associée, patient ayant un index radio-ulnaire positif. Une évolution importante quant au type des implants s'est produite ces dernières années. À l'origine, l'implant le plus souvent utilisé était la prothèse de Swanson en Silastic®, souple, à tige flexible [31, 39, 53]. Cette prothèse, par sa flexibilité, était supposée s'adapter au capitulum dans les différentes positions de pronosupination et de flexion-extension, maintenant ainsi une bonne congruence articulaire, quelle que soit la position du coude. Les résultats à long terme ont montré que cette prothèse s'usait, et que ses débris d'usure pouvaient induire une réaction d'ostéolyse du col radial [20, 58] (fig 7). D'autres complications mécaniques ont été rapportées, comme les fractures de tige d'implant [34]. Enfin, son rôle même de support latéral a été remis en cause [21, 29]. Finalement, les résultats n'étaient pas meilleurs en termes de stabilité du coude que ceux des résections simples (fig 8) [7]. La détérioration progressive des implants en Silastic® incite à ne proposer ce type de prothèse qu'en tant que *spacer* temporaire, dans le cas notamment où se pose le problème de la stabilité du coude et que l'on ne dispose pas de prothèse rigide.

Des implants rigides ont été imaginés dans l'espoir d'une meilleure transmission des charges au capitulum [29]. Ces implants se répartissent en deux catégories : les implants à cupule flottante et les implants à cupule fixe, modulaires ou non.

La première catégorie est représentée par la prothèse à cupule flottante [27, 46, 50]. Cet implant est muni d'une longue tige cimentable dans la diaphyse radiale, d'un col antéversé terminé d'une sphère métallique. L'implant est coiffé d'une cupule en polyéthylène blindé qui s'articule avec le condyle huméral (fig 9). Son avantage est le frottement réduit du métal avec le capitulum puisqu'il est théoriquement absorbé dans l'articulation intraprothétique, si celle-ci persiste après l'implantation.

Son inconvénient est la longueur du col prothétique qui contraint à une résection osseuse relativement importante. Cette résection intéresse nécessairement au moins en partie la capsule inférieure (ligament carré) de l'articulation radio-ulnaire supérieure, mais cette structure semble avoir un rôle secondaire, à la fois dans la stabilité verticale du radius [15] et dans la stabilité antéropostérieure de la tête radiale [52]. Néanmoins, lorsque le ligament annulaire n'a pu être réparé, l'articulation radio-ulnaire supérieure se retrouve avec un degré d'instabilité antéropostérieure certain, puisque ayant perdu toutes ses connexions ligamentaires. De plus, en cas d'échec nécessitant l'ablation de la prothèse, le coude se retrouve en situation de résection large. Il n'y a pas de donnée précise dans la littérature corrélant le degré d'instabilité du moignon radial à l'importance de la résection du col radial. Il a été montré que la stabilité de la diaphyse radiale dépend en fait et avant tout de la membrane interosseuse et de son degré de laxité [15]. La résection large du col radial nécessitée par cette prothèse apparaît donc pour



7 Homme de 60 ans ayant présenté une fracture-luxation du coude avec tassement et séparation de la tête radiale. Celle-ci, n'ayant pu être synthésée, a été remplacée par un implant en Silastic® (A). Noter, à 5 ans, l'enfoncement de l'implant, l'ostéoporose du condyle huméral et la réaction d'ostéolyse modérée autour de la tige de l'implant (B).

le moment comme un inconvénient théorique. Le risque beaucoup plus réel pour un utilisateur occasionnel est en fait de ne pas assez réséquer le col, ce qui conduit à élever le niveau de la fovea radiale, avec pour corollaire l'usure rapide du capitulum (fig 10).

Un autre inconvénient est l'instabilité de la cupule dans les positions proches de l'extension. En cas de subluxation postérieure persistante, la cupule bascule, favorisant l'échappement postérieur des deux os de l'avant-bras (effet « toboggan »). Elle nécessite une stabilisation antéropostérieure de la cupule radiale par respect ou reconstitution soignée du plan latéral et du ligament annulaire.

Enfin, en cas d'infection, l'ablation de la gaine de ciment est difficile sur un fût diaphysaire aussi étroit. Il requiert un alésage avec des mèches de taille adaptée, mais sur l'os infecté, il y a un risque de destruction extensive du col radial.

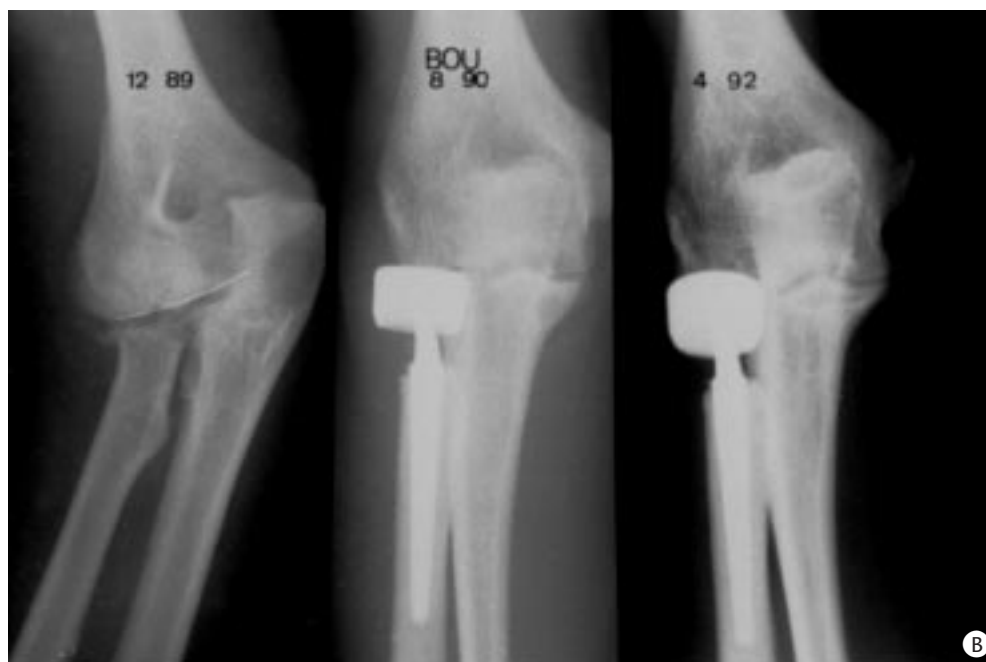
La deuxième catégorie est représentée par des prothèses métalliques à cupule fixe, implantées sans ciment^[22, 23]. Leur avantage est une meilleure stabilisation du coude puisque la cupule radiale reste



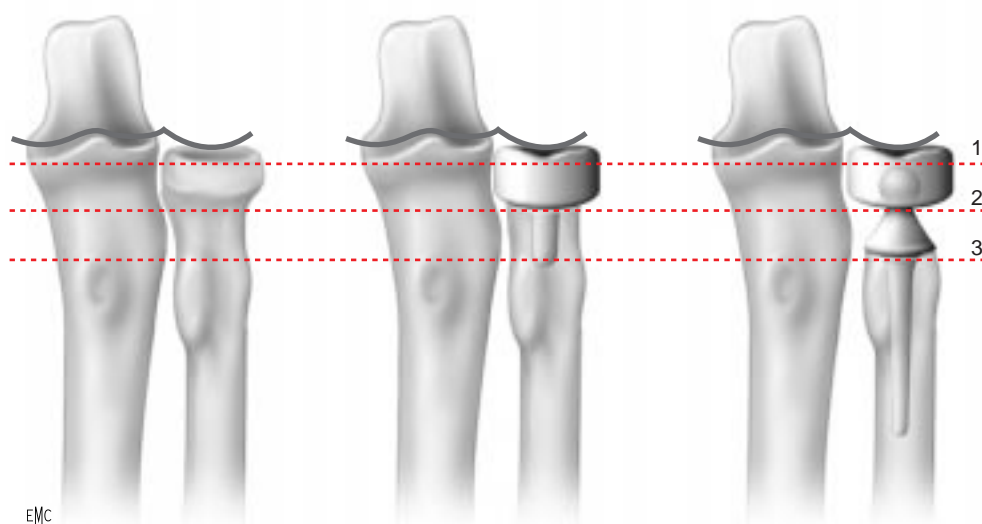
8 Fracture-luxation du coude chez une patiente de 69 ans. Tous les éléments péjoratifs sont réunis : fracture de la tête radiale, luxation du coude avec rupture du ligament collatéral médial, fracture de la pointe de l'apophyse coronoïde. La tête radiale a été reconstituée par prothèse en Silastic® (A). L'apophyse coronoïde n'a pas été synthésée car le fragment était comminutif. Le ligament collatéral médial n'a pas été suturé. Dès le début de la rééducation (B), le coude s'est subluxé car la prothèse en Silastic® ne peut assurer à elle seule la stabilité du coude. À 3 semaines, se pose le problème difficile d'une subluxation résiduelle chronique.

perpendiculaire à l'axe de la diaphyse. En revanche, le frottement du capitulum avec le métal est plus important. Ce frottement est diminué dans certains systèmes par la possibilité d'une mobilité en rotation de la tige prothétique lisse dans la diaphyse radiale. La stabilisation de l'implant s'effectue, d'une part par une tige courte centromédullaire et d'autre part par l'intermédiaire de la base de la cupule qui s'appuie sur le moignon de col radial, qu'il faut préserver au maximum (fig 10). Cette transmission des contraintes serait plus physiologique et préviendrait l'ostéoporose du col radial. Les implants sans ciment peuvent être facilement extraits, ce qui permet de les retirer après cicatrisation des formations ligamentaires si des complications devaient survenir, et ainsi de laisser le coude dans la situation d'une résection totale simple.

Pour implanter correctement ces prothèses, il faut porter une attention particulière à certains points techniques. Tout d'abord, le choix du diamètre de la cupule est important, de façon à reproduire les conditions anatomiques initiales. La plupart de ces implants sont d'ailleurs disponibles en plusieurs tailles. De plus, le niveau d'implantation de ces cupules doit être soigneusement contrôlé, de façon à ne pas élever l'interligne radiohuméral, provoquant ainsi un frottement exagéré du capitulum avec la cupule et finalement l'usure du cartilage. Il est donc important de tester le niveau d'implantation avec des implants d'essai et de le repérer précisément pour placer l'implant définitif à la bonne hauteur sur le col radial. L'implantation de la prothèse est précédée par une résection totale de la tête radiale, telle qu'elle a été décrite plus haut. L'implantation de la prothèse à cupule flottante nécessite une résection plus importante de 2,3 mm



9 Mise en place d'une prothèse de tête radiale. Le niveau d'implantation doit être soigneusement repéré à l'aide des prothèses d'essai. Le bord supérieur de la cupule doit être au même niveau que l'apophyse coronoïde (A). Résultat à 2 ans d'une prothèse de tête à cupule flottante mise en place pour une fracture de tête radiale comminutive (B).



10 Schéma montrant les différents niveaux de résection du col radial en fonction du type de prothèse de tête radiale.

pour ne pas élever le niveau de la cupule (fig 10). Avec ce dernier implant, l'implantation est préconisée par voie latérale. L'angulation du col prothétique doit être dans le plan d'abduction du pouce, l'avant-bras étant maintenu en pronation. Un contrôle radiographique peropératoire est nécessaire pour s'assurer du niveau d'implantation de la prothèse et du centrage de l'implant de face et de profil sous le capitulum. Il peut être nécessaire d'effectuer cette vérification après fermeture de l'abord latéral. Si une instabilité postérieure de la prothèse radiale apparaît, notamment en extension, une réparation du plan musculoligamentaire latéral peut être nécessaire si celui-ci a été lésé. Une réinsertion des muscles épicondyliens peut être faite à l'aide d'une ancre intraosseuse disposée dans l'épicondyle.

Un problème est de savoir si un abord interne complémentaire est nécessaire pour réparer le ligament collatéral médial. Pour certains, la reconstitution de la console latérale est suffisante pour stabiliser le coude et la suture du ligament collatéral médial n'est pas nécessaire. D'autres auteurs préconisent la réinsertion transosseuse du ligament collatéral médial à son sommet dans l'épitrachée si la lésion s'y prête. Mais elle n'est justifiée que si le coude reste instable en extension, ce qui est rare [42]. Si elle est effectuée, il faut s'assurer

du caractère isométrique de la suture tout au long du cycle de flexion-extension, car le faisceau antérieur du ligament collatéral médial est tendu dans toutes les positions de flexion-extension [55].

TRAITEMENT FONCTIONNEL

Il s'adresse aux fractures non déplacées de la tête radiale. Il consiste en une rééducation immédiate sous couvert d'antalgiques et d'anti-inflammatoires dans un secteur de mobilité progressivement croissant. Entre les séances de rééducation quotidiennes, le membre supérieur est maintenu en flexion à 90° et en position neutre de pronosupination par une attelle postérieure pendant 2 à 3 semaines puis par une écharpe coude au corps.

La mise en route du traitement fonctionnel peut être précédée d'une ponction articulaire antalgique pour évacuer l'hémarthrose [18].

Un contrôle radiographique doit être effectué dès la première semaine puis vers le 15^e jour pour dépister les déplacements secondaires. Un dernier contrôle au 45^e jour après la fracture permet d'établir la consolidation de la fracture.

Complications

Des complications peuvent survenir, retardant la rééducation et favorisant la survenue d'une raideur post-traumatique. Il faut distinguer les complications iatrogènes, qui devraient pouvoir être évitées, et les complications non spécifiques d'une technique particulière, plus difficiles à contrôler.

COMPLICATIONS SPÉCIFIQUES DE LA CHIRURGIE

■ Infection

C'est la complication la plus redoutable. Elle aboutit à une arthrite du coude, oblige à un lavage rapide de l'articulation, avec mise en place d'un drainage et institution d'une antibiothérapie adaptée. Elle nécessite l'extraction de tout matériel étranger avec résection de la tête radiale. Ceci impose une immobilisation et entraîne un enraidissement inéluctable. La priorité doit être donnée au traitement de l'infection. Lorsque celle-ci est supposée guérie, le traitement de la raideur du coude peut être entrepris avec le risque de réveil du processus infectieux.

■ Complications liées plus particulièrement à l'ostéosynthèse

Le démontage d'une ostéosynthèse instable (généralement par broches) impose une réintervention pour effectuer une nouvelle ostéosynthèse ou une résection de la tête radiale.

Le cal vicieux résulte d'une réduction imparfaite ou d'un démontage secondaire partiel après ostéosynthèse. Il peut engendrer une arthrose post-traumatique dont la tolérance semble assez bonne. S'il est important, il peut entraîner une raideur du coude. Il faut alors pratiquer une résection totale de la tête radiale au cours du geste d'arthrolyse.

■ Complications spécifiques de la résection

Elles sont plus rares et résultent souvent d'une mauvaise indication :

- l'instabilité en valgus se produit lorsque la résection a été pratiquée sur un coude instable avec un ligament collatéral médial rompu^[47]. On peut observer une valgisation progressive du coude associée à des troubles neurologiques ulnaires. Le traitement passe par une reconstitution de la console latérale par arthroplastie. La transposition du nerf ulnaire est parfois nécessaire ;
- l'ascension de la diaphyse radiale est habituelle après les résections totales mais sa traduction clinique reste la plupart du temps limitée^[26, 54]. Une instabilité de l'articulation radio-ulnaire inférieure douloureuse n'apparaît que lorsqu'une résection de tête radiale a été excessive, ou pratiquée alors qu'existaient des lésions ligamentaires initiales de la radio-ulnaire inférieure, voire de la membrane interosseuse (syndrome d'Essex-Lopresti)^[16, 17]. Une fois constituée, l'ascension de la diaphyse radiale est très difficile à corriger, en raison de la rétraction de la membrane interosseuse. En cas de douleurs du poignet, il est commode de rétablir la congruence de l'articulation radio-ulnaire inférieure par une opération de Sauvé-Kapandji. Celle-ci doit être accompagnée d'une stabilisation de la diaphyse radiale par la mise en place d'une prothèse de tête radiale, faute de quoi la diaphyse radiale devenue « flottante » peut poursuivre son ascension et compromettre le résultat de l'opération de Sauvé-Kapandji.

■ Complications des prothèses

Usure des implants

Elle est bien connue avec les implants en Silastic®, provoquant une ostéolyse autour du col radial. Elle est favorisée par les altérations de la surface cartilagineuse située en regard. Ceci explique que les implants souples, s'ils sont encore utilisés, ne doivent être laissés en place que le temps de la cicatrisation des lésions ligamentaires. Le patient doit être prévenu de la nécessité d'une extraction secondaire.

Malposition

Le niveau d'implantation de la prothèse peut être trop élevé, ce qui entraîne une hyperpression sur le capitulum et une usure précoce de celui-ci, surtout s'il existait des lésions cartilagineuses initiales. L'ablation de la prothèse est souhaitable après la cicatrisation des lésions ligamentaires.

■ Complications liées à la voie d'abord

Certaines complications de la chirurgie sont plus liées à la voie d'abord qu'à la technique de reconstruction de la tête radiale :

- des complications nerveuses sont possibles et principalement la paralysie radiale. La branche motrice du nerf radial chemine entre les deux faisceaux du muscle supinator (court supinateur), lui-même enroulé sur le col radial. Le nerf peut être étiré lors de l'exposition du col radial, notamment lors d'une voie d'abord postérieure ;
- une voie d'abord trop extensive peut aboutir à une instabilité du coude. Si les causes de l'instabilité ne sont pas osseuses, elles peuvent être liées à une désinsertion épicondylenne du ligament collatéral latéral, ou plus simplement à la déficience du ligament annulaire qu'il n'a pas été possible de réparer. Le défaut de ce stabilisateur important de la tête radiale peut être à l'origine d'une instabilité postérolatérale de la tête radiale^[42] et des techniques de plastie ligamentaire ont été proposées^[41]. Le traitement chirurgical de cette instabilité résiduelle est justifié lorsqu'elle s'accompagne de symptômes gênants dans la vie quotidienne. Les résultats dépendent de l'existence d'une arthrose huméro-ulnaire préexistante et de la qualité de la reconstruction de la console radiale.

COMPLICATIONS NON SPÉCIFIQUES

Ce sont les ossifications et la raideur post-traumatique.

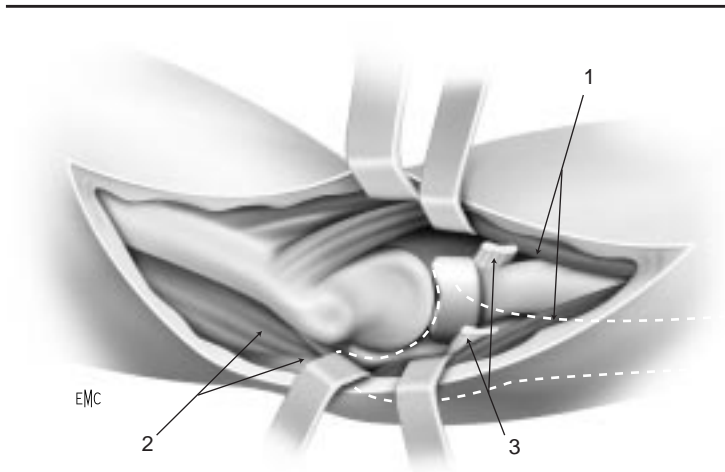
■ Ossifications

Elles peuvent survenir avec n'importe quel type de traitement. Elles peuvent se développer dans l'épaisseur des éléments musculotendineux, comme par exemple le tendon du muscle brachialis, ou combler en arrière la fossette olécranienne. Dans toute chirurgie du coude, elles doivent être prévenues par un traitement anti-inflammatoire postopératoire^[48]. Une radiothérapie postopératoire à faibles doses peut limiter leur développement^[13]. Lorsqu'elles sont constituées, les ossifications peuvent enraidir le coude à un degré variable. Dans les formes les plus graves, elles doivent être réséquées au cours d'une arthrolyse^[9]. Il faut s'assurer auparavant de la diminution de l'hyperfixation sur des scintigraphies osseuses répétées.

■ Raideur post-traumatique du coude

C'est la complication essentielle. Elle peut survenir, soit par insuffisance de rééducation initiale, soit à la suite d'une des complications déjà sus-mentionnées^[8]. Elle nécessite, lorsqu'elle est fonctionnellement mal supportée, un geste chirurgical d'arthrolyse dont les étapes sont stéréotypées, mais qui n'est en général décidé qu'après un délai de plusieurs mois de rééducation^[11, 14]. Le but de l'arthrolyse du coude est d'obtenir, en peropératoire, une mobilité complète en pronosupination et en flexion-extension, tout en préservant la stabilité de l'articulation. Ce protocole doit donc être précédé d'une analyse des causes de raideur de la pronosupination, pour éliminer des facteurs extra-articulaires, ou articulaires situés au poignet sur lesquels le geste d'arthrolyse du coude n'a bien entendu aucun effet.

En désinsérant l'insertion du brachialis radialis (muscle long supinateur) et du long extenseur radial du carpe (muscle premier radial) sur le bord latéral de la palette humérale, on expose toute la face antérieure de l'articulation jusqu'au pilier médial de la palette humérale. Les freins antérieurs limitant l'extension doivent être levés (capsulectomie antérieure, libération des rampes latérales sous les



11 Schéma illustrant l'abord de la face postérieure de l'articulation par abord latéral. 1. Extensor carpi ulnaris ; 2. triceps et anconeus ; 3. ligament annulaire.

ligaments collatéraux pour permettre leur balayage au cours de la flexion-extension, voire ténotomie partielle du muscle brachialis). La libération de l'insertion supérieure des ligaments collatéraux est la limite du geste d'arthrolyse car une désinsertion excessive intéressant aussi les muscles épicondyliens et épitrochléens entraîne une instabilité articulaire. Finalement, les butées antérieures limitant la flexion doivent être excisées (nettoyage de la fossette coronoïdienne, excision d'ossifications, émondage si besoin de la pointe de l'apophyse coronoïde). La tête radiale peut être réséquée si celle-ci est de mauvaise qualité (cal vicieux ou arthrose) et remplacée par une prothèse si la stabilité du coude est compromise.

En cas de limitation persistante de la flexion-extension, l'abord est étendu vers l'arrière en passant entre les épicondyliens et notamment l'extenseur ulnaire du carpe (cubital postérieur) et l'anconeus^[11], ce qui permet d'exposer la fossette olécraniennne (fig 11). Fait important, l'insertion des muscles épicondyliens doit être respectée. Une libération de la face postérieure de l'articulation permet de lever les freins à la flexion et les obstacles à l'extension complète (libération de la face profonde du triceps et de l'anconeus, libération de la fossette olécraniennne, voire émondage de la pointe de l'olécrane, capsulectomie postérieure).

Si une mobilité complète n'est pas obtenue, un abord médial secondaire est effectué. Certains auteurs insistent particulièrement sur la rétraction du faisceau postérieur oblique du ligament collatéral médial, qui limite la flexion du coude. Ce faisceau doit, selon eux, être impérativement excisé^[57]. Cette voie médiale permet de transposer éventuellement le nerf ulnaire. Celui-ci peut être fixé par des adhérences dans sa gouttière ostéofibreuse, et mis sous tension alors que la mobilité du coude est subitement récupérée au cours du geste d'arthrolyse.

Pour certains auteurs^[57], la totalité du geste d'arthrolyse peut éventuellement être effectuée par voie médiale, mais la libération du ligament collatéral latéral et la résection de la tête radiale ne sont pas possibles par cet abord.

L'arthrolyse doit être suivie d'une radiographie de profil en extension après fermeture du plan latéral. Elle permet de s'assurer de la congruence huméro-ulnaire et du centrage et de la stabilité de la tête radiale sous le capitulum. Un défaut de congruence peut être dû :

- soit à un effet « came » par butée du bec olécranienn sur un obstacle ; il faut donc s'assurer de la liberté de la fossette olécraniennne ;

- soit à une déficience des stabilisateurs osseux du coude : la tête radiale et l'apophyse coronoïde. Si le plan ligamentaire latéral a été

suturé ou préservé, la persistance d'une incongruence articulaire peut être due à l'absence de la tête radiale qui a dû être réséquée. Il faut alors effectuer une arthroplastie de tête radiale pour stabiliser l'articulation. Il peut aussi s'agir d'une déficience du crochet coronoïdien qu'il faut reconstruire, parfois à l'aide d'une greffe osseuse^[38]. Une voie médiale est alors nécessaire ;

- soit à une déficience des stabilisateurs musculaires latéraux épicondyliens et épitrochléens. Le plan latéral peut être réinséré sur l'épicondyle à l'aide d'une ancre intraosseuse, si sa libération a été trop extensive. Du côté médial, malheureusement, il est fréquent de ne pas retrouver de structure ligamentaire suturable. Des plasties ligamentaires ont été proposées^[55] mais elles doivent être protégées lors de la rééducation. La déficience du faisceau antérieur du ligament collatéral médial, structure anatomique stabilisatrice primordiale, si elle est associée à une désinsertion des muscles épitrochléens et épicondyliens, laisse persister une instabilité articulaire, qui peut faire envisager, dans les cas les plus extrêmes, la pose d'un fixateur articulé.

La rééducation doit être entreprise le plus tôt possible. L'utilisation d'anesthésie plexique prolongée permet la mobilisation postopératoire sur arthromoteur sans douleur. La mobilisation passive et active doit être ensuite entreprise quotidiennement, voire pluriquotidiennement. La récupération de l'extension complète est longue à obtenir. La persistance d'un léger flessum est habituelle. La période postopératoire doit être systématiquement couverte par l'administration d'anti-inflammatoires non stéroïdiens accompagnés d'un glaçage de l'articulation.

Traitement des fractures associées

FRACTURE DE L'APOPHYSE CORONOÏDE

Lorsqu'il existe une fracture de l'apophyse coronoïde déstabilisant le coude, l'ostéosynthèse de cette apophyse doit être effectuée en même temps que le traitement de la fracture de la tête radiale. L'apophyse coronoïde est un élément clé de la stabilité du coude, tout d'abord par l'effet de continence qu'elle donne à la grande cavité sigmoïde de l'ulna, et d'autre part parce qu'elle est le lieu d'insertion du faisceau antérieur du ligament collatéral médial. Un abord médial ou antéromédial complémentaire est alors souvent nécessaire pour contrôler la réduction du fragment coronoïdien et pour le visser. Cet abord est facilité s'il existe une avulsion de l'insertion des muscles épitrochléens. Une voie postérieure est également possible, permettant, en tournant autour de l'olécrane, de contrôler aussi bien le côté médial que le côté latéral de l'apophyse coronoïde. Il est très difficile de visualiser la réduction par une voie latérale isolée. En cas de fracture de l'olécrane associée, la voie postérieure permet de traiter la lésion en profitant de l'exposition donnée par la fracture de l'olécrane^[36].

FRACTURES DE L'ULNA ASSOCIÉES

La fracture de la tête radiale peut être associée à une fracture de l'ulna, soit simple fracture de l'olécrane, soit fracture plus complexe. Les lésions peuvent être traitées, soit par deux voies d'abord distinctes, une latérale pour la tête radiale et une postérieure pour l'ulna, soit par une voie unique postérieure.

La synthèse de l'ulna doit être stable pour permettre la mobilisation immédiate. La résection de la tête radiale est contre-indiquée pour ne pas trop contraindre la synthèse ulnaire^[2]. Une ostéosynthèse de la tête radiale ou une arthroplastie sont indiquées pour conserver une bonne console latérale.

Références

- [1] Asencio G, Arakelian F, Vidal J, Bertin R, Leonardi C, Galouye P et al. L'ostéosynthèse des fractures de la tête radiale chez l'adulte. *Rev Chir Orthop* 1990 ; 76 : 445-450
- [2] Beaufils P, Audren JL, Lortat-Jacob A, Benoit J, Perreau M, Ramadier JO. Traumatismes complexes de l'extrémité supérieure des 2 os de l'avant-bras. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 303-316
- [3] Boyd HB. Surgical exposure of the ulna and proximal third of the radius through one incision. *Surg Gynecol Obstet* 1940 ; 71 : 87-88
- [4] Broberg MA, Morrey BF. Results of delayed excision of the radial head after fracture. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 669-674
- [5] Bunker TD, Newman JH. The Herbert differential pitch bone screw in displaced radial head fractures. *Injury* 1985 ; 16 : 621-624
- [6] Cadenat FM. Les voies de pénétration des membres. Paris : Doin, 1978
- [7] Carr RM, Medige J, Curtain D, Koenig A. Silicone rubber replacement of the severely fractured radial head. *Clin Orthop* 1986 ; 209 : 259-269
- [8] Chantelot C, Fontaine C, Migaud H, Remy F, Chapnikoff D, Duquenois A. Retrospective study of 23 arthrolyses of the elbow for post-traumatic stiffness: result predicting factors. *Rev Chir Orthop* 1999 ; 85 : 823-827
- [9] Charnley G, Judet T, Garreau de Loubresse C, Piriou P. Articulated radial head replacement and elbow release for post head-injury heterotopic ossification. *J Orthop Trauma* 1996 ; 10 : 68-71
- [10] Ciaudo O, Guérin-Surville H. Importance de la lésion du faisceau moyen du ligament latéral externe dans le mécanisme des luxations du coude. Étude sur le cadavre. *J Chir* 1980 ; 117 : 237-239
- [11] Cohen MS, Hastings H. Post-traumatic contracture of the elbow. Operative release using a lateral collateral ligament sparing approach. *J Bone Joint Surg Br* 1998 ; 80 : 805-812
- [12] Coleman DA, Blair WF, Shurr D. Resection of the radial head for fracture of the radial head, long-term follow-up of 17 cases. *J Bone Joint Surg Am* 1987 ; 69 : 385-392
- [13] Coventry MB, Scanlon PW. The use of radiation to discourage ectopic bone. *J Bone Joint Surg* 1981 ; 63 : 201-208
- [14] Duparc F, Katz D, Judet T. Arthrolyses pour raideur du coude après fracture ou fracture-luxation de la tête radiale. In : Gazielly DF, Goutallier D éd. Fractures de la tête radiale. Montpellier : Sauramps Médical, 1998 : 215-232
- [15] Duparc F, Tobenas AC, Dujardin F, Thomine JM. Fractures de la tête radiale : données anatomiques et biomécaniques. In : Gazielly DF, Goutallier D éd. Fractures de la tête radiale. Montpellier : Sauramps Médical, 1998 : 15-26
- [16] Edwards GS, Jupiter JB. Radial head fractures with acute distal radio-ulnar dislocation. Essex-Lopresti revisited. *Clin Orthop* 1988 ; 234 : 61-69
- [17] Essex-Lopresti P. Fractures of the radial head with posterior radio-ulnar dislocation. *J Bone Joint Surg Br* 1951 ; 33 : 244
- [18] Fleetcroft JP. Fractures de la tête radiale. Aspiration précoce et mobilisation. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 658
- [19] Goldberg J, Peylan J, Yosipovitch Z. Late results of excision of the radial head for an isolated closed fracture. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 675-679
- [20] Gordon M, Bullough PG. Synovial and osseous inflammation in failed silicone rubber prosthesis. A report of 6 cases. *J Bone Joint Surg Am* 1982 ; 64 : 574-580
- [21] Gupta GG, Lucas G, Hahn DL. Biomechanical and computer analysis of radial head prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 1997 ; 6 : 37-48
- [22] Harrington IJ, Sekyi-Otu A, Barrington TW, Evans DC, Tuli V. The functional outcome with metallic radial head implants in the treatment of unstable elbow fractures: a long-term review. *J Trauma* 2001 ; 50 : 46-52
- [23] Harrington IJ, Tountas AA. Replacement of the radial head in the treatment of unstable elbow fractures. *Injury* 1981 ; 12 : 405-412
- [24] Heim U. Les fractures associées du radius et du cubitus au niveau du coude chez l'adulte. *Rev Chir Orthop* 1998 ; 84 : 142-153
- [25] Hutten D, Duparc J. Fractures de l'extrémité supérieure des 2 os de l'avant-bras chez l'adulte. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-043-A-10, 1990 : 1-5
- [26] Janssen RP, Veger J. Resection of the radial head after Mason type-III fractures of the elbow. Follow-up at 16 to 30 years. *J Bone Joint Surg Br* 1998 ; 80 : 231-233
- [27] Judet T, Garreau de Loubresse C, Piriou P, Charnley G. A floating prosthesis for radial-head fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1996 ; 78 : 244-249
- [28] Kelberine F, Bassères B, Curvale G, Groulier P. Fractures de la tête radiale. Analyse d'une série de 62 cas traités chirurgicalement. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 : 322-328
- [29] King GJ, Zarzour ZD, Rath DA, Dunning CE, Patterson SD, Johnson JA. Metallic radial head arthroplasty improves valgus stability of the elbow. *Clin Orthop* 1999 ; 368 : 114-125
- [30] Laulan J, Kerjean Y, Daaboul J. Table ronde de la S.O.O. sur les fractures récentes et anciennes de la tête radiale. Bases anatomiques et biomécaniques. *Ann Orthop Ouest* 1994 ; 26 : 156-158
- [31] Letenneur J, Pondaven G, Rogez JM. Place des prothèses en Silastic® dans les fractures complexes de la tête radiale : 20 cas. *Ann Orthop Ouest* 1985 ; 17 : 51-54
- [32] Mason ML. Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *Br J Surg* 1954 ; 42 : 123-132
- [33] Massin P. Étiopathogénie des fractures de la tête radiale. In : Gazielly DF, Goutallier D éd. Fractures de la tête radiale. Montpellier : Sauramps Médical, 1998 : 27-33
- [34] Mayhall WS, Tiley FT, Paluska DJ. Fracture of Silastic® radial-head prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1981 ; 63 : 459-460
- [35] McArthur RA. Herbert screw fixation of fracture of the head of the radius. *Clin Orthop* 1987 ; 224 : 79-87
- [36] McWhorter GL. Fracture of both the coronoid and the olecranon processes of the ulna. Indications of operation and treatment. *J Bone Joint Surg* 1927 ; 9 : 767-777
- [37] Metaizeau JP, Lascombes P, Lemelle JL, Finlayson D, Prevot J. Reduction and fixation of displaced radial neck fractures by closed intramedullary pinning. *J Pediatr Orthop* 1993 ; 13 : 355-360
- [38] Moritomo H, Tada K, Yoshida T, Kawatsu N. Reconstruction of the coronoid for chronic dislocation of the elbow. Use of a graft from the olecranon in 2 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1998 ; 80 : 490-492
- [39] Morrey BF, Askew L, Chao EY. Silastic® prosthetic replacement of the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 1981 ; 63 : 454-458
- [40] Morrey BF, Chao EY, Hui FC. Biomechanical study of the elbow following excision of the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 1979 ; 61 : 63-68
- [41] Nestor BJ, O'Driscoll SW, Morrey BF. Ligamentous reconstruction for postero-lateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 1235-1241
- [42] O'Driscoll SW, Jupiter J, King GJ, Hotchkiss RN, Morrey BF. The unstable elbow. *J Bone Joint Surg Am* 2000 ; 82 : 724-738
- [43] Pankowich AM. Anconeus approach to the elbow joint and the proximal part of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg Am* 1977 ; 59 : 124-126
- [44] Patel VR, Elliot DS. Salvage of the head of the radius after fracture-dislocation of the elbow. A case report. *J Bone Joint Surg Br* 1999 ; 81 : 306-308
- [45] Peltó K, Hirvensalo E, Böstman O, Rokkanen P. Treatment of radial head fractures with absorbable polyglycolide pins: a study on the security of the fixation in 38 cases. *J Orthop Trauma* 1994 ; 8 : 94-98
- [46] Popovic N, Gillet P, Rodriguez A, Lemaire R. Fracture of the radial head with associated elbow dislocation: results of treatment using a floating radial head prosthesis. *J Orthop Trauma* 2000 ; 14 : 171-177
- [47] Pribyl CR, Kester MA, Cook SD, Edmunds JO, Brunet ME. The effect of the radial head and prosthetic radial head replacement on resisting valgus stress at the elbow. *Orthopedics* 1986 ; 9 : 723-726
- [48] Ritter MA, Joe PJ. Effect of indomethacin on para-articular ectopic ossification following total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1982 ; 167 : 113-117
- [49] Shmueli G, Herold HZ. Compression screwing of displaced fractures of the head of the radius. *J Bone Joint Surg Br* 1981 ; 63 : 535-538
- [50] Smets S, Govaers K, Jansen N, van Riet R, Schaap M, van Glabbeek F. The floating radial head prosthesis or comminuted radial head fractures: a multicentric study. *Acta Orthop Belg* 2000 ; 66 : 353-358
- [51] Smith GR, Hotchkiss RN. Radial neck and head fractures: anatomical guidelines for correct placement of internal fixation. *J Shoulder Elbow Surg* 1996 ; 5 : 113-117
- [52] Spinner M, Kaplan E. The quadrate ligament of the elbow. Its relationship to the stability of the proximal radio-ulnar joint. *Acta Orthop Scand* 1970 ; 41 : 632-647
- [53] Swanson AB, Jaeger SH, LaRochelle D. Comminuted fractures of the radial head. The role of silicone implant replacement arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1981 ; 63 : 1039-1049
- [54] Taylor TK, O'Connor BT. The effect upon the inferior radio-ulnar joint of excision of the head of the radius in adults. *J Bone Joint Surg Br* 1964 ; 46 : 83-88
- [55] Tullos HS, Schwab G, Bennett JB, Woods GW. Factors influencing elbow instability. *AAOS Instr Course Lect* 1981 ; 30 : 185-193
- [56] Vichard P, Tropet Y, Dreyfus-Schmidt G, Besancenot J, Menez D. Le traitement des fractures isolées de l'extrémité supérieure du radius chez l'adulte. Remarques à propos de 168 observations. *Ann Chir Main* 1987 ; 6 : 189-194
- [57] Wada T, Ishii S, Usui M, Miyano S. The medial approach for operative release of post-traumatic contracture of the elbow. *J Bone Joint Surg Br* 2000 ; 82 : 68-73
- [58] Worsing RA, Engber WD, Lange TA. Reactive synovitis from particulate Silastic®. *J Bone Joint Surg Am* 1982 ; 64 : 581-585

Instabilité antérieure chronique de l'épaule : traitement à ciel ouvert

F. Sirveaux, D. Molé, G. Walch

Malgré le développement des techniques arthroscopiques, la chirurgie à ciel ouvert de l'instabilité antérieure de l'épaule reste la technique de référence. Un examen clinique rigoureux et une imagerie appropriée sont les étapes essentielles qui permettent d'identifier les lésions responsables et de faire le choix parmi les nombreuses interventions proposées. La voie d'abord deltopectorale constitue le point commun de toutes ces interventions qui comportent des gestes capsuloligamentaires et/ou des gestes osseux. Elle impose de disciser ou de sectionner le subscapulaire pour aborder la capsule articulaire. Plusieurs procédés sont proposés pour minimiser les conséquences fonctionnelles et les risques de ce geste, et pour faciliter la rééducation postopératoire. Les réfections capsuloligamentaires antérieures et la butée antérieure sont des interventions classiques, encore largement utilisées. À l'analyse des résultats, des modifications de ces techniques de base sont nées au cours du temps, dans le but d'améliorer l'effet sur la stabilité de l'épaule et de diminuer les complications. En cas de récurrence postopératoire, c'est l'état du subscapulaire et des structures osseuses qui va conditionner la prise en charge et les possibilités thérapeutiques. La rééducation postopératoire doit toujours tenir compte des précautions imposées par la technique utilisée et des objectifs fixés avec le patient avant l'intervention.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Épaule ; Instabilité ; Luxation ; Capsulorraphie ; Butée ; Chirurgie ouverte

Plan

| | |
|--|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Évaluation préopératoire | 1 |
| ■ Voie d'abord deltopectorale | 2 |
| Anesthésie | 2 |
| Installation | 3 |
| Incision | 3 |
| Abord articulaire | 3 |
| ■ Réparations capsuloligamentaires | 5 |
| Intervention de Bankart | 5 |
| Capsulorraphies | 5 |
| Capsulomyorraphies | 8 |
| ■ Gestes osseux | 9 |
| Butées | 9 |
| Traitement de l'encoche | 12 |
| Ostéotomie de dérotation | 13 |
| ■ Chirurgie de reprise | 13 |
| Échec d'intervention de Bankart | 13 |
| Échec de butée | 13 |
| ■ Instabilité antérieure et rupture de coiffe | 14 |
| Rupture du subscapulaire | 14 |
| Instabilité et rupture récente du supraépineux | 15 |
| Instabilité et rupture massive | 15 |
| ■ Rééducation postopératoire | 15 |
| ■ Conclusion | 15 |

■ Introduction

L'arthroscopie a connu un développement considérable au cours de la dernière décennie, mais les techniques classiques à ciel ouvert restent encore les méthodes de référence et doivent être connues. Ces techniques ne vivent pas seulement des contre-indications et des échecs de la chirurgie arthroscopique. Elles peuvent encore être proposées en première intention compte tenu de leur fiabilité ^[1], des résultats connus à long terme et de leur faible coût ^[2]. L'amélioration des conditions techniques et de la gestion des suites postopératoires permet de diminuer les complications liées à la chirurgie ouverte, qui peut être proposée dans des conditions d'hospitalisation équivalentes à la chirurgie arthroscopique ^[2-4].

■ Évaluation préopératoire

L'évaluation préopératoire est une étape essentielle car l'abord chirurgical à ciel ouvert donne un jour limité sur l'articulation et sur les structures périarticulaires. Cette évaluation permet de déterminer la voie d'abord et les gestes qui sont à réaliser (Tableau 1).

Nous ne reprenons pas ici en détail la classification et les modalités précises de l'examen clinique, renvoyant le lecteur à l'article *Instabilités et luxations glénohumérales*. Cependant, certains points méritent une attention particulière en cas de chirurgie ouverte.

Les éléments de l'anamnèse, de l'examen clinique et de l'imagerie doivent être concordants pour affirmer le sens du déplacement. En cas de doute, une arthroscopie diagnostique peut se discuter.

Tableau 1.

Classification des techniques chirurgicales à ciel ouvert.

| | Principe | Tissu concerné | Modalités |
|----------------|-------------------------|------------------|--|
| Parties molles | Bankart | Labrum | |
| | Capsulorraphie | Capsule | Verticale, horizontale T médiale T latéral |
| | Plicature | Capsule | Verticale Horizontale |
| | Putti-Platt | Subscapulaire | Plastie du subscapulaire |
| | Magnuson-Stack | Subscapulaire | Transfert latéral du tubercule mineur |
| Gestes osseux | Boytchev | Tendon conjoint | Transfert du tendon conjoint |
| | Butée | Coracoïde | Patte |
| | | Crête iliaque | Trillat |
| | | | Eden-Hybinette |
| | Comblement de l'encoche | Infraépineux | Fixation du tendon dans l'encoche |
| | | Autogreffe | Relèvement greffe de l'encoche |
| | | Allogreffe | Grefe ostéocartilagineuse |
| | Ostéotomie | Glène Humérus | Ouverture antérieure Dérotation de Weber |



Figure 1. Exemple d'avulsion humérale du ligament glénohuméral inférieur responsable d'une récurrence après Bankart arthroscopique. Noter la fuite du liquide de contraste au versant huméral de la capsule (flèche).

L'opérateur doit disposer d'un bilan d'imagerie complet lui permettant d'analyser précisément les lésions. L'imagerie par scanner permet une évaluation précise des structures osseuses à la glène comme à la tête humérale. L'existence d'une fracture du rebord antérieur de la glène est une cause classique d'échec des gestes capsulaires et doit faire préférer un geste de butée osseuse [5, 6]. La présence d'une encoche volumineuse peut faire discuter un geste de comblement [7].

L'imagerie de contraste par arthroscanner ou arthro-imagerie par résonance magnétique (IRM) permet de préciser l'état des structures capsuloligamentaires. La faillite du système capsuloligamentaire intéresse le plus souvent le versant glénoïdien, avec la classique lésion de Bankart, mais elle peut aussi intéresser l'insertion humérale [8-11], la partie moyenne du ligament ou l'association des deux [12] (Fig. 1). La technique d'ouverture et de reconstruction de la capsule articulaire doit tenir compte de la localisation de cette lésion. L'évaluation de l'état de la coiffe

des rotateurs par l'examen clinique et par l'imagerie est d'autant plus nécessaire que le sujet est âgé ou qu'il s'agit d'une chirurgie de reprise. La voie d'abord doit être adaptée si une réparation du supraépineux est associée à un geste de stabilisation antérieure. L'état du subscapulaire doit être précisé par l'imagerie, surtout quand un geste chirurgical a déjà été effectué par voie deltopectorale.

Dans les reprises, il faut souligner la nécessité de connaître précisément les antécédents opératoires de l'épaule : voie d'abord, ostéotomie de la coracoïde, gestes capsulaires, matériel implanté ou section du subscapulaire.

En cas d'atteinte neurologique, il est prudent de disposer d'une évaluation préopératoire précise par électromyogramme pour ne pas considérer cette atteinte comme une complication de l'intervention.

■ Voie d'abord deltopectorale

La voie d'abord deltopectorale est la voie habituelle de la chirurgie à ciel ouvert de l'instabilité antérieure. Elle évite une désinsertion musculaire du plan superficiel et permet de réaliser aussi bien les gestes osseux que les gestes capsulaires. Au cours de l'abord, le chirurgien doit veiller au respect des éléments nerveux qui sont à proximité du champ opératoire et qui peuvent être lésés.

“ Point fort

Comment prévenir les risques neurologiques de la voie deltopectorale ?

- Nerf axillaire : maintenir l'épaule en position d'adduction-rotation externe pendant la dissection du subscapulaire et de la capsule inférieure.
- Nerf musculocutané : ne pas disséquer le tendon conjoint au-delà de 2,5 cm de la pointe de la coracoïde, éviter les tractions sur la butée.
- Plexus brachial : section du petit pectoral au ras de la coracoïde, traction prudente sur l'écarteur en avant du subscapulaire et sur le contre-coudé placé au col de la scapula.

Le plexus brachial et l'artère axillaire cheminent en avant du muscle subscapulaire à une distance moyenne de 2 cm en dedans du rebord antérieur de la glène [13].

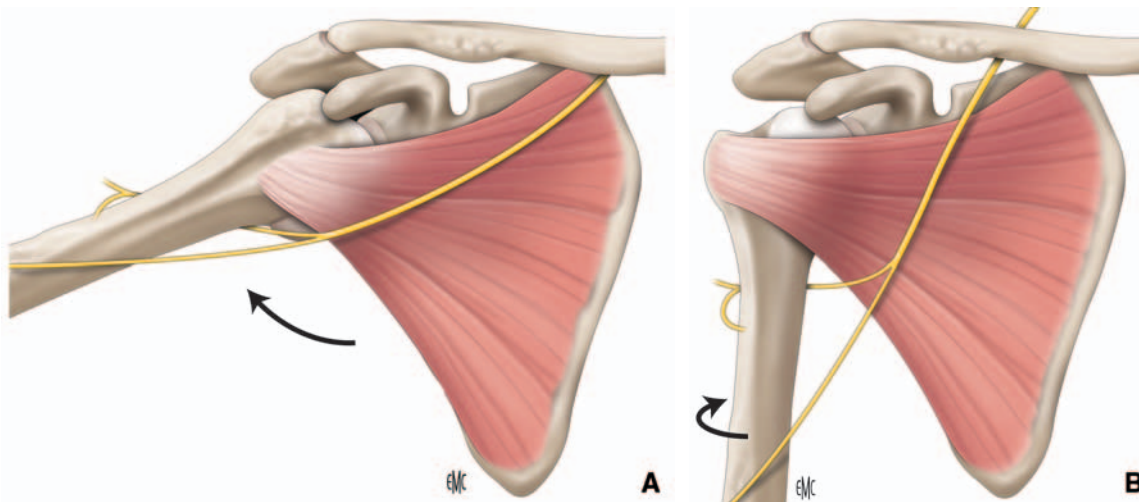
Le nerf axillaire croise la capsule au bord inférieur du subscapulaire. Il vient au contact du ligament glénohuméral inférieur en abduction-rotation interne [14, 15]. La dissection de la capsule inférieure doit être effectuée en adduction-rotation externe (Fig. 2). Si un geste capsulaire inférieur est réalisé, le nerf doit être identifié et isolé. Le nerf contourne ensuite le col chirurgical en arrière et rejoint la face profonde du deltoïde. Le décollement latéral du deltoïde doit être effectué dans la bourse pour éviter de léser les rameaux terminaux du nerf.

Le nerf musculocutané pénètre dans le muscle coracobrachial à environ 3 cm de la pointe du processus coracoïde, mais parfois il existe une branche motrice plus proximale [16]. Il se rapproche de la pointe du processus coracoïde en abduction-rotation externe.

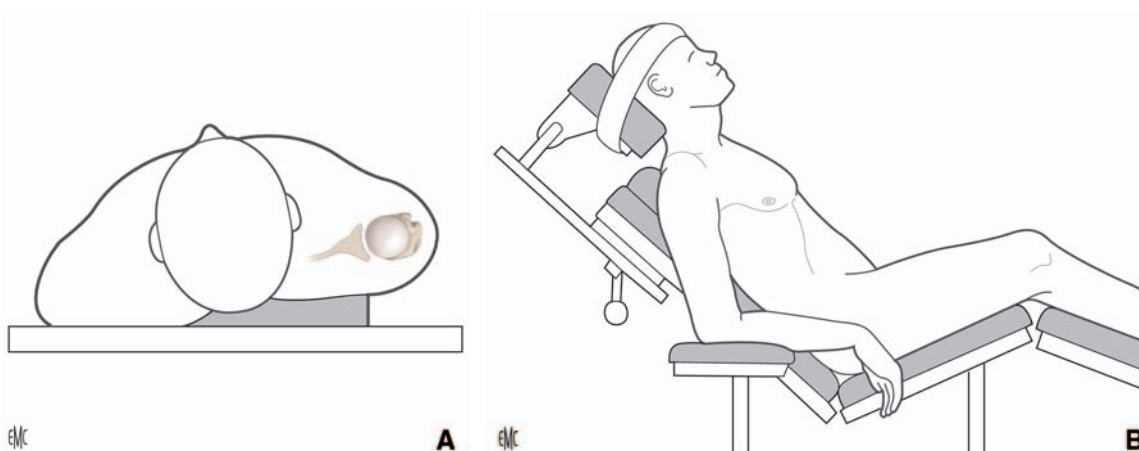
L'innervation du muscle subscapulaire est assurée par des branches du nerf subscapulaire qui pénètrent le muscle à 2,5 cm en dedans du rebord glénoïdien [17]. La dissection des fibres musculaires doit respecter cette limite pour ne pas dénervier le muscle [18].

Anesthésie

L'intervention est le plus souvent réalisée sous anesthésie générale avec une hypotension contrôlée. Le contrôle de la


Figure 2.

A, B. Le nerf axillaire se rapproche de la capsule inférieure en abduction-rotation interne et s'en éloigne en adduction-rotation externe.


Figure 3.

A, B. Installation en position demi-assise (*beach chair*) avec un appui le long du bord spinal de la scapula pour l'horizontaliser et un appui au coude.

douleur peut être assuré par bloc interscalénique ou un cathéter placé avant l'intervention. L'intervention est possible sous anesthésie locorégionale isolée. Une infiltration locale complémentaire sur la zone incisée est parfois nécessaire pour anesthésier les branches sensibles thoraciques non couvertes par le bloc [15]. Une antibiothérapie prophylactique est justifiée compte tenu des risques infectieux. Le traitement antithrombotique préventif et la mise en place d'une contention élastique des membres inférieurs sont recommandés chez les patients à risque (cf. supra).

Installation

L'intervention est réalisée le plus souvent en position demi-assise, qui favorise le drainage de la plaie durant l'intervention, mais le décubitus dorsal strict est possible.

Si un vissage est nécessaire, il est important de positionner la scapula dans un plan frontal en plaçant un appui sur le bord spinal. Cela permet d'éviter un conflit avec la berge interne de la plaie lors de la préparation et de la mise en place des vis (Fig. 3).

Un appui-bras permet de stabiliser le membre supérieur durant l'intervention. Le patient est placé au bord de la table de manière à ce que le moignon de l'épaule soit libre et que la tête humérale puisse être écartée vers l'arrière.

Avant la mise en place du champ opératoire, un examen sous anesthésie générale comparatif peut être réalisé pour quantifier la laxité dans les différents plans. L'absence de déplacement anormal est cotée 0, une légère translation ne dépassant pas le rebord glénoïdien est cotée +, une translation dépassant le rebord glénoïdien mais se réduisant spontanément est cotée ++, la reproduction d'une luxation complète de l'articulation est cotée +++ [19-21]. La fiabilité et l'utilité de ces informations qualitatives n'ont pas été évaluées, et il faut rester prudent quant à leur interprétation.

Le champ opératoire inclut la totalité du membre. La tête est maintenue sur un appui et la sonde d'intubation est orientée du côté opposé.

En cas de reprise, la crête iliaque est préparée pour une prise de greffe éventuelle ainsi que les autres sites de prélèvements (fascia lata, tendons de la patte d'oie...).

L'équipe opératoire comporte un(e) instrumentiste et un(e) aide opératoire en plus de l'opérateur.

Incision

L'incision cutanée débute habituellement 5 mm au-dessus du processus coracoïde et descend verticalement en direction du pli cutané de l'aisselle. Elle est plus verticale que l'incision deltopectorale classique pour que l'abord soit tangentiel au plan de la glène (Fig. 4). La partie basse de cette incision, débutant à 2 cm sous la pointe de la coracoïde, est suffisante compte tenu de l'élasticité de la peau. Certains proposent un abord axillaire antérieur pour diminuer la rançon esthétique [15, 22].

Abord articulaire

Le plan musculaire superficiel est exposé. Le repérage du sillon deltopectoral est plus facile à la partie haute de l'incision où un espace graisseux sépare le deltoïde du grand pectoral. La veine céphalique, inconstante, est repérée et laissée au contact du deltoïde car la plupart de ses branches naissent de son bord latéral [23]. Les branches médiales qui croisent le sillon sont ligaturées. Le deltoïde et le grand pectoral sont dissociés sur toute la hauteur de l'incision jusqu'au plan profond et écartés à l'aide d'écarteurs atraumatiques. Un écarteur contre-coudé est placé au-dessus de l'apophyse coracoïde permettant d'individualiser en abduction-rotation externe le ligament coracoacromial en dehors, le tendon conjoint en bas et le tendon du petit pectoral en dedans (Fig. 5), et de faire l'hémostase de la branche

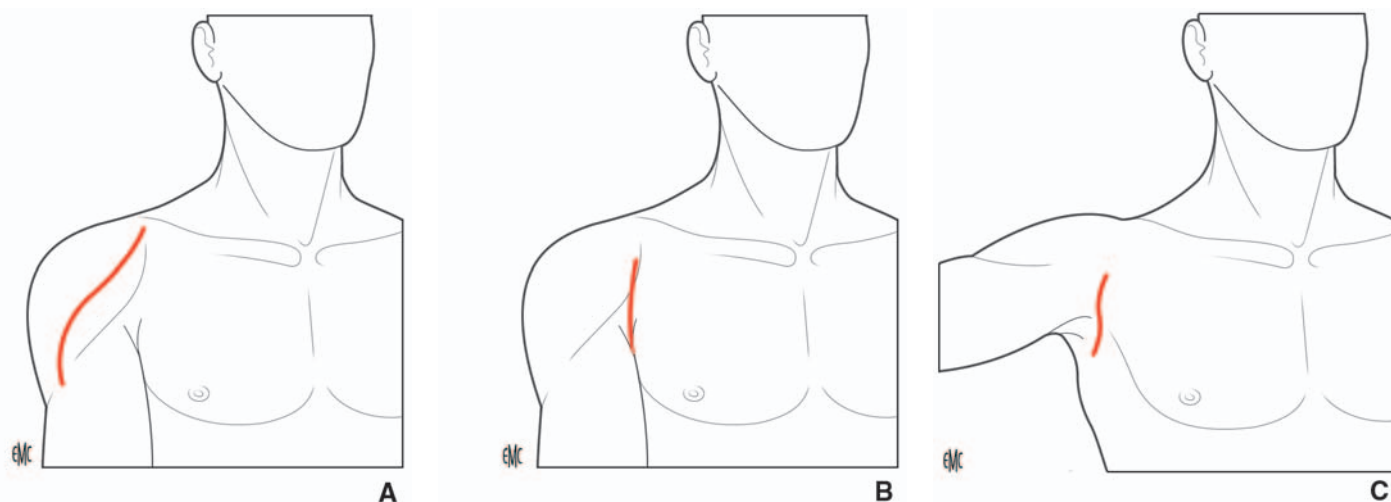


Figure 4. Abord deltopectoral classique (A), et ses variantes antérieure basse (B) et axillaire (C).

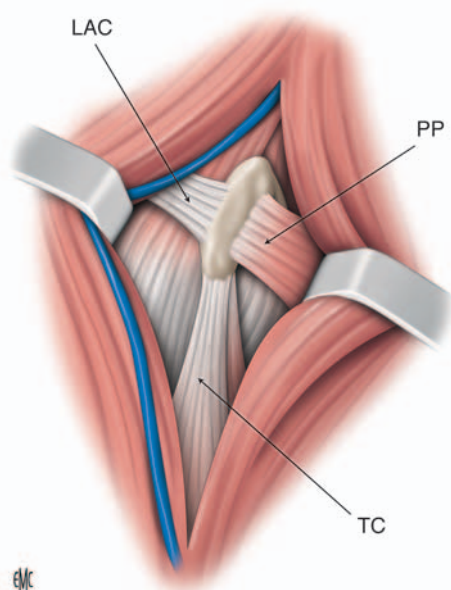


Figure 5. Ouverture du sillon deltopectoral avec l'apophyse coracoïde au centre, le tendon du petit pectoral en dedans (PP), le ligament acromioclaviculaire en dehors (LAC) et le tendon conjoint en bas (TC).

acromiale de l'artère acromiothoracique. Le fascia clavipectoral est incisé le long du bord latéral du tendon conjoint et du bord antérieur du ligament coracoacromial. L'abord peut nécessiter une section partielle des fibres hautes du tendon du grand pectoral. Une section des fibres hautes du tendon conjoint ou une ostéotomie de la pointe de la coracoïde peut être réalisée si le processus coracoïde n'est pas utilisé pour une butée. Le tendon conjoint est récliné en dedans par un écarteur mousse. La bourse sous-acromiale est ouverte pour placer un écarteur de Farabeuf (plutôt qu'un contre-coudé qui a tendance à subluser la tête vers l'avant) sous le deltoïde et pour visualiser la coiffe des rotateurs. Le membre supérieur est placé en rotation latérale pour exposer le subscapulaire. La palpation permet alors d'identifier le bord supérieur du subscapulaire en haut, le tubercule mineur en dedans et le rebord antérieur de la glène dont le repérage est facilité par des petits mouvements de rotation. Les vaisseaux circonflexes antérieurs sont identifiés au bord inférieur du subscapulaire. En cas de reprise, de rupture du subscapulaire ou de geste capsulaire inférieur, il est préférable de repérer le nerf axillaire et de l'isoler sur un lacs [24].

L'attitude vis-à-vis du subscapulaire est variable.

Pour Matsen [25], la section du subscapulaire et de la capsule est réalisée sans dissociation, verticalement à 1 cm de l'insertion sur le tubercule mineur. Dans ce cas, la réinsertion capsulaire est

réalisée par voie endoarticulaire, puis l'ensemble tendon et capsule est suturé bord à bord. Cette technique aurait l'avantage de préserver la vascularisation capsulaire [25, 26] (Fig. 6). Le même type de section était réalisée dans l'intervention de Putti-Platt correspondant à une capsulomyoplastie antérieure [27, 28], aujourd'hui abandonnée car responsable de raideur et d'arthrose secondaire.

Pour la plupart des auteurs [29], l'abord de la capsule se fait par section verticale du tendon du subscapulaire à mi-chemin entre l'insertion osseuse et la portion musculaire (Fig. 6). Le tendon est mis sur fils et la section est réalisée de bas en haut de façon progressive dans un plan légèrement oblique de dehors en dedans de manière à ne pas ouvrir la capsule. À la partie basse, il est recommandé de faire l'hémostase du pédicule artérioveineux circonflexe antérieur et de préserver les fibres musculaires les plus basses qui s'insèrent directement sur l'os. La section du subscapulaire impose une réparation tendineuse en fin d'intervention et une limitation de la mobilisation en rotation latérale pendant la phase de cicatrisation. Pour Gerber [30], la section du subscapulaire est indispensable pour pouvoir obtenir une exposition suffisante pour réaliser une exploration complète et des gestes capsulaires. Il insiste sur le caractère anatomique de la réparation du subscapulaire et sur l'intérêt de fermer la partie latérale de l'intervalle des rotateurs. Pour certains, la section du subscapulaire entraîne une perte de force et une atrophie musculaire définitive [31]. Goutallier [32] limite cette section verticale au tiers moyen du tendon en conservant le tiers supérieur et le tiers inférieur en continuité.

La section en L avec une branche verticale et une discision horizontale préservant le tiers inférieur du muscle a été proposée par Patte (Fig. 6) et reprise par Rockwood [22]. Cet abord permet de garder l'effet « hamac » inférieur et autorise un jour suffisant pour faire un geste capsulaire en restant éloigné du nerf axillaire [22]. Cependant, il impose une suture du tendon dans sa partie supérieure, et compromet la fonction et la trophicité du subscapulaire [33].

L'abord par discision horizontale du subscapulaire dans le sens des fibres est réalisé à la partie moyenne (Fig. 6). Cet abord est recommandé par Walch pour la mise en place d'une butée et par Jobe pour les gestes capsulaires [34, 35]. L'absence de désinsertion tendineuse permet d'autoriser une reprise précoce de la rééducation, et diminue les séquelles fonctionnelles et l'atrophie du muscle [33]. La discision des fibres est débutée à hauteur de l'interligne articulaire en respectant la capsule. En dedans, elle doit rester limitée pour ne pas risquer une atteinte des branches nerveuses du nerf subscapulaire et du plexus. Une spatule permet de décoller les fibres musculaires en haut et en bas pour placer des écarteurs. Latéralement, la capsule est adhérente au tendon, imposant une libération au bistouri pour pouvoir écarter facilement les deux berges musculaires.

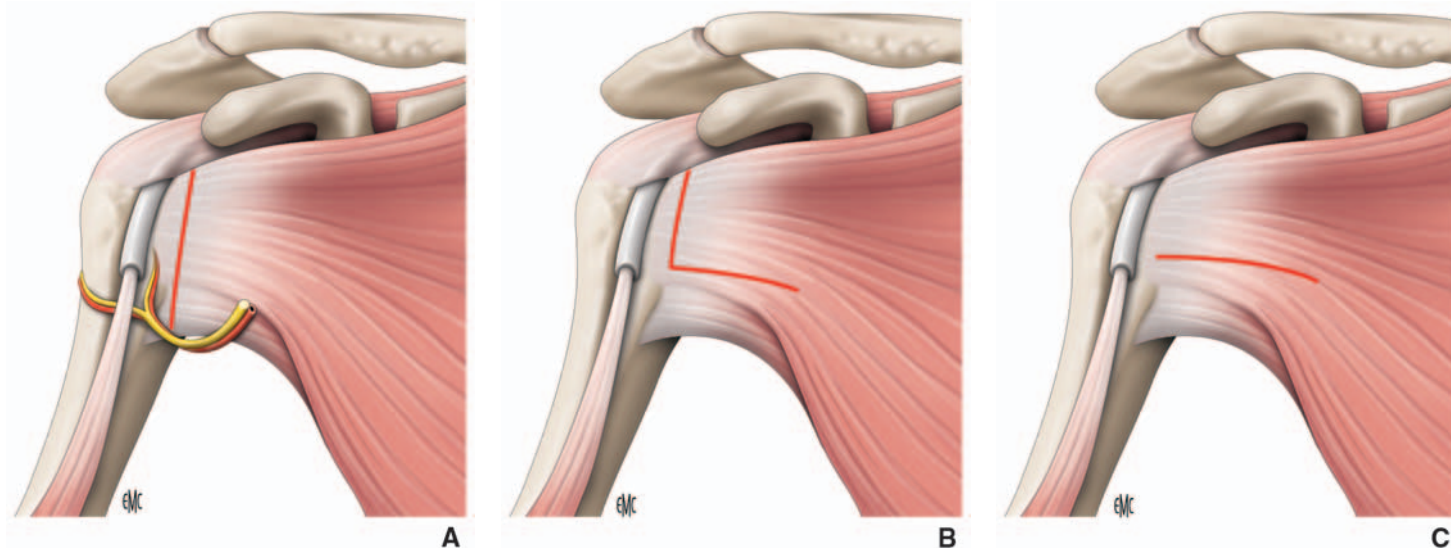


Figure 6. Différentes modalités d'ouverture du subscapulaire.

- A.** Section verticale.
- B.** Incision en L.
- C.** Incision horizontale.

Enfin, il faut citer la possibilité de réaliser une section en L de la partie basse du subscapulaire avec une branche horizontale à la partie moyenne et une branche verticale sur le tiers inférieur du tendon. Cet abord impose l'hémostase des vaisseaux circonflexes antérieurs. Il est proposé pour traiter de façon isolée une désinsertion humérale du ligament glénohuméral inférieur [36].

Si la voie d'abord comprend une section du subscapulaire, la réparation du tendon est une étape importante qui va conditionner les modalités de la rééducation postopératoire.

■ Réparations capsuloligamentaires

Les procédés de réparation capsuloligamentaires répondent à deux principes. L'intervention de Bankart, et ses dérivés, correspondent à une réparation des lésions labroligamentaires antérieures par réinsertion sur le rebord glénoïdien. Le deuxième type de procédé correspond à des techniques de remise en tension capsulaire, ou capsulorraphies, et s'adresse préférentiellement aux instabilités survenant dans un contexte d'hyperlaxité.

Intervention de Bankart

Description

L'abord de la capsule est réalisé classiquement par section verticale du subscapulaire [37], mais un abord par discision horizontale est possible [38]. Un écarteur contre-coudé est placé en avant du col de la scapula et un deuxième est glissé au bord inférieur. Une capsulotomie verticale est réalisée 0,5 cm en dehors du rebord glénoïdien. L'arthrotomie permet l'exploration de la tête humérale et des lésions capsulolabiales. Un écarteur contre-coudé est glissé dans l'articulation et repousse la tête en arrière en s'appuyant sur le bord postérieur de la glène. La lésion de Bankart typique correspond à une avulsion du labrum et des ligaments glénohuméraux moyen et inférieur. Cette lésion peut cicatriser en position vicieuse, définissant les *anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion* (ALPSA) décrites par Neviaser [39], ou s'associer à un fragment osseux avulsé (*bony Bankart lesion*). Dans ce cas, l'intervention débute par une libération du complexe capsulolabral ou du fragment osseux de manière à pouvoir mobiliser facilement ces éléments pour les ramener à hauteur du rebord glénoïdien antérieur.

Après avivement du rebord glénoïdien, trois orifices transosseux sont forés dans la marge antérieure de la glène à 2 heures,

4 heures et 6 heures. Les orifices doivent émerger à une distance minimale de 3 mm du rebord glénoïdien et être espacés d'au moins 6 mm pour éviter une fracture des ponts osseux. Des instruments rectilignes (pointe carrée, mèche fine), puis des instruments courbes (pince à champs, crochet, pointe courbe) sont utilisés successivement pour compléter les tunnels. Des fils non résorbables montés sur des aiguilles à court rayon de courbure sont passés dans les tunnels. Le premier temps consiste à passer chaque fil dans le lambeau capsulaire latéral, en position coudée au corps à 35° de rotation externe. Les brins sont conservés puis passés en U dans le lambeau capsulaire médial pour fermer le décollement périosté (Fig. 7). Le respect de la position de rotation latérale lors du serrage des points capsulaires est essentiel pour éviter une raideur postopératoire qui expose à l'arthrose à long terme [40].

Variantes

L'utilisation de système d'ancrages transosseux résorbables ou non, montés sur fils, facilite la mise en place des fils. Des ancrs sont placées sur le rebord glénoïdien ou sont légèrement médialisées sur le cartilage de manière à recréer un bourrelet après serrage des fils [30, 41-44]. Il faut contrôler l'absence de saillie intra-articulaire de l'ancre qui peut être responsable de dégâts articulaires majeurs et d'une arthrose précoce [45]. Trois ancrs au moins sont nécessaires [46].

Matsen conseille de réaliser la réinsertion capsulolabrale par voie endoarticulaire, après section latérale commune du subscapulaire et de la capsule. Les points sont noués sur la capsule pour recréer la concavité articulaire [25, 47].

Historiquement, d'autres procédés de fixation utilisant des fils d'acier, des agrafes ou des sutures transscapulaires ont été proposés et sont maintenant abandonnés [48, 49].

La principale modification apportée à l'intervention de Bankart est l'association d'un geste de capsulorraphie [50, 51] lorsqu'il existe une hyperlaxité associée ou l'association d'une butée osseuse quand il existe une fracture du rebord glénoïdien [52].

Capsulorraphies

Les capsulorraphies sont des gestes de remise en tension capsulaire. Ces gestes sont justifiés lorsqu'il n'existe pas de décollement labroligamentaire permettant de faire une intervention de Bankart ou dans les cas d'hyperlaxité ligamentaire associée. Pour Bigliani [50], un geste de capsulorraphie est toujours associé à une intervention de Bankart, considérant qu'il existe une distension plastique de la capsule avant la

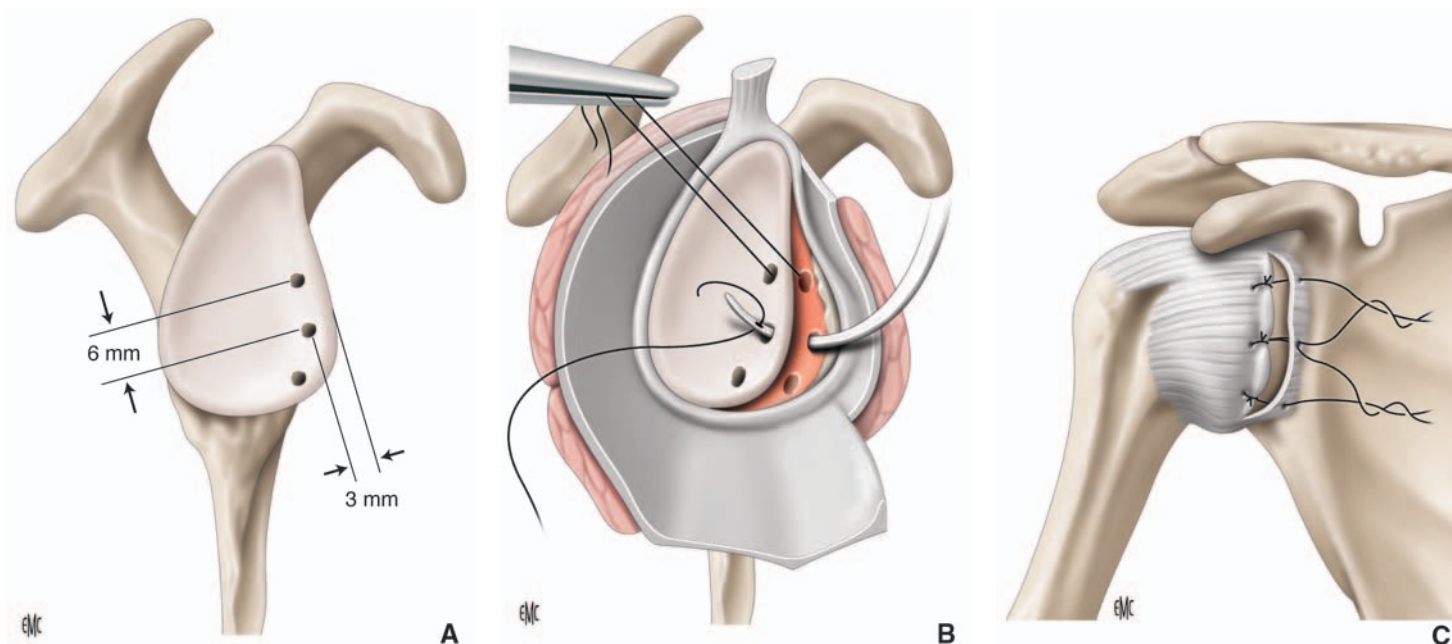


Figure 7. Technique de Bankart.

A. Préparation des orifices de passage des fils.

B. Passage des points transosseux.

C. Suture première du lambeau capsulaire externe, puis passage des points dans le lambeau capsulaire interne.

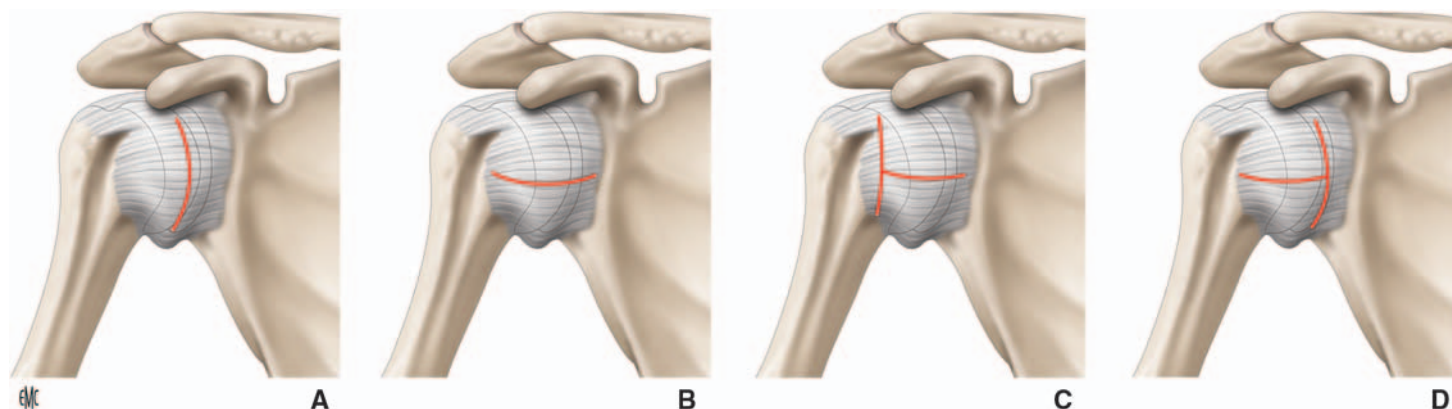


Figure 8. Différentes modalités de section capsulaire.

A. Incision verticale.

B. Incision horizontale.

C. Incision en T à branche verticale latérale.

D. Incision en T à branche verticale médiale.

rupture ligamentaire. Selon le type d'incision (Fig. 8) et de réparation capsulaire, on distingue plusieurs types de capsulorraphie.

Historiquement, le premier type de retension capsulaire proposé consistait en une capsulotomie juxtaglénodienne, puis une remise en tension « est-ouest » par suture première du lambeau capsulaire latéral au bourrelet suivi d'une suture en paletot du lambeau capsulaire médial [53]. Ce procédé de stabilisation antérieure était proposé en l'absence de lésion de Bankart. L'inconvénient principal de cette technique est qu'elle entraîne une limitation de la rotation latérale, voire une translation postérieure de la tête humérale si la tension antérieure est exagérée. Théoriquement, un raccourcissement de 5 mm de la capsule antérieure entraîne une perte de 10° de rotation externe [46]. Le principe d'une incision verticale médiane de la capsule a été repris par Rockwood [22]. Considérant qu'il existe toujours une distension de la capsule, ces auteurs ont proposé de fixer d'abord le lambeau capsulaire médial par des points transosseux, puis de ramener le lambeau capsulaire latéral en paletot sur le lambeau capsulaire médial

avec un effet de retension de dehors en dedans et de bas en haut adapté en fonction de la distension (Fig. 9A).

Neer et Foster en 1980 ont décrit l'*inferior capsular shift* pour répondre au problème des hyperlaxités multidirectionnelles [54] (Fig. 9B). À l'inverse de l'intervention de Bankart, l'incision de la capsule est effectuée verticalement sur le versant huméral avec les fibres profondes du subscapulaire qui sont laissées au contact. Une incision capsulaire complémentaire horizontale est effectuée entre les ligaments glénohuméraux moyen et inférieur jusqu'au col de la scapula. Après avivement du col de l'humérus, les lambeaux capsulaires sont réinsérés par suture croisée. Le lambeau inférieur est attiré vers le haut et réinséré en haut, et constitue le plan profond. Le lambeau supérieur est amené en bas et forme le plan superficiel. Les sutures sont effectuées à 10° de rotation externe et une immobilisation postopératoire en rotation interne est laissée en place pour 6 semaines. Bigliani [50] aborde la capsule selon le même principe et associe une réinsertion capsulolabrale par voie endoarticulaire quand il existe une lésion de Bankart. Craig [55] insiste sur le niveau de fixation du lambeau capsulaire inférieur : le site de fixation

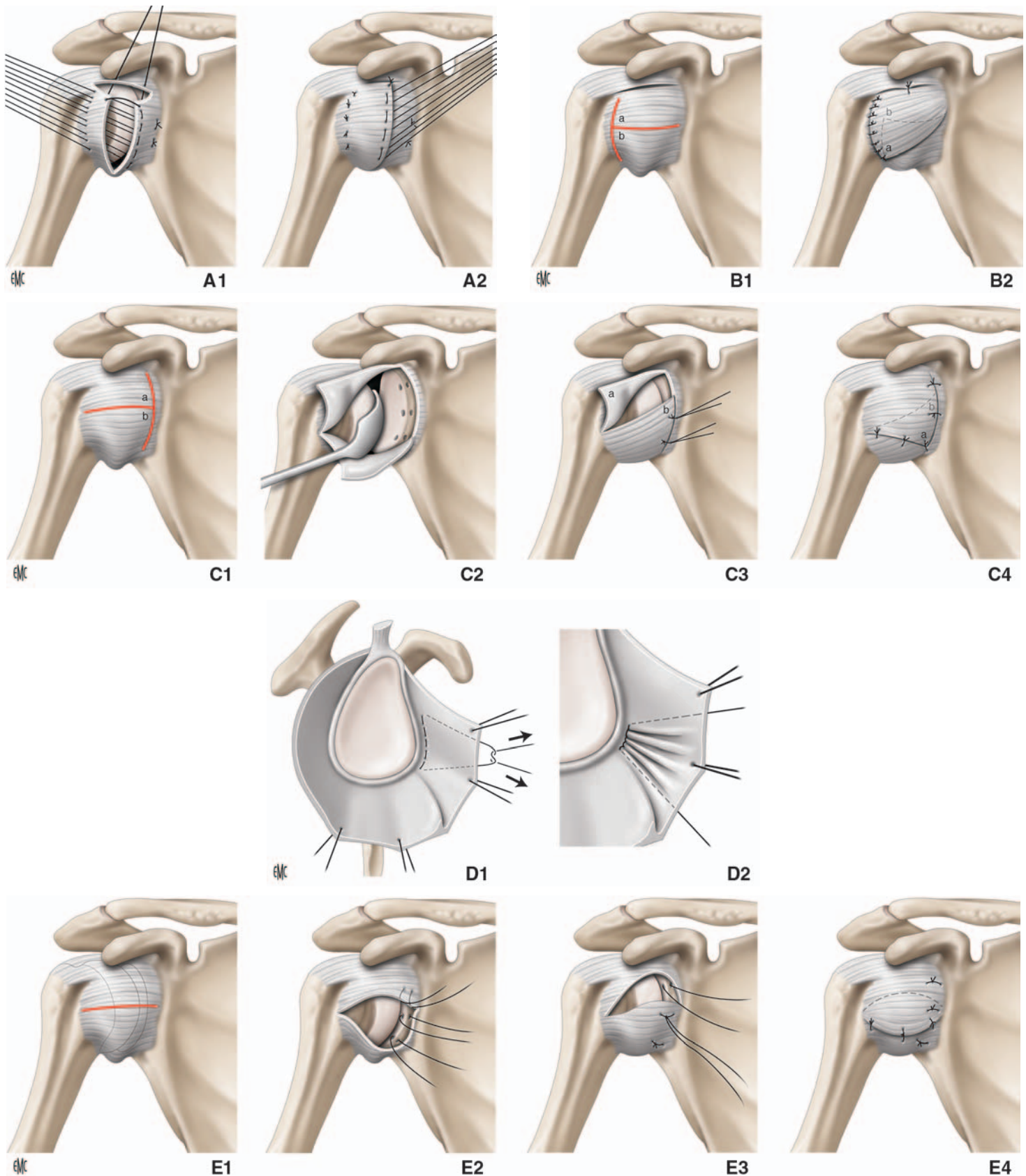


Figure 9. Procédés de capsulorrhaphie.

A. Capsular imbrication de Rockwood.

B. Inferior capsular shift de Neer.

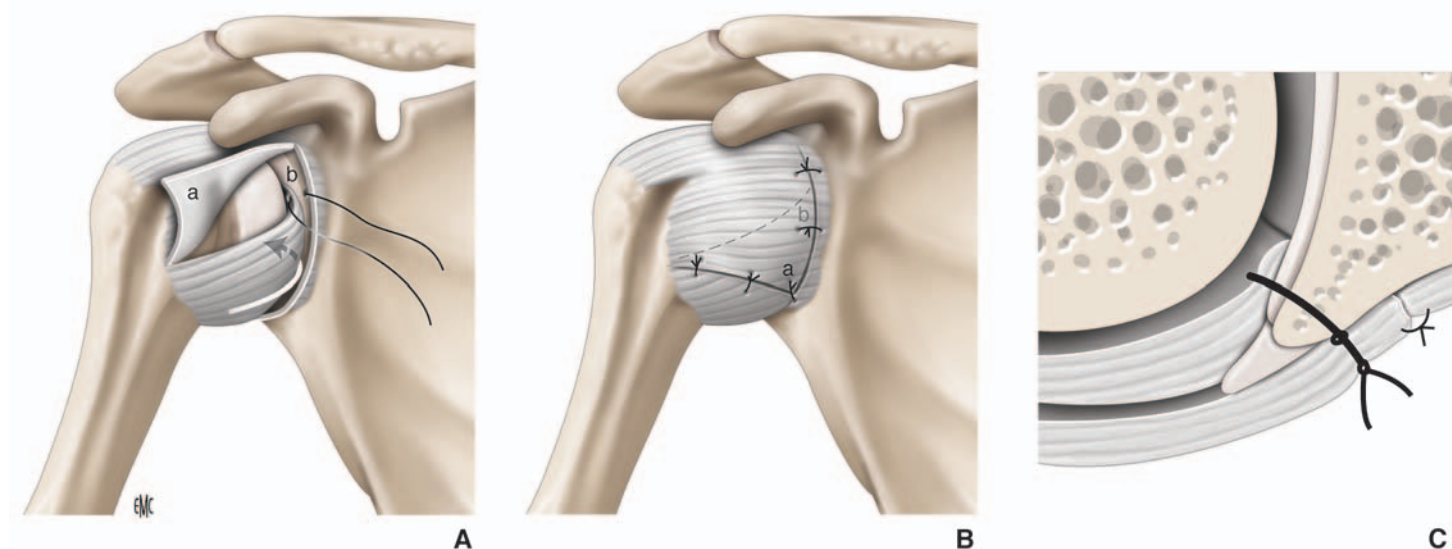
C. Plastie en T selon Altchek.

D. Modification de Flatow avec plicature verticale.

E. Variation proposée par Zarins.

latérale du lambeau inférieur correspond au niveau auquel on peut amener facilement le lambeau à 35° de rotation externe. Pour Flatow [56], la capsule est incisée verticalement, puis

l'opérateur teste la distension de la capsule inférieure en introduisant l'index dans le récessus inférieur. Le point de fixation est choisi en fonction de la tension obtenue en

**Figure 10.**

A, B, C. Reconstruction du labrum et d'un effet butée par suture du lambeau capsulaire inférieur sur le versant endoarticulaire et du lambeau supérieur sur le versant extra-articulaire du rebord glénoïdien.

remontant le lambeau inférieur. Quand la capsule antérieure est fine et de mauvaise qualité, le même auteur conseille de réaliser une plicature « nord-sud » de la capsule (Fig. 9D). Warner [57] réalise une retension capsulaire sélective. Le lambeau capsulaire inférieur est fixé à 45° d'abduction, 20° de flexion antérieure, 45° de rotation externe. La rotation externe est adaptée en fonction des activités pratiquées (90° pour un lanceur de *baseball*). Le lambeau capsulaire supérieur et l'intervalle des rotateurs sont réinsérés en position de rotation externe et d'adduction.

En cas d'instabilité antérieure avec hyperlaxité inférieure, Altchek [58] recommande une incision capsulaire en T avec une branche verticale médiale pour associer un geste de capsulorraphie à une réinsertion capsulolabrale transosseuse (Fig. 9C). Zarins [59] associe une réinsertion capsulolabrale à une retension capsulaire inférieure par une incision horizontale de la capsule (Fig. 9E). Itoi [60] a démontré dans une étude clinique comparative que la capsulotomie horizontale était supérieure à la capsulotomie en T pour la récupération de la rotation externe en abduction. Quand il n'existe pas de lésion de Bankart, Jobe [34] recommande de sectionner la capsule au ras du labrum laissé en place, de fixer le lambeau capsulaire inférieur sur le versant endoarticulaire du labrum et le lambeau supérieur sur le versant extra-articulaire pour faire un effet butée (Fig. 10).

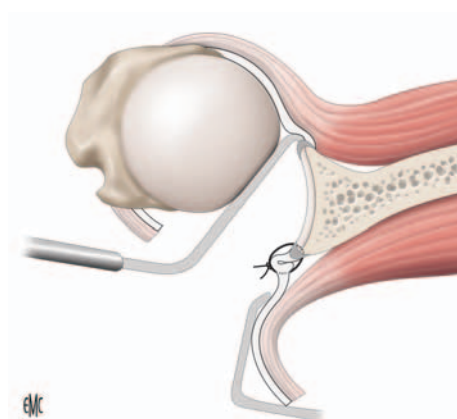
Dans les cas d'hyperlaxité, le geste peut se limiter à une plicature capsulaire quand il n'existe pas de lésion de Bankart. Ces gestes, actuellement surtout réalisés sous arthroscopie, ont été décrits à ciel ouvert. Pour Altchek [61], il s'agit d'une suture en paletot de la capsule après incision horizontale. Pour Matsen, la capsule est plicaturée et fixée au labrum après incision verticale latérale (Fig. 11). Pour augmenter la concavité glénoïdienne, améliorer la cicatrisation et augmenter l'effet butoir, Matsen propose de pratiquer une injection de sang autologue dans la plicature.

Capsulomyorrhaphies

Le point commun des ces interventions est d'agir sur les parties molles en raccourcissant le subscapulaire pour réduire la rotation externe. Ces interventions n'étant plus réalisées, nous nous limiterons à une description succincte de la technique opératoire.

Intervention de Putti-Platt

La technique comprend une section verticale du subscapulaire et de la capsule 2 cm en dedans de la coulisse bicipitale. Le lambeau capsulomusculaire externe est suturé au bourrelet au

**Figure 11.** Reconstruction du labrum par plicature capsulaire selon Matsen.

rebord antérieur de la glène et le lambeau capsulomusculaire interne est suturé en paletot en position de rotation neutre. Pour limiter la perte de rotation externe, une modification technique a été proposée en suturant les deux lambeaux en paletot avec des points en U sans réaliser la suture sur le bourrelet.

Intervention de Magnusson-Stack

Il s'agit d'une transposition latérale du tubercule mineur qui est détaché avec l'insertion du subscapulaire et fixé par agrafage, en rotation interne, dans une gouttière osseuse creusée sur la face antérieure du tubercule majeur. La fixation peut être effectuée plus bas sur la métaphyse humérale pour avoir un effet d'abaissement du subscapulaire.

Intervention de Boytchev

La pointe de l'apophyse coracoïde est détachée après dissection des deux berges du tendon conjoint, puis elle est passée de bas en haut sous le tendon du subscapulaire et réinsérée dans sa position initiale. Pour certains, le tendon du petit pectoral peut être laissé en continuité avec la pointe de la coracoïde, mais cela ne modifie pas le taux élevé d'échec de cette technique [62]. Pour Shibata [63], le transfert agit en améliorant la proprioception de l'épaule par l'intermédiaire d'une augmentation de pression entre la tête et le subscapulaire.

Gestes osseux

Trois types de gestes osseux sont décrits dans le traitement des instabilités antérieures. Le premier type correspond aux butées dont le point commun est de réaliser un butoir osseux qui s'oppose au déplacement antérieur de la tête humérale. Le deuxième type d'intervention vise à combler une encoche volumineuse pour éliminer l'effet d'accrochage. Le troisième type cherche à corriger l'orientation des structures osseuses par ostéotomie de la scapula ou de l'humérus.

Butées

Popularisées par Latarjet [64], puis par Bristow et Helfet [65] dans les années 1950, les butées coracoïdiennes représentent encore une technique de référence très utilisée en Europe. Les butées iliaques sont surtout proposées dans la chirurgie de reprise et les autres types de butées ont été quasiment abandonnés. La grande majorité des partisans des butées utilisent la technique de triple verrouillage de Patte [66].

Triple verrouillage de Patte

Principes

- Cette technique comporte (Fig. 12) :
- le vissage stable, sous-équatorial, affleurant au rebord antérieur de la glène, d'une butée couchée correspondant à la partie horizontale de l'apophyse coracoïde qui agit par effet d'élargissement du diamètre antéropostérieur de la glène (glénoplastie) ;
 - la conservation de la continuité des fibres musculotendineuses du tiers inférieur du sous-scapulaire ;
 - la suture du lambeau capsulaire externe au centimètre inférieur du ligament coracoacromial dont l'insertion coracoïdienne a été préservée.

“ Points essentiels

Étapes de la réalisation d'une butée coracoïdienne

- Voie deltopectorale.
- Prélèvement de la butée.
- Préparation de la butée.
- Dissociation du sous-scapulaire.
- Capsulotomie et exploration.
- Positionnement et fixation de la butée.

À cette technique de base, séduisante et efficace, nous associons la préservation des fibres du sous-scapulaire dont la continuité n'est pas interrompue ; ceci a le double avantage de permettre d'emblée la rééducation dans le secteur de rotation externe et d'éviter l'altération fibreuse du tendon sous-scapulaire. Par ailleurs, nous avons opté pour un mode de fixation de la butée qui semble être à même d'assurer stabilité et fusion, et d'éviter l'ostéolyse secondaire du greffon.

Phase 1 : prélèvement de la butée

La branche horizontale de l'apophyse coracoïde est exposée par la mise en place d'un écarteur contre-coudé glissé au-dessus de l'apophyse coracoïde. Les berges interne puis externe du tendon conjoint coracobiceps sont disséquées. On réalise à ce stade l'hémostase de la branche acromiale de l'artère acromio-thoracique. La bourse sous-coracoïdienne est effondrée, permettant le repérage de la face profonde de l'apophyse coracoïde et de son genou. La branche horizontale est libérée en dedans de l'insertion du petit pectoral au bistouri électrique. En dehors, le ligament coracoacromial est sectionné en son milieu, de sorte que 1 centimètre de ligament reste inséré à la butée. L'ostéotomie est effectuée à la scie, permettant d'emporter en biseau toute la portion horizontale et une partie de la corticale antérieure de la portion verticale.



Phase 2 : préparation de la butée

Le greffon est saisi à l'aide d'une pince de Museux, puis libéré prudemment de ses attaches profondes sur le bord externe du tendon conjoint sans jamais disséquer son bord interne, pour éviter le risque de lésion du musculocutané. Le greffon est retourné et sa face profonde avivée à la pince de Liston ou à la scie ; la face profonde doit garder sa concavité si le bord antéro-inférieur de la glène est intact, elle doit être rectiligne s'il est émoussé ou fracturé. Deux orifices parallèles sont forés à la mèche de 3,2 mm, à partir de la face profonde (un seul orifice en cas de petite apophyse coracoïde). Après évaluation à la jauge de son épaisseur, le greffon est mis en attente sous le muscle grand pectoral et y est maintenu par la valve de l'écarteur autostatique qui maintient l'écart deltopectoral.

Phase 3 : dissociation sous-scapulaire

En position de rotation externe maximale, le tendon sous-scapulaire est repéré à ses bords inférieur et supérieur et à sa jonction tendinomusculaire. En zone charnue, à la jonction des deux tiers supérieurs et du tiers inférieur, on dissocie les fibres dans leur sens, au bistouri électrique, puis aux ciseaux de Mayo. La dissociation est étendue en dedans par insertion, dans le plan de clivage, d'une compresse plombée, dégageant la fosse sous-scapulaire. La dissociation est poursuivie en dehors, jusqu'au trochin, au bistouri électrique, puis maintenue par deux écarteurs.

Phase 4 : capsulotomie et exploration

Le membre en rotation neutre, la capsule devient visible sur toute sa hauteur. Après repérage instrumental du rebord antérieur de la glène, on incise verticalement la capsule en regard. L'incision est conduite pas à pas en haut, puis en bas. La rotation interne facilite l'arthrotomie. Deux écarteurs contre-coudés sont positionnés aux bords supérieur et inférieur de la glène. La rotation interne maximale permet d'insérer un rétracteur de tête humérale, accroché au bord postérieur de la glène. L'exploration du bourrelet, du cartilage glénoïdien et du site d'insertion des ligaments glénohuméraux est alors possible. Le lambeau capsulaire interne et le bourrelet sont réséqués, de même qu'un éventuel fragment osseux. Le bord antéro-inférieur de la glène est exposé au bistouri, puis avivé à la curette et à l'ostéotome.

Phase 5 : vissage de la butée

Seul l'écarteur du pôle inférieur de la glène est maintenu en place. La butée est insérée dans l'espace dissocié, apposée au rebord antéro-inférieur de la glène. Le membre étant en rotation interne, on vérifie son positionnement affleurant. Il faut impérativement éviter une butée débordante en dehors et préférer, dans le doute, une butée située quelques millimètres en dedans du rebord glénoïdien. La mèche de 3,2 mm est introduite dans l'orifice de forage inférieur du transplant, et transfixie le col de la glène d'avant en arrière et de bas en haut. On a pris soin de vérifier l'orientation de la surface articulaire pour diriger le méchage parallèlement à elle. La butée étant provisoirement réclinée, l'orifice transosseux est jaugé. Une vis malléolaire AO (de 30 à 40 mm de longueur), à prise corticale postérieure, fixe la butée ; son vissage incomplet permet de préserver un arc de rotation et de repositionner au mieux la butée à sa partie supérieure ; puis on réalise le vissage par une vis malléolaire AO de l'orifice supérieur et le serrage des vis.

Phase 6 : fermeture

On suture, par trois points séparés de fil résorbable, le reliquat de ligament coracoacromial au lambeau capsulaire externe. La suture s'effectue en rotation externe ; il est préférable d'y renoncer si la rotation externe passive s'en trouve entravée. On suture sans tension les deux portions latérales, supérieure et inférieure, du tendon sous-scapulaire, sans omettre de retirer la compresse de la fosse sous-scapulaire. On vérifie la liberté articulaire dans tous les secteurs d'amplitude. La tranche de section coracoïde est tapissée à la cire d'Orsley, puis on ferme les plans superficiels sur drainage aspiratif.

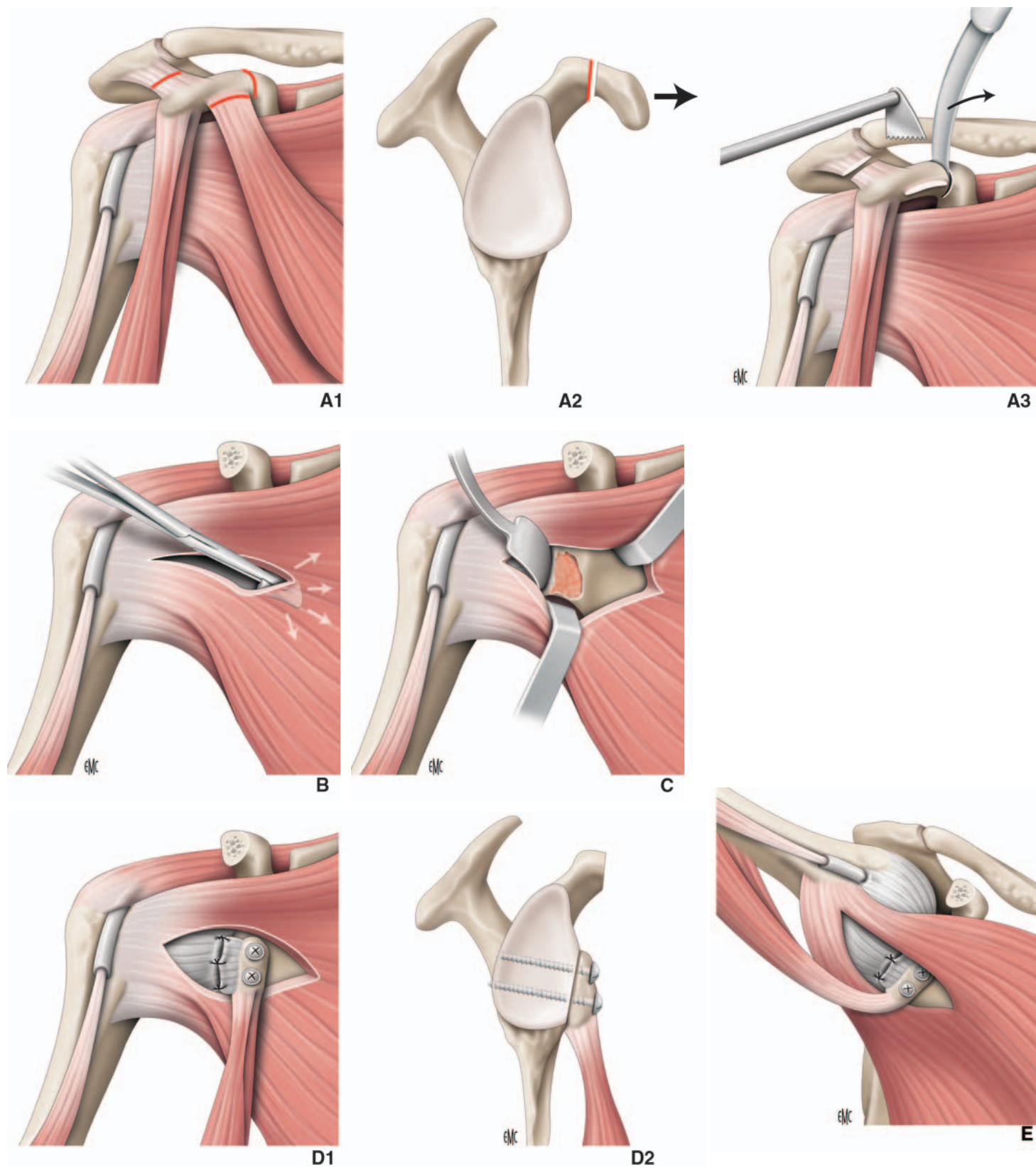


Figure 12.
A, B, C, D, E. Technique de la butée de Patte.

Variantes et recommandations

La technique originale de Patte [66] comportait une incision en L du subscapulaire avec conservation du tiers inférieur du tendon. Allain et Goutallier [32] ont rapporté dans leur série 18 cas traités par section verticale du subscapulaire limitée au tiers moyen avec suture terminoterminal en fin d'intervention pour diminuer les répercussions sur la rotation externe. Les conséquences de cette section sur la fonction et sur la trophicité du muscle ne sont pas connues. Torg [67] rapporte une série de

207 cas traités par butée coracoïdienne passée au-dessus du subscapulaire sans section tendineuse, avec de bons résultats en termes de stabilité mais une perte de mobilité et de force en rotation. Au contraire, Waever [68] propose de sectionner verticalement le tiers inférieur du subscapulaire, de fixer la butée et de refermer le muscle au-dessus de la butée. Des travaux récents ont montré que la section verticale du subscapulaire complète ou en L s'accompagne d'une atrophie musculaire [31, 33] qui n'est pas constatée après discision horizontale.

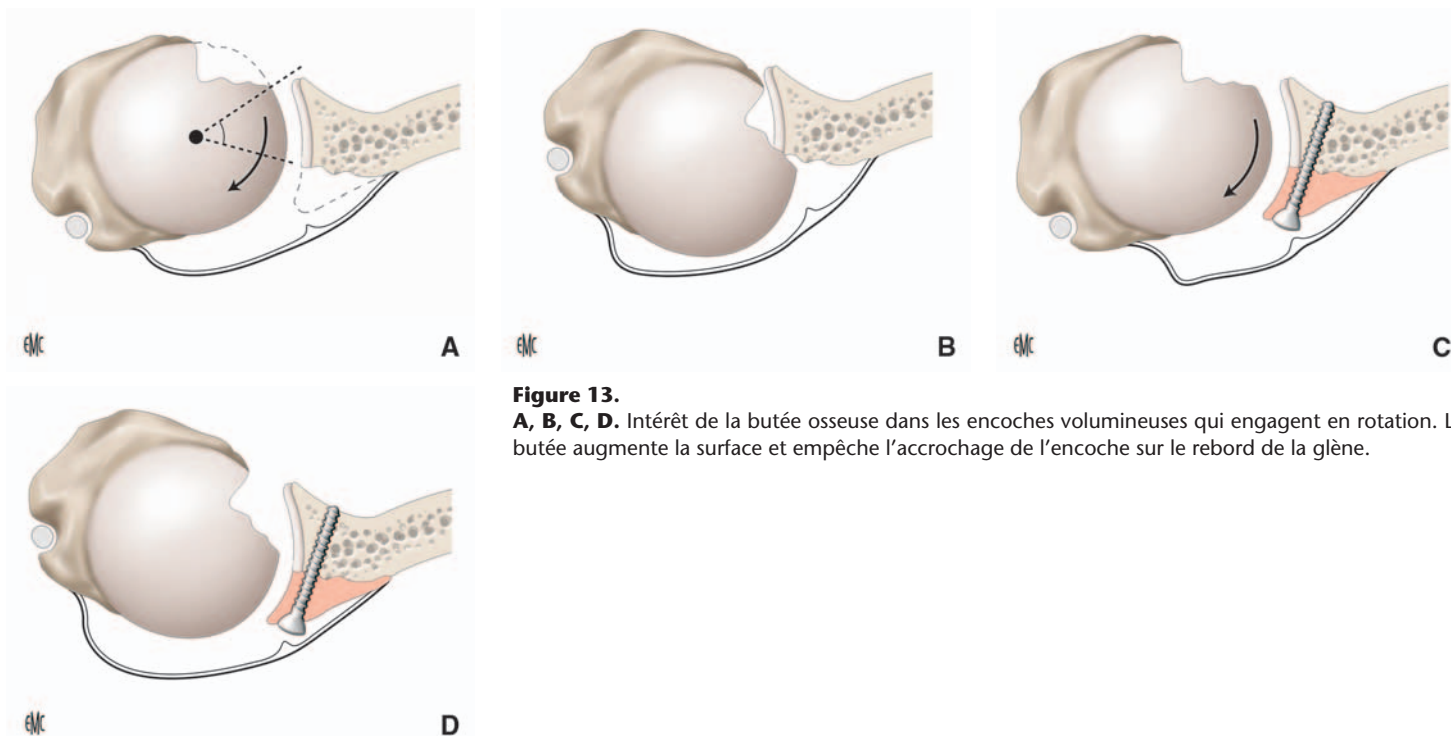


Figure 13.

A, B, C, D. Intérêt de la butée osseuse dans les encoches volumineuses qui engagent en rotation. La butée augmente la surface et empêche l'accrochage de l'encoche sur le rebord de la glène.

Le positionnement de la butée est un élément déterminant sur la survenue d'une arthrose à long terme. Une butée débordante est génératrice d'arthrose, une butée trop médiale expose au risque d'instabilité résiduelle [35] et une butée trop haute est une cause d'échec [69, 70]. La butée doit être placée idéalement en position sous-équatoriale. La butée « couchée » est préférable à la butée « debout » qui consolide moins bien [35].

La qualité du vissage est importante. En effet, les complications liées au matériel de fixation représentent la principale cause de reprise chirurgicale. La vis doit être positionnée tangentiellement à l'interligne. Un vissage trop oblique vers le dedans risque d'entraîner un conflit entre la tête de vis et la tête humérale, responsable de douleur et d'arthrose secondaire [69, 71]. Pour Schroder [72], un vissage unique appuyé sur une rondelle est suffisant. Cependant, ce type de montage contrôle moins bien la rotation du greffon et augmente les risques de lyse de la butée [35]. Un vissage double est préférable, avec des vis passant la corticale postérieure de 1 ou 2 mm [73]. Les vis malléolaires sont utilisées quand la butée est suffisamment volumineuse ou des vis de 3,5 mm de diamètre si la butée est plus petite. Pour Cassagnaud [73], les vis malléolaires ont une pointe trop agressive, imposent une saillie postérieure pour disposer d'une prise bicorticale et sont fréquemment à l'origine de douleurs postérieures. Les vis trop longues sont mal tolérées et doivent souvent être enlevées [69]. L'utilisation de chevilles résorbables sans tête a été proposée pour diminuer les risques liés à la présence du matériel [74]. Cela ne supprime pas complètement les risques liés à la présence des vis puisque la plupart des implants sont encore visibles à 3 ans [75], et le risque de fracture de la vis résorbable est plus important que pour une vis en acier.

La réalisation d'un geste capsulaire associé à la butée est discutée. Pour Walch [76], la réalisation d'une plastie capsulaire associée ne modifie pas le risque de récurrence chez les sujets hyperlaxes. Pour Collin [77], il est préférable de réaliser un geste de capsuloplastie quand il existe une hyperlaxité associée. La capsuloplastie permet selon l'auteur de diminuer le risque de récurrence, mais entraîne une limitation de la rotation externe. Le lambeau capsulaire externe peut être refixé au rebord glénoïdien par des ancrs avant de positionner la butée, par des points transosseux dans la butée ou par suture au reliquat de ligament coracoacromial. Si un geste capsulaire est réalisé, il doit être effectué en rotation externe à 30° pour éviter une restriction trop importante de la mobilité.

Autres butées

Butées iliaques

Les interventions stabilisatrices utilisant une butée iliaque sont dérivées de l'intervention d'Eden décrite en 1918 et reprise par Hybinette en 1932. Dans la technique originale, l'abord était mené par section verticale du subscapulaire, puis une décortication ostéopériostée était réalisée à la face antérieure de la glène. Le greffon était glissé sous le décollement périosté et maintenu sans ostéosynthèse par simple suture en paletot de la capsule antérieure et du subscapulaire. Ce procédé est encore utilisé dans les cas de reprises, quand il existe un defect osseux antérieur volumineux ou une encoche de Maligne volumineuse qui s'engage en rotation (Fig. 13). Différentes variations techniques sont proposées en fonction du type de greffon utilisé, du positionnement et du mode de fixation.

Hutchinson [78] a rapporté de bons résultats à propos de 14 cas opérés pour luxation antérieure récidivante dans le cadre d'une épilepsie. Il utilise une butée tricorticale, couchée et fixée par deux vis 4,5 mm sur la face antérieure de la glène en modelant le versant externe pour s'adapter à la concavité (Fig. 14). Warner [24] place un greffon tricortical (3 cm × 2 cm) en position « debout », appuyé sur la glène par la tranche de section, de sorte que la corticale interne du greffon reproduise la concavité de la glène. Des fils sont passés autour des vis pour refixer la capsule. Matsen [79] recommande d'utiliser un greffon bicortical prélevé sur la corticale externe et positionné par sa face spongieuse après avoir passé des points transosseux sur le bord antérieur de la glène. La butée est d'abord fixée par deux vis en position débordante, puis elle est modelée à la fraise. La capsule est fixée sous la butée par les points transosseux, puis des fragments d'os spongieux sont glissés entre la capsule et la butée pour faciliter le remodelage du greffon. Dans cette technique, la butée est donc en position extracapsulaire.

Quel que soit le type de greffon utilisé, il faut insister sur l'effet néfaste d'une butée débordante en avant et sur la nécessité de s'assurer de l'absence de conflit entre la tête humérale et le matériel de fixation.

Resch [80] propose une technique de butée iliaque encastrée en forme de J. Pour l'auteur, cette technique est indiquée lorsqu'il existe un defect osseux antérieur ou dans les cas de reprise. L'articulation est abordée par dissection horizontale du subscapulaire. Après ablation des fragments et du labrum, une ostéotomie d'ouverture de la glène est réalisée à 5 mm du

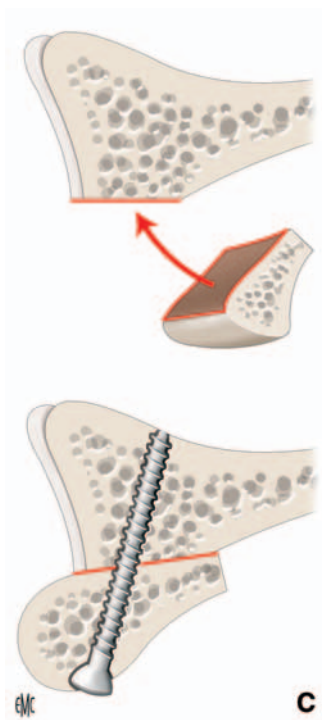
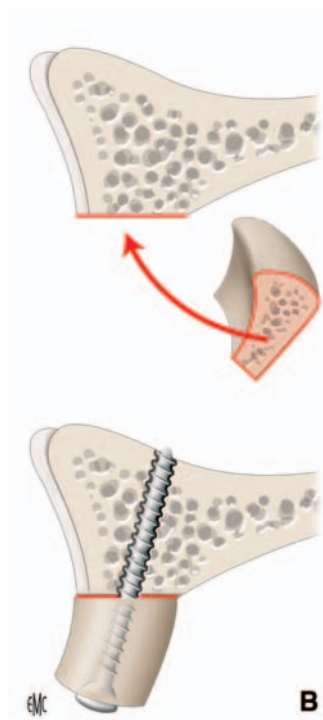
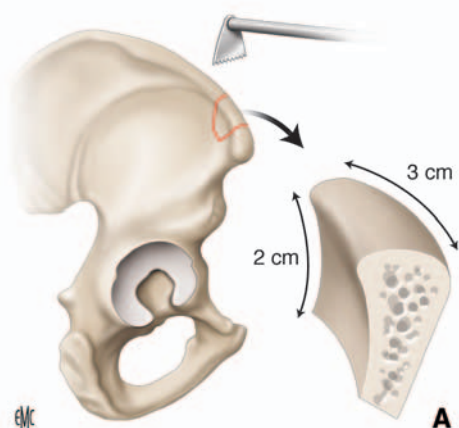


Figure 14. Différents modes de fixation du greffon iliaque.

A. Prélèvement d'un greffon tricortical.

B. Butée debout fixée par la tranche de section. La corticale interne reproduit la concavité de la glène.

C. Butée couchée. La corticale est avivée et posée sur la face antérieure de la glène, puis l'extrémité de la butée est retaillée à la fraise.

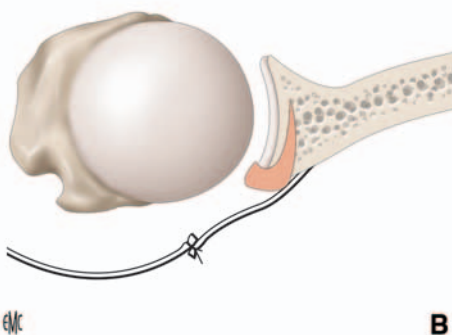
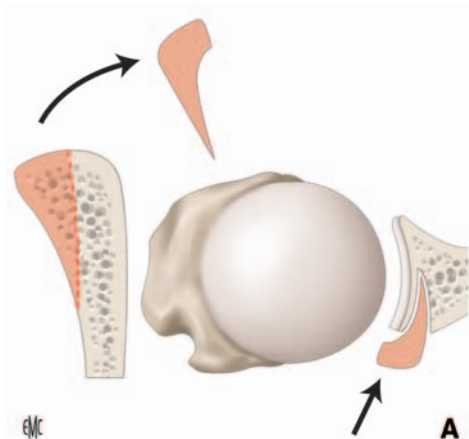


Figure 15.

A, B. Butée iliaque encastrée en J de Resch.

rebord glénoïdien, parallèlement à l'interligne. Un fragment osseux de 15 mm est prélevé sur la corticale externe de la crête iliaque, puis est taillé en forme de J avec une partie fine correspondant à la corticale et une partie plus épaisse comprenant de l'os spongieux. La partie corticale est introduite dans la zone d'ostéotomie jusqu'à ce que la zone spongieuse vienne au contact du rebord glénoïdien (Fig. 15). Enfin, la butée est modelée à la fraise pour s'adapter à la concavité de la glène sans débord. La capsule est refermée au-dessus de la butée sans effet de retenion.

Technique de Trillat

L'intervention de Trillat consiste à réaliser une ostéotomie au ciseau du pied de l'apophyse coracoïde en conservant une charnière supérieure. La coracoïde est abaissée et médialisée parallèlement au bord antérieur de la glène jusqu'à la face antérieure du subscapulaire, sans contact avec ce dernier. La coracoïde est ensuite fixée par un clou ou une vis qui transfixie le décollement de Broca. Cette technique est actuellement abandonnée car elle est responsable d'une limitation de la rotation externe, et peut se compliquer d'une récurrence en dessous de la coracoïde insuffisamment abaissée [81].

Butée costale armée de Gosset

Cette intervention utilise comme greffon osseux un fragment costal de 5 cm prélevé par voie axillaire et fixé par broche. Elle est actuellement abandonnée compte tenu de la morbidité du prélèvement.

Traitement de l'encoche

Rôle de l'encoche

Lorsque l'encoche est volumineuse, elle peut s'accrocher au rebord antéro-inférieur de la glène lors des mouvements de rotation et devenir engageante. Pour Miniaci [7], l'encoche est engageante quand son grand axe devient parallèle au plan antérieur de la glène dans une position fonctionnelle d'abduction-rotation externe (Fig. 13). L'encoche est « non engageante » quand son grand axe n'est pas parallèle au plan antérieur de la glène en position fonctionnelle ou si l'engagement ne se produit que dans une position non fonctionnelle. L'accrochage de l'encoche est une des causes d'échec du traitement arthroscopique et peut relever d'un traitement spécifique [5]. La taille de l'encoche peut être déterminée sur une



Figure 16. Mesure de la taille de l'encoche sur profil axillaire en pourcentage de la surface totale ($X/Y \times 100$).

radiographie de profil [5, 82] ou par scanner [6] (Fig. 16). L'engagement de l'encoche peut être confirmé par l'exploration dynamique au cours de l'arthroscopie, mais un traitement spécifique ne se discute que si l'engagement se produit dans une position fonctionnelle reproduite à l'examen clinique [7].

Solutions

Plusieurs solutions sont proposées pour éviter l'engagement de l'encoche.

Méthodes indirectes

Le but est de modifier l'orientation des pièces osseuses pour éviter la position engageante par :

- la réalisation d'une capsulorraphie limitant la rotation externe et empêchant le contact entre l'encoche et le bord antérieur de la glène [5] ;
- la butée osseuse, coracoïdienne ou iliaque, qui éloigne le rebord glénoïdien de l'encoche ;
- l'ostéotomie humérale de dérotation qui modifie l'arc de mobilité de la tête par rapport à la glène (cf. infra).

Méthodes directes

Ces méthodes s'adressent directement à l'encoche. Trois modes de comblement sont proposés.

L'encoche peut être comblée par un transfert du tendon de l'infraépineux dans le defect osseux. Cette intervention, décrite par Connolly en 1972, est généralement associée à un geste de stabilisation antérieure [83]. Elle peut se discuter pour une encoche de faibles dimensions, inférieure à 20 % de la surface totale de la tête [82].

Si le defect est inférieur à 45 % et si la lésion est vue précocement, un relèvement de la zone impactée, associé éventuellement à une greffe spongieuse, peut être effectué [82]. Une voie d'abord deltopectorale est réalisée avec une corticotomie en regard du tubercule mineur permettant d'introduire une spatule pour relever et greffer la zone enfoncée [82]. Récemment, cette technique a été proposée sous arthroscopie [84].

Le principe du comblement d'une encoche par une allogreffe ostéocartilagineuse a été décrit initialement par Gerber pour les luxations antérieures invétérées [85] et a été appliqué récemment par d'autres auteurs pour traiter des encoches volumineuses engageantes responsables de luxations récidivantes [7, 86]. Miniaci [7] insiste sur l'évaluation précise de la taille de la tête et de l'encoche en préopératoire pour obtenir une allogreffe adaptée en taille et en rayon de courbure. L'encoche est retaillée et une allogreffe ostéochondrale est fixée par vis dans le defect osseux. Un geste de stabilisation capsulaire est associé. L'auteur rapporte deux cas de collapsus précoce de la greffe sur 18 cas avec un bon résultat sur la stabilité et la mobilité. Pour Chen, [82] la reconstruction par allogreffe est indiquée pour des lésions intéressant 30 à 45 % de la surface céphalique.

Ostéotomie de dérotation

L'ostéotomie de dérotation a été décrite par Weber [87] en 1984 pour traiter les instabilités associées à une encoche volumineuse (supérieure à 45 % pour Chen) [82]. En préopératoire, il faut évaluer par l'examen clinique et l'imagerie la position de rotation externe dans laquelle survient l'accrochage de l'encoche. Le but de l'intervention est de réaliser une ostéotomie de dérotation au col chirurgical en déplaçant le fragment distal en rotation externe au-delà de l'angle d'accrochage (rotation interne du fragment proximal) [82]. En fait, l'intervention comprenait systématiquement une geste de capsulomyorraphie antérieure de Putti-Platt et l'ostéotomie permettait de réduire la limitation de rotation externe induite par la suture en paletot du subscapulaire et de la capsule. Kronberg [88] a rapporté d'excellents résultats sur la stabilité à propos de 20 cas avec ce type d'ostéotomie moyenne de 20° sans myoplastie associée. Deux broches repères permettent de mesurer l'angle de dérotation. L'ostéosynthèse est assurée par une lame-plaque courte ou une plaque AO demi-tube recourbée. Une myorraphie du subscapulaire est réalisée en fin d'intervention avec éventuellement adjonction d'une plaque antérieure courte pour améliorer la stabilité du montage.

Chirurgie de reprise

Les reprises chirurgicales après échec d'une ou plusieurs interventions stabilisatrices nécessitent au préalable une analyse rigoureuse des antécédents, des paramètres cliniques et des données de l'imagerie pour identifier les causes de l'échec. Les reprises chirurgicales sont toujours plus difficiles après chirurgie ouverte qu'après chirurgie sous arthroscopie du fait de la fibrose postopératoire et de la modification des repères anatomiques. La voie d'abord reprend, en général, l'incision préalable. Un repérage par neurostimulateur du nerf musculocutané et du nerf axillaire peut être utile [69]. Dans tous les cas où une voie antérieure a été réalisée au préalable, il faut évaluer précisément par l'examen clinique et par l'imagerie l'état du subscapulaire. Nous nous limitons ici aux possibilités de reprise en cas de récurrence d'instabilité après chirurgie à ciel ouvert.

Échec d'intervention de Bankart

En cas de récurrence d'intervention de Bankart ou de capsulorraphie, il faut évaluer précisément l'état de la capsule, du subscapulaire et des structures osseuses. Si l'échec est lié à un defect osseux glénoïdien ou huméral négligé au cours de la première intervention, une reprise par un geste osseux est logique. En l'absence de lésion osseuse, si une lésion de Bankart est identifiée à l'imagerie, une réinsertion capsulolabrale peut être de nouveau réalisée à ciel ouvert ou sous arthroscopie [89]. Lorsqu'il existe une distension capsulaire associée, un geste de capsulorraphie est effectué [89-91]. Parfois, il existe une distension majeure, voire une déchirure complète de la capsule antérieure et inférieure, en particulier dans les nécroses capsulaires après *shrinkage*. Dans ce cas, divers procédés de reconstruction capsulaire sont proposés, dont le point commun est d'essayer de reconstituer un plan ligamentaire antérieur et un appareil suspenseur. Ces procédés font appel à une autogreffe de fascia lata [92], de tendon de la patte d'oie [24, 93], au tendon du long biceps [94] ou à une allogreffe de tendon d'Achille [24]. Ces gestes sont associés à une reconstruction du subscapulaire en cas de rupture associée. Ils permettent de stabiliser l'épaule au prix d'une limitation de la mobilité.

Échec de butée

La récurrence d'une luxation antérieure après butée est rare [95]. Elle est liée en général à un mauvais positionnement de la butée (trop haute ou trop médiane) ou à un défaut de consolidation [96]. Dans tous les cas, le repérage anatomique, au cours de la voie d'abord, est difficile car le repère habituel de la pointe de la coracoïde est absent. Pour Young [97] comme pour Mansat [69], la cause principale est la persistance d'une hyperlaxité

capsulaire qu'ils proposent de traiter par Bankart ou retension capsulaire complémentaire sans toucher à la butée. En cas de butée lysée ou déplacée, une reprise par butée iliaque est préférable s'il persiste un defect osseux. Si la butée est pseudarthrosée et qu'elle reste suffisamment volumineuse, la consolidation peut être obtenue par avivement et nouvelle fixation.

■ Instabilité antérieure et rupture de coiffe

La coexistence d'une rupture de la coiffe des rotateurs et d'une instabilité doit être évoquée en première intention chez les patients de plus de 40 ans ou dans les cas de chirurgie de reprise. Cela impose de disposer en préopératoire d'un examen d'imagerie. Dans ce cadre, l'arthroscanner reste pour nous l'examen de référence.

“ Points essentiels

Éléments devant faire rechercher une rupture de coiffe

- Âge supérieur à 40 ans.
- Déficit de mobilité active.
- Récidive précoce de luxation.
- Épaule douloureuse.

Rupture du subscapulaire

L'existence d'une rupture du subscapulaire est suspectée cliniquement par l'augmentation de la rotation externe passive en position coude au corps, par le test de Gerber (*lift off test*) et par le *belly press test* [98]. L'association d'une rupture du subscapulaire et d'un épisode aigu de luxation est en fait une éventualité rare [99] et, pour Gerber [98], une rupture isolée du subscapulaire n'est pas suffisante pour être responsable d'une instabilité dynamique récidivante. Pour Neviaser [100] au contraire, une instabilité récidivante après 40 ans est en général

liée à une rupture du subscapulaire. En présence d'une rupture du subscapulaire, Edwards [101] retrouve dans 21 % des cas un épisode de luxation au moment du traumatisme initial. En cas de rupture du subscapulaire contemporaine d'un épisode de luxation traumatique, la réparation doit être réalisée le plus précocement possible pour éviter la rétraction tendineuse et la dégénérescence du muscle, facteurs péjoratifs majeurs du résultat clinique [98, 101]. La réparation est effectuée par voie d'abord deltopectorale. Le tendon du subscapulaire est repéré, libéré de ses adhérences capsulaires. Il est recommandé d'identifier le nerf axillaire en bas et le plexus en dedans, si une dissection extensive est nécessaire. Un geste stabilisateur capsulaire peut être effectué dans le même temps, puis le tendon est réinséré par des points transosseux et des ancrs sur le tubercule mineur [24].

Dans les cas de reprises chirurgicales, il est important de connaître les modalités de section et de réparation du subscapulaire au cours des interventions antérieures. La lésion du subscapulaire peut être irréparable du fait de la rétraction tendineuse ou de l'infiltration graisseuse du muscle [102]. Un transfert de grand pectoral peut alors être réalisé isolément ou en complément d'une réparation partielle du subscapulaire [103] ou d'un geste de stabilisation par capsulorrhaphie [102]. Un abord deltopectoral élargi en bas permet d'isoler le tendon du grand pectoral sur la berge externe de la gouttière bicipitale. En cas de chirurgie itérative, il est recommandé d'identifier le trajet du nerf musculocutané et du nerf axillaire. Le chef musculaire utilisé pour le transfert est variable suivant les auteurs : totalité du tendon [104], chef claviculaire [105] ou chef sternal.

Resch [105] utilise la moitié supérieure du tendon, correspondant au chef claviculaire, qui est passée en dessous de la coracoïde entre petit pectoral et tendon conjoint, puis est fixée au tubercule mineur et à la partie antérieure du tubercule majeur (Fig. 17). Le transfert passe donc en arrière du tendon conjoint et en avant du nerf musculocutané.

Wirth [102] utilise aussi le chef claviculaire du grand pectoral mais passe le transfert en avant du tendon conjoint pour le fixer dans une tranchée verticale en dehors de la gouttière sur le tubercule majeur.

Gerber [106] utilise la moitié inférieure du tendon, correspondant au chef sternal, qui est passée sous le chef claviculaire, puis fixée à la portion haute du tubercule mineur, en associant un transfert du grand rond dans les pertes de substances antérieures étendues.

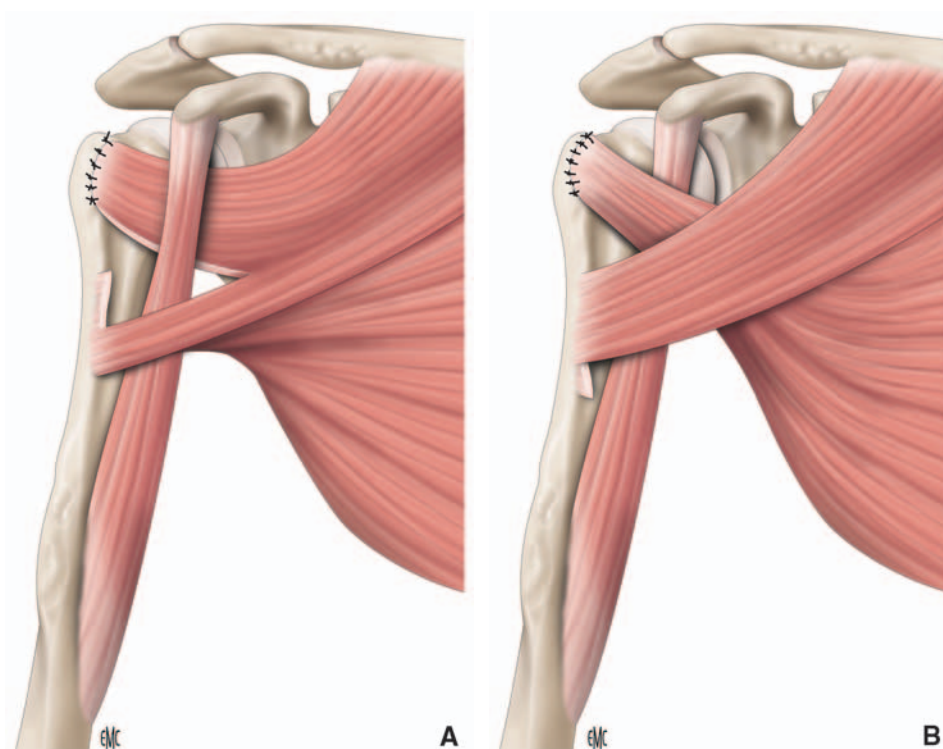


Figure 17. Transfert du grand pectoral.

A. Chef claviculaire sous le tendon conjoint selon Resch.

B. Chef sternal passé sous le chef claviculaire et en avant du tendon conjoint selon Warner.

Galatz [104] recommande de transférer la totalité du tendon du grand pectoral dans les ruptures de coiffe étendues avec instabilité antérosupérieure de la tête humérale. Dans la littérature, toutes ces interventions donnent des résultats satisfaisants en termes de stabilité et de douleur, avec des résultats plus inconstants en termes de mobilité et de force.

Instabilité et rupture récente du supraépineux

Compte tenu de la grande fréquence des ruptures de la coiffe des rotateurs après un premier épisode de luxation après 40 ans, un suivi régulier de ces patients est nécessaire (algorithme décisionnel). S'il persiste un déficit d'élévation active, il faut d'abord éliminer une lésion neurologique du nerf axillaire par l'examen clinique et l'électromyogramme, puis réaliser une imagerie complémentaire à la recherche d'une rupture de coiffe [100]. Les autres signes d'alerte sont la persistance de douleur et la récurrence précoce [100, 107, 108]. L'échographie est un bon examen de dépistage et l'arthroscanner ou l'IRM sont réalisés dans le cadre du bilan préopératoire [109]. Chez les patients actifs présentant une rupture récente avec une tête humérale centrée, l'intervention chirurgicale doit être effectuée le plus précocement possible et doit comporter un geste de stabilisation et une réparation de la coiffe. L'arthroscopie permet de réaliser ces gestes par les mêmes voies d'abord et a l'avantage de préserver le deltoïde, surtout s'il existe des signes d'atteinte du nerf axillaire associée. À ciel ouvert, la voie deltopectorale permet de réaliser un geste de stabilisation et de réparation de la coiffe si la rupture est antérieure. Sinon, il faut utiliser une incision cutanée décalée en dehors qui permet de passer dans le sillon deltopectoral pour la stabilisation, et entre deltoïde moyen et antérieur pour la réparation de la coiffe.

Instabilité et rupture massive

Il s'agit d'une situation particulière atteignant surtout des sujets âgés qui présentent une rupture ancienne et dépassée de la coiffe des rotateurs caractérisée par une ascension de la tête et une involution graisseuse musculaire de la coiffe. La luxation peut survenir à l'occasion d'un traumatisme minime et récidiver précocement. Dans les formes évoluées, il peut s'agir d'une omarthrose excentrée compliquée d'une instabilité. En l'absence d'arthrose, un geste de stabilisation peut être proposé sous la forme d'une butée coracoïdienne vissée en passant la butée selon l'artifice de Torg, au-dessus du subscapulaire restant. L'intervention de Trillat a prouvé son efficacité dans une telle situation par effet de placage du subscapulaire restant par le tendon conjoint [110]. Lorsque le subscapulaire est présent, Levy [111] propose un geste de capsulodèse. Le subscapulaire est ouvert verticalement et libéré de la capsule antérieure. La capsule est ensuite détachée de son insertion humérale. Un geste de type « Bankart » est réalisé en cas de lésion labrale, puis la capsule est amenée en haut et en arrière pour combler le defect tendineux. Elle est fixée à la coiffe restante et au tubercule majeur. Enfin, le subscapulaire est réparé.

L'existence d'une instabilité majeure, incoercible ou invétérée, symptomatique, compliquant une omarthrose excentrée ou une rupture massive de la coiffe, peut faire discuter l'indication d'une prothèse inversée chez un sujet âgé [112], compte tenu des mauvais résultats rapportés dans cette indication avec les prothèses anatomiques [113]. Le bilan préopératoire doit alors toujours comporter un scanner pour évaluer le stock osseux de la glène.

Rééducation postopératoire

Le protocole de rééducation postopératoire doit tenir compte des gestes réalisés et des constatations en fin d'intervention. En général, la mobilisation passive est autorisée précocement en élévation et en rotation interne. La mobilisation en rotation

externe est limitée pendant 6 semaines quand un geste a été effectué sur les parties molles, qu'il s'agisse d'une réparation capsulolabrale ou d'une suture du subscapulaire. Au-delà de la sixième semaine, la rotation externe est progressivement sollicitée de manière à récupérer une mobilité complète en rotation à 12 semaines environ avec début du renforcement musculaire en rotation externe contre résistance. Les sports avec armé du bras ou les sports de contacts sont interdits pendant les 6 premiers mois. Les critères cliniques de reprise des sports à risque sont l'indolence, la récupération de la mobilité et de la force, et l'absence d'appréhension en abduction-rotation externe [114]. L'immobilisation postopératoire n'est pas indispensable quand l'articulation a été abordée par dissection du subscapulaire [60] et après butée. La reprise des activités sportives est alors autorisée plus tôt, au quatrième mois après vérification radiologique de la consolidation de la butée.

▲ Attention

Le compte rendu opératoire doit être transmis à l'équipe de rééducation. Il doit signaler en particulier le degré de mobilisation autorisé en fonction de la tension sur les parties molles pendant l'intervention, surtout à la capsule, au subscapulaire et à la coiffe des rotateurs.

Conclusion

La chirurgie de l'instabilité à ciel ouvert offre de nombreuses solutions pour répondre à des situations variées. Elle reste, à ce jour, la technique de référence et la technique de recours dans les reprises. Le bilan lésionnel clinique et paraclinique est le préalable indispensable pour adapter le traitement en fonction des antécédents, des lésions et exigences des patients. Ce sont aussi des techniques exigeantes au plan technique, avec des risques spécifiques dont doivent être informés les patients.



Références

- [1] Mohtadi NG, Bitar IJ, Sasyniuk TM, Hollinshead RM, Harper WP. Arthroscopic versus open repair for traumatic anterior shoulder instability: a meta-analysis. *Arthroscopy* 2005;**21**:652-8.
- [2] Wang C, Ghalambor N, Zarins B, Warner JJ. Arthroscopic versus open Bankart repair: analysis of patient subjective outcome and cost. *Arthroscopy* 2005;**21**:1219-22.
- [3] Levy HJ, Mashoof AA. Outpatient open Bankart repair. *Am J Sports Med* 2000;**28**:377-9.
- [4] Molina V, Gagey O, Langlois J. Ambulatory open Bankart repair under a single general anesthesia: a prospective study of the immediate outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;**15**:180-2.
- [5] Burkhart SS, De Beer JF. Traumatic glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs: significance of the inverted-pear glenoid and the humeral engaging Hill-Sachs lesion. *Arthroscopy* 2000;**16**:677-94.
- [6] Gerber C, Nyffeler RW. Classification of glenohumeral joint instability. *Clin Orthop Relat Res* 2002;**400**:65-76.
- [7] Miniaci A, Gish M. Management of anterior glenohumeral instability associated with large Hill-Sachs defects. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2004;**5**:170-5.
- [8] Bach BR, Warren RF, Fronck J. Disruption of the lateral capsule of the shoulder. A cause of recurrent dislocation. *J Bone Joint Surg Br* 1988;**70**:274-6.
- [9] Bokor DJ, Conboy VB, Olson C. Anterior instability of the glenohumeral joint with humeral avulsion of the glenohumeral ligament. A review of 41 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1999;**81**:93-6.
- [10] Oberlander MA, Morgan BE, Visotsky JL. The BHAGL lesion: a new variant of anterior shoulder instability. *Arthroscopy* 1996;**12**:627-33.

- [11] Wolf EM, Cheng JC, Dickson K. Humeral avulsion of glenohumeral ligaments as a cause of anterior shoulder instability. *Arthroscopy* 1995; **11**:600-7.
- [12] Warner JJ, Beim GM. Combined Bankart and HAGL lesion associated with anterior shoulder instability. *Arthroscopy* 1997; **13**:749-52.
- [13] McFarland EG, Caicedo JC, Guittierez MI, Sherbondy PS, Kim TK. The anatomic relationship of the brachial plexus and axillary artery to the glenoid. Implications for anterior shoulder surgery. *Am J Sports Med* 2001; **29**:729-33.
- [14] Apaydin N, Uz A, Bozkurt M, Elhan A. The anatomic relationships of the axillary nerve and surgical landmarks for its localization from the anterior aspect of the shoulder. *Clin Anat* 2006 [Epub ahead of print].
- [15] Venkateswaran B, Levy O, Copeland S. Surgical approaches for instability surgery of the shoulder. *Curr Orthop* 2004; **18**:85-96.
- [16] Flatow EL, Bigliani LU, April EW. An anatomic study of the musculocutaneous nerve and its relationship to the coracoid process. *Clin Orthop Relat Res* 1989; **244**:166-71.
- [17] Yung SW, Lazarus MD, Harryman 2nd DT. Practical guidelines to safe surgery about the subscapularis. *J Shoulder Elbow Surg* 1996; **5**:467-70.
- [18] Fremerey R, Freitag N, Bosch U, Lobenhoffer P, Wippermann B. Sensorimotor deficit after capsulolabral reconstruction in chronic instability of the shoulder. A clinical experimental study. *Unfallchirurg* 2005; **108**:1038-43.
- [19] Cofield RH, Nessler JP, Weinstabl R. Diagnosis of shoulder instability by examination under anesthesia. *Clin Orthop Relat Res* 1993; **291**:45-53.
- [20] Faber KJ, Homa K, Hawkins RJ. Translation of the glenohumeral joint in patients with anterior instability: awake examination versus examination with the patient under anesthesia. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; **8**:320-3.
- [21] Tillander B, Norlin R. Intraoperative measurement of shoulder translation. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; **10**:358-64.
- [22] Wirth MA, Blatter G, Rockwood Jr. CA. The capsular imbrication procedure for recurrent anterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1996; **78**:246-59.
- [23] Radkowski CA, Richards RS, Pietrobon R, Moorman 3rd CT. An anatomic study of the cephalic vein in the deltopectoral shoulder approach. *Clin Orthop Relat Res* 2006; **442**:139-42.
- [24] Clavert P, Millett PJ, Warner JJ. Traumatic anterior instability: open solutions. In: Warner JJ, Iannotti JP, Flatow EL, editors. *Complex and revision problems in shoulder surgery*. Philadelphia: Lippincott-Williams and Wilkins; 2005. p. 23-51.
- [25] Matsen 3rd FA, Lippitt SB. Procedures: repair of avulsed labrum in traumatic instability. In: Matsen 3rd FA, Lippitt SB, editors. *Shoulder surgery, principles and procedures*. Philadelphia: WB Saunders; 2004. p. 127-49.
- [26] Berg EE, Ellison AE. The inside-out Bankart procedure. *Am J Sports Med* 1990; **18**:129-33.
- [27] Hawkins RJ, Angelo RL. Glenohumeral osteoarthritis. A late complication of the Putti-Platt repair. *J Bone Joint Surg Am* 1990; **72**:1193-7.
- [28] van der Zwaag HM, Brand R, Obermann WR, Rozing PM. Glenohumeral osteoarthritis after Putti-Platt repair. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; **8**:252-8.
- [29] Rowe CR, Zarins B, Ciuillo JV. Recurrent anterior dislocation of the shoulder after surgical repair. Apparent causes of failure and treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1984; **66**:159-68.
- [30] Gerber C. Instabilité antérieure chronique de l'épaule. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Conférence d'enseignement* 1995. Paris: Expansion Scientifique Française; 1995. p. 111-22.
- [31] Picard F, Saragaglia D, Montbarbon E, Tourne Y, Thony F, Charbel A. Anatomic-clinical consequences of the vertical sectioning of the subscapular muscle in Latarjet intervention. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1998; **84**:217-23.
- [32] Allain J, Goutallier D, Glorion C. Long-term results of the Latarjet procedure for the treatment of anterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1998; **80**:841-52.
- [33] Maynou C, Cassagnaud X, Mestdagh H. Function of subscapularis after surgical treatment for recurrent instability of the shoulder using a bone-block procedure. *J Bone Joint Surg Br* 2005; **87**:1096-101.
- [34] Jobe FW, Giangarra CE, Kvitne RS, Glousman RE. Anterior capsulolabral reconstruction of the shoulder in athletes in overhand sports. *Am J Sports Med* 1991; **19**:428-34.
- [35] Levigne C. Résultats à long terme des butées antérieures coracoïdiennes, à propos de 52 cas au recul homogène de 12 ans. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2000; **86**:114-21.
- [36] Arciero RA, Mazzocca AD. Mini-open repair technique of HAGL (humeral avulsion of the glenohumeral ligament) lesion. *Arthroscopy* 2005; **21**:1152.
- [37] Bankart AS, Cantab MC. Recurrent or habitual dislocation of the shoulder-joint. 1923. *Clin Orthop Relat Res* 1993; **291**:3-6.
- [38] McFarland EG, Park HB, Chronopoulos E, Kim TK, Wilckens JH. Modification of the subscapularis splitting technique for anterior shoulder reconstruction. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2003; **4**:18-25.
- [39] Neviaser TJ. The anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion lesion: a cause of anterior instability of the shoulder. *Arthroscopy* 1993; **9**:17-21.
- [40] Molé D, Villanueva E, Coudane H, Degasperi M. Résultats à plus de 10 ans des gestes capsulaires à ciel ouvert. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2000; **86**:111-4.
- [41] Ferretti A, De Carli A, Calderaro M, Contedua F. Open capsulorrhaphy with suture anchors for recurrent anterior dislocation of the shoulder. *Am J Sports Med* 1998; **26**:625-9.
- [42] Jolles BM, Pelet S, Farron A. Traumatic recurrent anterior dislocation of the shoulder: two- to four-year follow-up of an anatomic open procedure. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; **13**:30-4.
- [43] Levine WN, Richmond JC, Donaldson WR. Use of the suture anchor in open Bankart reconstruction. A follow-up report. *Am J Sports Med* 1994; **22**:723-6.
- [44] Potzl W, Witt KA, Hackenberg L, Marquardt B, Steinbeck J. Results of suture anchor repair of anteroinferior shoulder instability: a prospective clinical study of 85 shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; **12**:322-6.
- [45] Rhee YG, Lee DH, Chun IH, Bae SC. Glenohumeral arthropathy after arthroscopic anterior shoulder stabilization. *Arthroscopy* 2004; **20**:402-6.
- [46] Black KP, Schneider DJ, Yu JR, Jacobs CR. Biomechanics of the Bankart repair: the relationship between glenohumeral translation and labral fixation site. *Am J Sports Med* 1999; **27**:339-44.
- [47] Thomas SC, Matsen 3rd FA. An approach to the repair of avulsion of the glenohumeral ligaments in the management of traumatic anterior glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am* 1989; **71**:506-13.
- [48] Dutoit G, Roux D. Recurrent dislocation of the shoulder. A 24 years study of the Johannesburg stapling operation. *J Bone Joint Surg Am* 1956; **38**:1-2.
- [49] Reider B, Inglis AE. The Bankart procedure modified by the use of prolene pull-out sutures. *J Bone Joint Surg Am* 1982; **64**:628-9.
- [50] Bigliani LU, Kurzweil PR, Schwartzbach CC, Wolfe IN, Flatow EL. Inferior capsular shift procedure for anterior-inferior shoulder instability in athletes. *Am J Sports Med* 1994; **22**:578-84.
- [51] Gill TJ, Micheli LJ, Gebhard F, Binder C. Bankart repair for anterior instability of the shoulder. Long-term outcome. *J Bone Joint Surg Am* 1997; **79**:850-7.
- [52] Yoneda M, Hayashida K, Wakitani S, Nakagawa S, Fukushima S. Bankart procedure augmented by coracoid transfer for contact athletes with traumatic anterior shoulder instability. *Am J Sports Med* 1999; **27**:21-6.
- [53] Rowe CR. Dislocations of the shoulder. In: Rowe CR, editor. *The shoulder*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1988. p. 165-291.
- [54] Neer 2nd CS, Foster CR. Inferior capsular shift for involuntary inferior and multidirectional instability of the shoulder. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1980; **62**:897-908.
- [55] Craig E, Hunter R, Kramer R. Cruciate capsular reconstruction for recurrent anterior shoulder instability. In: Post M, Morrey B, Hawkins RJ, editors. *Surgery of the shoulder*. St Louis: Mosby Year Book; 1990.
- [56] Flatow EL. Glenohumeral instability. In: Post M, Flatow EL, Bigliani LU, Pollock RG, editors. *The shoulder, operative technique*. Philadelphia: Lippincott-Williams and Wilkins; 1998. p. 167-200.
- [57] Warner JJ, Johnson D, Miller M, Caborn DN. Technique for selecting capsular tightness in repair of anterior-inferior shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; **4**:352-64.
- [58] Altchek DW, Warren RF, Skyhar MJ, Ortiz G. T-plasty modification of the Bankart procedure for multidirectional instability of the anterior and inferior types. *J Bone Joint Surg Am* 1991; **73**:105-12.
- [59] Zarins B, Rowe CR. Modifications of the Bankart procedure. In: Post M, Morrey B, Hawkins RJ, editors. *Surgery of the shoulder*. St Louis: Mosby Year Book; 1990. p. 174-7.

- [60] Itoi E, Watanabe W, Yamada S, Shimizu T, Wakabayashi I. Range of motion after Bankart repair. Vertical compared with horizontal capsulotomy. *Am J Sports Med* 2001;**29**:441-5.
- [61] Altchek DW, Dines DM. Shoulder injuries in the throwing athlete. *J Am Acad Orthop Surg* 1995;**3**:159-65.
- [62] Dalsgaard HL, Gothgen CB, Hoogmartens MJ. The Boytchev procedure for recurrent anterior dislocation of the shoulder. A controversial technique. *Acta Orthop Belg* 2000;**66**:248-50.
- [63] Shibata Y, Honjo N, Shinoda T, Kumano T, Naito M. Pressure between the humeral head and the subscapularis tendon after the modified Boytchev procedure. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;**13**:170-3.
- [64] Latarjet M. À propos du traitement des luxations récidivantes de l'épaule. *Lyon Chir* 1954;**49**:994-7.
- [65] Helfet AJ. Coracoid transplantation for recurring dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 1958;**40**:198-202.
- [66] Patte D, Bernageau J, Rodineau J, Gardes JC. Épaules douloureuses et instables. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1980;**66**:157-65.
- [67] Torg JS, Balduini FC, Bonci C, Lehman RC, Gregg JR, Esterhai JL, et al. A modified Bristow-Helfet-May procedure for recurrent dislocation and subluxation of the shoulder. Report of two hundred and twelve cases. *J Bone Joint Surg Am* 1987;**69**:904-13.
- [68] Weaver JK, Derkash RS. Don't forget the Bristow-Latarjet procedure. *Clin Orthop Relat Res* 1994;**308**:102-10.
- [69] Guity MR, Roques B, Mansat P, Bellumore Y, Mansat M. Epaule douloureuse et instable après butée coracoïdienne : résultat du traitement chirurgical. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002;**88**:349-58.
- [70] Hovelius L, Korner L, Lundberg B, Akemark C, Herberts P, Wredmark T, et al. The coracoid transfer for recurrent dislocation of the shoulder. Technical aspects of the Bristow-Latarjet procedure. *J Bone Joint Surg Am* 1983;**65**:926-34.
- [71] Zuckerman JD, Matsen 3rd FA. Complications about the glenohumeral joint related to the use of screws and staples. *J Bone Joint Surg Am* 1984;**66**:175-80.
- [72] Schroder DT, Provencher MT, Mologne TS, Muldoon MP, Cox JS. The modified Bristow procedure for anterior shoulder instability: 26-year outcomes in Naval Academy midshipmen. *Am J Sports Med* 2006;**34**:778-86.
- [73] Cassagnaud X, Maynou C, Mestdagh H. Résultats cliniques et tomodensitométriques d'une série continue de 106 butées de Latarjet-Patte au recul moyen de 7,5 ans. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2003;**89**:683-92.
- [74] Pihlajamäki H, Bostman O, Rokkanen P. A biodegradable expansion plug for fixation of the coracoid bone block in the Bristow-Latarjet operation. *Int Orthop* 1994;**18**:66-71.
- [75] Pihlajamäki H, Kinnunen J, Bostman O. In vivo monitoring of the degradation process of bioresorbable polymeric implants using magnetic resonance imaging. *Biomaterials* 1997;**18**:1311-5.
- [76] Walch G, Agostini JY, Levigne C, Nove-Josserand L. Recurrent anterior and multidirectional instability of the shoulder. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1995;**81**:682-90.
- [77] Collin P, Ropars M, Dréano T, Lambotte J, Thomazeau H, Langlais F. Intérêt d'une capsuloplastie associée à la butée coracoïdienne en cas d'hyperlaxité dans le traitement des instabilités antérieures chroniques d'épaule : à propos de 88 cas. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002;**88**:121.
- [78] Hutchinson JW, Neumann L, Wallace WA. Bone buttress operation for recurrent anterior shoulder dislocation in epilepsy. *J Bone Joint Surg Br* 1995;**77**:928-32.
- [79] Matsen 3rd FA, Lippitt SB. Procedure: reconstruction of a deficient anterior glenoid lip using an extracapsular anatomically contoured iliac crest graft. In: Matsen 3rd FA, Lippitt SB, editors. *Shoulder surgery, principles and procedures*. Philadelphia: WB Saunders; 2004. p. 150-75.
- [80] Tauber M, Resch H, Forstner R, Raffl M, Schauer J. Reasons for failure after surgical repair of anterior shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;**13**:279-85.
- [81] Gerber C, Terrier F, Ganz R. The Trillat procedure for recurrent anterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 1988;**70**:130-4.
- [82] Chen AL, Hunt SA, Hawkins RJ, Zuckerman JD. Management of bone loss associated with recurrent anterior glenohumeral instability. *Am J Sports Med* 2005;**33**:912-25.
- [83] Connolly J. Humeral head defect associated with shoulder dislocation-Their diagnostic and surgical significance. *Instr Course Lect* 1972;**21**:42.
- [84] Stehle J, Wickwire A, Debski R. A technique to reduce Hill-Sachs lesions after acute anterior dislocation of the shoulder. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2005;**6**:230-5.
- [85] Gerber C. Chronic, locked anterior and posterior dislocations. In: Warner JJ, Iannotti JP, Flatow EL, editors. *Complex and revision problems in shoulder surgery*. Philadelphia: Lippincott-Williams and Wilkins; 2005. p. 89-103.
- [86] Yagishita K, Thomas BJ. Use of allograft for large Hill-Sachs lesion associated with anterior glenohumeral dislocation. A case report. *Injury* 2002;**33**:791-4.
- [87] Weber BG, Simpson LA, Hardegger F. Rotational humeral osteotomy for recurrent anterior dislocation of the shoulder associated with a large Hill-Sachs lesion. *J Bone Joint Surg Am* 1984;**66**:1443-50.
- [88] Kronberg M, Brostrom LA. Rotation osteotomy of the proximal humerus to stabilise the shoulder. Five years' experience. *J Bone Joint Surg Br* 1995;**77**:924-7.
- [89] Meehan RE, Petersen SA. Results and factors affecting outcome of revision surgery for shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;**14**:31-7.
- [90] Levine WN, Arroyo JS, Pollock RG, Flatow EL, Bigliani LU. Open revision stabilization surgery for recurrent anterior glenohumeral instability. *Am J Sports Med* 2000;**28**:156-60.
- [91] Zabinski SJ, Callaway GH, Cohen S, Warren RF. Revision shoulder stabilization: 2- to 10-year results. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;**8**:58-65.
- [92] Iannotti JP, Antoniou J, Williams GR, Ramsey ML. Iliotibial band reconstruction for treatment of glenohumeral instability associated with irreparable capsular deficiency. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;**11**:618-23.
- [93] Lazarus MD, Harryman 2nd DT. Complications of open anterior stabilization of the shoulder. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;**8**:122-32.
- [94] Krishnan SG, Hawkins RJ, Horan MP, Dean M, Kim YK. A soft tissue attempt to stabilize the multiply operated glenohumeral joint with multidirectional instability. *Clin Orthop Relat Res* 2004;**429**:256-61.
- [95] Hovelius LK, Sandstrom BC, Rosmark DL, Saebo M, Sundgren KH, Malmqvist BG. Long-term results with the Bankart and Bristow-Latarjet procedures: recurrent shoulder instability and arthropathy. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;**10**:445-52.
- [96] Walch G. Résultats précoces des traitements : butées à ciel ouvert, capsulorraphies à ciel ouvert et sous arthroscopie. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2000;**86**:110-1.
- [97] Young DC, Rockwood Jr. CA. Complications of a failed Bristow procedure and their management. *J Bone Joint Surg Am* 1991;**73**:969-81.
- [98] Gerber C, Hersche O, Farron A. Isolated rupture of the subscapularis tendon. *J Bone Joint Surg Am* 1996;**78**:1015-23.
- [99] Neviaser RJ, Neviaser TJ, Neviaser JS. Concurrent rupture of the rotator cuff and anterior dislocation of the shoulder in the older patient. *J Bone Joint Surg Am* 1988;**70**:1308-11.
- [100] Neviaser RJ, Neviaser TJ, Neviaser JS. Anterior dislocation of the shoulder and rotator cuff rupture. *Clin Orthop Relat Res* 1993;**291**:103-6.
- [101] Edwards TB, Walch G, Sirveaux F, Mole D, Nove-Josserand L, Boulahia A, et al. Repair of tears of the subscapularis. *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**:725-30.
- [102] Wirth MA, Rockwood Jr. CA. Operative treatment of irreparable rupture of the subscapularis. *J Bone Joint Surg Am* 1997;**79**:722-31.
- [103] Gerber C, Krushell RJ. Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1991;**73**:389-94.
- [104] Galatz LM, Connor PM, Calfee RP, Hsu JC, Yamaguchi K. Pectoralis major transfer for anterior-superior subluxation in massive rotator cuff insufficiency. *J Shoulder Elbow Surg* 2003;**12**:1-5.
- [105] Resch H, Povacz P, Ritter E, Matschi W. Transfer of the pectoralis major muscle for the treatment of irreparable rupture of the subscapularis tendon. *J Bone Joint Surg Am* 2000;**82**:372-82.
- [106] Gerber A, Clavert P, Millett PJ, Holovac TF, Warner JJ. Split pectoralis major and teres major tendon transfers for reconstruction of irreparable tears of the subscapularis. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2004;**5**:5-12.
- [107] Hawkins RJ, Bell RH, Hawkins RH, Koppert GJ. Anterior dislocation of the shoulder in the older patient. *Clin Orthop Relat Res* 1986;**206**:192-5.
- [108] Sonnabend DH. Treatment of primary anterior shoulder dislocation in patients older than 40 years of age. Conservative versus operative. *Clin Orthop Relat Res* 1994;**304**:74-7.
- [109] Berbig R, Weishaupt D, Prim J, Shahin O. Primary anterior shoulder dislocation and rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;**8**:220-5.
- [110] Walch G, Dejour H, Trillat AG. Instabilité antérieure chronique après 40 ans. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1987;**73**:609-16.

- [111] Levy O, Pritsch M, Rath E. An operative technique for recurrent shoulder dislocations in older patients. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;**8**: 452-7.
- [112] Neyton L, Garaud P, Boileau P. Results of reverse shoulder arthroplasty in proximal humerus fracture sequelae. In: Walch G, Boileau P, Mole D, editors. *Reverse shoulder arthroplasty, clinical results - complications - revision*. Montpellier: Sauramps Medical; 2006. p. 81-101.
- [113] Matsoukis J, Tabib W, Guiffault P, Mandelbaum A, Walch G, Nemoz C, et al. Shoulder arthroplasty in patients with a prior anterior shoulder dislocation. Results of a multicenter study. *J Bone Joint Surg Am* 2003; **85**:1417-24.

- [114] Gill TJ, Zarins B. Open repairs for the treatment of anterior shoulder instability. *Am J Sports Med* 2003;**31**:142-53.

Pour en savoir plus

- Sirveaux F, Walch G, Mole D. Instabilité et luxation glénohumérales. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-037-A-10, 2002.
- Warner JJ, Iannotti JP, Flatow EL. *Complex and revision problems in shoulder surgery*. Philadelphia: Lippincott-Williams and Wilkins; 2005.

F. Sirveaux, Professeur de chirurgie orthopédique (francois.sirveaux@wanadoo.fr).

D. Molé, Professeur de chirurgie orthopédique.

Clinique de traumatologie et d'orthopédie, SINCAL, 49, rue Hermite, 54000 Nancy, France.

G. Walch, Chirurgien orthopédiste.

Clinique Sainte-Anne Lumière, 85, cours Albert-Thomas, 69003 Lyon, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Sirveaux F., Molé D., Walch G. Instabilité antérieure chronique de l'épaule : traitement à ciel ouvert. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-261, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Paralysies de la flexion et de l'extension du coude

F. Teboul
J.-Y. Beaulieu
C. Oberlin

Résumé. – Les paralysies de la flexion du coude constituent un handicap majeur qui justifie un traitement chirurgical dans tous les cas, même en cas de paralysie définitive de la main. Lorsque la flexion du coude est bonne, la restauration de l'extension, priorité classique chez le tétraplégique, s'avère également très utile chez le paralysé périphérique. Lorsque le délai écoulé depuis l'accident est relativement court, les muscles fléchisseurs ou extenseurs « anatomiques » doivent être réinnervés par la chirurgie, qu'il s'agisse de réparations « anatomiques » ou de transferts nerveux. Dans ce cadre, le transfert de fascicules du nerf ulnaire sur le nerf du muscle biceps, lorsque le nerf ulnaire fonctionne, a pris une part prédominante. Les résultats de cette technique sont régulièrement meilleurs que ceux des réparations par greffes à partir de racines plexiques. Au-delà de 12 à 18 mois, les muscles du bras ne sont plus réinnervables, d'autant plus si la réparation nerveuse est située loin en amont du muscle. On a alors recours, lorsqu'il existe des muscles transférables, à des transferts musculaires palliatifs. Pour la flexion du coude : le transfert triceps-biceps n'est indiqué qu'en cas de cocontractions. Le transfert des muscles épicondyliens médiaux selon Steindler est, préférentiellement, indiqué quand les fléchisseurs « anatomiques » sont de grade 2 : il s'agit d'un transfert d'aide à la flexion du coude. Le transfert du grand dorsal est indiqué surtout dans les pertes de substances de la loge antérieure du bras. Pour l'extension du coude : dans les paralysies radiales hautes, le transfert unipolaire du grand dorsal est un très bon transfert, car le muscle est synergique. Chez les tétraplégiques, le deltoïde postérieur est transférable, et on le prolonge d'une greffe tendineuse. Le biceps peut également être transféré sur le triceps en cas notamment de raideur du coude en flexion. En cas de paralysies massives sans muscles locaux transférables, c'est-à-dire dans les paralysies anciennes du plexus brachial, on fait appel aux transferts musculaires libres réinnervés par des transferts nerveux locaux : le muscle grand dorsal opposé, ou un muscle gracilis.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Coude ; Paralysie ; Plexus brachial ; Greffe nerveuse ; Transfert nerveux ; Transfert tendineux

Introduction

Dans le cadre des paralysies du membre supérieur, la paralysie de la flexion du coude constitue un handicap majeur qu'il faut essayer de corriger chaque fois que possible.

En cas de paralysie récente, la chirurgie nerveuse, par réparation anatomique ou transferts nerveux, doit être tentée le plus souvent possible, car c'est elle qui donne les meilleurs résultats. Et, même en cas de résultat incomplet, le résultat du traitement palliatif est d'autant meilleur que certains muscles moteurs du coude ont partiellement récupéré.

En cas de paralysie ancienne, les traitements palliatifs par transferts musculotendineux sont généralement utilisés, et le choix des transferts est alors précis, en fonction des muscles fonctionnels à disposition. Dans les cas plus rares où il n'existe aucun muscle local transférable, il faut faire appel aux transferts musculaires libres microanastomosés, réinnervés par des transferts nerveux.

La restauration de l'extension du coude n'est proposée qu'en cas de flexion satisfaisante.

Elle est classique chez le tétraplégique où la réanimation de l'extension du coude chez le tétraplégique haut fait appel aux transferts palliatifs tendinomusculaires. Mais c'est aussi une chirurgie très utile chez tout paralytique, quelle que soit l'étiologie. Dans ces derniers cas, on choisit entre chirurgie nerveuse et transferts palliatifs en fonction du délai écoulé depuis l'accident.

Chirurgie nerveuse

RESTAURATION DE LA FLEXION DU COUDE

■ Greffe à partir du plexus brachial [6, 8, 9]

Dans les paralysies totales du plexus brachial, il existe une fois sur deux environ un moignon de racine C5 rompue dans la région scalénique. Celui-ci permet le branchement proximal d'une greffe nerveuse, si la recoupe nerveuse proximale est de bonne qualité. La greffe est placée en distal sur la partie antérieure du tronc primaire supérieur, dans le but de restaurer, outre la flexion du coude, une pince brachiothoracique par les muscles pectoraux, voire une sensibilité et une motricité partielle dans le territoire du nerf médian, par réinvestissement de la branche d'origine externe de ce nerf (rond pronateur et fléchisseur radial du carpe). Moins la recoupe est bonne, et plus on a tendance à cibler la seule flexion du coude, en réinnervant uniquement le nerf musculocutané.

En cas de paralysie incomplète, plexique supérieure, c'est-à-dire intéressant l'épaule et la flexion du coude, s'il existe des moignons

F. Teboul (Chef de clinique, assistant des Hôpitaux)
J.-Y. Beaulieu (Interne des Hôpitaux)
C. Oberlin (Chirurgien des Hôpitaux, Professeur des Universités)
Adresse e-mail: christophe.oberlin@bch.ap-hop-paris.fr
Service d'orthopédie-traumatologie, Hôpital Bichat, 46, rue Henri-Huchard, 75877 Paris cedex 18, France.

nerveux donneurs au niveau cervical, ceux-ci sont en général branchés en direction de l'épaule, la flexion du coude faisant appel à des transferts nerveux locaux plus efficaces.

■ Transferts nerveux

Les plus utilisés sont les nerfs intercostaux, le nerf spinal accessoire, et le nerf ulnaire dans les paralysies partielles. Le nerf hypoglosse n'est plus utilisé. [35, 37, 40, 43] Le nerf phrénique, la racine C7 controlatérale font encore l'objet d'une évaluation, et ne sont pas décrits ici.

Nerf spinal accessoire

Décrit en 1972 par Kotani, [20] le transfert du nerf spinal accessoire sur le nerf musculocutané par l'intermédiaire d'une greffe de nerf sural a été introduit en France par Y. Allieu. [1, 2] Le nerf spinal accessoire est sectionné après l'émergence du nerf du chef supérieur du muscle trapèze, de sorte que seuls les chefs moyen et inférieur sont paralysés. Le nerf spinal est prolongé par un toron de nerf sural qui est suturé au nerf musculocutané. Plusieurs séries ont été publiées, en particulier la série de 216 cas de Songcharoen, [38] avec des résultats identiques aux nôtres, [6] de l'ordre de 75 % de flexion du coude contre pesanteur (force cotée grade 3 ou 4).

Nerfs intercostaux

Décrit initialement dans le cadre des paraplégies, [12] le transfert de nerfs intercostaux a été utilisé au plexus brachial depuis le début des années 1960, en particulier par Seddon. Les nerfs étaient prolongés d'une greffe nerveuse, avec des résultats pauvres. [9, 28, 29, 30, 31, 36] La technique actuelle de prélèvement, comportant une dissection antérieure étendue jusqu'aux cartilages costaux, [7] donne un meilleur arc de rotation qui permet de se passer de greffe intercalaire, avec une amélioration sensible des résultats. Cette technique est décrite plus loin dans le cadre des restaurations de l'extension du coude. Mais les nerfs peuvent aussi être transférés sur le nerf musculocutané, voire, au prix d'une dissection plus difficile, sur le nerf du biceps.

Nerf ulnaire (Fig. 1, 2)

L'existence d'un nerf ulnaire fonctionnel constitue la meilleure opportunité chirurgicale pour restaurer la flexion du coude. Le transfert de quelques fascicules moteurs du nerf ulnaire (10 % environ suffisent) par suture directe au nerf du biceps [15, 22, 23, 24, 33, 34, 41] donne des résultats meilleurs que les greffes nerveuses à partir du plexus brachial cervical, sans déficit à la main. La technique est particulièrement simple, sans courbe d'apprentissage. Une bonne technique de microchirurgie suffit.

L'origine habituelle de la branche du nerf musculocutané destinée au biceps est repérée à la face antérieure du bras, 4 cm environ au-delà de l'insertion humérale du tendon grand pectoral.

La peau est incisée longitudinalement sur 8 à 10 cm, à cheval sur le point de repère sus-cité. Le fascia du muscle biceps est incisé, puis le biceps écarté latéralement.

Le nerf musculocutané est abordé entre biceps et coracobrachial. Le nerf du biceps est identifié. Les nombreuses variations anatomiques d'origine du nerf musculocutané doivent être connues. [33] Dans de rares cas, le nerf musculocutané ne traverse pas le muscle coracobrachial. Surtout, dans 10 % environ des cas, il existe un volumineux tronc commun médian-musculocutané. Le point important à connaître est que le nerf du biceps naît pratiquement toujours au même niveau du bras, même en cas de tronc commun. Il suffit donc de le repérer à l'entrée du biceps, en moyenne à une douzaine de centimètres de la pointe de l'acromion. Le nerf ulnaire est abordé au même niveau, en s'aidant de la stimulation électrique. Ceci est important, car, dans de rares cas, la motricité cliniquement notée à l'avant-bras et la main en préopératoire peut passer au bras uniquement par le nerf médian. La suite de la dissection est faite sous microscope. Habituellement, le pédicule vasculaire du biceps a une direction transversale, et ne gêne pas la dissection du nerf du

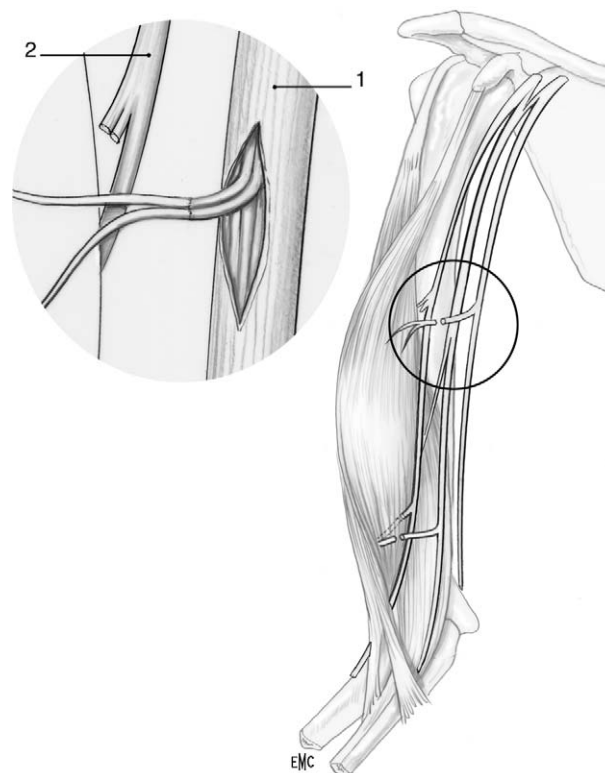


Figure 1 Technique de réinnervation du muscle biceps par quelques fascicules du nerf ulnaire (1), et du muscle brachial par le nerf médian. Les nerfs du biceps et du brachial sont de petit calibre, par rapport à la taille du nerf musculocutané (2), de sorte que le prélèvement sur le nerf donneur n'excède pas 10 % de son calibre.

biceps qui a une direction plutôt longitudinale. Le nerf est dissocié sur 1 ou 2 cm du tronc du nerf musculocutané, puis sectionné. On peut alors le basculer transversalement en dedans, en direction du nerf ulnaire. L'épinièvre du nerf ulnaire est alors incisé longitudinalement, à partir du point où le nerf du biceps vient au contact, en direction distale. La dissection du fascicule qui est choisi est menée distalement, de sorte que, après section, le fascicule du nerf ulnaire est basculé en dehors, et apporte un excédent de longueur permettant une suture très facile, sans aucune tension. Ce point est très important.

Après incision de l'épinièvre ulnaire, on sélectionne un fascicule dont la taille est égale ou légèrement supérieure à celle du nerf du biceps attiré dans le champ opératoire. Par stimulation à très faible intensité, on peut différencier les fascicules moteurs des fascicules sensitifs. Le plus simple est d'utiliser le stimulateur employé par les anesthésistes pour faire l'anesthésie locorégionale, prolongé d'une sonde stérile. La plage d'intensité de stimulation utilisée va de 0,1 à 0,5 mA (les appareils délivrent de 0 à 5 mA).

Si on a le choix entre différents fascicules moteurs, il peut y avoir intérêt à choisir celui dont la réponse motrice siège dans les muscles extrinsèques, plutôt que les muscles de la main. En pratique, il existe bien souvent un gros fascicule antéromédial dont la taille et la situation sont particulièrement favorables pour une suture avec le nerf du biceps. Ce fascicule est sectionné distalement et suturé par quelques points 11.0, associés à de la colle de fibrine. La suture nerveuse est faite en superficie du paquet neurovasculaire brachial.

Nerf médian (Fig. 1, 2) [25, 32]

Dans quelques rares cas, le nerf médian peut être utilisé pour restaurer la flexion du coude. Il s'agit des cas où la totalité des muscles fonctionnant à l'avant-bras en préopératoire sont innervés par le nerf médian. Il s'agit habituellement d'une surprise peropératoire, la stimulation du nerf ulnaire ne donnant aucune réponse. Dans ce premier cas, une neurotisation à partir du nerf médian est faite sur le nerf du biceps, selon les mêmes modalités.

Dans d'autres cas, l'opérateur choisit d'ajouter au transfert ulnaire-biceps un transfert médian-brachial. Il s'agit, dans ce cas, d'assurer

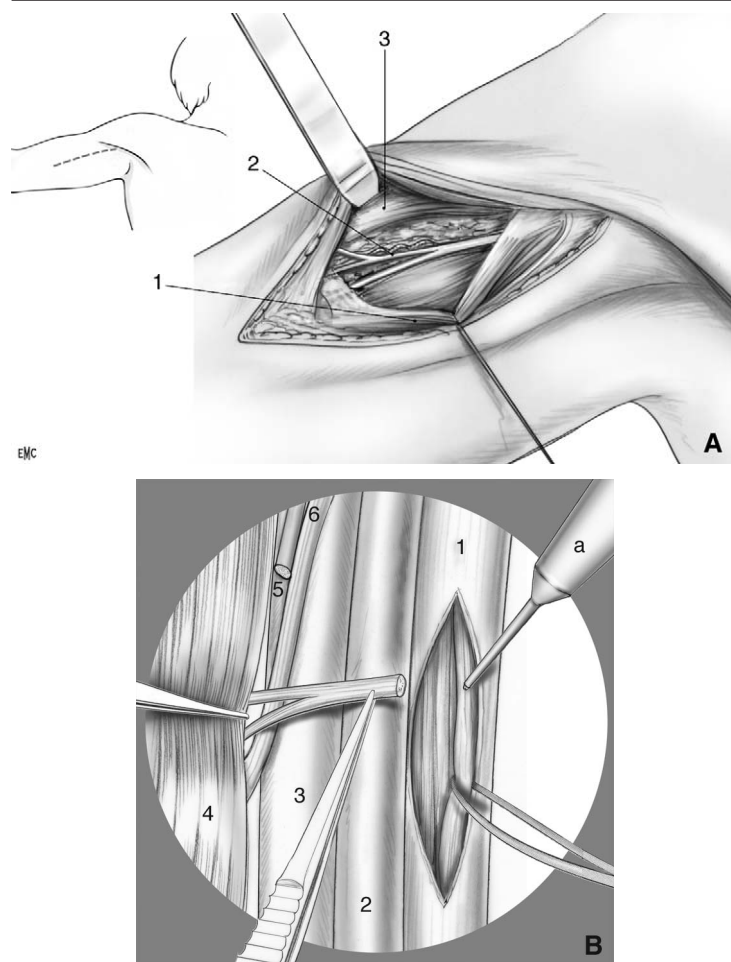


Figure 2 A. Voie d'abord pour transfert ulnaire-biceps. On ouvre le fascia du biceps, et on récline en dehors le muscle. Le pédicule est retrouvé facilement, à 5 ou 6 cm au-delà du tendon grand pectoral. Le nerf est clivé du tronc du nerf musculocutané, puis sectionné. 1. Fascia brachial ; 2. nerf du biceps ; 3. biceps. B. Vue sous microscope du transfert ulnaire-biceps. L'épinièvre du nerf ulnaire est incisé. On repère par stimulation un fascicule moteur d'une taille analogue à celle du nerf du biceps. Ce fascicule est disséqué en distal, puis coupé, afin que la suture se fasse avec un léger excédent de longueur, sans tension ni risque de rupture. 1. Nerf ulnaire ; 2. veine brachiale ; 3. artère brachiale ; muscle biceps ; 5. nerf du biceps sectionné ; 6. nerf musculocutané ; a. stimulation du nerf ulnaire.

encore un peu plus la récupération de la flexion du coude, en particulier dans les cas défavorables, soit du fait d'un âge avancé du patient, soit d'un très long délai écoulé depuis l'accident.

L'incision cutanée est prolongée en distal. Le nerf musculocutané est disséqué plus loin. On trouve alors le (ou les) nerf (s) du muscle brachial qui se dirige en dehors et en profondeur, tandis que la branche sensitive, ou nerf cutané latéral de l'avant-bras, se poursuit en dedans. Pour assurer l'identification de cette branche sensitive, on peut, à l'aide d'un lacs, exercer une légère traction, tout en palpant avec l'autre main le pli du coude, juste en dehors du relief du tendon bicipital. L'effet de la traction est ressenti à ce niveau : il s'agit donc bien de la branche sensitive. Le nerf du brachial est séparé sous microscope du nerf musculocutané, sur 1 cm, puis sectionné. Il vient très facilement au contact du nerf médian. La sélection d'un fascicule moteur est faite selon le même protocole de stimulation.

RESTAURATION DE L'EXTENSION DU COUDE

L'expérience clinique, ainsi que les travaux de l'École montpelliéraine de chirurgie du plexus brachial, nous ont appris l'importance fonctionnelle de la récupération, outre d'une flexion du coude, de l'extension. [21]

D'une certaine façon, on peut dire que la flexion du coude est utile pour soulever l'avant-bras et le placer en position fonctionnelle, la

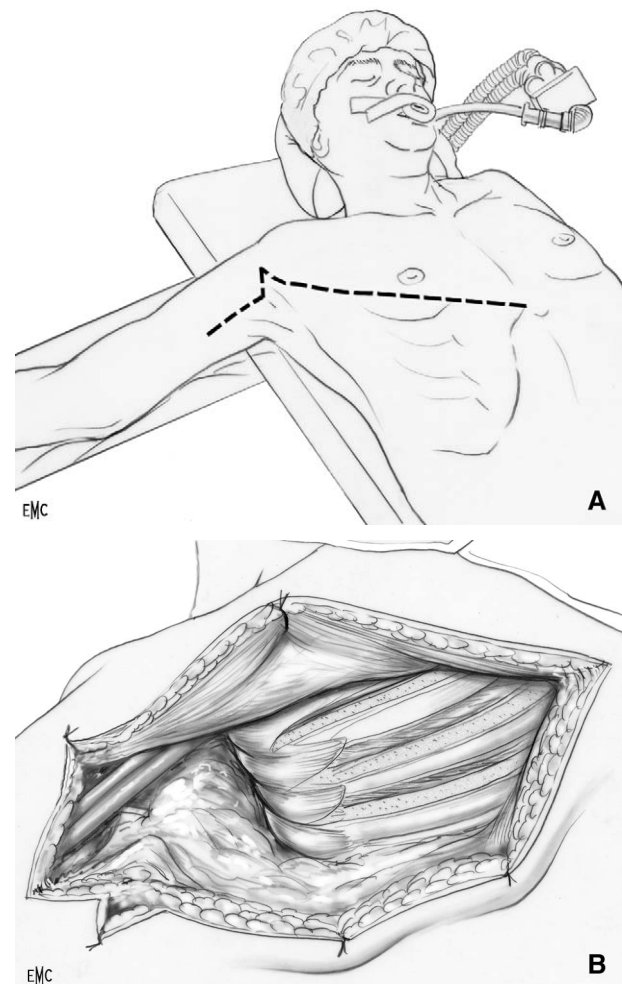


Figure 3 Voie d'abord pour prélèvement des nerfs intercostaux 3, 4, 5 (A). L'incision, thoracobrachiale continue, est brisée d'une plastie à l'extrémité du tendon grand pectoral. Les muscles qui recouvrent les 3^e, 4^e et 5^e côtes sont incisés au bistouri électrique, jusqu'au périoste (B). Chaque côte est ruginée sur sa moitié inférieure, puis sa face profonde. L'hémostase doit être très soignée.

fonction ne s'accomplissant utilement que par l'extension du coude. En particulier dans les paralysies de la main, la main est peu utilisée s'il n'existe qu'une flexion du coude. Une extension surajoutée fait entrer la main dans le circuit fonctionnel.

■ Greffe à partir du plexus brachial

Dès lors qu'il existe deux racines greffables dans la région scalénique, la réinnervation du plan d'extension du membre supérieur est envisagée. La meilleure racine va servir à restaurer la flexion du coude. L'autre va être branchée sur le continent postérieur du tronc primaire supérieur (en direction du deltoïde et du triceps), ou plus directement vers le nerf radial.

■ Transferts nerveux : nerfs intercostaux (Fig. 3, 4, 5)

Lorsqu'il n'existe aucun nerf utilisable dans la région scalénique, le transfert de nerfs intercostaux sur le nerf du triceps permet trois fois sur quatre de récupérer une bonne extension active du coude. La proximité permet une suture directe, sans interposition de greffe. Le nerf du long triceps est purement musculaire, évitant les erreurs potentielles d'affrontement sensitif-moteur. La taille du nerf du long triceps est similaire à trois nerfs intercostaux assemblés.

L'incision cutanée est une incision continue thoracobrachiale, ménageant une plastie au rebord inférieur du tendon grand pectoral. Le nerf radial est abordé de la manière suivante : on incise au bistouri le fascia d'enveloppe du muscle et du tendon grand pectoral. On récline en bloc en palmaire la graisse du creux axillaire, sans la pénétrer. On parvient ainsi directement sur le pédicule

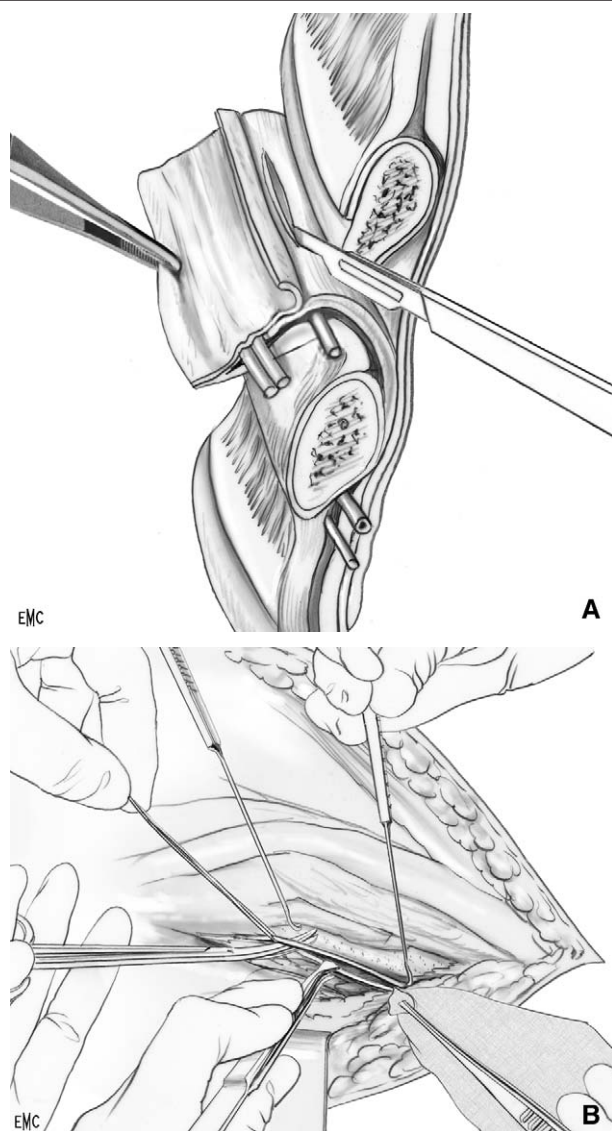


Figure 4 Prélèvement sous-périoste du nerf intercostal (A). Le périoste est attiré fortement par une pince à disséquer. La côte est soulevée par l'aide. Le surtout fibreux est incisé légèrement au bistouri. Le nerf apparaît. Il est disséqué aux ciseaux fins, tracté sur un lacs en silicone, sans jamais le pincer, sans aucune coagulation pendant la durée de la dissection (B). En cas de saignement, une compresse est simplement appliquée sur la zone hémorragique. Ce n'est qu'après section distale du nerf intercostal et retournement dans la région axillaire qu'une éventuelle électrocoagulation est autorisée.

vasculonerveux axillaire puis brachial. On repère à la palpation la saillie du tendon commun du grand dorsal et du grand rond, que l'on aborde. On le reconnaît facilement à son aspect étalé et nacré. On récline doucement en avant, sous un écarteur, le pédicule vasculaire : le nerf radial est l'élément le plus postérieur, cheminant au contact direct du tendon grand dorsal. On incise sa gaine de glissement. On le reconnaît facilement : il s'agit du seul nerf qui donne des branches à ce niveau. La première, généralement déjà détachée, est le nerf du long triceps. On la clive sur 4 à 5 cm du tronc du nerf radial, sous le grand pectoral récliné, en s'aidant d'une flexion de l'épaule, puis on la sectionne. La branche est basculée dans la région axillaire.

Les nerfs intercostaux sont abordés comme suit. L'incision cutanée est prolongée au bord inférieur du muscle grand pectoral vers le sternum, légèrement recourbée vers le processus xiphoïde en dedans. Chez la femme, l'incision, empruntant le pli sous-mammaire, ne laisse que très peu de séquelles esthétiques.

Les espaces intercostaux 3-4-5 ou 4-5-6 sont abordés, chacun de la même façon. On pratique sur chaque côte une incision au bistouri électrique, à mi-hauteur de la côte, jusqu'au contact osseux. On dépérioste, à la rugine, la moitié inférieure, puis toute la face postérieure, tout au long de chaque côte. En dehors des cas où il y a

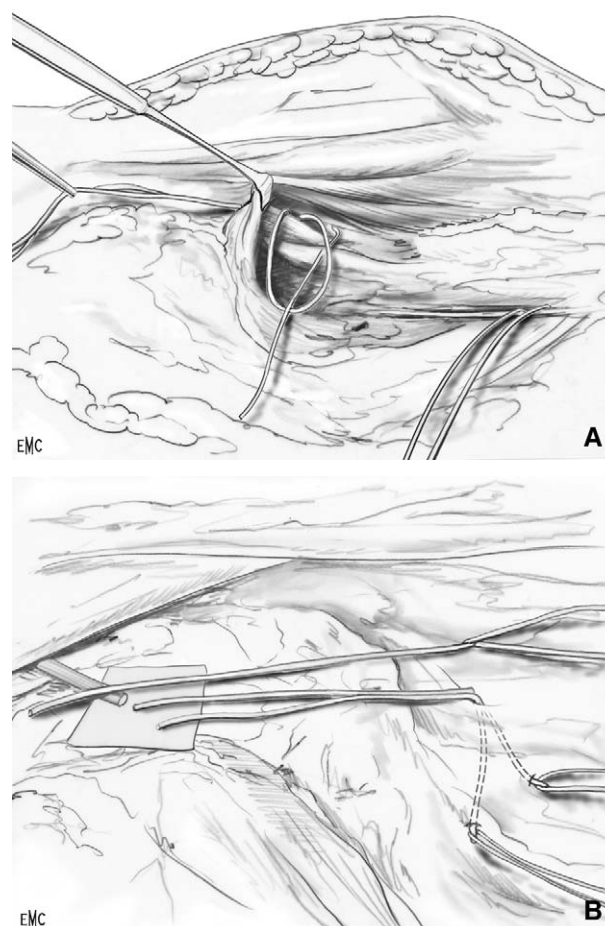


Figure 5 A. Tunnellisation sous les digitations du muscle dentelé antérieur. Cet artifice peut, si les nerfs sont « courts », donner un gain de longueur suffisant pour faciliter la suture directe sur le nerf receveur. B. Aspect des nerfs intercostaux, au contact du nerf du long triceps, le bras étant en abduction.

un antécédent de fractures de côtes, la manœuvre, avec une rugine tranchante, est facile, et les effractions pleurales sont exceptionnelles. Si une brèche est faite, le décollement postérieur de la côte étant large, on trouve suffisamment de tissu pour fermer immédiatement sans tension, avec un fil très fin. Le patient étant ventilé en pression positive, aucun drainage n'est nécessaire.

Le nerf intercostal est abordé avec une technique précise. La côte est soulevée par un aide, avec un écarteur ou deux crochets. L'opérateur pince et attire fortement vers lui le bord libre du périoste qui a été préparé. Il incise, au bistouri, longitudinalement la face profonde du périoste, en regard de la partie antérieure de l'arc costal (proche du sternum donc). À ce niveau, les muscles intercostaux se sont raréfiés, et le nerf est plus facile à identifier. Dès que le nerf est vu, cheminant sur le fascia endothoracique (on voit, en transparence, le tissu pulmonaire), on en fait le tour, à l'aide de ciseaux fins, on le passe sur un lacs. À aucun moment, au cours de la dissection qui va suivre, le nerf n'est pincé, il est simplement soulevé par le lacs élastique en silicone. Chaque petite branche collatérale du nerf est sectionnée aux ciseaux. Surtout, aucune électrocoagulation n'est pratiquée avant la fin de la dissection, la section distale du nerf et son retournement vers la région axillaire. En cas d'hémorragie gênante, un coin de compresse est simplement tassé sur la zone hémorragique, et la dissection poursuivie.

En médial, la dissection est menée jusqu'au cartilage costal. En dehors, elle est menée à la face profonde de la partie antérieure des digitations du muscle dentelé antérieur, qui est respecté dans la mesure où il n'est pas totalement paralysique. Afin d'avoir un trajet plus direct vers le nerf du long triceps, le nerf intercostal prélevé est parfois passé à travers le dentelé.

Les trois nerfs intercostaux sont collés à la colle de fibrine, recoupés, suturés par quelques points 11.0 au nerf du long triceps. La suture est faite en abduction de l'épaule, de sorte que l'immobilisation, coude au corps, détendant la zone de suture, réduit considérablement le risque de lâchage secondaire. Comme pour toutes les greffes nerveuses, on ne met pas en place de drainage aspiratif, très dangereux pour des microsutures. L'hémostase doit être bien faite.

L'immobilisation est stricte pendant 3 semaines. Les mouvements d'abduction passive de l'épaule sont interdits pendant 2 mois.

Chirurgie palliative

Celle-ci est indiquée^[5] lorsque les délais écoulés depuis l'accident sont trop longs, que les muscles fléchisseurs ou extenseurs du coude ne sont plus réinnervables. À cet égard, la question du délai « maximal » est une grande question, qui est aussi fonction de l'âge, et du type de réparation nerveuse envisagé. Un transfert nerveux « au plus près » va raccourcir le délai postopératoire de réinnervation, « autorisant » à tolérer une dénervation préopératoire plus longue. En pratique, il ne semble pas raisonnable de proposer une réinnervation plus de 12 à 18 mois après l'accident. Mais on peut citer, bien entendu, quelques cas de réinnervation après délais plus longs. Le pronostic est en tout cas directement proportionnel au délai écoulé depuis l'accident, comme le montrent de nombreuses études, dont les nôtres.

PARALYSIES PARTIELLES AVEC MUSCLES LOCAUX TRANSFÉRABLES

■ Flexion du coude

Muscles épicondyliens médiaux^[39] (Fig. 6, 7)

Les muscles insérés sur l'épicondyle médial sont des muscles biarticulaires et leur action de flexion des doigts et du poignet s'accompagne d'une composante de flexion du coude. La technique originale de Steindler consistait à remonter de 6 à 7 cm l'insertion des muscles épicondyliens médiaux. Pour éviter un flessum du coude difficile à récupérer, nous ne remontons l'insertion que de 4 cm. Ceci a l'inconvénient, par rapport à la technique originale, de diminuer la composante de flexion du coude due au transplant et, dans cette optique, nous ne réalisons donc ce transfert que lorsque les fléchisseurs du coude ont récupéré une force grade 2, soit spontanément, soit après chirurgie nerveuse. Les muscles épicondyliens médiaux doivent par ailleurs être cliniquement suffisamment puissants (prise de force, au mieux, supérieure à 15 kg).

L'incision part de la face médiale de l'avant-bras, se dirige en dedans jusqu'au sommet de l'épicondyle médial puis remonte sur la face médiale du bras sur 8 à 10 cm. En arrière, le nerf ulnaire est soigneusement repéré jusqu'à ses branches destinées au muscle fléchisseur ulnaire du carpe. En avant, le nerf médian est généralement vu, mais non disséqué, la section puis le transfert de l'épicondyle médial ne mettant en danger ni le nerf ni ses branches musculaires.

L'épicondyle médial est sectionné à la scie oscillante après préparation à la mèche de l'orifice de la vis qui sert à le réinsérer. On soulève un pavé de 2 cm environ. On sépare ensuite le chef ulnaire du fléchisseur ulnaire du carpe, laissé en place, du reste des muscles épicondyliens médiaux, qui sont mobilisés. Ce temps, délicat, nécessite la section de quelques cloisons fibreuses. La libération doit permettre de remonter de 4 cm l'épicondyle médial, le coude étant à 90° de flexion. Quand cet objectif est atteint, la libération est stoppée. La partie basse du septum intermusculaire médial est réséquée, puis la face médiale de l'humérus est avivée. La réinsertion est réalisée 4 cm au-dessus de l'interligne du coude, sur la face interne de l'humérus, avec une vis placée transversalement sur une rondelle.

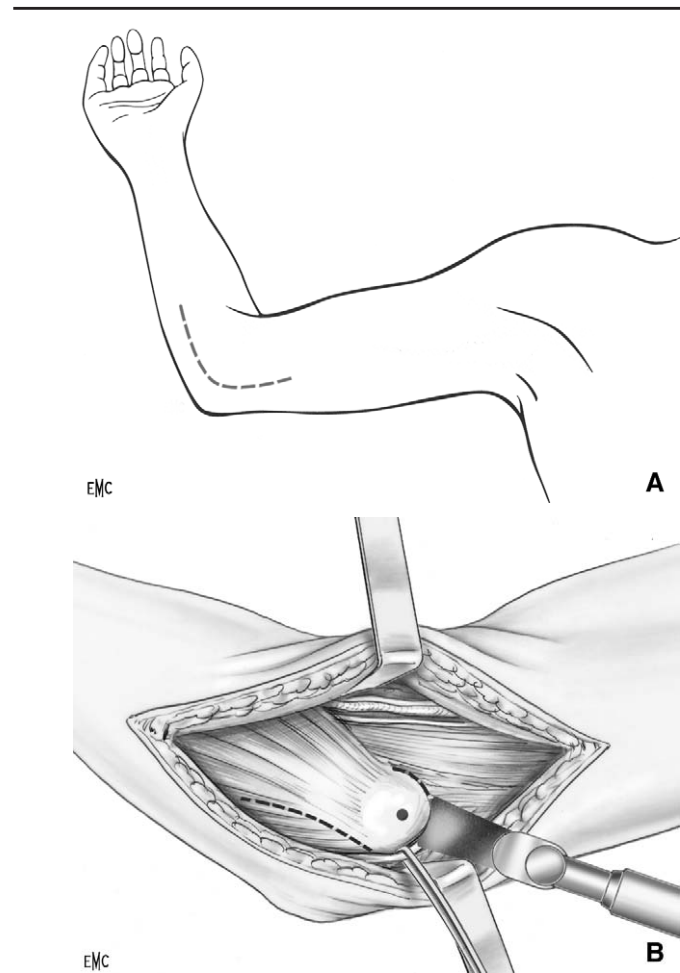


Figure 6 Intervention de Steindler. Voie médiale, à cheval sur l'épicondyle médial (A). Repérage du nerf ulnaire qui n'est pas transposé. Perforation transversale préalable de l'épicondyle, puis section sagittale, à la scie oscillante, de l'épicondyle (B).

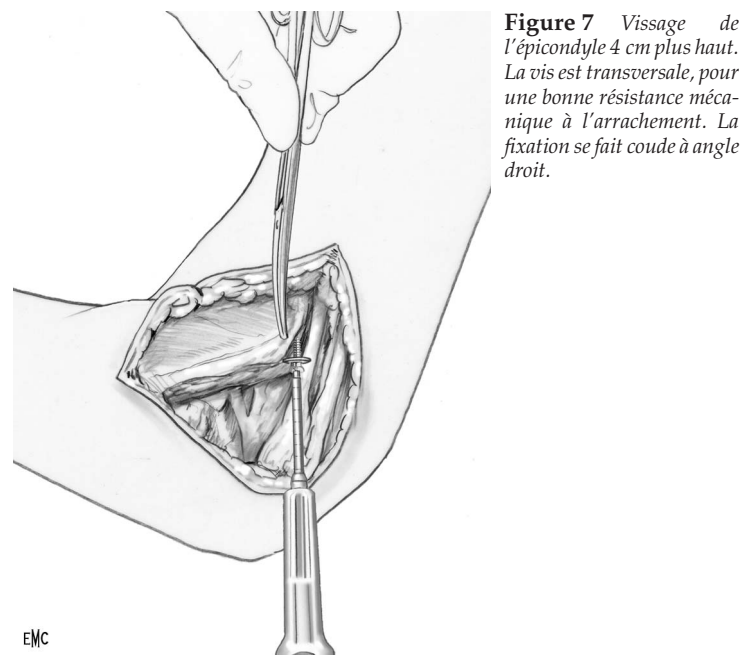


Figure 7 Vissage de l'épicondyle 4 cm plus haut. La vis est transversale, pour une bonne résistance mécanique à l'arrachement. La fixation se fait coude à angle droit.

Dans les suites, comme pour tous les palliatifs de la flexion du coude, le coude est immobilisé à 120° de flexion, dans une simple écharpe type Blount, sans attelle donc, pendant 6 semaines. La rééducation, en actif (en cas de triceps fonctionnel) puis actif et passif à partir de la huitième semaine, doit souvent durer de nombreux mois, afin de corriger progressivement le flessum postopératoire.

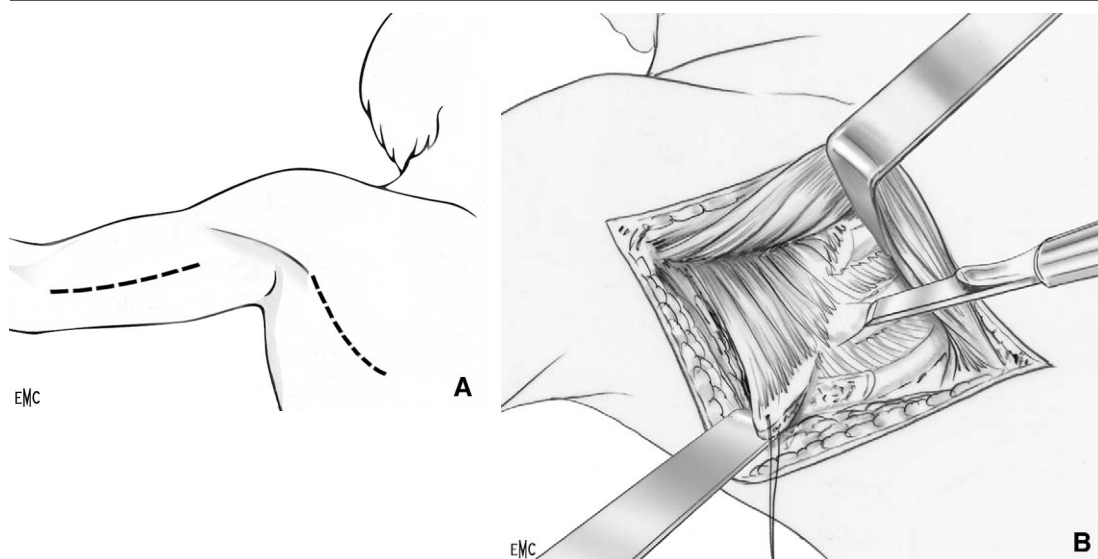


Figure 8 Transfert du petit pectoral, selon Pol Le Cœur. L'incision brachiale est située en regard du biceps paralysique, au tiers moyen et au tiers distal (A). L'incision thoracique suit le bord inférieur du muscle grand pectoral. Les digitations du petit pectoral sont soigneusement détachées en sous-périosté, au bistouri ou à la rugine tranchante (B).

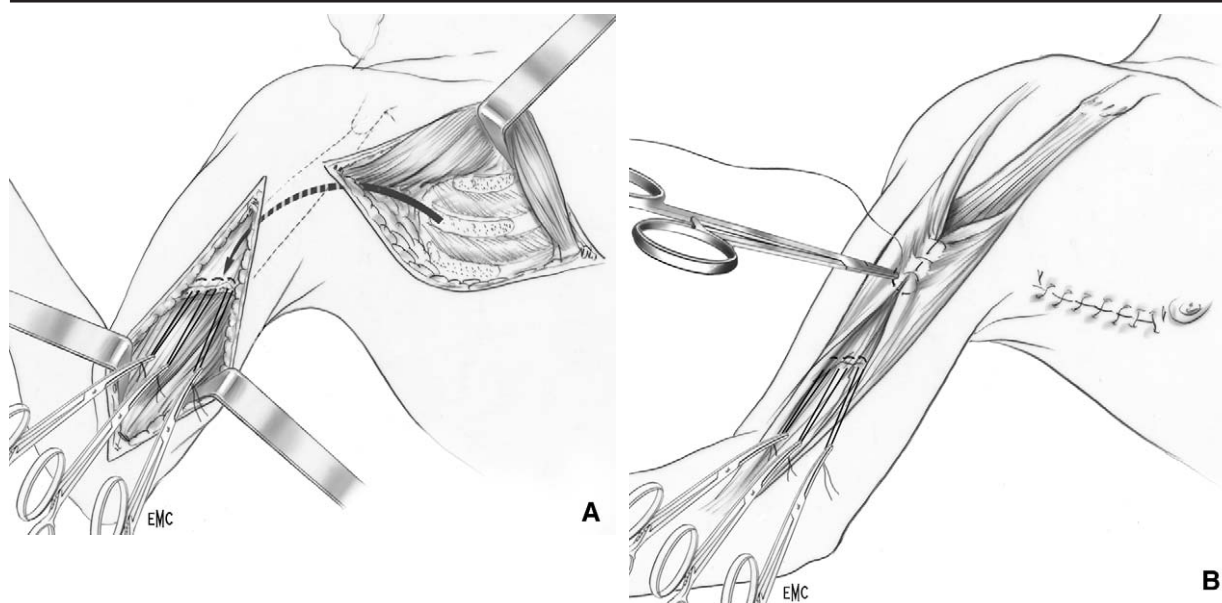


Figure 9 A. Transfert du petit pectoral prolongé de fils tracteurs (le muscle atteint seulement le tiers moyen du bras, voire l'union tiers moyen-tiers supérieur). B. Tubulisation du biceps paralysique autour des fils tracteurs. Une bandelette de tractus iliotibial peut également renforcer le montage.

Petit pectoral (Fig. 8, 9)

Il s'agit de la technique décrite par Pol Le Cœur en 1953. [22]

Ce transfert musculaire a l'avantage de ne léser aucune fonction et d'être bien intégré. Toutefois, sa force est faible, d'autant plus qu'il est partiellement dénervé dans les cas les plus fréquents de paralysie de la flexion du coude, qui sont d'origine radiculaire. Il trouve donc surtout son indication comme transfert de complément lorsque les fléchisseurs du coude ont récupéré, soit spontanément, soit après chirurgie nerveuse, une cotation à M2, permettant de faire passer celle-ci à 3+ ou 4.

On réalise le prélèvement de la partie distale du muscle par une incision oblique, suivant le bord inférieur du relief du grand pectoral sur 7 à 8 cm. Les digitations terminales du petit pectoral sont abordées et prélevées au bistouri sur les 3^e, 4^e, 5^e côtes, en prenant soin de soulever avec elles le maximum de périoste qui sert de point d'appui pour les sutures. Puis on libère la face profonde du muscle. Le pédicule vasculonerveux, noyé dans la graisse, n'est pas disséqué. Une deuxième incision est réalisée à la face antérieure du bras, descendant en bas jusqu'au pli de flexion du coude afin de pouvoir amarrer les fils du transfert sur le tendon du biceps, et remontant assez haut jusqu'à l'union tiers supérieur-tiers moyen, car le muscle petit pectoral est court, descendant au maximum à la partie moyenne du bras ; à cet égard, on peut considérer qu'il constitue un remplacement du muscle coracobiceps, bien plus que du muscle biceps dans son ensemble.

De nombreux fils non résorbables sont faufileés dans les digitations du petit pectoral. On peut aussi faire appel à une bandelette de tractus iliotibial (fascia lata). La multiplication des fils permet d'augmenter globalement la solidité de l'ancrage, tout en respectant au maximum le capital musculaire. La partie distale du muscle est extériorisée à l'incision brachiale après création d'un tunnel sous-cutané. Les fils sont faufileés alors au travers du tendon terminal du biceps, le muscle étant en tension physiologique, coude fléchi à 90°. Un enfouissement est réalisé autour des fils par le biceps paralysique. Le membre supérieur est immobilisé comme pour tous les palliatifs de la flexion du coude, dans une simple écharpe, coude à 120° de flexion, pour 6 semaines.

Grand pectoral (Fig. 10, 11)

Ce transfert, peu utilisé, a été décrit selon diverses modalités.

Clark, [13] en 1946, a proposé d'utiliser le faisceau inférieur, sternocostal du grand pectoral ; le chef claviculaire étant laissé en place.

Brooks et Seddon [10] ont proposé, en 1959, le transfert sur le biceps du tendon terminal du grand pectoral : le tendon du long biceps est sectionné à l'extrémité supérieure de la coulisse bicipitale ; le corps charnu du long biceps est séparé sur toute sa longueur du court biceps. Le tendon du long biceps est faufileé au travers du tendon du grand pectoral, puis rabattu en distal sous forte tension, puis suturé à lui-même, décrivant une anse solidarissant le tendon du grand pectoral en haut à l'insertion inférieure du biceps en bas.

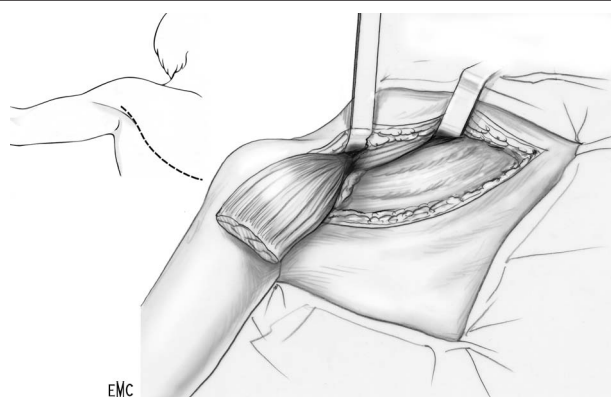
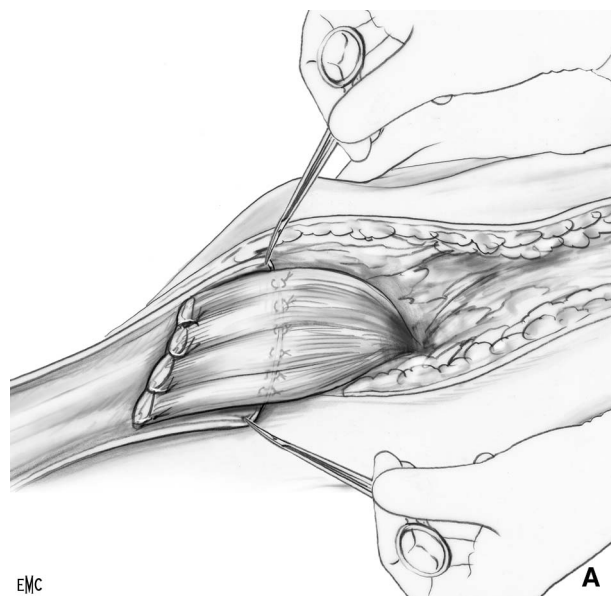


Figure 10 Transfert unipolaire du grand pectoral. L'incision cutanée suit le bord inférieur du tendon puis du muscle, jusqu'au bord latéral du sternum (cartouche). Par cette voie, on désinsère les attaches sternocostales du grand pectoral. Le faisceau claviculaire est laissé en place, et le pédicule préservé.

Dautry (1958) a proposé un transfert bipolaire de la quasi-totalité du grand pectoral qui ne laisse en place que le tiers externe de l'insertion claviculaire de ce muscle. L'insertion humérale est fixée au processus coracoïde. Les insertions sternocostales, prolongées par un lambeau fascial de la gaine du muscle droit de l'abdomen, sont fixées au tendon du biceps sectionné et sur la crête ulnaire. La même technique fut reprise en 1979 par Carrol.^[11] L'idée de la prolongation du grand pectoral par le fascia du droit paraissait intéressante. Pour ma part, j'ai réalisé cette technique deux fois, avec dans les deux cas une rupture peropératoire de la jonction, en fait très faible, entre le fascia du grand pectoral et le fascia du droit de l'abdomen.

Merle d'Aubigné, en 1967, a proposé un transfert bifocal : outre la fixation de l'extrémité distale sur le biceps, l'insertion humérale du chef sternocostal est séparée de celle du chef claviculaire, sectionnée et réinsérée sur le processus coracoïde.



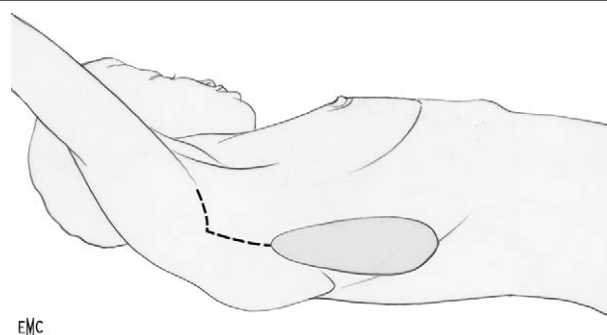
EMC

A



EMC

C



EMC

Figure 12 Incision pour transfert bipolaire pédiculé musculocutané de grand dorsal. Un îlot est dessiné un peu en arrière du bord antérieur du muscle. Il est plus large en distal, afin, après transposition, de couvrir plus aisément la partie large du muscle.

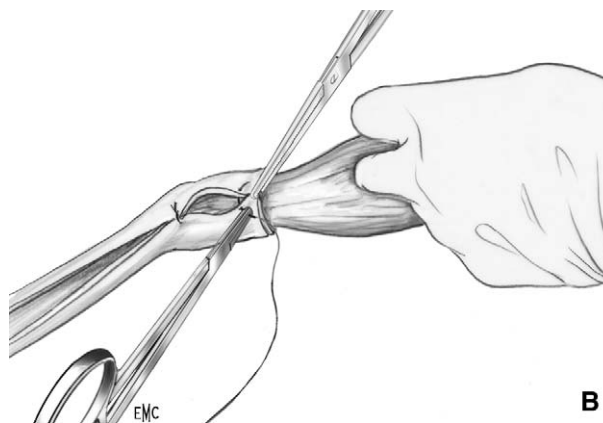
Plus récemment, Tsai,^[42] en 1983, a proposé de transférer en bloc grand et petit pectoral, dans le but de préserver au maximum le pédicule neurovasculaire.

Ce simple rappel de la littérature, dépourvue de véritables séries, suffit à comprendre :

- que le muscle grand pectoral, quadrangulaire, s'adapte très mal à la conformation du biceps qu'il est censé remplacer ;
- que les conditions de son utilisation sont rarement réunies ;
- qu'il s'agit d'un transfert de sauvetage, lorsque toutes les autres solutions sont impossibles, et c'est le sens de la publication de Tsai.

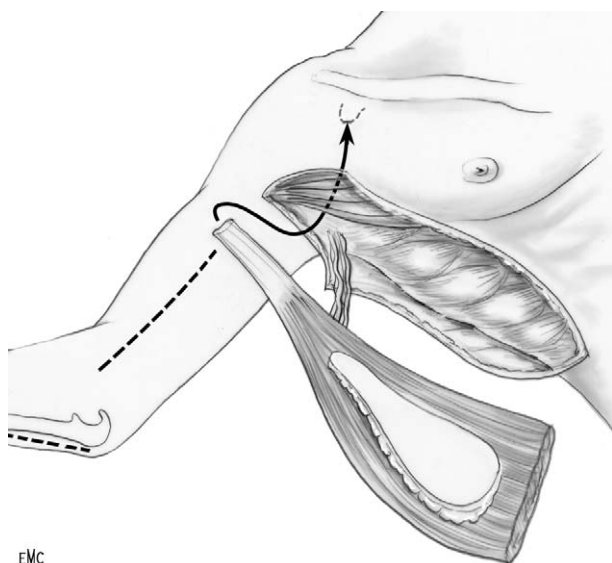
Grand dorsal (Fig. 12, 13, 14)

Le muscle grand dorsal n'est qu'exceptionnellement transposable dans les paralysies du plexus brachial de l'adulte. Son innervation provient en effet des racines plexiques supérieures. Dans les lésions



B

Figure 11 Le muscle grand pectoral est prolongé par une bandelette de tractus iliotibial (A). La fixation distale se fait par un passage transfixiant à travers le tendon du biceps paralytique (B, C).



EMC

Figure 13 Aspect du grand dorsal après transposition. Le tendon a été fixé sur le processus coracoïde, en passant en sous-pectoral (le muscle grand pectoral est détendu par une flexion de l'épaule). Ainsi, le pédicule du grand dorsal est détendu par la transposition. L'îlot cutané réalise une plastie d'agrandissement qui peut être nécessaire si le muscle est volumineux.

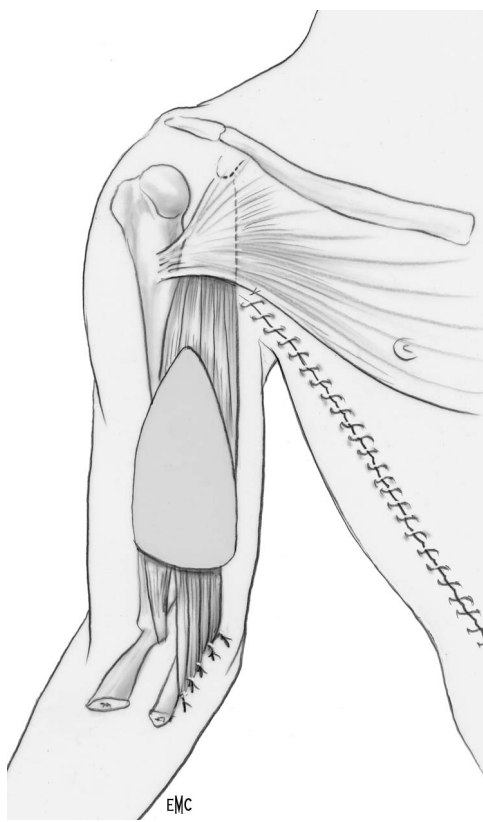


Figure 14 Fixation distale du muscle grand dorsal. La moitié latérale du muscle est fixée au tendon terminal du biceps. La moitié médiale est passée en sous-cutané au bord médial du coude, et fixée par quelques points transosseux à la métaphyse ulnaire. La fixation est la même quand le grand dorsal est transplanté en libre.

radiculaires, de loin les plus fréquentes, il est paralysé. Son transfert est réservé à certaines paralysies atypiques laissant intacte la racine du membre, ou surtout aux destructions traumatiques de la loge antérieure du bras.

La partie distale peut être seule transférée sur le tendon terminal du biceps.^[19] Mais on peut aussi réaliser un transfert bifocal, le tendon terminal du grand dorsal étant réinséré à la pointe du processus coracoïde.^[27, 35, 44] Cette technique, permettant de transférer une plus grande longueur de muscle fonctionnel, est susceptible de donner de meilleurs résultats.

Le patient est installé en décubitus dorsal, la moitié du thorax du côté paralysé étant légèrement surélevée par une alèse roulée placée longitudinalement entre les omoplates. De cette façon, l'abord du

grand dorsal est possible, le membre supérieur du patient étant rabattu du côté opposé au côté opéré ; après fermeture du site de prélèvement, le membre supérieur est reposé sur l'appui à bras et le transfert réalisé.

Le prélèvement du muscle grand dorsal est réalisé par une incision latérothoracique, suivant le bord antérieur du relief du grand dorsal. L'extrémité supérieure de l'incision remonte jusqu'à l'insertion humérale du tendon. Le pédicule vasculonerveux est repéré, pénétrant la face profonde du muscle 8 à 10 cm sous l'insertion humérale. Puis le muscle est libéré en totalité et le tendon huméral sectionné.

Un écarteur, placé sous le grand pectoral, permet alors d'aborder les tendons des muscles court biceps et coracobrachial paralysés, jusqu'à leur insertion coracoïdienne. Le grand pectoral est détendu par une flexion de l'épaule. Il n'est donc pas nécessaire de réaliser une nouvelle incision pour fixer le tendon grand dorsal sur le processus coracoïde. Et le trajet rétropectoral, à l'inverse du trajet prépectoral, produit une bienfaisante détente du pédicule du grand dorsal.

On réalise ensuite un large décollement cutané à la face antérieure du bras. L'extrémité distale du grand dorsal est passée dans un tunnel sous-cutané, sous le fascia superficiel plus précisément, jusqu'au tiers inférieur du bras. Elle est suturée sous bonne tension au tendon du biceps. Le muscle grand dorsal, lorsqu'il est normal, est trop volumineux pour glisser facilement dans la loge antérieure du bras et il vaut mieux prélever avec le muscle grand dorsal une longue ellipse cutanée qui sert de plastie d'agrandissement des téguments au niveau brachial (notamment à la partie basse du bras où le grand dorsal transféré est le plus large).

En distal, le muscle est divisé en deux parties. L'une est fixée au tendon terminal du biceps. L'autre est passée sous la peau médiale de l'extrémité proximale de l'avant-bras, et fixée par une série de points transosseux au tiers proximal de l'ulna. On augmente ainsi le bras de levier potentiel du transfert. On reconstruit, d'une certaine façon, l'expansion aponévrotique du biceps.

Triceps (Fig. 15, 16)

Le transfert du triceps sur le biceps a été décrit par Bunnell en 1948, puis repris par Carroll.^[11]

Cette technique fait perdre l'extension active du coude et il persiste seulement une extension passive par la pesanteur. Il s'agit là d'une perte fonctionnelle importante, qui doit faire préférer, tant que possible, toute autre solution pour restaurer la flexion du coude.

Ainsi, la seule indication formelle est constituée par l'existence de cocontractions biceps-triceps, fréquentes après récupération spontanée dans les paralysies du plexus brachial à tort non opérées. Les autres indications sont relatives : quand il n'y a pas d'autre solution, ou trop compliquée, ou refusée par le patient.

Le triceps est prélevé par une incision médiane postérieure allant du tiers moyen du bras à l'olécrane. Le nerf ulnaire est repéré en dedans, le vaste médial est décollé jusqu'à son insertion humérale qui est respectée. Le tendon du triceps est sectionné en prenant soin de ne pas ouvrir l'articulation du coude. Un large passage est réalisé à la face externe du bras, par résection du septum intermusculaire latéral, en passant sous le fascia superficiel, et non pas dans le tissu sous-cutané. Le tendon terminal du biceps est repéré par une incision médiane antérieure se terminant au niveau du pli de flexion du coude. La suture du tendon du triceps à celui du biceps est réalisée coude fléchi. La longueur est réglée de telle façon que la main du patient étant lâchée, persiste au niveau du coude un flessus de 30° environ.

On met en place une immobilisation par l'écharpe habituelle décrite plus haut, pour 4 à 6 semaines.

■ Extension du coude

Grand dorsal (Fig. 17, 18, 19)

Il s'agit d'un transfert d'indication rare, la simultanéité d'une paralysie de l'extension et d'un grand dorsal fonctionnel n'étant pas fréquente (lésion haute du nerf radial en aval du nerf axillaire, ou

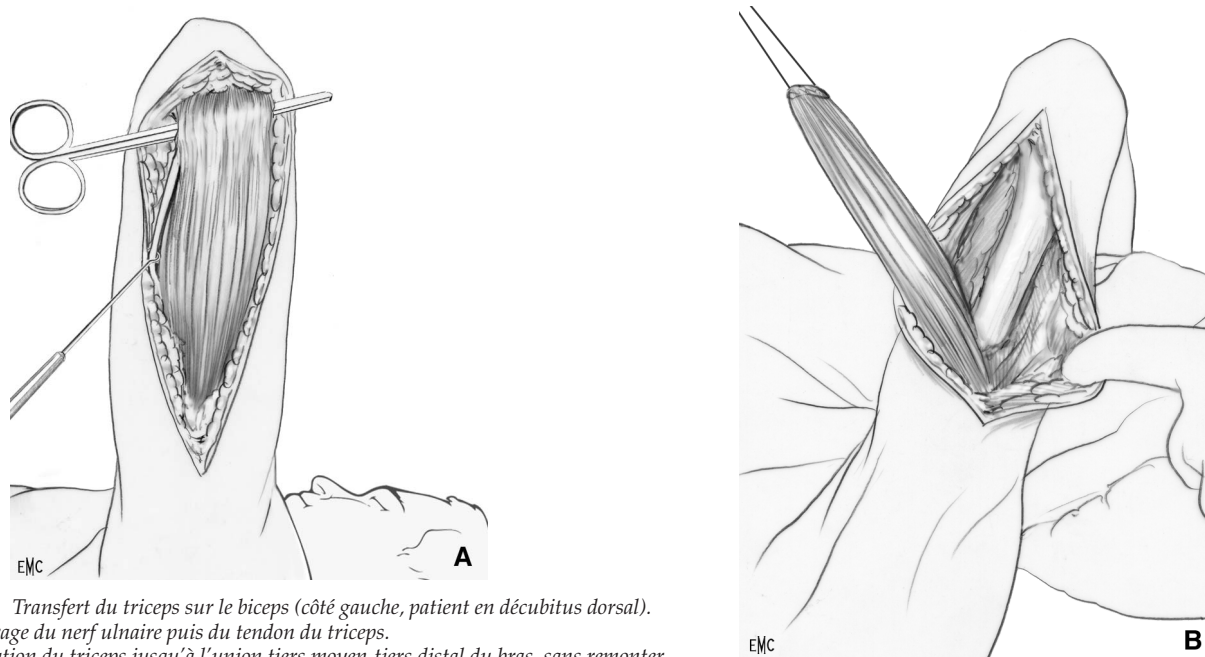


Figure 15 Transfert du triceps sur le biceps (côté gauche, patient en décubitus dorsal).
 A. Repérage du nerf ulnaire puis du tendon du triceps.
 B. Libération du triceps jusqu'à l'union tiers moyen-tiers distal du bras, sans remonter jusqu'à la gouttière du nerf radial.

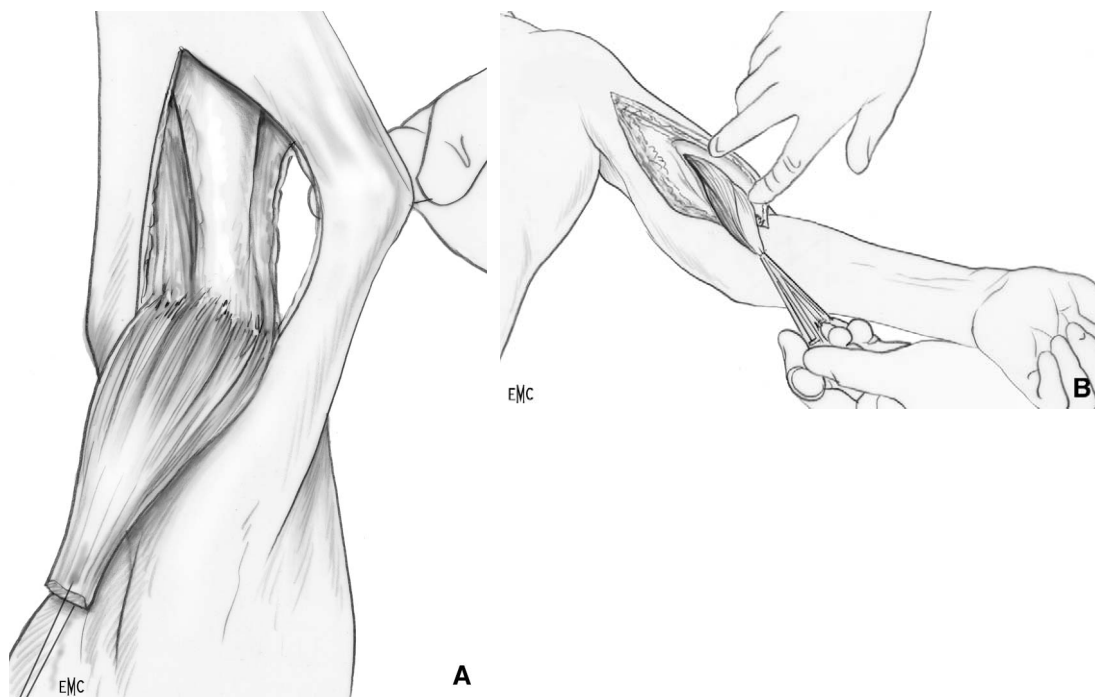


Figure 16 Tunnelisation latérale (A) et fixation au tendon du biceps (B).

recupération du grand dorsal après lésion incomplète ou chirurgie du plan nerveux postérieur du plexus brachial). Mais il s'agit d'une excellente opération, les résultats sont régulièrement bons.^[19] En particulier, la synergie des deux muscles, observable facilement lorsqu'on se lève d'un fauteuil en s'appuyant sur les accoudoirs, produit une fonction utile immédiate, sans grande rééducation.

Le grand dorsal est prélevé selon la même technique vue plus haut. Il n'est pas nécessaire de sectionner l'insertion humérale du grand dorsal. Le pédicule n'est pas menacé par le transfert. La partie distale du muscle est fixée à une dizaine de fils tracteurs, afin de répartir au mieux la tension musculaire du transplant. On aborde, par une incision longitudinale postérieure, le tiers distal de la face postérieure du bras. Après transfert sous-cutané du muscle grand dorsal, chaque fil est suturé individuellement au tendon du triceps, sous tension égale, coude en extension complète.

La fixation étant très solide, afin de ne pas enraidir le coude en extension, l'immobilisation peut être réduite à 4 semaines. Puis on

rééduque en actif la flexion-extension, entre l'extension complète et l'angle droit. À partir de la sixième semaine, l'angle droit est dépassé en flexion active.

En fait, le muscle grand dorsal étant apposé sur le triceps restant, sans effraction de l'articulation ou des bourses de glissement, la kinésithérapie est en général facile.

Deltoïde postérieur (Fig. 20)

Il s'agit de l'une des techniques développées électivement pour restaurer l'extension du coude chez les tétraplégiques avec paralysie du triceps.^[3, 4, 17, 18, 26]

Möberg a ainsi décrit l'utilisation de la moitié postérieure du deltoïde, c'est-à-dire du faisceau acromial.

La voie d'abord est curviligne, suivant la saillie de l'épine de l'omoplate, puis s'incurve à la face externe du moignon de l'épaule jusqu'au tiers moyen du bras. La moitié postérieure du deltoïde est désinsérée à son insertion humérale. Des tendons extenseurs des

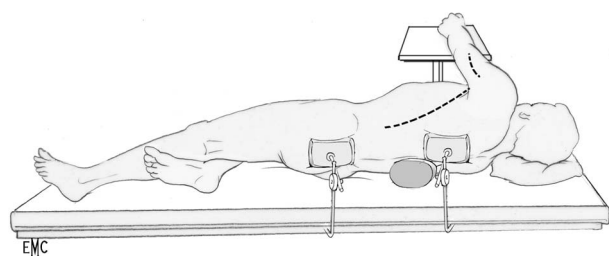


Figure 17 Transfert monopolaire du grand dorsal pédiculé pour restauration de l'extension du coude. Le patient est installé en décubitus latéral, le bras reposant sur une tablette. L'incision thoracique suit le relief du grand dorsal, jusqu'au creux axillaire. L'incision brachiale est postérieure, ne dépassant pas la pointe de l'olécrane.



Figure 18 Le muscle grand dorsal a été levé. En distal, le muscle n'est pas prélevé en totalité, car sa longueur lui permet sans difficulté d'atteindre l'olécrane. En proximal, le pédicule est repéré, et la branche thoracique ligaturée. L'insertion du tendon est préservée. Le tendon terminal du triceps est abordé au-dessus du coude, et un large décollement sous-fascial est réalisé entre le bras et la région thoracique. Six à huit fils tracteurs sont faufilés dans la partie terminale du grand dorsal.

orteils sont prélevés sur le patient et faufilés en boucle dans la partie distale du deltoïde en haut. On peut également utiliser du tractus iliotibial (fascia lata). Le tendon tricipital est abordé par une incision longitudinale postérieure au tiers distal du bras, les greffes tendineuses y sont fixées solidement. L'immobilisation postopératoire est pour Moberg de 6 semaines coude en extension complète, épaule en abduction à 45° dans un appareil plâtré. Le patient est alors rééduqué très progressivement et une récupération de la flexion par palier de 10° par semaine est préconisée ; et l'on ne progresse en flexion que si l'extension est forte et complète dans le palier considéré. Une orthèse est conservée 6 semaines supplémentaires.

Transfert du biceps sur le triceps (Fig. 21)

Décrite initialement par Friedenberg^[16] en 1954, le transfert du biceps est également surtout indiqué dans les tétraplégies.^[14, 17, 18, 45] Mais il peut être aussi indiqué dans certaines séquelles de paralysies obstétricales.

Dans les tétraplégies, c'est pour certains la méthode d'élection de restauration de l'extension du coude, arguant de l'absence de plainte des patients qui ont pourtant perdu une partie de la force de flexion du coude. Pour d'autres, ce transfert est indiqué au mieux lorsqu'il existe en préopératoire un flessum irréductible du coude. Le premier temps de l'opération est une libération antérieure, incluant une ténotomie du biceps, muscle qui devient donc particulièrement disponible pour un transfert.

Le transfert est passé par voie médiale, et il parvient facilement jusqu'à la pointe de l'olécrane. Il est faufilé dans le tendon tricipital.



Figure 19 Le muscle grand dorsal est attiré facilement jusqu'au coude. Les fils sont suturés sous tension physiologique au tendon du triceps paralytique, le coude étant placé en extension. Il faut veiller à imposer une tension équivalente à tous les faisceaux musculaires du grand dorsal.

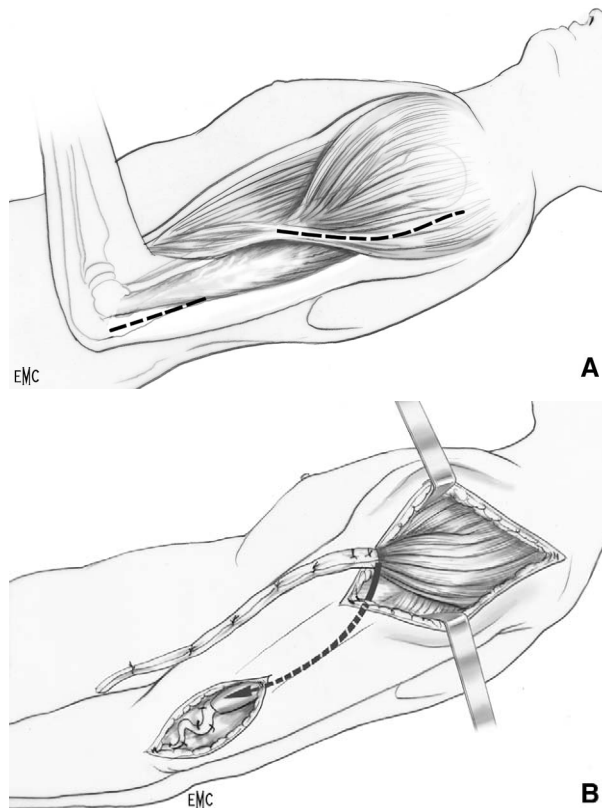


Figure 20 Transfert du deltoïde postérieur sur le triceps, selon Möberg. Deux incisions sont nécessaires (A). La moitié postérieure du deltoïde est prélevée, sans dissection proximale extensive du muscle, afin de préserver son innervation. L'insertion périorostée du deltoïde est prélevée avec le muscle, pour appuyer les points de fixation au tractus iliotibial. Après passage sous-cutané, le tractus est passé plusieurs fois à travers le tendon tricipital (B).

Le transfert par voie latérale présente le risque d'un conflit avec le nerf radial (en dedans le nerf ulnaire est en général paralytique).

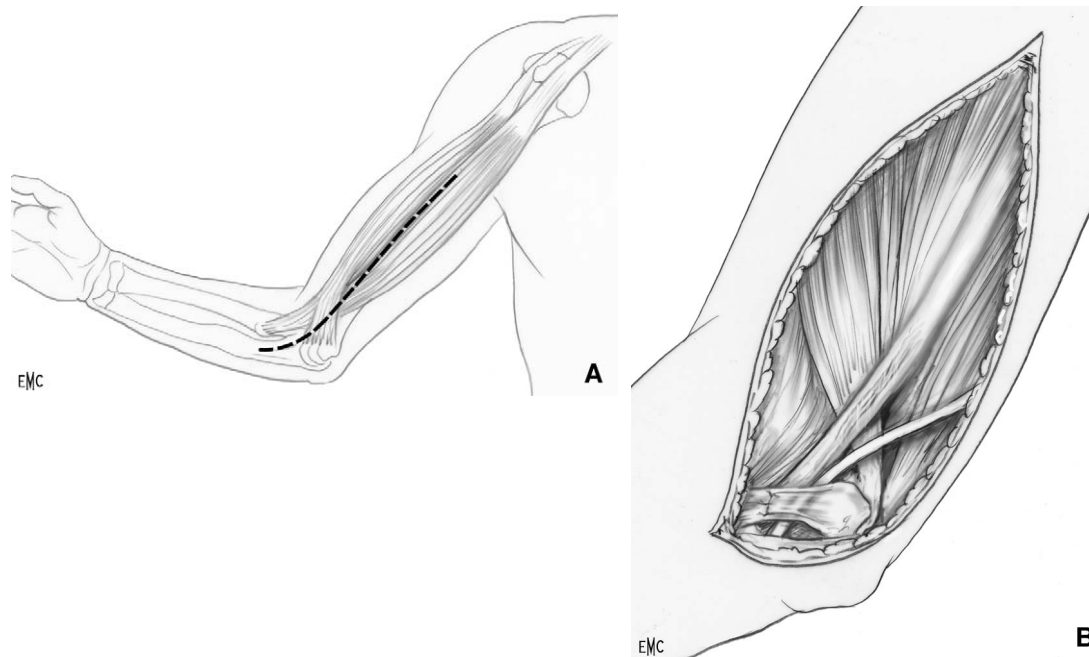


Figure 21 Transfert du biceps sur le triceps, pour restaurer l'extension du coude. Une seule incision, antéromédiale, suffit (A). Pour éviter tout conflit, le biceps peut être passé sous le paquet vasculonerveux brachial, et sous le nerf ulnaire transposé (dans l'indication la plus fréquente, le tétraplégique, le nerf ulnaire n'est pas fonctionnel) (B).

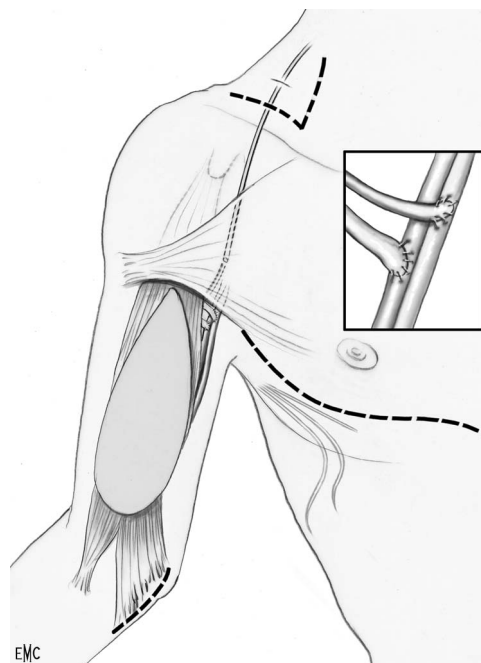


Figure 22 Transfert du grand dorsal libre pour restaurer la flexion du coude. La fixation tendinomusculaire est identique à la technique pédiculée. Les branchements vasculaires sont faits à la partie haute du canal brachial. La réinnervation est réalisée, soit par suture directe aux nerfs intercostaux, soit au nerf spinal accessoire, par l'intermédiaire d'une greffe surale. Si l'on veut faire une suture directe au nerf spinal, l'ensemble du transfert est décalé en proximal, et les sutures vasculaires doivent être faites dans le sillon deltopectoral.

Dans l'éventualité, exceptionnelle, où les nerfs ulnaire ou médian ne seraient pas paralytiques, le biceps peut être passé à leur face profonde, pour éviter tout risque de conflit.

PARALYSIES MASSIVES SANS POSSIBILITÉ DE CHIRURGIE NERVEUSE ET SANS MUSCLES LOCAUX TRANSFÉRABLES : TRANSFERTS MUSCULAIRES LIBRES RÉINNÉRVÉS

■ **Grand dorsal (Fig. 22)**

Dans les paralysies vues très tardivement, les muscles locaux ne sont plus réinnervables : il faut faire appel à des muscles libres réinnervés.

Le grand dorsal est fréquemment utilisé pour restaurer la flexion du coude.

Le patient est installé en décubitus dorsal, et opéré à deux équipes.

Comme dans la technique pédiculée, on prélève avec le muscle une palette cutanée plus large en distal, là où l'épaisseur du muscle est maximale, et gêne la fermeture cutanée. Le muscle transféré est fixé en proximal sur le processus coracoïde, en sous-pectoral (en s'aidant d'une flexion de l'épaule pour détendre le muscle grand pectoral). En distal, il est divisé en deux contingents, pour le tendon bicipital et l'ulna (tunnellisation par voie médiale). L'artère est suturée, au choix, en latéral sur l'artère brachiale, ou en terminoterminal sur l'artère circonflexe. La veine est suturée en terminal ou en latéral sur les nombreuses veines à disposition. Le nerf du grand dorsal peut être suturé directement à trois nerfs intercostaux, ou à une greffe surale prolongeant le nerf spinal accessoire. Une suture directe au nerf spinal accessoire est parfois possible : il faut alors fixer le muscle très haut, et faire les sutures vasculaires dans le sillon deltopectoral.

Le coude est immobilisé comme décrit plus haut. Après 6 semaines, le bras est laissé pendant le long du corps, la rééducation ne commençant que lors de la perception des premières contractions (9 à 12 mois).

■ **Gracilis (Fig. 23, 24, 25)**

Ce transfert est apprécié notamment par le caractère discret des séquelles de son prélèvement.

Il s'agit d'une voie d'une quinzaine de centimètres à la face médiale de la cuisse, celle-ci étant placée en abduction-rotation externe. Après incision du fascia d'enveloppe du muscle, le pédicule est repéré à la face antérieure du muscle, à une dizaine de centimètres de l'insertion pubienne. Une contre-incision à la face interne de l'extrémité supérieure du tibia permet d'aborder la patte-d'oie. Une traction proximale sur le muscle facilite l'identification. Le gracilis ne doit pas être confondu avec le sartorius qui est le muscle de la patte-d'oie dont le corps musculaire descend le plus bas, et est placé antérieurement. Une section précoce du tendon terminal du gracilis facilite la mobilisation du corps musculaire et la dissection du pédicule. Le pédicule accessoire est ligaturé, ainsi qu'une branche du pédicule principal destinée au muscle grand adducteur. Le nerf du gracilis, dont la direction est relativement longitudinale, se sépare rapidement du pédicule vasculaire, à direction transversale. Il n'est pas souhaitable de disséquer le nerf jusque dans la région obturatrice, car il donne des branches aux muscles long et court adducteurs. Seule sa partie terminale, destinée au seul gracilis, doit

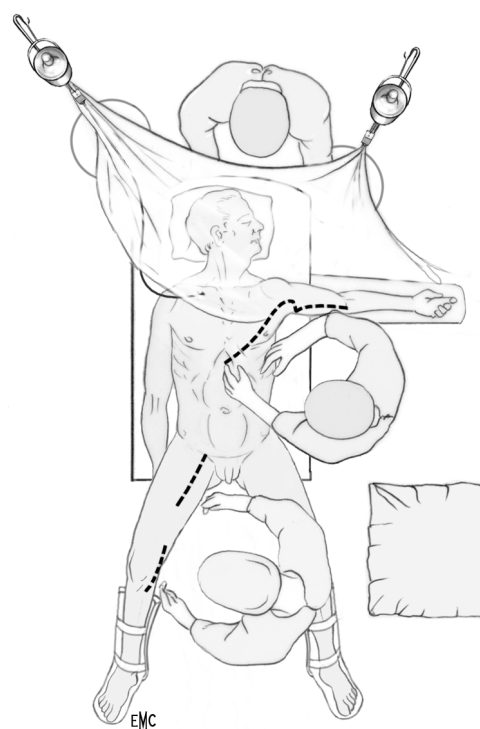


Figure 23 Installation d'un patient pour transfert libre d'un muscle gracilis. Une incision discontinue est pratiquée à la cuisse, une incision thoracobrahiale au niveau du site receveur.

être prélevée. Le pédicule vasculaire principal est parfois dédoublé, et il faut rapidement s'aider du microscope pour mener la dissection en proximal, dans l'espace entre long adducteur en superficie et court adducteur en profondeur. On progresse ainsi jusqu'à son

origine, à partir de la veine et de l'artère fémorale profonde. Un pédicule de 7 à 8 cm peut être libéré. On sectionne alors l'insertion du gracilis sur le pubis, au plus près, afin de pouvoir bénéficier d'une bonne zone de suture.

Au site receveur, il faut suturer le muscle à son extrémité proximale, avant de suturer le pédicule : l'emplacement du branchement du pédicule est en effet déterminé par la situation définitive du muscle transféré. Le gracilis étant très long, la fixation distale est faite facilement au tendon du biceps, ou encore en boucle à travers l'ulna, en tension physiologique, coude à angle droit. La suture artérielle est latérale sur l'artère brachiale, ou terminale sur la brachiale profonde. Pour la réinnervation, on procède comme plus haut.

Pour « faire de la place », et éviter une fermeture sous tension, on peut exciser le biceps et fixer anatomiquement le gracilis en lieu et place du biceps. Mais si l'on veut bénéficier du maximum de longueur du muscle, on peut choisir avantageusement une fixation distale sur l'ulna (le muscle gracilis est plus long que le biceps).

Le gracilis peut aussi être utilisé pour restaurer l'extension du coude. La voie d'abord sur le membre supérieur est la même que pour remplacer le biceps.

Après préparation des branchements vasculaires, le tendon du long triceps est abordé sous la glène et sectionné en ménageant un moignon proximal suffisant pour pouvoir y suturer le gracilis. Le long triceps est excisé, tandis qu'on effectue une hémostase soigneuse. En distal, le gracilis est fixé de la même façon au moignon tricipital, coude en extension. Les réparations vasculaires et nerveuses sont faites après fixation bipolaire du muscle.

Le coude est immobilisé 6 semaines en extension, puis la rééducation de la flexion est entreprise. La rééducation de l'extension active ne commence qu'au début de la réinnervation du gracilis, après de nombreux mois.

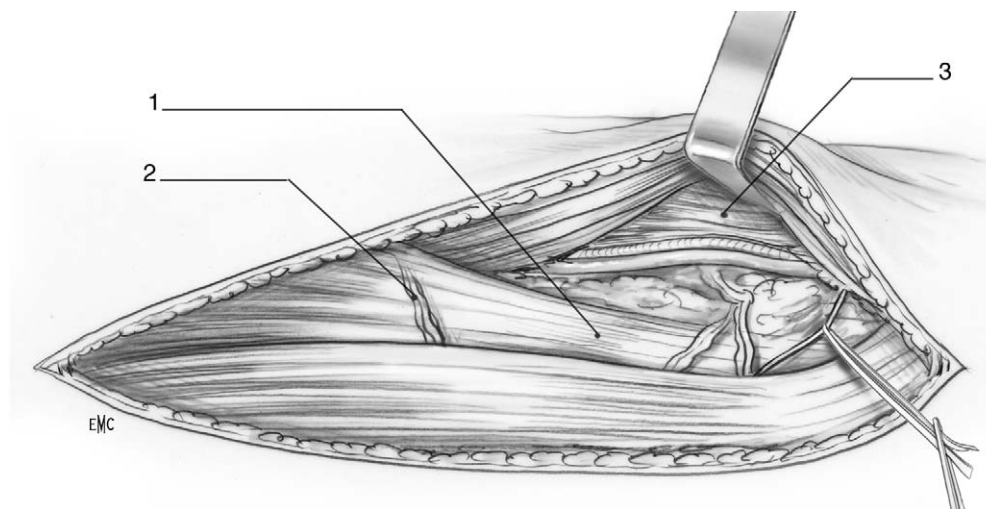


Figure 24 Dissection du pédicule neurovasculaire du gracilis. Le pédicule accessoire est ligaturé. Le pédicule vasculaire principal, parfois dédoublé, est disséqué profondément, entre grand adducteur en bas et long adducteur en avant, puis entre long et court adducteur. Les vaisseaux fémoraux profonds apparaissent. L'utilisation du microscope est recommandée pour la dissection vasculaire. Le nerf a une direction plus longitudinale, et se sépare rapidement du pédicule vasculaire. 1. Grand adducteur ; 2. pédicule accessoire ; 3. vaisseaux fémoraux profonds.

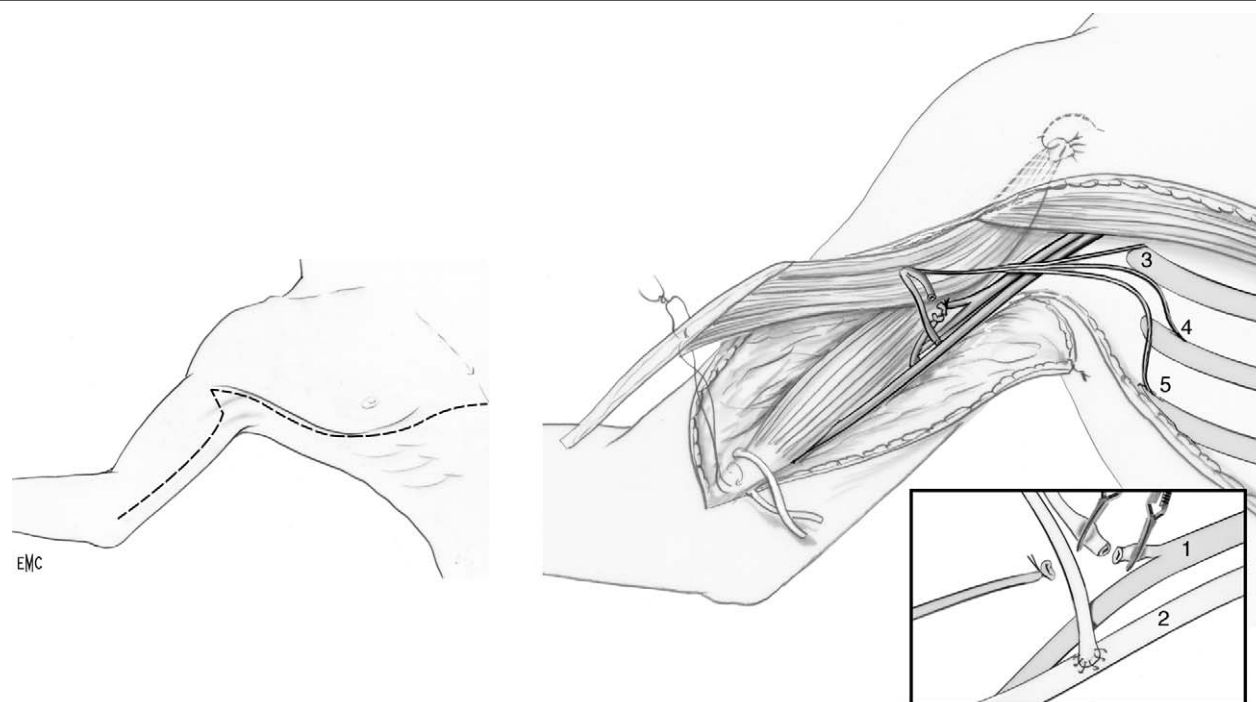


Figure 25 Gracilis en place sur le site receveur. Le muscle est fixé en premier sur le processus coracoïde, en sous-pectoral. La veine est suturée sur une veine régionale (2). L'artère est suturée en terminoterminal sur l'artère brachiale profonde (1). Le nerf est

suturé sur trois nerfs intercostaux (3, 4, 5). Puis le gracilis distal est fixé au tendon terminal du biceps.

Références

- [1] Allieu Y, Privat JM, Bonnel F. Les neurotisations par le nerf spinal (nerf accessorius) dans les avulsions radiculaires du plexus brachial. *Neurochirurgie* 1982; 28: 115
- [2] Allieu Y, Privat JM, Bonnel F. Paralysis in root avulsion of the brachial plexus: Neurotization by the spinal accessory nerve. *Clin Plast Surg* 1984; 11: 133-137
- [3] Allieu Y, Teissier J, Triki F, Mailhe D, Ascencio G, Gomis R et al. Réanimation de l'extension du coude chez le tétraplégique par transplantation du deltoïde postérieur. Étude de 21 cas. *Rev Chir Orthop* 1985; 71: 195-200
- [4] Allieu Y, Coulet B, Chammas M. Chirurgie fonctionnelle du membre supérieur chez le tétraplégique. *Encycl Méd Chir* 2003; 44-460 (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-traumatologie. 16p.
- [5] Alnot JY, Oberlin C. Muscular transfers in paralysis of elbow flexion and extension. Tubiana R ed. *The hand* Philadelphia: WB Saunders, 1991; 162-175
- [6] Alnot JY, Daunois O, Oberlin C. Les paralysies totales du plexus brachial par lésions supraclaviculaires. *Rev Chir Orthop* 1992; 78: 495-505
- [7] Asfazadourian H, Tramond B, Dauge MC, Oberlin C. Morphometric study of the upper intercostal nerves: practical application for neurotisations in traumatic brachial plexus palsies. *Ann Hand Upper Limb Surg* 1999; 18: 243-253
- [8] Bentolila V, Nizard R, Bizot P, Sedel L. Complete traumatic brachial plexus palsy. Treatment and outcome after repair. *J Bone Joint Surg [Am]* 1999; 81: 20-28
- [9] Birch R, Bonney G, Wynn-Parry CB. Surgical disorders of the peripheral nerves. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1998; 200p.
- [10] Brooks DM, Seddon HJ. Pectoral transplantation for paralysis of the flexors of the elbow. A new technique. *J Bone Joint Surg [Am]* 1959; 41: 36-43
- [11] Carroll RE, Kleinman WB. Pectoralis major transplantation to restore elbow flexion of the paralytic upper limb. *J Hand Surg [Am]* 1979; 4: 501-507
- [12] Chiasserini A. Tentativi di cura in casi di paraplegia da lesione di midollo lombare consecutiva a frattura vertebrale (anastomosi radiculo-intercostale). *Il Policlinico* 1934; 12: 603-607
- [13] Clark JM. Reconstruction of the biceps brachii by pectoralis muscle transplantation. *Br J Surg* 1946; 34: 180-181
- [14] Du Toit GT, Levy SJ. Transposition du biceps brachial pour faiblesse du triceps. *J Bone Joint Surg [Br]* 1967; 49: 135-137
- [15] Frey M. Avulsion injuries to the brachial plexus and the value of motor reinnervation by ipsilateral nerve transfer. *J Hand Surg [Br]* 2000; 25: 323-324
- [16] Friedenberg ZB. Transposition du biceps brachial pour faiblesse du triceps. *J Bone Joint Surg [Am]* 1954; 36: 656-658
- [17] Hentz VR, Brown M, Keoshian LA. Upper limb reconstruction in quadriplegia; functional assessment and proposed treatment modifications. *J Hand Surg [Am]* 1983; 8: 119-131
- [18] Hentz VR, Leclercq C. Surgical rehabilitation of the upper limb in tetraplegia. Philadelphia: WB Saunders, 2002; 97-118
- [19] Hovnanian P. Latissimus dorsi transplantation for loss of flexion or extension at the elbow. *Ann Surg* 1956; 143: 493-499
- [20] Kotani T, Matsuda H, Suzuki T. Trial surgical procedures of nerve transfer to avulsion injuries of plexus brachialis. Proceeding of 12th congress of the International Society of Orthopaedic Surgery and Traumatology/Tel Aviv. Amsterdam: Excerpta Medica, 1972
- [21] Lazerges C. Évaluation post-opératoire de la qualité de vie dans les paralysies supraclaviculaires traumatiques du plexus brachial. 2002; [thèse en médecine] Montpellier
- [22] Le Cœur P. Procédés de restauration de la flexion du coude paralytique par transplantation du petit pectoral. *Rev Chir Orthop* 1967; 53: 357-372
- [23] Leechavengvongs S, Wittoonchart K, Uerpaiojkit C. Nerve transfer to biceps muscle using a part of the ulnar nerve in brachial plexus surgery (upper arm type): a report of 32 cases. *J Hand Surg [Am]* 1998; 23: 232-237
- [24] Loy S, Bhatia A, Asfazadourian H, Oberlin C. Transfert de fascicules du nerf ulnaire sur le nerf du muscle biceps dans les avulsions C5C6 ou C5C6C7 du plexus brachial. À propos de 18 cas. *Ann Chir Main* 1997; 16: 275-284
- [25] Lutz BS, Chuang DC, Hsu JC, Ma SF, Wei FC. Nerve transfer to the median nerve using parts of the ulnar and radial nerves in the rabbit. Effects on motor recovery of the median nerve and donor nerve morbidity. *J Hand Surg [Br]* 2000; 25: 329-335
- [26] Möberg E. Surgical treatment for absent single hand grip and elbow extension in quadriplegia. *J Bone Joint Surg [Am]* 1975; 57: 196
- [27] Moheb S, Omer GE. Latissimus dorsi muscle transfer for restoration of elbow flexion after brachial plexus disruption. *J Hand Surg [Am]* 1986; 11: 135-139
- [28] Nagano A. Direct nerve crossing with the intercostal nerve to treat avulsion injuries to the brachial plexus. *J Hand Surg [Am]* 1989; 14: 980-985
- [29] Narakas A. Les neurotisations ou transferts nerveux dans les lésions du plexus brachial. *Ann Chir Main* 1982; 1: 101-118
- [30] Narakas A. Thoughts on neurotization of nerve transfer in irreparable nerve lesions. *Clin Plast Surg* 1984; 11: 153-159
- [31] Narakas A. Neurotizations in post traumatic lesions of the brachial plexus. Tubiana R ed. *The hand* Paris: Masson, 1986; 542-567
- [32] Narakas A. Neurotization in brachial plexus injuries. *Clin Orthop* 1988; 237: 43-56
- [33] Oberlin C, Béal D, Leechavengvongs S, Salon A, Dauge MC, Sarcy JJ. Nerve transfer to biceps muscle using a part of ulnar nerve for C5 C6 avulsion of the brachial plexus. Anatomical study and report of 4 cases. *J Hand Surg [Am]* 1994; 19: 232-237
- [34] Palazzi S, Caceres Lucero JP, Palazzi JL. Nuestra experiencia en la neurotización cubito-bicipital (operación de Oberlin). *Rev Iber Cir Mano* 2000; 27: 29-36
- [35] Rivet D, Boileau R, Saiveau M, Baudet J. Réanimation de la flexion du coude par lambeau musculo-cutané de grand dorsal. *Ann Chir Main* 1989; 8: 110-123
- [36] Samardzic M, Rasulic L, Grujicic D, Milicic B. Results of nerve transfers to the musculocutaneous and axillary nerves. *Neurosurgery* 2000; 46: 93-101
- [37] Slooff AC, Blaauw G. Nerve available for neurotizations: the hypoglossal nerve. Alnot JY, Narakas A, eds. *Traumatic brachial plexus injuries. Monographies de la Société Française de Chirurgie de la Main* Paris: Expansion Scientifique Française, 1996; 50-53
- [38] Songcharoen P, Mahaisavariya B, Chotigavanich C. Spinal accessory neurotization for restoration of elbow flexion in avulsion injuries of the brachial plexus. *J Hand Surg [Am]* 1996; 21: 387-390
- [39] Steindler A. A muscle plasty for the relief flail elbow in infantile paralysis. *Interstate Med J* 1918; 35: 235-241
- [40] Sungpet A, Suphachatwong C, Kawinwonggowit V, Patradul A. Transfer of a single fascicle from the ulnar nerve to the biceps muscle after avulsions of upper roots of the brachial plexus. *J Hand Surg [Br]* 2000; 25: 325-328
- [41] Teboul F, Kakkar R, Ameur N, Oberlin C. Transfer of fascicle (s) from the ulnar nerve to the nerve to the biceps in the treatment of upper brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg* 2004; (sous presse)
- [42] Tsai TM, Kalisman M, Burns J, Kleinert HE. Restoration of elbow flexion by pectoralis major and pectoralis minor transfer. *J Hand Surg* 1983; 8: 186-190
- [43] Vacher C, Dauge MC, Bhatia A, Beaulieu JY, Oberlin C. Is the hypoglossal nerve a reliable donor nerve for transfer in brachial plexus injuries? *Plast Reconstr Surg* 2003; 112: 708-710
- [44] Zancolli E, Mitre H. Latissimus dorsi transfer to restore elbow flexion. *J Bone Joint Surg [Am]* 1973; 55: 1265-1275
- [45] Zancolli E. Structural and dynamic bases of hand surgery. Philadelphia: JB Lippincott, 1979

Prothèse inversée d'épaule

F.-W.-J. Handelberg

Il existe peu de bonnes solutions chirurgicales pour traiter une arthrose décentrée sur rupture de coiffe et autres destructions de l'unité glénohumérale associées à une coiffe déficiente. La prothèse inversée d'épaule de type Delta® III est probablement la première à avoir résolu ce problème à court et moyen termes. Le dessin spécifique de cette prothèse permet l'abaissement et la médialisation du centre de rotation, ce qui augmente le bras de levier du muscle deltoïde de façon à démarrer l'abduction malgré l'absence des muscles abducteurs de la coiffe. Nous devons ce dessin original à Grammont, qui développa au début des années 1980 un composant glénoïdien sphérique monté sur un support vissé s'articulant avec un composant huméral de polyéthylène concave, fixé à une tige spécifique métallique. Ce système peut s'implanter par un abord deltopectoral ou antérosupérieur. Après résection des restes de coiffe et de la tête humérale, on procède à la préparation du fût huméral et de la glène en utilisant un ancillaire précis et adapté. Après essai, la Glénosphère® de diamètre désiré est fixée sur la Metaglene® et un composant huméral cimenté ou non est posé. L'insert de polyéthylène d'épaisseur appropriée est positionné en dernier lieu. En postopératoire, la rééducation peut démarrer précocement et procure généralement de très bons résultats à court terme. À moyen et plus long termes, pourtant, on assiste assez souvent à l'apparition d'une encoche sur le pilier de l'omoplate, qui est peut-être à l'origine de nombre de descellements et d'une survie nettement hypothéquée au-delà de 5 ans.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Coiffe des rotateurs ; Rupture de coiffe ; Omarthrose décentrée ; Prothèse inversée ; Dessin prothétique

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Concept général de la prothèse inversée Delta III® | 2 |
| ■ Biomécanique | 2 |
| ■ Indications | 3 |
| ■ Technique chirurgicale | 3 |
| Voies d'abord | 3 |
| Préparation de l'humérus | 3 |
| Préparation de la glène | 4 |
| ■ Traitement postopératoire | 6 |
| ■ Circonstances particulières | 6 |
| ■ Résultats | 7 |
| ■ Conclusion | 8 |

■ Introduction

L'association de la déficience de la coiffe des rotateurs et de l'arthrose de l'articulation glénohumérale peut conduire à une épaule douloureuse et pseudoparalytique, et représente toujours un défi pour le chirurgien.

L'arthroplastie de l'épaule permet généralement de soulager la douleur, mais le résultat fonctionnel est fréquemment assez décevant, surtout quand on utilise une prothèse anatomique

non contrainte. En effet, en cas de prothèse totale anatomique, la migration supérieure de la tête humérale produit une charge excentrique du composant glénoïdien, produisant un effet de cheval-à-bascule, avec un risque important de descellement [1].

En utilisant une hémiarthroplastie, ou sa variante bipolaire, on obtient des résultats plus encourageants sur la douleur, mais l'amélioration fonctionnelle dépend surtout du recentrage de la tête prothétique sous l'arche acromiale et on n'obtient que très rarement une bonne fonction [2, 3].

D'autre part, l'excentration supérieure et l'usure de l'acromion peuvent compromettre un résultat initial satisfaisant.

Quand la coiffe des rotateurs n'est pas fonctionnelle, seule une prothèse contrainte est capable de faire fonctionner le deltoïde comme unique abducteur du bras, pour autant que le centre de rotation soit relativement correct.

Les prothèses contraintes anatomiques, comme la prothèse de Bickel, procuraient de bons résultats fonctionnels initialement, mais ceux-ci devinrent rapidement décevants suite à un descellement précoce [4]. Il en est de même des premières prothèses inversées contraintes de Kessel [5, 6] et de Neer [7, 8] au début des années 1970, qui ont été rapidement abandonnées par leurs créateurs respectifs [9].

L'idée du concept inversé était pourtant bonne, et c'est Grammont [10] qui donne un nouvel élan à la prothèse inversée en introduisant des innovations majeures qui ont conduit d'ailleurs au succès actuel. Il conçoit une prothèse semi-contrainte constituée d'un composant glénoïdien sphérique d'un diamètre assez important, et d'autre part d'une cupule

humérale très horizontalisée couvrant moins de la moitié de la sphère, et ainsi obtient une médialisation et infériorisation du centre de rotation. Ceci stabilise donc le centre de rotation et minimise les contraintes sur le composant glénoïdien. Ce type de prothèse aide à recruter les fibres du deltoïde antérieur et postérieur pour qu'il fonctionne comme abducteur dès les premiers degrés de l'abduction. L'humérus étant infériorisé par rapport à l'acromion, cela restaure et améliore la tension du deltoïde, aidant à compenser la déficience des muscles de la coiffe.

Dans les années 1980, les débuts sont hésitants, marqués par des « maladies d'enfance » comme par exemple le dévissage de la Glénosphère®. Avec les années, plusieurs améliorations ont été apportées et de plus en plus de chirurgiens ont été convaincus du bien-fondé de cette prothèse. La preuve est fournie depuis quelques années par plusieurs groupes de concepteurs. Ils tentent d'améliorer le dessin original ; d'autres, sans y parvenir, copient sans vergogne la prothèse puisque le brevet est libre depuis peu.

■ Concept général de la prothèse inversée Delta III®

La prothèse comporte d'abord un composant glénoïdien appelé Métaglène®, qui est une plaque de base plane avec plot central cylindrique, dont la surface est recouverte d'hydroxyapatite. Cette plaque cylindrique contient quatre trous pouvant recevoir deux vis divergentes fixes dans l'axe craniocaudal, et deux autres vis à orientation libre dans l'axe horizontal. Ceci procure une stabilité immédiate à ce composant (Fig. 1A). Il existe en diamètre unique et son épaisseur a été augmentée en 2002. Il peut recevoir les deux diamètres de Glénosphère®. Pour sa fixation, les vis supérieure et inférieure sont introduites dans une direction précise et fixe, l'une dans la base de la coracoïde,

l'autre dans le pilier de l'omoplate, au moyen de vis à tête filetée. Les vis sur l'axe horizontal sont généralement plus courtes. Il existe également une Métaglène® de révision qui dispose d'une petite plaque latérale malléable. La Glénosphère®, qui existe en deux diamètres, 36 ou 42, est fixée à cette Métaglène®, qui est en fait un large cône morse sur sa circonférence. La Glénosphère® est donc impactée et de surcroît vissée avec une vis centrale (Fig. 1B).

Le composant huméral est fait de deux éléments métalliques qui doivent être vissés l'un dans l'autre : une tige de forme conique, existant en différentes tailles, sur laquelle est vissée un composant plus imposant épiphysaire. Ce dernier est basculé de 25° par rapport à la tige centrale. Il existe en trois dimensions : 36-1, 36-2, 42-2 (Fig. 1C). Ce composant huméral existe aussi bien avec couverture hydroxyapatite pour implantation non cimentée qu'en version polie pour implantation cimentée. Il dispose également de tiges plus longues de 150 et de 180 mm.

Des inserts huméraux en polyéthylène existent en quatre épaisseurs sous forme non rétentrice, et en deux épaisseurs rétentrices. Si nécessaire, on peut encore augmenter la latéralisation humérale grâce à un rehausseur métallique, qui se fixe dans le composant épiphysaire.

■ Biomécanique

Comparé au dessin anatomique, le centre de rotation de l'articulation scapulo-humérale est médialisé et infériorisé (Fig. 2). Ceci améliore le bras de levier du deltoïde de plus de 25 % et procure une abduction active tout en conservant la force du bras. Les trois parties du deltoïde (antérieur, moyen et postérieur) prennent part à la stabilité de l'implant du fait de leur résultante qui exerce une force toujours centripète par rapport à la Glénosphère®, avec un point de rotation se situant dans la glène (C, Fig. 2). Il n'y a donc aucune nécessité à adjoindre un artifice ou à faire un transfert tendineux pour obtenir une fonction efficiente du bras.

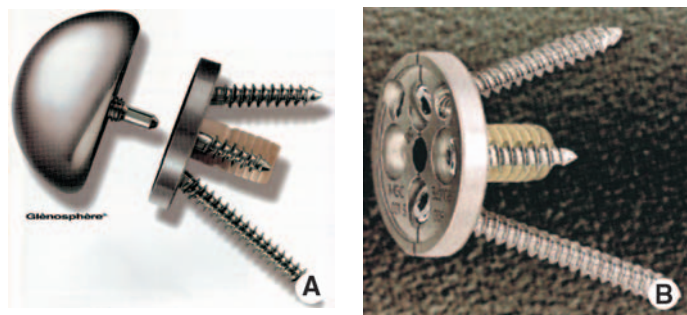


Figure 1. Concept général de la prothèse inversée Delta III®. **A, B.** Glénosphère® avec vis centrale, et Métaglène® avec vis et embase de forme conique morse. **C.** Les deux types de tige humérale, l'une avec revêtement d'hydroxyapatite pour insertion sans ciment, l'autre lisse à poser avec ciment acrylique.

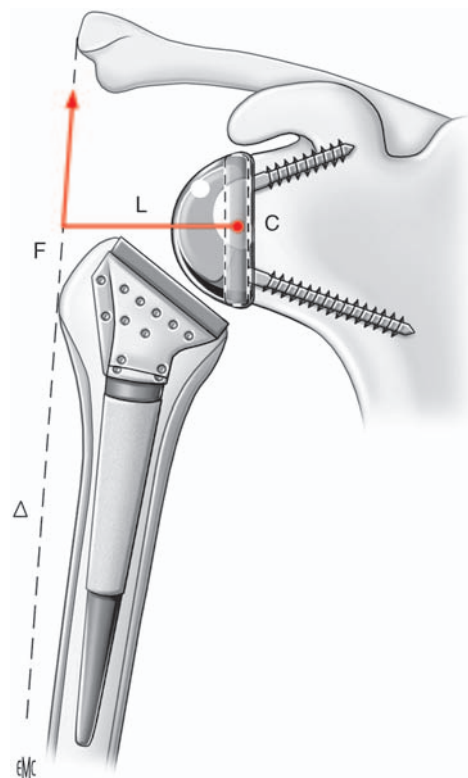


Figure 2. Biomécanique du concept inverse : le centre de rotation (C) de l'articulation scapulo-humérale est médialisé et infériorisé. Ceci augmente le bras de levier (L) de plus de 25 % et permet une abduction active (F) tout en conservant la force du bras.

Une étude biomécanique comparative de plusieurs dessins de prothèses inversées, effectuée par Dewilde et al. [11] en 2002, confirme la très bonne performance du dessin original Delta®. Il obtient un compromis presque optimal entre la médialisation du centre de rotation, l'élongation du muscle deltoïde et la latéralisation de l'humérus. Ces auteurs constatent que les concepts qui latéralisent plus le centre de rotation procurent un moment deltoïdien maximal à plus faible abduction, qui décroît également plus rapidement au fur et à mesure que l'abduction augmente. L'expérience clinique confirme ce concept biomécanique, puisque la prothèse inversée restaure l'élévation active au-delà de 90° chez des patients avec une coiffe déficiente.

■ Indications

L'indication la plus fréquente est bien sûr l'arthrose décentrée glénohumérale sur rupture de coiffe, accompagnée d'une épaule douloureuse pseudoparalytique irréversible. Certains cas d'arthrite rhumatoïde avec stock osseux suffisant et rupture de coiffe peuvent également en bénéficier. Il est évident que des arthroses glénohumérales centrées, avec coiffe dégénérative, rompue et irréparable, sont également de bons candidats. Par ailleurs, plusieurs publications [12, 13] rapportent des séries d'arthroplasties de révision (hémiarthroplastie instable ou arthroplastie anatomique décelée ...) traitées par prothèses inversées. D'autres ont rapporté l'utilité de la prothèse inversée en chirurgie tumorale et après résection de l'humérus proximal [14].

En chirurgie de première intention, le planning préopératoire doit comporter des radiographies de bonne qualité, aussi bien de face qu'en profil axillaire. Un arthroscanner ou une arthro-résonance magnétique nucléaire sont plus précis pour déterminer le stock osseux glénoïdien. Ces derniers examens offrent également une meilleure appréciation de ce qui reste du sous-scapulaire, afin de déterminer si une ténolyse peropératoire doit s'imposer pour une meilleure balance de la prothèse.

Un CT-scan à blanc peut être particulièrement utile dans les cas de séquelles fracturaires. Railhac et al. [15] ont également démontré la bonne sensibilité d'une radiographie standard de face en position couchée pour apprécier l'intégrité de la coiffe.

■ Technique chirurgicale

La position semi-assise et l'utilisation d'une table épaule permettant une rétropulsion-abduction du bras et également de stériliser le pourtour de l'épaule est préférable.

Voies d'abord

La voie d'abord idéale pour une prothèse inversée doit procurer une exposition bonne et facile de la glène, et surtout préserver le muscle deltoïde. Historiquement, Grammont a employé l'incision en coup de sabre de Codman avec ostéotomie transverse de l'acromion distal, ce qui nécessitait une ostéosynthèse de cet acromion avec une petite plaque spéciale en fin d'intervention. L'école de Dijon est ensuite passée à une ostéotomie longitudinale de l'acromion avec clivage du deltoïde entre le faisceau antérieur et moyen.

La voie deltopectorale classique, ou même étendue avec une ostéotomie claviculaire, procure un excellent jour sur la tête humérale. Elle préserve le deltoïde et est probablement très utile dans les cas de révision. Mais l'exposition de la glène reste difficile, et oblige à sectionner le sous-scapulaire et à le rattacher en fin d'intervention. Cette voie d'abord royale est décrite en détail avec ses avantages et ses dangers dans d'autres articles de ce traité (voir fascicules 44-250 et 44-289).

La voie supéroexterne est la plus employée dans ce type de chirurgie. Elle s'étend à partir de l'articulation acromioclaviculaire, suit le bord antérieur de l'acromion et est étendue sur environ 4 cm plus distalement (Fig. 3A). On procède à un

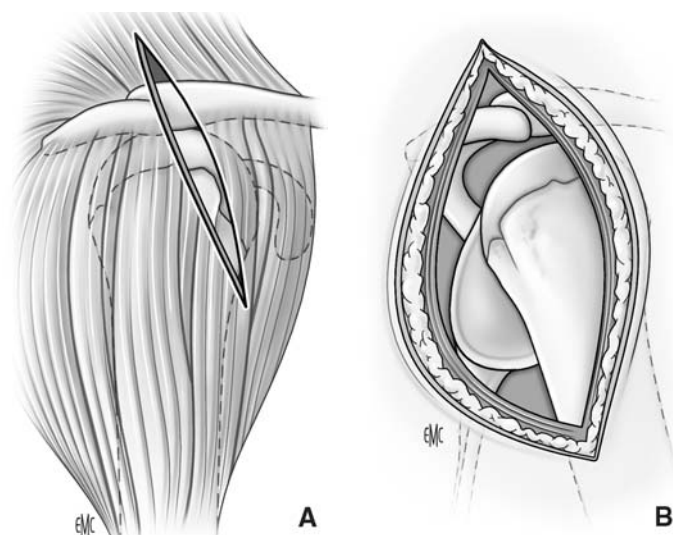


Figure 3. Incision et abord transdeltoïdien antérosupérieur.

clivage du deltoïde entre les faisceaux moyen et antérieur. Le deltoïde est détaché au bistouri électrique de l'acromion. On sectionne le ligament coracoacromial et le bord antérieur de l'acromion est réséqué (acromioplastie) (Fig. 3B). En cas de rupture de coiffe massive et d'omarthrose excentrée, on se trouve immédiatement en face d'une tête humérale chauve. Une poussée sur le coude permet de luxer la tête humérale en antérosupérieur, puis elle est libérée de restants du supraépineux et éventuellement de l'infraépineux si celui-ci est également rompu, tout en préservant le sous-scapulaire et le petit rond. Le guide de coupe, dont l'anneau assez large, est parfois difficile à bien positionner par cette approche antérosupérieure. Il est introduit avec sa partie pointue plutôt postérieurement par rapport au sillon intertuberculaire et à la limite du cartilage de façon à pouvoir l'orienter convenablement à 0° ou 10° de rétroversion comme préconisé dans la technique initiale (Fig. 4A). La position neutre à 0° semble bénéfique pour la fonction du membre supérieur puisqu'elle augmente la rotation interne. La coupe se fait à la limite externe de l'anneau et a une inclinaison par rapport à l'axe du fût huméral de 155° de façon à ne réséquer que la partie vraiment supérieure de la tête humérale.

Ensuite, deux options sont possibles : ou bien on prépare la glène en premier, ou bien on continue le temps huméral. Chez les personnes assez menues, on peut aller immédiatement à la glène, puisque le diamètre nécessaire de la Glénosphère® est probablement de 36 et le positionnement des écarteurs est plus facile sur l'os huméral qu'après préparation et évidemment de celui-ci. En revanche, en cas de doute, l'humérus doit être préparé d'abord puisque, si ce dernier accepte un diamètre 42, une Glénosphère® de 42, plus grande, est logiquement avantageuse pour la mobilité de l'implant.

Préparation de l'humérus (Fig. 4)

L'alésage de l'humérus est fait à l'aide d'un alésoir conique et à la main (Fig. 4B). Cinq tailles (0-4) sont disponibles. Une fois le diamètre déterminé, la tige d'essai est attachée au guide d'alésage proximal, soit 36, soit 42 (Fig. 4C). On commence par le petit guide d'alésage 36 et on va impacter la tige d'essai. Ensuite, on va employer l'alésoir conique proximal huméral selon le diamètre choisi, 36 ou 42 (Fig. 4D).

La prothèse d'essai est montée selon le diamètre proximal alésé et impacté dans l'humérus à l'aide d'un impacteur spécial, et on laisse la prothèse d'essai en place durant le temps glénoïdien, afin de protéger l'os huméral.

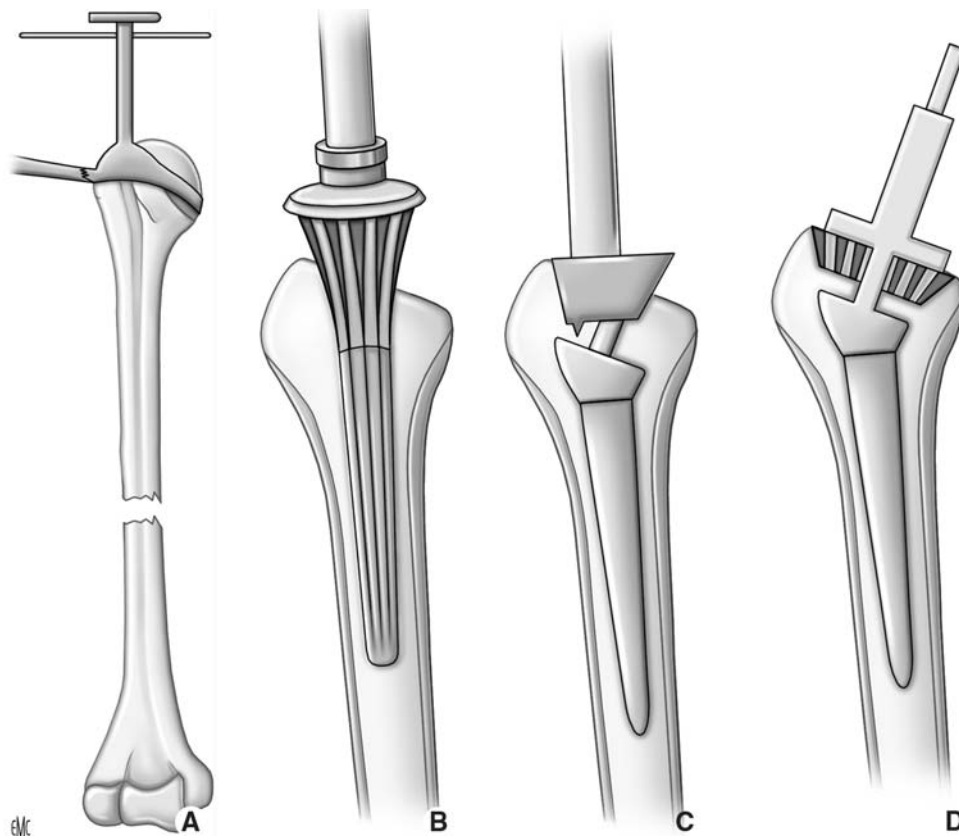


Figure 4. Les différentes étapes de préparation de l'humérus.

- A.** Positionnement du guide de coupe.
- B.** Alésage à la main du fût huméral.
- C.** Introduction de la tige fantôme.
- D.** Alésage de l'épiphyse.

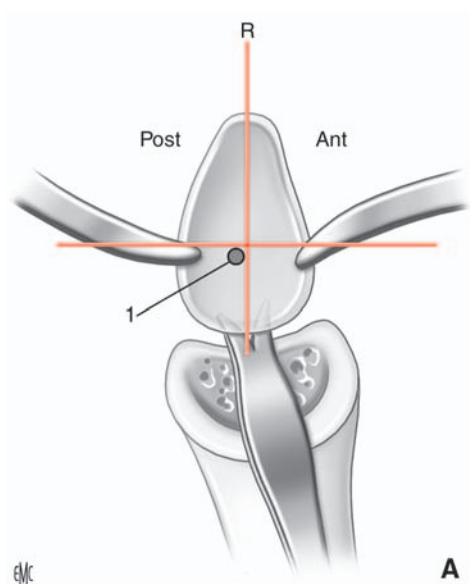
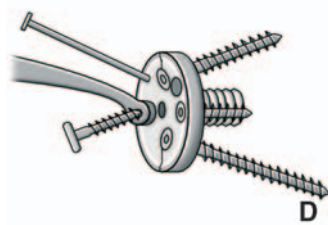
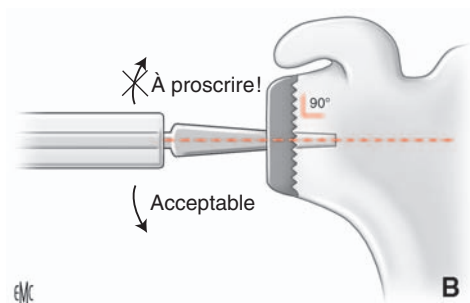
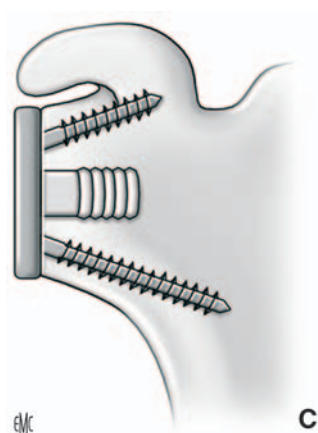


Figure 5. Étapes de préparation de la glène et de la fixation de la Métaglène®.

- A.** Position de la broche-guide dans l'angle du quadrant postéro-inférieur.
- B.** Alésage à l'horizontale ou légère inclinaison vers le bas de la glène.
- C, D.** Insertion de la Métaglène®. Fixation par quatre vis.



Préparation de la glène (Fig. 5)

Celle-ci est essentielle pour un bon résultat à long terme. Les objectifs sont d'obtenir une bonne fixation primaire, ainsi que

secondaire puisque le descellement glénoïdien est un des problèmes principaux d'une prothèse relativement contrainte. La préparation démarre par la résection des restes du biceps, du bourrelet, et la libération de la capsule antérieure et inférieure.

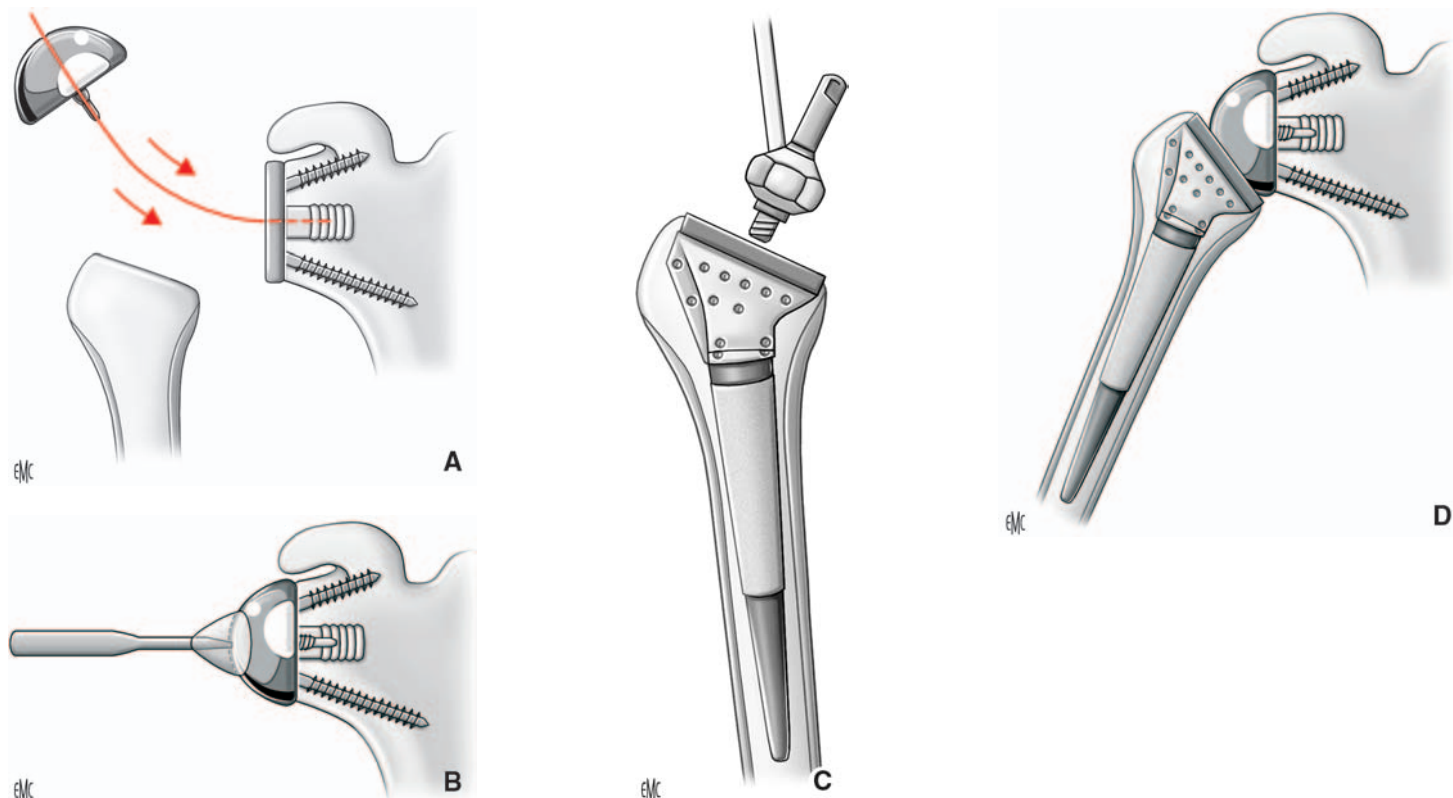


Figure 6. Insertion de la prothèse définitive.

- A.** Insertion de la Glénosphère® dont la vis centrale est canulée, tout comme le centre de la Métaglène®, au moyen d'une tige-guide flexible afin de bien centrer les deux composants.
- B.** La Glénosphère® est d'abord vissée, puis impactée afin d'être bien coincée sur le cône morse, puis sécurisée par un à deux tours de vis supplémentaires.
- C.** Introduction dans l'humérus de la tige définitive.
- D.** Essai de réduction en utilisant d'abord l'insert d'essai. Ensuite seulement l'insert en polyéthylène définitif est impacté dans la prothèse.

La libération du sous-scapulaire au niveau glénoïdien doit se faire précautionneusement. Lorsqu'on poursuit en arrière la libération de la capsule inférieure, on doit absolument bien se situer à la jonction entre la capsule et l'os pour éviter toute lésion du nerf axillaire. On positionne ensuite les écarteurs antérieurement, postérieurement et également inférieurement au pilier, ou l'on préfère utiliser l'écarteur fourchu. Les ostéophytes sont réséqués, puis au bistouri électrique la glène est divisée en quatre quadrants et une broche de Kirshner est positionnée dans l'angle du quadrant postéro-inférieur (centre de la cavité glénoïdienne) (Fig. 5A). Il faut surtout éviter un positionnement haut de la Glénosphère® et plutôt choisir une position basse. Celle-ci peut même plutôt déborder le rebord inférieur de la glène afin d'améliorer les angles d'adduction et d'abduction comme l'ont démontré Nyffeler et al. [16]. La broche de Kirschner est le guide pour la mèche du plot central. La glène est ensuite aplanie et resurfacée à l'aide d'une fraise à glène spéciale qui va également préparer une gouttière circonferentielle. L'axe de cette fraise doit être perpendiculaire au plan de la glène (Fig. 5B) ou éventuellement légèrement incliné de façon à orienter la Glénosphère® vers le bas. Lorsqu'une surface d'os sous-chondral plane, nettoyée de son cartilage, est obtenue, on impacte la Métaglène® définitive à plot central et revêtement hydroxyapatite. La fixation primaire est obtenue grâce aux quatre vis. On commence par la vis inférieure à direction fixe positionnée grâce à un viseur spécial, ensuite on fixe la vis supérieure. Ces deux vis à tête fileté vont s'ancrer dans le filetage de la Métaglène®. La vis inférieure prend généralement la direction du pilier de l'omoplate, la vis supérieure est en direction de la base de la coracoïde (Fig. 5C). Finalement, les vis antérieure et postérieure sont posées après forage dans une direction au choix, là où on s'attend à rencontrer l'os de meilleure qualité (Fig. 5D). L'ordre dans lequel les vis sont serrées est discutable : en effet, les vis à tête fileté ne permet-

tent pas la compression de la Métaglène® contre l'os, et mieux vaut probablement d'abord serrer les vis dans le plan horizontal et ensuite celles dans le plan vertical.

Ensuite, on peut procéder à des essais en positionnant une Glénosphère® d'essai ainsi qu'un insert huméral d'essai. On contrôle alors la balance musculaire, la mobilité de l'épaule, l'absence de conflit entre l'humérus et le rebord inférieur de la glène, ainsi que la stabilité.

Idéalement, il faut observer les points suivants :

- une décoaptation glénohumérale d'environ 5 mm en tirant sur le bras, coude au corps (tout en tenant compte de la relaxation musculaire et de l'allongement suite à la curarisation) ;
- un contact entre le bord inférieur de la sphère et le bord interne de la cupule humérale, sans que cela ne produise une luxation supérieure de l'humérus en adduction.

Les prothèses d'essai sont alors enlevées et la Glénosphère® définitive choisie est montée sur la Métaglène®. Afin de faciliter son positionnement, une broche souple est introduite dans le trou central de la Métaglène® (Fig. 6A), sur laquelle on va glisser la Glénosphère® qui retrouve ainsi aisément son pas de vis et cela jusqu'au contact de la Glénosphère® avec le cône morse externe de la Métaglène®. La Glénosphère® est alors impactée sur le cône morse ; ensuite, un ou deux tours de vis vont totalement sécuriser la fixation de ces deux pièces (Fig. 6B).

La prothèse humérale définitive est alors assemblée (Fig. 6C). En cas de prothèse de première intention et avec stock osseux convenable, nous choisissons la version non cimentée et revêtue d'hydroxyapatite. En revanche, en cas d'arthrite rhumatoïde, s'il s'agit d'une séquelle de trauma, d'une révision ou d'une excision de tumeur, on préfère la version cimentée.



Figure 7. Exemple de mobilité obtenue 12 semaines après la pose d'une prothèse inversée chez un sujet âgé de 67 ans.

Une fois la pièce humérale fixée et avant d'implanter l'insert de polyéthylène définitif, on peut contrôler à nouveau la stabilité et la mobilité avec l'insert d'essai (Fig. 6D).

L'insert rétenteur est optionnel et peut être choisi en cas de déficience du sous-scapulaire, par exemple ; mais mieux vaut employer le rehausseur et trouver une bonne balance que d'opter pour un insert rétenteur, nettement plus contraint. Trop de tension sur les tissus mous doit être évité : au moment de la réduction, la prothèse doit être spontanément rétentrice et solide, mais certainement pas trop sous tension.

On teste à nouveau la mobilité et il ne peut y avoir de signes d'instabilité. Le polyéthylène définitif est impacté dans la prothèse humérale et la réduction définitive de l'épaule est faite.

On procède ensuite classiquement à un rinçage abondant, un drain d'aspiration est mis en place et le deltoïde antérieur est rattaché à l'os en utilisant des fils à résorption lente, éventuellement transosseux. La fermeture plan par plan se fait selon la préférence du chirurgien. Nous préconisons en postopératoire un bandage avec petit coussin d'abduction type DonJoy Ultra-Sling® II, afin de diminuer la pression sur le deltoïde et d'améliorer le confort du patient.

■ Traitement postopératoire

Une radiographie postopératoire immédiate montre parfois une décoaptation supérieure de la prothèse suite à la sidération du deltoïde. Cela ne veut pas dire que la prothèse va se luxer. Après enlèvement des drains, entre 24 et 48 heures, on démarre les exercices de rééducation. Dans la phase initiale, on tente de regagner doucement et graduellement la mobilité passive, et le patient est encouragé à faire les gestes quotidiens simples.

En même temps que les exercices pour la mobilité scapulo-humérale, le renforcement des fixateurs de l'omoplate, qui vont faciliter les synergies nécessaires pour utiliser effectivement la prothèse inversée, on stimule la mobilisation active assistée et une attention spéciale est bien entendu accordée au deltoïde. On stimule après la mobilité active complète et les patients sont généralement à même de procéder à une élévation active de plus de 90° à 6 semaines (Fig. 7).

■ Circonstances particulières

Il faut positionner la Glénosphère® aussi bas que possible (cf. supra), débordant même le rebord inférieur de la glène, et éventuellement lui donner une direction caudale (et certainement pas craniale), ceci afin d'augmenter le moment d'abduction et de minimiser peut-être l'apparition d'une encoche, mais sans que cela n'améliore la mobilité en adduction ni abduction d'après l'étude biomécanique de Nyffeler [16]. Si possible, et cela dépend de la taille du patient et de l'encombrement, on choisit la Glénosphère® la plus grande, puisqu'elle donne une plus grande mobilité. Toutefois, la grande Glénosphère® est plus



Figure 8.

A. Large encoche de stade 3, atteignant la vis inférieure à 4 ans postopératoires.

B. Même patient 1 an plus tard avec stade 4 et descellement glénoïdien.

contrainte et augmente donc le bras de levier sur les vis de fixation et peut être une cause de descellement. Le positionnement du composant huméral en position neutre 0° a été longtemps préconisé pour plus de stabilité et pour un rapport équilibré des rotations. Cependant, plus récemment, sous l'impulsion de Boileau et al., on en revient à une rétroversion de 20-30° [17]. Si le sous-scapulaire est bon, on n'emploie pas d'insert rétenteur ; il est même préférable de rattacher le sous-scapulaire ou même de faire un transfert du pectoral au lieu de choisir un insert rétenteur.

Le positionnement trop supérieur de la Glénosphère® associé à l'utilisation d'inserts huméraux à profil bas augmente le risque de formation d'encoches sur le col (Fig. 8A, B). Ces inserts à profil bas ont d'ailleurs été retirés du marché.

En cas de déficience osseuse glénoïdienne, une autogreffe de la tête humérale ou de la crête iliaque peut être choisie, ou même une allogreffe massive, que l'on fixe à l'aide de longues vis dans ce qu'il reste du col de l'omoplate tout en essayant d'ancrer le plot de la Métaglène® dans l'os natif, ce qui n'est toutefois pas toujours possible (Fig. 9). On peut éventuellement s'aider de la Métaglène® de révision qui comprend une petite plaque malléable pour bloquer le greffon.



Figure 9. Image 2,5 ans après révision : longue tige de révision et révision de la glène par de longues vis à travers une allogreffe de tête fémorale.

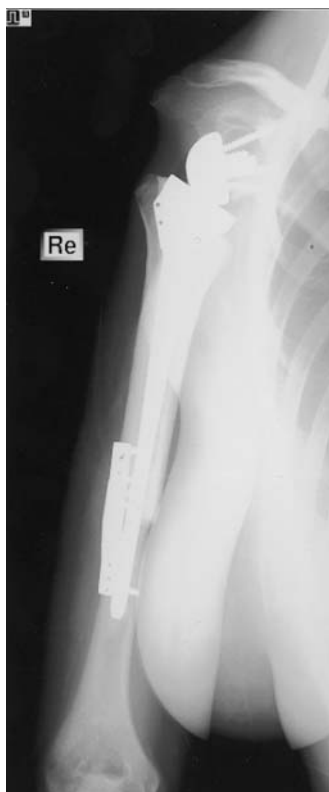


Figure 10. Quinze mois après résection d'un ostéosarcome de l'humérus proximal : la tige longue est embrochée dans une allogreffe fémorale massive et fixée au moyen d'une plaque pour éviter les rotations. Un insert rétenteur a été employé puisqu'il y a eu résection partielle du deltoïde antérieur.

En cas de perte de substance osseuse de l'humérus (révision, tumeur ...), on préfère les longues tiges de révision cimentées (Fig. 9,10).

■ Résultats

Il existe peu de séries à moyen terme et le score de Constant obtenu en postopératoire dans ces séries est de l'ordre de 60/100. L'apparition d'encoche glénoïdienne a été observée

dans plusieurs séries [12, 18-20], ce qui entraîne un certain scepticisme chez plusieurs auteurs, et pourtant jusqu'à présent il y a peu de descèlement dus à l'apparition de l'encoche rapportés [18, 20, 21]. Delloye décrit en 2002 quatre révisions sur une série de cinq cas comportant un dévissage et deux descèlements complets de la glénosphère suite à un problème d'encoche. Bouttens et Nérot [21] ont d'ailleurs classifié ces encoches en quatre stades. Dans la série de Van Hove et Beugnies [22], une telle image est retrouvée dans 50 % des cas, mais Valenti rapporte jusqu'à 66 % d'encoches dans sa série de 43 patients avec plus de 5 ans de recul [23].

Il semble pourtant que les encoches de type I et de type II, où il existe plutôt une formation d'un ostéophyte de contact, ne semblent guère évoluer avec le temps et ne sont probablement pas générateurs de descèlement [22].

L'apparition de ces encoches semble donc d'une part être liée à l'utilisation d'un polyéthylène à profil bas, d'autre part à la forme initiale du col glénoïdien (observation de l'équipe de Dijon), mais également à la position trop haute de la Glénosphère®, ainsi qu'à l'utilisation d'une Glénosphère® probablement trop petite par rapport à la surface de la glène. Malgré un pourcentage relativement élevé de complications (jusqu'à 27 % dans la série de Valenti [23]), toutes les publications, ainsi qu'une série de communications lors de la troisième conférence internationale sur l'arthroplastie de l'épaule à Paris en avril 2005, font part d'un très haut pourcentage de bons résultats fonctionnels ainsi qu'un degré de satisfaction de la part des patients également très élevé. La série initiale de Grammont et Baulot en 1993 [24, 25], avec 13 patients et un recul de 2 ans, montrait une amélioration fonctionnelle déjà nettement améliorée. Une seconde série de Baulot et al. [26] comportant 16 patients, montrait un score de Constant qui passait de 14 à 69/100 et De Buttet et al. [27], dans une série de 70 patients avec un suivi de 2 ans, montraient également une amélioration du score de Constant de 19,4 à 59,9/100. Favard et al. [19] ont comparé 80 prothèses Delta inversées à 68 hémiarthroplasties Aequalis avec un recul d'en moyenne 4 ans. La prothèse inversée a obtenu un score de Constant significativement meilleur que l'hémiarthroplastie. Sauzières [28] nous a appris en revanche qu'en sélectionnant les cas pour l'hémiarthroplastie il n'existait plus de différence significative avec les prothèses inversées.

Concernant les résultats à plus long terme, c'est-à-dire entre 5 et 10 ans, l'équipe de Favard [20, 29] est la seule à proposer une étude de survie, concernant 80 prothèses inversées, dont il ressort plusieurs points importants : il existe une différence significative entre les prothèses posées pour arthrose décentrée sur rupture de coiffe dont la survie est de 91 % à 120 mois et celles posées pour d'autres étiologies dont le pourcentage de survie n'est que de 84 %. D'autre part, la survie jusqu'à un score absolu de Constant de moins de 30 n'était que de 58 % à 120 mois, sans différence dans l'étiologie.

Ces auteurs ont remarqué une chute spectaculaire de survie à environ 3 ans des prothèses pour les étiologies autres que l'arthrose décentrée, ainsi qu'un deuxième palier en ce qui concerne le Constant absolu de moins de 30 à environ 5 ans dans les cas d'arthrose décentrée sur rupture de coiffe. Dès lors, beaucoup d'auteurs [17, 23, 28, 30, 31] s'accordent à dire qu'il faut réserver la prothèse inversée à une population âgée, c'est-à-dire au-delà de 70 ans, présentant une épaule pseudoparalytique sur rupture de coiffe majeure et irréparable. Ils s'appuient sur des résultats moins bons concernant les autres étiologies, aussi bien l'arthrite rhumatoïde [32] que les cas d'arthrose post-traumatiques sur séquelles de fracture. Le taux de complications et de révisions est nettement plus élevé dans les cas de chirurgie de révision.

De bons résultats ont également été obtenus dans la chirurgie tumorale, si l'on en croit Dewilde et al. [14].

Une compilation des résultats cliniques et des complications rapportées a d'ailleurs récemment été publiée par des radiologues américains [29], qui commencent à voir les complications possibles Outre-Atlantique.

■ Conclusion

La prothèse inversée semi-contrainte, que nous devons à Grammont, a depuis quelques années convaincu bon nombre de chirurgiens européens, puisqu'elle offre une véritable option chirurgicale dans des indications où auparavant les possibilités étaient plutôt restreintes, c'est-à-dire l'omarthrose excentrée, l'épaule pseudoparalytique secondaire à une rupture de coiffe massive et irréparable, certaines séquelles de fracture, les révisions de prothèse accompagnées d'une coiffe déficiente et la chirurgie tumorale de l'humérus proximal.

Les « maladies d'enfance » de cette prothèse ont été progressivement éliminées et améliorées par une équipe de concepteurs renforcée progressivement. Depuis quelques années, plusieurs groupes d'étude et de concepteurs ont tenté d'améliorer le concept initial de Grammont, tout en étant limité par le brevet de la prothèse Delta®. C'est ainsi qu'en Europe on a conçu la prothèse Duocentric® avec un composant sphérique glénoïdien s'étendant en forme de goutte sous la glène, s'articulant avec une large embase humérale montée sur une tige standard. Cela devrait théoriquement permettre une meilleure adduction, une réduction du risque de formation d'encoche et améliorer le bras de levier d'abduction du deltoïde. D'autre part, aux États-Unis a été conçue une prothèse inversée, la Reverse Shoulder®, consistant en une sphère glénoïdienne sur une seule grosse vis, qui latéralise beaucoup plus le centre de rotation, et articulée avec un polyéthylène de très grosse épaisseur du côté huméral.

Ce n'est en fait que depuis 2003 que le brevet de la Delta® n'est plus protégé, de sorte que d'autres firmes se sont jetées sur le marché, soit avec des copies quasi conformes de la Delta® III (par exemple, la Reversed Tornier®), soit avec d'autres modifications de la sphère glénoïdienne ou du composant huméral, parmi d'autres les prothèses de type Arrow®, Lima SMR®, Biomet TESS®, Zimmer Anatomical Shoulder® Inverse/Reverse ... Et pourtant, si l'on en croit une étude biomécanique effectuée par De Wilde [33], la latéralisation du centre de rotation donne un moment de deltoïde maximal en début d'abduction et certaines de ces prothèses ont tendance à rapidement perdre leur moment d'abduction. Il est étonnant que la prothèse de

Grammont, dont le dessin date maintenant d'il y a plus de 20 ans, présente toujours le meilleur compromis puisque le moment du deltoïde est obtenu à 65° d'élévation.

Enfin, puisqu'il n'y a aucun résultat, ni à moyen terme, ni même à court terme, de toutes ces nouvelles prothèses, la prothèse Delta® III reste donc le maître achat. Le lancement d'une évolution Delta/Xtend™ est pourtant prévu pour juin 2007.



■ Références

- [1] Duparc F, Duparc J. Shoulder prosthesis: generalities and main designs. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Surgical Techniques in Orthopaedics and Traumatology. 55-170-C-10. 2000.
- [2] Duranthon LD, Augereau B, Thomazeau H, Vandenbussche E, Guillo S, Langlais F. Bipolar arthroplasty in rotator cuff arthropathy: 13 cases. *Rev Chir Orthop* 2002;**88**:22-34.
- [3] Sanchez-Sotelo J, Cofield RH, Rowland CM. Shoulder hemiarthroplasty for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency. *J Bone Joint Surg Am* 2001;**83**:1814-22.
- [4] Cofield RH, Edgerton BC. Total shoulder arthroplasty: complications and revision surgery. *Instr Course Lect* 1990;**39**:449-62.
- [5] Brostrom LA, Wallensten R, Olsson E, Anderson D. The Kessel prosthesis in total shoulder arthroplasty. A five-year experience. *Clin Orthop Relat Res* 1992;**277**:155-60.
- [6] Wretenberg PF, Wallensten R. The Kessel total shoulder arthroplasty. A 13- to 16-year retrospective follow-up. *Clin Orthop Relat Res* 1999;**365**:100-3.
- [7] Neer 2nd CS, Kirby RM. Revision of humeral head and total shoulder arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 1982;**170**:189-95.
- [8] Neer 2nd CS. *Shoulder reconstruction*. Philadelphia: WB Saunders; 1990 (p. 63-133, 234-8).
- [9] Post M. Constrained arthroplasty: its use and misuse. *Semin Arthroplasty* 1990;**1**:151-9.
- [10] Grammont P, Trouilloud P, Laffay JP, Deries X. Étude et réalisation d'une nouvelle prothèse d'épaule. *Rhumatologie* 1987;**39**:407-18.
- [11] De Wilde L, Audenaert E, Barbaix E, Audenaert A, Soudan K. Consequences of deltoid muscle elongation on deltoid muscle performance: a computerised study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2002;**17**:499-505.
- [12] De Wilde LF, Mombert M, Van Petegem P, Verdonk R. Revision of shoulder replacement with reversed shoulder prosthesis (DeltaIII): report of five cases. *Acta Orthop Belg* 2001;**67**:348-53.
- [13] Jacobs R, Debeer P, De Smet L. Treatment of rotator cuff arthropathy with a reversed Delta shoulder prosthesis. *Acta Orthop Belg* 2001;**67**:344-7.
- [14] De Wilde LF, Van Oost E, Uyttendaele D, Verdonk R. Results of an inverted shoulder prosthesis after resection for tumor of the proximal humerus. *Rev Chir Orthop* 2002;**88**:373-8.
- [15] Railhac JJ, Sans N, Rigal A, Chiavassa H, Galy-fourcade D, Richardi G, et al. La radiographie de l'épaule de face stricte en décubitus dorsal : intérêt dans le bilan des ruptures de la coiffe des rotateurs. *J Radiol* 2001;**82**(9Pt1):979-85.
- [16] Nyffeler RW, Werner CM, Gerber C. Biomechanical relevance of glenoid component positioning in the reverse Delta III total shoulder prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;**14**:524-8.
- [17] Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, Balg F. Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;**14**(suppl1):147S-161S.
- [18] Delloye C, Joris D, Colette A, Eudier A, Dubuc JE. Mechanical complications of total shoulder inverted prosthesis. *Rev Chir Orthop* 2002;**88**:410-4.
- [19] Favard L, Nové Jossierand L, Levigne C, Boileau P, Walch G. *Anatomical arthroplasty versus reverse arthroplasty in treatment of cuff tear arthropathy*. Oral presentation: SECEC-ESSSE Abstract book. 2000.
- [20] Favard L. Grammont inverted shoulder arthroplasty: survivorship of 80 arthroplasties followed for 5 to 10 years. In: Gazielly D, editor. *3rd International conference on shoulder arthroplasty*. 2005.
- [21] Bouttens D, Nérot C. *Cuff tear arthropathy: mid term results with the Delta prosthesis*. Oral presentation: SECEC-ESSSE Abstract book. 2000.

“ Points essentiels

- La prothèse inversée de première intention doit être réservée, sauf exceptions, à l'indication de l'omarthrose décentrée sur coiffe déficiente chez le sujet âgé
- Par la médialisation et l'infériorisation du centre de rotation de l'articulation, on obtient un meilleur bras de levier du deltoïde, surtout en début d'abduction, ce qui compense la déficience de coiffe
- Le fraisage suivi du positionnement de la Métaglène® doit être perpendiculaire à la glène ou légèrement orienté en direction caudale, et la Glénosphère® peut déborder le rebord inférieur de la glène
- Il faut toujours procéder à des essais avant d'implanter le composant prothétique définitif
- Idéalement, en fin d'intervention, il doit y avoir 5 mm de décoaptation glénohumérale en tirant sur le bras, et il doit subsister un contact entre le bord inférieur de la sphère et le bord interne de la cupule sans que cela produise une luxation supérieure
- L'apparition d'une encoche sur le pilier de l'omoplate est, si elle s'avère évolutive, d'un mauvais pronostic à moyen terme
- Malgré la présence sur le marché international de différents modèles de prothèses inversées, aucune ne possède un recul suffisant pour pouvoir détrôner la prothèse Delta® III qui reste actuellement le maître achat

- [22] Vanhove B, Beugnies A. Grammont's reverse shoulder prosthesis for rotator cuff arthropathy. A retrospective study of 32 cases. *Acta Orthop Belg* 2004;**70**:219-25.
- [23] Valenti P. Delta 3 reversed prosthesis, long term results. Follow up > 5years. In: Gazielly D, editor. *3rd International conference on shoulder arthroplasty*. 2005.
- [24] Grammont PM, Baulot E. Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture. *Orthopedics* 1993;**16**:65-8.
- [25] Grammont PM, Baulot E. La prothèse d'épaule dans les ruptures irréparables de la coiffe des rotateurs. In: *Pathologie de la coiffe des rotateurs de l'épaule*. Paris: Masson; 1993. p. 336-41.
- [26] Baulot E, Chabernaud D, Grammont PM. Results of Grammont's inverted prosthesis in omarthritis associated with major cuff destruction. Apropos of 16 cases. *Acta Orthop Belg* 1995;**61**(suppl1):112-9.
- [27] De Buttet M, Bouchon Y, Capon D, Delfosse J. Grammont shoulder arthroplasty for osteoarthritis with massive rotator cuff tears. Report of 71 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 1997;**6**:197.
- [28] Sauzieres P. Hemiarthroplasty or reversed total shoulder arthroplasty. In: Gazielly D, editor. *3rd International conference on shoulder arthroplasty*. 2005.
- [29] McFarland EG, Sanguanjit P, Tasaki A, Keyurapan E, Fishman EK, Fayad LM. The reverse shoulder prosthesis: a review of imaging features and complications. *Skeletal Radiol* 2006;**35**: 488-96.
- [30] Sirveaux F, Favard L, Oudet D, Huquet D, Walch G, Mole D. Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of 80 shoulders. *J Bone Joint Surg Br* 2004;**86**: 388-95.
- [31] Werner CM, Steinmann PA, Gilbert M, Gerber C. Treatment of painful pseudoparesis due to irreparable rotator cuff dysfunction with the Delta III reverse-ball-and-socket total shoulder prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**:1476-86.
- [32] Rittmeister M, Kerschbaumer F. Grammont reverse total shoulder arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis and nonreconstructible rotator cuff lesions. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; **10**:17-22.
- [33] De Wilde LF. *Reversed shoulder arthroplasty: which prosthesis approaches the optimum biomechanics? SECEC-ESSSE Abstract book*. 2005.

F.-W.-J. Handelberg, Chef de la Clinique de pathologie de l'épaule et de traumatologie sportive (Frank.Handelberg@az.vub.ac.be).
Hôpital académique, Vrije Universiteit Brussel, Service d'orthopédie et de traumatologie, avenue du Laerbeek, 101, B 1090 Bruxelles, Belgique.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Handelberg F.-W.-J. Prothèse inversée d'épaule. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-294, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Prothèse totale d'épaule

P Mansat
M Mansat

Résumé. – Bien que la première publication d'une arthroplastie prothétique de l'épaule remonte à plus de 100 ans, c'est au début des années 1950 que le docteur CS Neer II a initié l'ère moderne de la prothèse d'épaule. Avec l'addition d'un composant glénoïdien au début des années 1970, l'arthroplastie d'épaule est devenue l'intervention de chirurgie orthopédique ayant la plus importante progression.

La technique est difficile et nécessite un chirurgien de l'épaule compétent, capable de résoudre les nombreuses variables et problèmes peropératoires. Le respect des détails est essentiel pour le succès de l'intervention et des précisions sont données pour éviter les pièges et les complications.

L'arthroplastie de l'épaule, plus que toute autre arthroplastie, exige la préservation ou la reconstruction des parties molles et l'accent est mis sur le concept de « rééquilibration » des parties molles.

La longévité et la qualité des résultats dépendent non seulement du type d'implant, mais également de la technique chirurgicale, de la réparation des parties molles et d'un programme de rééducation postopératoire adapté.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : épaule, arthroplastie, prothèse totale d'épaule, omarthrose, polyarthrite rhumatoïde.

Introduction

L'épaule a été la première articulation humaine à être remplacée par une prothèse métallique en 1892, à l'hôpital Saint Louis de Paris, par le docteur Jules Pean^[55] pour une ostéoarthrite tuberculeuse. Il s'agissait d'une prothèse contrainte : le composant huméral avait été réalisé à partir d'un tube de platinium et la tête humérale avec une balle de caoutchouc rigidifiée. Des orifices réalisés dans la pièce humérale permettaient de réinsérer les muscles avec des crins de cheval. La prothèse semble avoir fonctionné pendant 2 ans, puis a dû être enlevée en raison de problèmes septiques et d'une fistule chronique.

Après une longue période silencieuse en matière d'arthroplastie prothétique pendant laquelle la résection-arthroplastie était l'opération de choix, ce n'est qu'au début des années 1950 que sont apparues des prothèses humérales en acrylique dont les premiers résultats ont été rapportés par R Judet en 1952 dans les luxations-fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus^[34, 59].

En fait, l'ère moderne du remplacement prothétique de l'épaule est née avec les premiers travaux de recherche de Charles S Neer II. Son intérêt pour le remplacement de la surface articulaire de l'humérus a débuté en 1944 à la suite d'une étude sur le devenir des fractures complexes de l'extrémité supérieure de l'humérus traitées par résection simple. Les résultats étaient très décevants, d'où l'idée de remplacer la tête humérale de manière à restaurer une anatomie normale et à réinsérer les tubérosités et la coiffe des rotateurs.

La première prothèse Neer I a été réalisée en 1951^[48] en chrome-cobalt et présentée à l'Académie de médecine de New York, en énonçant un cahier des charges précis pour l'implant :

- matériau inerte, solide et ayant un module d'élasticité proche de celui du tissu osseux ;
- dessin proche de l'anatomie normale ;
- stabilité primaire par une bonne adaptation métaphysodiaphysaire.

Quelques modifications ont par la suite été apportées pour une meilleure adaptabilité et cette prothèse a été utilisée jusqu'en 1973 avec un nombre minime de révisions.

Pendant ce temps, de nouvelles prothèses ont été créées en Europe et aux États-Unis pour essayer de résoudre le problème lié à un déficit de la coiffe des rotateurs par l'utilisation d'un implant contraint. Le nombre élevé d'échecs et de descellements a abouti à l'abandon pratiquement général de ces implants.

L'apparition du ciment acrylique comme moyen de fixation a favorisé la mise au point d'un implant glénoïdien en polyéthylène utilisé et rapporté pour la première fois par Neer en 1974, avec un rayon de courbure égal à celui de la tête humérale^[49]. Cette prothèse constitue le modèle type des prothèses de première génération.

De nombreux nouveaux implants ont été créés ces dernières années : prothèses bipolaires, de resurfaçage, et plus récemment, des systèmes modulaires de seconde génération^[28], ou des prothèses multimodulaires adaptables de troisième génération^[9].

La prothèse de Neer, élaborée il y a bientôt 50 ans, reste toujours la référence et la qualité des résultats obtenus après ce type d'intervention est beaucoup plus liée au type de pathologie, à la compétence du chirurgien, à la qualité du programme de rééducation, qu'aux détails mineurs apportés dans le dessin de nouveaux implants^[50].

Pierre Mansat : Praticien hospitalier universitaire.

Michel Mansat : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service.

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, CHU de Toulouse, hôpital de Purpan, 31 059 Toulouse cedex, France.

Seuls des résultats à long terme, évalués de manière scientifique et rigoureuse, nous fournissent des éléments sur la durabilité et l'intérêt réel de tels implants.

Dans cet article consacré aux prothèses totales d'épaule, nous n'envisageons que la technique chirurgicale concernant les prothèses non contraintes, sans rentrer dans les détails des différents implants et à l'exclusion des autres types de prothèses semi-contraintes ou contraintes. Le traitement des fractures récentes complexes de l'extrémité supérieure de l'humérus par prothèse humérale n'est pas non plus envisagé.

Bilan préopératoire

SÉLECTION DES PATIENTS

La prothèse d'épaule est indiquée dans les cas où la destruction des surfaces articulaires aboutit à des phénomènes douloureux chroniques et à une perte progressive de la mobilité et de la fonction.

Les causes les plus fréquentes sont l'arthrose « primitive » ou omarthrose, l'arthrite rhumatoïde, l'ostéonécrose avasculaire de la tête humérale, les arthroses post-traumatiques (fractures et luxations) et les arthropathies avec rupture de la coiffe des rotateurs.

Les contre-indications sont relativement rares : une infection « active », les lésions paralytiques avec perte de fonction du deltoïde et les arthropathies neurogènes. L'âge (jeune) et l'activité (travail de force) représentent des contre-indications relatives.

Le patient doit être informé des résultats espérés et de possibles complications : infection, lésion neurovasculaire, instabilité, rupture de la coiffe des rotateurs, mais aussi d'un résultat fonctionnellement non satisfaisant avec des douleurs persistantes, un manque de mobilité nécessitant parfois une révision. Il doit par ailleurs être conscient de la nécessité d'un long programme de rééducation qui doit être poursuivi pendant de nombreux mois, pour lequel une motivation et un investissement personnels sont indispensables.

Le remplacement prothétique de l'articulation de l'épaule est actuellement la solution thérapeutique qui donne les résultats les plus satisfaisants dans la plupart des indications. Cependant, dans certaines conditions, il est impossible de mettre en place ce type d'implant. D'autres alternatives existent et sont représentées par le débridement articulaire sous arthroscopie, l'interposition-arthroplastie, l'ostéotomie périarticulaire et l'arthrodèse. Le débridement sous arthroscopie est d'indication limitée, réservé aux atteintes débutantes de l'articulation glénohumérale, les meilleurs résultats étant obtenus chez les patients présentant une mobilité préopératoire quasi normale et une articulation glénohumérale centrée [33]. L'arthroplastie glénohumérale présentée par Burkhead [14] reste une technique de sauvetage, utilisée dans le cas de reprise lorsque le capital osseux glénoïdien ne permet pas la mise en place d'un implant, ou du fait de la présence d'une rupture massive de la coiffe des rotateurs pouvant compromettre la survie d'un implant glénoïdien, mais l'expérience de cette technique reste limitée. Enfin, si les indications d'arthrodèse de l'épaule sont de moins en moins nombreuses depuis le développement de la prothèse totale d'épaule, il persiste cependant quelques indications spécifiques comme l'arthrite septique, la paralysie du deltoïde après traumatisme du plexus brachial, l'épaule multiopérée avec échec des différentes interventions, notamment échec d'arthroplastie, ou une rupture massive de la coiffe des rotateurs [62].

PLANIFICATION

Une connaissance précise des antécédents et de l'évolution des symptômes, un examen clinique minutieux et des radiographies standards de qualité sont les éléments de base indispensables.

L'examen clinique doit apprécier l'importance de la symptomatologie douloureuse et le degré du handicap fonctionnel, l'existence d'une amyotrophie, le degré des amplitudes articulaires et notamment l'importance de l'enraidissement en rotation interne,

élément primordial pour l'attitude chirurgicale vis-à-vis du subscapulaire, et éventuellement l'évaluation de la force musculaire. Le bilan « préprothèse » comprend habituellement des radiographies standards et une tomодensitométrie associée à des reconstructions multiplanaires et tridimensionnelles. Dans certains cas, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) peut apporter des renseignements utiles pour étudier la coiffe des rotateurs ou dans le cadre d'une ostéonécrose. Ce bilan radiographique permet également d'apprécier la fragilité osseuse en évaluant le degré d'ostéoporose [41].

■ Bilan radiographique standard

Dans tous les cas, des radiographies de l'épaule de face en double obliquité sont réalisées successivement en rotation neutre, interne et externe. Un profil axillaire est généralement demandé, sauf dans les cas où l'abduction est très limitée, où il peut être remplacé par un profil de Bloom et Obata.

Les clichés de face permettent d'apprécier le degré de pincement de l'interligne articulaire, la position des tubérosités par rapport à la tête humérale et la hauteur de l'espace sous-acromial. Le profil axillaire précise le type d'usure de la glène, son caractère symétrique ou asymétrique associé parfois à une subluxation postérieure de la tête humérale.

Des clichés de l'épaule controlatérale « saine » sont parfois réalisés si l'épaule pathologique est très détruite afin d'avoir une idée de l'anatomie normale.

■ Tomодensitométrie

Cet examen doit être systématique. Les acquisitions sont obtenues sur un sujet en décubitus dorsal, bras le long du corps en rotation neutre. La tomодensitométrie permet une étude très précise des déformations osseuses, du capital osseux et des rapports articulaires. Il fournit aussi une analyse des parties molles et notamment de la coiffe des rotateurs, en appréciant le degré de dégénérescence graisseuse. Cette dégénérescence se traduit par une diminution de volume du muscle et la présence de clartés linéaires parallèles au grand axe du muscle. D'après la classification de Goutallier et Bernageau [30], la dégénérescence est classée du stade 0 (muscle sans infiltration graisseuse) au stade 4 (prédominance de la graisse par rapport aux fibres musculaires). Grâce à ses possibilités de mesures multiples et directes, il est aussi possible de réaliser une étude biométrique évaluant la largeur de la glène, le degré de rétroversion de la glène, le diamètre de la tête humérale [26]. De plus, de nouvelles techniques permettent d'apprécier la structure interne de la glène, et notamment sa valeur mécanique [22]. Le degré de subluxation de la tête humérale par rapport à la glène est également apprécié [5]. La superposition des coupes passant par la partie moyenne de la tête humérale et par le plan biépicondylien de l'extrémité inférieure de l'humérus permet de calculer le degré de rétroversion de la tête.

■ Arthroscanner

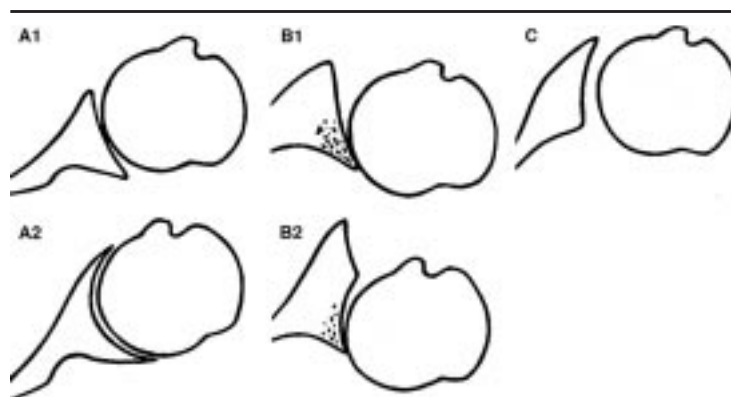
Cet examen doit être plus systématique. Il est prescrit dans le bilan préopératoire pour évaluer, en plus des éléments décrits ci-dessus, l'intégrité des tendons de la coiffe des rotateurs.

■ IRM

L'IRM n'est pas d'indication systématique, sauf dans certains cas pour une évaluation plus précise des lésions de la coiffe et de la trophicité musculaire. Si l'évaluation des parties molles est plus performante qu'en arthroscanner, l'évaluation du capital osseux est en revanche assez médiocre pour l'instant [78].

■ Imagerie 3D

Elle est obtenue à partir des coupes tomодensitométriques. Cette technique apporte une vision très anatomique de l'articulation de l'épaule et permet de façon très simple une analyse des rapports osseux particulièrement utile dans les fractures complexes de l'extrémité supérieure de l'humérus ou dans les séquelles post-traumatiques.



1 Classification du type de glène dans l'omarthrose (d'après [5]).

Il est actuellement indispensable de connaître en préopératoire l'état de la coiffe des rotateurs. Il faut donc demander dans la plupart des cas, soit un arthroscanner, soit une IRM avant la mise en place d'une prothèse d'épaule, le premier examen ayant notre préférence. Le bilan d'aujourd'hui ne peut se limiter à des radiographies et à un examen tomodensitométrique simple.

PRINCIPALES INDICATIONS

Chaque cas est particulier et l'identification précise de la pathologie en cause est importante non seulement pour le pronostic mais aussi pour orienter l'approche chirurgicale.

■ Arthrose « primitive »

Les patients sont relativement jeunes, actifs avec un capital osseux de bonne qualité et une coiffe des rotateurs généralement intacte [42]. La glène est souvent remaniée, agrandie par des ostéophytes marginaux, aplatie et parfois érodée de manière asymétrique à la partie postérieure en raison d'une subluxation postérieure chronique de la tête humérale. La tête humérale est aussi aplatie avec une collerette ostéophytique particulièrement importante à la partie inférieure et des corps étrangers libres intra-articulaires, parfois situés dans le récessus sous-coracoïdien ou axillaire.

Sur une série de 113 cas d'omarthroses centrées et primitives, Badet et al [5] ont montré qu'il existait une augmentation de la rétroversion glénoïdienne par rapport à une population de référence, une subluxation postérieure de la tête humérale dans 35 % des cas et une trophicité musculaire conservée. L'usure de la glène était centrale dans 59 % des cas (type A) et excentrée vers l'arrière dans 32 % des cas (type B). L'usure centrale pouvait être modérée (A1), ou aboutir à une protrusion de la tête humérale (A2) dans la glène. En cas d'usure asymétrique, il existait un pincement articulaire postérieur limité (B1) ou une usure importante avec aspect biconcave de la glène (B2) (fig 1).

■ Polyarthrite rhumatoïde

Dans les polyarthropathies, au contraire, les parties molles et l'os ostéoporotique sont fragiles. Bien qu'il existe différents modèles et types évolutifs, les defects osseux sont souvent extensifs. Une usure marquée de la glène est souvent présente avec une érosion corticale se prolongeant parfois à la partie supérieure vers le pied de l'apophyse coracoïde. La tête humérale est aussi d'aspect géodique avec une encoche métaphysaire interne. Les ruptures de la coiffe existent dans environ un tiers des cas, mais les muscles sont souvent amincis, non fonctionnels avec une migration supérieure de la tête humérale.

La classification radioclinique de Larsen est applicable à l'épaule [38]. Neer (1990) a décrit trois types d'épaules rhumatoïdes [50] (fig 2) :

– la forme « sèche » présente des lésions d'omarthrose avec formation d'ostéophytes, sclérose sous-chondrale et conservation du capital osseux. La coiffe des rotateurs est le plus souvent intacte et fonctionnelle ;



2 Formes radiographiques de l'épaule rhumatoïde selon Neer.

A. Forme « sèche » (dry).
B. Forme « humide » (wet).
C. Forme destructrice (resorptive).

- la forme « humide » présente des lésions érosives de la tête humérale ; l'interligne articulaire est pincé mais la glène est préservée. La coiffe des rotateurs est souvent amincie, voire rompue ;
- la forme « destructrice » présente une ostéopénie généralisée avec altération du capital osseux à la fois de la tête humérale et de la glène ; il existe une tendance à la médialisation de la tête humérale avec ascension sous la voûte acromiale. La coiffe des rotateurs est souvent rompue.

L'épaule rhumatoïde bénéficie généralement de deux types de traitement chirurgical. La synovectomie chirurgicale ou arthroscopique est indiquée dans les stades de début (Larsen 0, 1, 2), mais dès qu'un pincement articulaire apparaît, une arthroplastie non contrainte partielle ou totale est proposée (Larsen 3, 4, 5) en raison de la rapidité d'évolution avec dégradation rapide du capital osseux et des tendons de la coiffe des rotateurs. Pour Kelly, plus que le stade radiographique, c'est la forme clinique qui doit être déterminante dans la décision de la chirurgie prothétique. En effet, il a montré que dans les formes humides, il existait un taux élevé de ruptures rapides de la coiffe des rotateurs, avant l'apparition des lésions osseuses. Dans ces formes particulières, l'indication d'une arthroplastie peut être précoce, contrairement aux formes sèches [67].

■ Traumatismes anciens

Ils représentent un des problèmes les plus difficiles. L'épaule est enraidie, souvent déjà opérée une ou plusieurs fois, avec d'importants tissus cicatriciels et des modifications des rapports vasculonerveux rendant l'abord particulièrement délicat. L'existence d'un cal vicieux des tubérosités ou d'une pseudarthrose, de lésions

des parties molles, expliquent les difficultés de la reconstruction et une planification préopératoire précise est indispensable de manière à prendre une décision sur la nécessité ou pas d'une ostéotomie tubérositaire. La nécrose post-traumatique de la tête humérale s'associe souvent à des rétractions des parties molles antérieure et postérieure, nécessitant une arthrolyse étendue [43].

■ Ostéonécrose aseptique

En dehors des nécroses post-traumatiques de la tête humérale, l'utilisation des corticoïdes et de nombreuses affections peuvent provoquer une ostéonécrose de la tête humérale : alcoolisme, hyperuricémie, maladie de Gaucher, hyperlipidémie familiale.

L'utilisation d'une classification en différents stades [3, 23] est un élément important de pronostic et du plan de traitement. Le stade 0 est un stade préclinique. Le stade 1 correspond à un stade préradiographique. C'est au stade 2 que l'on peut mettre en évidence, sur les clichés standards, une zone de condensation dans la partie juxta-articulaire de la tête humérale. Au stade 3, il existe un effondrement d'un segment de tête humérale avec fracture de l'os sous-chondral. Enfin, au stade 4, l'aplatissement de la tête humérale est quasi complet, avec des signes d'arthrose associée dans le stade 5.

Le forage de la tête humérale peut être une alternative thérapeutique à l'arthroplastie dans les stades débutants, mais aucun travail ne permet à l'heure actuelle de conclure sur l'efficacité réelle de ce traitement. Dans les stades 4 avec un effondrement de la tête humérale, une hémiarthroplastie est habituellement indiquée. Quand la glène est détruite (stade 5), une prothèse totale avec resurfaçage de la glène est alors conseillée.

■ Arthropathies après rupture de la coiffe

Elles s'accompagnent le plus souvent de ruptures massives et anciennes de la coiffe. Le tissu musculaire est aminci, friable, difficile à mobiliser et non fonctionnel, expliquant l'excentration de la tête humérale avec des érosions de l'acromion, de la coracoïde et de la partie supérieure de la glène. Le recentrage de la tête humérale est impossible et la mise en place d'une glène est évitée. Si certains auteurs conseillent de mettre en place une tête surdimensionnée pour assurer la stabilité de l'implant [58], il semble préférable d'utiliser des têtes humérales de petites tailles, afin de retendre si possible la coiffe des rotateurs, tout en conservant une certaine translation de l'implant [4]. D'autres alternatives peuvent alors être discutées, notamment des systèmes bipolaires [68, 74] ou inversés [7].

Indication du composant glénoïdien

La décision de mettre en place un implant glénoïdien est prise en fonction de l'étiologie, de l'état de la glène et de l'état de la coiffe des rotateurs.

Il est généralement admis que le remplacement de l'extrémité proximale de l'humérus (hémiarthroplastie) est le traitement approprié chez les patients présentant une ostéonécrose évoluée de la tête humérale, une fracture récente à trois ou quatre fragments ou une fracture-luxation de l'épaule. Dans ces cas, la glène est en général intacte et donc un resurfaçage n'est pas indiqué [28, 29, 49, 50, 53].

Dans le cas d'un cal vicieux de l'extrémité proximale de l'humérus, avec ou sans nécrose, le rôle du resurfaçage de la glène reste flou. Dans la plupart de ces cas, la glène peut présenter des lésions dégénératives en raison de la modification de la répartition des charges. La préoccupation, dans ce cas, provient des tubérosités ; en effet, on peut penser qu'en présence d'une déformation des tubérosités humérales, il va exister une modification des forces engendrées par les tendons de la coiffe des rotateurs sur l'articulation, qui soumettrait l'implant glénoïdien à des contraintes anormales pendant la mobilisation de l'épaule. On retrouverait des conditions similaires à celles rencontrées en cas de rupture de la coiffe des rotateurs. Malheureusement, la littérature ne répond pas vraiment à cette question et il semble que chaque chirurgien pose son indication en fonction d'une expérience empirique basée sur des cas cliniques personnels [53] (fig 3).



3 Évolution d'une fracture à trois fragments de la tête humérale traitée initialement de manière orthopédique chez une patiente de 57 ans.

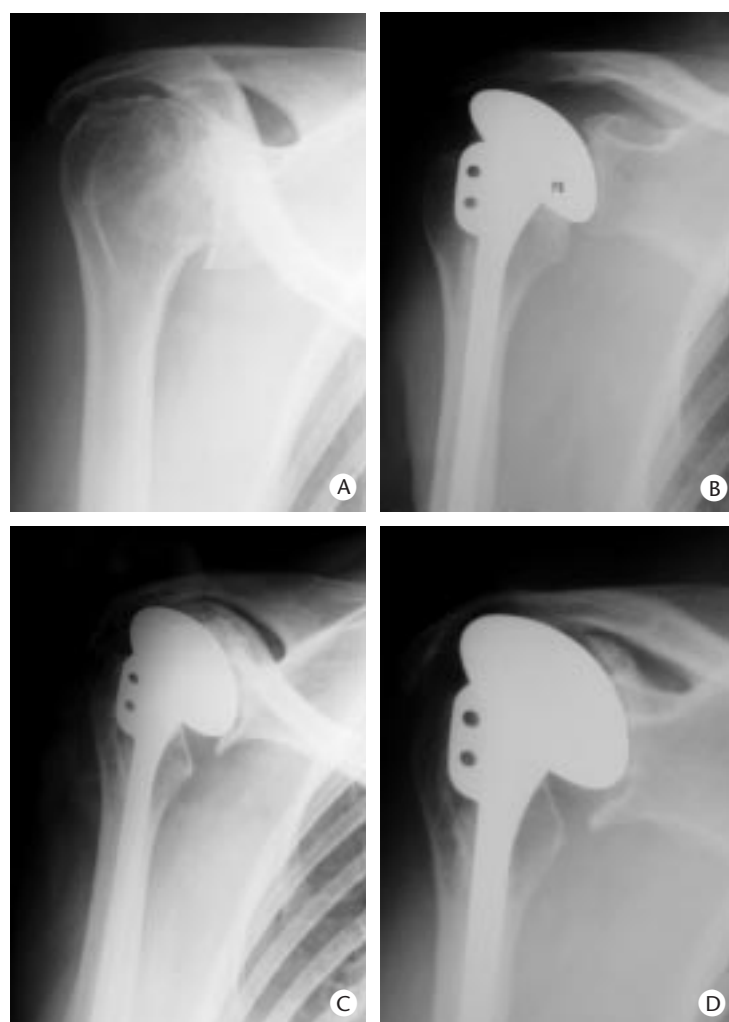
A. Radiographie de face de la fracture initiale.

B. Un an plus tard, la tête humérale s'est nécrosée.

C. Résultats postopératoire à 13 ans d'une prothèse totale d'épaule. La patiente a un résultat satisfaisant selon Neer, avec un score de Constant pondéré égal à 70,5 %.

Devant une arthropathie par rupture de la coiffe des rotateurs, que ce soit dans le cadre d'une polyarthrite rhumatoïde ou d'une omarthrose (rupture massive de la coiffe avec excentration supérieure fixée de la tête humérale), ou en présence d'une perte importante du stock osseux glénoïdien, l'hémiarthroplastie est considérée comme la meilleure méthode de traitement pour supprimer les douleurs [4, 6, 11, 24, 35, 51, 63, 70]. En cas de rupture de la coiffe des rotateurs, il existe un risque potentiel d'apparition de contraintes excentrées se projetant à la partie supérieure de l'implant glénoïdien, résultant de la subluxation supérieure de la tête humérale [4, 6, 57]. Dans ce cas, il existe un risque élevé de descellement de l'implant glénoïdien. Ce phénomène a été comparé par Matsen [44] au mouvement du « cheval à bascule », avec une tête humérale qui va faire progressivement basculer l'implant glénoïdien de la surface osseuse. Dans le cadre d'arthropathie par rupture de la coiffe des rotateurs, la disparition de la douleur et la récupération de la fonction dépendent de la présence d'une arche coracoacromiale intacte qui peut agir comme un point d'appui pour la rotation de la tête humérale.

Dans la polyarthrite rhumatoïde, l'utilisation d'une prothèse humérale plutôt qu'une prothèse totale reste un sujet de controverse. Kelly souligne l'apparition avec les prothèses humérales d'une érosion de la glène, notamment dans les formes humides. Il conseille, dans ces cas, de ne pas utiliser de prothèses humérales même s'il existe des lésions de la coiffe et de préférer une prothèse totale. Par ailleurs, avec les prothèses totales, il existe un taux de descellements important des implants glénoïdiens variant de 27 à 40 % en fonction des séries, corrélé à l'ascension progressive de l'humérus par coiffe non fonctionnelle et à un capital osseux déficient [63, 64, 67]. Si les résultats initiaux sont souvent satisfaisants, il semble que l'on ne puisse échapper à l'apparition de complications



4 Résultats à 10 ans d'une prothèse humérale mise en place dans le cadre d'une forme « humide » de polyarthrite rhumatoïde. Noter la médialisation progressive de la tête humérale avec érosion de la glène.

- A. Préopératoire.
- B. Postopératoire.
- C. À 6 ans de recul.
- D. À 10 ans de recul.

avec le temps : usure de la glène avec une prothèse humérale et descellement de l'implant glénoïdien avec une prothèse totale (fig 4). Cependant, quel que soit le type de complications, elles sont souvent bien tolérées, du moins au début, et le taux de révisions chirurgicales reste faible (fig 5).

Enfin, dans l'omarthrose, l'utilisation d'une hémiarthroplastie versus une prothèse totale d'épaule reste également un sujet de controverse. La plupart des chirurgiens s'accordent à dire que la prothèse totale d'épaule est la solution thérapeutique de choix dans cette étiologie, chez les patients de plus de 60 ans [1, 6, 8, 11, 13, 19, 21, 28]. Le problème décisionnel concerne les patients de moins de 60 ans, présentant une omarthrose secondaire à un traumatisme antérieur, une intervention chirurgicale, ou à un processus dégénératif. La longévité de la fixation de l'implant glénoïdien cimenté reste le problème le plus préoccupant et c'est pour cette raison que l'hémiarthroplastie est parfois préférée. Les résultats de la littérature ont démontré que les patients n'ayant pas bénéficié du remplacement de la glène avaient des résultats moins favorables sur la disparition des douleurs et la restitution d'une fonction satisfaisante, que les patients ayant bénéficié de la mise en place d'une prothèse totale d'épaule [21, 27]. Neer a démontré que les patients traités de cette façon mettaient plus de temps pour retrouver une force musculaire satisfaisante, avec une faible endurance pour les activités au-dessus de la tête [49]. Cofield a rapporté des résultats similaires en ce qui concerne la satisfaction de ses patients [19, 21]. Plus récemment, Levine et al [39] ont réalisé une étude rétrospective en essayant de corréler les résultats



5 Résultats à 7 ans d'une prothèse totale d'épaule modulaire mise en place pour une forme « sèche » de polyarthrite rhumatoïde. Le résultat est satisfaisant avec une épaule indolore, une élévation antérieure de 120°, une rotation externe de 30° et une rotation interne évaluée à T7. Le score de Constant est égal à 62 points.



6 Radiographie préopératoire (A) et tomodensitométrie (B) d'une épaule atteinte d'omarthrose centrée primitive. Résultat radiographique postopératoire (C) illustrant le résultat excellent obtenu à 11 ans d'une prothèse totale d'épaule monobloc (épaule indolore, avec une élévation antérieure atteignant 150°, une rotation externe 30° et une rotation interne atteignant L1).

obtenus avec les hémiarthroplasties et avec l'usure préopératoire de la glène, centrée ou excentrée. Ils ont observé que seulement 74 % des patients avec une hémiarthroplastie présentaient un bon ou excellent résultat, comparés aux 86 % des patients porteurs d'une prothèse totale d'épaule [58]. Lorsque les patients présentaient une usure postérieure excentrée de la glène, par comparaison avec une usure centrée, le résultat fonctionnel et la disparition de la douleur étaient moins favorables (fig 6, 7).

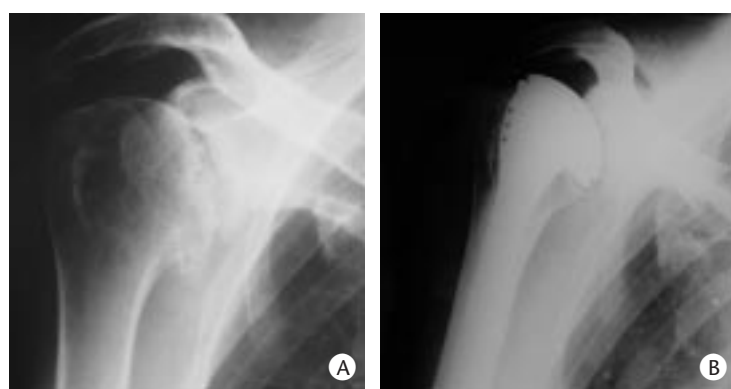
Technique opératoire

VOIE D'ABORD ANTÉRIEURE DELTOPECTORALE

La technique opératoire « standard » doit être modifiée et adaptée en fonction de la pathologie rencontrée, les gestes sur les parties molles étant aussi, voire même plus importants que les nuances mineures dans le dessin des implants non contraints. Elle est considérée en fonction des différents types d'ancillaires disponibles pour chacune des prothèses non contraintes.

INSTALLATION. POSITION DU PATIENT

Les prothèses d'épaule peuvent être réalisées, soit sous anesthésie locorégionale, soit sous anesthésie générale. L'anesthésie générale avec intubation est le plus souvent utilisée et le patient est placé en



7 Radiographie préopératoire (A) et postopératoire en position neutre (B) et en abduction (C) illustrant les résultats à 48 mois d'une prothèse totale d'épaule modulaire mise dans le cadre d'une omarthrose centrée. La patiente a un résultat excellent selon Neer (indolence, élévation antérieure atteignant 175°, une rotation externe évaluée à 80° et une rotation interne atteignant D7).



8 Installation du patient.

position semi-assise (environ 35° d'inclinaison). La tête repose sur une têtère afin que l'épaule à opérer se situe légèrement au-dessus de l'angle supérieur, le membre supérieur libre de manière à permettre sa mobilisation dans les différents secteurs et notamment en extension lors de la mise en place de l'implant huméral (fig 8).

La totalité du membre supérieur et l'hémithorax correspondant sont ensuite préparés en utilisant de la Bétadine® ou de la chlorhexidine en cas d'allergie à l'iode. Différents champs à usage unique sont ensuite mis en place pour isoler la zone opératoire.

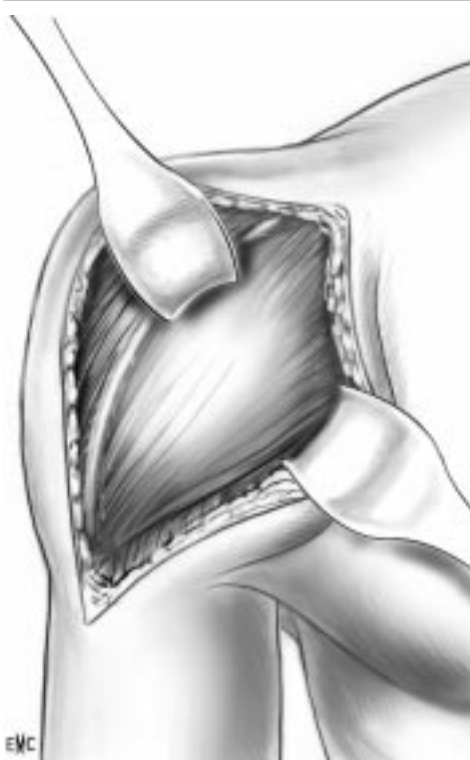
Une table d'appoint peut être utilisée, à la façon d'un repose-bras, lorsque celui-ci est positionné à distance du corps.

■ Incision cutanée et plans superficiels

Les différents repères osseux sont palpés et visualisés. La voie d'abord antérieure, deltopectorale élargie est le plus souvent utilisée.



9 Incision cutanée.



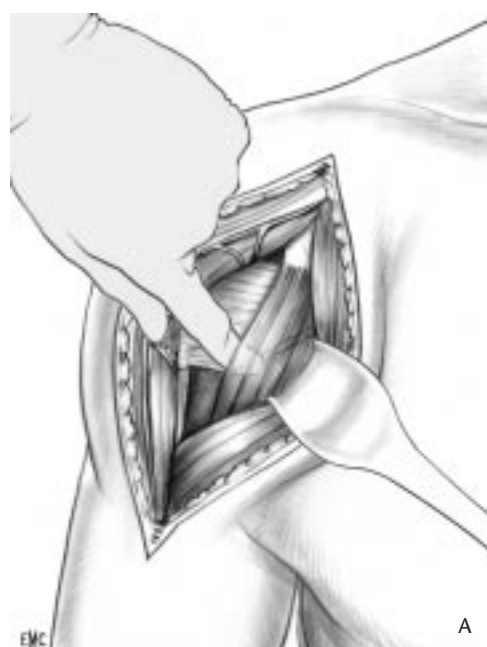
10 Plan deltopectoral.

L'incision cutanée débute à environ 1,5 cm en dedans de l'articulation acromioclaviculaire, s'étend distalement en passant légèrement en dehors de l'apophyse coracoïde et se termine juste en dedans de l'insertion du chef antérieur du muscle deltoïde sur l'humérus (fig 9).

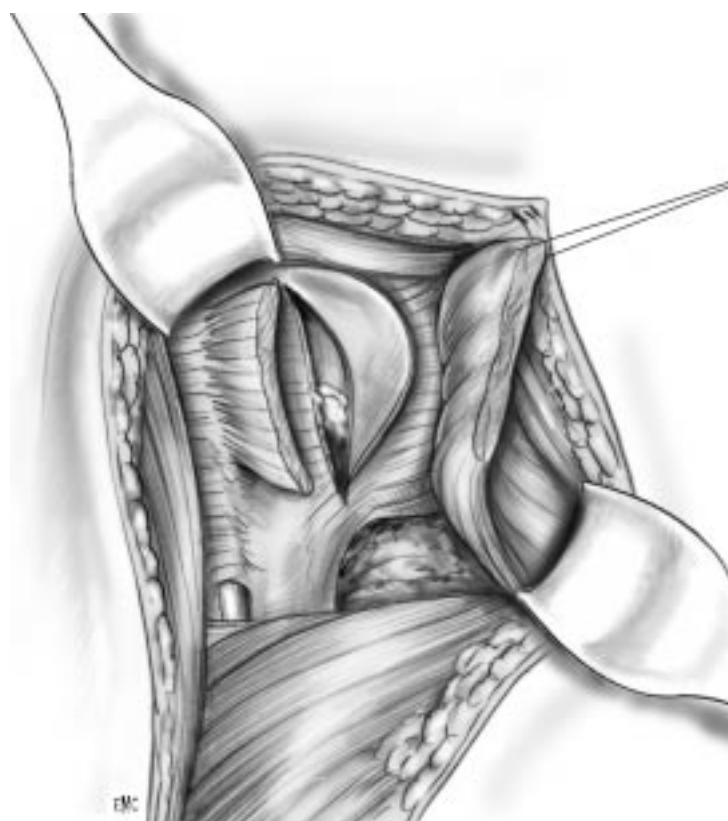
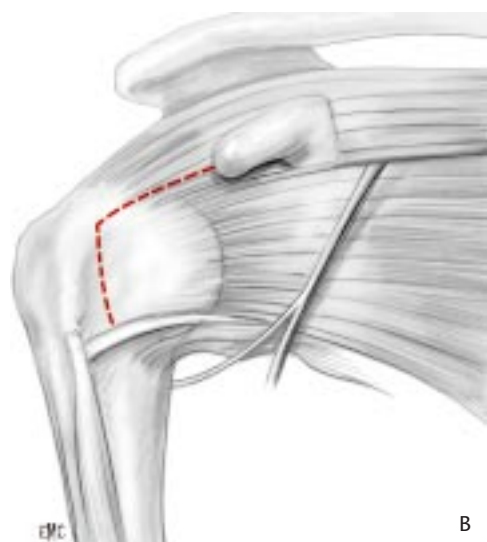
La dissection et l'hémostase des plans sous-cutanés sont réalisées au bistouri électrique. Le sillon deltopectoral est identifié et la veine céphalique est habituellement réclinée latéralement avec le deltoïde (fig 10). Quand un abord plus étendu est nécessaire, il est préférable de la rétracter en dedans avec le grand pectoral. Les branches collatérales provenant du deltoïde doivent alors être coagulées.

Le plan de glissement sous-deloïdien est libéré et le fascia clavi-coraco-axillaire est incisé verticalement permettant d'isoler en dedans les muscles coracoïdiens.

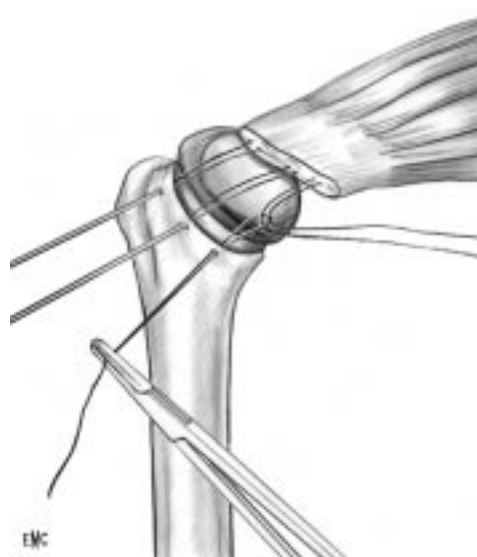
Il est important à ce stade de repérer au doigt le nerf axillaire situé sur le bord antérieur et inférieur du subscapulaire. Le nerf se dirige vers l'espace quadrangulaire, localisé immédiatement sous la capsule inférieure de l'articulation. Ce nerf doit toujours être repéré et protégé pendant l'arthrotomie et la libération des parties molles (fig 11A, B).



11 Repérage et protection du nerf axillaire.
A. Repérage du nerf axillaire.
B. Incision du subscapulaire.



12 Ténotomie du subscapulaire.



13 Fixation du tendon du subscapulaire au niveau de la tranche d'ostéotomie humérale.

Un écarteur autostatique bivalve est en général mis en place sous le muscle deltoïde et sous le tendon conjoint.

Si une exposition plus importante est nécessaire, plusieurs alternatives sont possibles :

- section de la partie haute du tendon du grand pectoral ;
- section du ligament coracoacromial ;
- libération partielle ou totale du tendon conjoint ;
- coracotomie ;
- libération partielle de l'insertion du deltoïde sur la diaphyse humérale ;
- désinsertion du tiers antérieur de l'insertion du deltoïde en continuité avec le périoste de la clavicule et de l'acromion.

■ **Traversée du subscapulaire. Arthrotomie. Luxation de la tête humérale**

L'artère circonflexe antérieure et ses deux veines satellites sont généralement coagulées.

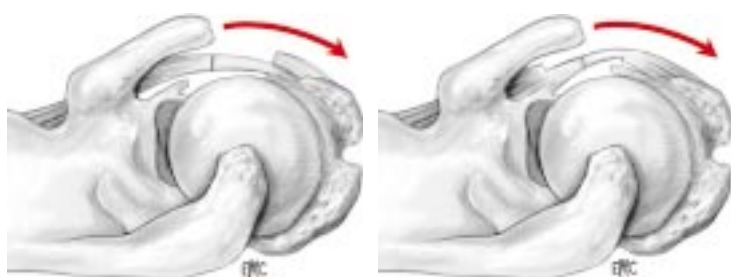
La libération du tendon du subscapulaire est un temps critique de l'intervention. Le subscapulaire est l'élément essentiel qui va assurer la stabilité antérieure de la prothèse. Sa rupture ou sa rétraction secondaire sont des complications particulièrement difficiles à gérer et qui compromettent le résultat final. Comme il est souvent rétracté

dans la pathologie dégénérative de l'épaule, sa libération est indispensable pour obtenir une rotation externe fonctionnelle. L'incision verticale du subscapulaire reste la technique de base. Les plasties en « Z » sont très controversées.

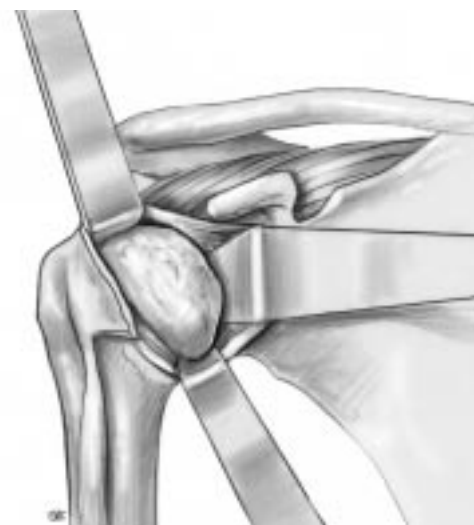
– S'il n'y a pas de limitation de la rotation externe ($> 35-40^\circ$), le tendon du subscapulaire et la capsule sous-jacente sont incisés selon un trait oblique de haut en bas et de dehors en dedans à environ 1,5 cm du trochin. Des fils repères sont mis en place sur le versant interne du tendon (fig 12).

– Si la rotation externe n'est que de 10 à 15° , l'incision reste oblique, mais le tendon est alors libéré au niveau de son insertion sur le trochin, pour bénéficier d'un effet potentiel d'allongement. Il est réinséré en fin d'intervention au niveau de la tranche d'ostéotomie du col de l'humérus (fig 13).

– Si la rotation externe est très limitée ou absente, la libération du subscapulaire doit être complète, jusqu'au col de l'omoplate. La



14 Plastie d'allongement du subscapulaire.



15 Luxation et exposition de la tête humérale.

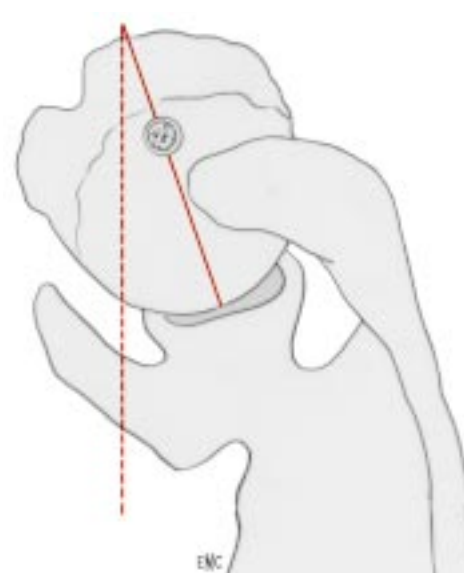
réinsertion finale se fait également sur la tranche d'ostéotomie humérale. Une plastie d'allongement du subscapulaire peut également être discutée, en réalisant une plastie en « Z » incluant le plan capsulaire. Chaque centimètre d'allongement permet un gain d'environ 20° de rotation externe (fig 14). Toutefois, cette technique fragilise le tendon, pouvant être responsable de ruptures secondaires.

L'arthrotomie est débutée en incisant l'intervalle de la coiffe au-dessus du bord supérieur du tendon du subscapulaire. La partie verticale est ensuite réalisée, se poursuivant distalement le long du bord antéro-inférieur du col de l'humérus jusqu'à environ « 6 h » s'il existe une bonne amplitude en élévation passive. Lorsque cette amplitude est limitée, la libération de la capsule inférieure se poursuit en arrière. Il est très important de bien se situer à la jonction entre la capsule et l'os pour éviter toute lésion du nerf axillaire. Le tendon du biceps est respecté et est laissé dans sa gouttière.

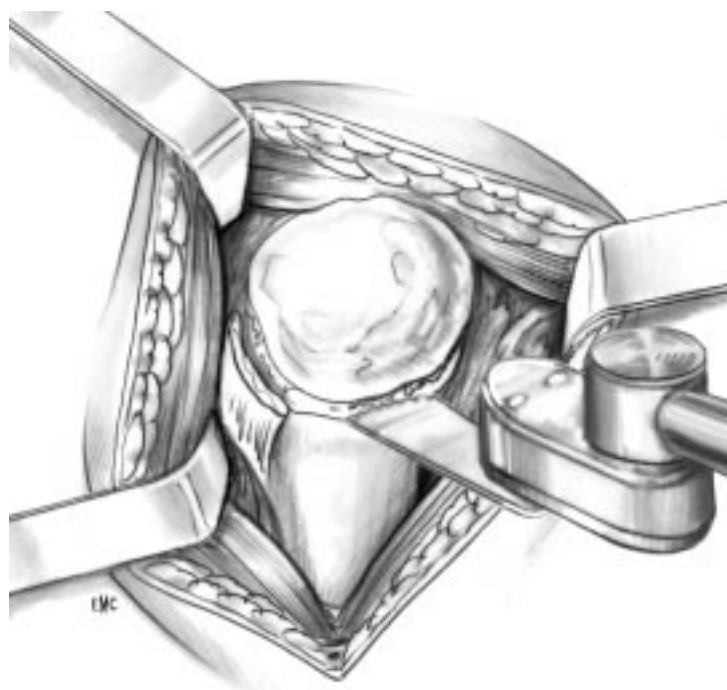
Un écarteur est positionné dans l'articulation et la tête humérale est luxée en avant. Cette manœuvre effectuée bras en adduction, extension et rotation externe, doit être particulièrement prudente chez les sujets âgés et dans les cas de polyarthrite rhumatoïde. Toute résistance indique la nécessité d'une libération complémentaire de la capsule ou d'ostéophytes postérieurs. La mise en place d'écarteurs type Hohmann permet une présentation correcte de la tête humérale tout en protégeant les parties molles périarticulaires (fig 15).

■ Préparation de l'humérus

L'anatomie de la partie proximale de l'humérus peut être facilement appréciée, après avoir excisé l'ensemble des ostéophytes marginaux. La plaque sous-chondrale de la partie supérieure de l'humérus est enlevée et une pointe carrée est utilisée pour pénétrer dans le canal médullaire. Typiquement, le point d'entrée se situe 1 cm en dedans de la partie interne de la coiffe des rotateurs sur la tête humérale et 1 cm en arrière de la berge externe de la gouttière bicipitale (fig 16). Ces distances peuvent bien sûr varier en fonction de la taille de la tête humérale et des modifications pathologiques.



16 Point d'entrée du canal médullaire huméral, 1 cm en arrière de la berge externe de la gouttière bicipitale.



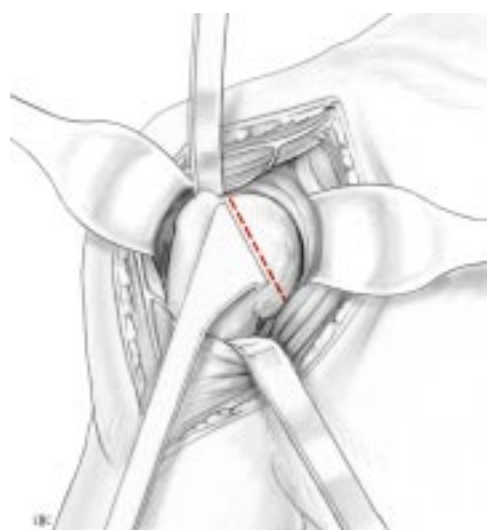
17 Ostéotomie de la tête humérale sans guide de coupe.

Ostéotomie de la tête humérale sans guide de coupe (fig 17)

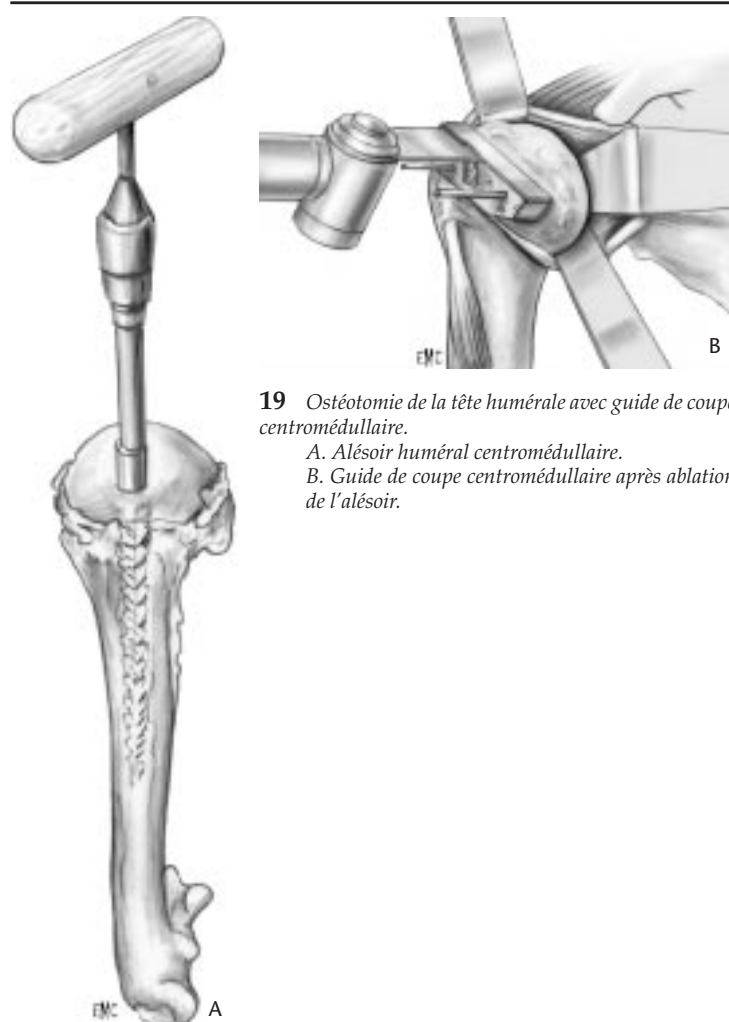
Après avoir excisé la collerette ostéophytique et bien individualisé le col anatomique, la coupe est réalisée à la scie oscillante sans tenir compte du degré d'inclinaison. Cette coupe doit suivre strictement les limites du col anatomique limité en haut par les insertions tendineuses de la coiffe, en bas la continuité entre le cartilage de la tête humérale et la zone osseuse du col et en arrière un sillon dépourvu de cartilage et d'insertion tendineuse. La coupe doit se faire au ras du cartilage. La rétroversion humérale est appréciée de manière approximative par rapport à l'axe de l'avant-bras. L'orifice d'entrée est ensuite repéré puis un alésage progressif est effectué. L'angle cervicodiaphysaire est alors déterminé par des fantômes d'inclinaison qui permettent d'adapter l'implant huméral à la coupe.

Ostéotomie de la tête humérale avec guide de coupe extramédullaire (fig 18)

Après exposition de la tête humérale, un fantôme de prothèse ou une prothèse d'essai est positionnée sur l'humérus. La tête doit se situer légèrement au-dessus du sommet du trochiter. La coupe du



18 Ostéotomie de la tête humérale avec guide de coupe extramédullaire.



19 Ostéotomie de la tête humérale avec guide de coupe centromédullaire.
A. Alésoir huméral centromédullaire.
B. Guide de coupe centromédullaire après ablation de l'alésoir.

col de l'humérus est ensuite réalisée avec un ostéotome ou une scie oscillante, le bras en rotation externe de 30°. Le degré de rétroversion est ensuite estimé approximativement lors de la mise en place de l'implant d'essai, par rapport à la ligne biépicondylienne.

Ostéotomie de la tête humérale avec guide de coupe centromédullaire (fig 19)

Le guide de coupe de la tête humérale est mis en place en sélectionnant le degré de rétroversion. En général, une ostéotomie à 30° de rétroversion est réalisée, mais celle-ci peut être moindre, de l'ordre de 15 à 20°, notamment en présence d'une instabilité postérieure de l'épaule avec subluxation de la tête humérale. Le



20 Implant huméral d'essai.

guide de coupe donne aussi l'angle de varus-valgus du plan de résection. Après avoir choisi le degré de rétroversion, le guide est mis en place sur l'alésoir huméral avec sa tige de rétroversion qui est alignée parallèlement à l'axe de l'avant-bras, puis le système est verrouillé. Le bloc de résection est ensuite poussé au contact de la tête humérale, la hauteur de coupe est déterminée et il est fixé par des broches axiales et obliques. L'alésoir est alors enlevé et une ostéotomie partielle de la tête humérale est alors réalisée. Le guide de coupe est ensuite enlevé et l'ostéotomie est complétée.

L'alésage du canal médullaire est ensuite complété en utilisant des râpes adaptées ou des alésoirs de tailles croissantes jusqu'à l'obtention d'une résistance dans la diaphyse humérale. Le diamètre du dernier alésoir utilisé ou de la dernière râpe indique le diamètre de la prothèse définitive en cas d'utilisation sans ciment. En cas de fixation avec du ciment, le diamètre de la tige de la prothèse définitive est inférieur d'une taille au dernier alésoir utilisé.

■ Prothèse humérale d'essai

Prothèse monobloc ou modulaire

La prothèse humérale d'essai est fixée sur le positionneur avec de nouveau possibilité de contrôler la rétroversion, puis elle est enfoncée dans la cavité médullaire. Une légère impaction peut être nécessaire de manière à bien appliquer la plate-forme de l'implant sur le calcar. L'embase à la partie supérieure de la prothèse d'essai doit reposer de manière parfaitement plate sur la surface de la coupe épiphysaire. Le positionneur est enlevé et la tête humérale d'essai est mise en place. Un mouvement de rotation externe progressif permet de compléter la résection de la collerette ostéophytique en bas et en arrière (fig 20).

Prothèse multimodulaire

Le caractère multimodulaire ou adaptable des prothèses de troisième génération va permettre de s'adapter au mieux aux inclinaisons individuelles, aux différences de rétroversions, mais également aux débords médiolatéral ou antéropostérieur^[9]. Un guide de coupe n'est pas toujours utilisé, car dans ces cas-là, c'est la prothèse qui va s'adapter à la coupe et non pas la coupe qui doit s'adapter au dessin de la prothèse comme dans le cadre des prothèses monoblocs ou modulaires. Après avoir choisi l'inclinaison et la position idéale de la tête humérale d'essai sur la tige, l'implant définitif est assemblé sur le modèle de l'implant d'essai.

Après avoir libéré le muscle sous-épaule de la partie antérieure de la glène et de l'omoplate, la réduction de l'implant huméral d'essai



21 Exposition de la glène.

est réalisée et un premier test est effectué, de manière à contrôler l'orientation, la translation et le degré de tension des muscles périarticulaires, essentiellement du subscapulaire. La tête humérale doit se projeter en face de la cavité de la glène et la translation postérieure de l'implant doit être égale ou inférieure à la moitié de la surface de la tête humérale lorsque le bras est en position neutre. La translation inférieure doit être égale ou inférieure au quart de la surface de la tête humérale lorsque le bras est à 15 ou 20° d'abduction. La mobilité est ensuite testée en sachant que le test définitif s'effectue après la préparation de la glène et la mise éventuelle d'un implant. L'épaule est alors luxée, la prothèse humérale d'essai enlevée et remplacée par un protecteur.

■ Préparation de la glène

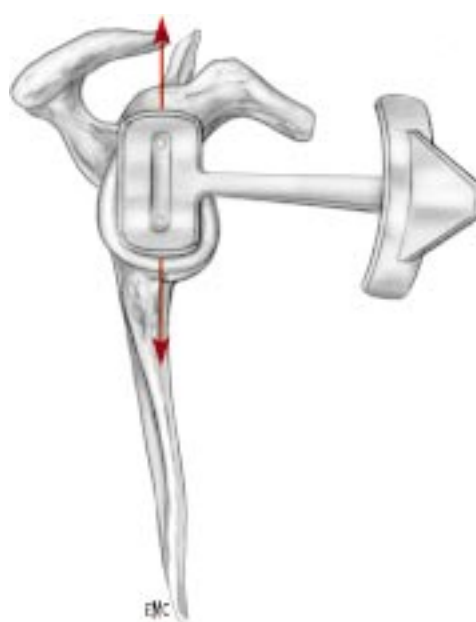
Une exposition adéquate est essentielle pour une bonne préparation de la glène. Le muscle subscapulaire libéré est rétracté en dedans par un écarteur type Hohmann placé sur le col de l'omoplate. L'articulation glénohumérale est explorée et les corps étrangers ou une synoviale hypertrophique de la partie postérieure de l'articulation sont réséqués. La capsule postérieure est palpée et s'il existe une tension excessive, il est parfois nécessaire de la libérer en périglénoïdien (fig 21).

Un écarteur type Fukuda ou équivalent est mis en place et permet de déplacer l'humérus proximal vers l'arrière. La meilleure position pour réaliser cette manœuvre est une abduction de 70 à 90° et une légère flexion.

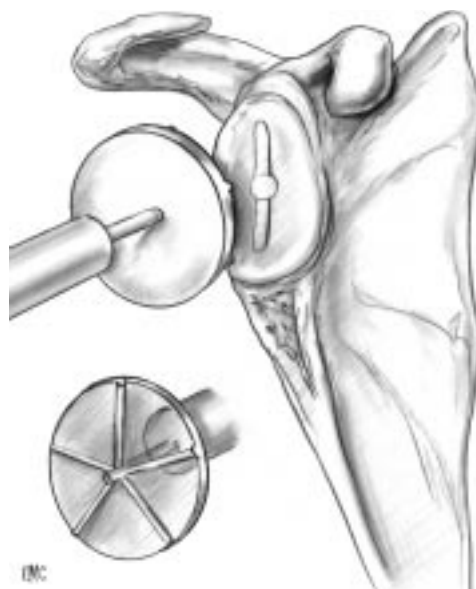
La partie antérieure du bourrelet glénoïdien et les fragments capsulosynoviaux résiduels sont excisés pour permettre la palpation ou la visualisation de la base de l'apophyse coracoïde, le bord antérieur du col de l'omoplate et le pilier de l'omoplate.

Une fois la glène exposée, il faut apprécier l'importance de la collerette ostéophytique, surtout à la partie inférieure de manière à ne pas excentrer l'implant en position trop basse.

Un premier point central est effectué dans la surface articulaire de la glène. À partir de celui-ci, un deuxième point repère est réalisé au pôle supérieur de la glène, au pied de l'apophyse coracoïde, juste en dessous du bord supérieur de la surface articulaire. Le troisième orifice est réalisé en dessous, près du pôle inférieur et se situe dans l'alignement du bord externe du scapulum. Des orifices sont ensuite réalisés à la mèche entre ces trois points de manière à dessiner exactement la longueur et la largeur du site d'implantation (fig 22). L'orientation de la mèche ou de la fraise doit être dictée par la planification préopératoire. Le cartilage résiduel de la glène est enlevé avec de préférence une fraise glénoïdienne jusqu'à l'os sous-chondral qui est préservé. La suite de la préparation glénoïdienne dépend du type d'implant utilisé (fig 23).



22 Préparation de la glène.



23 Fraisage de la glène.

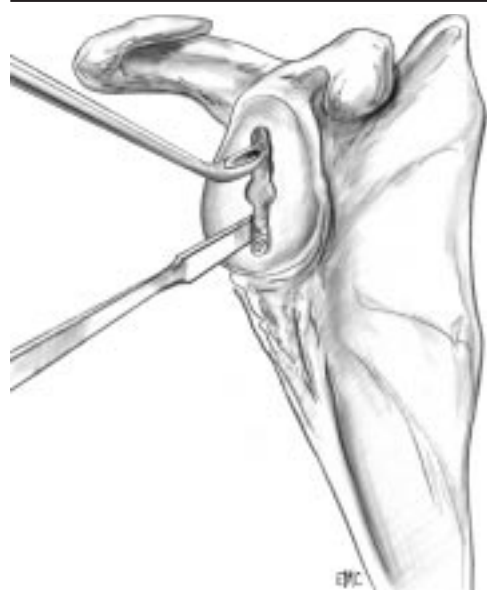
Glène en polyéthylène cimentée avec quille (fig 24)

Une tranchée glénoïdienne est creusée à l'aide d'instruments spéciaux et complétée par une curette contre-coudée. Le tissu spongieux est alors enlevé en dessous de l'os sous-chondral, dans l'axe du col, vers le bord axillaire du scapulum et vers le pied de l'apophyse coracoïde, qui sont les points d'ancrage habituels. Des guides spécifiques permettent de vérifier la hauteur, la largeur et la profondeur ainsi que la direction de l'ouverture pour l'emplacement de la quille de l'implant glénoïdien. La palpation au doigt de la face antérieure du col de l'omoplate permet de bien s'orienter et d'éviter les fausses routes^[44].

Glène en polyéthylène cimentée avec plots de fixation (fig 25)

Des instruments spéciaux sont nécessaires pour réaliser les orifices de ces plots. Un crochet permet ensuite de vérifier qu'aucun de ces orifices ne fait effraction dans la corticale du scapulum. Cela est particulièrement important pour les trous postérieurs en raison de la proximité du nerf suprascapulaire qui se situe à la partie postérieure du col de l'omoplate. Une quantité minimale de ciment doit être utilisée pour chacun de ces orifices.

La surface articulaire de la glène est ensuite régularisée. L'implant d'essai doit s'adapter parfaitement à la surface glénoïdienne et doit être stable et au contact de l'os sur toute sa surface pour éviter une



24 Glène en polyéthylène cimentée avec quille.
A. Préparation du trou d'ancrage.
B. Glène d'essai en place.



25 Glène en polyéthylène scellée avec plots.

basculer. Des implants glénoïdiens d'essai sont alors mis en place à plusieurs reprises jusqu'à l'obtention d'une bonne stabilité et d'une parfaite congruence pour permettre la fixation avec un minimum de ciment. Un lavage sous pression est utilisé pour nettoyer la surface de la glène et l'emplacement de la quille, puis un assèchement est réalisé à l'aide d'une aspiration et de compresses.

Le ciment est ensuite mis en place en deux temps : d'abord une petite quantité et sous-pression pour obtenir une bonne hémostase puis la totalité de la cavité est remplie. Le pouce du chirurgien va permettre de pressuriser le ciment à trois ou quatre reprises.



26 Mise en place de l'implant huméral définitif.

L'implant glénoïdien choisi est alors positionné et maintenu fortement en utilisant un impacteur à glène. L'excès de ciment est enlevé avec une spatule. Pendant la prise du ciment, la plaie opératoire est irriguée à plusieurs reprises avec du sérum physiologique. Quand le ciment est dur, l'implant est testé pour s'assurer qu'il n'y a aucune mobilité anormale dans l'interface avec l'os.

Glène non cimentée avec embase métallique

Un fraisage de la surface glénoïdienne est réalisé à l'aide d'instruments spécifiques jusqu'à la plaque sous-chondrale. En fonction du type d'implant, une surface plane ou concave est obtenue. Différents orifices sont alors effectués en fonction du système de fixation de l'implant. Généralement, plusieurs vis sont utilisées. Après fixation de l'embase métallique, un élément en polyéthylène est solidarisé sur l'embase.

■ Mise en place de l'implant huméral (fig 26)

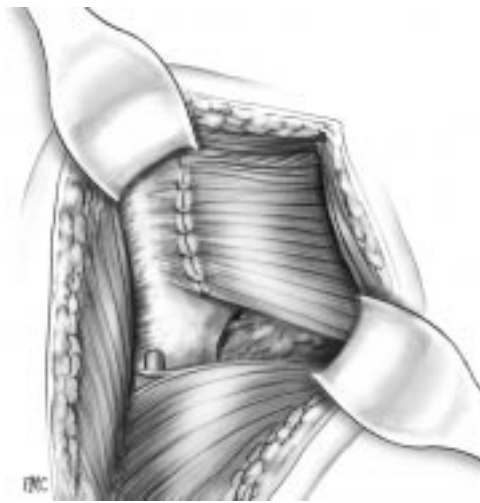
Le bras est placé en adduction et rotation interne et l'extrémité supérieure de l'humérus est ramenée avec beaucoup de prudence en avant.

La prothèse humérale d'essai est mise en place et le degré de tension tissulaire est de nouveau évalué. C'est à ce stade qu'est effectué le choix du type de tête humérale. La tête humérale doit se projeter en face de la cavité de la glène et la translation postérieure de l'implant doit être égale ou inférieure à la moitié de la surface de la tête humérale lorsque le bras est en position neutre. La translation inférieure doit être égale ou inférieure au quart de la surface de la tête humérale lorsque le bras est à 15 ou 20° d'abduction. On apprécie ensuite l'amplitude de la mobilité en rotation externe et la tension du subscapulaire. La rotation interne doit atteindre au moins 90° et l'élévation antérieure 150°. Si ce n'est pas le cas, une libération supplémentaire de la capsule inférieure et postérieure peut être nécessaire.

Les rapports de l'implant huméral avec la glène sont ensuite observés et il est important de s'assurer de l'absence de contact entre la face interne du col et la diaphyse, surtout en adduction et rotation externe.

Avant l'ablation de prothèse d'essai, il faut vérifier la hauteur de l'implant huméral qui doit se situer à environ 4 mm au-dessus du trochiter. Certains préconisent la réalisation d'une radiographie peropératoire de l'humérus de face, avec l'implant d'essai, afin de juger de la hauteur de l'implant, de la morphologie de l'extrémité supérieure de l'humérus par rapport à la radiographie de l'épaule opposée lorsqu'elle est saine et de l'axe du pivot huméral. Cependant, cette attitude n'est pas systématique.

L'humérus est de nouveau porté en hyperextension. Le canal médullaire est nettoyé à l'aide d'un lavage sous pression et un



27 Suture normale du subscapulaire.

obturateur est placé à la bonne profondeur. Le ciment est introduit avec un pistolet. Une pressurisation modérée est nécessaire. Un implant huméral d'une taille généralement inférieure au dernier alésoir utilisé est alors mis en place avec un positionneur ou directement, en contrôlant bien la hauteur et le degré de rétroversion. Le ciment en excès est enlevé. Le positionneur est ensuite retiré et la tête humérale définitive est mise en place sur la tige prothétique.

Après la prise du ciment, l'épaule est réduite. On s'assure alors de la liberté et de l'excursion des parties molles périarticulaires et notamment du subscapulaire. Il est important de rappeler qu'une translation postérieure d'environ 50 % est souhaitable.

Dans certains cas, la prothèse humérale peut être mise sans ciment. Le diamètre de l'implant définitif est équivalent au diamètre du dernier alésoir utilisé. La prothèse est impactée dans le fût huméral en *press-fit*.

■ Fermeture

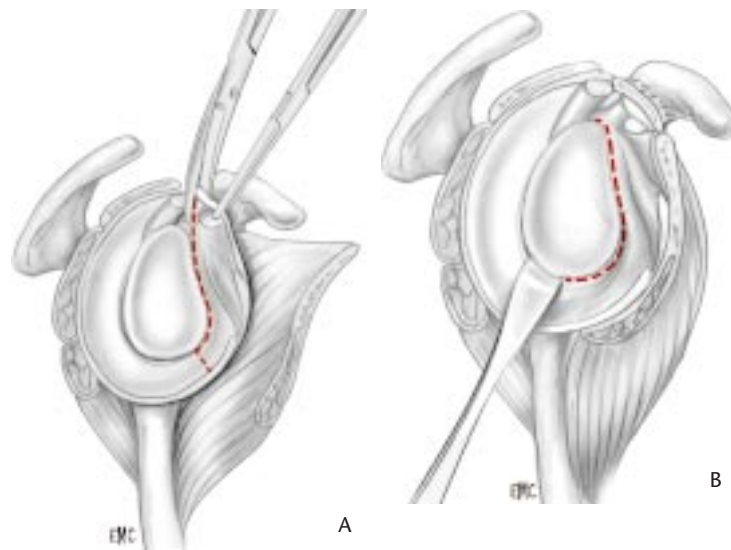
Après la réduction de la prothèse, une traction légère est exercée sur les fils repères du subscapulaire. Selon les cas, et comme cela a été discuté antérieurement, en fonction du degré de rotation externe passive préopératoire, le tendon du subscapulaire est rattaché (fig 27) :

- soit en position normale (tendon-tendon) ;
- soit dans la tranche d'ostéotomie humérale grâce à des points transosseux laissés en attente ;
- soit par une plastie d'allongement en « Z » en utilisant un lambeau capsulaire.

L'idéal est de refermer le subscapulaire avec environ 30 à 40° de rotation externe. L'intervalle de la coiffe des rotateurs est fermé et le subscapulaire est suturé. Si la décision a été prise de suturer le subscapulaire et la capsule antérieure à l'os, il est important de placer des fils de suture en attente dans la tranche d'ostéotomie de l'humérus proximal, avant la mise en place de l'implant huméral et avant le scellement. Le biceps est laissé en place dans la gouttière si son aspect est normal et s'il n'est pas en conflit avec la partie haute de la tête humérale prothétique. Dans les autres cas, il est ténodésé dans la gouttière.

Après fermeture de l'arthrotomie, la stabilité de l'articulation est de nouveau testée en exerçant une translation passive de la tête humérale d'avant en arrière et de haut en bas. La mobilité est ensuite testée en rotation externe, rotation interne et élévation. Ces amplitudes sont notées et utilisées pour planifier le degré de mobilisation passive postopératoire autorisée.

Après avoir irrigué la plaie opératoire, le nerf axillaire est contrôlé en avant et en arrière, un drain est placé dans l'espace sous-deltoidien et l'intervalle deltopectoral est fermé en utilisant des fils à résorption lente. La peau est généralement fermée par des points séparés, plus rarement par un surjet intradermique.



28 A. Libération des parties molles entre la capsule et le subscapulaire. La capsule est incisée de son insertion glénoïdienne.
B. Libération circonférentielle de la capsule.

Une radiographie de contrôle est systématiquement demandée avant de quitter la salle d'opération. Une écharpe est ensuite mise en place, coude au corps.

PROBLÈMES TECHNIQUES PARTICULIERS

■ Raideur avec rétraction des parties molles

Dans certains cas d'arthrose, dans les séquelles de traumatismes, sur des épaules déjà opérées, il existe fréquemment une raideur importante. L'examen sous anesthésie est essentiel pour déterminer le degré exact de mobilité en élévation et rotation.

Une libération étendue des adhérences dans l'espace sous-acromiodeltoïdien doit être réalisée. Le ligament coracohuméral est souvent rétracté et sa libération permet fréquemment un gain de 25 à 30° de rotation externe. Le ligament coracoacromial doit en revanche être conservé, surtout lorsque la coiffe est déficiente pour éviter une migration supéroantérieure de l'humérus.

En fonction de l'état trophique du subscapulaire et du degré de rotation externe, les différentes possibilités de libération, d'allongement par plastie en « Z », ou de suture du subscapulaire au niveau de l'ostéotomie humérale ont déjà été discutées.

Si la capsule antérieure est épaissie et rétractée, les zones cicatricielles doivent être excisées en étendant la libération en bas et en arrière au contact du col de l'humérus avec beaucoup de prudence en raison de la proximité du nerf axillaire.

S'il existe une rétraction de la partie postérieure de la capsule, elle doit être incisée le long du rebord postérieur de la glène (fig 28).

En cas de rétraction de la partie supérieure de la capsule glénohumérale, la libération est réalisée sur le versant glénoïdien, au-dessus de l'insertion du labrum et de la longue portion du biceps. La libération doit être prudente à la face postérieure du col de l'omoplate en raison de la proximité du nerf suprascapulaire.

■ Defect osseux glénoïdien

Si le defect osseux est central, il peut être cureté et comblé par un greffon osseux provenant de la tête humérale (fig 29). S'il est de petite dimension, une quantité plus importante de ciment peut être utilisée pour combler le defect. En revanche, si la perte de substance est importante, la greffe peut être impossible et il est alors conseillé de réaliser une prothèse humérale simple.

Les defects osseux périphériques sont le plus souvent postérieurs et se rencontrent surtout dans l'arthrose. Une greffe osseuse peut être réalisée en utilisant un fragment de tête humérale, fixé à l'aide de



29 Greffon osseux postérieur au niveau de la glène.

deux vis. Si le defect est minime, l'abrasion de la moitié antérieure de la glène peut suffire à corriger la version. La version de l'ostéotomie humérale peut également être modifiée pour obtenir une position neutre. Un implant glénoïdien asymétrique, avec un rebord postérieur surélevé, représente une autre alternative rarement utilisée. Il n'est pas conseillé de corriger le décalage par du ciment placé sous l'implant.

Enfin, en cas de dysplasies glénoïdiennes postérieures, il faut associer un fraisage antérieur à une greffe osseuse postérieure.

■ **Insuffisance ou rupture étendue de la coiffe des rotateurs**

Les lésions de la coiffe des rotateurs sont très variables selon les différentes catégories diagnostiques. Dans l'arthrose, la coiffe est habituellement intacte. Lorsqu'il existe une rupture, elle est en règle de petite dimension et sa réparation est possible par simple réinsertion transosseuse. Dans la polyarthrite rhumatoïde, la coiffe est souvent amincie, distendue et non fonctionnelle avec ascension et médialisation de la tête humérale. Il est important de rétablir le déport latéral normal, par des implants appropriés, de manière à redonner une certaine tension à la coiffe. Lorsque la lésion de la coiffe est étendue et irréparable, un transfert du subscapulaire vers le haut peut être réalisé. Dans ces cas, on évite de mettre en place une prothèse totale et une prothèse humérale simple est préférée. Par ailleurs, dans la polyarthrite rhumatoïde, il est préférable de conserver l'arche coracoacromiale pour prévenir une migration supérieure plus importante de la tête humérale.

Dans les arthropathies après rupture de la coiffe, les lésions sont souvent très étendues, avec des pertes de substance musculotendineuses. Tous les moyens locaux peuvent être utilisés incluant l'avancement et le transfert des tissus antérieurs et postérieurs vers le haut. Les lésions sont souvent massives, s'associant à des defects osseux de la glène et il est parfois conseillé d'utiliser une tête humérale de petite dimension pour pouvoir retendre la coiffe. La mise en place d'un implant glénoïdien n'est pas conseillée dans ces cas en raison de la subluxation supérieure de la tête qui entraîne des contraintes asymétriques sur la glène avec des risques majeurs de descellement. Une tête surdimensionnée a été proposée dans les ruptures massives et irréparables de la coiffe des rotateurs, pour assurer une stabilité satisfaisante, mais les résultats sont très modestes, avec persistance des douleurs.

AUTRES VOIES D'ABORD

La voie d'abord antérieure, élargie si nécessaire, reste la voie de choix adoptée par la grande majorité des auteurs. Dans ce cas, le deltoïde est désinséré de la branche antérieure du « V » deltoïdien et non de la clavicule.

Rappelons les autres voies d'abord surtout utilisées en France et qui ont une diffusion très restreinte.

■ **Voie postérieure**

Le principal avantage est de respecter le plan capsuloligamentaire antérieur et le muscle subscapulaire [45].

En revanche, faisceau postérieur du deltoïde, infraépineux et petit rond sont désinsérés. Cette voie d'abord est exceptionnellement utilisée sauf dans certains cas de luxations-fractures postérieures invétérées avec arthrose associée et où une reconstruction glénoïdienne postérieure s'avère indispensable.

■ **Voie transacromiodeltoïdienne**

Il s'agit d'une voie supéroexterne qui est supraépineuse, transacromiale et transdeltoïdienne. Une ostéotomie frontale de l'acromion est réalisée, souvent associée à une ostéoclasie de la clavicule permettant de s'étendre vers l'avant [36, 54].

Le tendon du supraépineux est sectionné à 5 mm de son insertion trochantérienne et est récliné vers l'arrière avec le infraépineux. Cette voie d'abord a théoriquement l'avantage de respecter le deltoïde dont les insertions acromiales sont conservées et de donner une bonne exposition de la glène qui est vue de face. Elle ne peut se justifier qu'en cas de rupture étendue associée de la coiffe des rotateurs dans sa partie supéropostérieure, la mise en place de la prothèse pouvant s'associer à la réparation musculaire.

■ **Voie supéroexterne**

Cette voie initialement décrite pour les ruptures de la coiffe des rotateurs réparées par un lambeau deltoïdien a été étendue aux arthroplasties [2]. Elle part du bord antérieur de l'articulation acromioclaviculaire et longe le bord antérieur de l'acromion puis s'incurve vers l'avant pour suivre l'axe du bras sur 3 à 4 cm. L'incision du deltoïde qui suit l'incision cutanée permet sa réinsertion en fin d'intervention. Par cette voie, il est possible de réaliser un lambeau de deltoïde dans les grandes ruptures de la coiffe, une synthèse précise épiphysaire, et notamment des tubérosités dans les fractures, ou de mettre en place une arthroplastie lorsque la coiffe est rompue. Cet abord permet théoriquement de contrôler plus facilement la rétroversion de la tête humérale et les ostéophytes postérieurs. La glène vue de face serait de préparation plus aisée. La nécessité d'un geste sur la métaphyse et surtout sur la diaphyse est une contre-indication formelle, car aucune extension vers le bas de la voie d'abord n'est possible.

Programme postopératoire

Le patient quitte la salle d'opération le membre supérieur immobilisé dans une écharpe coude au corps et en rotation interne. Un coussin est placé sous le bras pour maintenir une légère flexion antérieure. Le pansement est refait à la 48^e heure et une écharpe amovible est mise en place.

En se basant sur la mobilité et la stabilité de la prothèse qui ont été évaluées en peropératoire, le programme de mobilisation commence dès le deuxième jour avec l'aide du kinésithérapeute, sous forme de mouvements passifs en élévation antérieure et rotation externe. Dès que le patient peut se lever, il va participer à son programme de rééducation en réalisant des mouvements pendulaires et des mouvements assistés toujours en flexion et rotation externe en utilisant la main du côté opposé. Ce programme de mobilisation passive est poursuivi pendant le premier mois, le plus souvent sous forme de courtes séances, trois à quatre fois par jour. Dès la quatrième semaine, le patient est autorisé à utiliser son membre supérieur pour des activités « légères ».

À la sixième semaine, un programme actif aidé est commencé avec un renforcement musculaire isométrique des rotateurs externes et du deltoïde. Au troisième mois, des exercices d'étirement et de renforcement musculaire sont ajoutés éventuellement à la demande et en fonction du type de pathologie.

Le patient est revu à la consultation au sixième mois et il a généralement récupéré une autonomie fonctionnelle complète. Il est

encouragé à continuer très régulièrement à domicile une autorééducation deux à trois fois par jour selon les modalités qui lui ont été enseignées. Le résultat n'est définitif qu'à environ 1 an postopératoire.

Ce schéma global de rééducation doit, bien entendu, être adapté à chaque cas particulier, en fonction des caractéristiques propres à chaque étiologie et des constatations peropératoires. Il doit être enseigné au patient avant l'intervention, dirigé par le chirurgien, en étroite collaboration avec l'équipe de rééducation.

Complications per- et postopératoires

L'incidence des complications après prothèse d'épaule est inférieure à celle des autres arthroplasties. Cependant, lorsqu'elles surviennent, le déficit fonctionnel peut être important.

FRACTURES

La prévalence des fractures périprothétiques varie de 0,5 à 3 % en fonction des séries et représente 20 % de l'ensemble des complications associées aux prothèses d'épaule. Le risque de fractures peropératoires varie de 0,5 à 4 %, celui des fractures postopératoires de 0,5 à 2 %. Les facteurs de risque principaux sont représentés par le sexe, l'âge, la polyarthrite rhumatoïde et l'ostéoporose. La survenue des fractures périprothétiques peropératoires peut être liée à l'exposition chirurgicale, à la préparation du canal médullaire, ou à la mise en place de l'implant définitif. Une installation correcte du patient est indispensable pour éviter tout bras de levier excessif sur l'humérus lors de la luxation de la tête humérale, lors de l'exposition de la glène, ou lors de la réduction de la prothèse définitive. Une exposition chirurgicale élargie peut également s'avérer nécessaire, généralement une voie deltopectorale élargie. Une libération de l'ensemble des tissus périarticulaires est également indispensable. Un point d'entrée précis dans la tête humérale est indispensable pour éviter les fausses routes. Parfois, l'exposition de la partie proximale de la diaphyse humérale est nécessaire pour bien visualiser l'axe. Il faut éviter l'alésage motorisé et la mise en place d'un implant surdimensionné par rapport au dernier alésoir. Les fractures postopératoires surviennent le plus souvent chez les sujets âgés à la suite d'une chute.

Plusieurs classifications ont été proposées pour guider la prise en charge de ces patients [16, 75]. La classification de Campbell et al [16] divise l'humérus en quatre parties : région 1, tubérosités ; région 2, métaphyse humérale proximale ; région 3, diaphyse humérale proximale ; région 4, diaphyse humérale moyenne et distale.

■ Fractures peropératoires

– *Région 1* : une fracture isolée d'une tubérosité, lorsqu'elle est déplacée, est réinsérée à la diaphyse humérale par des points non résorbables. En cas d'absence de déplacement, une immobilisation coude au corps est conseillée.

– *Région 2* : une fracture dans cette région est habituellement stable ; si elle est déplacée, un cerclage est effectué.

– *Régions 3 et 4* : une fracture dans ces régions nécessite la réalisation d'une ostéosynthèse rigide pour permettre la consolidation de la fracture et la stabilité de la prothèse. Des études cliniques ont montré qu'un implant avec une longue tige augmentée d'un cerclage périprothétique entraînait une consolidation plus rapide qu'une fracture traitée avec une prothèse standard combinée avec une ostéosynthèse (plaque-vis-cerclage). Les cerclages seuls sont à déconseiller.

■ Fractures postopératoires

Le traitement des fractures de la diaphyse humérale après arthroplastie prothétique de l'épaule est fondé sur la restitution de l'alignement du foyer de fracture et sur sa stabilité. Le traitement

conservateur par immobilisation dans une écharpe ou une orthèse est approprié si la fracture est bien alignée ou dans le cadre de fracture spiroïde ou oblique longue [75]. Cependant, si cette fracture est instable ou si elle est transversale ou oblique courte, notamment à la partie distale de l'implant huméral, le traitement chirurgical est nécessaire [12]. L'ostéosynthèse des fractures périprothétiques est extrêmement difficile et nécessite l'utilisation de plaques avec cerclages, d'allogreffes et d'autogreffes osseuses ou le remplacement prothétique par une prothèse à tige plus longue.

– *Région 1* : une réinsertion chirurgicale n'est envisagée qu'en cas de déplacement de la fracture.

– *Région 2* : en cas de déplacement de la fracture, une simple ostéosynthèse par cerclage est effectuée ; s'il existe un descellement de la prothèse, elle est remplacée par un implant standard.

– *Régions 3 et 4* :

– prothèse instable : une réduction anatomique est nécessaire, associée à une révision de l'implant, remplacée par un implant à longue tige et des cerclages périprothétiques ;

– prothèse stable avec fracture instable : la prothèse doit être laissée en place et la fracture doit être stabilisée par une ostéosynthèse, le plus souvent une plaque avec vis en deçà de la prothèse et des cerclages au niveau de la prothèse. En présence d'une qualité osseuse médiocre, les vis peuvent être cimentées dans la plaque et l'os ;

– prothèse stable et fracture stable : les fractures situées au-delà de l'extrémité de la tige de l'implant ont en général un taux de consolidation élevé après immobilisation par attelle.

INSTABILITÉ

L'incidence rapportée de subluxation ou de luxation après prothèse d'épaule varie de 0 à 22 % [50]. Neer a montré que des subluxations inférieures transitoires survenaient fréquemment dans les premières semaines qui suivaient la mise en place d'une prothèse totale de l'épaule. La subluxation, liée le plus souvent à une sidération du deltoïde, se réduit spontanément en quelques semaines. Une véritable instabilité glénohumérale après arthroplastie prothétique de l'épaule est déconcertante à la fois pour le patient et le praticien. Les luxations des prothèses totales d'épaule imposent une évaluation clinique et radiographique précise pour déterminer l'étiologie et les causes de l'instabilité. L'instabilité peut être supérieure, inférieure, antérieure ou postérieure.

■ Instabilité supérieure

L'ascension du composant huméral après prothèse est la cause d'instabilité la plus fréquente, en rapport avec une insuffisance de la coiffe des rotateurs. Il peut s'agir d'une amyotrophie, d'une rééducation insuffisante, ou d'une véritable rupture tendineuse. De manière moins fréquente, il peut s'agir d'un défaut de positionnement de l'implant huméral avec excès de longueur.

■ Instabilité inférieure

L'instabilité inférieure après une prothèse totale d'épaule n'est pas une complication fréquente et peut être rencontrée chez des patients opérés pour une fracture de l'extrémité proximale de l'humérus. La perte des repères osseux rend extrêmement difficile la détermination de la longueur exacte de l'humérus. Neer a souligné l'importance de la détermination de la longueur de l'humérus adaptée au maintien de la tension normale de l'enveloppe musculoaponevrotique de l'épaule. Lorsque cette tension n'est pas rétablie en peropératoire, l'addition de greffons osseux peut être nécessaire pour augmenter la longueur de la diaphyse humérale [50].

■ Instabilité antérieure

Dix-huit cas d'instabilité antérieure ont été rapportés dans la littérature. Quatre épaules ont été traitées par réduction par

manœuvres externes et immobilisation et 14 ont été opérées [72]. L'instabilité antérieure est en général causée par trois problèmes : insuffisance du deltoïde antérieur, rupture du subscapulaire, ou malposition des composants prothétiques.

L'insuffisance du deltoïde est une des complications les plus désastreuses dans toute chirurgie de l'épaule. Elle est le plus souvent la conséquence d'une lésion peropératoire du nerf axillaire. En cas de section nerveuse au cours de l'intervention, une suture microchirurgicale doit être réalisée. Cependant, lorsque la section nerveuse est reconnue tardivement, plusieurs options chirurgicales sont possibles [50]. Une plastie deltoïdienne peut être réalisée pour stabiliser l'épaule, mais ne restitue que rarement l'usage du membre supérieur au-dessus de la tête.

La rupture du subscapulaire après prothèse totale peut faire suite à une réparation insuffisante, à l'utilisation d'une tête humérale trop volumineuse, ou à une rééducation trop agressive. Moeckel et al ont rapporté sept cas de rupture du subscapulaire [47]. La réparation des tendons rompus a été suivie d'une nouvelle rupture dans 43 % des cas. Les autres patients avaient été traités avec succès à l'aide d'une allogreffe de tendon d'Achille. Neer, Wirth et d'autres auteurs ont décrit un transfert du muscle grand pectoral pour compenser le déficit du subscapulaire [50, 73]. Cette technique consiste à transférer le faisceau sternal du grand pectoral sur le trochin. Ianotti et Williams ont proposé l'utilisation du muscle grand dorsal (communication personnelle, 1997).

Enfin, une malpositionnement des implants est une cause également possible. Un défaut de rétroversion contribue à augmenter la translation, mais semble rarement le seul facteur mis en cause dans les luxations. La révision de l'implant huméral et la reconstruction du plan antérieur capsuloligamentaire et tendineux doivent alors être effectuées.

■ Instabilité postérieure

L'instabilité postérieure après prothèse d'épaule est habituellement moins dramatique, mais peut être plus fréquente. Elle est soit liée à un défaut de positionnement des composants prothétiques soit à une insuffisance du complexe capsuloligamentaire postérieur. L'évaluation préopératoire et peropératoire de la version glénoïdienne, ainsi qu'une technique chirurgicale correcte sont nécessaires pour obtenir un bon positionnement glénoïdien. S'il existe une usure asymétrique de la glène ou devant la présence d'un defect osseux postérieur, une greffe osseuse peut être discutée. Chez le patient arthrosique, la rétraction des parties molles antérieures peut provoquer une subluxation postérieure ou une luxation de la tête humérale si une libération de ces tissus n'est pas suffisante lors de l'arthroplastie initiale. Lorsque la rotation externe est limitée en préopératoire, la capsulectomie antérieure et la mobilisation du subscapulaire sont nécessaires pour restaurer la mobilité. L'allongement du tendon du subscapulaire peut parfois être nécessaire. Lorsque la capsule postérieure est anormalement distendue, une plicature doit être réalisée.

RUPTURE POSTOPÉRATOIRE DE LA COIFFE DES ROTATEURS

La rupture secondaire de la coiffe des rotateurs après prothèse totale d'épaule est fréquemment rapportée dans la littérature et l'incidence moyenne de cette complication est évaluée à 2,2 % (de 0 à 16 %) [20]. Neer a rapporté cinq ruptures de la coiffe des rotateurs dans sa revue de 261 prothèses d'épaule en 1982 [52] : dans deux cas, une réparation chirurgicale a été nécessaire ; dans deux cas, les patients étaient indolores, mais étaient incapables d'élever leur membre supérieur ; dans un cas, le patient se plaignait d'une douleur persistante, mais refusait une nouvelle intervention chirurgicale.

Cofield [19] a pour sa part rapporté cinq cas de rupture de la coiffe des rotateurs sur une série de 77 prothèses de Neer. Un patient présentait des douleurs sévères et une limitation des mobilités qui ont conduit à une reprise chirurgicale. Les quatre autres patients ne présentaient pas de douleur mais une impotence fonctionnelle plus ou moins invalidante.

Enfin, Barrett [6], dans sa série, a retrouvé trois cas de rupture secondaire de la coiffe des rotateurs. Toutes ces ruptures étaient survenues chez des patients atteints d'arthrite rhumatoïde. Lors de l'intervention initiale, il avait été noté que les tendons étaient particulièrement atrophiés et amincis [6].

Les ruptures de la coiffe des rotateurs après prothèse d'épaule entraînent habituellement une perte très marquée de la force musculaire, une limitation de la mobilité articulaire active, mais une douleur modérée. La réparation de la coiffe est justifiée devant une symptomatologie particulièrement invalidante, à la recherche d'une amélioration fonctionnelle. En cas de large rupture de la coiffe, il existe une migration supérieure de l'implant huméral, engendrant une excentration de la zone de contact sur l'implant glénoïdien, qui peut être à l'origine de son descellement. Une réparation peut se discuter si les tendons sont de bonne qualité.

INFECTION

L'infection est heureusement l'une des complications les plus rares de l'arthroplastie de l'épaule. L'incidence des infections dans le cadre des prothèses de hanche et de genou varie de 0 à 3 %, pour une incidence de 0,5 % dans le cadre de prothèse d'épaule.

En cas de suspicion d'infection, l'évaluation des patients peut être particulièrement difficile. La sémiologie d'un descellement aseptique des composants d'une prothèse totale d'épaule peut être très proche de celle d'une infection. Il n'y a pas d'examen préopératoire constituant un indicateur fiable d'infection. La recommandation habituelle consiste à enlever les composants prothétiques infectés et à les remplacer par un *spacer* de ciment imprégné d'antibiotiques. L'arthroplastie secondaire est ensuite réalisée après une antibiothérapie appropriée par voie intraveineuse. Il semble que cette option puisse être retenue compte tenu des mauvais résultats fonctionnels obtenus après résection-arthroplastie. Il n'existe pas dans la littérature de séries rapportant la réalisation d'une réimplantation en un temps pour le traitement d'une infection sur prothèse totale de l'épaule. Le choix d'un remplacement en un temps ou en deux temps est fondé sur la virulence du germe en cause, la durée d'évolution de l'infection chronique et l'état général du patient, comme cela a bien été démontré pour les prothèses de coude [76, 77].

LÉSIONS NEUROLOGIQUES

Des lésions neurologiques iatrogènes après arthroplastie de l'épaule sont rares. Les causes de ces lésions sont habituellement représentées par une traction excessive ou une compression, mais une section accidentelle reste possible. Des lésions concernant le nerf axillaire, le nerf musculocutané, le nerf ulnaire et le nerf radial ont été rapportées. La plupart des lésions sont des neurapraxies résolutives avec le temps [71].

Lynch et al [40], sur une série de 417 patients opérés par prothèse totale de l'épaule, ont mis en évidence un déficit neurologique postopératoire dans 18 cas. La plupart de ces déficits concernaient les troncs supérieur et moyen du plexus brachial. Parmi ces 18 épaules, seules quatre avaient des lésions qui altéraient la progression de la rééducation. Les facteurs de risque mis en évidence dans cette série comprenaient : la voie deltopectorale élargie, un traitement par méthotrexate et une durée opératoire courte.

Les patients opérés par arthroplastie prothétique totale de l'épaule doivent avoir une évaluation neurologique systématique en postopératoire. Si un déficit neurologique est identifié, la rééducation doit être plus particulièrement orientée vers la restitution des mobilités articulaires. En l'absence de signe clinique de récupération neurologique au bout de 4 à 6 semaines, un examen électromyographique doit être pratiqué. Cet examen permet de documenter la topographie lésionnelle et constituer une référence pour la surveillance ultérieure de la récupération de la fonction nerveuse. En l'absence d'amélioration à l'échéance du troisième mois, une exploration chirurgicale doit être envisagée.

OSSIFICATIONS ECTOPIQUES

Les ossifications ectopiques après prothèse d'épaule surviennent moins fréquemment qu'après une prothèse de hanche. Kjaergaard et al ^[37] ont toutefois rapporté un taux d'incidence de 45 % 1 an après prothèse totale d'épaule. Chez 10 % des patients, les ossifications faisaient un pont glénohuméral et/ou entre la glène et l'acromion. L'analyse montrait une prédominance masculine et une arthrose sous-jacente. Il n'existait pas de corrélation entre la douleur postopératoire et le développement d'ossifications. Les ossifications se forment généralement à la partie inférieure de la tête humérale et s'étendent vers la partie inférolatérale de la glène. La plupart des séries montrent que ces ossifications n'ont le plus souvent pas de retentissement clinique.

DESCELLEMENT DE L'IMPLANT HUMÉRAL

Le descellement de l'implant huméral est relativement rare. Dans sa série de 1982, Neer ^[51] rapporte deux patients présentant un aspect radiographique de descellement parmi 194 prothèses totales d'épaule. Cependant, aucun de ces deux patients, bien que symptomatiques, n'a nécessité de révision chirurgicale. Une revue de la littérature a retrouvé une incidence de 0,8 % de descellements pour les implants huméraux cimentés et de 12 % pour les implants non cimentés. Cependant, aucun des patients n'était cliniquement symptomatique dans le groupe des implants cimentés et seulement 0,3 % l'étaient dans le groupe des implants non cimentés ^[46, 69].

DESCELLEMENT DE L'IMPLANT GLÉNOÏDIEN

Le descellement de l'implant glénoïdien après prothèse totale d'épaule est plus fréquent que le descellement de l'implant huméral, mais l'expression clinique de cette complication est rare. Seules 12 reprises pour changement de l'implant glénoïdien ont été réalisées parmi une série de 800 prothèses totales d'épaule ^[61]. La fréquence de la chirurgie de reprise pour descellement symptomatique de l'implant glénoïdien a été évaluée à 2,8 % ^[13]. L'existence d'un liséré autour de l'implant glénoïdien est en revanche beaucoup plus fréquente, puisque son incidence varie de 30 à 83 % en fonction des séries ^[20, 31, 50, 60, 61, 69]. Ce liséré, souvent présent en postopératoire immédiat ^[13], n'évolue que dans 12 à 16 % des cas.

La corrélation clinique des lisérés à l'interface entre l'implant glénoïdien et l'os est difficile à interpréter. Neer concevait que le liséré périglénoïdien pouvait être dû à plusieurs facteurs mettant en cause la technique radiographique, la technique de cimentage, les variations de densité et de résistance de l'os glénoïdien, le *stress shielding* provoqué par l'implant glénoïdien et l'ostéoporose par défaut d'utilisation ^[50, 51].

Dans les cas de descellements glénoïdiens symptomatiques, la révision prothétique pour mettre en place un nouvel implant glénoïdien ou simplement pour laisser la glène sans implant avec simple resurfaçage a, dans les deux cas, donné de bons résultats ^[6, 60].

USURES GLÉNOÏDIENNES

Une érosion de la glène par usure peut s'observer dans les suites d'une hémiarthroplastie. Sur une série de 78 hémiarthroplasties, Sperling et al ^[66] ont repris 11 prothèses (14 %) pour usure de la glène, 7,8 ans en moyenne après l'intervention initiale. Elle doit être évoquée devant l'apparition d'une symptomatologie douloureuse, après un intervalle libre sans douleur. L'usure de la glène est habituellement confirmée sur plusieurs radiographies standards de l'épaule de face et de profil, en objectivant un pincement progressif entre la tête humérale prothétique et la glène osseuse. Généralement, une totalisation de l'implant est nécessaire avec mise en place d'une glène prothétique. Cette intervention est d'autant plus facile que l'implant huméral est modulaire. En effet, dans ce cas-là, la tête humérale peut être enlevée sans avoir à enlever la tige humérale, facilitant l'exposition de la glène. Toutefois, la mise en place d'un implant glénoïdien peut être réalisée, la tête humérale en place. Sur une série de 22 reprises pour totalisation de l'implant ^[65], 17 têtes humérales ont été enlevées pour exposer la glène, mais dans cinq cas, l'implant a été placé avec la tête humérale en place. Dans la majorité des cas, la totalisation permet d'obtenir de bons résultats cliniques.

Conclusion

Depuis les années 1970, l'arthroplastie d'épaule est devenue l'intervention de chirurgie orthopédique ayant la plus importante progression. Après l'avènement des prothèses de première génération monoblocs, selon le modèle de Neer, sont apparues dans les années 1990 les prothèses de deuxième génération ou modulaires. Ces prothèses ont été élaborées pour mieux s'adapter aux conditions locales osseuses et parties molles. Enfin, depuis le milieu des années 1990, des prothèses de troisième génération ou adaptables ont été élaborées pour se rapprocher au plus près de l'anatomie de l'extrémité supérieure de l'humérus. Malgré l'amélioration des ancillaires et des implants, la technique chirurgicale reste difficile et nécessite un chirurgien de l'épaule compétent, capable de résoudre les nombreuses variables et problèmes peropératoires. La mise en place d'une arthroplastie d'épaule exige la préservation ou la reconstruction des parties molles périarticulaires et de la qualité de la tension de ces tissus dépend la qualité du résultat fonctionnel.

Les meilleurs résultats sont obtenus dans les omarthroses centrées, ainsi que dans les ostéonécroses de la tête humérale. Les résultats sont plus modestes dans la polyarthrite rhumatoïde compte tenu de l'atteinte fréquente de la coiffe des rotateurs. Enfin, dans les séquelles traumatiques avec cals vicieux de l'humérus proximal, les prothèses d'épaules donnent des résultats inconstants. Les omarthroses secondaires à une rupture de la coiffe des rotateurs restent une étiologie où les arthroplasties actuelles n'ont pas pour l'instant apporté de résultats probants.

Références

- [1] Amstutz HC, Thomas BJ, Kabo JM, Jinnah RH, Dorey FJ. The DANA total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1988 ; 70 : 1174-1182
- [2] Apoil A, Augereau B. Le lambeau du deltoïde dans la réparation des larges pertes de substance de la coiffe des rotateurs. *Chirurgie* 1985 ; 111 : 287-290
- [3] Arlet J, Ficat P. Diagnostic de l'ostéonécrose fémoro-capitale primitive au stade I (stade pré-radiologique). *Rev Chir Orthop* 1968 ; 54 : 637-648
- [4] Arntz CT, Jackins S, Matsen FA 3rd. Prosthetic replacement of the shoulder for the treatment of defects in the rotator cuff and the surface of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 485-491
- [5] Badet R, Walch G, Boulahia A. L'examen tomodensitométrie dans l'omarthrose centrée primitive. *Rev RhumMal Ostéartic* 1998 ; 65 : 203-210
- [6] Barrett WP, Franklin JL, Jackins SF, Wyss CR, Matsen FA 3rd. Total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1987 ; 69 : 865-872
- [7] Baulot E, Grammont PM. La prothèse Delta. In : Mansat M éd. Prothèses d'épaule. Paris : Expansion Scientifique Française, 1999 ; n° 68 : 405-418
- [8] Bell SN, Gschwend N. Clinical experience with total arthroplasty and hemiarthroplasty of the shoulder using the Neer prosthesis. *Int Orthop* 1986 ; 10 : 217-222
- [9] Boileau P, Walch G. The three-dimensional geometry of the proximal humerus. Implications for surgical technique and prosthetic design. *J Bone Joint Surg Br* 1997 ; 79 : 857-865
- [10] Bonutti PM, Hawkins RJ. Fracture of the humeral shaft associated with total replacement arthroplasty of the shoulder. A case report. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 617-618
- [11] Boyd AD, Thomas WH, Scott RD, Sledge CB, Thornhill TS. Total shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty: indications for glenoid resurfacing. *J Arthroplasty* 1990 ; 5 : 329-336
- [12] Boyd AD, Thornhill TS, Barnes CL. Fractures adjacent to humeral prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 1498-1504
- [13] Brems JJ. The glenoid component in total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 1993 ; 2 : 47-54
- [14] Burkhead WZ, Hutton KS. Biologic resurfacing of the glenoid with hemiarthroplasty of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 1995 ; 4 : 263-270
- [15] Cameron B, Iannotti JP. Periprosthetic fractures of the humerus and scapula. Management and prevention. *Orthop Clin North Am* 1999 ; 30 : 305-318
- [16] Campbell J, Moore RS, Iannotti J, Norris TR, William GR. Periprosthetic humeral fractures: Mechanisms of fracture and treatment options. *J Shoulder Elbow Surg* 1998 ; 7 : 406-413
- [17] Codd TP, Pollock RG, Flatow EL. Prosthetic replacement in the rotator cuff deficient shoulder. *Tech Orthop* 1994 ; 8 : 174-183
- [18] Cofield RH. Shoulder arthrodesis and resection arthroplasty. *AAOS Instr Course Lect* 1985 ; 34 : 268-277
- [19] Cofield RH. Total shoulder arthroplasty with the Neer prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1984 ; 66 : 899-906
- [20] Cofield RH, Edgerton BC. Total shoulder arthroplasty. Complications and revision surgery. *AAOS Instr Course Lect* 1990 ; 39 : 449-462
- [21] Cofield RH, Frankle MA, Zuckerman JD. Humeral head replacement for glenohumeral arthritis. *Semin Arthroplasty* 1995 ; 6 : 214-221
- [22] Couteau B, Mansat P, Mansat M, Darmana R, Egan J. In vivo characterization of glenoid using computed tomography. *J Shoulder Elbow Surg* 2001 ; 10 : 116-122
- [23] Cruess RL. Osteonecrosis of bone: current concepts as to etiology and pathogenesis. *Clin Orthop* 1986 ; 208 : 30-39
- [24] Field LD, Dines DM, Zabinski SJ, Warren RF. Hemiarthroplasty of the shoulder for rotator cuff tear arthropathy. *J Shoulder Elbow Surg* 1997 ; 6 : 18-23
- [25] Franklin JL, Barrett WP, Jackins SE, Matsen FA 3rd. Glenoid loosening in total shoulder arthroplasty. *J Arthroplasty* 1988 ; 3 : 39-46
- [26] Friedman RJ, Hawthorne KB, Genez BM. The use of computerized tomography in the measurement of glenoid version. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 1032-1037
- [27] Gartsman GM, Roddey TS, Hammerman SM. Shoulder arthroplasty with or without resurfacing of the glenoid in patients who have osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2000 ; 82 : 26-34
- [28] Gartsman GM, Russell JA, Gaenslen E. Modular shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 1997 ; 6 : 333-339
- [29] Goldman RJ, Koval KJ, Cuomo F, Gallagher MA, Zuckerman JD. Functional outcome after humeral head replacement for acute three and four-part proximal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 1995 ; 4 : 81-86
- [30] Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty degeneration in cuff ruptures pre and post-operative evaluation by CT-scan. *Clin Orthop* 1994 ; 304 : 78-83
- [31] Hawkins RJ, Bell RH, Jallay B. Total shoulder arthroplasty. *Clin Orthop* 1989 ; 242 : 188-194
- [32] Iannotti JP, Gabriel JP, Schneck SL, Brian G, Evans BG, Misra S. The normal glenohumeral relationships. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 491-500
- [33] Iannotti JP, Naranja RJ, Warner JP. Surgical management of shoulder arthritis in the young and active patient. In : Warner JP, Iannotti JP, Gerber C eds. Complex and revision problems in shoulder surgery. Philadelphia : Lippincott-Raven Publishers, 1997 : 289-302
- [34] Judet R, Judet J, Lagrange J. Arthroplastie de l'épaule par prothèse acrylique. *Rev Chir* 1953 ; 72 : 129-146
- [35] Kelly IG, Foster RS, Fischer WD. Neer total shoulder replacement in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Br* 1987 ; 69 : 723-726
- [36] Kessel L, Watson M. The trans-acromial approach to the shoulder for ruptures of the cuff. *Int Orthop* 1977 ; 2 : 153
- [37] Kjaergaard L, Andersen P, Frich LP, Sojbjerg JO. Bone formation following total shoulder arthroplasty. *J Arthroplasty* 1989 ; 4 : 99-104
- [38] Larsen A, Dale K, Eek M. Radiographic evaluation of rheumatoid arthritis and related conditions by standard reference films. *Acta Radiol Diagn* 1977 ; 18 : 481-491
- [39] Levine WN, Djurasovic M, Glasson JM, Pollock RG, Flatow EL, Bigliani LU. Hemiarthroplasty for glenohumeral osteoarthritis: results correlated to degree of glenoid wear. *J Shoulder Elbow Surg* 1997 ; 6 : 449-454
- [40] Lynch NM, Cofield RH, Silbert PL. Neurologic complications after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 1996 ; 5 : 53-61
- [41] Mansat M, Fourcade D. Bilan préopératoire des prothèses d'épaule. *Acta Orthop Belg* 1995 ; 61 (suppl 1) : 49-61
- [42] Mansat P, Mansat M. Prothèse d'épaule dans l'omarthrose primitive. In : Mansat M éd. Prothèses d'épaule. Paris : Expansion Scientifique Française, 1999 ; n° 68 : 138-148
- [43] Mansat P, Mansat M. Arthroplastie d'épaule dans les traumatismes anciens. In : Mansat M éd. Prothèses d'épaule. Paris : Expansion Scientifique Française, 1999 ; n° 68 : 149-159
- [44] Matsen FA 3rd, Lippitt SB, Sidles JA, Harryman DT 2nd. Practical evaluation and management of the shoulder. Philadelphia : WB Saunders, 1994 : 1-219
- [45] Mazas F, de la Caffinière JY. Une prothèse d'épaule non rétentive. À propos de 38 cas. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 161-170
- [46] Miller SR, Bigliani LU. Complications of total shoulder replacement. In : Complications in shoulder surgery. Baltimore : Williams and Wilkins, 1993 : 59-72
- [47] Moeckel BH, Altchek DW, Warren RF, Wickiewicz TL, Dines DM. Instability of the shoulder after arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 492-507
- [48] Neer CS 2nd. Articular replacement of the humeral head. *J Bone Joint Surg Am* 1955 ; 37 : 215-228
- [49] Neer CS 2nd. Replacement arthroplasty for gleno-humeral osteo-arthritis. *J Bone Joint Surg* 1974 ; 56 : 1-13
- [50] Neer CS 2nd. Glenohumeral arthroplasty. In : Neer CS 2nd. Shoulder reconstruction ed. Philadelphia : WB Saunders, 1990 : 143-271
- [51] Neer CS 2nd, Kirby RM. Revision of humeral head and total shoulder arthroplasties. *Clin Orthop* 1982 ; 170 : 189-195
- [52] Neer CS 2nd, Watson KC, Stanton FJ. Recent experience in total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1982 ; 64 : 319-337
- [53] Norris TR, Green A, McGuigan FX. Late prosthetic shoulder arthroplasty for displaced proximal humerus fracture. *J Shoulder Elbow Surg* 1995 ; 4 : 271-280
- [54] Patte D. Voies d'abord de l'épaule et de l'extrémité supérieure de l'humérus. *Encycl Med Chir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris)*, Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-250, 1986 : 1-12
- [55] Pean J. Des moyens prothétiques destinés à obtenir la réparation des parties osseuses. *Gaz Hôp Paris* 1894 ; 67 : 291
- [56] Petersson CJ. Shoulder surgery in rheumatoid arthritis. *Acta Orthop Scand* 1986 ; 57 : 222-226
- [57] Pollock RG, Deliz EB, McIlveen SJ, Flatow EL, Bigliani LU. Prosthetic replacement in rotator cuff-deficient shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 1992 ; 1 : 173-186
- [58] Pollock RG, Higgs GB, Codd TP, Weinstein DM, Self EB, Flatow EL et al. Total shoulder replacement for treatment of primary glenohumeral arthritis. *J Shoulder Elbow Surg* 1995 ; 4 : 512
- [59] Richard A, Judet R, René L. Reconstruction prothétique de l'extrémité supérieure de l'humérus spécialement au cours des fractures-luxations. *J Chir* 1952 ; 68 : 537-547
- [60] Rodosky MW, Bigliani LU. Surgical treatment of nonconstrained glenoid component failure. *Tech Orthop* 1994 ; 4 : 226-236
- [61] Rodosky MW, Weinstein DM, Pollock RG, Flatow EL, Bigliani LU, Neer CS 2nd. On the rarity of glenoid component failure. *J Shoulder Elbow Surg* 1995 ; 4 : S13-S14
- [62] Rowe C. Arthrodesis of the shoulder used in treating painful conditions. *Clin Orthop* 1983 ; 173 : 92-96
- [63] Sneppen, O, Fruensgaard S, Johannsen, HV, Olsen, BS, Sojbjerg JO, Andersen NH. Total shoulder replacement in rheumatoid arthritis: proximal migration and loosening. *J Shoulder Elbow Surg* 1996 ; 5 : 47-52
- [64] Sojbjerg JO, Frich LH, Johannsen HV, Sneppen O. Late results of total shoulder replacement in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1999 ; 366 : 39-45
- [65] Sperling JW, Cofield RH. Revision total shoulder arthroplasty for the treatment of glenoid arthrosis. *J Bone Joint Surg Am* 1998 ; 80 : 860-867
- [66] Sperling JW, Cofield RH, Rowland CM. Neer hemiarthroplasty and Neer total shoulder arthroplasty in patients fifty years old or less. Long-term results. *J Bone Joint Surg Am* 1998 ; 80 : 464-473
- [67] Stewart MP, Kelly IG. Total shoulder replacement in rheumatoid arthritis. A seven to thirteen years follow-up of 37 joints. *J Bone Joint Surg Br* 1997 ; 79 : 68-72
- [68] Thomazeau H, Alnot JY, Guillo S, Sarrazin F, Lebellec Y, Augereau B et al. Prothèses bipolaires. In : Mansat M éd. Prothèses d'épaule. Paris : Expansion Scientifique Française, 1999 ; n° 68 : 391-399
- [69] Torchia ME, Cofield RH, Settergren CR. Total shoulder arthroplasty with the Neer prosthesis: long-term results. *J Shoulder Elbow Surg* 1997 ; 6 : 495-505
- [70] Williams GR, Rockwood CA Jr. Hemiarthroplasty in rotator cuff-deficient shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 1996 ; 5 : 362-367
- [71] Wilson RH, Arroyo JS, Strauch RJ, Brown AR, Pollock RG, Flatow EL et al. Neurologic complications after total shoulder arthroplasty. *Orthop Trans* 1997 ; 21 : 18
- [72] Wirth MA, Rockwood CA. Complications of shoulder arthroplasty. *Clin Orthop* 1994 ; 307 : 47-69
- [73] Wirth MA, Rockwood CA Jr. Complications of total shoulder replacement arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1996 ; 78 : 603-616
- [74] Worland RL, Warburton KJ. Bipolar shoulder arthroplasty for rotator cuff arthropathy. *J Shoulder Elbow Surg* 1997 ; 6 : 512-515
- [75] Wright TW, Cofield RH. Humeral fractures after shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1995 ; 77 : 1340-1346
- [76] Yamaguchi K, Adams RA, Morrey BF. Infection after total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1998 ; 80 : 481-491
- [77] Yamaguchi K, Adams RA, Morrey BF. Semiconstrained total elbow arthroplasty in the context of treated previous infection. *J Shoulder Elbow Surg* 1999 ; 8 : 461-465
- [78] Zlatkin MB, Iannotti JP, Roberts MC, Esterhai JL, Dalinka MK, Kressel HY et al. Rotator cuff tears: diagnosis performance of MR imaging. *Radiology* 1989 ; 172 : 223-229

Prothèse totale du coude

JJ Comtet

Résumé. – L'expérience que l'on a dans le domaine des prothèses totales du coude est relativement limitée par rapport aux prothèses totales de hanche ou de genou. Une meilleure connaissance de l'anatomie et de la biomécanique du coude a permis une évolution depuis la simple prothèse charnière, aux prothèses non contraintes ou semi-contraintes. Les indications des prothèses de resurfaçage sont limitées aux cas qui ont conservé une architecture normale des extrémités osseuses. L'utilisation de prothèses non contraintes avec reconstruction de la trochlée est possible si les structures ligamentocapsulaires sont respectées. Les prothèses semi-contraintes sont indiquées si les ligaments ont été lésés. Les techniques chirurgicales sont décrites en prenant comme exemple la prothèse GSB III pour les prothèses semi-contraintes et la prothèse Guepar pour les prothèses non contraintes avec reconstruction de la trochlée. Les indications concernent essentiellement la polyarthrite rhumatoïde et les séquelles post-traumatiques.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : coude, arthroplastie, prothèse.

Introduction

Le développement des arthroplasties prothétiques du coude a subi un retard par rapport aux arthroplasties de certaines articulations comme la hanche ou le genou. Ce retard technique est maintenant compensé, mais l'expérience que l'on a de ces prothèses reste quantitativement moins large.

Après l'échec des premières prothèses de type charnière à un seul degré de liberté, des progrès ont été réalisés grâce à l'application des connaissances obtenues dans la chirurgie prothétique du genou, et à l'étude précise de l'axe de flexion-extension.

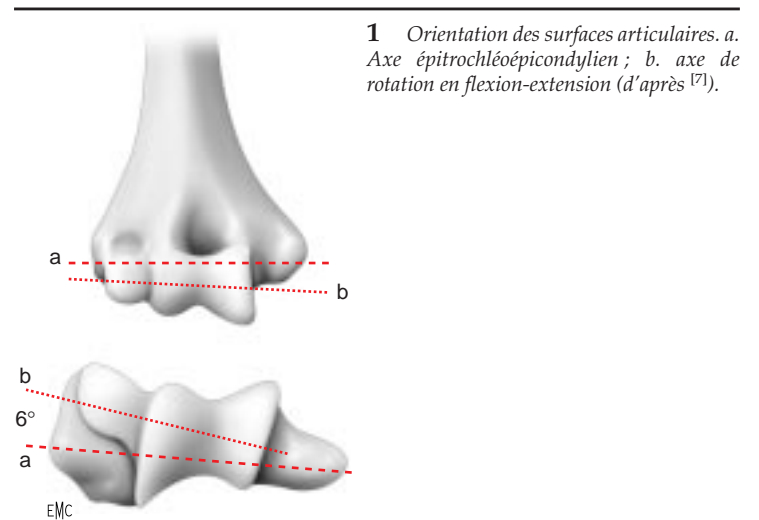
Bases anatomiques et biomécaniques

L'articulation du coude comprend :

- les interlignes huméro-ulnaire et huméroradial de flexion-extension ;
- l'interligne radio-ulnaire proximal de pronosupination.

AXES (fig 1)

Le mouvement normal de flexion-extension du coude est de type « glissement » sauf dans les degrés extrêmes, où il est à type de roulement. L'axe de flexion-extension est unique et passe par le centre du condyle et de la trochlée [13, 14]. Cet axe se projette, sur une radiographie de profil, au centre des trois cercles concentriques formés par le condyle, la gouttière trochléenne et le versant interne de la trochlée. Dans un plan frontal, l'axe est incliné d'environ 6°



par rapport à l'axe longitudinal de la palette humérale, contribuant ainsi au valgus physiologique. Sur une coupe transversale, l'axe de flexion-extension est en légère rotation interne par rapport à l'axe des épicondyles. Sur une coupe sagittale, il est à l'aplomb de la corticale antérieure de la diaphyse humérale.

STABILITÉ

Le coude normal n'autorise que quelques mouvements de latéralité et de rotation inférieurs à 5° [16]. La stabilité est assurée par des dispositifs osseux ou capsuloligamentaires qui sont :

- la congruence articulaire qui intervient pour 75 % lors de la sollicitation en varus-flexion à 90°. L'olécrane joue ici un rôle

Jean-Jacques Comtet : Professeur émérite des Universités, ancien chirurgien des hôpitaux de Lyon, clinique du Parc, 86, boulevard des Belges, 69006 Lyon, France.

Tableau I. – Différents types de prothèses totales de coude et leurs indications respectives.

| Type de prothèse | Glissement | | Charnière semi-contrainte | Charnière contrainte |
|----------------------|--|---|--|---|
| | Resurfaçage | Avec néotrochlée | | |
| Exemple | Ewald (<i>capitello condylar</i>) Kudo 2 | Souter-Strathclyde Guepar | Tri-axial GSB III Conrad 2 Morrey | Prothèses spéciales |
| Indications typiques | Lésions des surfaces articulaires respectant l'architecture osseuse et les ligaments | Destructions osseuses épiphysaires Ligaments respectés | Destructions osseuses épiphysaires* Ligaments lésés | Grandes destructions épiphysométaphysaires (tumeurs...) |

* : possibilité d'adjonction de greffes osseuses.

fondamental. Expérimentalement ^[4], la stabilité huméro-olécranienne diminue proportionnellement à la longueur de la résection de l'olécrane ;

- le ligament latéral interne qui est le plus puissant stabilisateur du coude, constamment tendu au cours de la flexion-extension. Le faisceau antérieur de ce ligament interne est de loin le plus important dans le contrôle du valgus. Ce faisceau assure pour les trois quarts la stabilité antéropostérieure ^[15, 18] ;
- les autres formations capsuloligamentaires antérieures ou externes qui jouent un rôle moins important : capsule antérieure, ligament latéral externe ;
- l'articulation radiohumérale qui joue un rôle encore assez mal défini dans la stabilité : elle intervient dans la résistance à la compression à 90° de flexion et plus. Elle s'oppose au valgus forcé en cas de rupture du ligament latéral interne. Cependant, ce rôle semble limité ^[15, 18].

CONSTRAINTES

L'importance des contraintes mécaniques dans le coude doit faire considérer cette articulation comme une articulation d'appui au même titre que le genou. Selon les estimations, ces contraintes seraient de 2,5 à 6 fois le poids du corps ou 10 à 20 fois le poids tenu dans la main ^[6].

Les contraintes axiales se dirigent toujours vers l'arrière et plus ou moins vers le haut ou vers le bas selon la position ^[3, 13]. On peut distinguer :

- les contraintes axiales durant la flexion, qui sont au maximum entre 20 et 30° de flexion ;
- les contraintes axiales durant l'extension qui sont au maximum entre 120 et 145° de flexion.

Les contraintes latérales sont le plus souvent valgisantes sous l'action des extenseurs du carpe qui s'insèrent tous sur l'épicondyle et qui sont mis en jeu par synergie avec les fléchisseurs des doigts lors de la préhension.

Les contraintes en torsion sont surtout importantes lorsque l'épaule est en élévation et rotation interne ^[6].

ARTICULATION HUMÉRORADIALE

Le rôle de l'articulation huméroradiale dans la transmission de ces contraintes, difficile à estimer, n'est pas négligeable. Ces contraintes transmises dans le compartiment externe peuvent atteindre, dans certaines positions, la moitié, voire les deux tiers, des contraintes transmises dans le compartiment interne ^[3]. Bien qu'une partie importante des contraintes de pression passe par l'interligne huméroradial, la plupart des prothèses « totales » de coude ne comportent qu'un mécanisme huméro-ulnaire de flexion-extension, sans reconstituer le mécanisme huméroradial : ce concept sera peut-être un jour remis en cause, et certaines prothèses comportent maintenant une partie huméroradiale destinée à une meilleure répartition des pressions.

Classification et caractéristiques mécaniques des prothèses totales de coude (tableau I)

CLASSIFICATION DES PROTHÈSES TOTALES DE COUDE

On distingue :

- les prothèses à charnière contraintes : en raison du risque important de descellement, elles sont utilisées seulement sous forme de prothèses spéciales réservées aux grandes destructions métaphysoépiphysaires ;
- les prothèses à charnière semi-contraintes : elles ont succédé aux prothèses à charnière contraintes qui donnaient régulièrement des descellements. L'adjonction de 1 ou 2° de liberté sous forme de quelques degrés de latéralité et de rotation assure la prise en charge d'une partie des contraintes par la capsule et les ligaments, et protège le scellement (prothèses « Conrad 2 Morrey » ou GSB III) ^[12, 19]. Nous décrivons, dans ce type, la prothèse GSB III ;
- les prothèses à glissement, non ou peu contraintes : on distingue les prothèses à glissement de resurfaçage qui s'emboîtent sur l'épiphyse, avec le plus souvent l'adjonction d'une tige centromédullaire (prothèse Kudo 3 ^[10] ou *capitello-condylar*-Ewald) ^[9] et les prothèses avec néotrochlée et ancrage central, métaphysoépiphysaire (type Souter-Strathclyde) ^[20] ou métaphysodiaphysaire (Guepar) ^[2, 5, 7] ;
- les prothèses de resurfaçage ont des indications limitées et on leur préfère souvent les prothèses de glissement avec néotrochlée et ancrage central. Nous décrivons, dans ce type, la prothèse « Guepar ».

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES PRINCIPALES DES DEUX PROTHÈSES TOTALES PRISES POUR TYPES

■ Prothèse à charnière semi-contrainte

GSB III ^[19] possède un ancrage huméral et ulnaire diaphysaire. Il s'y ajoute des ailerons latéraux semi-circulaires couvrant les surfaces distales et antérieures des condyles. Ces ailerons sont destinés à s'opposer à deux types de migrations : l'enfoncement de la prothèse entre les condyles huméraux, et la migration postérieure de sa partie épiphysaire associée au déplacement antérieur de l'extrémité de la tige humérale. La prothèse GSB III est une charnière lâche. La déviation axiale en valgus-varus et en rotation axiale de l'élément ulnaire par rapport à l'élément huméral est de l'ordre de 8°. Le couple de frottement est métal-plastique. L'implant demande une résection osseuse compatible avec la préservation des muscles et des ligaments latéraux. Cette résection limitée permet, en cas d'échec, une transformation en résection arthroplastique.

■ Prothèse à glissement « Guepar » ^[2, 5, 6, 7]

Elle présente des surfaces articulaires dont le dessin et l'orientation sont proches de l'anatomie normale, avec un couple de frottement métal-polyéthylène. Elle nécessite, pour être stable, une tension physiologique des muscles périarticulaires et surtout une intégrité

Tableau II. – Indications des prothèses totales de coude.

| | Arthrites inflammatoires Polyarthrite rhumatoïde | Lésions post-traumatiques | Grandes destructions (tumeurs, pertes de substance pluritissulaires) |
|---------------------------------------|---|---------------------------|--|
| Éléments déterminants de l'indication | Douleur +++ Instabilité ++ Raideur + | Raideur ++ Douleur + | Impotence |

des structures latérales. L’ancrage huméral et l’ancrage ulnaire sont de type central métaphysodiaphysaire avec des tiges bien adaptées à l’anatomie des cavités médullaires. Ces tiges sont elliptiques à concavité antérieure pour la tige humérale et en « S italique » pour la tige ulnaire. Un dispositif s’opposant aux contraintes antéropostérieures et rotatoires est constitué par une pince condylienne externe. La prothèse Guepar peut, de façon optionnelle, reconstituer l’articulation huméroradiale. Respectant le valgus physiologique, elle existe en modèle droit et gauche.

Indications des prothèses totales de coude ^[1, 7]

- Ces indications se discutent en deux étapes :
- une prothèse totale est-elle indiquée (tableau II) ?
 - si oui, quel type de prothèse totale ?

ARTHRITES INFLAMMATOIRES DE TYPE RHUMATOÏDE OU AUTRE

Les prothèses totales de coude sont indiquées au stade des destructions articulaires. Dans ces cas, c’est le plus souvent la douleur qui est l’élément déterminant dans la décision. L’instabilité, douloureuse ou non, retentit sur la fonction du membre supérieur : elle est le deuxième élément déterminant dans l’indication. La raideur en flexion-extension n’est souvent pas au premier plan. Cependant, ce déficit de mobilité peut également intervenir dans l’indication, surtout s’il existe une limitation aux autres articulations du membre supérieur. Dans la polyarthrite rhumatoïde, l’indication peut être proposée à partir du stade III de Larsen ^[11], stade où les synovectomies ne donnent pas de résultats stables. Dans les stades les plus évolués, une reconstruction des condyles par greffe iliaque peut être nécessaire ^[19]. Dans les cas où des interventions sont indiquées aux membres inférieurs, celles-ci sont réalisées avant l’intervention sur le coude, de manière à ne pas soumettre la prothèse à des contraintes excessives lors de l’utilisation des béquilles. Le moment de l’arthroplastie totale de coude dans un programme de reconstruction du membre supérieur rhumatoïde est plus complexe à choisir : en commençant par la chirurgie du poignet et particulièrement de l’articulation radio-ulnaire distale, on soustrait la prothèse de coude à des contraintes rotatoires excessives.

ARTHROSES POST-TRAUMATIQUES DU COUDE

L’expérience des prothèses totales de coude est encore limitée et la prudence reste de mise. Cependant, certaines séries récentes font état de résultats encourageants malgré un taux de reprise de l’ordre d’un tiers des cas ^[19]. Ici, c’est la raideur, voire l’ankylose, qui constitue l’élément déterminant dans l’indication. Le patient a fréquemment subi une ou plusieurs interventions antérieures. Une pseudarthrose de la palette humérale ou d’un condyle, des pertes de substance des tubérosités osseuses et/ou des tissus mous peuvent justifier des gestes de reconstruction associés. Les alternatives sont la résection arthroplastie selon Ollier, l’arthroplastie par distraction et l’allogreffe articulaire ^[1].

GRANDES PERTES DE SUBSTANCES OSTÉOARTICULAIRES POST-TRAUMATIQUES OU D’ORIGINE Tumorale

Elles peuvent faire discuter l’emploi de prothèses spéciales à charnière. Celles-ci comportent un risque majeur de descellement. La solution alternative est l’allogreffe articulaire qui doit parfois être associée à une autoplastie, cutanée ou musculocutanée, libre ou à distance.

FRACTURES RÉCENTES DU COUDE

Elles peuvent représenter une indication qui est à valider ; 16 % des fractures du coude ont été ainsi traitées par mise en place d’une prothèse de Conrad-Morrey chez des sujets dont l’âge moyen était de 72 ans ^[12].

INDICATIONS RESPECTIVES DES DIFFÉRENTS TYPES DE PROTHÈSE TOTALE DU COUDE

- Elles dépendent essentiellement de l’état des surfaces osseuses et des formations capsuloligamentaires.
- Les prothèses à glissement nécessitent des éléments capsuloligamentaires en bon état et correctement tendus. Pour permettre une bonne fonction ligamentaire, l’axe de rotation physiologique doit donc être rétabli à la fois dans sa situation et dans sa direction. La prothèse à glissement avec néotrochlée est donc indiquée dans les destructions avancées des surfaces articulaires avec respect des formations capsuloligamentaires. C’est le cas des arthrites rhumatoïdes du coude aux grades 4 et 5 de Larsen ^[8, 10], ou encore dans les raideurs post-traumatiques du coude avec des surfaces articulaires irréparables mais des formations ligamentaires conservées.
 - Les prothèses à charnière semi-contraintes sont indiquées lorsque les formations capsuloligamentaires ont été détruites par une arthrite, un traumatisme ou une tumeur. La reconstruction, dans le même temps, des zones condyliennes radiale et ulnaire par greffe iliaque peut être nécessaire, et est possible ^[19] dans les atteintes rhumatoïdes comme dans les atteintes post-traumatiques.

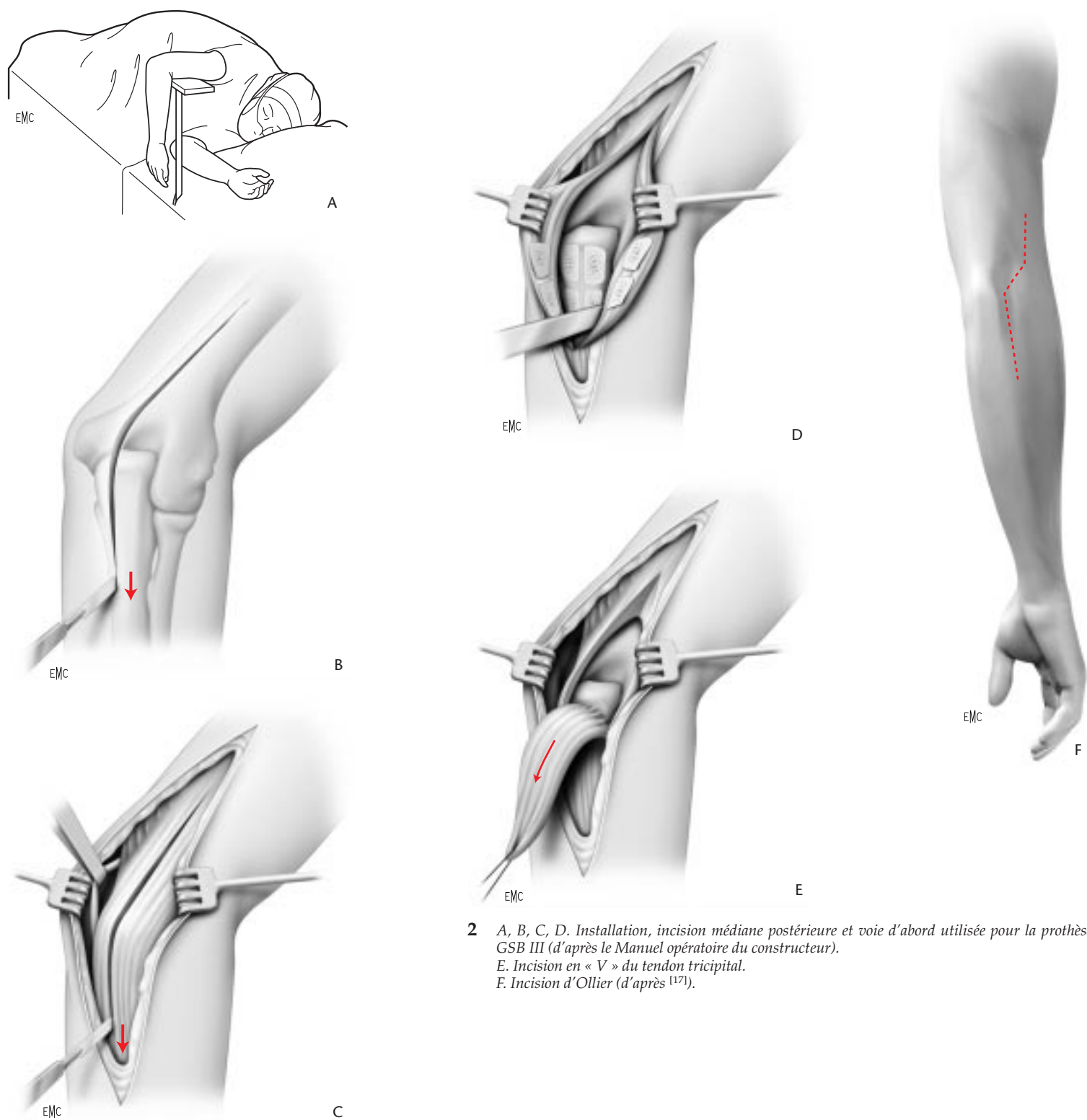
Techniques chirurgicales des prothèses totales de coude (généralités)

CHOIX DES DIMENSIONS DE LA PROTHÈSE

Il est impératif de préparer à l’avance l’intervention, au négatoscope, en superposant les calques aux radiographies pour choisir le type et la taille de la prothèse en fonction de la morphologie du patient et de l’importance des destructions. Dans certains cas, une reconstruction osseuse d’un condyle doit être prévue.

VOIES D’ABORD

Dans la quasi-totalité des cas, la voie d’abord est postérieure et verticale. L’anesthésie est le plus souvent générale, mais peut être locorégionale. Le patient est installé en décubitus ventral ou latéral. Un garrot, stérile si nécessaire, est installé à la base du bras. Le bras repose sur un appui et le coude est fléchi à 90° (fig 2A).



2 A, B, C, D. Installation, incision médiane postérieure et voie d'abord utilisée pour la prothèse GSB III (d'après le Manuel opératoire du constructeur).
E. Incision en « V » du tendon tricipital.
F. Incision d'Ollier (d'après ^[17]).

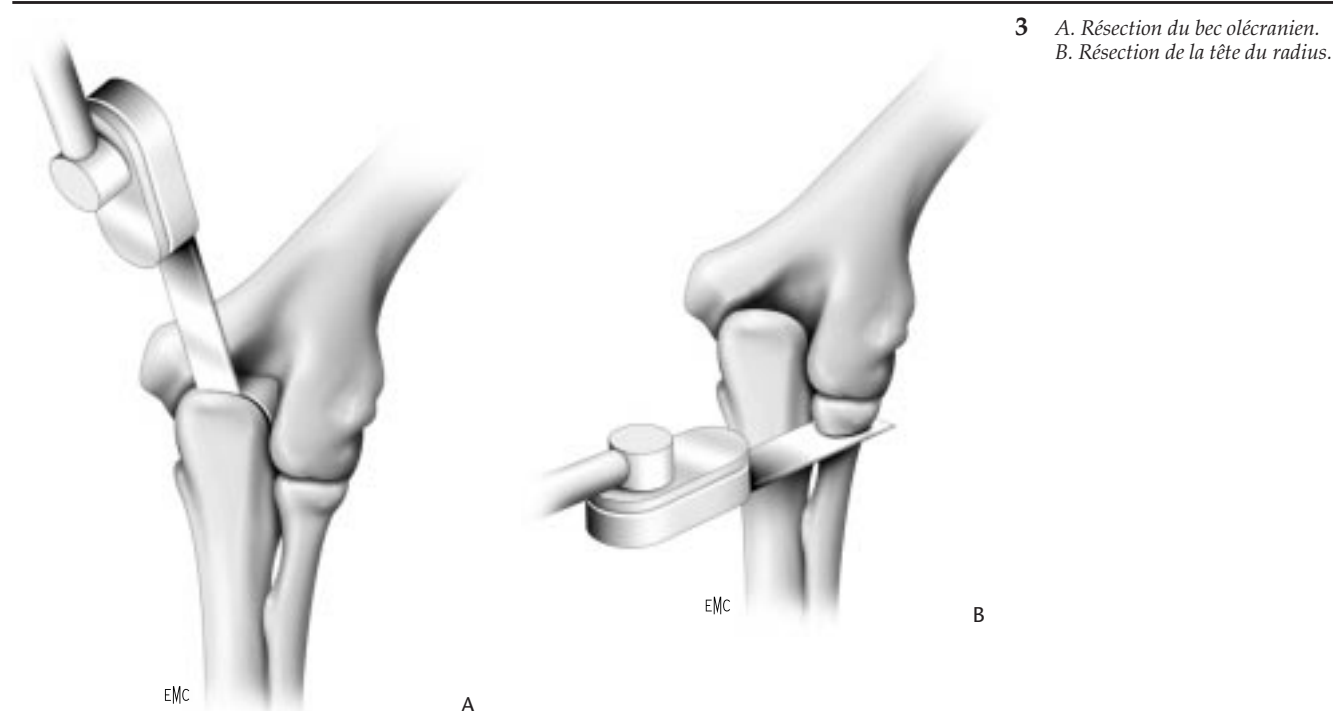
Le risque de désunion postopératoire doit être présent à l'esprit. Pour éviter la saillie de l'olécrane à travers la zone cicatricielle, l'incision peut être légèrement décalée en dedans en évitant tout décollement sous-cutané ^[7]. Certains incisent verticalement le triceps, et le détachent de l'olécrane avec une lamelle osseuse (décortication) ^[19] (fig 2A, B, C, D) que l'on réinsère par voie transosseuse en fin d'intervention. D'autres préconisent une incision du tendon tricipital, en « V renversé », qui permet un allongement lorsque le coude est enraidie en extension ^[2] (fig 2E).

Personnellement, nous utilisons la voie d'abord en « baïonnette » préconisée par Ollier pour les résections ^[17] (fig 2F). Cette incision passe en dedans du triceps et de son tendon, qui sont réclinés en

bloc en dehors, en décortiquant le tendon par rapport à l'olécrane. Cette voie a l'avantage de respecter au mieux l'appareil extenseur. Elle a l'inconvénient de sectionner le nerf anconé, sauf si l'on passe en dedans de ce muscle. La décortication doit être prudente dans les polyarthrites où l'olécrane est souvent aminci.

Le nerf ulnaire est abordé par un décollement passant sous le fascia sous-cutané. On se contente souvent de le libérer préventivement par section simple de l'arcade du fléchisseur ulnaire du carpe (cubital antérieur). Certains auteurs pratiquent une translocation antérieure systématique.

Le bec de l'olécrane est réséqué plus ou moins complètement en fonction de la forme de la pièce ulnaire (fig 3A).



3 A. Résection du bec olécranien.
B. Résection de la tête du radius.

La résection de la tête radiale est justifiée en cas d'altération de l'interligne huméroradial et/ou radio-ulnaire (fig 3B).

En cas de résection de la tête, il est important de respecter la partie distale du ligament annulaire afin d'éviter la rotation en « fouet » du radius restant. Pour cela, une résection économique de la tête est d'abord faite à la scie, puis complétée à la pince-gouge en passant par-dessus le ligament annulaire restant.

On pratique une synovectomie aussi complète que possible en cas de polyarthrite.

Ensuite, la technique varie en fonction du type de prothèse choisi. Nous en décrivons deux exemples.

Prothèse à glissement avec néotrochlée

Exemple : la prothèse Guepar [2, 5, 6, 7].

COUPES HUMÉRALES (fig 4)

Après la synovectomie et la résection éventuelle de la tête radiale, on procède à la coupe humérale : la zone trochléenne est réséquée à la pince-gouge, le canal médullaire est perforé, et une tige intramédullaire est introduite sur laquelle on fixe un gabarit de coupe auquel on donne une pente de 10°. On procède ensuite à la préparation prudente du logement de la tige à l'aide de la râpe humérale spéciale (droite ou gauche, grande ou petite), en vérifiant qu'il n'y a aucune résistance à l'introduction du diabol. Introduction de la prothèse humérale de taille et de côté correspondants, sans pince condylienne. On utilise pour cela le préhenseur spécial. Impaction jusqu'à ce que la partie distale de la joue externe de la trochlée prothétique soit à la hauteur de la partie distale du condyle externe. On pratique alors des radiographies de contrôle : de profil, le prolongement de la corticale antérieure doit se projeter au centre du diabol trochléen.

Pour préparer à la scie les trois coupes du condyle externe préalables à la mise en place de la pince externe, on utilise un guide de coupe qui se place sur le manche de la râpe médullaire.

COUPES ULNAIRES (fig 5A, B, C, D, E, F)

Taille à angle droit de la grande cavité sigmoïde en abrasant sa crête longitudinale. Ouverture du canal médullaire, le plus en arrière possible de la base de l'apophyse coronoïde restante. Ce temps est

difficile : il est amorcé au ciseau-gouge et à la curette avant d'introduire prudemment la râpe ulnaire (droite ou gauche, grande ou petite) dont la forme en « S » est anatomique. Cette râpe comporte deux enclumes et on doit utiliser successivement l'enclume supérieure puis l'enclume inférieure pour tenir compte de la forme du canal. La râpe doit être enfoncée jusqu'à ce que le repère proximal soit à l'aplomb de la tranche de section coronoïdienne. La pièce ulnaire d'essai (droite ou gauche, grande ou petite) se présente avec trois hauteurs possibles de corps coronoïdien (0, + 3 mm, + 5 mm) (fig 5F). Le choix de la hauteur du corps dépend de l'importance de l'usure coronoïdienne. Lorsque la pièce ulnaire est ainsi bien adaptée, la grande cavité sigmoïde se trouve bien centrée par rapport au sommet de l'olécrane et un bon appui osseux est conservé. La pièce d'essai est enfoncée en contrôlant sa rotation à l'aide du préhenseur ulnaire (unique) puis de l'impacteur ulnaire manié comme un poussoir.

ESSAI DES PIÈCES PROTHÉTIQUES

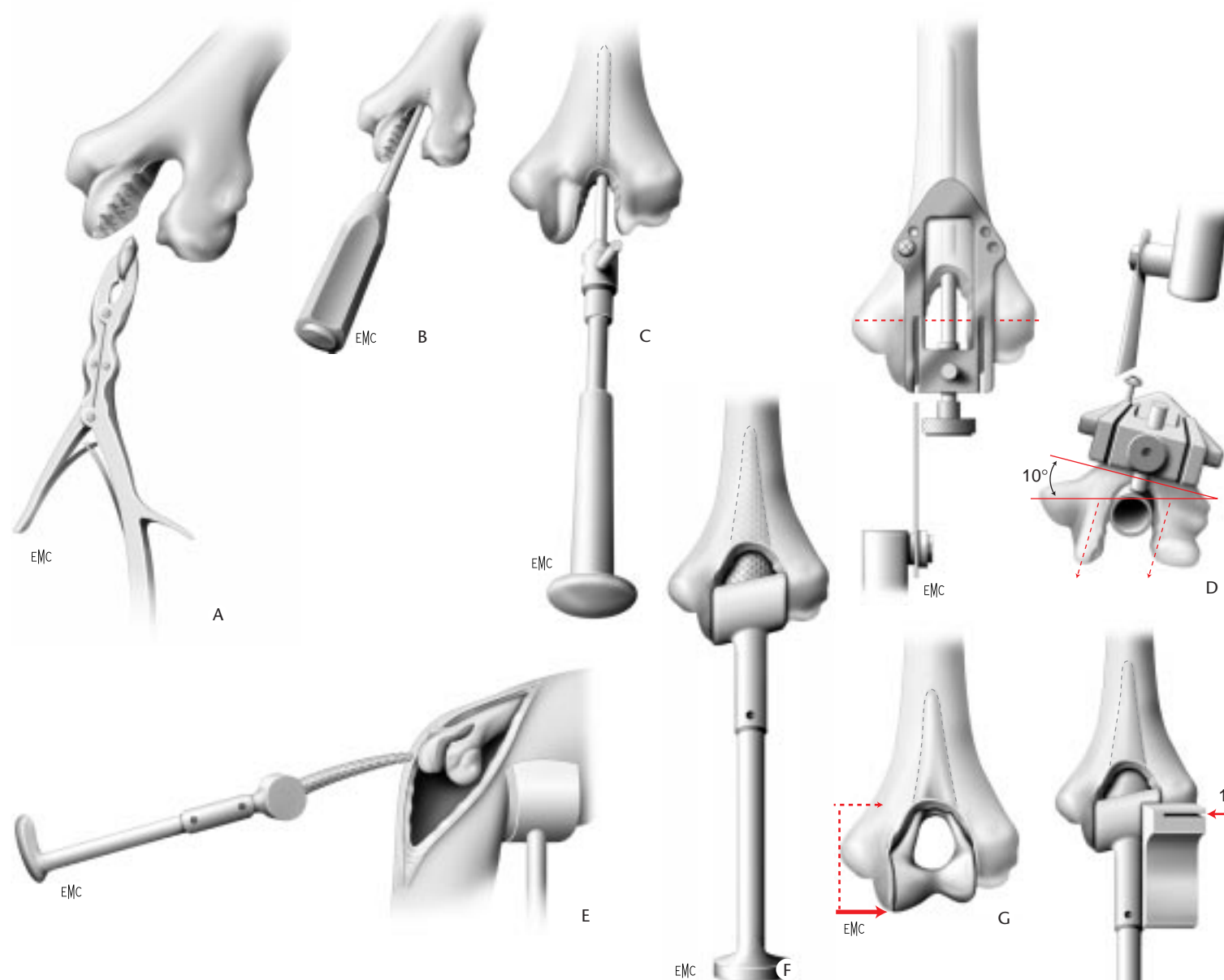
Les implants d'essai sont articulés. La mobilité et la stabilité sont testées. Des radiographies permettent de vérifier le positionnement et le centrage des pièces (fig 5G). Le coude est relâché et les implants d'essai sont retirés.

SCELLEMENT DES PIÈCES DÉFINITIVES

Les pièces définitives sont scellées en commençant par la pièce humérale. Pour une bonne pénétration, nous injectons le ciment à la seringue fixée sur un « pistolet » en plaçant un drain de Redon intramédullaire pour l'évacuation de l'air. Les « bavures » de ciment sont soigneusement réséquées, particulièrement dans la fossette olécranienne. La prothèse est enfin réarticulée.

ADJONCTION ÉVENTUELLE D'UNE PROTHÈSE DE TÊTE RADIALE DANS LE SYSTÈME « GUEPAR » (fig 6)

Cette prothèse comporte une tige intramédullaire sur laquelle s'appuie une tête sphérique s'articulant elle-même avec une cupule « flottante ». La prothèse est modulaire avec cinq hauteurs et deux diamètres. Sa mise en place comporte un creusement du canal médullaire avec une râpe spéciale jusqu'à ce que la platine atteigne la tranche de section osseuse, puis l'introduction de la prothèse d'essai jusqu'à la platine grâce au préhenseur spécial, enfin l'emboîtement sur la tête en place de la cupule d'essai, non rétentive,



4 Technique de mise en place de la prothèse Guepar, pièce humérale (d'après le Manuel opératoire du constructeur).

A. Résection de la trochlée.

B. Ouverture du canal médullaire à la pointe carrée.

C. Introduction d'une mèche de 6 mm.

D. Le gabarit de coupe est glissé sur la mèche et stabilisé par une vis. Une pente trochléenne d'environ 10° est donnée au guide de coupe et stabilisée par la vis située du côté ulnaire. Les coupes sont réalisées à la scie oscillante.

E, F. Introduction prudente de la râpe intramédullaire.

G. Introduction de la prothèse d'essai (sans prolongement condylien). La joue externe de la trochlée doit être au niveau du condyle latéral. Des radiographies de contrôle de profil vérifient que le prolongement de la corticale antérieure passe par le centre du diabolito trochléen.

H. Réintroduction de la râpe humérale et mise en place sur son manche du guide de coupe.

de hauteur et largeur adéquates en évitant tout conflit avec la pièce humérale ou la pièce ulnaire. La prothèse définitive est ensuite scellée dans le radius et articulée avec la cupule définitive.

Prothèse à charnière semi-contrainte

Exemple : la prothèse GSB III [19].

COUPE ET PRÉPARATION HUMÉRALE (fig 7)

Ce temps commence par l'introduction d'un clou de Steinmann intramédullaire. Nous préférons utiliser un clou élastique type « Métazeau » qui risque moins la fausse route. Le choix de la zone de pénétration se fait après résection à la pince-gouge de la partie

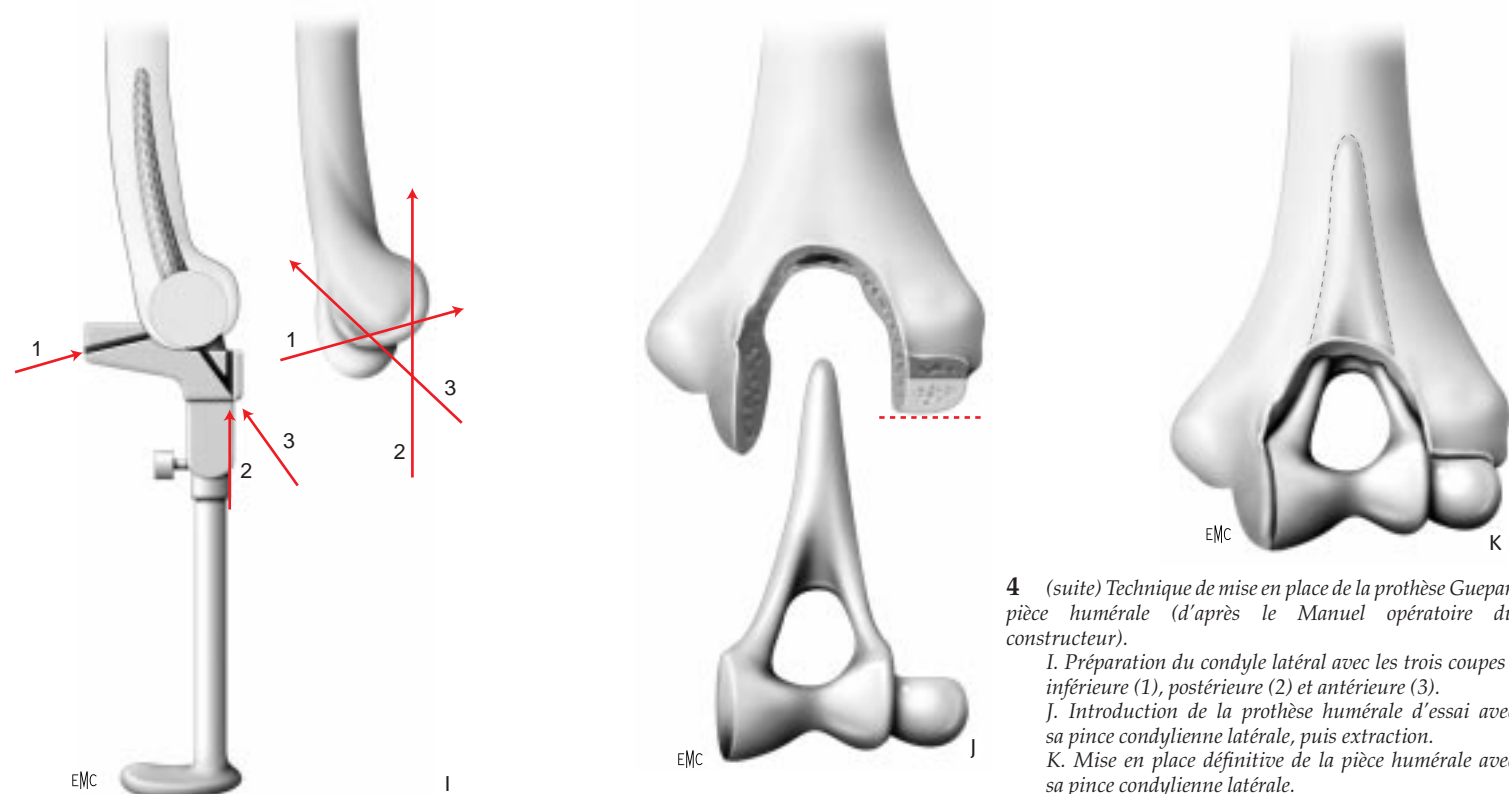
centrale et postérieure de la trochlée, et mensurations par rapport à la pointe de l'épitrachée.

Un premier gabarit de résection des condyles huméraux est glissé sur le clou-guide. On le fixe en bonne position au moyen de deux petits clous postéroantérieurs introduits dans des orifices ne comportant pas de marque. On résèque les condyles à la scie, à l'aplomb du gabarit de résection.

On perce, au foret de 3 mm, deux trous supplémentaires dans les trous de ce gabarit, en utilisant les trous marqués 76, 86 ou L selon la taille de prothèse choisie.

Deux gabarits de résection du massif intercondylien viennent ensuite remplacer le gabarit précédent. Ce sont :

– le gabarit de « boîte articulaire » qui s'applique sur les surfaces de section des condyles, sur les petits clous postéroantérieurs placés précédemment et sur les trous de 3 mm déjà préparés ;



4 (suite) Technique de mise en place de la prothèse Guepar, pièce humérale (d'après le Manuel opératoire du constructeur).

I. Préparation du condyle latéral avec les trois coupes : inférieure (1), postérieure (2) et antérieure (3).

J. Introduction de la prothèse humérale d'essai avec sa pince condylienne latérale, puis extraction.

K. Mise en place définitive de la pièce humérale avec sa pince condylienne latérale.

– le petit gabarit de protection condylienne qui se place à l'intérieur du « U » formé par le précédent. La résection du bloc osseux intercondylien est alors effectuée à la scie.

Un quatrième gabarit de préparation du canal médullaire est alors introduit entre les condyles et dans le canal médullaire. À l'aide des forets spéciaux de 3,2 puis des fraises de taille progressive, on prépare prudemment le logement intramédullaire de la prothèse. Cette préparation est terminée avec les râpes humérales, enfoncées au marteau à glissière, bien dans l'axe, en commençant toujours par la plus petite (76) et en poursuivant éventuellement avec la ou les suivantes (86 puis L) selon la taille de prothèse choisie. La râpe est enfoncée progressivement jusqu'à affleurer le niveau des condyles réséqués dont on arrondit les surfaces.

PRÉPARATION ULNAIRE (fig 8A, B, C, D, E)

On recherche le canal médullaire en ayant à l'esprit la position postérieure et la courbure radiale. Nous commençons prudemment à la pointe carrée et aux petits ciseaux-gouges avant l'introduction d'un clou de Steinmann ou d'un clou de Métaizeau intramédullaire en prenant garde à la possibilité de fausses routes, surtout en avant. On procède aux étapes suivantes :

- introduction, sur le clou-guide, de la petite et de la grande fraise pour la préparation de la partie olécraniennne en évitant de descendre trop distalement l'assise coronoidienne de la prothèse pour ne pas décentrer celle-ci ;
- élargissement du canal médullaire avec les fraises spéciales en tenant compte des repères de profondeur marqués sur ces tiges, et introduction de la râpe intramédullaire ulnaire à l'aide du marteau à glissière utilisé bien dans l'axe. Cette râpe doit être introduite plus ou moins profondément selon la taille prévue pour la prothèse.

■ **Essai des pièces prothétiques** (fig 8F, G, H)

Introduction de la prothèse ulnaire d'essai en utilisant un impacteur d'essai ulnaire qui comporte, au niveau de sa partie proximale, une tige d'orientation. Cette tige d'orientation doit être dirigée dans l'axe de l'humérus.

Articulation des prothèses d'essai humérale et ulnaire en utilisant un guide de reposition passant d'abord dans l'orifice cylindrique

distal de la pièce humérale, puis dans le sommet de la pièce ulnaire. Vérification de la mobilité et de la stabilité.

La vérification de la stabilité de la réduction entre les pièces ulnaire et humérale est particulièrement importante. La réduction doit s'effectuer sous une certaine tension. Si la tension est trop faible et si les pièces ont tendance à se découpler lors de la flexion, il faut placer en position plus proximale l'assise coronoidienne de la prothèse. Pour cela, on place sous cette assise une rondelle de polyéthylène de hauteur adaptée (fig 9F).

MISE EN PLACE DÉFINITIVE (fig 9)

Les pièces d'essai sont alors découplées et extraites au moyen des instruments spéciaux. Le cimentage s'effectue en principe avant la levée du garrot. On peut fermer la cavité médullaire humérale au moyen d'un obturateur ou d'un bloc d'os spongieux en utilisant un instrument qui permet de vérifier la position en profondeur (fig 9A).

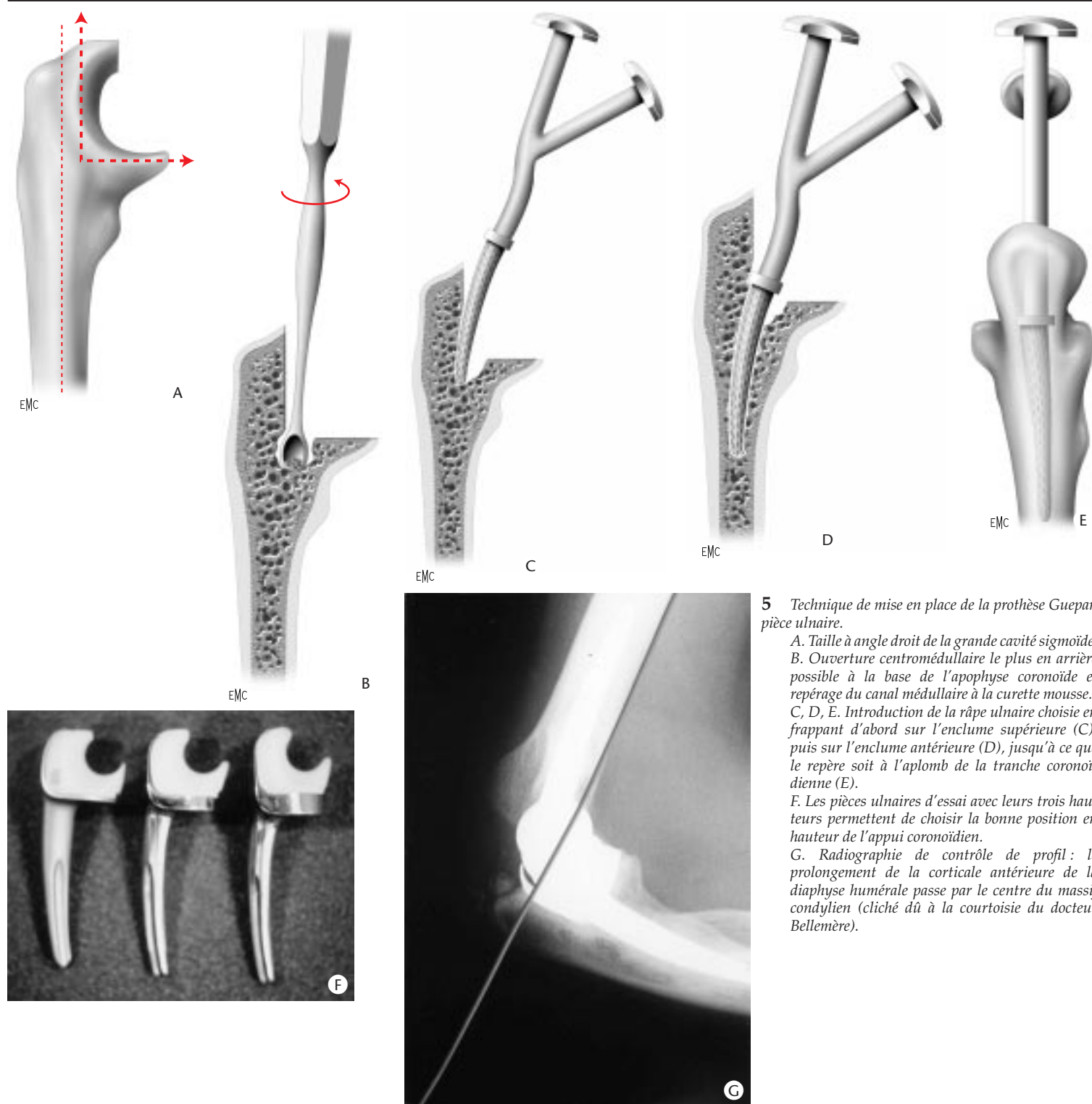
Un drain de Redon est introduit dans la cavité médullaire pour l'évacuation de l'air. Un préservatif spécial en plastique est placé sur les condyles de la prothèse, jusqu'au durcissement du ciment pour éviter toute pénétration dans la zone de la charnière (fig 9B). Le ciment est injecté à la seringue montée sur un pistolet spécial permettant de développer une pression suffisante (fig 9C).

L'insertion du ciment et des pièces prothétiques définitives se fait successivement pour la partie humérale (fig 9D) et la partie ulnaire (fig 9E) (avec éventuellement des rondelles pour adaptation) (fig 9F), en utilisant les impacteurs spéciaux. Les surfaces condyliennes sont garnies de ciment pour permettre un bon appui des pièces correspondantes. Les « cimentophytes » sont soigneusement éliminés.

Les pièces sont enfin articulées à l'aide du guide définitif de couplage (fig 9G). Le bon assemblage des pièces et la mobilité sont vérifiés.

Fermeture et suites opératoires

La fermeture après prothèse GSB s'effectue en réinsérant le tendon du triceps par des points transosseux sous tension suffisante pour



5 Technique de mise en place de la prothèse Guepar, pièce ulnaire.

A. Taille à angle droit de la grande cavité sigmoïde.
B. Ouverture centromédullaire le plus en arrière possible à la base de l'apophyse coronoïde et repérage du canal médullaire à la curette mousse.
C, D, E. Introduction de la râpe ulnaire choisie en frappant d'abord sur l'enclume supérieure (C), puis sur l'enclume antérieure (D), jusqu'à ce que le repère soit à l'aplomb de la tranche coronoidienne (E).

F. Les pièces ulnaires d'essai avec leurs trois hauteurs permettent de choisir la bonne position en hauteur de l'appui coronoidien.

G. Radiographie de contrôle de profil : le prolongement de la corticale antérieure de la diaphyse humérale passe par le centre du massif condylien (cliché dû à la courtoisie du docteur Bellemère).

éviter tout défaut d'extension active, sans toutefois limiter la flexion. La fermeture après prothèse Guepar s'effectue par suture tendineuse lorsqu'un abord transtendineux en « V » a été réalisé. Une plastie d'allongement en « VY » peut être indiquée si la flexion ne dépasse pas 100°.

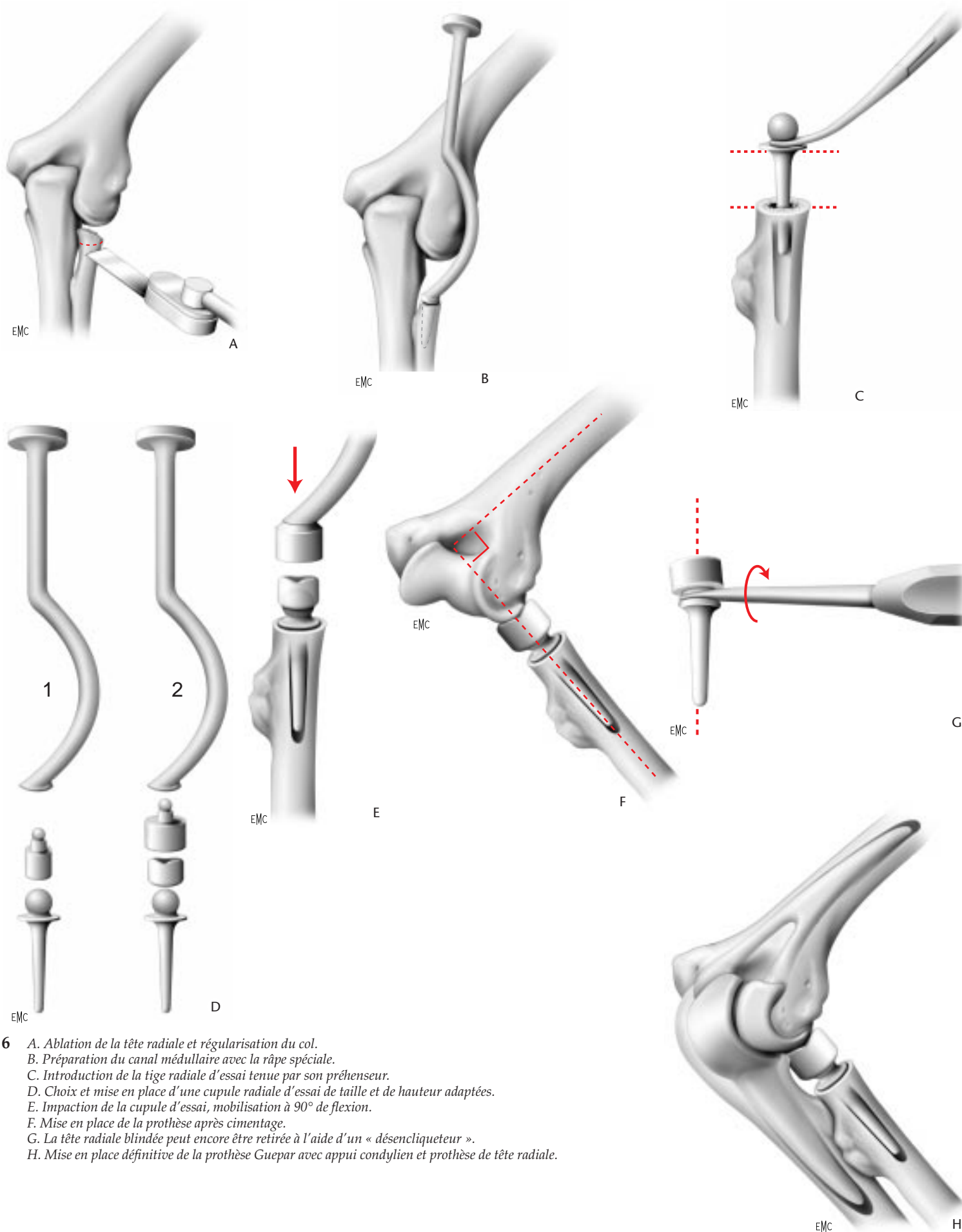
Quel que soit le type de prothèse, la manière de conduire les suites opératoires varie selon les auteurs. Cependant, tous s'accordent pour différer la flexion complète jusqu'à la cicatrisation en évitant la mise en tension de la zone opératoire pendant les premiers jours. La position d'immobilisation postopératoire immédiate est de 20° à 40° de flexion. Une amplitude de flexion supérieure à 90° n'est généralement pas autorisée avant le 15^e jour, voire le 21^e jour, à condition que la cicatrisation se fasse normalement. La recherche de

l'extension passive et active ne doit pas être oubliée en tenant compte des gestes éventuellement effectués sur le triceps : allongement ou réinsertion sous tension.

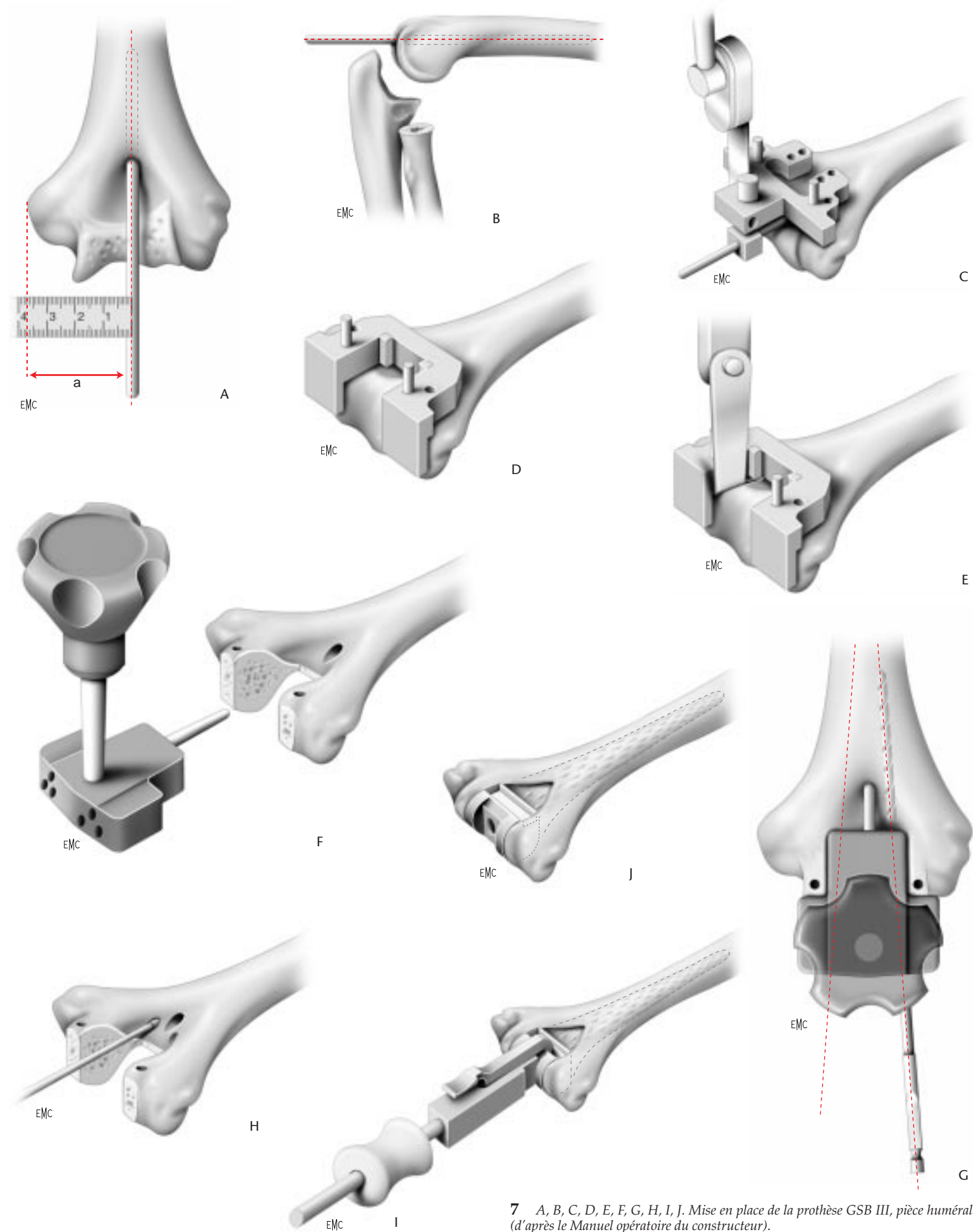
Gestes associés à la prothèse totale de coude

RÉSECTION DE LA TÊTE RADIALE ET LIBÉRATION PRÉVENTIVE DU NERF ULNAIRE

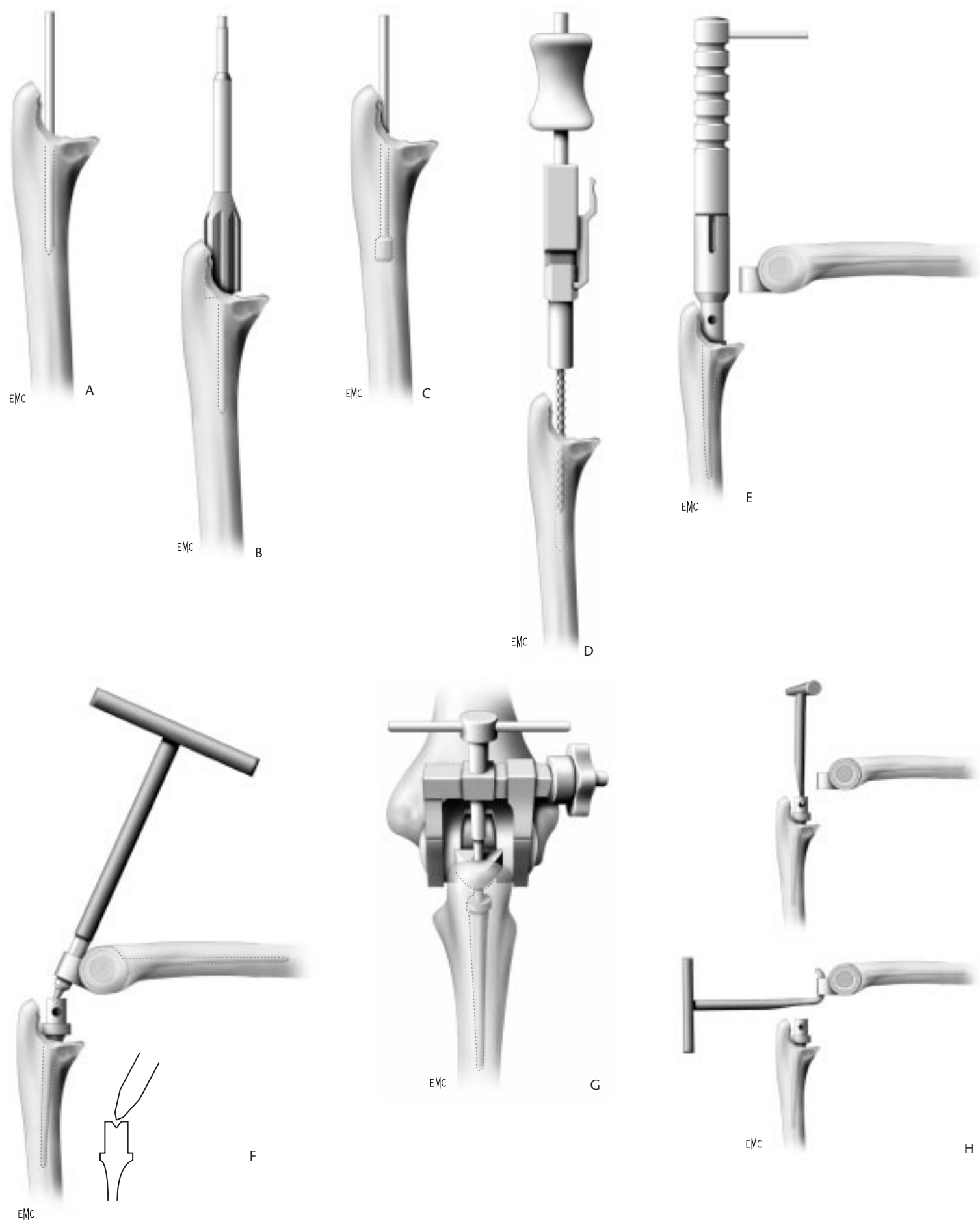
Elles sont pratiquées de façon quasi systématique. L'adjonction systématique d'une prothèse de tête radiale, malgré ses avantages théoriques, ne s'est pas encore définitivement imposée.



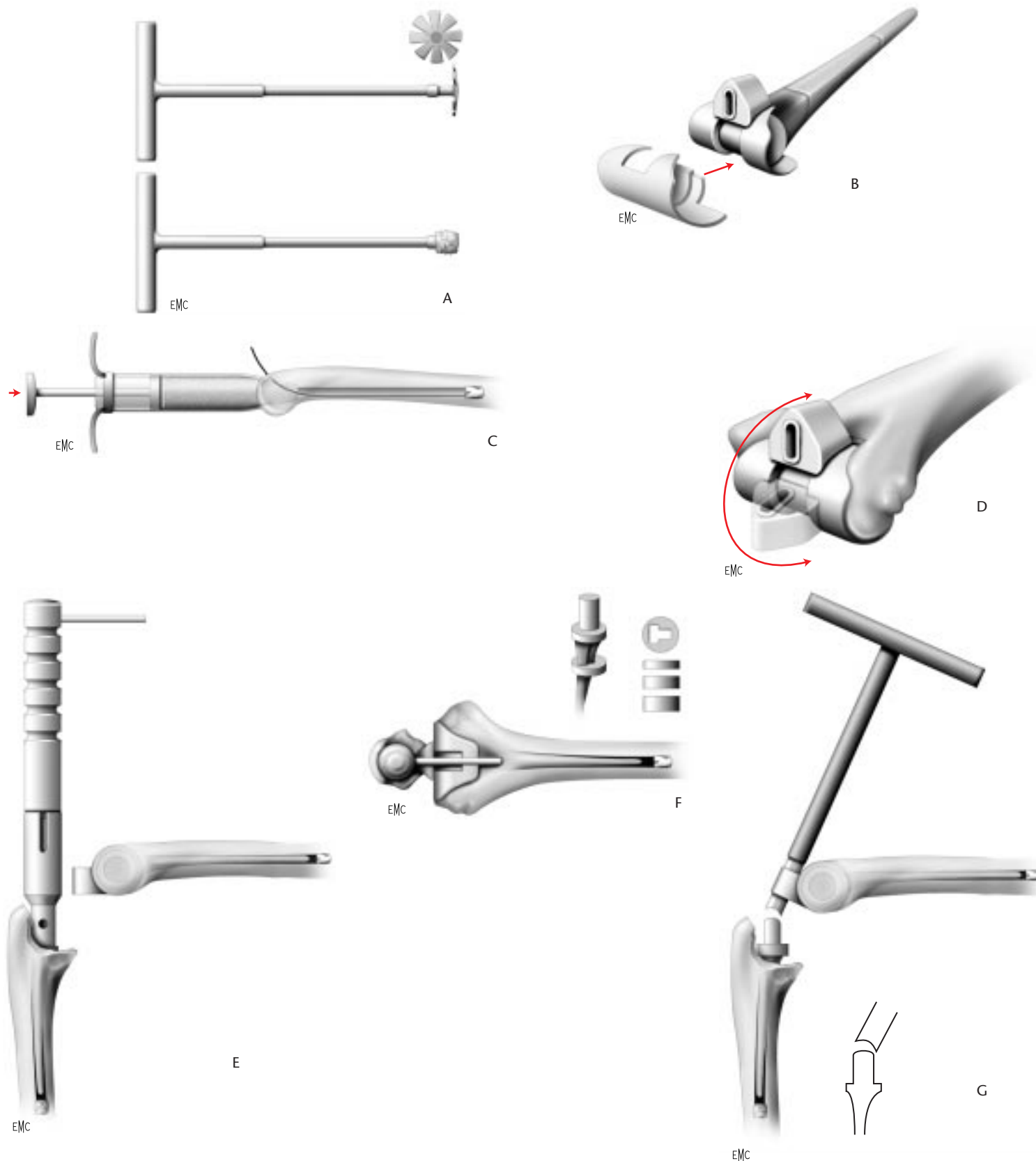
- 6 A. Ablation de la tête radiale et régularisation du col.
 B. Préparation du canal médullaire avec la râpe spéciale.
 C. Introduction de la tige radiale d'essai tenue par son préhenseur.
 D. Choix et mise en place d'une cupule radiale d'essai de taille et de hauteur adaptées.
 E. Impaction de la cupule d'essai, mobilisation à 90° de flexion.
 F. Mise en place de la prothèse après cimentage.
 G. La tête radiale blindée peut encore être retirée à l'aide d'un « désencliqueteur ».
 H. Mise en place définitive de la prothèse Guepar avec appui condylien et prothèse de tête radiale.



7 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J. Mise en place de la prothèse GSB III, pièce humérale (d'après le Manuel opératoire du constructeur).



8 A, B, C, D, E, F, G, H. Prothèse GSB III : préparation ulnaire, essai et extraction des prothèses d'essai.



9 A, B, C, D, E, F, G. Prothèse GSB III : mise en place des prothèses définitives et réarticulation.

GESTES SUR LE TENDON DU TRICEPS

Ils peuvent consister, selon les besoins, soit en une remise en tension, soit en un allongement par plastie d'allongement en « VY ». Cette plastie d'allongement est utilisée par les promoteurs de la prothèse Guepar lorsque la flexion reste inférieure à 100°. Cet allongement comporte un risque de fragilisation et de rupture secondaire. La remise en tension est destinée à éviter les défauts d'extension active,

non exceptionnels après cette intervention. Elle s'effectue au moment de la réinsertion transosseuse et son réglage est difficile.

GREFFES OSSEUSES

Elles sont justifiées en cas de perte de substance osseuse dans les zones où s'appuie la prothèse. Il peut s'agir, selon les cas, d'une autogreffe iliaque sur un massif condylien externe ou interne^[19],

voire d'une allogreffe massive, épiphysométaphysaire^[1] destinée à manchonner une prothèse dans des grandes pertes de substance traumatiques ou tumorales.

LAXITÉ D'ORIGINE LIGAMENTAIRE MODÉRÉE

Dans certains cas, une reconstruction du ligament latéral interne par greffe tendineuse pourrait permettre de choisir une prothèse à glissement.

Complications postopératoires

La fréquence de ces complications relevées dans une importante série^[19] est plus grande dans l'arthrose post-traumatique (34 %) que dans la polyarthrite rhumatoïde (11 %).

Le descellement est survenu, pour la série déjà citée, dans 3,3 % des polyarthrites et dans 7,6 % des arthroses post-traumatiques. Les reprises sont possibles en utilisant des prothèses à tige plus longue, faites sur mesure.

La rupture d'implant ulnaire a été signalée^[1].

La luxation prothétique, fréquente dans les premières prothèses, est devenue plus rare depuis que l'on accorde plus d'attention à un meilleur positionnement du centre de rotation, autrement dit à un bon recentrage, de sorte que l'axe de la prothèse coïncide avec l'axe physiologique du coude. La prothèse Guepar comporte pour cela trois modèles de pièce ulnaire, plus ou moins épaisse dans la zone coronoidienne. La prothèse GSB III comporte la possibilité de rajouter des cales d'épaisseur variable dans la zone d'appui coronoidien. En cas de désassemblage de la prothèse GSB III, il est

possible de rallonger l'axe ulnaire pour éviter qu'il ne se luxe par rapport à la pièce humérale lors de la flexion.

L'insuffisance ligamentaire, le plus souvent interne, peut être à l'origine de luxation ou d'instabilité d'une prothèse non contrainte. La remise en tension ligamentaire, associée ou non à l'adjonction d'une prothèse de tête radiale, a pu être employée^[1]. Nous avons pu réduire et stabiliser une prothèse Guepar compliquée d'une luxation tardive progressive, en utilisant une plastie ligamentaire faite d'un petit palmaire renforcé d'une tresse prothétique centrale.

La paralysie ulnaire est signalée avec une fréquence variable qui justifie le repérage et la libération préventive de ce nerf.

La désunion cutanée avec ses risques d'infection doit être prévenue par une mobilisation en flexion différée jusqu'à la cicatrisation de l'incision postérieure. Nous avons obtenu la guérison d'une désunion par la rotation précoce d'un lambeau musculaire de couverture utilisant le brachialis.

La fracture de la diaphyse humérale au niveau de la tige ou plus proximale peut être traitée par ostéosynthèse par plaque. Le problème peut devenir dramatiquement difficile si la fracture est basse, n'offrant qu'un point d'appui distal médiocre à une ostéosynthèse.

La rupture du tendon du triceps peut s'observer dans les cas ayant une limitation préopératoire de la flexion traités par allongement tendineux.

Nous remercions les concepteurs et les fabricants des prothèses GSB III et Guepar de nous avoir aimablement communiqué les illustrations correspondantes.

Références

- [1] Allieu Y. L'arthroplastie du coude. Montpellier : Sauramps médical, 1996
- [2] Alnot JY, Augereau B, Bellemère PH. La prothèse totale du coude Guepar. *Int Orthop* 1994 ; 18 : 80-89
- [3] Amis AA, Dowson D, Wright V. Elbow joint force predictions for some strenuous isometric actions. *J Biomech* 1980 ; 13 : 765-775
- [4] An KN, Morrey BF, Chao EY. The effect of partial removal of the ulna on elbow constraint. *Clin Orthop* 1986 ; 209 : 270-279
- [5] Augereau B, Bellemère PH. Conception des prothèses totales de coude. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1993 : 156-172
- [6] Augereau B, Bellemère PH. Conception des prothèses totales de coude. In : Alnot JY, Oberlin C, Bleton R éd. 18^e cours de chirurgie de la main et du membre supérieur de l'hôpital Bichat, Paris, 1997
- [7] Bellemère PH. Où en sont les prothèses totales de coude. *Maîtrise Orthop* 1992 ; n° 10 : 1-5
- [8] Duranthon MD, Augereau B, Alnot JY, Hardy PH, Le Guepar. La prothèse totale de coude Guepar dans l'arthrite rhumatoïde. In : Allieu Y éd. L'arthroplastie du coude. Montpellier : Sauramps médical, 1996 : 117-129
- [9] Ewald FC, Simmon ED, Sullivan JA, Thomas WH, Scott RD, Poss R et al. Capitellocondylar total elbow replacement in rheumatoid arthritis. Long-term results. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 498-507
- [10] Kudo H, Iwano K. Total elbow arthroplasty with a non-constrained surface -replacement prosthesis in patients who have rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 1990 ; 72 : 355-362
- [11] Larsen A, Dale K, Eek M. Radiographic evaluation of rheumatoid arthritis and related conditions by standard reference films. *Acta Radiol Diagn* 1977 ; 18 : 481-491
- [12] Mansat P, Morrey BF. Prothèses totales de coude semi-contraintes : expérience de la Mayo Clinic : à propos de 169 cas. In : Allieu Y éd. L'arthroplastie du coude. Montpellier : Sauramps médical, 1997 : 91-106
- [13] Mansat P, Morrey BF. Biomécanique du coude. In : Allieu Y éd. L'arthroplastie du coude. Montpellier : Sauramps médical, 1997 : 35-52
- [14] Morrey BF. The elbow and its disorders. Philadelphia : WB Saunders, 1993
- [15] Morrey BF, An KN. Functional anatomy of the ligaments of the elbow. *Clin Orthop* 1985 ; 204 : 84-90
- [16] Morrey BF, Tanaka S, An KN. Valgus stability of the elbow. *Clin Orthop* 1991 ; 265 : 187-195
- [17] Ollier L. Traité des résections et des opérations conservatrices que l'on peut pratiquer sur le système osseux. Paris : Masson, 1888 : 193-194
- [18] Schwab GH, Bennett JB, Woods GW, Tullos H. Biomechanics of elbow instability: the role of the medial collateral ligament. *Clin Orthop* 1980 ; 146 : 42-52
- [19] Schwyzer HK, Gschwend N, Simmen BR. La totale de coude, GSB III. In : Allieu Y éd. L'arthroplastie du coude. Montpellier : Sauramps médical, 1996 : 131-142
- [20] Souter WA. Le traitement chirurgical du coude rhumatoïde. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1987 : 159-172

Révision de prothèse d'épaule

F. Handelberg, C. Maynou

De plus en plus de prothèses d'épaule sont posées dans le monde chez des patients de plus en plus jeunes avec des indications diverses mais surtout pour traiter des fractures de l'humérus proximal, l'omarthrose primaire et des omarthroses excentrées sur coiffe rompue. Malgré des résultats publiés satisfaisants, la fréquence moyenne de complications est de l'ordre de 10 à 16 %. À court terme ce sont surtout les problèmes d'enraidissement sur capsulite, ou d'instabilité qui vont dominer les indications de révision. Les différents types de prothèse (hémiarthroplastie, prothèse totale anatomique et prothèse inversée) posent à moyen et long terme des problèmes spécifiques comme l'usure de la glène osseuse, le descellement de l'implant glénoïdien anatomique ou le descellement de l'implant sphérique dans les modèles inversés. Ceci engendre souvent un déficit du stock osseux glénoïdien qu'il faut reconstruire en un ou deux temps afin de pouvoir poser un nouvel implant. La tige humérale procure nettement moins de soucis mais, en cas de révision, il faut fréquemment la changer avec tous les risques et difficultés que cela comporte. L'infection est une autre cause de révision généralement complexe et difficile à traiter et qui peut aboutir à la dépose définitive de l'implant. Il faut retenir que la chirurgie de révision engendre un taux de complications beaucoup plus élevé que l'arthroplastie de première intention et que dans toutes les séries publiées ou présentées récemment le nombre de révisions itératives est important.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Prothèse d'épaule ; Insuffisance de coiffe ; Descellement prothétique ; Prothèse infectée

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Raideur articulaire | 2 |
| ■ Instabilité après prothèse totale | 2 |
| Instabilité antérieure | 2 |
| Instabilité supérieure | 3 |
| Instabilité postérieure | 3 |
| Instabilité inférieure | 3 |
| ■ Insuffisance de la coiffe des rotateurs | 3 |
| ■ Descellement prothétique | 4 |
| Descellement glénoïdien | 4 |
| Faillite du composant huméral | 4 |
| ■ Fractures périprothétiques | 4 |
| Fractures peropératoires | 4 |
| Fractures postopératoires | 4 |
| ■ Infections | 5 |
| ■ Atteinte nerveuse | 5 |
| ■ Technique de révision de prothèse totale | 5 |
| Hémiarthroplastie présentant des douleurs importantes suite à une usure glénoïdienne à coiffe continue | 5 |
| Hémiarthroplastie douloureuse avec coiffe rompue irréparable | 5 |
| Descellement du composant glénoïdien d'une PTE | 6 |
| Prothèse infectée | 7 |
| ■ Résultats des révisions de prothèses | 7 |

■ Introduction

Suivant l'exemple de la chirurgie de la hanche et du genou, la chirurgie prothétique de l'épaule est en plein essor. Bien que les résultats publiés à court et moyen terme soient régulièrement satisfaisants, la mise en place d'une prothèse d'épaule présente son lot de complications variables selon la nature de l'implant et l'indication dont elle relève (orthopédique ou traumatique).

Le taux de complications varie selon les séries entre 0 % et 62 % ce qui représente une fréquence moyenne de 10 % à 16 %.

La méta-analyse réalisée par Bohsali et al. [1] en 2006 sur 39 séries publiées entre 1996 et 2005 révélait 414 complications sur 2 810 arthroplasties totales de l'épaule soit un taux de complications de 14,7 % confirmant ainsi les chiffres habituellement rapportés dans la littérature.

Les raisons d'échec d'une prothèse d'épaule sont multiples et dépendent également du type de prothèse utilisée. Outre la capsulite, nous retenons dans les prothèses posées pour fracture surtout l'insuffisance de la coiffe des rotateurs suite à l'avulsion ou résorption des tubérosités, soit à une rupture tendineuse véritable.

D'autre part, les prothèses totales anatomiques souffrent surtout d'un problème d'instabilité supérieure qui peut engendrer le fameux phénomène de « cheval à bascule » qui va entraîner le descellement du composant glénoïdien à terme [2]. L'usure glénoïdienne se rencontre le plus souvent dans les hémiarthroplasties. Le descellement de l'implant huméral est plutôt rare et serait le plus fréquemment constaté dans les séries

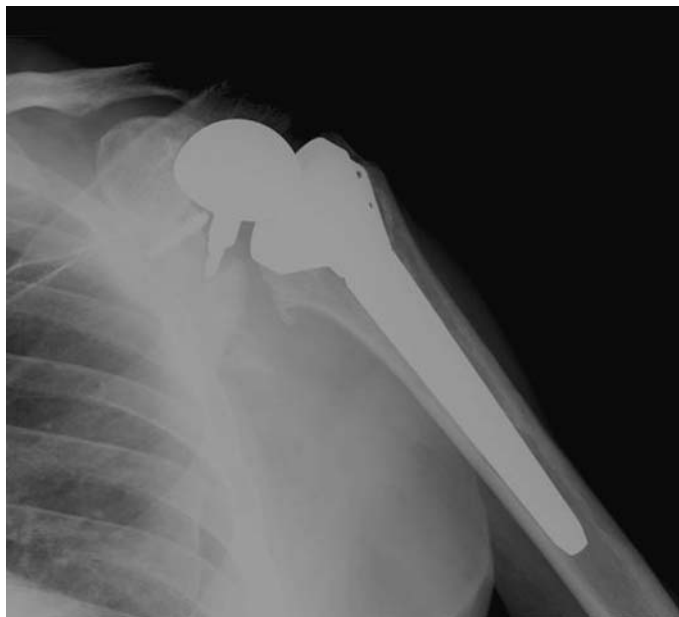


Figure 1. Descellement d'une prothèse inversée de type Delta® chez un homme de 78 ans, après une chute dans sa baignoire.



Figure 2. Descellement progressif d'une prothèse inversée de type Duocentric® (première version) avec insert rétenteur posé parce qu'instable, dû à un manque de stabilité primaire du support glénoïdien (modifié depuis).

de prothèses lisses, non cimentées à cupule mobile, et probablement secondaire aux particules de polyéthylène produites à cette interface [3].

Les prothèses inversées, plus contraintes, peuvent également être sujettes à un descellement du composant glénoïdien qui peut avoir des causes différentes : parfois traumatique (Fig. 1), mais c'est souvent la formation d'une encoche du pilier glénoïdien allant jusqu'à cisailer les vis inférieures, ou la position inadaptée de ce composant, voire un vice de conception de l'implant qui sont à l'origine du descellement prothétique (Fig. 2).

L'infection, commune à tout type de prothèse, est heureusement une des complications les plus rares, mais nous constatons néanmoins la recrudescence d'infections à *Propionibacterium acnes* et à staphylocoque doré multirésistant dans la chirurgie de l'épaule. Nous avons ainsi observé des cas de



Figure 3. Fistule chronique récidivante causée par une prothèse inversée infectée. Ce n'est que lors de la révision que l'on a retrouvé le germe causal : *Staphylococcus epidermidis* multirésistant.

fistulisations récidivantes semblant guérir sous antibiotiques, mais provoquant à plus long terme des descellements septiques de prothèse d'épaule (Fig. 3).

Mis à part les traitements par antibiothérapie spécifique pour les infections, le traitement des complications de l'arthroplastie d'épaule est le plus souvent chirurgical.

■ Raideur articulaire

En cas de raideur, une mobilisation sous anesthésie peut être envisagée dans certains cas, mais celle-ci doit se faire délicatement et de préférence sous contrôle d'un amplificateur de brillance.

L'arthroscopie glénohumérale et sous-acromiale permet la libération des adhérences et la mobilisation progressive de l'épaule prothésée, néanmoins, cette arthrolyse arthroscopique peut s'avérer ardue du fait de la réflexion lumineuse sur la tête humérale métallique et de l'exiguïté articulaire pouvant conduire à une rupture du matériel arthroscopique. De ce fait, il paraît souhaitable de réserver ce type d'intervention à des chirurgiens rompus aux techniques arthroscopiques comme en témoignent les rares séries traitant de ce sujet [4, 5]. L'arthroscopie peut par ailleurs être un outil intéressant dans le diagnostic d'autres causes d'échec de prothèse, comme par exemple les ruptures secondaires de la coiffe ou le descellement de l'implant glénoïdien.

En cas de rotation externe, très limitée, suite à une contraction du subscapulaire, une capsulotomie antérieure associée à une mobilisation du subscapulaire, ou simplement l'incision de la portion tubulaire supérieure comme le préconise Cleeman [6] peuvent être envisagées, mais mieux vaut probablement envisager ces gestes lors de la mise en place primaire de la prothèse.

■ Instabilité après prothèse totale

Seconde complication en fréquence ; 4 % dans leur analyse de 3 081 prothèses totales d'épaule (PTE) [1], soit 30 % de toutes les complications. Elle peut être d'une part multidirectionnelle, et résulter d'une taille inadaptée de la calotte humérale, ou d'une mauvaise balance des parties molles périprothétiques lors de l'opération primaire. Dans certains cas, il suffit alors de changer la calotte humérale, ce qui se fait généralement aisément puisque la plupart des prothèses sur le marché actuellement sont de type modulaire. L'instabilité est préférentiellement unidirectionnelle, soit supérieure, soit inférieure, le plus souvent antérieure.

Instabilité antérieure

Les instabilités antérieures et supérieures comptent pour 80 % des instabilités.

L'origine de l'instabilité antérieure est multifactorielle et combine des causes tissulaires et de positionnement prothétique. L'instabilité antérieure est habituellement en rapport avec une malrotation du composant huméral, un defect glénoïdien antérieur, un dysfonctionnement du muscle deltoïde antérieur, une insuffisance du muscle subscapulaire ou du plan capsulaire antérieur.

La rupture du subscapulaire peut avoir pour origine : une insuffisance technique lors de la réparation tendinomusculaire lors de la mise en place de la prothèse, une médiocre qualité tissulaire, une rééducation inappropriée ou l'utilisation d'un composant surdimensionné.

Moeckel [7] a observé sept luxations antérieures toutes en rapport avec une rupture du subscapulaire. Une mobilisation tendineuse avec réparation directe était possible dans quatre cas et à trois reprises une allogreffe de tendon d'Achille était utilisée. (La technique de plastie est décrite dans l'article n° 44-289 de l'EMC [8].)

Pour Sanchez-Sotelo [9] le taux d'échec des tentatives de traitement chirurgical des instabilités antérieures est de 50 % !

Warren [10] conseille un fraisage asymétrique de la glène dans les arthroses liées à une instabilité récidivante antérieure pour lutter contre l'antéversion glénoïdienne et limiter le risque d'une instabilité prothétique antérieure.

Instabilité supérieure

Cette instabilité est liée à une déficience de la coiffe des rotateurs et de l'arche coracoacromiale, elle est particulièrement observée dans les PTE sur *cuff tear arthropathy*. Cette instabilité supérieure est à l'origine de contraintes excentriques sur le composant glénoïdien conduisant à un descellement progressif.

Instabilité postérieure

Une rétroversion excessive du composant huméral, une érosion glénoïdienne postérieure et un déséquilibre de la balance tissulaire peuvent être à l'origine de l'instabilité postérieure.

Les solutions théoriques sont donc la mise en place d'un composant moins rétroversé, un fraisage glénoïdien pour lutter contre la tendance à l'excentration postérieure ou la réalisation d'une capsulorraphie postérieure. Celle-ci se fait par un abord chirurgical postérieur, comme décrit dans l'article n° 44-265 de l'EMC [11].

Instabilité inférieure

Elle est le résultat d'une insuffisance de restauration de la longueur humérale dans les prothèses pour tumeur ou pour fracture.

■ Insuffisance de la coiffe des rotateurs

Celle-ci peut être liée à plusieurs facteurs.

Les prothèses posées pour fracture s'accompagnent fréquemment d'un déplacement secondaire des tubérosités, souvent décrites comme une résorption sur les radiographies standards de face, mais qui en fait sont des migrations postérieures de la tubérosité majeure suite à la traction de l'infraépineux principalement. Il faut donc en première intention porter grand soin à la reposition anatomique des tubérosités par la mise en place de fils diaphysotubérositaires et intertubérositaires. Le choix d'une prothèse spécifique dont l'épiphyse est recouverte d'hydroxyapatite pour augmenter l'adhérence osseuse, voire munie d'une calotte humérale spéciale à laquelle on peut rattacher la coiffe, devrait permettre de limiter la migration tubérositaire. Bien qu'il s'agisse d'une population âgée à demande limitée, qui a généralement un indice de satisfaction avoisinant les 80 % nonobstant des scores fonctionnels d'épaule souvent médiocres, certains patients présentent quand même une épaule que l'on pourrait qualifier de pseudoparalytique. C'est dans ces cas-là qu'une révision vers un modèle inversé doit être envisagée.

L'efficacité de la coiffe des rotateurs peut être réduite en raison d'un positionnement relativement bas de la calotte humérale par rapport à la grosse tubérosité auquel cas on peut éventuellement recourir au changement de la calotte humérale par une taille plus importante. La rupture de la coiffe des rotateurs peut être à l'origine d'une migration supérieure progressive de l'implant compromettant le résultat clinique de l'arthroplastie. La rétraction et la médiocre trophicité des tendons rompus rendent fréquemment vaines les tentatives de réparation chirurgicales a fortiori s'il existe une migration supérieure de l'implant (Fig. 4). Pour Bohsali et al. [1] la prévalence des ruptures secondaires de la coiffe des rotateurs est de 1,3 % sur l'étude de l'ensemble des séries, en majorité par atteinte du subscapulaire (53 %). Les facteurs favorisant les ruptures du subscapulaire sont : interventions multiples, tension articulaire excessive, rééducation excessive (++) rotation externe les premières semaines), qualité tendineuse compromise par des techniques d'allongement.

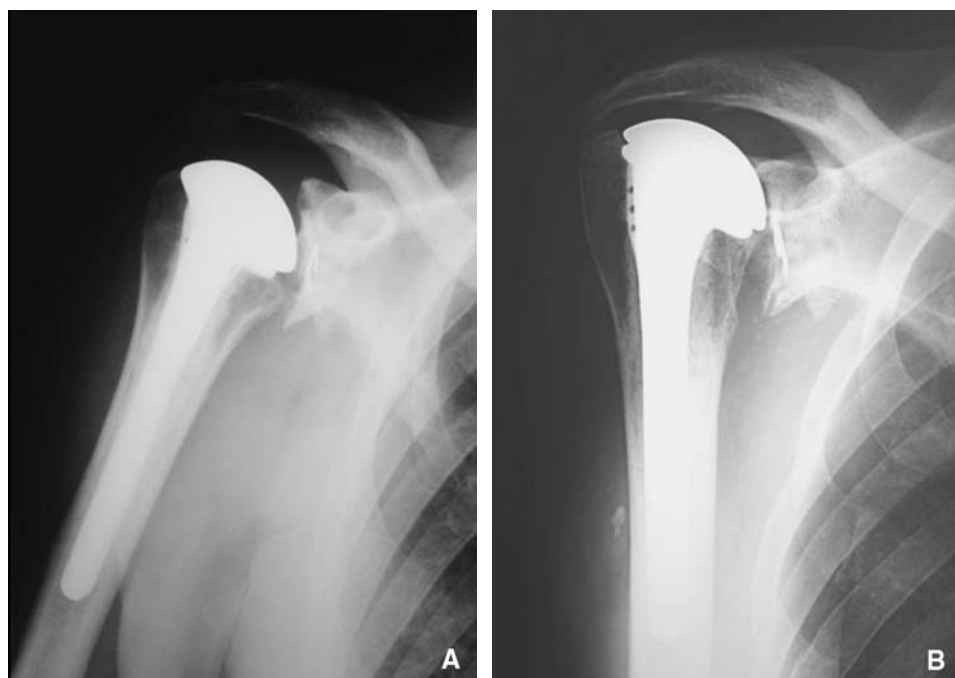


Figure 4.

A. Radiographie d'une prothèse totale anatomique à 1 an postopératoire. Bon centrage et bonne fonction.

B. Même patient à 5 ans postopératoires : excentration supérieure accompagnée de douleur et de signes d'insuffisance de coiffe suite à une rupture de la coiffe des rotateurs. Descellement secondaire du composant glénoïdien.

Les traitements font appel soit à une réparation directe, soit à un transfert de grand pectoral, voire à une allogreffe de tendon calcanéen. Mais pour obtenir un résultat fonctionnel convenable, il faut assez fréquemment recourir à une révision par prothèse inversée auquel cas il faut toujours changer la tige humérale souvent bien scellée dans le fût huméral.

Profitons-en ici pour tenir un plaidoyer en faveur de la modularité et la réversibilité des prothèses d'épaule et certains concepteurs et manufacturiers nous ont devancés dans ce sens. En effet, enlever une tige humérale bien scellée, qu'elle soit cimentée ou non, comporte un risque important de fracture de la diaphyse humérale.

■ Descellement prothétique

Le descellement des pièces prothétiques est la complication la plus fréquemment observée comptant pour 39 % du total des complications.

Environ 83 % de ces descellements intéressent le composant glénoïdien [1].

Descellement glénoïdien

L'articulation glénohumérale est l'articulation synoviale de type sphéroïde la plus mobile de l'organisme. Il en résulte un compromis permanent entre mobilité et stabilité qui dépend de diverses structures intra- et périarticulaires. La surface de la cavité glénoïde ne représente que le tiers de la surface articulaire de la tête humérale, ainsi, l'architecture des pièces osseuses n'offre qu'une stabilité intrinsèque limitée. La stabilité passive de l'articulation glénohumérale est assurée par le labrum, la capsule articulaire et ses renforcements ligamentaires (ligaments glénohuméraux).

Le labrum inséré aux pourtours de la glène permet d'en accroître la profondeur et la capacité rétentrice. Les ligaments glénohuméraux sont des épaississements capsulaires qui participent à la stabilisation passive, notamment le ligament glénohuméral inférieur qui est le plus large et le plus résistant des trois.

Leur situation périarticulaire au contact de la tête humérale confère aux muscles de la coiffe des rotateurs un rôle particulièrement important. Du fait de sa situation antérieure au contact de la capsule articulaire, le muscle subscapulaire prend une part prépondérante à la stabilisation active de l'articulation glénohumérale.

Lors de la mise en place d'une arthroplastie totale d'épaule les ligaments sont détachés, le labrum et la capsule sont généralement largement réséqués, transférant toutes les contraintes sur l'articulation prothétique. La suppression des stabilisateurs passifs peut créer un déséquilibre de la balance ligamentaire conduisant à des contraintes excentrées sur l'insert glénoïdien et à son descellement progressif. L'apparition d'un liseré à l'interface os-ciment est très fréquente, son incidence varie de 30 à 83 % en fonction des séries, mais ce liseré n'est évolutif que dans un beaucoup plus petit pourcentage (entre 12 et 16 %) [8]. L'expression clinique de ce descellement ou suspicion de descellement est relativement rare à moyen terme, mais dans les séries au-dessus de 10 ans de recul le taux de liseré est de 80 % et le taux de descellement (migration, bascule, épaisseur du liseré > 1,5 mm) de 34 % [1].

Les solutions proposées pour diminuer les liserés postopératoires et le descellement à terme sont : la conservation de l'os sous-chondral, un fraisage glénoïdien concentrique, un dessin et un matériau prothétique optimal, un *mismatch* glénohuméral satisfaisant (taux de liseré inférieurs observés par Walch [12] lorsque le *mismatch* > 5,5 mm) et l'utilisation d'implants sans ciment.

Plusieurs auteurs préconisent de ne plus poser de prothèses totales mais des hémiarthroplasties [13] en y associant éventuellement un recouvrement d'une glène trop usée par des tissus mous, tel que ménisque ou fascia lata (allogreffes). D'autres solutions plus récentes telles l'utilisation de glènes à plot et non à quille, la pressurisation du ciment et une instrumentation de qualité sont discutées.

L'enthousiasme initial pour les glènes sans ciment *metal-backed* [14] a été tempéré par des résultats à moyen terme

révélant la progression de liserés périprothétiques, d'ostéolyses sévères, de dissociation entre la platine métallique et le polyéthylène, des fractures de vis, etc. Pour Bohsali et al. [1] les résultats à moyen terme des prothèses sans ciment s'avèrent insatisfaisants avec un taux d'échec clinique et radiographique important qui va probablement s'amplifier lors de révision à plus long terme.

Lorsque les mouvements de « cheval à bascule » ont fini par desceller le composant glénoïdien, non seulement le mouvement mécanique, mais également les particules de polyéthylène engendrent un granulome et provoquent une destruction osseuse relativement massive [2, 15]. Une scintigraphie osseuse va nous montrer une hypercaptation importante glénoïdienne et un CT-scan doit impérativement se faire en préopératoire avant la révision afin d'évaluer le stock osseux glénoïdien résiduel.

Faillite du composant huméral

Bohsali et al. [1] notent une prévalence de 7 % dans leur méta-analyse. Sperling [16] considère que les implants à risque de descellement sont : enfoncement de la tige, bascule frontale, liseré de > 2 mm.

Si la tige humérale est descellée, cela ne peut avoir que deux causes :

- soit il s'agit d'un implant non cimenté, descellé par un granulome sur polyéthylène ;
- soit il existe une infection.

D'après une série de Maynou et al. les tiges lisses non cimentées présenteraient plus de liserés sans toutefois d'expression clinique [3]. Dans les deux cas, l'ablation de l'implant se fait relativement aisément par une voie deltopectorale et on peut reprendre la tige humérale en utilisant un implant cimenté en un temps, ou en deux temps en utilisant un *spacer* fabriqué de ciment acrylique chargé d'antibiotiques si une infection a été démontrée ou est fortement suspectée.

■ Fractures périprothétiques

Dans la méta analyse de Bohsali elles représentent 11 % de toutes les complications [1].

Ces dernières semblent être plus fréquentes en peropératoire (41 % selon Bohsali [1]) qu'elles ne le sont en postopératoire (suite à un traumatisme relativement bénin, comme une simple chute). L'incidence varie entre 0,5 % et 3 % d'après McDonough [17]. La mauvaise qualité osseuse, le sexe féminin, l'âge avancé et l'arthrite rhumatoïde sont des facteurs de risque généralement associés.

Fractures peropératoires

Elles sont généralement en rapport avec des erreurs chirurgicales peropératoires :

- fraisage inadapté ;
- impaction appuyée ;
- manipulation du membre supérieur lors de l'exposition glénoïdienne.

Les fractures spiroïdes de la diaphyse humérale sont liées à des contraintes en torsion lors de manœuvres de rotation externe forcée. Une perforation corticale lors de la préparation diaphysaire peut également être à l'origine de la fracture.

Les fractures peropératoires se traitent par cerclage ou utilisation de tiges longues de reprises. Les cerclages sont privilégiés pour les fractures proximales, les fractures sous la tige sont traitées par tiges longues de reprise, la prothèse devant dépasser la fracture d'une distance au moins égale à deux fois le diamètre diaphysaire [18].

En cas de fracture glénoïdienne ou de fracture scapulaire à proximité de la glène, l'apport d'une greffe osseuse ou d'une glène avec une quille de reconstruction peut être nécessaire.

Fractures postopératoires

Les traitements sont non opératoires (orthèse externe de type Sarmiento) ou opératoires (ostéosynthèse ou prothèses de

reconstruction) fonction de la topographie fracturaire, du terrain et de l'existence d'un descellement de la tige. L'utilisation de plaques spéciales, par exemple à fixation par câble, peut être utile [19, 20]. Kumar et al. [21] ont étudié une série de 16 fractures périprothétiques et proposent une classification en trois types des fractures survenant à l'extrémité de la tige humérale : le type A s'étend proximale, le type B est sans extension et le type C intéresse la diaphyse distale. Il ne semble pas exister d'indication chirurgicale impérative pour les types A et C. En revanche, les fractures de type B déplacées et mal alignées ou présentant un retard de consolidation à 3 mois doivent bénéficier d'une ostéosynthèse.

Ce n'est qu'en cas d'instabilité prothétique ou de fracture sur une tige descellée qu'il faut recourir à la révision de la tige humérale par une tige longue qui doit s'étendre au-delà du foyer de fracture sur une distance d'au moins 2 à 3 diamètres corticaux [17].

■ Infections

Selon Coste et al. [22] la fréquence des infections prothétiques sur une série multicentrique de plus de 2 300 cas est de 1,8 % pour les arthroplasties primaires et de 4 % dans les révisions. Le traitement par antibiothérapie et simple débridement est souvent inefficace. En cas d'infection aiguë, ces auteurs préconisent la révision immédiate avec excision de tous les tissus infectés et changement de prothèse accompagné d'une antibiothérapie appropriée, ce qui dans leur série de 49 épaules infectées procura les meilleurs résultats. En cas d'infection chronique une révision en deux temps est préférée.

Le délai prolongé entre le diagnostic de l'infection et l'acte chirurgical et une antibiothérapie inappropriée semble être la cause d'une infection persistante dans 29 % des cas.

Une série plus récente de 10 cas d'arthroplastie de résection pour infection publiée par l'un des co-auteurs [23] confirme que le diagnostic précoce de l'infection est le paramètre pronostique le plus important en ce qui concerne le résultat clinique et les options chirurgicales [23]. Le résultat fonctionnel après arthroplastie de résection est généralement très modeste et doit être réservé à des patients présentant une demande fonctionnelle réduite.

■ Atteinte nerveuse

Elle affecte préférentiellement le nerf axillaire, plus rarement le plexus brachial. Elle résulte fréquemment d'un étirement nerveux lors des manœuvres de luxation-réduction lors de l'intervention. La plupart des atteintes axillaires sont heureusement résolues. Le dysfonctionnement du muscle deltoïde est une complication redoutable secondaire soit à une atteinte du nerf axillaire soit à une désinsertion deltoïdienne (après les voies supérieures).

■ Technique de révision de prothèse totale

Nous décrivons ici plusieurs cas de figures.

Hémiarthroplastie présentant des douleurs importantes suite à une usure glénoïdienne à coiffe continue

En cas de « glénoïdite » il faut totaliser l'implant, ce qui se fait théoriquement assez aisément s'il s'agit ici d'une prothèse modulaire. Pourtant ces « glénoïdites » peuvent s'accompagner d'une usure symétrique ou asymétrique compliquant la mise en place de l'implant glénoïdien et nécessitant un fraisage adapté, mais le stock osseux est parfois déficitaire. Un examen tomodensitométrique préalable est indispensable pour juger de cette usure et de l'état de la coiffe. La reprise se fait par voie deltopectorale classique. L'on détache le subscapulaire et probablement devra-t-on faire une plastie d'allongement de ce muscle.

Nous retenons ici les propositions de Mansat [8] concernant cet allongement : en cas de reprise mieux vaut désinsérer le subscapulaire à son insertion sur le trochin ; si la rotation latérale n'est que de 10 à 15° on peut alors le réinsérer sur la tranche d'ostéotomie du col de l'humérus ; si la rotation externe est limitée ou absente, une libération complète jusqu'au col de l'omoplate doit être entreprise avec réinsertion finale également sur la tranche d'ostéotomie ; enfin une plastie d'allongement en « Z », incluant le plan capsulaire permet un gain d'environ 20° pour chaque centimètre d'allongement.

Une fois l'épaule luxée, la calotte humérale est enlevée, puis on procède à la mise en place d'une cupule glénoïdienne livrée par le même fabricant, comme s'il s'agissait d'une épaule de première intention (cf. article n° 44-289 de l'EMC [8]).

Hémiarthroplastie douloureuse avec coiffe rompue irréparable

Le résultat clinique d'une hémiarthroplastie peut se voir altéré par une rupture secondaire massive de la coiffe des rotateurs aboutissant à une instabilité supérieure ou antérosupérieure de la prothèse.

Si l'arthroplastie inversée reste la solution la plus logique à ce problème, l'âge du patient peut interférer sur le choix prothétique et faire préférer un implant huméral simple comportant une extension céphalique afin de lutter contre le conflit acromiotubérositaire parfois responsable de la symptomatologie douloureuse. Cette dernière hypothèse reste toutefois exceptionnelle car l'instabilité supérieure s'accompagne fréquemment d'une composante antérieure non corrigée par une tige humérale simple quelle que soit la forme de la calotte céphalique. Il faut alors privilégier la prothèse inversée dont les nombreux modèles existant sur le marché permettent d'affronter toutes les situations. Lors de l'ablation de la tige humérale, il faut veiller à disposer de tout l'ancillaire avec tiges longues car les cas de fractures ne sont pas rares. La voie d'abord choisie est généralement la voie deltopectorale puis celle-ci permet une extension possible en antérolatérale et sur pratiquement tout l'humérus, (cf. article n° 44-300 de l'EMC [24]).

Une fois le subscapulaire détaché de son insertion, les reliquats de supraépineux peuvent être largement excisés, ce qui permet de luxer la prothèse.

Après avoir enlevé la calotte humérale s'il s'agit d'une prothèse modulaire, la partie proximale est libérée de tout recouvrement fibreux et granulomateux afin de pouvoir passer un ciseau frappé entre la corticale osseuse et le ciment et décoller ainsi la partie supérieure de la prothèse. En s'aidant alors d'un extracteur spécifique (s'il existe et est à disposition) ou en saisissant le cône morse de la prothèse avec une pince vis-grippe, on tente alors de desceller la prothèse en frappant du bas vers le haut en espérant ne pas produire une fracture de l'humérus. Si la résistance est trop forte, l'on peut éventuellement, comme pour le fémur, réaliser un volet au niveau de l'humérus proximal afin de pouvoir fragmenter le ciment plus facilement et extraire la prothèse de cette façon [16] (Fig. 5).

Dans tous les cas, le risque fracturaire peut être prévenu par le serrage d'un davier sur la diaphyse humérale lors des manœuvres d'extraction prothétique.

Voilà pourquoi la voie deltopectorale étendue est intéressante en veillant surtout à ne pas désinsérer le deltoïde dans ces cas-là.

La prothèse inversée à tige longue peut être implantée sans ciment si les qualités ostéogéniques de l'os porteur paraissent suffisantes. La plupart du temps, le médiocre support osseux et le manque de stabilité primaire de l'implant imposent le scellement de la tige. En cas de fracture du fût huméral il faut procéder de la même façon et essayer de cimenter une tige longue dans la partie distale tout en gardant les autres fragments osseux libres autour de la partie métaphysaire et fixés avec des cerclages métalliques ou du gros fil de nylon (Fig. 6).

Du côté glénoïdien on met en place un implant prothétique sphérique du type choisi (cf. article n° 44-294 de l'EMC [25]). Enfin, grâce à des inserts de différentes épaisseurs, ainsi qu'à l'aide de rehausseurs huméraux, il faut obtenir une bonne

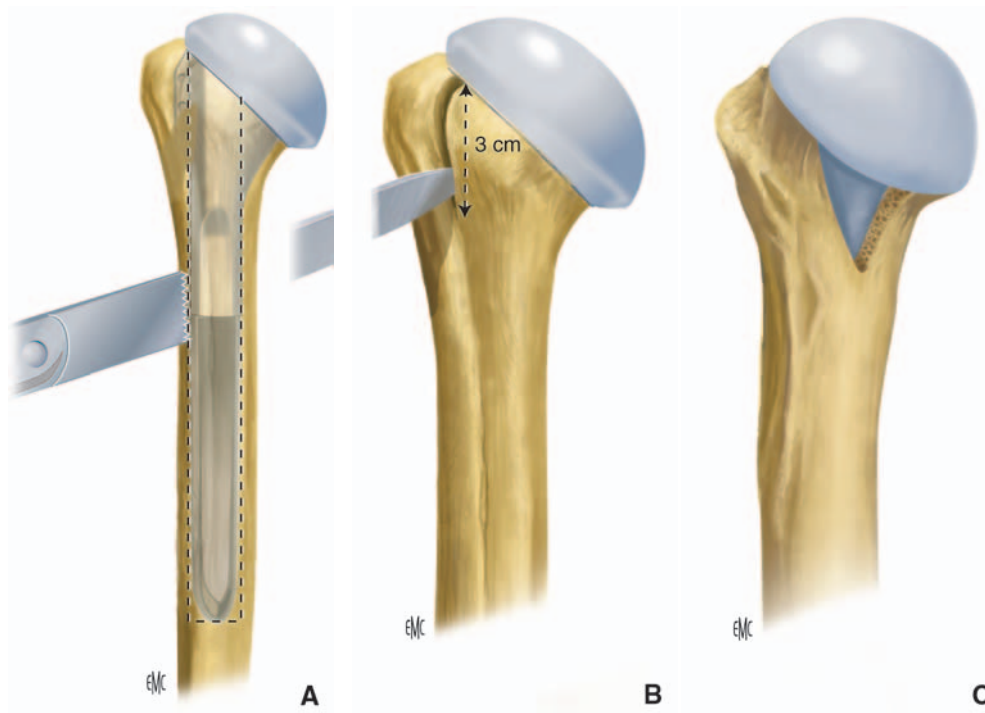


Figure 5. Différentes approches pour enlever la tige humérale cimentée ou non.

A. Volet osseux englobant l'insertion du grand pectoral et d'une petite partie antérieure de l'insertion deltoïdienne (tige cimentée).

B. Ostéotomie au ciseau frappé le long de la gouttière bicipitale ou éventuellement un peu plus médial sur environ 3 cm (tige non cimentée à surface adhérente au niveau épiphysaire).

C. Fenêtre médiale.



Figure 6. Fracture proximale de l'humérus peropératoire suite à l'ablation d'une hémiarthroplastie avec coiffe rompue, traitée par prothèse inversée à longue tige, cimentée dans sa partie distale tout en englobant la partie proximale de la tige avec les fragments osseux fixés par cerclages.

stabilité de l'implant. Il faut noter qu'une prothèse inversée ne nécessite pas forcément de rétroversion et peut se poser en version neutre. Après la mise en place définitive de l'implant, il faut veiller à réinsérer le subscapulaire en rotation neutre en procédant éventuellement à une plastie d'allongement en « Z » [8].

Comme nous l'avons déjà dit, certaines prothèses sur le marché sont modulaires et offrent la possibilité de convertir une prothèse anatomique en une inversée sans devoir changer la tige qui peut elle-même recevoir une cupule humérale concave

moyennant éventuellement un rehausseur, afin de valgisier cette cupule humérale (Fig. 7).

Une autre possibilité consiste à monter sur un cône morse existant un implant inversé sur mesure mais ceci ne peut se faire qu'à la demande expresse du chirurgien, puisque cet implant n'a pas de marquage CE et toute responsabilité de ce type d'acte chirurgical repose sur le chirurgien (Fig. 8).

Descellement du composant glénoïdien d'une PTE

Le CT-scan préopératoire est indispensable afin d'évaluer le stock osseux glénoïdien avant d'entreprendre le rescelllement prothétique.

L'abord se fait généralement par voie deltopectoriale puisque celle-ci donne un meilleur jour sur la glène.

Si une autre voie d'abord a été préférée lors de l'intervention initiale elle peut être reprise sous réserve qu'elle permette la révision humérale.

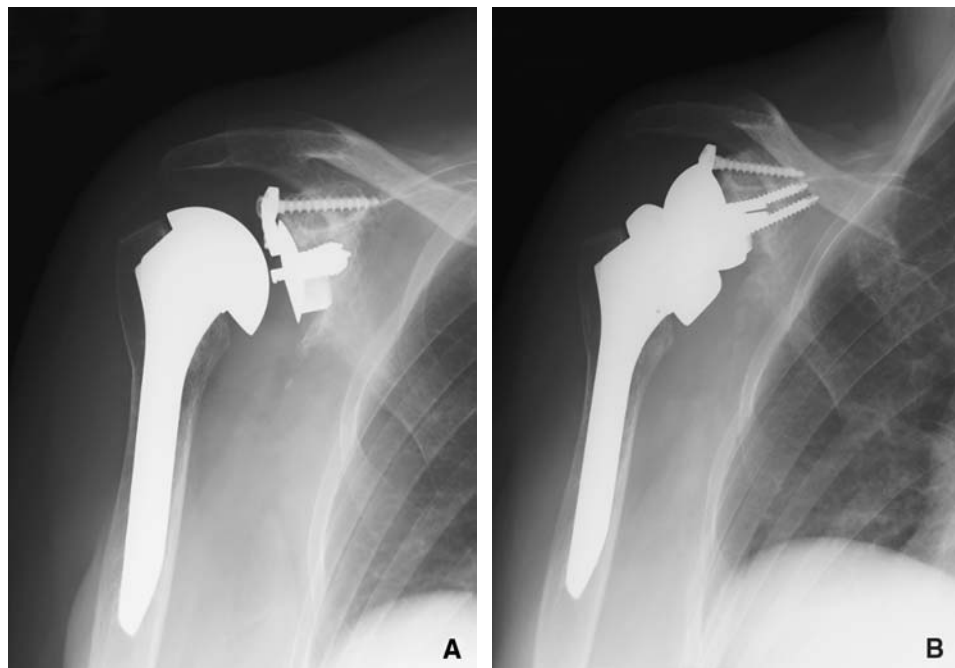
Après détachement du subscapulaire, généralement par ostéotomie ou déperiochage sur la tubérosité mineure, on veille surtout à bien libérer le récessus articulaire inférieur afin d'éviter une fracture diaphysaire lors de la rotation latérale et luxation de l'épaule. L'intervalle des rotateurs est également incisé en haut de façon à mieux contrôler cette manœuvre alors que le muscle subscapulaire est récliné et disséqué médialement.

Dans les révisions par voie deltopectoriale il nous paraît important de repérer le nerf axillaire afin de le protéger. Une fois la calotte humérale dégagée, celle-ci peut être décoaptée de son cône morse, soit à l'aide d'un outil biseauté disponible dans l'ancillaire, soit à l'aide d'un ciseau frappé.

L'on découvre ainsi le composant glénoïdien descellé que l'on peut ôter généralement assez facilement. C'est alors seulement que l'on découvre les dégâts dans l'os glénoïdien. Il faut cureter agressivement tous les tissus fibreux et granulomateux recouvrant la surface glénoïdienne restante.

À partir de là, plusieurs cas de figures sont envisageables :

- soit il est envisagé de ne pas réaliser un nouveau resurfaçage glénoïdien auquel cas les lacunes osseuses sont comblées par de l'os autologue ou par des allogreffes, puis une tête humérale prothétique de taille supérieure est privilégiée afin d'optimiser la stabilité de l'implant ;
- soit il est décidé de remettre en place un composant glénoïdien en un temps ou en deux temps. Lorsqu'il n'y a pas d'infection et que le defect osseux glénoïdien est relativement

**Figure 7.**

A. Prothèse anatomique de type Duocentric® avec coiffe insuffisante et descellement du support glénoïdien.

B. Révision de la prothèse vers un modèle inversé (cupule humérale sur rehausseur modifiant l'inclinaison) sans devoir enlever la tige, grâce à la modularité.



Figure 8. Exemple d'un implant sur mesure (cupule humérale) monté sur une tige avec cône morse cimentée de type Global Fx® posée lors de la première intervention, et articulant avec un implant de type Duocentric® inversé de seconde génération.

minime, des greffons de crêtes iliaques corticospongieux ou des allogreffes de têtes fémorales vont convenir pour restaurer un bon support osseux glénoïdien sur lequel un nouveau composant de préférence à plots peut être cimenté. On peut éventuellement s'aider de PRP (plasma riche en plaquettes) contenant des facteurs de croissance comme déjà décrit par Peidro et al. [26].

Lorsque le defect central est profond et cavitaire, une reconstruction en deux temps peut s'imposer. On procède de la même manière que dans le cas précédent et on réalise le deuxième temps quelques mois plus tard, après consolidation osseuse, pour éventuellement, si des douleurs persistent, poser un nouveau composant glénoïdien [27].

En cas de defect osseux glénoïdien très important à combler avec une autogreffe iliaque massive, il est peut-être préférable d'utiliser une voie d'abord postéro-latérale comme décrite par

Gagey [28] pour ses prothèses de première intention et même un double abord pourrait être envisagé dans certains cas [29].

Prothèse infectée

Il peut s'agir d'une infection aiguë en postopératoire immédiat, auquel cas nous préconisons un traitement agressif consistant en un débridement et un lavage dans un premier temps, puis une antibiothérapie dirigée en intraveineux pendant au moins 2 semaines et prolongé pendant au moins 6 semaines en postopératoire jusqu'à disparition complète de tout signe d'infection y compris normalisation des paramètres infectieux comme la vitesse de sédimentation et la CRP.

En cas d'infection chronique ou d'infection hémotogène secondaire, il faut prévoir une révision en deux temps.

Dans un premier temps on procède à l'ablation de la prothèse comme décrit ci-dessus et de préférence par une voie deltopectorale, sauf s'il s'agit d'une prothèse inversée posée par voie antérosupérieure. L'on procède à un curetage et lavage de tout débris, puis l'on fabrique sur mesure un espaceur en ciment acrylique (Fig. 9) contenant de la gentamicine et éventuellement mixé avec un autre antibiotique, comme par exemple la vancomycine (2 g pour 40 g de ciment) en fonction de l'antibiogramme [30].

Pas avant 6 semaines et après normalisation de tous les paramètres infectieux, l'on procède au deuxième temps de la révision tout en étant prêt à affronter tout les cas de figures, c'est-à-dire en ayant à disposition des tiges de différentes mesures et longueurs, une prothèse inversée avec également toutes les configurations possibles ainsi même que des composants de révision pour platines glénoïdiennes de type inversé, actuellement disponibles sur le marché.

Résultats des révisions de prothèses

Depuis l'article de Neer [31] en 1982 concernant une série de 40 révisions de prothèses d'épaules (34 converties en prothèse d'épaule totale, une en modèle inversé contraint et les cinq autres traitées par simple ablation de la prothèse) où celui-ci concluait qu'il valait mieux une bonne arthroplastie initiale puisque le résultat fonctionnel des révisions était souvent influencé par la qualité musculaire, la perte osseuse et les cicatrices, plusieurs auteurs n'ont pu que confirmer ces conclusions. Cofield et Edgerton [32] en 1990 déclaraient que dans les hémiarthroplasties douloureuses, la conversion vers une prothèse totale donnait un bon résultat sur la douleur et que le



Figure 9. Radiographie d'un espaceur de ciment acrylique contenant de la gentamicine fabriqué en salle d'opération après ablation d'une prothèse inversée infectée.

descellement glénoïdien pouvait se traiter par révision du composant à condition qu'il n'y ait pas de grosse déficience osseuse, mais qu'en cas d'instabilité la réparation des tissus mous donnait des résultats aléatoires, tout comme la réparation des ruptures de coiffe d'ailleurs.

D'après Petersen et Hawkins [33] en 1998, le succès de la révision d'arthroplastie d'épaule était souvent imprévisible avec 60 % de révisions procurant un résultat satisfaisant sur la douleur et la restauration de la force.

Ce n'est que ces 10 dernières années que plusieurs articles plus ciblés d'après le type de révision ont été publiés.

En 2004 Carroll et al. [34] ont évalué les résultats d'une série de conversions d'hémiarthroplasties douloureuses en prothèse totale avec un recul moyen de 5,5 ans. Il s'agissait d'une série de 16 cas, mais le pourcentage de 47 % de résultats non satisfaisants faisait conclure aux auteurs qu'il s'agissait d'une chirurgie de sauvetage dont les résultats étaient nettement inférieurs à ceux d'une arthroplastie primaire.

Concernant l'instabilité, Sanchez-Sotelo et al. [9] nous confirmaient que sur une série de 33 épaules instables (7 hémiarthroplasties et 26 prothèses totales) dont 32 avaient subi uniquement un geste sur les tissus mous, moins de la moitié obtenaient une épaule stable malgré dans certains cas plusieurs essais de révision. Le traitement d'une prothèse instable par un geste isolé sur les parties molles périarticulaires donne un résultat décevant.

Descellement glénoïdien : Antuna en 2001 [35] rapporte une série de révisions d'implants glénoïdiens pour descellement divisé en deux groupes, l'un traité par greffe des lacunes osseuses sans implantation de nouveaux composants glénoïdiens, l'autre avec implantation d'une glène prothétique. Si l'amélioration de la douleur et de la mobilité était significative dans les deux groupes, les patients avec une nouvelle glène étaient nettement plus satisfaits du point de vue de la douleur que ceux sans implant glénoïdien. L'étude multicentrique française de 2004 par Neyton et al. [36] confirme que la simple dépose de l'implant donne des résultats relativement médiocres mais que la réimplantation d'un composant glénoïdien ne peut être réalisée en un temps que si le stock osseux est suffisant. Ces auteurs conseillent en cas de nécessité d'implantation de greffes osseuses, soit de le faire en deux temps, soit d'employer un implant glénoïdien vissé. La probabilité d'un meilleur résultat grâce à une prothèse inversée est également évoquée dans cet article.

Pendant la conférence internationale d'arthroplastie d'épaule à Paris en avril 2005 il a surtout été question de révisions de prothèses d'épaule par prothèses inversées [37].

Resh nous apprenait que les révisions humérales donnaient de bons résultats si le problème était lié à l'implant, en revanche, s'il était lié à un problème osseux et notamment de fusion des tubérosités ou à un problème de coiffe, les révisions donnaient un mauvais résultat sauf avec les prothèses inversées.

Gerber observait un gain de 35 % sur le score de Constant après implantation d'une prothèse inversée pour révision et de 80 % de satisfaction subjective, mais d'autres orateurs comme Jouve, Valenti, Willems, et Göhlke tout en confirmant l'amélioration du score de Constant, signalèrent des complications importantes aussi bien peropératoires que postopératoires de ce type de chirurgie avec un taux de complications allant de 28 % à plus de 50 % dans les séries présentées.

Nous pouvons donc conclure comme Dines et al. [38] que les résultats de ces révisions sont fonction de l'indication et du type de geste proposé. Pourtant s'il faut en croire Chin et al. en 2006 [39], à la révision de 431 cas de prothèse totale d'épaule à la Mayo-Clinic, 12 % de complications furent notées (7,4 % de complications majeures) mais seulement 17 prothèses auraient nécessité une réintervention. D'après ces auteurs le taux de complications après arthroplastie d'épaule serait à la baisse dans leur institution.

Quant aux résultats de reprises pour infection prothétique, il s'avère que souvent plusieurs réinterventions sont nécessaires pour en venir à bout et une étude de Topolski [40] nous informe qu'il n'existe aucun bon moyen de déterminer ni en préopératoire ni en peropératoire si nous allons pouvoir guérir une infection. Cela est confirmé par Maynou en 2006 [23] pour qui la révision en deux temps doit être privilégiée bien que l'on soit parfois contraint de pratiquer une arthroplastie de résection dont les résultats fonctionnels demeurent médiocres.



■ Références

- [1] Bohsali KI, Wirth MA, Rockwood Jr. CA. Complications of total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2006;**88**:2279-92.
- [2] Franklin JL, Barrett WP, Jackins SE, Matsen 3rd FA. Glenoid loosening in total shoulder arthroplasty. Association with rotator cuff deficiency. *J Arthroplasty* 1988;**3**:39-46.
- [3] Maynou C, Petroff E, Mestdagh H, Dubois HH, Lerue O. Clinical and radiologic outcome of humeral implants in shoulder arthroplasty. *Acta Orthop Belg* 1999;**65**:57-64.
- [4] Barth JR, Burkhart SS. Arthroscopic capsular release after hemiarthroplasty of the shoulder for fracture: a new treatment paradigm. *Arthroscopy* 2005;**21**:1150.
- [5] Hersch JC, Dines DM. Arthroscopy for failed shoulder arthroplasty. *Arthroscopy* 2000;**16**:606-12.
- [6] Cleeman E, Brunelli M, Gothelf T, Hayes P, Flatow EL. Releases of subscapularis contracture: an anatomic and clinical study. *J Shoulder Elbow Surg* 2003;**12**:231-6.
- [7] Moeckel BH, Altchek DW, Warren RF, Wickiewicz TL, Dines DM. Instability of the shoulder after arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1993;**75**:492-7.
- [8] Mansat P, Mansat M. Prothèse totale d'épaule. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-289, 2001 : 17p.
- [9] Sanchez-Sotelo J, Sperling JW, Rowland CM, Cofield RH. Instability after shoulder arthroplasty: results of surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**:622-31.
- [10] Warren RF, Coleman SH, Dines JS. Instability after arthroplasty: the shoulder. *J Arthroplasty* 2002;**17**(4suppl1):28-31.
- [11] Molé D, Walch G. Traitement chirurgical des instabilités de l'épaule. Articulation glénohumérale. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-265, 1993 : 19p.
- [12] Walch G, Edwards TB, Boulahia A, Boileau P, Mole D, Adeleine P. The influence of glenohumeral prosthetic mismatch on glenoid radiolucent lines: results of a multicenter study. *J Bone Joint Surg Am* 2002;**84**:2186-91.

- [13] Smith KL, Matsen FA. Total shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty. Current trends. *Orthop Clin North Am* 1998;**29**: 491-506.
- [14] Boileau P, Avidor C, Krishnan SG, Walch G, Kempf JF, Mole D. Cemented polyethylene versus uncemented metal-backed glenoid components in total shoulder arthroplasty: a prospective, double-blind, randomized study. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;**11**:351-9.
- [15] Wirth MA, Agrawal CM, Mabrey JD, Dean DD, Blanchard CR, Miller MA, et al. Isolation and characterization of polyethylene wear debris associated with osteolysis following total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1999;**81**:29-37.
- [16] Sperling JW, Cofield RH. Humeral windows in revision shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;**14**:258-63.
- [17] McDonough EB, Crosby LA. Periprosthetic fractures of the humerus. *Am J Orthop* 2005;**34**:586-91.
- [18] Wirth MA, Rockwood Jr. CA. Complications of total shoulder-replacement arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1996;**78**:603-16.
- [19] Christoforakis JJ, Sadiq S, Evans MJ. Use of a Dall-Miles plate and cables for the fixation of a periprosthetic humeral fracture. *Acta Orthop Belg* 2003;**69**:562-5.
- [20] Lill H, Hepp P, Rose T, Korner J, Josten C. Mennen clamp-on plate fixation of periprosthetic fractures of the humerus after shoulder arthroplasty--a report on 3 patients. *Acta Orthop Scand* 2004;**75**:772-4.
- [21] Kumar S, Sperling JW, Haidukewych GH, Cofield RH. Periprosthetic humeral fractures after shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2004;**86**:680-9.
- [22] Coste JS, Reig S, Trojani C, Berg M, Walch G, Boileau P. The management of infection in arthroplasty of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 2004;**86**:65-9.
- [23] Maynou C, Menager S, Senneville E, Bocquet D, Mestdag H. Clinical results of resection arthroplasty for infected shoulder arthroplasty. *Rev Chir Orthop* 2006;**92**:567-74.
- [24] Bonnevalle P. Chirurgie de la diaphyse humérale : voies d'abord, techniques opératoires. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-300, 1998 : 12p.
- [25] Handelberg F-W-J. Prothèse inversée d'épaule. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-294, 2007.
- [26] Peidro L, Segur JM, Poggio D, de Retana PF. Use of freeze-dried bone allograft with platelet-derived growth factor for revision of a glenoid component. *J Bone Joint Surg Br* 2006;**88**:1228-31.
- [27] Phipatanakul WP, Norris TR. Treatment of glenoid loosening and bone loss due to osteolysis with glenoid bone grafting. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;**15**:84-7.
- [28] Gagey O, Spraul JM, Vinh TS. Posterolateral approach of the shoulder: assessment of 50 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;**10**:47-51.
- [29] Neyton L, Walch G, Nove-Josserand L, Edwards TB. Glenoid corticocancellous bone grafting after glenoid component removal in the treatment of glenoid loosening. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;**15**: 173-9.
- [30] Frommelt L. Gentamicin release from PMMA cement: Mechanism and action on bacteria. In: *Bone cements and cementing technique*. Berlin: Springer-Verlag; 2001. p. 119-25.
- [31] Neer 2nd CS, Kirby RM. Revision of humeral head and total shoulder arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 1982;**170**:189-95.
- [32] Cofield RH, Edgerton BC. Total shoulder arthroplasty: complications and revision surgery. *Instr Course Lect* 1990;**39**:449-62.
- [33] Petersen SA, Hawkins RJ. Revision of failed total shoulder arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 1998;**29**:519-33.
- [34] Carroll RM, Izquierdo R, Vazquez M, Blaine TA, Levine WN, Bigliani LU. Conversion of painful hemiarthroplasty to total shoulder arthroplasty: long-term results. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;**13**: 599-603.
- [35] Antuna SA, Sperling JW, Cofield RH, Rowland CM. Glenoid revision surgery after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;**10**:217-24.
- [36] Neyton L, Sirveaux F, Roche O, Mole D, Boileau P, Walch G. Results of revision surgery for glenoid loosening: a multicentric series of 37 shoulder prosthesis. *Rev Chir Orthop* 2004;**90**:111-21.
- [37] Gazielly D. Proceedings of the 3rd International Conference on Shoulder Surgery. CD-Rom, Paris, 2005.
- [38] Dines JS, Fealy S, Strauss EJ, Allen A, Craig EV, Warren RF, et al. Outcomes analysis of revision total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Am* 2006;**88**:1494-500.
- [39] Chin PY, Sperling JW, Cofield RH, Schleck C. Complications of total shoulder arthroplasty: are they fewer or different? *J Shoulder Elbow Surg* 2006;**15**:19-22.
- [40] Topolski MS, Chin PY, Sperling JW, Cofield RH. Revision shoulder arthroplasty with positive intraoperative cultures: the value of preoperative studies and intraoperative histology. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;**15**:402-6.

F. Handelberg, Chef de l'unité de pathologie de l'épaule et de traumatologie sportive (Frank.Handelberg@UZBrussel.be).
Service d'orthopédie et de traumatologie, Universitair Ziekenhuis Brussel, avenue du Laerbeek, 101, B 1090 Bruxelles, Belgique.

C. Maynou, Chef du service de chirurgie orthopédique A.
Hôpital Salengro, CHRU de Lille, 2, avenue Oscar-Lambret, 59037 Lille cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Handelberg F., Maynou C. Révision de prothèse d'épaule. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-292, 2008.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Surélévation congénitale de la scapula

JP Damsin

Résumé. – La surélévation congénitale de la scapula, ou déformation de Sprengel, est une malformation rare de la ceinture scapulaire dont l'étiologie et la pathogénie sont encore mal connues. Le défaut de position de la scapula se complète de modifications anatomiques de la scapula, d'anomalies musculaires et vertébrales, qui en font une malformation régionale. L'os omovertébral, présent dans 20 à 50 % des cas selon les auteurs, s'étend du bord médial ou de l'angle supéromédial de la scapula à l'arc postérieur d'une vertèbre cervicale. Le retentissement fonctionnel est souvent peu important et se résume à une limitation de l'abduction et de la rotation externe de l'épaule. Le traitement chirurgical est discuté en fonction de la gêne esthétique et du handicap fonctionnel.

Les gestes thérapeutiques portent sur les parties molles, sur l'os ou sur les deux. La résection de l'os omovertébral, quand il existe, est le point commun à toutes les interventions. La technique de Woodward permet un abaissement de la scapula par libération des insertions d'origine des muscles se fixant sur le bord médial de la scapula.

La technique de Green associe une libération des muscles insérés sur le bord supérieur et médial de la scapula à une résection de la partie supraépineuse de la scapula. Les interventions osseuses ont pour objectif une résection plus ou moins importante portant sur la partie médiale ou l'angle supéromédial de la scapula.

© 2003 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : déformation de Sprengel, surélévation de la scapula, os omovertébral, résection partielle de la scapula, intervention de Woodward, intervention de Green.

Introduction

La surélévation congénitale de la scapula (SCS), ou déformation de Sprengel, est une malformation rare. Elle s'associe souvent à d'autres anomalies régionales qui expliquent les difficultés d'une correction chirurgicale anatomique, ainsi que la déception de certains patients et familles devant l'insuffisance des résultats sur le plan esthétique.

La scapula est hypoplasique, son angle supéromédial déformé. La fosse supraépineuse est élargie, basculée sur la partie supérieure de la paroi thoracique. L'os omovertébral, présent dans 20 à 50 % des cas selon les auteurs, s'étend du bord médial ou de l'angle supéromédial de la scapula à l'arc postérieur d'une vertèbre cervicale (entre C4 et C7). Il peut être osseux, cartilagineux ou remplacé par une bandelette fibreuse. Les anomalies musculaires sont fréquentes. L'existence de malformations vertébrales cervicothoraciques supérieures, entrant dans le cadre d'un syndrome de Klippel-Feil, d'anomalies costales, explique les impossibilités d'un abaissement complet de la scapula chez certains patients.

L'indication d'un traitement chirurgical doit être posée en fonction de l'évaluation du handicap fonctionnel et du préjudice esthétique. Le retentissement fonctionnel se traduit par une limitation de l'élévation et de la rotation externe de l'épaule (fig 1). L'importance de la surélévation est évaluée à partir des classifications de Cavendish et de Rigault et Pouliquen^[6].

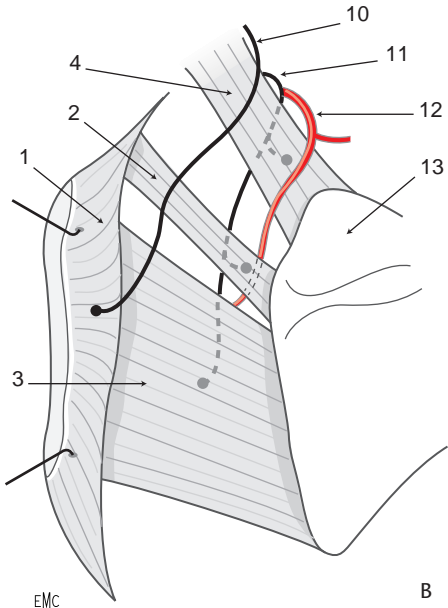
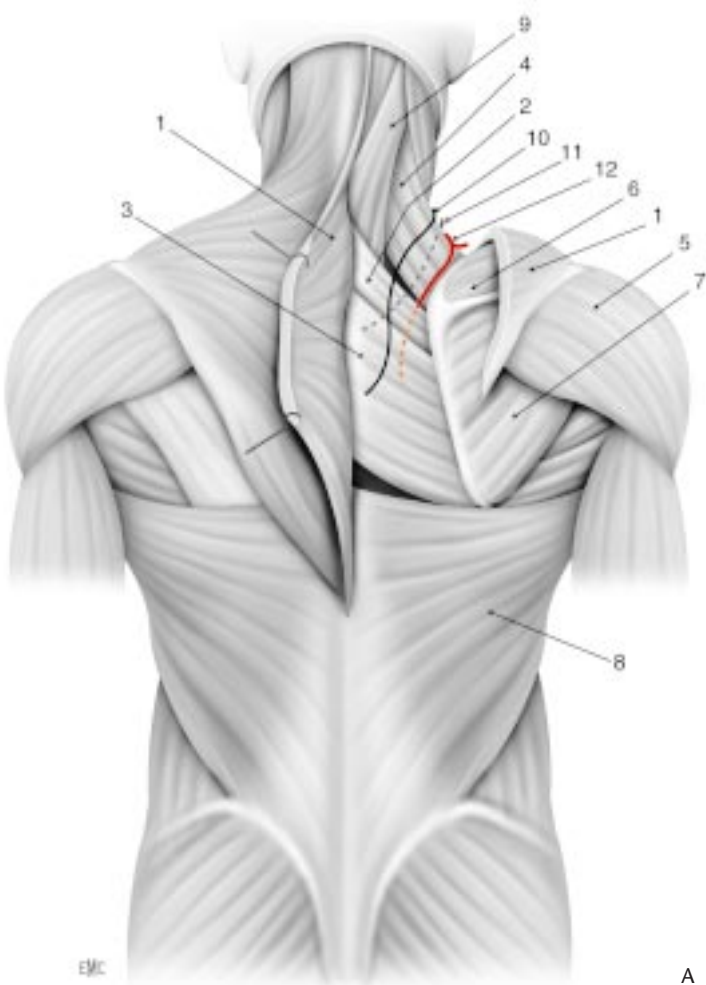


1 Limitation de l'élévation de l'épaule.

Le traitement a pour but, soit de corriger le désordre esthétique, soit d'améliorer la fonction en permettant un mouvement d'élévation de l'épaule plus ample.

Les techniques chirurgicales permettant le traitement des SCS peuvent être regroupées sous deux chapitres : les interventions portant sur les parties molles et les interventions osseuses,

Jean-Paul Damsin : Professeur des Universités, praticien hospitalier. Hôpital Armand Trousseau, 26, avenue du Docteur Arnold Netter, 75012 Paris, France.



2 (A, B). Anatomie de la région scapulothoracique postérieure. 1. Muscle trapèze ; 2. m. petit rhomboïde ; 3. m. grand rhomboïde ; 4. m. élévateur de la scapula ; 5. m. deltoïde ; 6. m. supraépineux ; 7. m. infraépineux ; 8. m. grand dorsal ; 9. m. splénius de la tête ; 10. nerf spinal ; 11. nerf dorsal de la scapula ; 12. artère cervicale transverse ; 13. scapula.

ostéotomies ou résections partielles de la scapula. Elles ont chacune leurs indications et peuvent s’associer pour assurer un meilleur résultat.

Classifications

CLASSIFICATION DE CAVENDISH

- Grade I : épaule horizontale, malformation non visible chez un enfant habillé.
- Grade II : épaule horizontale, saillie discrète de l’angle supéromédial de la scapula à la base de la nuque.
- Grade III : asymétrie des épaules avec une dénivellation de 2 à 5 cm.
- Grade IV : angle supérieur de la scapula en position cervicale et surélévation supérieure à 5 cm.

CLASSIFICATION DE RIGAUT ET POULIQUEN

- Degré I : angle médial de la scapula en dessous de T2 et au-dessus de la transverse de T4.
- Degré II : angle médial de la scapula entre la transverse de C5 et la transverse de T2.
- Degré III : angle médial de la scapula au-dessus de la transverse de C5.

Interventions portant sur les parties molles

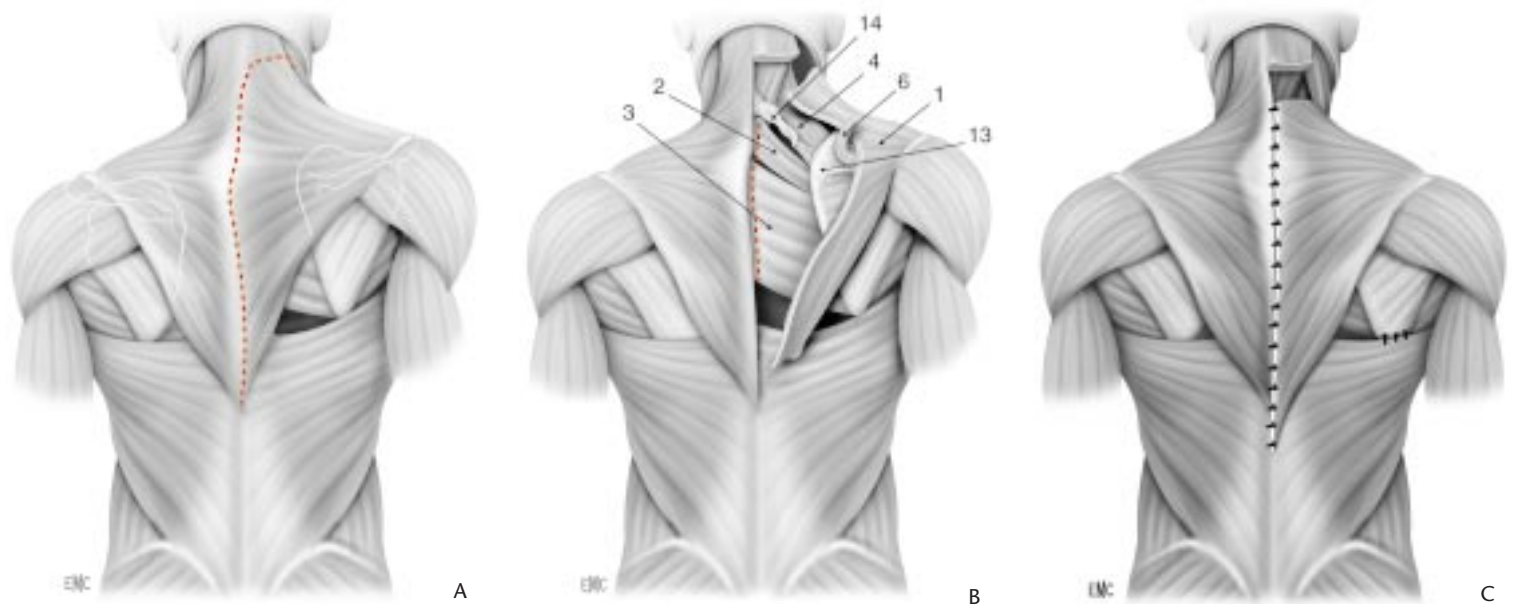
TECHNIQUE DE WOODWARD [2, 7]

Le but est un abaissement de la scapula par libération des insertions d’origine, c’est-à-dire spinales, des muscles se fixant sur le bord médial de la scapula (fig 2A, 2B). L’os omovertebral, s’il existe, est réséqué au cours du même temps opératoire.

Le patient est installé en décubitus ventral, la tête en légère flexion. Le champ opératoire dégage le dos, de la nuque jusqu’aux crêtes iliaques, les deux épaules et la partie haute du bras du côté de la surélévation. Le champ opératoire ainsi réalisé permet de manipuler la ceinture scapulaire et l’épaule pour juger de l’abaissement et du gain d’amplitude articulaire sans faire de faute d’asepsie.

L’incision verticale médiane sur la ligne des épineuses est étendue de C4 à T10 (fig 3A). Le plan sous-cutané est dégagé jusqu’au bord médial de la scapula. Les deux extrémités du trapèze sont repérées, puis celui-ci est détaché avec le petit et le grand rhomboïde de ses attaches sur les épineuses (fig 3B). Le plan musculaire est décollé de la paroi costale. La partie haute du trapèze est sectionnée transversalement en C4 après avoir repéré et protégé le nerf spinal. L’élévateur de la scapula est sectionné de l’angle supéromédial. L’os omovertebral est dégagé de ses adhérences avec le bord ou l’angle supéromédial de la scapula. La dissection se fait en extrapériosté. Woodward propose de procéder à une résection de l’angle supéromédial en extrapériosté lorsque la partie supraépineuse de la scapula est étalée et inclinée sur le sommet de la paroi thoracique (fig 4).

Lors de la libération de l’os omovertebral, la dissection doit être prudente à l’angle supéromédial de la scapula pour ne pas léser l’artère cervicale transverse.



3 Intervention de Woodward.

A. Tracé de l'incision pour libérer le muscle trapèze au niveau de ses insertions vertébrales.

B. Le trapèze récliné en dehors permet de découvrir les rhomboïdes, l'élévateur de la scapula, l'os omovertébral, et les muscles supra- et infraépineux. Le refoulement en extrapériosté du supraépineux permet d'aborder l'angle supéromédial et la fosse

supraépineuse. 1. Muscle trapèze ; 2. m. petit rhomboïde ; 3. m. grand rhomboïde ; 4. m. élévateur de la scapula ; 6. m. supraépineux ; 13. scapula ; 14. os omovertébral. C. Réinsertion du trapèze sur la ligne des épineuses en le décalant de deux à quatre niveaux vers le bas. La pointe de la scapula peut être glissée sous le grand dorsal et fixée à ce dernier.

La scapula est ensuite abaissée. En raison de l'hypoplasie du côté malformé, une mise au même niveau des angles inférieurs des deux scapula correspond à un abaissement exagéré, faisant courir le risque d'une paralysie du plexus brachial. L'abaissement est en moyenne de deux niveaux rachidiens. Il faut contrôler la présence du poulx radial. La pointe de la scapula peut être fixée à une côte ou suturée au grand dorsal (fig 3C). Le patient est immobilisé 4 semaines dans un bandage, le bras collé au corps.

TECHNIQUE DE GREEN [1, 3]

■ Technique princeps

La technique de Green associe une libération des muscles insérés sur le bord supérieur et médial de la scapula à une ablation de l'os omovertébral et une résection de la partie supraépineuse de la scapula.

Le patient est installé en décubitus ventral. La préparation du champ opératoire est identique à celle d'une intervention de Woodward. L'incision cutanée est médiale sur la ligne des épineuses. L'abord arciforme proposé initialement est facteur d'une cicatrisation chéloïde et doit être abandonné pour une incision verticale.

Le trapèze est désinséré de l'épine et refoulé en dedans (fig 5A). L'os omovertébral est réséqué. La fosse supraépineuse est libérée à sa partie médiale en extrapériosté pour permettre la résection de l'angle supéromédial. L'angulaire de la scapula et les muscles rhomboïdes sont détachés de leurs insertions scapulaires. La scapula est abaissée puis maintenue, soit par un fil fixé sur une côte, soit par un fil transcutané fixé secondairement à un corset plâtré et gardé pendant une durée de 5 à 6 semaines. Les rhomboïdes sont refixés à la partie supérieure de la scapula, l'angulaire allongé en « Z » (fig 5B). Le trapèze est réinséré plus en dehors sur l'épine de la scapula. Le bord supérieur du grand dorsal est fixé au bord inférieur du trapèze.

■ Modifications

Des modifications ont été apportées à la technique décrite initialement par Green :

- association d'un temps antérieur avec ostéotomie de la clavicule et section du processus coracoïde pour diminuer le risque de lésion du plexus brachial ;

- section du dentelé antérieur du bord spinal de la scapula et décollement des adhérences de la scapula avec la paroi thoracique ;

- ostéotomie de la scapula en bois vert pour diminuer la convexité de la portion supraépineuse ;

- fixation du pôle inférieur de la scapula dans une poche créée à la face profonde du grand dorsal, évitant le maintien par un fil solidarisé à une côte ou à un corset par un trajet transcutané [4].

Interventions osseuses : ostéotomies et résections partielles de la scapula

De nombreuses techniques ont été publiées. Elles sont toutes basées sur une résection plus ou moins importante de l'angle supéromédial et/ou du bord médial de la scapula, et sur des gestes complémentaires de libération variables suivant les auteurs.

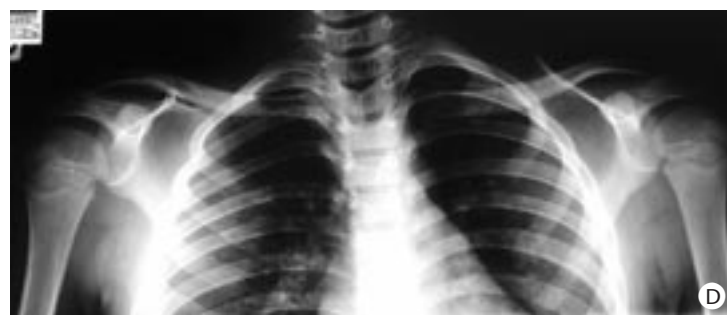
TECHNIQUE DE WILKINSON ET CAMPBELL [8]

L'intervention décrite pour traiter les SCS consiste en une ostéotomie verticale du bord médial de la scapula complétée par une résection des attaches fibreuses et de l'os omovertébral.

L'abord se fait par une incision verticale paramédiane, 2 cm en dehors du bord médial. Le muscle infraépineux est dégagé en extrapériosté et écarté en dehors. Le périoste est ensuite incisé sur toute la hauteur de la scapula, 10 mm en dehors du bord spinal. L'ostéotomie verticale est réalisée, puis le fragment latéral est basculé et abaissé, permettant une réorientation de la scapula. L'os omovertébral est réséqué, les bandes fibreuses sectionnées. Le pôle supéromédial du fragment médial est lui aussi réséqué. Ce procédé améliore la fonction de l'épaule et l'aspect esthétique.

RÉSECTION SOUS-PÉRIOSTÉE DE LA PORTION MÉDIALE DE LA SCAPULA (OPÉRATION DE SCHROCK)

L'incision est angulaire, parallèle à la ligne des épineuses pour sa portion verticale et suivant l'épine pour sa portion horizontale. Le périoste est incisé le long du bord spinal. Les fosses subscapulaire, supra- et infraépineuses sont dégagées en sous-périosté à la rugine. La résection de la scapula débute dans la fosse supraépineuse,



4 Surélévation congénitale de la scapula bilatérale chez un garçon de 7 ans. Présence d'un os omovertébral à gauche. Vue radiographique de face (A) et image scanner avec reconstruction 3D (B). Intervention de Woodward associée à une résection de l'angle de la scapula à droite et résection simple de l'os omovertébral à gauche : aspect clinique (C) et radiographique (D) postopératoire.

emporte la partie médiale de l'épine, le bord spinal jusqu'à l'angle inférieur. C'est la résection de la partie la plus basse de la scapula qui permet de rétablir un mouvement d'élévation-abduction d'amplitude suffisante.

RÉSECTION PARTIELLE DE LA SCAPULA SELON MEARS ^[5]

Cette technique comporte une résection partielle de la scapula associée à une exérèse de l'os omovertébral et à une section de la portion longue du triceps, permettant une amélioration fonctionnelle et cosmétique. Le patient est installé sur le ventre, le champ opératoire incluant les deux épaules. L'incision initialement en « L » inversé, responsable de cicatrice chéloïde, a été abandonnée au profit d'une incision transversale en regard de l'épine. La fosse supraépineuse est dégagée en sous-périosté en libérant l'angulaire de la scapula, le supraépineux et les rhomboïdes (fig 6). Le dentelé antérieur et le sub-scapulaire sont désinsérés. L'os omovertébral est réséqué. La portion longue du triceps est ténotomisée à son origine. Les attaches du petit rond sont détachées de la scapula. La résection à la demande de la portion interne de la scapula est effectuée de haut en bas et de dedans en dehors jusqu'à obtenir une abduction complète sans phénomène d'accrochage sur la paroi costale.

Les muscles sont ensuite refixés les uns aux autres, permettant une reconstruction sous-périostée de la partie médiale de la scapula. La rééducation est débutée dès le lendemain de l'intervention et poursuivie 6 semaines.

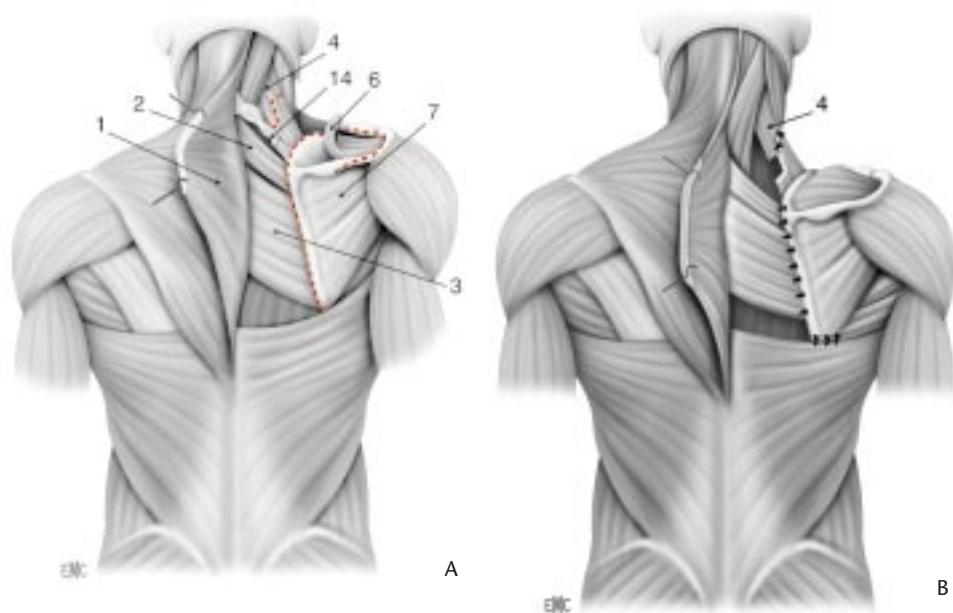
AUTRES RÉSECTIONS

La résection isolée de l'angle supéromédial de la scapula (fig 7) ou l'exérèse simple de l'os omovertébral (fig 8) sont des gestes thérapeutiques simples pouvant améliorer l'aspect morphologique de la région cervicale et dorsale haute.

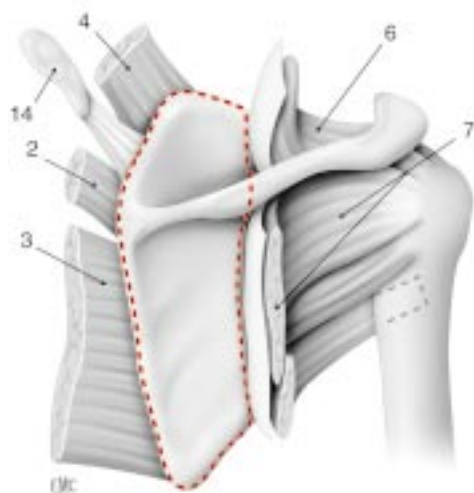
Indications

L'intervention de Woodward et ses variantes sont la base du traitement des SCS. Elles sont le plus souvent utilisées.

Le choix de l'intervention est fonction du but recherché. Vouloir améliorer la fonction et l'esthétique amène à proposer des gestes complets de libération des parties molles associés, suivant les cas, à des résections limitées de la scapula. Lorsque la demande est purement esthétique, des gestes simples de résection du pôle supérieur de la scapula et/ou de l'os omovertébral peuvent suffire.



5 Intervention de Green.
A. Désinsertion du trapèze de ses attaches scapulaires et claviculaires. En pointillé, trajet des incisions pour allonger la terminaison de l'élévateur de la scapula et libérer le bord médial de la scapula. 1. Muscle trapèze ; 2. m. petit rhomboïde ; 3. m. grand rhomboïde ; 4. m. élévateur de la scapula ; 6. m. supraépineux ; 7. m. infraépineux ; 14. os omovertébral.
B. Schéma après abaissement, résection de la partie interne de la fosse supraépineuse, ablation de l'os omovertébral, allongement en L de l'élévateur de la scapula (4), réinsertion haute des rhomboïdes et fixation de la pointe de la scapula.



6 Intervention de Mears : dégagement en sous-périosté des fosses supra- et infraépineuses permettant une résection de la moitié interne de la scapula. L'intervention est complétée par une exérèse de l'os omovertébral et une section du tendon de la portion longue du triceps. 2. Muscle petit rhomboïde ; 3. m. grand rhomboïde ; 4. m. élévateur de la scapula ; 6. m. supraépineux ; 7. m. infraépineux ; 14. os omovertébral.

Les SCS de type I de la classification de Rigault n'entraînent pas de gêne importante, tant sur le plan fonctionnel qu'esthétique. Elles ne nécessitent aucun traitement.

Les SCS de type II doivent être traitées par intervention de Woodward. Si l'ablation de l'os omovertébral ne suffit pas à

améliorer l'aspect esthétique, il faut compléter le geste chirurgical par une résection de l'angle supéromédial de la scapula.

Les indications de traitement chirurgical des SCS de type III doivent être prudentes. Le risque de troubles neurologiques est important. L'association fréquente de malformations vertébrales entraîne des déformations qui ne permettent pas une correction satisfaisante sur le plan esthétique. Il faut, pour ces patients, associer aux gestes de libération des temps osseux de résection ou d'ostéotomie de réorientation de la scapula.

Avant toute décision opératoire, un bilan complet clinique et radiologique s'impose. La découverte d'anomalies à l'examen neurologique doit faire rechercher des malformations de l'axe médullaire, recherche d'autant plus indispensable que le bilan radiographique montre des malformations vertébrales. L'imagerie par résonance magnétique nucléaire, médullaire voire cérébrale, est l'examen de choix pour dresser le bilan exact de ces malformations.

L'association SCS et scoliose, souvent malformative, est de mauvais pronostic sur le plan esthétique. En raison de la déviation rachidienne, le résultat cosmétique est souvent décevant.

La présence d'une côte cervicale doit rendre vigilant sur le plan vasculaire. Il faut rechercher l'absence d'anomalies vasculaires en postopératoire, en particulier après un abaissement de la scapula.

Les complications décrites sont nombreuses et parfois graves. Atteintes neurologiques du plexus brachial, hémiplégie, paraplégie ont été rapportées. Un décès peropératoire a été publié. Les patients et leur famille doivent être avertis des risques de cette chirurgie, surtout si elle est proposée pour des raisons purement cosmétiques.

Figures 7, 8 et références ➤



7 Surélévation congénitale de la scapula droite avec malformations vertébrales et costales. Aspect clinique (A) et radiographique (B) à l'âge de 3 ans. Traitement par résection simple de l'angle supéromédial de la scapula à l'âge de 4 ans 6 mois. Aspect clinique (C) et radiographique (D) à l'âge de 6 ans.





8 Surélévation congénitale de la scapula bilatérale chez une petite fille de 6 ans 6 mois. Malformations vertébrales cervicales et présence d'os omovertebral à droite et à gauche. Aspect clinique (A) et radiographique (B) préopératoire. Traitement par simple exérèse des os omovertebraux (C). Aspect clinique à 6 mois postopératoires (D).

Références

- [1] Bellemans M, Lamoureux J. Results of surgical treatment of Sprengel deformity by a modified Green's procedure. *J Pediatr Orthop B* 1999 ; 8 : 194-196
- [2] Carson WG, Lovell WW, Whitesides TE Jr. Congenital elevation of the scapula. Surgical correction by the Woodward procedure. *J Bone Joint Surg Am* 1981 ; 63 : 1199-1207
- [3] Green WT. The surgical correction of congenital elevation of the scapula (Sprengel's deformity). In Proceedings of the American Orthopaedic Association. *J Bone Joint Surg Am* 1957 ; 39 : 1439
- [4] Leibovic SJ, Ehrlich MG, Zaleske DJ. Sprengel deformity. *J Bone Joint Surg Am* 1990 ; 72 : 192-197
- [5] Mears DC. Partial resection of the scapula and a release of the long head of triceps for the management of Sprengel's deformity. *J Pediatr Orthop* 2001 ; 21 : 242-245
- [6] Rigault P, Pouliquen JC, Guyonvarch G, Zujovic J. Surélévation congénitale de l'omoplate chez l'enfant. Étude anatomo-pathologique et thérapeutique à propos de 27 observations. *Rev Chir Orthop* 1976 ; 62 : 5-26
- [7] Tachdjian MO. Pediatric orthopaedics. Philadelphia : WB Saunders, 1990
- [8] Wilkinson JA, Campbell D. Scapular osteotomy for Sprengel's shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 1980 ; 62 : 486-490

Techniques d'arthrodèse de l'épaule

H Asfazadourian
F Teboul
C Oberlin

Résumé. – L'arthrodèse de l'épaule garde encore quelques indications rares dans les séquelles de paralysie plexique, de pertes de substance osseuse ou d'échecs d'arthroplasties. Il s'agit d'un geste important et définitif qui n'autorise qu'un arc de mobilité restreint dans la scapulothoracique, mais permet de retrouver l'indolence et une stabilisation du membre supérieur. La réalisation technique de l'arthrodèse nécessite un bon réglage et un montage stable avec suffisamment de points de fusion pour obtenir la consolidation. Actuellement, on distingue les montages par vissage interne en compression, stabilisés par un fixateur externe, et les synthèses internes par plaque.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : arthrodèse scapulohumérale ou d'épaule, épaule paralytique, paralysie du plexus brachial, destruction articulaire.

Introduction

L'arthrodèse de l'épaule devient une intervention rare, dont les indications diminuent face aux progrès effectués en matière d'arthroplastie de l'épaule, de réparation de la coiffe des rotateurs et des résultats obtenus par la chirurgie nerveuse dans le cadre de l'épaule paralytique périphérique. Néanmoins, il s'agit d'une alternative thérapeutique permettant de stabiliser l'épaule et d'obtenir un gain sur la fonction du membre supérieur dans des indications bien précises de séquelles d'épaule paralytique ou de destruction de l'articulation glénohumérale d'origine arthrosique ou septique. Sa réalisation technique nécessite une bonne compréhension du réglage et des objectifs fonctionnels à atteindre.

L'arthrodèse garde encore des indications dans les épaules ballantes des séquelles de paralysie du plexus brachial, dans les échecs des arthroplasties et dans les destructions post-traumatiques ou infectieuses sévères [7, 11, 15, 20, 45, 55]. Il s'agit d'un geste important et définitif qui n'autorise qu'un arc de mobilité restreint et dont l'indication est posée en connaissance de cause, sur un déficit fonctionnel important et/ou une douleur de l'épaule [3, 40]. L'arthrodèse permet de retrouver l'indolence, stabiliser l'appui du bras sur le thorax et redonner une meilleure utilisation du membre supérieur dans l'espace. Plusieurs techniques ont été proposées mettant en avant le souci d'un montage stable et l'obtention de la consolidation. Elles essayent de répondre à ces difficultés et le principal problème demeure celui du réglage de la bonne position de l'arthrodèse. Une simulation sur orthèse libérant le coude peut être une aide au patient et au praticien pour prendre cette décision.

L'arthrodèse n'est réalisable que s'il existe une musculature efficace des stabilisateurs de la scapula qui vont effectuer un nouveau travail dans le plan de glissement de la scapulothoracique. La présence des

muscles trapezius, serratus antérieur et rhomboïdes est un prérequis indispensable avant de poser l'indication opératoire [1, 11, 30, 41, 42]. Une bonne mobilité passive scapulothoracique est un élément important de bon résultat [36]. L'existence d'une syringomyélie est source d'échec et constitue donc une contre-indication [21, 55]. Par ailleurs, si les articulations sternoclaviculaire, acromioclaviculaire, et a fortiori scapulothoracique, sont enraidies, l'indication opératoire doit être révisée [20, 30, 40].

Les différentes techniques opératoires se font à ciel ouvert. Seul Morgan fait état d'un cas réalisé sous arthroscopie [32].

Biomécanique de l'arthrodèse

CONTRAINTES MÉCANIQUES EN JEU

Obtenir la consolidation d'une arthrodèse de l'épaule est difficile, pour plusieurs raisons [3] :

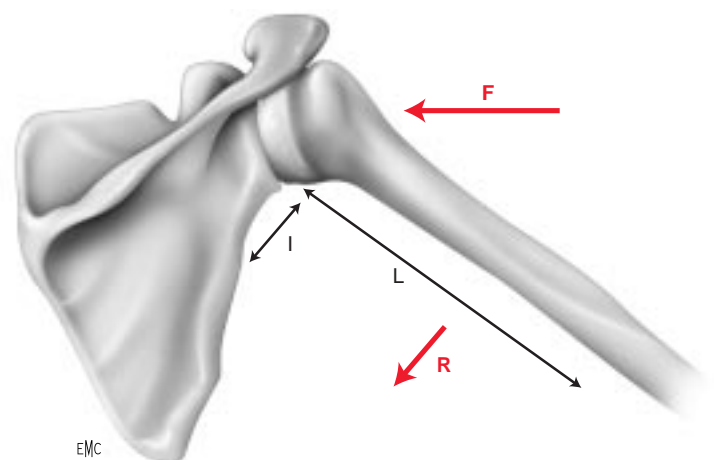
- l'arthrodèse met en contact des surfaces osseuses glénoïdienne et humérale peu étendues, parfois encore plus réduites par le processus destructeur ;
 - après ablation du cartilage et excision du bourrelet, la surface glénoïdienne est relativement plane en regard de la sphéricité de la surface humérale ;
 - l'arthrodèse est mise en contrainte par le bras de levier exercé par l'humérus ;
 - les forces de décoaptation sont importantes sur le montage ; elles sont liées à l'instabilité et au ballant exercé par le poids du membre supérieur ;
 - dans l'épaule paralytique, l'os est porotique et l'atrophie musculaire diminue les forces de coaptation.
- Pour Vidal [53], si l'on veut augmenter les forces de coaptation dans l'arthrodèse face aux forces du levier « interpuissant » (fig 1), il faut diminuer les forces de cisaillement et augmenter les forces de compression. Par conséquent, pour répondre à ces différents problèmes :
- la mise en compression du foyer par le vissage intra-articulaire est l'un des éléments essentiels de l'arthrodèse [3, 8] et il augmente les

Hugues Asfazadourian : Ancien chef de clinique-assistant des hôpitaux de Paris, attaché consultant à l'hôpital Bichat-Claude Bernard.

Frédéric Teboul : Chef de clinique-assistant

Christophe Oberlin : Professeur des Universités, chirurgien des hôpitaux de Paris, service de chirurgie orthopédique et traumatologique.

Hôpital Bichat, 46, rue Henri-Huchard, 75877 Paris cedex 18, France.



1 Contraintes supportées par l'arthrodèse de l'épaule. L : longueur du bras de levier ; R : résistance ; l : largeur de la zone de contact osseux ; F : force de coaptation.

forces de coaptation. Cette charge est remplie par les deux types de montage : vissage intra-articulaire associé à un fixateur externe et plaque vissée ;

– la diminution des forces de cisaillement est en partie prise en charge par la recherche d'appuis extra-articulaires complémentaires comme la voûte acromiale ou la mise en place d'une plaque vissée ; l'immobilisation en thoracobrachial participe également à décharger l'épaule de ce type de contraintes. Elle comporte, en revanche, l'inconvénient d'une mise au repos prolongée des muscles moteurs de la future arthrodèse.

■ Valeur biomécanique des montages

Duparc a mesuré, sur cadavre, la résistance biomécanique des montages d'arthrodèse par plaque ou par fixateur [16]. Il en ressort qu'en étudiant la pente de la courbe de déformation au cours des tests de mise en charge-décharge progressive, il n'existe pas de différence significative entre les montages par plaque ou par fixateur. En revanche, il faut utiliser des vis céphaloglénodienaires pour accroître la rigidité du montage par fixateur, comme l'avait déjà signalé Vidal [53]. Ce vissage intervient également par l'effet de compression qu'il procure au moment de la fusion.

D'autre part, les différents montages semblent présenter une déformation induite par de faibles charges, ce qui suggère l'utilisation d'une immobilisation complémentaire après arthrodèse glénohumérale. Cette immobilisation complémentaire est donc particulièrement envisagée lorsque l'os est ostéoporotique ou la destruction osseuse importante.

■ Points d'arthrodèse complémentaires

Pontages par greffons

Un certain nombre de pontages par des greffons locaux, vascularisés ou non, ont été proposés pour réaliser une aide à la consolidation (fig 2) :

– pontage artculaire supérieur par abaissement d'un greffon spinoacromial ostéotomisé [6, 13, 30]. Si une subluxation de la tête humérale n'est pas réalisée, il nécessite une abduction exagérée [6] ;

– pontage postérieur par abaissement du greffon vascularisé de l'acromion sur les fibres moyennes du deltoïde ou du trapezius, vissé après avivement sur la face postérieure de la tête et du col [31] ou posé à cheval à la partie postérosupérieure de l'interligne [13]. Esthétiquement, le résultat n'est pas toujours au rendez-vous car la clavicule fait saillie en avant et en haut sur un moignon d'épaule qui paraît déjà abaissé ;

– pontage inférieur réalisant, selon Judet, un arc boutant inférieur encastré entre pilier et col huméral, qui vise à s'opposer aux forces de cisaillement verticales [25].

L'adjonction de greffe osseuse préconisée par certains [3, 21, 23] ne semble qu'un appoint en cas de déficit du stock osseux, de mauvais contact des surfaces articulaires [11, 15, 53] ou lors de la chirurgie de reprise de prothèse [51].

Encastrement par points de fusion complémentaires sous la voûte acromioclaviculaire [14, 53]

La recherche de points de fusion complémentaires permet, au prix d'une luxation de la tête humérale, de trouver des surfaces supplémentaires de fusion et de mieux stabiliser le foyer. La tête est portée, soit en haut et en avant au contact de la coracoïde et associée à une greffe dans l'espace sous-acromial, soit directement au contact de la face inférieure de l'acromion. Ils sont décrits (cf infra) dans le détail des techniques chirurgicales dont ils font actuellement partie.

ANATOMIE CHIRURGICALE DE LA SCAPULA

Un des problèmes techniques auxquels on est confronté est la mise en place correcte du vissage intra-articulaire. Il existe deux raisons à cela : d'une part, le stock osseux offert par la scapula est particulièrement réduit et, d'autre part, la visée de ses points d'ancrage nécessite pour l'opérateur, en plus d'une bonne exposition, une visualisation spatiale de la glène et du pilier. Les clichés peropératoires ne montrent pas toujours les erreurs commises. La reprise des vissages expose à une fragilisation osseuse et une détérioration de la tenue mécanique des vis. Il faut donc s'astreindre à placer les vis en une fois.

■ Orientation de la scapula au repos

Transversalement, la scapula se situe dans un plan oblique formant un angle de 30° avec le plan frontal.

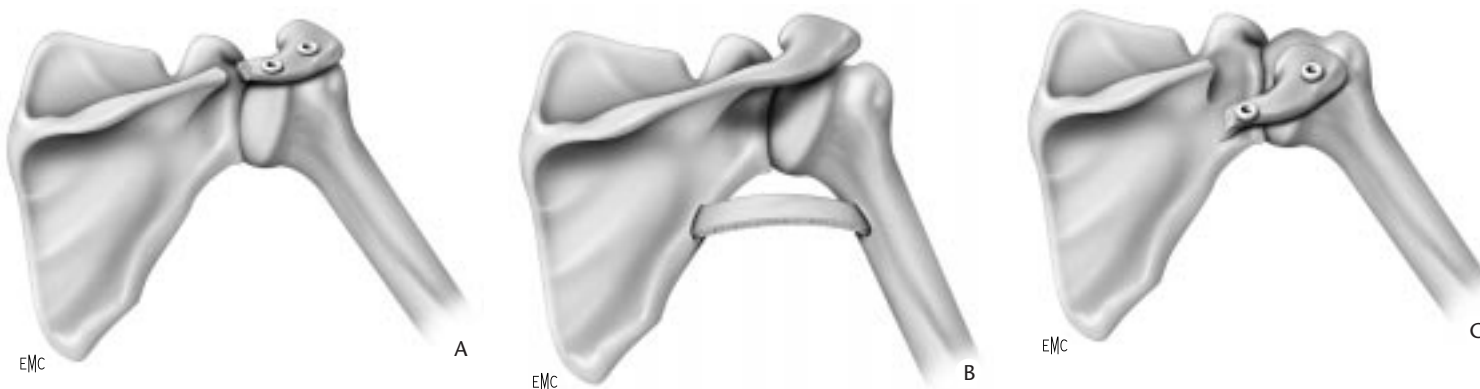
L'angle scapuloclaviculaire est de 60° en dedans.

L'angle scapulohuméral est de 35° dans le plan frontal et de 15° dans le plan sagittal.

Ces repères chiffrés sont importants car ils permettent de corriger des erreurs d'appréciation de la trajectoire de visée, surtout quand il existe un glissement scapulothoracique sous anesthésie (fig 3).

■ Anatomie du massif glénoïdien

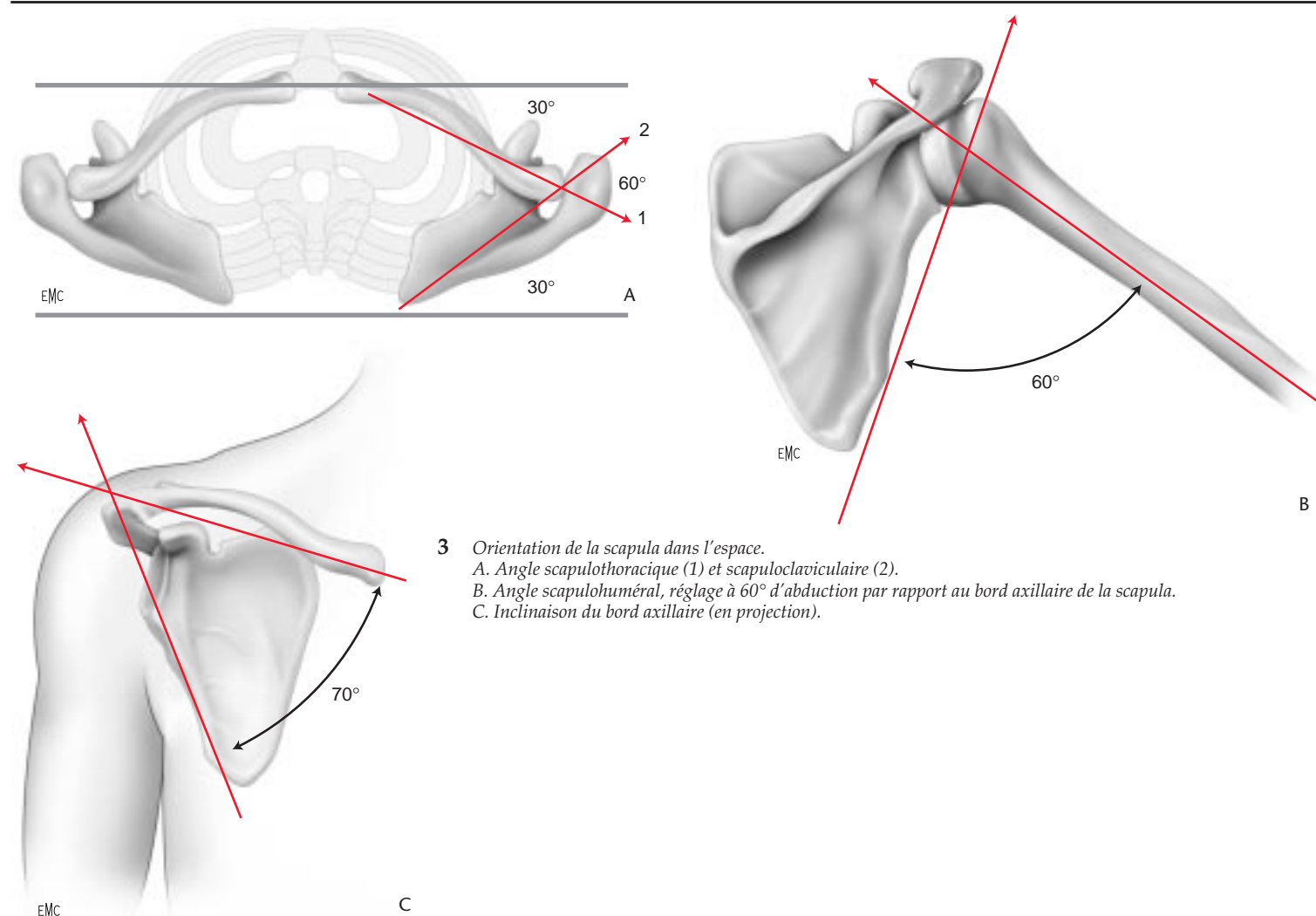
Le massif glénoïdien représente un massif d'os spongieux pris entre deux lamelles d'os cortical dont le capital se réduit rapidement après



2 Pontages articulaires par greffon.
A. Pontage artculaire supérieur.

B. Pontage postérieur.

C. Pontage inférieur.



3 Orientation de la scapula dans l'espace.
A. Angle scapulothoracique (1) et scapuloclaviculaire (2).
B. Angle scapulohuméral, réglage à 60° d'abduction par rapport au bord axillaire de la scapula.
C. Inclinaison du bord axillaire (en projection).

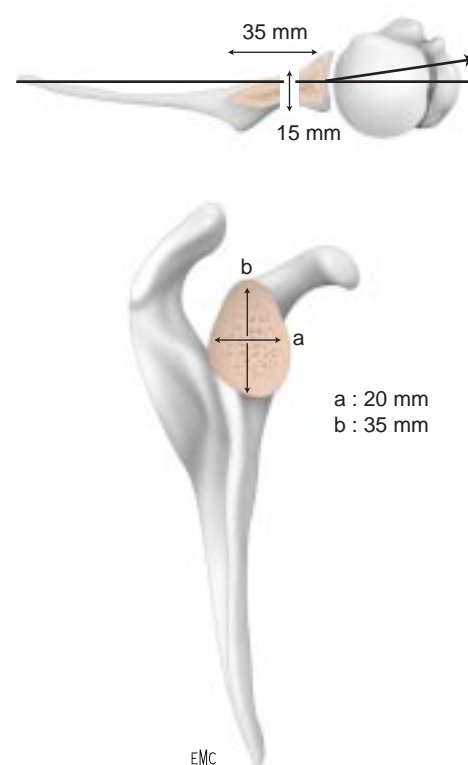
avivement osseux. Il ne faut pas compter plus de 15 à 20 mm d'épaisseur près de la glène sur une largeur de 30 à 35 mm et sur une hauteur de 40 mm, tubercule sous-glénoïdien compris ^[38] (fig 4). L'épaisseur du col est inférieure à 15 mm. Son orientation transversale est perpendiculaire à la ligne d'implantation de l'épine et son grand axe est dans le plan de l'écaille qui est courbe et donc incliné sur le thorax par rapport à la verticale. Dès que l'on a pénétré l'interligne et que l'on franchit une corticale, on passe, soit en avant dans la fosse sous-scapulaire, soit en arrière dans les fosses épineuses ou la base d'implantation de l'épine.

■ Anatomie du pilier

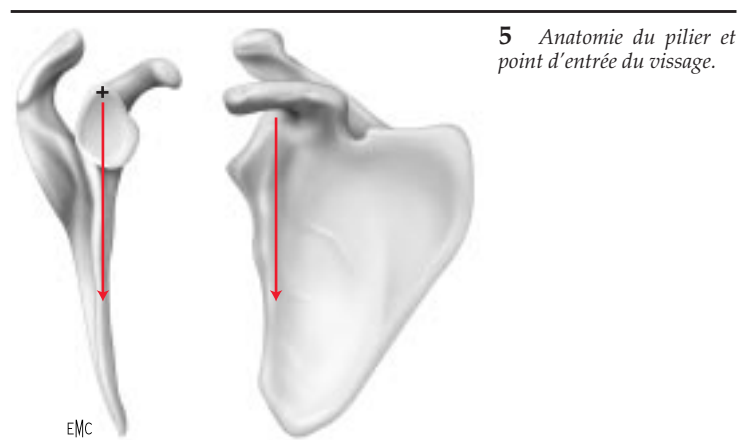
Le pilier présente une inclinaison d'une quarantaine de degrés avec la verticale et un angle de 130 à 140° avec le grand axe de la glène après excision des surfaces articulaires. Sa racine présente le meilleur point d'ancrage sur la scapula, puis l'épaisseur d'os s'amenuise sur les 4 à 5 cm qui suivent vers le bas pour ne représenter qu'une valeur de 9-10 mm (fig 5). Ces mesures sont sujettes aux variations individuelles, plus petites chez la femme et biaisées si la scapula présente une courbure thoracique accentuée. Le vissage prend, à ce moment-là, la tangente de la courbe avec un ancrage plus faible sur une longueur plus courte. La meilleure prise du pilier se fait en enfilade et pour cela doit avoir un point d'entrée situé au sommet de la glène (fig 6).

BIOMÉCANIQUE DE L'ARTHRODÈSE ET COUPLE MUSCULAIRE

La musculature stabilisatrice de la scapula établit un jeu harmonieux de rotations de celle-ci lors de l'élévation, tout en assurant sa fixité thoracique dans le plan frontal. Le glissement transversal, combiné



4 Coupe transversale du massif glénoïdien et antéversion glénoïdienne, glène de face vraie (dimensions après avivement).



5 Anatomie du pilier et point d'entrée du vissage.

– trapezius supérieur-levator scapulae-faisceau supérieur du serratus antérieur représentent les composants supérieurs du couple de rotation et de suspension. Ils interviennent dans l'élévation de l'épaule ;

– trapezius inférieur et portion inférieure du serratus inférieur sont les composants inférieurs du couple de rotation, le trapezius prédominant dans l'élévation latérale et le serratus dans la translation antérieure ;

– trapezius moyen et rhomboïde sont actifs dans l'élévation par stabilisation de la scapula. Adducteurs, ils assurent la rétropulsion de l'épaule et une certaine rotation externe de la scapula qui glisse sur le gril costal.

Bonne position de l'arthrodèse

C'est du bon réglage de l'arthrodèse dont dépend la qualité des résultats fonctionnels et c'est lui qui rendra celle-ci bien tolérée ou au contraire douloureuse et mal supportée. Un certain consensus est maintenant établi dans la littérature depuis le rapport de Rowe en 1974 [46]. Les réglages édictés [14, 46] sont à la baisse et confirment l'influence néfaste des positions excessives recommandées en 1942 dans le rapport Barr de l'American Orthopaedic Association [1].

On retient la règle des « 30°- 30°- 30° » [42] (fig 7). Elle doit permettre de réaliser les gestes de la vie quotidienne, sociale et intime. La main doit pouvoir être portée à la bouche, atteindre la ligne médiane, revenir à une position de repos coude au corps, main à la poche. Si possible, la main doit également pouvoir atteindre l'épaule opposée (aisselle), atteindre le périnée et la fesse. La mobilité résiduelle qui se situe dans la scapulothoracique est de 60 à 70° d'abduction, 60° de flexion, 40° de rotation et 20° de rétropulsion [7, 15, 42, 44, 52]. La mobilité scapulothoracique en flexion demeure inchangée une fois l'articulation glénohumérale fusionnée. En revanche, il existe une compensation adaptative certaine de la rotation interne d'une trentaine de degrés (60 %) avec le temps [22, 47, 53].

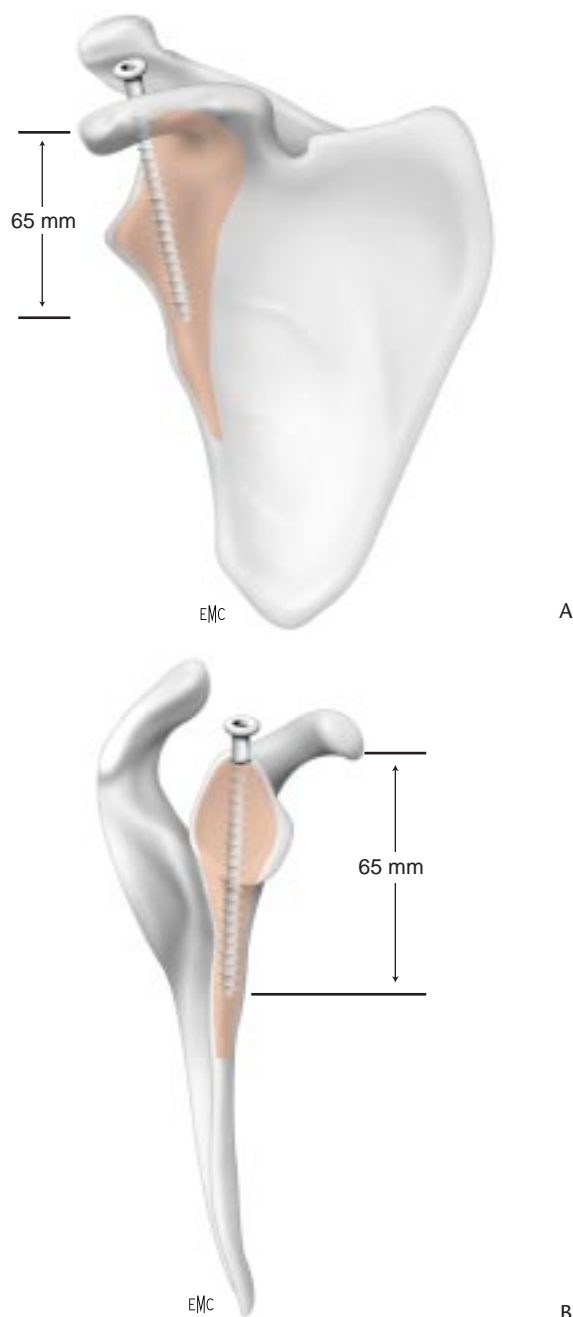
La figure 8 permet de visualiser la surface balayée par l'utilisation spatiale du bras par le patient.

Cette base de réglage peut être modifiée pour s'adapter à chaque patient : on peut diminuer l'abduction pour des raisons esthétiques chez la femme ou chez les sujets maigres pour limiter la saillie de l'omoplate. Lorsque les muscles scapulaires sont plus faibles, il convient de diminuer la position de l'élévation [14]. Cette activité de la main dans l'espace doit tenir compte de la flexion du coude et de son efficacité : en cas de flessum, le retour de la main au corps est compromis. En matière de plexus, Chammas et al privilégient la pince thoracique ou la main si celle-ci est fonctionnelle [7]. Par ailleurs, l'arthrodèse a pour objectif de retrouver la capacité de soulever des objets en force.

Il existe une certaine confusion dans la littérature entre les différentes positions de l'arthrodèse qui tient à la multiplicité des repères retenus pour les mesures. Ainsi, l'évaluation et la comparaison des positions recommandées est difficile car les méthodes d'appréciation varient selon les auteurs ; par exemple, l'abduction est mesurée par rapport au bord spinal de la scapula pour Barr [1], et par rapport au bord latéral du corps pour Rowe et Richards [42, 46].

ABDUCTION

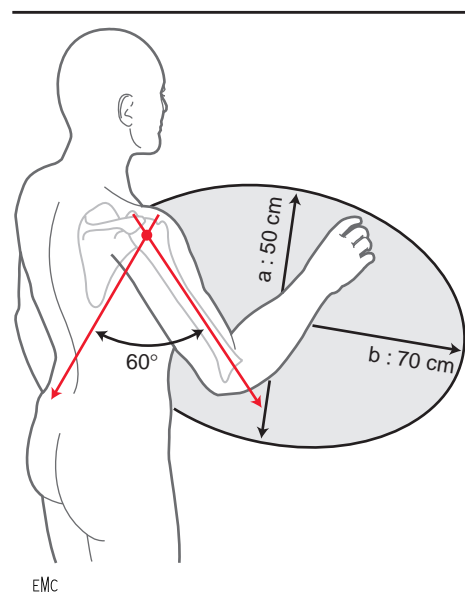
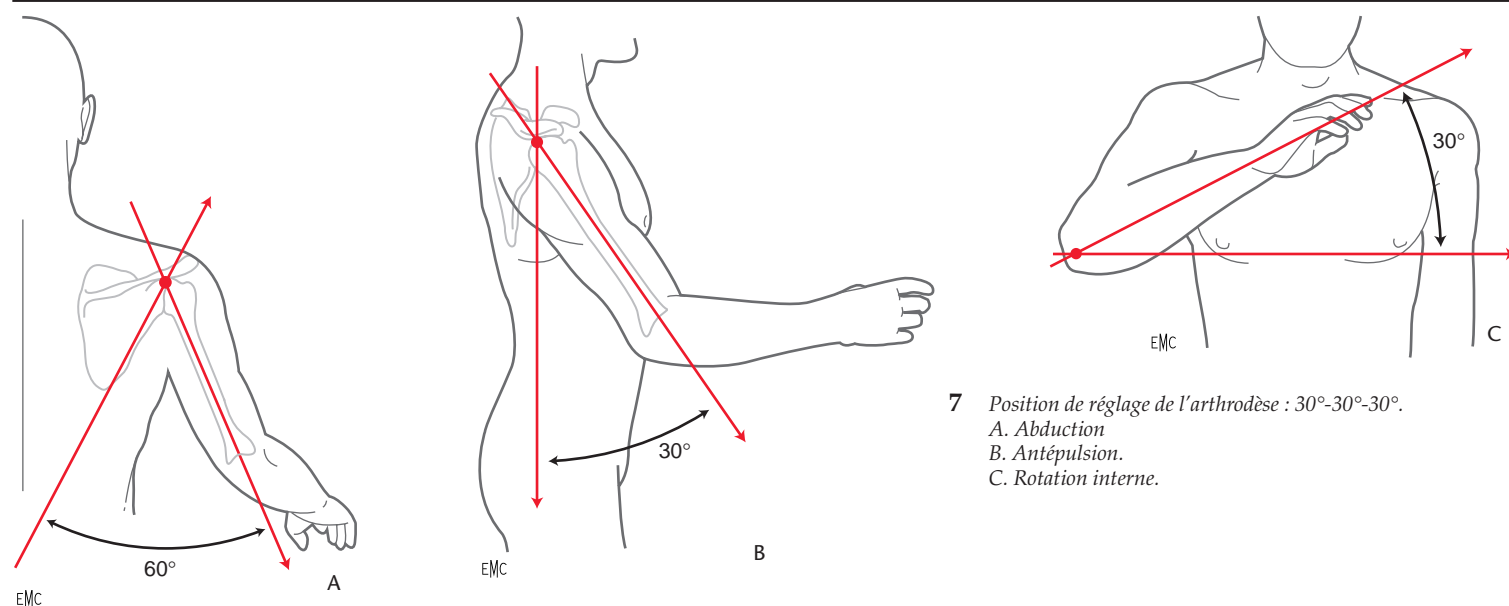
L'abduction est de 30° par rapport au tronc. Le retour aisé de la main le long du corps est un élément important et doit se faire normalement sans décollement de la pointe de la scapula en dedans. Celle-ci entraînerait un étirement progressif et douloureux du faisceau inférieur du serratus inférieur et du faisceau supérieur du trapezius. Les sources d'erreurs peropératoires sont nombreuses dans le plan de la scapula car elle glisse sur le plan thoracique et se trouve parasitée par le réglage concomitant de l'antépulsion. En peropératoire, il est important de vérifier la bonne position par un cliché radiologique de face « vraie » en mesurant un angle de 60°, sans dépasser ce chiffre, entre le bord axillaire de la scapula et celui



6 Visée du pilier : face (A) et profil (B).

aux rotations, permet d'obtenir un certain degré de rotation du membre supérieur par rapport au socle thoracique.

Selon Inman, on distingue trois unités fonctionnelles [22] :



8 Ellipse matérialisant la circonvolution du bras dans l'espace avec une arthrodèse de l'épaule sans rotation du tronc ni hyperlordose. On obtient en moyenne une ellipse de 70 cm de large et de 50 cm de hauteur, située entre le menton et le nombril.

de la diaphyse humérale. Ces clichés sont difficiles à obtenir correctement et l'on peut utiliser un artifice technique simple de repère dans l'espace grâce à un fil tendu de la pointe de la scapula au tubercule glénoïdien inférieur. L'angle est alors facilement mesuré avec l'humérus à l'aide d'un goniomètre stérile.

Le contrôle d'une pince brachiothoracique est un élément fondamental à prendre en compte chez les blessés du plexus brachial. Certains auteurs [35, 36] donnent moins d'abduction (15-20°) dans l'arthrodèse pour en augmenter la force de serrage.

ÉLÉVATION ANTÉRIEURE

Son action est en fait la résultante du redressement scapulaire par le serratus antérieur combiné à celui thoracolombaire qui ajoute de 40 à 60° d'extension. La flexion du coude intervient alors pour accéder à la tête ; en flexion de hanche, le patient doit pouvoir atteindre sa cheville.

Il est illusoire d'espérer augmenter la flexion en forçant sur ces chiffres car les couples musculaires ne le permettent pas. C'est un problème qui peut se poser, en particulier lorsqu'il existe une raideur de la flexion du coude gênant la possibilité d'amener la main à la bouche. Un flessum du coude de 30-40° se rencontre dans les séquelles traumatiques d'un membre supérieur atteint de paralysie plexique ou après transfert des épitrochléens pour renforcer la flexion du coude selon Steindler. Il ne permet plus un retour de la main au corps sans un soulèvement douloureux de la pointe de la

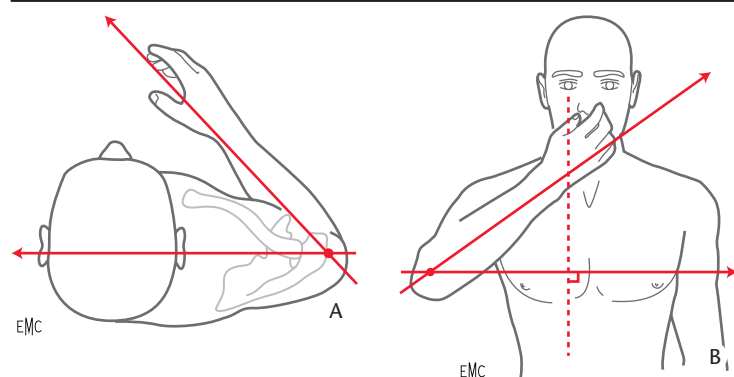
scapula (par mise en tension du faisceau inférieur du serratus antérieur) et gêne la position assise. Il convient alors de diminuer le réglage de la flexion en équilibrant ainsi la chaîne articulaire du membre supérieur [42]. Il serait possible d'améliorer la flexion d'une vingtaine de degrés en réséquant le quart distal de la clavicule [38].

ROTATION

Si l'on fixe l'antépulsion, la détermination exacte de la rotation prend alors toute son ampleur. En effet, la flexion-extension du coude ne s'exerce alors que dans un seul plan fixé. Elle doit donc être calculée pour permettre à la main d'aller à la bouche, en présentant la pince pouce-index en position de pronosupination neutre. Le libre jeu de la pronosupination permet alors des mouvements d'orientation satisfaisante pour les gestes simples comme manger, se brosser les dents ou se raser. En extension, la main doit pouvoir atteindre la région périnéale (ligne médiane). La prédominance de la rotation dans l'un ou l'autre sens va automatiquement amputer le secteur de réalisation de l'un de ces deux mouvements [46]. Insuffisante, elle ne permet pas d'atteindre l'aisselle opposée ; excessive, la main ne peut plus atteindre le visage. Le retour de la main à la fesse et surtout de la main dans le dos est généralement le geste le moins bien acquis après une arthrodèse de l'épaule [20]. Il faut garder à l'esprit que la scapula ne permet qu'une faible compensation adaptative sur les rotations par des mouvements de protraction pour la rotation interne du bras ou de rétraction contre sonnette pour la rotation externe. Là également, en fonction de la raideur du coude ou de l'importance de la récupération d'une flexion active, on peut être amené à corriger la rotation ou à jouer sur l'abduction. Cette rotation interne est en moyenne de 25 à 30°. Encore faut-il s'accorder sur le sens donné à cette valeur. Comme l'ont très bien souligné Debeyre et Patte [14], il est plus simple de parler de pente supérieure de l'avant-bras par rapport au plan de l'horizontale (fig 9). C'est d'ailleurs, en pratique, la solution la plus simple pour l'apprécier en peropératoire. Un excès de pente de l'avant-bras conduit à une accentuation du déport en cubitus-valgus de l'avant-bras. La mise de la main à la poche devient difficile, et une fois en position assise, cet excès de pente empêche de poser correctement le bras sur une table pour écrire.

Beaucoup d'auteurs se basent sur la position de la main à la bouche pour le réglage de la rotation interne ; d'autres comme Rowe évaluent la rotation coude au corps à 40-45° de la perpendiculaire [5, 8, 46]. Il semble que plus la pente augmente, plus la rotation interne coude au corps augmente.

Le réglage n'est obtenu qu'avec une précision de 10° par rapport au réglage peropératoire, de par la présence des champs et la position du patient sur la table opératoire [42].



9 La mesure de la rotation interne n'a pas la même signification ni la même valeur selon que l'on parle de rotation interne coude au corps (A) et de pente antérieure de l'avant-bras (B).

L'utilisation d'un plâtre thoracobrachial, réglant la position optimale, recommandé par Mounier, est particulièrement difficile à utiliser en pratique au moment de l'acte opératoire [23].

Nagano a proposé, en 1989, une technique séduisante d'arthrodèse par fixateur externe dont le réglage définitif ne se fait que lors d'un deuxième temps de façon précise [35].

Le réglage peut être automatique par la plaque préalablement chantournée et cintrée [34, 41].

La majorité des auteurs pratiquent ce réglage en un temps et il est donc nécessaire, en pratique, de connaître un certain nombre de repères et de bien considérer le glissement de la scapula sur le grill costal selon l'installation de l'opéré [27, 31, 34, 55] :

- ligne des épineuses ;
- bord spinal de la scapula presque horizontal en décubitus latéral ;
- angle axillohuméral de 60° ;
- bras en abduction à 90°, le bord spinal de la scapula fait un angle de 60° avec les épineuses pour un réglage de l'abduction de 30° ;
- position main à la bouche et retour du bras au repos le long du corps sans décollement de la scapula.

Installation de l'opéré

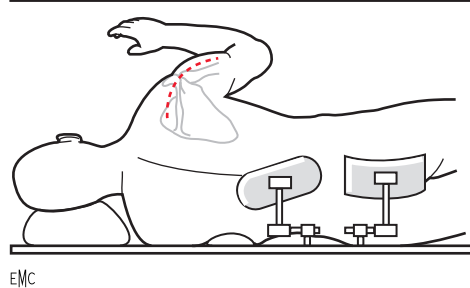
L'installation de l'opéré dépend non seulement de la voie d'abord mais également des habitudes du chirurgien. Le champage doit prendre en totalité le membre supérieur et la ceinture scapulaire et permettre un accès circonférentiel autour du malade, tête comprise. Il faut pouvoir palper à travers les champs la canule de Guedel au niveau de la bouche ainsi que la ligne des épineuses, quitte à l'incorporer dans le champ opératoire lui-même. Il faut également prévoir une crête iliaque en cas de nécessité d'une greffe complémentaire.

DÉCUBITUS LATÉRAL [15, 31, 35, 38, 51, 55]

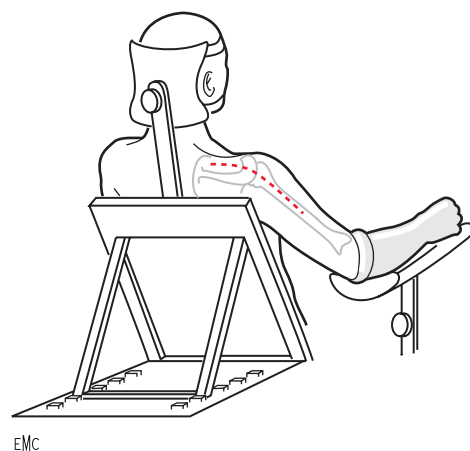
Il a notre faveur car il permet de caler le malade confortablement sans risque de déplacement secondaire au cours de l'intervention. La tête est surélevée par un coussin d'appui pour être à niveau par rapport à l'axe des épineuses, un coussin décomprime le plexus juste en aval de l'épaule. Des appuis latéraux permettent ensuite de bloquer le tronc tout en laissant un accès aisé, non seulement au bord spinal de la scapula mais à la ligne des épineuses et à la préparation des crêtes (fig 10). Enfin, un appui-bras peut déjà être mis en place afin d'aider l'aide opératoire à maintenir le réglage de l'arthrodèse au cours de l'ostéosynthèse. On peut même préfixer le réglage en utilisant un arceau sur lequel est fixé le bras.

POSITION ASSISE OU DEMI-ASSISE [3, 8, 11, 14, 15, 31, 35, 38, 42, 45, 51, 55]

C'est également une installation confortable lorsque l'on prend le soin de dégager toute la face postérieure de l'épaule. Ici plus encore,



10 Installation en décubitus latéral.



11 Installation en position assise.

il est impératif de fixer le malade correctement à la table afin d'éviter le glissement progressif et l'inclinaison latérale du rachis, ce qui fausserait les repères. Dans ce dessein, un appui latéral sur la hanche et le thorax est indispensable ainsi que la contention sans compression de l'axe craniocervical. Les genoux sont défléchis et calés par une barre en mousse, alors qu'un appui en bout de table bloque le glissement des membres inférieurs. Une table de type Mayo, ou un appui-bras, permettent de soulager le membre au moment du réglage et de la fixation (fig 11). Cette installation a le gros avantage de travailler en position anatomique [11, 41, 42].

La position en décubitus dorsal semi-latéral [21, 23] rend difficile l'obtention d'une bonne stabilité du malade dans l'espace et n'offre pas d'avantage supérieur sur les deux installations précédentes.

Voie d'abord

Elle doit donner un jour suffisamment large pour exposer l'articulation et faire l'excision nécessaire des parties molles. Une bonne exposition facilite le réglage et l'orientation du vissage (fig 12).

VOIE D'ABORD SUPÉRIEURE [34, 39, 55]

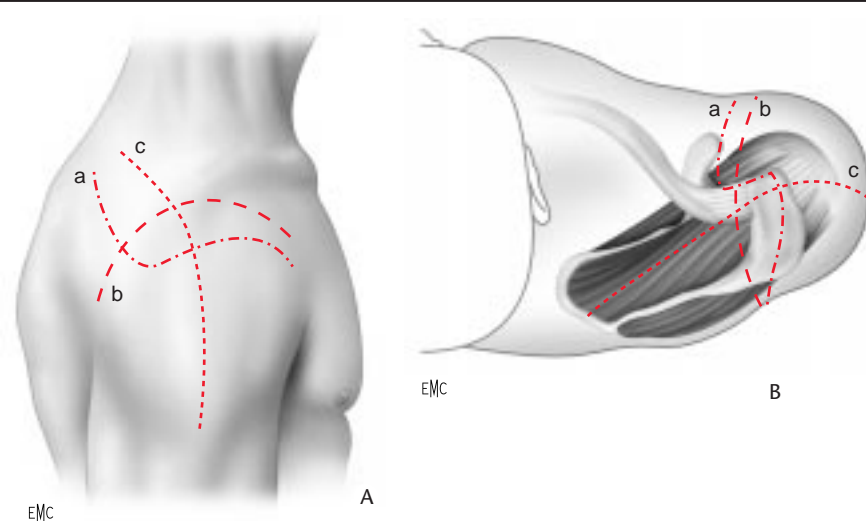
Nous utilisons une voie supérieure longitudinale suivant l'axe de la diaphyse humérale et se prolongeant vers celui de la fosse supraépineuse. Le jour est excellent sur toute la face supérieure de l'épaule et facilite la synthèse interne par plaque vissée.

Muller et Wilde ont un tracé d'incision différent, partant de l'épine, allant vers l'acromion et se poursuivant en avant dans le faisceau antérieur du deltoïde [34, 55].

La voie supérieure en « épaulette » de type McLaughlin-Darrach part d'un tracé d'incision en « sabre » et se prolonge en transacromiale [39] ou trans-acromio-claviculaire. Elle permet également une excellente exposition de l'épaule en permettant de s'étendre à la demande en arrière ou en avant [14, 38].

VOIE D'ABORD POSTÉRIEURE [5, 7, 11, 15, 27, 31, 33, 42]

Cette voie donne un excellent jour sur l'articulation scapulohumérale. L'incision commence le long de l'épine jusqu'à l'angle de l'acromion, jusqu'à la partie antérieure pour se prolonger vers le bras. Les repères osseux sont exposés en sous-périosté et le



12 Tracés des principales incisions en vue latérale (A) et en vue supérieure (B). a. Voie d'abord supérieure selon Müller ; b. voie d'abord en « sabre » ; c. voie d'abord longitudinale.

deltoïde est divisé dans l'axe de ses fibres pour exposer la diaphyse humérale. La partie supérieure et antérieure des tendons de la coiffe des rotateurs est excisée pour accéder à l'articulation après avoir fait l'hémostase du pédicule suprascapulaire dans le défilé spinoglénoïdal. Cette voie en « L » est utilisée pour les arthrodèses par simple vissage et les synthèses par plaque [41, 42]. Par cette voie, on peut utiliser la partie postérolatérale de l'acromion ou de l'épine comme greffon pédiculé par les insertions du trapezius. En pontant l'interligne postérieur ou postérosupérieur [30, 31, 33], celui-ci est alors fixé par deux vis à cheval sur l'interligne.

VOIE D'ABORD ANTÉRIEURE [3, 8, 25, 53]

Il s'agit d'une voie d'abord deltopectorale, élargie en haut vers l'articulation acromioclaviculaire et en dehors en désinsérant le faisceau antérieur du deltoïde. On améliore l'exposition en pratiquant une ostéotomie du processus coracoïdien qui est alors récliné en bas et en dedans [3]. Rowe [45] prolonge sa voie d'abord antérieure par une incision horizontale sous-acromioclaviculaire. Les voies antérieures sont moins utilisées car elles donnent un jour insuffisant en arrière et sur la glène. La fixation est plus difficile à réaliser dans ces conditions. On l'utilise volontiers dans les résections tumorales.

Avivement des surfaces articulaires

Après section des muscles de la coiffe des rotateurs et mise sur fils tracteurs, la capsule est excisée en totalité, bourrelet glénoïdien compris. Les surfaces articulaires sont alors avivées par excision complète du cartilage articulaire. L'avivement dépend de la technique choisie. Il peut être à minima en zone sous-chondrale en conservant une sphère dans une cupule si l'on ne cherche pas d'autre point complémentaire de fusion. On obtient un bon contact des surfaces à fusionner, tout en laissant un débattement dans les trois plans de l'espace pour apprécier le réglage en peropératoire. Le plus souvent, on réalise des coupes parallèles réalisant des surfaces planes mises en compression. Si l'on cherche en plus à encastrer la tête sous l'auvent acromial, on pratique alors un avivement acromio-coraco-glénoïdien comme site d'affrontement [42].

Mode de fixation

Plusieurs techniques sont abandonnées : l'arthrodèse extra-articulaire (correspondant à la description de Brittain), l'immobilisation par plâtre thoracobranchial isolé, l'enclouage glénohuméral. La fixation par greffon osseux n'est plus un procédé de fixation mais une aide à la consolidation. L'arthrodèse intra-articulaire isolée [3, 15, 23, 31] a évolué vers les techniques combinées intra- et extra-articulaires par la recherche de points d'arthrodèse supplémentaires.

On distingue actuellement deux types de montage :

- le vissage interne en compression sécurisé par un fixateur externe ;
- la synthèse interne par plaque vissée.

FIXATION INTERNE PAR VISSAGE SCAPULOHUMÉRAL EN COMPRESSION ET EXTERNE PAR FIXATEUR [7, 14, 38, 40, 53]

La tenue du vissage interne nécessite une contention complémentaire, soit par un appareillage thoracobranchial, soit actuellement par un fixateur externe.

Charnley [8] proposa le premier le fixateur externe comme technique de compression externe sans pour cela utiliser de fixation intra-articulaire, tout en conservant un appareillage plâtré de sécurité. Les résultats furent encourageants et d'autres auteurs [2, 7, 14, 23, 35, 38, 39, 53] ont alors développé la technique de la fixation intra-articulaire par vissage en compression associée à des points de fusion complémentaires dont l'ensemble est stabilisé par un fixateur. Le fixateur externe favorise la coaptation et annihile les contraintes en cisaillement s'exerçant dans le foyer. Ce type de montage doit permettre de se dispenser d'une contention supplémentaire par appareillage plâtré [53]. Il s'agit d'une technique de réalisation fiable. La pose première du fixateur permet un réglage précis peropératoire du positionnement de la glénohumérale et permet de pratiquer les coupes en position de réglage, avant l'ostéosynthèse interne.

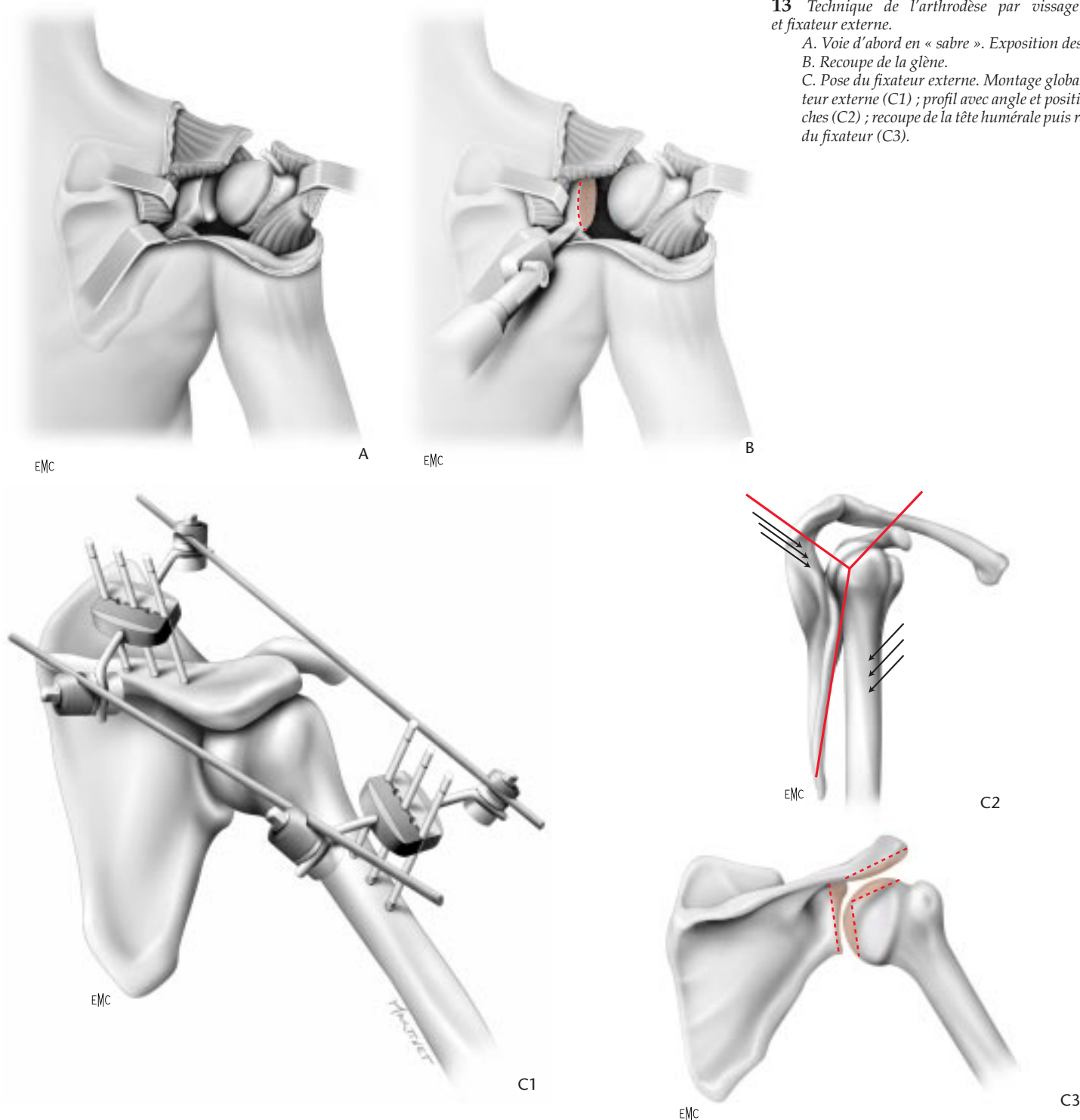
■ Installation et voie d'abord supérieure en « sabre »

Cette voie d'abord supérieure est pratiquée au mieux sur un malade en position demi-assise.

L'incision cutanée de la voie d'abord en « sabre » est sagittale, centrée juste en dedans de l'articulation acromioclaviculaire pour recroiser la jonction épine-acromion en arrière. L'abord fasciocutané est donc décalé de deux travers de doigt en dedans par rapport à la ligne d'insertion des faisceaux du deltoïde. Le lambeau fasciocutané est décollé en dehors au bistouri électrique et une hémostase soigneuse coagule les perforantes musculaires particulièrement riches dans cette région. Le deltoïde est ensuite décroché de ses insertions proximales sur le pourtour cléido-acromio-spinal ou plus simplement en pratiquant une ostéotomie transacromiale sagittale. Il est alors abaissé et permet de découvrir avec une excellente exposition l'ensemble de l'articulation. L'ensemble des tendons de la coiffe et du bourrelet glénoïdien est excisé au bistouri au ras de l'os. Il est important de dégager à nu l'os des tubérosités majeure et mineure ainsi que le pourtour glénoïdien. Ceci facilite, d'une part la visée et la justesse des points de pénétration du vissage, d'autre part la résection à minima en os sous-chondral du cartilage de la glène au ciseau frappé (fig 13A, B).

13 Technique de l'arthrodèse par vissage interne et fixateur externe.

A. Voie d'abord en « sabre ». Exposition des lésions.
 B. Recoupe de la glène.
 C. Pose du fixateur externe. Montage global du fixateur externe (C1) ; profil avec angle et position des fiches (C2) ; recoupe de la tête humérale puis reposition du fixateur (C3).

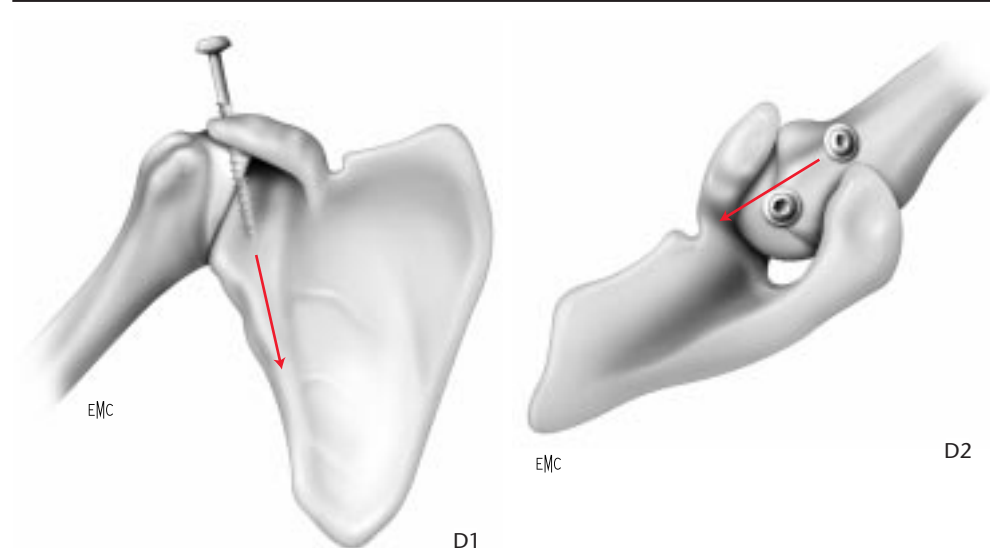


■ Pose première du fixateur externe

Classiquement, il s'agit d'un fixateur de Hoffmann de nouvelle génération (Hoffmann II) scapulohuméral rigidifié, en cadre, monté sur deux trains de fiches, l'un spinal, l'autre sur la diaphyse humérale [39, 53]. Il est également tout à fait possible d'utiliser le modèle dérivé des monotubes de type Orthofix en portant son choix sur les modèles à rotule qui autorisent un débattement suffisant pour s'adapter à l'épaule (fig 13C).

Le train de fiches [3] humérales de diamètre 4 mm est posé en percutané à l'union du tiers externe et moyen, légèrement en arrière du deltoïde et le plus à distance de l'interligne pour mieux contrôler le ballant exercé par le membre supérieur [53]. Le méchage préalable est prudent et les fiches ne doivent seulement qu'affleurer la corticale opposée : le canal brachial est au contact...

Le train de fiches spinales est plus délicat à positionner en percutané. La prise doit être de bonne qualité car ce train de fiches « travaille » et la tenue de l'ancrage s'affaiblit avec le temps. Il ne peut être mis en effet qu'au tiers externe de l'épine en regard d'une zone étroite de 3 cm où la densité osseuse est suffisante pour accepter des fiches entre les deux épaisseurs de corticales. Le point d'ancrage n'est valable qu'au massif glénoïdien, soit une longueur en moyenne de 35-40 mm selon un angle de 130° par rapport à l'axe du pilier externe et de 10° de moins avec celui de la glène. Il convient de libérer légèrement les fosses épineuses de part et d'autre de l'épine pour s'aider du contrôle de la vue lors de la descente de chacune d'elles. En regard de la crête osseuse sur l'épine, séparant les insertions du trapezius et du deltoïde, un coup de pince-gouge permet d'amorcer le trajet en évitant les dérapages de mèche. On utilise des fiches de diamètre 4 mm à filetage utile de 35 à 40 mm dans l'épaisseur de l'épine jusqu'à sa base d'implantation. Les barres



13 (suite) D. Vissage. Mise en place de la vis dans le pilier et repères anatomiques (D1) ; mise en place de la vis transversale (D2).
E. Cas clinique avec radiographies peropératoires (E1). Patient avec son fixateur en postopératoire en position main-bouche (E2, E3).



du fixateur sont ensuite montées selon un cadre en position de desserrage. Après l'avivement des surfaces articulaires et de la voûte sous-acromiale, la tête humérale est coaptée en haut et en dedans en contrôlant bien la position du réglage définitif de l'arthrodèse. On réalise ensuite les coupes osseuses et le vissage interne en compression.

L'ostéotomie de la tête humérale est dessinée selon un plan parallèle à celui de la recoupe glénoïdienne. La totalité de cette ostéotomie est difficile à réaliser en position de réduction, c'est la raison pour laquelle on démonte transitoirement le fixateur pour terminer ce plan de coupe en dehors de l'épaule. Le vissage est réalisé sous couvert du montage externe qui fixe la réduction choisie.

■ Point de fusion complémentaire

Le point de fusion complémentaire est variable selon les auteurs et la localisation de la perte osseuse.

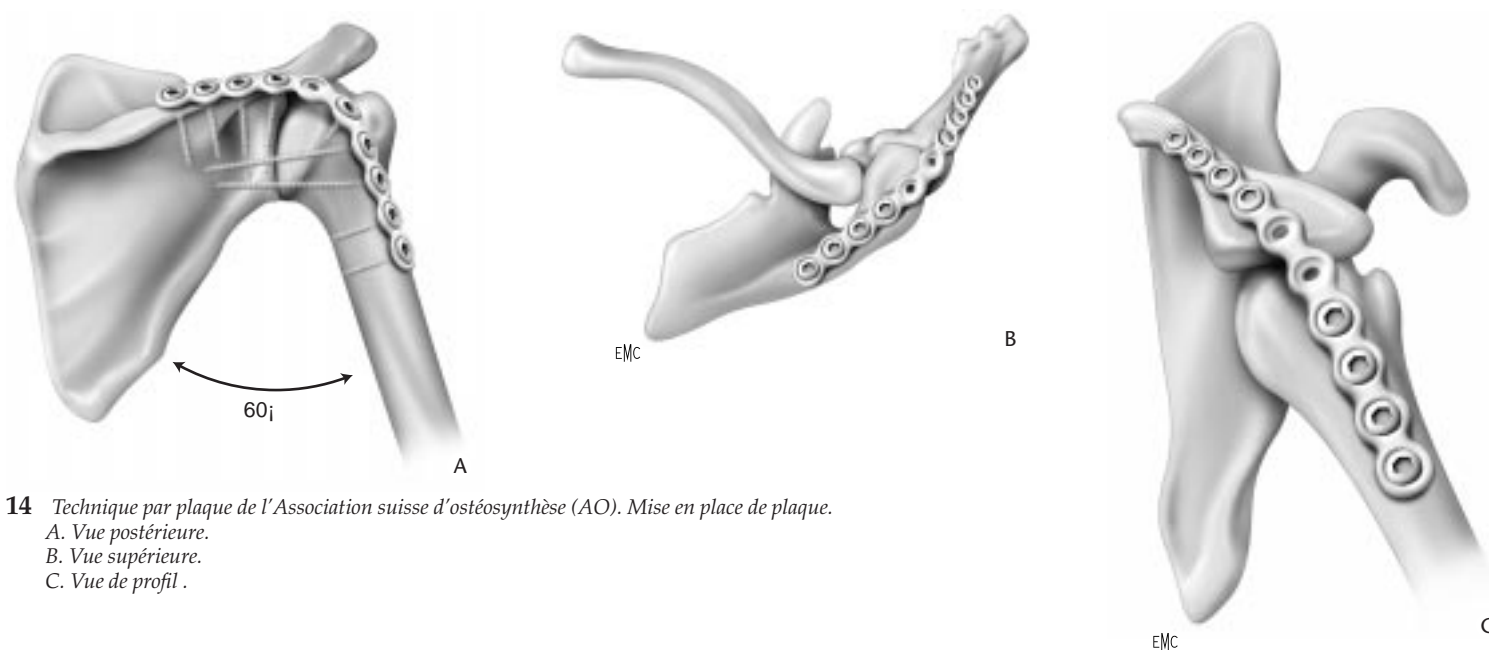
L'appui sous-acromiohuméral met en contact la tête humérale sous l'auvent acromial en subluxant la tête en haut et en arrière [3, 11, 34, 41, 42].

Lorsque l'appui se fait plus vers la coracoïde, l'espace acromiohuméral est comblé à l'aide d'un greffon en forme de cale. Ce dernier est retaillé à partir du produit de la recoupe de la tête humérale, puis encastré. Un vissage vertical en rappel n'est pratiqué qu'une fois le vissage interne mis en place et complète ainsi, pour Vidal, la neutralisation des forces en cisaillement [53]. C'est la raison pour laquelle il est préférable de conserver la totalité de l'acromion dans la voie d'abord.

Si lors de la voie d'abord une ostéotomie acromiale a été pratiquée, ce greffon vascularisé sur les fibres du faisceau moyen du deltoïde est abaissé et encastré. Une vis montée sur rondelle complète la fixation à l'humérus [7, 33, 47, 52].

■ Technique du vissage interne

Il est actuellement reconnu qu'il faut utiliser au moins deux, ou mieux, trois grandes vis à compression de diamètre 5 mm ou des vis à spongieux de 6,5 mm de diamètre montées sur rondelles [11, 14, 15, 40, 52, 53]. Le montage en triangulation assure, par deux vis intraglénoïdiennes, un ancrage dans le pilier et la base de l'épine ou la coracoïde, et la troisième vis acromiohumérale verticale comprime l'appui complémentaire sous l'acromion (fig 13D). La première est la plus difficile car il faut, à partir de la tête, enfiler le pilier de la scapula dont l'axe et l'épaisseur présentent des variations anatomiques. Cette vis doit attaquer le sommet de la glène et se situer légèrement en avant sur la tête humérale pour laisser de la place pour la suivante. Le point d'entrée est au bord externe de la zone d'insertion du tendon du supraspinatus en arrière de l'orée de la gouttière bicipitale. La portion céphalique est foirée et la vis montée sur rondelle. La deuxième vis est tirée presque horizontalement à partir de la face externe de l'épiphyse pour venir attaquer solidement le massif glénoïdien et la base de l'apophyse coracoïde. Le croisement est possible si cette vis est légèrement ascendante, visant la base de l'épine en pleine épaisseur de la glène avec un point suffisamment bas. À ce moment, un resserrage du fixateur est nécessaire avant la mise en compression définitive. La troisième vis est d'orientation verticale et prend de haut en bas l'acromion et la tête humérale [15].



14 Technique par plaque de l'Association suisse d'ostéosynthèse (AO). Mise en place de plaque.

A. Vue postérieure.

B. Vue supérieure.

C. Vue de profil.

■ Fermeture et suites postopératoires

La fermeture est soignée en réinsérant le deltoïde. Le plan superficiel est fermé sur deux drains de Redon.

Certains auteurs préconisent l'absence de toute immobilisation, d'autres, par prudence et à titre antalgique, préfèrent installer le patient sur un coussin d'abduction pour une période de 4 à 8 semaines. Le fixateur externe offre une meilleure stabilisation complémentaire qu'une ostéosynthèse interne seule et permet de démarrer plus rapidement la mobilisation de l'articulation scapulothoracique et des autres articulations du membre supérieur [7, 23] (fig 13E). Le fait de pouvoir se dispenser d'un appareillage thoracobrahial est indéniablement d'un plus grand confort pour le patient, tant sur le plan des soins d'hygiène que sur celui des risques de points de compression, de raideur et de gêne respiratoire. Ses inconvénients sont sa lourdeur, son encombrement, surtout en dedans et en arrière, ce qui a pour effet de gêner la mobilité du cou et la position lors du sommeil.

Le fixateur n'est retiré qu'à partir de 2 à 3 mois, dès l'obtention d'une fusion radiologique [23]. Son ablation est aisée et a l'avantage de ne pas laisser de matériel en place comme la synthèse par plaque.

■ Technique modifiée de Nagano

Nagano a publié une technique originale sur la position des fiches, du cadre et les possibilités de réglages [35].

Les fiches utilisées sont spécialement modifiées comportant un stoppeur qui entraîne une compression dès qu'il arrive à quai. Le fixateur Ace est particulièrement léger (< 700 g), la disposition du cadre est intéressante car antéroantérieure : le patient peut alors dormir sans problème sur le dos. Pour cela, le point d'ancrage des fiches scapulaires a également été modifié : une broche est fixée sur le processus coracoïde prenant appui sur le pied et la partie postérieure du col de la glène. L'épave est exposée suffisamment sur 6 cm pour mettre en place une broche transversale prenant en enfilade le sommet de l'acromion et toute l'épave. Après avivement des surfaces articulaires, les fiches sont disposées et le cadre monté. Trois à 7 jours plus tard, le réglage est vérifié en contrôlant la bonne position de la main dans l'espace. Ce n'est qu'à partir de ce moment qu'une dernière fiche à stoppeur est mise en trans-gléno-huméral et assure la compression supplémentaire du foyer [35].

■ FIXATION INTERNE PAR PLAQUE VISSÉE [34, 42, 43, 51]

C'est une méthode de choix qui allège la nécessité d'une immobilisation complémentaire prolongée. Deux montages sont possibles : l'un spinohuméral externe selon la technique de l'Association suisse d'ostéosynthèse (AO), l'autre passant sous l'acromion et s'appuyant dans la fosse sus-épineuse.

■ Technique de la synthèse par plaque spino-acromio-humérale selon la technique de l'AO

Müller propose, en 1969, la fixation intra-articulaire de l'arthrodèse d'épaule par plaque vissée [34]. Le montage comprend une plaque principale moulée prenant un appui dans l'articulation par trois vis à spongieux et à distance sur l'os cortical de l'épine, de l'acromion et de l'humérus. Une plaque postérieure accessoire est posée si l'os est trop porotique. Cette technique utilise un point de fusion complémentaire sous-acromial par subluxation supérieure de l'humérus.

Le patient est installé en décubitus latéral [34, 43] ou semi-assis pour Richards [41, 42] (fig 14).

Installation et voie d'abord

La voie d'abord commence par une incision longeant l'épine et se prolongeant vers l'humérus jusqu'à l'insertion du deltoïde. On expose en sous-périoste la partie externe de l'épine et de l'acromion. Le muscle deltoïde est discisé dans le sens des fibres et récliné de part et d'autre afin d'aborder l'humérus. Après avoir excisé la partie antérieure et supérieure de la coiffe, la capsule est ouverte et les surfaces articulaires sont avivées ainsi que la face inférieure de l'acromion. La recoupe osseuse complète la bonne adaptation des surfaces avivées, le bras en position d'arthrodèse.

Synthèse

La plaque la plus communément utilisée sur l'acromion est la plaque DCP cintrée et chantournée [34, 42, 43] comprenant huit à dix trous. Cette plaque présente l'avantage de pouvoir visser des vis avec certains angles de débattement [42]. Richards a proposé l'utilisation de plaque de reconstruction pelvienne plus malléable et moins saillante [41]. Müller et Cofield ont proposé, en cas d'ostéoporose, la mise en place d'une deuxième plaque postérieure antirotatoire [11, 34].

La plaque spinohumérale est courbée à la presse au niveau du bord externe de l'acromion pour s'adapter à la fixation sur le sommet de l'épine prolongée en externe sur l'humérus. Elle est ensuite vrillée à l'aide des fers juste en dessous de la courbure, de 20 à 25° pour donner l'angle de flexion scapulothoracique choisi (angle de 25° de profil). Le montage doit comporter un nombre suffisant de vis sur l'acromion (quatre vis au minimum) et au moins trois à quatre vis à prise bicorticale sur la diaphyse humérale. Müller recommande de visser en premier une vis fixant la plaque à l'acromion et au col de la scapula, à 1 cm de la glène. On finit de fixer la plaque sur le versant spinal. Ensuite, après avoir vérifié le bon réglage de l'arthrodèse, deux vis transversales de traction corticale viennent ramener la glène en compression. Richards, pour sa part, met

d'abord le foyer glénohuméral en compression, puis assure l'ancrage spinal par une vis ne quittant pas l'os jusqu'à la base de la coracoïde. Une troisième vis à spongieux comprime l'interface acromiohuméral. La greffe à l'extrémité distale de la plaque, en raison des risques de fracture par effet de levier, ne semble pas nécessaire. Le deltoïde est ensuite réinséré en tachant d'enfouir au mieux la saillie du matériel.

Cette plaque, très résistante, donne entière satisfaction aux promoteurs de la méthode, mais on lui reproche la saillie gênante du matériel sous la peau au niveau de l'épine. Pour cette raison, elle est souvent retirée [42, 43].

■ **Technique de la synthèse par plaque s'appuyant dans la fosse supraépineuse**

L'utilisation de la plaque en montage « portemanteau » donne une aussi bonne tenue primaire de la synthèse avec, cette fois-ci, une plaque non saillante et enfouie dans la fosse sus-épineuse (fig 15).

Installation et voie d'abord supérieure longitudinale

Le malade est installé, soit en décubitus latéral, soit en position assise. La voie d'abord est supérieure, longitudinale directe de la face externe de l'humérus à la fosse sus-épineuse. Le deltoïde est incisé longitudinalement dans la partie moyenne du faisceau moyen. Le pédicule axillaire est ligaturé à sa face profonde. L'incision longitudinale du muscle deltoïde ne pose pas de problème dans le cadre de l'épaule paralytique lorsque celui-ci est déjà dénervé. Dans les autres cas, il vaut mieux préserver le nerf axillaire pour conserver le galbe du moignon de l'épaule. À sa partie proximale, le muscle est désinséré en « T » sur le bord latéral de l'acromion. Dans la fosse sus-épineuse, la désinsertion musculaire se prolonge sur l'épine en relevant les attaches du faisceau supérieur du trapezius, jusqu'au bord spinal. Le muscle supraspinatus est aisément décollé de sa fosse à l'aide d'une rugine de Farabeuf.

Préparation articulaire et synthèse

L'exposition articulaire est alors facile en réséquant les tendons de la coiffe et la capsule du pourtour de l'épiphyse humérale jusqu'à la glène. Le tendon de la portion du biceps est ténodésé dans sa gouttière avant de pratiquer l'exérèse de sa portion articulaire. La glène est complètement exposée en luxant l'humérus à l'aide d'un davier. Le bourrelet glénoïdien est excisé.

L'avivement des surfaces osseuses peut se faire aisément à la scie oscillante utilisée tangentiellement sur la tête humérale et au ciseau frappé courbe de type Cauchoix sur la glène. La voûte sous-acromiale est également avivée comme point de fusion supplémentaire.

Un premier essai de réglage de l'arthrodèse permet d'apprécier la zone du sommet du tubercule majeur qui est recouvert par la plaque. Une prétranchée taillée au ciseau facilite l'effondrement localisé de la corticale pour une meilleure application de la plaque.

On utilise habituellement une plaque de type Maconor 2 série III de 12 à 14 trous. Le modelage de la plaque est un moment important de l'arthrodèse. Une fois bien réglé, il permet de retrouver, de façon quasi automatique, le réglage de l'arthrodèse au moment difficile du vissage. L'angle global d'inclinaison est en moyenne de 100°. La plaque est modelée pour épouser la convexité de la tête à partir du col glénoïdien jusqu'à la métaphyse humérale. Bien entendu, si l'on utilise la voûte sous-acromiale comme deuxième point de fusion, il faut tenir compte de la subluxation supérieure de la tête. La tranchée dans la tubérosité permet à la plaque de s'effacer au contact de l'acromion. La plaque est ensuite chantournée à plusieurs étages pour lui donner une inclinaison antérieure de 20 à 30°, réglant ainsi le secteur de flexion. Enfin, elle est chantournée dans le plan axial afin de s'appliquer sans contrainte, aussi bien au fond de la fosse sus-épineuse que sur la face latérale de l'humérus.

Elle est ensuite fixée par un davier de Verbruge à la diaphyse humérale et le bras est mis en position de réglage par l'aide. Le vissage de 4,5 mm est utilisé en commençant par la diaphyse.

Le vissage de la plaque respecte les mêmes impératifs de mise en compression de l'articulation glénohumérale. Deux grosses vis à compression horizontales sont vissées à partir de la face latérale du tubercule majeur [42]. Le vissage du pilier doit être tiré en premier. Une deuxième vis transversale est mise légèrement en avant pour s'appuyer sur la base de la coracoïde. La vis glénocoracoïdienne et la vis du pilier font un angle d'environ 30°. Enfin, une troisième vis verticale peut prendre en bloc acromion-plaque-tête humérale. Dans sa portion supraépineuse, la plaque est vissée en prenant appui sur la base d'implantation de l'épine. La première vis présente le meilleur ancrage dans le massif glénoïdien en arrière des vis horizontales. Au-delà, si l'écaille est trop fragile, la plaque est solidarisée de façon solide par une suite de cerclages transosseux au fil d'acier, prenant appui sur l'épine.

Des contrôles radiologiques peropératoires sont utiles pour vérifier la bonne longueur des vis.

La fermeture se fait en suturant les deux valves deltoïdiennes et en réinsérant sur la scapula, deltoïde et trapezius. Le plan sous-cutané et cutané est fermé sur un double drainage aspiratif.

■ **Suites postopératoires des synthèses par plaque**

Le patient est ensuite immobilisé selon sa corpulence sur un thoracobrachial ou sur un coussin d'abduction pendant une période de 4 à 8 semaines. Müller et Riggins font confiance à la solidité du montage interne par plaque pour se dispenser de toute immobilisation [34, 43]. Richards envisage cependant une immobilisation en abduction dans les indications d'épaule paralytique, siège d'ostéoporose et de faiblesse musculaire. La durée d'immobilisation moyenne de 2 mois est arbitraire car la mise en évidence de la consolidation radiologique est difficile [42].

Utilisation de greffons

Certains l'utilisent de principe [23] en comblant les espaces entre la tête humérale, la glène et l'acromion par du greffon corticospongieux pris aux dépens de la crête iliaque.

Elle peut faire partie intégrante de la technique comme celle de Beltran qui, en complément d'une visserie à compression spécifique, réalise un enchevêtrement en étai inférieur par greffon autogène de fibula de 10 cm qui solidifie le montage. Un tunnel osseux est foré à la tarière de Cloward de petit diamètre dans la tête humérale en direction du tubercule glénoïdien inférieur. Le greffon est taillé en pointe comme un crayon. Il est alors enchevêtré à frottement dur et prudent à l'aide d'un maillet.

Pour Richards, cet apport n'est pas nécessaire, mais il utilise largement un appui sous-acromial [42].

La greffe est nécessaire chez l'enfant chez qui l'épiphyse humérale est en partie cartilagineuse [28, 30, 54].

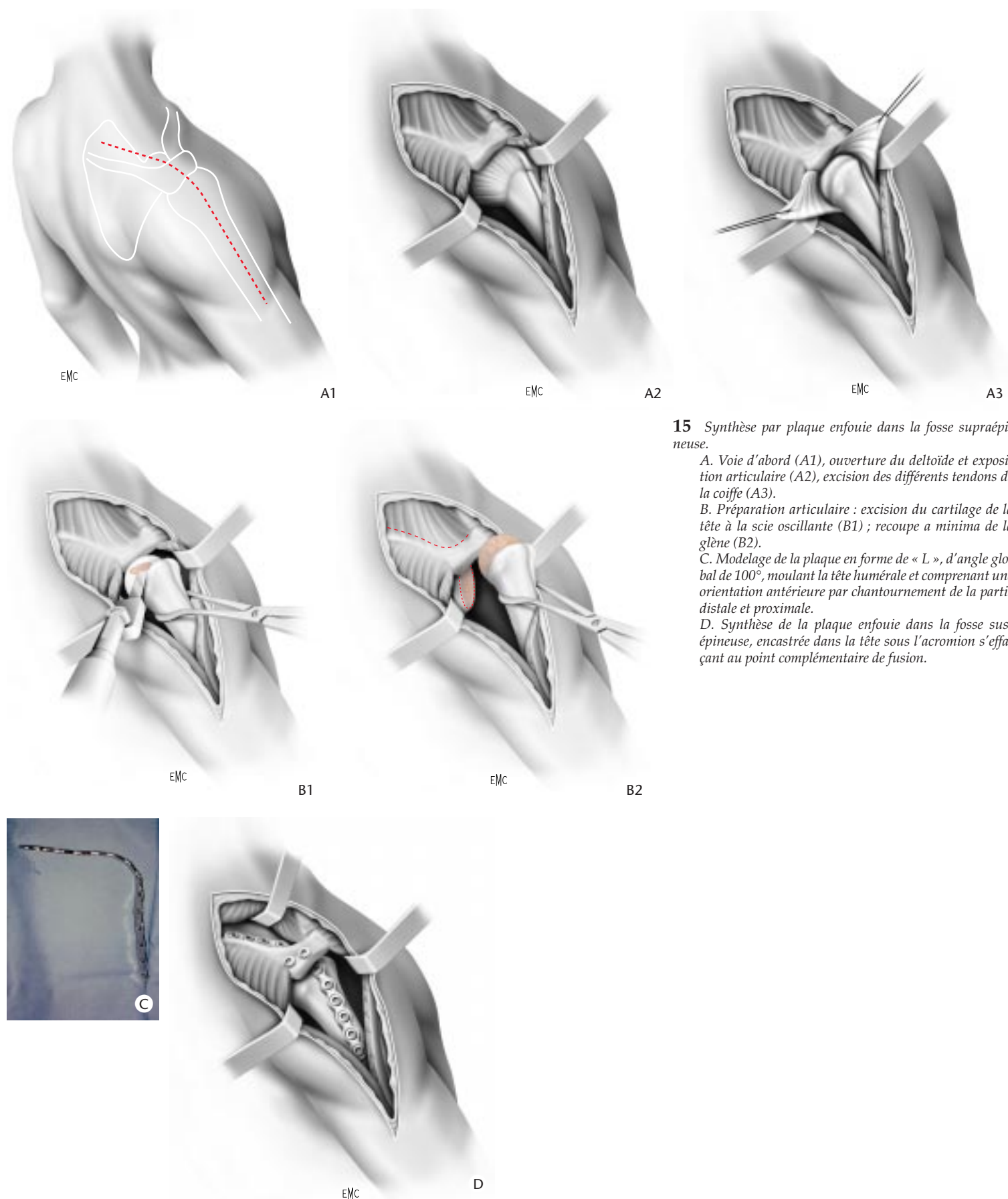
En fait, l'utilisation de greffe iliaque en complément de l'arthrodèse est surtout utile dans les reprises d'échec d'arthroplastie, d'infection, ou de reconstruction après reconstruction tumorale [4, 9, 11, 45, 51, 53].

Réséction du quart externe de la clavicule

Proposée initialement par Milgram en vue d'augmenter la mobilité de l'articulation scapulothoracique, elle possède ses partisans. Certains l'intègrent dans le foyer [30, 44] et d'autres pensent pouvoir améliorer l'élévation d'une quinzaine de degrés [38, 45] ou prévenir les douleurs acromioclaviculaires de surcharges [55]. Hawkins et Neer ne retrouvent pas d'amélioration [21] et ce n'est que dans les situations de dégénérescence arthrosique douloureuse que ce geste peut être proposé secondairement.

Rééducation

Le patient doit s'adapter à son nouveau handicap pour en obtenir tout le bénéfice. L'acquisition des techniques de compensation des gestes quotidiens est progressive. Le rendement articulaire s'améliore avec le temps. Le surentraînement articulaire et musculaire renforce ces résultats.



15 Synthèse par plaque enfouie dans la fosse supraépineuse.

A. Voie d'abord (A1), ouverture du deltoïde et exposition articulaire (A2), excision des différents tendons de la coiffe (A3).

B. Préparation articulaire : excision du cartilage de la tête à la scie oscillante (B1) ; recoupe à minima de la glène (B2).

C. Modelage de la plaque en forme de « L », d'angle global de 100°, moulant la tête humérale et comprenant une orientation antérieure par chantournement de la partie distale et proximale.

D. Synthèse de la plaque enfouie dans la fosse sus-épineuse, encastrée dans la tête sous l'acromion s'effaçant au point complémentaire de fusion.

Au stade de début, un travail de mise en route associant massothérapie décontractante et hygiène de la statique rachidienne est entrepris. L'articulation scapulothoracique est mobilisée en soutenant le membre. Tout un travail analytique de mobilisation de

la scapula est alors entrepris pour apprendre à décomposer les différents mouvements d'élévation-abaissement, d'abduction-adduction, de mouvements de sonnette. Ce travail demande une coopération suivie du patient qui doit apprendre à se reprogrammer.

Lors de la phase suivante, le patient commence à automatiser l'enchaînement et la coordination posturocinétique des mouvements. Un travail de renforcement musculaire permet de dépasser le stade de fatigabilité et de mieux tenir le membre dans l'espace.

Délais de consolidation

La consolidation est obtenue en moyenne au bout de 2 à 4 mois [7, 11, 23, 42, 53]. Il existe un retard radiologique et la présence de travées osseuses continues pontant le foyer d'arthrodèse est longue à observer et ne semble apparaître qu'entre 4 et 6 mois selon les séries [15, 41].

Acquisition des résultats fonctionnels

L'appréciation des résultats fonctionnels demande au moins 6 mois, parfois 1 an, et le résultat s'améliore avec le temps. Il existe deux raisons à cela. La première concerne l'intégration « corporelle » de cette nouvelle articulation et dépend de la motivation des patients et de leur âge. La deuxième est liée au renforcement des muscles moteurs de cette nouvelle situation anatomique, souvent affaiblis par l'inutilisation préopératoire et l'immobilisation postopératoire.

La mobilité active scapulothoracique globale peut être chiffrée par la sommation des amplitudes retrouvées dans les trois axes et qui est en moyenne de 160 à 180°, ou par la surface d'ellipse dessinée par la main (cf supra).

Dans les séquelles du plexus brachial, on peut obtenir une abduction active d'environ 70° [42] et une rotation interne de 50°, mais on bloque la rotation externe au-delà du plan perpendiculaire au corps [7] (fig 16). Les résultats semblent meilleurs en dehors des épaules paralytiques [15, 41, 42]. Dans la polyarthrite, Riauno et Rybka rapportent des résultats satisfaisants avec une moyenne de 60° de flexion [40, 47]. On a la nette impression que le handicap créé dépend de la réintégration sociale demandée et globalement les patients atteints de paralysie du plexus brachial ou de polyarthrite semblent plus satisfaits. Il est certain que les résultats sont surtout entachés par la présence de douleurs résiduelles.

Complications

PSEUDARTHRODÈSE

Son importance diminue en raison de la meilleure qualité et l'attention portée à l'ostéosynthèse. Elle est estimée entre 4 et 12 % [7, 8, 11, 15, 40, 42, 44, 51]. Elle peut être reprise par greffe d'os iliaque autologue après en avoir recherché l'étiologie : excès d'abduction, manque de compression ou synthèse trop légère, complication septique.

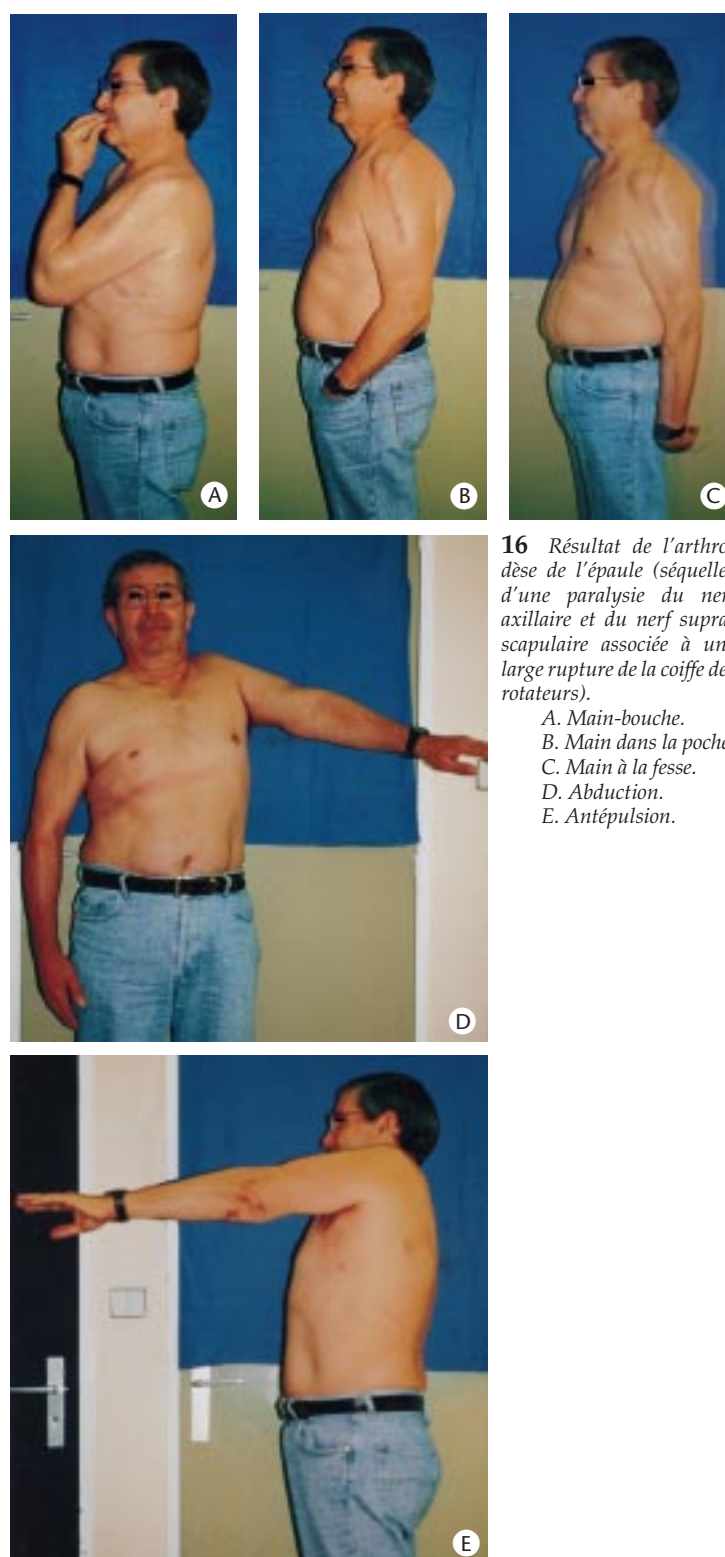
Les pseudarthrodèses serrées sont bien tolérées dans l'ensemble [2, 3, 8, 33, 47, 52] et ne font pas forcément l'objet d'une reprise chirurgicale [8, 15, 23, 51, 52].

FRACTURES DE L'HUMÉRUS [7, 11, 19, 23, 34, 42, 45, 47]

L'incidence peut être estimée entre 10 et 15 % dont 50 % des cas se rencontreraient dans les étiologies de paralysie plexique. Elles se localisent au col chirurgical de l'humérus ou à l'extrémité de la plaque vissée [7, 11], voire simplement sur les trous de fiches d'un fixateur externe enlevé. La cause en est souvent un traumatisme sur une articulation bloquée et sur un os ostéoporotique. Si ne s'agit que d'une fracture de fatigue ou d'une fracture non déplacée, le traitement est orthopédique. Mais le problème qui se pose en fait est la perte du réglage de l'arthrodèse. L'immobilisation coude au corps risque de modifier en particulier la rotation interne. Si tel est le cas, il est préférable d'ostéosynthésier la fracture par une plaque [7, 11, 24, 45].

DOULEURS

Cette intervention n'est pas indemne de résultats douloureux, et ceci malgré une fusion radiologique évidente. Cofield et Briggs [11]



16 Résultat de l'arthrodèse de l'épaule (séquelles d'une paralysie du nerf axillaire et du nerf supra-scapulaire associée à une large rupture de la coiffe des rotateurs).

- A. Main-bouche.
- B. Main dans la poche.
- C. Main à la fesse.
- D. Abduction.
- E. Antépulsion.

rapportent des douleurs modérées ou sévères dans 25 % des cas, Vastamaki dans 30 % des cas [52], Richards dans 25 % des cas [41].

Ce sont ces douleurs résiduelles qui entachent le résultat global des arthrodèses d'épaule. Elles ne sont pas forcément liées à l'effort et à un défaut de consolidation. Beaucoup de patients trouvent difficile de dormir sur cette épaule.

Richards [42] constate que la plupart des arthrodèses rentrant dans ce cadre ont pour étiologie une atteinte neurologique. Sjöström signale un cas dont les douleurs étaient en rapport avec un étirement microtraumatique du nerf suprascapulaire lorsque le bras pend le long du corps [50]. Cependant, la surcharge de contraintes sur la musculature thoracoscapulaire est au début la première en cause. D'ailleurs, les douleurs diminuent lorsque la fonction s'améliore [42].

En second lieu, c’est la mauvaise position de l’arthrodèse qu’il faut rechercher car elle entraîne des ténopathies d’insertion des muscles scapulaires qui finissent par retentir sur la statique rachidienne par le biais d’attitudes vicieuses.

L’excès de réglage de l’abduction ou de la flexion ont pu faire l’objet d’ostéotomies correctrices d’adduction sous-épiphysaire [13, 19, 46].

Enfin, signalons la gêne occasionnée par la proéminence des plaques sous la peau, conduisant souvent à leur ablation. Ce problème semble être diminué avec les plaques moins encombrantes à cotyle, où dans l’expérience de Richards, les douleurs sont passées de une fois sur deux à une fois sur huit [41, 42].

Indications

L’arthrodèse scapulohumérale est un geste radical que certains ne considèrent que comme l’intervention de derniers recours. Il faut savoir cependant qu’une fois bien réglée et intégrée par le patient au terme de plusieurs mois d’adaptation à ce nouveau statut articulaire, l’arthrodèse permet de retrouver une stabilité indolore avec des résultats fonctionnels acceptables.

SÉQUELLES D’INFECTIONS OSTÉOARTICULAIRES

Après le temps historique de la tuberculose [8, 30], on rencontre ce problème dans les infections chroniques post-traumatiques, par ouverture d’emblée, suppuration sur ostéosynthèse ou après prothèse d’épaule. C’est l’ancienneté des troubles et la résistance des germes qui orientent vers cette solution thérapeutique. Là comme ailleurs, la résistance des germes rencontrés rend nécessaires les prélèvements multiples encadrant le geste opératoire [10, 11, 23]. Dans cette indication, il est particulièrement recommandé de préférer une synthèse interne maintenue par un fixateur externe [11, 15, 17, 23]. La stratégie thérapeutique peut se dérouler prudemment en deux temps : après une première phase de toilette et d’assèchement [55], une antibiothérapie adaptée aux prélèvements réalisés est maintenue. La fusion n’est envisagée que secondairement au bout de 6 à 8 semaines sur les critères habituels, cliniques, biologiques et radiologiques.

SÉQUELLES DE L’ÉPAULE PARALYTIQUE

Les indications autrefois fréquentes dans la poliomyélite [30, 48] font actuellement place aux atteintes traumatiques du plexus brachial ou à certaines associations lésionnelles nerveuses tronculaires [5, 7, 41, 44].

Elles s’intègrent en fonction des lésions, des possibilités de chirurgie nerveuse et de ses résultats, dans une stratégie de réanimation de l’épaule à côté de celle du coude et de la main.

Elle survient en dernier dans le programme de réhabilitation et de transferts du membre supérieur. Les interventions distales sont plus aisées à réaliser. Ceci permet également d’évaluer le degré de stabilité de l’épaule une fois la réanimation du coude faite et d’établir la disponibilité des muscles moteurs restants.

Elle intervient lorsqu’il n’existe pas d’autre moyen de stabiliser la subluxation inférieure douloureuse de la glénohumérale sur une épaule paralytique ballante. Elle nécessite la présence du trapezius et surtout du serratus antérieur à au moins M4. Ce dernier fait défaut dans les avulsions de C5-C6 où il est présent par le biais de récupération et/ou d’innervation étagée à partir de C4. La paralysie du trapezius est rare dans la paralysie plexique et ne semble pas contre-indiquer totalement l’arthrodèse. L’utilisation du nerf spinal accessoire dans la neurotisation du plexus préserve l’innervation de faisceau supérieur.

La deuxième condition est la présence d’une flexion active du coude. Sinon, les patients perdent toute possibilité de flexion passive du coude par l’élan obtenu en balançant l’épaule [7, 49]. La force de l’épaule est supérieure chez les patients présentant une main fonctionnelle. En l’absence d’une main fonctionnelle, l’arthrodèse permet d’utiliser la main et l’avant-bras comme un « porte-manteau ». Le problème de la douleur n’est pas entièrement réglé et la douleur résiduelle est parallèle à la gravité de l’atteinte plexique.

ATTEINTES DÉGÉNÉRATIVES, ÉCHECS D’ARTHROPLASTIE

L’arthrodèse peut être un procédé de sauvetage, en fonction de l’âge, vivant en matière d’arthrose ou de larges ruptures de coiffe, des contre-indications de la chirurgie prothétique ou de la réparation de la coiffe [11, 42, 45, 51, 52, 55].

La reprise d’arthroplastie de l’épaule est une situation à laquelle on devient de plus en plus confronté avec la mise en place croissante de prothèses, sur des épaules dont la coiffe est de plus ou moins bonne qualité. Les problèmes techniques rejoignent finalement ceux des pertes de substance osseuse ou des destructions sévères. Le descellement des pièces prothétiques, notamment sur la glène, pose des problèmes d’ancrage et de greffes complémentaires ; le granulome doit être excisé dans sa totalité. En revanche, dans cette indication, il ne faut pas chercher à respecter la longueur huméroscapulaire ; mieux vaut télescoper la base métaphysaire humérale contre le reste de glène pour l’y encastrier. Des greffes complémentaires sont adjointes à la demande.

DESTRUCTIONS SÉVÈRES ET AUTRES ÉTIOLOGIES

■ Séquelles post-traumatiques

Les fractures complexes, articulaires, traumatismes balistiques, ayant consolidé avec plus ou moins de bonheur, sont parfois le siège de cals vicieux, de perte de substance osseuse et/ou articulaire qui ne permettent plus une reprise chirurgicale par une prothèse. L’arthrodèse trouve également des indications dans les luxations invétérées douloureuses de l’épaule où la chirurgie conservatrice devient périlleuse.

L’arthrodèse, dans ces grandes reconstructions pour perte de substance osseuse, doit réaliser un montage avec un cintre supérieur. En l’absence d’infection et en présence d’une bonne couverture musculo-fascio-cutanée, la plaque permet un pontage supérieur et des greffons sont ajoutés. Si l’ensemble du montage paraît insuffisant, un pontage inférieur selon la technique de Judet [25] est alors un atout supplémentaire pour lutter contre les forces de cisaillement.

En fonction de la perte osseuse, une simple coaptation de la métaphyse contre la glène, montée par plaque, règle le problème de la perte de substance.

■ Atteinte rhumatoïde

L’arthrodèse est une technique nettement au second plan [11, 27, 55] et les publications dans cette indication sont rares [40, 47]. Cette expérience isolée n’a pas été suivie et la prise en charge chirurgicale est maintenant différente. Elle ne vit que des échecs des contre-indications des arthroplasties (large rupture de coiffe, destruction osseuse importante).

■ Chirurgie d’exérèse tumorale

L’humérus proximal est le deuxième site de survenue de lésions primitives sur les os longs. On rencontre surtout des sarcomes primitifs de l’os (ostéochondrosarcomes, ostéosarcomes, sarcome d’Ewing) et des tumeurs bénignes extensives à cellules géantes [4, 9, 29, 37]. Malawer [29] a proposé une classification chirurgicale d’exérèse tumorale au niveau de l’épaule (tableau I). Elle a pour intérêt de s’appuyer sur les concepts de la chirurgie oncologique en

Tableau I. – Classification de Malawer.

| | |
|----------|--|
| Type I | Résection intra-articulaire de l’extrémité proximale de l’humérus |
| Type II | Scapulectomie partielle extra-articulaire |
| Type III | Scapulectomie totale intra-articulaire |
| Type IV | Résection extra-articulaire totale de la scapula et de la tête humérale |
| Type V | Résection extra-articulaire de l’humérus et de la glène |
| Type VI | Résection extra-articulaire de l’humérus et de l’omoplate (résection inter-scapulo-thoracique de Tikkor-Linberg) |

Ainsi, les résections de types IA-III A correspondent à des résections intracompartimentales, alors que les résections de types IB-III B et IV-VI sont extracompartimentales. L’humérus est mal compartimenté à sa partie proximale. L’atteinte de la coulisse bicipitale favorise l’extension intra-articulaire, ainsi qu’une rupture de la coiffe vers le deltoïde.

précisant le geste de résection, son aspect intracompartimental (lettre A) ou non (lettre B) en fonction de la conservation des muscles de l'abduction (deltoïde). Cette chirurgie conservatrice et de reconstruction permet d'obtenir des résultats bien plus satisfaisants que la simple désarticulation et a pour but de préserver et de réhabiliter la fonction distale du membre lorsque celle-ci est possible. Il s'agit indéniablement d'un progrès pour le malade et aucune orthèse externe n'a été nécessaire dans la série de Malawer [29].

Les procédures de type V sont essentiellement rencontrées dans les sarcomes de haut grade de stade IIB, ainsi que pour les résections de type IB [29].

Lorsque la cavité glénoïde est conservée ainsi que l'appareil abducteur, la reconstruction humérale fait appel à des prothèses massives posant des problèmes d'instabilité, d'insertion musculaire et tendineuse, de faillite de l'ancrage distal. La conservation de la fonction du coude est ici essentielle ; la fonction globale du membre est meilleure, même si la cotation fonctionnelle de l'épaule est inchangée [12].

La reconstruction par allogreffe massive apporte également son cortège de complications à type de fracture, de pseudarthrose, d'arthrose et d'infection, soit 57 % de complications dans la série de Gebhardt et al [18]. Les résultats comportent une mobilité en flexion d'environ 45° mais des rotations relativement bien conservées, l'essentiel de la mobilité se faisant malgré tout dans la scapulothoracique. La coiffe reste étanche, mais elle est rarement fonctionnelle. Le délai de consolidation est de 6 mois à 1 an. Le cartilage peut donner lieu à une arthrose, mais se maintient dans les premières années et peut faire l'objet de la mise en place, secondairement, d'une prothèse. Les indications de ces allogreffes massives sont en perte de vitesse.

L'arthrodèse est possible si la hauteur de résection humérale n'est pas trop importante.

Premier temps d'exérèse tumorale

L'exérèse large de la tumeur se fait en bloc à travers des tissus sains dont les marges de résection sont contrôlées en anatomopathologie.

La voie d'abord est le plus souvent deltopectorale, en excisant le trajet de la biopsie sur les fibres antérieures du deltoïde, mais, en cas d'atteinte des parties molles et du deltoïde à sa face profonde avec paralysie du nerf axillaire, on peut préférer la voie de Martini en laissant les fibres les plus profondes sur la tumeur.

Si une arthrectomie est envisagée, les muscles de la coiffe sont alors sectionnés en arrière du rebord glénoïdien. Le col est coupé d'avant vers l'arrière sans ouvrir la capsule, bien entendu. La résection glénohumérale en bloc (type V) emporte le bloc métaphysoarticulaire après section périphérique de tous les muscles de l'épaule.



17 Arthrodèse de reconstruction après exérèse tumorale de type VB de Malawer à l'aide d'un greffon de crête iliaque et un péroné vascularisé.

Deuxième temps : reconstruction

Celle-ci dépend de la résection de l'articulation et surtout de l'excision ou non du deltoïde et des muscles de la coiffe des rotateurs.

L'arthrodèse s'adresse aux résections de type IB et de type VB dont la résection de part et d'autre de l'article n'est pas trop vaste. Cheng reconstruit la perte de substance à l'aide de greffon iliaque [9]. Blewitt et Pooley [4] rapportent une expérience limitée sur la reconstruction par greffe de péroné utilisant à cet effet deux diaphyses fibulaires vissées en parallèle au segment distal et au segment proximal. À ce dernier niveau, un greffon iliaque a permis de reconstruire la portion réséquée de scapula jusqu'au col. Ce type de greffe comporte l'inconvénient d'une immobilisation prolongée jusqu'à l'obtention de la consolidation, des difficultés de consolidation s'il existe un programme de chimiothérapie, et n'est pas à l'abri de fractures de fatigue. Les auteurs ne sont pas partisans de greffes vascularisées car cela rallonge le temps opératoire et peut compromettre la qualité de l'exérèse dans l'esprit de conserver des vaisseaux adéquats. Kyogoku [26] renforce son arthrodèse de greffons iliaques et d'un péroné vascularisé, ce qui augmente la consolidation primaire du greffon vascularisé (fig 17), sans échapper néanmoins au problème des fractures de stress sur la jonction proximale [26]. Ses résultats fonctionnels sur la mobilité sont comparables à ceux obtenus avec une prothèse.

Références ➤

Références

- [1] Barr JS, Freiberg JA, Colonna PC, Pemberton PA. Report of the research committee of the american orthopaedic association. *J Bone Joint Surg* 1942 ; 24 : 699-707
- [2] Barton NJ. Arthrodesis of the shoulder for degenerative conditions. *J Bone Joint Surg Am* 1972 ; 54 : 1759-1764
- [3] Beltran JE, Jimeno-Urban F, Barjau R. [A simplified compression arthrodesis of the shoulder joint]. *Hefte Unfallheilkd* 1975 ; 126 : 357-360
- [4] Blewitt N, Pooley J. Resection arthrodesis of the shoulder with autogenous fibular bone grafts. *J Shoulder Elbow Surg* 1994 ; 3 : 307-312
- [5] Brooks DM, Zaoussi A. Arthrodesis of the shoulder in the reconstructive surgery of the upper limb. *J Bone Joint Surg Br* 1959 ; 41 : 207-212
- [6] Buck-Gramcko H. Zu der technik der intraartikulären schultergelenksarthrodese. *Z Orthop* 1959 ; 91 : 198-201
- [7] Chammas M, Allieu Y, Meyer Zu Reckendorf G. L'arthrodèse d'épaule : indications-résultats. In : Alnot JA, Narakas A éd. Les paralysies du plexus brachial. Paris : Expansion Scientifique Française, 1995 : 231-238
- [8] Charnley J, Houston JK. Compression arthrodesis of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 1964 ; 46 : 614-620
- [9] Cheng EY, Gebhart MC. Allograft reconstructions of the shoulder after bone tumor resections. *Orthop Clin North Am* 1991 ; 22 : 37-48
- [10] Clawson RS, McKay DW. Arthrodesis in the presence of infection. *Clin Orthop* 1976 ; 114 : 209-213
- [11] Cofield RH, Briggs BT. Gleno-humeral arthrodesis. Operative and long-term functional results. *J Bone Joint Surg Am* 1979 ; 61 : 668-677
- [12] Courpied JP, Tomeno B, Langlais F, Augereau B, Aubriot JH et al. Functional results following resection of tumors in the proximal humerus. In : Yamamuro T ed. New developments for limb salvage in musculoskeletal tumors. Tokyo : Springer-Verlag, 1989 : 532-536
- [13] Davis JB, Cottrell GW. A technique for shoulder arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1962 ; 44 : 657-661
- [14] Debeyre J, Patte D, Perrin J. Arthrodesè de l'épaule. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie, 44-260, 1978 : 1-11
- [15] Ducloyer P, Nizard R, Sedel L, Witvoet J. Arthrodesè d'épaule dans les paralysies du plexus brachial. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 : 396-405
- [16] Duparc F, Tobens AC, Dujardin F, Thomine JM. Étude biomécanique de la résistance de montages d'arthrodèse scapulo-humérale par plaque ou par fixateur externe. In : Gazielly D, Goutallier D éd. Les arthrodeses de l'épaule. Montpellier : Sauramps médical, 1997 : 11-20
- [17] Fitoussi F, Bégue T, Thoreux P, Masquelet AC. Dix cas d'arthrodèse scapulo-humérale : proposition technique dans les pertes de substance osseuse de la tête humérale. In : Gazielly D, Goutallier D éd. Les arthrodeses de l'épaule. Montpellier : Sauramps médical, 1997 : 65-71
- [18] Gebhardt MC, Roth YF, Mankin HJ. Proximal humeral osteoarticular allograft transplantation for musculoskeletal tumors of the shoulder girdle. In : Yamamuro T ed. New developments for limb salvage in musculoskeletal tumors. Tokyo : Springer-Verlag, 1989 : 541-542
- [19] Groh GI, Williams GR, Jarman RN, Rockwood CA Jr. Treatment of complications of shoulder arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 881-887
- [20] Harryman DT 2nd, Walker ED, Harris SL, Sidles JA, Jackins SE et al. Residual motion and function after glenohumeral or scapulothoracic arthrodesis. *J Shoulder Elbow Surg* 1993 ; 2 : 275-285
- [21] Hawkins RJ, Neer CS. A functional analysis of shoulder fusions. *Clin Orthop* 1987 ; 223 : 65-76
- [22] Inman VT, Saunders JC, Abott LC. Observations of the function of the shoulder joint. *J Bone Joint Surg* 1944 ; 26 : 1-30
- [23] Johnson CA, Healy WL, Brooker AF Jr, Krackow KA. External fixation shoulder arthrodesis. *Clin Orthop* 1986 ; 211 : 219-223
- [24] Jonsson E, Lidgren L, Rydholm U. Position of shoulder arthrodesis measured with Moire photography. *Clin Orthop* 1989 ; 238 : 117-121
- [25] Judet R, Letournel E. Arthrodesè de l'épaule. In : Actualités de chirurgie orthopédique de l'hôpital Raymond Poincaré. Paris : Masson, 1963 : 18-30
- [26] Kyogoku H, Ogino T, Minami A, Fukuda K, Matsuno T et al. Reconstruction of the upper limb by arthrodesis in cases of tumors of the proximal humerus. Six cases of limb salvage procedure of shoulder girdle. In : Yamamuro T ed. New developments for limb salvage in musculoskeletal tumors. Tokyo : Springer-Verlag, 1989 : 557-561
- [27] Lemaire R, Gillet P. La place de l'arthrodèse gléno-humérale face à l'arthroplastie prothétique de l'épaule. *Acta Orthop Belg* 1995 ; 61 (suppl) : 135
- [28] Mah JY, Otsuka NY. Scapular winging in young athletes. *J Pediatr Orthop* 1992 ; 12 : 245-247
- [29] Malawer MM, Meller I, Dunham WK. Shoulder girdle resections for bone and soft tissue tumors. Analysis of 38 patients and presentation of a unified classification. In : Yamamuro T ed. New developments for limb salvage in musculoskeletal tumors. Tokyo : Springer-Verlag, 1989 : 519-530
- [30] May VR. Shoulder fusion. *J Bone Joint Surg Am* 1962 ; 44 : 65-76
- [31] Merle D'Aubigné R, Deburge A. Traitement des paralysies du plexus brachial. *Rev Chir Orthop* 1967 ; 53 : 199-215
- [32] Morgan AD, Casscells CD. Arthroscopic-assisted glenohumeral arthrodesis. *Arthroscopy* 1992 ; 8 : 262-266
- [33] Mounier-Kuhn A, Ray A. Technique de l'arthrodèse de l'épaule par voie postérieure. *Rev Chir Orthop* 1964 ; 50 : 851-862
- [34] Müller ME, Allgower AM, Willenegger H. Manuel of internal fixation. Berlin : Springer-Verlag, 1970
- [35] Nagano A, Okinaga S, Ochiai N, Kurokawa T. Shoulder arthrodesis by external fixation. *Clin Orthop* 1989 ; 247 : 97-100
- [36] Narakas AO. Les atteintes paralytiques de la ceinture scapulo-humérale et de la racine du membre supérieur. In : Traité de chirurgie de la main. Affections neurologiques, paralysies du membre supérieur. Syndromes canalaire. Paris : T R édition, 1991 : 113-154
- [37] O'Connor MI, Sim FH, Chao EY. Limb salvage for neoplasms of the shoulder girdle. Intermediate reconstructive and functional results. *J Bone Joint Surg Am* 1996 ; 78 : 1872-1888
- [38] Patte D. L'arthrodèse de l'épaule. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie, 44-298, 1988 : 1-10
- [39] Poileux J, Debeyre J. Utilisation du fixateur externe d'Hoffmann pour mieux assurer l'arthrodèse d'épaule. *Rev Chir Orthop* 1966 ; 52 : 565-568
- [40] Raunio P. The role of non-prosthetic surgery in the treatment of rheumatoid arthritis by fusions and autoarthroplasties. Current practice at the Rheumatism Foundation Hospital, Heinola. *Ann Chir Gynaecol [suppl]* 1985 ; 198 : 96-102
- [41] Richards RR, Beaton D, Hudson AR. Shoulder arthrodesis, with plate fixation: functional outcome analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 1993 ; 2 : 225-239
- [42] Richards RR, Waddell JP, Hudson AR. Shoulder arthrodesis for the treatment of brachial plexus palsy. *Clin Orthop* 1985 ; 198 : 250-258
- [43] Riggins RS. Shoulder fusion without external fixation. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1976 ; 58 : 1007-1008
- [44] Rouholamin E, Woottow JR, Jamieson AM. Arthrodesis of the shoulder following brachial plexus injury. *Injury* 1991 ; 22 : 271-274
- [45] Rowe CR. Arthrodesis of the shoulder used in treating painful conditions. *Clin Orthop* 1983 ; 173 : 92-96
- [46] Rowe CR. Re-evaluation of the arm in arthrodesis of the shoulder in the adult. *J Bone Joint Surg Am* 1974 ; 56 : 913-918
- [47] Rybka V, Raunio P, Vainio K. [Arthrodesis of the shoulder joint in rheumatoid arthritis (author's transl)]. *Acta Chir Orthop* 1979 ; 46 : 135-146
- [48] Saha AK. Surgery of the paralysed and flail shoulder. *Acta Orthop Scand* 1967 ; 97 : 5-90
- [49] Sedel L. La paralysie de l'épaule. Traitement chirurgical. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1990
- [50] Sjöström L, Mjöberg B. Suprascapular nerve entrapment in an arthrodesed shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 1992 ; 74 : 470-471
- [51] Stark MD, Bennett JB, Tullo HS. Rigid internal fixation for shoulder arthrodesis. *Orthopedics* 1991 ; 14 : 849-895
- [52] Vastamaki M. Shoulder arthrodesis for paralysis and arthritis. *Acta Orthop Scand* 1987 ; 58 : 549-553
- [53] Vidal J, Nakach G, Rabischong P, Micalles JP, Virenque P. Arthrodesè scapulo-humérale par fixation combinée externe et interne. Étude biomécanique, technique et clinique. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 171-177
- [54] White JJ, Hoffer MM, Lehman M. Arthrodesis of the paralytic shoulder. *J Pediatr Orthop* 1989 ; 9 : 684-686
- [55] Wilde AH, Brems JJ, Boumphrey FR. Arthrodesis of the shoulder. Current indications and operative technique. *Orthop Clin North Am* 1987 ; 18 : 463-472

Techniques de scapulectomie

C Kenesi

R é s u m é. – Les scapulectomies peuvent être parfois indiquées dans des malformations régionales ou des anomalies dynamiques de type « omoplate à ressaut ». C'est exceptionnel.

L'indication la plus fréquente, et de loin, est la tumeur. L'infinie variété des lésions nécessite une importante palette de techniques, allant de l'exérèse limitée par voie étroite, aux suites courtes et aux résultats fonctionnels excellents, jusqu'aux ablations élargies très importantes, longues, hémorragiques et aux résultats décevants.

C'est en fonction du type, du siège, des dimensions et de l'extension de la tumeur que l'on choisira parmi les différentes possibilités de scapulectomies partielles, totales ou totales élargies, qui peuvent poser de difficiles problèmes de reconstruction.

Introduction

La scapula est un os très particulier, de par sa conformation et de par sa situation. C'est pourquoi, avant toute chose, il est bon de faire un rappel d'anatomie chirurgicale. Puis nous envisagerons les différentes techniques possibles sous trois rubriques : scapulectomie partielle, totale, totale élargie.

Rappel d'anatomie chirurgicale

Situation

La scapula se comporte comme un grand os sésamoïde complètement enchâssé dans des muscles. C'est dire que sa chirurgie comportera toujours un temps important de dissection et de résection musculaire. Elle n'a aucun contact osseux avec le tronc, à l'exception des 2 centimètres carrés de l'articulation acromioclaviculaire.

À son angle supéroexterne, le bras est accroché à la cavité glénoïde.

En avant, un grand muscle fixe l'omoplate à la cage thoracique : le grand dentelé (serratus anterior) se fixe sur la totalité du bord spinal de l'omoplate. Il est renforcé en arrière par les muscles angulaires (levator scapulae) et le muscle rhomboïde (rhomboideus). La scapula reste séparée du gril costal par l'espace cellulaire interscapulothoracique.

En arrière, la scapula est recouverte par le vaste muscle superficiel trapèze (trapezius) qui recouvre toute la partie sus-épineuse et la partie interne de la fosse sous-épineuse. Plus en dehors, le muscle grand dorsal (latissimus dorsi) recouvre la pointe de l'omoplate.

L'angle supéroexterne de l'omoplate supporte l'articulation scapulohumérale. Celle-ci est recouverte par deux couches musculaires, une couche superficielle constituée par le deltoïde (deltoideus) qui

recouvre la couche profonde, continue, des muscles de la coiffe des courts rotateurs de l'épaule : en avant de l'articulation, le muscle sous-scapulaire (subscapularis), en haut, le sus-épineux (supraspinatus), en arrière le sous-épineux (infraspinatus) surplombant le muscle petit rond (teres minor).

Tous ces muscles peuvent être assez développés, surtout chez le sportif. Leur dissection, leur section, peut être hémorragique.

Rapports vasculonerveux de la scapula [6]

Vaisseaux (fig 1)

Ils sont nombreux. Ils peuvent être assez gros. Ils peuvent être accompagnés de grosses veines dilatées. Après section, ils peuvent se rétracter de l'autre côté de l'omoplate et devenir pratiquement inaccessibles. C'est pourquoi il faut d'emblée les repérer et les ligaturer. Le « cercle artériel de l'omoplate » est alimenté par trois gros vaisseaux :

– l'artère scapulaire postérieure (scapularis dorsalis) est une branche de la sous-clavière. Elle aborde l'omoplate au niveau de son angle supéro-interne. Elle descend le long du bord spinal, derrière le muscle rhomboïde. L'artère sus-scapulaire (suprascapularis) est une branche de l'artère axillaire, elle se dirige d'avant en arrière en traversant l'échancrure coracoïdienne contre le pied de l'apophyse coracoïde. La section trop basse de l'apophyse risque de blesser cette artère. Elle contourne ensuite la racine de l'épine de l'omoplate et donne la vascularisation au sus-épineux et au sous-épineux ;

– l'artère scapulaire inférieure (subscapularis) est une branche plus basse de l'artère axillaire qui, elle aussi, se dirige vers l'arrière, contourne le bord latéral de l'omoplate dans le triangle omotricipital, passe sous le petit rond avant de se diriger vers la pointe de l'omoplate. Elle peut être accompagnée de veines volumineuses.

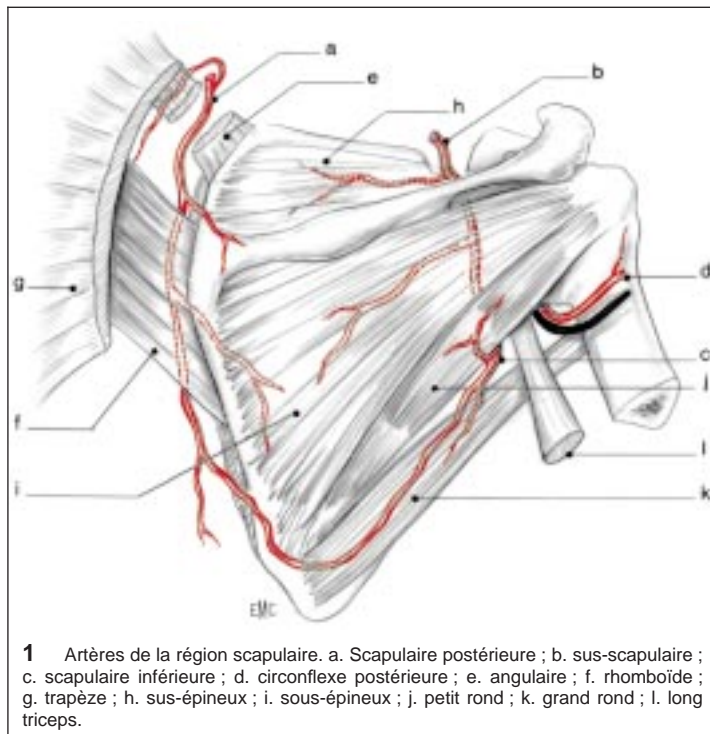
Nerfs

Le nerf spinal (accessorius) descend le long des muscles paravertébraux sous le trapèze.

Le nerf sus-scapulaire (suprascapularis) est une branche collatérale du plexus brachial qui franchit l'échancrure coracoïdienne plus profondément que l'artère sus-scapulaire. Il contourne la racine de l'épine de l'omoplate, en restant environ à 15 mm du rebord glénoïdien. Il assure l'innervation motrice du sus-épineux et du sous-épineux. Le

Claude Kenesi : Professeur, chirurgien des hôpitaux de Paris, hôpital Henri Mondor, service de chirurgie orthopédique, 51, avenue du Maréchal-de-Lattre-de-Tassigny, 94010 Créteil, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Kenesi C. Techniques de scapulectomie. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-241, 1998, 9 p.



nerf chemine de dehors en dedans. Conclusion, la désinsertion médiale de ces muscles ne compromet théoriquement pas leur innervation et leur vascularisation.

Le nerf circonflexe (axillaris) est une branche terminale du tronc postérieur du plexus brachial. Il se dirige vers l'arrière en passant sous l'articulation glénohumérale, accompagné des vaisseaux circonflexes. Il franchit le quadrilatère de Velpeau en passant sous le bord inférieur du petit rond. Il est situé à 25 ou 30 mm du bord inférieur de la glène. Il contourne le col chirurgical de l'omoplate au contact de l'os et il faut faire attention d'éviter de mettre un écarteur contrecoudé à ce niveau pour ne pas risquer de le comprimer.

Le plexus brachial est situé plus en avant et en dedans. Il est cependant assez proche de la face antérieure du sous-scapulaire.

Scapulectomies partielles [5, 9, 11, 18, 22]

Voies antérieures

Elles ne sont pratiquement jamais utilisées, sauf cas tout à fait exceptionnel : petite lésion limitée à l'apophyse coracoïde ou au bord antérieur de la glène. La voie deltopectorale classique est alors suffisante.

Voies postérieures

Installation du malade

Toutes les voies externes ou postérieures peuvent être effectuées sur le malade assis. Nous préférons, de beaucoup, la position couchée sur le côté. L'installation doit être rigoureuse : un appui postérieur sur le sacrum, un appui antérieur pubien en veillant à ne pas comprimer les veines fémorales. Un coussin sous le thorax pour libérer le creux axillaire et éviter les compressions vasculonerveuses du côté opposé. La tête doit être posée sur un coussin mince pour bien dégager toute la partie latérale du cou. Un jersey isole les cheveux. Il faut veiller à ce que la sonde d'intubation soit mise en place du côté opposé à l'intervention.

Le malade est fixé à la table par deux élastoplastes : un sur le thorax, l'autre au niveau des genoux en veillant à séparer les genoux par un petit coussin. Les membres inférieurs sont en extension et calés sur une planche. La table sera disposée en léger décline. Dans cette position, l'épaule à opérer se trouve au point culminant du malade. Sous petite hypotension, le champ opératoire est quasiment exsangue. Toute la région scapulaire est badigeonnée en avant et en arrière jusqu'à la ligne

médiane et jusqu'à la ceinture. Le membre supérieur est entièrement désinfecté et enveloppé d'un jersey. On a ainsi un excellent accès à la partie antérieure et à la partie postérieure de l'épaule et l'on peut manipuler le membre supérieur.

Lésions limitées à l'acromion

Elles peuvent être abordées facilement par une incision transversale menant directement sur l'os. Celle-ci a le gros avantage de pouvoir être agrandie vers le dehors (côté deltoïde) ou vers le dedans (côté trapèze) en dissociant simplement les fibres musculaires sans les couper. Ces gestes non délabrants seront très facilement réparés par un simple point de rapprochement.

Abord de la fosse sus-épineuse

Il se fait par une voie transversale qui traverse le trapèze.

Les dangers se trouvent aux deux extrémités de la voie d'abord : en dedans, l'artère scapulaire postérieure qui se trouve au niveau de l'angle supéro-interne de l'os ; en dehors, l'artère et le nerf sus-scapulaires au ras du pied de l'apophyse coracoïde.

L'angulaire est désinséré au bistouri électrique, libérant ainsi l'angle de l'omoplate. La conduite à tenir vis-à-vis du sus-épineux dépend du siège, des dimensions et de la nature de la lésion. Si on veut respecter le muscle, il faut inciser son bord supérieur et son bord interne et le ruginer de dedans en dehors. On a ainsi toute chance de conserver un muscle fonctionnellement utilisable avec sa vascularisation et son innervation.

Accès à la fosse sous-épineuse

Il est plus difficile : le plan superficiel comporte en haut et en dedans le trapèze, en haut et en dehors le deltoïde, en bas le grand dorsal. Une voie verticale le long du bord spinal de l'omoplate donne un jour insuffisant sur le dehors.

Une voie transversale sur la fosse sous-épineuse est la plus couramment utilisée. La voie classique est celle de Dupont et Evrard : sur le bras en abduction à 90°, elle part du bord spinal de l'omoplate à sa partie moyenne et se dirige oblique en haut et en dehors vers la terminaison du deltoïde. Elle croise le bord axillaire de l'os à l'union tiers inférieur-deux tiers supérieurs.

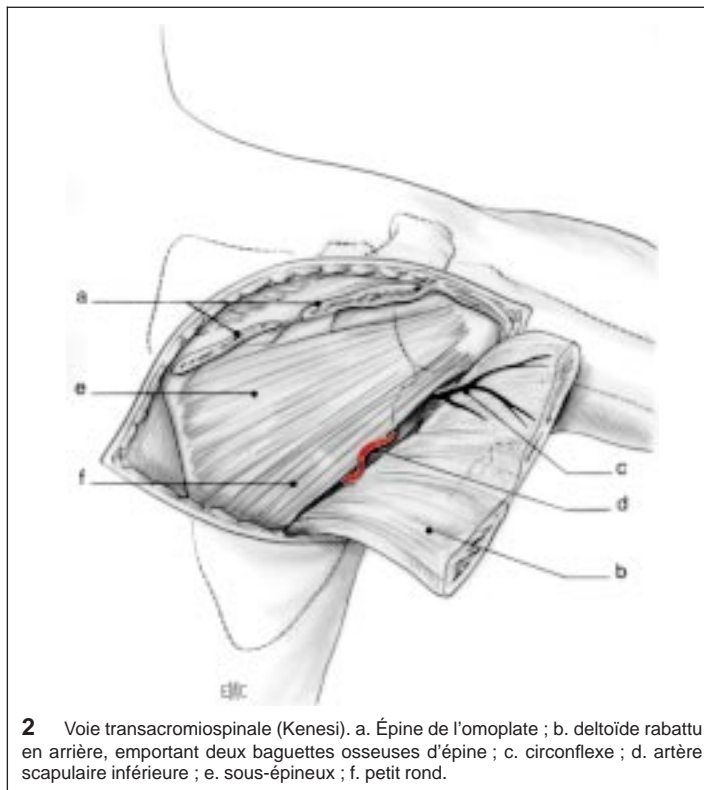
Il faut repérer le bord postérieur du deltoïde qui sera décollé et remonté vers le haut et le bord supérieur du grand dorsal qui sera décollé et repoussé vers le bas. Ce n'est pas toujours facile car les deux muscles peuvent intriquer leurs fibres.

On peut alors aborder le plan profond et découvrir trois muscles obliques vers le haut et vers le dehors, de haut en bas le sous-épineux, le petit rond, le grand rond. L'interstice entre sous-épineux et petit rond n'est pas toujours facile à repérer. Ce dernier muscle se tend dans l'abduction du bras et ses fibres sont parallèles alors que celles du sous-épineux sont de type penniforme. Perpendiculairement à ces muscles se trouve le tendon du triceps. C'est en dehors de celui-ci que l'on peut repérer le paquet circonflexe, en dedans que l'on trouve le paquet scapulaire inférieur. L'accès à la partie supéro-interne de la fosse sous-épineuse n'est pas toujours très commode par cette voie et l'on peut être amené à sectionner en partie les fibres les plus internes du deltoïde. Cette section peut être assez hémorragique chez les sujets musclés et la réparation n'en est pas toujours très facile.

C'est pourquoi j'ai mis au point une voie « transacromiospinale » (fig 2) : la voie d'abord est parallèle à l'épine de l'omoplate, environ 2 cm sous celle-ci et se prolonge loin en dehors jusqu'à l'angle postérieur de l'acromion. Un petit décollement cutané vers le haut permet d'accéder à l'épine. Celle-ci sera ostéotomisée parallèlement à son bord postérieur. L'ostéotomie peut être poussée très loin, jusqu'à l'acromion. On peut s'agrandir par une dissection des fibres supéroexternes du deltoïde. Le muscle est facilement décollé et rabattu vers le bas. L'accès au plan profond est alors facile. Comme dans le cas précédent, on repère le paquet circonflexe et le paquet scapulaire inférieur.

Comme pour le sus-épineux, la rugination éventuelle des muscles postérieurs doit se faire de dedans en dehors, après avoir libéré le bord interne de l'omoplate, du rhomboïde et du grand dentelé.

La section de la scapula peut se faire au ciseau frappé ou à la scie oscillante. Une simple pince coupante suffit le plus souvent pour l'écaillage. Le pilier est un peu plus délicat à sectionner car il est plus épais et plus proche des éléments vasculonerveux.



La réparation est très facile : après avoir laissé en place un drainage aspiratif, on remonte le deltoïde et les baguettes d'insertion seront remises en place grâce à deux ou trois points transosseux.

Exérèse totale ou partielle des deux fosses sus- et sous-épineuses

Elle est parfois indiquée (tumeur à cheval sur l'épine, malformation ou omoplate à ressaut). La voie d'abord cutanée longe alors le bord spinal de l'os. Trapèze et grand dorsal sont écartés le plus haut possible et parfois un petit peu débridés. Le bord spinal est complètement libéré au bistouri électrique après avoir repéré l'artère sus-scapulaire en haut et l'anastomose qui contourne l'angle inférieur de la scapula. L'épaule est alors portée en forte antépulsion pour faire saillir l'omoplate. L'angulaire, le rhomboïde, le grand dentelé sont sectionnés au bistouri électrique. Les insertions proximales du sus-épineux et du sous-épineux sont, elles aussi, décollées. On peut même, en avant, désinsérer le bord interne du sous-scapulaire. On a alors une vue globale sur toute l'écaille de l'omoplate que l'on pourra enlever à la demande.

Résultats fonctionnels

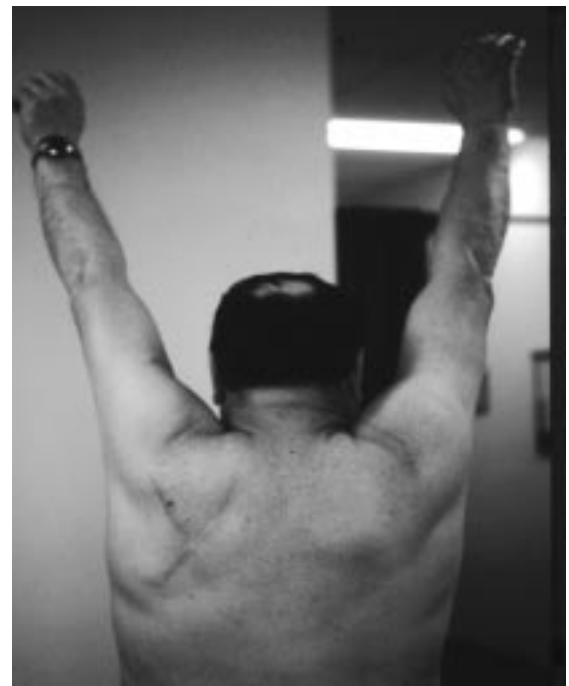
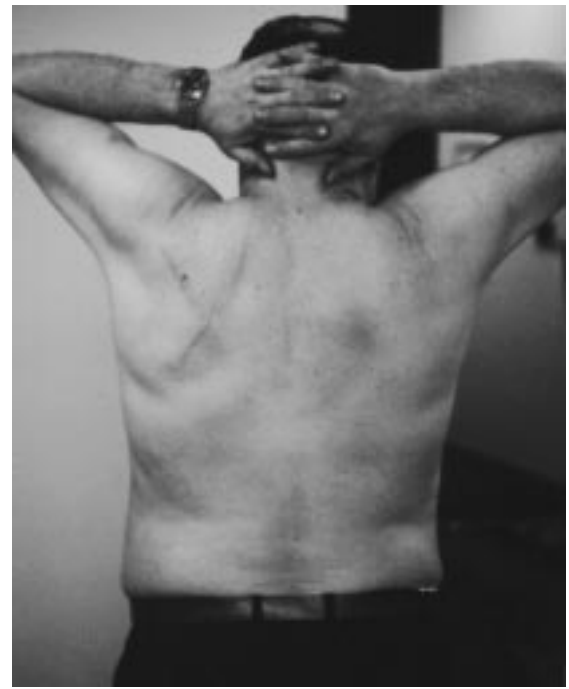
Les résultats fonctionnels de ces scapulectomies partielles sont en règle excellents : ils sont fonction des lésions musculaires. L'exérèse osseuse, même large, de l'écaille de l'omoplate ne compromet pas le pronostic fonctionnel. Lorsqu'on a pu respecter le trapèze et le deltoïde, les muscles de la coiffe, on récupère une mobilité normale et indolente. Sur le plan cosmétique, seule la cicatrice est visible et souvent assez grande. Il n'y a aucune modification du relief de l'épaule (fig 3).

Scapulectomie totale [1, 3, 17]

Technique opératoire

Elle a été parfaitement codifiée par Lecène et Huet au cours des années 1920. Elle comporte plusieurs temps.

- L'incision cutanée est en forme de T avec une branche verticale longeant le bord spinal de la scapula, une branche oblique longeant l'épine.
- Un décollement sous-cutané permet de rabattre deux lambeaux triangulaires, l'un vers le haut, l'autre vers le bas. On a ainsi accès à la couche musculaire superficielle.

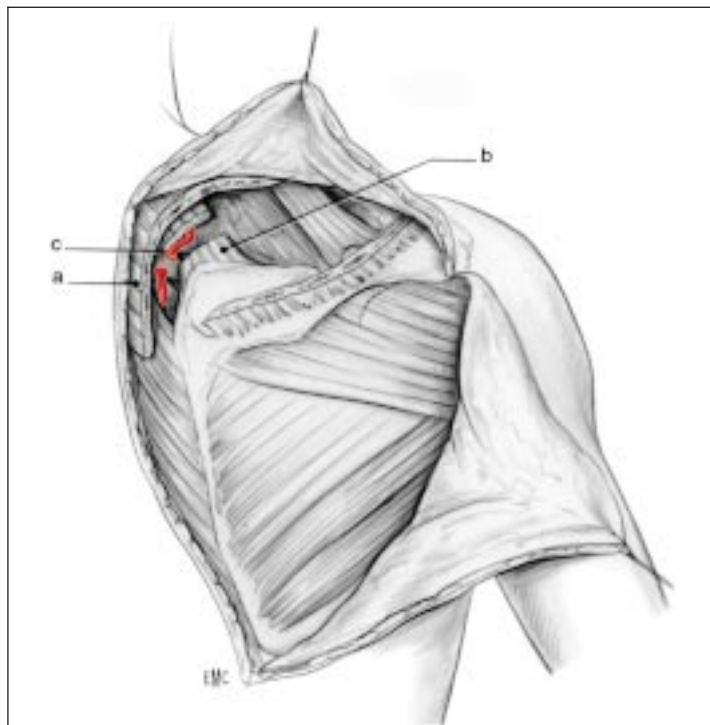


3 Scapulectomie partielle des fosses sus- et sous-épineuses. Seuls la glène et le pilier de l'omoplate ont été conservés. Résultat fonctionnel à 20 ans.

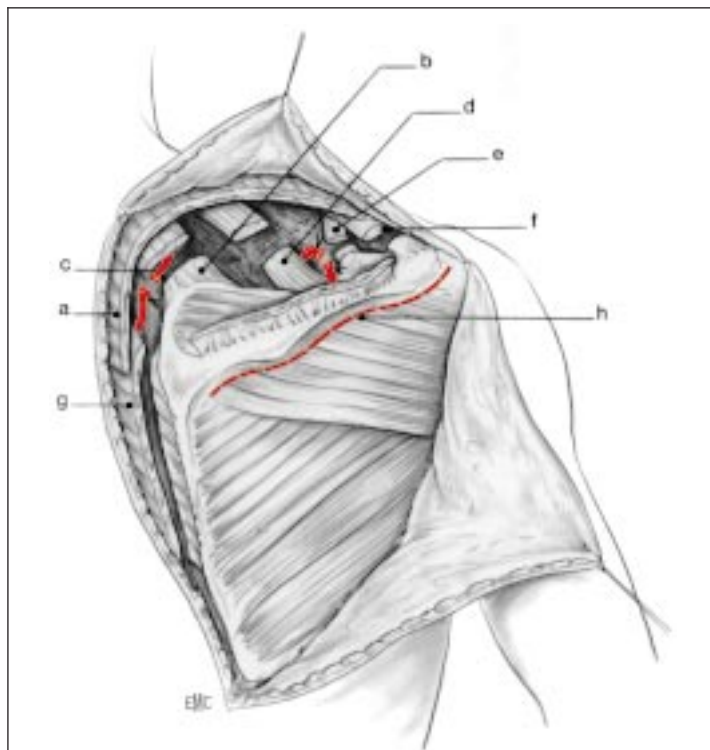
– La section du trapèze se fait au bistouri électrique de haut en bas, en commençant assez près de l'épine de l'omoplate. On peut alors rabattre son chef supérieur vers le dedans et chercher à sa partie profonde le nerf spinal qui sera respecté. La section du muscle se poursuit le long du bord de l'omoplate, jusqu'en bas.

– Le dégagement de l'angle supéro-interne de l'omoplate est assez délicat (fig 4) : il faut sectionner l'angulaire de l'omoplate, et c'est juste sous ce muscle que l'on trouvera l'artère scapulaire postérieure. Il est impératif de la repérer, de la ligaturer et de la sectionner en essayant de conserver ses branches internes destinées au trapèze.

– Le dégagement du bord spinal se fait de haut en bas (fig 5). On commence par sectionner le rhomboïde et le grand dentelé. Un solide davier à griffes est posé sur ce bord et sa traction va faire basculer l'omoplate et permettre d'accéder un petit peu en avant et de compléter le dégagement jusqu'en bas.

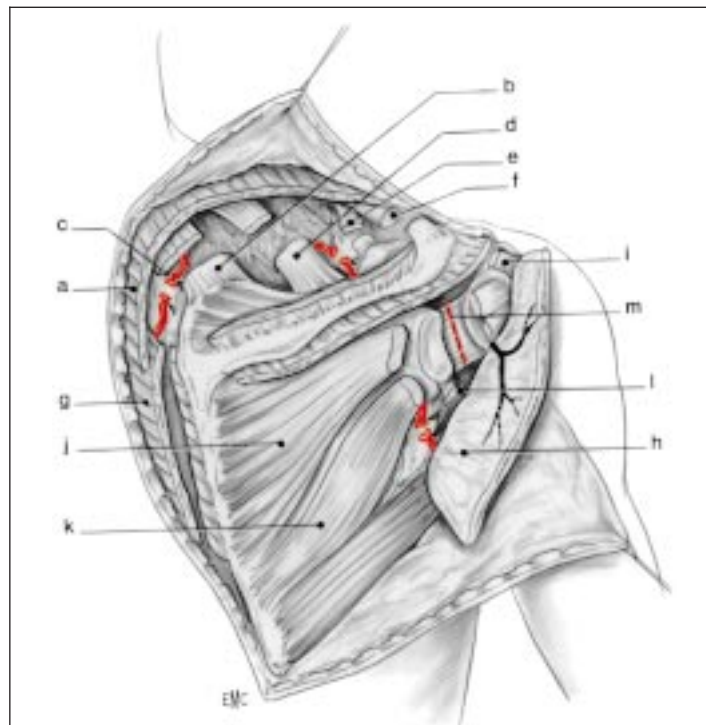


4 Scapulectomie totale. Dégagement de l'angle supéro-interne de l'omoplate. a. Trapèze sectionné ; b. angulaire sectionné ; c. artère scapulaire postérieure liée et sectionnée.



5 Scapulectomie totale. Dégagement des bords supérieur et interne de l'omoplate. a. Trapèze sectionné ; b. angulaire sectionné ; c. artère scapulaire postérieure liée et sectionnée ; d. omohyoïdien sectionné ; e. ligaments coracoclaviculaires sectionnés ; f. désarticulation acromioclaviculaire ; g. rhomboïde sectionné ; h. deltoïde. Le pointillé indique le tracé de la section.

- Libération du bord supérieur de l'os : elle se fait de dedans en dehors après avoir sectionné l'omohyoïdien, on accède à l'échancrure coracoïdienne. L'artère sus-scapulaire est repérée, liée et coupée.
- Dégagement de l'acromion : un solide bistouri est introduit dans l'interligne acromioclaviculaire, il va sectionner la capsule et permettre la désarticulation. Le deltoïde est désinséré du bord inférieur de l'épine



6 Scapulectomie totale. Désarticulation scapulohumérale. a. Trapèze sectionné ; b. angulaire sectionné ; c. artère scapulaire postérieure liée et sectionnée ; d. omohyoïdien sectionné ; e. ligaments coracoclaviculaires sectionnés ; f. désarticulation acromioclaviculaire ; g. rhomboïde sectionné ; h. deltoïde sectionné et rabattu vers le bas. À sa face profonde : le nerf circonflexe ; i. sus-épineux sectionné (partie distale ; la partie proximale de la section est cachée par l'acromion) ; j. sous-épineux sectionné ; k. petit rond sectionné ; l. long triceps sectionné ; m. capsule antérieure. Le pointillé indique le tracé de section.

et de l'acromion, le plus près possible de l'os. Il est rabattu vers le dehors et donne alors un excellent accès sur l'articulation scapulohumérale.

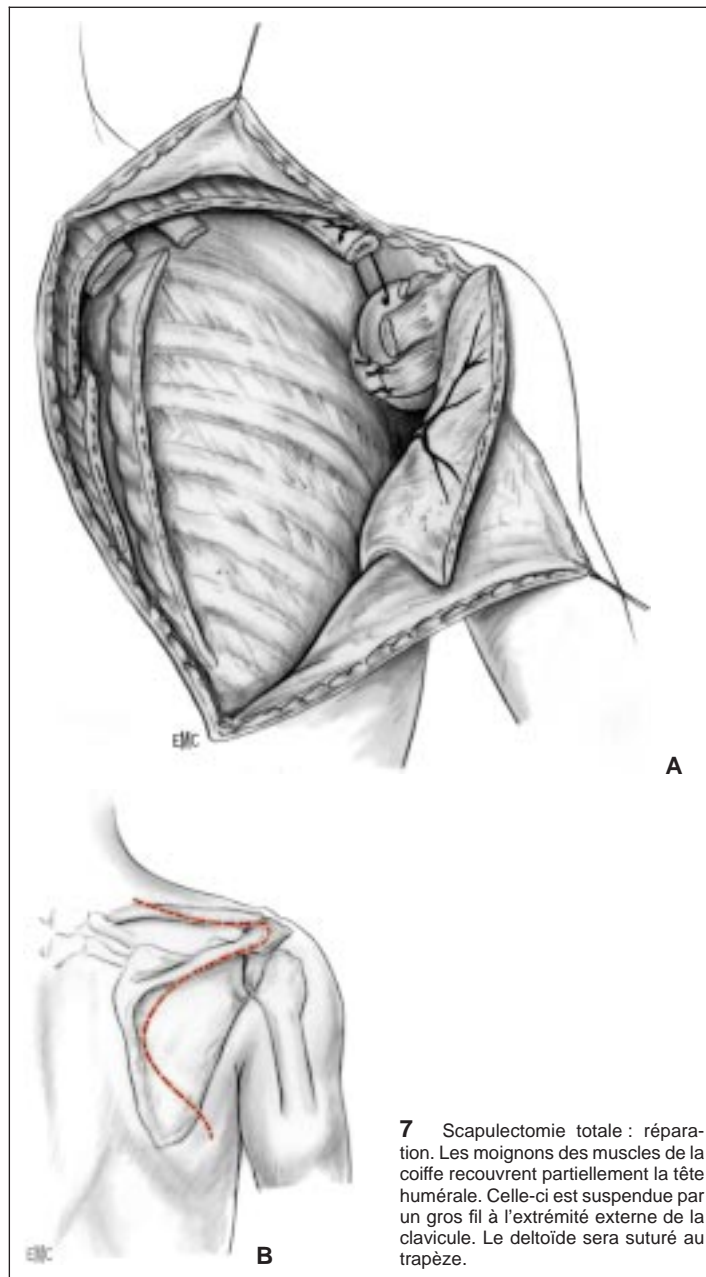
– Désarticulation scapulohumérale (fig 6) : l'arthrotomie est faite en haut et en arrière en sectionnant les muscles de la coiffe, sus-épineux en haut, sous-épineux en arrière. Avant d'aller plus bas, il faut repérer l'artère scapulaire inférieure au bord inférieur du sous-épineux et la lier. On peut alors descendre plus bas et couper le petit rond. Le tendon du long triceps est désinséré du tubercule sous-glénoïdien après repérage du paquet circonflexe. On peut alors ouvrir très largement l'articulation en arrière et sectionner de l'intérieur vers l'extérieur la capsule antérieure puis le sous-scapulaire avec précautions. La pièce est complètement libérée et retirée en bloc.

– Réparation (fig 7) : une hémostase très soignée est réalisée, plusieurs drains aspiratifs sont mis en place et on va procéder à de nombreuses sutures musculaires :

- quand on a conservé des moignons de coiffe suffisamment longs, on peut essayer de recouvrir la tête humérale en les suturant les uns aux autres ;
- suspension de la tête humérale : elle est réalisée par un gros fil de Nylon qui passe dans un tunnel horizontal foré dans l'extrémité externe de la clavicule. Ce fil passera soit dans un tunnel foré dans la tête humérale, soit à travers la coiffe et la capsule si l'on a pu conserver un manchon suffisamment cohérent ;
- les plans superficiels : il faut très soigneusement suturer le trapèze au deltoïde, c'est en règle facile. En bas, on peut combler la perte de substance en essayant de ramener le grand dentelé. La suture sous-cutanée et cutanée ne pose pas de problème.

Suites opératoires

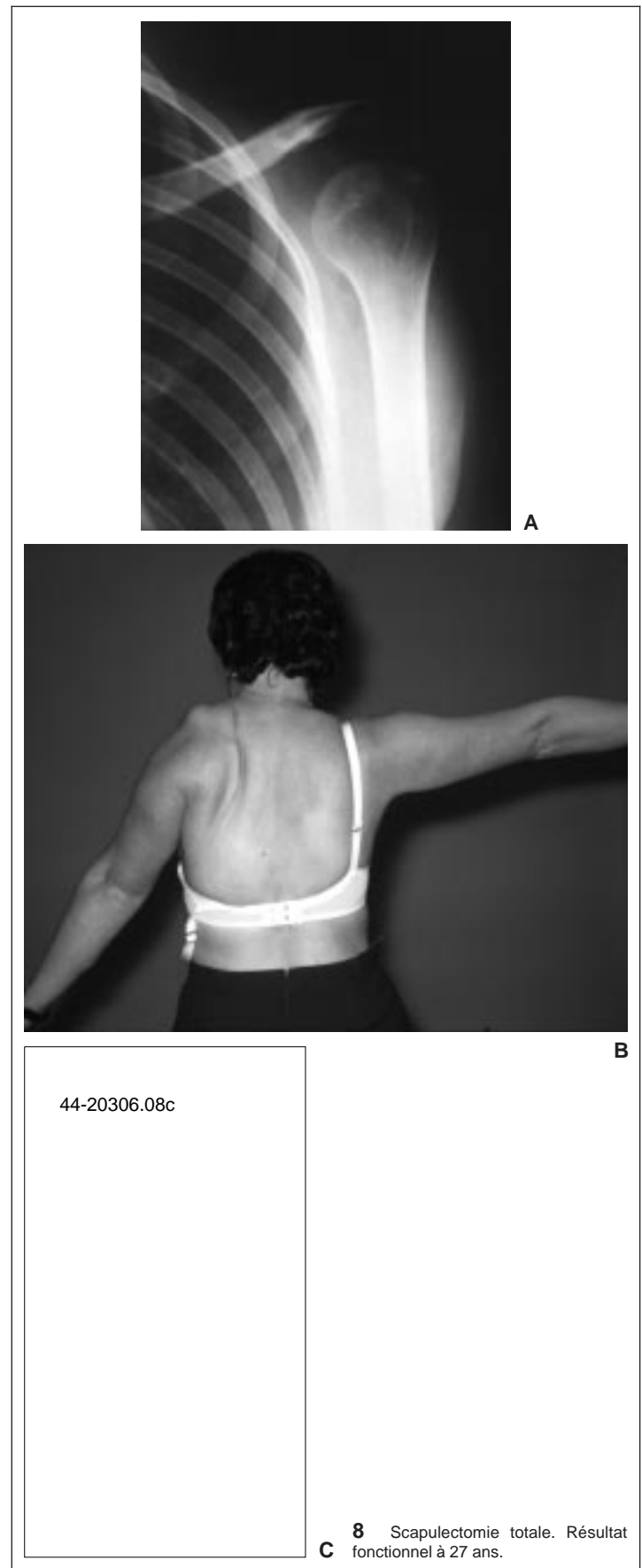
Il faut impérativement mettre en place une solide écharpe qui soutienne très bien le coude. Le poids du membre supérieur risque de mettre en tension les sutures qui sont encore fragiles et de tirer sur le paquet vasculonerveux axillaire, provoquant en particulier une névralgie du plexus brachial.



Au mois de septembre 1995, Anract, Vinh, Tomeno ont présenté au groupe d'étude des tumeurs osseuses une nouvelle voie d'abord de scapulectomie totale qui pourrait même peut-être être utilisée pour la scapulectomie totale élargie : il s'agit d'une très longue incision cutanée en S dont la branche supérieure suit la clavicule jusqu'à l'acromion puis s'incurve en passant sous l'épine de l'omoplate. La branche inférieure contourne le bord spinal et s'incurve vers la pointe de la scapula. Cette incision libère donc deux grands lambeaux fasciocutanés, un supéro-interne qui comporte le muscle trapèze, et l'autre inféroexterne qui emporte le muscle deltoïde. Lorsqu'ils sont relevés, ils exposent largement la scapula et les insertions musculaires. L'exposition du processus coracoïde, de l'articulation glénohumérale, des bords de la scapula est facile. Les angles de l'incision étant arrondis, le risque de nécrose cutanée est diminué. La réparation est facile avec un plan sur les muscles et un plan sur la peau en prévoyant évidemment un large drainage (fig 7 B).

Résultats fonctionnels (fig 8)

L'épaule est évidemment ballante. Sa mobilité passive reste importante, mais sa mobilité active est très limitée. L'abduction active ne dépasse que rarement 45°, la rotation externe est en général totalement perdue. Cependant, ces malades peuvent s'habiller seuls, manger et faire leur



toilette. Le plus souvent, ils ne peuvent pas se coiffer avec la main opérée.

Sur le plan esthétique, la perte du galbe de l'épaule est assez disgracieuse. Elle peut être facilement corrigée par un artifice vestimentaire.

Scapulectomies totales élargies

Les tumeurs malignes de la ceinture scapulaire peuvent obliger à une désarticulation interscapulothoracique. Parfois même, en cas d’envahissement du gril costal, à une intervention encore plus large avec sacrifice d’une partie de la paroi du thorax, voire une pneumonectomie partielle [10, 12, 14, 25]. Leur description n’entre pas dans le cadre de ce chapitre. Il faut simplement signaler qu’il s’agit de mutilations épouvantables (*forequarter amputation*), d’autant plus inadmissibles qu’elles conduisent à sacrifier un membre supérieur normal (fig 9).

Il revient à Tikkor, de Tomsk, en 1908, d’avoir pratiqué la première intervention à visée conservatrice. Elle a été perfectionnée 20 ans plus tard par Linberg. Plus récemment, des techniques de reconstruction ont été proposées pour la compléter. Il s’agit d’une scapulocléidectomie associée à une résection de l’extrémité supérieure de l’humérus plus ou moins étendue selon le siège de la lésion et l’envahissement articulaire [2, 4, 7, 13, 15, 16, 19-21].

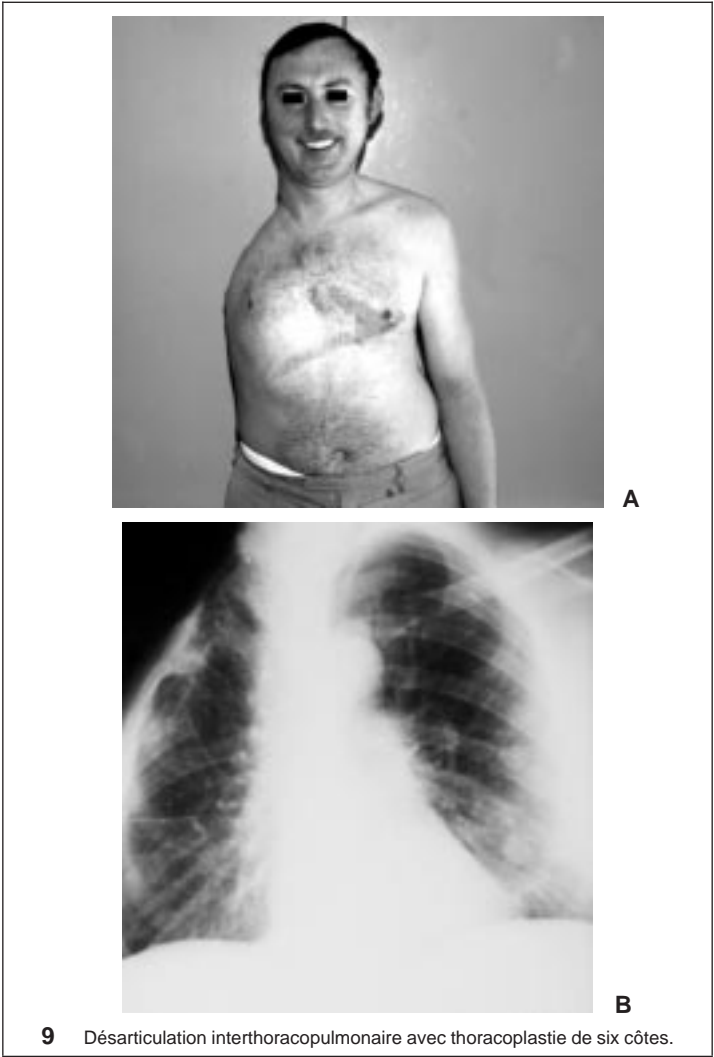
Voie d’abord

Le malade est couché sur le côté sain, la face antérieure et postérieure du thorax est largement dégagée, iodée. Le membre supérieur est enveloppé dans un jersey. L’incision cutanée antérieure part de l’articulation sternoclaviculaire et se dirige légèrement en oblique vers le dehors, en longeant la clavicule 2 cm au-dessous de celle-ci. En dehors, elle contourne la face externe du moignon de l’épaule en restant à distance de l’acromion et en arrière se dirige vers la pointe de l’omoplate.

Une deuxième incision part de la partie moyenne de la voie d’abord antérieure, enjambe l’omoplate en son milieu et descend vers l’arrière rejoindre la pointe de l’omoplate. Nous avons donc en avant une voie d’abord simple transversale, en arrière un très volumineux quartier d’orange.

Temps antérieur (fig 10)

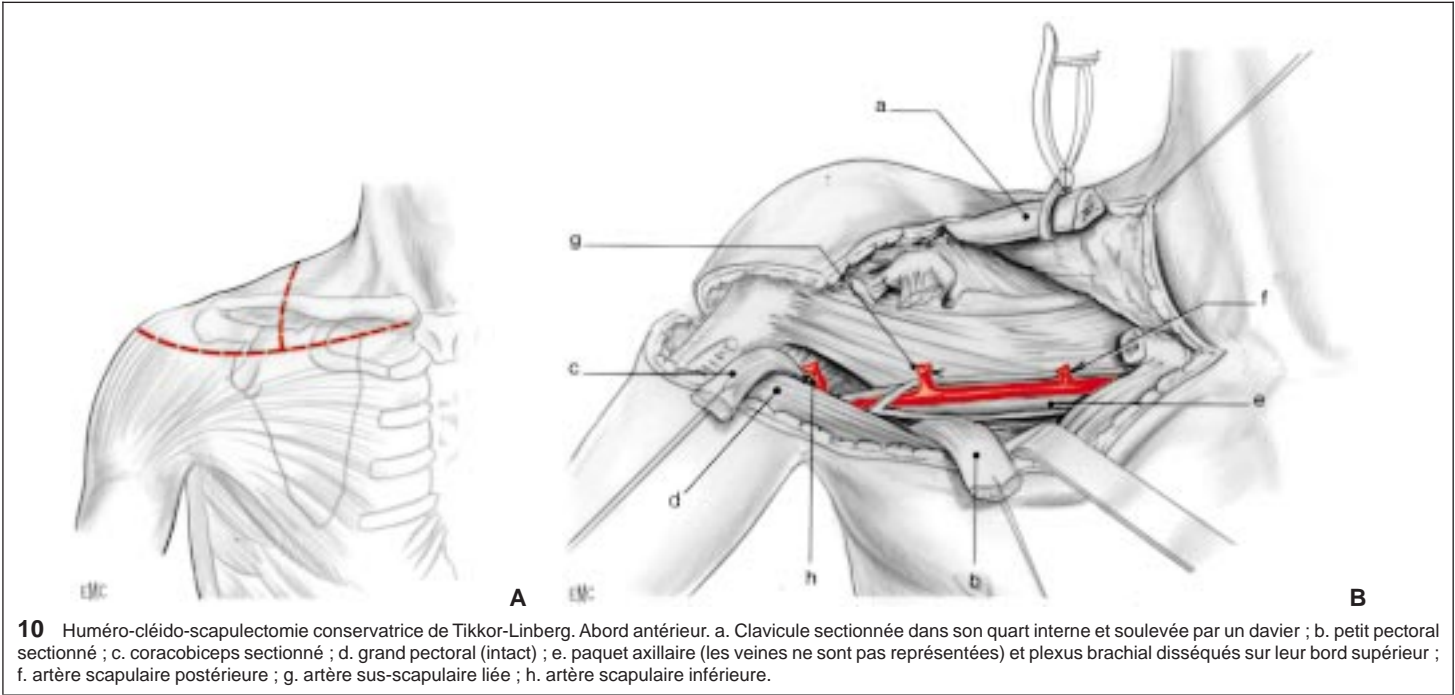
Après repérage du sillon deltopectoral, on se porte en dedans pour libérer le tiers interne de la clavicule. Si la lésion est très interne, on fera une désarticulation sternoclaviculaire, si elle est plus externe, on se contentera d’une section de la clavicule à la scie de Gigli à l’union de son quart interne et de ses trois quarts externes. La face inférieure de la clavicule est ruginée et dégagée. Un solide davier permet de basculer la clavicule vers le dehors et d’exposer les plans sous-jacents. La section au niveau de l’apophyse coracoïde du petit pectoral du coracobrachial et du court biceps ouvre encore mieux l’espace et donne un excellent abord sur le creux axillaire. Le plexus brachial est repéré. Le paquet vasculaire



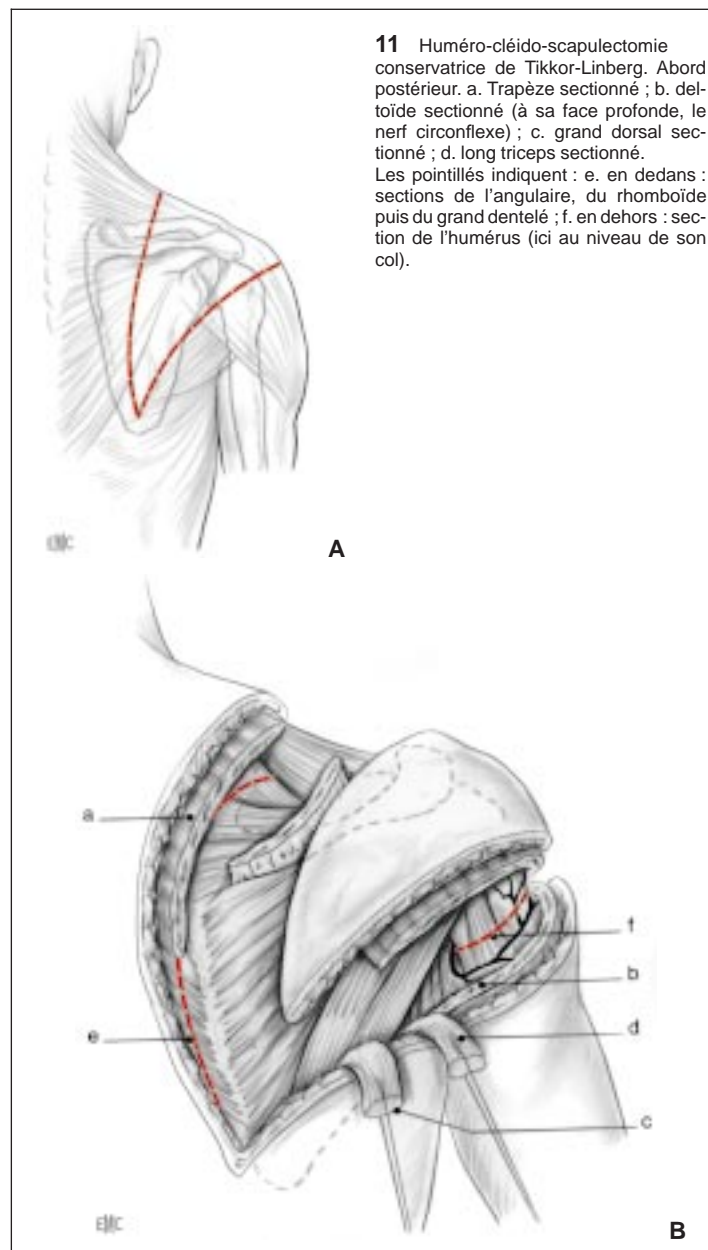
9 Désarticulation interthoracopulmonaire avec thoracoplastie de six côtes.

est disséqué de dedans en dehors en ligaturant toutes ses branches supérieures. Il faut essayer de conserver le nerf circonflexe si c’est carcinologiquement possible.

La branche verticale en « bretelle » est commencée. La section du trapèze et de l’omohyoïdien dégage le bord supérieur de l’omoplate.



10 Huméro-cléido-scapulectomie conservatrice de Tikkor-Linberg. Abord antérieur. a. Clavicule sectionnée dans son quart interne et soulevée par un davier ; b. petit pectoral sectionné ; c. coracobiceps sectionné ; d. grand pectoral (intact) ; e. paquet axillaire (les veines ne sont pas représentées) et plexus brachial disséqués sur leur bord supérieur ; f. artère scapulaire postérieure ; g. artère sus-scapulaire liée ; h. artère scapulaire inférieure.



11 Huméro-cléido-scapulectomie conservatrice de Tikkor-Linberg. Abord postérieur. a. Trapèze sectionné ; b. deltoïde sectionné (à sa face profonde, le nerf circonflexe) ; c. grand dorsal sectionné ; d. long triceps sectionné. Les pointillés indiquent : e. en dedans : sections de l'angulaire, du rhomboïde puis du grand dentelé ; f. en dehors : section de l'humérus (ici au niveau de son col).

Temps huméral

On peut alors dégager circonférentiellement l'extrémité supérieure de l'humérus. La section osseuse se fait à la scie oscillante à un niveau variable selon le siège et le type de la lésion. Il est évidemment souhaitable de n'enlever que la tête et les tubérosités, conservant ainsi le circonflexe. Parfois, on est obligé de descendre beaucoup plus bas et de sacrifier ce nerf, il est alors nécessaire de repérer le radial et de le mettre à l'abri avant la section osseuse.

La section dernière du grand dentelé permet de retirer en monobloc l'omoplate, la clavicule, l'extrémité supérieure de l'humérus, l'articulation glénohumérale et la coiffe des courts rotateurs. Le reste du membre supérieur ne tient plus au thorax que par la peau et le pédicule axillaire.

Réparation (fig 12) [8, 23, 24]

Deux canaux transosseux sont forés dans l'humérus et deux solides fils de Nylon y seront passés. De même, les moignons de biceps et de triceps sont récupérés et amarrés par de gros fils. La seule structure qui permette la suspension du membre supérieur est le trapèze et c'est après le moignon de ce muscle que seront accrochés l'humérus, le deltoïde, les muscles biceps et triceps. Le bras se trouve alors fortement raccourci, le coude très surélevé. Il est impératif de bien les soutenir pour éviter les tiraillements sur le plexus brachial et sur le paquet axillaire.

Lorsque la tumeur atteint préférentiellement l'extrémité supérieure de l'humérus, on peut parfois se contenter d'une intervention plus limitée et conserver une partie d'omoplate ou de clavicule. On peut alors tenter soit une arthrodèse en utilisant un péroné vascularisé et une ostéosynthèse par plaque vissée, soit une prothèse, soit un simple *spacer*. Il ne s'agit là que de cas particuliers publiés à de très rares exemplaires mais qui ne peuvent pas donner lieu à une description technique générale.

Résultats (fig 13)

Le résultat esthétique est disgracieux, le moignon de l'épaule ayant totalement disparu et le coude apparaissant remonté de plusieurs centimètres par rapport au côté opposé.

Sur le plan fonctionnel, il ne faut pas compter sur une mobilité quelconque de la racine du membre. Cependant, quelques mouvements de flexion-extension du coude restent possibles et surtout, on peut conserver une main fonctionnelle, sensible, avec une pronosupination normale et une bonne flexion des doigts. Les gestes du coiffage et de la toilette ne sont pas possibles mais la main peut être utilisée pour se nourrir, écrire, tenir un instrument léger ou un livre.

•
•

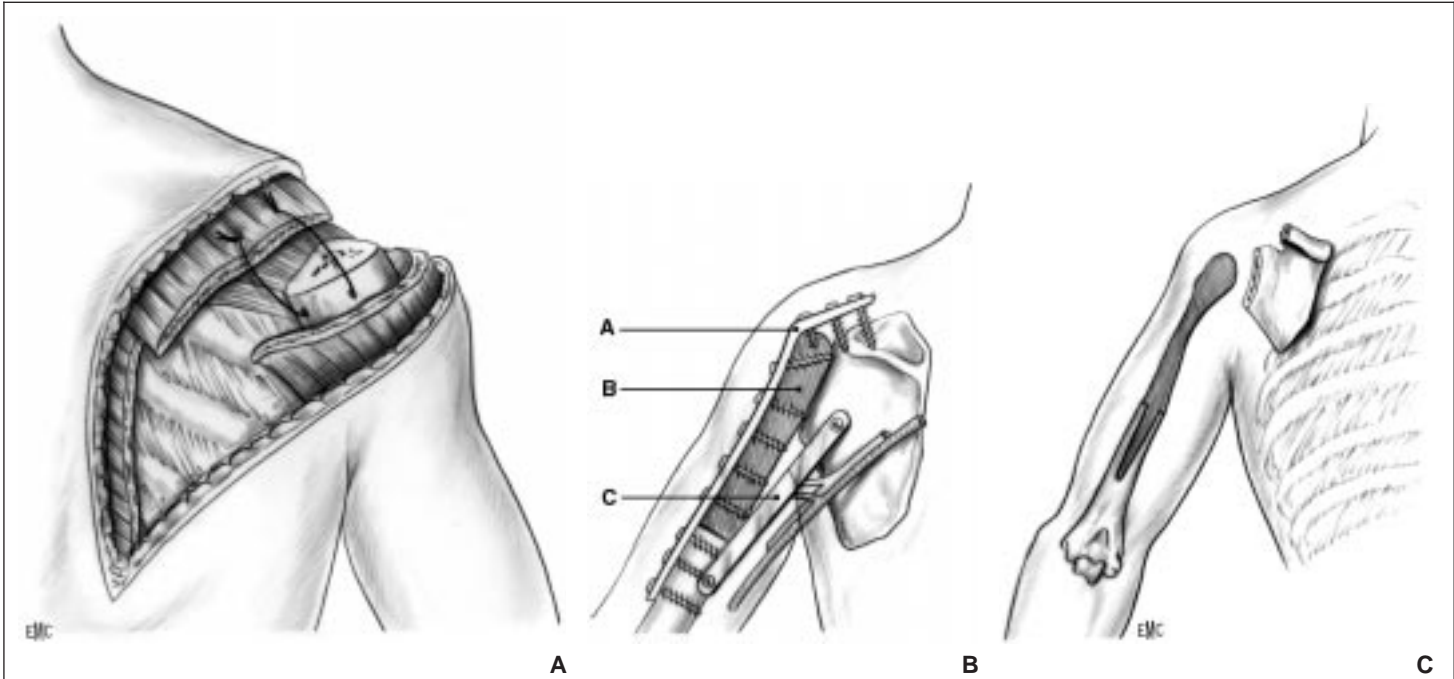
Temps postérieur (fig 11)

Les deux branches du quartier d'orange sont poussées jusqu'à la pointe de l'omoplate. Elles circonscrivent un triangle de peau qui sera sacrifié. La branche externe permet la section du deltoïde à un niveau variable, le plus haut possible avec conservation de son innervation lorsque ce n'est pas trop risqué. La branche interne sectionne le trapèze à quelque distance de l'épine de l'omoplate. Sous celui-ci, la section de l'angulaire et du rhomboïde donne accès au paquet scapulaire postérieur et en permet la ligature comme dans la scapulectomie totale.

En conclusion, la grande variabilité de siège, de nature, de dimension des lésions de l'omoplate nécessite une importante panoplie de techniques chirurgicales variées. C'est ce qui explique cette énumération un peu longue et fastidieuse.

C'est aussi dire l'intérêt d'un bilan préopératoire et d'un planning aussi précis que possible de l'intervention en sachant que l'on peut être amené en cours de route à changer de tactique ou à faire appel à des artifices imprévus. C'est alors que l'imagination, l'habileté, l'expérience du chirurgien prennent toute leur valeur.

Fig 12 et 13 ➤



12 Scapulectomies élargies conservatrices. Possibilités de réparation.
A. Suspension du moignon huméral au trapèze. Le deltoïde sera solidement suturé au trapèze et, si possible, aux muscles thoraciques restants.

B. Après scapulectomie partielle, reconstruction par : a. plaque ; b. allogreffe ; c. péroné vascularisé (d'après O'Connor et al).
C. Reconstruction par prothèse humérale (d'après O'Connor et al).



13 Scapulectomie totale élargie de Tikkor-Linberg sans reconstruction. Résultats fonctionnels.

Références

- [1] Beech DJ, Pollock RE. Surgical management of primary soft tissue sarcoma. *Hematol Oncol Clin North Am* 1995 ; 9 : 707-718
- [2] Burwell HN. Resection of the shoulder with humeral suspension for sarcoma involving the scapula. *J Bone Joint Surg Br* 1965 ; 47 : 300-303
- [3] Debeyre J, Kenesi C. À propos des scapulectomies totales. *Chirurg* 1973 ; 99 : 896-897
- [4] Decoux P, Decoux J, Duquesnoy A. Scapulo-cléido-humérectomie conservatrice pour un ostéosarcome de l'acromion. *Acta Orthop Belg* 1966 ; 32 : 341-344
- [5] Dupont R, Evrard H. Sur une voie d'accès postérieure de l'omoplate. *J Chir* 1932 ; 39 : 528-534
- [6] Ebraheim NA, Mekhail AO, Padanilum TG, Yeasting RA. Anatomic considerations for a modified posterior approach to the scapula. *Clin Orthop* 1997 ; 334 : 136-143
- [7] Francis KC, Worcester JN. Radical resection for tumor of the shoulder with preservation of a functional extremity. *J Bone Joint Surg Am* 1962 ; 44 : 1423-1430
- [8] Frassica FJ, Sim FH, Chao EY. Primary malignant bone tumors of the shoulder girdle : surgical technique of resection on reconstruction. *Am Surg* 1987 ; 53 : 264-269
- [9] Grammont P. Place de l'ostéotomie de l'épine de l'omoplate avec translation, rotation, élévation de l'acromion dans les ruptures chroniques de la coiffe des rotateurs. *Lyon Chir* 1979 ; 75 : 327-329
- [10] Ham SJ, Hoekstra HJ, Schraffordt P, Koops H, Eisma WH, Oldhoff J. The interscapulo thoracic amputation in the treatment of malignant diseases of the upper extremity with a review of the literature. *Eur J Surg Oncol* 1993 ; 19 : 543-548
- [11] Kaempffe FA. Osteoid osteoma of the coracoid process. *Clin Orthop* 1994 ; 301 : 256-262
- [12] Kuhn JA, Wagman LD, Lorant JA, Grannis FW, Dunst M, Dougherty WR et al. Radical Forequarter amputation with hemithoracectomy and free extended forearm flap. Technical and physiologic considerations. *Am J Surg Oncol* 1994 ; 1 : 363-369
- [13] Kumar VP, Satku SK, Mitra AK, Pho RW. Function following limb salvage for primary tumors of the shoulder girdle. 10 patients followed 1 to 10 years. *Acta Orthop Scand* 1994 ; 65 : 55-61
- [14] Linberg BE. Inter scapulo thoracic resection for malignant tumors of the shoulder joint region. *J Bone Joint Surg* 1928 ; 10 : 344-349
- [15] MacFarlane DA. Radical surgery for malignant lesions of the shoulder with upper limb preservation. *Bull Soc Int Chir* 1971 ; 1 : 23-30
- [16] Malawer MM. Tumors of the shoulder girdle. Technique of resection and description of a surgical classification. *Orthop clin North Am* 1991 ; 22 : 7-35
- [17] Merle d'Aubigné R, Mazas F. Nouveau traité de technique chirurgicale T VII : généralités. Membre supérieur. Paris : Masson, 1974 :
- [18] Morse BJ, Ebraheim NA, Jackson WT. Partial scapulectomy for snapping scapula syndrome. *Orthop Rev* 1993 ; 22 : 1141-1144
- [19] O'Connor MI, Sim FH, Chao EY. Limb salvage for neoplasms of the shoulder girdle. *J Bone Joint Surg* 1996 ; 78 : 1872-1888
- [20] Pack GT, Baldwin JC. The Tikkor-Linberg resection of the shoulder girdle. Case report. *Surgery* 1955 ; 38 : 756-757
- [21] Roy Camille R, Saillant G, Hernigou P, Cisterne JP. Résection gléno-humérale en bloc pour tumeur de l'extrémité supérieure de l'humérus. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 211-214
- [22] Tubiana R, McCullough CJ, Masquelet A. Voies d'abord chirurgicales du membre supérieur. Paris : Masson, 1992 : 1-355
- [23] Volpe CM, Pell M, Doerr RJ, Karakousis CP. Radical scapulectomy with limb salvage for shoulder girdle soft tissue sarcoma. *Surg Oncol* 1996 ; 5 : 43-48
- [24] Ye Q, Zhao H, Shen J. Modified in bloc resection procedure for malignant tumor of the shoulder girdle. *Acta Acad Med Sin* 1994 ; 16 : 378-382
- [25] Zachary LS, Gottlieb LJ, Simon M, Ferguson MK, Calkins E. Forequarter amputation wound coverage with an ipsilateral, lymphedematous circumferential forearm fasciocutaneous free flap in patients undergoing palliative shoulder girdle tumor resection. *J Reconstr Microsurg* 1993 ; 9 : 103-107

Traitement arthroscopique de l'instabilité glénohumérale

C. Conso, P. Hardy

Le traitement arthroscopique de l'instabilité antérieure de l'épaule et des lésions du bourrelet supérieur est une technique bien développée maintenant, dont la courbe d'apprentissage est longue et doit être réservée à certaines instabilités. Il est important de maîtriser à la fois la gestuelle chirurgicale et les différents instruments et les nombreux dispositifs implantables à la disposition du chirurgien. Il s'agit d'une technique encore en progrès dont les résultats s'améliorent grâce à la sélection des patients qui pourraient en bénéficier.

© 2006 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Épaule ; Bankart ; Arthroscopie ; Bourrelet glénoïdien ; Instabilité antérieure

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Historique | 1 |
| ■ Anesthésie et installation | 2 |
| Anesthésie | 2 |
| Installation | 2 |
| ■ Objectif de la technique | 3 |
| ■ Matériel | 3 |
| ■ Différentes voies d'abord arthroscopiques | 3 |
| Voie postérieure | 3 |
| Voie antérieure | 4 |
| ■ Exploration arthroscopique | 4 |
| ■ Exploration de l'épaule instable | 4 |
| ■ Technique de réparation | 5 |
| Préparation du bourrelet et de la capsule | 5 |
| Préparation de la glène | 5 |
| Fixation au bord antérieur de la glène | 5 |
| Suites postopératoires | 6 |
| ■ Résultats chirurgicaux | 7 |
| ■ Conclusion | 7 |

■ Introduction

L'articulation glénohumérale est l'articulation la plus instable du corps humain. La prévalence des luxations glénohumérales est élevée, et le nombre de récurrences, notamment chez le sujet jeune [1], aussi. L'articulation glénohumérale est une articulation extrêmement mobile. Le traitement chirurgical de l'instabilité glénohumérale antéro-interne doit permettre la récupération d'une articulation stable sans préjudice sur les amplitudes articulaires.

■ Historique

La diffusion de l'arthroscopie de l'épaule s'est faite par les publications de Johnson et Wiley [2] en 1980 puis par Andrews [3] en 1983. Les avantages de cette technique d'abord en matière de suites opératoires, de repérage aisé des éléments intra-articulaires, ont permis l'essor des techniques de stabilisation.

La première technique décrite est l'agrafage selon Johnson [4], le ligament glénohuméral inférieur était agrippé puis l'éventail ligamentaire était remonté de bas en haut et de dehors en dedans afin de le retendre. L'agrafe était positionnée au pied de la coracoïde, ne dépassant pas le bord antérieur de la glène. Ce positionnement n'était pas sans conséquence sur le muscle subscapularis. Cette méthode a été progressivement abandonnée en raison de la fréquence des douleurs persistantes à l'armer, des migrations, voire des bris de l'agrafe. Des systèmes de rivets résorbables ou non ont été développés selon le même principe afin de plaquer et retendre le système ligamentaire antéro-inférieur à la glène mais ces implants présentaient une faible tenue mécanique. Reider et Inglis, en 1982 [5], ont décrit pour la première fois une technique de fixation transosseuse à travers la glène. Caspari (1991) et Morgan [6] ont tous deux développé des ancillaires selon ce principe qui consiste en une suture transglénoïdienne du bourrelet par six à huit fils noués sur l'aponévrose du sous-épineux en arrière (Fig. 1). L'avantage était d'apporter une traction par plusieurs fils et donc une meilleure « re-tension ». Les résultats de ces techniques sont décevants, en dehors des séries des concepteurs, allant de 44 % de récurrence de la luxation à plus de 2 ans pour Walch [7], à 45 % de récurrence pour Grana [8]. Les inconvénients de cette technique étaient aussi liés à la fixation postérieure sur l'aponévrose qui se détend avec l'amyotrophie, le risque de lésion du nerf sous-scapulaire en arrière. Enfin, le positionnement des tunnels transosseux était forcément au-dessus de l'équateur glénoïdien, donc au-dessus de la lésion de Bankart.

La suture du complexe capsuloligamentaire par des fils au bord antérieur de la glène a donc naturellement évolué vers des sutures appuyées sur des implants antérieurs. C'est Wolf qui le premier, en 1997 [9], a décrit l'utilisation de l'ancre Mitek™. La technique de fixation par ancras a augmenté la difficulté

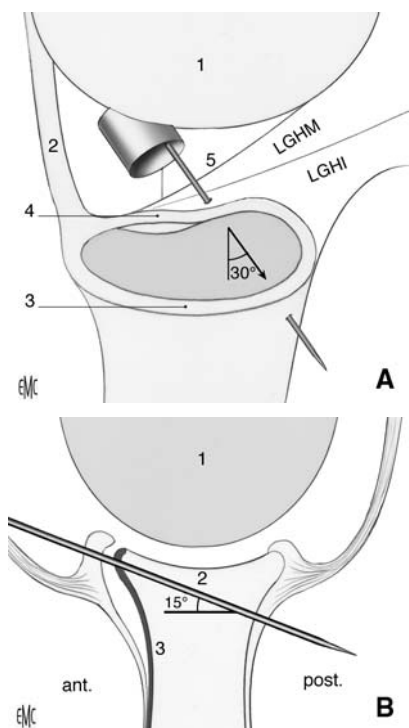


Figure 1. Méthode de fixation transglénoïdienne.

A. 1. Tête humérale ; 2. biceps ; 3. labrum postérieur ; 4. labrum antérieur ; 5. sub-scapulaire ; LGHI : ligament glénohuméral inférieur ; LGHM : ligament glénohuméral moyen.

B. 1. Tête humérale ; 2. glénoïde ; 3. zone d'abrasion.

technique de cette intervention mais permis un meilleur contrôle de la fixation du bourrelet et de la « re-tension » capsulaire.

Toutes ces techniques qui, au départ, ont pu être considérées comme « expérimentales », ont néanmoins fait progresser les chirurgiens vers la fixation antérieure qui est détaillée dans cet article et qui est actuellement la plus utilisée.

L'apprentissage du traitement arthroscopique de l'instabilité glénohumérale antérieure doit se faire selon une courbe progressive, les premières étapes étant l'arthroscopie diagnostique, la reconnaissance des lésions, dans un deuxième temps, la préparation des lésions et du bord antérieur de la glène, et dans un troisième temps la fixation de ces lésions au bord antérieur de la glène.

Quelle que soit la technique utilisée, il faut toujours proscrire les compromis qui ont pour conséquence une stabilisation de moins bonne qualité, et donc un risque élevé de récurrence et d'échec.

■ Anesthésie et installation

Anesthésie

L'anesthésie peut être générale seule, locorégionale seule, enfin les deux anesthésies peuvent être associées en sachant que le bloc plexique sert au postopératoire et est réalisé avec des produits d'action prolongée.

L'anesthésie locorégionale peut être de deux types :

- le bloc interscalénaire, comme son nom l'indique, nécessite un abord du plexus brachial au niveau du défilé des scalènes. Il réalise un bloc sensitif et moteur entraînant une anesthésie des racines C3 à C7 ;
- le bloc supraclaviculaire ou infraclaviculaire est de réalisation plus délicate car proche des axes vasculaires et du dôme pleural.

Installation

Deux types d'installation sont classiquement utilisés : la position demi-assise (*beach chair*) (Fig. 2) ou le décubitus latéral

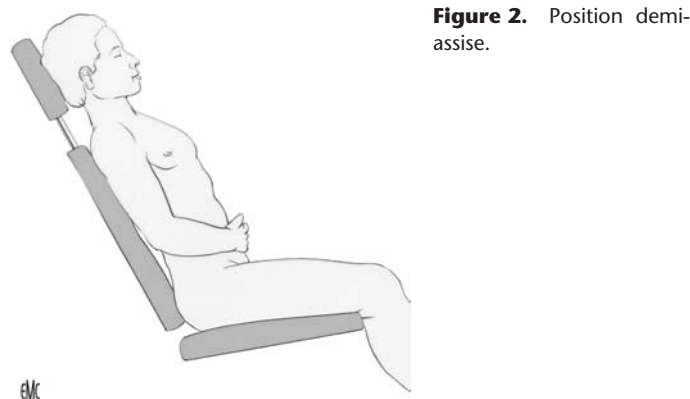


Figure 2. Position demi-assise.

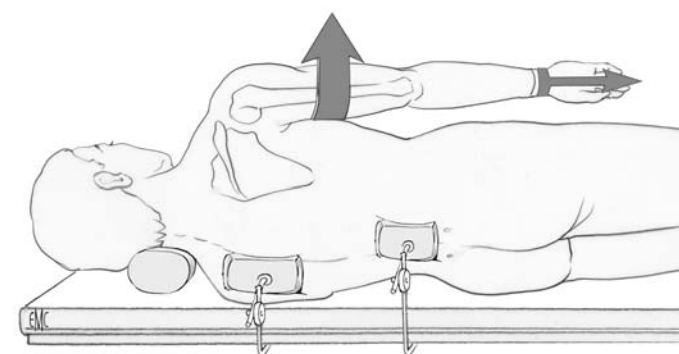


Figure 3. Position en décubitus latéral, traction et suspension.

(Fig. 3). Le but de cet article n'étant pas de promouvoir l'une ou l'autre, nous décrivons les deux installations avec leurs avantages et inconvénients.

Position demi-assise

Description

Elle nécessite une table qui puisse se « casser ». On prend soin d'installer le patient confortablement en cas d'anesthésie locorégionale en passant progressivement de la position couchée à demi-assise. Si le patient est sous anesthésie générale, on peut s'aider d'un collier en mousse pour éviter l'hyperextension du rachis cervical, ce qui permet aussi de fixer la tête au moyen d'une bande adhésive élastique. Il existe des systèmes de têtes qui peuvent se fixer sur la table dans lesquelles la tête du patient peut reposer confortablement. La partie postérieure de l'épaule doit être dégagée en décalant le patient sur le bord de la table ou en enlevant un coin de table.

Avantages

Le patient peut bénéficier dans cette position d'une anesthésie locorégionale sans problème puisqu'il est installé en position confortable. Si une conversion à ciel ouvert s'avérerait nécessaire, celle-ci est théoriquement possible dans le même temps chirurgical. Toutefois, la conversion à ciel ouvert se fait généralement au bout d'un temps opératoire relativement long au-delà duquel les tissus avoisinants sont infiltrés d'eau, rendant difficile tout abord chirurgical, faisant aussi prendre un risque infectieux. Il est plus sage dans ce cas d'attendre 48 heures pour proposer une nouvelle chirurgie à ciel ouvert.

Il est possible de réaliser une exploration dynamique intra-articulaire pour rechercher par exemple des conflits intra-articulaires ; ceci est plus difficile en traction. La position demi-assise permet aussi d'installer un système de traction au pied du patient.

Inconvénients

La position du chirurgien peut être rendue inconfortable si l'épaule est trop haute. La critique classique de cette installation

vient du fait que le liquide d'irrigation a tendance à s'écouler vers le bas et donc le long de l'optique. Ceci peut créer de la buée sur l'optique et rendre la visibilité difficile. Cette installation ne permet pas de s'affranchir d'un (e) aide opératoire dans le traitement de l'instabilité. La voie d'abord postérieure est en zone limite de l'anesthésie et nécessite parfois une anesthésie locale cutanée de complément au niveau du « *soft point* ».

Décubitus latéral traction-suspension

Description

Le patient est sous anesthésie générale associée ou non à une anesthésie locorégionale. Il est placé en décubitus latéral avec un appui sur le sacrum et un sur le pubis, éventuellement un appui thoracique bas. On prend soin de placer l'opéré le tronc légèrement en arrière afin d'orienter la glène horizontalement par rapport au plan de la table ou de mettre du roulis avec la table.

Un système de traction dans l'axe du bras est indispensable. L'épaule peut être décoaptée au moyen d'un système de suspension fixé sur la même potence. Il faut utiliser une abduction de 30° à 70° maximum. La traction au zénith doit être placée le plus possible à l'aplomb de l'extrémité supérieure de l'humérus ; plus on s'écarte de la tête humérale et moins cette traction au zénith est efficace. La somme des poids utilisés dans cette installation ne doit pas excéder 5 kg. Il est essentiel d'utiliser des fixations par l'intermédiaire de poulie afin de minimiser les risques de lésion par traction du plexus brachial dans le cas de chute du malade, de lâchage d'un appui ou de traction trop prolongée. Le nerf musculocutané est le plus menacé dans ces cas.

Un antécédent d'abord du plexus brachial (exemple : syndrome du défilé) doit faire contre-indiquer la traction.

Avantages

Le décubitus latéral en double traction permet de travailler seul en plaçant les anesthésistes, soit au pied du malade, soit à la tête du malade. On peut ainsi avoir accès à la fois à la face antérieure et postérieure de l'épaule. C'est une installation qui peut être réalisée sur une table standard. Le liquide d'irrigation n'est en principe pas gênant pour la caméra. Le système de suspension permet une certaine décoaptation qui est confortable pour travailler en avant de l'épaule opérée. La traction permet une certaine translation inférieure de la tête humérale facilitant un éventuel geste sur la coiffe des rotateurs.

Inconvénients

Cette installation ne se conçoit pas sous anesthésie locorégionale simple car très inconfortable pour le patient. Elle nécessite une potence avec des poulies. Le risque de lésion du plexus brachial existe si celle-ci est mal installée, au-delà de 30° d'abduction ou d'une durée trop prolongée. Il est difficile de réaliser un examen dynamique de l'épaule en peropératoire, à moins de démonter la traction-suspension.

Champs opératoires

Les champs doivent être non tissés, imperméables, avec ou sans système de recueil de l'eau.

■ Objectif de la technique

Il s'agit de recréer une concavité glénoïdienne [10, 11] par la réinsertion du bourrelet à la partie antérieure et inférieure de la glène. Il faut retendre le complexe capsuloligamentaire antéro-

inférieur du bas vers le haut et de latéral vers médial par une retente capsulaire afin d'éliminer la translation humérale antérieure.

■ Matériel

La colonne d'arthroscopie doit comprendre un système vidéo avec un écran, une caméra, une optique 5 mm-30°. Un système d'enregistrement et/ou d'impression permet de mémoriser certaines séquences à des fins de formation ou des fins médico-légales. L'arthropompe, c'est-à-dire un système de régulation de la pression et du flux intra-articulaires, est très utile mais non indispensable.

L'irrigation se fait avec des poches de 3 l de sérum physiologique dans lequel on peut ajouter de l'adrénaline à raison de 1 mg/l de sérum afin de limiter un éventuel saignement. Il faut s'assurer de bien avoir à sa disposition le matériel ancillaire de pose des ancres et de passage des fils, des canules de travail de 8 mm.

Il est indispensable que la réalisation de nœuds sous arthroscopie ait été acquise. Une seule technique de nœud coulissant doit être maîtrisée. Cependant, il existe sur le marché des systèmes de boucle permettant de s'affranchir de la confection d'un nœud. Une pince démêle-nœud est très utile au repérage des deux brins de suture.

La mise en place des sutures dans les parties molles est largement facilitée par l'utilisation de Reverdin arthroscopique. Ces instruments ont l'avantage d'exister en plusieurs angulations et en plusieurs déviations, ce qui permet d'accéder à la plupart des structures anatomiques de l'épaule. Ils ont le désavantage de ne pouvoir mettre en place que des fils monofilaments qui peuvent être utilisés comme relais d'une suture tressée. Celle-ci, nouée au fil monofilament, peut être passée à travers la capsule. D'autres dispositifs passe-fil permettant de manipuler du fil tressé existent aussi.

La chirurgie arthroscopique de l'épaule instable impose l'utilisation d'un appareil motorisé type *shaver* avec couteau à partie molle et fraise permettant d'aviver le bord antérieur de la glène, d'un système d'électrocoagulation simple ou de radiofréquence uni- ou bipolaire.

■ Différentes voies d'abord arthroscopiques

Avant toute incision cutanée, il est très utile, surtout au début de la courbe d'apprentissage de l'arthroscopie, de marquer au feutre les différents repères anatomiques osseux de l'épaule : l'acromion, la clavicule, l'articulation acromioclaviculaire, la coracoïde. Aucun de ces repères n'est palpable une fois l'épaule infiltrée de sérum.

Voie postérieure

Elle est située à 2 à 3 cm en dessous et 1 à 2 cm en dedans du bord postéroexterne de l'acromion ; elle est baptisée « *soft point* » en raison d'une dépression perceptible au doigt entre l'infraspinatus et le teres minor. C'est la voie qui est dans tous les cas réalisée en premier pour l'exploration glénohumérale. Chez le sujet de corpulence normale, l'interligne articulaire peut être palpé dans cet intervalle. L'incision cutanée est de petite taille et verticale. On passe ensuite le trocart mousse en visant en avant la pointe de l'apophyse coracoïde. On sent nettement le passage capsulaire ; le trocart doit alors se trouver dans le récessus supérieur. Les deux éléments à risque dans cette zone sont le nerf axillaire et le nerf suprascapulaire.

Avant d'ouvrir l'irrigation, on vérifie à l'aide de l'arthroscope que le trocart est en bonne position. Le premier temps d'exploration arthroscopique peut être fait à l'air en insufflant de l'air au moyen d'une seringue de gros volume dans le trocart.

Voie antérieure

Elle peut être réalisée de dedans en dehors au moyen d'un clou de Wissinger qui transfixie la capsule antérieure par la canule postérieure, ou au moyen du trocart. Les repères intra-articulaires de cette voie sont un triangle limité en haut par le tendon du biceps, en bas par le tendon du subscapularis, en arrière la glène. La capsule est perforée de dedans en dehors par le clou. L'incision cutanée est faite en regard de la saillie sous-cutanée du clou.

L'abord peut être réalisé de dehors en dedans après repérage au moyen d'une aiguille longue.

Lorsqu'on réalise la technique de dedans en dehors, il faut s'assurer que l'issue du clou de Wissinger se fait bien en dehors de la coracoïde afin d'éviter toute lésion du nerf musculocutané.

Il existe trois voies antérieures :

- une voie antérieure pure en dedans de la coracoïde à la partie supérieure du tendon du subscapularis ;
- une voie antérosupérieure latéralisée par rapport au bord antérieur de l'acromion ;
- une voie antéro-inférieure sous le bord inférieur du subscapularis utilisée surtout en cas de fracture de glène.

Les voies supérieures sont réalisées de dehors en dedans en fonction de la lésion à explorer ou réparer. Au moyen d'une aiguille suffisamment longue, on repère l'angulation favorable à l'implantation d'une ancre supérieure sur la glène.

Les voies d'abord peuvent être multipliées en fonction des différentes pathologies articulaires en tenant compte des repères anatomiques importants.

■ Exploration arthroscopique (Fig. 4)

L'exploration glénohumérale est le premier temps de l'intervention. Elle est faite par la voie d'abord postérieure habituelle. L'utilisation d'une double traction sur des patients en décubitus latéral présentant une laxité ligamentaire importante peut parfois compliquer l'introduction du trocart d'arthroscopie. La pression négative intra-articulaire colle la capsule sur les structures osseuses, et gêne l'introduction du trocart d'arthroscopie. Il est alors utile d'utiliser l'injection intra-articulaire d'air ou de sérum salé avant de mettre en place le trocart d'arthroscopie.

Une exploration première intra-articulaire à l'air peut être réalisée : elle peut être statique et dynamique. Le fait de distendre l'articulation à l'air permet aussi de réaliser des photos peropératoires de meilleure qualité. L'exploration intra-articulaire doit être systématique : elle comprend l'exploration du bourrelet glénoïdien. Celui-ci s'attache sur tout le pourtour de la glène, sauf dans sa partie antérosupérieure (0 à 3 h pour une épaule droite), où il peut exister un hiatus physiologique. Ce hiatus ne déborde pas le bourrelet antérieur moyen. Ce bourrelet peut avoir un aspect pseudoméniscal dans sa partie supérieure entre 10 heures et 2 heures. L'exploration commence donc par le bourrelet supérieur puis antérosupérieur, antéro-inférieur et enfin postérieur. L'exploration du bourrelet postérieur peut être difficile ; le principal risque à ce niveau est de sortir de l'articulation. Il faut alors utiliser les possibilités qu'offre la rotation de l'optique à 30°. Ensuite, on s'intéresse à l'exploration des ligaments glénohuméraux (Fig. 4). Ils sont au nombre de trois :

- le ligament glénohuméral supérieur tendu à la partie supérieure de l'articulation, que l'on retrouve siégeant entre le

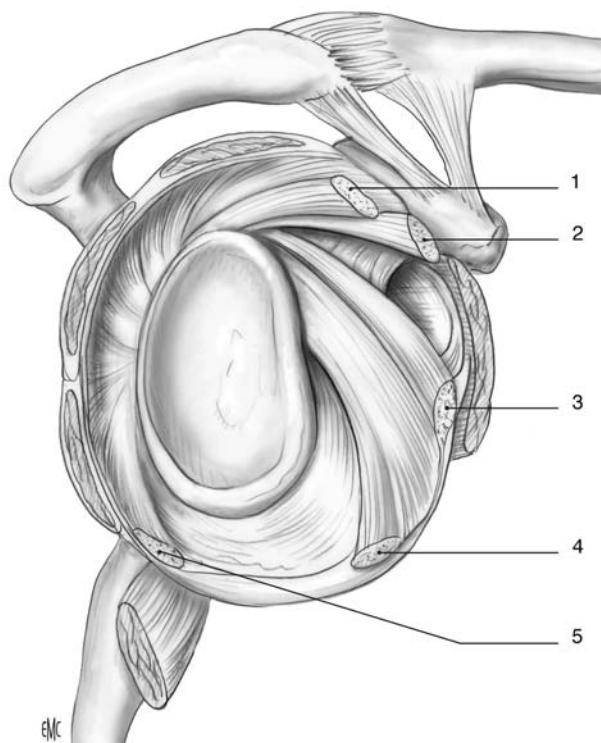


Figure 4. Vue intra-articulaire des différents éléments de l'épaule normale. 1. Tendon du biceps ; 2. ligament glénohuméral supérieur ; 3. ligament glénohuméral moyen ; 4. bande antérieure du ligament glénohuméral inférieur ; 5. bande postérieure du ligament glénohuméral inférieur.

sous-scapulaire et le long biceps. Il participe à la création de l'anneau fibreux qui sangle le long biceps à la sortie de sa gouttière. Le ligament glénohuméral supérieur est en fait la partie inférieure de cette sangle ;

- le ligament glénohuméral moyen croise le tendon du subscapularis et vient s'insérer sur le bourrelet antérosupérieur ;
- le ligament glénohuméral inférieur divisé en une corde antérieure et une corde postérieure répond à la partie inférieure de la tête avec le creux axillaire. On peut apprécier la taille du ligament glénohuméral inférieur en la comparant au diamètre du long biceps, la corde antérieure pouvant faire la moitié, le tiers ou les deux tiers du diamètre du long biceps. On pense à vérifier son insertion humérale.

La coiffe des rotateurs est appréciée, intervalle des rotateurs, supraspinatus, infraspinatus, long biceps, et subscapularis. Ce dernier ne peut être visualisé que partiellement. La différence entre supraspinatus et infraspinatus est faite en repérant la zone découverte située à la face postérieure de la tête humérale qui n'est recouverte ni par du cartilage ni par de la synoviale : on est sûr que le tendon qui se situe en face de cette zone découverte est le tendon de l'infraspinatus. C'est la seule manière de faire la différence dans une vue intra-articulaire entre le supraspinatus et l'infraspinatus.

En fin d'exploration, on apprécie l'état des cartilages :

- cartilage huméral à la recherche d'une lésion postérieure : encoche de Malgaigne ou Hill-Sachs ;
- cartilage glénoïdien à la recherche d'une lésion antérieure : fracture. Il existe parfois au centre de la glène une zone où le cartilage est moins épais de façon physiologique.

■ Exploration de l'épaule instable

Le premier temps de l'exploration intra-articulaire est de confirmer qu'il s'agit bien d'une instabilité de l'épaule afin de

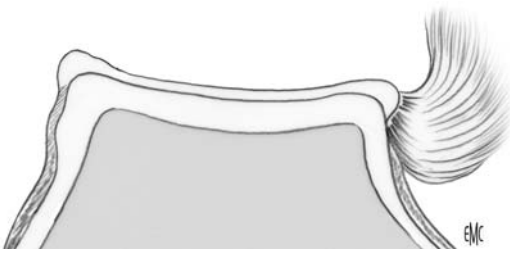


Figure 5. Insertion normale du bourrelet.

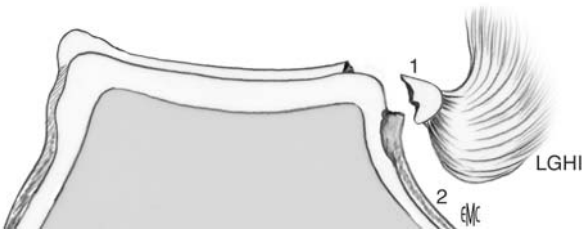


Figure 6. Désinsertion du bourrelet. 1. Labrum ; LGHI : ligament glénohuméral inférieur ; 2. périoste.

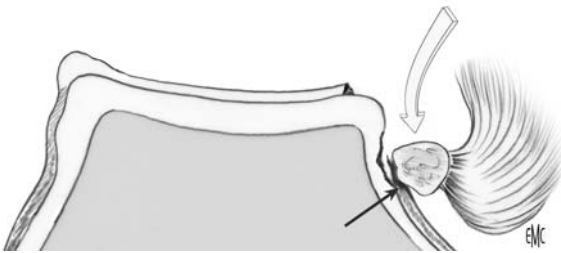


Figure 7. Anterior labrum periosteal sleeve avulsion (ALPSA).

mettre en évidence des lésions de passage ou des lésions véritablement d'instabilité qui sont détaillées plus loin.

Une des principales causes d'erreur en matière de chirurgie arthroscopique de l'épaule instable est de confondre une épaule douloureuse et instable avec une épaule douloureuse pure. Le *drive through sign* décrit par Warren, qui est la facilité avec laquelle on passe de la partie postérieure de l'articulation à la partie antérieure a été proposé par les auteurs pour apprécier l'existence d'une laxité ligamentaire. Ce signe n'est utilisable que dans le cadre d'une installation demi-assise. Dans le cadre d'une installation en double traction, il est le plus souvent positif. L'appréciation peropératoire de la laxité est extrêmement difficile à faire ; certains auteurs ont proposé de mesurer le volume articulaire avant l'introduction des instruments [12].

Au moyen d'un crochet palpeur, on apprécie la lésion de Bankart qui est constituée par une désinsertion du bourrelet antéro-inférieur ou antérieur du bord antérieur de la glène (Fig. 5-7). Ce dernier peut être cicatrisé en mauvaise position réalisant une *anterior labrum periosteal sleeve avulsion* (ALPSA) *lesion* de Neviaser [13]. Il est important de palper le bourrelet à sa partie supérieure afin de diagnostiquer une éventuelle *superior labrum anterior and posterior* (SLAP) *lesion* [14]. Il faut aller crocheter le tendon du biceps afin d'évaluer sa trophicité et de mieux visualiser la coulisse bicipitale et la poulie de réflexion du sous-scapulaire.

■ Technique de réparation

Préparation du bourrelet et de la capsule

La préparation de la capsule et du bourrelet est le temps essentiel de cette intervention. Il doit être minutieux, complet

et adapté. Seule une préparation de qualité permet une véritable tension à la fois supérieure et médiale pour une retente du ligament glénohuméral inférieur, garante d'un bon résultat clinique. Le succès des interventions à ciel ouvert (*capsular shift*, Bankart) est lié à la dissection qui est menée entre le sous-scapulaire et la capsule. Ce temps de dissection réalisé à ciel ouvert est long, fastidieux. Il permet de créer un véritable décollement entre ces deux éléments anatomiques qui sont fusionnés au niveau du tendon du sous-scapulaire. La cicatrisation de ce décollement joue probablement une grande part dans la qualité des résultats de cette intervention à ciel ouvert. Cependant, ces techniques à ciel ouvert associent toujours une désinsertion complète ou partielle du tendon du sous-scapulaire. Cette désinsertion est source dans certains cas de rupture secondaire et de récurrence de l'instabilité. Le but du traitement arthroscopique est d'être aussi agressif sous arthroscopie qu'à ciel ouvert pour ce qui est du décollement entre la capsule et le sous-scapulaire, tout ceci sans effectuer de désinsertion du sous-scapulaire. Cette préparation du bourrelet et de la capsule est effectuée par la voie d'abord instrumentale antérieure avec l'arthroscope qui peut être, soit laissé en arrière, et dans ce cas-là orienté vers le bas, soit introduit par une deuxième voie d'abord antérosupérieure. Les instruments vont décoller le bourrelet qui peut être cicatrisé en position médiale sur la scapula (*ALPSA lesion*) [13]. On va ainsi de proche en proche décoller le bourrelet et la capsule de manière à voir apparaître les fibres du sous-scapulaire. Il faut complètement « déshabiller » la face profonde du sous-scapulaire de manière à mettre à nu toutes les fibres du sous-scapulaire, ce décollement se faisant sur toute la hauteur du ligament glénohuméral moyen jusqu'à 6 heures. Des instruments courbes initialement utilisés pour aviver le bord antérieur de la glène sont particulièrement utiles pour faire ce geste. Les critères d'un bon décollement sont qu'à la fin, la capsule doit être complètement libre, et il est possible alors de réaliser une véritable re-tension supérieure et médiale. On peut vérifier que la capsule est bien libérée en laissant en place l'arthroscope et en diminuant la pression intra-articulaire, et on voit le bourrelet et la capsule se remettre en place spontanément à leur position anatomique. La dissection est prolongée sur toute la face antérieure de la glène. On peut ainsi descendre jusqu'à 2 cm du bord antérieur de la glène. Il n'y a aucun risque neurologique dans la mesure où on reste au contact de l'os.

Préparation de la glène

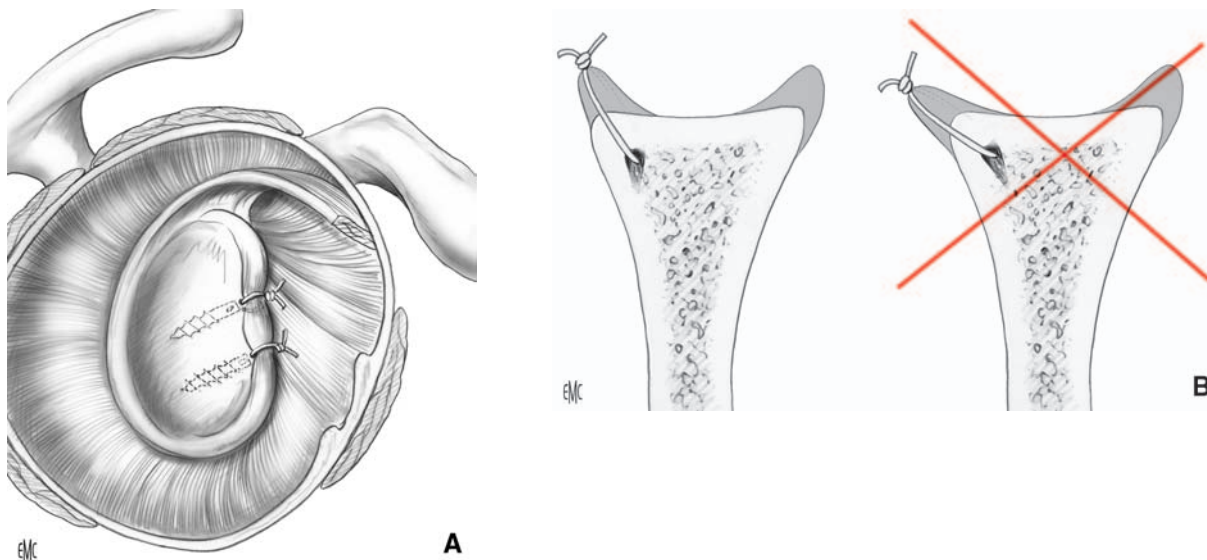
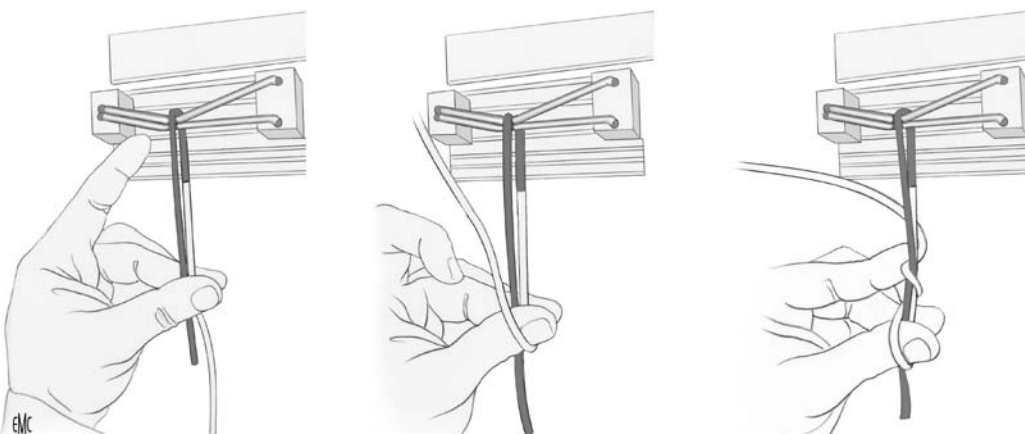
La préparation du bord antérieur de la glène se fait à l'aide d'une fraise motorisée ou d'une râpe. Elle permet d'aviver l'os glénoïdien et donc de favoriser la fixation du bourrelet réinséré. La vascularisation du bord antérieur de la glène est extrêmement pauvre, c'est pourquoi il est recommandé d'effectuer ce geste d'avivement du bord antérieur de la glène, encore qu'aucun travail expérimental n'ait montré la supériorité de l'avivement par rapport à l'absence d'avivement (Fig. 8).

Fixation au bord antérieur de la glène

Modalités

Il s'agit là d'un deuxième temps dans la courbe d'apprentissage, car il faut alors réaliser des nœuds sous arthroscopie.

Certaines règles sont à respecter : tout d'abord, il ne faut avoir qu'un seul nœud dans la canule, c'est-à-dire qu'à chaque fois qu'un point est passé, celui-ci est fixé au bord antérieur de la glène et ensuite noué. Il est impossible de passer tous les points puis ensuite de les fixer au bord antérieur de la glène. Il est important, lorsqu'on fixe le bourrelet glénoïdien, de recréer un bourrelet surélevé par rapport au plan glénoïdien en mettant en place une ancre qui « mord » un petit peu sur le cartilage (Fig. 8). Le bourrelet glénoïdien ne doit pas se situer sur le même plan que la glène. De nombreux systèmes d'ancre sont proposés. Ils peuvent être résorbables ou non résorbables, vissés

**Figure 8.****A, B.** Fixation au bord antérieur de la glène.**Figure 9.** Fisherman knot ; nœud coulissant.

ou impactés. Le fil idéal est un fil tressé, non résorbable. Cependant, pour des raisons de commodité, on est souvent amené à utiliser un fil monobrin à résorption lente. L'autre règle à ne pas transgresser est l'absence de compromis. Toutes les techniques qui, dans le même temps, attrapent les tissus à fixer et les fixent font que l'on prend en général beaucoup moins de tissu qu'on ne pourrait le faire afin d'être sûr de pouvoir atteindre le bord antérieur de la glène. S'il est impossible de mettre une ancre à 6 heures, on peut tout à fait placer un point de suture à 6 heures et fixer aussi ce point de suture sur une ancre qui est située à 5 heures sur une épaule droite. Il est donc essentiel de complètement dissocier le temps de passage des points et le temps de fixation de ceux-ci au bord antérieur de la glène. Une bonne technique consiste à placer le premier point le plus bas possible en utilisant éventuellement un premier fil tracteur permettant de remonter la capsule et le bourrelet [15]. La traction sur ce fil permet d'évaluer la re-tension capsulaire nécessaire ; on place une ancre à cet endroit. Un minimum de trois ancras est à utiliser pour fixer un bourrelet glénoïdien antérieur. Un bon signe d'une re-tension efficace est la disparition de la poche de décollement antérieur avec une capsule qui vient au contact de la tête humérale.

Nœuds sous arthroscopie

La réalisation des nœuds sous arthroscopie fait appel à l'utilisation d'un pousse-nœuds et/ou de nœuds coulissants. Les nœuds coulissants sont souvent utilisés avec les fils monofilaments, et le pousse-nœuds est utilisé essentiellement dans les

sutures à l'aide de fils tressés. De nombreuses variétés de pousse-nœuds ont été utilisées. Il est recommandé de choisir un nœud et un pousse-nœuds, de l'utiliser régulièrement afin d'améliorer la fiabilité et la rapidité de ce geste. Quelques règles sont à respecter : tout d'abord utilisation d'une canule de travail. Il est difficile de faire des nœuds sous arthroscopie sans avoir de canule de travail, d'avoir une pince démêlante permettant de s'assurer qu'il n'y a pas de nœud dans les fils au sein de la canule. L'utilisation de canules translucides permet de contrôler sous arthroscopie qu'il n'y a pas de nœud dans la canule. La dernière règle est de faire les nœuds après chaque point de suture et de n'avoir toujours qu'un seul fil au sein de la canule.

Ces nœuds coulissants doivent être associés à au moins trois demi-clés inversés pour sécuriser le nœud (Fig. 9, 10).

Le pousse-nœuds doit être passé le long d'un brin dans un premier temps pour s'assurer de l'absence d'obstacle. Sur le brin fixe sur lequel va coulisser le nœud, il est préférable de placer une pince-repère.

Suites postopératoires

La plupart de ces patients peuvent être traités en chirurgie ambulatoire. Il ne s'agit pas d'une intervention très douloureuse, mais la prescription d'antalgiques et d'anti-inflammatoires en postopératoire est recommandée. Le patient doit être soigneusement averti du réveil souvent brutal d'un

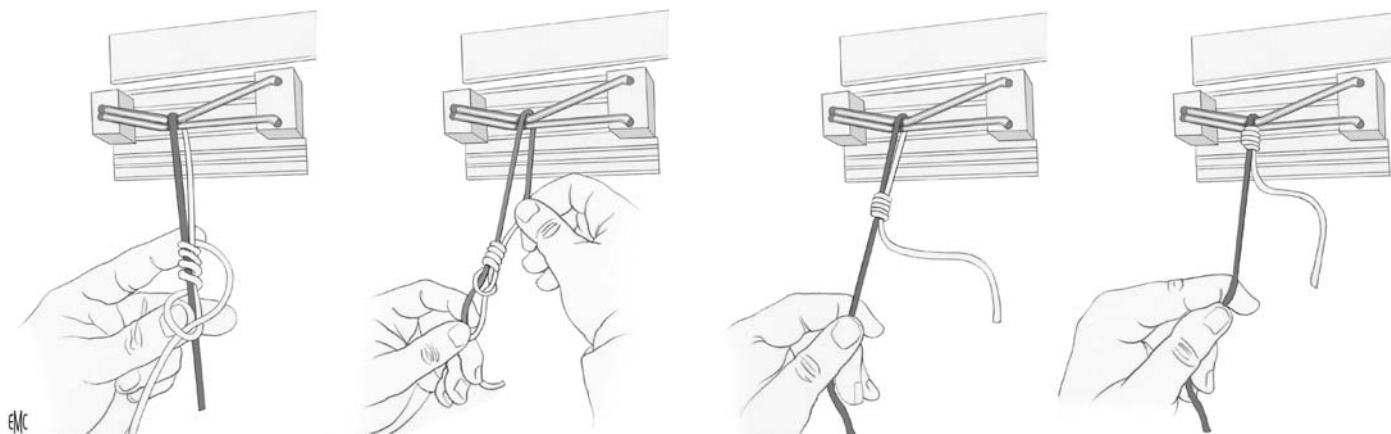


Figure 10. Nicky's knot ; nœud coulissant.



Figure 11. Reconstruction scanner : encoche humérale postérieure.

éventuel bloc interscalénique durant la première nuit postopératoire. Ceci doit être anticipé par une prescription adaptée des antalgiques. Les suites postopératoires doivent comprendre une immobilisation dans un appareillage coude au corps pour une durée de 4 semaines. Les mouvements pendulaires sont autorisés durant cette période. La rééducation est ensuite commencée en autopassif et en pendulaire en réduisant essentiellement au début l'antépulsion. La rééducation active est à commencer au 2^e mois postopératoire, et tout sport avec armer du bras est à proscrire avant le 4^e mois postopératoire.

■ Résultats chirurgicaux

L'arthroscopie dans l'instabilité n'a pas encore atteint le niveau de la chirurgie à ciel ouvert. Les progrès actuels sont réalisés dans la sélection des patients pouvant bénéficier de ce type de technique. Sans aucune sélection de patients instables, le taux de récurrence ou de persistance d'une appréhension à l'armer du bras est de 15 % avec une technique par ancrages fixés au bord antérieur de la glène. Le symposium de la Société française d'arthroscopie (SFA) 2000 faisait état de 13 % d'échecs. C'est pourquoi il est prudent de réserver l'arthroscopie aux



Figure 12. Fracture du bord antérieur de glène.

patients n'ayant pas de lésion osseuse glénoïdienne ou humérale de grande taille (Fig. 11, 12), peu d'épisodes de luxation (moins de trois).

■ Conclusion

Le traitement arthroscopique de l'épaule instable nécessite une courbe d'apprentissage longue passant par les différentes étapes de cette intervention, en particulier la réalisation du bilan des lésions, de la préparation de l'articulation, de l'utilisation des différents matériels à la disposition du chirurgien sur le marché. Toutes les instabilités ne doivent pas être traitées sous arthroscopie. L'indication doit être posée en tenant compte du bilan lésionnel effectué en préopératoire.



■ Références

- [1] Hovelius L. Anterior dislocation of the shoulder in teen-agers and young adults. Five-year prognosis. *J Bone Joint Surg Am* 1987;**69**: 393-9.
- [2] Wiley AM, Older MQ. Shoulder arthroscopy. Investigations with a fiberoptic instrument. *Am J Sports Med* 1980;**8**:31-8.
- [3] Andrews JR, Carson Jr. WG, Ortega K. Arthroscopy of the shoulder: technique and normal anatomy. *Am J Sports Med* 1984;**12**:1-7.
- [4] Detrisac DA, Johnson LL. Arthroscopic shoulder capsulorrhaphy using metal staples. *Orthop Clin North Am* 1993;**24**:71-88.

- [5] Reider B, Inglis AE. The Bankart procedure modified by the use of Prolene pull-out sutures. *J Bone Joint Surg Am* 1982;**64**:628-9.
- [6] Morgan CD, Bodenstab AB. Arthroscopic Bankart suture repair: technique and early results. *Arthroscopy* 1987;**3**:111-22.
- [7] Walch G, Boileau P, Levigne C, Mandrino A, Neyret P, Donell S. Arthroscopic stabilization for recurrent anterior shoulder dislocation: results of 59 cases. *Arthroscopy* 1995;**11**:173-9.
- [8] Grana WA, Buckley PD, Yates CK. Arthroscopic Bankart suture repair. *Am J Sports Med* 1993;**21**:348-53.
- [9] Speck M, Hertel R. Arthroscopic capsulo-labral repair and refixation with Mitek anchor in anterior shoulder instability. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1997;**135**:348-53.
- [10] Howell SM, Galinat BJ. The glenoid-labral socket. A constrained articular surface. *Clin Orthop Relat Res* 1989;**243**:122-5.
- [11] Metcalf MH, Pon JD, Harryman 2nd DT, Loutzenheiser T, Sidles JA. Capsulolabral augmentation increases glenohumeral stability in the cadaver shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;**10**:532-8.
- [12] Habermeyer P, Schuller U, Wiedemann E. The intra-articular pressure of the shoulder: an experimental study on the role of the glenoid labrum in stabilizing the joint. *Arthroscopy* 1992;**8**:166-72.
- [13] Neviaser TJ. The anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion lesion: a cause of anterior instability of the shoulder. *Arthroscopy* 1993;**9**:17-21.
- [14] Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD, Friedman MJ. SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy* 1990;**6**:274-9.
- [15] Boileau P, Ahrens P. The TOTS (temporary outside traction suture): a new technique to allow easy suture placement and improve capsular shift in arthroscopic Bankart repair. *Arthroscopy* 2003;**19**:672-7.

C. Conso (christel.conso@club-internet.fr).

Service orthopédie et traumatologie, hôpital Foch, 40, rue Worth, BP 36, 92151 Suresnes, France.

P. Hardy.

Service de chirurgie orthopédique, hôpital Ambroise Paré, 9, avenue du Général-de-Gaulle, 92104 Boulogne-Billancourt, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Conso C., Hardy P. Traitement arthroscopique de l'instabilité glénohumérale. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-257, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Traitement arthroscopique des lésions de la coiffe des rotateurs

L. Lafosse

Le traitement arthroscopique des lésions de la coiffe des rotateurs connaît actuellement un grand essor du fait de la découverte de ses possibilités et de sa fiabilité. Si les indications du traitement arthroscopique des ruptures de coiffe étaient initialement limitées aux petites lésions, actuellement, l'arthroscopie est devenue le mode de traitement de toutes les lésions pour de nombreux auteurs. Un des points clés est le choix des voies d'abord pour la visualisation, l'instrumentation, l'exposition des lésions intra-articulaires, aidé par la bursectomie sous-acromiale. L'analyse lésionnelle guide les principes de réduction puis de fixation de la lésion tendineuse. Les principes de fixation sont identiques à ceux de la chirurgie ouverte : les sutures doivent être solides, avec un ancrage fiable, un passage transtendineux adapté au siège de la réinsertion et un minimum de tension facilité par l'éventuelle arthrolyse et ténolyse dans les formes rétractées. L'arthroscopie a permis une amélioration essentielle de la connaissance et du traitement des formes de déchirures partielles intra-articulaires et des lésions isolées du biceps. Les lésions intratendineuses ne doivent pas être négligées. Le traitement des lésions du sous-scapulaire, longtemps considéré impossible à effectuer sous arthroscopie, est actuellement bien codifié et a montré sa fiabilité. La réinsertion osseuse des lésions transfixiantes du sus- et du sous-épineux peut se faire sur une seule ou deux rangées d'implants ; dans ce cas la surface de contact est augmentée. Cette restauration du pied tendineux (ou foot print) semble assurer une meilleure cicatrisation de la réparation lésionnelle. Les réparations partielles des formes étendues par suture bord à bord éventuellement combinées à des réinsertions osseuses assurent d'excellents résultats fonctionnels grâce à un délabrement minimal. Par rapport à la réparation à ciel ouvert, c'est une chirurgie plus facile pour le patient mais parfois plus difficile pour le chirurgien.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Arthroscopie ; Épaule ; Coiffe des rotateurs ; Sous-scapulaire ; Foot print ; Nerf sus-scapulaire

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Introduction, historique | 1 |
| ■ Diagnostic et bilan préopératoire | 2 |
| Décision opératoire | 2 |
| Bilan préopératoire | 2 |
| ■ Principes généraux | 2 |
| Anesthésie et positionnement opératoire | 2 |
| Voies d'abord | 2 |
| Diagnostic arthroscopique | 3 |
| Arthrolyse et ténolyse | 4 |
| Acromioplastie et résection acromioclaviculaire | 4 |
| Fixation tendineuse | 4 |
| ■ Réparations tendineuses | 11 |
| Ruptures partielles | 11 |
| Déchirures transfixiantes | 12 |
| ■ Suites postopératoires | 15 |

■ Introduction, historique

Les indications de la réparation des ruptures de la coiffe des rotateurs sont fonction des lésions et de la demande des

patients. Les indications des techniques chirurgicales ouvertes ou arthroscopiques sont également fonction du niveau technique individuel du chirurgien. Si initialement l'arthroscopie ne permettait que l'acromioplastie, les progrès des techniques et de la technologie permettent actuellement d'étendre les indications aux mêmes indications avec des résultats comparables, voire supérieurs, à ceux de la chirurgie à ciel ouvert, avec une morbidité inférieure [1-6]. Il n'en demeure pas moins que la maîtrise de ces techniques arthroscopiques demande une connaissance approfondie, un apprentissage souvent long et difficile, et une pratique assidue. L'utilisation de l'arthroscopie ne doit pas faire perdre de vue l'obligation de qualité de la réparation tendineuse. Mieux vaut une bonne réparation à ciel ouvert qu'une mauvaise réparation arthroscopique.

L'arrivée de l'arthroscopie d'épaule s'est, dans un premier temps, adressée à l'acromioplastie isolée, puis a, plus tard, permis une chirurgie mixte en associant une minivoie d'abord [7-15] en dissociant à minima les fibres du deltoïde pour la réparation tendineuse. C'est en 1995 que G. Gartsman a publié les premiers résultats des réparations totalement arthroscopiques [16].

Depuis, dans les ruptures de coiffe, quelques auteurs défendaient encore l'acromioplastie isolée [17-19], mais d'autres ont montré la dégradation des résultats de l'acromioplastie sans réparation de la coiffe [20], et actuellement de nombreux auteurs

continuent et innover dans la voie des réparations purement arthroscopiques de la coiffe des rotateurs [21-30]. Si les indications du traitement arthroscopique des ruptures de coiffe étaient initialement limitées aux petites lésions, actuellement l'arthroscopie rejoint les indications des réparations à ciel ouvert [31-33].

Enfin, le biceps tient une part importante dans les réparations de la coiffe, aussi bien dans les pathologies du sous-scapulaire [34] que de façon isolée ou associée à une rupture du sus-épineux [35]. Son traitement arthroscopique par ténotomie [18, 36, 37] ou ténodèse, différent en fonction des auteurs [38-41] ayant chacun avantages et inconvénients [42], fait partie du traitement des ruptures de coiffe.

■ Diagnostic et bilan préopératoire

Décision opératoire

Elle repose sur un faisceau d'arguments cliniques et radiographiques afin d'évaluer la lésion, son retentissement, ses possibilités de réparation et de récupération fonctionnelle après réparation. La décision opératoire appartient au patient après lui avoir exposé les tenants et les aboutissants de cette chirurgie de réparation tendineuse, sans lui masquer la longueur des suites opératoires et les aléas de la cicatrisation tendineuse et de sa récupération fonctionnelle. D'un autre côté, les risques de l'aggravation lésionnelle tendineuse et musculaire en cas de non-réparation doivent être évoqués, surtout dans les formes encore accessibles à un traitement totalement réparateur. Le terrain (activités professionnelles, sportives, âge, taille, tares...), l'ancienneté, l'évolution et le traitement effectué de la lésion ainsi que la compréhension par le patient sont essentiels pour poser l'indication.

Bilan préopératoire

Le bilan préopératoire définit la réparabilité de la lésion en fonction de la rétraction tendineuse et de la dégénérescence musculaire en sachant que pour les lésions étendues, il est très difficile de savoir la forme de rétraction qui conditionne souvent la réparabilité.

■ Principes généraux

Anesthésie et positionnement opératoire

Sous anesthésie locorégionale C6, complétée par un bloc plexique ou par une anesthésie générale, le patient est installé en position assise ou en décubitus latéral.

La position assise avec une traction collée afin de maintenir le bras en légère tension (Fig. 1) permet la mobilisation et le positionnement de l'épaule en légère antéflexion, exposant ainsi un excellent accès aux lésions antérieures.

Le décubitus latéral permet une meilleure décoaptation sous-acromiale et un accès à la coiffe postérieure plus aisé, mais reste plus difficile pour l'exposition et la réparation des lésions du sous-scapulaire.

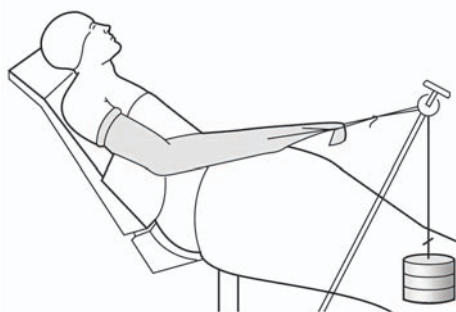


Figure 1. Position assise avec le bras en légère tension, l'épaule en légère antéflexion exposant ainsi un excellent accès aux lésions antérieures.

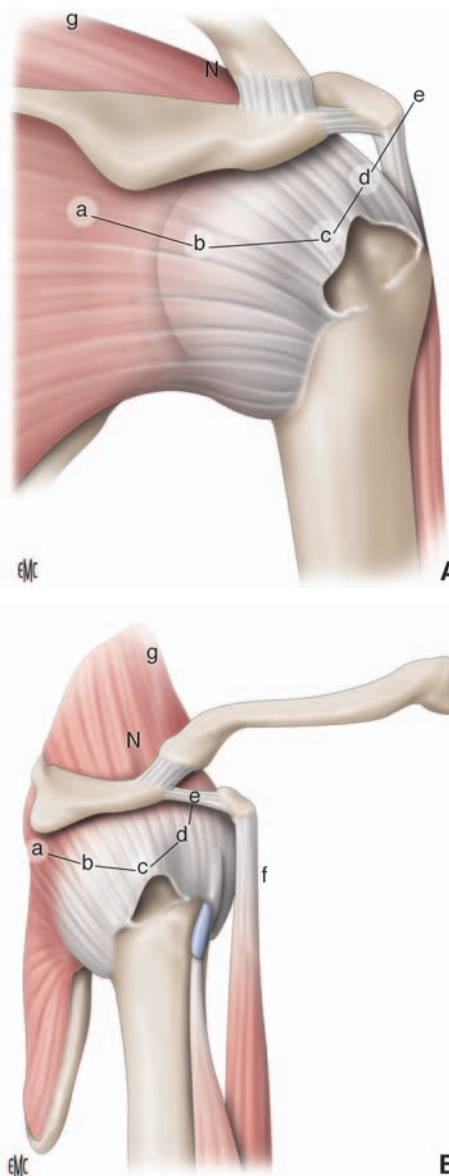


Figure 2. Voies d'abord : cinq voies d'arrière en avant selon l'ordre de l'alphabet.

A. Vue postérieure.

B. Vue latérale. Voie classique : voie scapulohumérale et sous-acromiale postérieure (a) ; voie latérale d'acromioplastie (c) ; voie antérieure d'accès classique pour les réparations de Bankart (e) à la partie médiane du bord antérieur du ligament acromioclaviculaire ; deux autres voies (b) et (d) : angles postérieurs et antérieurs de l'acromion ; en avant, à 5 cm sous la coracoïde, juste en dehors du tendon conjoint, une voie antérieure très inférieure (f), excellent accès au sous-scapulaire ; voie de Neviaser (N) dans l'angle formé par acromion et clavicule, à 1 cm en dedans de l'articulation acromioclaviculaire ; plus en dedans de 2,5 cm, une voie d'abord spécifique à la libération du nerf suprascapulaire à l'aplomb du ligament de l'échancrure coracoïdienne (g).

Voies d'abord

Repérages

Les classiques repères cutanés (acromion, clavicule, coracoïde, ligament acromioclaviculaire et tendon conjoint) sont dessinés sur l'épaule positionnée en traction ; cinq voies sont schématisées d'arrière en avant selon l'ordre de l'alphabet (Fig. 2A, B).

En premier, les trois voies d'abord repères sont marquées :

- la voie classique, voie scapulohumérale postérieure (a) ;
- la voie latérale d'acromioplastie (c) ;
- la voie antérieure d'accès classique pour les réparations de Bankart (e) à la partie médiane du bord antérieur du ligament acromioclaviculaire.

Ces trois voies d'abord sont reliées par des lignes, et deux autres voies (b) et (d) sont repérées en face des angles postérieurs et antérieurs de l'acromion. D'autres voies d'abord permettent un accès plus spécifique :

- en avant, à 5 cm sous la coracoïde, juste en dehors du tendon conjoint, une voie antérieure très inférieure (f) permet un excellent accès au sous-scapulaire ;
- la voie de Neviaser (N) [43] située dans l'angle formé par l'acromion et clavicule, à 1 cm en dedans de l'articulation acromioclaviculaire ;
- plus en dedans de 2,5 cm, une voie d'abord spécifique à la libération du nerf suprascapulaire est située à l'aplomb du ligament de l'échancrure coracoïdienne (g) [44].

D'autres voies d'abord sont utilisées à la demande, de façon ponctuelle, en fonction des lésions et en respectant les règles de sécurité.

Voies de visualisation versus voies instrumentales

Classiquement, les deux voies postérieures sont utilisées pour le scope alors que les voies instrumentales sont adaptées aux lésions, effectuées de dehors en dedans, guidées par une aiguille sous contrôle endoscopique plus que par le repérage cutané qui donne une simple orientation. Les voies instrumentales classiques sont la voie latérale (c) de l'acromioplastie et la voie antérieure (e) identique à celle utilisée pour l'abord à travers l'espace triangulaire situé entre bord supérieur du sous-scapulaire, le bourrelet antérieur et le ligament glénohuméral supérieur accédant à l'articulation glénohumérale, passant juste en dehors du ligament acromioclaviculaire avec une direction horizontale tangente au sommet de la coiffe.

En fait, le changement de voies d'abord doit être très facile et adapté au meilleur positionnement pour la visualisation et l'instrumentation. Cette flexibilité est identique à celle que l'on a à ciel ouvert, le scope devant être aussi mobile que l'est le positionnement du chirurgien devant l'épaule ouverte.

Il apparaît plus logique et plus adapté de commencer l'arthroscopie des ruptures transfixiantes de coiffe par la voie d'abord latérale (c), donnant une vision d'emblée très comparable à l'abord latéral de la chirurgie à ciel ouvert, profitant de la perforation de la coiffe pour explorer l'espace glénohuméral. Les voies d'abord instrumentales sont alors adaptées d'arrière en avant à la situation de la lésion.

Diagnostic arthroscopique

Principes diagnostiques

L'exploration doit être complète, rigoureuse, en appréciant dans l'ordre préétabli chacun des éléments articulaires et sous-acromiaux. Dans les ruptures partielles, l'exploration se fait en intra-articulaire par la voie postérieure puis en sous-acromial par la même incision cutanée.

Dans les ruptures transfixiantes, la visualisation est aidée d'un nettoyage articulaire avec résection et électrocoagulation des hyperplasies synoviales et surtout bursectomie, étape importante souvent longue et hémorragique mais indispensable. L'évaluation est statique et dynamique, en s'aidant de la mobilisation articulaire du palpeur et d'une prise latérale de la coiffe pour apprécier la possibilité et le sens de réductibilité des lésions, éventuellement après libération périglénodienne et sous-acromiale si nécessaire.

Formes lésionnelles

L'analyse lésionnelle suit la classification de Patte reprise par la SFA [45], qui évalue la localisation et la rétraction de la lésion tendineuse (Fig. 3, 4) dans les ruptures perforantes. Les ruptures massives sont définies par l'atteinte des trois tendons avec au moins l'un d'eux rétracté jusqu'à la glène.

Les différentes formes de déchirure du sus- et sous-épineux se présentent en fonction du siège de la désinsertion, la rétraction tendineuse étant alors secondaire à la traction musculaire :

- la rupture en U (Fig. 5) du sus-épineux se produit lorsque ses insertions antérieures et postérieures sont encore au moins partiellement épargnées ;

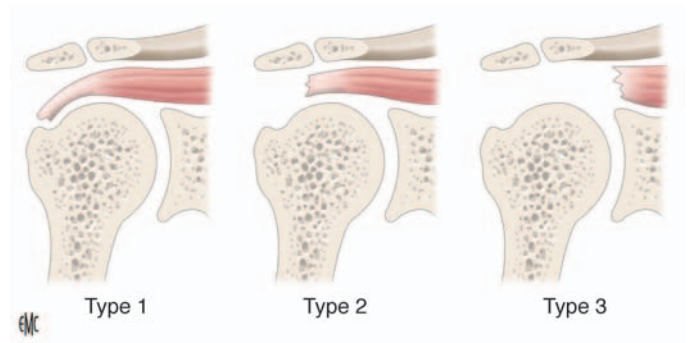


Figure 3. Lésions transfixiantes coronales distales (type 1), intermédiaires (type 2), et rétractées (type 3).

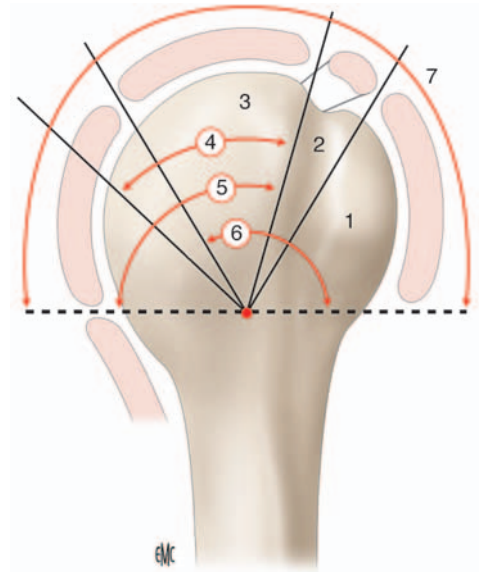


Figure 4. Lésions transfixiantes sagittales.

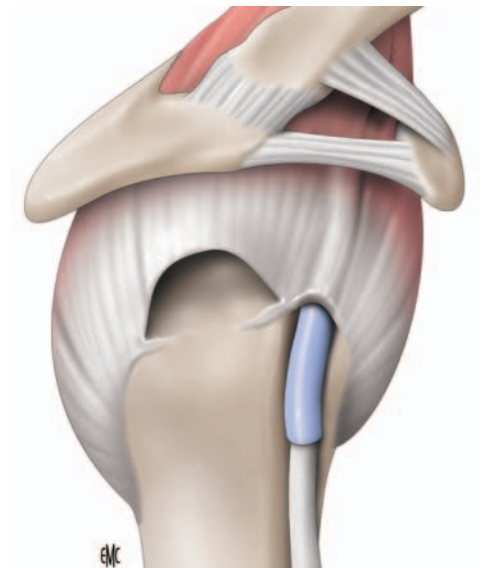


Figure 5. Rupture en U.

- la rupture en L antérieure (Fig. 6) se produit lorsque l'intervalle des rotateurs est déchiré en avant et que le sous-épineux tire le tendon du sus-épineux vers l'arrière ;
- la rupture en L postérieure (Fig. 7) est due à une déchirure entre sus- et sous-épineux, le sus-épineux se rétracte en dedans et en avant, restant attaché en avant par ses fibres croisées avec le ligament coracohuméral ;

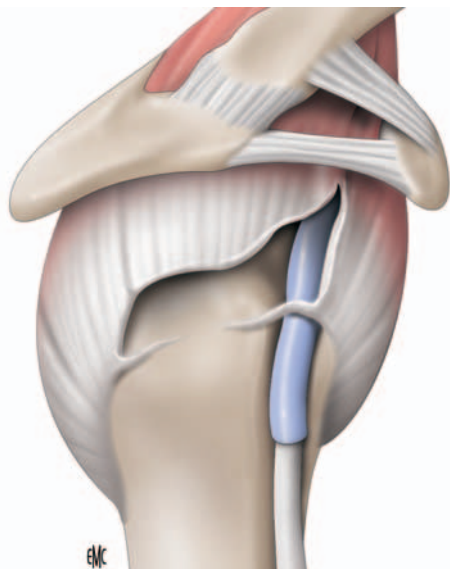


Figure 6. Rupture en L antérieure.

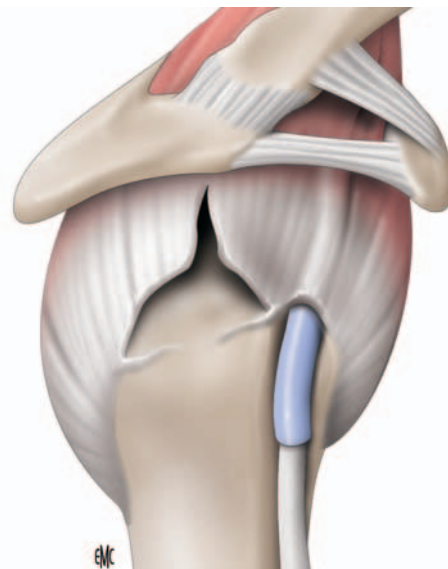


Figure 8. Rupture en V.

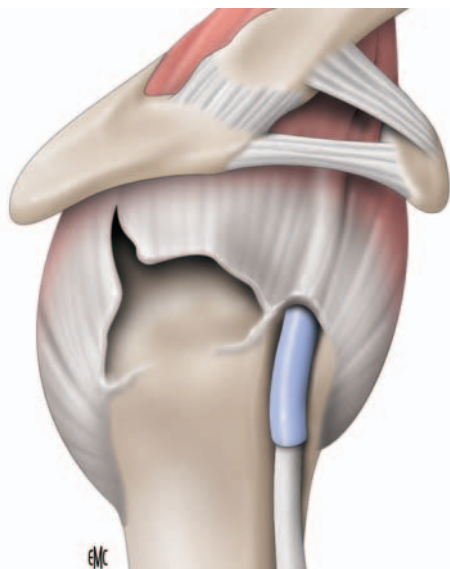


Figure 7. Rupture en L postérieure.

- la rupture en V est un clivage longitudinal dans le tendon du sus-épineux qui est attiré de part et d'autre par les structures musculotendineuses antérieures et postérieures (Fig. 8). Ces formes sont une limite de la classification de Patte, car une longue déchirure jusqu'à la glène n'est pas l'équivalent d'une désinsertion transversale rétractée à la glène.

Les lésions du sous-scapulaire sont classées en cinq types en tenant compte de la rétraction tendineuse et du degré de la dégénérescence musculaire (Fig. 9A à F) :

- type I : lésion partielle du tiers supérieur ;
- type II : lésion avec rétraction mais limitée au tiers supérieur ;
- type III : lésion étendue aux deux tiers supérieurs ;
- type IV : lésion de tout le tendon, rétractée, sans migration de la tête et dégénérescence musculaire < 3 ;
- type V : lésion rétractée, migration de la tête avec conflit sous-coracoïdien et dégénérescence musculaire ≥ 3 .

Cette classification tient également compte de la position du biceps : a. normal ; b. subluxé ; c. luxé ; d. rompu.

Dans l'épaisseur du tendon, il est important d'individualiser les délaminations en feuillets profonds et superficiels, apanage des désinsertions du sous-épineux, mais aussi de certaines formes de sous-scapulaire, expliquant notamment la luxation intratendineuse du biceps.

Arthrolyse et ténolyse

Quelle que soit la taille de la rupture de coiffe, il existe une inflammation réactionnelle et une rétraction tendineuse permanente qui évolue vers la fixation. La réduction nécessite une libération tendineuse de part et d'autre du tendon en vue d'une réparation avec un minimum de tension des parties molles. L'arthroscopie est sans aucun doute le meilleur moyen de procéder à cette libération de façon précise et non délabrante, exactement adaptée aux besoins. Les deux temps intra-articulaire et sous-acromial sont menés parallèlement, de préférence avec un appareil bipolaire (Fig. 10A à C), éventuellement aidé d'un fil de traction placé par une voie d'abord dans l'axe de la réduction. Dans les rétractions antérieures, les ligaments coraco-huméral et gléno-huméral supérieurs sont détachés du côté de la coracoïde et non sur leur partie distale, préservant ainsi la continuité entre sus-épineux et sous-scapulaire. La libération antérieure expose à des dangers propres à la proximité des éléments du plexus brachial et des vaisseaux antérieurs. Pour les rétractions postérieures, la bursectomie postérieure s'étend latéralement jusqu'au cul-de-sac postérolatéral et médialement jusqu'à l'épine de l'acromion, jusqu'à voir les fibres musculaires des sus- et sous-épineux. En intra-articulaire, la capsulectomie peut être effectuée à 360°, en échangeant les voies d'abord, souvent facilitées par la perforation de la coiffe. Les villosités synoviales sont réséquées et coagulées.



Acromioplastie et résection acromioclaviculaire

L'acromioplastie est systématique en cas de réparation de coiffe, en dehors des grandes ruptures très partiellement réparables où l'auvent ostéoligamentaire est le dernier élément articulaire de stabilité supérieure. Elle est au mieux pratiquée en début de préparation, avant la réparation tendineuse, et est nécessaire à une bonne exposition de la coiffe et à la création d'un plus large espace de passage des instruments (cf. Acromioplastie, fascicule 44-280 de l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale).

Fixation tendineuse

La fixation tendineuse dépend de plusieurs paramètres que l'on peut comparer à une chaîne d'éléments joints bout à bout : le tendon, le passage du fil à travers le tendon, le fil, le nœud, l'ancre, l'os.

Le but de la réparation est de recréer l'anatomie de surface d'insertion tendineuse (*foot print*) sur l'os cortical par une double rangée de fixations (Fig. 11).

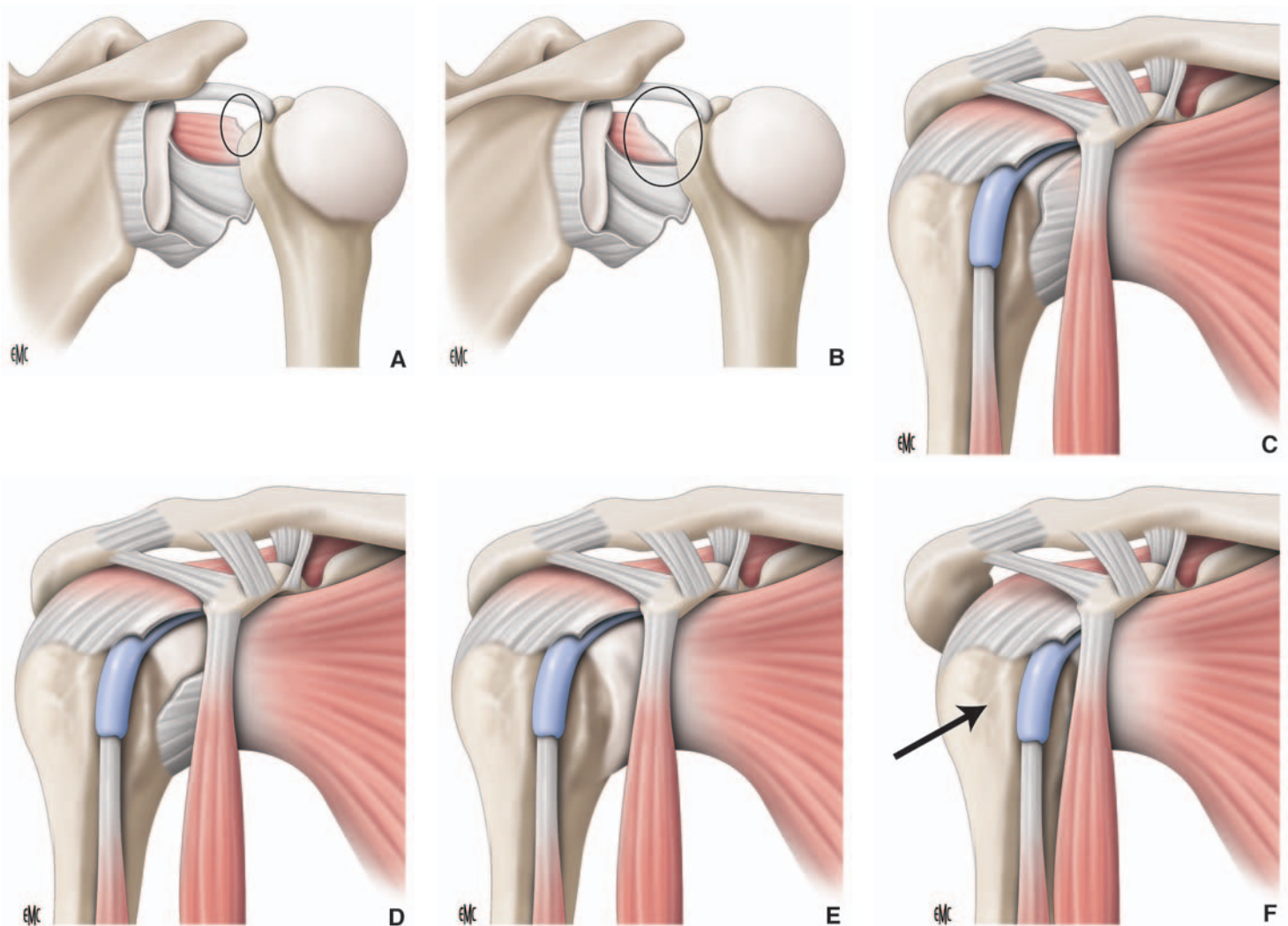


Figure 9. Lésions du sous-scapulaire classées en cinq types.

- A.** Type I : lésion partielle du tiers supérieur.
- B.** Type II, vue intra-articulaire : lésion avec rétraction mais limitée au tiers supérieur.
- C.** Type II, vue de l'espace sous-acromial : lésion avec rétraction mais limitée au tiers supérieur.
- D.** Type III : lésion étendue aux deux tiers supérieurs.
- E.** Type IV : lésion de tout le tendon, rétractée, sans migration de la tête et dégénérescence musculaire < 3 .
- F.** Type V : lésion rétractée, migration de la tête avec conflit sous-coracoïdien et dégénérescence musculaire ≥ 3 .

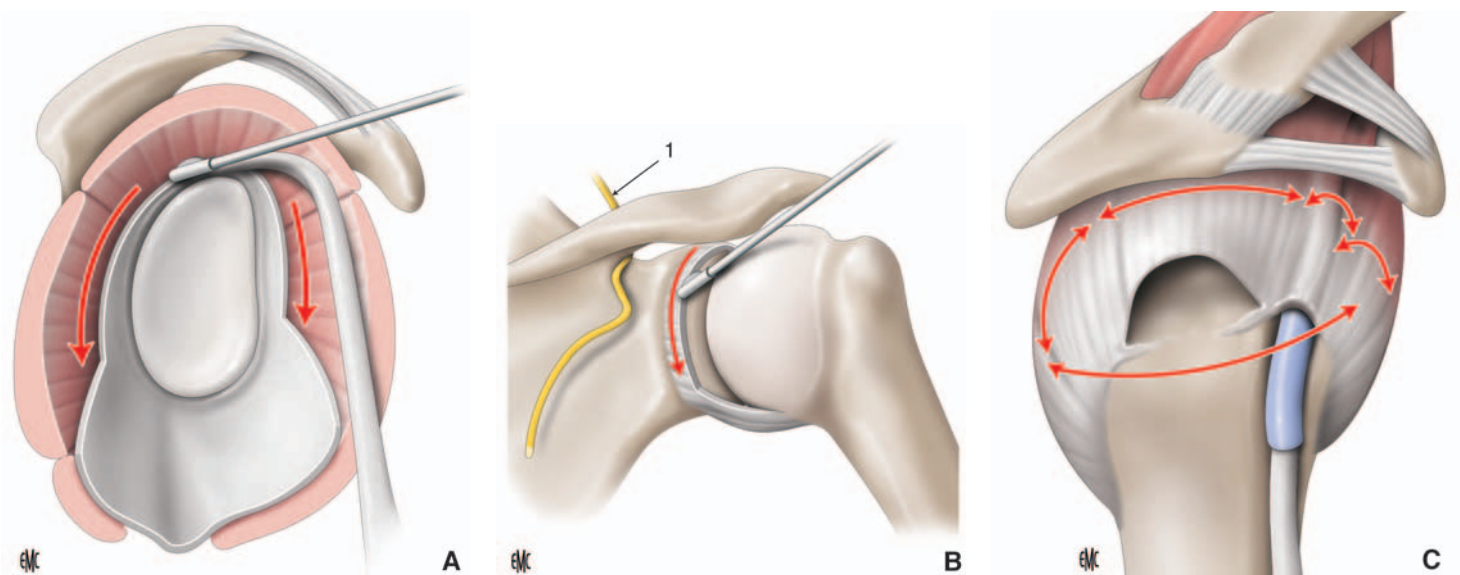


Figure 10. Arthrolyse et ténolyse. 1. Nerf sous-scapulaire.

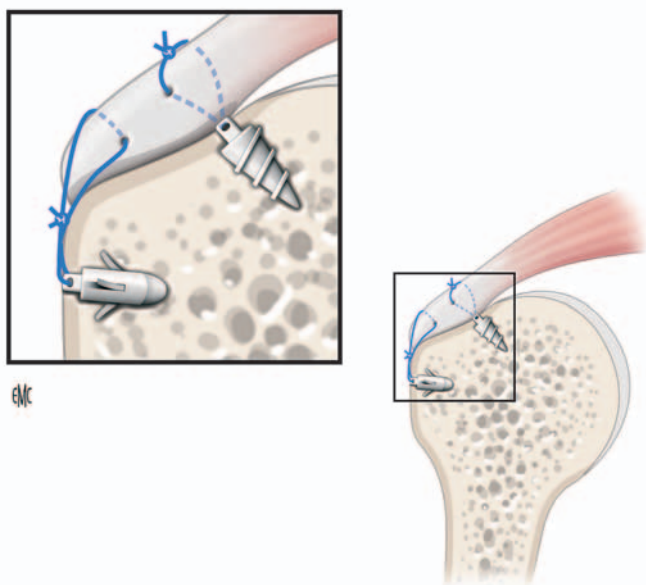


Figure 11. Foot print sur l'os cortical par une double rangée de fixation.

Tendon

Sa qualité est appréciée après excision parcimonieuse de son extrémité, et bursectomie extensive d'un tissu toujours pathologique et gênant. Si le tendon est de mauvaise qualité, la réparation est illusoire et c'est une des limites de sa réparation.

Passage du fil à travers le tendon

Les principes généraux sont les mêmes quels que soient les tendons concernés.



Le fil est passé, soit de façon indirecte, soit directe [46]. Le passage en deux temps se fait par un fil relais, le plus communément un PDS® 0, grâce à un pousse-fil type Spectrum®.



Le passage en un temps est, soit « chargé » du fil à l'aller avant perforation (Fig. 12A à C)



tendineuse, soit chargé au retour, attrapé après perforation tendineuse (Fig. 13A à C).



La pénétration tendineuse par les instruments simples est capitale, facilitée par la multiplicité des voies d'abord. Plusieurs techniques de passage de sutures au travers du tendon ont été décrites [46]. Initialement, de simples aiguilles à ponction lombaire ont été utilisées ; le Spectrum®, plus sophistiqué, permet cela, mais nécessite l'utilisation d'un fil relais. Le passage de proximal en distal permet de profiter de la tension du tendon ; le Banana Suture Lasso® est un exemple de cette technique, en cas de délamination de la coiffe, il assure une prise complète du tissu (Fig. 14).

Enfin, par une voie latérale, des pinces comme des « machines à coudre » telles que l'Expressaw, le Viper® (Fig. 15) ou le Scorpion® permettent de passer directement la suture sans relais, mais selon la forme de la rupture, l'incidence de la prise rend parfois ce passage difficile. En outre, la prise tissulaire est parfois insuffisante.

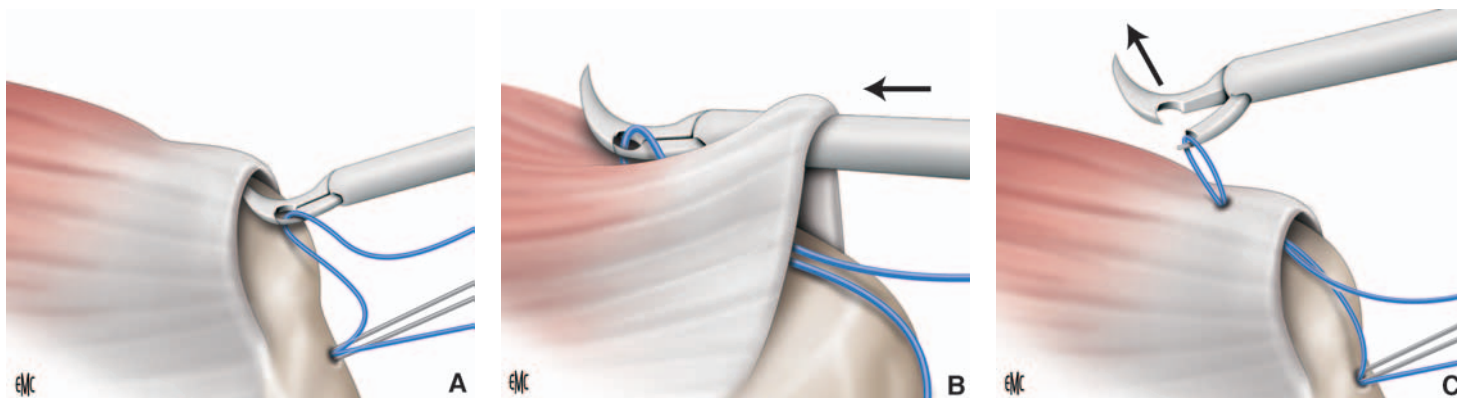


Figure 12. Passage transtendineux du fil : instrument chargé.

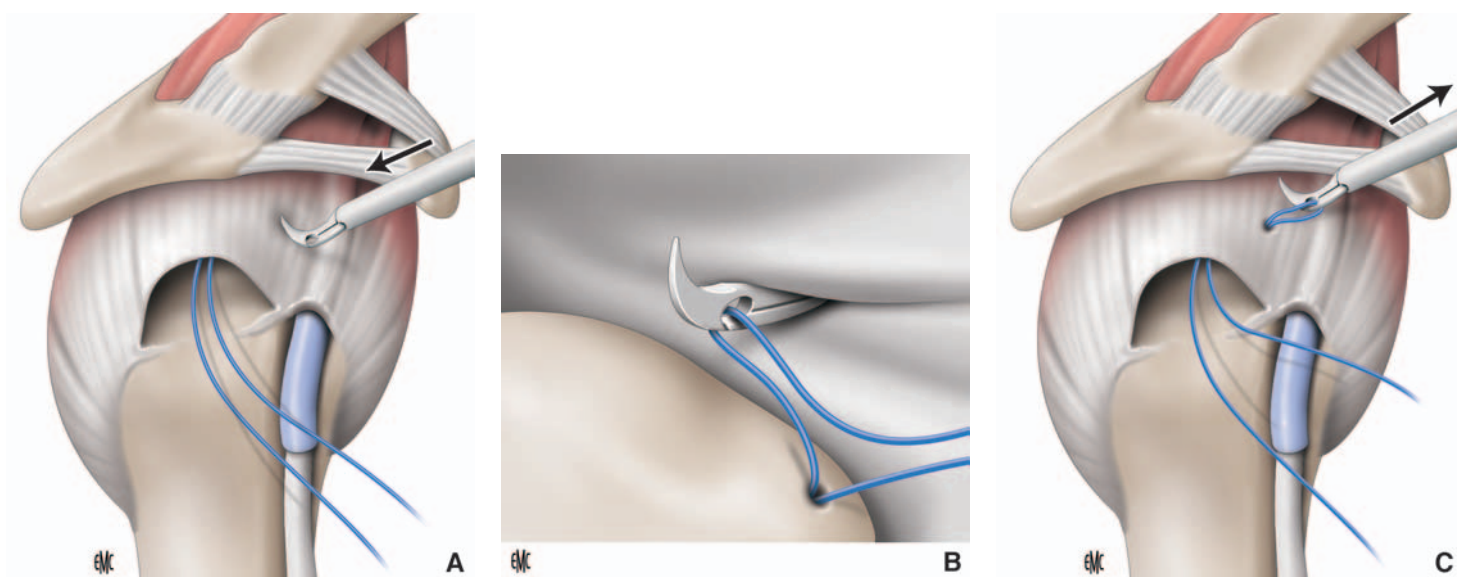


Figure 13. Instrument libre perforant le tendon pour aller chercher le fil. Puis le fil est ensuite amené en retirant l'instrument du tendon. Ce passage est fait depuis l'avant.

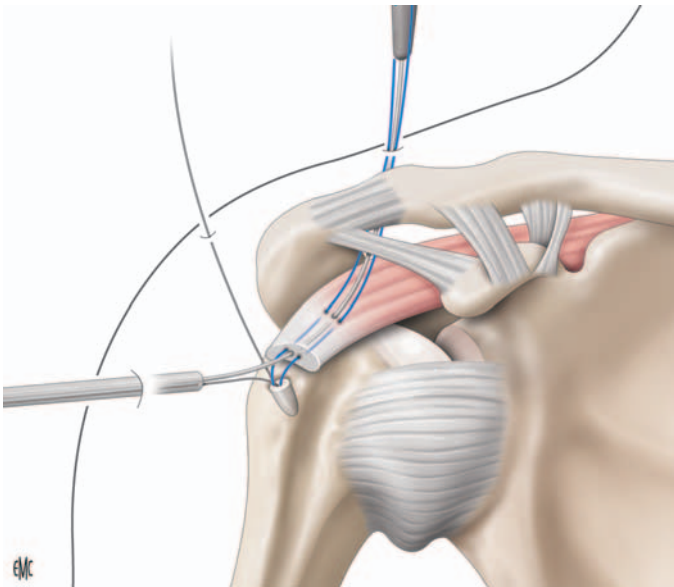


Figure 14. *Banana lasso* par voie de Neviaser.

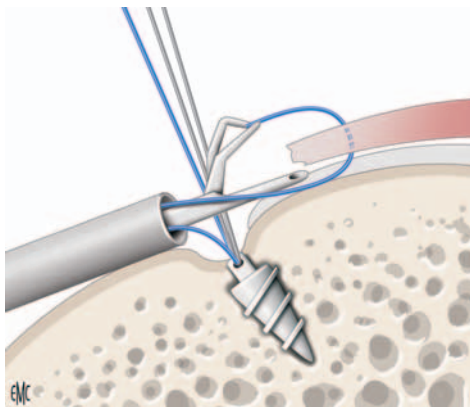


Figure 15. Pince Viper® par voie latérale.

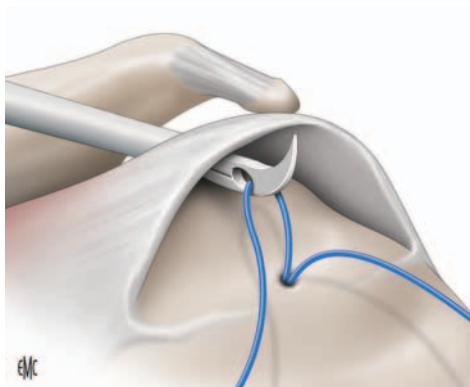


Figure 16. Ici, le passage est fait depuis l'arrière.

Nous décrivons plus en détail notre technique. La voie d'abord utilisée dépend de l'instrument :

- pour le Spectrum®, l'abord doit permettre une approche perpendiculaire à l'axe du tendon et on utilise habituellement une voie antérieure (e) ou postérieure (a) ;
- pour les instruments à passage du fil en un temps, l'axe de manipulation doit permettre la pénétration tendineuse et la préhension du fil. Cette dernière étape est grandement facilitée par le positionnement du fil sur le chemin de l'instrument (Fig. 16) avant la pénétration tendineuse, le plus souvent effectuée par les voies médianes antérieures (d, e), postérieures (a, b) ou centrales de Neviaser (n) ;

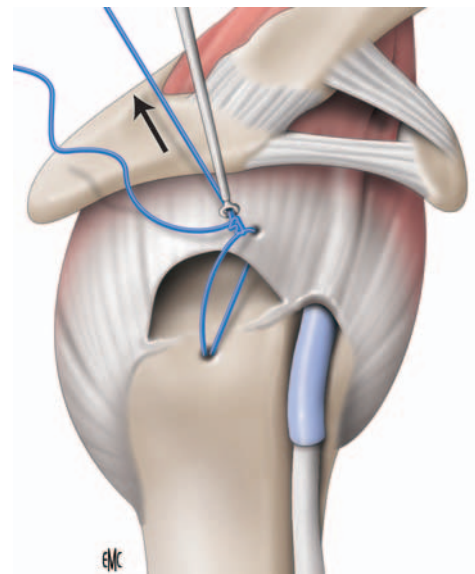


Figure 17. Point simple.

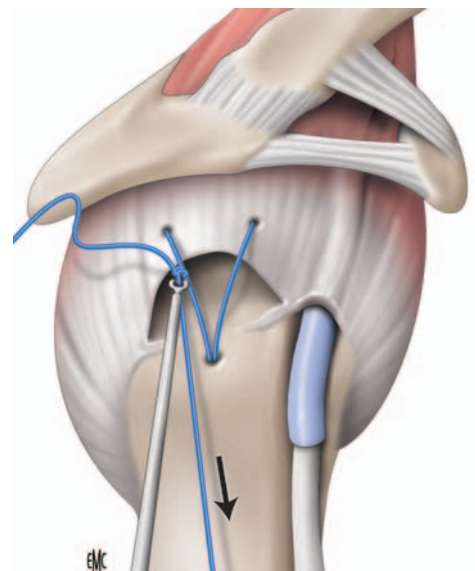


Figure 18. Haubanage.



- certains instruments permettent le passage du fil directement au niveau de la tranche de rupture. Ils sont commodes, mais nécessitent l'utilisation de canule. L'abord est alors latéral pour une prise en regard de la rupture tendineuse (b, c, d).

Type de point

Il dépend de la localisation du passage transtendineux.

- En distal, on utilise en fonction de la zone, de la tension et de la qualité tendineuse :
 - le point simple (Fig. 17) ;
 - le haubanage (Fig. 18) ;
 - le point *mattress lasso loop* (Fig. 19) ;
 - le point de Mason-Allen modifié a été proposé et étudié par Gerber [47, 48]. Ce point est réalisé en associant un point en U, à l'aide de la première suture, et un point simple, le point simple devant être plus médial que le point en U (Fig. 20).



- En proximal, la suture est passée à l'origine en point de Mattress (Fig. 21).
- Lorsque quatre brins de fil d'une même ancre sont utilisés, ils peuvent être passés à travers trois orifices. Lorsque la fixation tendineuse se fait par une fixation à la fois proximale et distale, la technique est dite en « *foot print* » avec une double rangée de fixations.

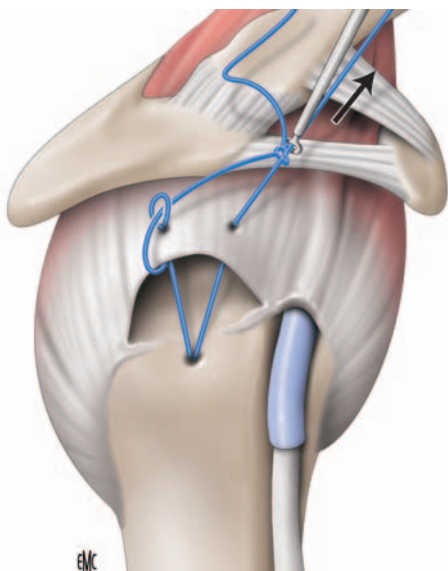


Figure 19. Point de mattress lasso loop.

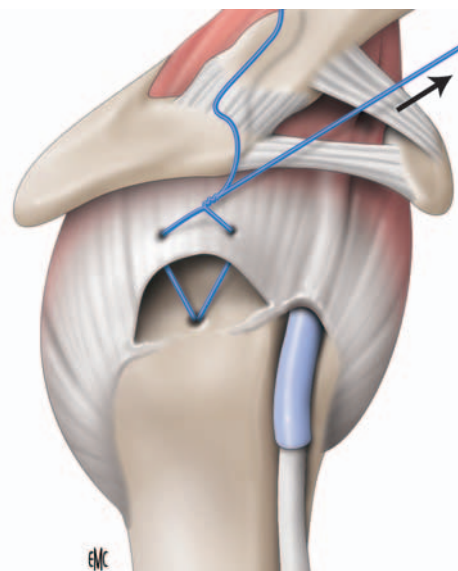


Figure 21. Point de mattress.

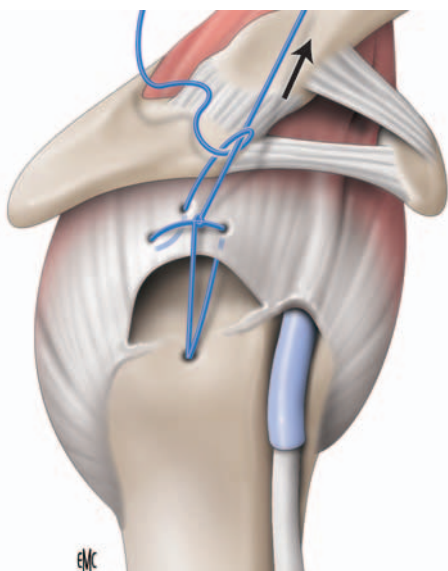


Figure 20. Point de Mason-Allen.

Sutures bord à bord

Ces sutures sont utiles pour la réparation des déchirures en V et en L, après avoir réinséré la partie distale. Afin d'augmenter la force de serrage, le fil peut être passé en double selon la technique du *lasso loop* (Fig. 22A à G).

Sutures associées

Au total, en fonction du type de lésion, les sutures sont associées pour recréer l'anatomie. Les sutures à insertions osseuses sont passées en premier, de proximal en distal, puis nouées de distal en proximal afin de permettre la réduction la plus anatomique possible. Les sutures bord à bord sont ensuite passées pour compléter la solidité, habituellement de proximal en distal. Une vue schématique de la réparation d'une déchirure en L antérieure illustre l'association des techniques (Fig. 23A à C).

Fil

Les fils monobrins résorbables, type PDS®, ou non résorbables, type monocril, sont pratiques à utiliser car ils passent directement avec le Spectrum®, mais ils sont rigides et vulnérables aux angles parfois aigus lors du passage à travers les œillets des ancres métalliques. Les fils tressés sont, soit à résorption lente type Panacryl®, soit non résorbables, type Éthibond®, ou

de haute résistance, type Durabraid®, Ultrabred® ou Fibrewire®, soit mixtes à haute résistance également type Orthocord®.

L'évolution attractive vers une meilleure solidité du fil, évitant ainsi sa rupture sur des instruments émoussés ou sur un œillet d'ancre agressif pendant la pratique du nœud ou à distance de la réparation, expose toutefois à une traction plus importante sur l'ancre et à travers le tendon en cas de rupture de la chaîne de fixation. Quand la soupape de rupture n'existe plus au niveau du fil, le lâchage se fait, soit par section du tendon, soit par arrachement de l'ancre.

Nœud

Si le fil coulisse sur le brin principal, de nombreux types de nœud ont été décrits, en commençant par le nœud du pêcheur (*fisherman knot*) [49]. Parmi eux, le *easy knot* (Fig. 24) est constitué de la succession de quatre demi-clés jointes empilées autour du brin tracteur (violet) (Fig. 24A) sur lequel est placé le pousse-nœud suivie de la descente une à une de deux demi-clés inversées (Fig. 24B). Ce nœud a l'avantage de se bloquer lors de l'inversion de la dernière des quatre demi-clés par traction du brin libre, mais aussi de se débloquer par traction sur le brin du pousse-nœud pour appliquer les tissus. Différents nœuds décrits peuvent être utilisés, mais tous nécessitent de descendre des demi-clés complémentaires avec une variation alternative du brin fixe. Les désavantages majeurs du nœud couissant sont de fragiliser le fil sur l'œillet de l'ancre, et de ne pas pouvoir être utilisé si le fil est coincé dans l'ancre.

Le nœud sur fil fixe est utilisé de préférence, et consiste à descendre successivement des demi-clés, comme en chirurgie à ciel ouvert, en s'aidant pour la première d'une double demi-clé « en lacet de chaussure » qui se relâche plus difficilement que la demi-clé normale (Fig. 25A à D).

Quel que soit le type de nœud utilisé, le chirurgien doit être parfaitement maître de son exécution avant d'entrer en salle d'intervention.



À part cela, signalons la possibilité d'utiliser des ancres *knotless* initialement décrites et utilisées pour la stabilisation glénohumérale [50] mais actuellement adaptées aux réparations de coiffe ; elles sont munies de fils sertis en boucle attrapés par l'extrémité de l'ancre après son passage à travers le tendon (Fig. 26A à F), évitant ainsi l'utilisation du nœud.

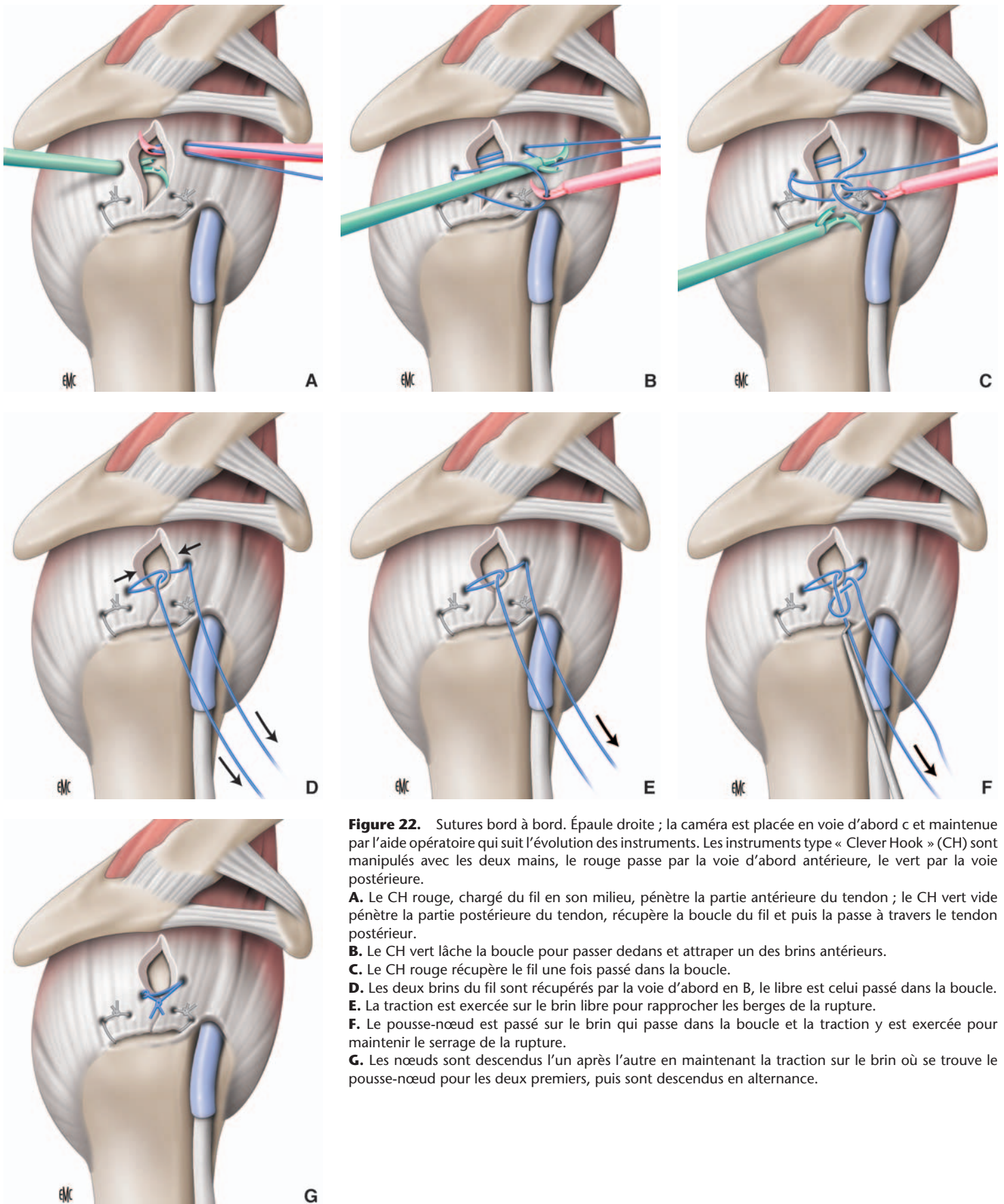


Figure 22. Sutures bord à bord. Épaule droite ; la caméra est placée en voie d'abord c et maintenue par l'aide opératoire qui suit l'évolution des instruments. Les instruments type « Clever Hook » (CH) sont manipulés avec les deux mains, le rouge passe par la voie d'abord antérieure, le vert par la voie postérieure.

A. Le CH rouge, chargé du fil en son milieu, pénètre la partie antérieure du tendon ; le CH vert vide pénètre la partie postérieure du tendon, récupère la boucle du fil et puis la passe à travers le tendon postérieur.

B. Le CH vert lâche la boucle pour passer dedans et attraper un des brins antérieurs.

C. Le CH rouge récupère le fil une fois passé dans la boucle.

D. Les deux brins du fil sont récupérés par la voie d'abord en B, le libre est celui passé dans la boucle.

E. La traction est exercée sur le brin libre pour rapprocher les berges de la rupture.

F. Le pousse-nœud est passé sur le brin qui passe dans la boucle et la traction y est exercée pour maintenir le serrage de la rupture.

G. Les nœuds sont descendus l'un après l'autre en maintenant la traction sur le brin où se trouve le pousse-nœud pour les deux premiers, puis sont descendus en alternance.

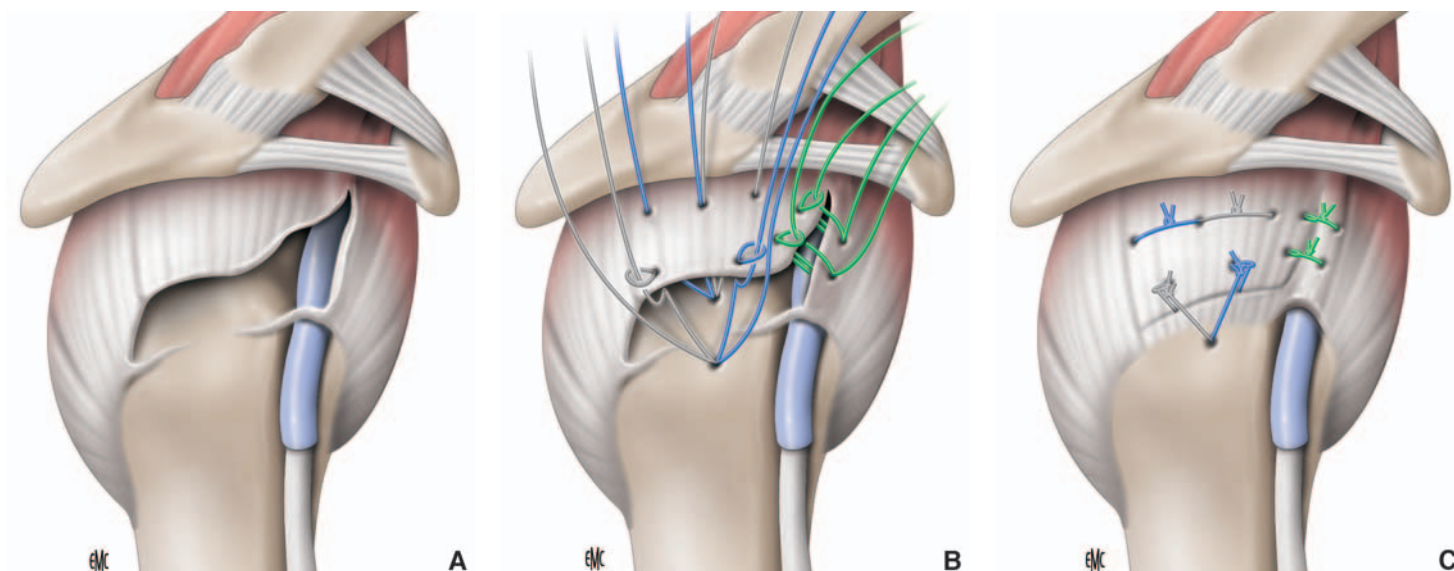


Figure 23. Sutures associées.

A. Rupture.

B. Passage des fils : *mattress* en proximal, *lasso loop* en distal, bord à bord en latéral.

C. Aspect terminal après serrage des nœuds.



Figure 24. Nœud coulissant *easy knot*.

Ancres

Types d'ancres

Différents types d'ancres sont utilisés, différents dans leur forme et leur principe d'ancrage ; mais on peut schématiquement les différencier en ancres vissées et ancres à impacter :

- les ancres vissées ont une tenue dans l'os globalement meilleure que les ancres impactées, mais la manipulation du fil ne peut se faire qu'après fixation de l'ancre ;
- les ancres impactées permettent le passage du fil en premier, puis de porter le tendon là où il peut être réduit, avant de choisir l'emplacement et l'introduction de l'ancre.

Métalliques ou résorbables ?

- Les ancres métalliques offrent l'avantage d'être sûres dans le temps, mais s'exposent à l'érosion du fil par leur œillet et à leur éventuel déplacement visible à la radiographie postopératoire. De plus, elles créent des artefacts aux éventuels scanners et surtout aux imageries par résonance magnétique (IRM) de contrôle postopératoires.
- Les ancres résorbables ont une tenue moins solide dans le temps, peuvent exceptionnellement créer des réactions biologiques mais sont moins agressives pour les sutures et permettent plus facilement des examens IRM de contrôle sans artefact.



Figure 25. Nœud sur fil fixe.

A. Première double clé en lacet de chaussure qui maintient la réduction de la fermeture.

B. Deuxième demi-clé pour obtenir un nœud plat.

C. Troisième descente sur le fil violet comme fil tracteur.

D. Alternance de descente de demi-clé sur le fil blanc puis violet.

Os

Sa qualité conditionne également les possibilités de réparation, et en cas d'os poreux juxta-articulaire ou plus rarement latéro-cortical sur la face latérale du trochiter, la coiffe ne peut pas être réattachée par ces techniques d'ancrage. Le bilan de densité osseuse doit être systématique chez les patients à risque.

Canules

Les canules contraignent la manipulation des instruments, agrandissent la voie d'abord et limitent le nombre d'accès sans vraiment diminuer la fuite liquidienne. Sans canule, il est simple d'éviter les interpositions de partie molle au moment du nœud en prenant les deux brins dans la même pince de préhension à travers la voie d'abord qui est utilisée pour faire

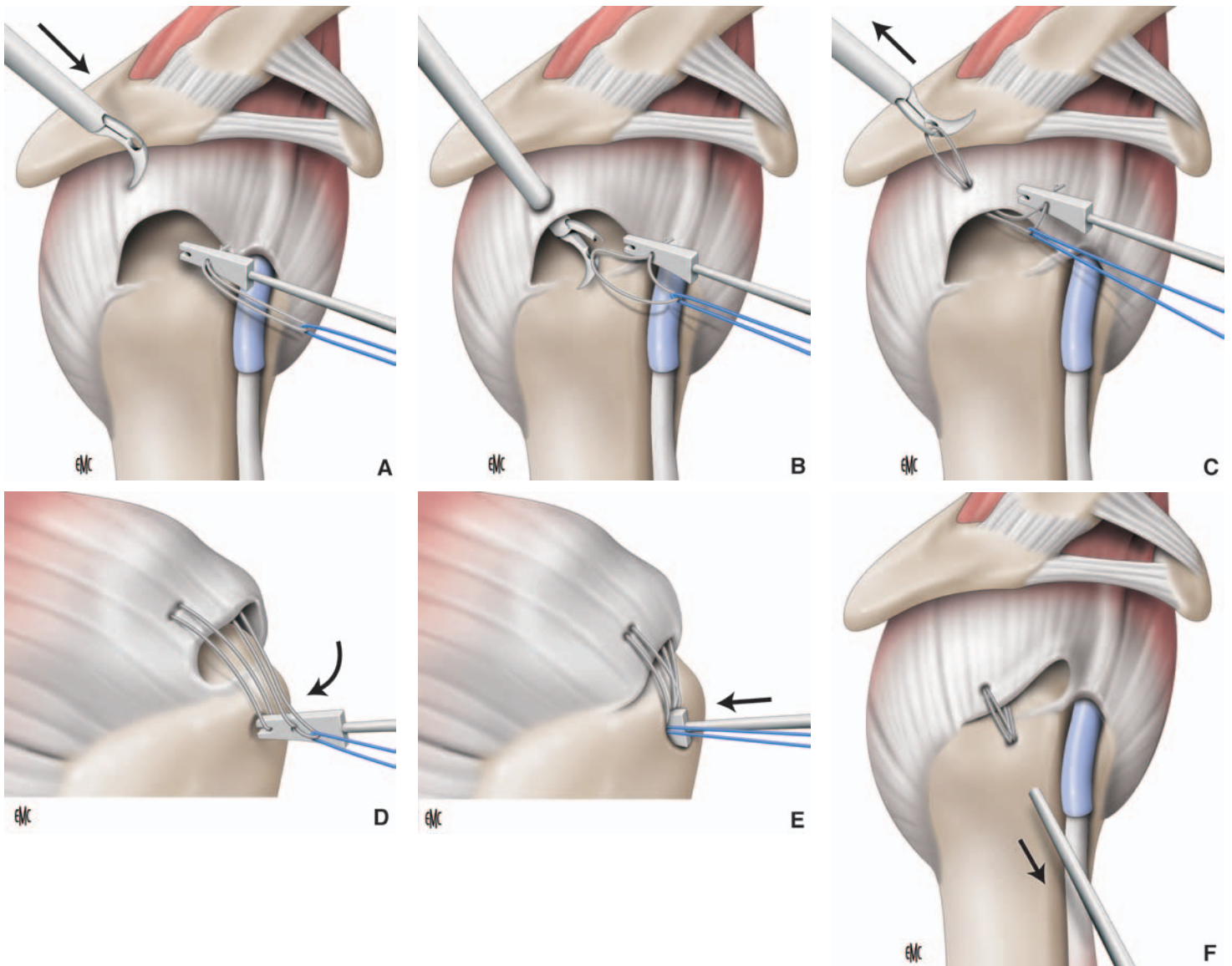


Figure 26. Ancres *knotless* munies de fils sertis en boucle, attrapés par l'extrémité de l'ancre après son passage à travers le tendon.

le nœud. Une autre astuce pour éviter la gêne par l'interposition de parties molles est de se placer dans une voie d'abord à distance de la réalisation du nœud pour l'introduction cutanée du pousse-nœud.

■ Réparations tendineuses

Ruptures partielles

Déchirures de la face superficielle : technique du haubannage avec fil relais

Après l'abord intra-articulaire (a) qui permet de vérifier l'état de la face profonde de la coiffe, le scope est placé en sous-acromial, puis après bursectomie et acromioplastie, on vérifie la réductibilité tendineuse par la voie latérale (c), qui se fait de dedans en dehors dans cette forme. Après avivement de la corticale du trochiter, la voie d'abord instrumentale antérieure (e) est repérée à l'aiguille et permet le passage d'un crochet Spectrum® courbe 45° monté d'un double PDS® 3/0 ou d'un PDS® 0 simple. On perfore la coiffe depuis sa face superficielle vers sa face profonde, puis on tourne le crochet (gauche pour une épaule droite et vice versa) afin de faire un point en U. Une pince préhensive introduite par la canule (en c) récupère le fil PDS® qui sert de relais pour passer ensuite un fil tressé plus solide. L'extrémité de fil tressé est fixée à travers une simple boucle à l'extrémité du PDS®, puis on passe le fil tressé à travers

la coiffe par traction du PDS® depuis la voie antérieure. Après forage de la corticale externe au ras du bord du trochiter, l'ancre à quatre ailettes est glissée le long du fil externe dans l'orifice osseux à travers la canule qui permet d'éviter l'interposition de parties molles, puis le fil antérieur est récupéré grâce à une pince non traumatique à travers la canule. On pratique un nœud coulissant sur le brin antérieur du fil allant vers le tendon, qui coulisse habituellement sans difficulté. Lorsque le nœud arrive sur le tendon, un mouvement de traction externe du pouce-nœud complète la traction et assure un plaquage de la coiffe sur le trochiter.

Désinsertion de la face profonde : réinsertion en parachute

Dans cette forme, le plaquage est latérocartilagineux. Une aiguille en D servant de guide passe au niveau de la gouttière du biceps, permettant de sectionner le ligament coraco-huméral dans le sens longitudinal de ses fibres, juste au-dessus du tendon du biceps. L'ancrage est enfoui au ras du cartilage, juste en dehors du biceps. Les fils sont manipulés par le porte-ancrage, laissés dans la voie d'abord pour être passés à travers la coiffe grâce à une instrumentation spécifique pénétrant la coiffe depuis l'étage sous-acromial à travers la voie latérale (c). On peut utiliser un instrument rectiligne ou un instrument courbe arciforme : le « crochet Malin® » ou « Clever Hook® ». Les quatre brins tressés sont récupérés successivement. Une fois que les quatre brins ont été successivement passés, le scope est placé

de nouveau dans l'étage sous-acromial et les fils sont récupérés puis noués deux à deux par des demi-clés à travers la voie latérale (c).

Ruptures intratendineuses

Dans ces formes, une simple acromioplastie permet souvent de casser le cercle vicieux du conflit et du dysfonctionnement tendineux.

Déchirures transfixiantes

Ruptures du sus-épineux

Plusieurs techniques de fixation sont possibles. Elles sont réparties en deux groupes :

- les réinsertions tendineuses distales dites en simple rangée ;
- les réinsertions avec double fixation : distales et proximales latérocartilagineuses, dites « en double rangée » avec pour concept le placage et le maintien tendineux sur une surface osseuse recréant ainsi le classique *foot print*, plus difficile techniquement, surtout en début d'expérience.

La fixation distale simple est identique dans son principe à celle utilisée pour les ruptures de la face superficielle mais comme pour la fixation en double rangée, elle est différemment exécutée en fonction de types de ruptures.

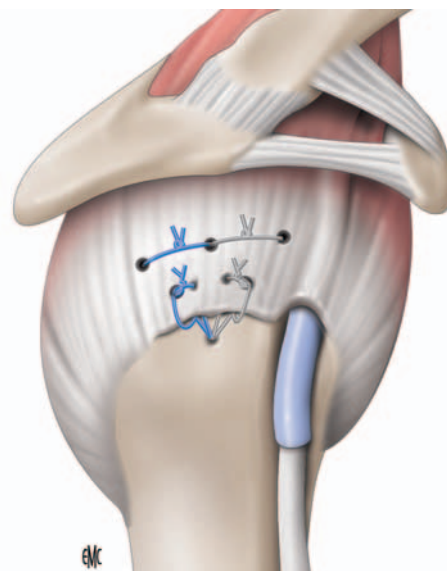


Figure 27. Classique rupture en U.

Classique rupture en U

La fixation proximale juxta-articulaire est effectuée selon les mêmes règles que pour les ruptures de la face profonde de la coiffe, mais la visualisation est plus facile ; l'arthroscope est situé, soit en intra-articulaire, soit préférentiellement en latéral (c), en postéro-latéral (b) ou en antéro-latéral (d) pour accéder à l'espace sous-acromial et au contrôle intra-articulaire dans le même temps. Les sutures passées à travers la coiffe à la jonction tendinomusculaire ne sont pas serrées mais laissées en attente pendant la mise en place de la fixation latérale.

La fixation latérale ou distale se fait sur une ancre vissée au sommet de la corticale externe, en général, par la voie antéro-latérale (d). L'arthroscope est placé en position latérale (c) ou postéro-latérale (b). L'instrumentation par voie postérieure (a) ou antérieure (e) sous-acromiale permet de perforer le bord distal du tendon depuis sa partie médiane fixe puis d'attraper, soit par l'intermédiaire d'un fil relais, soit directement les quatre brins de fils sortant de l'ancre. Les points sont passés pour la fixation du tendon : simple ou *mattress lasso loop* en fonction de la taille de la rupture et de l'importance de la traction.

Les nœuds sont serrés dans un premier temps en distal, permettant le maintien de la réduction de la coiffe, puis en proximal pour obtenir le placage du tendon.

Au total, la plupart du temps, le tendon est fixé grâce à trois prises proximales et deux prises distales, réalisant une véritable surface de fixation tendue sous un W ; c'est la technique de Cassiopée (Fig. 27).

Rupture en L (cf. Fig. 23)

On reconnaît ce type de rupture lors des manœuvres de réduction. La fixation se fait en distal et en proximal selon les mêmes principes que pour la rupture en U mais deux éléments sont différents :

- le sens de réduction se fait vers le siège de la déchirure longitudinale :
 - vers l'avant si la déchirure est en avant au niveau de l'intervalle des rotateurs, réalisant les ruptures en L antérieures ;
 - vers l'arrière si la déchirure est entre sus- et sous-épineux réalisant les ruptures en L postérieures ;
- la fixation est complétée par une suture bord à bord au niveau de la déchirure tendineuse longitudinale.

La fixation est faite en distal puis en bord à bord. Le maintien de la réduction est volontiers fait par un fil tracteur provisoire tendu depuis l'angle de la rupture tendineuse à travers un minime orifice cutané dont la localisation est adaptée à la direction de la réduction de la lésion.

Rupture en V (Fig. 28A à D)

La fixation sur l'ancre médiale prend les lambeaux antérieurs et postérieurs par un passage de chacun des brins dans le tendon proximal. Cela réalise une suture bord à bord appuyée sur une ancre.

La fixation latérale est identique aux ruptures en U, sans nécessiter de bord à bord comme en proximal afin d'éviter de créer un paletot.

“ À retenir

Étapes de la réparation arthroscopique de lésions transfixiantes de sous- et/ou sus-épineux par la technique du *foot print*.

Scope : abord latéral (c).

Abord instrumental en d puis en b pour nettoyage articulaire, bursectomie, compréhension de la lésion (ruptures en U, en V, en L antérieures ou postérieures, dédoublement des feuillets profonds et superficiels) et de la réduction de la rupture après ténoarthrolyse.

Détermination de l'emplacement des ancres.

Ancre(s) proximale(s) juxta-articulaire(s) puis passage des fils à l'union muscle-tendon en *mattress* par instrumentation, maintenus ensemble dans un Redon.

Ancre(s) distale(s) latéro-corticale(s) puis passage des fils dans le tendon distal par instrumentation.

Fermeture tendineuse en distal puis application du *foot print* par serrage des nœuds de la fixation proximale.

Ruptures du sous- et sus-épineux

Cette forme souvent déchirée en forme de L antérieur avec une rétraction postérieure nécessite une inversion des voies d'abord pour la réinsertion osseuse. La visualisation est antérieure (en d) alors que l'instrumentation est postérieure (en a et b). La traction est diminuée et le bras est placé en position plus verticale afin de ramener la zone de réinsertion vers l'avant et de pouvoir ainsi mieux la visualiser. La réduction se fait toujours d'arrière en avant et à un moindre degré de dedans en dehors. La fixation se fait par un ancrage postéroexterne selon le même principe que celui du sus-épineux en utilisant les deux voies postérieures (a et b).

Le tendon est le plus souvent dédoublé en deux feuillets ; le feuillet profond doit être fixé en premier. La fixation osseuse est

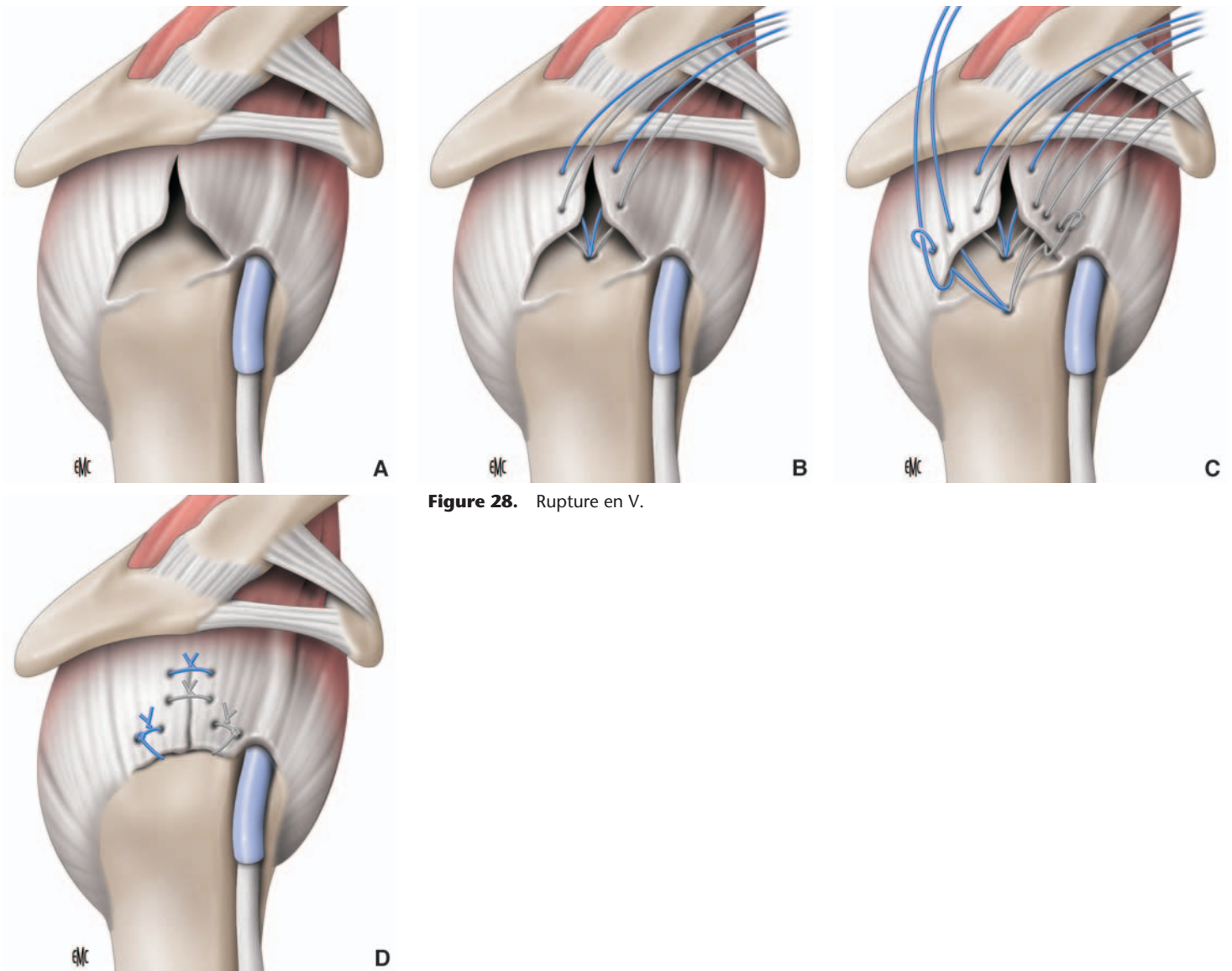


Figure 28. Rupture en V.

ensuite renforcée par une suture bord à bord entre la partie antérieure restante du ligament coraco-huméral ou le sous-scapulaire et le bord antérieur du sus-épineux rompu.

Dans ces formes à rétraction postérieure, il est souhaitable d'effectuer une exploration du nerf suprascapulaire pour vérifier son trajet dans l'échancrure avant, pendant et après la manœuvre de réduction de la coiffe. Sa libération est possible sous arthroscopie par section du ligament de l'échancrure coracoïdienne grâce à une voie supérieure et interne complémentaire.

Rupture du sous-scapulaire

Stades I et II

Toute la réparation se fait par voie endoarticulaire. La vis est passée par la voie « d » puis les fils récupérés par la voie « e ». L'optique entre par la voie « a » puis son extrémité est placée en haut de la tête humérale, en avant de la gouttière du tendon du long biceps et orientée vers le bas. Le bras est horizontalisé pour augmenter la flexion et exposer le tendon du sous-scapulaire. Le crochet Malin® est passé par la voie antérolatérale (d), soit à travers la brèche du sus-épineux lorsqu'elle existe, soit à travers l'intervalle des rotateurs juste en avant du ligament glénohuméral supérieur en cas de lésion isolée du sous-scapulaire. Le trochin est abrasié puis, après avoir passé le fil tressé dans le tendon du sous-scapulaire, le tendon est ramené par serrage du nœud vers la gouttière du biceps en s'aidant d'une rotation interne. Dans ces formes, il s'associe souvent une instabilité antérieure de la longue portion du biceps traitée, soit par stabilisation avec réfection de la poulie antérieure du biceps en

même temps que le sous-scapulaire, soit par ténodèse. Quand le biceps est conservé, il faut se méfier de ne pas aggraver ou créer une instabilité par lésion du ligament coraco-huméral, et de ne pas créer non plus de conflit entre le nœud et la longue portion du biceps.

Stade III

La technique est différente car la rétraction demande un abord sous-acromial. Le scope est placé en position (c) et la visualisation se fait dans l'axe du sous-scapulaire vers la coracoïde puis descend progressivement en bas et en avant permettant d'avoir accès au sous-scapulaire en dehors du tendon conjoint et de la coracoïde ; la fixation commence par la partie la plus basse et la plus proche du cartilage. Deux à trois ancrages sont habituellement utilisés.

Stade IV

Le problème essentiel de ces formes est la rétraction tendineuse et leur difficulté propre est la libération tendineuse du fait de la proximité des structures ligamentaires antérieures et des structures vasculonerveuses. La première partie de la libération est faite par voie glénohumérale par une visualisation postérieure en « a » et une libération entre tendon et capsule grâce à une voie instrumentale antérieure en « e ». Il est nécessaire de bien dégager l'intervalle des rotateurs par la voie « d » pour pouvoir ensuite réaliser la libération sous contrôle sous-acromial. L'arthroscope est placé latéralement (c ou d), visualisant la face superficielle et l'aplomb du bord supérieur du

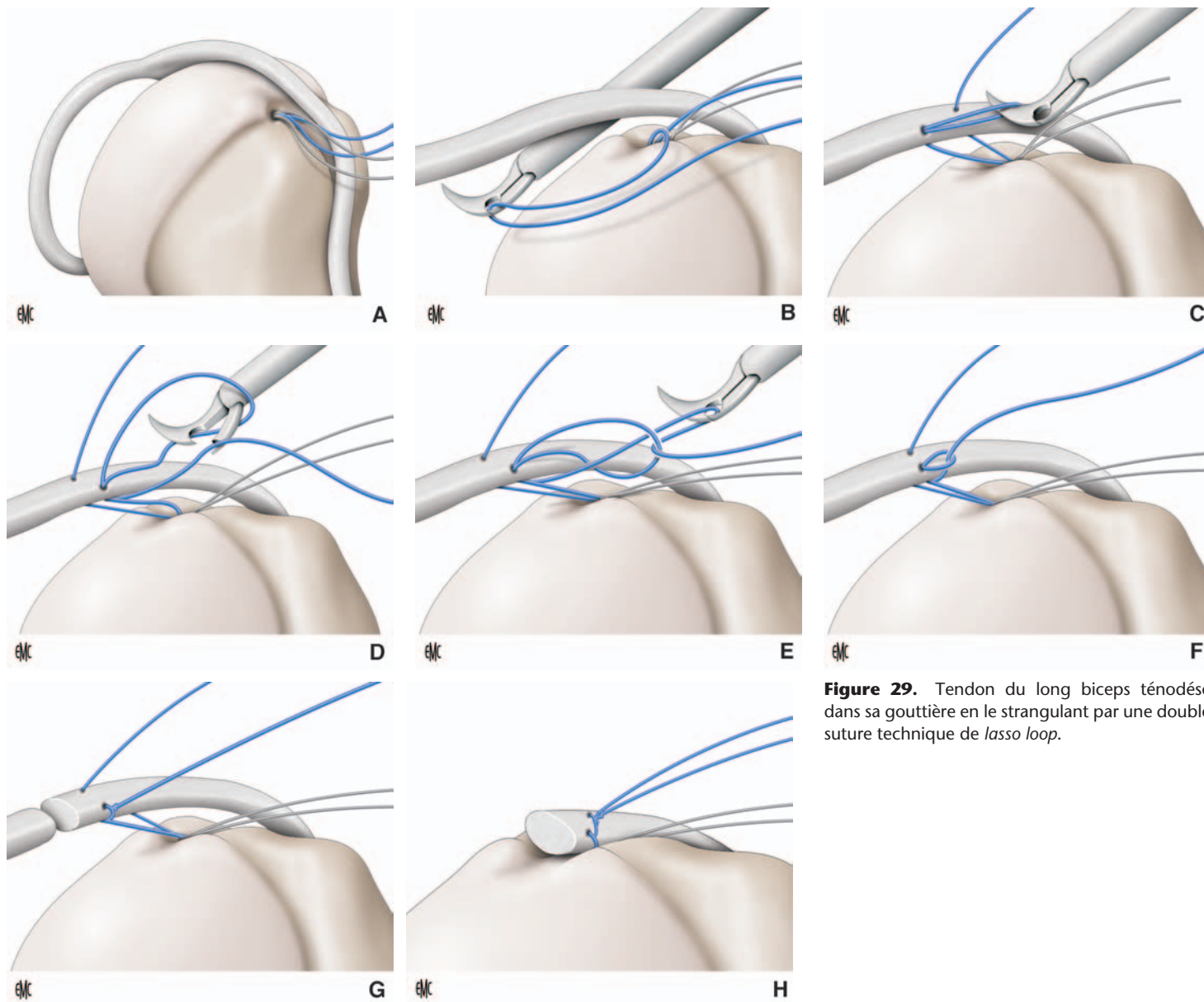


Figure 29. Tendon du long biceps ténodésé dans sa gouttière en le strangulant par une double suture technique de *lasso loop*.

tendon du sous-scapulaire en passant sous la coracoïde. La dissection pour libération du sous-scapulaire peut être menée très en dedans par une voie d'abord antérieure et inférieure complémentaire en « f », mais les structures vasculonerveuses sont juste en dedans du bord médial de la coracoïde. La structure la plus haute et aussi la plus fragile est la branche d'innervation directe du faisceau supérieur du sous-scapulaire provenant directement du circonflexe après sa naissance du tronc secondaire postérieur. La réduction et la libération tendineuse sont aidées par un fil tracteur passé au bord distal et supérieur du tendon.

La vis est introduite par la voie « f », les fils récupérés dans la voie « e » puis positionnés en intra-articulaire entre le tendon du sous-scapulaire et le ligament glénohuméral moyen. Le passe-suture (Clever Hook®) est passé par la voie antéro-inférieure (f), perfore le tendon du sous-scapulaire et récupère les fils préparés en intra-articulaire. Là encore, la technique de fixation est identique, pouvant être réalisée, soit en simple attache distale, soit en double rangée avec une à deux ancrs proximales et deux à trois ancrs distales. Le premier ancrage doit être le plus inférieur placé au bord inférieur du tendon du sous-scapulaire ; les fils sont passés à travers le tendon et gardés en attente regroupés dans un tube transparent de Redon jusqu'à ce que toutes les autres ancrs soient introduites et tous les fils passés. Le serrage des fils se fait depuis la partie inférieure vers

la partie supérieure du sous-scapulaire ne s'aidant modérément que de la rotation interne, la libération devant permettre une réinsertion tendineuse en position neutre.

Tendon du long biceps

Le tendon du long biceps peut être le siège, soit d'une lésion par tendinopathie dégénérative primitive, soit par érosion secondairement à une instabilité à l'entrée de sa coulisse. Le traitement est, soit la simple ténotomie réservée aux personnes âgées n'ayant pas d'usage de force musculaire, soit la ténodèse dans la gouttière humérale associée à une ténotomie juxtaglénodienne.

De nombreuses techniques de ténodèse ont été décrites, soit par suture du tendon du biceps à la coiffe ou dans la gouttière appuyée sur des ancrs, soit par enfouissement avec blocage par une vis d'interférence dans la tête humérale.



Une technique fiable et rapide consiste à ténodéser le biceps dans sa gouttière en le strangulant par une double suture (Fig. 29A à H). Deux voies instrumentales suffisent : une voie antérolatérale (d) à l'aplomb de l'entrée de la gouttière du biceps et la voie latérale (c). Après avivement, l'ancre est placée dans la gouttière par la voie antérolatérale (d). Lorsque la pathologie du biceps est isolée, la vis est placée à travers le toit de la gouttière au niveau du ligament coracohuméral ; son ouverture est guidée par une aiguille repère à la fin de la partie horizontale intra-articulaire ; sinon, lorsque le sus-épineux est

rompu, on utilise la perforation pour le passage des instruments. Le crochet Malin® est introduit à travers la voie latérale (c), et passe les fils à deux reprises à travers le tendon du long biceps. Le deuxième fil est passé selon la technique du *lasso loop* afin de stranguler le biceps au moment du serrage du nœud, assurant une prise efficace. Les fils sont récupérés par une pince à travers la voie libre, puis la ténotomie est effectuée permettant une descente du tendon du long biceps. Les deux brins sont noués en descendant le pousse-nœud sur le brin qui passe simplement à travers le biceps, fixant et pelotonnant le tendon du long biceps à l'entrée de sa coulisse externe. Cette technique a le double avantage de détendre le biceps en rallongeant son tendon d'environ 2 cm, et de bloquer son extrémité à l'entrée de la coulisse externe. La fixation est du coup moins sollicitée et plus solide.

Ruptures massives

Dans ces formes avec rétraction à l'aplomb de la glène, le plus important est la réductibilité. Si certaines formes sont irréductibles, même après large libération, leur réinsertion partielle en avant et en arrière permet le plus souvent de transformer à peu de frais une épaule pseudoparalytique en une épaule faible mais fonctionnellement utile. Dans d'autres cas souvent plus récents, avec une meilleure trophicité musculaire, la suture bord à bord associée à une réinsertion osseuse juxta-cartilagineuse et haubannage est possible sans tension excessive, à condition de bien comprendre le sens de la déchirure qui conditionne le sens de la réduction. Il vaut mieux une réparation partielle sans tension qu'une fermeture complète sous tension dont le risque majeur est la rerupture massive. Tout comme dans les ruptures assez rétractées, une réparation tendineuse anatomique n'est pas forcément complètement étanche du fait de la persistance ou de la création d'hiatus entre les tendons.

Reprises

Reprise de coiffes opérées sous arthroscopie

Les résultats ne sont pas toujours à la hauteur des espoirs préopératoires, et certains cas nécessitent une nouvelle intervention du fait d'une ancre mal placée, devenant mobile, ou d'une déchirure itérative et symptomatique peu après la première intervention. Bon nombre sont réopérables sous arthroscopie à condition de poser rapidement l'indication de la reprise. C'est souvent la décision la plus difficile à prendre...

Reprise de coiffes opérées à ciel ouvert

Dans ces formes, ce sont plus souvent les adhérences sous-acromiales (surtout dans les techniques utilisant les implants de coiffe), classiques « *cuff captures* », qui nécessitent une reprise plutôt que les ruptures itératives souvent inaccessibles. La technique est assez difficile, nécessitant une parfaite connaissance de l'anatomie arthroscopique pour repérer les structures nobles au sein de la fibrose cicatricielle, surtout au début de l'intervention du fait des adhérences. D'après mon expérience, le bilan électromyographique préopératoire est systématique à la recherche d'une souffrance du nerf suprascapulaire pouvant nécessiter dans le même temps une neurolyse arthroscopique ; cependant, cette attitude n'est pas adoptée par tous.

Difficultés fréquentes et astuces pour la chirurgie arthroscopique de la coiffe

Le travail sous-acromial expose au saignement, à la difficulté de visualisation du fait des lobules graisseux et des franges de la bourse sous-acromiale. L'utilisation de *shaver* est systématique et indispensable, l'emploi d'électrodes s'avère utile. Il faut travailler rapidement, sans pression excessive, en changeant souvent de voie d'abord pour être placé le mieux possible. Les canules, malheureusement jamais filetées jusqu'au bout, ressortent souvent ou laissent passer le deltoïde... avec un peu de pratique, on vient à s'en passer.

Les nœuds, pourtant parfaitement maîtrisés avant de rentrer en salle d'opération grâce à de nombreuses heures d'entraînement sur tables à nœuds et sur os sec, ont parfois une fâcheuse

tendance à se bloquer avant une tension satisfaisante, ou à casser le fil. Il faut être prêt à couper les fils non satisfaisants et recommencer les sutures avec de nouvelles ancrs.

Suites postopératoires

Les voies d'abord sont fermées au résorbable, le membre supérieur est soulagé par un petit coussin qui écarte le coude à 30° d'abduction et d'antépulsion, le poignet soutenu par une écharpe. La rééducation passive est débutée dans tous les secteurs, sauf la rotation interne, et sauf la rotation externe pour les réinsertions du sous-scapulaire. Le but de la rééducation n'est pas d'obtenir une grande mobilité, le risque de raideur articulaire étant quasi nul dans les réparations arthroscopiques, mais de mobiliser l'épaule « sans douleur » afin de préserver les sutures jusqu'à cicatrisation tendineuse et diminuer au maximum le risque d'inflammation postopératoire.

Le coussin de repos est retiré par le patient éduqué par le kinésithérapeute, aussi souvent qu'il le souhaite, mais l'expérience prouve que le confort de ce coussin est tel que les patients le portent le plus souvent 6 semaines, surtout la nuit.

La rééducation reste passive 3 mois en proscrivant la rotation interne forcée, les patients débutant spontanément une auto-rééducation active dans les premières heures du réveil du bloc interscalénique, progressivement croissante avec les activités quotidiennes au fur et à mesure de la diminution des douleurs.

Le patient est revu cliniquement avec des radiographies simples à 6 semaines, 3 mois puis à 6 mois avec un arthroscanner de contrôle en cas de nécessité pour évaluer la qualité de la réparation tendineuse et la trophicité musculaire (volume et infiltration graisseuse).

Le résultat obtenu à 3 mois représente habituellement environ 75 % du résultat définitif, lui-même obtenu à 10-12 mois. Le patient est prévenu de cette évolution théorique en préopératoire, ainsi que des risques d'échecs, basés sur le terrain, la lésion et les aléas de la chirurgie et de l'anesthésie.



Références

- [1] Kim SH, Ha KI, Park JH, Kang JS, Oh SK, Oh I. Arthroscopic versus mini-open salvage repair of the rotator cuff tear: outcome analysis at 2 to 6 years' follow-up. *Arthroscopy* 2003;19:746-54.
- [2] MacDermid JC, Holtby R, Razmjou H, Bryant D, Canada JOINTS. All-arthroscopic versus mini-open repair of small or moderate-sized rotator cuff tears: a protocol for a randomized trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2006;7:25 [NCT00128076].
- [3] Sauerbrey AM, Getz CL, Piancastelli M, Iannotti JP, Ramsey ML, Williams Jr GR. Arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair: a comparison of clinical outcome. *Arthroscopy* 2005;21:1415-20.
- [4] Severud EL, Ruotolo C, Abbott DD, Nottage WM. All-arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair: A long-term retrospective outcome comparison. *Arthroscopy* 2003;19:234-8.
- [5] Millett PJ, Clavert P, Warner JJ. Open operative treatment for anterior shoulder instability: when and why? *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:419-32.
- [6] Buess E, Steuber KU, Waibl B. Open versus arthroscopic rotator cuff repair: a comparative view of 96 cases. *Arthroscopy* 2005;21:597-604.
- [7] Mazoue CG, Andrews JR. Repair of full-thickness rotator cuff tears in professional baseball players. *Am J Sports Med* 2006;34:182-9.
- [8] Dunn WR, Schackman BR, Walsh C, Lyman S, Jones EC, Warren RF, et al. Variation in orthopaedic surgeons' perceptions about the indications for rotator cuff surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:1978-84.
- [9] Demirhan M, Atalar AC, Kocabay Y, Akalin Y. Arthroscopic-assisted mini-open rotator cuff repair. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36:1-6.
- [10] Fealy S, Kingham TP, Altchek DW. Mini-open rotator cuff repair using a two-row fixation technique: outcomes analysis in patients with small, moderate, and large rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2002;18:665-70.
- [11] Shinnors TJ, Noordsij PG, Orwin JF. Arthroscopically assisted mini-open rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2002;18:21-6.
- [12] Hata Y, Saitoh S, Murakami N, Seki H, Nakatsuchi Y, Takaoka K. A less invasive surgery for rotator cuff tear: mini-open repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;10:11-6.

- [13] Hersch JC, Sgaglione NA. Arthroscopically assisted mini-open rotator cuff repairs. Functional outcome at 2- to 7-year follow-up. *Am J Sports Med* 2000;**28**:301-11.
- [14] Pollock RG, Flatow EL. The rotator cuff. Full-thickness tears. Mini-open repair. *Orthop Clin North Am* 1997;**28**:169-77.
- [15] Blevins FT, Warren RF, Cavo C, Altchek DW, Dines D, Palletta G, et al. Arthroscopic assisted rotator cuff repair: results using a mini-open deltoid splitting approach. *Arthroscopy* 1996;**12**:50-9.
- [16] Gartsman GM. Arthroscopic treatment of rotator cuff disease. *J Shoulder Elbow Surg* 1995;**4**:228-41.
- [17] Thomazeau H, Gleyze P, Frank A, Levigne C, Walch G, Devallet P. Arthroscopic debridement of full-thickness tears of the rotator cuff: a retrospective multicenter study of 283 cases with 3-year follow-up. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2000;**86**:136-42.
- [18] Kempf JF, Gleyze P, Bonomet F, Walch G, Mole D, Frank A, et al. A multicenter study of 210 rotator cuff tears treated by arthroscopic acromioplasty. *Arthroscopy* 1999;**15**:56-66.
- [19] Gartsman GM. Arthroscopic acromioplasty for lesions of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 1990;**72**:169-80.
- [20] Hoe-Hansen CE, Palm L, Norlin R. The influence of cuff pathology on shoulder function after arthroscopic subacromial decompression: a 3- and 6-year follow-up study. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;**8**:585-9.
- [21] Ellman H, Kay SP, Wirth M. Arthroscopic treatment of full-thickness rotator cuff tears: 2- to 7-year follow-up study. *Arthroscopy* 1993;**9**:195-200.
- [22] Farrall LA. Arthroscopic rotator cuff repairs using suture anchors. *Aorn J* 1995;**62**:739-46 (748, 750; quiz 754, 756-8).
- [23] Gartsman GM, Hammerman SM. Full-thickness tears: arthroscopic repair. *Orthop Clin North Am* 1997;**28**:83-98.
- [24] Snyder SJ. Technique of arthroscopic rotator cuff repair using implantable 4-mm Revo suture anchors, suture Shuttle Relays, and n° 2 nonabsorbable mattress sutures. *Orthop Clin North Am* 1997;**28**:267-75.
- [25] Warner JJ, Goitz RJ, Irrgang JJ, Groff YJ. Arthroscopic-assisted rotator cuff repair: patient selection and treatment outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 1997;**6**:463-72.
- [26] Shea KP, Jennings JE. Arthroscopic rotator cuff repair using a transhumeral approach to fixation. *Arthroscopy* 1998;**14**:118-22.
- [27] Tauro JC. Arthroscopic rotator cuff repair: analysis of technique and results at 2- and 3-year follow-up. *Arthroscopy* 1998;**14**:45-51.
- [28] Boileau P, Brassart N, Watkinson DJ, Carles M, Hatzidakis AM, Krishnan SG. Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus: does the tendon really heal? *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**:1229-40.
- [29] McBernie JM, Miniaci A, Miniaci SL. Arthroscopic repair of full-thickness rotator cuff tears using bioabsorbable tacks. *Arthroscopy* 2005;**21**:1421-7.
- [30] Wolf EM, Pennington WT, Agrawal V. Arthroscopic side-to-side rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2005;**21**:881-7.
- [31] Gartsman GM, O'Connor DP. Arthroscopic rotator cuff repair with and without arthroscopic subacromial decompression: a prospective, randomized study of one-year outcomes. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;**13**:424-6.
- [32] Wolf EM, Pennington WT, Agrawal V. Arthroscopic rotator cuff repair: 4- to 10-year results. *Arthroscopy* 2004;**20**:5-12.
- [33] Burkhart SS. Arthroscopic treatment of massive rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 2001;**390**:107-18.
- [34] Walch G, Nove-Josserand L, Boileau P, Levigne C. Subluxations and dislocations of the tendon of the long head of the biceps. *J Shoulder Elbow Surg* 1998;**7**:100-8.
- [35] Walch G, Boileau P, Noel E, Liotard JP, Dejour H. Surgical treatment of painful shoulders caused by lesions of the rotator cuff and biceps, treatment as a function of lesions. Reflections on the Neer's concept. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1991;**58**:247-57.
- [36] Maynou C, Mehdi N, Cassagnaud X, Audebert S, Mestdag H. Clinical results of arthroscopic tenotomy of the long head of the biceps brachii in full thickness tears of the rotator cuff without repair: 40 cas. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2005;**91**:300-6.
- [37] Gill TJ, McIrvin E, Mair SD, Hawkins RJ. Results of biceps tenotomy for treatment of pathology of the long head of the biceps brachii. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;**10**:247-9.
- [38] Boileau P, Neyton L. Arthroscopic tenodesis for lesions of the long head of the biceps. *Oper Orthop Traumatol* 2005;**17**:601-23.
- [39] Verma NN, Drakos M, O'Brien SJ. Arthroscopic transfer of the long head biceps to the conjoint tendon. *Arthroscopy* 2005;**21**:764.
- [40] Ahmad CS, ElAttrache NS. Arthroscopic biceps tenodesis. *Orthop Clin North Am* 2003;**34**:499-506.
- [41] Gartsman GM, Hammerman SM. Arthroscopic biceps tenodesis: operative technique. *Arthroscopy* 2000;**16**:550-2.
- [42] Osbahr DC, Diamond AB, Speer KP. The cosmetic appearance of the biceps muscle after long-head tenotomy versus tenodesis. *Arthroscopy* 2002;**18**:483-7.
- [43] Neviaser TJ. Arthroscopy of the shoulder. *Orthop Clin North Am* 1987;**18**:361-72.
- [44] Warner JP, Krushell RJ, Masquelet A, Gerber C. Anatomy and relationships of the suprascapular nerve: anatomical constraints to mobilization of the supraspinatus and infraspinatus muscles in the management of massive rotator-cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**:36-45.
- [45] Thomazeau H, Gleyze P, Lafosse L, Walch G, Kelberine F, Coudane H. Arthroscopic assessment of full-thickness rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2000;**16**:367-72.
- [46] Hardy P. Chirurgie arthroscopique de la coiffe des rotateurs (sous-scapulaire exclu). In: *Conférence d'enseignement SOFCOT*. Paris: Elsevier Masson; 2006.
- [47] Gerber C, Schneeberger AG, Beck M, Schlegel U. Mechanical strength of repairs of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1994;**76**:371-80.
- [48] Gerber C, Schneeberger AG, Perren SM, Nyffeler RW. Experimental rotator cuff repair. A preliminary study. *J Bone Joint Surg Am* 1999;**81**:1281-90.
- [49] Mishra DK, Cannon Jr. WD, Lucas DJ, Belzer JP. Elongation of arthroscopically tied knots. *Am J Sports Med* 1997;**25**:113-7.
- [50] Thal R. Knotless suture anchor: arthroscopic Bankart repair without tying knots. *Clin Orthop Relat Res* 2001;**390**:42-51.

L. Lafosse (lafosseshoulder@yahoo.fr).

ALPS Surgery Institute, Clinique générale, 4, chemin Tour-de-la-Reine, 74000 Annecy, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Lafosse L. Traitement arthroscopique des lésions de la coiffe des rotateurs. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-284, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Traitement arthroscopique des SLAP (Superior Labrum Anterior and Posterior)

C. Conso, P. Hardy

Les lésions du bourrelet glénoïdien supérieur désignées sous le nom de SLAP sont de diagnostic clinique et paraclinique difficile. Il s'agit le plus souvent de patients présentant des douleurs chroniques inexpliquées. Souvent ces patients pratiquent un sport avec arme du bras. Le chirurgien est donc amené à réaliser une arthroscopie diagnostique. Il doit être prêt à pouvoir réparer une lésion. Compte tenu des variations anatomiques son diagnostic peut être difficile pendant l'arthroscopie. Il convient d'être prudent autant dans le diagnostic que dans le traitement des SLAP dont l'histoire naturelle est encore floue.

© 2006 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : SLAP ; Bourrelet glénoïdien ; Arthroscopie ; Épaule

Plan

| | |
|--------------------------|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Physiopathologie | 1 |
| Radioclinique | 2 |
| ■ Technique chirurgicale | 2 |
| Généralités | 2 |
| Selon les lésions | 2 |
| Soins postopératoires | 3 |
| ■ Conclusion | 3 |

■ Introduction

Les lésions du bourrelet supérieur sont toujours un sujet de controverse quant à leur mode de diagnostic clinique ou radiologique. Les étiologies possibles sont multiples depuis le conflit intra-articulaire du sportif de lancer jusqu'à la lésion traumatique. L'arthroscopie permet souvent d'en faire le diagnostic dans le bilan d'une épaule douloureuse et parfois instable.

■ Physiopathologie

Le tendon du biceps et le labrum supérieur forment une unité fonctionnelle et anatomique combinant des éléments statiques et dynamiques de la stabilité de l'épaule. Les lésions du complexe labrobicipital ont été décrites par Andrews [1] en 1985 dans une étude arthroscopique descriptive puis classifiées par Snyder [2] en 1990. Les études histologiques nous confirment qu'il existe bien au niveau supérieur une zone d'attachement plus lâche du labrum à la glène sans que cela soit pour autant pathologique [3].

Le diagnostic de ces lésions labrobicipitales antérieures et postérieures est difficile car il existe de nombreuses variations anatomiques [4-7].

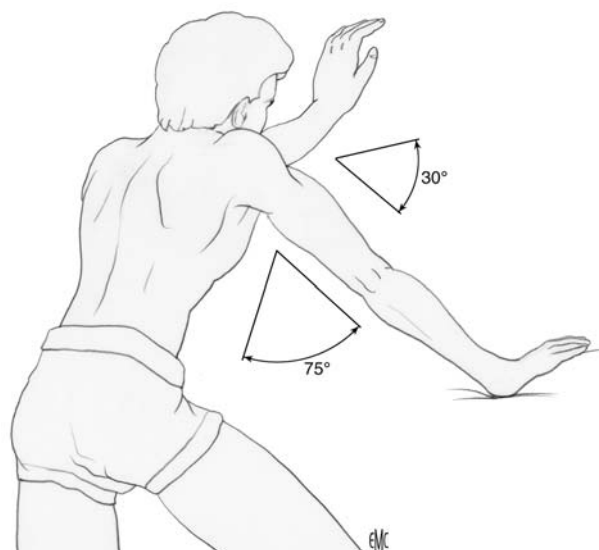


Figure 1. Mécanisme traumatique de SLAP.

Le diagnostic d'une lésion SLAP, de type II en particulier, devient plus délicat lorsqu'on tient compte des variations anatomiques qui peuvent être très trompeuses dans cette région. On peut distinguer trois types de mécanismes lésionnels dans la littérature :

- le mécanisme traumatique (Fig. 1) décrit dans l'article princeps de Snyder [2] qui consiste en une chute sur le bras étendu en légère flexion entraînant un mécanisme en compression du complexe labrobicipital. Ce mécanisme a été reproduit par une étude sur sujets anatomiques [8-12];
- le mécanisme microtraumatique que l'on retrouve chez le sportif de lancer par des phénomènes de « peel back » rendus pathologiques par une rétraction de la capsule postéro-inférieure et un conflit intra-articulaire [9, 10];
- le mécanisme en traction du biceps qui correspond à un port d'une charge lourde ou une traction violente dans l'axe du bras (escalade) entraînant une subluxation inférieure de l'humérus.

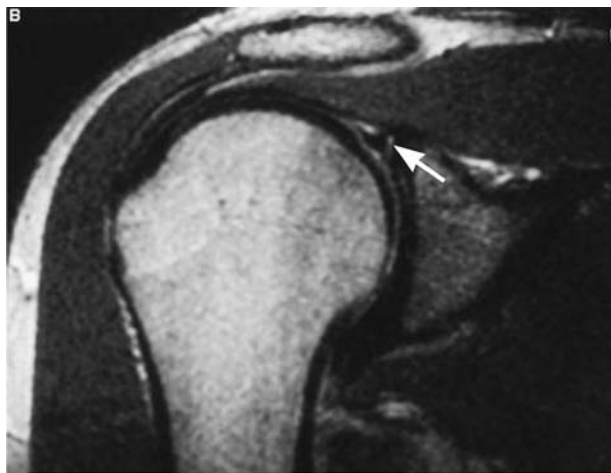


Figure 2. Arthro-IRM : passage du produit de contraste entre le bourrelet et au contact de l'os (flèche).

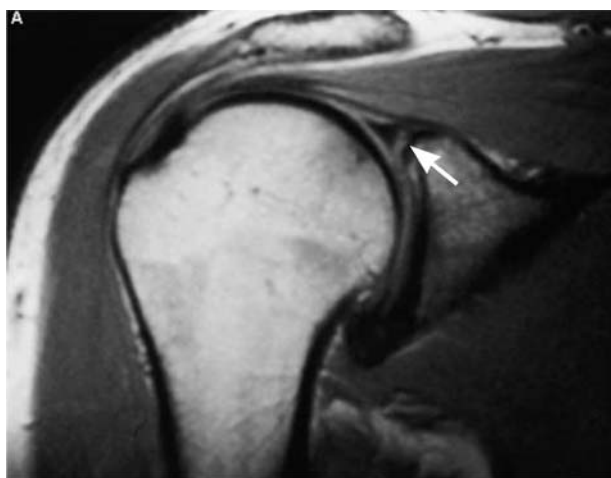


Figure 3. Arthro-IRM : lésion du bourrelet supérieur ? (flèche)

Aucun mécanisme dégénératif n'a été décrit. Il semble que ces lésions ne soient décrites que chez le sujet jeune sportif, par ailleurs l'attention n'est pas focalisée sur le bourrelet lors de la pose d'une prothèse d'épaule par exemple.

Radioclinique

Le tableau clinique est souvent très déroutant sous la forme d'un dérangement interne de l'épaule concernée. Aucun signe clinique n'est pathognomonique de cette lésion. Les tests cliniques sollicitant le biceps sont souvent positifs. Le chirurgien arrive à l'arthroscopie sur des arguments essentiellement radiologiques et réalise son geste aussi dans un but diagnostique.

Le diagnostic radiologique de ces lésions peut être fait par arthroscanner ou arthro-IRM (Fig. 2, 3) à la recherche d'une désinsertion du bourrelet supérieur mais la différence entre une variation anatomique et un élément pathologique est parfois ténue.

■ Technique chirurgicale

Généralités

L'installation du patient est identique à celle décrite pour l'instabilité. Le matériel nécessaire est aussi identique puisque le bourrelet supérieur comme le bourrelet antéro-inférieur est réinséré au moyen d'ancres.



Figure 4. SLAP I.

Comme pour l'instabilité, le bilan lésionnel initial est important par les voies postérieure et antérieure décrites précédemment. On recherche de façon plus précise des lésions du sus-épineux en rapport avec un conflit postérosupérieur. C'est-à-dire le contact et le conflit entre le supraspinatus et le bourrelet postérosupérieur lors des mouvements d'abduction-rotation externe.

Selon les lésions

Chaque type de lésion implique un traitement différent.

SLAP I (Fig. 4)

Cette simple irrégularité du bourrelet supérieur doit être négligée ou ne nécessite qu'un débridement au *shaver*, à l'aide d'un dispositif bipolaire ou de radiofréquence. Elle est découverte fortuite lors d'arthroscopie pour un autre motif.

SLAP II (Fig. 5)

Il s'agit d'une désinsertion du bourrelet supérieur de la partie supérieure de la glène avec une lésion osseuse et une irrégularité du bourrelet. L'identification d'une SLAP de type II est difficile puisqu'il existe dans cette zone un récessus qui peut avoir jusqu'à 4 mm de profondeur. Au crochet palpeur on apprécie la profondeur de la désinsertion et l'aspect du bord supérieur de glène.

Le but du traitement de cette lésion est de refixer le bourrelet à la partie supérieure de la glène au moyen d'ancres. Dans un premier temps, il faut aviver la partie supérieure de la glène et le bourrelet au *shaver* jusqu'à obtenir un saignement osseux. Puis on réalise une voie antérosupérieure et/ou postérolatérale (1 cm latéral 1 cm antérieur par rapport au bord postérolatéral de l'acromion) après repérage à l'aiguille de l'orientation intra-articulaire. Une à deux ancres sont placées de part et d'autre du tendon du biceps dans la partie supérieure de la glène. Un dispositif passe-fil est nécessaire pour transfixier le bourrelet. Par une ou deux ancres le bourrelet est appliqué sur le bord supérieur de la glène pour le stabiliser [13, 14].

SLAP III (Fig. 6)

La lésion ne se prolongeant pas dans le tendon du biceps, il est préférable de réséquer l'anse de seau à la pince. La base du biceps est toujours insérée au bord supérieur de la glène mais il existe une anse de seau du bourrelet supérieur.

SLAP IV (Fig. 7)

La lésion est caractérisée par un type III qui s'étend dans le biceps le long de ses fibres. Le traitement varie entre la résection

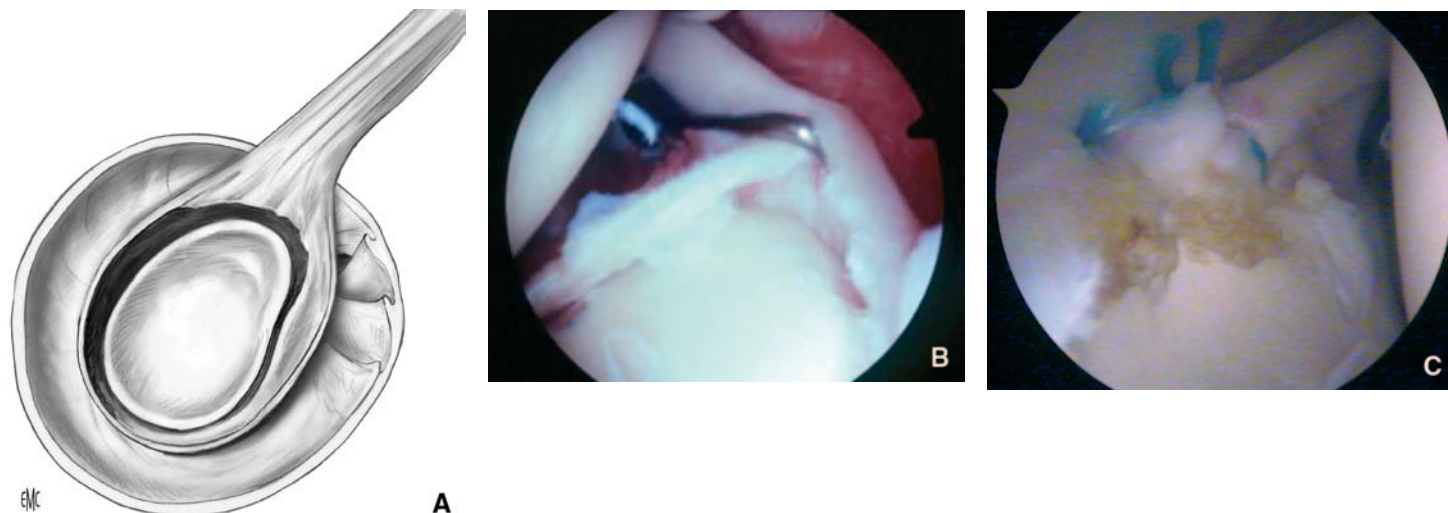


Figure 5. SLAP II.

A, B. Le crochet palpeur doit soulever la lésion à la recherche d'une lésion osseuse.

C. Réparation arthroscopique du bourrelet supérieur par une ancre.



Figure 6. SLAP III.

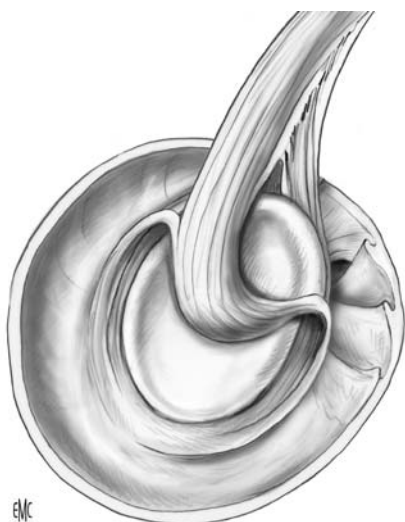


Figure 7. SLAP IV.

simple de l'anse de seau à la réparation de la lésion intratendineuse et la réinsertion du bourrelet sur le même mode que les SLAP de type II.

Soins postopératoires

L'immobilisation est de 4 semaines coude au corps, on peut débuter des exercices pendulaires immédiatement sans travail de rotation externe avant la 6^e semaine postopératoire. La rééducation est ensuite commencée en autopassif et en pendulaire en rééduquant essentiellement au début l'antépulsion. La rééducation active est à commencer au 2^e mois postopératoire. L'accent est mis sur l'absence de tout travail en rotation externe pendant le premier mois, l'absence de travail en rotation externe extrême ou contre résistance jusqu'à la fin du 2^e mois postopératoire.

Conclusion

L'étiologie des lésions du bourrelet supérieur reste encore à explorer. Leur diagnostic clinique est difficile et l'imagerie, et notamment l'arthro-IRM, permet d'affiner les présomptions cliniques. Il faut se méfier des variations anatomiques de cette région qui peuvent faire traiter une lésion qui n'est simplement qu'une variante de l'anatomie.



Références

- [1] Andrews JR, Carson Jr. WG, McLeod WD. Glenoid labrum tears related to the long head of the biceps. *Am J Sports Med* 1985;13:337-41.
- [2] Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD, Friedman MJ. SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy* 1990;6:274-9.
- [3] Prodromos CC, Ferry JA, Schiller AL, Zarins B. Histological studies of the glenoid labrum from fetal life to old age. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72:1344-8.
- [4] Vangsness Jr. CT, Jorgenson SS, Watson T, Johnson DL. The origin of the long head of the biceps from the scapula and glenoid labrum. An anatomical study of 100 shoulders. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76:951-4.
- [5] Cooper DE, Amoczky SP, O'Brien SJ, Warren RF, DiCarlo E, Allen AA. Anatomy, histology, and vascularity of the glenoid labrum. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am* 1992;74:46-52.
- [6] Huber WP, Putz RV. Periarticular fiber system of the shoulder joint. *Arthroscopy* 1997;13:680-91.
- [7] Barthel T, Konig U, Bohm D, Loehr JF, Gohlke F. Anatomy of the glenoid labrum. *Orthopade* 2003;32:578-85.
- [8] Clavert P, Bonnet F, Kempf JF, Boutemy P, Braun M, Kahn JL. Contribution to the study of the pathogenesis of type II superior labrum anterior-posterior lesions: a cadaveric model of a fall on the outstretched hand. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;13:45-50.

- [9] Burkhart SS, Morgan CD. The peel-back mechanism: its role in producing and extending posterior type II SLAP lesions and its effect on SLAP repair rehabilitation. *Arthroscopy* 1998;**14**:637-40.
- [10] Bey MJ, Elders GJ, Huston LJ, Kuhn JE, Blasier RB, Soslowsky LJ. The mechanism of creation of superior labrum, anterior, and posterior lesions in a dynamic biomechanical model of the shoulder: the role of inferior subluxation. *J Shoulder Elbow Surg* 1998;**7**:397-401.
- [11] Maffet MW, Gartsman GM, Moseley B. Superior labrum-biceps tendon complex lesions of the shoulder. *Am J Sports Med* 1995;**23**:93-8.
- [12] Vaitl T, Burkart A, Steinhäuser E, Hohmann E, Imhoff A. Biomechanical investigations for the development of a SLAP-II-lesion. *Orthopäde* 2003;**32**:608-15.
- [13] Rodosky MW, Harner CD, Fu FH. The role of the long head of the biceps muscle and superior glenoid labrum in anterior stability of the shoulder. *Am J Sports Med* 1994;**22**:121-30.
- [14] McMahon PJ, Burkart A, Musahl V, Debski RE. Glenohumeral translations are increased after a type II superior labrum anterior-posterior lesion: a cadaveric study of severity of passive stabilizer injury. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;**13**:39-44.

C. Conso (christel.conso@club-internet.fr).

Service orthopédie et traumatologie, hôpital Foch, 40, rue Worth, BP 36, 92151 Suresnes, France.

P. Hardy.

Service de chirurgie orthopédique, hôpital Ambroise Paré, 9, avenue du Général-de-Gaulle, 92104 Boulogne-Billancourt, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Conso C., Hardy P. Traitement arthroscopique des SLAP (Superior Labrum Anterior and Posterior). EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-259, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Traitement chirurgical de l'instabilité glénohumérale avec laxité multidirectionnelle

C. Maynou, P. Hardy

L'instabilité multidirectionnelle se traduit par une translation glénohumérale excessive dans plusieurs directions (antérieure, postérieure et inférieure) se manifestant cliniquement par des épisodes symptomatiques de luxations ou de subluxations. Il existe la plupart du temps une direction préférentielle, motivant la plainte du patient, réalisant un tableau d'instabilité unidirectionnelle s'intégrant dans un contexte de laxité constitutionnelle multidirectionnelle. Les circonstances de survenue et les lésions observées invitent à distinguer les formes constitutionnelles fréquemment atraumatiques, bilatérales et associées à une hyperlaxité constitutionnelle, traduites par une subluxation inférieure de la tête humérale associée à une instabilité antérieure et/ou postérieure, et les formes acquises liées à des microtraumatismes répétés chez les athlètes pratiquant des mouvements au-dessus de l'horizontale dans les amplitudes extrêmes. En présence d'une instabilité multidirectionnelle, le complexe capsulolabral est déficient et la stabilité glénohumérale est sous la dépendance des stabilisateurs musculaires dynamiques expliquant le bénéfice attendu d'une rééducation bien conduite qui doit être systématiquement proposée, notamment dans les formes atraumatiques à dominante postérieure. Le traitement chirurgical est discuté devant la persistance d'une épaule douloureuse et fonctionnellement limitée. Les techniques utilisées privilégient les capsulorraphies réalisées à ciel ouvert ou sous arthroscopie visant à réduire la laxité et le volume capsulaire responsables de la translation excessive de la tête humérale. La capsulorraphie est antérieure ou postérieure selon la direction prédominante de l'instabilité. Elle peut être associée à une butée antérieure ou postérieure s'il existe des lésions osseuses glénoïdiennes ou à une réinsertion capsulolabiales. Le développement des techniques arthroscopiques a permis d'appréhender au mieux les divers aspects lésionnels et de proposer actuellement un rééquilibrage capsuloligamentaire global prenant en compte la fréquente incompétence de l'intervalle des rotateurs. Si les techniques de capsulorraphie thermique sous arthroscopie ont gagné en popularité en raison de leur simplicité de réalisation, leurs résultats inconstants les font actuellement réserver en complément des capsulorraphies arthroscopiques par suture. Un terrain psychiatrique sous-jacent doit être formellement identifié, par ailleurs, les résultats du traitement chirurgical des formes antéro-inférieures volontaires sont médiocres et doivent faire récuser toute indication chirurgicale.

© 2006 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Épaule ; Articulation glénohumérale ; Luxation ; Instabilité multidirectionnelle

Plan

| | |
|--------------------------|---|
| ■ Définition | 1 |
| ■ Anatomopathologie | 2 |
| ■ Traitement | 2 |
| Traitement fonctionnel | 2 |
| Chirurgie à ciel ouvert | 2 |
| Chirurgie arthroscopique | 9 |

■ Définition

Avant d'en discuter les possibilités thérapeutiques, le concept de l'instabilité multidirectionnelle de l'épaule mérite une mise au point sémantique rendue nécessaire par la fréquente confusion entretenue dans la littérature orthopédique. ^[1, 2]

L'instabilité multidirectionnelle se définit par une translation glénohumérale excessive dans plusieurs directions (antérieure, postérieure et inférieure) se manifestant cliniquement par des épisodes symptomatiques de luxations ou de subluxations.

L'instabilité est rarement globale (antérieure, postérieure et inférieure) mais comporte la plupart du temps une direction préférentielle, motivant la plainte du patient réalisant un tableau d'instabilité unidirectionnelle s'intégrant dans une laxité multidirectionnelle.

À ce titre, il faut parler de laxité multidirectionnelle symptomatique dans une ou plusieurs directions plutôt que d'instabilité multidirectionnelle.

Neer et Foster distinguaient trois tableaux d'« instabilité multidirectionnelle » en séparant les luxations antérieure et inférieure avec subluxation postérieure, les luxations postérieure et inférieure avec subluxation antérieure et les luxations dans les trois directions. ^[3]

La distinction reste toutefois difficile entre une instabilité multidirectionnelle antérieure et inférieure et une instabilité unidirectionnelle antéro-inférieure de même qu'entre les formes unidirectionnelles postérieures pures et les formes postéro-inférieures expliquant la confusion fréquemment entretenue dans les différents articles traitant de cette pathologie. [4]

Les classifications se sont progressivement affinées ; ainsi le caractère volontaire ou involontaire, l'existence d'un traumatisme initial ou un mode de révélation totalement atraumatique sont-ils des éléments à prendre en considération dans la décision thérapeutique.

L'origine de la laxité capsuloligamentaire nous fait distinguer :

- les formes constitutionnelles fréquemment atraumatiques, bilatérales et associées à une hyperlaxité constitutionnelle traduites par une subluxation inférieure de la tête humérale associée à une instabilité antérieure et/ou postérieure ;
- les formes acquises liées à des microtraumatismes répétés chez les athlètes pratiquant des mouvements au-dessus de l'horizontale dans les amplitudes extrêmes.

Il faut donc clairement identifier l'instabilité naturellement pathologique et motif essentiel de la plainte des patients, de la laxité qui peut être constitutionnelle, localisée à l'épaule ou généralisée à d'autres articulations et n'avoir d'autre traduction clinique que la découverte d'un sillon sous-acromial lors de l'examen physique.

L'examen clinique de l'épaule est le meilleur moyen de dépister la laxité multidirectionnelle quand il révèle la présence d'un sillon sous-acromial (*sulcus sign*) en rotation neutre et latérale. Si le sulcus présent en rotation neutre ne disparaît pas en rotation latérale, il faut suspecter une insuffisance de l'intervalle des rotateurs.

Toutefois, la seule présence du sillon sous-acromial à la traction du membre ne suffit pas à affirmer sa responsabilité dans l'instabilité qui n'est évoquée qu'en présence d'une symptomatologie clinique reproduisant la plainte du patient.

L'existence d'un sillon sous-acromial supérieur à 2 cm lors de la traction du bras vers le bas, une translation antéropostérieure excessive de la tête humérale lors de l'examen clinique et la présence d'une instabilité antérieure et/ou postérieure de degré variable (luxations vraies ou subluxations) sont nécessaires pour poser le diagnostic d'instabilité (ou de laxité) multidirectionnelle dont le traitement ne saurait faire appel aux traditionnelles techniques de stabilisation des formes unidirectionnelles.

■ Anatomopathologie [5]

La congruence articulaire, la pression négative intra-articulaire et le complexe capsulolabral sont les principaux éléments stabilisateurs statiques de l'épaule. La coiffe des rotateurs assure la compression dynamique de la tête humérale dans la glène.

En présence d'une instabilité multidirectionnelle, le complexe capsulolabral est déficient et la stabilité glénohumérale est sous la dépendance des stabilisateurs dynamiques que sont les muscles périarticulaires expliquant l'intérêt et le bénéfice attendu d'une rééducation bien conduite.

Warner, [6] O'Brien [7] et d'autres auteurs ont montré que le ligament glénohuméral supérieur et le ligament coracohuméral jouent un rôle important dans la stabilité glénohumérale en adduction, alors que le complexe ligamentaire glénohuméral inférieur est un stabilisateur essentiel, membre supérieur en abduction.

En position d'abduction, les bandelettes antérieures et postérieures du complexe ligamentaire glénohuméral inférieur se tendent de façon réciproque en fonction de la rotation du membre supérieur. La bandelette antérieure limite la translation antérieure en abduction-rotation externe alors que la bandelette postérieure limite la translation postérieure en abduction-rotation interne. Le ligament glénohuméral moyen présente de fréquentes variations anatomiques ; fonctionnellement, il limite la translation antérieure en abduction-rotation externe dans les amplitudes moyennes et limite la translation inférieure, bras en adduction.

Le rôle du labrum postérieur dans le contrôle de la stabilité glénohumérale postérieure n'est pas clairement défini. La

capsule postérieure ne présente pas de renforcement ligamentaire mais participe au contrôle de la translation postérieure de la tête humérale en adduction et rotation interne.

Toutefois, de nombreuses études ont démontré que la survenue d'une instabilité postéro-inférieure en position de flexion-adduction et rotation médiale nécessitait, outre les lésions capsuloligamentaires postérieures, une insuffisance de la capsule antérosupérieure entre les positions 12 h et 3 h (épaule droite).

Harryman [8] confirme cette notion en montrant qu'une section de l'intervalle des rotateurs entraîne une augmentation de la translation postérieure de 50 % et de la translation inférieure de 100 %. L'incision complète de la capsule postérieure permet la subluxation postérieure mais la luxation ne peut se produire que si l'on y associe la section de l'intervalle des rotateurs.

Ces notions sont importantes à connaître car elles invitent à prendre en considération la capsule antérosupérieure et non seulement le plan capsuloligamentaire inférieur dans le traitement de l'instabilité multidirectionnelle à composante postéro-inférieure.

■ Traitement

Traitement fonctionnel

Le traitement chirurgical de l'instabilité multidirectionnelle de l'épaule a été démembré par Neer et Foster en 1980. [3]

Un traitement fonctionnel doit toujours être préalablement proposé ; il repose sur le renforcement des stabilisateurs dynamiques de l'épaule incluant les muscles de la coiffe des rotateurs, le deltoïde et les muscles périscapulaires. [9] Il s'agit d'un travail statique et dynamique contre résistance des rotateurs internes et externes à différents degrés d'abduction et d'un réveil proprioceptif. Le renforcement des muscles rotateurs prédomine du côté le plus instable (antérieur ou postérieur).

Dans l'expérience de Burkhead et Rockwood, [10] le traitement fonctionnel donne 83 % de résultats satisfaisants évitant ainsi le recours au traitement chirurgical ; les résultats étaient d'autant meilleurs qu'il s'agissait d'une instabilité atraumatique, de direction postérieure dominante.

Le traitement chirurgical est discuté devant la persistance d'une épaule douloureuse et fonctionnellement limitée.

Sur le plan anatomique, l'augmentation du volume capsulaire liée à l'hyperlaxité ligamentaire est admise par tous les auteurs ; la présence d'un décollement capsulolabral associé paraît plus fréquente dans les formes post-traumatiques et involontaires.

Ainsi, les techniques utilisées privilégient les capsulorraphies réalisées à ciel ouvert ou sous arthroscopie visant à réduire la laxité et le volume capsulaire responsables d'une translation excessive de la tête humérale.

Une étude cadavérique menée par Lubowitz [11] évaluait à 57 % la réduction du volume capsulaire obtenue par la capsulorraphie.

Un terrain psychiatrique sous-jacent doit formellement être identifié ; par ailleurs, les résultats du traitement chirurgical des formes antéro-inférieures volontaires sont médiocres et doivent faire récuser toute indication chirurgicale.

Chirurgie à ciel ouvert

Introduction

Pour Neer et Foster, la capsulorraphie est antérieure ou postérieure selon la direction prédominante de l'instabilité. Wirth et Rockwood [12] soulignent la médiocre qualité du plan capsulaire postérieur et l'absence fréquente de lésions postérieures osseuses ou labrales, privilégiant la réalisation d'une capsulorraphie antérieure pour traiter une hyperlaxité à composante postérieure dominante.

Une double voie d'abord peut être nécessaire s'il existe des lésions capsulolabiales du côté opposé à l'instabilité dominante ou si la capsulorraphie n'a pas permis de contrôler une laxité résiduelle dans le sens contraire. En pratique, ces doubles voies semblent rarement nécessaires et sont peu rapportées.

Dans tous les cas, la dissection du plan capsulaire inférieur est la clé d'une remise en tension capsulaire de qualité. Pour Pollock, [2] la séparation soigneuse de la capsule et du plan

“ À retenir

- L'instabilité multidirectionnelle se définit par une translation glénohumérale excessive dans plusieurs directions. Rarement globale, elle réalise préférentiellement une instabilité unidirectionnelle s'intégrant dans une laxité multidirectionnelle.
- L'existence d'un sillon sous-acromial, d'une translation excessive de la tête humérale lors de l'examen clinique et d'une instabilité de degré variable est nécessaire pour poser le diagnostic d'instabilité multidirectionnelle.
- L'hyperlaxité ligamentaire s'accompagne d'une augmentation du volume capsulaire et d'une fréquente insuffisance de la capsule antérosupérieure qu'il faut prendre en compte dans le protocole chirurgical.
- Un traitement fonctionnel préalable est systématiquement entrepris, permettant d'éviter le recours au traitement chirurgical dans 80 % des cas.
- Une composante psychiatrique fait récuser toute indication chirurgicale.

musculaire sus-jacent (infraépineux ou subscapulaire) permet au mieux de retendre le plan capsulaire et de diminuer le volume articulaire.

Sur leur série de référence, Neer et Foster [3] n'observent qu'un échec lié à la réapparition d'épisodes de subluxations récidivantes alors que Cooper et Brems [13] rapportent 9 % d'échec à 2 ans de recul. Ces bons résultats sont confirmés par les travaux de Altchek et Warren, [14] Bigliani [15] et Pollock [16] qui obtiennent environ 95 % de résultats satisfaisants.

À la lumière de ces séries, et sous réserve d'en respecter scrupuleusement les règles techniques, les capsulorraphies à ciel ouvert paraissent donc fiables et pérennes au prix d'un faible taux de complications.

Capsulorraphies antérieures à ciel ouvert

Les capsulorraphies antérieures sont préférées lorsque la laxité multidirectionnelle s'accompagne d'une instabilité antérieure dominante, mais certains auteurs les utilisent également si la laxité capsulaire est à prédominance postérieure.

Capsulorraphie antérieure sur le versant huméral de Neer et Foster

Le but de l'intervention est de réduire la poche capsulaire inférieure et l'instabilité dans le sens où elle s'exprime de façon préférentielle tout en réduisant la laxité capsulaire du côté opposé.

L'épaule est testée sous anesthésie générale pour confirmer le sens et l'importance de l'instabilité. Le patient est installé en position demi-assise, le membre supérieur champé en totalité de manière à permettre sa mobilisation pendant l'intervention. L'épaule doit être largement exposée pour permettre, en cas de besoin, une double voie d'abord postérieure et antérieure.

La voie d'abord est deltopectorale, étendue du processus coracoïde jusqu'à hauteur du sommet du creux axillaire. Le sillon deltopectoral est ouvert, la veine céphalique réclinée en dehors. L'insertion humérale haute du pectoralis major est incisée sur 1,5 cm. Le fascia clavipectoroaxillaire est ouvert le long du bord latéral du court biceps en remontant jusqu'au ligament coracoacromial qui n'est pas sectionné. Les vaisseaux axillaires antérieurs peuvent être coagulés ou liés. Une ténotomie verticale du subscapulaire est réalisée à 1 cm en dedans de la petite tubérosité en débutant au niveau de l'intervalle des rotateurs préalablement repéré. Cette section verticale n'intéresse que la moitié superficielle du tendon puis le bistouri est placé dans un plan sagittal et la dissection est poursuivie en dedans, ce qui permet de conserver la moitié profonde du subscapulaire au contact de la face superficielle antérieure de la

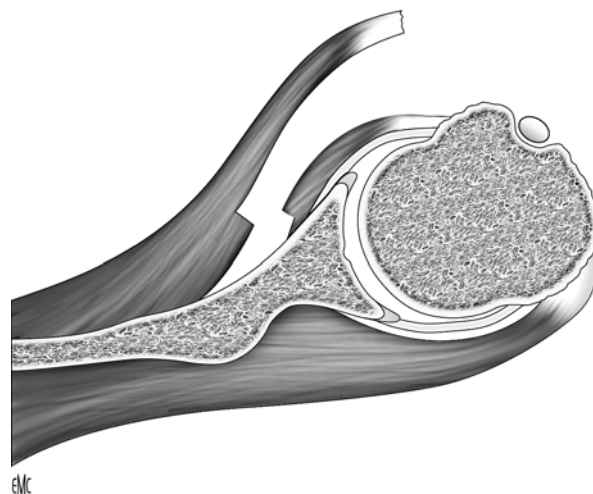


Figure 1. Capsulorraphie antérieure sur le versant huméral. Section antérieure du subscapulaire réalisée environ 1 cm en dedans du tubercule mineur et n'intéressant que la moitié superficielle du tendon et conservant la partie profonde au contact du plan capsulaire.

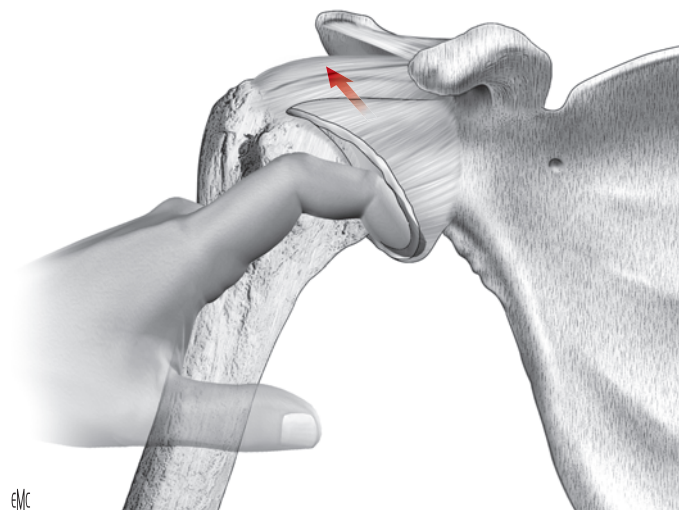


Figure 2. Capsulorraphie antérieure sur le versant huméral. L'effondrement de la poche capsulaire inférieure est tel que l'index de l'opérateur introduit dans le récessus inférieur est expulsé par la traction supérieure exercée sur le plan capsulaire.

capsule articulaire, et permet de la renforcer. Le muscle subscapulaire sectionné est faufilé à l'aide d'un fil non résorbable et récliné en dedans (Fig. 1).

Une ouverture accidentelle ou spontanée de l'intervalle des rotateurs nécessite d'en effectuer la réparation par suture à l'aide de points en X au fil non résorbable avant de poursuivre les étapes suivantes du traitement chirurgical.

NB : l'abord capsulaire peut également se faire par simple discision du muscle subscapulaire réalisée à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur du muscle (Jobe) ou par une ténotomie en L inversé.

La capsule articulaire renforcée de la face profonde du subscapulaire est alors sectionnée verticalement de haut en bas à proximité de l'insertion capsulaire humérale, à environ 0,5 cm en dedans de la section du muscle subscapulaire. Une épaisseur capsulaire suffisante doit être laissée pédiculée sur l'humérus afin de permettre la suture capsulaire ultérieure. La libération inférolatérale de la capsule doit être poursuivie jusqu'à obtenir un effondrement satisfaisant de la poche capsulaire inférieure tel que l'index de l'opérateur introduit dans le récessus inférieur soit expulsé par la traction supérieure exercée sur le plan capsulaire (Fig. 2).

Dans les laxités multidirectionnelles, cette libération capsulaire doit être poursuivie au moins jusqu'à la position 6 h. Il faut toutefois éviter de sectionner la bandelette postérieure du

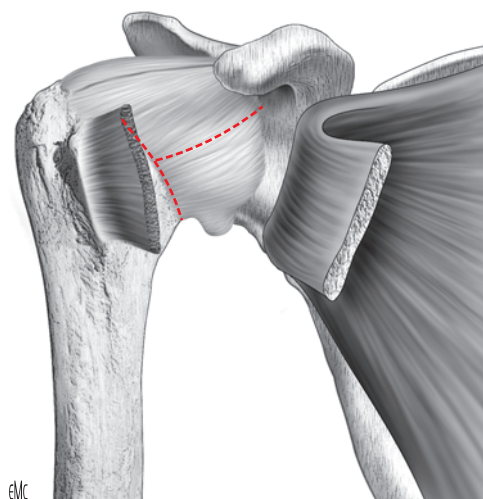


Figure 3. Capsulorraphie antérieure sur le versant huméral. Incision capsulaire en T telle que la branche horizontale soit réalisée entre les ligaments glénohuméraux inférieurs et moyens, approximativement à l'équateur de la glène.

ligament glénohuméral postérieur considérée comme un important stabilisateur de l'épaule. La libération capsulaire inférieure est d'autant plus importante qu'il existe une laxité inférieure et postérieure prononcée. Cette libération peut être faite avant ou après l'ouverture capsulaire sur le versant huméral.

Puis une incision capsulaire horizontale est réalisée à l'équateur de la surface articulaire glénoïdienne (approximativement à la partie supérieure du ligament glénohuméral inférieur) séparant deux lambeaux capsulaires supérieur et inférieur (Fig. 3).

Un écarteur contre-coudé est insinué dans l'interligne articulaire en prenant appui sur le rebord glénoïdien postérieur afin d'identifier d'éventuelles lésions ostéocartilagineuses.

La réparation d'une lésion labrale est réalisée à ce stade à l'aide d'un ancrage transosseux après avoir avivé la face antérieure du col glénoïdien.

L'épaule est réduite par pression antéropostérieure exercée sur la tête humérale puis le lambeau capsulaire inférieur est faufile et attiré en haut et en dehors.

La zone de réinsertion humérale est avivée à l'aide d'une fraise motorisée.

Le lambeau capsulaire inférieur est suturé au lambeau capsulaire latéral resté pédiculé sur l'humérus en haut et en dehors, de manière à obturer la poche capsulaire inférieure (Fig. 4).

Les points capsulaires peuvent prendre appui sur le moignon de subscapulaire qui offre une meilleure résistance mécanique.

Ce temps opératoire se fait membre supérieur en élévation de 10°, en abduction de 20° et en rotation latérale de 45°. Le lambeau capsulaire supérieur est alors avancé latéralement et distalement puis suturé au lambeau capsulaire latéral et au lambeau inférieur sous-jacent de façon à renforcer le plan capsulaire antérieur (Fig. 5).

Une fois la capsulorraphie achevée, la stabilité de l'épaule doit à nouveau être évaluée et comparée au *testing* précédemment réalisé. La rotation latérale du membre supérieur doit être possible jusqu'à 45°.

Le subscapulaire est réinséré en position anatomique par des sutures au fil non résorbable sans effet de raccourcissement.

L'intervention est suivie d'une immobilisation sur un coussin d'abduction à 15° de flexion antérieure, 10° d'abduction et en rotation neutre pour une durée de 6 semaines.

Au sevrage de l'attelle, la rééducation active et passive est autorisée jusqu'à 90° d'élévation antérieure.

À 8 semaines, l'élévation antérieure est autorisée jusqu'à 160° et la rotation latérale jusqu'à 60°. La rotation médiale est toutefois proscrite pour 6 semaines complémentaires afin de ne pas solliciter la capsule postérieure.

Remarques. Il n'existe pas de consensus concernant la position du membre supérieur lors de la suture des lambeaux, ainsi, Bak [17] suture le lambeau inférieur bras en abduction à 45° et en rotation neutre et le lambeau supérieur bras en adduction et

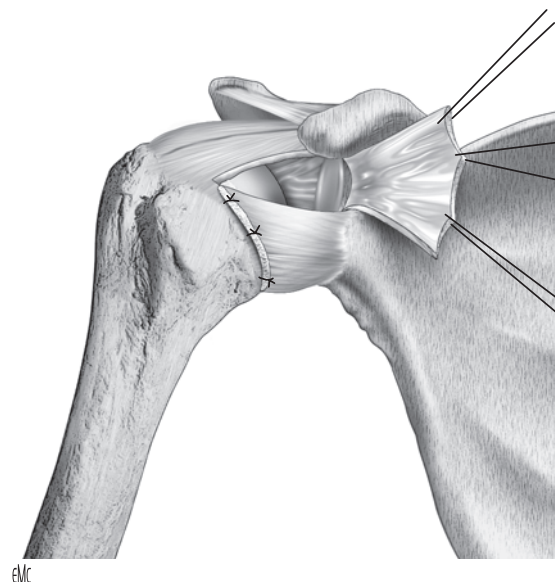


Figure 4. Capsulorraphie antérieure sur le versant huméral. Le lambeau capsulaire inférieur est suturé au lambeau capsulaire latéral en haut et en dehors afin d'obturer la poche capsulaire inférieure.

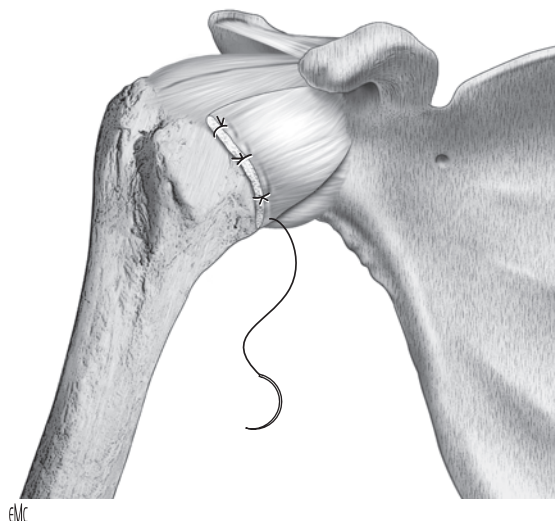


Figure 5. Capsulorraphie antérieure sur le versant huméral. Le lambeau capsulaire supérieur est avancé en bas et en dehors puis suturé au lambeau inférieur sous-jacent pour renforcer le plan capsulaire antérieur.

en rotation neutre. Pour Warner, [6] la suture du lambeau inférieur est réalisée épaule en abduction de 60° à 80° et en rotation latérale entre 45° et 60° avec une flexion antérieure de 10° alors que la suture du lambeau supérieur est réalisée coude au corps et en rotation latérale de 45°. Une tension excessive de la capsulorraphie antérieure est à l'origine d'une limitation de la rotation latérale et peut se compliquer d'une arthropathie dégénérative secondaire. Pour Bak et al., [17] les considérations techniques qui déterminent le résultat de la capsulorraphie antérieure sont la discision du subscapulaire qui facilite la récupération des amplitudes et prévient la diminution postopératoire de la rotation latérale, la direction et le degré de retension capsulaire glénoïdienne ou humérale déterminés par l'importance de la poche capsulaire inférieure, la position du bras lors de la suture et la qualité du programme de rééducation postopératoire.

Capsulorraphie antérieure sur le versant glénoïdien [14]

Pour Altchek et Warren, cette technique facilite la réparation d'un décollement capsulolabral associé.

Le patient est installé en position demi-assise. La voie d'abord antérieure est deltopectorale.

Le ligament acromioclaviculaire est sectionné pour prévenir un conflit secondaire lors de la phase initiale de la rééducation.

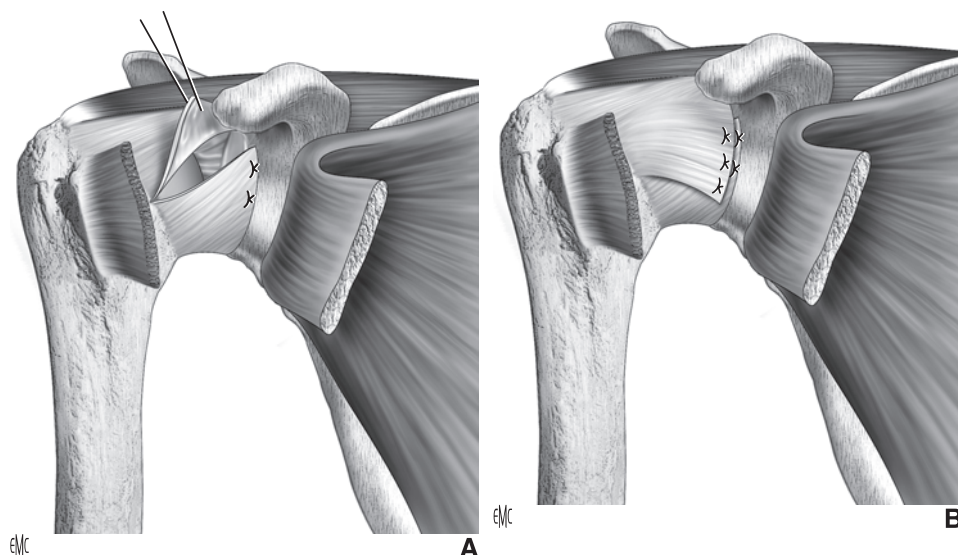


Figure 6. A, B. Capsulorrhaphie antérieure sur le versant glénoïdien. Le lambeau inférieur est suturé en haut et en dedans et suturé au rebord glénoïdien antérieur puis le lambeau supérieur est avancé en bas et en dedans et suturé au lambeau capsulaire sous-jacent.

Le tendon conjoint est désinséré du processus coracoïdien sur son centimètre latéral puis récliné en dedans afin d'améliorer l'accès opératoire. Le pédicule vasculaire circonflexe antérieur est ligaturé au bord inférieur du subscapulaire. Le tendon du subscapulaire est incisé verticalement le long du bord latéral à 1 cm environ de son insertion humérale puis progressivement libéré en dedans du plan capsulaire sous-jacent.

Aucune effraction du plan capsulaire ne doit survenir et pour ce faire, la partie profonde du muscle subscapulaire peut être laissée au contact de la capsule articulaire antérieure. La distension capsulaire antérieure et inférieure est confirmée puis le plan capsulaire est divisé à l'aide d'une incision horizontale à la partie médiane de la capsule et d'une incision verticale au rebord glénoïdien antérieur. En règle générale, l'incision verticale est réalisée en premier permettant l'exploration endoarticulaire. S'il apparaît un décollement capsulolabral (lésion de Bankart), la face antérieure du col de la scapula est avivée et le décollement est réinséré par ancrs transosseuses positionnées à 1 h, 3 h et 5 h (épaule droite). Puis la tendance à l'excentration antérieure de la tête humérale est corrigée par simple pression digitale ; le membre supérieur est maintenu à 45° de rotation latérale et à 45° d'abduction pendant la capsulorrhaphie.

Le lambeau capsulaire inférieur est avancé en haut et en dedans de manière à retendre la poche capsulaire inférieure et suturé au rebord glénoïdien antérieur ; les points peuvent être appuyés sur le labrum antérieur.

Le lambeau supérieur est avancé en bas et en dedans puis suturé au lambeau capsulaire sous-jacent (Fig. 6A, B).

Le lambeau capsulaire médial resté inséré au bord antérieur de la scapula est alors suturé à la face antérieure des deux lambeaux précédents, recouvrant la suture médiale et renforçant ce plan antérieur.

L'efficacité de la capsulorrhaphie est alors évaluée ; le volume capsulaire doit être réduit et la laxité capsulaire antérieure et inférieure doit être éliminée. Une rotation latérale de 30° à 40° doit pouvoir être obtenue sans sollicitation excessive des sutures capsulaires.

La fermeture d'une poche capsulaire postéro-inférieure importante peut nécessiter l'extension de la capsulotomie verticale médiane au-delà de la position 6 h ; la libération capsulaire inférieure est précautionneusement réalisée en raison de la proximité du nerf axillaire.

Si cette dissection capsulaire inféromédiale ne permet pas de retendre correctement le plan capsulaire postérieur, une capsulotomie en H peut être envisagée en réalisant une deuxième incision capsulaire latérale verticale. Le lambeau capsulaire inférieur du H est attiré vers le haut de manière à avancer l'intégralité de la capsule inférieure. Le muscle subscapulaire est réinséré en position anatomique sans effet de raccourcissement (pas de fermeture en paletot). Le tendon conjoint est réparé puis la fermeture des plans sous-cutanés et cutanés est achevée.

Le membre supérieur est immobilisé en rotation neutre et en légère flexion antérieure et abduction pour une durée de 6 semaines. Une mobilisation passive douce est débutée à 3 semaines en élévation antérieure jusqu'à 90°.

L'attelle est progressivement ôtée à partir de la sixième semaine ; la rééducation active est débutée afin de récupérer l'intégralité des amplitudes articulaires. Une rééducation active contre résistance des rotateurs latéraux et médiaux et du deltoïde accompagne les gains progressifs en amplitude. Les activités sportives sont proscrites pendant les 6 premiers mois.

Capsulorrhaphie antérieure de Wirth et Rockwood [12, 18]

Pour les auteurs, cette technique de capsulorrhaphie antérieure présente l'avantage de permettre la réparation de l'intervalle des rotateurs fréquemment déficient dans les laxités multidirectionnelles.

Cette intervention se distingue des deux précédentes car la capsule articulaire est divisée verticalement à équidistance de ses insertions glénoïdiennes et humérales. Cette incision capsulaire est étendue de l'intervalle des rotateurs à la position 6 h à la partie inférieure. La libération et l'incision capsulaire inférieure sont d'autant plus étendues que la laxité postérieure est importante. L'exposition du plan capsulaire postéro-inférieur est facilitée par le positionnement du membre supérieur en élévation antérieure, rotation latérale et légère abduction. Des sutures multiples et régulièrement espacées sont posées sur le lambeau capsulaire médial. L'intervalle des rotateurs est fermé à l'aide de points en U au fil non résorbable. Le lambeau médial est attiré et suturé en haut et en dehors sous le lambeau capsulaire latéral. Cette remise en tension capsulaire doit faire disparaître la laxité postérieure, ce qui peut être vérifié en contrôlant la réduction de la poche capsulaire postéro-inférieure avec l'index introduit dans le récessus inférieur entre les renforcements antérieurs et postérieurs du ligament glénohuméral inférieur. Le lambeau latéral est ensuite avancé selon une trajectoire supéro-médiale et suturé à la face antérieure du lambeau médial. Les deux phases de plicature capsulaire sont réalisées à 25° de rotation latérale, 20° d'abduction et 0° d'élévation antérieure. En fin d'intervention, une rotation latérale de 30° doit être possible sous peine de favoriser la translation postérieure de la tête humérale.

Commentaires. Pour Bigliani, [15] la technique de Neer (capsulorrhaphie sur le versant huméral) est préférable en l'absence de lésions labrales, car la retente du plan capsulaire postérieur est plus efficace. En effet, du fait de la forme trapézoïdale de la capsule antérieure, la largeur d'insertion capsulaire est plus importante sur l'humérus que sur la glène, ce qui permet un déplacement capsulaire plus important et une meilleure réduction de la laxité inférieure et postérieure associée. Cette notion est confirmée par les travaux biomécaniques de Deutch et al. [19] qui comparent l'effet d'une capsulorrhaphie humérale ou glénoïdienne réalisée par voie antérieure et observent une mobilisation capsulaire de 5 à 10 mm sur le versant glénoïdien et de 10

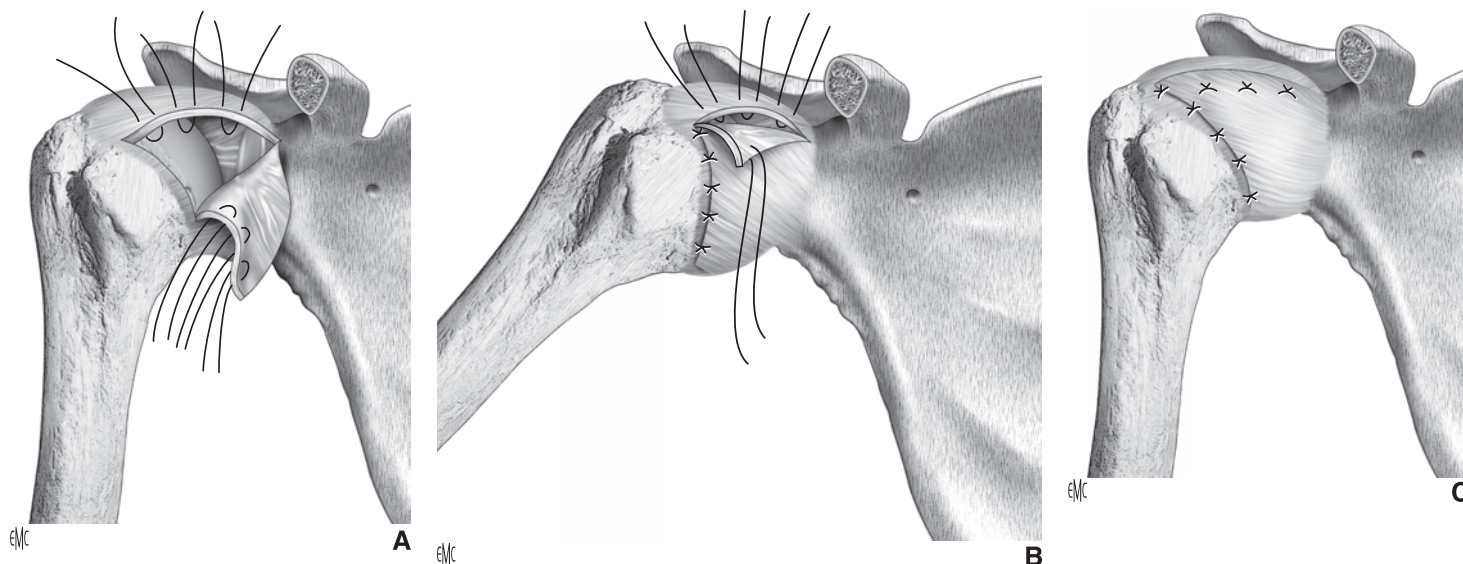


Figure 7. Artifice de Warner en cas de déficience de l'intervalle des rotateurs.

A. Ouverture capsulaire en L de telle sorte que la branche horizontale soit située au niveau de l'intervalle des rotateurs.

B. Le lambeau capsulaire inférieur est retendu en haut et en dehors et suturé en tension sur le col huméral.

C. La capsule supérieure est suturée au lambeau inférieur avec un effet de paletot pour obturer l'intervalle des rotateurs.

à 15 mm sur le versant huméral. Expérimentalement, les deux techniques réduisent la translation antérieure inférieure et postérieure de la tête humérale ; néanmoins, la capsulorraphie sur le versant glénoïdien limite plus la rotation latérale qu'une retente réalisée sur le versant huméral à 45° et 90° d'élévation antérieure. De nombreux auteurs insistent sur l'importance de la fermeture de l'intervalle des rotateurs. Ainsi, Ovesen [20] renforce la capsule supérieure en utilisant le ligament coracoacromial alors que Nobuhara et Ikeda [21] réalisent une simple plicature de l'intervalle des rotateurs. Warner [6] propose une variante de la technique de Neer en cas d'ouverture ou de franche déficience de l'intervalle des rotateurs (Fig. 7A, B, C). La capsule est ouverte en L de sorte que la branche horizontale soit au niveau de l'intervalle des rotateurs. Le lambeau capsulaire inférieur est retendu en haut et en dehors puis suturé en tension sur le col huméral. La capsule supérieure est fauillée à l'aide de plusieurs fils résorbables puis suturée au lambeau inférieur avec un effet paletot permettant de refermer l'intervalle des rotateurs, épaule à 0° d'abduction et à 45° de rotation latérale.

Association butée coracoïdienne et capsulorraphie antérieure [22] (Fig. 8)

Cette association thérapeutique peut être privilégiée si des lésions osseuses glénoïdiennes antérieures s'associent à la laxité antéro-inférieure.

L'intervention est menée par voie deltopectorale. Le subscapulaire est incisé dans le sens des fibres (discision) à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur du tendon. La retention capsulaire inférieure peut se faire de deux façons selon l'importance de la laxité inférieure associée à l'instabilité antérieure :

- soit l'incision capsulaire est réalisée à l'aplomb de l'interligne et la capsule est libérée à la partie basse juxtaglénodienne puis suturée au moignon du ligament coracoacromial resté pédiculé sur le processus coracoïde de manière à réaliser une simple plicature capsulaire inférieure ;
- soit le plan capsulaire est ouvert en T avec une branche horizontale à la partie moyenne et une branche verticale le long du versant huméral de l'insertion capsulaire de façon à réaliser une capsulorraphie de type Neer.

La dissection du plan de clivage entre la face profonde du subscapulaire et la face superficielle de la capsule articulaire doit être minutieuse afin de ne pas ouvrir accidentellement le plan capsulaire, ce qui rendrait inefficace la retension capsulaire. La correction de la laxité inférieure nécessite de poursuivre cette libération à la partie inférieure du plan capsulaire de manière à obtenir un avancement supéromédial satisfaisant de la capsule inférieure.

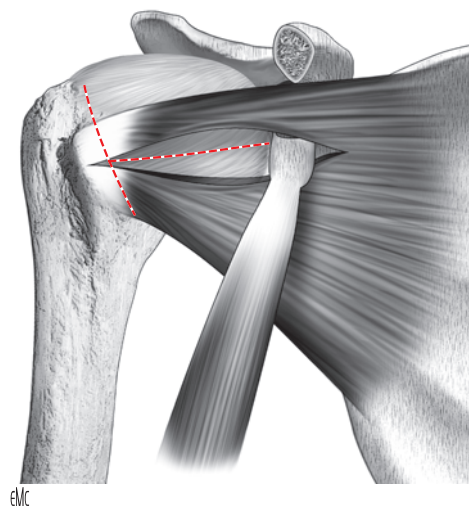


Figure 8. Une butée coracoïdienne peut être associée à la capsulorraphie antérieure si des lésions osseuses glénoïdiennes antérieures s'associent à la laxité antéro-inférieure.

La coracoïde est vissée sur le col de la scapula légèrement médiale sans désinsérer le labrum ni la capsule. Le respect du labrum impose parfois un positionnement plus médial que dans les butées réalisées pour instabilité antérieure isolée ; mais pour l'auteur, c'est essentiellement l'effet hamac du subscapulaire qui est recherché et non l'effet de butée osseuse. À ce stade de l'intervention, une désinsertion labrale préexistante peut être réparée par ancrages transosseux.

La plastie capsulaire selon la méthode décrite par Neer est ensuite réalisée par suture des deux lambeaux capsulaires sur le versant huméral.

L'abord capsulaire peut également être réalisé par ténotomie des deux tiers supérieurs du subscapulaire. Dans ce cas, l'ouverture de l'intervalle des rotateurs est fréquente et nécessite en fin d'intervention une suture étanche au fil résorbable afin de ne pas laisser persister une translation inférieure de la tête humérale.

Le membre supérieur est immobilisé en écharpe durant 1 mois ; puis la rééducation est débutée avec récupération progressive des amplitudes articulaires passives et actives dans le but d'obtenir 130° d'élévation antérieure à la fin du deuxième mois et 170° à la fin du troisième mois.

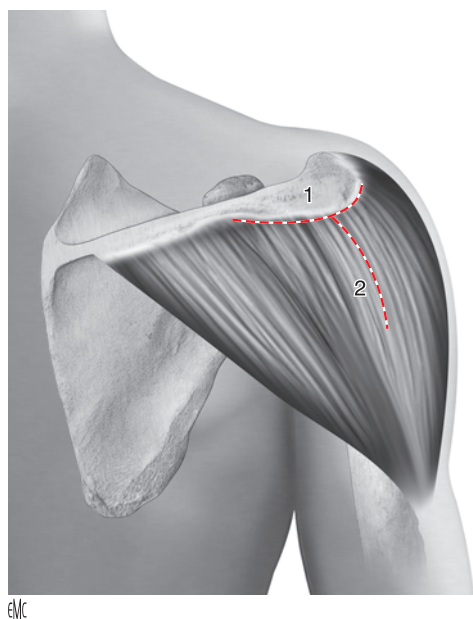


Figure 9. Voies d'abord postérieures de l'articulation glénohumérale. 1. Voie d'abord horizontale longeant le bord inférieur de l'épine scapulaire. 2. Incision verticale débutant à l'angle postérolatéral de l'acromion et dirigée distalement selon un angle de 45° à 60° par rapport à l'épine scapulaire. Les voies 1 et 2 peuvent être associées.

Capsulorraphies postérieures à ciel ouvert

Les techniques de capsulorraphies postérieures sont privilégiées dans les instabilités postérieures récurrentes unidirectionnelles volontaires ou atraumatiques, dans les instabilités bidirectionnelles postéro-inférieures et dans les laxités multidirectionnelles à composante postéro-inférieure dominante.

Capsulorraphie postérieure sur le versant huméral

Initialement décrite par Neer, puis modifiée par quelques auteurs, [23] cette technique fait référence dans la mesure où elle prend en compte la laxité capsulaire postéro-inférieure fréquemment observée dans les instabilités récurrentes postérieures.

Le patient est installé en décubitus latéral, membre opéré champé intégralement pour permettre une mobilisation complète pendant l'intervention. Plusieurs voies d'abord sont envisageables (Fig. 9).

Neer utilise une incision cutanée horizontale de 10 cm longeant le bord inférieur de l'épine scapulaire et permettant de séparer le deltoïde du rebord postérolatéral de l'acromion et des 9 cm latéraux de l'épine scapulaire.

Fuchs et Gerber [23] privilégient une incision cutanée postérieure débutant à l'angle postérolatéral de l'acromion et dirigée en bas et en dedans sur environ 10 cm selon un angle de 45° à 60° par rapport à l'axe de l'épine scapulaire. Le raphé deltoïdien postérolatéral est discisé sur environ 4 à 5 cm sans dépasser le niveau du teres minor pour ne pas léser le nerf axillaire. Le deltoïde postérieur est désinséré de l'épine et de la partie postérieure de l'acromion sur une longueur de 3 à 4 cm. Une épaisseur suffisante de deltoïde doit être laissée pédiculée sur l'épine afin de faciliter la réparation en fin d'intervention.

Pour Tibone, [24] la discision des fibres deltoïdiennes suffit à assurer une bonne vision articulaire, et la désinsertion deltoïdienne n'est pas indispensable.

On peut également repérer la partie inférieure du fascia superficiel du deltoïde qui est progressivement clivée et réclinée vers le haut afin d'éviter toute désinsertion musculaire, le membre supérieur étant positionné à 90° d'abduction ; mais l'accès opératoire est plus limité.

Les muscles rotateurs latéraux sont identifiés ; le raphé séparant le muscle infraépineux et le muscle teres minor est parfois difficilement repérable et ne doit pas être confondu avec le raphé fibreux séparant les deux faisceaux de l'infraépineux bipenné. En général, le plan séparant teres minor et infraépineux est situé sous l'équateur de la tête humérale.

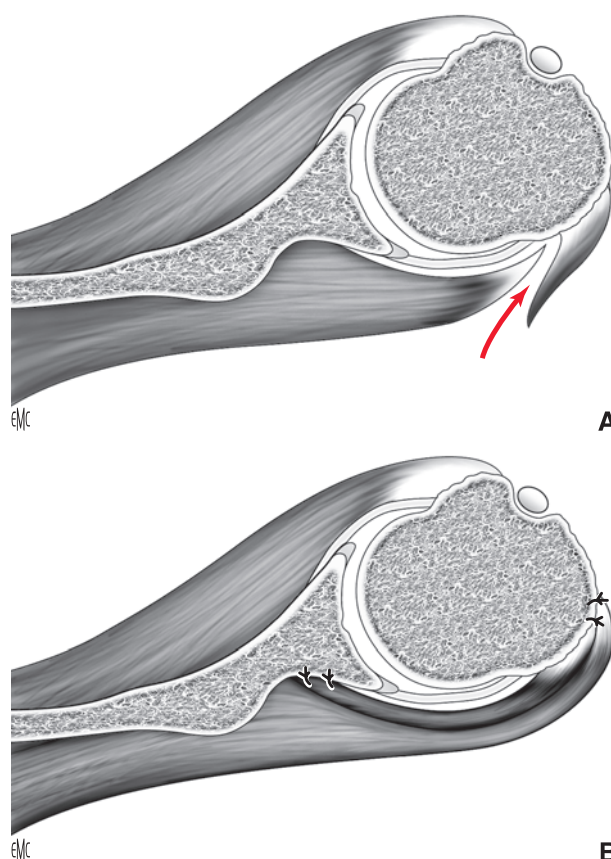


Figure 10. Capsulorraphie postérieure sur le versant huméral. **A.** Accès capsulaire postérieur par une incision oblique de l'infraépineux en débutant en dedans et superficiellement puis en se dirigeant en profondeur et en dehors. **B.** Les deux lambeaux d'infraépineux sont suturés en paletot en fin d'intervention.

Le mode d'accès capsulaire est variable. Neer pratique une incision oblique de l'infraépineux en débutant en dedans dans un plan superficiel et en prolongeant la ténotomie en dehors et en profondeur de façon à séparer deux lambeaux d'infraépineux qui seront suturés en paletot en fin d'intervention pour renforcer le plan capsulaire postérieur (Fig. 10A, B). Ce mode d'ouverture nécessite une épaisseur tendineuse suffisante et par ailleurs, la réalisation d'une plicature musculaire en fin d'intervention semble actuellement rejetée par la plupart des auteurs, rendant cet artifice technique d'une complexité inutile.

Le muscle infraépineux peut également être désinséré de la face postérieure de l'épiphyse humérale sans ouvrir le plan capsulaire sous-jacent puis l'infraépineux est récliné en dedans ; aucun tissu musculaire n'est laissé au contact de la capsule (Fig. 11).

La face superficielle de la capsule postérieure peut, dans certains cas, être accessible par simple discision de l'infraépineux, notamment en cas de faible épaisseur musculaire et sous réserve que le clivage entre la capsule postérieure et la face profonde de l'infraépineux soit complet de sorte à ne pas entraver la capsulorraphie ultérieure. Ce plan de clivage séparant la capsule de l'infraépineux est toujours plus facilement retrouvé à la partie médiale du muscle qu'à la partie latérale où l'accolement entre les deux structures est plus étroit.

La capsule postérieure est incisée verticalement à environ 5 à 10 mm en dedans de son insertion humérale, en prenant garde de ne pas léser le nerf axillaire lors de la dissection soignée du plan séparant le teres minor de la capsule (Fig. 12). Puis la capsule est progressivement libérée le long du col huméral aussi loin que le nécessite la réduction de la poche capsulaire inférieure ; cette étape est facilitée par la mise en rotation médiale du membre supérieur. La capsule postérieure est alors incisée horizontalement à hauteur de l'équateur glénoïdien, de l'insertion humérale à l'insertion glénoïdienne.

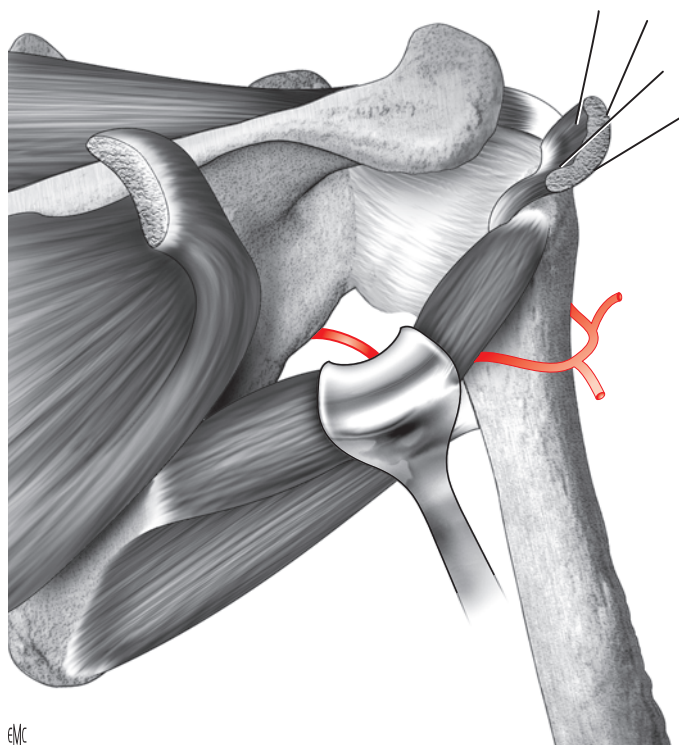


Figure 11. Capsulorrhaphie postérieure sur le versant huméral. Abord capsulaire postérieur par désinsertion humérale de l'infraépineux en respectant le muscle teres minor.

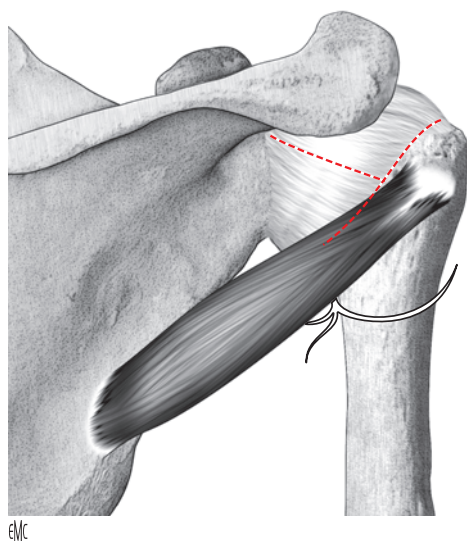


Figure 12. Capsulorrhaphie postérieure sur le versant huméral. Incision capsulaire postérieure en T, la branche verticale est réalisée à environ 5 à 10 mm de l'insertion capsulaire humérale.

Cette incision capsulaire en T sépare deux lambeaux supérieur et inférieur. La tête humérale est alors luxée en arrière, bras en rotation médiale pour explorer le revêtement cartilagineux et éliminer une encoche humérale antérieure (encoche de McLaughlin). Un rétracteur contre-coudé est introduit dans l'interligne articulaire en prenant appui sur le rebord glénoïdien antérieur, ce qui permet d'explorer l'insertion capsulolabrale postérieure.

Un décollement labrocapsulaire postérieur est réparé au rebord glénoïdien à l'aide d'un ancrage transosseux après avoir pris soin d'aviver la face postérieure du col de la scapula (27 % des cas dans la série de Fuchs). De même, une lésion de Bankart antérieure peut être réinsérée par la voie postérieure ou par une technique percutanée antérieure sous contrôle endoarticulaire postérieur.

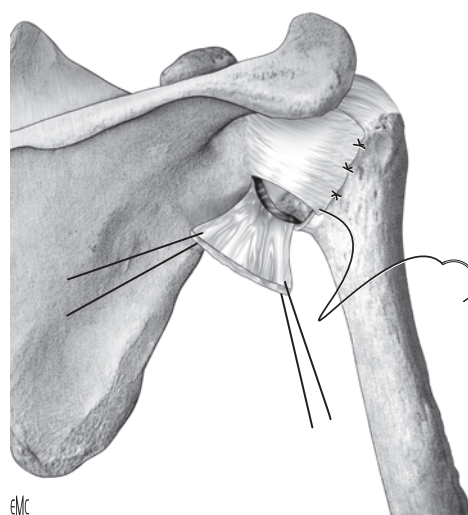


Figure 13. Capsulorrhaphie postérieure sur le versant huméral. Le lambeau capsulaire supérieur est attiré vers le bas et suturé à la capsule latérale.

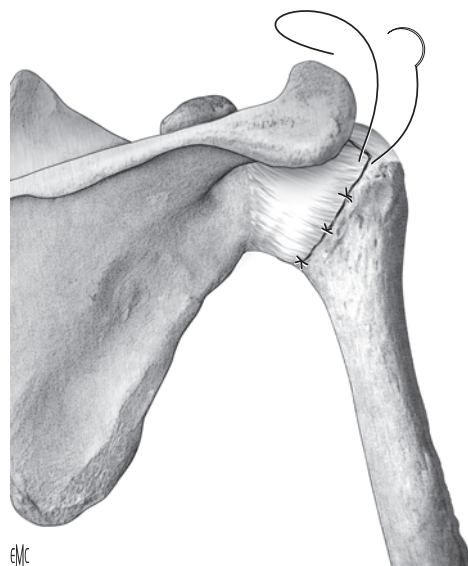


Figure 14. Capsulorrhaphie postérieure sur le versant huméral. Le lambeau inférieur est tendu en haut et en dehors et fixé au plan capsulaire latéral de sorte que la superposition des deux lambeaux soit d'environ 1 à 2 cm.

Le lambeau capsulaire supérieur est attiré vers le bas et suturé à la capsule latérale (si celle-ci paraît mécaniquement insuffisante, un ancrage transosseux peut être utilisé), bras en rotation neutre ou en légère rotation latérale, en élévation antérieure de 5° à 10° et en abduction de 10° à 15° (Fig. 13). Puis le lambeau inférieur est tendu vers le haut et fixé au plan capsulaire latéral de sorte que la superposition des deux lambeaux (et donc la retente capsulaire) soit d'environ 1 à 2 cm (Fig. 14). À ce stade de l'intervention, si la qualité mécanique de la capsulorrhaphie paraît insuffisante, on peut réaliser une butée glénoïdienne postérieure ou une ostéotomie d'antéversion glénoïdienne complémentaire.

L'infraépineux est réinséré en position anatomique sans effet de paletot. Si l'infraépineux était ouvert obliquement, le feuillet latéral superficiel est suturé en profondeur et le feuillet médial est réinséré sur l'humérus ; cette fermeture en paletot sans raccourcissement de l'infraépineux permet d'augmenter l'épaisseur du plan musculaire.

Si l'abord était réalisé par discision musculaire, l'espace entre le teres minor et l'infraépineux n'est pas obligatoirement suturé, les deux muscles revenant naturellement au contact.

Le fascia deltoïdien est réparé au fil résorbable ou le deltoïde est réinséré à l'aide de points transosseux dans l'épine scapulaire

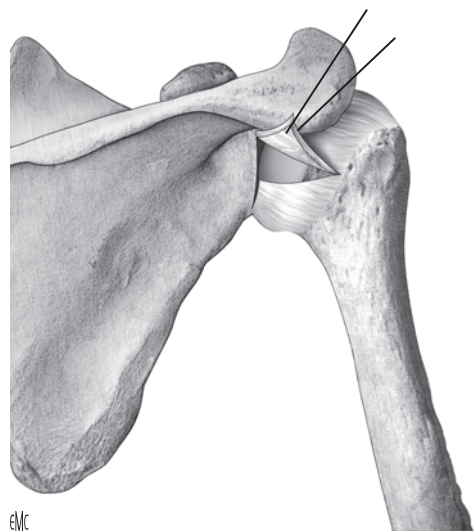


Figure 15. Capsulorrhaphie postérieure sur le versant glénoïdien. Deux lambeaux supérieur et inférieur sont individualisés en sectionnant la capsule verticalement au ras du labrum.

et l'acromion. Un surjet sous-cutané permet d'améliorer l'aspect cicatriciel. Le drainage de l'incision n'est pas obligatoire.

Le membre supérieur est immobilisé coude au corps ou en légère abduction et en rotation neutre pour 6 semaines. Une mobilisation passive de l'épaule est débutée dès les premiers jours en évitant les mouvements de rotation médiale. À 6 semaines, l'immobilisation est progressivement levée et un travail actif et de renforcement musculaire est débuté.

Les activités sportives requérant des mouvements au-dessus de l'horizontale sont interdites pendant une période de 6 mois après l'intervention.

Capsulorrhaphie sur le versant glénoïdien

Décrite par Fronek et Warren en 1989, [25] cette technique a été reprise par Tibone [24] puis plus récemment par Misamore. [26] Son principal intérêt est de faciliter la réparation des lésions labrales postérieures parfois associées à la distension capsulaire.

Les différentes étapes initiales de l'intervention sont identiques à la capsulorrhaphie sur le versant huméral. Une fois la capsule exposée, la capsulotomie horizontale est réalisée de dehors en dedans sans intéresser le labrum. Deux lambeaux capsulaires supérieurs et inférieurs sont individualisés en sectionnant la capsule verticalement au ras du labrum étendue vers le bas jusqu'à la position 6 h et vers le haut jusqu'à la position 11 h (épaule droite) (Fig. 15). Les deux lambeaux capsulaires sont faufilés à l'aide d'un fil non résorbable et l'articulation est explorée.

Lors de la capsulotomie juxtaglénodienne, il faut prendre garde au nerf axillaire qui chemine à proximité de la capsule inférieure.

Le lambeau inférieur est avancé en haut et en dedans ; le degré d'avancement est adapté à l'importance de la laxité postéro-inférieure. Le lambeau supérieur est attiré en bas et en dedans en recouvrant le lambeau inférieur (Fig. 16). Les sutures capsulaires sont appuyées sur le labrum si ce dernier est intact. En cas de désinsertion labrale, les sutures capsulaires font appel à un ancrage transosseux puis le plan labral est réparé. Les sutures sont réalisées membre supérieur en rotation neutre. Des sutures complémentaires unissent les deux lambeaux en regard de la partie horizontale du lambeau supérieur.

La remise en tension ne doit pas réduire la rotation médiale de plus de 15°.

S'il existe des lésions osseuses glénoïdiennes postérieures ou une qualité capsulaire insuffisante, Fronek réalise une butée postérieure à l'aide d'un greffon iliaque tricortical.

Un orifice osseux de 2 mm est réalisé dans le col glénoïdien avant la fermeture de la capsulorrhaphie pour éviter l'effraction intra-articulaire de la vis d'ostéosynthèse de 4 mm utilisée pour la fixation définitive de la butée. La capsulorrhaphie est réalisée et la butée est fixée de préférence en position postéro-inférieure

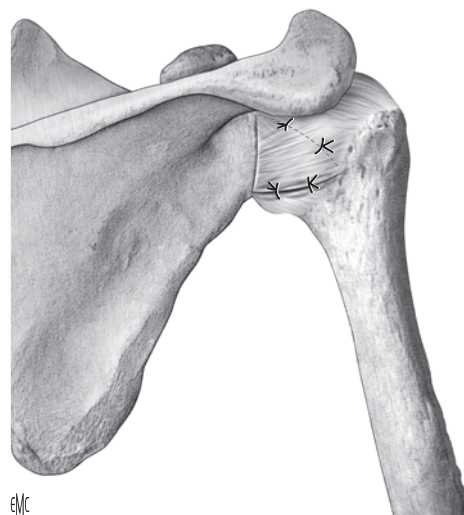


Figure 16. Capsulorrhaphie postérieure sur le versant glénoïdien. Le lambeau inférieur est suturé en haut et en dedans. Le lambeau supérieur recouvre le lambeau inférieur.

en situation extra-articulaire. Le mode de fermeture est fonction du type d'abord utilisé (cf. supra Capsulorrhaphie sur le versant huméral).

En fin d'intervention, le membre supérieur est immobilisé sur un coussin d'abduction en rotation neutre pour une durée de 3 à 6 semaines en fonction de la laxité capsulaire préexistante. Une rééducation active aidée est débutée entre 3 et 6 semaines ; la mobilisation passive et le travail contre résistance ne sont pas souhaitables pendant cette phase initiale. L'élévation antérieure active est autorisée à la 6^e semaine et les exercices contre résistance sont débutés dès la 12^e semaine. Le retour aux activités sportives est envisagé au 6^e mois.

“ À retenir

- Les techniques de capsulorrhaphies à ciel ouvert visent à supprimer l'instabilité dans le sens où elle s'exprime préférentiellement tout en réduisant le volume et la laxité capsulaire du côté opposé.
- Elles reposent toutes sur le principe d'une plicature capsulaire à lambeaux croisés qui peut être réalisée en avant ou en arrière, sur le versant huméral ou glénoïdien.
- Diverses études expérimentales semblent montrer que la remise en tension du plan capsuloligamentaire inférieur est plus efficacement obtenue par les capsulorrhaphies réalisées sur le versant huméral. L'existence d'un décollement capsulolabral ou la présence d'un defect osseux glénoïdien rendant nécessaire une greffe osseuse associée peuvent faire préférer une capsulorrhaphie sur le versant glénoïdien.
- La direction et le degré de remise en tension capsulaire, la position du membre supérieur lors des sutures et la qualité du programme de rééducation postopératoire déterminent la qualité du résultat thérapeutique.

Chirurgie arthroscopique

Introduction

Une meilleure connaissance de la pathogénie couplée aux avancées technologiques et à l'amélioration des techniques ont largement participé au développement considérable du traitement arthroscopique des instabilités de l'épaule.

Parmi les nombreux avantages théoriques de l'arthroscopie, retenons essentiellement une exploration plus précise des

pathologies associées, une moindre morbidité, le respect des parties molles périarticulaires, l'absence de préjudice cosmétique, la réduction des douleurs postopératoires, une récupération fonctionnelle plus rapide, des complications peu fréquentes et enfin l'obtention de résultats cliniques actuellement comparables aux techniques à ciel ouvert sous réserve d'une expertise technique suffisante.

La stabilisation arthroscopique peut faire appel à diverses techniques parmi lesquelles la réinsertion capsulolabrale, la plicature capsulaire et la fermeture de l'intervalle des rotateurs sont les plus fréquemment rapportées. L'utilisation d'ancres de réinsertion osseuse, des sutures capsulaires simples ou le traitement thermique permettent isolément ou en association de réduire laxité et volume capsulaire quel que soit le sens de l'instabilité.

La sélection du patient est probablement le facteur le plus important pour la qualité du résultat final ; ainsi, si le traitement arthroscopique est applicable dans la plupart des instabilités glénohumérales avec laxité constitutionnelle, il garde quelques limites telles que l'existence d'un defect osseux important sur le versant huméral ou glénoïdien, une avulsion humérale des ligaments glénohuméraux ou une insuffisance capsulaire majeure (exemple : chirurgie de reprise).

Principes [27]

Le principe du traitement arthroscopique est de réparer le labrum en position anatomique sur le rebord glénoïdien et de rétablir une tension appropriée au ligament glénohuméral inférieur et à la capsule articulaire.

La laxité capsulaire est corrigée par une remise en tension médiale et supérieure (*capsular shift*) ; cette capsulorrhaphie doit être réalisée du bon côté afin d'obtenir une efficacité maximale sur la laxité et la translation humérale.

Si l'instabilité est multidirectionnelle, la plicature est circonférentielle (antérieure, postérieure et inférieure) et l'intervalle des rotateurs doit toujours être retendu dans les cas d'instabilité multidirectionnelle et postérieure.

Les lésions associées de la coiffe des rotateurs et du labrum supérieur doivent être réparées.

Dans les rares cas de ruptures capsulaires en plein corps ou de désinsertion humérale du complexe capsuloligamentaire, une conversion chirurgicale à ciel ouvert doit être considérée.

L'intervention est réalisée en décubitus latéral ou en position demi-assise (*beach chair*) sous anesthésie générale ou bloc interscalénique ; la mise en place d'un cathéter interscalénique permet de réduire l'utilisation des antalgiques dans la période postopératoire.

Si la position demi-assise facilite la conversion à ciel ouvert, elle n'offre qu'un accès plus réduit à la capsule inférieure ; ainsi, nombre d'auteurs conseillent le décubitus latéral lorsqu'un geste est nécessaire sur le récessus inférieur ou sur la capsule postérieure.

Le degré et la direction de la laxité glénohumérale doivent systématiquement être évalués par un testing préalable sous anesthésie dont les résultats sont comparés au côté contrôlatéral. La translation antérieure et postérieure est cotée en grades (ou en croix) selon l'importance de la translation et son caractère spontanément réductible. Une laxité pathologique peut être observée dans une ou plusieurs directions et à des degrés divers, permettant d'apprécier le sens éventuellement prédominant de celle-ci qui doit toujours être rapporté à l'anamnèse et à l'examen clinique préopératoire hors anesthésie.

Le sulcus sous-acromial est recherché en appliquant une traction sur le membre supérieur en adduction et dans les trois rotations (médiale, neutre et latérale). Une distance entre le rebord acromial latéral et la tête humérale supérieure à 2 cm est considérée comme anormale et témoigne d'une insuffisance du plan capsulaire inférieur. Si le sulcus ne diminue pas en rotation latérale, cela signe la déficience de l'intervalle des rotateurs.

Traitement arthroscopique des laxités multidirectionnelles à traduction postérieure dominante [28]

Dans les instabilités postérieures unidirectionnelles post-traumatiques, les lésions à type de détachement capsulolabral postéro-inférieur (Bankart postérieur) sont fréquentes et peuvent

intéresser la bandelette postérieure du ligament glénohuméral inférieur alors que la distension capsulaire postéro-inférieure caractérise plutôt les formes atraumatiques ou volontaires. [4, 29]

Ces deux types lésionnels sont néanmoins fréquemment associés et de nombreuses études mélangent les formes postérieures atraumatiques et post-traumatiques et traitent indifféremment des instabilités postérieures unidirectionnelles isolées et des instabilités postéro-inférieures associées à une laxité multidirectionnelle (instabilité bidirectionnelle).

La réinsertion capsulolabrale postérieure et la plicature capsulaire postéro-inférieure sont associées à la demande en prenant garde à ne pas retendre exagérément le plan capsulaire inférieur sous peine d'un enraidissement notable.

Technique opératoire [30]

Le patient est installé en décubitus latéral, bras en abduction à 40° et en flexion antérieure à 20° avec une double traction. La voie d'abord postérieure doit être suffisamment latérale pour autoriser la réparation par ancres du labrum postérieur sur le rebord glénoïdien et suffisamment inférieure pour accéder à la poche axillaire et réaliser une réparation en position 6 h. La voie postérieure est ainsi réalisée 2 à 3 cm sous l'angle postéro-latéral de l'acromion, à 1 cm en dehors de la voie postérieure habituelle.

La voie antérieure est classique dans l'intervalle des rotateurs réalisée sous contrôle arthroscopique endoarticulaire. Préalablement introduit par la voie postérieure pour permettre l'exploration endoarticulaire, l'arthroscope est ensuite introduit dans la voie antérieure. Une canule est insérée dans la voie postérieure instrumentale.

Le 1^{er} temps réalise un avivement capsulaire postérieur mené avec prudence pour ne pas fragiliser un plan capsulaire souvent fragile et d'épaisseur fine. Cet avivement a pour but de favoriser la réponse fibroblastique et la cicatrisation tissulaire de la plicature capsulaire.

La plicature capsulaire débute par la suture la plus basse réalisée en position 6 h. Un crochet à suture introduit par la canule postérieure et monté d'un fil de PDS® n° 1 charge la capsule inférieure à environ 1 cm du rebord glénoïdien. Le crochet et la capsule sont attirés vers le haut au contact du labrum où la remise en tension est prévue. Le crochet traverse alors le labrum, le fil est poussé dans l'articulation et le crochet est retiré de l'articulation.

Le fil est récupéré par la canule, un nœud est réalisé en dehors de l'articulation puis descendu à l'aide d'un pousse-nœud. Le serrage du nœud permet la plicature capsulaire au contact du labrum.

Trois à huit nœuds peuvent être réalisés selon la même technique afin de parfaire la capsulorrhaphie postérieure en remontant la capsule inférieure puis la bandelette postérieure du ligament glénohuméral inférieur et enfin la capsule postérieure.

En cas de détachement labral associé, des ancres transosseuses permettent la réinsertion du labrum sur le rebord osseux glénoïdien. Une fraise permet l'avivement du col glénoïdien de la position 6 h à la position 9 h (épaule droite) et les orifices osseux sont perforés selon un angle de 45° par rapport à la tangente à la surface articulaire de façon à ne pas altérer le revêtement cartilagineux. Une extrémité du fil est extériorisée par la voie antéro-inférieure, puis un crochet angulé à 90° monté d'un fil relais est introduit par la voie postérieure. Le crochet traverse la bandelette postérieure du ligament glénohuméral inférieur puis le crochet perfore le labrum postéro-inférieur environ 1 cm au-dessus. Le fil relais est récupéré par la voie antérieure. Le fil antérieur de l'ancre est noué au fil relais puis ressorti par la voie postérieure et les deux brins sont noués. Deux à trois sutures du même type sont exécutées.

L'ancre sert alors à la réinsertion labrale et à la remise en tension capsulaire, en prenant garde à appuyer le nœud sur le plan labral et non sur le plan osseux afin d'obtenir la plicature capsulaire désirée. Les prises capsulaires et labrales doivent être faites en deux temps et décalées afin d'avancer efficacement la portion capsulaire postérieure et inférieure. S'il apparaît une déhiscence de l'intervalle des rotateurs qui peut participer à la persistance d'une laxité inférieure, celle-ci doit être réparée (cf. infra Fermeture de l'intervalle des rotateurs).

Après l'intervention, le membre supérieur est immobilisé en écharpe (ou en légère abduction et rotation latérale) pendant 4 à 6 semaines, fonction de l'importance de la laxité inférieure initiale. Les instabilités postérieures unidirectionnelles post-traumatiques sont immobilisées 4 semaines alors que les instabilités multidirectionnelles postéro-inférieures atraumatiques nécessitent 6 semaines d'immobilisation. Pendant cette période initiale, la rotation externe coude au corps est autorisée jusqu'à 30°. La rotation médiale et l'élévation antérieure sont proscrites. À l'ablation de la contention, un travail actif aidé de l'élévation antérieure est débuté et la rotation médiale est autorisée jusqu'à la fesse homolatérale. À 8 semaines, la récupération de la flexion antérieure est poursuivie tout en débutant le contrôle neuromusculaire, les mouvements scapulothoraciques et le renforcement musculaire en rotation latérale. Le retour à l'activité sportive est autorisé entre les 4^e et 6^e mois en fonction de l'importance de la laxité initiale, de la qualité de la réparation et du type de sport pratiqué.

Commentaires. Pour Antoniou, [31, 32] la laxité inférieure est confirmée si la bandelette postérieure du ligament glénohuméral inférieur trop étirée est difficilement identifiable et si le point le plus déclive de la capsule postéro-inférieure est à plus de 1,5 cm du labrum. Pour certains auteurs, les désinsertions capsulolabiales et la distension capsulaire sont systématiquement associées car lors d'un traumatisme, la déformation plastique de la capsule postéro-inférieure précède toujours la désinsertion capsulolabrale.

Goubier [33] conseille l'utilisation de quatre voies d'abord ; la voie d'abord postérieure standard servant à la canule d'aspiration. Une voie postérolatérale instrumentale à 1,5 cm du bord latéral du tiers postérieur de l'acromion permet l'accès au quadrant postéro-inférieur de la glène.

Une voie d'abord antérosupérieure au-dessus du tendon du biceps facilite la visualisation de la partie antéro-inférieure et postérieure de l'articulation et une deuxième voie d'abord antérieure instrumentale réalisée dans l'intervalle des rotateurs permet de réparer l'éventuelle extension antérieure des lésions postérieures.

Si l'obturation de la poche capsulaire postérieure et la réparation des désinsertions labrales glénoïdiennes sont les fondements du traitement arthroscopique, les désinsertions capsulaires humérales (*reverse humeral avulsion gleno-humeral ligament*) et les déchirures capsulaires en plein corps relèvent, pour la plupart des auteurs, d'un traitement chirurgical à ciel ouvert bien que des techniques de réparations arthroscopiques soient actuellement à l'étude. [34]

Traitement arthroscopique des laxités multidirectionnelles à traduction antérieure dominante

La première technique de réparation arthroscopique des laxités multidirectionnelles fut décrite par Duncan et Savoie en 1993 [35] puis utilisée par de nombreux auteurs avec des résultats variables. [36] La technique s'inspirait de la capsulorrhaphie décrite par Altchek et Warren [14] et reposait sur la réalisation d'une capsulorrhaphie antérieure faisant appel à des sutures transglénoïdiennes. Dans l'expérience de McIntyre, [37] les résultats étaient satisfaisants dans 95 % des cas chez 19 patients. Au recul de 60 mois, Treacy et Savoie [38] rapportent 88 % de bons résultats.

D'autres travaux ont fait état de résultats moins satisfaisants avec des taux d'échec pouvant atteindre 47 % et un risque de lésion du nerf suprascapulaire conduisant à l'abandon de cette technique au profit d'interventions purement endoarticulaires.

Technique de capsulorrhaphie transglénoïdienne (Fig. 17)

Le patient est installé en décubitus latéral en inclinaison postérieure de 30°. Un trocart est introduit dans l'intervalle des rotateurs sous contrôle arthroscopique de sorte que la voie instrumentale antérieure autorise un accès satisfaisant au plan capsulaire inférieur.

Le plan capsuloligamentaire antérieur et inférieur est décollé de la face antérieure du col glénoïdien en débutant à la position 1 h et en poursuivant vers le bas jusqu'à la bandelette postérieure du ligament glénohuméral inférieur (position 7 h). La face antéro-inférieure du col scapulaire est avivée jusqu'en zone

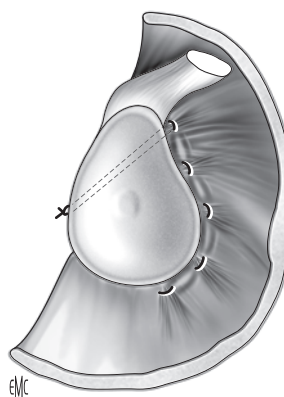


Figure 17. Technique de capsulorrhaphie transglénoïdienne. Les fils de suture servant à la remise en tension du plan capsuloligamentaire inférieur et antérieur sont fauflés dans un tunnel transglénoïdien puis noués à la partie postérieure de l'épaule.

saignante. Deux sutures au PDS® n° 0 sont réalisées à la partie moyenne et postérieure du ligament glénohuméral inférieur. Le premier point est réalisé à 6 h ; les fils sont récupérés par la voie antérieure et servent de fils tracteurs permettant le passage de la deuxième suture à 7 h. De la position optimale de ce point dépend la qualité de l'obturation de la poche de distension capsulaire inférieure. Une réduction satisfaisante de la laxité inférieure n'est possible que si la suture est réalisée à 1 cm du rebord glénoïdien. Une troisième suture peut être réalisée au niveau de la bandelette antérieure du ligament glénohuméral inférieur. Puis huit à dix sutures de PDS® n° 2-0 sont effectuées de façon séquentielle à la partie antérieure du ligament glénohuméral inférieur, de la capsule articulaire antérieure et du ligament glénohuméral moyen. Les fils sont récupérés par la canule antérieure ; leur traction permet d'apprécier la retente capsulaire obtenue sous contrôle arthroscopique.

Un tunnel transglénoïdien est foré par la canule antérieure à hauteur de la position 1 h en dedans du rebord glénoïdien de direction postéro-inférieure. Les brins de PDS® sont passés à travers le tunnel osseux et récupérés à la face postérieure de l'épaule. La traction est ôtée, le membre supérieur positionné en adduction-rotation médiale et les brins noués sur le fascia superficiel de l'infraépineux après avoir réalisé une contre-incision cutanée postérieure.

Technique de capsulorrhaphie antéro-inférieure endoarticulaire [39] (Fig. 18A, B)

En cas d'instabilité antérieure prédominante associée à une laxité inférieure pathologique, la restauration d'une tension capsulaire inférieure liée à la réduction volumique doit précéder le traitement de l'instabilité antérieure. Parmi les nombreuses techniques décrites, celle d'Abrams mérite d'être exposée de par son caractère didactique.

La voie d'abord postérieure est habituelle dans le *soft point*. L'exploration glénohumérale authentifie les lésions capsulolabiales essentiellement sous la forme d'un décollement capsulopériosté antérieur avec ses éventuelles variantes (*anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion* [ALPSA] etc.) associé à une distension de l'intervalle des rotateurs favorisant une laxité inférieure et éventuellement postérieure associée.

La voie antérieure dans l'intervalle des rotateurs est réalisée sous contrôle arthroscopique pour s'assurer d'un positionnement correct autorisant un accès satisfaisant à la partie inférieure de la glène et du plan capsulaire. L'arthroscope est introduit par la voie antérieure pour éliminer une désinsertion capsulaire sur le versant huméral qui devrait faire reconsidérer l'indication du traitement arthroscopique.

L'arthroscope est réintroduit dans la voie postérieure ; le plan capsulolabral antérieur est progressivement libéré du col glénoïdien médialement jusqu'à la visualisation du muscle souscapulaire à l'aide d'une râpe ou d'une petite rugine introduite par la voie antérieure. Une fois libéré de la surface glénoïdienne, le plan ligamentaire antérieur doit être soigneusement disséqué de la face profonde du muscle souscapulaire, sinon la retente supéromédiale du plan capsulaire risque d'être inefficace. La face antéro-inférieure de la glène est ensuite avivée à la fraise motorisée jusqu'en os saignant pour favoriser la cicatrisation de la réinsertion capsulolabrale.

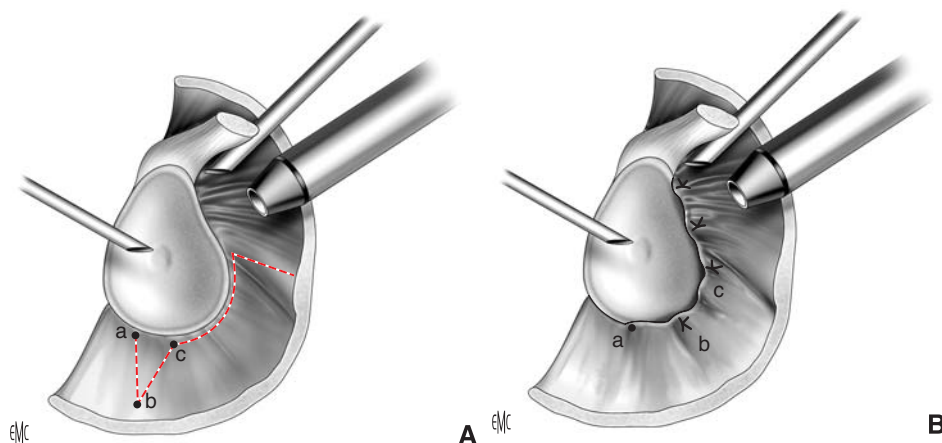


Figure 18. Capsulorrhaphie endoarticulaire selon Abrams.

A. Incision capsulaire inférieure orthogonale au plan glénoïdien sur une longueur de 1 cm réalisée au bord antérieur de la bandelette postérieure du ligament glénohuméral inférieur.

B. La traction exercée sur le plan capsulaire permet un avancement antérosupérieur de 2 cm [ac = ab (1 cm) + bc (1 cm)].

Par la voie antérieure, on réalise une incision capsulaire inférieure orthogonale au plan glénoïdien sur une longueur d'environ 1 cm. Seule la capsule articulaire doit être divisée afin de ne pas léser le nerf axillaire. Cette incision doit être réalisée au bord antérieur de la bandelette postérieure du ligament glénohuméral inférieur. La longueur de cette incision capsulaire doit correspondre à la moitié de l'avancement capsulaire espéré mais elle ne doit pas approcher à moins de 1 cm de l'insertion capsulaire humérale. La traction antérosupérieure sur la capsule ainsi libérée permet un avancement d'environ 2 cm. La réinsertion capsulaire est réalisée à l'aide d'ancres osseuses dont le positionnement détermine grandement l'efficacité de la retente capsulaire inférieure. La première suture doit être positionnée juste en avant du point B 1 cm au-dessus de l'origine de l'incision capsulaire. La deuxième suture est placée 1 cm au-dessus et en avant de la précédente. Une ou deux sutures complémentaires peuvent être réalisées afin de renforcer la réinsertion capsulaire.

La traction exercée sur le membre doit être réduite (notamment dans les installations en décubitus latéral) avant de réaliser les sutures capsulaires.

Pour de nombreux auteurs, ces techniques de capsulorrhaphies arthroscopiques antérieures permettent de traiter la laxité postérieure associée à l'instabilité antérieure prédominante et permettent de s'affranchir d'un geste postérieur complémentaire.

Traitement arthroscopique de l'instabilité multidirectionnelle par plicature pancapsulaire [40]

Décrite par Wichman et Snyder en 1997 [41] puis développée par d'autres auteurs, [42, 43] la plicature pancapsulaire offre une vision plus globale du traitement arthroscopique des instabilités glénohumérales avec laxité capsulaire. Cette technique permet de réduire le volume articulaire par une plicature capsulaire faisant appel à des sutures réalisées par voie intra-articulaire pure. Elle restitue une balance capsuloligamentaire satisfaisante en modifiant à la demande le nombre, la localisation et la tension des sutures capsulaires évitant un déséquilibre tensionnel antéropostérieur à l'origine d'une instabilité du côté opposé, comme cela a été décrit par Neer avec les capsulorrhaphies à ciel ouvert. Par ailleurs, elle prend en compte l'insuffisance de l'intervalle des rotateurs.

Technique opératoire

L'intervention se déroule en plusieurs temps, incluant la réfection et la remise en tension du plan capsulolabral postéro-inférieur et antéro-inférieur, associées à la fermeture de l'intervalle des rotateurs.

Le patient est installé en décubitus latéral, bras en traction à 30° d'abduction et 10° de flexion. La voie postérieure se situe à 2 cm sous le rebord postérolatéral de l'acromion, à 1 cm latéralement de la voie postérieure standard pour faciliter l'accès au quadrant postéro-inférieur. Deux voies d'abord antérieures sont utilisées ; une voie antérosupérieure juste en dessous de l'articulation acromioclaviculaire et une voie antéro-inférieure à hauteur de l'équateur de la glène au ras du bord supérieur du subscapulaire en maintenant une distance d'au moins 1 cm

entre les deux voies antérieures. Deux canules de grand diamètre filettées sont introduites dans les voies postérieures et antéro-inférieures et une canule de plus petit diamètre non filettée pour la voie antérosupérieure.

La plicature capsulaire débute habituellement dans le quadrant postéro-inférieur et la technique est identique à celle de Wolf décrite précédemment pour les formes à prédominance postéro-inférieure. Plusieurs sutures sont successivement réalisées pour assurer la remise en tension de la capsule postérieure jusqu'au bord postérieur de l'insertion bicipitale. Kim insiste sur le caractère fréquemment agénésique ou rétroversé du labrum postérieur qui nécessite un geste spécifique afin de restituer une hauteur labrale satisfaisante. Il faut se méfier des lésions de la face profonde du labrum parfois masquées par une jonction chondrolabrale indemne, et s'attacher par conséquent à une palpation approfondie du complexe labroligamentaire postéro-inférieur. Dans ce cas, la jonction chondrolabrale est exposée et le rebord glénoïdien osseux postéro-inférieur est avivé à l'aide d'une râpe de taille adaptée ou d'un résecteur introduit par la voie postérieure. La réinsertion labrale fait appel à trois à six ancres selon l'importance du décollement et la plicature capsulaire peut s'appuyer sur les ancres.

Une technique identique est utilisée pour la remise en tension capsulolabrale antérieure en plaçant l'arthroscope dans la canule postérieure. Plusieurs sutures antérieures séparées d'environ 1 cm sont ainsi réalisées jusqu'à la base antérieure de l'insertion bicipitale.

La fermeture de l'intervalle des rotateurs est décidée s'il persiste un sulcus sous-acromial en adduction-rotation latérale ou à titre systématique pour certains auteurs (cf. infra).

Réparation de l'intervalle des rotateurs

Introduction

L'intervalle des rotateurs est constitué de la capsule articulaire antérosupérieure et des renforcements ligamentaires représentés par le ligament coracohuméral et le ligament glénohuméral supérieur.

Curieusement, alors que nombre de travaux cliniques et expérimentaux insistent sur l'importance de l'intervalle des rotateurs dans la stabilisation glénohumérale postérieure et inférieure, sa prise en compte dans le traitement arthroscopique des laxités multidirectionnelles a été longtemps négligée.

Outre les lésions constitutionnelles ou acquises, la fragilisation capsulaire est accentuée par la mise en place de canules dans l'intervalle des rotateurs pour la réalisation des gestes de capsulorrhaphie, expliquant la persistance d'une laxité inférieure pouvant compromettre le résultat clinique.

En 1997, Treacy [44] publie sa technique de fermeture arthroscopique de l'intervalle des rotateurs par voie sous-acromiale. La technique est séduisante car le serrage du nœud et la section du fil sont réalisés sous visualisation directe, mais la fermeture de l'intervalle des rotateurs est contrôlée par voie sous-acromiale.

Aussi, Gartsman, en 1999, [45] prône le traitement global en un temps de toutes les lésions observées dans l'instabilité de l'épaule et développe sa technique de fermeture sous contrôle endoarticulaire (*all inside*) qui est ici détaillée.

Plus récemment, Karas [46] a décrit une technique de réparation capsulaire supérieure à l'aide d'une seule voie d'abord antérieure.

Technique de Gartsman [45]

Anesthésie générale, position demi-assise, voie d'abord postérieure standard, introduction postérieure de l'arthroscope. Création des voies d'abord antérieures à l'aide d'un trocart introduit en percutané dont l'issue intra-articulaire est contrôlée par arthroscopie, ce qui permet de positionner au mieux les voies antérieures instrumentales ; une voie antéro-inférieure au ras du bord supérieur du subscapulaire, et une voie antérosupérieure immédiatement en dehors du tendon bicipital et à 1 cm du bord latéral de la glène.

L'atteinte de l'intervalle des rotateurs peut se présenter sous la forme d'une simple redondance capsulaire, d'une petite dilacération du biceps à son entrée dans la gouttière intertubéreuse souvent associée à un aspect effiloché du bord supérieur du subscapulaire ou d'une déchirure du ligament glénohuméral supérieur.

La réparation de l'intervalle des rotateurs doit achever l'intervention une fois les autres lésions d'instabilité réparées car il est interdit d'introduire une canule antérieure une fois l'intervalle des rotateurs réparé, sous peine de compromettre la réparation antérosupérieure.

Avant d'entamer la réparation de l'intervalle des rotateurs, il faut positionner le membre supérieur en rotation latérale de 30° et en légère abduction pour limiter l'enraidissement postopératoire.

- Premier temps : introduction du crochet muni d'un monofilament n° 1 résorbable par la canule antéro-inférieure au ras du bord supérieur du subscapulaire, perforant le ligament glénohuméral moyen à une hauteur variable (habituellement au niveau où il croise le tendon du subscapulaire), dépendant de l'importance de la fermeture capsulaire envisagée.
- Deuxième temps : le fil est récupéré par la canule supérieure à l'aide d'une pince ou d'un crochet adapté puis réintroduit dans l'articulation en perforant la capsule supérieure au ras du bord antérieur du supraépineux en ayant pris soin de retirer la canule en position extra-articulaire.
- Troisième temps : le fil est récupéré par la canule antéro-inférieure. La mise en tension des fils permet de juger l'effet obtenu sur la fermeture de l'intervalle des rotateurs et sur la translation inférieure et postérieure de la tête humérale. Si la correction paraît adéquate, le fil est noué par la canule inférieure. Deux à trois sutures peuvent ainsi être réalisées en maintenant le membre supérieur à 30° de rotation latérale. Cette technique permet la visualisation directe intra-articulaire de la fermeture de l'intervalle des rotateurs ; le serrage extra-articulaire des nœuds ne présente pas de difficultés.

Techniques de capsulorraphie thermique [47-51]

Les techniques de capsulorraphie thermique ont gagné en popularité en raison de leur simplicité de réalisation.

Le rétrécissement capsulaire par effet thermique a été proposé pour réduire l'augmentation du volume capsulaire associée à l'instabilité de l'épaule. L'effet mécanique escompté est dépendant du temps d'application de la sonde et de la température de celle-ci.

L'effet thermique agit au niveau cellulaire en rompant les liaisons moléculaires du collagène, ce qui diminue la longueur de la molécule et favorise la rétraction capsulaire sur l'aire traitée entraînant une réduction de la distension capsulaire.

Technique opératoire

L'intervention est réalisée sous anesthésie générale ou bloc interscalénique en position demi-assise ou en décubitus latéral.

L'effet thermique est obtenu à l'aide d'une sonde bipolaire de radiofréquence à faible énergie (10 à 20 W) ou d'un laser holmium (rythme de 10 pulsations/s, puissance de 5 à 10 W) ; la température appliquée atteint 60 °C à 70 °C.

La sonde thermique peut être introduite par voie antérieure ou postérieure selon la région capsulaire à traiter.

Il faut débiter l'application sur le versant huméral de l'insertion capsulaire (car cette région devient d'accès difficile

dès qu'une rétraction capsulaire significative a été obtenue) et au niveau de la position 7 h – 8 h, soit au niveau de la bandelette postérieure du ligament glénohuméral inférieur puis vers l'avant en rétrécissant la capsule inférieure puis la capsule antérieure. En modifiant l'orientation de la sonde, on parvient enfin à traiter les ligaments glénohuméraux moyens et supérieurs.

Pour Fitzgerald, [52] les 3 à 4 mm de tissu capsulaire périlabral ne doivent pas être traités.

La quasi-totalité de la circonférence capsulaire peut être traitée par la voie instrumentale antérieure. Néanmoins, l'inversion de l'optique et de la sonde thermique peut être nécessaire pour traiter la capsule postérieure de bas en haut.

Une éventuelle lésion labrale (le plus souvent antérieure) ou une SLAP lesion est réinsérée après la capsulorraphie thermique postérieure mais avant le traitement thermique de la capsule antérieure.

L'efficacité de la plicature capsulaire est subjectivement appréciée par le changement de couleur capsulaire (du blanc au jaune) ou par la simple observation du rétrécissement tissulaire. Des mouvements de rotation médiale et latérale peuvent être périodiquement imprimés au membre supérieur afin d'éviter une trop grande rétraction capsulaire.

En théorie, les propriétés viscoélastiques des ligaments peuvent être conservées si le raccourcissement fibrillaire reste inférieur à 15 % de la longueur initiale.

La sonde doit balayer la surface capsulaire de façon régulière (2 mm/s) afin d'éviter de brûler la capsule, ce qui peut générer des lésions tissulaires irréversibles ou être à l'origine de lésions neurologiques (axillaires). La pression sur la sonde doit être modérée de sorte qu'environ un tiers de l'extrémité soit enfoncée dans le plan capsulaire. Il faut ménager des aires capsulaires de tissu normal entre les régions plicaturées.

L'intervalle des rotateurs peut également être traité par la voie antérieure en retirant progressivement la sonde ; néanmoins, nombre d'auteurs privilégient la fermeture par suture arthroscopique en présence d'une laxité inférieure.

Une lésion du nerf axillaire peut être prévenue en diminuant la puissance de la sonde si la capsule apparaît fine, en balayant régulièrement et avec une pression modérée la surface capsulaire, en diminuant l'abduction du membre supérieur lorsque la sonde balaye le récessus inférieur et en étant particulièrement vigilant entre 5 h et 7 h.

Ces techniques ont été décrites isolément dans les instabilités postérieures et multidirectionnelles ou en traitement adjuvant dans les réinsertions de lésion de Bankart avec déformation plastique de la capsule antérieure. Les résultats des capsulorraphies thermiques isolées dans les instabilités multidirectionnelles sont controversés avec des taux d'échecs atteignant 12 % à 50 % dans de nombreuses séries. [53, 54] Une étude expérimentale cadavérique menée par Selecky [55] ne révélait aucun effet de la capsulorraphie thermique postérieure sur la translation glénohumérale antéropostérieure. L'insuffisance de tissu collagène dans la fine capsule postérieure est évoquée par les auteurs pour expliquer l'absence de résultat probant de leur expérimentation. Hayashi [56] observe une cicatrisation tissulaire et des processus de maturation tels que les cellules retournent à leur état normal au bout de 6 mois.

Sur une série de 25 épaules atteintes d'une instabilité multidirectionnelle et traitées par une capsulorraphie au laser isolée, Joseph [57] observe 40 % de récurrences d'instabilité au recul minimal de 2 ans. La plupart des récurrences sont apparues au-delà de 1 an. Le résultat était particulièrement médiocre s'il existait une hyperlaxité généralisée.

Actuellement, la plupart des auteurs s'accordent pour réserver la capsulorraphie thermique en complément d'une réparation capsuloligamentaire arthroscopique par suture ou dans les instabilités acquises secondaires à des microtraumatismes répétés et comportant une laxité inférieure pathologique. Les indications restent émergentes et imprécises et les résultats à long terme sont inconnus. Par ailleurs, les différences de morphologie et de composition tissulaire en collagène peuvent induire des résultats thérapeutiques variables.

L'existence d'une instabilité multidirectionnelle, la chirurgie de révision, des luxations vraies récidivantes, la pratique de

sports de contact, la présence d'un defect osseux glénoïdien ou huméral, l'incapacité à respecter une période d'immobilisation postopératoire de 6 semaines sont autant de facteurs d'échecs reconnus de ces techniques de capsulorraphies thermiques utilisées isolément.

“ À retenir

Les nombreux avantages offerts par l'arthroscopie ont conduit au développement considérable de ces techniques qui restent toutefois limitées à des opérateurs entraînés bénéficiant d'une solide expérience dans l'arthroscopie de l'épaule.

Les techniques de capsulorraphies arthroscopiques associent à des degrés divers une réinsertion capsulolabrale, une plicature capsulaire visant à réduire la distension de la capsule inférieure et à remettre en tension les bandelettes antérieures ou postérieures du ligament glénohuméral inférieur et enfin une fermeture de l'intervalle des rotateurs.

Elles permettent de réduire le volume articulaire en restituant une balance capsuloligamentaire équilibrée en modifiant à la demande le nombre, la localisation et la tension des sutures capsulaires.

Ces techniques trouvent leur limite s'il existe un defect osseux important, une avulsion ligamentaire sur le versant huméral ou une insuffisance capsulaire majeure.

Les capsulorraphies thermiques gardent des indications limitées car les résultats à distance sont inconstants. Elles ne doivent pas être utilisées isolément mais peuvent compléter une capsulorraphie arthroscopique par suture.



Références

- [1] Levine WN, Prickett WD, Prymka M, Yamaguchi K. Treatment of the athlete with multidirectional shoulder instability. *Orthop Clin North Am* 2001;**32**:475-84.
- [2] Pollock RG, Bigliani LU. Recurrent posterior shoulder instability. *Clin Orthop* 1993;**291**:85-96.
- [3] Neer 2nd CS, Foster CR. Inferior capsular shift for involuntary inferior and multidirectional instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1980;**62**:897-908.
- [4] Kim SH, Ha KI, Park JH, Kim YM, Lee YS, Lee JY, et al. Arthroscopic posterior labral repair and capsular shift for traumatic unidirectional recurrent posterior subluxation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**:1479-87.
- [5] Mallon WJ, Speer KP. Multidirectional instability: Current concepts. *J Shoulder Elbow Surg* 1995;**4**:54-64.
- [6] Warner JP, Johnson D, Miller M, Caborn DN. Technique for selecting capsular tightness in repair of anterior-inferior shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg* 1995;**4**:352-64.
- [7] O'Brien SJ, Neves MC, Arnoczky SP, Roebuck SR, Di Carlo EF, Warren RF. The anatomy and histology of the inferior gleno humeral ligament complex of the shoulder. *Am J Sports Med* 1990;**18**:449-56.
- [8] Harryman 2nd DT, Sidles JA, Harris SL, Matsen 3rd FA. The role of the rotator interval capsule in passive motion and stability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**:53-66.
- [9] An YH, Friedman RJ. Multidirectional instability of the glenohumeral joint. *Orthop Clin North Am* 2000;**31**:275-83.
- [10] Burkead WZ, Rockwood CA. Treatment of instability of the shoulder with an exercise program. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**:890-6.
- [11] Lubowitz J, Bartolozzi A, Rubinstein D, Ciccotti M, Schweitzer M, Nazarian L, et al. How much does inferior capsular shift reduce shoulder volume? *Clin Orthop* 1996;**328**:86-90.
- [12] Wirth MA, Groh GI, Rockwood CA. Capsulorraphy through an anterior approach for the treatment of atraumatic posterior glenohumeral instability with multidirectional laxity of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1998;**80**:1570-8.
- [13] Cooper RA, Brems JJ. The inferior capsular shift procedure for multidirectional instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**:1516-21.
- [14] Altchek DW, Warren RF, Skyhar MJ, Ortiz G. T-Plasty modification of the Bankart procedure for multidirectional instability of the anterior and inferior types. *J Bone Joint Surg Am* 1991;**73**:105-12.
- [15] Bigliani LU, Pollock RG, McIlveen SJ, Endrizzi DP, Flatow EL. Shift of the posteroinferior aspect of the capsule for recurrent posterior glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am* 1995;**77**:1011-20.
- [16] Pollock RG, Owens JM, Flatow EL, Bigliani LU. Operative results of the inferior capsular shift procedure for multidirectional instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 2000;**82**:919-28.
- [17] Bak K, Spring BJ, Henderson JP. Inferior capsular shift procedure in athletes with multidirectional instability based on isolated capsular and ligamentous redundancy. *Am J Sports Med* 2000;**28**:466-71.
- [18] Wirth MA, Blatter G, Rockwood CA. The capsular imbrication procedure for recurrent anterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1996;**78**:246-58.
- [19] Deutsch A, Barber E, Davy DT, Victoroff BN. Anterior-inferior capsular shift of the shoulder: a biomechanical comparison of glenoid-based versus humeral-based shift strategies. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;**10**:340-52.
- [20] Ovesen CJ, Nielsen S. Anterior and posterior shoulder instability. *Acta Orthop Scand* 1986;**57**:324-7.
- [21] Nobuhara K, Ikeda H. Rotator interval lesion. *Clin Orthop* 1987;**223**:44-50.
- [22] Walch G, Agostini JY, Levigne C, Nové-Josserand L. Instabilité antérieure récidivante avec hyperlaxité multidirectionnelle de l'épaule. *Rev Chir Orthop* 1995;**81**:682-90.
- [23] Fuchs B, Jost B, Gerber C. Posterior-Inferior capsular shift for the treatment of recurrent, voluntary posterior subluxation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 2000;**82**:16-25.
- [24] Tibone JE, Bradley JP. The treatment of posterior subluxation in athletes. *Clin Orthop* 1993;**291**:124-37.
- [25] Fronek J, Warren RF, Bowen M. Posterior subluxation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am* 1989;**71**:205-16.
- [26] Misamore GW, Facibene WA. Posterior capsulorraphy for the treatment of traumatic recurrent posterior subluxations of the shoulder in athletes. *J Shoulder Elbow Surg* 2000;**9**:403-8.
- [27] Millett PJ, Clavert P, Warner JP. Arthroscopic management of anterior, posterior and multidirectional shoulder instability: pearls and pitfalls. *Arthroscopy* 2003;**19**:86-93.
- [28] Gartsman GM, Roddey TS, Hammerman SM. Arthroscopic treatment of bidirectional glenohumeral instability: two to five year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;**10**:28-36.
- [29] Williams 3rd RJ, Strickland S, Cohen M, Altchek DW, Warren RF. Arthroscopic repair for traumatic posterior shoulder instability. *Am J Sports Med* 2003;**31**:203-9.
- [30] Wolf EM, Eakin CL. Arthroscopic capsular plication for posterior shoulder instability. *Arthroscopy* 1998;**14**:153-63.
- [31] Antoniou J, Harryman 2nd DT. Posterior instability. *Orthop Clin N Am* 2001;**32**:463-73.
- [32] Antoniou J, Duckworth DT, Harryman 2nd DT. Capsulolabral augmentation for the management of posteroinferior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 2000;**82**:1220-30.
- [33] Goubier JN, Iserin A, Duranthon LD, Vandenbussche E, Augereau B. A four-portal arthroscopic stabilization in posterior shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg* 2003;**12**:337-41.
- [34] Abrams JS. Arthroscopic repair of posterior instability and reverse humeral glenohumeral ligament avulsion lesions. *Orthop Clin North Am* 2003;**34**:475-83.
- [35] Duncan R, Savoie 3rd FH. Arthroscopic inferior capsular shift for multidirectional instability of the shoulder: a preliminary report. *Arthroscopy* 1993;**9**:24-7.
- [36] Tauro JC, Carter 2nd FM. Arthroscopic capsular advancement for anterior and anterior-inferior shoulder instability: a preliminary report. *Arthroscopy* 1994;**10**:513-7.
- [37] McIntyre LF, Caspari RB, Savoie 3rd FH. The arthroscopic treatment of multidirectional shoulder instability. Two-year results of a multiple suture technique. *Arthroscopy* 1997;**13**:418-25.
- [38] Treacy SH, Savoie 3rd FH, Field LD. Arthroscopic treatment of multidirectional instability. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;**8**:345-50.
- [39] Abrams JS, Savoie 3rd FH, Tauro JC, Bradley JP. Recent advances in the evaluation and treatment of shoulder instability: anterior, posterior and multidirectional. *Arthroscopy* 2002;**18**:1-3.
- [40] Hewitt M, Getelman MH, Snyder SJ. Arthroscopic management of multidirectional instability: pancapsular plication. *Orthop Clin North Am* 2003;**34**:549-57.

- [41] Wichman MT, Snyder SJ. Arthroscopic capsular plication for multidirectional instability of the shoulder. *Op Tech Sports Med* 1997; **5**:238-43.
- [42] Kim SH, Kim HK, Sun 2nd J, Park JS, Oh I. Arthroscopic capsulolabroplasty for posteroinferior multidirectional instability of the shoulder. *Am J Sports Med* 2004; **32**:594-607.
- [43] Gartsman GM, Roddey TS, Hammerman SM. Arthroscopic treatment of multidirectional glenohumeral instability: 2- to 5-year follow-up. *Arthroscopy* 2001; **17**:236-43.
- [44] Treacy SH, Field LD, Savoie FH. Rotator interval capsule closure: an arthroscopic technique. *Arthroscopy* 1997; **13**:103-6.
- [45] Gartsman GM, Taverna E, Hammerman SM. Arthroscopic rotator interval repair in glenohumeral instability: description of an operative technique. *Arthroscopy* 1999; **15**:330-2.
- [46] Karas SG. Arthroscopic rotator interval repair and anterior portal closure: an alternative technique. *Arthroscopy* 2002; **18**:436-9.
- [47] Levy O, Wilson M, Williams H, Bruguera JA, Dodenhoff R, Sforza G, et al. Thermal capsular shrinkage for shoulder instability. *J Bone Joint Surg Br* 2001; **83**:640-5.
- [48] Gagey OJ, Boisrenoult P. Shoulder capsule shrinkage and consequences on shoulder movements. *Clin Orthop* 2004; **419**:218-22.
- [49] Favorito PJ, Langenderfer MA, Colosimo AJ, Heidt RS, Carlonas RL. Arthroscopic laser-assisted capsular shift in the treatment of patients with multidirectional shoulder instability. *Am J Sports Med* 2002; **30**:322-8.
- [50] Victoroff BN, Deutsch A, Protomastro P, Barber JE, Davy DT. The effect of radiofrequency thermal capsulorrhaphy on glenohumeral translation, rotation, and volume. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; **13**:138-45.
- [51] Frostick SP, Sinopidis C, Al Maskari S, Gibson J, Kemp GJ, Richmond JC. Arthroscopic capsular shrinkage of the shoulder for the treatment of patients with multidirectional instability: minimum two years follow-up. *Arthroscopy* 2003; **19**:227-33.
- [52] Fitzgerald BT, Watson BT, Lapoint JM. The use of thermal capsulorrhaphy in the treatment of multidirectional instability. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; **11**:108-13.
- [53] Noonan TJ, Tokish JM, Briggs KK, Hawkins RJ. Laser-assisted thermal capsulorrhaphy. *Arthroscopy* 2003; **19**:815-9.
- [54] Anderson K, Warren RF, Altchek DW. Risk factor for early failure after thermal capsulorrhaphy. *Am J Sports Med* 2002; **30**:103-7.
- [55] Selecky MT, Tibone JE, Yang BY, McMahon PJ, Lee TQ. Glenohumeral joint translation after arthroscopic thermal capsuloplasty of the posterior capsule. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; **12**:242-6.
- [56] Hayashi K, Markel MD. Thermal capsulorrhaphy treatment of shoulder instability. *Clin Orthop* 2001; **390**:59-72.
- [57] Joseph TA, William Jr. JS, Brems JJ. Laser capsulorrhaphy for multidirectional instability of the shoulder. *Am J Sports Med* 2003; **31**:26-35.

C. Maynou (c-maynou@chru-lille.fr).

Service d'orthopédie A, centre hospitalier régional universitaire de Lille, hôpital R. Salengro, boulevard Émile-Laine, 59037 Lille cedex, France.

P. Hardy.

Centre hospitalier régional universitaire Ambroise Paré, 9, avenue du Général-De-Gaulle, 92110 Boulogne, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Maynou C., Hardy P. Traitement chirurgical de l'instabilité glénohumérale avec laxité multidirectionnelle. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-266, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Traitement chirurgical de l'instabilité postérieure de l'épaule

C. Maynou, P. Hardy

Bien moins fréquente que la variante antérieure, l'instabilité postérieure de l'épaule est rare puisqu'elle représente moins de 5 % des luxations de l'épaule. Il faut distinguer les luxations postérieures traumatiques des subluxations postérieures (ou instabilité postérieure récidivante) où les circonstances de survenue et les options thérapeutiques sont sensiblement différentes. Les lésions anatomiques postérieures peuvent se présenter sous la forme de lésions labrales isolées ou associées à un véritable décollement capsulopériosté postérieur (reverse Bankart lesion), d'une distension capsulaire fréquemment postéro-inférieure, de lésions osseuses à type de fracture ou d'érosions glénoïdiennes postérieures ou d'une lésion céphalique humérale de MacLaughlin. Ces lésions sont diversement rencontrées selon le type d'instabilité auquel on est confronté. Les luxations postérieures traumatiques résultent d'un traumatisme violent et s'accompagnent fréquemment d'une fracture-impaction céphalique. Leur traitement est dicté par la taille de l'encoche cartilagineuse et l'importance du retard diagnostique fréquemment observé dans les luxations dites invétérées. Leur traitement chirurgical fait préférentiellement appel à des gestes osseux (comblement de l'encoche, butées osseuses postérieures, ostéotomie de dérotation humérale) ou à un transfert du muscle sub-scapulaire. L'instabilité récidivante postérieure (subluxations postérieures) est une entité distincte où la notion traumatique est inconstante. Leur caractère volontaire ou reproductible et leur fréquente association à une laxité constitutionnelle nécessitent une prise en charge médicale préalable faisant appel à une rééducation adaptée. Les techniques de reconstruction chirurgicale postérieure de l'épaule ne vivent que des échecs du traitement rééducatif et relèvent essentiellement de gestes capsuloligamentaires prenant en compte une composante inférieure fréquemment associée. Plus récemment, le développement des techniques arthroscopiques a permis une meilleure compréhension pathogénique de l'instabilité récidivante postérieure et la mise au point de diverses modalités de réparations capsulolabiales.

© 2006 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Épaule ; Articulation glénohumérale ; Luxation ; Instabilité postérieure

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Luxation postérieure traumatique | 2 |
| Mécanisme et lésions | 2 |
| Traitement des luxations postérieures traumatiques | 2 |
| ■ Instabilités récidivantes postérieures | 6 |
| Généralités | 6 |
| Traitement chirurgical de l'instabilité postérieure récidivante | 6 |
| ■ Conclusion | 11 |

■ Introduction

L'incidence de l'instabilité postérieure de l'épaule est probablement plus élevée que les 2 à 5 % habituellement rapportés

dans la littérature en raison d'une méconnaissance trop fréquente de l'instabilité récidivante postérieure atraumatique. Il n'y a guère de consensus concernant les classifications et la terminologie appliquées car plusieurs variables interviennent à des degrés divers. ^[1] Ainsi, la notion de traumatisme, l'association à une laxité constitutionnelle, le caractère uni- ou multidirectionnel de l'instabilité, la capacité à reproduire volontairement l'instabilité postérieure et le contexte psychologique sont autant de facteurs inégalement retrouvés.

La plupart des techniques chirurgicales décrites ont été utilisées indifféremment pour le traitement des luxations postérieures traumatiques (invétérées ou non) ou pour les instabilités postérieures récidivantes.

Les modalités thérapeutiques se sont progressivement affinées ces dernières décennies et elles sont décrites en fonction de leurs indications préférentielles en sachant que certaines techniques sont applicables à divers types d'instabilité postérieure.

Ainsi faut-il clairement distinguer les luxations postérieures traumatiques des subluxations postérieures (ou instabilité postérieure récidivante) car les lésions anatomiques et les options thérapeutiques sont sensiblement différentes.

■ Luxation postérieure traumatique

Mécanisme et lésions

La luxation postérieure traumatique est secondaire à un traumatisme violent et s'accompagne la plupart du temps d'une fracture-impaction céphalique. Elle survient dans les suites d'un traumatisme appuyé chez le jeune athlète ou dans le cadre d'une chute (accident de la voie publique ou accident domestique) avec réception brutale sur le membre supérieur en flexion-adduction-rotation médiale, voire par contraction brutale des muscles rotateurs médiaux dans le cadre d'une crise convulsive ou d'une électrisation.

Le déplacement huméral est postérosupérieur sous-acromial dans l'immense majorité des cas ; les formes sous-épineuses ou sous-glénoïdiennes sont exceptionnelles.

Les lésions osseuses intéressent essentiellement la tête humérale sous la forme d'une encoche céphalique antéromédiale dite de MacLaughlin (*reverse Hill-Sachs lesion* pour les auteurs anglo-saxons) dont la taille et la profondeur conditionnent pour partie les indications thérapeutiques, a fortiori si la luxation est invétérée.

Les lésions osseuses glénoïdiennes postérieures sont rares et toujours limitées.

Les lésions capsulaires postérieures sont probablement constantes sous la forme d'un détachement labral du rebord glénoïdien ou d'un arrachement capsulopériosté (lésion de Bankart postérieure).

Les ruptures de la coiffe postérieure sont peu rapportées dans la littérature ; en revanche, des lésions du supraépineux sont décrites, essentiellement sous la forme de ruptures non transfixiantes de la face profonde.

Les lésions des parties molles antérieures peuvent se présenter sous la forme d'une déchirure capsulaire antérieure associée à une rupture du sub-scapulaire et faciliter la luxation intra-articulaire du long biceps et l'irréductibilité de la luxation. [2]

Une fracture de la petite tubérosité (trochin) peut accompagner la luxation postérieure et sa découverte radiographique doit faire rechercher de principe ce diagnostic.

La luxation postérieure peut être associée à une fracture du col chirurgical de l'humérus réalisant alors des fractures-luxations à deux, trois ou quatre fragments qui sortent du cadre de cet exposé car faisant appel à des procédés d'ostéosynthèse classiques.

Traitement des luxations postérieures traumatiques

Le traitement des luxations postérieures traumatiques est dicté par la taille de l'encoche cartilagineuse de la tête humérale et la qualité du cartilage restant, l'importance du retard diagnostique fréquemment observé dans les luxations dites invétérées (ou bloquées ou fixées), l'âge et l'activité du patient et enfin, l'expérience du praticien.

Il faut impérativement préciser l'ancienneté de la luxation et ne pas tenter de réduire à foyer fermé une luxation ancienne car le risque de fracture épiphysaire est important. La frontière entre luxations récentes et luxations vieilles passées inaperçues se situe aux alentours de la 6^e semaine pour la plupart des auteurs.

Réduction de la luxation postérieure

Orthopédique

Pour Loedenberg, [3] plusieurs paramètres méritent d'être évalués avant la réduction tels l'état général du patient et son

status fonctionnel, l'absence de lésions fracturaires associées ou d'ostéoporose sur les radiographies préopératoires, le délai par rapport au traumatisme, le retentissement précis du déficit de mobilité active et l'aptitude à suivre un protocole de rééducation fonctionnelle.

La réduction orthopédique peut être tentée si la taille de l'encoche est inférieure à 25 % de la surface articulaire céphalique, si le traumatisme date de moins de 3 semaines et en l'absence de lésions fracturaires associées.

L'abstention se discute chez les patients âgés ayant une demande fonctionnelle limitée ou des problèmes médicaux faisant craindre une rééducation difficile. La luxation postérieure est parfois étonnamment bien tolérée chez des patients âgés, peu douloureux et conservant une mobilité suffisante en élévation pour les gestes de la vie quotidienne.

Le déficit de rotation latérale doit toutefois rester tolérable et permettre de porter la main à la bouche et si possible au front. Le bien-fondé de cette abstention thérapeutique est confirmé par Hawkins [4] qui rapporte les résultats de sept traitements fonctionnels revus à 5,5 ans sans aggravation clinique.

Les techniques de réduction sont les mêmes pour les luxations invétérées que pour les luxations fraîches mais la réduction y est plus difficile, moins fréquemment couronnée de succès et à l'origine de complications fracturaires plus fréquentes.

Réalisée sous anesthésie générale, patient en décubitus dorsal avec un bon relâchement musculaire, la réduction est obtenue à l'aide d'une traction axiale sur le membre en légère flexion, rotation interne et adduction aidée d'une pression directe à la face postérieure de l'épaule. Si la tête humérale est encastrée sur le rebord glénoïdien postérieur, une rotation médiale douce permet de dégager la coiffe et la capsule postérieure, une traction latérale permet à la tête humérale de se désenclaver du rebord glénoïdien postérieur puis une rotation latérale prudente achève la réduction.

Si la stabilité post-réductionnelle en rotation interne est satisfaisante, le membre supérieur est immobilisé pendant 3 semaines en rotation neutre avec interdiction de porter la main en arrière derrière le tronc. Si l'encoche est minime ou absente, la réduction est souvent aisée et la stabilité satisfaisante même en rotation médiale. Les récidives sont exceptionnelles et une fonction normale est habituellement récupérée, l'encoche ayant tendance à se combler spontanément.

En cas d'instabilité résiduelle ou en présence d'une encoche significative (mais inférieure à 25 %), l'immobilisation se fait en légère rotation latérale (20°) à 20° d'abduction et 10° à 15° d'extension pour 6 semaines. La durée d'immobilisation peut être réduite chez les patients âgés de plus de 60 ans.

Chirurgicale

La réduction à ciel ouvert est préférée en cas d'échec de la réduction orthopédique, de luxation datant de plus de 3 semaines, si l'encoche intéresse plus de 30 % de la surface articulaire ou s'il existe une fracture associée.

Les voies d'abord antérieures et postérieures comportent des avantages et des inconvénients respectifs.

Voie d'abord antérieure deltopectorale. Le patient est installé en position demi-assise, le bras doit être mobilisable en cours d'intervention. L'incision cutanée est deltopectorale, l'articulation est abordée dans l'intervalle des rotateurs dont l'identification est aidée par le repérage préalable du tendon du chef long du biceps brachial. Dans les formes invétérées, la mobilisation céphalique est souvent difficile, la section des ligaments coracohuméral et glénohuméral rétractés facilite la réduction céphalique.

Une ténotomie de la partie haute du muscle sub-scapulaire peut améliorer l'exposition articulaire. La luxation est réduite sous contrôle visuel en désenclavant la tête humérale du rebord glénoïdien postérieur par un mouvement de rotation interne suivie d'une traction latérale et d'une rotation latérale du membre parfois aidée d'une pression postérieure directement exercée sur la tête humérale.

Si la réduction est stable (petites encoches), l'intervalle des rotateurs est refermé puis l'épaule immobilisée. En cas d'instabilité, Cicak [5] réalise un transfert du tiers supérieur du sub-scapulaire dans l'encoche à l'aide de points transosseux noués en arrière de la gouttière intertubérositaire. L'épaule est ensuite immobilisée en légère rotation latérale pour 3 semaines.

L'utilisation de la voie d'abord deltopectorale est préférée si un transfert du sub-scapulaire est envisagé de principe en raison d'une encoche de taille importante. L'accès articulaire se fait alors avec une ténotomie du sub-scapulaire ou une ostéotomie du trochin (cf. technique de MacLaughlin). La voie antérieure permet de libérer une éventuelle interposition du chef long du biceps brachial à l'origine des difficultés réductionnelles.

Voie d'abord postérieure. Elle est défendue par certains auteurs [6] qui considèrent que la voie antérieure ne permet pas la réfection du plan capsuloligamentaire postérieur, ce qui pourrait faciliter la survenue de récédives postérieures.

Le patient est installé en décubitus latéral, l'incision cutanée suit le bord inférieur de l'épine de la scapula puis se recourbe latéralement en longeant le relief du bord postérieur du deltoïde. Le deltoïde postérieur est désinséré puis récliné en bas et en dehors. L'émergence du nerf axillaire est repérée au niveau du trou carré de Velpeau. La section verticale du petit rond et de l'infraépineux puis l'ouverture de la capsule articulaire laissent apparaître la surface articulaire postéromédiale de la tête humérale luxée en arrière de la glène. Le bras est mis en rotation médiale permettant de découvrir la glène et l'encoche antérieure de la tête. La réduction de la luxation dans les formes anciennes peut être rendue difficile en raison des rétractions capsuloligamentaires et musculaires antérieures ; cette libération antérieure est le temps difficile de ces voies d'abord postérieures (Fig. 1A, B).

Si nécessaire, la voie postérieure permet le comblement de l'encoche par un greffon corticospongieux iliaque. La fermeture fait appel à une réinsertion capsulaire postérieure sur la berge postérieure de la glène à la façon d'un Bankart postérieur avec suture en paletot de l'excédent capsulaire interne. Les muscles infraépineux et petit rond sont suturés en paletot puis le deltoïde postérieur est réinséré sur l'épine scapulaire.

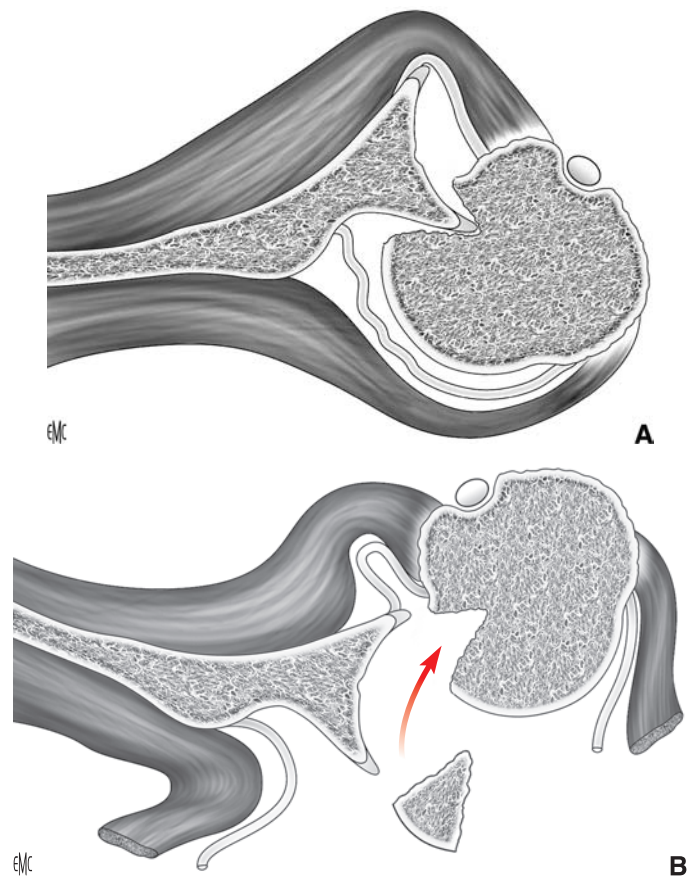


Figure 1. Comblement de l'encoche humérale antérieure par voie postérieure selon Dubousset.

A. Le deltoïde postérieur est désinséré de l'épine scapulaire et récliné en dehors. Abord articulaire par section de l'infraépineux et du plan capsulaire.

B. Le membre supérieur est positionné en rotation médiale maximale permettant d'exposer l'encoche humérale qui sera comblée par un greffon iliaque.

“ À retenir

Dans les petites encoches, la réduction se fait facilement à foyer fermé, l'évolution est souvent favorable et les récédives postérieures ne sont pas la règle du fait du comblement spontané de l'encoche et de la cicatrisation capsulolabrale postérieure. La réparation de principe des lésions capsulaires postérieures ne paraît pas justifiée. Par ailleurs, la plupart des gestes stabilisateurs sont réalisés par voie antérieure, donnant à celle-ci des avantages incontestables.

Stabilisation articulaire

Pour les encoches comprises entre 25 % et 45 % de la surface articulaire ou si la réduction est instable, la stabilisation chirurgicale est indispensable. Plus le diagnostic est tardif, plus le risque d'instabilité postréductionnelle est important. Si le mode de stabilisation chirurgicale dépend essentiellement de la dimension de l'encoche céphalique, d'autres paramètres doivent être pris en compte tels l'importance de la contracture des parties molles, l'étanchéité de la coiffe des rotateurs, l'état du sub-scapulaire (rompu ou rétracté) ou l'existence de lésions glénoïdiennes postérieures pouvant retentir sur la stabilité ultérieure.

Technique de MacLaughlin [7, 8]

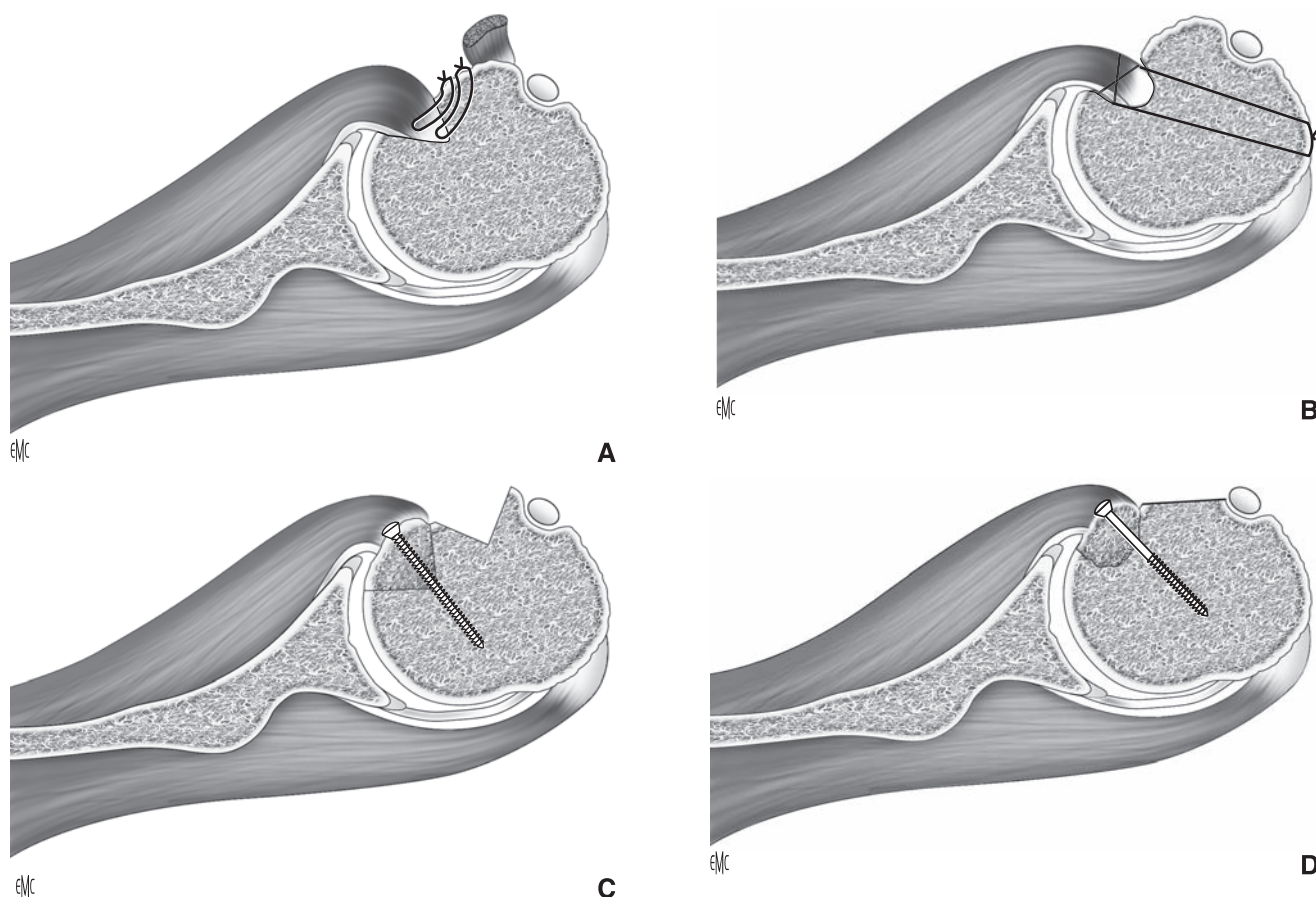
En 1952, MacLaughlin rapporte huit cas de patients traités de leur luxation récédivante postérieure par transfert du sub-scapulaire. Il révisé secondairement ses indications en limitant cette intervention aux luxations fixées en rapport avec une encoche humérale, et défend la plicature capsulaire associée à la butée postérieure dans les instabilités récédivantes postérieures.

Transfert du tendon du sub-scapulaire (Fig. 2A, B). Incision cutanée deltopectorale, repérage des bords supérieurs et inférieurs du sub-scapulaire puis désinsertion tendineuse sur le bord médial du tubercule mineur. L'ouverture capsulaire et la libération d'un tissu fibreux cicatriciel fréquemment interposé permettent d'exposer l'interligne glénohuméral antérieur, facilitant l'introduction d'un écarteur servant de bras de levier pour la réduction de la luxation postérieure bloquée à cheval sur le bord postérieur de la surface glénoïdienne.

Cette réduction doit être précautionneuse pour éviter de majorer les lésions cartilagineuses. Une fois la luxation réduite, la rotation latérale est libérée permettant l'exploration céphalique qui évalue l'importance de l'encoche antérieure et la trophicité du cartilage restant. Le fond de l'encoche est avivé à la curette ou à la fraise motorisée. Plusieurs tunnels transosseux sont réalisés à partir du fond de l'encoche, puis le sub-scapulaire préalablement faufilé par plusieurs points de fil non résorbable est appliqué au fond de l'encoche, les fils étant noués sur la face latérale de l'épiphyse humérale.

L'intervention est suivie d'une immobilisation coude au corps, bras en rotation latérale de 30° pour une période de 4 semaines après laquelle la rééducation sera débutée.

Transfert du sub-scapulaire pédiculé sur le tubercule mineur (Fig. 2C, D). Hughes et Neer [9] ont modifié la technique

**Figure 2.**

A, B. Technique de MacLaughlin. Le sub-scapulaire préalablement faulé par plusieurs points de fils non résorbables est appliqué au fond de l'encoche. Plusieurs tunnels transosseux permettent le passage des fils qui sont noués à la face latérale du tubercule majeur.

C, D. Technique de MacLaughlin modifiée. L'encoche humérale antérieure est comblée par le tubercule mineur préalablement ostéotomisé. Le muscle sub-scapulaire reste pédiculé sur le tubercule mineur transféré.

de MacLaughlin en transférant le sub-scapulaire resté pédiculé sur le tubercule mineur. Les premiers cas ont été publiés par Hawkins en 1987. [4]

Cette variante technique offre l'avantage d'un meilleur comblement de l'encoche par le trochin et d'une fixation plus solide de la réinsertion du sub-scapulaire.

La voie d'abord est deltopectorale, le tendon du chef long du biceps permet de repérer la position de la petite tubérosité. L'intervalle des rotateurs et la partie basse du muscle sub-scapulaire sont repérés. Les vaisseaux circonflexes antérieurs sont liés. La vision intra-articulaire étant assurée par l'intervalle des rotateurs, l'ostéotomie de la petite tubérosité est réalisée à partir de la gouttière intertubérositaire et étendue jusqu'à l'encoche céphalique antéromédiale. Le tubercule mineur comportant l'insertion du sub-scapulaire est progressivement soulevé pour exposer la cavité glénohumérale. La réduction de la luxation est parfois difficile, nécessitant une arthrolyse étendue et l'utilisation d'un écarteur contre-coudé ou d'une rugine prenant appui dans l'encoche pour faciliter le désenclavement postérieur de la tête. Ces mouvements doivent être réalisés avec la plus grande précaution pour ne pas léser le cartilage sain de la tête, voire fracturer l'épiphyse humérale.

La tubérosité est fixée temporairement par des broches. Une radiographie peropératoire évalue la congruence glénohumérale et le positionnement des broches. La tubérosité est fixée dans l'encoche par une ou deux vis à spongieuse canulées ou au fil non résorbable à l'aide de points transosseux si la tubérosité est de qualité médiocre ou s'il apparaît une fragmentation tubérositaire lors du vissage.

Si l'épaule est stable, le membre supérieur est immobilisé en rotation neutre ou en légère rotation latérale pour une durée de 4 semaines.

“ Points forts

L'artifice de Neer est séduisant mais l'ostéotomie du tubercule mineur est parfois difficile en raison de la modification des rapports anatomiques dans les luxations postérieures fixées. [10] Par ailleurs, la ténotomie simple du sub-scapulaire est de réalisation aisée avec les systèmes d'ancrage osseux modernes et fiables.

Pour Mestdagh, [11] cette intervention est limitée aux encoches inférieures au tiers de la surface articulaire humérale ; l'application de la technique de MacLaughlin aux luxations sans encoche nécessite le creusement d'une tranchée potentiellement arthrogène à la face antérieure du col.

Comblement de l'encoche humérale par greffe osseuse

En 1967, Dubousset [6] insistait sur l'importance du rétablissement de la sphéricité céphalique et prônait le relèvement du cartilage enfoncé et l'apport d'os spongieux autogène ou corticospongieux iliaque pour combler le vide créé par la fracture-tassement.

Cette option thérapeutique a été développée par Gerber en 1996, [12] qui privilégie l'utilisation d'une allogreffe cryoconservée évitant les inconvénients de l'intervention de MacLaughlin (perturbation de l'anatomie normale de l'épaule, limitation de la rotation interne et difficulté d'une reconstruction prothétique ultérieure).

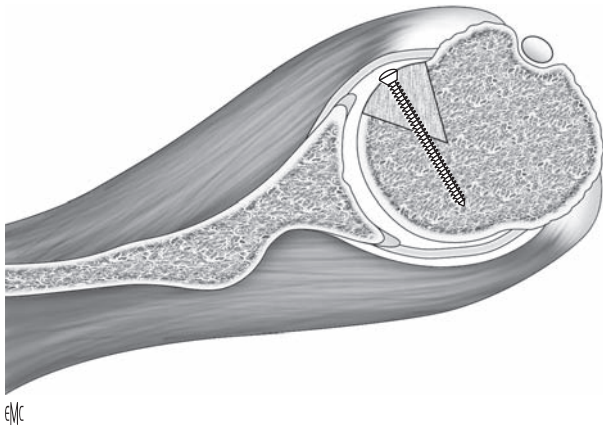


Figure 3. Technique de comblement par allogreffe cryoconservée. La greffe est préparée à la taille adéquate afin de restituer une sphéricité satisfaisante de la tête humérale puis fixée à l'aide de deux vis spongieuses.

Technique de l'allogreffe (Fig. 3). La voie d'abord est deltopectorale. La ténotomie du sub-scapulaire et la capsulotomie antérieure permettent l'exérèse du tissu fibreux cicatriciel interposé entre le plan capsulaire et la tête humérale puis la luxation céphalique est réduite.

Pour l'auteur, la récurrence de l'instabilité postérieure en rotation interne justifie le comblement de l'encoche par une allogreffe de tête fémorale cryoconservée. La greffe est préparée à la taille adéquate pour restituer une sphéricité satisfaisante de la tête humérale. L'ostéosynthèse de la greffe est réalisée par deux vis à spongieuse de 3,5 mm ; si le greffon est autostable, l'ostéosynthèse n'est pas indispensable.

La capsule antérieure n'est pas réparée, le muscle sub-scapulaire est libéré de toutes ses adhérences jusqu'à la face antérieure de la scapula, et suturé bout à bout sans effet de raccourcissement ou d'allongement.

Le membre supérieur est immobilisé par une attelle coude au corps pour une durée de 6 semaines. Une mobilisation passive en rotation latérale est possible durant cette période. Les exercices contre résistance ne sont débutés qu'à la 6^e semaine.

Gerber déconseille cette technique si l'os paraît ostéoporotique ou s'il existe des lésions dégénératives du cartilage céphalique restant ou du cartilage glénoïdien. Dans son expérience, aucune nécrose de l'allogreffe n'est survenue au recul de 68 mois.

Les résultats semblent similaires à l'intervention de MacLaughlin sans altérer l'anatomie de l'épiphyse humérale.

Une autogreffe ostéochondrale prélevée sur la tête humérale controlatérale est envisageable s'il existe une lésion fracturaire de la tête controlatérale requérant la mise en place d'une arthroplastie. [13]

Butée iliaque postérieure

Bien qu'elle soit préférentiellement utilisée dans les instabilités récurrentes postérieures, les résultats de la butée iliaque postérieure ont été rapportés par Augereau en 1982 pour le traitement des luxations postérieures invétérées en utilisant une double voie d'abord antérieure et postérieure.

Technique d'Augereau. [14] Le patient est installé en décubitus latéral, membre supérieur et ceinture scapulaire intégralement badigeonnés et champés pour permettre leur mobilisation en cours d'intervention.

Une première voie d'abord antérieure deltopectorale permet la résection du ligament acromioclaviculaire et la section verticale du sub-scapulaire à son insertion humérale. L'incision capsuloligamentaire est pratiquée le long du col anatomique dont l'étendue est guidée par la facilité de réduction et l'obtention d'une rotation latérale. La voie d'abord antérieure deltopectorale a pour principale vertu de permettre la libération de la rétraction capsulaire et musculaire antérieure.

La voie d'abord postérieure est dérivée de celle de Gosset. L'incision cutanée longe les deux tiers externes du bord inférieur de l'épine, le deltoïde postérieur est détaché de son

insertion scapulaire et récliné vers le bas jusqu'au petit rond. L'infraépineux est désinséré de dehors en dedans en veillant à ne pas léser le pédicule suprascapulaire.

Le supraépineux est récliné vers le haut, l'infraépineux est prudemment écarté vers le bas exposant la poche capsulopériostée postérieure qui est incisée verticalement en dedans de la saillie de la tête humérale. Le lambeau capsulaire médial est décollé au ras de l'os en dedans jusqu'à la racine de l'épine, facilitant l'examen du cartilage articulaire et confirmant l'existence éventuelle d'une fracture de la marge postérieure de la glène.

La réduction atraumatique de la luxation nécessite une translation latérale de la tête humérale qui facilite le désenclavement postérieur après avoir vérifié l'absence d'interposition du long biceps. La face postérieure du col de la scapula est avivée sur toute sa hauteur, une butée corticospongieuse prélevée aux dépens de l'aile iliaque homolatérale de 4,5 cm de côté encochée à sa partie moyenne est encastrée prudemment à la racine de l'épine sous le pédicule vasculonerveux. La stabilité du greffon dans le plan sagittal est assurée par un vissage postéroantérieur.

Le membre supérieur est immobilisé dans une résine thoracobrachiale à 70° d'abduction en rotation indifférente et discrète antépulsion pour 5 semaines.

“ À retenir

Le comblement de l'encoche est indispensable si sa taille est comprise entre 25 % et 45 % de la surface céphalique. Le transfert du sub-scapulaire ou le comblement par allogreffe sont préférentiellement utilisés. L'allogreffe restitue la sphéricité de la tête humérale et respecte l'anatomie de l'épaule ce qui est intéressant dans l'optique d'une reconstruction prothétique rendue nécessaire par une dégradation arthrosique secondaire.

Remplacement prothétique [4, 10, 15]

La plupart des auteurs s'accordent à considérer que les luxations postérieures s'accompagnant d'une encoche supérieure à 45 % de la surface articulaire relèvent d'une solution prothétique, notamment si le délai par rapport au traumatisme est supérieur à 6 mois.

La présence de lésions glénoïdiennes significatives peut faire préférer la mise en place d'une prothèse totale d'épaule ; dans le cas contraire, une hémiarthroplastie est préférée et ce d'autant que ces traumatismes affectent fréquemment des patients d'âge inférieur à 50 ans.

La voie d'abord est deltopectorale, le patient étant installé en position demi-assise. L'épaule doit être entièrement accessible pour permettre un abord postérieur en cas de difficulté réductionnelle.

Dans l'expérience de Cheng, [16] cet abord postérieur permet la section de la partie postérieure de la tête humérale située en arrière de la glène ce qui facilite la réduction (Fig. 4). Le plan musculaire postérieur (infraépineux) est refermé puis l'intervention se poursuit en avant par la section de la calotte céphalique restante. La coupe humérale est réalisée en rotation neutre ou en légère rotation latérale pour limiter la rétroversion de la pièce prothétique et le risque d'instabilité postérieure de la prothèse. La préparation glénoïdienne et la mise en place des implants ne comportent pas d'autres spécificités.

Si la prothèse présente des signes d'instabilité postérieure, il faut immobiliser le membre supérieur en rotation neutre ou en légère rotation latérale à 10° ou 20° pendant quelques semaines pour permettre la cicatrisation capsulaire postérieure et la récupération des muscles rotateurs latéraux. Une plicature capsulaire postérieure peut être réalisée pour obturer la poche de

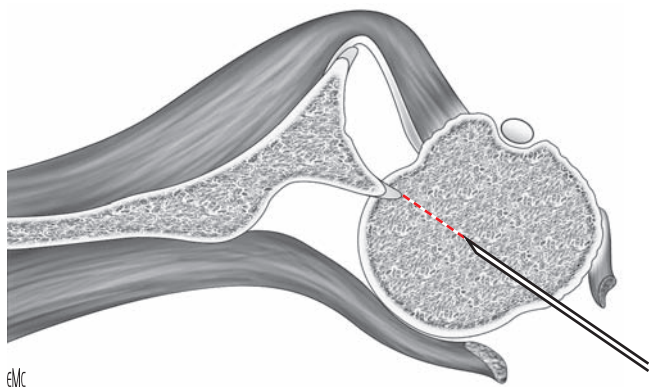


Figure 4. Artifice technique de Cheng. En cas de difficulté réductionnelle, un abord postérieur complémentaire permet l'ostéotomie de la partie postérieure de la tête humérale située en arrière du plan glénoïdien.

décollement et restaurer une balance capsulaire satisfaisante en cas d'instabilité prothétique. Cet artifice technique n'a jamais été validé mais la voie postérieure permet de le réaliser facilement.

■ Instabilités récurrentes postérieures

Généralités

De diagnostic difficile, l'instabilité récurrente postérieure (subluxations postérieures) est beaucoup plus fréquente que la luxation traumatique. Le patient présente une symptomatologie douloureuse et/ou une instabilité survenant préférentiellement dans la position d'élévation antérieure, rotation médiale et adduction.

Les subluxations postérieures sont considérées comme traumatiques s'il existe un traumatisme initial avéré, ou atraumatiques même si elles sont secondaires à des microtraumatismes répétés.

Les formes atraumatiques sont scindées en deux groupes selon le caractère volontaire ou non de l'instabilité. Les subluxations atraumatiques involontaires sont positionnelles et reproductibles par le patient ou non positionnelles et non reproductibles.

Le caractère volontaire est considéré comme habituel et intentionnel ou non intentionnel.

Les formes habituelles doivent être individualisées car elles comportent une composante psychiatrique et ne relèvent pas du traitement chirurgical. Les autres formes (volontaires non habituelles et involontaires) sont généralement rassemblées car elles peuvent faire discuter un traitement chirurgical en cas d'échec du traitement orthopédique.

Sur le plan anatomopathologique, l'instabilité récurrente postérieure se caractérise essentiellement par la présence de lésions capsulolabiales postérieures ; les lésions osseuses acquises sont moins fréquentes.

Les lésions labiales postérieures éventuellement associées à un décollement capsulopériosté (*reverse Bankart lesion*) sont plus fréquemment rapportées dans les instabilités postérieures récurrentes unidirectionnelles secondaires à un traumatisme initial reconnu que dans les instabilités postérieures atraumatiques.

Les formes atraumatiques s'accompagnent habituellement d'une fragilisation de la fine capsule postérieure (microtraumatismes répétés lors de certaines activités sportives ; sports de raquette, natation, gestes répétés au-dessus de l'horizontale) et d'une distension du plan capsulaire postéro-inférieur affectant la bandelette postérieure du ligament glénohuméral inférieur qui stabilise l'épaule dans les mouvements combinés de flexion-adduction et rotation médiale.

L'instabilité postérieure récurrente peut donc être unidirectionnelle et fréquemment post-traumatique ou s'intégrer dans le cadre d'une laxité multidirectionnelle.

La composante postérieure peut participer à une réelle instabilité multidirectionnelle symptomatique (antérieure, postérieure et inférieure associées à des degrés divers) rarement observée. Plus souvent, il s'agit d'une instabilité postérieure symptomatique prédominante associée à une composante inférieure qu'il faut savoir dépister et traiter en conséquence. De ce fait, elles sont à la frontière entre l'instabilité postérieure et l'instabilité multidirectionnelle invitant certains auteurs à les qualifier d'instabilités bidirectionnelles.

Traitement chirurgical de l'instabilité postérieure récurrente

Introduction

La prise en charge chirurgicale des instabilités postérieures récurrentes jouit d'une médiocre réputation ; aussi, le traitement rééducatif préalable est-il systématiquement entrepris. Les subluxations postérieures atraumatiques ou associées à une laxité multidirectionnelle répondent plus favorablement à la rééducation que les instabilités récurrentes secondaires à un épisode traumatique.

Le traitement non opératoire [17] associe une prise en charge de la douleur, des modifications d'activité et une éducation du patient, un programme de renforcement musculaire et d'endurance des muscles de la coiffe, du deltoïde et des muscles périscapulaires (différents faisceaux du trapèze, grand dentelé, rhomboïdes et élévateurs scapulaires, petit pectoral), le rétablissement des amplitudes articulaires et la stabilisation neuromusculaire. Le travail des muscles périscapulaires et des muscles de la coiffe doit être coordonné pour obtenir une stabilisation correcte de l'articulation glénohumérale.

Cette kinésithérapie doit être poursuivie pendant 6 mois. S'il persiste dans un certain nombre de cas une instabilité postérieure résiduelle, sa tolérance est fréquemment améliorée, rendant toute option chirurgicale inutile. La persistance d'une symptomatologie mal tolérée fait discuter l'indication chirurgicale.

Les interventions à visée osseuse corrigent plus particulièrement les exceptionnels vices architecturaux (ostéotomie glénoïdienne ou humérale) ou les lésions glénoïdiennes postérieures (butées osseuses postérieures).

Les interventions sur les parties molles sont souvent privilégiées du fait de la prédominance des lésions capsulolabiales postérieures. L'existence d'une hyperlaxité inférieure doit impérativement être recherchée car elle nécessite la réalisation d'une capsulorraphie postérieure dont les modalités techniques sont décrites au chapitre consacré aux instabilités multidirectionnelles à forme postérieure dominante.

Actuellement, l'amélioration des techniques et du matériel arthroscopique et une meilleure compréhension de la pathogénie lésionnelle permettent d'obtenir, dans des mains exercées, des résultats comparables aux techniques à ciel ouvert.

L'analyse comparative des résultats de la littérature est rendue difficile par des échantillons souvent réduits et mélangeant plusieurs types d'instabilité postérieure. Par ailleurs, la combinaison des techniques chirurgicales, l'inclusion de patients multiopérés et l'intrication fréquente avec une laxité multidirectionnelle rendent ardue l'évaluation des techniques.

Interventions à visée osseuse

Butées osseuses postérieures

Initialement rapportée par Hindenach en 1947 [18] puis Fried en 1949, [19] la butée iliaque postérieure a été popularisée en France par Gosset. Son principe s'apparente à l'intervention d'Eden-Hybinette décrite pour les instabilités antérieures, et repose sur la fixation d'un greffon osseux iliaque sur la face postérieure du col de la scapula, de préférence en situation extracapsulaire et débordant latéralement le rebord glénoïdien postérieur.

La greffe osseuse peut également être prélevée sur l'épine scapulaire par la même voie d'abord postérieure économisant le prélèvement iliaque.

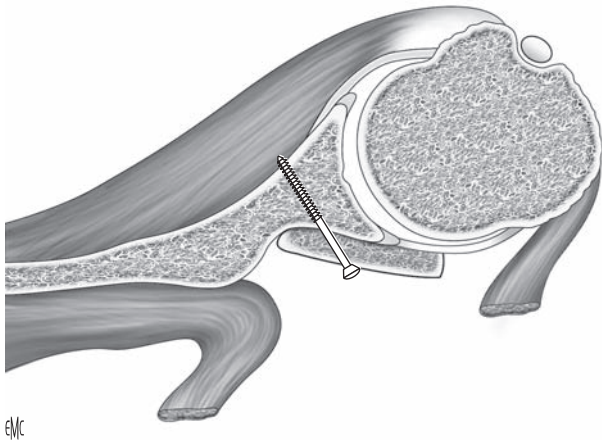


Figure 5. Association butée postérieure et capsulorraphie. L'association des deux gestes est prônée par Fronek et Warren s'il existe une insuffisance du plan capsulaire postérieur associée à des lésions osseuses glénoïdiennes postérieures. La greffe est positionnée en situation extracapsulaire.

La butée osseuse postérieure peut être débordante, ayant pour vertu d'assurer un prolongement de la surface articulaire glénoïdienne. Le débord doit être limité et équitablement réparti sur la hauteur glénoïdienne désirée sans effet butoir. La greffe osseuse doit être en situation extracapsulaire sans contact direct avec la tête humérale sous peine d'aboutir à une arthropathie glénohumérale dégénérative.

Fronek [20] associe cette butée iliaque à une capsulorraphie postérieure s'il existe des lésions osseuses du rebord glénoïdien postérieur ou si la qualité mécanique du plan capsulaire postérieur est insuffisante pour se contenter d'un geste capsulaire (Fig. 5). Les indications de la butée postérieure semblent actuellement se résumer à ces deux dernières situations.

Le positionnement de la butée dans le plan vertical dépend de la topographie lésionnelle (postérosupérieure ou postéro-inférieure) ; si les lésions prédominent au niveau du quadrant postéro-inférieur, les gestes capsulaires et osseux s'évertuent à renforcer cette zone de faiblesse.

De par son originalité, la butée acromiale pédiculée à un lambeau deltoïdien de Kouvalchouk mérite une description à part.

Technique chirurgicale. Le patient peut être installé en décubitus ventral ou latéral ; le membre supérieur doit être champé en totalité pour autoriser sa mobilisation peropératoire ; le champ opératoire inclut la crête iliaque postérieure homolatérale. L'incision cutanée est curviligne de 12 à 15 cm de long, parallèle à l'épine de la scapula, étendue jusqu'au bord postéro-latéral de l'acromion. La plupart des auteurs pratiquent une désinsertion spinale du deltoïde postérieur en laissant une épaisseur musculaire suffisante pour permettre la réparation ultérieure. On peut reprocher à cet abord de fragiliser un muscle ayant une responsabilité dans la stabilité postérieure de l'épaule. La discision deltoïdienne dans l'axe des fibres défendue par Wirth évite cet inconvénient mais n'offre pas un accès opératoire aussi large. Il est possible d'éviter la section deltoïdienne en libérant le bord inférieur du faisceau deltoïdien postérieur qui est récliné vers le haut, le membre supérieur étant positionné à 90° d'abduction. La face postérieure des muscles rotateurs latéraux est exposée. Le mode d'accès au plan capsulaire dépend du positionnement ultérieur de la butée. La désinsertion humérale de l'infraépineux offre la vision capsulaire la plus large (la section du petit rond n'est jamais nécessaire) mais elle peut compromettre la fonction musculaire ultérieure. Le clivage précautionneux de l'intervalle séparant l'infraépineux du petit rond permet un accès suffisant à la moitié inférieure de la glène et est privilégié si l'instabilité est à direction postéro-inférieure, bien qu'elle expose au risque de lésion du nerf axillaire. Si l'instabilité est postérosupérieure, il est préférable de disciser l'espace séparant le supraépineux et l'infraépineux qui expose de façon satisfaisante la moitié supérieure de la glène et permet le contrôle du pédicule suprascapulaire.

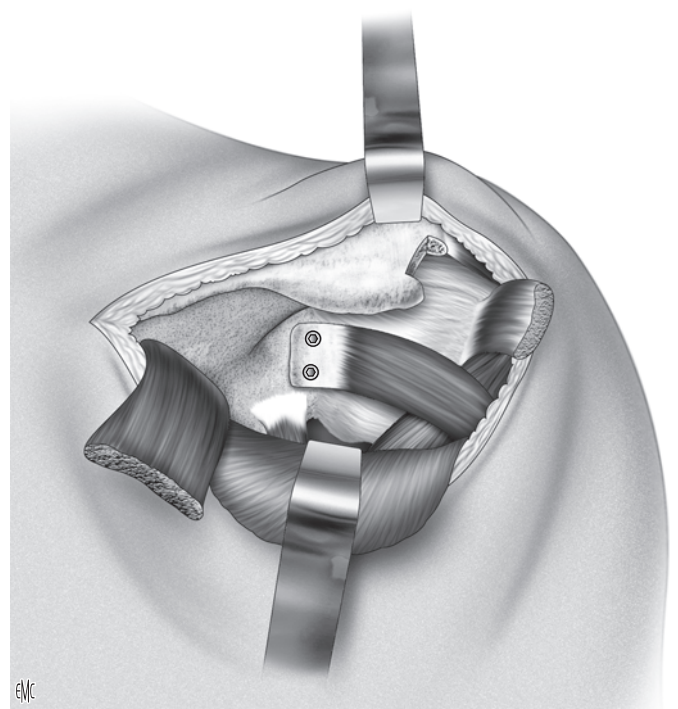


Figure 6. Technique de la greffe osseuse pédiculée de Kouvalchouk. Prélèvement d'un lambeau deltoïdien pédiculé sur un fragment acromial rectangulaire d'environ 2 cm de large. Puis fixation du transplant acromiodeltoïdien à la face postérieure de la glène. En présence d'une laxité multidirectionnelle, l'association à une capsulorraphie postérieure à pans croisés peut être envisagée.

Une capsulotomie verticale ou horizontale est réalisée légèrement en dehors de l'interligne articulaire, permettant l'exploration intra-articulaire. Le périoste est sectionné au ras de la glène, ce qui permet de ruginer et d'aviver les fosses supra- et infraépineuses. La capsule médiale est libérée de la face postérieure de la glène sans être totalement détachée. Un greffon osseux est prélevé aux dépens de la tubérosité iliaque postérieure d'une longueur de 2 à 4,5 cm selon les auteurs.

Mowery [21] positionne la greffe osseuse de sorte qu'elle déborde d'environ 1,5 cm du rebord articulaire postérieur en situation intra-articulaire. Essadki et Dumontier [22] taillent la greffe en U pour l'appuyer sur le bord latéral de l'épine scapulaire avec un débord latéral de 1 cm et en situation extracapsulaire en veillant à ne pas léser le pédicule suprascapulaire. La greffe est vissée sur le col de la scapula, à l'aide d'une ou deux vis orientées vers la pointe du processus coracoïdien et prenant appui sur la corticale antérieure afin d'améliorer la tenue et la compression du greffon osseux. L'opérateur vérifie l'absence de limitation des mouvements articulaires, de conflit avec la tête humérale, et d'instabilité résiduelle postérieure. La capsule est ensuite refermée et le plan musculaire est soigneusement réparé.

En postopératoire, une attelle immobilise le membre supérieur entre 30° et 45° d'abduction et en rotation neutre ou latérale à 45° selon les auteurs. Des exercices pendulaires sont débutés à la 4^e semaine, et la rééducation active est débutée à 6 semaines.

Technique de la butée acromiale pédiculée à un lambeau deltoïdien (Fig. 6). Pour Kouvalchouk, [23] cette technique présente les avantages cumulés de la butée postérieure et de la capsulorraphie de Neer en cas de laxité multidirectionnelle sans entraîner de limitation des amplitudes articulaires et sans les complications classiques des butées (nécrose, débord et arthrose omohumérale).

Sirveaux et al. [24] constatent une reprise des activités plus rapide après butée acromiale pédiculée qu'après butée iliaque postérieure.

Le patient est installé en décubitus ventral. La voie d'abord est arciforme, longeant l'épine scapulaire jusqu'à l'angle acromial où elle se recourbe pour suivre l'orientation des fibres deltoïdiennes. Le faisceau spinal du deltoïde est désinséré sur

une longueur de 5 à 6 cm jusqu'à l'angle postérosupérieur de l'acromion, puis les fibres musculaires sont séparées sur une longueur de 4 à 5 cm constituant le bord postérieur du futur lambeau. Le bord antérieur du lambeau est séparé environ 2,5 cm en avant du bord postérieur. La partie acromiale du transplant est taillée à la face supérieure de l'acromion sur une largeur de 2 cm. Au ciseau frappé ou à la petite scie motorisée, le panneau acromial est prélevé sur la moitié supérieure de l'os en conservant l'insertion du lambeau musculaire d'une dimension d'environ 2 cm sur 2,5 cm et d'une épaisseur de 3 à 4 mm.

L'abord capsulaire postérieur se fait par une section en L inversé de l'infraépineux ou par discision musculaire dans le sens des fibres.

La capsule postérieure est ouverte pour permettre l'exploration articulaire. S'il existe une laxité multidirectionnelle à prédominance postérieure, la capsulotomie est réalisée selon les principes de Neer en dessinant les deux lambeaux capsulaires qui sont ensuite croisés.

La face postérieure de la glène est avivée et le transfert acromial est fixé, face spongieuse contre la scapula, par deux vis corticales avec rondelles ou par une petite plaque vissée de sorte qu'il soit positionné à hauteur des tiers moyen et inférieur de la glène avec un débord ne dépassant pas quelques millimètres, sauf si un effet mécanique est spécialement recherché en cas de fracture postérieure ou de dysplasie grave.

L'infraépineux est suturé avec ou sans effet paletot selon que l'on recherche ou non un effet de myoplastie. Il faut s'assurer, par la mobilisation de l'épaule, de la liberté du lambeau musculaire. Le deltoïde est réparé, la brèche laissée par le prélèvement du lambeau est fermée grâce à la mobilisation du faisceau spinal dont la réinsertion est assurée par des points transosseux, y compris dans la zone de prélèvement du panneau acromial.

En postopératoire, le bras est immobilisé coude au corps, la rééducation est immédiate dans tous les secteurs d'amplitude.

Dans l'expérience de Kouvalchouk, le prélèvement du lambeau et la mobilisation du faisceau spinal étaient sans conséquence sur la force maximale théorique du deltoïde postérieur, évaluée en postopératoire.

Interventions visant à corriger un vice architectural

Ostéotomie glénoïdienne.

Généralités. Initialement décrite par Scott en 1967 [25] et préférentiellement utilisée pour le traitement des instabilités récidivantes postérieures de l'épaule, son principe repose sur l'augmentation de l'angle d'antéversion glénoïdienne pour limiter la translation postérieure de la tête humérale.

Une rétroversion excessive constitutionnelle ou un défaut de concavité glénoïdienne ont été incriminés dans la survenue d'une instabilité postérieure de l'épaule.

Metcalfe [26] a montré qu'une glénoplastie postéro-inférieure pouvait augmenter la stabilité mécanique de l'épaule sur une étude cadavérique.

Sur une étude par imagerie par résonance magnétique reposant sur 20 patients atteints d'une instabilité récidivante postérieure atraumatique, Inui et al. [27] confirment l'existence d'une hypoplasie postéro-inférieure de la surface articulaire glénoïdienne.

Technique opératoire (Fig. 7). Le membre supérieur est intégralement champé et laissé libre afin d'autoriser une mobilisation peropératoire. Abord postérieur par discision deltoïdienne selon la technique de Rockwood ou par désinsertion scapulaire du deltoïde postérieur. Repérage des muscles infraépineux et petit rond. Section latérale de l'infraépineux qui est récliné en dedans (si capsulorraphie associée) ou simple discision musculaire dans l'axe des fibres sans désinsertion humérale. La translation postérieure de la tête humérale est évaluée en positionnant le membre supérieur en position d'instabilité (flexion – adduction-rotation interne).

Incision capsulaire verticale 3 à 4 mm latéralement par rapport au rebord glénoïdien. L'exploration endoarticulaire est facilitée par l'introduction d'un écarteur prenant appui sur le bord antérieur de la glène, ce qui permet d'apprécier son orientation.

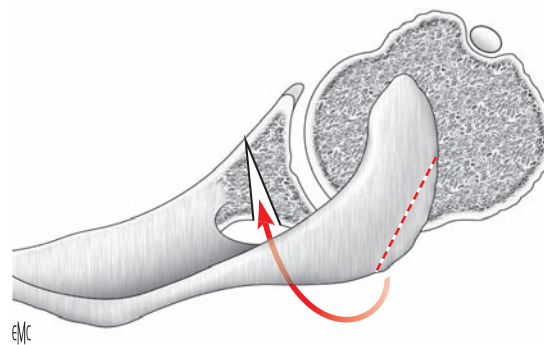


Figure 7. Technique de l'ostéotomie d'antéversion glénoïdienne selon Scott. Le trait d'ostéotomie est réalisé 6 à 10 cm en dedans de l'insertion capsulaire. L'interposition d'un greffon iliaque corticospongieux sera préférée à un prélèvement acromial de qualité mécanique insuffisante (dont l'orientation est simulée par le trait en pointillé tel que décrit par Scott dans la technique originelle).

Selon les auteurs, [28] l'ostéotomie est réalisée 6 mm à 10 mm en dedans de l'insertion capsulaire, ménageant ainsi un fragment osseux latéral suffisamment épais pour éviter une nécrose fragmentaire ou un trait de fracture irradiant dans la glène.

L'ostéotome de 3 cm de large est impacté pas à pas jusqu'à mobiliser le fragment glénoïdien en préservant la corticale antérieure de la scapula. L'ostéotome doit être orienté parallèlement à l'axe glénoïdien. L'entame de la coupe osseuse dans la corticale postérieure du col glénoïdien peut être débutée à la scie oscillante afin de déterminer précisément l'axe de l'ostéotomie.

Une greffe osseuse de 8 mm d'épaisseur et de 30 mm de hauteur est prélevée sur la crête iliaque homolatérale ou sur l'acromion. Pour Brewer, [29] la qualité mécanique de l'os acromial est inférieure à celle de l'os iliaque avec un risque de fragmentation du greffon et de perte de correction secondaire. La greffe est introduite en force dans le foyer d'ostéotomie. L'ouverture de l'ostéotomie est facilitée par une traction exercée sur le membre supérieur.

Quelques copeaux de greffon spongieux peuvent être nécessaires pour combler parfaitement le foyer.

En l'absence de rupture corticale antérieure, la stabilité intrinsèque du montage permet d'éviter le recours à une ostéosynthèse complémentaire. Si la stabilité du greffon paraît insuffisante, une ostéosynthèse par vissage ou agrafage complémentaire est préférée.

Une capsulorraphie postérieure peut être associée à l'ostéotomie glénoïdienne en présence d'une distension capsulaire, voire d'une laxité capsulaire postéro-inférieure. S'il existe une simple redondance capsulaire postérieure, une fermeture en paletot de la capsule postérieure est préférée en suturant le lambeau capsulaire latéral au labrum postérieur et en suturant le lambeau médial par dessus. Cette fermeture en paletot est souvent facilitée par l'effet de latéralisation glénoïdienne lié à l'ostéotomie. En présence d'une laxité postéro-inférieure, une plastie capsulaire en T peut être envisagée.

Fermeture de l'infraépineux membre supérieur en rotation neutre sans effet de raccourcissement.

Suites opératoires : le membre supérieur est immobilisé en rotation neutre ou en légère rotation latérale pendant 4 à 6 semaines selon les auteurs. Les mouvements d'adduction horizontale au-delà de la ligne médiane sont proscrits durant 4 mois afin de ne pas solliciter la capsule postérieure et d'éviter la récurrence de l'instabilité.

Les sports de contact sont interdits pendant 6 mois.

Remarques. Cette intervention garde la fâcheuse réputation d'être pourvoyeuse de nombreuses complications parmi lesquelles l'instabilité persistante, la dégradation arthrosique glénohumérale, le conflit antérieur coracoïdien, une fracture intra-articulaire et une correction insuffisante sont les plus fréquentes.

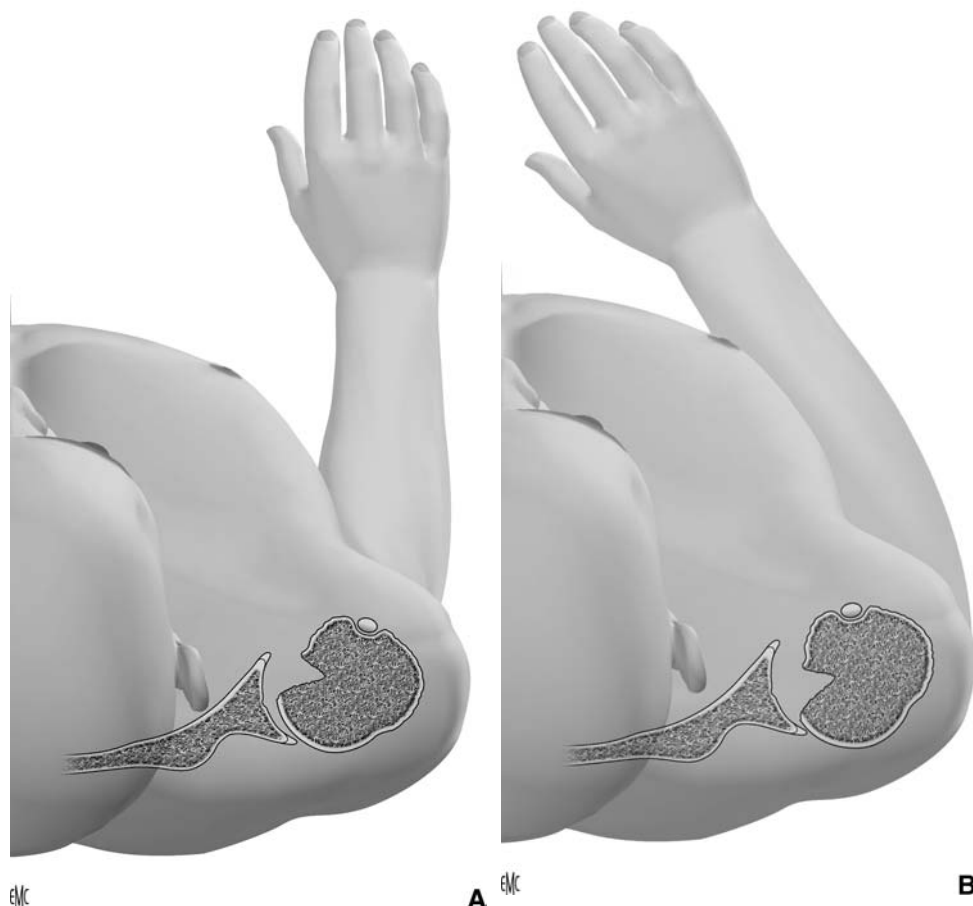


Figure 8. Principe de la dérotation humérale (vues axiales de l'épaule droite).

A. Avant la dérotation, la rotation médiale du membre supérieur permet à l'encoche antérieure de s'encastrer sur le rebord glénoïdien postérieur.

B. Après la dérotation, l'encoche est déplacée en avant et lors de la rotation médiale, reste en regard de la surface glénoïdienne.

À partir d'un cas clinique de conflit antérieur sous-coracoïdien secondaire à une ostéotomie glénoïdienne postérieure, Gerber [30] mène une étude expérimentale reposant sur 13 spécimens cadavériques. Il conclut qu'une réorientation glénoïdienne de 15° à 25° conduit invariablement à un conflit antérieur entre la tête humérale et le processus coracoïde en position d'adduction et rotation médiale. Cette butée antérieure peut conduire à un effet came favorisant la récurrence de l'instabilité postérieure et est dépistée pendant l'intervention par une limitation de la rotation médiale et/ou de l'élévation antérieure à 90° d'abduction. Dans ces cas, il propose une résection de la moitié latérale du processus coracoïde (coracoplastie inférolatérale) en respectant les insertions du tendon conjoint et du petit pectoral par une petite dissection deltoïdienne antérieure.

Pour nombre d'auteurs, le degré de correction est variable, imprévisible et peu reproductible conduisant à de fréquentes hyper- ou hypocorrections.

De plus, quelques auteurs ont démontré l'absence d'asymétrie de version glénoïdienne entre les épaules stables et instables amenant à ne pas considérer cette éventuelle variation anatomique comme un facteur d'instabilité.

Les indications de cette ostéotomie doivent être très restrictives et limitées aux instabilités postérieures isolées en rapport avec une hypoplasie glénoïdienne majeure ou une rétroversion glénoïdienne avérée (supérieure à 30° pour Wirth). [31]

Ostéotomie de dérotation humérale.

Généralités. L'ostéotomie de dérotation humérale a été utilisée avec succès dans le traitement des instabilités récurrentes antérieures associées à la présence d'une vaste encoche de Hill-Sachs. [32] L'utilisation de cette technique dans l'instabilité postérieure n'a été rapportée que par quelques auteurs sur des séries limitées. [33-35]

Pour certains auteurs, une rétroversion excessive de l'extrémité supérieure de l'humérus favoriserait l'instabilité postérieure de l'épaule en rotation médiale. Le but de l'intervention est donc de réaliser une dérotation antérieure de l'extrémité céphalique en pratiquant une ostéotomie sous-capitale de l'extrémité supérieure de l'humérus s'inspirant de l'ostéotomie

de Weber proposée pour le traitement des instabilités antérieures. Cette intervention a pour vertu essentielle d'exclure l'éventuelle encoche céphalique antérieure de la zone de conflit avec le rebord glénoïdien postérieur (Fig. 8A, B).

Les résultats de cette intervention ont essentiellement été rapportés par Surin en 1990 [36] sur une série de 12 cas.

Technique opératoire : description de Surin. Le patient est installé en position demi-assise, l'incision cutanée est deltopectorale.

Abord sous-périosté de la métaphyse supérieure de l'humérus étendue en bas jusqu'à l'insertion humérale du pectoralis major.

En présence d'une luxation postérieure bloquée, l'arthrotomie antérieure est réalisée après ténotomie du sub-scapulaire puis la luxation est réduite. Si la réduction a pu être réduite orthopédiquement, l'arthrotomie n'est pas indispensable.

L'ostéotomie est sous-capitale au-dessus de l'insertion du pectoralis major ménageant une portion épiphysaire pouvant accepter la mise en place de deux ou trois vis céphaliques qui prennent appui sur l'extrémité supérieure d'une plaque AO en T utilisée pour l'ostéosynthèse définitive de l'ostéotomie (l'utilisation d'une lame-plaque ou d'une plaque-attele de type Milch peut être préférée) (Fig. 9A, B).

Une fois la partie supérieure de la plaque vissée dans la tête humérale, l'avant-bras perpendiculaire au plan de la table d'intervention, deux broches sont positionnées de part et d'autre du site de l'ostéotomie, parallèles à l'avant-bras et décrivant entre elles un angle de 30°.

L'ostéotomie est alors réalisée à la scie Gigli ou à la scie oscillante et une rotation latérale est imprimée à la tête humérale (ou une rotation médiale du segment diaphysaire) de sorte que les deux broches soient parallèles. Le foyer est mis en compression et le serrage des vis distales est réalisé.

Suites opératoires. Le membre supérieur est immobilisé en écharpe pendant 4 semaines puis la rééducation active de l'épaule est débutée jusqu'à récupération complète des amplitudes articulaires. Cette intervention offre une ostéosynthèse stable et la possibilité d'une mobilisation passive immédiate de l'épaule en évitant la rotation latérale forcée. Les activités

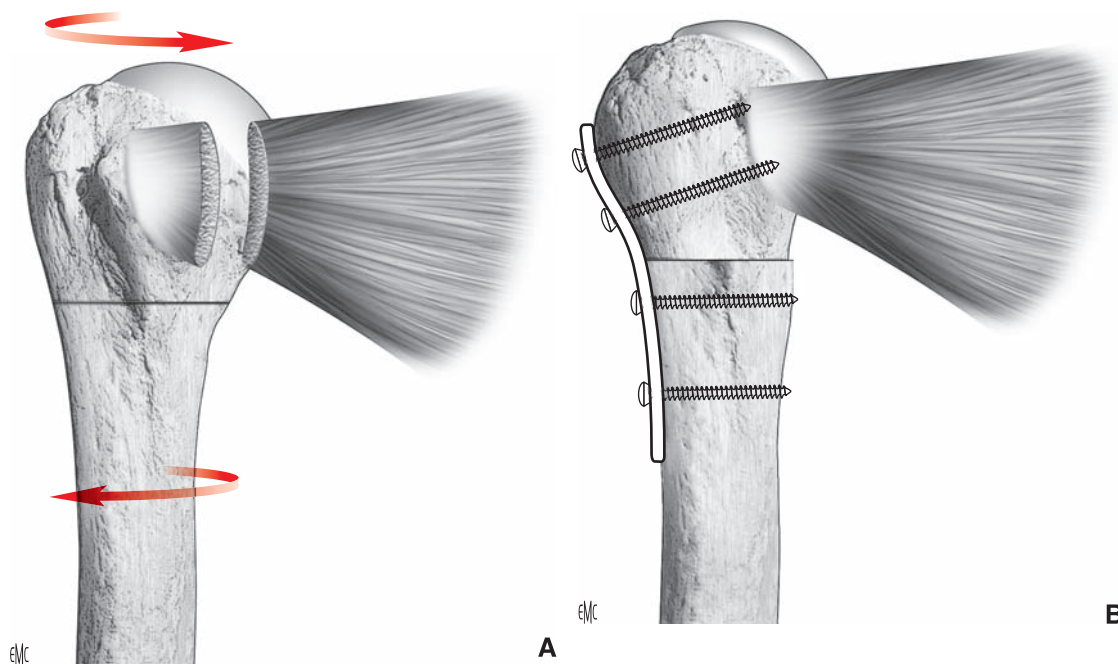


Figure 9. Ostéotomie de dérotation humérale.

A. Le trait d'ostéotomie est sous-capital permettant une rotation latérale du segment épiphysaire ou une rotation médiale de l'extrémité diaphysaire.

B. L'ostéosynthèse de l'ostéotomie est assurée par une plaque vissée (ou par une lame-plaque ou une plaque de type Milch).

sportives sont reprises entre la 12^e et la 16^e semaine une fois la consolidation osseuse obtenue. La plaque d'ostéosynthèse est habituellement ôtée au délai de 1 an.

Commentaires. D'après l'auteur, cette ostéotomie permet de tourner vers l'avant la partie postérieure de la tête humérale, ce qui a pour effet d'éviter l'effet chevalet d'une encoche humérale de MacLaughlin sur le rebord glénoïdien postérieur en rotation médiale et de mettre en tension le plan capsulaire antérieur, limitant ainsi la translation humérale postérieure.

On peut toutefois reprocher à cette intervention la limitation de la rotation latérale qui peut gêner la reprise des activités physiques et une augmentation de la rotation médiale du membre ainsi qu'un relâchement de la capsule postérieure qui peuvent participer à une récurrence de l'instabilité postérieure.

L'ostéotomie de dérotation humérale peut se discuter dans les rares rétroversions céphaliques constitutionnelles ou si l'encoche est comprise entre 25 % et 45 % de la surface articulaire mais la mise en place d'une prothèse d'épaule après ostéotomie est difficile.

Interventions sur les parties molles

Techniques de réfection isolée du plan capsulolabral postérieur à ciel ouvert

Les instabilités récurrentes postérieures involontaires ou comportant un épisode traumatique initial peuvent se caractériser par la présence exclusive de lésions capsulolabrales postérieures isolées (lésion de Bankart postérieure) qui nécessitent un geste de réinsertion glénoïdienne (à ciel ouvert ou arthroscopique).

Décrite par Rowe qui privilégiait la réalisation de points transosseux, cette réinsertion est actuellement facilitée par l'utilisation d'ancres insérées sur le rebord glénoïdien postérieur préalablement avivé.

La capsulorrhaphie par agrafage postérieur de Tibone [37] a donné 30 % de récurrences à son auteur et s'accompagne de complications à type de douleurs résiduelles liées à la présence du matériel d'ostéosynthèse. Elle est actuellement abandonnée par son concepteur.

Ces techniques ne prennent pas en compte la laxité capsuloligamentaire postéro-inférieure constatée par la plupart des auteurs et voient leurs indications limitées aux lésions de Bankart postérieures isolées qui ne s'accompagnent pas obligatoirement d'une instabilité postérieure récurrente.

Plicature capsulaire et musculaire postérieure (« Putti Platt » postérieur). [38] Cette intervention a pour objectif de

limiter la translation postérieure de la tête humérale par la réalisation d'une plicature capsulaire postérieure associée à une fermeture en paletot de l'infraépineux.

Le patient est installé en décubitus latéral, l'incision cutanée est longitudinale postérieure débutant 2 cm en dedans du rebord postérolatéral de l'acromion, étendue distalement en direction du creux axillaire. Discision dans le sens des fibres du deltoïde postérieur permettant l'exposition des muscles rotateurs externes. Le bras est placé en rotation neutre. Incision verticale de l'infraépineux et de la capsule articulaire postérieure en un plan au niveau de l'interligne postérieur. Le petit rond est préservé pour protéger le nerf axillaire. Exploration articulaire soignée puis le bras est positionné en rotation latérale de 20° permettant la suture du lambeau capsulaire latéral au labrum postérieur.

En présence d'une lésion labrale, le lambeau capsulomusculaire latéral est fixé au rebord glénoïdien postérieur par un ancrage osseux, la lésion labrale étant réparée après avivement de la zone de réinsertion glénoïdienne. La partie médiale de la capsule et de l'infraépineux est alors suturée latéralement sur le plan précédent réalisant ainsi une suture en paletot capsulomusculaire. Une fois la suture réalisée, la mobilité en rotation médiale doit être possible jusqu'à 20°. Le membre supérieur est immobilisé à 20° de rotation latérale, 20° d'abduction et en légère extension. Cette immobilisation est maintenue de 4 à 6 semaines en fonction du type d'instabilité (les instabilités atraumatiques sont immobilisées plus longtemps).

Remarque. Dans l'expérience préliminaire de Hawkins, [39] cinq des six patients opérés par cette technique ont récidivé leur instabilité postérieure, conduisant l'auteur à conseiller un traitement rééducatif. Dans l'expérience de Hurley, [40] les résultats de l'intervention de Putti-Platt postérieure étaient médiocres avec 16 récurrences sur les 22 patients opérés.

Technique de Boyd et Sisk. [41] Cette technique associe une capsulorrhaphie postérieure à un transfert postérieur du chef long du biceps brachial et s'adresse aux luxations traumatiques et atraumatiques. Le tendon du biceps est désinséré du tubercule supraglénoïdien par une voie d'abord postérieure infrapinnale, récupéré en avant par une incision dans l'intervalle des rotateurs puis dérivé le long du bord postérolatéral du col huméral pour être réinséré au bord postérieur de la glène permettant un rappel dynamique de la tête humérale vers l'avant. La réparation de la lésion de Bankart postérieure, voire une capsulorrhaphie postérieure est alors effectuée à l'aide d'un agrafage postérieur sur lequel prend appui le tendon du chef long du biceps qui est donc en situation extra-articulaire.

Cette technique paraît actuellement abandonnée par tous les auteurs.

Technique de réparation capsulolabrale postérieure par voie arthroscopique [42, 43]

Malgré les nombreux avantages qu'offrent les techniques arthroscopiques par rapport aux réparations à ciel ouvert, la réinsertion capsulolabrale postérieure par voie arthroscopique reste un geste difficile nécessitant une expérience solide d'autant plus longue à obtenir que ces lésions sont rarement observées.

“ Point fort

La réparation isolée d'un décollement capsulolabral postérieur doit être réservée aux patients présentant une lésion de Bankart postérieure d'origine traumatique sans hyperlaxité capsulaire associée.

Le patient est installé en décubitus latéral bras en traction à environ 40° d'abduction et 10° à 20° d'antépulsion (une traction verticale complémentaire à l'aide d'une sangle axillaire permet de décoapter l'articulation glénohumérale), ou en position assise (une traction dans l'axe peut être utilisée mais n'est pas obligatoire).

Si l'intervention ne vise qu'à réinsérer la lésion de Bankart postérieure, une voie d'abord postérieure standard et une voie antérieure dans l'intervalle des rotateurs sont suffisantes.

L'utilisation d'une troisième voie postérolatérale et d'une voie antérieure accessoire n'est indispensable qu'en cas de laxité postéro-inférieure nécessitant la réalisation d'une plicature de la capsule inférieure (cf. chapitre sur le traitement arthroscopique de l'instabilité multidirectionnelle).

Toutefois, il paraît souhaitable de décaler la voie postérieure standard de 1 cm en dehors pour faciliter l'accès instrumental et la réinsertion des lésions capsulolabiales.

L'arthroscope introduit par la voie postérieure permet l'exploration endoarticulaire confirmant le décollement de Bankart postérieur et éliminant toute laxité capsulaire inférieure associée.

L'arthroscope est ensuite introduit par la voie antérieure et la voie postérieure devient instrumentale, permettant l'avivement du rebord glénoïdien postérieur à l'aide d'une petite râpe manuelle ou à la fraise motorisée jusqu'à obtenir une surface osseuse saignante sur toute la hauteur lésionnelle. La mise en place d'une canule dans la voie postérieure est hautement souhaitable pour faciliter l'introduction du système d'ancrage et la descente ultérieure des nœuds.

La réinsertion capsulolabrale peut faire appel à des systèmes d'ancrages impactés ou vissés résorbables ou non résorbables introduits par la voie postérieure. L'utilisation d'ancres impactées nécessite la réalisation préalable de l'orifice osseux à l'aide de la mèche adaptée. Soit l'ancre est insérée en premier et l'un des fils est récupéré à travers le plan capsulolabral à l'aide du crochet à suture (utilisation d'un fil relais), soit le plan capsulolabral est chargé en premier par un fil de type PDS® dont l'un des brins est secondairement monté sur l'ancre qui est ensuite impactée.

La suture est réalisée bras en rotation neutre par descente progressive des nœuds (demi-clés, nœuds de pêcheur ou autres) par la voie postérieure.

Deux à trois ancres sont généralement nécessaires ; la tenue des nœuds doit être testée en fin d'intervention à l'aide du crochet palpeur.

Dans la mesure où aucun geste de capsulorrhaphie n'est réalisé, il n'est pas nécessaire d'immobiliser le membre supérieur de façon prolongée et une contention en écharpe durant 3 semaines est suffisante.

Capsulorrhaphies postérieures à ciel ouvert et arthroscopiques

Les techniques de capsulorrhaphies postérieures réalisées à ciel ouvert ou sous arthroscopie sont actuellement privilégiées dans la mesure où elles prennent en compte la laxité inférieure fréquemment associée à l'instabilité postérieure.

En effet, nombre d'auteurs considèrent qu'une lésion de Bankart isolée ne suffit pas à créer la luxation postérieure qui nécessite des lésions de la capsule postérieure et du ligament glénohuméral inférieur associées à une défaillance de l'intervalle des rotateurs.

Ainsi, les patients qui présentent une instabilité récidivante postérieure atraumatique comportent souvent des éléments de laxité multidirectionnelle à prédominance postéro-inférieure, qualifiée d'instabilité bidirectionnelle si la composante inférieure est symptomatique.

La méconnaissance de cette laxité inférieure est responsable de la plupart des échecs des techniques de réinsertions capsulolabiales postérieures isolées expliquant la préférence qui est actuellement donnée aux techniques de capsulorrhaphies postérieures (à ciel ouvert ou arthroscopiques) qui s'inspirent des conceptions de Neer, et qui sont détaillées dans le chapitre consacré aux instabilités multidirectionnelles.

■ Conclusion

L'instabilité récidivante postérieure est fréquemment méconue et beaucoup plus fréquente que la luxation traumatique.

Les formes habituelles doivent être reconnues car elles traduisent une composante psychiatrique et ne relèvent pas du traitement chirurgical.

Les lésions capsulolabiales postérieures sont plus fréquentes que les lésions osseuses.

Les instabilités récidivantes postérieures unidirectionnelles secondaires à un traumatisme initial peuvent se traduire par un décollement capsulopériosté postérieur isolé (Bankart postérieur) rarement observé qui fait privilégier la réparation par voie arthroscopique.

Les instabilités postérieures atraumatiques se caractérisent par une distension capsulaire postéro-inférieure intéressant la bandelette postérieure du ligament glénohuméral inférieur responsable d'une laxité inférieure qui est préférentiellement traitée par les techniques de capsulorrhaphie postérieure à ciel ouvert ou par voie arthroscopique.

Les capsulorrhaphies arthroscopiques sont techniquement exigeantes et réservées aux praticiens rompus à cet exercice ; dans le cas contraire, il faut préférer les techniques à ciel ouvert.

Les butées osseuses postérieures sont préférées s'il existe des lésions osseuses du rebord glénoïdien postérieur ou si la qualité mécanique de la capsule postérieure est insuffisante et en l'absence d'hyperlaxité du plan capsulaire inférieur.

Les ostéotomies glénoïdiennes ou humérales ne sont indiquées qu'en présence d'un vice architectural majeur, exceptionnellement observé.



■ Références

- [1] Gerber C, Nyffeler RW. Classification of glenohumeral joint instability. *Clin Orthop Relat Res* 2002;**400**:65-76.
- [2] Velghe A, Humblet P, Lesire MR, Liselele D. Luxation postérieure récente de l'épaule : irréductibilité par interposition du long biceps. À propos de deux cas. *Rev Chir Orthop* 1988;**74**:782-5.
- [3] Loedenberg MI, Cuomo F. The treatment of chronic anterior and posterior dislocations of the glenohumeral joint and associated articular surface defects. *Orthop Clin North Am* 2000;**31**:23-34.
- [4] Hawkins RJ, Neer 2nd CS, Pianta RM, Mendoza FX. Locked posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1987;**69**:9-18.
- [5] Cicak N. Posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 2004;**86**:324-32.
- [6] Dubousset J. Luxations postérieures de l'épaule. *Rev Chir Orthop* 1967;**53**:65-85.
- [7] MacLaughlin HL. Posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1952;**34**:584-90.
- [8] MacLaughlin HL. Posterior dislocation of the shoulder (follow-up note). *J Bone Joint Surg Am* 1962;**44**:1477.

- [9] Hughes M, Neer 2nd CS. Glenohumeral joint replacement and post operative rehabilitation. *Phys Ther* 1975;**55**:850-8.
- [10] Checchia SL, Santos PD, Miyazaki AN. Surgical treatment of acute and chronic posterior fracture-dislocation of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 1998;**7**:53-65.
- [11] Mestdagh H, Maynou C, Delobelle JM, Urvoy P, Butin E. Les luxations postérieures traumatiques de l'épaule chez l'adulte. À propos de 25 cas. *Ann Chir* 1994;**48**:355-63.
- [12] Gerber C, Lambert SM. Allograft reconstruction of segmental defects of the humeral head for the treatment of chronic locked posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1996;**78**:376-82.
- [13] Connor PM, Boatright JR, D'Alessandro DF. Posterior fracture-dislocation of the shoulder: treatment with acute osteochondral grafting. *J Shoulder Elbow Surg* 1997;**6**:480-5.
- [14] Augereau B, Leyder P, Apoil A. Traitement des luxations postérieures invétérées de l'épaule par double abord et butée osseuse rétroglénoïdienne. *Rev Chir Orthop* 1982;**69**(suppl):89-90.
- [15] Sperling JW, Pring M, Antuna SA, Cofield RH. Shoulder arthroplasty for locked posterior dislocation of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;**13**:522-4.
- [16] Cheng SL, Mackay MB, Richards RR. Treatment of locked posterior fracture-dislocations of the shoulder by total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 1997;**6**:11-7.
- [17] Petersen SA. Posterior shoulder instability. *Orthop Clin North Am* 2000;**31**:263-74.
- [18] Hindenach JC. Recurrent posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg* 1947;**29**:582-6.
- [19] Fried A. Habitual posterior dislocation of the shoulder joint. A report on 5 operated cases. *Acta Orthop Scand* 1949;**18**:329-45.
- [20] Fronek J, Warren RF, Bowen M. Posterior subluxation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am* 1989;**71**:205-16.
- [21] Mowery CA, Garfin SR, Booth RE, Rothman RH. Recurrent posterior dislocation of the shoulder: treatment using a bone block. *J Bone Joint Surg Am* 1985;**67**:777-81.
- [22] Essadki B, Dumontier C, Sautet A, Apoil A. Instabilité postérieure de l'épaule chez le sportif traitée par butée iliaque. À propos de 6 observations. *Rev Chir Orthop* 2000;**86**:765-72.
- [23] Kouvalchouk JF, Coudert X, Watin-Augouard L, Da Silva Rosa R, Paszkowski A. Le traitement des instabilités postérieures de l'épaule par butée acromiale pédiculée à un lambeau deltoïdien. *Rev Chir Orthop* 1993;**79**:661-5.
- [24] Sirveaux F, Leroux J, Roche O, Gosselin O, de Gasperi M, Molé D. Traitement de l'instabilité postérieure de l'épaule par butée iliaque ou acromiale. *Rev Chir Orthop* 2004;**90**:411-9.
- [25] Scott DJ. Treatment of recurrent posterior dislocations of the shoulder by glenoplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1967;**49**:471-6.
- [26] Metcalf MH, Duckworth DG, Lee SB. Posteroinferior glenoplasty can change glenoid shape and increase the mechanical stability of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;**8**:205-13.
- [27] Inui H, Sugamoto K, Miyamoto T, Yoshikawa H, Machida A, Hashimoto J, et al. Glenoid shape in atraumatic posterior instability of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 2002;**403**:87-92.
- [28] Hawkins RH. Glenoid osteotomy for recurrent posterior subluxation of the shoulder: assessment by computed axial tomography. *J Shoulder Elbow Surg* 1996;**5**:393-400.
- [29] Brewer BJ, Wubben RC, Carrera GF. Excessive retroversion of the glenoid cavity. *J Bone Joint Surg Am* 1986;**68**:724-31.
- [30] Gerber C, Ganz R, Vinh TS. Glenoplasty for recurrent posterior shoulder instability. An anatomic reappraisal. *Clin Orthop Relat Res* 1987;**216**:70-9.
- [31] Wirth M, Seltzer DG, Rockwood CA. Recurrent posterior glenohumeral dislocation associated with increased retroversion of the glenoid. A case report. *Clin Orthop Relat Res* 1994;**308**:98-101.
- [32] Weber BG, Simpson LA, Hardegger F. Rotational humeral osteotomy for recurrent anterior dislocation of the shoulder associated with a large Hill-Sachs lesion. *J Bone Joint Surg Am* 1984;**66**:1443-9.
- [33] Porteous MJ, Miller AJ. Humeral rotation osteotomy for chronic posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 1990;**72**:468-9.
- [34] Vukob V. Posterior dislocation of the shoulder with a large anteromedial defect of the head of the humerus. *Int Orthop* 1985;**9**:37-40.
- [35] Chaudhuri GK, Sengupta A, Saha AK. Rotation osteotomy of the shaft of the humerus for recurrent dislocation of the shoulder, anterior and posterior. *Acta Orthop Scand* 1974;**45**:193.
- [36] Surin W, Blader S, Marhede G, Sundholm K. Rotational osteotomy of the humerus for posterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1990;**72**:181-6.
- [37] Tibone J, Ting A. Capsulorrhaphy with a staple for recurrent posterior subluxation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1990;**72**:999-1002.
- [38] Hawkins RJ, Janda DH. Posterior instability of the glenohumeral joint: a technique of repair. *Am J Sports Med* 1996;**24**:275-8.
- [39] Hawkins RJ, Koppert G, Johnston G. Recurrent posterior instability (subluxation) of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1984;**66**:169-74.
- [40] Hurley JA, Anderson TE, Dear W, Andrich JT, Bergfeld JA, Weiker GG. Posterior shoulder instability. *Am J Sports Med* 1992;**20**:396-400.
- [41] Boyd HB, Sisk TD. Recurrent posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1972;**54**:779-86.
- [42] Mair SD, Zarzour R, Speer KP. Posterior labral injury in contact athletes. *Am J Sports Med* 1998;**26**:753-8.
- [43] Williams 3rd RJ, Strickland S, Cohen M, Altchek DW, Warren RF. Arthroscopic repair for traumatic posterior shoulder instability. *Am J Sports Med* 2003;**31**:203-9.

C. Maynou (c-maynou@chru-lille.fr).

Service d'orthopédie A, centre hospitalier universitaire régional de Lille, hôpital R. Salengro, boulevard Émile-Laine, 59037 Lille cedex, France.

P. Hardy.

Centre hospitalier universitaire régional Ambroise Paré, 9, avenue du Général-De-Gaulle, 92110 Boulogne, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Maynou C., Hardy P. Traitement chirurgical de l'instabilité postérieure de l'épaule. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-263, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Traitement chirurgical des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus de l'adulte

**F Boillot
H Olivier**

Résumé. – Vingt pour cent des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus relèvent du traitement chirurgical. Les auteurs décrivent les diverses installations possibles et les principales techniques utilisées : ostéosynthèses directes, indirectes, et arthroplastie, sans entrer dans le détail des indications qui restent encore affaire d'écoles.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

Quatre-vingt à 85 % des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus peuvent être traitées orthopédiquement. Ce traitement s'adresse à toutes les fractures peu ou non « déplacées ». Cette notion d'absence de déplacement reste purement arbitraire : Neer la définit comme une bascule de la tête inférieure à 45° ou/et un déplacement des fragments de moins de 1 cm [1]. Cette attitude est justifiée par les bons résultats du traitement orthopédique. De plus, dans le cas de fractures peu ou non déplacées, le risque de survenue de nécrose de la tête humérale est faible et son retentissement fonctionnel peu important [7].

Pour 20 à 15 % des fractures, instables ou à grand déplacement, le traitement est chirurgical. Certaines conditions (os de mauvaise qualité, mauvais état général du patient) peuvent amener à traiter orthopédiquement ce type de fractures.

Nous nous intéresserons ici uniquement aux techniques chirurgicales sans entrer dans le détail des indications qui restent encore affaire d'écoles.

Nous décrirons dans un premier temps les différentes installations possibles, puis les manœuvres de réduction et enfin les différentes ostéosynthèses : directes par abord du foyer de fracture, où la réduction de la fracture est contemporaine de la fixation ; indirectes, sans abord du foyer de fracture, où la réduction doit être le plus souvent faite dans un premier temps avant de stabiliser la fracture.

Les prothèses d'épaules font l'objet d'un développement distinct.

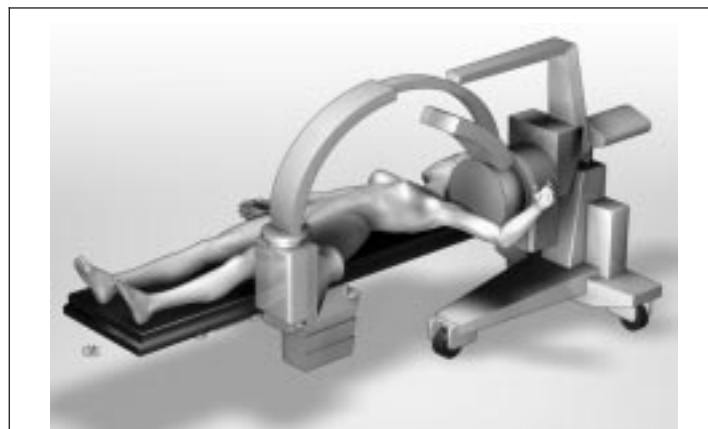
Enfin sont traitées les fractures parcellaires (trochin, trochiter).

Installations

Plusieurs types d'installation sont possibles pour réduire et stabiliser les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus. Il est capital de s'assurer avant toute manœuvre de réduction et d'ostéosynthèse que l'amplificateur de brillance procure des incidences de face et de profil parfaites.

Installation en décubitus dorsal (fig 1)

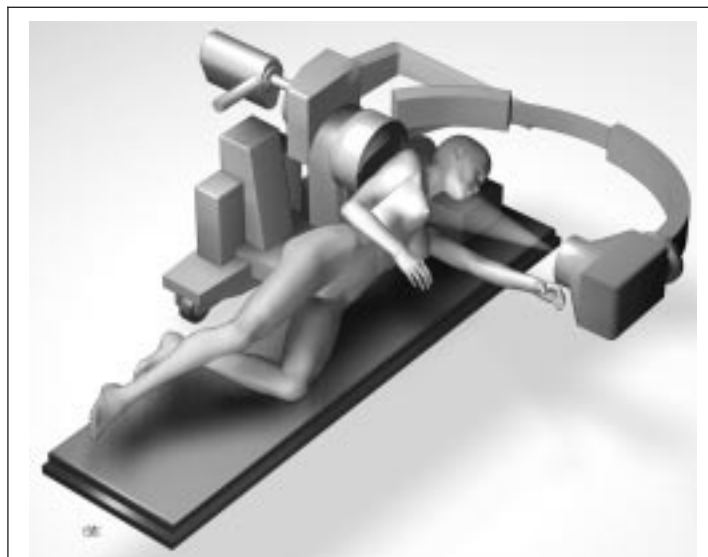
Le patient est installé sur le dos, sur table ordinaire, l'épaule est dégagée et surélevée par un coussin placé au bord spinal de l'omoplate. La tête est tournée du côté opposé à la fracture. Le bras est laissé libre sur une tablette. Deux appuis de cuisse et un cale-pieds permettent d'incliner la table vers le bas de 20°. L'amplificateur de brillance est placé à la tête du patient. L'arc de rotation est parallèle au patient. Il permet d'obtenir une vue de face et de profil sans bouger le bras, pourvu que celui-ci soit en légère abduction.



1 Installation en décubitus dorsal.

François Boillot : Ancien chef de clinique assistant.
Hervé Olivier : Chef de service.
Service de chirurgie orthopédique, hôpital Saint-Michel, 33, rue Olivier-de-Serres,
75730 Paris cedex 15, France.

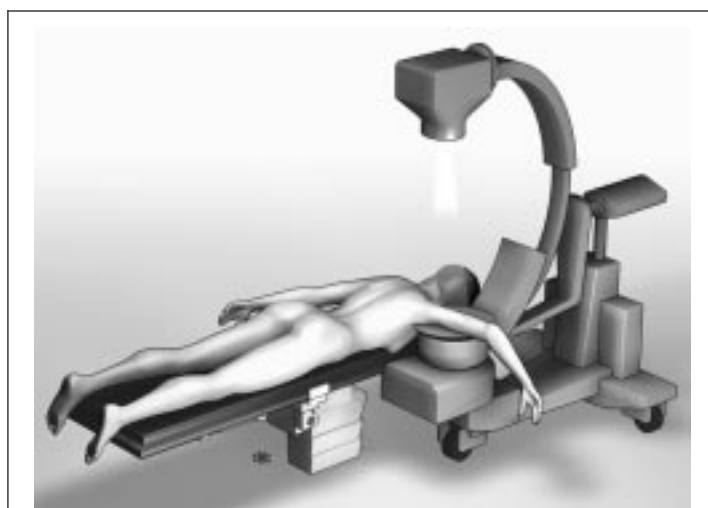
Toute référence à cet article doit porter la mention : Boillot F et Olivier H. Traitement chirurgical des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus de l'adulte. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-290, 1999, 9 p.



2 Installation en décubitus latéral.



4 Installation en procubitus.



3 Installation en débubitus ventral.

Installation en décubitus latéral (fig 2)

Le patient est installé sur le côté, sur une table ordinaire, calé par un appui fessier, pubien et thoracique. Le membre fracturé est installé sur une gouttière antibrachiale réglable. L'amplificateur de brillance est installé au-dessus du patient. L'arc de rotation est parallèle au patient. Le profil est obtenu en donnant une abduction au bras.

Installation en débubitus ventral (fig 3)

Elle peut se faire sur table ordinaire ou sur table orthopédique en cas de traction translécraniennne associée. Le patient est installé sur le ventre, avec une sangle ou un appui placé sur le bras. L'avant-bras est laissé libre ou placé sur une traction translécraniennne, l'épaule est bien dégagée de la table. La contre-extension est réalisée par le poids du corps en inclinant la table du côté sain. L'amplificateur de brillance est installé au-dessus du patient. L'arc de rotation est parallèle au patient.

Installation en procubitus (beach chair) (fig 4)

La table ordinaire est retournée et cassée à 80°. Le patient est installé la tête sur les segments jambiers de la table. Un coussin est mis sous la fesse homolatérale pour extérioriser l'épaule. Le membre opéré est laissé libre, l'autre repose sur un appui d'avant-bras. Les genoux sont fléchis par un coussin placé sous les creux poplités. Le thorax est fixé par une sangle large passée en pont sous la table ou par un appui-thorax fixé du même côté que le membre opéré. Une minerve permet d'éviter la chute de la tête. L'amplificateur de brillance est placé à la tête du patient. L'arc de rotation est parallèle au patient.

Réduction

En cas d'ostéosynthèse indirecte, il est nécessaire d'obtenir auparavant une réduction la plus anatomique possible. Elle se fait sous anesthésie générale et sous amplificateur de brillance.

Il peut arriver que la fracture soit jugée stable une fois la réduction obtenue. Dans ce cas, aucune ostéosynthèse n'est nécessaire. La fracture est immobilisée par un bandage type Dujarrier avec des contrôles radiographiques à 48 heures, 8 jours et 15 jours. La rééducation est débutée à 1 mois.

Fractures isolées

Dans les fractures non associées à une luxation, cette réduction est le plus souvent obtenue par une traction discrète dans l'axe du bras, celui-ci étant à 30 à 50° d'abduction. Il faut souvent y associer une pression sur le foyer de fracture et une antépulsion du bras pour réduire le déplacement en extension du fragment épiphysaire. Il peut être nécessaire de repousser la diaphyse ou la tête en dehors par l'index plongé dans l'aisselle. Les réductions imparfaites peuvent être parfois corrigées par les différentes ostéosynthèses indirectes. Ces manœuvres seront décrites dans les chapitres correspondants. L'irréductibilité de la fracture peut amener à pratiquer une ouverture à minima par voie deltopectorale du foyer en cas de choix d'une ostéosynthèse indirecte, ou opter pour une ostéosynthèse directe qui permet une réduction à ciel ouvert.

Luxations-fractures antérieures

Si la fracture est engrenée, il est licite de tenter une réduction orthopédique : la réduction est obtenue par les manœuvres classiques mais avec une extrême prudence. On peut s'aider d'un poinçon appliqué sur la tête en percutané. L'irréductibilité, le plus souvent par interposition du long biceps ou du trochiter, ainsi que le désengrènement de la fracture, imposent l'abord du foyer de fracture. En cas de luxation-fracture désengrénée, nous conseillons l'abord d'emblée par voie deltopectorale.

Luxations-fractures postérieures

De la même manière, on peut tenter une réduction en cas d'engrènement de la fracture. La réduction est tentée sur un patient en débubitus dorsal par traction en adduction et en légère rotation externe, un aide refoule vers l'avant le fragment céphalique. En cas d'échec, il est nécessaire d'avoir recours à une réduction à ciel ouvert par voie deltopectorale.

Voies d'abord

Nous ne reprendrons pas la description des différentes voies d'abord de l'extrémité supérieure de l'humérus, qui ont déjà fait l'objet d'un article dans ce traité, mais rappellerons les points importants des voies classiquement utilisées. Quelle que soit la voie d'abord utilisée, elle doit être la moins agressive possible pour préserver toute vascularisation résiduelle.

Voie deltopectorale

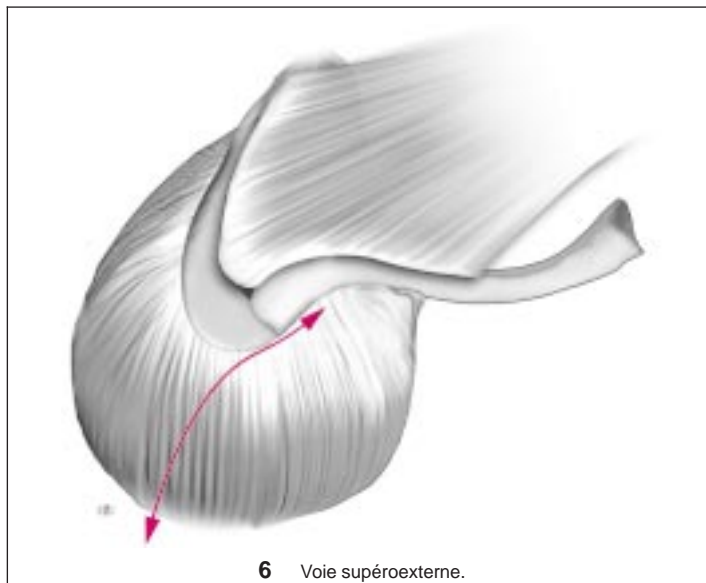
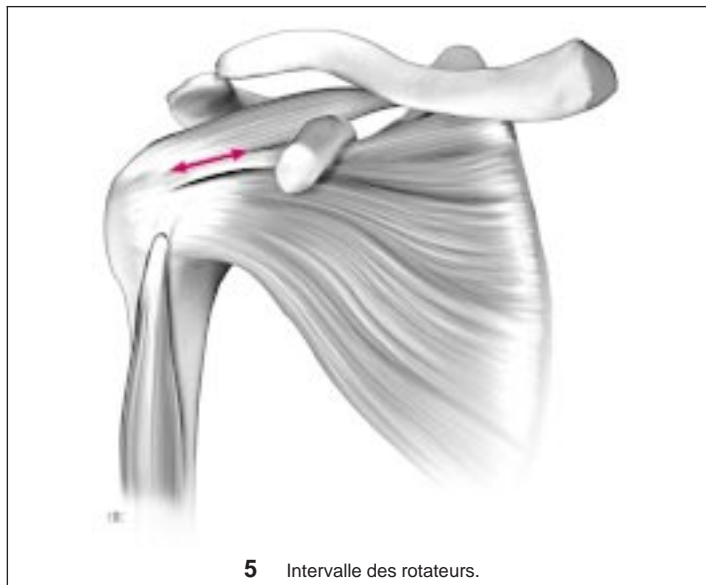
Elle reste la voie la plus utilisée pour aborder l'articulation scapulo-humérale. Une fois le deltoïde et le pectoral clivés, l'abord peut se faire en transfracturaire tel que Neer ^[13] et Bigliani ^[4] l'ont décrit.

En cas de fracture intéressant les tubérosités, Neer décrit un abord transtubérositaire, se prolongeant en haut par clivage de l'intervalle des rotateurs (fig 5). Les fragments sont ouverts et permettent ainsi d'atteindre le fragment céphalique qui se trouve habituellement entre les tubérosités. La réduction ou l'ablation de la tête pour la mise en place d'une prothèse est très facile.

La voie deltopectorale permet toutes les interventions sur l'extrémité supérieure de l'humérus.

Voie supéroexterne (fig 6)

L'incision débute au bord antérieur de l'articulation acromio-



claviculaire, longe le bord antérieur de l'acromion puis descend vers la pointe du V deltoïdien sur 4 cm. La peau et le tissu sous-cutané sont décollés du muscle deltoïde sur 1 cm. Celui-ci est clivé à partir de l'angle antéroexterne de l'acromion dans l'axe de ses fibres sur 4 cm afin de ne pas léser le nerf circonflexe. La bourse sous-deltoïdienne est excisée. Le ligament acromioclaviculaire peut être conservé. En cas de fractures des tubérosités, l'abord fracturaire en transtubérositaire est aussi possible.

Cette voie est la voie élective des fractures des tubérosités. Elle peut être utilisée pour certaines ostéosynthèses directes ne nécessitant qu'un jour limité sur l'extrémité supérieure de l'humérus. Elle peut être utilisée pour l'implantation des prothèses humérales simples.

Ostéosynthèses indirectes

Embrochages

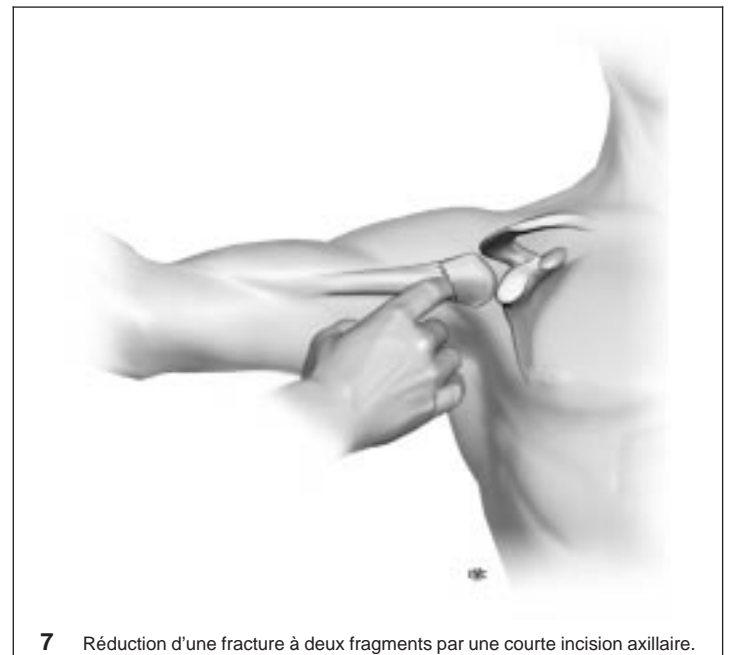
Ces techniques s'adressent essentiellement aux fractures du col chirurgical, à deux fragments. Certains la proposent également dans les fractures du col chirurgical avec un trait de refend trochantérien, à trois fragments.

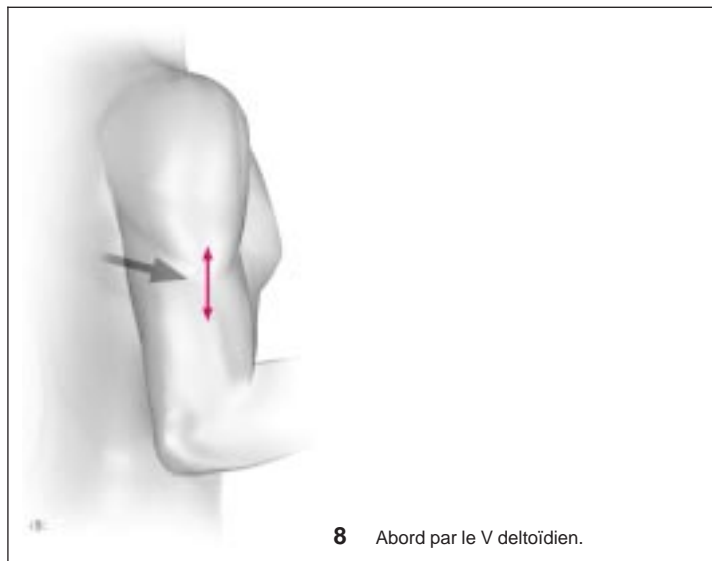
Embrochage à partir du V deltoïdien (Kapandji) ^[10]

Le patient est installé en décubitus dorsal ou latéral. La réduction est effectuée. En cas de réduction imparfaite, on peut compléter celle-ci en repoussant la tête ou le fragment diaphysaire au doigt par une courte incision antéropostérieure à la partie supérieure du sommet du creux axillaire (Kapandji) (fig 7) mais cette manœuvre peut être dangereuse pour le nerf circonflexe et on peut lui préférer une courte voie deltopectorale.

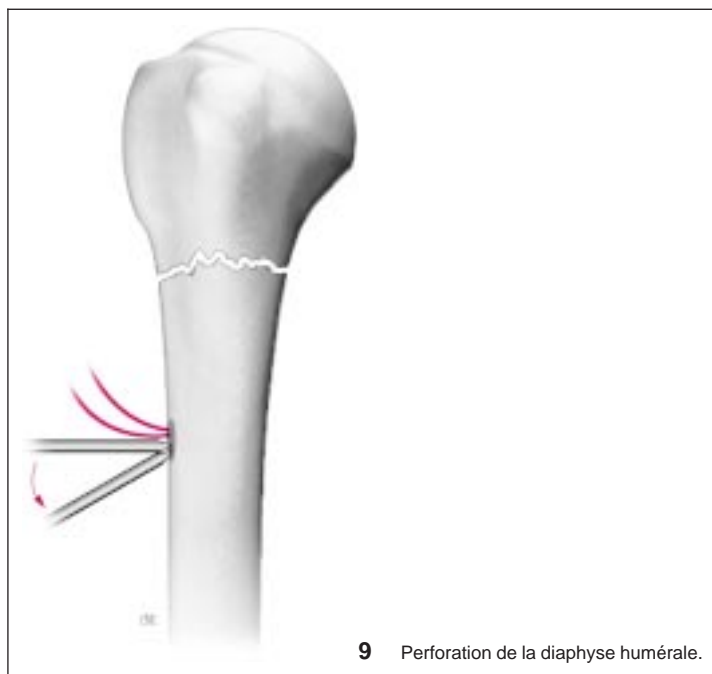
Par une courte incision de 3 cm, la pointe du deltoïde est repérée à la face externe de l'humérus (fig 8). On effectue ensuite un trou de 6 mm de diamètre par des mèches successives, oblique en haut et en dedans (fig 9). Des broches de 20/10 préalablement béquillées et épointées sont introduites successivement par un nez américain. Le sens du béquillage est repéré par rapport au manche du nez américain. La broche pénètre jusque dans le spongieux de la tête, la différence de consistance est très bien perçue. Les broches sont ensuite orientées de manière divergente (fig 10). Lorsque le fragment céphalique se mobilise lors de la montée des broches, on peut le fixer temporairement à la glène par une broche. Trois broches sont suffisantes pour assurer une bonne stabilité. Leurs bonnes positions sont vérifiées par l'amplificateur et par la liberté de mouvement sans « grattement », ce qui témoignerait de l'effraction intra-articulaire d'une broche. Les broches sont recourbées à angle droit et coupées à 2 cm de l'os (fig 11).

Le bras est placé dans une écharpe lâche jusqu'à disparition des phénomènes douloureux, c'est-à-dire 3 ou 4 jours. Les différents gestes





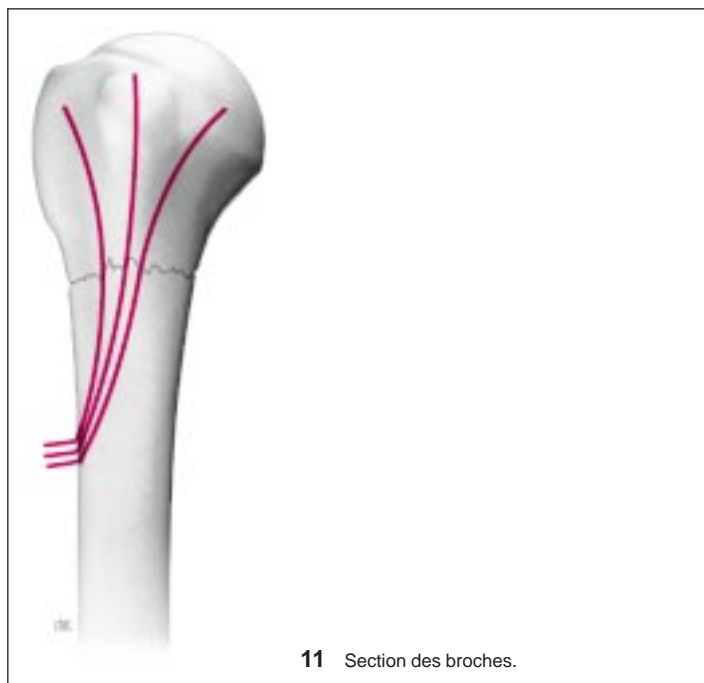
8 Abord par le V deltoïdien.



9 Perforation de la diaphyse humérale.



10 Disposition des broches.



11 Section des broches.

de la vie quotidienne sont autorisés en limitant l'abduction à 90° pendant 45 jours. Il convient de contrôler le montage aux dixième et vingtième jours par des clichés de face et de profil axillaire. Les broches sont enlevées à partir de la cinquième semaine.

Cette technique a l'avantage de sa simplicité et son innocuité. La voie d'abord est simple, peu délabrante. Le seul rapport est le nerf radial, qui aborde la loge antérieure 4 à 6 cm sous le V deltoïdien.

Embrochage par voie sus-olécraniennne (Hacquetal) ^[1]

Le patient est installé en décubitus latéral ou ventral. La réduction obtenue, l'incision est médiane et transtricipitale, débutant à la pointe de l'olécrane et remontant sur 5 cm (fig 12).

Après dissociation des fibres musculaires du triceps, la fossette olécraniennne est repérée. L'humérus est trépané 2,5 à 3 cm au-dessus du bord supérieur de la fossette olécraniennne. L'orifice est d'abord effectué à la pointe carrée puis élargi par des mèches de diamètre croissant ou par une pince gouge. Trois ou quatre broches de 20/10, longues de 40 à 50 cm, préalablement béquillées à leur extrémité supérieure, sont introduites sous contrôle de l'amplificateur de brillance. L'extrémité des broches doit être à 1 cm du cartilage articulaire. Elles doivent être divergentes au niveau céphalique pour assurer une meilleure tenue. Les broches sont ensuite recourbées et sectionnées à 1 cm de l'os. Le bras est ensuite immobilisé dans un bandage type Dujarrier pour 5 semaines. Certains préconisent un remplissage maximal de la cavité médullaire afin d'obtenir une meilleure stabilisation et d'éviter la migration des

broches. Dans ce cas, les dernières broches sont introduites par la partie inférieure du trou de trépan. Elles sont de diamètre inférieur. Elles doivent pouvoir se fixer au niveau céphalique. Une simple immobilisation par une écharpe antalgique est dans ce cas suffisante. La rééducation est immédiate. L'inconvénient de cette technique réside dans sa voie d'abord qui compromet la mobilité du coude. Le rapport dangereux est le nerf radial qui croise la face postérieure de l'humérus à son tiers moyen.

Embrochage par l'épicondyle ^[16]

L'installation du patient se fait en décubitus latéral ou en position assise.

La réduction obtenue, l'incision débute au-dessus de la pointe de l'épicondyle. La trépanation de l'humérus est effectuée à la pointe de l'épicondyle (fig 13). Le pilier externe est trépané de manière ascendante parallèlement à sa face antérieure par une grosse pointe carrée. Trois ou quatre broches de 20/10 sont introduites et contrôlées sous scopie.

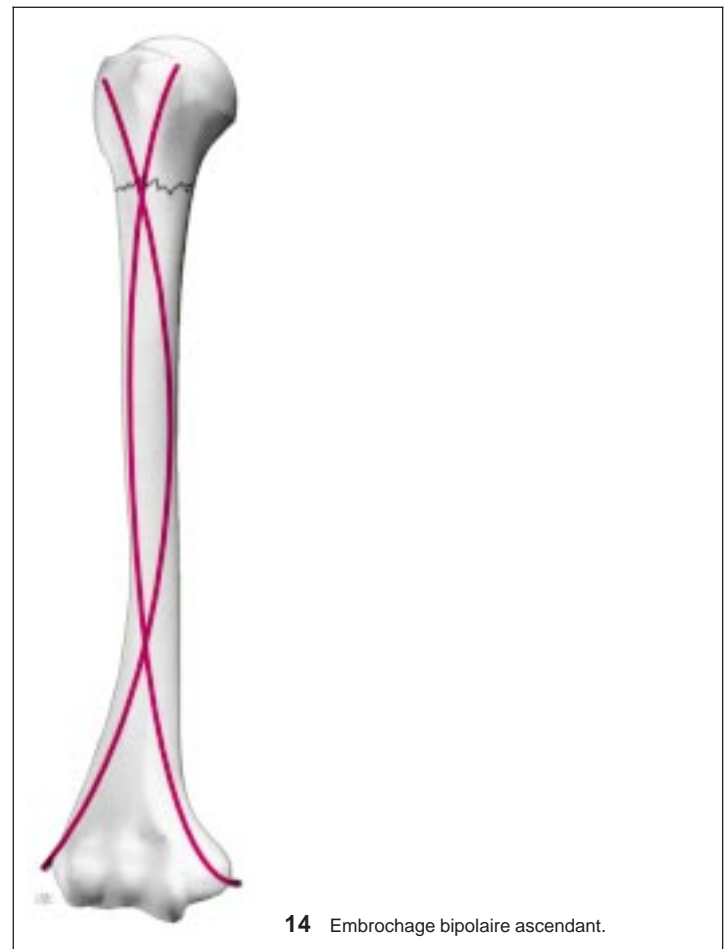
Cette technique a l'avantage de donner moins d'ossification et de raideur du coude que l'embrochage sus-olécranienn. Son inconvénient est la proximité de la peau de l'extrémité distale des broches. Certains ont



12 Abord sus-olécranien.



13 Embrochage épicondylien.



14 Embrochage bipolaire ascendant.

proposé la trépanation du pilier externe à la face postérieure de l'humérus, au-dessus de l'insertion du long supinateur, mais la montée des broches peut s'avérer plus difficile.

Embrochage par l'épicondyle et l'épitrôchlée (fig 14) [15]

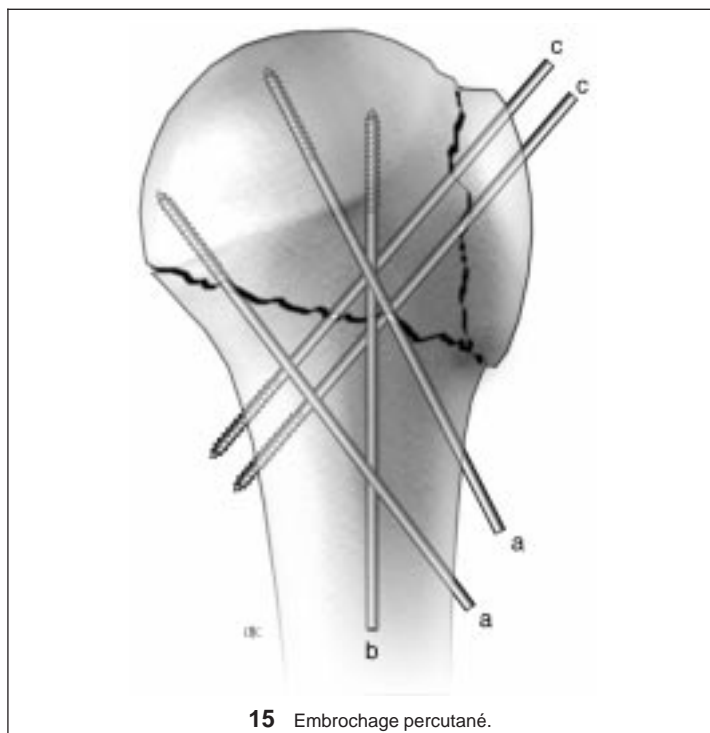
Cet embrochage s'effectue avec des clous de Ender modifiés et réalise un enclouage bipolaire ascendant à partir de l'épitrôchlée et de l'épicondyle. Le patient est installé en décubitus dorsal. On débute par l'abord épitrôchléen, un peu en avant de la pointe de l'épitrôchlée en désinsérant si nécessaire les muscles épitrôchléens ; le nerf cubital est nettement plus postérieur et ne doit pas être vu. On effectue un forage à la pointe carrée large en dessous du sommet de l'épitrôchlée. Il faut viser en haut en dedans, parallèle à la face antérieure de l'épitrôchlée. Le clou de Ender modifié (de diamètre 3 ou 3,5) est poussé jusque dans la tête en

cas de réduction accomplie ou s'arrête au foyer de fracture dans le cas contraire. Il faut dans ce dernier cas effectuer à ce moment la réduction, la relative rigidité du clou permet son impaction au marteau et peut aider la réduction. Le deuxième clou, de diamètre identique ou de 4,5, est introduit au niveau de l'épicondyle et va se ficher dans la région trochitérienne.

On peut choisir de monter les deux clous jusqu'au foyer de fracture puis les faire franchir alternativement ce foyer afin de minimiser le risque de déplacement. Le bras est immobilisé par un montage Dujarrier pour une période de 5 semaines. Les promoteurs de cette technique avancent le meilleur blocage des rotations grâce à l'élasticité et la relative rigidité des clous par rapport aux broches. Il n'existe cependant qu'un seul clou au niveau de la tête et le risque d'enraidissement du coude est le même que pour les techniques d'embrochage par voie épitrôchléenne ou épicondylienne.

Embrochage percutané [7, 9]

Cette technique s'adresse aux sujets ayant un os de bonne qualité. Pour les promoteurs, le segment épiphysaire doit comporter des travées osseuses denses et l'épaisseur de la corticale de l'humérus doit être d'au moins 3 mm. Cette technique nécessite également une réduction préalable stable : la mobilisation passive du bras une fois la réduction effectuée ne doit pas mobiliser les différents fragments. Le patient est installé en décubitus dorsal. La réduction obtenue, les broches utilisées sont de diamètre 25/10 à filetage distal pour éviter les migrations. Une première broche est introduite en arrière de l'insertion du deltoïde pour éviter de léser le nerf circonflexe, à 45° de bas en haut et à 30° d'avant en arrière pour tenir compte de la rétroversion de la tête humérale. Cette première broche doit prendre appui à distance du trait de fracture pour assurer un montage solide. Il faut éviter une insertion trop basse en dessous de l'insertion du deltoïde pour ne pas léser le nerf radial. Une seconde broche est introduite de la même manière, parallèlement. La troisième broche prend appui sur le cortex antérieur du fût huméral et est introduite d'avant en arrière et de bas en haut. En cas de fracture déplacée du trochiter associée ou systématiquement pour certains, deux autres broches sont introduites de haut en bas et d'arrière en avant, du



15 Embrochage percutané.

trochiter vers la corticale interne de l'humérus (fig 15). Les broches sont coupées de façon à rester sous-cutanées. La surveillance postopératoire est assurée par des radiographies prises aux dixième et vingtième jours. On peut enlever les broches du trochiter à la troisième semaine, les autres à partir de la sixième semaine. La rééducation active peut être débutée à la sixième semaine.

Cette technique, justifiée par la préservation de la vascularisation de la tête humérale, est plutôt à opposer aux ostéosynthèses directes dans le choix du traitement d'une fracture à trois fragments. Elle peut néanmoins être utilisée dans les fractures à deux fragments mais ne présente pas un intérêt majeur par rapport aux autres techniques, les broches passées en transdeltôïdien empêchant toute rééducation précoce.

Clous

Cette technique peut s'effectuer de manière descendante (clou de Postel) ou ascendante (clou de Marchetti-Vicenzi).

Clou de Postel

Une mesure radiologique préopératoire permet de choisir le diamètre et la longueur adéquate du clou. L'abord se fait par une voie supéroexterne, le ligament acromioclaviculaire est excisé, l'intervalle des rotateurs est repéré. L'introduction du clou se fait à ce niveau à la limite du cartilage articulaire et du massif du trochiter (fig 16). Deux ou trois clous de diamètre croissant mais inférieur à celui déterminé par la mesure préopératoire sont progressivement introduits. Le diamètre choisi doit permettre de bloquer les rotations, l'extrémité du clou doit affleurer la corticale de la tête humérale de manière à ne pas entrer en conflit avec la voûte acromiale. L'intervalle des rotateurs est soigneusement refermé. La rééducation peut être débutée immédiatement, en évitant les rotations pendant 45 jours.

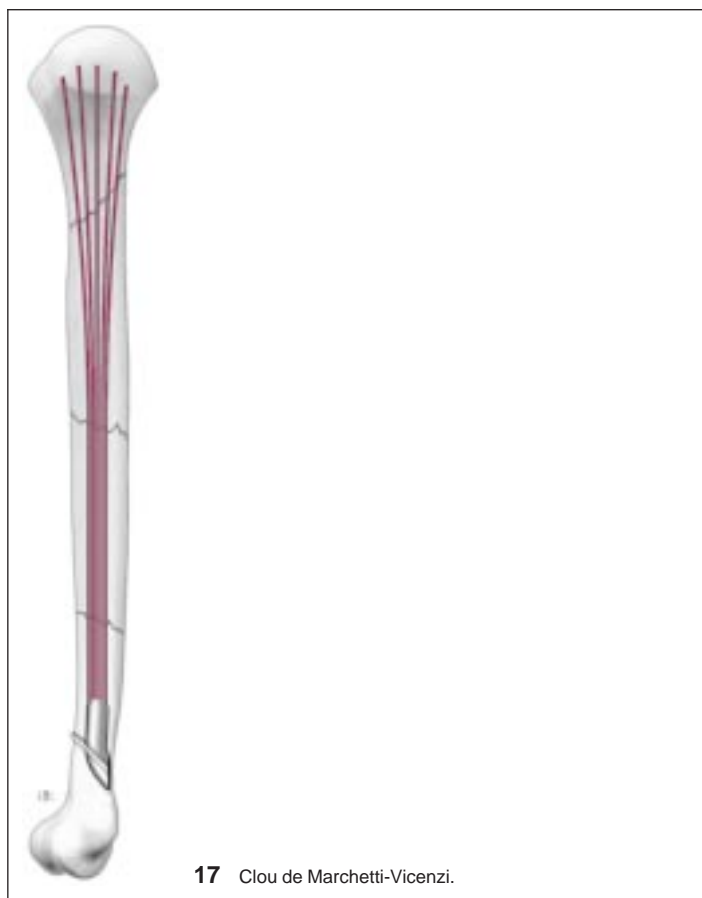
L'avantage de cette technique est sa simplicité. Les inconvénients sont le risque de fracture iatrogène de la diaphyse humérale ou du trochiter lors de l'introduction d'un clou trop large et de conflit avec la voûte acromiale par l'extrémité supérieure du clou. Cette technique n'est pas recommandée dans les fractures avec trait de fracture intertubérositaire. De plus, la prise dans le fragment cervicocéphalique reste médiocre, avec dans certains cas une absence de blocage des rotations.

Clou de Marchetti-Vicenzi (fig 17)

Le clou de Marchetti-Vicenzi est assimilé aux embrochages par voie sus-olécranienne. Ce clou est constitué d'un corps cylindrique angulé

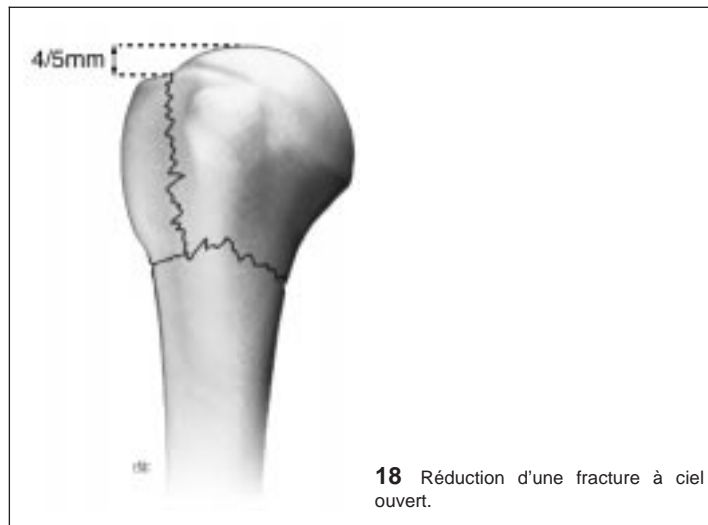


16 Clou de Postel.



17 Clou de Marchetti-Vicenzi.

vers l'avant et de quatre ou cinq brins. Il existe différentes tailles. Il est introduit par voie sus-olécranienne. Les brins sont maintenus fermés par une tige qui passe dans des boucles fixées à leurs extrémités. Le clou est



18 Réduction d'une fracture à ciel ouvert.

monté jusqu'à la tête humérale, son extrémité doit dépasser le foyer de fracture. Le clou est ouvert en retirant la tige de largage. La progression du clou permet aux brins de venir se bloquer dans l'os spongieux. Le blocage distal est obtenu en insérant une vis dans la corticale antérieure. La rééducation est commencée immédiatement.

Cette technique présente les avantages et les inconvénients des embrochages par voie sus-olécraniennne. Il peut être difficile d'obtenir l'expansion des brins quand l'os spongieux est dense.

Ostéosynthèses directes

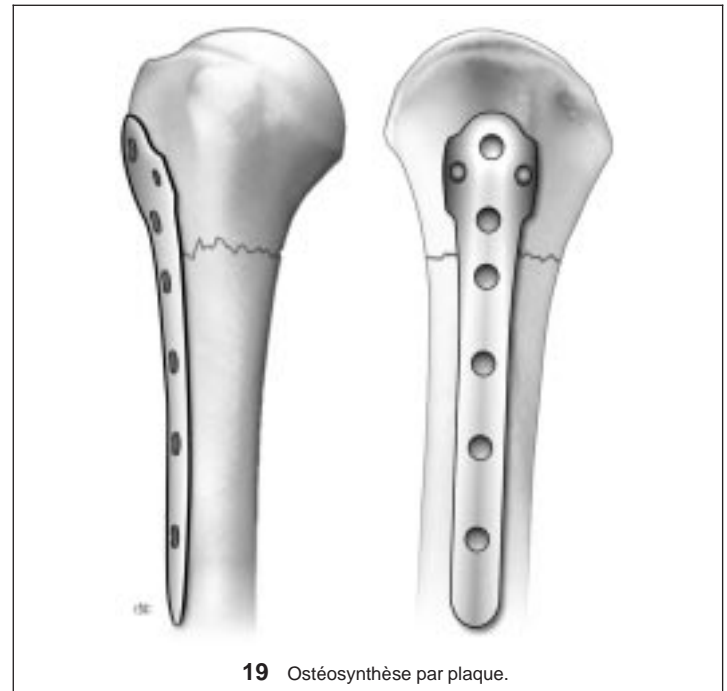
Les ostéosynthèses directes visent à effectuer réduction et stabilisation de la fracture à ciel ouvert. Elles nécessitent un os de bonne qualité. Le choix d'une ostéosynthèse à ciel ouvert impose la réduction anatomique de la fracture et un montage stable maintenant cette réduction car les cals vicieux articulaires associés à une nécrose sont souvent très péjoratifs quant au résultat fonctionnel. Il est important d'avoir un cliché radiographique controlatéral de l'épaule saine en rotation neutre afin de pouvoir comparer la morphologie de l'humérus.

Réduction de la fracture

Le patient est installé en décubitus dorsal. La voie d'abord peut être deltopectorale ou supéroexterne. Dans ce dernier cas, le jour sur l'extrémité supérieure de l'humérus est réduit et rend difficile une ostéosynthèse directe complémentaire par plaque. Il faut éviter de sectionner le muscle sous-scapulaire car c'est souvent le seul porte-vaisseaux subsistant. La dissection, la réduction et la stabilisation peuvent compromettre une vascularisation déjà précaire. Les différents gestes doivent être limités au minimum. En cas de fracture à trois fragments ou céphalotubérositaire, l'abord se fait en transfracturaire, soit intertubérositaire. Il faut prendre garde de ne pas blesser la branche ascendante de l'artère circonflexe antérieure qui chemine le long de la gouttière bicipitale. Le fragment céphalique est prudemment relevé à la spatule ou au chasse-greffon en conservant une charnière interne si elle existe. La hauteur du relèvement est estimée par rapport au trochiter : celui-ci étant réduit sur la diaphyse humérale par sa partie inférieure, la partie externe du fragment céphalique doit se situer au niveau de l'insertion du sus-épineux (fig 18) ou 4 à 5 mm au-dessus du sommet du trochiter. La réduction d'une fracture à deux fragments est plus aisée. Le fragment céphalique est souvent en rotation interne (antépulsion). La stabilisation peut se faire de plusieurs manières.

Stabilisation par greffe [14]

Elle s'applique aux fractures à trois ou quatre fragments à charnière interne préservée. Le vide créé en sous-céphalique, qui correspond à l'impaction de la tête, peut être comblé par une greffe corticospongieuse ou spongieuse pure, voire du ciment chez le sujet âgé. L'abord est intertubérositaire, le relèvement s'effectue prudemment à la spatule en prenant soin de conserver la charnière interne. La seule greffe peut



19 Ostéosynthèse par plaque.

donner une réduction stable mais en cas de doute il vaut mieux effectuer une fixation complémentaire par fils transosseux. En postopératoire, l'épaule est immobilisée sur un Dujarrier en abduction pour 3 semaines. La rééducation active est débutée à partir de la sixième semaine.

Stabilisation par embrochage [2]

Elle s'applique aux fractures à deux ou trois fragments.

Certains proposent d'asseoir la réduction sans greffer en montant des broches introduites par le V deltoïdien. La technique est la même que celle décrite pour les ostéosynthèses indirectes. Une fois la stabilisation de la fracture assurée, les apophyses fracturées sont fixées par des vis spongieuses ou des laçages au fil non résorbable (laçage intertubérositaire et diaphysotubérositaire).

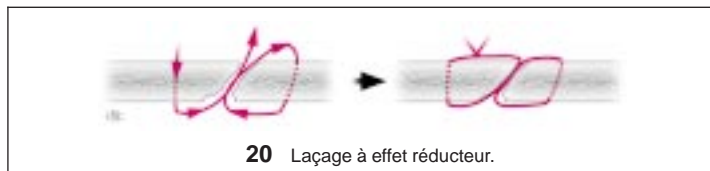
Stabilisation par plaque [5, 6] (fig 19)

Elle s'applique aux fractures à deux ou trois fragments. Il existe de nombreux modèles disponibles. L'utilisation d'une plaque la moins volumineuse possible est souhaitable pour éviter un conflit avec la voûte acromioclaviculaire. La voie d'abord doit être deltopectorale, la voie supéroexterne n'offre pas de dégagement suffisant de la métaphyse humérale. On peut être amené à libérer partiellement l'insertion distale du deltoïde. Les différents fragments sont repérés, puis en cas de fracture à trois fragments, une broche fixe temporairement le trochiter et la tête. Le bras est placé en abduction et rotation interne, permettant de réduire la diaphyse sur l'ensemble tête-trochiter. La plaque est appliquée à la face externe de la diaphyse, immédiatement en dehors du tendon du biceps, assez haut sur le trochiter et sans faire saillie dans l'espace sous-acromial, son bord supérieur doit reposer sur l'extrémité supérieure du trochiter pour éviter tout conflit avec la coiffe. Il ne doit pas y avoir d'espace entre la plaque et l'os. La tête et le trochiter sont fixés par des vis spongieuses, leur trajet doit être divergent. Il ne faut pas serrer excessivement les vis de la tête car elles risquent, en cas de fracture à trois fragments, de faire basculer la tête en valgus. Ce temps peut être difficile. La tête offre une prise médiocre aux vis.

En cas de réduction difficile, on peut essayer de procéder à une fixation provisoire par embrochage direct de la tête sur la diaphyse, suivie d'une fixation par la plaque. Si la réduction anatomique de la tête ne peut être obtenue, il faut donner priorité à une rotation correcte du fragment céphalique et à un alignement correct de la diaphyse.

En cas de fracture du trochin, celui-ci est fixé en dernier par une vis spongieuse de 4 mm. Il faut être particulièrement attentif à ne pas transfixier la surface articulaire.

Chez les patients ayant un os de bonne qualité, la rééducation peut être commencée immédiatement, en passif pendant 2 semaines puis en actif



20 Laçage à effet réducteur.

assisté. Dans les cas où le patient a un os de qualité moyenne, il est préférable de maintenir le bras en abduction à 40° pendant 2 semaines, puis de commencer la rééducation en passif. Il convient par ailleurs d'effectuer des radiographies de contrôle à 48 heures, 8 jours et 15 jours. Les inconvénients de cette technique sont le risque de mobilisation du fragment proximal, de nécrose de la tête, de conflit avec la voûte acromiale en cas de plaque volumineuse et positionnée trop haut.

Suture au fil non résorbable [8]

Les auteurs conseillent l'utilisation des sutures à effets réducteurs. Les fils passent par le trait de fracture pour éviter le chevauchement des fragments (fig 20). Il faut utiliser des fils solides non résorbables. Une vis diaphysaire transversale passée juste sous la tête peut assurer l'ancrage des fils tubérositaires. Là aussi, la perte de substance créée par la réduction peut être comblée par une greffe osseuse ou du ciment. Généralement, on commence par solidariser tubérosité et tête par deux fils transosseux, puis le fragment proximal est fixé à la diaphyse. Les trous sont effectués à la mèche dans la diaphyse humérale, les fils sont passés en transosseux et transtendineux dans le fragment proximal afin d'augmenter leur tenue. Il est nécessaire de fixer tête et diaphyse et tubérosité et diaphyse.

Prothèses d'épaule

Il existe de nombreuses prothèses d'épaule. Néanmoins, leur implantation répond toujours aux mêmes principes [3].

La reconstruction la plus anatomique possible de l'extrémité supérieure de l'humérus est le gant d'un bon résultat fonctionnel. Il est préférable de se familiariser avec les différents ancillaires disponibles et les différentes tailles de prothèses avant toute intervention. La prothèse totale d'épaule n'est pas justifiée dans le cadre des fractures récentes. En cas de rupture préexistante de coiffe, on peut discuter les prothèses dite « intermédiaires », qui viennent s'appuyer sur la voûte acromioclaviculaire. La voie d'abord peut être deltopectorale ou supéroexterne. L'abord articulaire se fait en transtubérositaire tel que l'a décrit Neer si les deux tubérosités sont séparées, ou en sous-tubérositaire comme l'a proposé Bigliani en cas de fracture sous-tubérositaire.

La reconstruction humérale doit s'attacher :

- au rétablissement de la longueur humérale ;
- à la rétroversion de la prothèse ;
- au rétablissement de la largeur épiphysaire ;
- à la fixation correcte de la prothèse et des tubérosités.

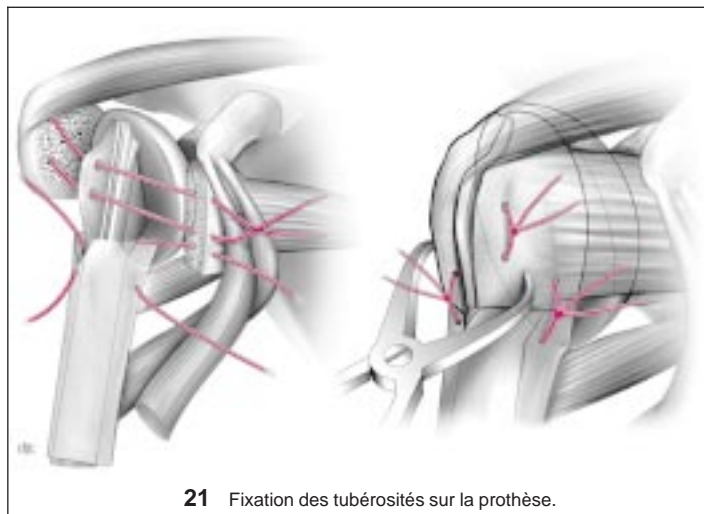
Rétablissement de la longueur

Il peut être parfois aisé lorsque les tubérosités ne sont pas fracturées : la réduction des tubérosités sur la diaphyse humérale et le positionnement de la prothèse 5 mm au-dessus du trochiter redonnent la longueur anatomique de l'humérus. En cas de comminution des tubérosités, il peut être nécessaire de positionner la prothèse par rapport au ligament acromioclaviculaire, en règle il faut avoir un espace de l'ordre de 5 mm. On peut également essayer de régler en fonction de la tension des muscles sus-épineux et long biceps mais ce paramètre est beaucoup plus difficile à apprécier. Enfin, certaines prothèses ont un ancillaire qui permet d'apprécier la longueur de l'humérus par rapport au côté sain.

Rétroversion prothétique

La rétroversion donnée à la prothèse est de 20°. Plusieurs repères peuvent aider au positionnement correct en rétroversion :

- le bras en rotation neutre, la tête doit regarder la glène ;
- l'aileron de la prothèse doit se situer 5 à 10 mm en arrière de la gouttière bicipitale.



21 Fixation des tubérosités sur la prothèse.

Ce dernier critère peut être difficile à apprécier, voire impossible en cas de fractures des tubérosités.

Certaines prothèses disposent d'un ancillaire permettant de fixer de manière plus précise le degré de rétroversion.

Cette rétroversion peut être augmentée en cas de luxation-fracture antérieure, ou diminuée en cas de luxation-fracture postérieure.

Fixation prothétique

La fixation sans ciment n'est pas souhaitable en raison de la fréquence des migrations secondaires.

Le cimentage doit s'effectuer de préférence en distal avec un obturateur. Il faut combler les pertes de substances métaphysaires périprothétiques par de l'os spongieux prélevé sur la tête qui permet de faciliter la consolidation des tubérosités.

Réduction et fixation des tubérosités

Les tubérosités doivent être fixées entre elles, à la prothèse et à la diaphyse humérale. Les fils diaphysotubérositaires sont passés avant la mise en place de la prothèse. Il est préférable d'utiliser de gros fils non résorbables. Les fils métalliques risquent d'entraîner un conflit antérosupérieur. Les tubérosités doivent être fixées le bras en rotation neutre. Les fils sont passés avant la mise en place de la prothèse. La fixation première du trochiter à la diaphyse permet de contrôler la hauteur humérale et la rétroversion humérale en vérifiant la position de l'aileron par rapport à la gouttière bicipitale. Les tubérosités sont attachées entre elles par des fils horizontaux passant par les ailerons de la prothèse. La jonction ostéotendineuse présente le meilleur appui à ces fils (fig 21). Les tubérosités sont ensuite fixées à la diaphyse par au moins trois points transosseux verticaux. En postopératoire, la rééducation est fondamentale et conditionne une grande partie du résultat final. Elle est commencée dès le lendemain de l'intervention ou 3 semaines plus tard si les tubérosités sont fragiles.

Fractures isolées des tubérosités

Fractures isolées du trochiter

Les fractures non déplacées du trochiter ne nécessitent qu'un traitement orthopédique : coussin à 30° d'abduction pendant 3 semaines, bras en rotation externe. Elles doivent être surveillées en raison du risque de déplacement secondaire.

Les fractures déplacées doivent être réduites et fixées en raison du risque de conflit avec la voûte acromiale ou le bord postérieur de la glène, et en raison de la perte fonctionnelle d'un tendon important de l'épaule. Le patient est installé en décubitus dorsal ou latéral. La voie d'abord est supéroexterne. Le fragment est repéré. Ce temps peut être difficile, notamment pour les fractures emportant l'insertion du muscle sus-épineux où le fragment peut s'être rétracté en arrière, il faut alors progressivement le dégager à la rugine et le faire monter. Une fois le

fragment repéré, il est fixé par des fils non résorbables passés au ras de l'insertion tendineuse. La partie correspondante de l'humérus est ensuite repérée et nettoyée à la curette. Cette manœuvre est facilitée par la mise en rotation interne et rétropulsion du bras qui dégage la partie postérosupérieure de la tête humérale. Le fragment osseux est ensuite réappliqué. La fixation peut s'effectuer par différents types de procédé (vis et rondelle, agrafe, broches, haubanage, cerclage). Notre préférence va au cerclage au fil non résorbable en raison de la qualité de l'os qui ne permet souvent pas une bonne tenue des autres moyens de fixation (fig 22).

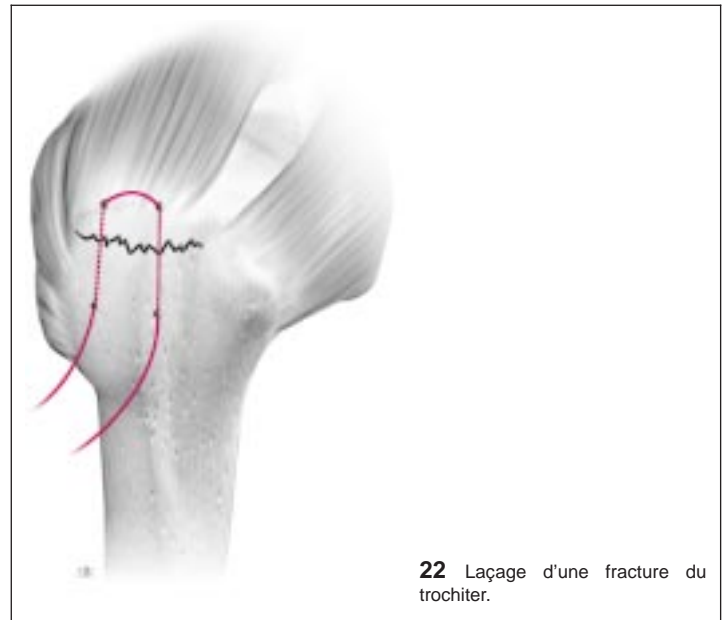
L'immobilisation postopératoire se fait en discrète élévation-rotation externe pendant 45 jours. La rééducation passive est immédiate. La rééducation active n'est débutée qu'au bout de 45 jours. Des radiographies de contrôle sont effectuées à 48 heures, 8 jours et 15 jours.

Fractures du trochiter avec luxations antéro-internes de l'épaule

Les luxations antérieures associées à une fracture du trochiter surviennent souvent chez le sujet jeune avant 30 ans ou chez le sujet âgé. La réduction de la luxation ramène souvent le fragment trochitérien en place et aucune fixation n'est nécessaire. En cas de déplacement persistant, il est nécessaire d'aborder la fracture pour la réduire et la stabiliser. La technique est décrite dans le paragraphe précédent.

Fractures du trochin

Elles sont rares. Elles peuvent être secondaires à un arrachement du tendon du sous-scapulaire ou entrer dans le cadre d'une luxation postérieure de l'épaule (qui peut s'être spontanément réduite).



22 Laçage d'une fracture du trochiter.

Le plus souvent, elles sont peu ou non déplacées et dans ce cas sont traitées orthopédiquement. En cas de déplacement supérieur à 1 cm, il faut les réduire et les stabiliser. L'abord se fait par une voie deltopectorale, le fragment est identifié puis fixé par une vis à spongieux ou des fils non résorbables après avivement du spongieux. Le bras est maintenu dans un bandage type Dujarrier pour 45 jours.

Références

- [1] Aprill G, Boll P. Le traitement des fractures du col de l'humérus par embrochage centromédullaire sans ouverture du foyer de fracture. *Rev Chir Orthop* 1968 ; 54 : 657-666
- [2] Bellumore Y, Bonneville P, Determe P, Mansat M. Ostéosynthèse des fractures céphalo-tubérositaires de type II. Conférences d'enseignement 1996. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1996 : 76-80
- [3] Boileau P, Hutten D, Thoreux P, Pietu G, Perlinski S, Picard F et al. Techniques des prothèses humérales. Conférences d'enseignement 1996. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1996 : 119-124
- [4] Compito CA, Self EB, Bigliani LU. Arthroplasty and acute shoulder trauma: reasons for success and failure. *Clin Orthop* 1994 ; 307 : 18-26
- [5] Esser RD. Ostéosynthèse par plaques des fractures à trois et quatre fragments. Conférences d'enseignement 1996. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1996 : 81-87
- [6] Esser RD. Open reduction and internal fixation of three and four part fracture of the proximal humerus. *Clin Orthop* 1994 ; 299 : 244-251
- [7] Gerber C, Hersche O, Berberat C. The clinical relevance of posttraumatic avascular necrosis of humeral head. *J Shoulder Elbow surg* 1998 ; 7 (6) : 586-590
- [8] Gerber C, Hersche O, Warner JJ. Place de l'ostéosynthèse dans les fractures complexes. Conférences d'enseignement 1996. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1996 : 104-117
- [9] Jabert H, Warner JJ, Jakob RP. Percutaneous stabilization of unstable fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg* 1992 ; 74A : 508-515
- [10] Kapandji AI, Kapandji T. Embrochage en « palmier ». Conférences d'enseignement 1996. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1996 : 57-66
- [11] Neer CS. Displaced proximal humerus fractures. Part 1: classification and evaluation. *J Bone Joint Surg* 1970 ; 52A : 1077-1089
- [12] Neer CS. Fracture shoulder reconstruction. Toronto : WB Saunders, 1990 : 1363
- [13] Neer CS, McIlven SJ. Remplacement de la tête humérale avec reconstruction des tubérosités et de la coiffe dans les fractures déplacées à quatre fragments. Résultats actuels et techniques. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 (suppl II) : 32-40
- [14] Vandenbussche E, Naouri JF, Rougreau G, Peraldi P, Augereau B. Fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus à quatre fragments impactées en valgus : relèvement par greffon iliaque. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 : 658-662
- [15] Vichard PH, Bellanger P. Traitement des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus par enclouage bipolaire ascendant avec des clous élastiques. *Nouv Presse Méd* 1978 ; 7 : 4041-4043
- [16] Vives P, Lestang M, Landi N, Robbe M. Le traitement des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus par embrochage en faisceau par voie épicondyléenne. *Lille Chir* 1976 ; 31 : 21-24

Traitement chirurgical palliatif des paralysies de l'épaule

H Asfazadourian

F Teboul

C Oberlin

Résumé. — Les paralysies de l'épaule revêtent plusieurs aspects cliniques.

La paralysie du serratus anterior est responsable d'une scapula alata invalidante qui récupère dans 75 % des cas. Sinon, elle peut être traitée par un transfert du pectoralis major et, de façon stable, par une arthrodèse scapulothoracique.

La paralysie du trapezius est souvent due à une lésion iatrogène du nerf spinal accessoire qui perturbe sévèrement le rythme scapulohuméral. La réparation nerveuse donne de bons résultats. Le transfert du levator scapulae et des rhomboidei permet de stabiliser la scapula en cas de déficit fonctionnel persistant.

Quatre-vingt pour cent des lésions du nerf axillaire après traumatisme de la ceinture scapulaire récupèrent. La réparation nerveuse permet d'obtenir 65 % de bons résultats. La réanimation de l'abduction fait appel au transfert du trapezius, de la longue portion du triceps brachialis ou du latissimus dorsi.

L'atteinte du nerf suprascapulaire correspond, soit à un syndrome canalaire qui peut nécessiter une neurolyse, soit à une rupture traumatique réparable par une chirurgie nerveuse. La paralysie de la rotation externe est réanimée en fonction de la souplesse de l'épaule, soit par transfert du latissimus dorsi, soit par ostéotomie de dérotation de l'humérus.

La paralysie de l'épaule dans le cadre de la paralysie du plexus brachial pose différents problèmes selon l'importance de la récupération après chirurgie nerveuse. Dans les atteintes sévères, il faut stabiliser l'épaule. Puis, en fonction de la récupération des muscles de la ceinture scapulaire, on peut renforcer l'abduction et améliorer la rotation externe.

La poliomyélite a disparu de nos pays grâce à la vaccination. Les transferts sont fonction de l'étendue des muscles atteints.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : nerf thoracique long (nerf de Charles Bell), nerf spinal accessoire, nerf axillaire, nerf suprascapulaire, paralysie du plexus brachial, transfert tendineux, arthrodèse de l'épaule, arthrodèse scapulothoracique, poliomyélite, dystrophie musculaire fascio-scapulo-humérale, amyotrophie d'origine neurologique.

Introduction

L'épaule paralytique revêt plusieurs formes anatomocliniques selon l'étiologie rencontrée et l'étendue de l'atteinte musculaire. Le déficit peut être limité à un muscle ou à un groupe musculaire, avec des récupérations variables allant de la simple contraction peu utile d'un point de vue fonctionnel, à la possibilité de réaliser une amplitude articulaire sans force ou avec une extrême fatigabilité. Pour plus de compréhension, il convient d'analyser d'abord l'atteinte isolée d'un muscle ou d'une fonction dans le cadre des atteintes nerveuses périphériques tronculaires, et ensuite l'épaule paralytique dans le cadre des atteintes du plexus brachial. Enfin, certaines pathologies, la poliomyélite, les dystrophies musculaires et le syndrome de Parsonage-Turner, sont discutés selon la fonction principalement atteinte.

Les transferts musculaires appliqués à l'épaule remontent pour la plupart à la première moitié de ce siècle. Ils ont fait l'objet de modifications techniques, voire pour certains d'abandon pur et simple. De nombreuses techniques proviennent du traitement palliatif de la poliomyélite et ont été appliquées ensuite au traitement secondaire des paralysies du plexus brachial devenues une des principales étiologies. Certaines techniques demeurent efficaces dans les séquelles de paralysies obstétricales et chez l'enfant en général, mais ne sont pas toujours transposables chez l'adulte. D'autres ont montré leur valeur dans les atteintes isolées périphériques, mais ne sont pas applicables dans les atteintes plurimusculaires de la paralysie du plexus brachial.

L'évaluation de la force musculaire du transplant, selon la cotation du Medical Research Council (M0 à M5) est importante. Les muscles de récupération n'ont pas toujours la puissance nécessaire pour être transférés car ils perdent en moyenne un point dans la cotation de la force musculaire. Les résultats des transferts de muscles cotés inférieurs à M4 pour réanimer une fonction de l'épaule sont en principe aléatoires. Avant de réanimer l'articulation glénohumérale ou scapulothoracique, un premier temps d'arthrolyse et de stabilisation peut être nécessaire.

Hugues Asfazadourian : Ancien chef de clinique-assistant des hôpitaux de Paris, attaché-consultant.

Frédérique Teboul : Chef de clinique-assistant des hôpitaux de Paris.

Christophe Oberlin : Professeur des Universités, praticien hospitalier.

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, groupe hospitalier Bichat-Claude-Bernard, 46, rue Henri-Huchard, 75877 Paris cedex 18, France.

Paralysie des stabilisateurs de la scapula

Deux tableaux sont observés en pratique clinique : la paralysie du serratus anterior et celle du trapezius.

PARALYSIE DU NERF THORACIQUE LONG ET « WINGING SCAPULA »

■ Anatomopathologie

Le muscle serratus anterior est innervé par le nerf thoracique long (anciennement nerf de Charles Bell ou nerf grand dentelé). Naissant très près des racines C5, C6 et C7, il chemine verticalement le long du scalène moyen pour suivre la ligne axillaire postérieure sur la paroi thoracique (fig 1). Les deux premières branches (C5 et C6) du nerf thoracique long pénètrent le scalène moyen, alors que la branche de C7 reste devant [29, 58].

■ Étiopathogénie

La thèse du spasme du scalène moyen ou de l'inflammation de la bourse séreuse du subscapularis [37] n'est plus retenue. Dans ces cas, le rhomboïdeus devrait être également touché puisque son nerf passe également dans le scalène moyen, et la portion inférieure du serratus devrait être épargnée, ce que réfutent les études électromyographiques [27, 29]. Sur ces arguments, Gozna conclut que l'atteinte nerveuse est distale par rapport au scalène moyen et que le nerf subit un effet d'étirement sur le chevalet de la deuxième côte [27]. La longueur du nerf (24 à 30 cm) semblerait devoir le mettre à l'abri des étirements traumatiques. Gregg, sur une étude anatomique, retrouve des phénomènes d'élongation en tournant la tête du côté controlatéral, tout en mettant le bras en abduction. Le nerf est alors étiré entre deux points fixes : le trajet à travers le scalène moyen et le serratus en bas [29].

■ Étiologies

Elles sont variées [40], les lésions traumatiques du nerf thoracique long représentant la moitié des cas. Les lésions directes sont très rarement rencontrées, par atteinte des racines supérieures du

plexus [67], lors de certaines voies d'abord thoraciques postérolatérales ou d'évidements axillaires pour curage ganglionnaire, de résection de la première côte, d'une fracture cervicale, de la première ou deuxième côte ou de la scapula [29]. On reconnaît plus fréquemment la notion de choc direct sur l'épaule (par port de charge appuyée sur l'épaule [32], par accident de la circulation), la traction sur le bras [27, 32, 40] ou la notion de microtraumatismes lors de travaux répétitifs ou de la pratique de certains sports (mouvements d'armer-lancer : tennis, bowling, squash, golf, haltérophilie, tir à l'arc) [24, 29].

Parmi les étiologies non traumatiques, on retrouve les névrites postinfectieuses [26, 40], les injections de sérum antitétanique [14], les réactions allergiques [26, 40] ou l'exposition au froid [5]. Les formes idiopathiques représentent un cas sur trois. Parmi celles-ci ont été individualisées les névralgies amyotrophiantes [4, 24, 56]. L'origine du syndrome de Parsonage et Turner demeure mystérieuse.

■ Diagnostic et retentissement fonctionnel

Dans la littérature anglo-saxonne, le terme clinique de *winging scapula* regroupe avec une certaine confusion les manifestations des dystrophies musculaires, les avulsions musculaires du serratus [34], les paralysies du trapezius, les raideurs en rotation interne de l'épaule ou la présence d'exostoses à la face antérieure de la scapula. Nous ne retenons donc ce terme que pour la paralysie du serratus anterior.

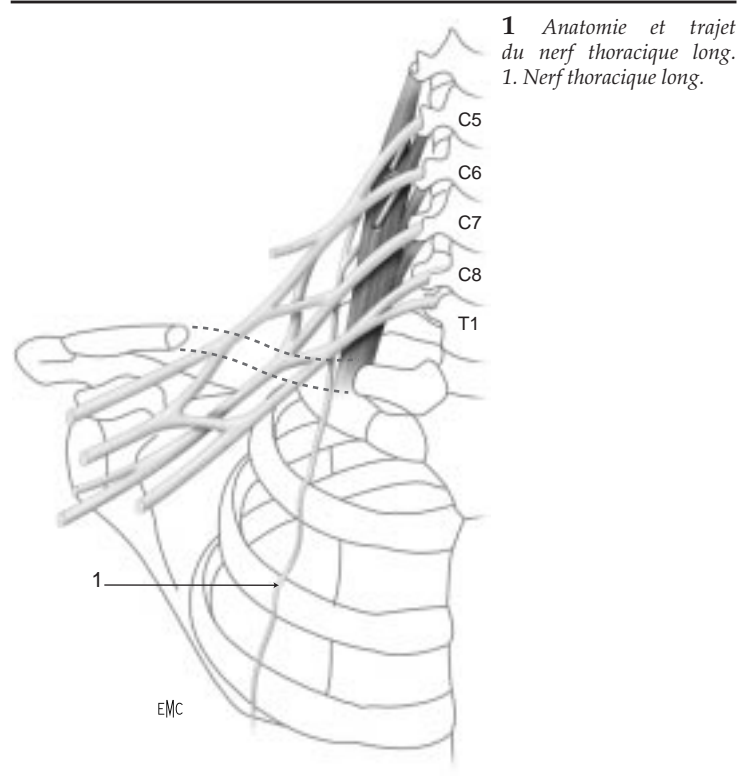
Le début est marqué par un syndrome douloureux de la ceinture scapulaire, de survenue spontanée ou après un traumatisme. Cet épisode disparaît en 2 à 3 semaines et laisse apparaître un déficit de l'abduction. Le déficit moteur entraîne un dysfonctionnement important de la stabilité de la scapula qui fuit en arrière par soulèvement de son bord spinal, épuisant ainsi dès l'initiation de l'élévation du bras, le secteur de la « sonnette » et la composante de translation thoracique. Le bord inférieur de la scapula bascule en dedans et l'angle scapulohuméral est augmenté. La déformation inesthétique qui en découle, *scapulorum alata*, est à l'origine de son appellation anglo-saxonne de *winging scapula*. L'épaule perd de la force dans tout mouvement de soulèvement ou de tentative de travail en hauteur, par défaut de stabilisation de la scapula contre le gril thoracique. Il s'agit d'un décollement dynamique de la scapula [23, 54]. Elle ne permet pas une abduction supérieure à 90°. Elle s'accompagne de douleurs et de fatigabilité des autres muscles stabilisateurs, ainsi que d'un inconfort contre les plans durs (dossier de siège). L'épreuve en appui tendu contre un mur aggrave le décollement de la scapula. En revanche, le haussement des épaules est symétrique. Le test de Horwitz, stabilisation manuelle de la scapula contre la paroi thoracique, restaure l'abduction [37]. L'électromyogramme, de réalisation difficile, est l'examen qui permet de confirmer le diagnostic [23]. Il s'effectue au niveau d'un quadrilatère latérothoracique. Il permet également de faire le diagnostic de syndrome de Parsonage-Turner lorsque l'atteinte axonale est multifocale, parcellaire et dissociée.

■ Traitement

L'évolution vers la récupération est lente, et si la grande majorité des cas récupère en 6 mois [27, 40, 50], il faut savoir attendre parfois 18 mois d'évolution pour faire le bilan du déficit fonctionnel [29].

Lorsque la paralysie isolée survient spontanément (idiopathique, toxique, infectieuse, allergique) ou après des mouvements répétitifs, le pronostic de la récupération est relativement bon [26]. Il en est autrement des formes survenant après un traumatisme sévère [27]. Un deuxième électromyogramme à 6 mois devrait permettre de faire la part des choses en observant l'apparition ou non de potentiels de réinnervation dans le serratus supérieur.

Le traitement curatif de la lésion nerveuse n'a quasiment pas fait l'objet de publication. Narakas souligne que le nerf présente un aspect extrêmement fin qui s'épuise dans les digitations atrophiques du muscle et ne permet pas de le réparer [54]. La neurotisation des rameaux inférieurs du nerf thoracique long par les branches



motrices des deuxième et troisième intercostaux est plus aléatoire. Gozna exprime aussi ses réticences vis-à-vis de la chirurgie nerveuse quant à la possibilité de réparer un nerf dont la situation anatomique est inaccessible, en arrière du plexus, au niveau de la deuxième côte et au contact proche du dôme pleural [27], si l'on n'utilise pas de voie d'abord postérieure.

L'objectif théorique du traitement palliatif serait d'obtenir la fixation thoracique dynamique et les mouvements de sonnette de la scapula. Nous allons voir qu'il est malheureusement difficile de concilier les deux.

Transferts musculaires actifs

Ils visent à remplacer le grand dentelé défaillant.

Plusieurs transferts ont été décrits, utilisant des petits muscles de proximité, mais sont à l'heure actuelle abandonnés :

- transposition de l'insertion coracoïdienne du pectoralis minor, prolongée par une bandelette de fascia lata jusqu'à la partie inférieure du bord spinal de la scapula [13, 37, 49, 58, 74] ;
- transposition du teres major sur les deux dernières digitations du serratus anterior [31, 48] ;
- transposition du pectoralis minor et du teres major reprenant les deux transferts précédents [80] ;
- transposition du rhomboïdeus [35].

- *Transposition du chef sternocostal du pectoralis major* [20, 23, 27, 38, 50, 57]

C'est actuellement le transfert actif à retenir.

Installé en décubitus dorsal, la scapula du patient est bloquée en latéralisation maximale par un sac sur le bord spinal. L'ensemble de l'hémithorax, du membre supérieur et de l'épaule est préparé dans le champ opératoire. La face latérale de toute la cuisse est également préparée.

– Prélèvement du fascia lata.

Une longue incision longitudinale partant de la crête d'insertion du vaste latéral se prolonge vers le condyle latéral. On décolle soigneusement, en pratiquant une hémostase pas à pas, le plan sous-cutané, pour exposer tout le fascia lata. Sa surface est avivée à la curette de son périmyosium. On prélève alors un rectangle d'au moins 20 cm sur 5 cm, plutôt vers la cloison intermusculaire où le fascia est le plus épais. Sa face profonde est avivée. Cette longue voie d'abord est fermée en deux plans. Le greffon est ensuite préparé pour le transformer en ligament. Il est torsadé, et non roulé, sur lui-même sous forte tension, renforcé et fixé par un surjet avec des points d'arrêt sur toute sa longueur. On obtient ainsi un renfort ligamentaire d'une quinzaine de centimètres.

– Réalisation du transfert.

L'incision part de la moitié de la partie basse du sillon deltopectoral, suit le bord latéral du pectoralis major, et bifurque à travers l'aisselle vers la pointe de la scapula en suivant une ligne arciforme. Dans un premier temps, on repère le tendon terminal, en réclinant la partie distale du deltoïde sans léser la veine céphalique. Le chef sternocostal est séparé au doigt à partir de l'interstice qui le sépare du chef claviculaire. Cette dissection reste en dehors de la moitié interne du muscle sous lequel court le pédicule vasculonerveux. Le tendon conjoint a une forme de « U » dont la branche interne est sectionnée de son insertion humérale. Ce tendon terminal est prolongé par le greffon de fascia lata qui est faufilé et suturé à lui-même (15 à 20 cm) [57]. La pointe de la scapula est alors extériorisée par un fil tracteur passé dans la pointe. Les muscles teres major et latissimus dorsi sont réclinés. Les bords axillaires des muscles subscapularis et infraspinatus sont ruginés afin de bien exposer la pointe osseuse. Un trou est foré au centre de la pointe à au moins 2 cm des berges. Le greffon de fascia lata est passé à travers la pointe de la scapula et suturé à lui-même sous forte tension, de sorte que le tendon du pectoralis major affleure la scapula (fig 2). La fermeture est sans particularité, sur drainage aspiratif.

L'immobilisation est de 6 semaines dans un bandage thoracobrahial de type Dujarier, le bras en rotation interne sur le torse. La

rééducation est douce en actif aidé, et ce n'est qu'à partir du troisième mois que des exercices contre résistance sont entrepris.

Scapulopexies

Elles vont de la simple stabilisation à la véritable arthrodèse omothoracique.

La fixation de la scapula au rachis (des épineuses de T4 à T7 : intervention de Whitman [75]), à la scapula opposée par des greffes de fascia lata (Lowman) ou au bord inférieur du pectoralis major [17] ont conduit à une détérioration des résultats initiaux par élévation secondaire du transplante.

La fascioscapulopexie [42] se contente de fixer la scapula aux côtes thoraciques par des lanières de fascia lata, dans le but de ne pas limiter la fonction respiratoire tout en procurant une fixation immédiate. En cas de travailleur de force, l'auteur recommande cependant l'arthrodèse. On lui reproche de se détériorer dans le temps par allongement et rupture des ligaments [43].

– Scapulocostopexie.

Elle est à mi-chemin entre la scapulopexie et l'arthrodèse. Elle se propose de conserver les mouvements de sonnettes de la scapula en perforant la scapula à 3 ou 4 cm du bord spinal, par la quatrième côte (Nové-Josserand) ou la septième côte à travers la pointe [70]. D'autres réalisent un encastrement de la pointe de la scapula sous les dernières côtes, en regard du bord spinal, après les avoir coupées (fig 3). La réalisation technique nécessite la même voie d'abord décrite dans le chapitre suivant de l'arthrodèse scapulothoracique.

– Arthrodèse scapulothoracique.

Bunch rapporta avec succès, en 1973, la première arthrodèse scapulothoracique dans un cas de dystrophie musculaire fascio-scapulo-humérale [11].

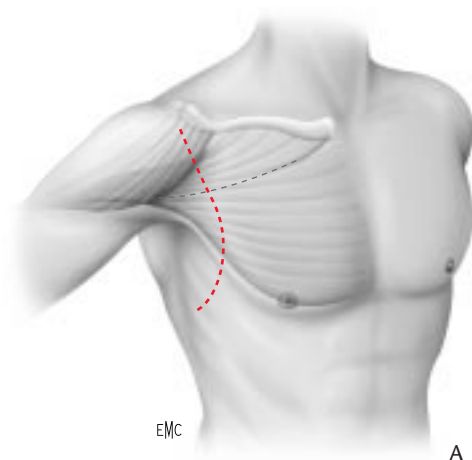
– Technique opératoire.

L'installation se fait en décubitus ventral. Le bras replié sur une table à bras est inclus dans le champ opératoire, en même temps que les crêtes iliaques postérieures.

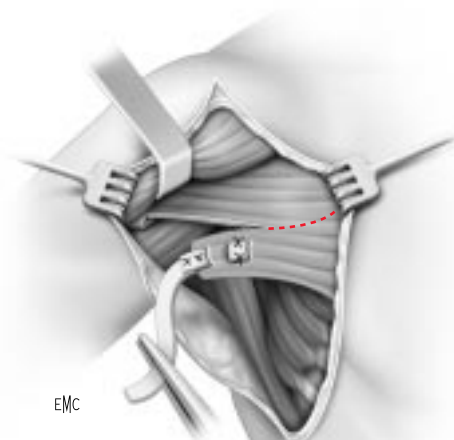
La voie d'abord est paramédiale verticale, à un travers de doigt en dedans du bord spinal de la scapula. Après avoir sectionné les attaches des muscles trapezius et rhomboïde, les insertions médiales des muscles supra- et infraspinatus sont ruginées vers le dehors sur 2 à 3 cm pour dégager le bord osseux. La partie antérieure de l'os est également ruginée en détachant le serratus anterior. Les côtes sous-jacentes, habituellement les troisième, quatrième, cinquième et parfois sixième côtes sont dénudées méticuleusement au costotome en refoulant les pédicules intercostaux en sous-périoste et la plèvre en dedans [48]. Leur face postérieure est avivée. Une fois les moyens de synthèse passés, des greffons spongieux et des *chips* de corticospongieux sont déposés entre les espaces intercostaux et sous la scapula.

Les moyens de fixation utilisés sont variés : laçages au fil d'acier (18-20/0) de Luque [72] appuyé ou non sur une plaque DCP, ou tiers de tubes sur la face postérieure de la scapula pour limiter la fragilisation osseuse [33], vissage [15, 43] qui est techniquement plus dangereux et peut laisser des douleurs au niveau des pointes de vis. Comme d'autres, nous utilisons un laçage épais et solide, en passant les points à travers des trous préforés, les brins étant noués en « cadre » afin d'éviter de cisailer l'écaïlle (fig 4). Le montage doit assurer la plus grande stabilité primaire. Pour sa part, Letournel prend la côte supérieure et la passe à travers la scapula où elle est ainsi synthésée par une plaque vissée [47]. Ce type de montage est de réalisation difficile et n'est pas dénué de risque de fracture scapulaire et costale. Récemment, Roux et Allieu ont modifié la technique en pratiquant une encoche sur l'arc postérieur des côtes, réalisant un butoir osseux du bord spinal de la scapula. En plus d'un laçage étagé, des greffes corticospongieuses sont vissées en « sandwich » à ce niveau [61].

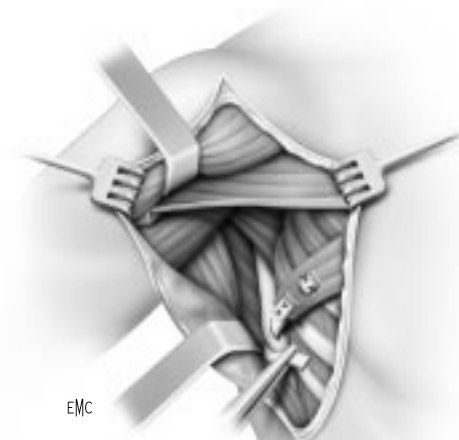
La scapula doit être réglée avec une rotation externe d'une vingtaine de degrés [32, 72] et portée d'une trentaine de degré en abduction scapulaire, mais surtout sans dépasser 130° d'abduction



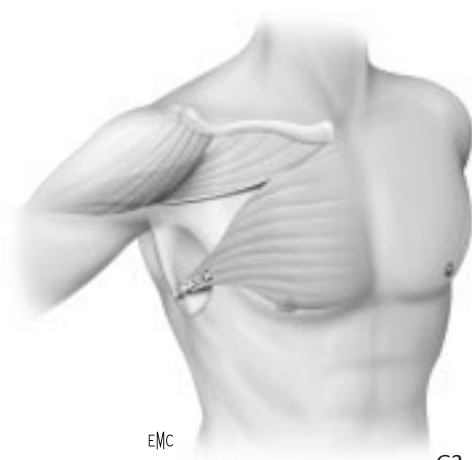
A



B



C1



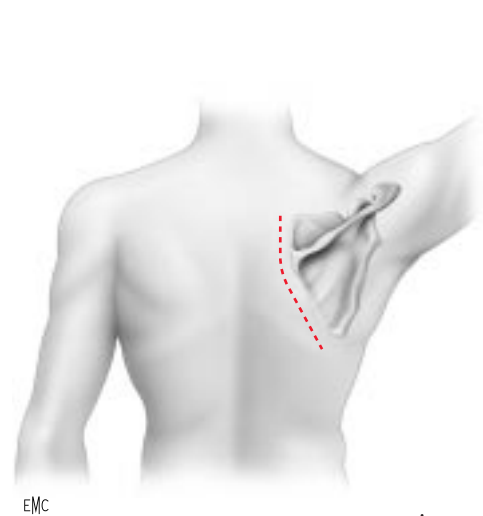
C2

2 Transfert du pectoralis major.

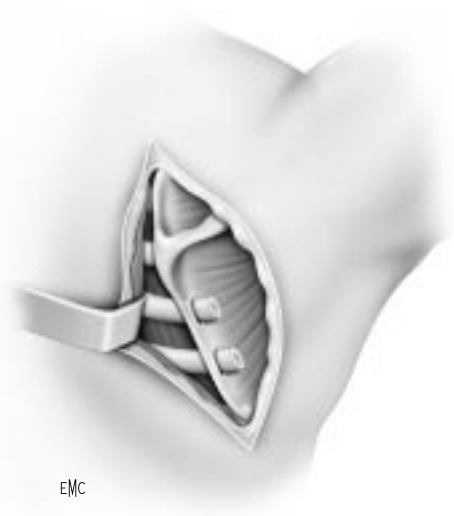
A. Voie d'abord thoracique latérale.

B. Section du tendon terminal du chef sternocostal (branche postérieure du tendon en « U ») et sa prolongation par une bandelette de fascia lata.

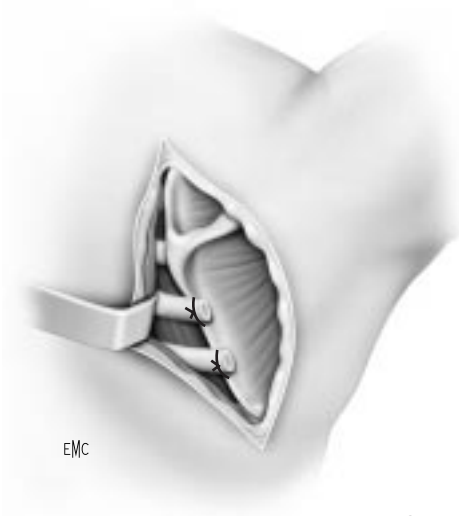
C. Fixation du greffon en position de tension maximale de réglage.



A



B



C

3 Scapulocostopexie.

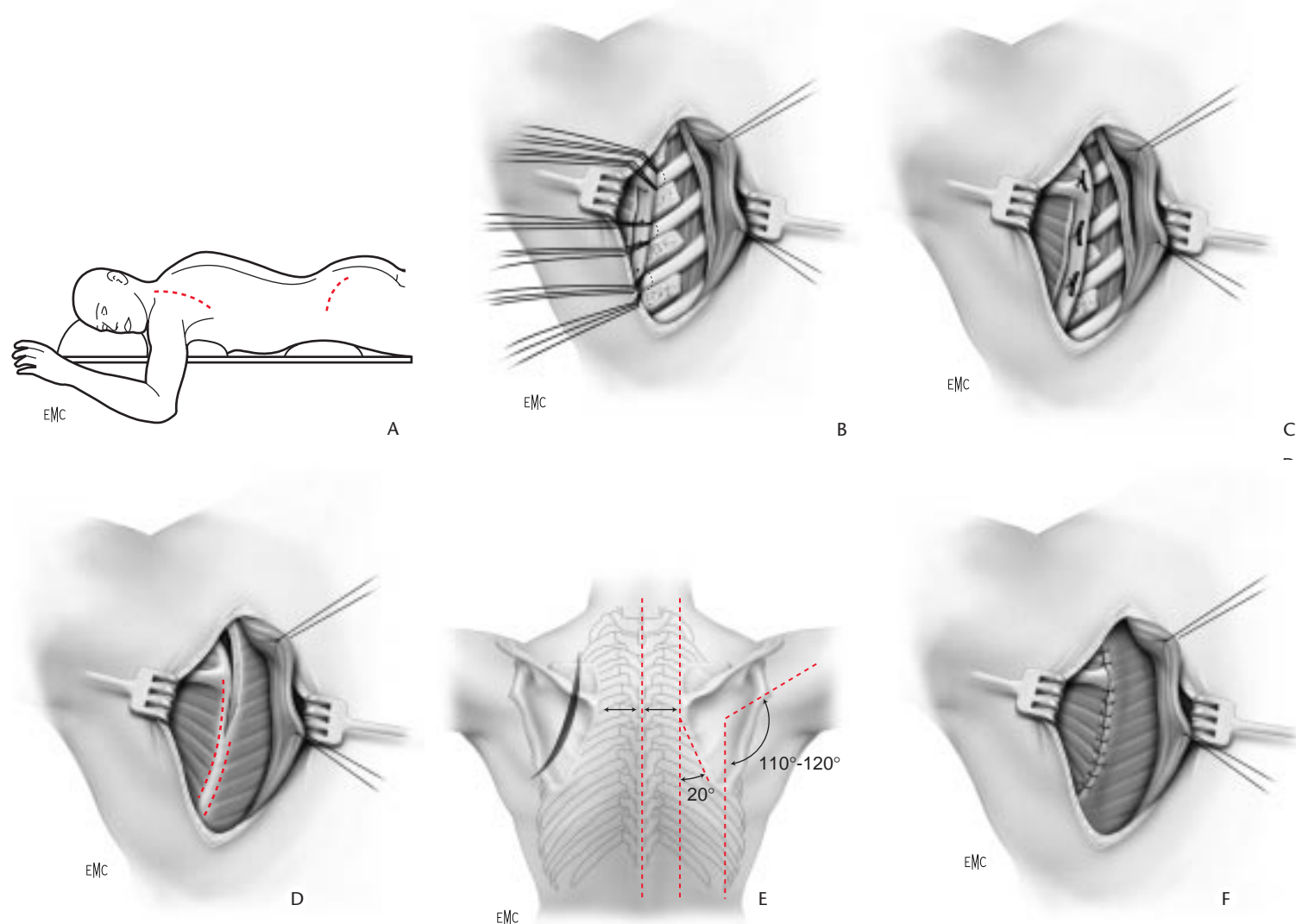
A. Voie d'abord postérieure.

B. Embrochage de l'épave de la scapula par deux côtes sectionnées.

C. Technique modifiée actuelle par l'encastrement de la pointe de la scapula sous les deux côtes sectionnées.

scapulohumérale^[11]. Au-delà, le bras ne redescend plus coude au corps et des douleurs apparaissent. La position haute de la glène

accentue la morphologie de pseudopectus excavatus des patients atteints de dystrophie musculaire^[61]. D'autres se contentent de



4 Arthrodeuse sternocostale.

A. Installation et voies d'abord.

B. Relèvement du bord spinal de la scapula des muscles trapezius, rhomboidei et subscapularis.

C. Ouverture des côtes, passage des laçages et mise en place des greffons.

D. Fixation définitive.

E. Position de réglage de l'arthrodèse.

F. Fermeture des muscles désinsérés.

laisser le bord spinal à 0° et obtiennent 100° d'élévation, avec un aspect cosmétique meilleur (épaule au carré surtout quand l'atteinte est bilatérale) [15, 43].

La fermeture se fait sur un drainage aspiratif maintenu suffisamment longtemps, après avoir suturé à leur emplacement les muscles trapezius et rhomboidei à l'infraspinatus.

L'immobilisation est faite coude au corps, sans rotation externe, dans un thoracobrachial, pour une durée d'au moins 2 à 3 mois [15, 32]. Une radiographie pulmonaire postopératoire vérifie l'absence de pneumothorax postopératoire.

– Résultats.

La douleur est diminuée neuf fois sur dix, ce qui en fait la principale indication pour certains [32]. L'effet cosmétique est reconnu [15, 32, 72]. Les meilleurs gains sur la mobilité de l'épaule sont obtenus dans les paralysies traumatiques du muscle serratus anterior [32]. L'élévation du bras est en moyenne de 120°.

La fusion est obtenue dans 70 à 90 % des cas [11, 15, 23, 24, 32, 43, 61, 72]. La fusion reste difficile à apprécier radiologiquement. Les pseudarthroses ne sont pas incompatibles avec une bonne fonction [32, 47, 72] et sont peut-être liées à une insuffisance d'immobilisation [11, 15, 32]. Des fractures de stress au niveau des côtes ont été rapportées [15, 47, 72].

Parmi les autres complications, on observe des pneumothorax (10 %), des paresthésies dans le territoire des nerfs intercostaux, des douleurs transitoires antérieures de la paroi thoracique.

La perte de la fonction pulmonaire est mesurée entre 15 % et 20 % dans les cas de fusion bilatérale [11, 32, 72] chez les malades atteints de dystrophie musculaire fascio-scapulo-humérale.

– Indications.

La récupération se fait habituellement en 6 mois, pouvant aller jusqu'à 18 mois dans les formes post-traumatiques ou les amyotrophies névralgiques. La névralgie amyotrophante laisse une paralysie flasque qui récupère spontanément sauf dans au moins 15 % des cas.

Au-delà de l'optimisme des publications médicales, il faut noter une absence de récupération dans 26 % des cas [22]. Il est souvent noté un décollement résiduel de la scapula [24] et la force musculaire n'a été que rarement évaluée [22]. Ce délai atteint, on arrive au terme de celui des réparations nerveuses.

Les indications chirurgicales se discutent alors entre transferts musculaires actifs et scapulopexies ou arthrodeses.

Les transferts musculaires sont séduisants et on retient le transfert du chef sternocostal du pectoralis majeur qui semble donner de bons résultats et qui garde la faveur de plusieurs chirurgiens [23, 27, 38, 57]. Il

permet dans de nombreux cas de retrouver une élévation globale complète. Post insiste sur les précautions à prendre dans la préparation du greffon de fascia lata pour éviter les effets de détente, ainsi que la prudence à apporter au cours du programme de rééducation. Il est surtout indiqué dans les formes isolées d'atteinte du serratus anterior [38]. D'après les promoteurs, ce transfert possède une excursion plus longue et plus puissante que celle du pectoralis minor [27]. Cependant, il reste déconseillé chez les travailleurs de force ou subissant de vives tractions. Il est par ailleurs déconseillé dans les atteintes musculaires dépassant le serratus anterior.

Pour d'autres auteurs [11, 67], aucun transfert musculaire actif ne peut faire face à la puissance des forces de décoaptation exercées sur la scapula [10]. C'est la raison pour laquelle nous préconisons, comme eux, l'arthrodèse scapulothoracique.

Enfin, il existe deux cas particuliers :

- la *dystrophie musculaire fascio-scapulo-humérale* est une maladie autosomique dominante à expression variable. Les patients douloureux présentent une perte progressive de la mobilité, de la force et de l'endurance de leur épaule. L'atteinte touche essentiellement les muscles serratus, trapezius, latissimus dorsi, teres major et minor ou rhomboïdeus, épargnant habituellement le deltoïde et l'infraspinatus [47]. Elle est bilatérale mais asymétrique. La persistance d'un deltoïde et des muscles de la coiffe des rotateurs justifie l'indication opératoire de l'arthrodèse scapulothoracique, qui procure ici de bons résultats [11, 15, 32, 72]. Elle permet alors de rééquilibrer la ceinture scapulaire [15] ; l'abduction obtenue est en moyenne de 90° à 110° (gain moyen de 25°) et la flexion de 110° (gain moyen de 30°) [47, 72]. La rotation externe est en revanche bloquée à 20° [15]. La dystrophie musculaire pose le problème de l'atrophie musculaire postopératoire rapide, qui est difficile à récupérer. Pour en limiter les effets, Ketenjian, Letournel, Roux, Allieu et Twyman réalisent une mobilisation précoce pendant 3 mois, sous couvert d'une attelle pour une durée de 6 semaines [42, 47, 61, 72]. En cas d'atteinte bilatérale, il semble préférable de faire les deux côtés en même temps, comme le recommande Kocalkowski [43], pour des raisons de réglage. C'est en effet le déséquilibre entre les deux épaules qui perturbe le plus les patients ;

- dans de rares cas d'atteinte sévère de la ceinture scapulaire avec paralysie du plexus brachial, le trapezius et les rhomboïdei sont paralysés ou insuffisants. En l'absence de transfert musculaire possible, et si le fonctionnement distal du membre supérieur est préservé, il faut recourir à l'arthrodèse scapulothoracique.

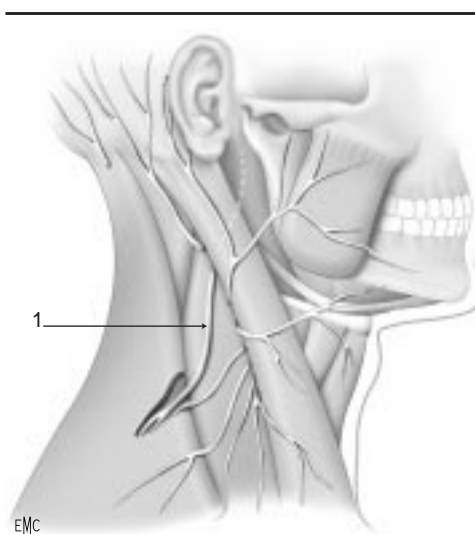
PARALYSIE DU NERF SPINAL ACCESSOIRE PARALYSIE DU TRAPEZIUS

■ Anatomopathologie

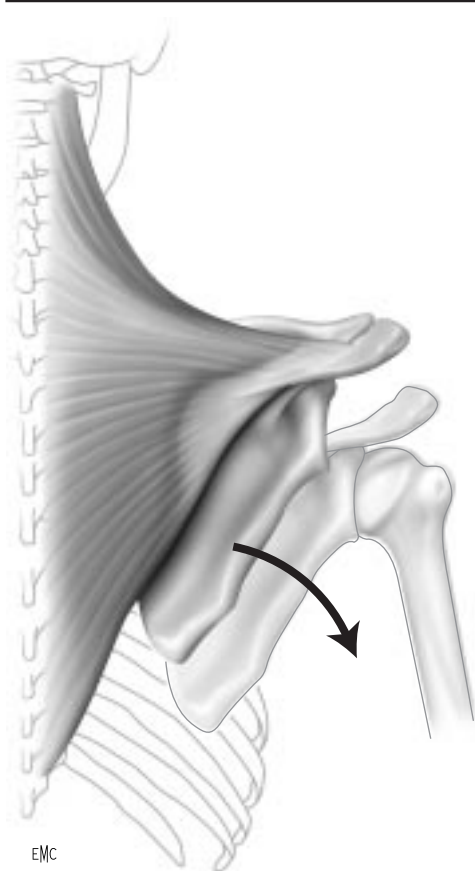
Le muscle trapezius est innervé par le nerf accessorius (ou branche trapézienne du nerf spinal [XI]), ainsi que par les anastomoses provenant du plexus cervicalis (C2, C3 et C4) (fig 5). Les faisceaux supérieurs et moyens sont innervés principalement par le nerf spinal accessorius. Les faisceaux moyen et inférieur reçoivent une innervation motrice du plexus cervicalis directement ou à travers les anastomoses avec le nerf accessorius. Le nerf accessorius possède une disposition anatomique superficielle qui le rend particulièrement vulnérable au bord antérieur et à l'émergence au bord postérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien au niveau du triangle cervical postérieur. Les lésions traumatiques de ce nerf sont le plus souvent iatrogènes après curage ganglionnaire, ou lors de simples biopsies tumorales ou ganglionnaires [2, 67, 71, 73]. L'atteinte haute du nerf touche également l'innervation du muscle sterno-cléido-mastoïdien.

■ Diagnostic et retentissement fonctionnel

La suppression de ce puissant fixateur de la scapula entraîne une paralysie partielle et douloureuse de l'abduction, allant difficilement au-delà de 90°, associée à une perte de la force de l'élévation.



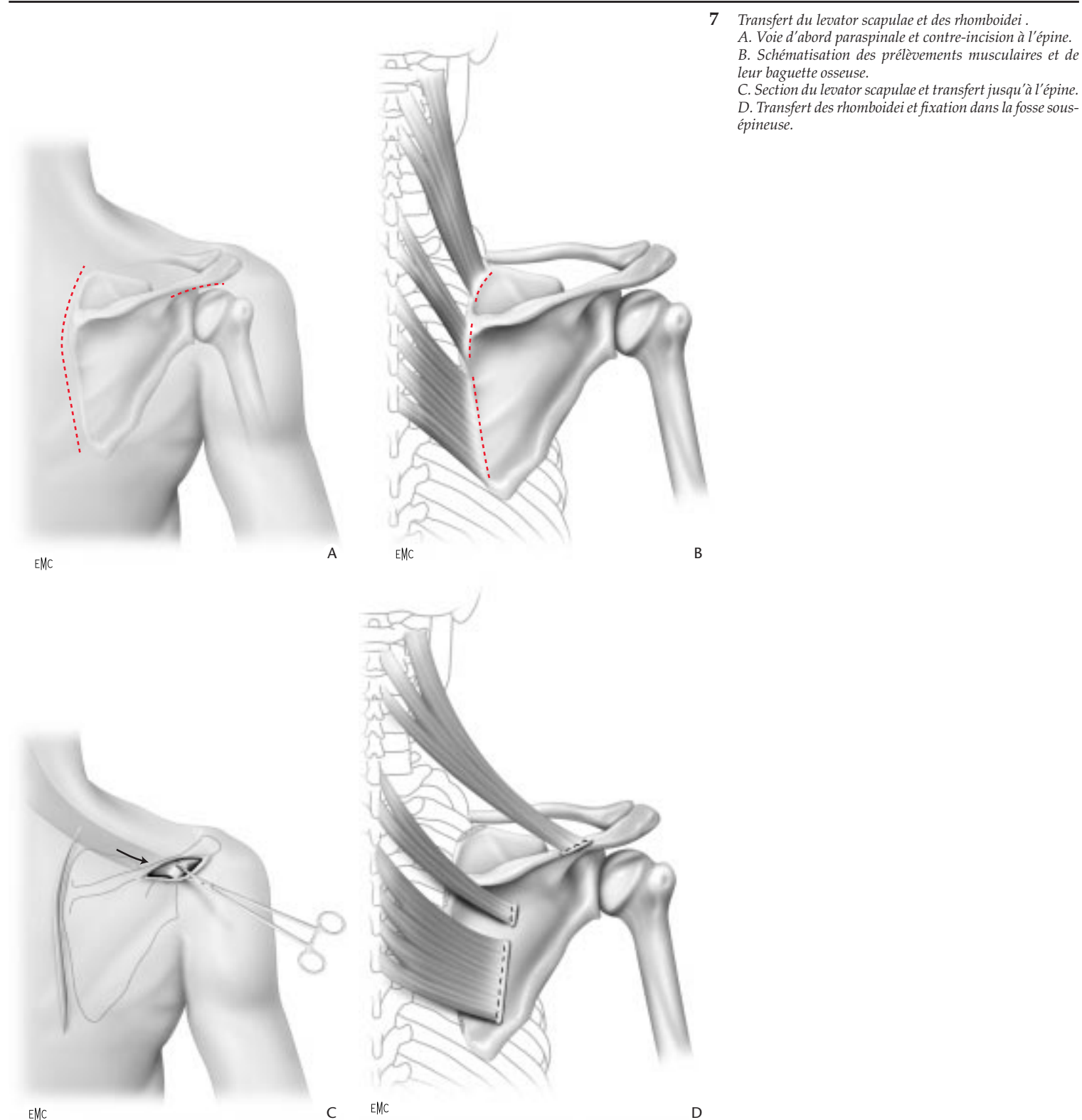
5 Anatomie et trajet du nerf spinal accessoire. 1. Nerf spinal (branche externe).



6 Chute de l'épaule après paralysie du trapezius (abaissement et translation externe).

Il existe une rupture évidente du rythme scapulohuméral. Le levator scapulae travaille avec les rhomboïdei lors de l'abduction. La scapula s'élève, se médialise et bascule afin que l'acromion soit plus haut que l'angle supéro-interne et que la glène regarde progressivement vers le haut. En cas de paralysie du trapezius, le levator scapulae entraîne une élévation de l'angle supéro-interne et la glène s'oriente vers le bas, limitant d'autant plus l'abduction. La scapula part en avant et en dehors. Le bord spinal est soulevé et la distance le séparant de la ligne des épineuses est presque doublée (fig 6) [54]. Lors de l'antépulsion pure, la scapula est encore plus attirée en avant par le muscle serratus anterior sain, augmentant le décollement du bord spinal.

Cette paralysie s'accompagne d'une amyotrophie du trapezius superior modifiant les contours du creux sus-claviculaire. Le haussement des épaules est asymétrique. Le muscle levator scapulae prend nettement la corde lors de l'abduction [16].



L'électromyogramme confirme l'atteinte complète du trapezius superior et limitée des deux autres faisceaux (innervation concomitante du plexus cervicalis superficiel). Secondairement, des signes de réinnervation par adoption collatérale peuvent prêter à confusion [2].

■ Traitement

Réparation nerveuse

Le traitement fonctionnel n'apporte qu'une aide mineure chez ces patients qui présentent souvent une épaule douloureuse, même plusieurs années après [73]. Les meilleurs résultats sont obtenus avec les réparations nerveuses précoces [2, 67]. Mais dans certains cas de

curage ganglionnaire étendu, de lésions postradiques ou de lésions anciennes, on peut être amené à proposer une chirurgie palliative. L'indication est représentée par une épaule douloureuse chronique à instabilité scapulaire depuis plus de 1 an [68]. Le transfert musculaire est plus discutable chez les personnes âgées qui s'accommodent de leur lésion en restreignant leur activité [68].

Interventions palliatives

• Fascioplasties

Les interventions de stabilisation passive avaient pour principe de fixer le bord spinal de la scapula aux épineuses cervicodorsales par des bandelettes de fascia lata [34]. Elles sont maintenant abandonnées.

• Transposition du levator scapulae

Le principe repose sur la reconstitution du faisceau acromial du trapezius par le transfert du levator scapulae sur l'acromion.

Dans le procédé de Dewar et Harris (1950) [16], on réalisait une fascioplastie du bord spinal près de l'épine que l'on fixait aux épineuses des deuxième et troisième vertèbres dorsales par une bandelette de fascia. Celle-ci finissait par se détendre et l'instabilité douloureuse de la scapula réapparaissait [8]. C'est actuellement l'intervention d'Eden-Lange qui est pratiquée [21, 44]. Elle substitue à la stabilisation statique de la scapula la transplantation du grand et du petit rhomboïdeus dans la fosse infraépineuse [8, 45].

– Technique opératoire.

Le patient est installé en décubitus ventral (ou simplement latéral [8, 71]), le membre supérieur étant inclus dans le champ et reposant sur une gouttière.

Le tracé de l'incision est parallèle au bord spinal, remontant jusqu'à l'angle supéro-interne. Le muscle trapezius paralytique est incisé au bistouri électrique, un peu à distance du bord osseux pour ne pas entamer les insertions des rhomboïdei. L'insertion osseuse du levator scapulae est exposée à l'angle supéro-interne et prélevée avec le muscle. La libération musculaire suit le bord inférieur et latéral. En avant, elle doit ménager l'innervation de ce muscle qui l'aborde par sa face profonde. La libération est prolongée suffisamment vers le haut pour que le muscle puisse atteindre sa nouvelle insertion. Si le muscle paraît peu volumineux, Teinturier utilise en renfort le rhomboïdeus minor sous-jacent [71]. Les muscles rhomboïdei sont ensuite détachés du bord de la scapula, avec leur attache osseuse taillée en « biseau » aux dépens de la face postérieure pour ne pas altérer les insertions du serratus anterior. Les deux muscles sont alors bien individualisés. Le muscle infraspinatus est désinséré à la rugine de sa fosse au contact des crêtes d'insertion de la scapula. Plus on s'approche du défilé spinoglénoïdien, plus la progression doit se faire au doigt pour ne pas léser l'innervation et la vascularisation du muscle qui court à sa face profonde. Une série d'une demi-douzaine de trous est préparée à 5 cm du bord spinal, en commençant à 1 cm sous l'épine, en suivant une ligne parallèle au pilier de la scapula. Les rhomboïdei sont ainsi translatés et fixés par des laçages au fil de Nylon®, en maintenant la scapula en dedans, le bras à 90° d'abduction. Le serrage des points en « U » doit être prudent et progressif à la main, car on risque de déchirer le bord libre de ces muscles. Par une deuxième incision, la face supérieure de l'épine est avivée, à la jonction épine-acromion. Un tunnel sous le trapezius atrophie rejoint les deux incisions afin de passer le transplant orienté dans le sens des fibres du trapezius superior. Des trous sont préparés à la mèche en protégeant le nerf suprascapulaire qui chemine juste en dessous. Le transplant est fixé par un laçage transosseux serrant la baguette osseuse au contact de l'acromion, et éventuellement renforcé par un vissage direct [71] ou des points complémentaires sur le deltoïde (fig 7).

On réinsère ensuite le muscle infraspinatus par-dessus les rhomboïdei, ce qui renforce leur fixation à la scapula. Puis les différentes incisions sont largement drainées. Le patient est ensuite immobilisé dans une orthèse thoracobrachiale en abduction pendant 6 semaines [8]. La rééducation est entreprise progressivement, avec tout d'abord un travail de récupération des mobilités articulaires et de la position du bras coude au corps. Puis un travail actif d'élévation et de stabilisation de la scapulothoracique est entrepris. Ce n'est qu'après que des exercices d'abduction contre-résistance sont effectués.

– Résultats.

Lors d'une paralysie du trapezius, le levator scapulae et les rhomboïdei sont incapables de prévenir la chute et le décollement de la scapula. La remise en tension des insertions des rhomboïdei permet de limiter la bascule de la scapula. Elle sous-entend donc l'intégrité de ces derniers. D'un point de vue musculaire, cette dernière option semble procurer un équilibre satisfaisant car le levator scapulae possède une excursion convenable. Il pallie le trapezius superior, même s'il est moins puissant, tandis que le

rhomboïdeus minor remplace le faisceau moyen et le rhomboïdeus major les faisceaux moyen et inférieur. Les résultats fonctionnels de ce transfert sont bons [8, 44, 45], en restituant l'élévation du bras, l'indolence, une ligne cervicale et la correction satisfaisante du décollement scapulaire. Les résultats sont stables, surtout lorsque les patients continuent d'entretenir leur musculature [8].

En l'absence de rhomboïdei et de levator scapulae, la seule solution reste la scapulopexie ou l'arthrodèse scapulothoracique [54]. La reconstruction du trapezius par le latissimus dorsi (Narakas) constitue une chirurgie majeure aux résultats incertains et non dénuée de complications (sérômes).

Paralysie des grands secteurs des moteurs de l'articulation glénohumérale

PARALYSIE DE LA ROTATION EXTERNE

Parmi les séquelles paralytiques du plexus brachial, le défaut de rotation externe est un problème fréquent. On l'observe également dans les séquelles des paralysies du nerf suprascapulaire.

■ Retentissement fonctionnel

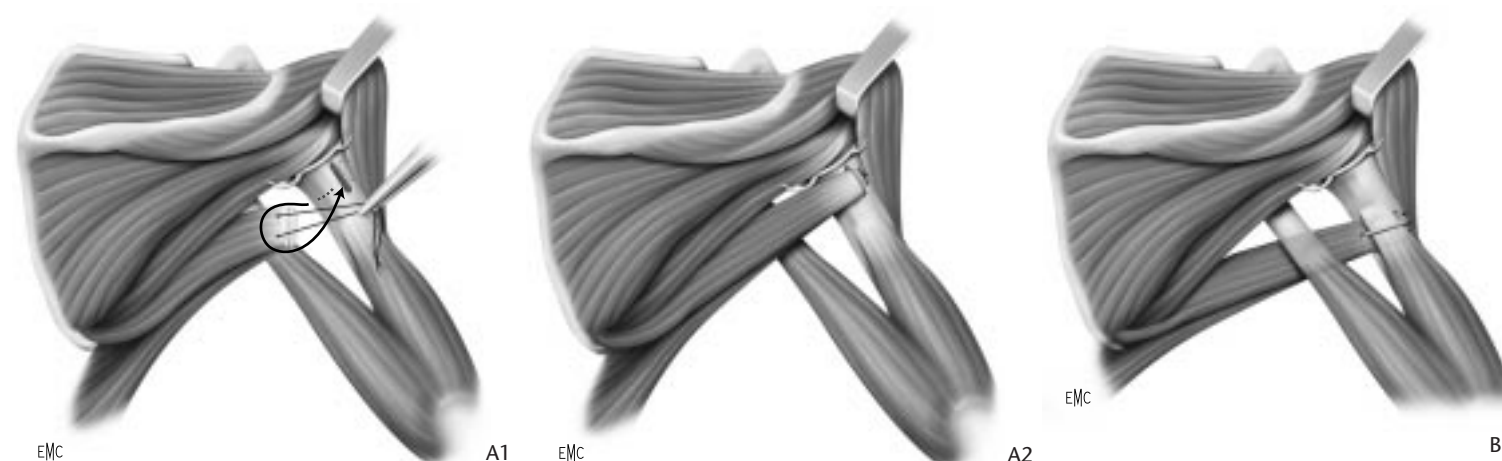
La paralysie isolée des rotateurs externes de l'épaule représente un handicap dans les gestes de la vie quotidienne. Les patients ne peuvent mettre la main à la bouche sans effectuer le signe du « clairon » (main-bouche avec une abduction de 90°). Les positions main-nuque et main sur la tête sont difficiles à réaliser, en particulier pour les gestes de toilette et d'habillage. D'autre part, la main, par la position en rotation interne de l'épaule, vient frotter la cuisse lors de la marche. Lors de la flexion du coude, elle vient buter contre le thorax.

■ Traitements palliatifs dans les déficits de la rotation externe

Transferts musculaires

- Transfert en dehors de l'insertion humérale du teres major et du latissimus dorsi (L'Episcopo 1939)

S'il existe une rotation externe satisfaisante, l'intervention est conduite en décubitus ventral par une seule voie d'abord postérieure arciforme, suivant le relief du bord axillaire de la scapula, prolongée sur le bras mis en abduction. Sinon, on utilise deux voies d'abord. En position semi-assise ou en décubitus latéral [69], l'épaule et le membre supérieur sont installés dans le champ opératoire. Par la voie d'abord deltopectorale, un premier temps d'arthrolyse antérieure (opération de Sever modifiée) pour relâcher la rotation interne est préconisé en pratiquant une ténoplastie d'allongement du tendon du pectoralis majeur (plastie en « Z » [28]) et du subscapularis (dédoublement du tendon dans le plan frontal sans capsulotomie du fait des risques d'instabilité antérieure et d'hypercorrection externe [28, 46]). Nous lui préférons alors une ostéotomie de dérotation. Les tendons du latissimus dorsi et du teres major sont ensuite détachés de l'humérus. Une deuxième voie postérieure longitudinale du tiers supérieur du bras parallèle au bord inférieur du deltoïde permet de contrôler leur nouveau trajet en arrière du triceps, pour les refixer près de l'insertion du pectoralis major, au contact de la terminaison du chef latéral du triceps brachialis. Il existe à ce niveau, juste au-dessus du vaste externe, une zone dénudée. Zachary suture les deux tendons en passant en avant de l'intervalle entre le chef long et le chef latéral du triceps brachialis [78] et s'insère en dehors du vaste externe. Il faut à ce moment-là identifier et contrôler le nerf radial. C'est au niveau de l'attache du transplant qu'il croise juste en dessous la face postérieure de l'humérus. Le bras est alors amené en rotation latérale maximale et les tendons sont fixés solidement au fond d'une



8 A. Transfert de l'Episcopo.

B. Transfert de l'Episcopo, modifié par Zachary.

tranchée osseuse (fig 8). Zancolli propose une seule voie plus esthétique, deltopectorale, rejoignant le bord postérieur du creux axillaire [79].

- *Transfert du latissimus dorsi*

- *Technique de Hoffer* [36].

Le patient est installé en décubitus ventral. Le décubitus latéral est préférable si l'on doit faire un geste de libération du pectoralis major par une courte voie d'abord axillaire (ce qui augmente le secteur d'abduction et de rotation externe). L'ensemble du bras et de l'épaule est dans le champ opératoire.

La voie d'abord postérieure suit le bord latéral du latissimus dorsi, puis bifurque verticalement dans l'axe de l'interligne glénohuméral. L'abord de la paroi postérieure du creux axillaire nécessite des précautions de dissection en regard du nerf radial et du nerf axillaire. Le tendon du chef long du triceps brachialis est soulevé par un écarteur, en même temps qu'une mise en rotation interne du bras permet de découvrir l'insertion des tendons du latissimus dorsi et du teres major. Ils sont alors désinsérés de l'humérus en conservant le maximum d'étoffe tendineuse en passant en sous-périosté à l'aide d'une rugine. Les tendons sont montés sur un gros fil non résorbable et le bras est amené en rotation externe. Le transfert passe en arrière du triceps, puis est suturé aussi haut que possible sur la coiffe des rotateurs, en passant sous le faisceau postérieur du deltoïde sans traumatiser le nerf axillaire (fig 9). Le patient est immobilisé dans un appareillage thoracobrachial en abduction (120-130°) et en rotation externe (90°) préalablement confectionné. Il est maintenu pendant 1 mois puis bivalvé pour démarrer la rééducation dans l'orthèse. Le bras est ramené progressivement au corps. Un complément d'immobilisation posturale nocturne est nécessaire.

Il s'agit d'un excellent transfert et ceci d'autant plus que la rotation externe a été préalablement libérée, que le deltoïde est coté à M3 et le latissimus dorsi à M4. Le gain moyen de rotation externe est de 45° et il existe d'autre part une amélioration de l'abduction de l'ordre d'une soixantaine de degrés [36]. Ce transfert permet également de stabiliser l'épaule en renforçant l'action des muscles de la coiffe et il augmente l'abduction en venant en renfort de l'action du deltoïde.

- *Technique de Gerber.*

Gerber reprend à son compte ce transfert utilisé dans les séquelles de la paralysie obstétricale du plexus brachial pour le traitement des ruptures massives de la coiffe des rotateurs (rupture des muscles infra- et supraspinatus) [25]. Dans cette pathologie, le deltoïde est affaibli par l'absence de supraspinatus. Le deltoïde doit également être de bonne qualité. Seul le latissimus dorsi est transféré. D'une part, dans les ruptures de la coiffe des rotateurs, le teres major permet de compenser le décentrage antérieur de la tête humérale lorsque le sub-scapularis est atteint [25]. D'autre part, il n'existe pas

toujours un espace disponible suffisant pour le passage de deux tendons entre le deltoïde et le teres minor. Gerber utilise une deuxième voie antérosupérieure qui permet de faufler le tendon d'arrière en avant entre le teres minor et le deltoïde, puis de le fixer très en avant dans une tranchée osseuse au sommet du trochiter. L'immobilisation postopératoire se fait à 60° d'abduction et 45° de rotation externe.

Ce transfert remplit deux objectifs importants : c'est un abaisseur de la tête humérale par son orientation verticale et un rotateur externe par son insertion proche du centre de la tête humérale. Les études électromyographiques du latissimus dorsi montrent qu'il ne s'active que lors de l'abduction et dans les mouvements de rotation interne coude au corps. Son action est simultanée avec le teres major. Selon Gerber, le transfert agit principalement par un effet ténodèse. Aoki [5] démontre, lui, l'action synergique du transfert lors de l'abduction, de la flexion et de la rotation externe. L'activité électrique la plus intense est mesurée lors de la rotation externe, d'autant plus que l'abduction augmente [5]. L'action non synergique s'observe parmi les mauvais résultats lorsque le transfert adhère dans la région sous-acromiale ou lors de la rupture de l'ancrage tubérositaire.

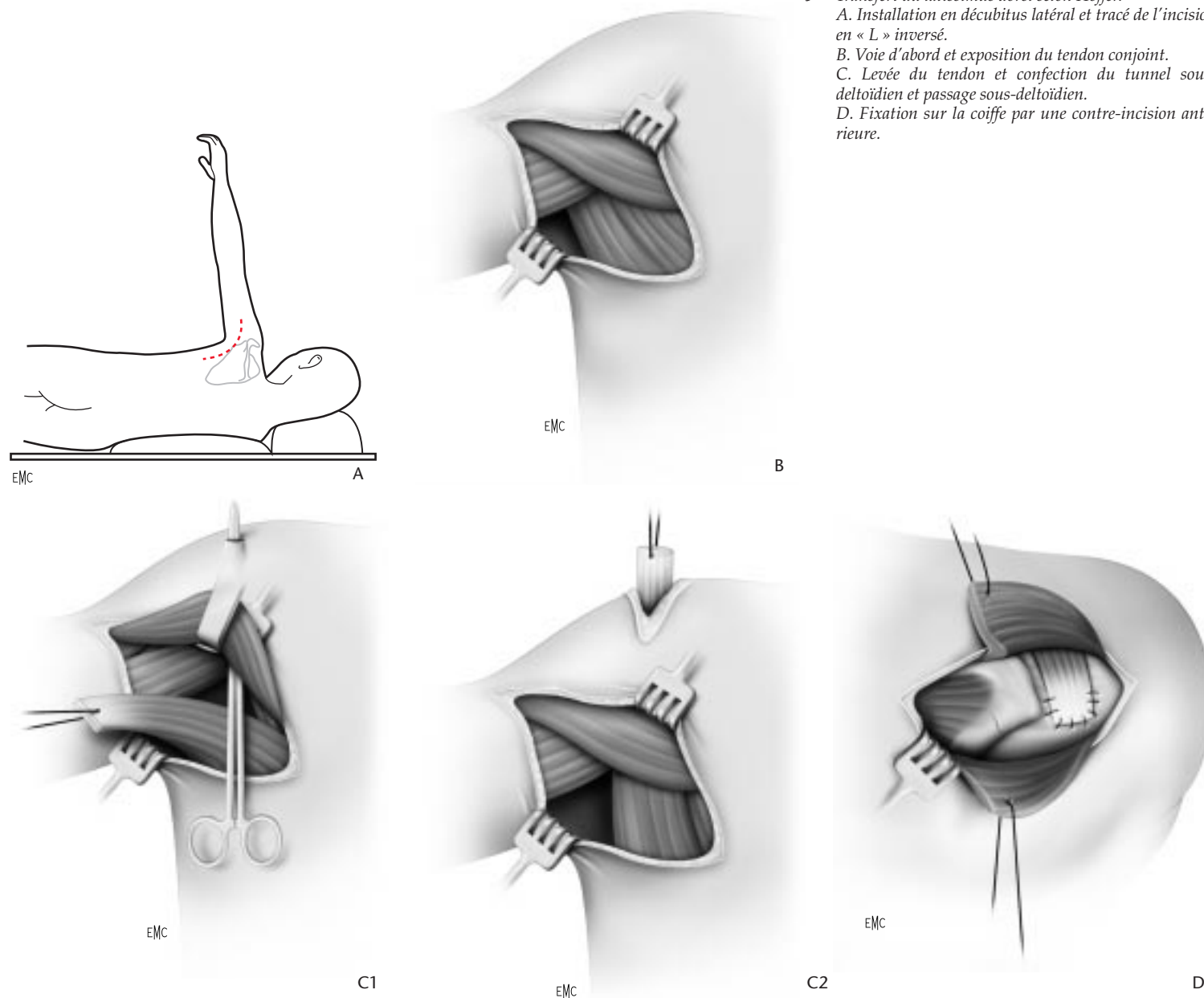
Le gain moyen est de 75° d'abduction et de 85° d'antéflexion. La rotation coude au corps est effective et l'on observe la disparition du signe du clairon [25]. Ces résultats sont confirmés par la série de Aoki [5].

Ostéotomie de dérotation de l'humérus

C'est une bonne intervention dans les formes isolées de déficit de la rotation externe, ce d'autant plus qu'il existe une raideur de l'épaule, avec une flexion du coude active où elle procure une amélioration utile de la mobilité par transfert du secteur utilisé.

Le patient est installé en décubitus dorsal, le membre supérieur sur une table à bras. Par une voie deltopectorale inférieure prolongée vers le bas, elle est pratiquée sous l'insertion du deltoïde pour en conserver son action. Après avoir libéré la partie antérieure de l'insertion deltoïdienne, il est plus facile de poser la plaque en antéroexterne et de réaliser en premier la mise en place des trois premières vis sur le fragment proximal. Deux broches repères permettent de fixer le secteur de dérotation que l'on veut donner, afin de porter le bras à au moins 30 à 45° de rotation externe coude au corps. Au-delà, l'excès de dérotation est préjudiciable lors de l'attitude spontanée de l'avant-bras, pour mettre la main à la bouche, poser sa main sur le ventre en décubitus dorsal, ou pour boutonner son pantalon. La première broche est passée à travers le quatrième trou de vis et la deuxième dans l'axe du cinquième trou. Les vis sont ensuite retirées pour pratiquer l'ostéotomie. Parfaitement perpendiculaire à l'axe huméral, elle est pratiquée prudemment à la scie oscillante en protégeant le nerf radial en arrière. Dans tous les cas, la main doit revenir sans forcer sous l'action de sa seule pesanteur sur le ventre en décubitus dorsal. Une fois le réglage correctement trouvé, on revisse la plaque et l'on réduit le fragment

- 9 Transfert du latissimus dorsi selon Hoffer.
 A. Installation en décubitus latéral et tracé de l'incision en « L » inversé.
 B. Voie d'abord et exposition du tendon conjoint.
 C. Levée du tendon et confection du tunnel sous-deltôïdien et passage sous-deltôïdien.
 D. Fixation sur la coiffe par une contre-incision antérieure.



distal sur la plaque à l'aide de daviers (fig 10). La fixation étant faite en compression, l'application de la plaque doit être parfaite, ainsi que l'affrontement des deux tranches de section. Une reprise des coupes ou un remodelage de la plaque au niveau de la crête du « V » deltoïdien est parfois nécessaire (l'importance de la dérotation modifie la convexité des diaphyses en regard). Le deltoïde est reposé sur la plaque, et la fermeture est terminée en deux plans sur un drainage.

Le membre est alors immobilisé une quinzaine de jours dans un bandage coude au corps, puis une mobilisation douce de l'épaule est débutée, sans port de charge ni travail contre résistance jusqu'à la consolidation.

■ Indications

Il peut s'agir d'une atteinte négligée ou d'une récupération insuffisante du nerf suprascapularis (lésions étagées, complètes ou avulsion intramusculaire). Dans quelques cas d'atteinte concomitante du nerf axillaire, son exploration a pu négliger celle du supraspinatus. Dans ces cas, le transfert du latissimus dorsalis est une bonne indication.

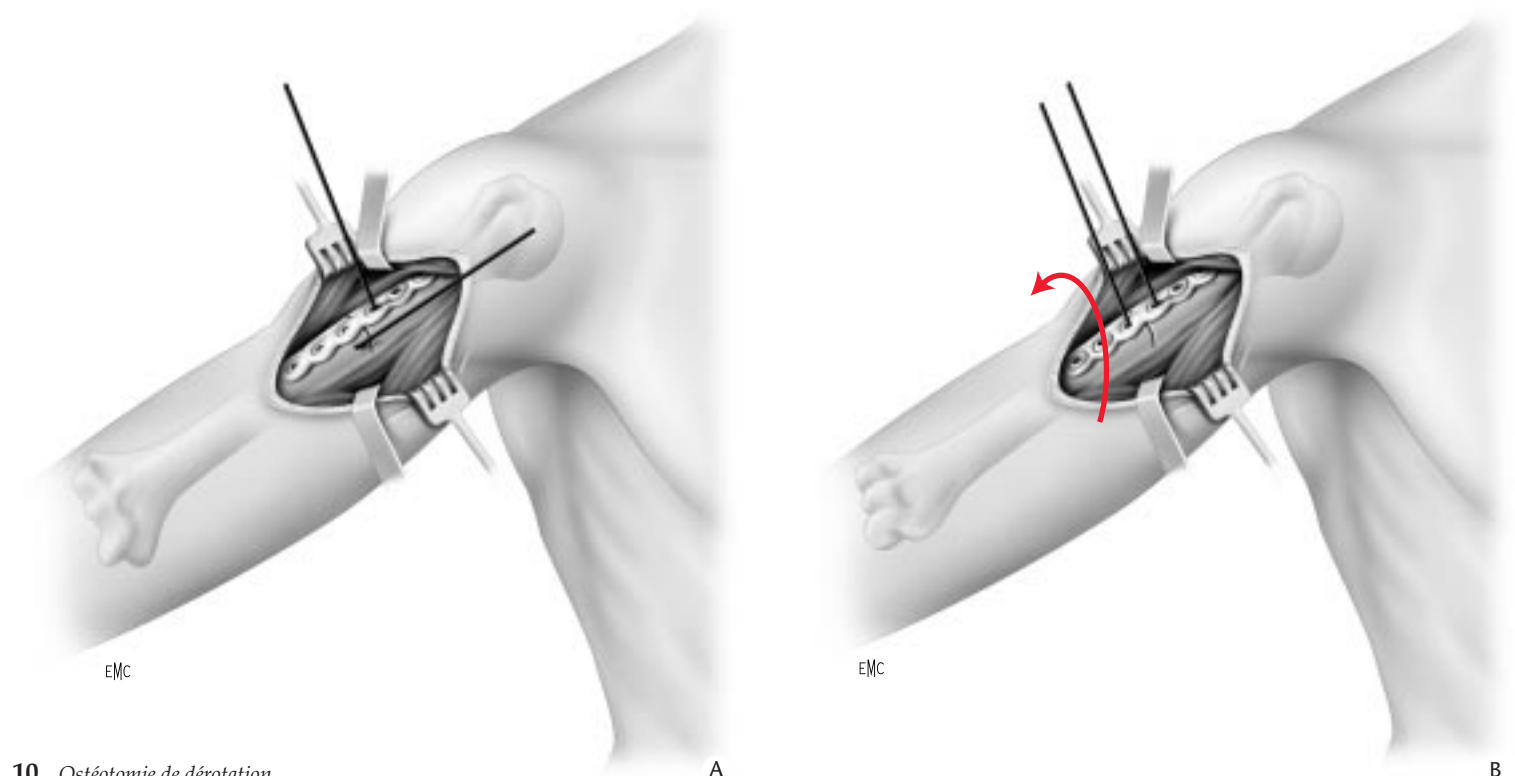
La force des transferts musculaires est variable. Certains sont actifs avec une rotation coude au corps positive, d'autres ne s'expriment

en secteur positif que s'il existe une abduction, agissant avec un effet ténodèse. Néanmoins, le positionnement se fait activement en décollant la main du ventre.

Dans les atteintes C5-C6 ou C5-C6-C7, tout dépend de l'importance des lésions, de la présence d'un muscle transférable pour réanimer la rotation externe. On a le choix entre la dérotation d'humérus et les transferts musculaires.

La technique de l'Episcopo a donné de bons résultats dans les paralysies obstétricales du plexus brachial rapportées par Green et Tadjian, Strecker et Wickstrom [28, 69, 76]. En revanche, chez l'adulte, cette technique n'est pas satisfaisante [52, 67]. Ces transferts ne permettent pas d'obtenir une rotation externe efficace suffisante. Ils réalisent au plus, dans le plexus brachial, une limitation de la rotation interne par effet ténodèse [52, 68]. Leur bras de levier est horizontal et se termine sur la diaphyse humérale, ce qui les rend surtout adducteurs, alors qu'ils devraient se situer sur le supraspinatus.

Il existe un secteur passif de rotation externe. Si l'on veut réanimer cette fonction, il faut faire appel au transfert des muscles latissimus dorsi et teres major. Il doivent être cotés à M4 ou plus au *testing* préopératoire. Le transfert du latissimus dorsi et du teres major sur la coiffe donne des résultats parfois aléatoires dans les paralysies



10 Ostéotomie de dérotation.

A. Par la voie antéroexterne, mise en place de la plaque et des broches repères décalées selon l'angle de correction souhaité.

B. Ostéotomie de dérotation et fixation par plaque vissée. Noter la correction obtenue matérialisée par le parallélisme des broches.

plexiques. Inférieur à M3, il n'est pas capable de contre-balancer des rotateurs internes puissants (notamment dans les séquelles de paralysie obstétricale). Les plasties d'allongement du tendon du subscapulaire ne sont pas suffisantes. La conversion phasique n'est pas toujours obtenue après 40 ans [54]. On peut, dans ce cas, réaliser un transfert du levator scapulae sur le muscle infraspinatus.

La rotation externe passive est bloquée. L'épaule est enraidie et c'est l'indication de la dérotation humérale.

PARALYSIE DE L'ABDUCTION

La paralysie du deltoïde n'est plus le fait des séquelles de la poliomyélite, mais habituellement secondaire à l'atteinte traumatique du nerf axillaire ou du plexus brachial. C'est ce qui explique la rareté des publications sur le traitement palliatif de l'abduction de l'épaule.

Le transfert musculaire doit stabiliser l'articulation et rétablir la force motrice de l'élévation du bras.

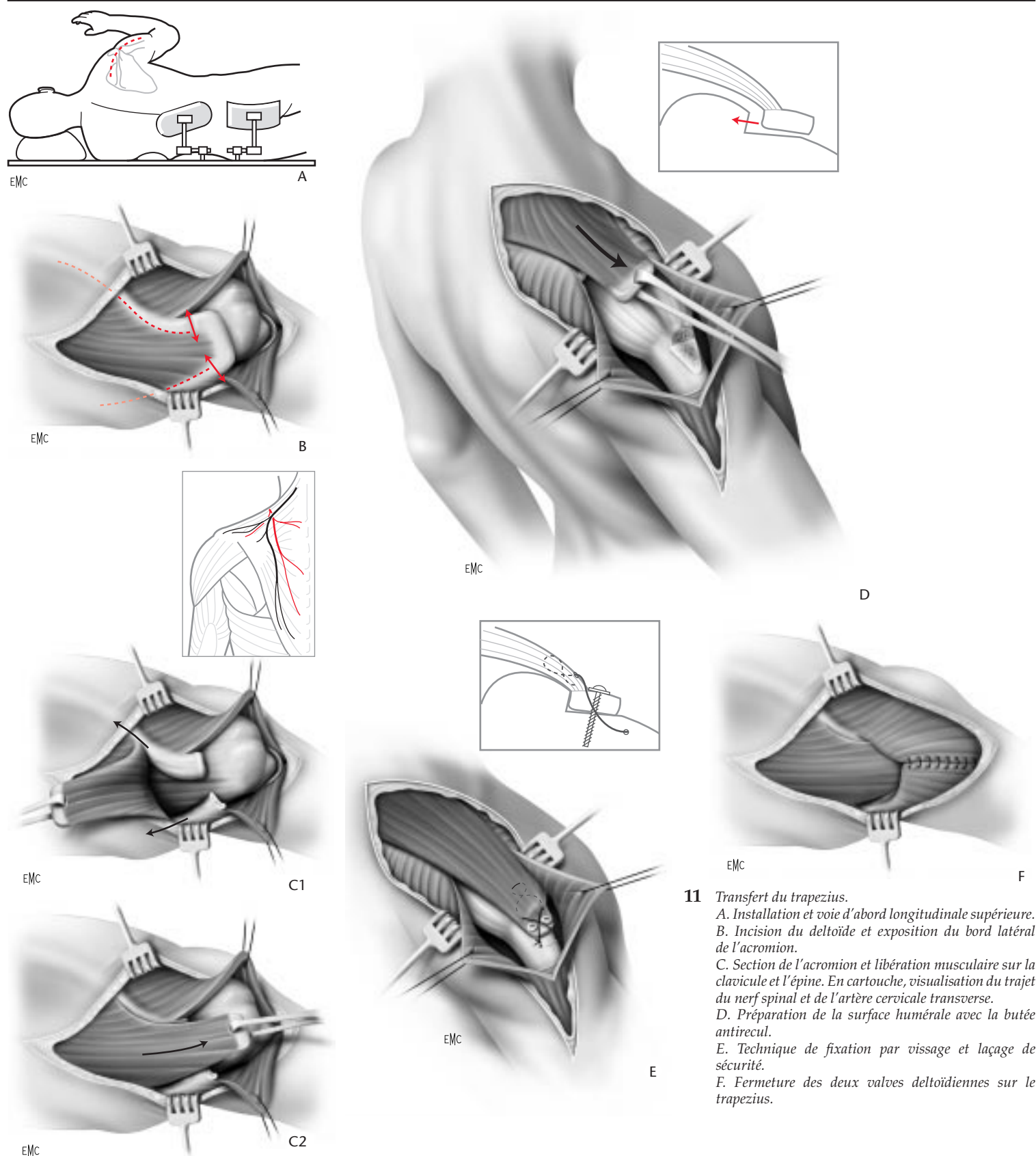
■ Transfert du muscle trapezius sur l'extrémité supérieure de l'humérus (intervention de Bateman)

Il consiste à transférer en partie les insertions spino-acromioclaviculaires du faisceau supérieur du muscle. Initialement, le muscle était détaché de ses attaches osseuses acromioclaviculaires, prolongé par une bandelette tubulée de fascia lata, et inséré après tunnellisation sous-cutanée sur le tubercule majeur [51]. La technique fut ensuite modifiée en descendant la fixation du transplant sous l'attache distale du deltoïde pour en augmenter le bras de levier [77]. Actuellement, on descend en bloc l'unité ostéomusculaire : l'attache musculaire et la surface acromioclaviculaire [7, 64] sont vissées sur la surface humérale avivée. C'est le faisceau cléido-acromio-spinal qui est actuellement utilisé. Le transfert du trapezius présente la même forme que le deltoïde et la même direction frontale. Son innervation est en règle épargnée dans les paralysies du plexus brachial.

Technique chirurgicale

Le patient est installé soit en position demi-assise, soit en décubitus latéral, en préparant l'ensemble du bras et de l'épaule dans le champ opératoire. Un appui-bras préalablement réglé permet de soutenir le membre en abduction.

La voie d'abord dessine classiquement un lambeau en « U » spino-acromioclaviculaire, à concavité interne, prolongé par une branche latérale vers la face latérale de l'épaule [51, 65]. Nous utilisons une simple voie d'abord longitudinale du creux sus-claviculaire prolongée au bord externe du bras qui donne un aussi bon jour et simplifie les décollements. Les lambeaux fasciocutanés sont levés de bas en haut. Le deltoïde doit être suffisamment exposé jusqu'à l'épine de la scapula en arrière et vers la clavicule en avant. Le deltoïde est ensuite désinséré en sous-périoste, en « T » inversé, du tiers distal de la clavicule, de l'acromion et de la moitié postérieure de l'épine (fig 11). On réalise à ce moment la levée de la baguette acromiale en pratiquant à son bord postérieur l'ostéotomie de l'acromion, à sa naissance spinale (avec ou non 1 cm de clavicule), en passant dans l'articulation acromioclaviculaire de l'autre côté, délimitant ainsi son bord antérieur. La baguette osseuse ainsi détachée mesure au moins 4 cm de large. Les insertions restantes du trapezius sur la clavicule et sur l'épine de la scapula sont ensuite sectionnées jusqu'à 2 cm du bord spinal de la scapula. Cette désinsertion est soignée, en évitant de tracter trop fortement sur le greffon osseux. En effet, les fibres musculaires ont tendance à se dilacerer de part et d'autre de l'os et des points d'arrêt sont utiles à ce niveau. On prend ensuite bien soin de créer un chenal suffisamment accueillant pour le passage du transfert entre les berges osseuses de l'épine et l'extrémité distale de la clavicule. Un complément d'émondage à la pince gouge est souvent nécessaire. À ce stade, le lambeau ne parvient pas à descendre et un temps de libération inférieur est nécessaire. La libération du lambeau musculaire à sa face profonde doit ménager le nerf spinal, le pédicule suprascapulaire et l'artère cervicale transverse. Ces éléments dangereux sont noyés dans la graisse à la face profonde du muscle, à sa partie moyenne, et constituent, avec de fines cloisons fibreuses, des structures limitant la translation latérale musculaire (fig 11). L'exposition de la partie proximale de l'humérus est réalisée en incisant longitudinalement les fibres du deltoïde. La face antérolatérale de l'humérus est avivée à l'ostéotome, ainsi que la face profonde de l'acromion prélevée avec le trapezius. Au plan huméral, la tranchée se termine au bord supérieur par un butoir afin d'éviter l'ascension du greffon. Le point d'insertion du transfert se situe légèrement en avant, au contact de la gouttière bicipitale pour



11 Transfert du trapezius.

A. Installation et voie d'abord longitudinale supérieure.

B. Incision du deltoïde et exposition du bord latéral de l'acromion.

C. Section de l'acromion et libération musculaire sur la clavicule et l'épine. En cartouche, visualisation du trajet du nerf spinal et de l'artère cervicale transverse.

D. Préparation de la surface humérale avec la butée antirecul.

E. Technique de fixation par vissage et laçage de sécurité.

F. Fermeture des deux valves deltoïdiennes sur le trapezius.

favoriser l'antépulsion. Le bras est amené à 90° d'abduction et le transfert descendu au contact de la surface humérale préparée. L'acromion est vissé en compression, en place, par deux vis corticales de 5 mm montées sur rondelles. Le serrage reste prudent car la baguette acromiale est d'autant plus fragilisée qu'une corticale est avivée et que les trous de vis sont proches. Les vis, pour avoir une certaine tenue, doivent s'ancrer sur la corticale naissante de la métaphyse au niveau du col chirurgical. Il est fortement conseillé de

renforcer cette fixation par un laçage transosseux, faufile dans le tendon deltoïdien. Des radiographies peropératoires permettent de s'assurer de la bonne longueur des vis et de l'absence d'effraction intra-articulaire.

La fermeture se réalise en maintenant cette position d'abduction. Les deux valves musculaires du deltoïde sont ensuite rabattues et suturées par-dessus le trapezius. Un drainage suffisant est mis en

place pour éviter les hématomes postopératoires dans les espaces de décollement. Le patient est appareillé dans une orthèse thoracobrachiale, préalablement confectionnée, bras en abduction de 70°, dans le plan de la scapula et en légère rotation externe afin de détendre le transfert, pour une durée de 4 à 6 semaines.

Soins postopératoires

Un protocole de rééducation réalise dans un premier temps des massages décontracturants, une lutte contre les attitudes vicieuses et une hygiène de la statique rachidienne. Un travail de réveil musculaire dans l'orthèse est ensuite réalisé, et ce n'est qu'à partir de la cinquième semaine qu'un retour progressif du coude au corps est entrepris. Au bout de 6 semaines, le patient est sevré de son appareillage et des exercices d'abduction en actif aidé sont démarrés.

Résultats

Ce transfert nécessite la présence des stabilisateurs de la scapula. L'intervention est contre-indiquée en cas de subluxation antérieure de l'épaule. Les résultats sont meilleurs si le deltoïde est encore actif et lorsque l'attache est la plus proche de l'insertion deltoïdienne^[65]. Sur le plan subjectif, les malades deviennent indolores dans 75 % des cas. Ils sont surtout satisfaits par l'impression de stabilisation que leur procure le transfert. Cette stabilisation se vérifie radiologiquement en montrant la disparition de la subluxation inférieure de l'épaule lorsqu'elle existait avant l'intervention. On peut espérer obtenir en moyenne une abduction de 60°, une antépulsion de 80°. La force d'élévation est en moyenne de 2,5 à 3 kg.

■ Transfert de la longue portion du triceps sur l'acromion (Sloaman)

Ce transfert a été signalé la première fois dans la littérature en 1916 par Sloaman. Il consiste à transférer la longue portion du triceps sur l'extrémité antérieure de l'acromion. Ce transfert a une conception en apparence contradictoire, compte tenu de la disposition du sens du vecteur d'action de ce hauban pour réaliser une abduction. Il n'a d'ailleurs fait l'objet que de rares cas rapportés. Le muscle est innervé par trois à quatre rameaux antérieurs du nerf long du triceps qui naît du nerf radial. Son origine provient des racines C6-C7-C8-T1. Il existe une prédominance de C7 ou de C8-T1, selon l'apport du tronc primaire postérieur. Ce muscle est présent dans 49 % des paralysies plexiques supraclaviculaires C5-C6-C7, et le transfert semble possible dans 32 % des cas.

Technique chirurgicale

L'installation du patient peut se faire en décubitus latéral ou ventral, mais nous préférons nettement la position ventrale. Un appui-bras, laissé libre dans ses rotations, va permettre de soutenir le membre en position de *crawl*. Un coussin est mis sous le thorax pour surélever l'épaule et laisser un libre accès à la partie supéroantérieure du moignon. L'ensemble du bras et de l'épaule est inclus dans le champ opératoire.

La voie d'abord commence par une incision longitudinale antéropostérieure qui suit le bord postérieur du deltoïde en arrière et se prolonge en « L » inversé, en avant jusqu'à la pointe de l'acromion. On dissèque ensuite le tendon terminal de la longue portion dans l'espace délimité par les muscles *teres minor* et *teres major*, en respectant le nerf axillaire qui émerge du trou quadrilatère de Velpeau. Le tendon est alors sectionné au ras de son attache sous-glénodienne et chargé sur des fils tracteurs solides (fig 12). On pratique une libération proximale de ses attaches (*lacerti fibrosi*) avec le vaste médial et latissimus dorsi, ménageant le nerf radial, en particulier de ses branches motrices destinées au chef long du triceps, ainsi que le paquet vasculaire. Une libération distale n'est pas nécessaire (fig 12). De plus, au-delà, les risques sont réels de léser l'innervation propre de la longue portion du triceps en décollant à l'aveugle la face antérieure de son ventre musculaire. Le site d'implantation est préparé à la partie antérieure de l'acromion

et correspond à l'insertion du chef moyen du deltoïde. Le site de passage du transfert diffère selon les auteurs : soit il est passé en sous-cutané jusqu'à la partie antérieure de l'acromion, soit il est passé sous le chef postérieur du deltoïde et se confond avec l'insertion du chef moyen^[67]. La fixation se fait coude en extension, bras en abduction de 90°, par des points transosseux ; à l'aide de gros fils non résorbables, ou par un laçage sur lui-même en passant autour de l'acromion. La fermeture doit impérativement se réaliser dans cette position du bras.

Suites postopératoires

L'immobilisation thoracobrachiale préalablement confectionnée (coude proche de l'extension, épaule en légère rétropulsion et à 70° d'abduction) est alors mise en place pour une durée de 6 semaines. Le retour coude au corps ne se fait que progressivement. Cette immobilisation bras tendu en abduction est relativement inconfortable.

Résultats

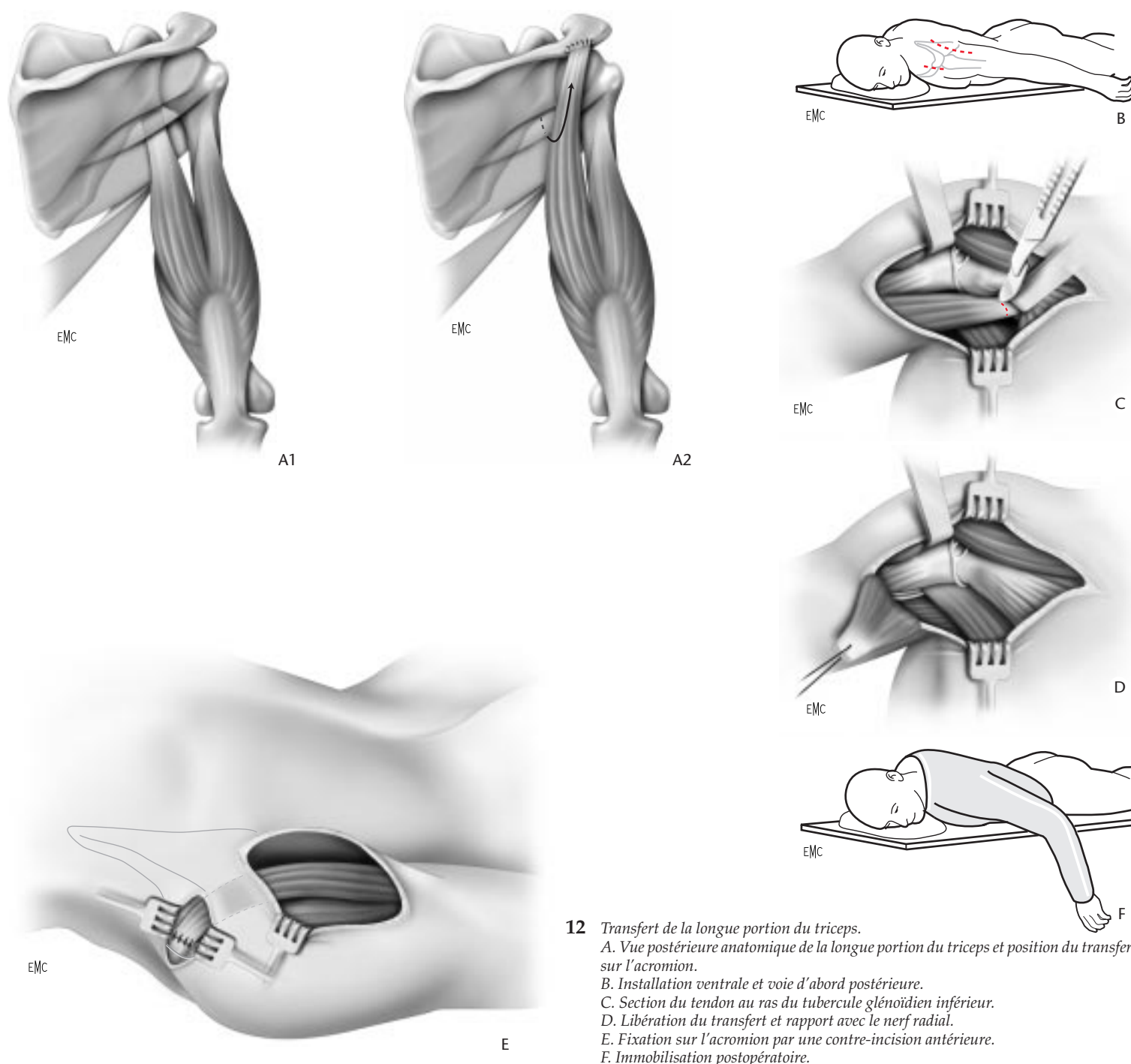
Il s'agit d'un transfert d'un muscle qui devient biarticulaire avec une course très oblique et postérieure pour un axe d'abduction. Pour Narakas^[54], ce type de transfert n'est à réaliser que si le supraspinatus est faible et ne permet pas d'abduction à l'horizontale. Il nous paraît indiqué lorsque, dans certains cas, la flexion du coude se fait avec une certaine rétropulsion. Il est incapable de lever le bras au-dessus du plan des 90°, sauf dans certains cas. Sedel^[67] obtient des résultats intéressants par renforcement de la force d'élévation lorsque celle-ci atteint 90°. Il nécessite pour cela l'intégrité des muscles de la coiffe des rotateurs qui jouent leur rôle de starter et se trouvent ainsi renforcés dans leur action.

■ Transfert du latissimus dorsi (Itoh^[39])

Le transfert de Bateman n'a pas un bras de levier adéquat. De plus, la résection de l'acromion en cas de paralysie concomitante du deltoïde et des muscles de la coiffe des rotateurs altère la stabilité de la tête humérale^[39]. Itoh propose donc le transfert bipolaire du latissimus dorsi pour restaurer l'antéflexion et le galbe de l'épaule. Le patient est installé en décubitus latéral. Trois voies d'abord sont nécessaires pour le transfert bipolaire du latissimus dorsi (fig 13). Par une première incision, le long du bord antérieur du muscle, celui-ci est libéré en préservant le paquet vasculonerveux qui naît à une dizaine de centimètres de son tendon terminal. C'est la raison pour laquelle le tendon huméral n'est sectionné qu'au dernier moment, pour ne pas tracter le pédicule. L'« isométrie » du muscle est repérée par deux points distants de 10 cm sur le bord antérieur. À sa face profonde, les perforantes intercostales profondes sont ligaturées. L'angle inférieur est décroché. Un premier tunnel est confectionné sous la terminaison du pectoralis major. La deuxième voie antérolatérale sur l'humérus permet d'exposer la terminaison distale du deltoïde. Un deuxième tunnel suffisamment large fait communiquer les deux incisions. Une troisième voie d'abord en « sabre » suivant le bord acromial permet de préparer la zone d'insertion du transfert et son passage sur la face latérale du deltoïde. Le muscle complètement libéré est passé sous le pectoralis major et tourné de 180°, de sorte que la face profonde soit superficielle et que le tendon huméral soit fixé au niveau de l'insertion deltoïdienne. La partie proximale est drapée et fixée sur l'arche acromioclaviculaire. Le réglage des insertions du transplant se fait à 70° d'abduction du bras. La bonne tension du transplant se vérifie également sur l'espacement de 10 cm des deux repères musculaires. Les voies d'abord sont largement drainées et le patient est immobilisé dans un thoracobrachial préalablement confectionné pour une durée de 2 mois. De simples exercices en *biofeedback* de la contraction du muscle permettent au patient d'intégrer progressivement le schéma moteur de l'utilisation de celui-ci.

■ Transfert de la courte portion du biceps sur l'acromion^[65]

Ober, en 1932, avait proposé le double transfert de la courte portion du biceps et de la longue portion du triceps sur l'acromion pour



12 Transfert de la longue portion du triceps.
 A. Vue postérieure anatomique de la longue portion du triceps et position du transfert sur l'acromion.
 B. Installation ventrale et voie d'abord postérieure.
 C. Section du tendon au ras du tubercule glénoïdien inférieur.
 D. Libération du transfert et rapport avec le nerf radial.
 E. Fixation sur l'acromion par une contre-incision antérieure.
 F. Immobilisation postopératoire.

réanimer la paralysie du deltoïde chez une enfant atteinte de poliomyélite. Grâce à une seule voie d'abord en « sabre », les deux tendons sont détachés avec une pastille osseuse et amenés sur le sommet de l'acromion préalablement avivé et fixé. Il obtient une abduction honorable de 90° et une belle antépulsion au-dessus de la tête [55].

Indications thérapeutiques

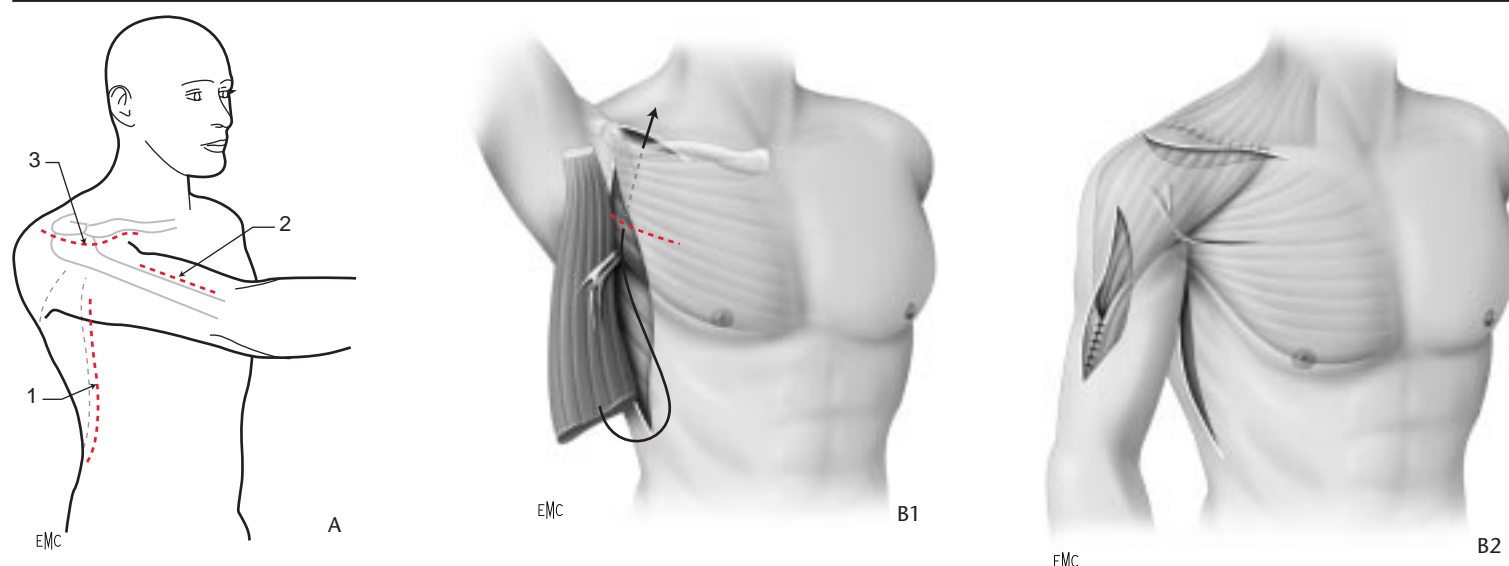
PARALYSIE DU NERF AXILLARIS

Le mécanisme retrouvé est violent (luxation antéro-interne de l'épaule, accident de moto), associé à des fractures de la ceinture scapulaire. Narakas note une incidence de 5 à 10 % de paralysie du deltoïde sur 1 000 cas de traumatisme scapulaire [54]. On peut admettre qu'il existe une récupération complète ou valable dans 75 à 80 % des cas.

La chirurgie nerveuse est indiquée devant l'absence de récupération nerveuse infraclinique sur l'électromyogramme pratiqué entre le troisième et le sixième mois. Les résultats de la réparation isolée du nerf axillaris permettent d'obtenir 60 % de bons (M4) et de très bons résultats (M5) [3, 54].

Dans cette indication sélective, le transfert du trapezius est une bonne indication.

Les atteintes du nerf axillaris peuvent être isolées ou associées à une rupture de la coiffe des rotateurs, à une atteinte du nerf suprascapularis [3, 53] ou à une lésion du fasciculus posterior. La rupture isolée se rencontre dans 40 % des cas de luxation glénohumérale. Dans le groupe de l'atteinte concomitante du nerf axillaire et du nerf suprascapulaire, on rencontre 44 % de fractures de la clavicule et des disjonctions des attaches claviculaires. Il s'agit de l'étape précédant l'atteinte plus grave du plexus infraclaviculaire par distraction scapulohumérale [54]. Après la quatrième décennie, il



13 Transfert du latissimus dorsi selon Itoh.
A. Schéma des différentes voies d'abord.

B. Transfert bipolaire du latissimus dorsi pédiculé. La flèche montre le déroutage du muscle à travers une large boutonnière entre les deux faisceaux du pectoralis major et fixation sur le moignon deltoïdien.

faut rechercher une atteinte concomitante de la coiffe des rotateurs, ce qui change les données du problème, en fonction des possibilités de réparation ou non de cette dernière.

PARALYSIE C5-C6 OU C5-C6-C7 DU PLEXUS BRACHIAL

■ Paralyse C5-C6 et C5-C6-C7

On observe une atteinte du deltoïde, des supra- et infraspinatus et du teres minor. Le biceps récupère habituellement après chirurgie nerveuse.

On a le choix entre plusieurs possibilités pour stabiliser l'épaule et la réanimer.

L'arthrodèse d'épaule trouve des indications. Elle intervient en dernier dans le programme opératoire des interventions secondaires. Les interventions distales sont alors plus aisées à réaliser. Ceci permet également d'évaluer le degré de stabilité de l'épaule et d'établir la disponibilité des muscles moteurs restants. La force de l'épaule est supérieure chez les patients présentant une main fonctionnelle. Mais en contrepartie, elle bloque les rotations, ce qui amène à utiliser les transferts musculaires actifs.

Depuis les séries de Karev, et surtout celles de Aziz^[6, 41], on voit réapparaître l'utilisation du transfert du trapezius^[7, 64] pour réanimer l'abduction de l'épaule dans la paralysie du plexus brachial. Le gain sur l'abduction est de 45°, et de 35° sur la flexion. L'épaule est à chaque fois stabilisée, et indolore huit fois sur dix^[6]. Les rotations de l'épaule ne sont pas bloquées. Parfois, pour améliorer l'abduction, Sakellarides propose d'y adjoindre, dans un deuxième temps, un transfert du levator scapulae sur le supraspinatus^[65]. On peut également renforcer la flexion en transposant la courte portion du biceps brachialis sur l'acromion.

Si le coude présente une flexion parasite en rétropulsion, il nous paraît alors indiqué de proposer un transfert de la longue portion du triceps sur l'acromion.

Récemment, Itoh a proposé le transfert bipolaire du latissimus dorsi dans la réanimation de la flexion de l'épaule^[39]. Sur une série de dix patients atteints de plexus brachial, les meilleurs résultats sont obtenus parmi les trois cas qui possédaient un biceps actif stabilisant l'épaule et travaillant en synergie dans l'antépulsion (> 110°). L'antéflexion est d'au moins 90°. L'abduction ne dépasse cependant pas 40° en moyenne.

■ Paralyse complète du plexus brachial

La stabilisation de l'épaule a recours aux arthrodèses de l'épaule.

PARALYSIE DE L'ÉPAULE DANS LA POLIOMYÉLITE

Le stade séquellaire commence 2 ans et demi après le début de la maladie. C'est la gravité de l'étendue de l'atteinte qui détermine quel transfert musculaire est le plus approprié. Elle touche le plus souvent les muscles de la racine du membre supérieur et, dans 80 % des cas, le deltoïde. Il faut avant toute chose régler les possibilités thérapeutiques chirurgicales au niveau du membre supérieur, c'est-à-dire bras, coude, poignet, main. La stabilisation proximale du membre supérieure est essentielle pour le déplacement dans l'espace, alors que c'est la fonction motrice qui est la plus importante plus on progresse vers la main. Les rétractions articulaires doivent être traitées avant de réanimer un secteur articulaire.

■ Membre supérieur ballant

Dans la poliomyélite, l'atteinte scapulaire peut être responsable d'un membre supérieur ballant. La récupération musculaire est faible. L'arthrodèse de l'épaule n'est envisageable que si les stabilisateurs de la scapula sont présents et efficaces. Si le serratus anterior est paralysé, l'abduction dans la scapulothoracique ne devrait pas excéder 30°. Au-delà, le poids du membre entraîne la scapula vers le bas. En cas d'atteinte bilatérale, le côté le plus faible est positionné plus en rotation interne. De même, si les deux atteintes sont équivalentes, c'est le côté non dominant qui est positionné plus en rotation interne.

■ Autres cas de figure

S'il persiste des muscles suffisamment forts pour donner une épaule mobile, il faut raisonner en termes de fonction articulaire à réhabiliter^[66]. Saha distingue trois groupes musculaires au niveau de l'épaule^[64] :

- le groupe des forces motrices est constitué du deltoïde et du pectoralis major. Ils sont responsables de la principale force motrice de l'abduction de l'épaule dans les trois directions. Leurs attaches sont au tiers supérieur de l'humérus et distales par rapport à l'articulation. Leur réanimation est importante ;
- le groupe de direction représenté par les muscles subscapularis, supraspinatus, infraspinatus. Leur force s'exerce à la jonction col-tête. Ils stabilisent la tête dans la glène et assistent l'épaule dans l'abduction en réalisant des haubans antérieurs et postérieurs ;
- le groupe des abaisseurs (sternal pectoralis major, latissimus dorsi, teres minor et major) sont dépresseurs de la tête humérale et rotateurs.

Les transferts essayent de pallier l'insuffisance du deltoïde, mais pour que cela soit réalisable, ces interventions nécessitent des stabilisateurs de la scapulothoracique (serratus anterior, trapezius).

Le déficit du trapezius peut être corrigé par le transfert du levator scapulae. Le trapezius moyen et les rhomboidei stabilisent la scapulothoracique dans les mouvements de rotation de l'épaule. Leur déficience perturbe l'utilisation de l'épaule qui fuit en avant par la traction exercée par le serratus anterior. Le bord spinal peut alors être stabilisé par la retente de ces muscles ou par des fascioscapulopexies à la ligne des épineuses ou aux côtes. L'insuffisance du serratus anterior peut être corrigée par les transferts du pectoralis major ou par une arthrodeuse scapulothoracique.

Quand le deltoïde est atteint, il ne récupère que rarement [77]. La flexion antérieure est fonctionnellement importante et semble primer devant la récupération d'une abduction. En cas de paralysie du deltoïde, le trapezius est habituellement épargné et il est disponible pour un transfert [77]. C'est le palliatif de première intention [64]. Les meilleurs résultats des transferts du trapezius sont obtenus lorsque la tête est centrée, lorsqu'il existe encore un certain deltoïde et que les muscles scapulostabilisateurs sont présents [77]. En cas de récupération partielle du deltoïde, uniquement du faisceau postérieur, il est possible de transférer l'attache spinale de ce faisceau en avant sur la clavicule pour améliorer l'abduction [30]. De même, il est possible de transférer le chef claviculaire du pectoralis major sur

l'acromion [30]. Si le biceps est présent, il permet une certaine antéflexion. La technique de Ober, transfert de la longue portion du triceps et de la courte portion du biceps sur l'acromion, permet alors d'obtenir une abduction complémentaire [55, 66], ces deux interventions pouvant être couplées. Harmon obtient sur ses cas des résultats à chaque fois supérieurs à ceux que l'on pouvait espérer avec une arthrodeuse.

Le transfert de l'ensemble sternocostal du pectoralis major vers l'acromion et le cou (intervention de Hildebrandt, 1906) est une intervention tombée en désuétude, mais qui a donné des résultats dans le remplacement des deltoïdes antérieur et moyen. Dans la mesure où des rotateurs sont actifs et que les triceps et biceps suffisent pour stabiliser l'articulation sans pouvoir obtenir une abduction supérieure à 45°, le transfert a permis alors d'obtenir une abduction complète [66].

L'insuffisance du supraspinatus est renforcée par le transfert du levator scapulae sur son tendon terminal.

L'infraspinatus peut être réanimé par le transfert du latissimus dorsi ou le teres major sur la coiffe [30]. S'il existe une subluxation antérieure, l'immobilisation postopératoire doit en tenir compte en mettant le bras en légère flexion, en plus de l'abduction dans le plan de la scapula [77]. La paralysie du subscapularis est palliée par le transfert des digitations supérieures du serratus ou du pectoralis minor ou major [64].

Références

- [1] Alnot JA. Épaule paralytique de l'adulte par lésions nerveuses périphériques. In : Bonnel F, Blotman F, Leroux JL éd. L'épaule musculaire. Montpellier : Sauramps médical, 1995 : 243-259
- [2] Alnot JY, Aboujaoude J, Oberlin C. Les lésions traumatiques du nerf spinal accessoire (n. accessorius). 2^e Partie : étude clinique et résultats d'une série de 25 cas. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 : 297-304
- [3] Alnot JY, Liverneaux PH, Silberman O. Les lésions du nerf axillaire. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 : 579-589
- [4] Anonymous. Neuralgic amyotrophy-still a clinical syndrome. *Lancet* 1980 ; 2 : 729-730
- [5] Aoki M, Okamura K, Fukushima S, Takahashi T, Ogino T. Transfer of latissimus dorsi for irreparable rotator-cuff tears. *J Bone Joint Surg Br* 1996 ; 78 : 761-766
- [6] Aziz W, Singer RM, Wolff TW. Transfert of the trapezius for fail shoulder after brachial plexus injury. *J Bone Joint Surg Br* 1990 ; 72 : 701-704
- [7] Bateman JE. The shoulder and environs. St Louis : CV Mosby, 1954
- [8] Bigliani LU, Perez-Sanz JR, Wolfe IN. Treatment of trapezius paralysis. *J Bone Joint Surg Am* 1985 ; 67 : 871-877
- [9] Brooks DM, Zaoussi A. Arthrodesis of the shoulder in the reconstructive surgery of the upper limb. *J Bone Joint Surg Br* 1959 ; 41 : 207-212
- [10] Brunnstrom S. Muscle testing around the shoulder girdle. A study of the function of the shoulder-blade fixators in seventeen cases of shoulder paralysis. *J Bone Joint Surg* 1941 ; 23 : 263-272
- [11] Bunch WH. Scapulo-thoracic fusion for shoulder stabilization in muscular dystrophy. *Minn Med* 1973 ; 56 : 391-394
- [12] Chammas M, Allieu Y, Meyer ZuReckendorf G. L'arthrodeuse d'épaule : indications, résultats. In : Alnot JA, Narakas A éd. Les paralysies du plexus brachial. Paris : Expansion Scientifique Française, 1995 : 231-238
- [13] Chaves JP. Pectoralis minor transplant for paralysis of the serratus anterior. *J Bone Joint Surg Br* 1951 ; 33 : 228-230
- [14] Cofield RH, Briggs BT. Gleno-humeral arthrodesis. Operative and long-term functional results. *J Bone Joint Surg Am* 1979 ; 61 : 668-677
- [15] Copeland SA, Howard RC. Thoracoscapular fusion for facioscapulohumeral dystrophy. *J Bone Joint Surg Br* 1978 ; 60 : 547-551
- [16] Dewar FP, Harris RI. Restoration of function of the shoulder following paralysis of the trapezius by fascial sling fixation and transplantation of the levator scapulae. *Ann Surg* 1950 ; 132 : 1111-1115.
- [17] Dickson FD. Fascial transplants in paralysis and other conditions. *J Bone Joint Surg* 1937 ; 19 : 405
- [18] Ducloyer P, Nizard R, Sedel L, Witvoet J. Arthrodeuse d'épaule dans les paralysies du plexus brachial. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 : 396-405
- [19] Durandea A. Les lésions compressives du nerf supra-scapulaire. À propos de 26 cas. In : L'épaule. Paris : Springer-Verlag, 1993 : 725-729
- [20] Durrman DC. Operation for serratus anterior. *J Bone Joint Surg* 1945 ; 27 : 280
- [21] Eden R. Zur behandlung der trapeziuslähmung mittelst muskelplastik. *Deutsche Zeitschr Chir* 1924 ; 184 : 387-397
- [22] Fery A. Results of treatment of anterior serratus paralysis. In : Post M, Morrey BF, Hawkins RJ eds. Surgery of the shoulder. St Louis : Mosby Year Book, 1990 : 325-329
- [23] Fery A, Sommelet J. La paralysie du grand dentelé. Résultats du traitement de 12 cas dont 9 opérés et revue générale de la littérature. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 277-288
- [24] Foo CL, Swann M. Isolated paralysis of the serratus anterior. A report of 20 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1983 ; 65 : 552-556
- [25] Gerber C, Vinh TS, Hertel R, Hess CW. Latissimus dorsi transfer for the treatment of massive tears of the rotator cuff. *Clin Orthop* 1988 ; 232 : 51-61
- [26] Goodman CE, Kenrick MM, Blum MV. Long thoracic nerve palsy: a follow-up study. *Arch Phys Med Rehabil* 1975 ; 56 : 352-358
- [27] Gozna ER, Harris WR. Traumatic winging of the scapula. *J Bone Joint Surg Am* 1979 ; 61 : 1230-1233
- [28] Green M, Tachdjian MO. Correction of residual deformities of the shoulder in obstetrical palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1963 ; 45 : 1544-1545
- [29] Gregg JR, Labosky D, Harty MA. Serratus anterior paralysis in the young athlete. *J Bone Joint Surg Am* 1979 ; 61 : 825-831
- [30] Harmon PH. Surgical reconstructions of the paralytic shoulder by multiple muscle transplantations. *J Bone Joint Surg Am* 1950 ; 32 : 583-595
- [31] Hass J. Muskelplastik bei Serratuslähmung. *Z Orthop Chir* 1931 ; 55 : 617-622
- [32] Hawkins RJ, Willis RB, Litchfield RB. Scapulothoracic arthrodesis for scapular winging. In : Post MM, Morrey BF, Hawkins RJ eds. Surgery of the shoulder. St Louis : Mosby Year Book, 1990
- [33] Hayes JM, Zehr DJ. Traumatic muscle avulsion causing winging of the scapula. A case report. *J Bone Joint Surg Am* 1981 ; 63 : 495-497
- [34] Henry AK. An operation for slinging a dropped shoulder. *Br J Surg* 1927 ; 15 : 95-98
- [35] Herzmark MH. Traumatic paralysis of the serratus anterior relieved by transplantation of the rhomboidei. *J Bone Joint Surg Am* 1951 ; 33 : 235-238
- [36] Hoffer MM, Wickenden RW, Roper B. Brachial plexus palsy. Results of tendon transfer to the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 1978 ; 60 : 691-695
- [37] Horwitz MT, Tocantins LM. Isolated paralysis of serratus anterior (magnus) muscle. *J Bone Joint Surg* 1938 ; 20 : 720-725
- [38] Icteton J, Harris WR. Results of pectoralis major transfer for winged scapula. *J Bone Joint Surg Am* 1955 ; 37 : 108-110
- [39] Itoh Y, Sasaki T, Ishiguro T, Uchinishi K, Yabe Y, Fukuda H. Transfer of latissimus dorsi to replace a paralysed anterior deltoid. A new technique using an inverted pedicled graft. *J Bone Joint Surg Br* 1987 ; 69 : 647-651
- [40] Johnson JT, Kendall MO. Isolated paralysis of the serratus anterior muscle. *J Bone Joint Surg Am* 1955 ; 37 : 567-574
- [41] Kerev A. Trapezius transfer for paralysis of the deltoid. *J Hand Surg Br* 1986 ; 11 : 81-83
- [42] Ketenjian AY. Scapulocostal stabilization for scapular winging in facioscapulohumeral muscular dystrophy. *J Bone Joint Surg Am* 1978 ; 60 : 476-480
- [43] Kocalkowski A, Frostick S, Wallace A. One-stage bilateral thoracoscapular fusion using allografts. *Clin Orthop* 1991 ; 273 : 264-267
- [44] Lange M. Die Behandlung der irreparablen Trapeziuslähmung Langenbecks. *Arch Klin Chir* 1951 ; 270 : 437-439

- [45] Langenskjold A, Ryoppy S. Treatment of paralysis of the trapezius muscle by the Eden-Lange's operation. *Acta Orthop Scand* 1973 ; 44 : 383-388
- [46] L'Episcopo JB. Tendon transplantation in obstetrical paralysis. *Am J Surg* 1934 ; 25 : 122-125
- [47] Letournel E, Fardeau M, Lytle JO, Serrault M, Gosselin RA. Scapulothoracic arthrodesis for patients who have fascio-scapulothoracic muscular dystrophy. *J Bone Joint Surg Am* 1990 ; 72 : 78-84
- [48] Lindstrom N, Danielsson L. Muscular transposition in serratus anterior paralysis. *Acta Orthop Scand* 1962 ; 32 : 369-373
- [49] Maquet P. Paralyse du grand dentelé traitée par transplantation du petit pectoral. *Rev Chir Orthop* 1964 ; 50 : 399-401
- [50] Marmor L, Bechtol CO. Paralysis of the serratus anterior due to electric shock relieved by transplantation of the pectoralis major. *J Bone Joint Surg Am* 1963 ; 45 : 156-160
- [51] Mayer L. Transplantation of the trapezius for paralysis of the abductor of the arm. *J Bone Joint Surg Am* 1954 ; 36 : 775
- [52] Merle d'Aubigné R, Deburge A. Traitement des paralysies du plexus brachial. *Rev Chir Orthop* 1967 ; 53 : 199-215
- [53] Mikami Y, Nagano A, Ochiai N, Yamamoto S. Results of nerve grafting for injuries of the axillary and suprascapular nerves. *J Bone Joint Surg Br* 1997 ; 79 : 527-531
- [54] Narakas AO. Les atteintes paralytiques de la ceinture scapulo-humérale et de la racine du membre supérieur. In : *Traité de chirurgie de la main. Affections neurologiques, paralysies du membre supérieur, syndromes canauxaux*. Paris : TR éditeur, 1991 : 113-154
- [55] Ober F. An operation to relieve paralysis of the deltoid. *JAMA* 1932 ; 99 : 2182
- [56] Parsonage MJ, Turner JWA. Neuralgic amyotrophy. *Lancet* 1974 ; 2 : 878
- [57] Post M. Pectoralis major transfer for winging of the scapula. *J Shoulder Elbow Surg* 1995 ; 4 (1 Pt 1) : 1-9
- [58] Rapp IH. Serratus anterior paralysis treated by transplantation of the pectoralis minor. *J Bone Joint Surg Am* 1954 ; 36 : 852-854
- [59] Richards RR, Waddell JP, Hudson AR. Shoulder arthrodesis for the treatment of brachial plexus palsy. *Clin Orthop* 1985 ; 198 : 250-258
- [60] Rouholamin E, Woottow JR, Jamieson AM. Arthrodesis of the shoulder following brachial plexus injury. *Injury* 1991 ; 22 : 271-274
- [61] Roux JL, Allieu Y. L'arthrodèse scapulo-thoracique dans la dystrophie musculaire progressive de Landouzy Déjerine. In : *Les arthrodèses de l'épaule*. Montpellier : Sauramps médical, 1997 : 73-80
- [62] Rowe CR. Arthrodesis of the shoulder used in treating painful conditions. *Clin Orthop* 1983 ; 173 : 92-96
- [63] Rowe CR. Re-evaluation of the arm in arthrodesis of the shoulder in the adult. *J Bone Joint Surg Am* 1974 ; 56 : 913-922
- [64] Saha AK. Surgery of the paralysed and flail shoulder. *Acta Orthop Scand* 1967 ; 97 : 5-90
- [65] Sakellarides HT. Tendon transfers to the shoulder following paralysis of brachial plexus. In : Post M, Morrey BF, Hawkins RJ eds. *Surgery of the shoulder*. St Louis : Mosby Year Book, 1990 : 347-352
- [66] Schottstaedt ER, Larsen LJ, Bost FC. The surgical reconstruction of the upper extremity paralysed by poliomyelitis. *J Bone Joint Surg Am* 1958 ; 40 : 633-643
- [67] Sedel L. La paralysie de l'épaule. Traitement chirurgical. In : *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris : Expansion Scientifique Française, 1990
- [68] Sedel L. Traitement palliatif d'une série de 103 paralysies par élongation du plexus brachial. Évolution spontanée et résultats. *Rev Chir Orthop* 1977 ; 63 : 651-666
- [69] Strecker WB, McAllister JW, Manske PR, Schoenecker PL, Dailey LA. Sever-I'Episcopo transfers in obstetrical palsy: a retrospective review of twenty cases. *J Pediatr Orthop* 1990 ; 10 : 442-444
- [70] Stromboni A. La scapulo-costopexie dans les paralysies du grand dentelé et du trapèze. [thèse]. Paris, 1967
- [71] Teinturier P, Vergote T, Terver S. Traitement de la paralysie du trapèze par transplantation de l'angulaire de l'omoplate. *Rev Chir Orthop* 1990 ; 76 : 297-302
- [72] Twyman RS, Harper GD, Edgar MA. Thoracoscaphular fusion in facioscapulothoracic dystrophy: clinical review of a new surgical method. *J Shoulder Elbow Surg* 1996 ; 5 : 201-205
- [73] Valtonen EJ, Lilius HG. Late sequelae of iatrogenic spinal accessory nerve injury. *Acta Chir Scand* 1974 ; 140 : 453-455
- [74] Vastamaki M. Pectoralis minor transfert in serratus anterior paralysis. *Acta Orthop Scand* 1984 ; 55 : 293-295
- [75] Whitman A. Congenital elevation of scapula and paralysis of serratus magnus muscle. *JAMA* 1932 ; 99 : 1332
- [76] Wickstrom J, Haslam ET, Hutchison RH. The surgical management of residual deformities of the shoulder following birth injuries of the brachial plexus. *J Bone Joint Surg Am* 1955 ; 37 : 27-36
- [77] Yadav SS. Muscle transfer for abduction paralysis of the shoulder in poliomyelitis. *Clin Orthop* 1978 ; 135 : 121-124
- [78] Zachary R. Transplantation of teres major and latissimus dorsi for external rotation of shoulder. *Lancet* 1947 ; 2 : 757-758
- [79] Zancolli EA. Classification and management of the shoulder in birth palsy. *Orthop Clin North Am* 1981 ; 12 : 433-457
- [80] Zeier FG. The treatment of winged scapula. *Clin Orthop* 1973 ; 91 : 128-133

Traitement de l'épaule gelée et d'autres raideurs de l'épaule

A. Ekelund

Résumé. – L'épaule gelée est une pathologie fréquente. L'étiologie en est inconnue, mais le caractère pathologique anormal principal en est une rétraction de la région de l'intervalle des rotateurs de la capsule, comprenant les ligaments coracohuméral et glénohuméral supérieur. La récupération peut être spontanée, mais des études à long terme ont montré que jusqu'à 60 % des patients présentaient une légère douleur persistante ou une diminution mesurable de la mobilité glénohumérale. Plusieurs méthodes thérapeutiques ont été utilisées pour accélérer la récupération. Les manipulations sous anesthésie générale et la libération arthroscopique ou à foyer ouvert donnent de bons résultats avec soulagement de la douleur et restauration de la mobilité, rapides. Dans le cas de patients souffrant d'une épaule gelée depuis plus de 6 mois sans signes cliniques de récupération, les manipulations sont recommandées. Il s'agit d'une procédure simple et sûre qui ne nécessite pas de compétences arthroscopiques. Chez les patients diabétiques, ainsi que dans le cas de l'épaule gelée post-traumatique ou post-opératoire, il est préférable de pratiquer une libération sous arthroscopie suivie de manipulations douces.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : épaule gelée ; anatomopathologie ; distension articulaire ; manipulations ; libération arthroscopique ; libération chirurgicale à foyer ouvert

Introduction

La raideur de l'épaule peut avoir plusieurs origines, la plus fréquente étant l'épaule gelée idiopathique. On la définit comme une « pathologie d'étiologie incertaine caractérisée par une diminution importante de la mobilité active et passive de l'épaule survenant en l'absence de pathologie intrinsèque reconnue de l'épaule » [26]. Sa prévalence exacte n'est pas connue, mais un chiffre de 2 % a été proposé [4]. Elle est plus élevée chez les patients diabétiques avec une fréquence rapportée de 10 à 20 %. Une atteinte bilatérale est observée dans 6 à 50 % des cas [4]. Cette pathologie est plus fréquente chez les femmes que chez les hommes et on l'observe habituellement entre 40 et 60 ans. Elle comporte trois phases cliniques : une phase douloureuse, une phase de raideur évolutive, et une phase de retour graduel de la mobilité. Cependant, un suivi à long terme a montré que 30 % des patients présentaient toujours des douleurs légères, et 60 % une diminution mesurable de la mobilité [18]. La durée de la maladie reste mal connue, mais des durées comprises entre 6 mois et 2,5 années ont été rapportées [17, 18]. Divers traitements ont été proposés [1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14]. Ce chapitre traitera des techniques de distension articulaire, des manipulations et de la libération arthroscopique ou à foyer ouvert chez les patients souffrant d'épaule gelée. La place de ces techniques dans les raideurs post-traumatique et postopératoire sera traitée.

Anatomopathologie

Les études arthroscopiques ont montré que le signe pathognomonique principal est une oblitération du récessus du

sous-scapulaire par du tissu fibreux [3, 24]. On observe une rétraction fibreuse de la région de l'intervalle des rotateurs de la capsule. Le récessus axillaire est effacé, induisant une réduction du volume de l'articulation. Il n'y a pas d'adhérences. Bunker a rapporté que le tissu rétracté était anatomopathologiquement semblable à celui de la maladie de Dupuytren [3].

Examens clinique et complémentaires

Au cours de la phase douloureuse, il est difficile de différencier des signes liés à une épaule gelée de ceux d'une atteinte de la coiffe des rotateurs, par conflits, par exemple. Il est important de pratiquer un examen clinique attentif. Un signe important dans l'épaule gelée est la limitation de la mobilité active et passive, en particulier de la rotation externe. Les patients souffrant d'un syndrome de la coiffe des rotateurs présentent habituellement une rotation externe normale ou proche de la normale, alors que ceux souffrant d'une épaule gelée ont une rotation externe limitée tôt au cours de l'évolution de la maladie. Une anamnèse détaillée obtenue auprès du patient, une radiographie sans préparation normale et une rotation externe limitée, sont habituellement suffisantes pour établir le diagnostic. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) n'est pas systématique chez les patients souffrant d'épaule gelée, mais elle peut être indiquée pour éliminer une lésion de la coiffe des rotateurs si la raideur est apparue après un traumatisme franc.

Traitement

Le traitement de l'épaule gelée est controversé. Au cours de la première phase douloureuse, le traitement se concentre sur le soulagement de la douleur, ce qui exclut la kinésithérapie. Lorsque la douleur diminue, des étirements doux peuvent être effectués, mais que la kinésithérapie ait une incidence sur la durée d'évolution de

Tableau 1. – Traitement combiné de l'épaule gelée.

| |
|--|
| Arthrographie |
| Anesthésie générale |
| 80 mg (2 ml) de méthylprednisolone intra-articulaire |
| 10 ml de bupivacaine intra-articulaire |
| Distension de l'articulation (20-30 ml de sérum physiologique stérile) |
| Manipulations |

la maladie reste incertain. Une injection intra-articulaire de corticostéroïdes au cours des 3 à 4 premiers mois peut réduire la douleur et améliorer la mobilité. Des formes plus actives de traitement, tels que des manipulations, une libération sous arthroscopie ou par chirurgie ouverte, peuvent être indiquées en l'absence d'amélioration de la douleur ou de la mobilité après 6 à 8 mois. Cependant, le temps optimal de ces traitements reste à déterminer.

DISTENSION ARTICULAIRE ET MANIPULATIONS

Il a été rapporté que la distension articulaire sans manipulation améliorerait la fonction chez les patients souffrant d'épaule gelée [6, 7, 9]. Fareed et Gallivan ont pratiqué des distensions articulaires sous anesthésie locale chez 20 patients [6] ; 1 ml de lidocaïne à 1 % suivi de 1 ml de corticostéroïde associé à 2 ml de lidocaïne à 1 % ont été injectés dans l'épaule. La distension de l'articulation a alors été effectuée avec 40 ml de sérum physiologique stérile. Ils ont rapporté un retour de 90 % de la fonction et de l'amplitude des mouvements immédiatement après le premier traitement. À 4 semaines tous les patients avaient récupéré une fonction complète. Gavant et al. ont effectué une distension sous arthrographie chez 16 patients [7]. Quatre-vingts pour cent ont bénéficié d'un soulagement immédiat de la douleur et d'une augmentation de la mobilité de l'épaule. La distension peut aussi être pratiquée à l'aide de l'arthroscope. Hsu et Chan ont comparé la manipulation à la distension de l'articulation sous arthroscopie et ont observé des améliorations semblables dans les deux groupes. [9].

Les manipulations sous anesthésie générale, avec ou sans distension articulaire, restaurent rapidement la fonction chez les patients souffrant d'une épaule gelée [8, 21, 23].

L'auteur a utilisé depuis plus de 20 ans un traitement combiné (Tableau I) en ambulatoire chez des patients souffrant d'épaule gelée [5]. Une radiographie standard est pratiquée pour s'assurer de l'absence d'anomalies squelettiques. Une arthrographie est alors effectuée pour confirmer le diagnostic de rétraction capsulaire. Moins de 10 ml de produit de contraste peuvent être injectés dans l'articulation de l'épaule gelée. Si le diagnostic est confirmé, une

anesthésie générale pratiquée et 80 mg (2 ml) de méthylprednisolone, plus 5 à 10 ml de bupivacaine 2,5 mg/ml sont injectés dans l'articulation. La capsule est distendue par l'injection de 10 à 30 ml de sérum physiologique jusqu'à ce qu'une diminution de la résistance soit observée. Enfin, une manipulation douce est pratiquée jusqu'à ce qu'une mobilité totale ou quasi-complète soit retrouvée. Les propriétés viscoélastiques du tissu sont mises en œuvre en exerçant une pression constante contre la résistance de la capsule rétractée. Le bras est dans un premier temps mis en flexion et en abduction, puis il est mis en rotation externe et enfin en rotation interne. Les manipulations pour restaurer les rotations externe et interne doivent être exécutées le bras le long du corps ainsi qu'à 90 degrés d'abduction. Des manipulations en force et rapides ne doivent jamais être pratiquées. Dans la plupart des cas l'opérateur ressent la libération de la capsule lorsque la mobilité est retrouvée. Des radiographies sont pratiquées après l'arthrographie et après la manipulation (Fig 1A, B). La kinésithérapie est débutée le jour même. La douleur est significativement réduite et la mobilité redevient pratiquement normale (Tableau II). Une certaine diminution de la rotation interne peut persister et le patient sera informé que la rotation interne ne sera que légèrement améliorée au bout de 6 à 8 semaines, mais augmentera graduellement grâce à la kinésithérapie et du fait de l'évolution naturelle de la maladie. L'épaule gelée est plus difficile à traiter chez les patients diabétiques, et est de moins bon pronostic [4, 10]. Cependant, 50 % des patients diabétiques répondent au traitement combiné précédemment décrit [5].

Il n'existe pas d'essais prospectifs randomisés comparant la distension articulaire et les manipulations. Cependant, après une distension articulaire, la mobilité est encore réduite pour l'épaule affectée, et il est nécessaire d'entreprendre des manipulations. Ce traitement combiné est systématiquement utilisé chez les patients souffrant d'une épaule gelée idiopathique sévère, alors que chez les patients diabétiques ou souffrant d'une raideur à la suite d'un traumatisme ou d'une intervention chirurgicale, l'épaule gelée est traitée par libération arthroscopique et manipulations. Le fait que les manipulations puissent provoquer des déchirures de la coiffe des rotateurs a été un sujet de préoccupation, mais des études de suivi à long terme n'ont montré aucun signe de faiblesse de la coiffe des rotateurs et les arthroscopies pratiquées immédiatement après des manipulations ne montrent pas de déchirures des muscles de la coiffe des rotateurs ou du tendon du long chef du biceps [16, 20, 23]. Par conséquent, la manipulation paraît être un traitement sûr et efficace de l'épaule gelée idiopathique avec très peu de complications rapportées.



1 A. Arthrographie de l'épaule avant manipulation montrant un petit volume articulaire et un récessus capsulaire axillaire oblitéré.
B. Radiographie après manipulation montrant le produit de contraste dans les tissus mous entourant l'épaule du fait d'une déchirure de la capsule.

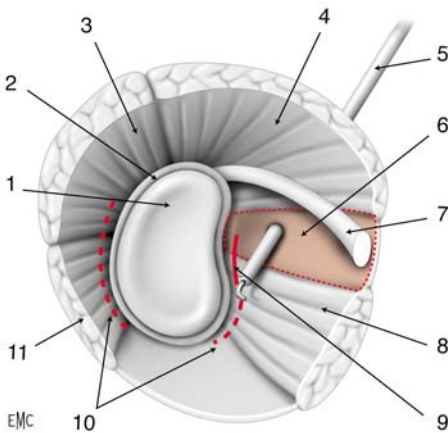
Tableau 2. – Résultats après traitement combiné chez 72 patients souffrant d'une épaule gelée dans l'institution de l'auteur. Valeurs de l'amplitude de mobilité exprimée en moyenne (SD).

| Degré de la douleur | Préopératoire (Nombre de patients) | 6 à 8 semaines postopératoires (Nombre de patients) | |
|-------------------------------|------------------------------------|---|-----------|
| Aucune | 0 | 36 | |
| Légère | 1 | 30 | |
| Modérée | 18 | 4 | |
| Sévère | 53 | 2 | |
| Mobilité | Préopératoire | 6 à 8 semaines postopératoires | |
| Flexion vers l'avant (degrés) | 75 ± 29 | 160 ± 26 | p < 0,001 |
| Abduction (degrés) | 52 ± 24 | 156 ± 29 | p < 0,001 |

LIBÉRATION ARTHROSCOPIQUE

Les signes arthroscopiques de l'épaule gelée ont été décrits par Wiley (1991) [24]. Il n'a pas été observé d'adhérences intra-articulaires. Le terme « capsulite adhésive » est par conséquent peu approprié alors que le terme de « capsulite rétractile idiopathique » devrait être employé. En 1994 Pollock et al. ont publié leur expérience arthroscopique dans le traitement de l'épaule gelée [16]. Ils ont observé qu'elle représentait un complément utile aux manipulations sous anesthésie. L'épaule était manipulée avant une arthroscopie pour débrider l'articulation et traiter une pathologie associée, telle qu'un syndrome de la coiffe, des calcifications, ou une arthrite acromioclaviculaire. La section du ligament coracohuméral sous arthroscopie améliore la mobilité. Plusieurs autres publications font état de débridements capsulaires sous arthroscopie donnant de bons résultats [2, 11, 15, 19, 22]. Pearsall et al. ont observé que 83 % des patients retrouvaient une fonction de l'épaule normale ou presque normale sur un suivi moyen de 22 mois [15]. Segmüller et al. ont utilisé un traitement sous arthroscopie pour 26 épaules avec 88 % des patients très satisfaits des résultats. Aucune complication n'a été observée [19]. De bons résultats ont également été observés chez des patients diabétiques présentant une épaule gelée [10, 12]. Ogilvie-Harris et Myerthall ont rapporté que 13 patients sur 17 avaient retrouvé une fonction normale de l'épaule, que dans un cas il n'y avait eu aucune amélioration, et que dans trois cas une amélioration avait été observée mais avec des symptômes résiduels [12]. Dans la plupart des cas la libération capsulaire sous arthroscopie a été suivie de manipulations douces. Il est donc difficile d'évaluer l'intérêt de l'arthroscopie dans le traitement de l'épaule gelée idiopathique. Il n'existe pas d'études prospectives randomisées comparant la manipulation et la libération sous arthroscopie seule. Ogilvie-Harris et al. ont comparé 20 patients traités par libération sous arthroscopie et 20 traités par libération sous arthroscopie et manipulations [11]. Il ne s'agissait pas d'une étude randomisée mais ils ont obtenu des résultats significativement meilleurs dans le groupe où la libération sous arthroscopie avait été pratiquée. Onze patients étaient diabétiques et ont initialement évolué moins favorablement, mais le résultat final était semblable à celui des patients non diabétiques. Les résultats dans le groupe où avaient été pratiqués les manipulations étaient moins bons que ceux rapportés par d'autres auteurs [4, 8].

La technique arthroscopique est utile chez les patients souffrant d'épaule gelée lorsque les résultats des manipulations sont insuffisants, et chez ceux présentant une raideur lorsque la pathologie associée doit être identifiée et le site de la libération capsulaire contrôlée précisé. Les indications de la libération sous arthroscopie suivie de manipulations se retrouvent chez les diabétiques souffrant d'épaule gelée, dans le cas de manipulations infructueuses et de raideur postopératoire ou post-traumatique. Tous les patients dans ce dernier cas sont d'abord traités par kinésithérapie intensive pendant 3 mois. Si aucune amélioration ne se manifeste, la libération sous arthroscopie est recommandée. Le patient est placé en position dite « beach chair » (de la chaise-longue) qui facilite les manipulations puisque le bras est libre. L'intervention est pratiquée sous anesthésie générale ou par bloc interscalène. Un abord postérieur standard est pratiqué. La capsule



2 Libération arthroscopique avec libération de l'intervalles des rotateurs et de la capsule antérieure inférieure et antérieure. Si nécessaire une libération postérieure est également pratiquée.
1. Glénoïde ; 2. labrum ; 3. sous-épineux ; 4. sus-épineux ; 5 ; palpateur crochu ; 6. intervalle des rotateurs pour résection des tissus mous ; 7. biceps ; 8. muscle sous-scapulaire ; 9. libération de la capsule ; 10. trait pointillé indiquant l'endroit où la libération est poursuivie vers l'avant et quelquefois vers l'arrière.

est quelquefois très rétractée et l'introduction de l'arthroscope difficile. Des manipulations mineures sont nécessaires chez quelques patients avant que l'arthroscope puisse être introduit suffisamment profondément pour visualiser la partie antérieure de l'articulation. Une aiguille est passée de l'extérieur vers l'intervalles des rotateurs. La position de l'aiguille est contrôlée par l'arthroscope et l'abord antérieur est établi. La première étape dans la libération est l'ouverture de l'intervalles des rotateurs à l'aide d'un shaver. Les ligaments glénohuméral supérieur et coracohuméral sont ensuite sectionnés. La capsule antérieure est alors ouverte sur 7 à 10 mm en dehors du labrum. La libération capsulaire peut être pratiquée à l'aide d'une sonde de radiofréquence à pointe crochue pour contrôler le saignement, mais le shaver ou un électrocautère arthroscopique à pointe crochue peut aussi être utilisé. La libération est débutée au niveau de l'intervalles des rotateurs et se poursuit en direction du bas à 5 heures (Fig. 2). La capsule est habituellement très épaisse, par rapport à une épaule normale. La capsule est ouverte jusqu'à ce que les fibres du muscle sous-scapulaire soient visibles à travers l'ouverture capsulaire. Si la sonde s'approche du nerf axillaire une contraction du deltoïde se produit et la libération doit être arrêtée. Chez les patients souffrant de raideur sévère, en particulier en rotation interne, quelques auteurs recommandent d'inverser l'abord voie antérieure et d'utiliser l'arthroscope par l'établissement d'un abord postérieur pour réaliser une libération capsulaire postérieure de façon similaire. Une autre technique consiste à manipuler l'épaule après la réalisation de la libération en direction du bas à 5 heures. Une libération postérieure est alors rarement nécessaire. La libération sous arthroscopie dans le récessus du creux axillaire a été décrite et des études anatomiques ont montré que cette technique était relativement sûre si la libération était pratiquée à moins de 1 cm du bord du glénoïde [25]. Cependant, il

n'est pas nécessaire de débrider la capsule vers le bas entre 5 et 7 heures, parce que cette partie de la capsule est facilement libérée par manipulation douce, évitant ainsi le risque de blessure du nerf axillaire. L'arthroscopie montrerait alors que la capsule est déchirée dans la même région que celle où la libération sous arthroscopie aurait été pratiquée. L'espace sous-acromial est examiné, mais habituellement il n'est pas nécessaire d'intervenir dans cette région chez les patients souffrant d'épaule gelée idiopathique. L'espace sous-acromial doit cependant être examiné dans le cas des raideurs postopératoire et post-traumatique, il doit être débarrassé des adhérences, les pathologies associées doivent être identifiées, leur importance évaluée et elles doivent être traitées. Le développement des traitements arthroscopiques des raideurs de l'épaule a rendu rares les indications des libérations chirurgicales à foyer ouvert.

Les patients suivent alors un programme de rééducation spécifique quotidienne et voient le kinésithérapeute 2 à 3 fois par semaine.

LIBÉRATION À FOYER OUVERT

La libération à foyer ouvert de l'épaule gelée a été préconisée en cas d'échec des manipulations [13, 14]. Ozaki et al. ont insisté sur l'importance de la rétraction de l'intervalle des rotateurs et du ligament coraco-huméral [14]. Ils ont recommandé la libération à foyer ouvert de ces structures. Ils ont décrit 17 patients où d'autres traitements avaient échoué. Un excellent soulagement de la douleur et une excellente restauration de la mobilité ont été rapportés. Omari et Bunker ont effectué une libération à foyer ouvert chez 25 patients souffrant d'une épaule gelée chez lesquels les manipulations avaient été un échec [13]. Ils ont utilisé une technique semblable à celle employée par Ozaki. Le patient peut être couché sur le dos ou dans la position « beach chair ». Une incision de 4 à 7 centimètres est pratiquée de la clavicule à la partie latérale de l'apophyse coracoïde. Le deltoïde est incisé jusqu'à ce que le ligament coracoacromial soit entièrement visible. Ozaki identifie l'intervalle des rotateurs et libère le ligament coraco-huméral ainsi que les tissus dans la région de l'intervalle, et poursuit par une manipulation douce de l'articulation glénohumérale. Omari et Bunker, cependant, commencent par

l'excision du ligament coracoacromial. Le bras est ensuite mis en rotation externe pour faciliter l'identification du ligament coraco-huméral épaissi qui est alors excisé. Le tendon du long chef du biceps est proche, situé sous le ligament coraco-huméral, et il doit être protégé. Tout le tissu situé entre la partie antérieure du sus-épineux et la partie supérieure du sous-scapulaire est excisé. Si la rotation externe est limitée après cette libération, le ligament gléno-huméral moyen et la capsule antérieure sont alors séquentiellement libérés. Une anesthésie locale est mise en place dans l'articulation glénohumérale avant fermeture de la plaie. L'intervalle des rotateurs n'est pas refermé.

Résumé

L'épaule gelée idiopathique est une cause fréquente de raideur de l'épaule. La maladie est spontanément résolutive, avec une durée d'évolution de 24 à 30 mois, mais des études de suivi à long terme ont trouvé qu'un grand nombre de patients avaient des douleurs et des limitations de la mobilité [18]. Le traitement de l'épaule gelée est controversé. La kinésithérapie intensive constitue le traitement fondamental. Les manipulations, la libération arthroscopique ou à foyer ouvert peuvent être pratiquées dans les cas sévères pour raccourcir la durée de la maladie. Cependant, la plupart des observations publiées sur la libération arthroscopique ou à foyer ouvert comprenant également des manipulations de l'épaule, il est difficile de définir la place de chacune de ces méthodes dans le traitement de l'épaule gelée [1, 2, 15, 16]. L'auteur préfère utiliser la distension et la manipulation articulaire chez une majorité des patients souffrant d'épaule gelée réfractaire. Il s'agit d'une technique simple et sûre. Chez les diabétiques, et en cas d'échec de la manipulation, la libération arthroscopique avec manipulation est recommandée. La technique arthroscopique est également utilisée dans les raideurs postopératoire et post-traumatique. La libération à foyer ouvert est rarement indiquée. Des études prospectives randomisées sont nécessaires pour identifier le meilleur traitement de l'épaule gelée.

Références

- [1] Andersen NH, Sjöbjerg JO, Johannsen HV, Sneppen O. Frozen shoulder: arthroscopy and manipulation under general anesthesia and early passive motion. *J Shoulder Elbow Surg* 1998; 7 : 218-222
- [2] Beaufils P, Prévot N, Boyer T, Allard M, Dorfmann H, Frank A et al. Arthroscopic release of the glenohumeral joint in shoulder stiffness. A review of 26 cases. *Arthroscopy* 1999; 15 : 49-55
- [3] Bunker TD. Frozen shoulder: unravelling the enigma. *Ann R Coll Surg Engl* 1997; 79 : 210-213
- [4] Cuomo F. Diagnosis, classification, and management of the stiff shoulder. In: Ianotti JP, Williams GR eds. Disorders of the shoulder. Philadelphia : Lippincott Williams and Wilkins, 1999 : 397-417
- [5] Ekelund AL, Rydell N. Combination treatment for adhesive capsulitis of the shoulder. *Clin Orthop* 1990; 282 : 105-109
- [6] Fareed DO, Gallivan WR. Office management of frozen shoulder. *Clin Orthop* 1989; 242 : 177-183
- [7] Gavant ML, Rizk TE, Gold RE, Flick PA. Distention arthrography in the treatment of adhesive capsulitis of the shoulder. *J Vasc Interv Radiol* 1994; 5 : 305-308
- [8] Hill JJ, Bogumill H. Manipulation in the treatment of frozen shoulder. *Orthopaedics* 1988; 11 : 1256-1260
- [9] Hsu SY, Chan KM. Arthroscopic distension in the management of frozen shoulder. *Int Orthop* 1991; 15 : 79-83
- [10] Massoud SN, Pearse EO, Copeland S. Operative management of the frozen shoulder in patients with diabetes. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; 11 : 609-613
- [11] Ogilvie-Harris DJ, Biggs DJ, Fitsalos DP, Mackay M. The resistant frozen shoulder. *Clin Orthop* 1995; 319 : 238-248
- [12] Ogilvie-Harris DJ, Myerthall S. The diabetic frozen shoulder: arthroscopic release. *Arthroscopy* 1997; 13 : 1-8
- [13] Omari A, Bunker TD. Open surgical release for frozen shoulder: surgical findings and results of the release. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; 10 : 353-357
- [14] Ozaki J, Nakagawa Y, Sakurai G, Tamai S. Recalcitrant chronic adhesive capsulitis of the shoulder. *J Bone Joint Surg [Am]* 1989; 71 : 1511-1515
- [15] Pearsall AW, Osbahr DC, Speer KP. An arthroscopic technique for treating patients with frozen shoulder. *Arthroscopy* 1999; 15 : 2-11
- [16] Pollock RG, Duralde XA, Flatow EL, Bigliani LU. The use of arthroscopy in the treatment of resistant frozen shoulder. *Clin Orthop* 1994; 304 : 30-36
- [17] Reeves B. The natural history of the frozen shoulder syndrome. *Scand J Rheumatol* 1975; 4 : 193-196
- [18] Schaffer B, Tibone JE, Kerlan RK. Frozen shoulder. *J Bone Joint Surg [Am]* 1992; 74 : 738-746
- [19] Segmüller HE, Taylor DE, Hogan CS, Sais AD, Hayes MG. Arthroscopic treatment of adhesive capsulitis. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; 4 : 403-408
- [20] Uijtvlugt G, Detrisac DA, Johnson L, Austin MD, Johnson C. Arthroscopic observations before and after manipulation of frozen shoulder. *Arthroscopy* 1993; 9 : 181-185
- [21] VanRoyen BJ, Pavlov PW. Treatment of frozen shoulder by distention and manipulation under local anesthesia. *Int Orthop* 1996; 20 : 207-210
- [22] Warner JP, Allen A, Marks PH, Wong P. Arthroscopic release of chronic, refractory adhesive capsulitis of the shoulder. *J Bone Joint Surg [Am]* 1996; 78 : 1808-1816
- [23] Weber M, Prim J, Bugglin R, Michel BA, Gerber H. Long-term follow up to patients with frozen shoulder after mobilization under anesthesia, with special reference to the rotator cuff. *Clin Rheumatol* 1995; 14 : 686-691
- [24] Wiley AM. Arthroscopic appearance of frozen shoulder. *Arthroscopy* 1991; 7 : 138-143
- [25] Zanotti RM, Kuhn JE. Arthroscopic capsular release for stiff shoulder. Description of technique and anatomic considerations. *Am J Sports Med* 1997; 25 : 294-298
- [26] Zuckerman JD, Cuomo F. Frozen shoulder. In: Matsen FA, Fu F, Hawkins RJ eds. The shoulder: a balance of mobility and stability. Rosemont, IL : American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1993 : 253-267

Traitement des fractures anciennes de l'extrémité distale des deux os de l'avant-bras

P. Mansat

Les cals vicieux représentent les complications les plus fréquentes des fractures de l'extrémité distale des deux os de l'avant-bras. Ils sont à l'origine de douleurs, de déformations, de limitation de la mobilité articulaire et d'une modification de la cinétique carpienne. Qu'il soit extra-articulaire ou articulaire, leur rapport avec l'articulation radio-ulnaire distale conditionne la répercussion fonctionnelle. Une évaluation clinique du retentissement fonctionnel associée à un bilan radiographique précis permet de classer ces cals vicieux, d'en évaluer l'importance, et d'apprécier les modifications de la congruence articulaire. L'arthrographie associée au scanner, voire, dans certains cas, l'arthroscopie permettent de mieux évaluer l'état cartilagineux, les rapports articulaires, et l'état des ligaments radiocarpiaux, radio-ulnaires distaux et intracarpiaux. Devant un cal vicieux extra-articulaire mal toléré, l'ostéotomie correctrice d'ouverture permet de redonner des rapports anatomiques proches de la normale. Le traitement des cals vicieux intra-articulaires est plus délicat et dépend directement de l'atteinte cartilagineuse. Enfin dans tous les cas, les rapports avec l'articulation radio-ulnaire distale doivent être évalués après correction du cal vicieux pour choisir entre un traitement conservateur et un traitement plus radical au niveau de l'extrémité distale de l'ulna.

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Radius ; Ulna ; Cal vicieux ; Ostéotomie ; Arthrose ; Arthrodèse

Plan

| | |
|--|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Épidémiologie. Incidence | 1 |
| ■ Bilan radioclinique et classification | 2 |
| Clinique | 2 |
| Radiographie | 2 |
| Classification | 3 |
| ■ Physiopathologie des déformations | 3 |
| Angulation | 3 |
| Accourcissement | 3 |
| Anomalies rotationnelles | 4 |
| Incongruence articulaire | 4 |
| ■ Techniques chirurgicales | 5 |
| Techniques de correction des cals vicieux extra-articulaires de l'extrémité distale du radius | 5 |
| Techniques de correction des cals vicieux articulaires de l'extrémité distale du radius par ostéotomie intra-articulaire | 11 |
| Techniques de correction des atteintes radio-ulnaires distales et ulnocarpiales | 12 |
| Gestes palliatifs | 19 |
| ■ Indications | 25 |
| Qui opérer ? | 25 |
| Quand opérer ? | 27 |
| Quelle technique utiliser ? | 27 |
| ■ Conclusion | 28 |

■ Introduction

Parmi les complications des fractures anciennes de l'extrémité distale des deux os de l'avant-bras, les cals vicieux représentent la complication la plus fréquente. Nous nous limitons dans cet exposé à leur description et à leur prise en charge. Les cals vicieux sont à l'origine de douleurs, de déformations, de limitation de la mobilité articulaire et d'une modification de la cinétique carpienne. Qu'il soit extra-articulaire ou articulaire, leur rapport avec l'articulation radio-ulnaire distale conditionne la répercussion fonctionnelle. Une évaluation clinique du handicap associée à un bilan radiographique précis permet de classer ces cals vicieux et d'évaluer le raccourcissement, l'angulation et les modifications de la congruence articulaire. L'arthrographie associée au scanner permet de mieux évaluer l'état cartilagineux, les rapports articulaires, et l'état des ligaments radiocarpiaux, radio-ulnaires distaux et intracarpiaux. Devant un cal vicieux extra-articulaire mal toléré, l'ostéotomie correctrice d'ouverture permet de redonner des rapports anatomiques proches de la normale. Le traitement des cals vicieux intra-articulaires est plus délicat et dépend directement de l'atteinte cartilagineuse. Enfin dans tous les cas, les rapports avec l'articulation radio-ulnaire distale doivent être évalués après correction du cal vicieux pour choisir entre un traitement conservateur et un traitement plus radical au niveau de l'extrémité distale de l'ulna.

■ Épidémiologie. Incidence

Les fractures de l'extrémité distale des deux os de l'avant-bras et notamment du radius représentent les trois quarts des fractures de l'avant-bras, et un sixième des fractures traitées aux

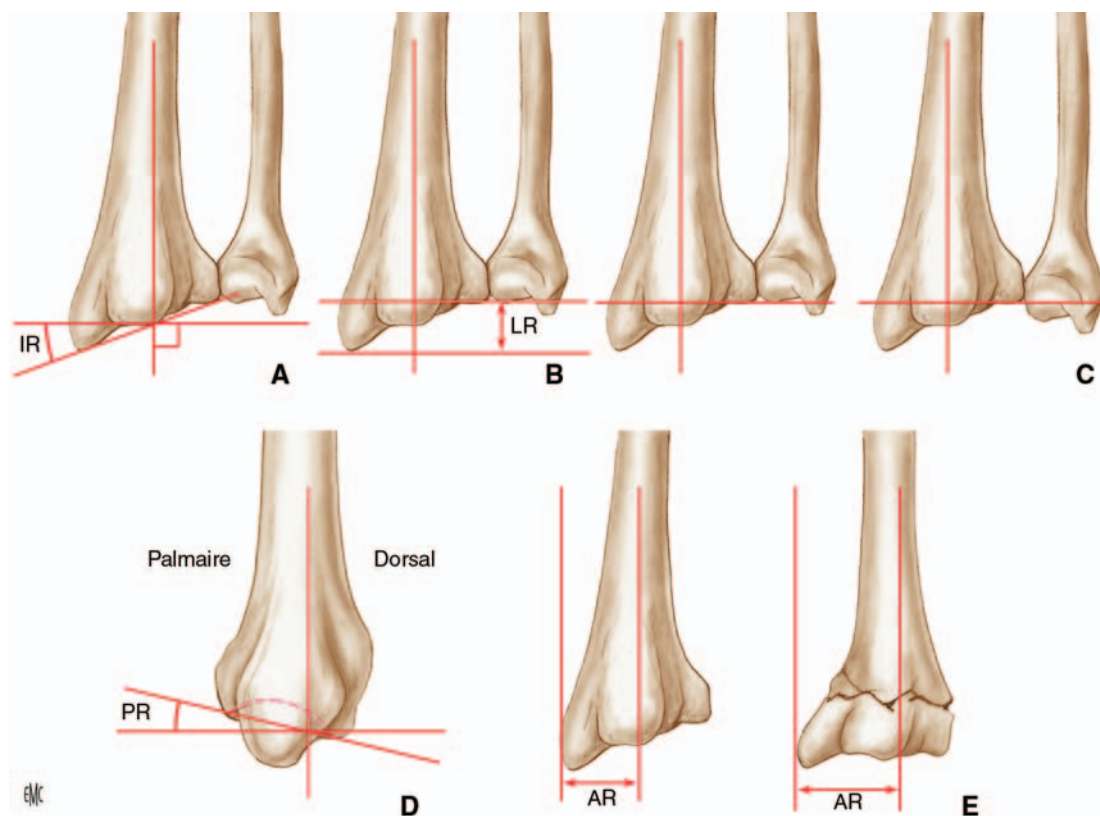


Figure 1. Critères radiographiques permettant d'apprécier les modifications de l'extrémité distale du radius.

A. Inclinaison radiale (IR).

B. Longueur du radius (LR).

C. Variance ulnaire.

D. Pente radiale (PR).

E. Ascension du radius (AR). D'après Graham TJ. Surgical correction of malunited fractures of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg* 1997;**5**:270-81.

urgences [1]. Elles sont à l'origine de nombreuses complications dont les cals vicieux représentent l'une des complications les plus fréquentes [2, 3]. Dans une étude portant sur 515 fractures du radius distal traitées orthopédiquement [4], l'incidence des cals vicieux était la suivante : déformation légère (rétroversion par rapport à l'horizontale de 1 à 10° ou raccourcissement de 3 à 6 mm) dans 39 % des cas, déformation modérée (rétroversion par rapport à l'horizontale de 11 à 25° ou raccourcissement de 7 à 11 mm) dans 32 % des cas, et déformation sévère (rétroversion par rapport à l'horizontale de plus de 25° ou raccourcissement de plus de 11 mm) dans 5 % des cas. D'autres séries rapportent une incidence de cals vicieux après traitement orthopédique des fractures de Pouteau-Colles variant de 12 à 70 % [2-7]. Ce taux a été ensuite diminué par un traitement associant réduction chirurgicale et stabilisation par ostéosynthèse de type Kapandji [8] avec des taux variant de 0 [9] à 33 % [10].

■ Bilan radioclinique et classification

Clinique

L'évaluation de la répercussion fonctionnelle d'un cal vicieux doit reposer sur un bilan clinique précis prenant en compte les plaintes du patient, son âge, son activité et son côté dominant. L'évaluation clinique des déformations, ainsi que le retentissement sur les amplitudes articulaires sont notés. La mesure de la force de préhension à l'aide d'un dynamomètre, comparative au côté opposé, permet d'obtenir une valeur objective des conséquences fonctionnelles. Enfin, un examen tendineux et neurovasculaire recherche des complications associées. L'utilisation d'un score fonctionnel permet de prendre en compte l'état du patient et de suivre l'efficacité du traitement proposé [11].

Radiographie

Une planification rigoureuse, reposant sur un bilan d'imagerie, précise les complications osseuses et va permettre de classer ces cals vicieux. Elle repose sur des radiographies du poignet de face et de profil strict, qui vont déterminer la position de la surface articulaire du radius, l'état de l'articulation radio-ulnaire distale et la congruence articulaire radiocarpienne [12, 13]. Des clichés comparatifs du poignet opposé permettront d'éliminer des variations anatomiques individuelles.

Cinq mesures peuvent être retenues pour évaluer les modifications de l'extrémité distale du radius : l'inclinaison radiale, la longueur du radius, la variance ulnaire, ou index radio-ulnaire distal, la pente radiale et l'ascension du radius [13].

Sur la radiographie du poignet de face, l'inclinaison radiale correspond à l'angle compris entre la ligne unissant la pointe de la styloïde, à la partie la plus médiale de la facette lunaire, et la ligne perpendiculaire à l'axe longitudinal du radius (Fig. 1A). L'angle moyen d'inclinaison radiale est de 22° [12].

La longueur du radius est également mesurée sur le cliché de face en déterminant la différence entre la ligne perpendiculaire à l'axe longitudinal du radius passant par la pointe de la styloïde, et une autre ligne tangentielle à la surface articulaire distale de l'ulna (Fig. 1B). Elle permet d'appréhender l'importance du raccourcissement du radius et donc l'importance de l'impaction verticale. Avec cette méthode, la longueur du radius est de 11 mm [12].

La variance ulnaire ou index radio-ulnaire distal est déterminée en traçant une ligne perpendiculaire à l'axe longitudinal du radius passant par la partie la plus distale de l'incisure ulnaire, puis en mesurant la partie de l'ulna qui dépasse cette ligne (Fig. 1C). Habituellement, l'ulna ne dépasse pas le niveau de l'incisure ulnaire du radius ; il est plus court d'environ 0,5 mm en position neutre de pronosupination ; l'index radio-ulnaire distal est donc négatif et égal en moyenne à - 0,5 mm.

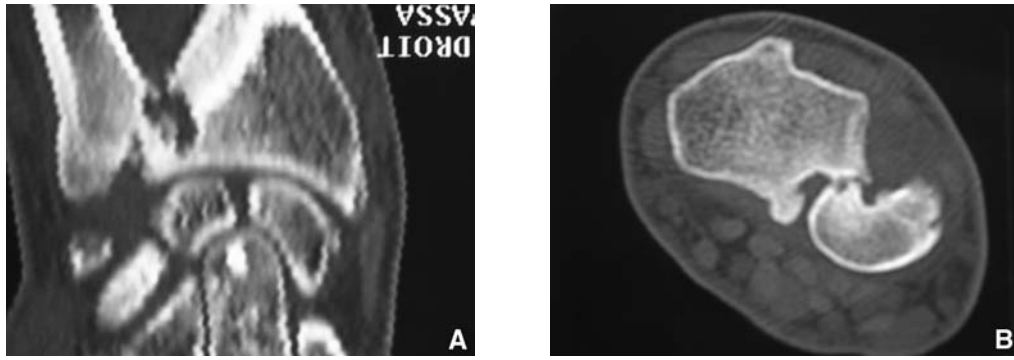


Figure 2. Évaluation tomographique d'un cal vicieux du radius distal avec incongruence radio-ulnaire distale.

A. Coupe frontale.

B. Coupe transversale.

Tout raccourcissement du radius de plus de 1 mm va entraîner une positivité de la variance ulnaire avec une tête de l'ulna dépassant l'incisure ulnaire du radius. Aro et Koivunen [5] ont classé cet index radio-ulnaire distal en trois types : grade 0 correspondant à un raccourcissement du radius de moins de 3 mm, grade 1 correspondant à un raccourcissement de 3 à 5 mm et grade 2, lorsque le raccourcissement est supérieur à 5 mm.

La pente radiale ou bascule sagittale est mesurée sur le cliché de profil. Elle correspond à l'angle formé entre la ligne passant par le bord palmaire et dorsal de l'extrémité distale du radius, et la ligne correspondant à l'axe longitudinal du radius (Fig. 1D). La pente radiale est habituellement antéversée de 11° [12].

Enfin, l'ascension du radius est traduite par la mesure de la distance entre l'axe longitudinal du radius et la ligne tangentielle à la styloïde radiale. Cette distance correspond au raccourcissement et au collapsus du radius rencontrés dans les fractures comminutives. Elle est corrélée à l'inclinaison radiale, au raccourcissement du radius et à la variance ulnaire.

Le bilan est le plus souvent complété par un examen arthroscopique. Les coupes frontales et sagittales analysent la glène radiale et ses rapports avec le carpe, les éventuelles composantes articulaires et le déplacement en rotation axiale du fragment distal. Les coupes transversales analysent l'articulation radio-ulnaire distale (Fig. 2). La réalisation dans le même temps d'une arthrographie permet d'évaluer l'état cartilagineux, mais permet également de rechercher d'éventuelles lésions ligamentaires : ligament triangulaire ou ligaments intracarpéens, notamment scapholunaire [14-16]. La congruence articulaire radio-ulnaire distale n'est pas toujours facile à évaluer dans la mesure où le contact articulaire ne représente que 60 % en rotation neutre, mais pas plus de 10 % en rotation maximale. L'irrégularité de la surface articulaire de 1 à 2 mm est un signe péjoratif du fonctionnement de cette articulation.

Des reconstructions tridimensionnelles peuvent permettre de mieux visualiser les cals vicieux dans l'espace et de réaliser une planification préopératoire de la correction chirurgicale [17].

Enfin, dans certains cas de fractures ou de cals vicieux articulaires, un bilan arthroscopique peut permettre d'évaluer de manière précise l'état articulaire et ligamentaire et de contrôler une éventuelle correction chirurgicale [18].

Classification

Cette classification est fondée sur le siège du cal vicieux, les modifications de l'anatomie du radius, et les répercussions sur l'articulation radio-ulnaire distale.

On distingue les cals vicieux extra-articulaires des cals vicieux articulaires, avec retentissement ou non sur l'articulation radio-ulnaire distale. L'existence d'une arthrose radiocarpienne associée est également un élément important à prendre en compte. Les cals vicieux mixtes associent les caractéristiques des cals vicieux extra-articulaires et des cals vicieux articulaires (Fig. 3).

■ Physiopathologie des déformations

Elles varient selon la direction et l'importance de l'angulation, l'importance du raccourcissement et l'existence d'une incongruence articulaire radio-ulnaire distale.

Angulation

L'angulation dorsale est la déformation la plus fréquente qui survient principalement après les fractures en compression-extension de type Pouteau-Colles. Pogue et al. [19] ont montré qu'une bascule dorsale ou palmaire de la glène radiale supérieure à 20° entraîne une augmentation des pressions radiocarpéennes dorsales, que l'horizontalisation de la glène dans le plan frontal entraîne une augmentation des pressions radiolunaires et une diminution des pressions radioscapéidiennes. Kazuki et al. [20] ont, quant à eux, souligné que les cals vicieux en bascule dorsale augmentent et dorsalisent les contraintes entre scaphoïde, lunatum et radius. Ces modifications spatiales d'application et d'intensité des contraintes seraient responsables des douleurs, de la perte de force et d'une évolution arthrosique à long terme.

DePalma [21] et Lidström [4] estiment que la répercussion clinique est significative au-delà de 5° de rétroversion. Fernandez [22] a rapporté qu'une indication de correction chirurgicale devait être proposée à partir de 25 à 30° de rétroversion.

L'excès de rétroversion va également retentir sur la cinématique carpienne. La première rangée des os du carpe va se positionner en flexion dorsale, alignée sur la surface articulaire du radius, entraînant une flexion compensatrice de la médiocarpéenne (Fig. 4). Il s'agit d'une désaxation carpienne adaptative. Une perte de seulement 15° d'antéversion peut induire cette instabilité dynamique médiocarpéenne [23, 24].

Une angulation radiale du fragment distal accompagne souvent l'excès de rétroversion. Une limitation des amplitudes en déviation ulnaire du carpe apparaît pour des déformations angulaires de plus de 20° (pente radiale autour de 2 à 3°) souvent associées à un raccourcissement du radius [21].

Enfin, un excès d'antéversion complique l'évolution d'une fracture en compression-flexion de type palmaire ou Goyrand-Smith, ou un excès de réduction d'une fracture de type dorsal ou Pouteau-Colles. Cette déformation peut entraîner une attrition des tendons extenseurs, et une perte de leur efficacité. Des compressions nerveuses secondaires peuvent également être rencontrées. Enfin, une translation palmaire du carpe peut également être observée [25]. Dans les différentes séries de correction des cals vicieux palmaires, l'excès d'antéversion variait de 12 à 36° [26, 27].

Accourcissement

Les accourcissements du radius sont associés à une variance ulnaire positive, à des douleurs, et à une limitation des mouvements de pronosupination. Ces raccourcissements sont souvent associés à un excès d'angulation dorsale.

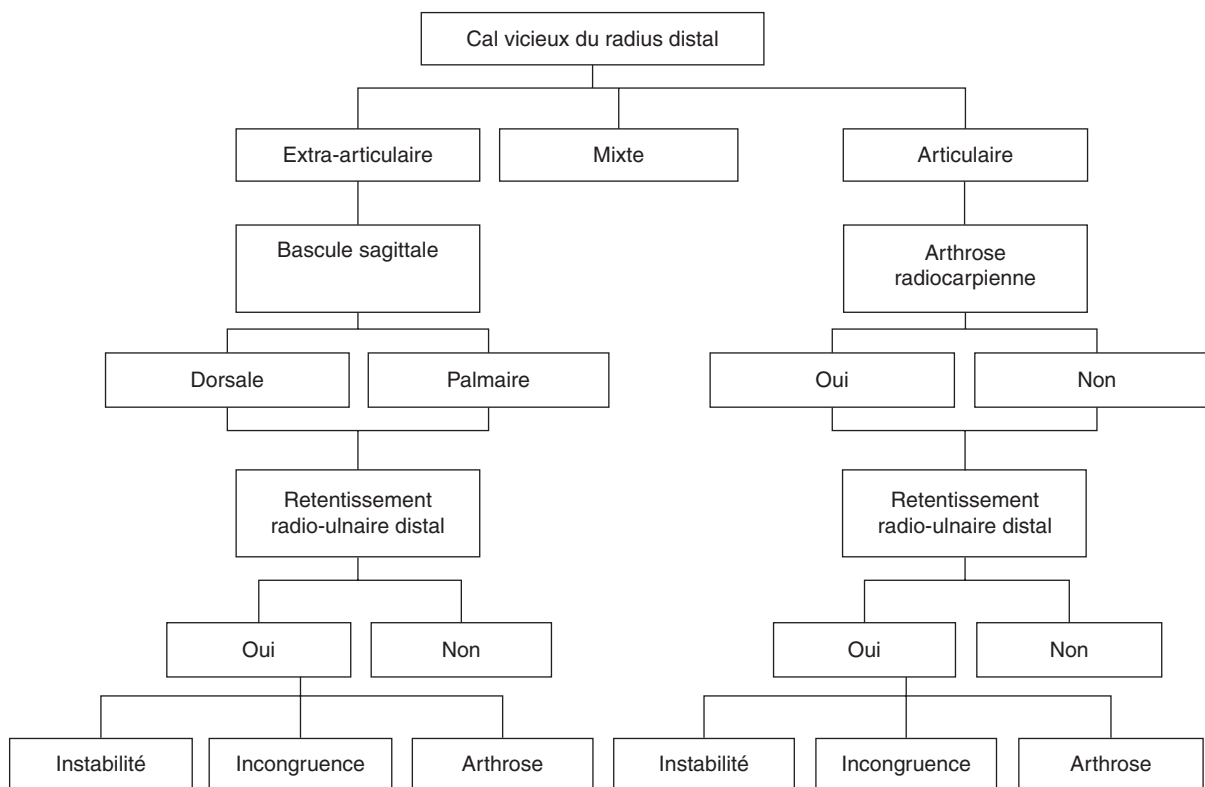


Figure 3. Classification des cals vicieux du radius distal.

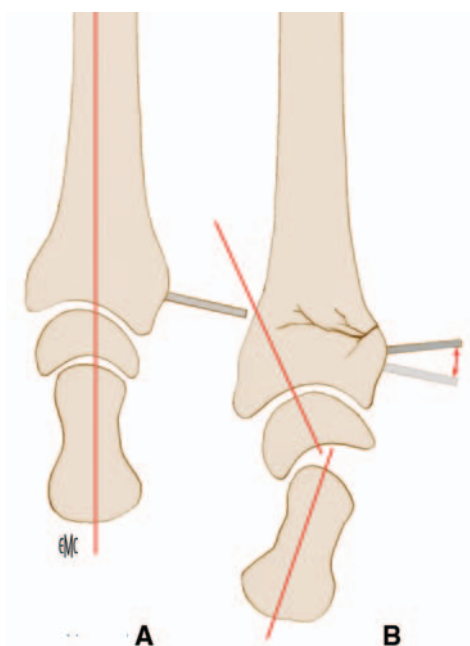


Figure 4. Instabilité carpienne d'adaptation après cal vicieux extra-articulaire du radius distal.

A. Normal.

B. Cal vicieux dorsal. D'après Graham TJ. Surgical correction of malunited fractures of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg* 1997;**5**:270-81.

Le raccourcissement du radius entraîne une migration proximale du carpe, plus proximale que le niveau de la tête de l'ulna à l'origine d'un conflit entre le carpe et la tête de l'ulna, limitant ou empêchant la rotation du radius. Une disjonction de l'articulation radio-ulnaire distale aggrave le phénomène [26, 28, 29].

Pogue et al. [19] ont montré qu'une bascule dorsale augmente les contraintes sur l'ulna distal et qu'un raccourcissement du radius supérieur à 6 mm entraîne toujours un conflit ulnocarpien. Pour Palmer et Werner [30], tout allongement de l'ulna

supérieur à 2,5 mm entraîne une augmentation des contraintes ulnocarpiennes. Enfin pour Short et al. [31], la distribution des contraintes sur l'ulna distal augmente d'autant plus que la bascule dorsale s'accroît. À 30° de bascule dorsale, les contraintes se répartissaient pour 50 % sur l'ulna distal contre 21 % en situation physiologique. Bronstein et al. [32] ont montré qu'un raccourcissement du radius de 10 mm entraînait une réduction de mobilité de 47 % en pronation et de 29 % en supination.

La plupart des séries rapportant des cas d'ostéotomies correctrices du radius distal présentaient un raccourcissement préopératoire variant de 3 à 16 mm [24, 26, 33, 34].

Anomalies rotationnelles

Les cals vicieux peuvent également présenter des troubles rotationnels par rapport à l'axe de la diaphyse radiale. Le déplacement du fragment épiphysaire peut s'observer en supination (cals vicieux à bascule dorsale) ou en pronation (cals vicieux à bascule palmaire) [28]. Comme ils sont difficiles à apprécier sur les radiographies standards, Jupiter préconise l'utilisation d'un modèle informatisé pour visualiser ces déplacements et planifier l'ostéotomie [17].

Incongruence articulaire

Les fractures articulaires du radius distal avec atteinte radio-carpienne ou radio-ulnaire sont fréquentes et représentent 62,6 % des fractures du radius dans l'étude de Frykman portant sur 516 patients [35]. Cette incongruence articulaire aboutit rapidement à l'apparition d'une arthrose. Melone [29] a bien mis en évidence l'importance de la lésion du fragment articulaire médial lors des impactions axiales ou « die-punch », le lunatum venant s'impacter dans cette partie du radius. Cette lésion est associée à une incongruence articulaire à la fois radiocarpienne et souvent radio-ulnaire.

Dans l'étude de Lidström portant sur 515 patients avec une fracture du radius distal, une arthrose post-traumatique était présente dans 50 % des fractures articulaires [4]. Knirk et Jupiter [36] ont également montré que sur 24 patients présentant une fracture articulaire avec un décalage de plus de 1 mm, une arthrose était présente dans 91 % des cas, et que 57 % des cas présentaient un résultat insatisfaisant. Ils ont démontré que plus

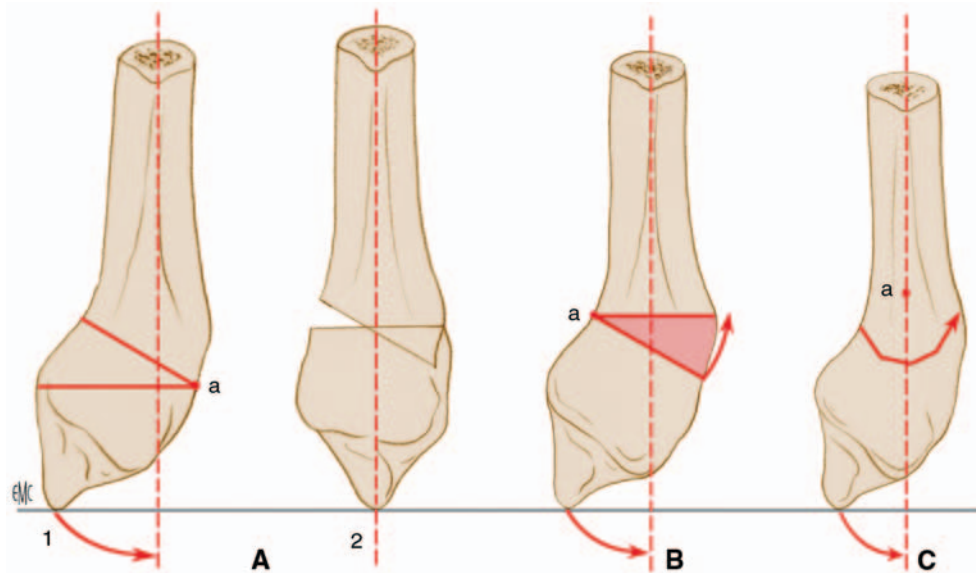


Figure 5. Ostéotomie de « réorientation » sans addition de greffon.

A1. Linéaire.

A2. Pénétration nécessaire à une bonne coaptation.

B. Résection cunéiforme.

C. Ostéotomie à facette. D'après Duparc J, Valtin B. Fractures de l'extrémité inférieure du radius. In : Tubiana R editor. *Traité de Chirurgie de la Main*. Tome 2. Paris: Masson; 1984. p. 692-722.

que le raccourcissement du radius, c'était la préservation de la congruence radio-ulnaire distale qui était importante, expliquant le fait que, dans certains cas, un raccourcissement du radius de 5 mm pouvait être bien toléré [36].

L'incongruence radio-ulnaire distale s'apprécie dans les trois plans de l'espace grâce au scanner. Pour Kihara et al. [37] au-delà d'une bascule de 10°, l'articulation radio-ulnaire distale devient incongruente et ses amplitudes diminuent.

■ Techniques chirurgicales

Les options thérapeutiques pour corriger les cals vicieux mal tolérés du radius distal doivent tenir compte de l'anatomie de la déformation, de la congruence articulaire, de la qualité osseuse, des demandes fonctionnelles et de la motivation du patient. Ces interventions peuvent être classées en quatre catégories :

- les interventions dont le but est de restaurer des rapports anatomiques normaux ; il s'agit principalement des ostéotomies correctrices pour rétablir l'intégrité articulaire, pour corriger un raccourcissement du radius, un excès d'angulation ou de rotation, et pour rétablir la congruence radio-ulnaire distale ;
- les interventions dont le but est d'améliorer la fonction articulaire radio-ulnaire distale ; il s'agit essentiellement des résections arthroplasties de l'extrémité distale de l'ulna ;
- les interventions combinant deux ou plus des objectifs précédents : ostéotomie du radius et arthroplastie de l'ulna, ou arthrodèse du poignet et résection de la tête de l'ulna ;
- les interventions visant à supprimer les douleurs telles les arthrodèses partielles ou totales, et les dénervations du poignet.

Techniques de correction des cals vicieux extra-articulaires de l'extrémité distale du radius

Ostéotomie de « réorientation » sans addition de greffon

Le principe commun de ces techniques est la réalisation d'un trait complexe d'ostéotomie, permettant une réorientation épiphysaire sans ajout de greffon. Les ostéotomies plane oblique

ou curviligne proposées par Judet, l'ostéotomie à facettes de Merle d'Aubigné, ou l'ostéotomie curviligne asymétrique de Rixford ont en commun de permettre la réorientation de l'épiphysaire dans le plan sagittal [38-40] (Fig. 5). L'effet d'allongement sur le radius résulte exclusivement de cette correction de la bascule sagittale de l'épiphysaire, et il n'y a aucune correction possible de la bascule frontale. À ces inconvénients s'ajoutent des difficultés de réglage et de fixation qui font que ces techniques sont actuellement abandonnées [38].

Ostéotomie de soustraction

La réalisation d'une ostéotomie biplane de fermeture a l'unique avantage d'éviter la morbidité inhérente au prélèvement d'un greffon osseux. Cette technique doit être associée à un geste sur la radio-ulnaire distale de type résection-stabilisation selon Darrach car elle aggrave le raccourcissement radial [33, 41]. Elle ne se conçoit qu'en présence d'une lésion associée de l'ulna telle qu'une pseudarthrose ou un cal vicieux nécessitant un geste correcteur. L'ostéotomie de fermeture peut être soit simple, soit associée à une translation afin de recentrer le fragment distal sur la diaphyse (Fig. 6).

Ostéotomie d'addition dans le cal vicieux « dorsal »

Seule l'ostéotomie du radius, accompagnée d'une greffe, peut espérer restaurer la longueur du radius, l'orientation de sa surface articulaire, et assurer la réduction anatomique de l'extrémité distale de l'ulna. Peu de techniques répondent à cette ambition anatomique et fonctionnelle. Le greffon peut provenir de la crête iliaque ou du radius. Certains ont proposé l'utilisation de substitut osseux pour éviter la morbidité liée au prélèvement, tout en assurant la stabilité et la consolidation du foyer d'ostéotomie [42].

Ostéotomie dorsale biplane avec incorporation d'un greffon

Cette ostéotomie biplane particulièrement dévolue aux cals vicieux à bascule dorsale permet de corriger, dans les deux plans, l'orientation de la surface articulaire du radius en incorporant un greffon corticospongieux (Fig. 7).

Voie d'abord. La voie d'abord est longitudinale, dorsale, légèrement sinusoidale dans l'axe du radius et du 3^e métacarpien. Le ligament rétinaculaire est ouvert dans l'espace 3-4 dans sa partie proximale en s'efforçant de préserver sa partie la plus



Figure 6. Exemple d'un cal vicieux extra-articulaire à bascule dorsale avec important raccourcissement et incongruence radio-ulnaire distal (A, B) traité par ostéotomie de soustraction palmaire associée à un geste de résection-stabilisation de l'extrémité distale de l'ulna (C, D).

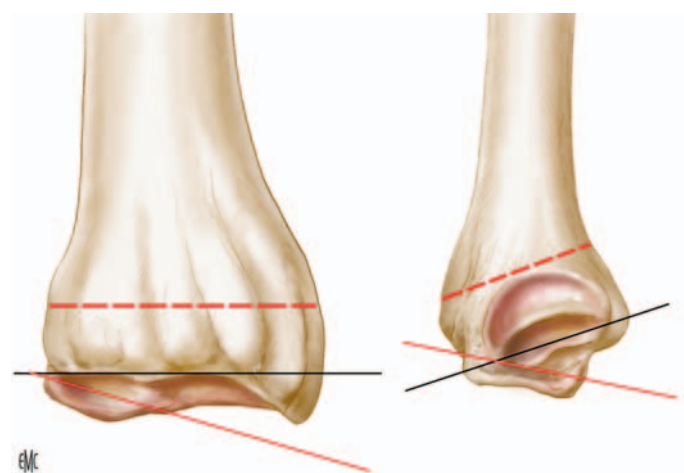


Figure 7. Traits de l'ostéotomie dorsale biplane permettant de rétablir, dans le plan frontal et sagittal, l'orientation de la surface articulaire de l'épiphyse du radius. D'après Merle M. Cals vicieux du radius et articulation radiocubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-31.

distale [28, 43] (Fig. 8). La branche terminale du nerf interosseux dorsal est systématiquement réséquée. Cette voie permet la réalisation de l'ostéotomie, la distraction du foyer et la mise en place d'un greffon.

Duparc [44] préconise l'utilisation d'une voie latérale qui permet de contrôler les deux faces du radius distal et de mettre en place un fixateur ou un distracteur sur la face latérale si besoin. Cependant, cette voie rend difficile la mise en place d'une ostéosynthèse par plaque.

Site d'ostéotomie. Le plan de la surface articulaire est repéré à l'aide de broches de Kirschner afin de réaliser une ostéotomie parallèle située 10 à 12 mm en amont. Cette ostéotomie dorsale préserve la corticale antérieure.

Type d'ostéotomie. L'ouverture du foyer d'ostéotomie, qui a pour but de restaurer l'orientation de la surface articulaire du radius à la fois dans le plan frontal et sagittal, doit être réalisée pas à pas. Elle est complétée sur le bord latéral et médial du radius afin de mobiliser le fragment distal tout en gardant la continuité de la corticale palmaire. Deux broches servent de guide à l'ostéotomie et à la correction. La broche proximale est perpendiculaire à la diaphyse radiale, la broche distale est parallèle à la surface articulaire. Après l'ostéotomie, les deux broches doivent être parallèles [22] (Fig. 9).

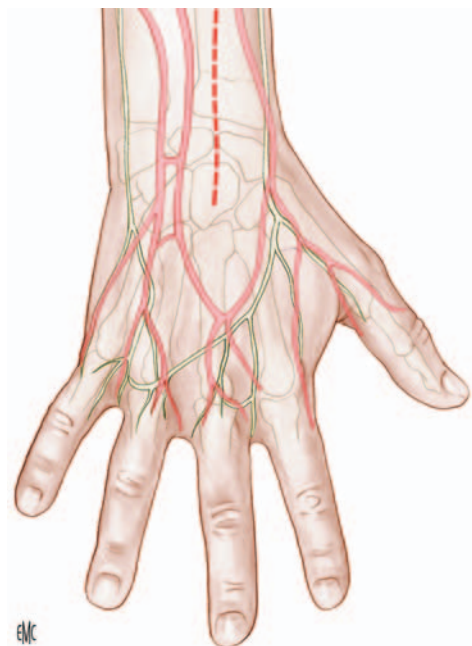


Figure 8. Voie d'abord dorsale longitudinale.

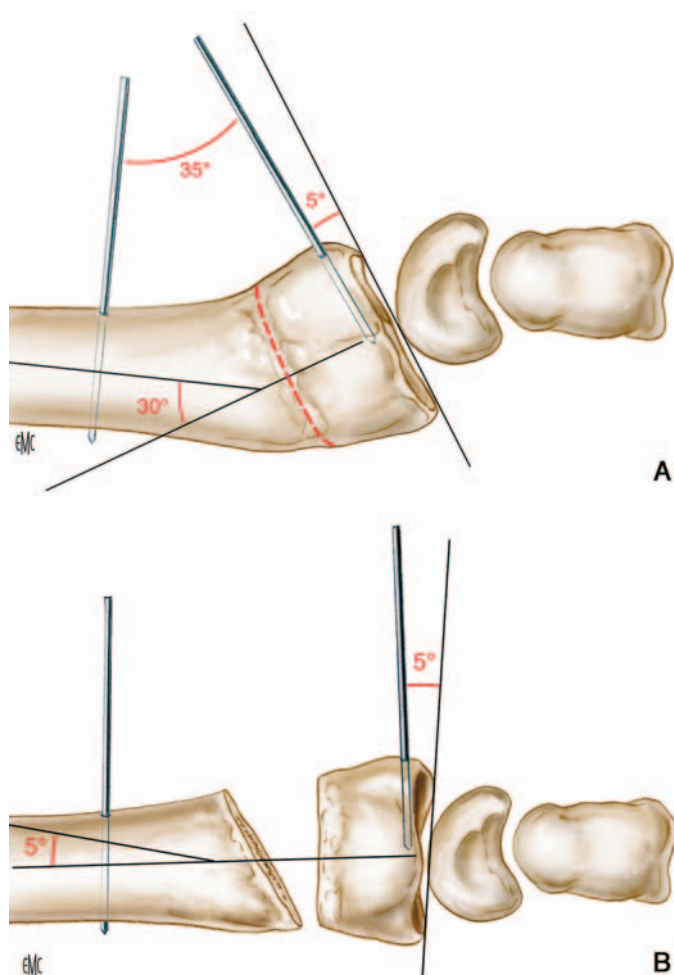


Figure 9. Guidage du trait d'ostéotomie (A) et évaluation de la correction par l'utilisation de deux broches (B). D'après Fernandez DL. Correction of post-traumatic wrist deformity in adults by osteotomy, bone-grafting, and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:1164-78.

L'écarteur de Méary permet de distraire le foyer d'ostéotomie. Merle préconise l'utilisation d'un mini-fixateur distracteur placé temporairement sur la face dorsale du radius (Fig. 10).

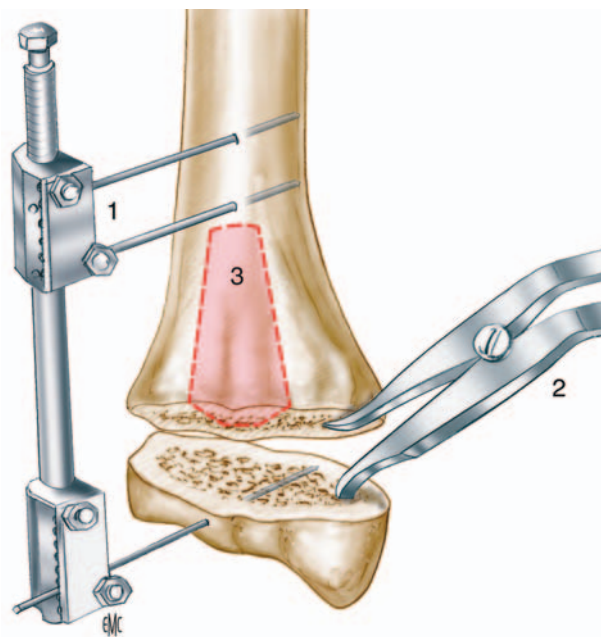


Figure 10. L'écarteur de Méary (1) facilite l'ouverture de l'ostéotomie, mais un fixateur-distracteur (2) permet de stabiliser provisoirement la correction pendant l'introduction du greffon osseux (3). D'après Merle M. Cals vicieux du radius et articulation radiocubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-31.

Type de greffon osseux.

Greffon radial. En cas d'ostéotomie à charnière par ouverture dorsale, deux techniques de prélèvement de greffon sur la diaphyse distale du radius ont été proposées. La technique du greffon trapézoïdal de Watson et Castle [34] utilise un greffon monocortico-spongieux trapézoïdal de taille équivalente à l'ouverture réalisée, prélevé longitudinalement sur la partie distale de la diaphyse. La technique d'avancement-glissement de Sennwald et Fischer [45] est plus tolérante sur la taille du greffon. Après découpe et glissement, le greffon maintient la correction en s'appuyant contre la corticale dorsale distale. La fixation définitive est réalisée par trois vis. Dans les deux cas, ce prélèvement peut s'avérer délicat avec des risques de fractures du radius d'autant plus que ce dernier peut s'avérer de faible épaisseur (Fig. 11).

Greffon iliaque. C'est le greffon préférentiel de la plupart des équipes [22, 28, 46]. Il s'agit le plus souvent d'un greffon cortico-spongieux, taillé de manière trapézoïdale à la dimension exacte de l'ouverture. Sa résistance mécanique est plus importante et évite les phénomènes de tassement parfois observés avec les greffons radiaux [16]. Il permet des corrections supérieures à 25°, ainsi que des allongements, ce que ne permettent pas les greffons radiaux (Fig. 12).

Substitut osseux. Luchetti a rapporté l'utilisation de substitut osseux en hydroxyapatite dans la correction des cals vicieux du radius distal [42]. Il a pu constater la bonne tenue mécanique du substitut avec absence de perte de correction et son intégration progressive avec consolidation de l'ostéotomie. Il s'agit donc d'une alternative intéressante au prélèvement d'un greffon autologue.

Positionnement et fixation du greffon. Après vérification sous amplificateur de brillance de la réduction anatomique de l'extrémité distale du radius, le greffon corticospongieux est impacté dans le foyer d'ostéotomie puis fixé par deux broches de Kirschner en croix de 15/10 (Fig. 13, 14). McGrory et Amadio [47] préconisent l'utilisation d'une plaque d'ostéosynthèse dorsale en T. La mise en place d'une plaque dorsale n'est pas sans inconvénient, bien que de récents modèles dédiés à cet usage limitent les risques d'encombrement et d'adhérences tendineuses [48]. Une résection du tubercule de Lister doit être

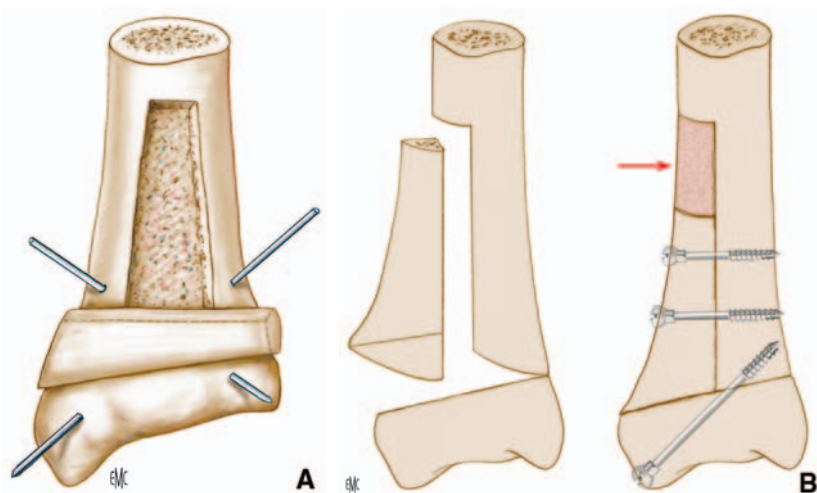


Figure 11. Ostéotomie dorsale utilisant un greffon radial trapézoïdal encastré selon la technique de Watson et Castle (A) et un greffon radial par avancement-glissement selon Sennwald (B). D'après Voche P, Merle M, Dautel G. Les cals-vicieux extra-articulaires du radius distal. Évaluation et techniques de correction. *Rev Chir Orthop* 2001;**87**:263-75.

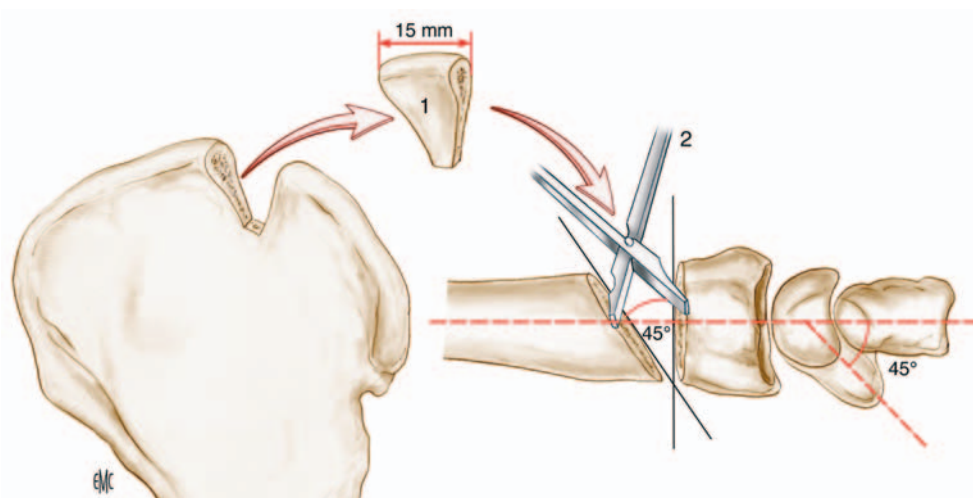


Figure 12. Ostéotomie dorsale utilisant un greffon iliaque corticospongieux (1) encastré (2). D'après McGrory BJ, Amadio PC. Malunion of the distal radius. In : Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH editors. *The Wrist – Diagnostic and Operative treatment*. Vol. 1. Mosby: Philadelphia;1998. p. 356-84.

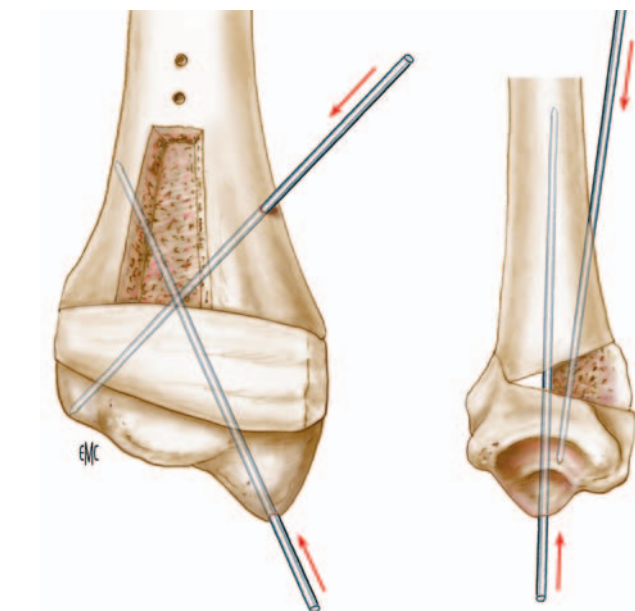


Figure 13. Stabilisation d'un greffon osseux radial trapézoïdal par deux broches en croix. D'après Merle M. Cals vicieux du radius et articulation radiocubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-31.

effectuée lorsqu'une plaque est mise en place pour permettre son application la plus parfaite possible sur la surface osseuse dorsale (Fig. 15).

Immobilisation complémentaire. Le greffon, mis en compression, consolide en 6 à 8 semaines. Le poignet peut être protégé par une attelle palmaire pendant 4 semaines.

Pour Dautel [28], cette technique n'apporte aucune correction effective de la longueur du radius, ce qui en limite l'application aux seules déviations angulaires sans raccourcissement. De plus, cette technique doit être rigoureuse car elle doit préserver la continuité de la corticale palmaire durant toute l'intervention, ce qui n'est réalisable que pour de faibles valeurs de correction angulaire (Fig. 15).

Ostéotomie palmaire bicorticale avec incorporation d'un greffon iliaque corticospongieux

C'est la technique de choix, en présence d'un raccourcissement important du radius, dépassant les possibilités de correction d'une intervention type Watson [34]. Cette technique a été développée et publiée initialement par Duparc [44, 49].

Voie d'abord. Débutée sous anesthésie locorégionale, l'intervention se prolonge sous anesthésie générale le temps du prélèvement du greffon iliaque. La voie d'abord est antérolatérale et se situe entre le bord latéral du fléchisseur radial du carpe et la gouttière radiale. Elle se poursuit horizontalement dans le pli distal du poignet et gagne ensuite le pli thénarien, ce qui facilite l'ouverture du ligament annulaire du carpe mettant ainsi le nerf médian à l'abri d'une compression secondaire due à l'introduction de la plaque d'ostéosynthèse (Fig. 16).

Le brachioradial est désinséré de la styloïde radiale pour faciliter la mobilisation de l'épiphyse, il est réinséré en fin d'intervention. Les tendons du long abducteur et le court extenseur du pouce sont isolés et mis sur lacs, puis le carré pronateur est désinséré en sous-périosté de dehors en dedans. Il sert en fin d'intervention à protéger les tendons fléchisseurs de



Figure 14. Exemple de cals vicieux extra-articulaires avec bascule dorsale excessive sans raccourcissement majeur, avec une variance ulnaire peu modifiée (A). L'ostéotomie dorsale biplane avec incorporation d'un greffon trapézoïdal a permis de corriger la bascule sagittale et de retrouver une variance ulnaire satisfaisante (B). D'après Merle M. Cals vicieux du radius et articulation radiocubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-31.

la plaque d'ostéosynthèse. L'orientation de la surface articulaire du radius est repérée à l'aide d'aiguille ou de broche sans jamais ouvrir la capsule articulaire.

Type d'ostéotomie. L'ostéotomie biplane, toujours parallèle à la surface articulaire du radius, s'effectue de préférence à la scie oscillante (Fig. 17). Elle va permettre de corriger, dans les deux plans, la bascule du fragment distal et, surtout par distraction, de restaurer sa longueur. L'ostéotomie doit être la plus distale possible en zone métaphysaire, généralement 15 mm de l'espace articulaire, ce qui permettra de fixer la partie horizontale de la plaque d'ostéosynthèse en T par trois vis spongieuses.

Correction du cal vicieux. Les seules manœuvres externes ne suffisent pas à corriger l'orientation de l'épiphyse. Pour les corrections mineures, un écarteur de Méary est utilisé. L'écartement est ensuite pérennisé par une broche de Kirschner de 15/10. Le contrôle peropératoire par amplificateur de brillance est nécessaire pour s'assurer de la correction en longueur et de la bonne orientation du radius. Lorsque la distraction est supérieure à 15 mm, les contraintes sont alors très élevées et les écarteurs de Méary peuvent endommager la zone d'ostéotomie. Un minifixateur distracteur peut être utilisé pour maintenir la distraction (Fig. 18).

Prélèvement du greffon. Le greffon iliaque est habituellement prélevé sur le côté homolatéral. Il est corticospongieux et doit permettre de tailler avec précision un greffon trapézoïdal

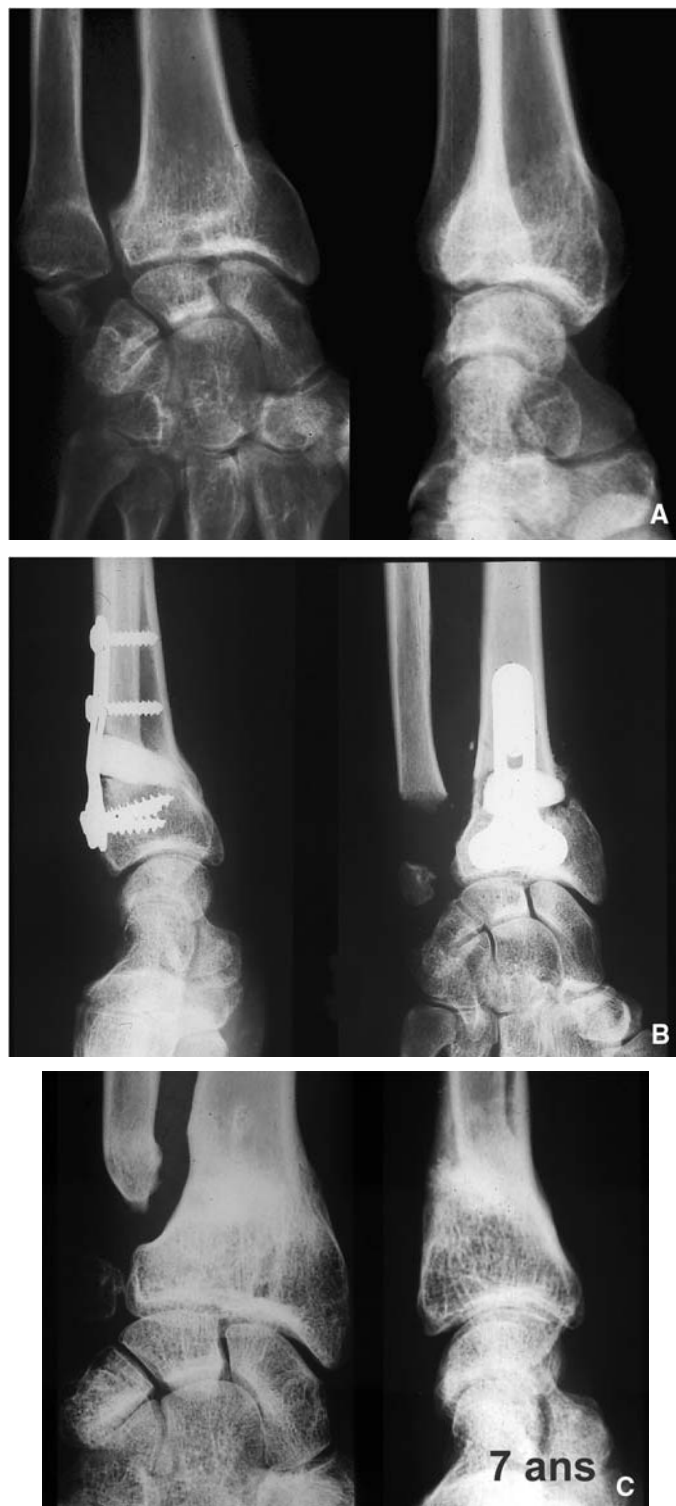


Figure 15. Cal vicieux du radius à bascule dorsale et raccourcissement avec incongruence radio-ulnaire distale et pseudarthrose de la styloïde de l'ulna (A) ; ostéotomie dorsale d'ouverture avec greffon en hydroxyapatite et plaque d'ostéosynthèse dorsale associée à un geste de résection-stabilisation de l'ulna distal (B) ; résultat à 7 ans avec incorporation du substitut osseux (C).

dont la corticale vient s'encaster sur le bord latéral du radius où s'appliquent les contraintes les plus élevées.

Positionnement du greffon. Le greffon est mis en place de dehors en dedans et impacté à l'aide d'un chasse-greffon. L'ajustage de l'ensemble des pièces osseuses nécessite l'utilisation d'un davier pour réaxer greffon et radius, et corriger la tendance à la translation interne du fragment proximal. Le davier doit prendre appui sur la corticale interne du fragment proximal et sur la partie externe du greffon. Dès que la position est obtenue, il est prudent de fixer temporairement l'ensemble

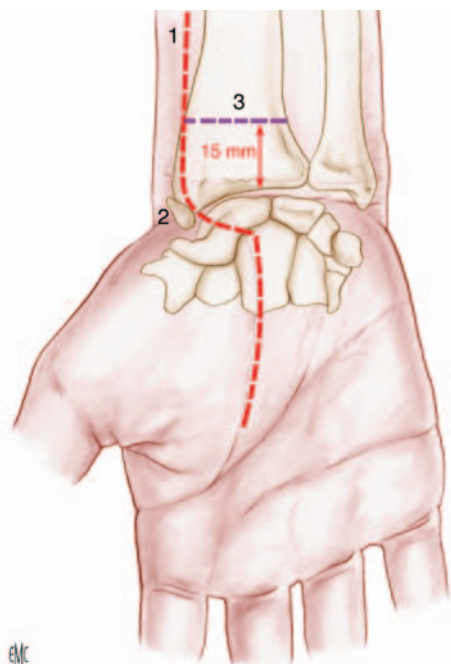


Figure 16. Voie d'abord antérolatérale (1) ; désinsertion du brachioradialis (2) ; trait d'ostéotomie (3). D'après : Merle M. Cals viciés du radius et articulation radiocubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-31.

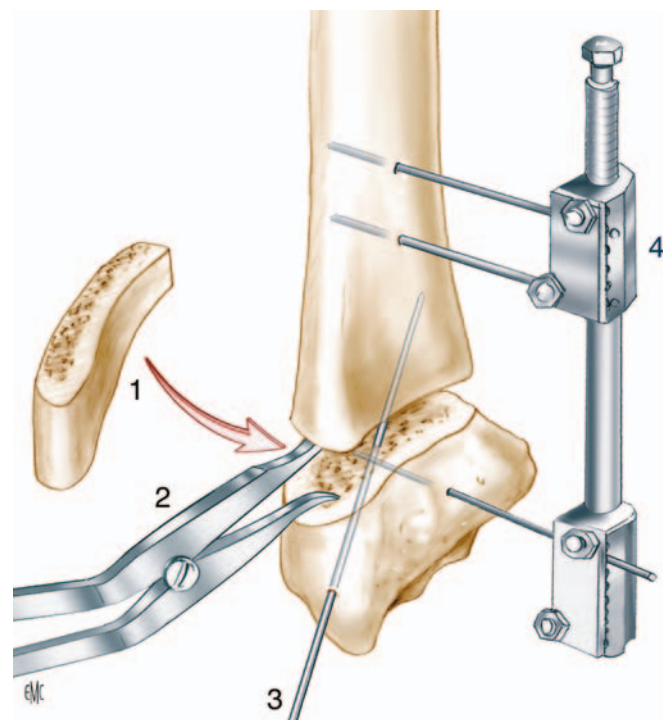


Figure 18. Distraction du site d'ostéotomie par un écarteur de Méary (1) associé éventuellement à un minifixateur (2) ; stabilisation de la correction par une broche (3) et introduction latérale du greffon osseux (4). D'après Merle M. Cals viciés du radius et articulation radio-cubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-31.

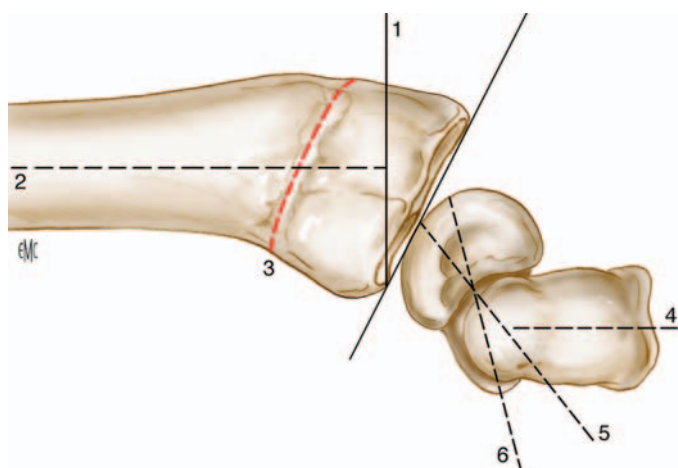


Figure 17. Trait d'ostéotomie palmaire sus-articulaire. 1 : Ostéotomie correctrice pour déformation palmaire ; 2 : radius ; 3 : trait d'ostéotomie ; 4 : capitatum ; 5 : lunatum ; 6 : scaphoïde. D'après : McGroarty BJ, Amadio PC. Malunion of the distal radius. In : Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH editors. *The Wrist – Diagnostic and Operative treatment*. Vol. 1. Mosby: Philadelphia;1998. p. 356-84.

par une broche de Kirschner oblique, ce qui va faciliter la mise en place de la plaque d'ostéosynthèse.

Type d'ostéosynthèse. L'ostéosynthèse est confiée à une plaque à compression en T vissée. La fixation débute à l'épiphyse par trois vis spongieuses et se termine par la mise en compression de la fixation diaphysométaphysaire. Si le greffon est de plus de 1 cm de haut, il peut également admettre une vis spongieuse. Cette ostéosynthèse est suffisamment solide pour limiter l'immobilisation postopératoire du poignet sur attelle plâtrée pour une période de 4 semaines. L'ostéosynthèse par broches seules semble insuffisamment solide et stable et peut entraîner des déplacements secondaires (Fig. 19).

Lorsque la reconstruction du radius implique une distraction, que la bascule de l'épiphyse soit palmaire ou dorsale, la voie d'abord palmaire est préférée car elle permet d'ouvrir, dans le

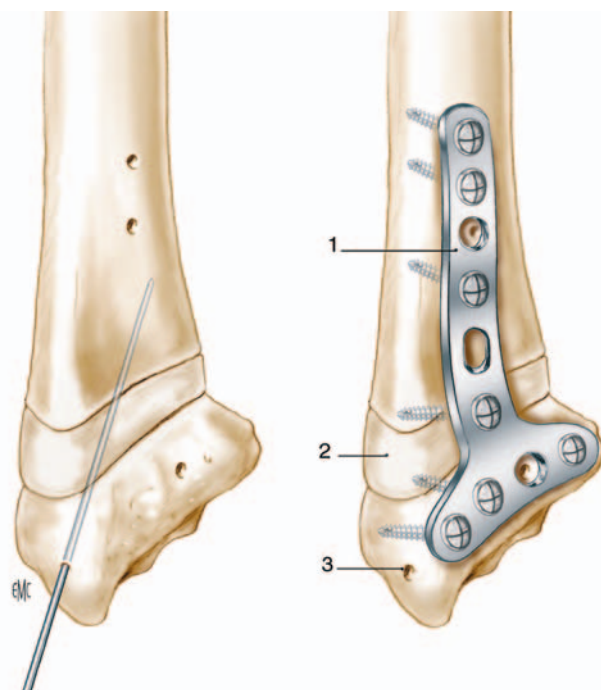


Figure 19. Ostéosynthèse par plaque à compression en T (1) ; le greffon (2) peut être fixé par une vis spongieuse (3). D'après Merle M. Cals viciés du radius et articulation radio-cubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-31.

même temps opératoire, le canal carpien, et de protéger les tendons fléchisseurs de la plaque d'ostéosynthèse par l'interposition du carré pronateur.

L'ostéotomie d'addition permet de restaurer l'anatomie en corrigeant le raccourcissement du radius. Cette technique



Figure 20. Exemple d'un cal vicieux extra-articulaire par excès de correction palmaire d'une fracture de Pouteau-Colles traitée par embrochage intrafocal selon Kapandji (A, B). Résultat radiographique après ostéotomie d'ouverture palmaire et incorporation d'un greffon iliaque, puis stabilisation par plaque en T. Notez la normalisation de la variance ulnaire (C, D).

permet en outre de corriger l'index radio-ulnaire distal. Cependant, la conservation de cette articulation va dépendre directement de l'intégrité des surfaces articulaires (Fig. 20).

Techniques de correction des cals vicieux articulaires de l'extrémité distale du radius par ostéotomie intra-articulaire

Cette technique n'est possible que si les fragments ostéoarticulaires à réduire sont recouverts de cartilage. L'arthroscanner reste l'examen de référence pour apprécier l'état des surfaces. Une arthroscopie peut être le premier temps de cette intervention pour explorer les lésions intra-articulaires, puis, elle peut, dans un second temps, guider la réduction du cal vicieux.

Exploration arthroscopique [18]

Le patient est installé sur une table à main, un garrot au bras. Une traction verticale de 5 à 10 kg est effectuée par l'intermédiaire de doigtiers positionnés sur l'index et le majeur. L'arthroscope de 2,7 mm est introduit par la voie 3-4, entre le long extenseur du pouce et l'extenseur commun des doigts, voire la voie 1-2, entre le long abducteur du pouce et le long extenseur du pouce, pour une meilleure visualisation de la marge postérieure du radius. Les instruments sont introduits successivement

par la voie 4-5, entre l'extenseur commun des doigts et l'extenseur propre de l'auriculaire, puis 6R, entre l'extenseur propre de l'auriculaire et l'ulna. Un drainage est effectué par la voie 6U, sur le bord ulnaire de l'extenseur ulnaire du carpe. L'exploration débute par l'interligne radiocarpien : l'état du cartilage, l'existence d'un cal vicieux intra-articulaire, et l'état des ligaments interosseux est noté. L'état du complexe triangulaire, ainsi que l'état cartilagineux, la position anatomique et la stabilité de la tête de l'ulna sont ensuite évalués.

Voie d'abord du cal vicieux

La voie d'abord est variable suivant la localisation des fragments : palmaire (Henry), dorsale, dorsomédiale, latérale ou combinée.

Type d'ostéotomie

Les fragments doivent être retrouvés sans être dévascularisés. Le cal est réséqué à la curette. Les traits sont recherchés à la spatule, puis au ciseau à frapper de dentiste. Les fragments sont ensuite mobilisés à partir du foyer, puis réduits. L'ostéotomie peut concerner un seul gros fragment ou plusieurs fragments plus petits. McGrory et Amadio [47], ainsi que Ring et al. [50] préconisent de réaliser des ostéotomies dans le cal vicieux articulaire sur au moins 2 cm en proximal, perpendiculaire à la

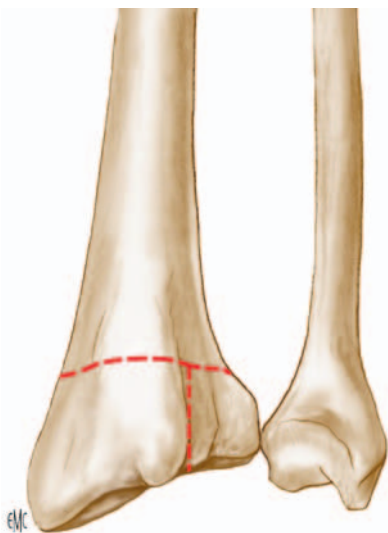


Figure 21. Trait d'ostéotomie intra-articulaire perpendiculaire à la surface articulaire 2 cm en proximal par rapport à l'articulation radio-ulnaire distale. D'après McGrory BJ, Amadio PC. Malunion of the distal radius. In : Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH editors. *The Wrist – Diagnostic and Operative treatment*. Vol. 1. Mosby: Philadelphia;1998. p. 356-84.

surface articulaire, puis de manière transversale pour pouvoir le mobiliser. Une distance d'ostéotomie suffisante par rapport à l'interligne articulaire permet d'éviter de léser l'articulation radio-ulnaire distale, essentiellement lorsque le cal vicieux est ulnaire (Fig. 21).

Contrôle de la réduction

La réduction est effectuée sous contrôle de l'amplificateur de brillance. L'arthroscopie trouve ici toute sa place, car elle permet de manière précise d'évaluer la qualité de la réduction articulaire.

Stabilisation du fragment

Après réduction du ou des fragments, la fixation est réalisée par des broches, des vis minifragments ou une plaque console antérieure. L'arthroscopie permet également d'évaluer la stabilité de l'ostéosynthèse.

Greffon osseux

Son utilisation n'est pas systématique. Ce n'est qu'en cas de raccourcissement de l'épiphyse radiale associée au cal vicieux articulaire que l'ostéotomie métaphysaire transversale est complétée et qu'un greffon osseux est interposé pour retrouver une longueur normale (Fig. 22).

Postopératoire

Le poignet est immobilisé en postopératoire pendant 45 jours, puis une rééducation progressive et prolongée est débutée.

McGrory et Amadio [47], Ring et al. [50], ainsi que Saffar et Romano [51] réservent cette technique à des patients jeunes, avec un cartilage encore de bonne qualité. L'intervention est précoce, 6 mois en moyenne après le traumatisme initial. Elle permet de retrouver une architecture radiocarpienne satisfaisante et de diminuer de façon importante le risque de survenue d'une arthrose post-traumatique (Fig. 23).

Techniques de correction des atteintes radio-ulnaires distales et ulnocarpiennes

La participation de l'articulation radio-ulnaire distale dans les cals vicieux du poignet est fréquente et son retentissement fonctionnel toujours important. Les lésions peuvent être classées en trois degrés :

- les « dérangements ulnaires » ;
- les subluxations ;
- les luxations vraies.

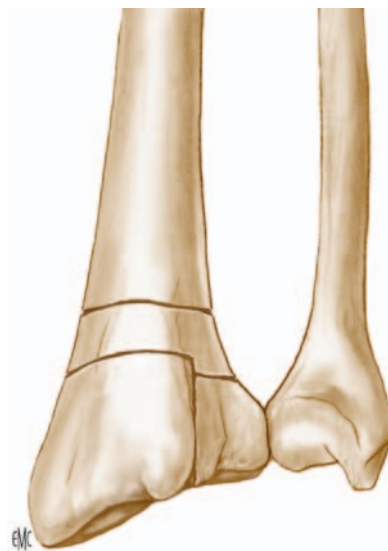


Figure 22. En cas de raccourcissement de l'épiphyse radiale associée au cal vicieux articulaire, un greffon osseux est interposé au niveau de l'ostéotomie pour retrouver une longueur normale. D'après McGrory BJ, Amadio PC. Malunion of the distal radius. In : Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH editors. *The Wrist – Diagnostic and Operative treatment*. Vol. 1. Mosby: Philadelphia;1998. p. 356-84.

Si l'articulation radio-ulnaire distale est non réductible par correction du cal vicieux du radius, ou s'il existe une arthrose radio-ulnaire, une résection de la tête de l'ulna peut se discuter. Les options thérapeutiques de résection de l'extrémité distale de l'ulna se répartissent en trois catégories :

- résection partielle de l'ulna (intervention de Bowers, « *wafer procedure* ») ;
- résection complète de l'extrémité distale de l'ulna (intervention de Darrach et variantes) ;
- arthrodèse radio-ulnaire avec création d'une pseudarthrose ulnaire proximale (intervention de Sauvé-Kapandji).

Dans tous les cas, la décision de réaliser un geste sur l'articulation radio-ulnaire distale ne doit s'envisager qu'après correction du cal vicieux du radius. Le plus souvent, une ostéotomie radiale correctrice bien planifiée et réalisée permet de retrouver une articulation radio-ulnaire distale congruente assurant la restitution d'une pronosupination satisfaisante.

Cependant, dans certains cas, le cal vicieux du radius est bien toléré, les revendications demeurant élevées pour la pronosupination par altération de l'articulation radio-ulnaire distale et l'apparition d'un conflit ulnocarpien. Dans ce dernier cas, il est logique de proposer une simple ostéotomie d'accourcissement de l'ulna dans la mesure où le cal vicieux du radius est bien toléré et radiographiquement compris dans les limites acceptables mentionnées précédemment [13].

En revanche, si les désordres créés sont à la fois radio-ulnaires et ulnocarpiaux et qu'ils ne sont pas résolus par la simple ostéotomie de l'épiphyse radiale, il convient de se diriger vers des interventions plus radicales sur l'ulna.

Il faut tenir compte de la forme de la radio-ulnaire distale.

Traitement chirurgical des instabilités radio-ulnaires distales avec intégrité des surfaces articulaires

Le choix du procédé doit se faire entre les plasties passives, utilisant un tendon de voisinage ou une greffe, et les plasties « dynamiques ».

Dans les cas de pseudarthrose lâche de la styloïde de l'ulna avec instabilité, il suffit le plus souvent de fixer cette styloïde après avivement, avec reposition du tendon de l'extenseur ulnaire du carpe sur la face dorsale de la tête.

Dans les autres cas, il faut préférer une plastie active isolée ou associée à une réfection ligamentaire. Mansat [52] préconise l'utilisation du tendon de l'extenseur ulnaire du carpe, ou plutôt sa reposition sur la face dorsale de la tête de l'ulna.



Figure 23. Cal vicieux artriculaire (A, B) concernant la partie antéromédiale de la surface articulaire du radius distal avec une congruence radio-ulnaire distale conservée (C, D). Résultat après ostéotomie intra-articulaire de correction et stabilisation par plaque antérieure (E, F). À 2 ans, le patient a une mobilité fonctionnelle en flexion-extension et en pronosupination sans douleur (G, H).

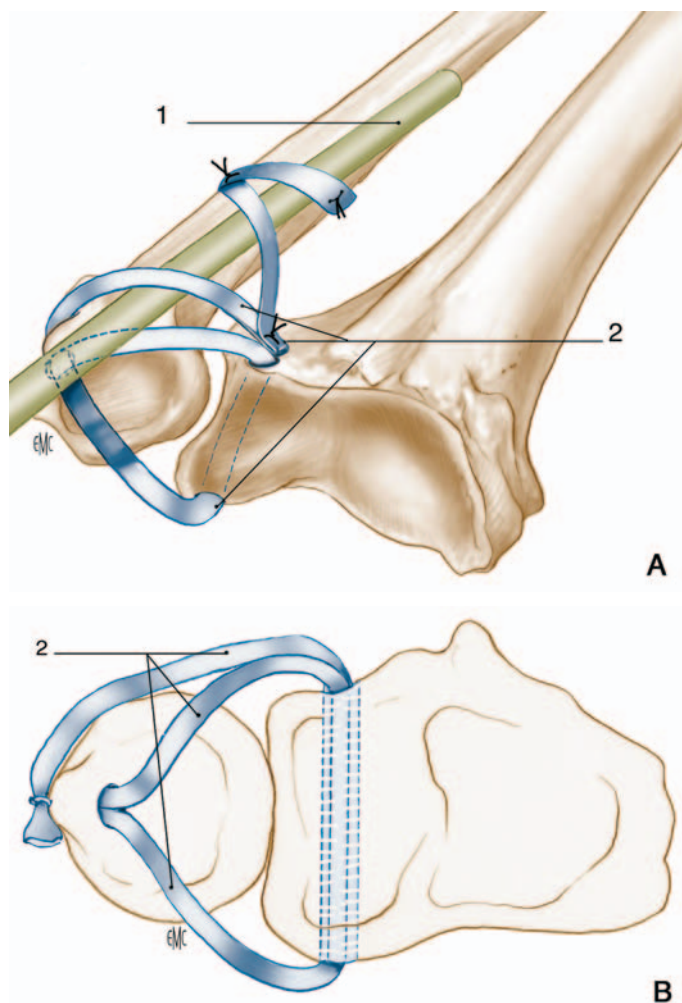


Figure 24. Plastie de stabilisation de l'ulna en utilisant le tendon du long palmaire (2). 1. Extenseur ulnaire du carpe.

L'intervention est réalisée par voie dorso-ulnaire longitudinale, à cheval sur la tête de l'ulna. Elle comprend plusieurs temps :

- ouverture du rétinaculaire des extenseurs entre le 5^e et le 6^e compartiment, en respectant la gaine de l'extenseur ulnaire du carpe ;
- dissection de l'ensemble fibreux comprenant l'extenseur ulnaire du carpe dans sa gaine à partir du radius, en dégageant le pourtour de la tête de l'ulna ;
- exploration du ligament triangulaire, qui est en principe réséqué ;
- main placée en position de pronosupination intermédiaire et tête de l'ulna réduite ;
- ensemble fibreux et extenseur ulnaire du carpe retendus, ce qui ramène en principe l'extenseur ulnaire du carpe sur la face dorsale de la tête de l'ulna ;
- tissu fibreux fixé au radius soit par des points transosseux, soit à des vestiges capsuloligamentaires.

Dans certains cas, l'ensemble fibreux est difficile à isoler et à disséquer, la gaine de l'extenseur ulnaire du carpe étant fragile. Il faut reconstituer une gaine à partir du rétinaculaire des extenseurs en gardant un pédicule côté radial. Dans ces cas, il est nécessaire parfois d'associer une plastie purement passive pour reconstituer un ligament triangulaire avec le tendon du long palmaire. Ce transplant est passé dans un tunnel dorsopalmaire au ras de la petite cavité sigmoïde du radius, puis dans un tunnel creusé au pied de la styloïde ulnaire. Un fragment du tendon permet ensuite d'effectuer un renforcement dorsal, mais également de recréer une poulie de recentrage pour le tendon de l'extenseur ulnaire du carpe. Un brochage temporaire ulnoradial en position intermédiaire doit être laissé 15 jours, avec une immobilisation de 6 semaines (Fig. 24).

Adams [53] préconise une technique semblable utilisant le tendon du long palmaire. La modification principale concerne le passage du transplant tendineux autour de la tête de l'ulna et non seulement autour de sa partie dorsale comme le préconise Mansat [52].

Technique de la « wafer procedure »

Lorsque l'index radio-ulnaire distal est positif (≥ 1 mm) avec une lésion dégénérative du complexe triangulaire (TFCC), et que l'anatomie de l'articulation radio-ulnaire distale est conservée, une résection de la partie articulaire de la tête de l'ulna peut être réalisée sous arthroscopie. Il s'agit de la « wafer procedure ». L'installation est classique. L'optique est mise en place par la voie 3-4, et les instruments par la voie 6-R en passant alternativement au-dessous et au-dessus du complexe triangulaire. Le premier temps consiste en l'excision large et régulière de la portion centrale du TFCC en respectant les ligaments radio-ulnaires distaux. La tête ulnaire est réséquée à la minifraise rotative sur 2 à 3 mm d'épaisseur. La mobilisation du poignet en pronosupination permet de contrôler la qualité de la résection, et l'absence de conflit résiduel [18].

Accourcissement de l'ulna

L'impaction de l'épiphyse radiale crée un conflit ulnocarpien douloureux mal toléré et aggravé par l'inclinaison ulnaire du poignet. Si les surfaces articulaires radio-ulnaires distales sont intactes, la logique est de rétablir leur rapport anatomique par une ostéotomie d'accourcissement de l'ulna.

Type d'ostéotomie

Décrite par Milch en 1941 [54], il s'agit d'une ostéotomie diaphysaire, transverse, oblique ou en baïonnette, dont l'importance du raccourcissement est liée à l'analyse radiographique préopératoire. Il est important d'étudier en préopératoire l'inclinaison des surfaces de l'articulation radio-ulnaire distale pour ne pas créer des surfaces incongruentes dans le plan frontal après raccourcissement.

Voie d'abord

La voie d'abord est postéromédiale en regard du tiers moyen-inferieur de l'ulna, pouvant se prolonger en regard de l'articulation radio-ulnaire pour s'assurer de la congruence articulaire ou éventuellement assurer la stabilité de la tête de l'ulna par capsuloplastie ou ligamentoplastie.

Ostéotomie et ostéosynthèse

L'ostéotomie avec recoupe osseuse varie en moyenne de 3 à 8 mm. Elle peut être transversale, oblique ou en baïonnette, l'ostéotomie oblique évitant d'induire un trouble de rotation [55]. L'ostéosynthèse doit être réalisée à l'aide d'une plaque à compression six trous (Fig. 25).

La consolidation est obtenue le plus souvent en 2 à 3 mois et il est prudent d'attendre près de 12 mois avant de procéder à l'ablation du matériel d'ostéosynthèse.

Contrôle de la stabilité radio-ulnaire distale

Après ostéosynthèse de l'ulna, il est préférable d'observer de visu la stabilité de son extrémité distale dans les mouvements de pronosupination. Si une subluxation dorsale par insuffisance capsuloligamentaire apparaît, celle-ci est traitée par capsulorraphie. Plus délicate est la stabilisation lorsque le plan capsulaire est détruit. Un recentrage dorsal du tendon de l'extenseur ulnaire du carpe par plastie du ligament rétinaculaire dorsal du carpe selon Spinner-Kaplan [56] est alors préconisé.

Réséction-stabilisation de l'extrémité distale de l'ulna (Darrach modifié)

Cette technique permet de supprimer le conflit ulnocarpien, mais également de libérer la pronosupination en cas d'incongruence articulaire associée. Un triple verrouillage par suture de

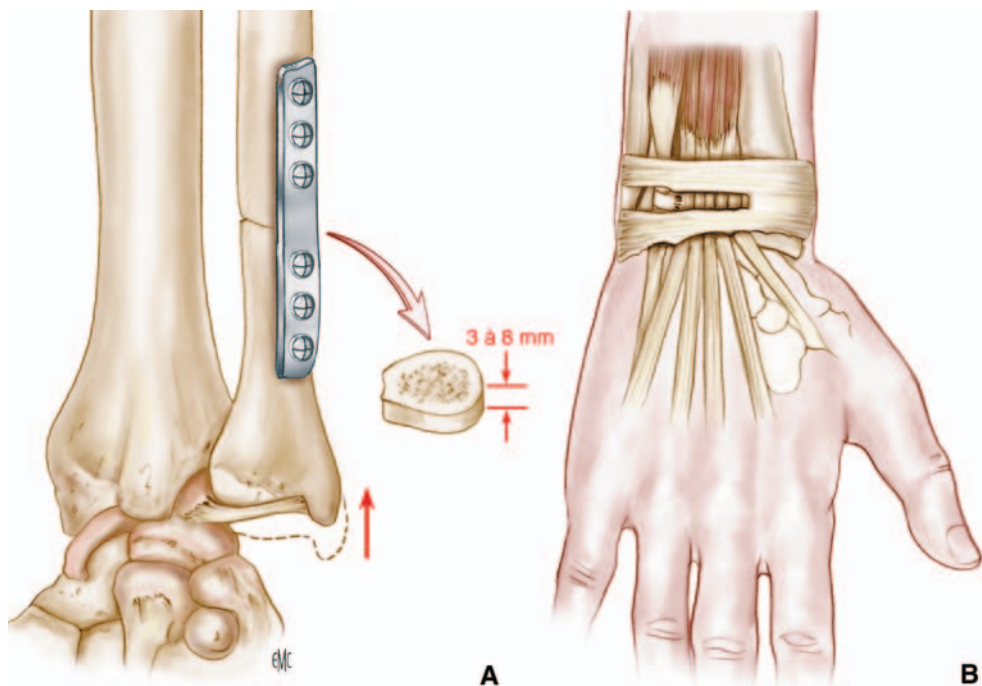


Figure 25. Accourcissement de l'ulna à la jonction tiers moyen-tiers inférieur de la diaphyse (A) ; un recentrage du tendon de l'extenseur ulnaire du carpe à l'aide d'une plastie de retournement du rétinaculaire dorsal permet de stabiliser la tête de l'ulna (B). D'après Merle M. Cals vicieux du radius et articulation radio-cubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-31.

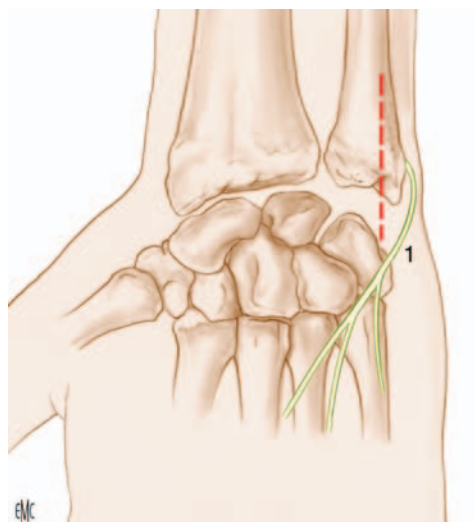


Figure 26. Voie d'abord dorsale centrée sur la tête de l'ulna. 1. Branche dorsale du nerf ulnaire. D'après Taleisnik J, Ruby LK. Arthritis deformity ; resection arthroplasty and fusion. In : Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH editors. *The Wrist – Diagnostic and Operative treatment*. Vol. 2. Mosby: Philadelphia;1998. p. 788-818.

la capsule, re-tension du rétinaculum des extenseurs et dorsalisation du tendon de l'extenseur ulnaire du carpe permet d'éviter l'instabilité du moignon ulnaire [57, 58].

Voie d'abord

Le patient est installé en décubitus dorsal sur table à main, un garrot pneumatique à la racine du membre. L'incision cutanée est dorsomédiale, latérale par rapport à la tête de l'ulna, longue de 6 à 7 cm (Fig. 26). Le décollement sous-cutané est effectué en respectant les veines dorsales. Le rameau dorsal sensitif du nerf ulnaire est repéré et protégé. Le ligament rétinaculaire des extenseurs est ensuite incisé de médial en latéral, en dessinant un grand lambeau à charnière latérale ouvrant les 5^e et 6^e compartiments dorsaux, et s'arrêtant sur le 4^e compartiment des extenseurs communs des doigts (Fig. 27). Une capsulotomie dorsale longitudinale de l'articulation radio-ulnaire distale est alors réalisée, et la capsule est désinsérée du radius en prenant soin de conserver un fragment solide pour permettre sa réinsertion ultérieure (Fig. 28). L'extrémité distale de l'ulna est ensuite abordée en sous-périosté en respectant les

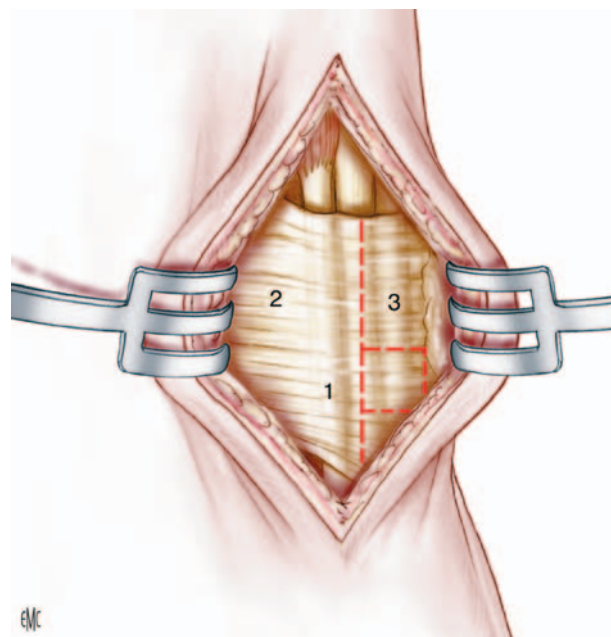


Figure 27. Incision du rétinaculaire des extenseurs entre les 5^e et 6^e compartiments dorsaux. 1. Rétinaculaire dorsal ; 2. extenseur propre du V ; 3. extenseur ulnaire du carpe. D'après Taleisnik J, Ruby LK. Arthritis deformity ; resection arthroplasty and fusion. In : Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH editors. *The Wrist – Diagnostic and Operative treatment*. Vol. 2. Mosby: Philadelphia;1998. p. 788-818.

structures ligamentaires médiales et le muscle carré pronateur. La membrane interosseuse et le ligament triangulaire sont donc laissés intacts.

Réalisation de la résection osseuse

Deux écarteurs contre-coudés sont positionnés autour du col de l'ulna pour protéger les structures palmaires. L'ostéotomie de la tête de l'ulna est faite transversalement à la scie oscillante, sans dépasser l'incisure ulnaire du radius, permettant une résection la plus distale possible. L'extrémité distale de l'ulna est ensuite basculée jusqu'à la styloïde qui est sectionnée à sa base pour rester en continuité avec le ligament latéral. L'extrémité du moignon est remodelée en arrondissant ses bords (Fig. 29).

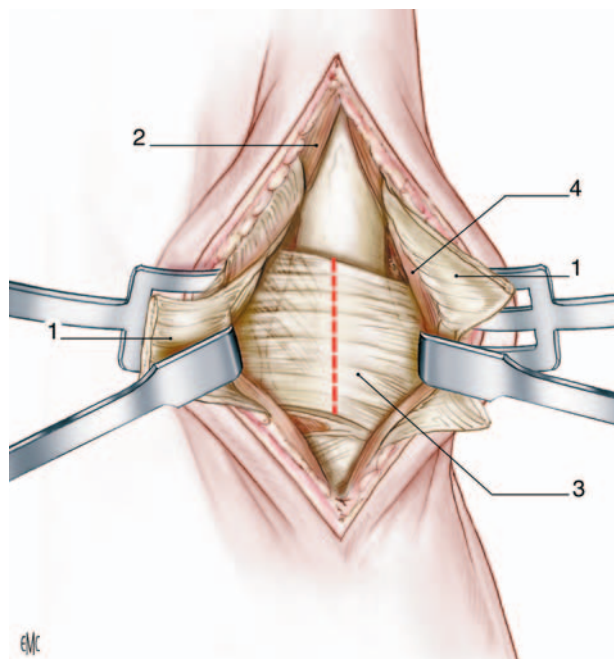


Figure 28. Ouverture capsulaire. 1. rétinaculaire dorsal ; 2. extenseur commun des doigts ; 3. capsule radio-ulnaire distale ; 4. extenseur propre du V. D'après Taleisnik J, Ruby LK. Arthritis deformity ; resection arthroplasty and fusion. In : Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH editors. *The Wrist – Diagnostic and Operative treatment*. Vol. 2. Mosby: Philadelphia;1998. p. 788-818.

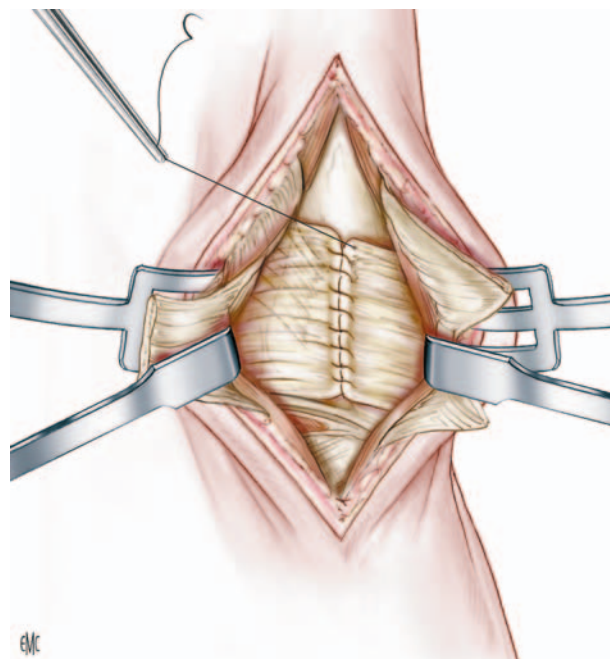


Figure 30. Premier temps de stabilisation capsulaire : fermeture en paletot de la capsule articulaire en position de réduction du moignon ulnaire. D'après Taleisnik J, Ruby LK. Arthritis deformity ; resection arthroplasty and fusion. In : Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH editors. *The Wrist – Diagnostic and Operative treatment*. Vol. 2. Mosby: Philadelphia;1998. p. 788-818.

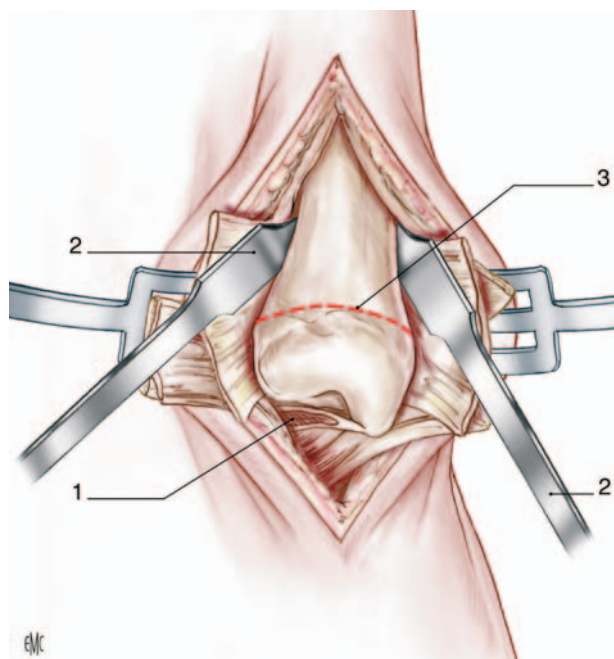


Figure 29. Résection a minima de la tête de l'ulna au ras du col. 1. Ligament triangulaire ; 2. écarteur contre-coudé ; 3. siège de l'ostéotomie. D'après Taleisnik J, Ruby LK. Arthritis deformity ; resection arthroplasty and fusion. In : Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH editors. *The Wrist – Diagnostic and Operative treatment*. Vol. 2. Mosby: Philadelphia;1998. p. 788-818.

Gestes de stabilisation du moignon ulnaire

Les gestes de stabilisation comprennent trois temps, un capsulaire, un ligamentaire, et un tendineux :

- le premier temps consiste à réinsérer la capsule articulaire en tension sur le radius, en paletot, tout en repoussant le moignon ulnaire en palmaire afin de soulager la suture. Cela permet de retendre la sangle ligamentaire ulnocarpienne, et de reconstituer le premier plan anatomique (Fig. 30) ;

- le deuxième temps consiste à réinsérer le ligament rétinaculaire des extenseurs sur lui-même en médial, en le passant sous le tendon de l'extenseur ulnaire du carpe ;
- le troisième temps consiste enfin à dorsaliser et à latéraliser le tendon de l'extenseur ulnaire du carpe en utilisant un lambeau prélevé à partir du ligament rétinaculaire (Fig. 31).

Postopératoire

Le garrot pneumatique lâché, l'hémostase est réalisée. La fermeture cutanée est faite sur un drainage aspiratif. Une immobilisation postopératoire baleinée et amovible est mise en place pendant 3 semaines.

Rééducation

La rééducation est débutée précocement en flexion et en pronosupination. Cette mobilisation progressive est réalisée par le patient lui-même sans dépasser les limites de la douleur. Aucun mouvement forcé n'est autorisé avant le 3^e mois.

“ Point important

Vingt patients présentant un dérangement de l'articulation radio-ulnaire distale, séquelle de fractures de l'extrémité distale du radius, ont été suivis avec un recul moyen de 134,5 mois^[59]. La douleur, les mobilités articulaires, et la force de préhension étaient améliorées dans tous les cas. Aucune instabilité du moignon ulnaire, ni translation du carpe n'étaient observées au plus long recul (Fig. 32). La résection-stabilisation de l'extrémité distale de l'ulna donne des résultats satisfaisants et durables, avec une technique simple mais rigoureuse : résection ulnaire distale, respect et reconstitution des éléments stabilisateurs de l'articulation.

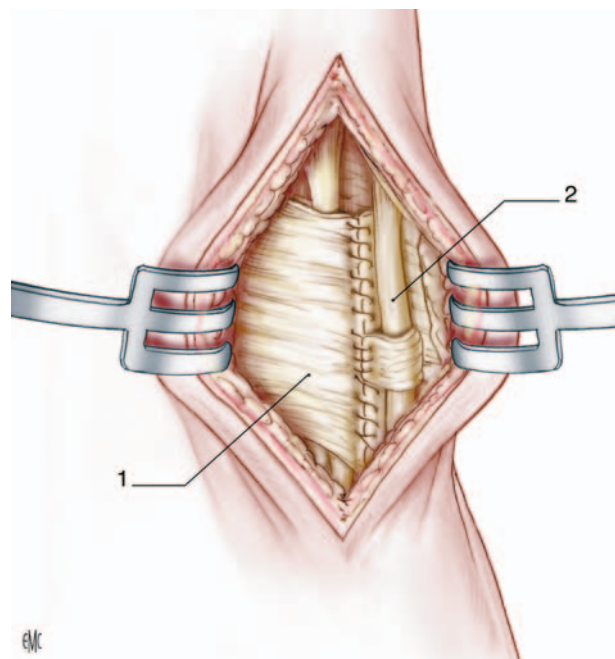


Figure 31. Second temps de stabilisation ligamentaire : réinsertion du rétinaculaire des extenseurs et troisième temps de stabilisation tendineuse : dorsalisation du tendon de l'extenseur ulnaire du carpe en utilisant un lambeau de ligament rétinaculaire. 1. Fermeture du rétinaculaire dorsal ; 2. dorsalisation de l'extenseur ulnaire du carpe par une plastie rétinaculaire. In : Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH editors. *The Wrist – Diagnostic and Operative treatment*. Vol. 2. Mosby: Philadelphia;1998. p. 788-818.

Hémirésection interposition arthroplastie selon Bowers

Cette intervention promue en 1985 par Bowers [60] est séduisante car elle préserve la continuité de l'appareil capsulo-ligamentaire ulnocarpien et éventuellement du ligament triangulaire, tout en résolvant le conflit articulaire radio-ulnaire et éventuellement ulnocarpien. Elle peut être réalisée par chirurgie conventionnelle ou sous arthroscopie [61]. L'interposition d'un « anchois » tendineux provenant de la moitié du tendon extenseur ulnaire du carpe doit mettre l'ulna à l'abri d'une translation radiale et favoriser le retour à une pronosupination indolore (Fig. 33). Merle [43] rapporte une expérience décevante, car l'indolence n'est jamais totalement obtenue, une

translation de l'ulna s'était progressivement installée malgré la tendinoplastie, et la récupération de la force restait limitée (Fig. 34).

Opération de Sauvé-Kapandji

Décrite en 1936 pour le traitement des luxations invétérées de l'articulation radio-ulnaire distale, elle consiste à restaurer la pronosupination en réalisant une pseudarthrose intentionnelle de l'ulna associée à une arthrodèse radio-ulnaire distale [62].

Voie d'abord

La voie d'abord est postéromédiale, débute à la styloïde de l'ulna et le long sur 7 cm environ. Le tendon de l'extenseur ulnaire du carpe est disséqué jusqu'à la visualisation du bord postérieur de la cavité sigmoïde du radius. Plus en avant, le tendon du fléchisseur ulnaire du carpe et le pédicule vasculo-nerveux sont protégés par un écarteur contre-coudé. Le carré pronateur est partiellement désinséré de bas en haut sur une longueur de 2 à 3 cm. La partie distale de la membrane interosseuse est incisée.

Réalisation de l'ostéotomie ulnaire

La partie distale de l'ulna, qui est arthrodésée, doit être courte et ne pas excéder 1,5 cm. Elle doit pouvoir accueillir le matériel d'ostéosynthèse, le plus souvent une vis corticale de 3,5 mm et une broche de Kirchner. La pseudarthrose intentionnelle de l'ulna est réalisée par une recoupe osseuse extrapériostée limitée à 1 cm.

Ostéosynthèse de la tête de l'ulna

La tête de l'ulna sectionnée est basculée en bas et en dedans afin d'aviver, à la pince gouge, les surfaces articulaires radio-ulnaires distales. La position d'arthrodèse radio-ulnaire doit être contrôlée de visu et, en cas de doute, par amplificateur de brillance afin de s'assurer de l'absence de conflit ulnocarpien. La tête de l'ulna ne doit pas être placée trop proximale pour pouvoir jouer le rôle de butée protégeant le carpe d'une translation ulnaire. La position idéale est alors fixée par une broche de Kirschner de 12/10. La mise en compression est réalisée par une vis de 3,5 qui, introduite horizontalement, vient s'ancrer dans l'épiphyse du radius. Si la tête de l'ulna est ostéoporotique, il est préférable d'utiliser une rondelle pour éviter la migration de la tête de la vis. Il est possible de restaurer la largeur de la tête de l'ulna lorsque celle-ci a été endommagée par le traumatisme ou réséquée selon la technique de Bowers. La pièce osseuse, issue de la résection en vue de la création de la pseudarthrose, sert de véritable greffe osseuse, voire de cale, qui peut admettre, dans sa tranche de résection, la vis.



Figure 32.

A, B. Exemple clinique de résection-stabilisation de l'extrémité distale du radius pour une variance ulnaire excessive et un cal vicieux radial tolérable.

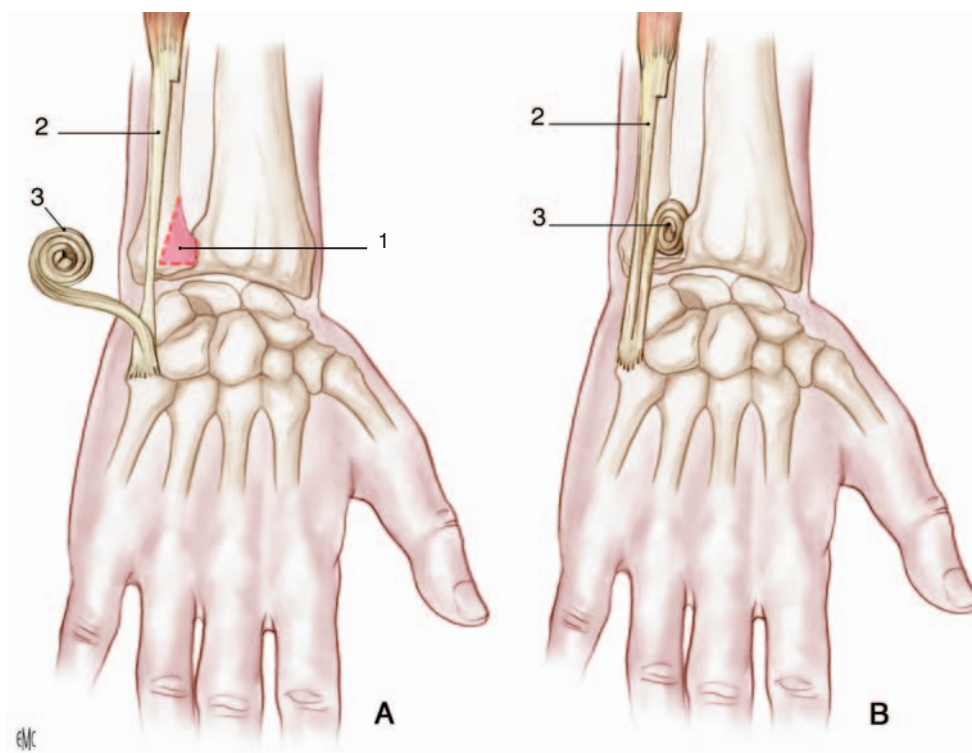


Figure 33. Intervention de résection partielle de l'ulna selon Bowers.

A. Hémirésection de l'extrémité inférieure et articulaire de l'ulna (1); une bandelette est prélevée au niveau du tendon de l'extenseur ulnaire du carpe (2).

B. La plastie tendineuse (3) vient combler l'espace radio-ulnaire distal jouant le rôle d'interposition tissulaire. D'après Merle M. Cals vicieux du radius et articulation radio-cubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-331.



Figure 34. Aspect radiographique d'une hémirésection selon Bowers. D'après : Merle M. Cals vicieux du radius et articulation radiocubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-331.

Interposition du carré pronateur

Pour limiter les risques d'ossification au niveau de la pseudarthrose, il est prudent d'interposer la partie du carré pronateur, initialement désinsérée, en la fixant au tendon de l'extenseur ulnaire du carpe (Fig. 35, 36).

Postopératoire

La qualité de l'ostéosynthèse dispense d'une immobilisation par attelle et autorise la mobilisation précoce.

Gestes palliatifs

Arthrodèse radiolunaire

Un certain nombre de cals vicieux articulaires du radius affectent spécifiquement la fossette lunarienne. Il s'agit le plus souvent de fracture type « *die-punch* » comme décrite par Schek [63]. Lorsque le cartilage est détruit, un geste conservateur de correction n'est plus possible, et l'arthrodèse radiolunaire est l'intervention de choix. Cette intervention a été décrite par Chamay et Della Santa [64] pour traiter les poignets rhumatoïdes afin de recentrer le carpe sous l'auvent radial.

Le but du traitement est :

- de restaurer la hauteur du carpe ;
- de réaligner le scaphoïde en lui permettant de reprendre une position normale sous l'auvent radial ;
- de prévenir la survenue d'une arthrose radiocarpienne à distance.

Voie d'abord

La voie d'abord est classiquement dorsale, médiane, en dedans du tubercule de Lister. Elle s'étend 5 cm proximal et 3 cm distal par rapport à l'interligne radiocarpien. Le ligament rétinaculaire dorsal est incisé longitudinalement en continuité avec la capsule dorsale entre le 3^e et le 4^e compartiment des extenseurs. Les extenseurs sont réclinés en bloc, de part et d'autre après avoir soigneusement soulevé le périoste pour exposer le radius. De manière systématique, la branche terminale du nerf interosseux dorsal est identifiée sous les extenseurs communs et réséquée sur 3 cm.

Arthrotomie

La capsule articulaire est incisée en T. Après avoir récliné les deux lambeaux capsulaires, l'état du cartilage des fossettes scaphoïdienne et lunarienne du radius est évalué, de même que le cartilage sur la tête du capitatum, sur la partie proximale du scaphoïde, et sur la surface distale du lunatum. Les ligaments interosseux et particulièrement le ligament scapholunaire sont inspectés.

Réalisation de l'arthrodèse

Après avivement de la facette lunarienne du radius et de la partie proximale du lunatum, un greffon spongieux est inter-

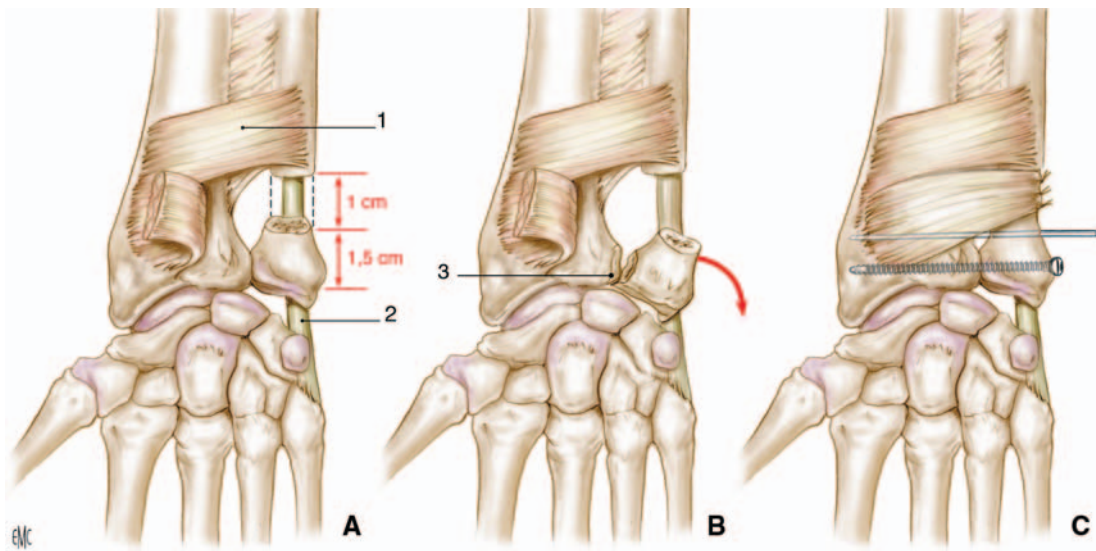


Figure 35. Opération de Sauvé-Kapandji.

A. Le carré pronateur (1) est désinséré à sa partie distale ; la coupe de l'ulna est réalisée 1,5 cm au-dessus de l'interligne sur une épaisseur de 1 cm en préservant le tendon de l'extenseur ulnaire distal (2).

B. La surface radio-ulnaire est avivée (3).

C. L'ostéosynthèse est assurée par une vis corticale et une broche de Kirschner ; la partie distale du carré pronateur est interposée dans le site d'ostéotomie. D'après Merle M. Cals vicieux du radius et articulation radio-cubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-31.



Figure 36. Cal vicieux du radius avec limitation douloureuse de la pronosupination (A, B). Opération de Sauvé-Kapandji sans correction du cal vicieux du radius (C, D). D'après Merle M. Cals vicieux du radius et articulation radiocubitale inférieure. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-31.

posé entre les deux surfaces. Celui-ci est préférentiellement prélevé sur la crête iliaque, mais un prélèvement sur le radius reste possible. Saffar [51] préconise l'utilisation d'un greffon corticospongieux de 4 mm d'épaisseur, prélevé sur le radius et translaté vers le bas. Ce greffon est parallèle au bord médial du radius à 3 mm de celui-ci, long d'environ 4 cm et large de 12 mm, sans atteindre l'articulation radiolunaire distale. Une tranchée de même largeur et de même profondeur est réalisée dans le radius distal et au dos du lunatum en continuité avec le tracé du greffon. La greffe corticospongieuse est alors glissée en distal et appliquée dans la tranchée. Elle doit être au même niveau que la face dorsale du radius de manière à éviter un conflit avec l'appareil extenseur.

Une fixation provisoire est effectuée à l'aide d'une broche de 15/10 de distal en proximal venant impacter le lunatum sous l'auvent radial. Après contrôle scopique de la bonne réduction

du lunatum, deux agrafes à scaphoïde stabilisent le lunatum au radius. La broche de réduction est ensuite enlevée. Saffar [51] a utilisé des vis, une plaque, des agrafes ou des broches pour fixer ces arthrodèses.

La capsule articulaire est ensuite fermée au niveau de sa partie verticale, sans fermer la partie horizontale source de raideur et de limitation de la flexion palmaire. Le rétinaculum des extenseurs est ensuite fermé sur un drain et la peau est fermée en deux plans.

Un pansement est ensuite effectué, puis le poignet est immobilisé dans une attelle amovible. À l'ablation du drain, au bout de 48 heures, l'attelle est remplacée par une manchette en résine que le patient va garder pendant 3 mois. Une rééducation quotidienne permet progressivement de retrouver une mobilité fonctionnelle (Fig. 37).

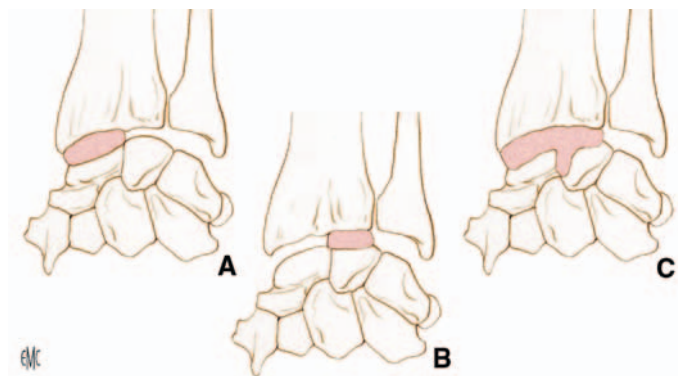


Figure 37. Arthrodeses entre radius et os de la rangée proximale : (A) radioscapoïdienne ; (B) radiolunaire ; (C) radio-scapho-lunaire. D'après Voche P, Dautel G, Merle M, Dap F. Techniques palliatives et traitement des séquelles. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 423-49.

Arthrodesè radio-scapho-lunaire

Il est rare d'avoir à réaliser une arthrodesè radio-scapho-lunaire. Cependant, elle peut se justifier dans deux situations :

- une altération conjointe des facettes articulaires scaphoïdienne et lunarienne du radius ;
- l'existence d'une instabilité scapholunaire associée à l'arthrose radiolunaire.

La technique chirurgicale est identique, l'arthrodesè étant élargie au scaphoïde (Fig. 38).

Réséction de la première rangée du carpe [65]

La résection de la première rangée du carpe ne se conçoit que lorsque la fossette lunarienne du radius et la tête du capitatum sont préservées. Cependant, il est rare, dans les séquelles de fractures du poignet, que seule la fossette lunarienne du radius soit intacte.

La voie d'abord est identique à celle réalisée dans l'arthrodesè radiolunaire. Une capsulotomie en T est effectuée, la branche transversale se situant à 2 mm de la berge radiale d'insertion capsulaire et parallèle à celle-ci, la branche verticale se situant dans l'axe du 3^e métacarpien. Il faut veiller à conserver une frange de capsule insérée sur le radius d'une largeur suffisante pour permettre sa fermeture (Fig. 39).

Après exposition de la première rangée du carpe, il est fondamental de vérifier l'état des surfaces articulaires notamment la fossette lunarienne du radius et la tête du capitatum. En effet, l'intégrité du revêtement cartilagineux de ces deux facettes articulaires est la condition indispensable à la réalisation de cette technique (Fig. 40).

Ensuite, les trois os de la première rangée sont réséqués, en commençant par le lunatum, sans créer de lésion de la capsule palmaire. L'ablation monobloc de chacun des osselets est dangereuse pour l'intégrité de la capsule et des ligaments, et il est préférable de morceler chacun de ces os pour les réséquer. Il faut, dans tous les cas, protéger la tête du capitatum et la surface lunarienne du radius pour ne pas les léser.

Après lavage abondant et contrôle scopique de la qualité de la résection, la capsule est refermée par une simple suture des berges capsulaires. La fermeture est classique : le ligament rétinaculaire dorsal, le tissu sous-cutané, et la peau sur un drain aspiratif.

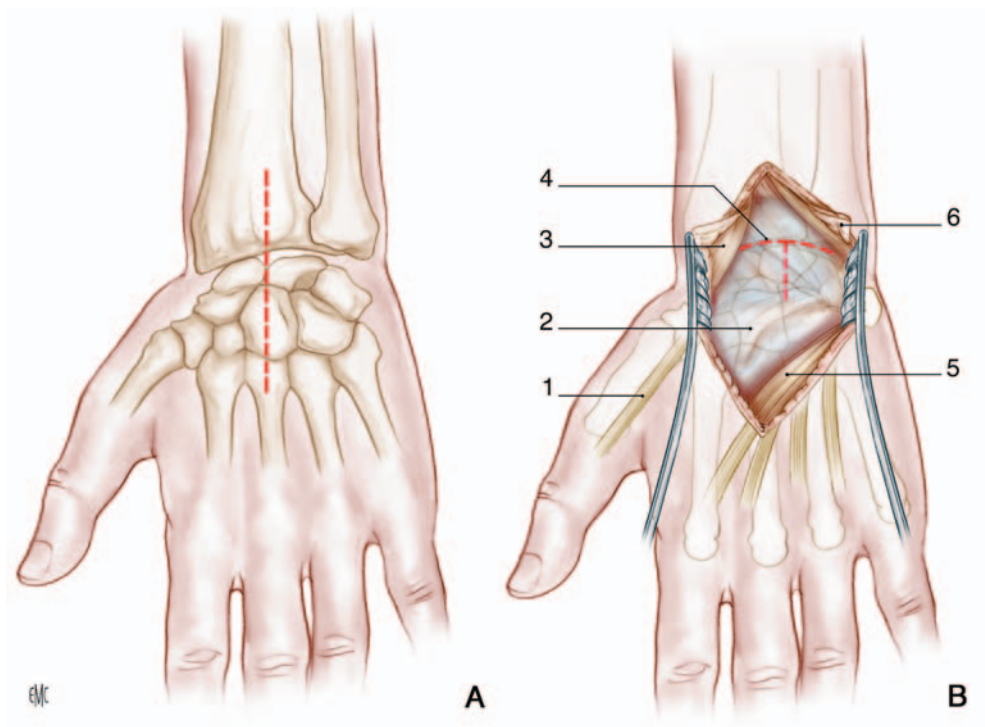
Un pansement est effectué et une attelle de poignet amovible est positionnée pendant 45 jours. La mobilisation est alors entreprise (Fig. 41).

Foucher propose une variante à cette technique appelée intervention « *die punch* » [66, 67]. Elle comporte l'ablation du scaphoïde et du triquetrum tandis que le lunatum est enfoncé dans le radius où il est fixé. Une cavité est creusée dans l'extrémité distale du radius pour encastrer en force le lunatum. Sa stabilisation s'effectue après contrôle de sa colinéarité avec le radius. Il faut prendre garde à ne pas violer l'articulation radiolunaire distale. L'opération est facilitée en cas d'intervention combinée à une intervention de Sauvé-Kapandji, car le lunatum est alors interposé comme un greffon de l'arthrodesè radio-ulnaire distale. La solidarisation du lunatum au radius est effectuée soit par broches, soit par vis d'Herbert, soit par agrafes en fonction de la qualité osseuse (Fig. 42).

Lorsqu'une fracture articulaire a irrémédiablement détruit le cartilage de la fossette scaphoïdienne du radius, le conflit arthrosique est source de douleurs et de raideurs. L'amélioration du confort passe nécessairement par une suppression du conflit arthrosique, ce qui peut s'obtenir par une arthrodesè radio-scapho-lunaire ou par une scaphoïdectomie couplée à une arthrodesè des quatre os, ou par une résection de la première rangée. Pour cette dernière solution, il est indispensable que la fossette lunarienne soit elle-même préservée. Cette intervention permet de conserver une mobilité fonctionnelle. Cependant, du



Figure 38. Exemple radiographique d'une arthrodesè radio-scapho-lunaire pour séquelle traumatique au niveau de l'extrémité distale du radius. D'après Voche P, Dautel G, Merle M, Dap F. Techniques palliatives et traitement des séquelles. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 423-49.


Figure 39.

A. Voie d'abord longitudinale dorsale dans l'axe du 3^e métacarpien.

B. Ouverture du rétinaculaire dorsal au niveau du compartiment 3/4, puis capsulotomie en T. 1. Long extenseur du pouce ; 2. capsule articulaire ; 3. tubercule de Lister ; 4. capsulotomie en T ; 5. extenseur commun des doigts ; 6. rétinaculum dorsal. D'après Voche P, Dautel G, Merle M, Dap F. Techniques palliatives et traitement des séquelles. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 423-49.



Figure 40. Vérification de l'état des surfaces articulaires notamment la fossette lunarienne du radius et la tête du capitatum en flexion du poignet. D'après Voche P, Dautel G, Merle M, Dap F. Techniques palliatives et traitement des séquelles. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 423-49.

fait d'une diminution de la hauteur du carpe, la force ne revient que progressivement après une année postopératoire.

Dénervation du poignet

Il s'agit d'une intervention purement palliative aux problèmes posés par des douleurs post-traumatiques du poignet. L'objectif est d'améliorer le confort du patient en atténuant les douleurs, sans traiter la cause de ces dernières. La technique chirurgicale est fondée sur la suppression des rameaux sensitifs efférents issus des articulations du poignet [68]. Il s'agit généralement d'une solution d'attente, afin de conserver la mobilité existante du poignet et de différer une intervention plus radicale d'arthrodèse. La dénervation peut également être un moyen supplémentaire de pallier les résultats insuffisants de certaines arthrodèses partielles. Cependant, pour Dautel [69], une indolence parfaite n'est jamais obtenue, mais une amélioration du confort par réduction de l'intensité des douleurs est habituelle.

Voie d'abord

Quatre incisions et un large décollement sous-cutané sont nécessaires (Fig. 43).

Temps antérieur

À travers une incision antérieure de 4 cm centrée sur la gouttière du pouls, est pratiquée une résection des deux veines satellites de l'artère radiale accompagnées des rameaux du nerf musculocutané (Fig. 44A).

Ruginage du carré pronateur

On se porte ensuite sur le bord inférieur du carré pronateur où les branches du nerf interosseux antérieur sont détruites à la rugine, en réséquant une bandelette de périoste (Fig. 44B).

Temps de décollement radial

Après avoir soulevé la berge radiale de l'incision, un plan de clivage sous-jacent à la branche sensitive du nerf radial est créé pour sectionner à la coagulation bipolaire les rameaux à direction carpienne. Un décollement au doigt est poursuivi en direction du tubercule de Lister, s'étendant en distal jusqu'au premier espace interosseux (Fig. 44C).

Temps dorsal

L'incision dorsale médiane permet ensuite de réséquer le nerf interosseux dorsal dans le plancher du quatrième compartiment des extenseurs. Sa dissection proximale sur 4 cm environ permet la destruction de sa branche articulaire radio-ulnaire distale. La tunnellisation sous-cutanée en direction radiale et ulnaire est complétée (Fig. 45).

Temps ulnaire

Par l'incision ulnaire, on procède à un décollement d'un lambeau cutané, incluant le nerf ulnaire. Il faut être prudent en cas de présence d'une branche transverse, sur la tête de l'ulna, dont le décollement du plan rétinaculaire doit être rigoureux pour éviter de la léser (Fig. 46).

Temps distal dorsal

Enfin, la dénervation se termine en sectionnant la branche récurrente dans le premier espace en provenance du premier nerf digital dorsal ; ce rameau se situe dans l'angle formé par le 1^{er} et 2^e métacarpiens dont le siège est aisément repérable par la présence d'une branche veineuse anastomotique entre le



Figure 41. Résection de la première rangée des os du carpe de face (A) et de profil (B).

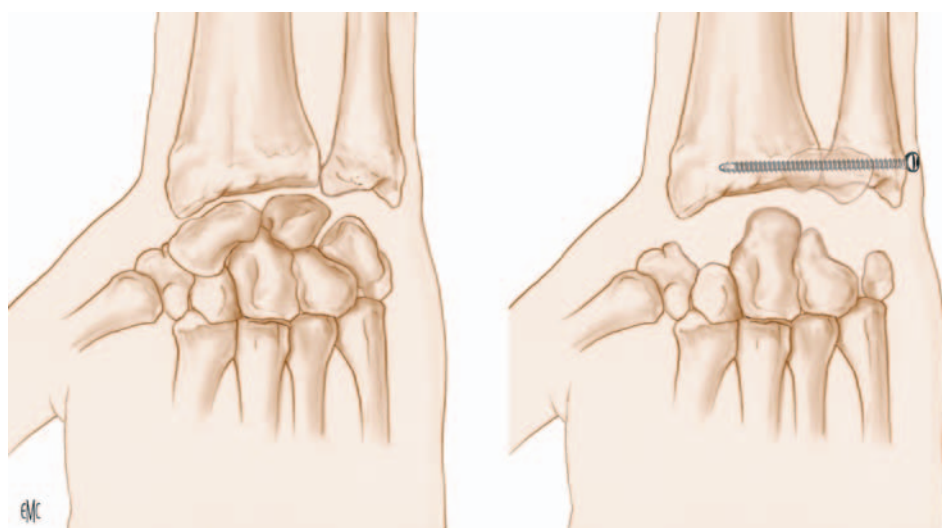


Figure 42. Intervention dite « *die punch* » selon Foucher. D'après Foucher G, Lallemand S, Ryu J. Résection de la première rangée du carpe et ses dérivés dans les séquelles des fractures du radius distal de l'adulte. In : Allieu Y editor. *Fractures du radius distal de l'adulte*. Paris: Expansion Scientifique Publications; 1998. p. 254-9.

réseau profond et superficiel. Le soulèvement de la veine superficielle peut couder le nerf dorsal ulnaire du pouce, lui donnant un aspect plongeant qui peut entraîner la confusion avec le rameau récurrent (Fig. 47).

Temps de décollement final

Entre les quatre incisions, un large décollement cutané au ras du plan osseux et aponévrotique, permet la destruction des fins rameaux venus des branches sensitives cutanées des nerfs radial, ulnaire, musculocutané et brachial cutané médial de l'avant-bras.

Arthrodèse totale radiocarpienne [70]

L'arthrodèse du poignet reste d'indication exceptionnelle, car il est pratiquement toujours possible de conserver une certaine mobilité du poignet par les techniques précédemment décrites. Si l'arthrodèse supprime la douleur en supprimant la mobilité articulaire et préserve la force de serrage, le handicap est suffisamment important pour limiter l'activité. Merle et Dap [69]

ont montré que seuls 20 % des opérés ont repris leur poste de travail antérieur et que 45 % d'entre eux pouvaient exercer une activité manuelle adaptée. Il s'agit donc d'une chirurgie de dernier recours. Elle peut être réalisée soit par greffon osseux encastré, soit par plaque vissée, soit par enclouage axial [71]. Nous décrivons ici la technique par greffon osseux encastré.

Voie d'abord

Elle est dorsale et verticale, légèrement sinusoidale dans l'axe du radius, et du 3^e métacarpien (Fig. 48A). Le ligament rétinaculaire dorsal est ouvert entre les compartiments 3 et 4 des tendons extenseurs. Les extenseurs sont écartés sur le versant ulnaire, le tubercule de Lister est réséqué, et le tendon du court extenseur radial du carpe est désinséré (Fig. 48B).

Capsulotomie et avivement

La capsule articulaire est ouverte en H, puis ruginée pour exposer les articulations radiocarpiennes et médiocarpiennes (Fig. 48C). Les surfaces articulaires sont avivées avec des ciseaux

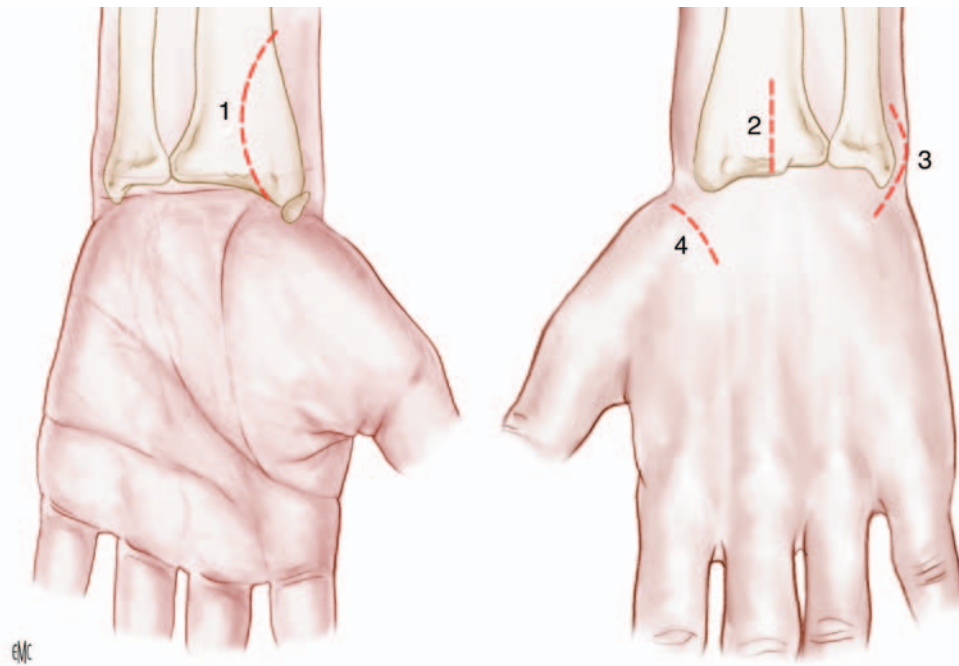


Figure 43. Dénervation du poignet : incisions chirurgicales. D'après Voche P, Dautel G, Merle M, Dap F. Techniques palliatives et traitement des séquelles. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 423-49.

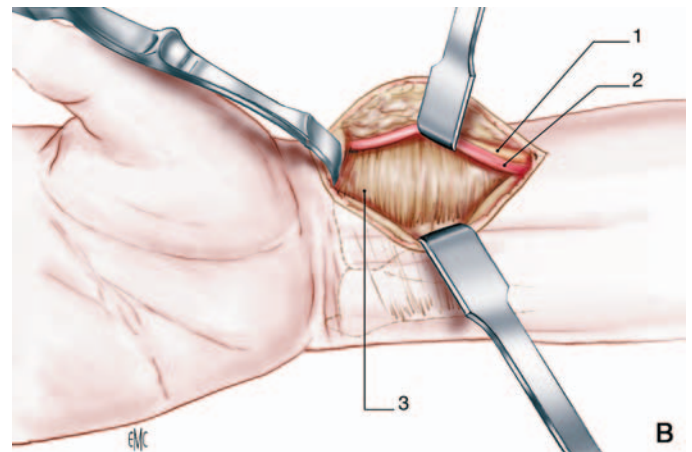
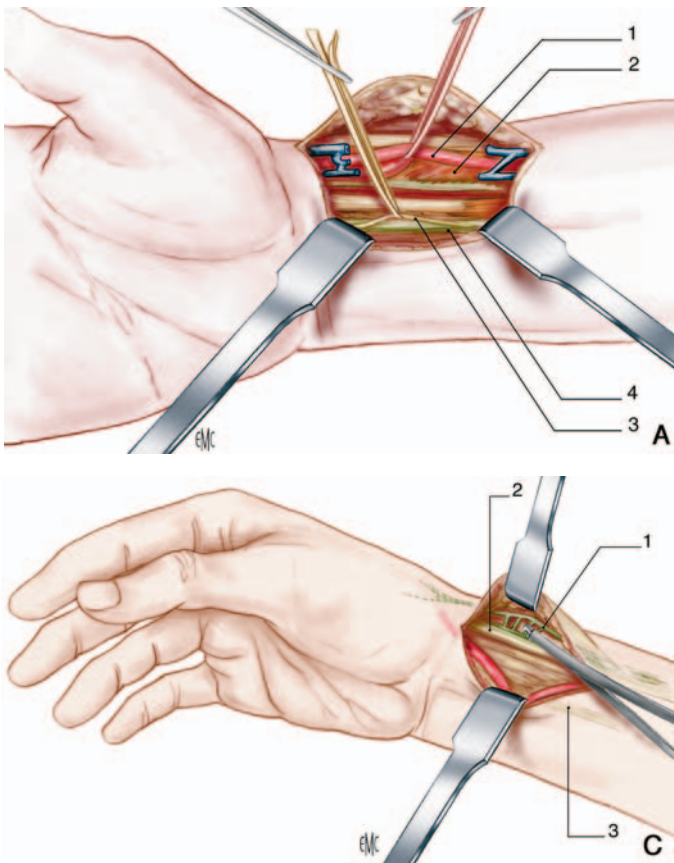


Figure 44. Dénervation du poignet : temps antérieur.

A. Temps radial. Les veines satellites de l'artère radiale sont réséquées, puis la branche cutanée palmaire du nerf médian est isolée. 1. Artère radiale ; 2. long fléchisseur du pouce ; 3. rameau cutané palmaire du nerf médian ; 4. nerf médian.

B. Ruginage du muscle carré pronateur. 1. Tendon du long supinateur ; 2. artère radiale ; 3. muscle carré pronateur.

C. Neurolyse de la branche sensitive du nerf radial. Temps antérieur et latéral : neurolyse de la branche sensitive du nerf radial, et section des rameaux à destinée articulaire. 1. branche sensitive du radial ; 2. long supinateur ; 3. fléchisseur radial du carpe. D'après Voche P, Dautel G, Merle M, Dap F. Techniques palliatives et traitement des séquelles. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 423-49.

à os ou une pince gouge. Une tranchée osseuse est ensuite effectuée au ciseau à os. Le radius est décortiqué sur 4 cm de long et 2 cm à 2,5 cm de large. La décortication au carpe est plus économe. Afin d'encastrer le greffon iliaque à la base des 2^e et 3^e métacarpiens, une encoche est préparée également (Fig. 48D).

Prélèvement d'un greffon iliaque

Après abord de la crête iliaque en respectant le nerf cutané de la cuisse, un greffon entre 6 et 8 cm de long pour 2 à 3 cm de

large est prélevé à la corticale médiale, au ciseau à os (Fig. 48E). Le greffon, une fois prélevé, est retaillé à la configuration du poignet.

Fixation de la greffe iliaque

La greffe iliaque est fixée dans la tranchée osseuse radiocarpienne afin que la convexité du greffon s'y adapte au mieux, pour donner la position définitive au poignet, entre 25 et 30° d'extension. La greffe iliaque est alors fixée par deux vis corticales de 3,5 mm de diamètre dans le radius, puis par deux

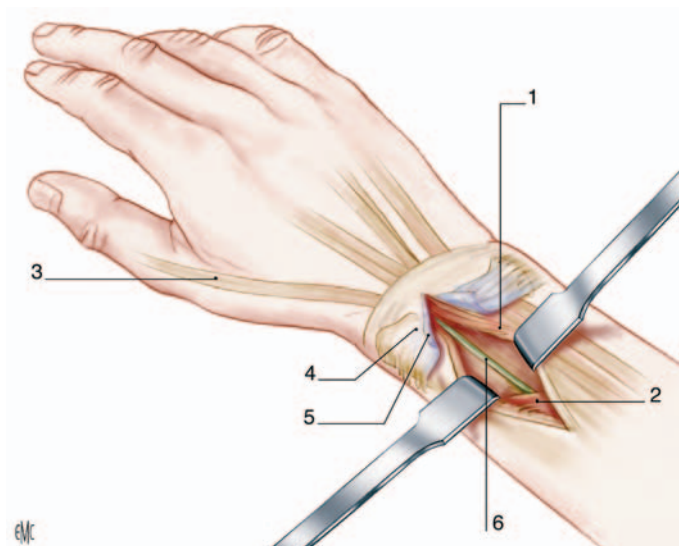


Figure 45. Dénervation du poignet : temps dorsal : Exposition du nerf interosseux postérieur. 1. extenseur commun des doigts ; 2 et 3. long extenseur du pouce ; 4. tubercule de Lister ; 5. rétinaculum dorsal ; 6. nerf interosseux postérieur. D'après Voche P, Dautel G, Merle M, Dap F. Techniques palliatives et traitement des séquelles. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 423-49.

à trois vis dans le carpe, en prenant soin d'encastrer le greffon dans la base des 2^e et 3^e métacarpiens. La tranche osseuse doit être légèrement oblique afin de provoquer une inclinaison ulnaire du poignet d'environ 10° (Fig. 48F).

Fermeture et postopératoire

Le ligament rétinaculaire dorsal reste ouvert, ou peut être interposé entre les tendons extenseurs et la greffe osseuse. L'arthrodèse du poignet est protégée par la mise en place d'une immobilisation pendant 3 mois.

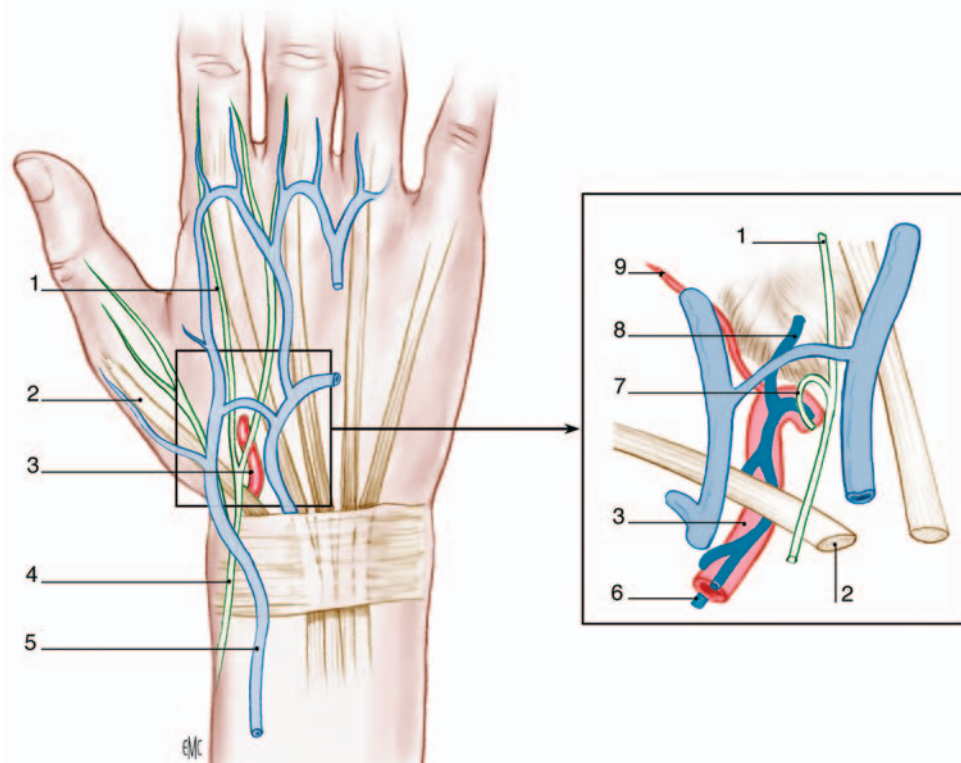


Figure 47. Dénervation du poignet : temps dorsal distal : résection du rameau récurrent issu du nerf collatéral radial de l'index. 1. nerf collatéral radial de l'index ; 2. long extenseur du pouce ; 3. artère radiale ; 4. branche sensitive du nerf radial ; 5. réseau veineux superficiel ; 6. réseau veineux profond ; 7. rameau nerveux à destinée articulaire issu du nerf collatéral radial de l'index ; 8. branche veineuse communicante entre réseau superficiel veineux et réseau profond ; 9. première artère intermétacarpienne dorsale. D'après Voche P, Dautel G, Merle M, Dap F. Techniques palliatives et traitement des séquelles. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 423-49.

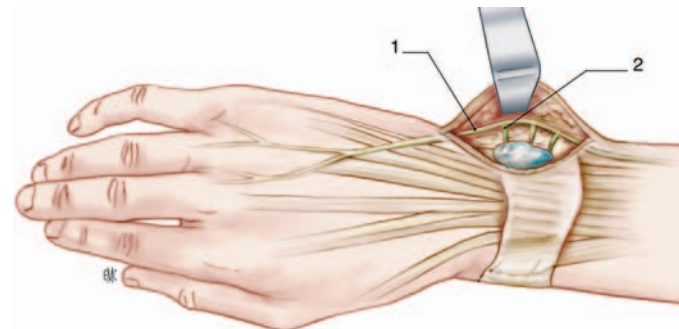


Figure 46. Dénervation du poignet : temps ulnaire : neurolyse de la branche sensitive du nerf ulnaire. 1. Branche sensitive du nerf ulnaire ; 2. rameau à destinée articulaire pour la radio-ulnaire distale et la radiocarpienne. D'après Voche P, Dautel G, Merle M, Dap F. Techniques palliatives et traitement des séquelles. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 423-49.

■ Indications

Qui opérer ?

Tous les cals vicieux ne nécessitent pas une correction chirurgicale. Une décision chirurgicale doit être prise en fonction de plusieurs facteurs incluant :

- le patient : importance de la gêne fonctionnelle, souhaits, motivation ;
- la symptomatologie clinique : localisation et intensité de la douleur ; arc de mobilité résiduel en flexion-extension et en pronosupination et importance de la perte de force ;
- les modifications radiographiques.

Parmi ces facteurs, les symptômes présentés par le patient et le handicap fonctionnel sont les éléments déterminants à prendre en compte.

Fernandez [22] considère qu'une bascule sagittale de 25° et 6 mm de raccourcissement suffisent à rendre symptomatique un cal vicieux du poignet. Il a également suggéré que des déformations moins importantes (bascule sagittale dorsale de 10 à 15°)

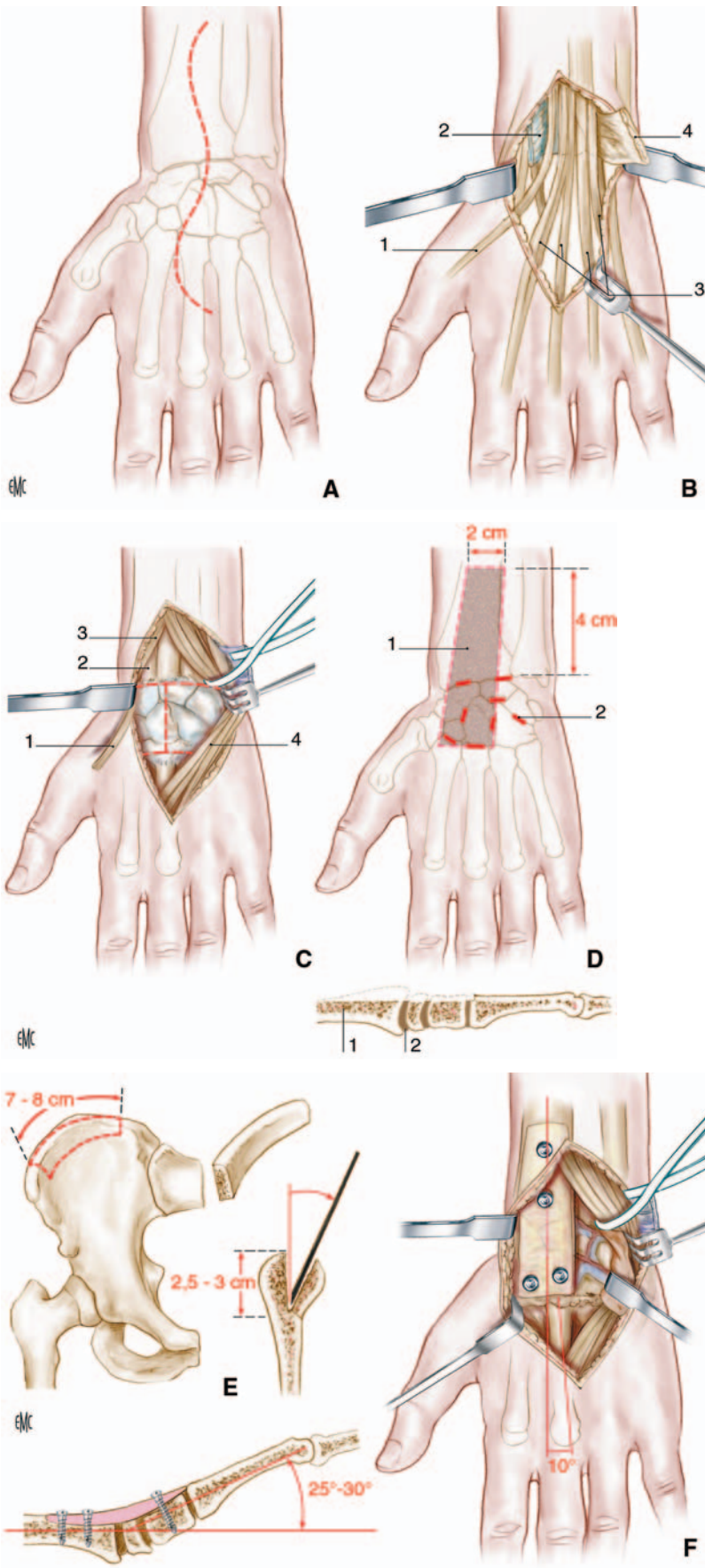


Figure 48. Arthrodeuse du poignet par greffon osseux encastré.

A. Incision dorsale sinusoidale dans l'axe du 3^e métacarpien.

B. Ouverture du ligament rétinaculaire dorsal entre les compartiments 3 et 4. 1. Long extenseur du pouce ; 2. tubercule de Lister ; 3. extenseurs communs des doigts ; 4. rétinaculaire dorsal.

C. Capsulotomie en H. 1. Court extenseur radial du carpe ; 2. tubercule de Lister ; 3. long extenseur du pouce ; 4. extenseurs communs.

D. Préparation d'une tranchée osseuse pour recevoir le greffon iliaque (1) et avivement des différentes articulations (2).

E. Prélèvement du greffon concave à la partie médiale de l'aile iliaque.

F. Encastrage du greffon dans la tranchée creusée à cet effet, puis fixation du greffon par deux vis corticales dans le radius, et dans le massif carpien. D'après Voche P, Dautel G, Merle M, Dap F. Techniques palliatives et traitement des séquelles. In : Merle M, Dautel G editors. *La Main Traumatique 2 – Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 423-49.

pouvaient entraîner une instabilité médiocarpienne chez les patients présentant une laxité constitutionnelle. Fourier [72] a déduit de sa série de 64 cals vicieux du radius que les symptômes douloureux et le handicap fonctionnel résultaient d'une perte de 10 à 20° de bascule sagittale et de 20 à 30° d'inclinaison radiale.

Des études ont également démontré que les modifications de ces rapports anatomiques étaient probablement à l'origine de la survenue d'une arthrose à moyen terme [19, 31].

Graham [13] a décrit quatre critères radiographiques pour apprécier la consolidation du radius en fonction de l'orientation de la surface articulaire, l'état de l'articulation radio-ulnaire

Tableau 1.

Critères radiographiques de tolérabilité des déformations.

| Critères radiographiques tolérables au-delà desquels un geste de correction se discute | |
|--|--|
| Longueur radio-ulnaire | Raccourcissement < 5 mm au niveau radio-ulnaire distal comparé au côté controlatéral |
| Inclinaison radiale | Inclinaison radiale de face $\geq 15^\circ$ |
| Pente radiale | Inclinaison sagittale de 15° de rétroversion à 20° d'antéversion |
| Incongruence articulaire radiocarpienne | ≤ 2 mm |

Tableau 2.

Proposition thérapeutique des cals vicieux extra-articulaires en fonction des critères de tolérabilité du cal vicieux du radius distal et de la correctibilité de la radio-ulnaire distale (RUD).

| Groupe | Cal vicieux radial | Variance ulnaire | Réductibilité de la RUD par ostéotomie radiale | Surfaces articulaires RUD | Instabilité RUD | Techniques proposées |
|--------|--------------------|------------------|--|---------------------------|-----------------|--|
| IA | Non tolérable | Non tolérable | Oui | Correctes | Non | Ostéotomie du radius |
| IB | Non tolérable | Non tolérable | Oui | Correctes | Oui | Ostéotomie du radius + stabilisation RUD |
| IIA | Tolérable | Non tolérable | – | Correctes | Non | Allongement de l'ulna |
| IIB | Tolérable | Non tolérable | – | Correctes | Oui | Allongement de l'ulna + stabilisation RUD |
| IIIA | Non tolérable | Non tolérable | Non | Correctes | Non | Ostéotomie radius + allongement ulna |
| IIIA | Non tolérable | Non tolérable | Non | Correctes | Oui | Ostéotomie radius + allongement ulna + stabilisation RUD |
| IVA | Non tolérable | Non tolérable | Non | Détruites ou arthrose | Non | Ostéotomie du radius + résection ulna |
| IVB | Non tolérable | Non tolérable | Non | Détruites ou arthrose | Oui | Ostéotomie du radius + résection ulna |

RUD : radio-ulnaire distale.

distale, et la congruence articulaire radiocarpienne. Ils ont défini des critères d'acceptabilité du cal vicieux au-delà desquels une chirurgie correctrice peut se discuter (Tableau 1).

Une saillie inesthétique de la tête de l'ulna secondaire à un cal vicieux radial ne peut à elle seule représenter un argument pour une intervention chirurgicale. La discussion préopératoire avec le patient est fondamentale pour bien fixer les objectifs d'une intervention chirurgicale : suppression de la douleur et correction des repères anatomiques pour améliorer la fonction.

La décision est plus difficile chez un jeune patient (moins de 40 ans) présentant un cal vicieux du radius considéré comme inacceptable si l'on considère les repères radiographiques tolérables, mais peu symptomatique. En effet, si la prédisposition à la survenue d'une arthrose est suggérée par les études expérimentales, l'histoire naturelle n'est pas connue. Une chirurgie correctrice chez un patient peu ou pas symptomatique est à déconseiller.

Quand opérer ?

Il s'agit d'un sujet de controverse. Classiquement, il est licite d'attendre la consolidation de la fracture, et la récupération fonctionnelle avant de proposer un geste de correction si nécessaire. Cependant, si le cal vicieux est d'emblée important avec une fonction compromise, une intervention plus précoce peut être proposée, dès la consolidation de la fracture entre 6 et 8 semaines. Jupiter et Ring [73] ont comparé les corrections précoces (8 semaines en moyenne par rapport à la fracture) aux corrections tardives (40 semaines en moyenne). Les résultats étaient comparables mais légèrement en faveur des corrections précoces.

Quelle technique utiliser ?

Elle dépend du type de cal vicieux (Fig. 3), et de son importance (Tableau 1). Elle dépend également de l'atteinte de la radio-ulnaire distale et de l'existence d'une arthrose radiocarpienne.

Cals vicieux extra-articulaires

Fondée sur les critères radiographiques de tolérabilité définis par Graham [13], une approche systématique peut être proposée pour guider la prise en charge thérapeutique des cals vicieux

Tableau 3.

Proposition thérapeutique en fonction de la localisation du cal vicieux articulaire (d'après Saffar).

| Localisation du cal vicieux intra-articulaire | Proposition thérapeutique |
|---|---|
| Facette scaphoïdienne | Ostéotomie intra-articulaire ou Styloïdectomie radiale ou Résection de la première rangée des os du carpe |
| Facette lunarienne | Ostéotomie du fragment postéro-médial ou Arthrodèse radio-ulnaire |
| Atteinte globale | Ostéotomie intra-articulaire précoce ou Dénervation du carpe ou Arthrodèse du poignet |
| Marginal antérieur ou postérieur | Simple résection osseuse |

extra-articulaires (Tableau 2). Quatre groupes ont donc été définis. Nous avons rajouté deux sous-groupes par groupe en fonction du caractère stable ou instable de l'articulation radio-ulnaire distale. On en déduit que dans les groupes I, II et III, l'articulation radio-ulnaire distale peut être préservée. En revanche, dans le groupe IV, un geste de résection (Darrach ou Bowers) ou d'arthrodèse avec pseudarthrose sus-jacente (Sauvé-Kapandji) est nécessaire pour libérer la rotation et supprimer les douleurs. Lorsque la tête de l'ulna est instable, un geste de stabilisation est proposé qui consiste soit en une ostéosynthèse d'une pseudarthrose de la styloïde ulnaire, soit en une réinsertion du ligament triangulaire, soit en une plastie utilisant le tendon extenseur ulnaire du carpe ou le tendon long palmaire.

Cals vicieux articulaires

Saffar [51] a proposé une classification des cals vicieux intra-articulaires en fonction de la localisation de l'incongruence articulaire. Il propose une prise en charge systématisée, adaptée aux lésions (Tableau 3). Il faut rajouter à cette classification l'existence ou non d'un retentissement sur l'articulation radio-ulnaire distale qui nécessite un traitement complémentaire.

Plusieurs options thérapeutiques décrites n'ont pas été considérées par Saffar. L'intervention dite « *die punch* » proposée par Foucher^[67] est une alternative à l'arthrodèse radiolunaire en cas d'impaction importante du fragment médial associée à une lésion de la facette lunarienne. La possibilité de réaliser une arthrodèse radio-scapho-lunaire en cas d'atteinte de l'ensemble de la surface articulaire du radius est également une alternative thérapeutique intéressante, évitant l'arthrodèse complète.

Enfin quelle que soit la technique effectuée, il faut, dans tous les cas, évaluer l'état de l'articulation radio-ulnaire distale après le geste sur le radius. Si l'articulation est respectée, aucun geste complémentaire n'est nécessaire. En revanche, si la correction du cal vicieux articulaire compromet la congruence radio-ulnaire distale, un geste complémentaire de résection-stabilisation ou une intervention de Sauvé-Kapandji sont nécessaires.

Cals vicieux mixtes

Les possibilités thérapeutiques exposées ci-dessus pour les cals vicieux extra-articulaires sont valables pour les cals vicieux mixtes (extra- et intra-articulaire) mais se compliquent par l'atteinte de la surface radiocarpienne qui demande parfois une arthrodèse à cet étage.

Conclusion

Les cals vicieux représentent la complication la plus fréquente des fractures de l'extrémité distale des deux os de l'avant-bras. Leur bilan est à la fois clinique et radiographique pour permettre une classification systématisée des déformations. La prise en charge thérapeutique dépend directement de cette évaluation. Lorsque les modifications des repères anatomiques ne sont pas tolérables, les options thérapeutiques ont pour but de restaurer des rapports anatomiques normaux par des ostéotomies correctrices, et d'améliorer la fonction articulaire radio-ulnaire distale. Cependant, dans certains cas, lorsque les gestes de correction sont dépassés, des gestes palliatifs permettent de soulager les patients.

Références

- Jupiter JB. Current concepts review: fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1991;**73**:461-9.
- Judet T, Piriou P, De Thomason E. Traitement orthopédique des fractures de Pouteau-Colles selon R. Judet. In: Allieu Y, editor. *Fractures du radius distal de l'adulte*. Paris: Expansion Scientifique Publications; 1998. p. 58-66.
- Kopylov P. Résultats à 30 ans des fractures du radius distal. In: Allieu Y, editor. *Fractures du radius distal de l'adulte*. Paris: Expansion Scientifique Publications; 1998. p. 213-7.
- Lidström A. Fractures of the distal end of the radius: a clinical and statistical study of end results. *Acta Orthop Scand* 1959(suppl41):1-18.
- Aro HT, Koivunen T. Minor axial shortening of the radius affects outcome of Colles' fracture treatment. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:392-8.
- Hobart MH, Kraft GL. Malunited Colles' fracture. *Am J Surg* 1941;**53**:55-60.
- Jenkins NH, Mintowt-Czyz WJ. Malunion and dysfunction in Colles' fracture. *J Hand Surg [Br]* 1988;**13**:291-3.
- Kapandji AI. Ostéosynthèse par brochage intrafocal de type « Arum » des fractures récentes du radius distal chez l'adulte. In: Allieu Y, editor. *Fractures du radius distal de l'adulte*. Paris: Expansion Scientifique Publications; 1998. p. 67-83.
- Clancey GJ. Percutaneous Kirschner-wire fixation of Colles' fracture. A prospective study of thirty cases. *J Bone Joint Surg Am* 1984;**66**:1008-14.
- Cole JM, Oblatz BE. Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by skeletal transfixation in plaster cast: an end-result study of thirty-three cases. *J Bone Joint Surg Am* 1966;**48**:931-45.
- Dubert T, Voche P, Dumontier C, Dinh A. Le questionnaire DASH. Adaptation française d'un outil d'évaluation international. *Chir Main* 2001;**20**:294-302.
- Friberg S, Lundström B. Radiographic measurements of the radio-carpal joint in normal adults. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 1976;**17**:249-56.
- Graham TJ. Surgical correction of malunited fractures of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg* 1997;**5**:270-81.
- Fontes D, Lenoble E, De Somer B, Benoit J. Lésions ligamentaires associées aux fractures distales du radius : à propos de 58 arthrographies per-opératoires. *Ann Chir Main* 1992;**11**:119-25.
- Mansat M, Mansat C, Martinez C. L'exploration arthrographique du poignet. In: Razemon JP, Fisk GR, editors. *Le poignet*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1983. p. 196-203.
- Voche P, Merle M, Dautel G. Les cals-vicieux extra-articulaires du radius distal. Évaluation et techniques de correction. *Rev Chir Orthop* 2001;**87**:263-75.
- Jupiter JB, Ruder J, Roth DA. Computer-generated bone models in the planning of osteotomy of multidirectional distal radius malunions. *J Hand Surg [Am]* 1992;**17**:406-15.
- Fontes D. Arthroscopie du poignet dans le traitement des fractures récentes et anciennes du radius distal. In: Allieu Y, editor. *Fractures du radius distal de l'adulte*. Paris: Expansion Scientifique Publications; 1998. p. 195-207.
- Pogue DJ, Viegas SF, Patterson RM, Peterson PD, Jenkins DK, Sweo TD, et al. Effects of distal radius fracture malunion on wrist joint mechanics. *J Hand Surg [Am]* 1990;**15**:721-7.
- Kazuki K, Kusunoki M, Shimazu A. Pressure distribution in the radiocarpal joint with a densitometer designed for pressure-sensitive film. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:401-8.
- DePalma AF. Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by ulnar pinning. *J Bone Joint Surg Am* 1952;**34**:651-62.
- Fernandez DL. Correction of post-traumatic wrist deformity in adults by osteotomy, bone-grafting, and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1982;**64**:1164-78.
- Brahin B, Allieu Y. Les désaxations carpiennes d'adaptation. *Ann Chir Main* 1984;**3**:357-63.
- Taleisnik J, Watson HK. Midcarpal instability caused by malunited fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Am]* 1984;**9**:350-7.
- Jupiter JB, Masem M. Reconstruction of post-traumatic deformity of the distal radius and ulna. *Hand Clin* 1988;**4**:377-90.
- Af Ekenstam F, Hagert CG, Engkvist O, Tornvall AH, Wilbrand H. Corrective osteotomy of malunited fractures of the distal end of the radius. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1985;**19**:175-87.
- Fernandez DL. Radial osteotomy and Bowers arthroplasty for malunited fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1988;**70**:1538-51.
- Dautel G. Cals vicieux extra-articulaires du radius distal. In: Allieu Y, editor. *Fractures du radius distal de l'adulte*. Paris: Expansion Scientifique Publications; 1998. p. 225-39.
- Melone Jr. CP. Articular fractures of the distal radius. *Orthop Clin North Am* 1984;**15**:217-36.
- Palmer AK, Werner FW. Biomechanics of the distal radio-ulnar joint. *Clin Orthop Relat Res* 1984;**187**:26-35.
- Short WH, Palmer AK, Werner FW, Murphy DJ. A biomechanical study of distal radial fractures. *J Hand Surg [Am]* 1987;**12**:529-34.
- Bronstein AJ, Trumble TE, Tencer AF. The effects of distal radius fracture malalignment on forearm rotation: a cadaveric study. *J Hand Surg [Am]* 1997;**22**:258-62.
- Sennwald G, Fischer W, Stähelin A. Le cal vicieux du radius distal et son traitement: à propos de 122 radius. *Int Orthop* 1992;**16**:45-51.
- Watson HK, Castle Jr. TH. Trapezoidal osteotomy of the distal radius for unacceptable articular angulation after Colles' fractures. *J Hand Surg [Am]* 1988;**13**:837-43.
- Frykman G. Fracture of the distal radius including sequelae - shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function: a clinical and experimental study. *Acta Orthop Scand* 1967(suppl108):1-53.
- Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg Am* 1986;**68**:647-59.
- Kihara H, Palmer AK, Werner FW, Short WH, Fortino MD. The effect of dorsally angulated distal radius fractures on distal radioulnar congruency and forearm rotation. *J Hand Surg [Am]* 1996;**21**:40-7.
- Duparc J, Valtin B. Fractures de l'extrémité inférieure du radius. In: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson; 1984. p. 692-722.

- [39] Merle d'Aubigné R, Jousset T. À propos du traitement des cals vicieux de l'extrémité inférieure du radius. *Bull Mem Acad Chir* 1945; **71**:153.
- [40] Razemon JP. Les techniques d'ostéotomies des cals vicieux de l'extrémité inférieure du radius. *Ann Chir* 1977; **31**:302-6.
- [41] Posner MA, Ambrose L. Malunited Colles' fractures: correction with a biplanar closing wedge osteotomy. *J Hand Surg [Am]* 1991; **16**: 1017-26.
- [42] Luchetti R. Corrective osteotomy of malunited distal radius fractures using carbonated hydroxyapatite as an alternative to autogenous bone grafting. *J Hand Surg [Am]* 2004; **29**:825-34.
- [43] Merle M. Cals vicieux du radius et articulation radio-cubitale inférieure. In: Merle M, Dautel G, editors. *La main traumatique 2 - Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 321-31.
- [44] Duparc J, Pacault JY, Valtin B. Traitement des cals vicieux du poignet par ostéotomie d'ouverture avec greffe osseuse. *Ann Chir* 1977; **31**: 307-12.
- [45] Sennwald G, Fischer W. Correction du cals vicieux du radius distal par ostéotomie de « glissement-avancement » : à propos de 3 cas. *Ann Chir Main* 1993; **12**:124-9.
- [46] Sharpe F, Stevanovic M. Extra-articular distal radial fracture malunion. *Hand Clin* 2005; **21**:469-87.
- [47] McGrory BJ, Amadio PC. Malunion of the distal radius. In: Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH, editors. *The wrist - diagnostic and operative treatment*. Philadelphia: CV Mosby; 1998. p. 356-84.
- [48] Tavakolian JD, Jupiter JB. Dorsal plating for distal radius fractures. *Hand Clin* 2005; **21**:341-6.
- [49] Duparc J, Valtin B. Les cals vicieux de l'extrémité inférieure du radius. In: Razemon JP, Fisk GR, editors. *Le poignet*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1983. p. 81-7.
- [50] Ring D, Prommersberger KJ, Gonzalez DelPino J, Capomassi M, Slullitel M, Jupiter JB. Corrective osteotomy for intra-articular malunion of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 2005; **87**:1503-9.
- [51] Saffar P, Romano S. Cals vicieux articulaires du radius distal. In: Allieu Y, editor. *Fractures du radius distal de l'adulte*. Paris: Expansion Scientifique Publications; 1998. p. 241-53.
- [52] Mansat M, Mansat C, Martinez C. L'articulation radio-cubitale inférieure. Pathologie traumatique. In: Razemon JP, Fisk GR, editors. *Le poignet*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1983. p. 187-95.
- [53] Adams BD. Anatomic reconstruction of the distal radioulnar ligaments for DRUJ instability. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2000; **4**:154-60.
- [54] Milch H. Cuff resection of the ulna for malunited Colle's fracture. *J Bone Joint Surg Am* 1941; **23**:311-3.
- [55] Herzberg G, Joudet T, Garret J, Boissier F. Traitement des séquelles des fractures du radius distal au niveau de l'articulation radio-ulnaire distale. In: Allieu Y, editor. *Fractures du radius distal de l'adulte*. Paris: Expansion Scientifique Publications; 1998. p. 260-71.
- [56] Spinner M, Kaplan EB. Extensor carpi ulnaris. Its relationship to stability of the distal radio-ulnar joint. *Chir Orthop* 1970; **68**:124-9.
- [57] Mansat M, Gay R, Mansat C, Martinez C. Cals vicieux de l'extrémité inférieure du radius et « dérangements » de l'articulation radio-cubitale inférieure. *Ann Chir* 1977; **31**:297-301.
- [58] Taleisnik J, Ruby LK. Arthritis deformity; resection arthroplasty and fusion. In: Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH, editors. *The wrist - diagnostic and operative treatment*. Philadelphia: CV Mosby; 1998. p. 788-818.
- [59] Ayel J, Rongières M, Barber A, Pizzut H, Mansat M. Résection-stabilisation de l'extrémité distale de l'ulna dans les dérangements post-traumatiques de l'articulation radio-ulnaire distale. *Chir Main* 2002; **21**:396.
- [60] Bowers WH. Distal radio-ulnar joint arthroplasty: the hemiresection-interposition technique. *J Hand Surg [Am]* 1985; **10**:169-78.
- [61] Osterman AL, Bora FW, Maitin E. Arthroscopic debridement of triangular fibrocartilage complex tears. *Arthroscopy* 1990; **6**:120-4.
- [62] Sauvé L, Kapandji M. Une nouvelle technique de traitement chirurgical des luxations récidivantes isolées de l'extrémité cubitale inférieure. *J Chir (Paris)* 1936; **47**:589-94.
- [63] Schek M. Die-punch fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1962; **44**:337-51.
- [64] Chamay A, Della Santa D, Vilaseca A. Radiolunate arthrodesis. Factor of stability for the rheumatoid wrist. *Ann Chir Main* 1983; **2**:5-17.
- [65] Legré R, Sassoon D. Étude multicentrique des 143 cas de résection de la première rangée des os du carpe. *Ann Chir Main* 1992; **11**:257-63.
- [66] Foucher G, Lallemand S, Ryu J. Résection de la première rangée du carpe et ses dérivés dans les séquelles des fractures du radius distal. In: Allieu Y, editor. *Fractures du radius distal de l'adulte*. Paris: Expansion Scientifique Publications; 1998. p. 254-9.
- [67] Foucher G. L'opération dite « die punch » dans les séquelles de fractures articulaires du radius. *Ann Chir Main* 1995; **14**:100-2.
- [68] Foucher G, Da Silva JB, Ferreres A. La dénervation totale du poignet : à propos de 50 cas. *Rev Chir Orthop* 1992; **78**:186-90.
- [69] Voche P, Dautel G, Merle M, Dap F. Techniques palliatives et traitement des séquelles. In: Merle M, Dautel G, editors. *La main traumatique 2 - Chirurgie secondaire*. Paris: Masson; 1995. p. 423-49.
- [70] Gaisne E, Dap F, Bour C, Merle M. Arthrodèses du poignet chez le travailleur manuel : à propos de 36 cas. *Rev Chir Orthop* 1991; **77**: 537-44.
- [71] Merle d'Aubigné R, Lataste J. Les arthrodèses du poignet. *Rev Chir Orthop* 1956; **42**:185-206.
- [72] Fourrier P, Bardy A, Roche G, Cisterne JP, Chambon A. Approche d'une définition du cal vicieux du poignet. *Int Orthop* 1981; **4**:299-305.
- [73] Jupiter JB, Ring D. A comparison of early and late reconstruction of malunited fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1996; **78**:739-48.

P. Mansat (mansat.p@chu-toulouse.fr).

Service d'orthopédie-traumatologie, CHU-Purpan, place du Docteur-Baylac, 31059, Toulouse-cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Mansat P. Traitement des fractures anciennes de l'extrémité distale des deux os de l'avant-bras. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-346, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-342]

Traitement des fractures diaphysaires récentes et anciennes des os de l'avant-bras de l'adulte

Bernard Cadot : Chef de clinique des hôpitaux de Paris
Hugues Asfazadourian : Interne des hôpitaux de Paris
Christophe Oberlin : Chirurgien des hôpitaux de Paris, maître de conférences des Universités

Résumé

Le traitement des fractures des os de l'avant-bras de l'adulte reste dominé par l'ostéosynthèse interne par plaque. La consolidation est lente et un apport de greffons spongieux doit être réalisé d'emblée sur les foyers comminutifs.

Une immobilisation complémentaire par résine est souvent nécessaire chez les patients indisciplinés, elle sera systématique pour les fractures instables.

La nécessité d'une réduction exacte et stable limite considérablement l'usage du fixateur externe, même en cas de fracture ouverte.

Les pertes de substance étendues peuvent nécessiter l'emploi de techniques microchirurgicales (lambeaux et apport osseux vascularisé). Parfois seul l'avant-bras à os unique redonnera l'usage du membre supérieur.

© 1996 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

[Haut de page](#)

FRACTURES DIAPHYSAIRES RÉCENTES DES OS DE L'AVANT-BRAS

Techniques d'ostéosynthèse de l'avant-bras

La synthèse par plaque est reconnue par la plupart des auteurs elle permet une fixation interne rigide et anatomique des fragments autorisant une mobilisation précoce. La consolidation est assurée dans 97 % des cas. Le taux de pseudarthrose et de cal vicieux reste inférieur à 5 % .

Principes de la synthèse par plaque

La fixation doit être rigide et solide. L'abord est double .

Les plaques sont centrées de part et d'autre du foyer avec trois prises bicorticales de chaque côté, sans vis intrafocale .

Il faut restaurer les courbures physiologiques ainsi que la longueur respective des deux os.

L'application antérieure de la plaque sur le radius facilite une réduction anatomique en évitant les troubles de rotation.

Les plaques disponibles sont essentiellement les plaques Maconor II (de la série 1 ou 2) ou les plaques à compression AO ; les plaques demi-tubes sont généralement trop faibles mais peuvent être utilisées sur des os de petit calibre.

Les plaques AO de 3,5 mm sont adaptées aux fractures des os de l'avant-bras. L'utilisation ancienne de plaques de 4,5 mm aboutissait à des fractures après ablation de matériel par phénomène de vol de contraintes .

Technique opératoire de la synthèse par plaque

Installation de l'opéré

L'opéré est installé en décubitus dorsal sur table ordinaire.

Un garrot est posé à la racine du membre.

Le membre supérieur repose sur une table à bras.

En cas de fracture comminutive ou de perte osseuse, une crête iliaque doit être préparée.

Ostéosynthèse

Elle comporte alternativement l'abord des deux foyers, leur réduction, leur contention provisoire par davier autostatique. La fixation définitive des plaques est faite après contrôle du jeu normal de la pronosupination. On commence par la fracture la plus simple, c'est-à-dire en général celle de l'ulna qui règle la longueur prévenant les troubles mécaniques des articulations voisines.

Abord du foyer radial

Il se fait par voie d'abord antérieure de Henry (**fig 1**). Outre une réduction sur plaque aisée, cette voie permet d'éviter tout risque de lésion de la branche motrice du nerf radial (**fig 2**).

Après avoir exposé le foyer de fracture, on dégage de proche en proche les muscles de la face antérieure sans atteindre la membrane interosseuse (risque de synostose radio-ulnaire).

Le déperiostage doit être strictement limité au pourtour du foyer de fracture ^[89]. Il n'est

pas indispensable de désinsérer le muscle rond pronateur. L'hématome est évacué.

La préparation des extrémités fracturaires se fait à la curette fine repérant toutes les indentations et dégageant les fragments périostés ou musculaires qui pourraient s'interposer entre elles. La mise en place de davier préhenseurs va permettre, grâce à une traction dans l'axe par l'aide, de réduire la fracture **(fig 3)**.

Une plaque six trous au moins est mise en place (trois prises bicrôtales de part et d'autre) et la contention provisoire est assurée par des davier de Verbruge. Il faut éviter de modeler la plaque ce qui peut induire un vice de réduction ; le bord antérieur du radius est convexe et rectiligne, offrant une bonne assise à la plaque pour les fractures du tiers moyen et du tiers inférieur de la diaphyse. Pour les fractures du tiers supérieur, on décalera la plaque en dehors de la tubérosité bicipitale sur la face externe du radius qui se prolonge de façon quasi rectiligne avec le bord antérieur **(fig 4)**.

Abord du foyer ulnaire (fig 5)

Il se fait par une voie postéro-interne à l'aplomb de la crête ulnaire, l'avant-bras maintenu fléchi par l'aide et la main en supination. La branche postérieure du nerf ulnaire croise le bord interne du poignet en regard de la tête ulnaire et sera évitée par un abord distal essentiellement dorsal.

Les mêmes recommandations sont à apporter au déperiochage et au respect de la membrane interosseuse.

Après réduction à l'aide de deux davier, une plaque postéro-interne de six trous au moins est posée.

Contrôle clinique de la pronosupination

Elle doit être libre et complète, sans provoquer de déplacement des foyers stabilisés. Tout déficit doit faire rechercher un défaut de réduction par rotation des fragments.

Contention définitive par vissage (fig 6 A, B, C)

Le vissage est fait de proximal à distal en partant du foyer de fracture. Le méchage doit rester prudent compte tenu des éléments vasculonerveux et tendineux.

Lorsque le trait est transversal, la mise en compression peut se faire facilement par un forage excentré de la première vis. Certaines plaques AO disposent d'un trou ovale conçu spécialement afin d'obtenir, lors du vissage, une compression dynamique.

En cas de trait oblique, on doit parfois placer une vis croisant le trait de fracture ^[47].

Un dernier contrôle radioclinique est alors pratiqué. Les radiographies peropératoires sont nécessaires pour affirmer la qualité de la réduction et pour vérifier la longueur des vis. Celles-ci peuvent être source de conflit avec les éléments tendineux ou avec la membrane interosseuse et être à l'origine de synostose.

Fermeture

Elle est faite après lâcher du garrot et contrôle de l'hémostase sur un drainage aspiratif pour chaque voie d'abord.

Les enveloppes musculaires sont laissées ouvertes afin d'éviter un syndrome de

loge ^[29].

L'avant-bras est immobilisé dans une attelle brachioantibrachiale en supination pour « ouvrir » l'espace interosseux, coude fléchi à 45°.

Soins postopératoires

La rééducation est immédiate : mobilisation passive et active des doigts, du poignet et du coude hors attelle dès cessation des phénomènes douloureux ^[33].

Le port de poids lourds et la prise d'appui sur le membre opéré sont strictement proscrits jusqu'à consolidation (3 mois).

En cas de fracture difficilement stabilisée ou de patient indocile, on peut être amené à compléter l'immobilisation par une résine prenant le coude pendant 3 mois ^[61].

Des contrôles radiographiques seront effectués au huitième et au quinzième jour, puis chaque mois.

Autres techniques

Fixateur externe

Il doit être employé avec parcimonie. On préférera une ostéosynthèse interne avec geste de couverture en urgence si besoin.

Technique de mise en place

Les montages utilisés sont simples et répondent à deux hémicadres.

Le plan des fiches correspond en pronosupination neutre au bord externe du radius (entre extenseurs du carpe et extenseur des doigts) et au bord postérieur de l'ulna.

Les fiches de 3 mm sont mises en place après préméchage. Un train de trois fiches est monté de part et d'autre du foyer de fracture. La rigidité du montage est augmentée lorsque les fiches sont proches de celui-ci.

La réduction se fait selon la technique alternative et échelonnée de Hoffmann en débloquent et en réduisant peu à peu alternativement le foyer radial et le foyer ulnaire par alignement dans l'axe des deux os en supination.

Des clichés radiographiques sont pratiqués en peropératoire et permettent de s'assurer de la qualité de la réduction et de l'absence d'excès de longueur des fiches.

Bien que les deux hémicadres soient indépendants, Schuind ^[78] préconise pendant le premier mois de les solidariser par des tiges transversales pour mieux stabiliser le montage.

En cas de fractures d'un seul os, un montage excentrique est réalisé ^[19].

Complications du fixateur externe

Les lésions nerveuses lors de la mise en place des fiches sont évitées par les précautions d'exposition notamment dans les tiers proximaux et distaux (**fig 7**). La perte de réduction estimée à 9,4 % pour Schuind ^[78] peut théoriquement être corrigée en reprenant la réduction au niveau du montage. La réduction a été

satisfaisante dans 83,5 % des cas de sa série.

L'infection cutanée autour des fiches, 4 à 16 % répond favorablement au drainage, aux soins locaux et aux antibiotiques.

Le retard de consolidation et les pseudarthroses (8,5 à 16 % des cas) restent un problème fréquent. On procède habituellement à l'ablation du fixateur pour assécher les trous de fiches. Une synthèse interne par plaque et une greffe osseuse sont réalisées à distance. La consolidation a alors été obtenue dans 91 % des cas ^[78].

Les fractures après ablation du fixateur sont possibles.

Enclouage centromédullaire

L'enclouage centromédullaire non verrouillé contrôle mal la rotation et le télescopage des fragments.

Les indications idéales théoriques au niveau de l'avant-bras ne concernent que les fractures transversales et obliques courtes médiadiaphysaires avec des limites proximales et distales à distance des zones d'évasement du canal médullaire.

Si l'enclouage des deux os de l'avant-bras a précédé celui des autres os, (Schöne 1913), il fut bien vite délaissé, incapable d'assurer une ostéosynthèse stable, d'une part permettant la mobilisation précoce, solide, d'autre part autorisant les contraintes en torsion habituelles au niveau de l'avant-bras et ce, quel que soit le matériel utilisé, clou de Rush, broche de Steinmann ou de Kirschner. C'est pourquoi la plupart des auteurs préconisent l'adjonction d'un plâtre brachio-antibrachio-palmaire pour 6 à 8 semaines.

De plus, la courbure radiale n'est pas maintenue par ces broches trop élastiques et de fréquent cals vicieux compromettent la pronosupination.

En 1959, Sage et Smith publient leur série d'enclouage par un clou de 3 mm de section triangulaire, rectiligne pour le cubitus et à courbure précontrainte pour le radius.

Le clou introduit par la styloïde radiale pour le radius et par l'olécrâne pour le cubitus, souvent après alésage, permet de limiter les rotations et conserve la courbure pronatrice du radius en réduisant considérablement la taille des cicatrices par rapport à une ostéosynthèse par plaque. Cependant l'auteur préconise lui-même l'immobilisation postopératoire par plâtre brachio-antibrachio-palmaire pendant 2 à 3 mois et n'enlève celui-ci que lorsque de francs signes de consolidation sont visibles à la radiographie. Il est vrai que cette technique comportait l'abord des différents foyers de fracture et l'alésage en va-et-vient.

Street ^[83] sur une série de 137 enclouages à foyer fermé, conserve le plâtre jusqu'à consolidation radiologique.

Ainsi l'enclouage n'a pas le mérite, comme au niveau du membre inférieur, de permettre une mobilisation précoce. Cependant pour diminuer la rançon cicatricielle, il pourra être utilisé pour les fractures du cubitus non comminutives en essayant de remplir le mieux possible le canal médullaire. A signaler que Lefèvre a mis au point un clou verrouillé de cubitus qui permettrait de se passer d'immobilisation postopératoire.

Au niveau du radius, l'enclouage n'a pour nous aucune indication dans les fractures diaphysaires.

Fractures comminutives (fig 8)

Lorsque le foyer de fracture de l'une ou des deux diaphyses est comminutif, deux problèmes se posent d'emblée :

la restauration de la longueur et des courbures physiologiques ;
la consolidation.

L'addition de greffons osseux spongieux est systématique dès que la comminution est supérieure au tiers de la circonférence de l'os.

Habituellement on réduit le foyer le moins comminutif puis on « pont » le foyer comminutif par la plaque en gardant et en vissant les écailles intermédiaires afin de restaurer l'anatomie normale. La perte de substance est alors greffée à l'aide d'os spongieux déposé loin de la membrane interosseuse pour éviter les synostoses.

Cette tactique a permis à Chapman ^[15] d'obtenir un taux de consolidation de 98 % sur une série qui comportait 53 % de foyers comminutifs, sans modification des délais de consolidation.

Fracture de Monteggia

En 1814, Monteggia définissait cette fracture comme l'association d'une fracture du tiers supérieur de l'ulna associée à une luxation antérieure de la tête radiale (fig 9 A, B).

Cette définition a depuis été élargie tant en ce qui concerne le niveau fracturaire que le sens du déplacement de la tête radiale luxée. Toute fracture isolée de la diaphyse ulnaire doit faire rechercher cliniquement et par des clichés centrés sur le coude une luxation de la tête radiale. L'alignement des trois repères, diaphyse radiale, tête radiale, condyle huméral est contrôlé sur le cliché de profil et ce, quel que soit le degré de flexion du coude ^[31].

Cette fracture-luxation nécessite une réduction anatomique de l'ulna.

Classifications (tableaux I et II)

Bado ^[5] a eu le mérite de proposer le premier en 1967 une classification des différentes associations lésionnelles selon le déplacement de la tête radiale sous le générique de lésions de Monteggia (tableau I).

La classification de Trillat ^[88] reprise par Comtet ^[18] lors de la table ronde de la SOFCOT de 1979 se base plus sur le niveau fracturaire de l'ulna. Son intérêt est diagnostique et pronostique (tableau II).

Facteurs de mauvais résultat

Sont de moins bon pronostic, les fractures bifocales, articulaires, comminutives de l'ulna et les luxations postérieures de la tête radiale.

De même les traitements tardifs ou incomplets.

Traitement

Le traitement de la fracture de Monteggia est chirurgical chez l'adulte .

Voie d'abord

C'est le plus souvent une voie d'abord postéroexterne le long de la crête ulnaire. La prolongation vers l'épicondyle n'est entreprise qu'en cas de nécessité de réduction sanglante de la tête radiale.

Synthèse de l'ulna

C'est l'acte essentiel qui entraînera la réduction de la tête radiale .

Elle nécessite une réduction anatomique et une synthèse stable.

Les fractures diaphysaires ou du tiers proximal sont synthésées habituellement par une plaque, certains préconisent l'enclouage ^[14].

Les fractures de la région olécrânienne sont synthésées par un hauban ou par un vissage oblique olécraniocoronoïdien ^[61].

En cas de fracture comminutive il ne faut pas hésiter à exciser les petits fragments libres et à greffer d'emblée la perte de substance osseuse avec de l'os spongieux.

Tête radiale

En cas de fracture simple, la tête radiale est synthésée par un mini-vissage.

En cas de fracture comminutive, la tête est réséquée.

L'attitude face à la fracture du col n'est pas univoque : la synthèse en est difficile. La résection donne un bon résultat à court et moyen terme, mais pose le problème de la détérioration du coude à long terme. Pour cette raison, certains proposent un implant de première intention chez les sujets jeunes.

Toute réduction en force et a fortiori maintenue par un brochage huméroradial est à proscrire .

Ce n'est qu'en cas d'échec de réduction par manoeuvres externes (traction de l'avant-bras et contre-appui sur le bras, suivi d'une flexion du coude à 120°) ou d'instabilité persistante lors du testing coude fléchi à 90° que la réduction chirurgicale de la tête radiale doit être effectuée, après s'être assuré de la qualité de la réduction de l'ulna.

Deux situations sont alors possibles :

la tête a pénétré la capsule, le ligament annulaire interposé entre tête et condyle n'est pas rompu : on procède à une réduction de la tête radiale en rechaussant le ligament sur celle-ci ^[69]. La brèche capsulaire est ensuite réparée ;

le ligament est rompu : on le suture sans effet de serrage autour de la tête radiale. Dans les rares cas de lésion irréparable du ligament annulaire, des plasties par lambeau (aponévrose tricipitale, fascia lata, aponévrose des muscles de l'avant-bras) ont été proposées. Toutes ces plasties comportent un risque d'enraidissement du coude et nous paraissent inutiles.

Soins postopératoires.

Le membre est immobilisé dans une attelle postérieure brachioantibrachiale en flexion à 90° du coude et en supination. La rééducation doit être immédiate dans les limites de stabilité du coude.

Fractures de Monteggia anciennes

Chez l'adulte, la tête radiale luxée est réséquée . Les repositions de la tête radiale accompagnées de plastie donnent constamment de mauvais résultats.

Traitement des complications

Cal vicieux de l'ulna (fig 9 C, D, E)

Il s'accompagne d'une luxation persistante de la tête radiale. Des clichés pris en flexion et en extension du coude sont utiles : ils permettent de démasquer les formes d'instabilité dynamique s'extériorisant en extension et n'apparaissant pas en flexion.

La résection isolée de la tête radiale suffit généralement.

L'ostéotomie de l'ulna n'est envisagée que dans les déformations importantes avec cal vicieux supérieur à 15°, toujours associée à une résection de la tête radiale ^[86].

Pseudarthroses de l'ulna

Elles se situent au tiers proximal et font suite au traitement orthopédique ou à des synthèses défectueuses.

Le pronostic est dominé par l'existence ou non d'une luxation de la tête radiale.

On reprendra la synthèse de l'ulna associée à une greffe spongieuse. La tête radiale est réséquée en cas de luxation persistante.

Synostose radio-ulnaire

(cf Traitement des complications)

Raideurs du coude

En dehors des lésions méconnues ou des synostoses radio-ulnaires, elles sont dues à des ossifications périarticulaires ou à des rétractions fibreuses capsuloligamentaires. Elles sont fréquentes dans ce type de fractures, notamment lorsqu'il y a eu des manoeuvres chirurgicales pour réduire la tête radiale ou pour la synthésiser surtout si la rééducation est commencée trop tardivement ^[18].

Le traitement en est l'arthrolyse du coude qui se fait habituellement par deux voies d'abord latérales.

Paralysie radiale

Il s'agit d'une paralysie basse, respectant les extenseurs du poignet.

Elle est exclusivement iatrogène et justifie à nos yeux le choix de l'abord antérieur systématique des fractures radiales proximales aux dépens de l'abord externe.

Lorsqu'il n'y a pas de récupération clinique ou électromyographique après quelques semaines, l'exploration nerveuse chirurgicale en milieu spécialisé est indiquée.

Fractures de Galeazzi (fig 10)

Introduction

Par définition la fracture de Galeazzi associe une fracture de la diaphyse radiale (de la tubérosité bicipitale à 5 cm de l'articulation radiocarpienne) à une luxation de l'articulation radio-ulnaire distale.

Ceci élimine de ce cadre certaines fractures de Pouteau-Colles ou d'Essex Lopresti (association d'une fracture de la tête ou du col radial à une luxation de l'articulation radio-ulnaire distale).

Il s'agit d'une fracture rare de l'adulte et les problèmes posés sont avant tout :

- celui de leur diagnostic : la subluxation ou la luxation de l'articulation radio-ulnaire distale étant encore trop souvent méconnue par insuffisance d'évaluation radio-clinique ;

- celui de la restauration d'une pronosupination normale qui nécessite le rétablissement de la longueur et de la courbure pronatrice du radius, ainsi qu'une articulation radio-ulnaire distale stable.

Anatomopathologie

La fracture s'observe le plus fréquemment à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur du radius, 68 % des cas pour Mansat . Le trait en est le plus souvent transversal ou oblique. Le raccourcissement et le déplacement du radius déstabilisent l'articulation radio-ulnaire distale. Les fractures « isolées » du radius sont donc rares.

L'articulation radio-ulnaire distale est stabilisée par le ligament triangulaire qui est l'élément le plus important avec le tendon de l'extenseur ulnaire du carpe.

Pour Mansat les lésions du ligament triangulaire sont constantes (arrachement du ligament ou fracture de la styloïde ulnaire) et il en décrit trois types :

- type I : lésion stable isolée du ligament triangulaire ;
- type II : lésion instable avec subluxation ;
- type III : luxation de la tête ulnaire, le plus souvent dorsale (90 % des cas).

La contention purement orthopédique des fractures du radius est difficile du fait des contraintes exercées sur les différents fragments : poids de la main, muscle brachioradial, long abducteur et court extenseur du pouce, carré pronateur .

C'est ainsi que Hughston ^[39] observait 90 % de mauvais résultats par traitement orthopédique .

Le déplacement de la tête ulnaire peut être spontanément réduit et non évident sur les clichés radiographiques. C'est l'examen clinique qui doit s'attacher à rechercher son instabilité lors du passage en pronation pour les luxations postérieures et en supination pour les luxations antérieures.

Toute fracture isolée de la diaphyse radiale est une fracture de Galeazzi jusqu'à preuve du contraire.

Traitement

Le traitement de ces fractures est toujours chirurgical.

Ostéosynthèse du radius par plaque antérieure avec réduction exacte puis examen clinique et radiologique méticuleux de l'articulation radio-ulnaire inférieure avec si nécessaire, des clichés comparatifs.

Etude de la stabilité en pronation et en supination.

Si l'articulation est stable en pronation et en supination, une simple immobilisation en position neutre pour 6 semaines est indiquée. Dans le doute, par argument de fréquence, mieux vaut immobiliser en supination.

Si l'articulation est instable en pronation et se stabilise en supination, l'avant-bras est immobilisé en supination pour 6 semaines.

Si l'articulation est instable en supination et se stabilise en pronation, l'avant-bras est immobilisé en pronation pour 6 semaines.

Si l'articulation est instable en pronation et en supination, mais qu'elle se réduit par simple pression, un brochage percutané en position réduite, le plus souvent en supination, est effectué pour 6 semaines. Un abord ulnaire à minima permet l'ostéosynthèse par broches ou vis d'une fracture de la base de la styloïde ulnaire.

Si la luxation est irréductible, un abord dorso-ulnaire (fig 11 A, B, C, D, E, F) est effectué en soulevant une languette de rétinaculum dorsal, on lève l'interposition du ligament triangulaire ou du tendon de l'extenseur ulnaire du carpe et l'on se sert de la languette de rétinaculum pour stabiliser ce tendon au dos de la tête ulnaire.

Brochage et immobilisation se font comme pour une radio cubitale inférieure (RCI) instable.

Formes vues secondairement

Ce sont des poignets dont la pronation est limitée et douloureuse, associée à une perte de la force de préhension et parfois des ressauts. Ces formes répondent :

- en cas de tête ulnaire réductible à un traitement analogue à celui des lésions fraîches ;

- en cas de tête ulnaire irréductible à une stabilisation réalisée par une intervention de Sauve-Kapandji.

La résection de la tête ulnaire doit être évitée.

Les plasties de stabilisation visant à reconstruire les faisceaux du ligament triangulaire n'ont pas fait la preuve de leur efficacité.

Equivalents ou lésions de Galeazzi

Ils correspondent à une fracture basse du radius (6 à 8 cm de l'articulation radiocarpienne) associée une fracture distale (2 cm) de l'ulna. Il n'y a alors pas de disjonction de l'articulation radio-ulnaire distale. Les deux foyers doivent être synthésés, plaque sur le radius et broches axiales dans l'ulna, permettant une mobilisation immédiate en pronosupination selon la stabilité.

Fractures ouvertes (fig 12)

Le traitement moderne des fractures ouvertes de l'avant-bras se rapproche de celui des fractures fermées. Les pertes de substances cutanées sont traitées si nécessaire par des lambeaux permettant d'avoir recours à l'ostéosynthèse interne reconnue pour donner les meilleurs résultats fonctionnels .

Il faut séparer deux groupes :

- les fractures ouvertes « isolées » ;

- les lésions pluritissulaires, associant à la fracture une atteinte musculotendineuse, nerveuse, vasculaire et cutanée dont le traitement repose essentiellement sur la qualité du parage et de la reconstruction des parties molles. C'est alors l'importance de ces lésions et le type de contamination [25] qui conditionnent le pronostic. Le taux d'infections se situe actuellement entre

2 et 10 % en fonction des séries. Certaines séries de fractures avec lésions vasculaires rapportent un taux d'amputation élevé, 20 % pour Smith et Cooney [80].

Prise en charge des fractures ouvertes

Le traitement des fractures ouvertes doit être fait en urgence et comprend plusieurs étapes .

Parage de la plaie

C'est le geste fondamental dont la qualité conditionne le pronostic. Un parage parfait permet la synthèse interne avec un éventuel apport osseux en urgence garantissant les meilleures conditions de consolidation.

Le parage doit être draconien, emportant tous les tissus voués à la nécrose et non dicté par le souci de la reconstruction. Les techniques de reconstruction ne seront choisies qu'une fois le parage terminé, en fonction des pertes de substance tissulaires correctement évaluées.

Stabilisation de la fracture

Elle facilite la cicatrisation des parties molles et permettra la consolidation osseuse en bonne position. Elle est réalisée avant la réparation d'éventuelles lésions musculotendineuses nerveuses ou vasculaires.

Couverture cutanée ((tableau III)

Les types I son fermés.

Dans les types II et III, la situation est différente en fonction du siège de la lésion. Au niveau des deux tiers proximaux de l'avant-bras, en zone musculaire, les synthèses internes sont généralement couvertes par le rapprochement des masses musculaires qui sont greffées au mieux en urgence.

Au niveau du tiers distal, un lambeau est souvent nécessaire.

Grefe osseuse

Elle est autorisée après parage parfait, après stabilisation du foyer de fracture. La greffe osseuse est indiquée pour les fractures comminutives ou en cas de perte de substance osseuse. On peut également retarder l'apport osseux de quelques semaines après avoir obtenu par lambeau une couverture cutanée. La reconstruction osseuse peut alors faire appel à plusieurs techniques (cf infra Pseudarthroses).

Mode de stabilisation osseuse

Fixateur externe

Le fixateur externe était classiquement indiqué pour fixer ces fractures.

Parmi ses avantages on retenait :

- son apparente facilité de mise en place en cas de traumatisme complexe ;
- l'absence d'exposition et de déperiestage pour obtenir la réduction ;
- l'absence de mise en place d'un implant interne diminuant théoriquement le risque infectieux ;

l'accès facilité aux soins cutanés. Encore aujourd'hui, la mise en place temporaire d'un fixateur externe en complément d'une fixation interne garde toute sa place en cas de lésions graves des parties molles pour faciliter les soins locaux (pansements, lavage, soins de greffes de peau).

Mais les inconvénients de la fixation externe à l'avant-bras en limitent l'usage :

**imperfection des réductions, source de déplacements secondaires, retards de consolidation, pseudarthroses ^[78] ;
plaie des nerfs et des vaisseaux lors de la mise en place des fiches ;
infections sur broches, avec son risque d'inoculation du foyer en cas d'apport osseux secondaire ;
conflits entre tendons, muscles et fiches limitant la mobilisation, sources de raideur.**

Synthèse par plaque

Ces problèmes de fixation ont amené de nombreux auteurs à stabiliser ces fractures par plaque, en y associant parage "carcinologique" et antibiothérapie .

A la différence des fractures ouvertes observées aux membres inférieurs, les risques infectieux sont moindres ^[16].

Transformer une fracture ouverte en une fracture fermée permet de minimiser les risques infectieux et d'obtenir les conditions idéales pour la consolidation osseuse .

Antibiothérapie

Elle doit être débutée dès l'arrivée du patient aux urgences. Soixante-dix pour cent des fractures ouvertes sont contaminées dès l'accident par des germes provenant le plus souvent de la flore cutanée (staphylocoques). Le risque infectieux dépend en fait surtout de la sévérité des lésions des parties molles et donc de la qualité du parage initial.

La durée de l'antibiothérapie est en général limitée à 48 heures ; une antibiothérapie courte est suffisante en complément d'un parage correct et ne risque pas d'induire l'émergence de souches résistantes. Cette courte antibiothérapie sera adaptée en fonction de l'évolution et des prélèvements et répétée à chaque procédure chirurgicale ^[35].

Haut de page

FRACTURES DIAPHYSAIRES ANCIENNES DES OS DE L'AVANT-BRAS

Pseudarthroses

Les pseudarthroses représentaient 10 % des complications des fractures des deux os de l'avant-bras chez l'adulte. Ce pourcentage a largement diminué, 2 % dans les dernières séries, grâce à l'utilisation de la synthèse interne rigide, de la greffe d'os spongieux en première intention dans les foyers comminutifs.

Son incidence semble supérieure au niveau de l'ulna .

On ne peut parler de pseudarthrose qu'à partir du 6^e mois postopératoire sur un

faisceau d'arguments cliniques et radiologiques. Cependant, devant le déplacement du matériel d'ostéosynthèse, une perte de substance osseuse étendue, un foyer mobile avec résorption des berges du site fracturaire, on n'attendra pas ce délai pour poser l'indication d'une reprise chirurgicale.

Facteurs incriminés

Le type de fracture : les fractures isolées de l'ulna, les fractures comminutives à troisième fragment, les fractures ouvertes et a fortiori infectées .

Le choix thérapeutique : le traitement orthopédique [39], l'embrochage centromédullaire, le fixateur externe, les synthèses défectueuses : plaques trop courtes, nombre insuffisant de prises bicorticales, défaut de compression, vis dans le foyer [82].

Principes de base du traitement

La préparation des extrémités osseuses doit se faire en zone saine et saignante ce qui nécessite le lâcher du garrot. L'abord doit être le moins traumatisant possible au niveau des parties molles pour conserver la vascularisation [71]. La fixation doit être rigide, en général réalisée par plaque .

L'apport osseux doit être autogène .

En fonction de la perte de substance, on peut faire appel à une greffe d'os spongieux, une greffe corticospongieuse ou plus exceptionnellement à un transfert de péroné vascularisé.

Si l'on veut obtenir une pronosupination complète, il faut rétablir les courbes anatomiques et les rapports radio-ulnaires normaux [36].

Pseudarthroses aseptiques

Le bilan préopératoire radiologique doit permettre d'étudier l'aspect de la pseudarthrose, l'étendue de la sclérose du canal médullaire, l'aspect de la corticale ainsi que la congruence des articulations radio-ulnaires distales et proximales.

Pseudarthroses serrées ou fertiles

Ces pseudarthroses aux extrémités vascularisées, classiquement en « patte d'éléphant », sans perte de substance relèvent d'une simple mise en compression sans greffe ni résection osseuse [71]. En fait, le plus souvent, la synthèse est reprise par une plaque en compression associée à une greffe d'os spongieux autour du foyer .

Pseudarthroses lâches ou atrophiques

On effectue une résection des extrémités pseudarthrosées jusqu'en os vivant.

Avec perte de substance osseuse limitée (fig 13)

On procède à un raccourcissement d'une hauteur égale des deux os en mettant les foyers en compression par les plaques. Une greffe d'os spongieux est associée.

Cette résection limitée n'entraîne pas de perte fonctionnelle au niveau de la force musculaire [89].

En cas d'os porotique, le vissage de la plaque peut prendre appui sur une deuxième corticale opposée renforcée par un greffon cortical, la synthèse est alors complétée par une immobilisation plâtrée.

Les pseudarthroses proches de la tête radiale ou ulnaire sont traitées en général par résection du fragment céphalique.

En cas de résection plus importante 1,5 à 5 cm [34], après avoir libéré le canal médullaire en zone saine, on utilise une greffe tricorticale corticospongieuse taillée sur mesure (prise au niveau d'une crête iliaque) encastrée entre les deux recoupes perpendiculaires à la diaphyse (fig 14). La synthèse est assurée par une plaque longue prenant trois prises bicorticales de part et d'autre du greffon et fixant celui-ci par deux vis. Pour Grace [34], ce montage rigide permet une mobilisation semi-précoce à 3 semaines en gardant une attelle de protection.

L'abord dépend évidemment de l'état cutané mais en général on utilise la voie d'abord antérieure de Henry pour le radius et l'abord postérieur direct pour l'ulna.

Si les deux os sont en pseudarthrose, le même procédé peut être utilisé pour chacun.

Grandes pertes de substance osseuse (supérieures à 8 - 10 cm)

Il s'agit de cas particuliers, répondant souvent à des mécanismes lésionnels violents avec lésions pluritissulaires ou, plus rarement à des résections étendues après pseudarthrose septique.

La reconstruction osseuse est alors massive et complexe, nécessitant encore plus qu'ailleurs une bonne couverture musculocutanée. La tactique dépendra essentiellement de l'étendue de la perte de substance osseuse et surtout de l'atteinte d'un seul ou des deux os de l'avant-bras.

Grefe de péroné (fig 15) : technique du péroné vascularisé

Les possibilités de prélèvement sont de l'ordre de 25 cm en préservant les articulations péronéotibiales supérieure et inférieure. La vascularisation du péroné repose sur l'artère péronière qui donne l'artère médullaire et les artères périostées et musculopériostées réparties sur toute sa longueur. L'installation de l'opéré se fait en décubitus dorsal (genou et hanche fléchis), ventral ou latéral.

La voie d'abord est centrée sur le milieu de la diaphyse. Après avoir incisé le fascia jambier, la dissection commence à la partie basse de l'incision en passant en arrière des tendons péroniers et en avant du muscle soléaire.

La dissection du péroné se fait en extrapériosté en désinsérant les muscles soléaire, extenseur commun, extenseur propre du gros orteil, puis on expose la membrane interosseuse tout en protégeant le paquet tibial antérieur. Celle-ci est alors incisée de bas en haut par en avant.

Le pédicule péronier est visible en arrière et en dedans de la diaphyse. Le péroné est alors coupé et on pratique la ligature du pédicule péronier en distal au niveau de la coupe pour relever la diaphyse. La dissection du pédicule conserve quelques millimètres d'attache musculaire jusqu'à la bifurcation péronéotibiale. Le péroné est isolé sur son pédicule, le garrot est alors lâché, vérifiant la bonne vascularisation de l'os. La section du pédicule se fait juste en dessous de la bifurcation.

Le péroné est ensuite transféré sur le site receveur : fixation osseuse puis anastomoses vasculaires. La fixation se fait habituellement par vissage associé ou non à une broche centromédullaire.

Technique de Watson-Jones [63]
Lorsque l'ulna est intact, associé à une grande perte de substance du tiers distal du radius, Watson-Jones a proposé de reconstruire le squelette par la technique de l'avant-bras à os unique, au prix d'un blocage définitif de la pronosupination. Cette technique consiste à encastrer l'ulna dans le canal médullaire du radius distal restant. La synthèse peut être un vissage selon la technique en marche d'escalier, ou une plaque, ou un clou introduit par l'olécrâne (à éviter car source de raideur du coude). Le réglage proposé est en pronosupination neutre.

Fusions radio-ulnaires
Elles dérivent du même principe, et permettent en cas de perte de substance à des niveaux différents, d'obtenir au prix d'un geste simple un avant-bras solide. Un greffon corticospongieux est encastré dans l'espace radio-ulnaire et fixé par des vis transversales, en légère pronation.

Indications

Elles sont fonction de l'atteinte d'un ou des deux os et plus encore de la possibilité pratique de récupérer une véritable pronosupination. En effet, si celle-ci ne peut être espérée, la reconstruction complexe de deux os apparaît inutile.

En cas d'atteinte d'un seul os avec préservation des articulations radio-ulnaires, la reconstruction microchirurgicale de cet os est licite .

En cas de perte de substance des deux os très étendue (inaccessible au raccourcissement) et au même niveau, la microchirurgie avec péroné vascularisé reste le seul recours pour obtenir un avant-bras à os unique.

De même, dans les cas intermédiaires : atteinte asymétrique des deux os sans espoir de restaurer la pronosupination, l'avant-bras à os unique semble la proposition raisonnable, avec toutes ses variantes.

Pseudarthroses septiques

Elles doivent par un geste chirurgical unique et complet être transformées en une perte de substance osseuse ou cutané-osseuse aseptique.

En pratique, il faut arrêter l'antibiothérapie au long cours généralement instituée, et prévoir le premier temps chirurgical. Celui-ci consiste en une excision de tous les tissus infectés avec résection des extrémités osseuses jusqu'en zone saine. Des prélèvements osseux profonds à visée bactériologique sont alors effectués, permettant l'adaptation postopératoire de l'antibiothérapie qui sera maintenue si possible jusqu'à consolidation. L'avant-bras est immobilisé dans une attelle si l'on peut éviter le fixateur externe.

Si nécessaire une couverture cutanée est pratiquée.

Environ 2 mois plus tard, si l'infection est éradiquée tant sur le plan clinique et radiologique que bactériologique (prélèvements extemporanés), la reconstruction osseuse est entreprise selon les mêmes modalités que dans les pseudarthroses aseptiques .

Synostoses radio-ulnaires

Les synostoses constituent des ponts osseux qui bloquent la pronosupination.

C'est une complication rare mais grevant sévèrement le pronostic fonctionnel des

fractures de l'avant-bras.

Elles sont réputées difficiles à traiter du fait de leur caractère récidivant.

On peut les assimiler à une formation prolifique du cal en réponse à un traumatisme avec différenciation des cellules mésenchymateuses en ostéoblastes, par analogie aux ossifications périprothétiques de hanche. Elles sont à distinguer des ossifications rencontrées dans les myosites ossifiantes ou les ostéoarthropathies neurogènes.

Vince a évalué à 2 % leur fréquence parmi 2 381 fractures revues dans la littérature.

Elles surviennent aussi bien :

après un traitement orthopédique que chirurgical ^[9] ;
sur les fractures des deux os que sur les fractures d'un seul os . Elles sont exceptionnelles dans les fractures isolées de l'ulna (*nightstick* des Anglo-Saxons) ou dans les fractures de Galeazzi ^[91].

Facteurs incriminés

Type de fracture

Les fractures des deux os de l'avant-bras au même étage pour certains . A l'opposé, Razemon pense que les traits ulnaires plus hauts créent des lésions perpendiculaires aux fibres de la membrane interosseuse source d'ossification secondaire.

Les fractures des deux os de l'avant-bras au tiers supérieur et particulièrement les fractures de Monteggia .

Sévérité du traumatisme

Les traumatismes à haute énergie les foyers comminutifs ^[2] et les fractures ouvertes.

Les polytraumatismes associés à un traumatisme crânien , les blessés médullaires (jusqu'à 33 % d'association lésionnelle dans la série de Garland ^[28] .

Retard de fixation chirurgicale

Il représente 71 % dans la série des synostoses de Vince ^[91].

Facteurs de risque chirurgicaux

La voie d'abord unique postéroexterne .
L'insuffisance de rigidité du montage par plaque.
Les mauvaises réductions.
La mise en place trop postérieure des plaques.

Et surtout :

les difficultés techniques avec manoeuvres réductionnelles longues et traumatisantes pour la membrane interosseuse ;
les vis trop longues qui constituent des points de départ aux ponts osseux ;
les greffes osseuses au contact de la membrane interosseuse.

L'immobilisation plâtrée postopératoire, longtemps incriminée, ne semble pas un facteur déterminant même réalisée en position neutre ^[91].

Traitement (fig 17 et 18)

L'ablation de la synostose se fait par voie postérieure, le long du bord externe de l'ulna en restant au contact de celui-ci, en préservant les pédicules interosseux.

La résection du pont osseux au ciseau frappé ou à la scie oscillante est pratiquée en extrapériosté en emportant la membrane interosseuse avoisinante.

L'absence d'une bonne récupération de la rotation doit alors mettre en cause des lésions associées sur les articulations radio-ulnaires sus- et sous-jacentes ainsi qu'un cal vicieux au niveau des courbures diaphysaires en particulier celle du radius.

La rééducation est immédiate.

D'un point de vue pratique, on distingue trois types de synostoses selon leur localisation : les synostoses proximales et distales d'une part, les synostoses médiadiaphysaires d'autre part.

Synostoses médiadiaphysaires

Pour Razemon le seul geste de résection ne semble pas suffisant et la récurrence des synostoses radio-ulnaires a fait imaginer de nombreux procédés d'interposition :

- lambeaux de graisse libre ;
- muscles (suture des muscles antérieur et postérieur) (Razemon, Breit) ;
- fascia lata ;
- Silastic® ;
- éponge de gélatine résorbable ;
- cire à os.

Les cas publiés sont peu nombreux et les mauvais résultats sont fréquents. Pour nous, aucune interposition n'est nécessaire.

Synostoses distales

En cas de synostose très proche de l'articulation radio-ulnaire distale (moins de 4 cm), l'exérèse de la synostose est associée à une résection de la tête ulnaire (intervention de Darrach).

Si la synostose est plus proximale, une résection emportant la tête aboutirait à un moignon ulnaire haut, volontiers instable et douloureux, menaçant les tendons extenseurs. Pour ces raisons, on préfère dans ce cas réséquer la synostose, malgré le risque de récurrence.

Synostoses proximales

La résection de la tête radiale est indiquée dans les synostoses qui sont proximales à la tubérosité bicipitale. Les synostoses plus distales sont réséquées.

Soins postopératoires

Au drainage et à la mobilisation immédiate, on peut associer les anti-inflammatoires non stéroïdiens (indométacine dont l'efficacité dans la prévention des ossifications périprothétiques de hanche ou des fractures du cotyle a été largement documentée, trois prises quotidiennes de 25 mg pendant une durée de 3 à 6 semaines pour certains et ramenée à 8 jours pour d'autres .

La radiothérapie anti-inflammatoire , qui a montré son efficacité dans la prévention des ossifications périprothétiques ou dans la chirurgie des fractures du cotyle ^[56] est parfois utilisée.

Il n'a pas été observé :

- de complications ni de retard cicatriciel si la voie d'abord a été exclue du champ d'irradiation ;
- de sarcomes radiaux induits lorsque les doses sont inférieures à 30 grays sur une période de 3 semaines ^[8].

Les doses proposées sont comprises entre 6 et 10 grays fractionnées en quatre ou cinq fois ou, plus récemment, une dose unique de 6 Gy qui aurait la même activité biologique que 10 Gy fractionnés en cinq fois ^[3].

Les diphosphonates n'ont pas apporté les résultats cliniques espérés par les expériences in vitro et leurs effets sont de plus suspensifs dès l'arrêt du traitement .

Date de l'intervention

Tous les auteurs s'accordent à n'opérer les synostoses radio-ulnaires qu'après un délai d'au moins 1 an (moyenne comprise entre 1 et 2 ans). Vince ^[91] propose l'étude scanographique en fenêtre osseuse pour évaluer la maturation osseuse. Certains n'opèrent qu'en l'absence d'hyperfixation scintigraphique.

Résultats

Ils indiquent 30 à 50 % de récides .

Les meilleurs résultats sont obtenus sur les synostoses médiaradio-ulnaires, d'une hauteur modérée, opérées après un délai de 1 à 2 ans et correctement rééduquées.

Cals vicieux

Ils sont devenus rares chez l'adulte depuis la stabilisation anatomique par plaque. Les cals vicieux, particulièrement en rotation, se voient surtout dans les fractures comminutives et bifocales par manque de repères de réduction d'où l'intérêt de réduire sans avoir à mouler la plaque.

La correction chirurgicale doit se faire au sommet de la déformation, c'est-à-dire au niveau de l'ancienne fracture.

On aura éliminé au préalable une lésion des articulations radio-ulnaires distale ou proximale par des clichés centrés ou, en cas de difficultés d'interprétation, par un scanner.

La prévention des cals vicieux passe donc par le rétablissement de la longueur et l'obtention d'un alignement axial et rotationnel normal .

Dès qu'une erreur de plus de 5 % est faite sur la localisation habituelle du

sommet de la courbure ou que l'on dépasse une angulation de plus de 20°, les résultats fonctionnels chutent de façon importante .

Cependant, les cals vicieux diaphysaires sont rarement opérés, car modérés et bien supportés.

Il s'agit d'une chirurgie difficile si la correction doit porter sur les deux os en même temps. Il faut bien en évaluer le bénéfice en préopératoire. Les ostéotomies planes-obliques au sommet de la déformation seraient les plus logiques en théorie car elles peuvent corriger les angulations et les défauts rotationnels sans modifier la longueur. Leur réalisation selon des abaques semble être très théorique.

Ablation des plaques

L'ablation des plaques n'est pas un geste anodin car il comporte deux risques principaux .

Lésions iatrogènes du nerf radial

En cas de plaque antérieure, la reprise de la voie d'abord de Henry ne comporte pas de risque pour la branche motrice qui est à distance mais la branche sensitive est souvent engainée dans la fibrose.

En revanche, pour les plaques externes, l'ablation du matériel répond aux règles de la chirurgie nerveuse, avec repérage du nerf radial et de sa bifurcation en zone saine à partir de la coulisse bicipitale externe.

Fractures itératives

Leur taux est diversement évalué selon les séries entre 1 et 33 % . Celles-ci peuvent survenir soit au niveau de l'ancienne fracture, soit au niveau des trous de vis dans un délai variable de quelques semaines à quelques mois.

Plusieurs études font état de facteurs communs chez les malades ayant présenté des fractures après ablation de plaques :

- les fractures à haute énergie ou associées à des fractures étagées du membre supérieur ^[22] ;
- la mauvaise compression ou réduction des fractures comminutives ;
- la persistance d'un trait ou d'un liseré notamment supérieur à 1 mm au moment de l'indication opératoire ;
- un délai insuffisamment respecté entre la synthèse et l'ablation du matériel ;
- les synthèses par plaque AO de 4,5 mm considérées comme trop épaisses .

L'ablation des plaques ne sera donc pas un geste routinier mais réfléchi, motivé par des plaques gênantes sous la peau ou plus rarement source de conflit avec un muscle ou un tendon, chez les athlètes qui souhaitent reprendre les sports de contact ^[2].

Certaines précautions sont à prendre : respecter un délai d'au moins 18 mois à 2 ans depuis la synthèse et pratiquer un bilan radiographique constatant un cal périosté et cortical homogène avec disparition du trait.

Plusieurs auteurs recommandent de prescrire une attelle ou un plâtre de protection pendant 6 semaines après l'intervention et d'interdire le sport et l'utilisation en force de l'avant-bras avant 3 mois.

Références

- [1] Abrams R, Simmons BP, Brown R Treatment of post-traumatic radio-ulnar synostosis with excision and low dose radiation. *J Hand Surg* 1993 ; 18A : 703-707
- [2] Anderson LD, Sisk TD, Tooms RE, Park W Compression plate fixation in acute diaphyseal fractures of radius and ulna. *J Bone Joint Surg* 1975 ; 57-A : 287-296
- [3] Ayers DC, Evarts McCollister, Parkinson J The prevention of heterotopic ossification in high risk patients by low dose radiation therapy after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1986 ; 68-A : 1423-1430
- [4] Ayers DC, Pelligrini VD, Evarts McCollister Prevention of heterotopic ossification in high risk patients by radiation therapy. *Clin Orthop* 1991 ; 263 : 87-93
- [5] Bado JL The Monteggia lesion. *Clin Orthop* 1967 ; 50 : 71-86
- [6] Bauer G, Arand M, Mutscher W Post-traumatic radio-ulnar synostosis after forearm fracture ostosynthesis. *Arch Orthop Trauma Surg* 1991 ; 10 : 142-145
- [7] Bednar DA, Grandwilewski N Complications of forearm plate removal. *J Surg* 1992 ; 35 : 428-431
- [8] Bosse M, Attila P, Reinst C Heterotopic ossification as a complication of acetabular fracture. *J Bone Joint Surg* 1988 ; 70-A : 1231-1237
- [9] Botting T Post-traumatic radio-ulnar cross union. *J Trauma* 1970 ; 10 : 16-24
- [10] Boyd H, Boals J The Monteggia lesion. A review of 159 cases. *Clin Orthop* 1969 ; 66 : 94-100
- [11] Brakenbury PH, Corea JR, Blakemore ME Non union of the isolated fracture of the ulnar shaft in adults. *Injury* 1981 ; 12 : 371-375
- [12] Breit R Post-traumatic radio-ulnar synostosis. *Clin Orthop* 1983 ; 174 : 149-152
- [13] Burwell HN, Charnley AD Treatment of forearm fractures in adults with particular reference to plate fixation. *J Bone Joint Surg* 1963 ; 46B : 404-425
- [14] Campbell WC. Operative orthopaedics. Saint-Louis : CV Mosby, 1980
- [15] Chapman MW Role of bone stability in open fractures. *Int Course Lecture* 1982 ; 31 : 75-87
- [16] Chapman MW, Gordon JG, Zissimos AG Compression plate fixation in acute fractures of the diaphyses of radius and ulna. *J Bone Joint Surg* 1989 ; 71-A : 159-169
- [17] Chapman MW, Mahoney M The role of early internal fixation in the management of open fractures. *Clin Orthop* 1979 ; 138 : 120-131
- [18] Comtet JJ, Maiocchi Bichanchi, Benedetti G Les fractures de Monteggia (table ronde). *Rev Chir Orthop* 1979 ; 65 : 57-64
- [19] Connes H. Le fixateur externe d'Hoffmann. Techniques indications et résultats. Paris : GEAD, 1977 : 92-93
- [20] De Buren N Causes and treatment of non union in fractures of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg* 1962 ; 44-B : 614
- [21] De Pedro JA, Garcia-Navarrete F, Garcia DE, Lucas F, Otero R, Oteo A , et al. Internal fixation of ulnar fractures by locking nail. *Clin Orthop* 1990 ; 10 : 81-85
- [22] Deluca PA, Sey Lind, Ruwe PA Refractures of bones of the forearm after the removal of compression plates. *J Bone Joint Surg* 1988 ; 70-A : 1372-1376
- [23] Dodge HS, Cady GW Treatment of fractures of the radius and ulna with compression plates. A retrospective study of 119 fractures in 78 patients. *J Bone Joint Surg* 1972 ; 54-A : 1167-1176
- [24] Duncan R, Geissler W, Freeland AE, Savoie FH Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm. *J Orthop Trauma* 1992 ; 6 : 25-31
- [25] Elstrom JA, Pankovich AM, Egwele R Extraarticular low-velocity gunshot fractures of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg* 1978 ; 60-A : 335-341
- [26] Failla J, Amadio P, Morrey BF Post-traumatic proximal radio-ulnar synostosis : results of surgical treatment. *J Bone Joint Surg* 1989 ; 71-A : 1208-1213
- [27] Garland D, Alday B, Venos K Diphosphonate treatment for heterotopic ossification in spinal cord injury patients. *Clin Orthop* 1983 ; 176 : 197-200
- [28] Garland D, Dowling V Forearm fractures in the head injured adult. *Clin Orthop* 1983 ; 176 : 217-225
- [29] Gelberman R, Garfin SR, Hergenroeder PT, Mubarak SJ, Menon J Compartment syndromes of the forearm : diagnosis and treatment. *Clin Orthop* 1981 ; 161 : 252-261
- [30] Gilbert A Vascularized transfer of the fibular shaft. *Int J Microsurg* 1979 ; 1 : 100-102
- [31] Giustra PE, Killoran PJ, Furman RS, Rodt JA The missed Monteggia fracture. *Radiology* 1971 ; 110 : 45-47
- [32] Goutallier D, Colmar M, Penot P Les ossifications périprothétiques de hanche. Influence de la durée du traitement postopératoire par indométacine sur la prévention des ossifications et influence du cotyle vissé sur l'apparition des ossifications. *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 : 22-28
- [33] Grace TG, Etersmann WW Forearm fractures treatment by rigid fixation with early motion. *J Bone Joint Surg* 1980 ; 62-A : 433-438
- [34] Grace TG, Eversmann WW The management of segmental bone loss associated with forearm

fractures. *J Bone Joint Surg* 1980 ; 62-A : 1150-1155

- [35] Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D Current concepts review. The management of open fractures. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72-A : 299-304
- [36] Haddad RJ, Drez D Salvage procedures for defects in the forearm bones. *Clin Orthop* 1974 ; 104 : 183-190
- [37] Hadden WA, Reschaner , Seggl W Results of plate fixation of forearm shaft fractures in adults. *Injury* 1984 ; 15 : 44-52
- [38] Hidaka S, Gustillo RB Refractures of bones of forearm after plate removal. *J Bone Joint Surg* 1984 ; 66-A : 1241-1243
- [39] Hughston JC Fractures of the distal radial shaft mistakes in management. *J Bone Joint Surg* 1985 ; 39-A : 249-264
- [40] Hurst LC, Mirza A, Spellman W Vascularized fibular graft for infected loss of the ulna : case report. *J Hand Surg* 1982 ; 7A : 498-501
- [41] Jones JA Immediate internal fixation of high energy open forearms fractures. *J Orthop Trauma* 1991 ; 5 : 279
- [42] Jones R External fixation. Upper extremity, in instructional course lectures. AAOS. ED DG Murray 1981 ; 30 : 175-196
- [43] Judet H, Gilbert A, Mathoulin C, Judet J, Judet T, Siguier M , et al. Restruction des pertes de substances osseuses des membres par transfert libre de perone vascularisé. *Chirurgie* 1991 ; 117 : 469-477
- [44] Andersen Kjaersgaard, Schmidt SA Total hip arthroplasty, the role of anti-inflammatory medications in the prevention fo heterotopic ossification. *Clin Orthop* 1991 ; 263 : 78-86
- [45] Labosky D, Cermak MB, Waggy G Forearm fractures plates : to remove or not to remove. *J Hand Surg* 1990 ; 15-A : 294-301
- [46] Langkamer VG, Ackroyd CE Removal of forearm plates. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72-B : 601-604
- [47] Langkamer VG, Ackroyd CE Internal fixation of forearm fractures in the 1980's : lessons to be learnt. *Injury* 1991 ; 22 : 97-102
- [48] Lefèvre C. L'ostéosynthèse intramédullaire des deux os de l'avant-bras. Cahiers d'enseignement de la SFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1990 : vol 39
- [49] Lenihan MR, Brien WW, Gellman H, Itamatura J Fractures of the forearm resulting from low velocity gunshot wounds. *J Orthop Trauma* 1992 ; 6 : 32-35
- [50] Lowe HG Radio ulnar fusion for defects in the forearm bones. *J Bone Joint Surg* 1963 ; 45-B : 351-359
- [51] Maempel FZ Post-traumatic radio-ulnar synostosis. *Clin Orthop* 1984 ; 186 : 182-185
- [52] Mansat M. L'articulation radio-cubitale inférieure. Pathologie traumatique. In : Razemon JP, Fisk GR eds. Le poignet. Monographie du GEM. Paris : Expansion Scientifique Française, 1983
- [53] Mansat M, Martinez C, Mansat C, Gay R La luxation-fracture de Galeazzi. *Rev Chir Orthop* 1978 ; 64 (2) : 50-55
- [54] Matthews LS, Kaufer H, Garver DF, Sonstegard DA The effect on supination-pronation of angular malalignment of fractures of both bones of the forearm. *J Bone Joint Surg* 1982 ; 64A : 14-17
- [55] McMahon AJ, Wilson NI, Hambler DL Compression fixation of long bone fractures : problems and pitfalls revisited. *Injury* 1989 ; 20 : 84-86
- [56] McLaren AC Prophylaxis with indomethacin for heterotopic bone. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72-A : 245-247
- [57] D'Aubigné Merle, Deburge A Traitement des fractures de Monteggia de l'adulte. *Rev Chir Orthop* 1965 ; 51 : 699-707
- [58] Mikic Z, Sad N Galeazzi fracture dislocations. *J Bone Joint Surg* 1975 ; 57-A : 1071-1080
- [59] Miller RC, Phalen GS The repair of defects of the radius with fibular bone grafts. *J Bone Joint Surg* 1947 ; 29 : 629-636
- [60] Moed BR, Kellam JF, Foster RJ, Tile M Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm. *J Bone Joint Surg* 1986 ; 68-A : 1008-1017
- [61] Muller ME, Allgower M. Manuel d'ostéosynthèse Technique Ao (2^e ed). Berlin : Springer Verlag, 1980
- [62] Muller ME, Thomas RJ Treatment of non-union in fractures of long bones. *Clin Orthop* 1979 ; 138 : 141-153
- [63] Murray RA The one bone forearm a reconstructive procedure. *J Bone Joint Surg* 1955 ; 37-A : 366-370
- [64] Nicoll EA The treatment of gaps in long bones by cancellous insert grafts. *J Bone Joint Surg* 1956 ; 38-B : 70-82
- [65] Olerud Posttraumatic radio ulnar synostosis. *Acta Orthop Scand* 1981 ; 52 : 460-465
- [66] Poilvache G Correction de synostose radiocubitale post-traumatique par interposition d'une lame de silastic. *Acta Orthop Belg* 1977 ; 43 : 206-211
- [67] Posman C, Little R Radio-ulnar synostosis following an isolated fracture fo the ulnar shaft. A case report. *Clin Orthop* 1986 ; 213 : 207-210
- [68] Razemon JP, Decoux J, Leclair HP Les synostoses radiocubitales post-traumatiques de l'adulte. *Acta Orthop Belg* 1965 ; 31 : 5-23
- [69] Reckling FW Unstable fracture-dislocations of the forearm (Monteggia and Galeazzi lesion). *J*

- Bone Joint Surg* 1982 ; 64-A : 857-863
- [70] Ritter M, Sieber J Prophylactic indomethacin for the prevention of heterotopic bone formation following total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1985 ; 196 : 217-225
 - [71] Rosen H Compression treatment of long bone pseudarthroses. *Clin Orthop* 1979 ; 138 : 154-166
 - [72] Rosson JW, Egan J, Shearer JR, Monro P Bone weakness after the removal of plates and screws. Cortical atrophy or screw holes ? *J Bone Joint Surg* 1991 ; 73B (283) : 286
 - [73] Rosson JW, Petley GW, Shearer JR Bone structure after removal of internal fixation plates. *J Bone Joint Surg* 1991 ; 73B : 65-67
 - [74] Rosson JW, Shearer JR Refracture after the removal of plates from the forearm. *J Bone Joint Surg* 1991 ; 73B : 415-417
 - [75] Rumball K, Fimnegan M Refractures after forearm plate removal. *J Orthop Trauma* 1990 ; 4 : 124-129
 - [76] Sage FP Medullary fixation of fractures of the forearm. a study of the medullary canal of the radius and a report of 50 fractures of the radius treated with a prebent triangular nail. *J Bone Joint Surg* 1959 ; 41-A : 1489-1510
 - [77] Schemitsch EH, Richards RR The effect of mal union on fonctional outcome after plate fixation of fractures of both bones of the forearm in adults. *J Bone Joint Surg* 1992 ; 74-A : 1068-1078
 - [78] Schuind F, Andrianne Y, Burny F Treatment of forearm fractures by Hoffmann external fixation a study of 93 patients. *Clin Orthop* 1991 ; 266 : 197-204
 - [79] Shelton WR, Sage FP Modifical nicoll-graft treatment of gap non unions with upper extremity. *J Bone Joint Surg* 1981 ; 63-A : 226-231
 - [80] Smith D, Cooney W External fixation of high. Energy upper extremity injuries. *J Orthop Trauma* 1990 ; 4 : 7-18
 - [81] Smith H, Sage FP Medullary fixation of forearm fractures. *J Bone Joint Surg* 1957 ; 39-A : 91-98
 - [82] Stern PJ, Drury WJ Complications of plate fixation of forearm fractures. *Clin Orthop* 1983 ; 175 : 25-29
 - [83] Street DM Intramedullary forearm nailing. *Clin Orthop* 1986 ; 212 : 219-230
 - [84] Tamai S, Sakamoto H, Hori Y Vascularized fibula transplantation : a report of 8 cases in the treatment of traumatic bony defect of pseudarthrosis of long bones. *Int J Microsurg* 1980 ; 2 : 205-212
 - [85] Teipner WA, Mast JW Internal fixation of forearm diaphyseal fractures double plating versus single compression (tension band) plating. A comparative study. *Orthop Clin North Am* 1980 ; 11 : 381-391
 - [86] Thomas B, Amstutz H Results of the administration of diphosphonate for the prevention of heterotopic ossification after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1985 ; 67-A : 400-403
 - [87] Tooms RE. Complications of treatment of injuries to the forearm. In : complications in orthopaedic surgery. Philadelphia : Toronto : JB Lippincott, 1978
 - [88] Trillat A, Marsan C, Lapeyre B Classification et traitement des fractures de Monteggia. A propos de 36 cas. *Rev Chir Orthop* 1969 ; 55 : 639-658
 - [89] Uhthoff HK. In current concepts internal fixation of fractures. New York : Spingler Verlag, 1980
 - [90] Uyttendaele D, Van Overbeke J, Verdonk R, Zegers P, Adijns P, Claessens H Pseudarthrosis of the long bones of the forearm a clinical study of treatment. *Acta Orthop Belg* 1978 ; 44 : 366-371
 - [91] Vince KG, Miller JE Cross-Union complicating fracture of the forearm. Part I adult. part II children. *J Bone Joint Surg* 1987 ; 69-A : 654-661
 - [92] Watson FM, Eaton RG Post-traumatic radio-ulnar synostosis. *J Trauma* 1978 ; 18 : 467-468
 - [93] Weiland AJ, Daniel RK Microvascular anastomoses for bone grafts in the treatments of massive defects in bone. *J Bone Joint Surg* 1979 ; 61-A : 98-104
 - [94] Yong-Hing K, Tchang S Traumatic radio-ulnar synostosis treated by excision and a free fat transplant. *J Bone Joint Surg* 1983 ; 65-B : 433-435

© 1996 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

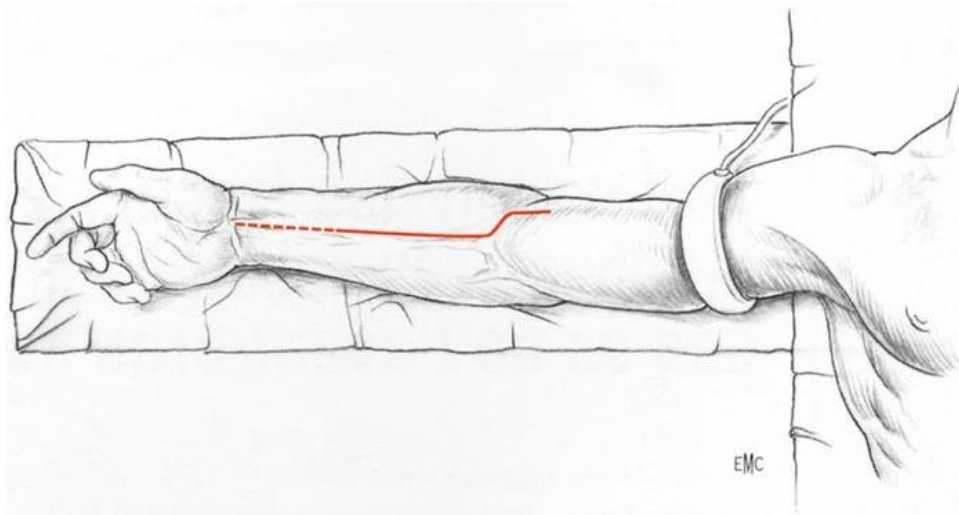


Fig 1 :

Voie antérieure de Henry.

Fig 2 :

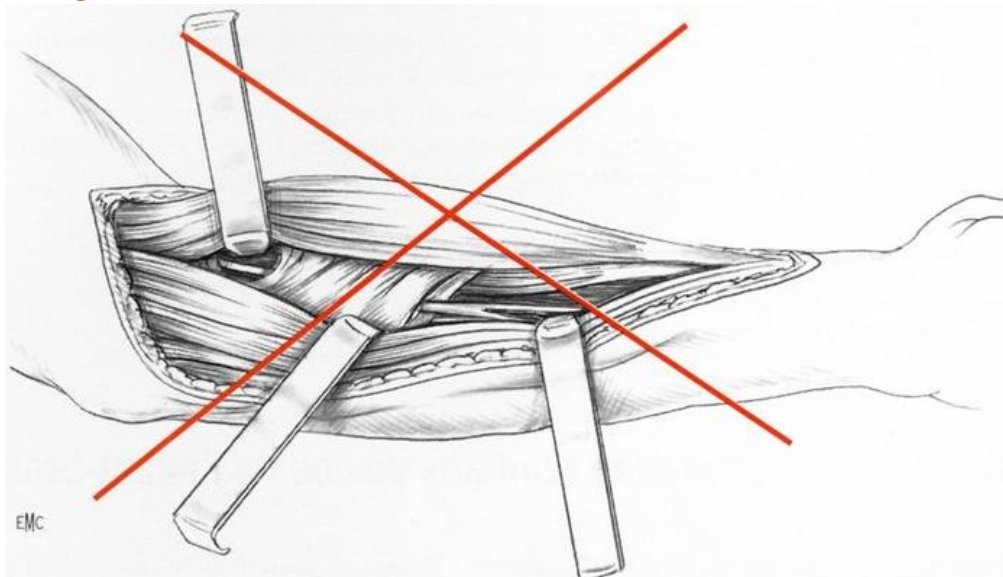


Fig 2 :

Voie externe réservée à l'abord du nerf interosseux postérieur.

Fig 3 :

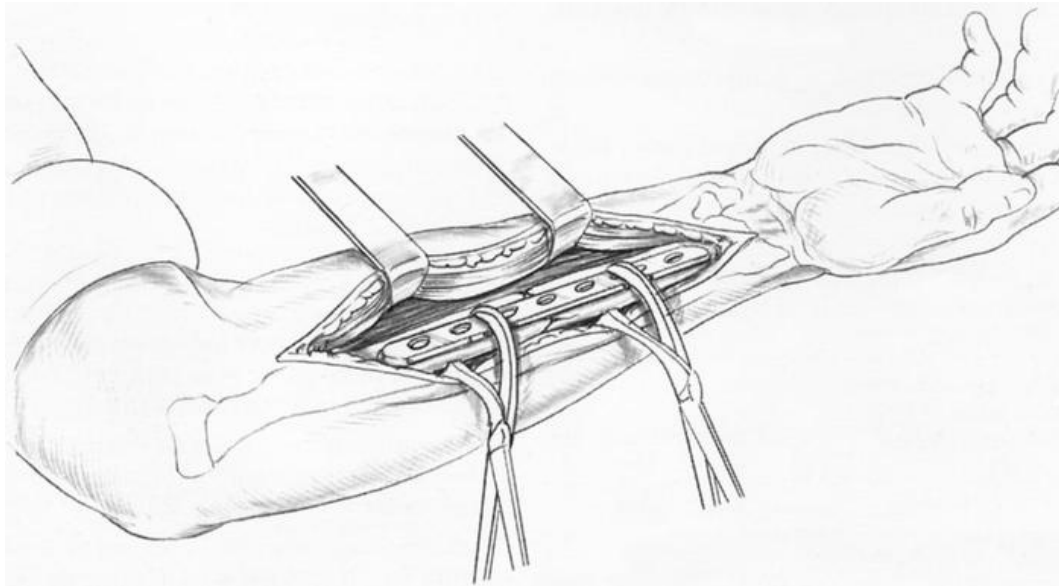


Fig 3 :

Position de la plaque sur le bord antérieur de la diaphyse radiale.

Fig 4 :

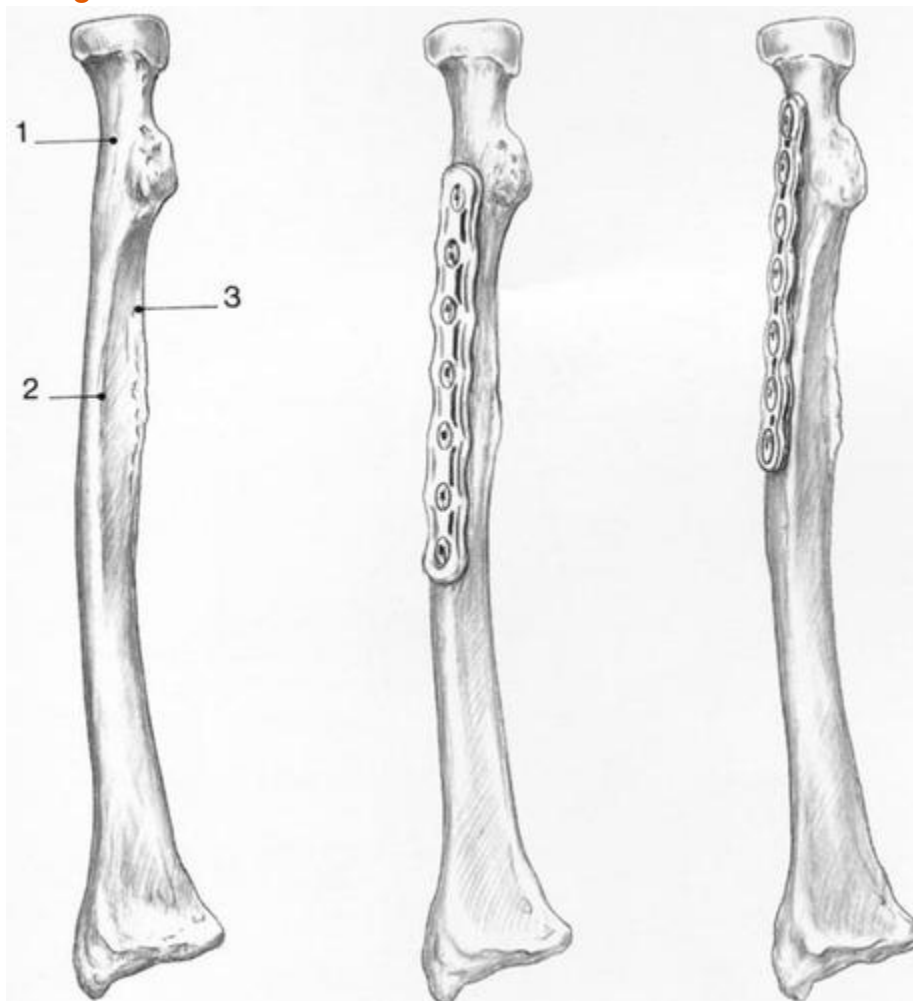


Fig 4 :

Dans la zone diaphysaire, l'anatomie décrit classiquement pour le radius :

- une face antérieure concave (3), celle-ci est en fait légèrement antéro-interne.
- un bord antérieur (2), celui-ci s'incurve en descendant de la tubérosité bicipitale pour devenir antéroexterne dans le prolongement de la face externe (1). Ce bord antéroexterne est

rectiligne, vu de profil et c'est donc là le meilleur emplacement pour une plaque d'ostéosynthèse qui pourra éventuellement remonter sur la face externe.

Fig 5 :



Fig 5 :

Voie d'abord postéro-interne pour l'ulna.

Fig 6 :

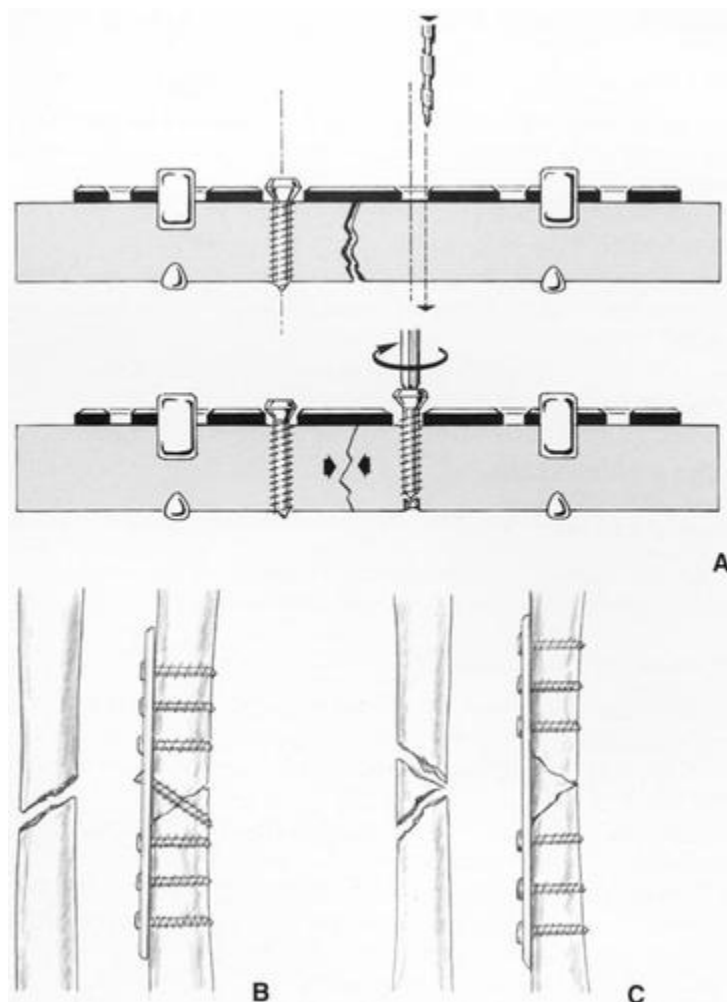


Fig 6 :

A. Application d'une plaque en compression pour un trait transversal : après fixation de la plaque d'un côté, forage excentré de la première vis du côté opposé.

B. Trait oblique : une vis en compression perpendiculaire au trait de fracture.

C. Remise en place d'un fragment intermédiaire maintenu en place par la plaque. Pas de vis dans un petit fragment.

Fig 7 :

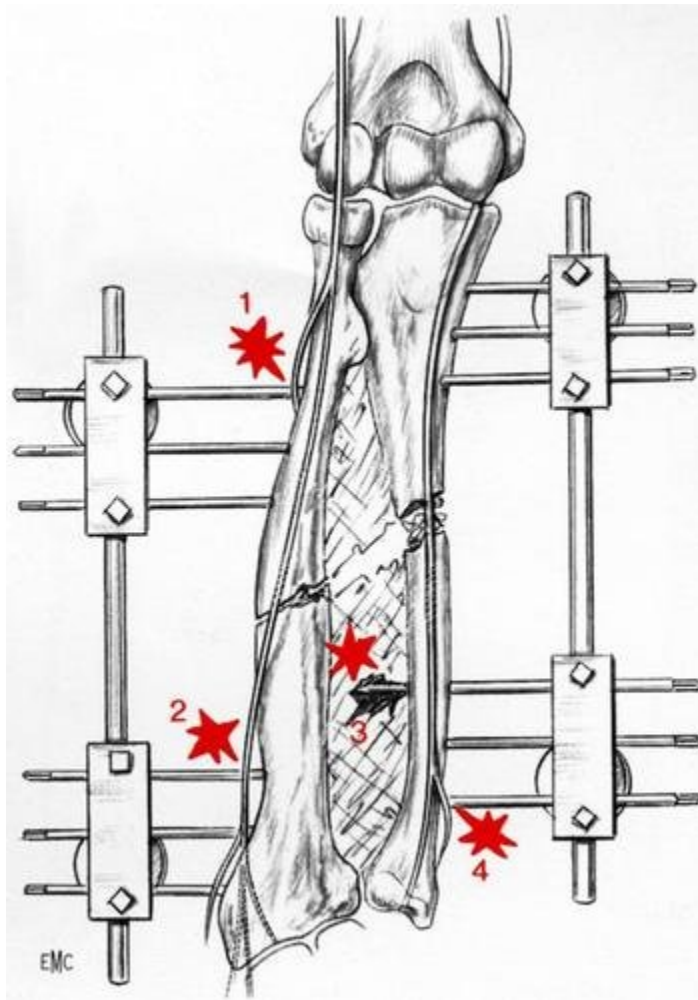


Fig 7 :

Complications du fixateur externe : 1. Lésion de la branche motrice du nerf radial ; 2. lésion de la branche sensitive du nerf radial ; 3. fiche trop longue dans la membrane interosseuse à l'origine de synostose ; 4. lésion de la branche cutanée dorsale du nerf ulnaire.

Fig 8 :

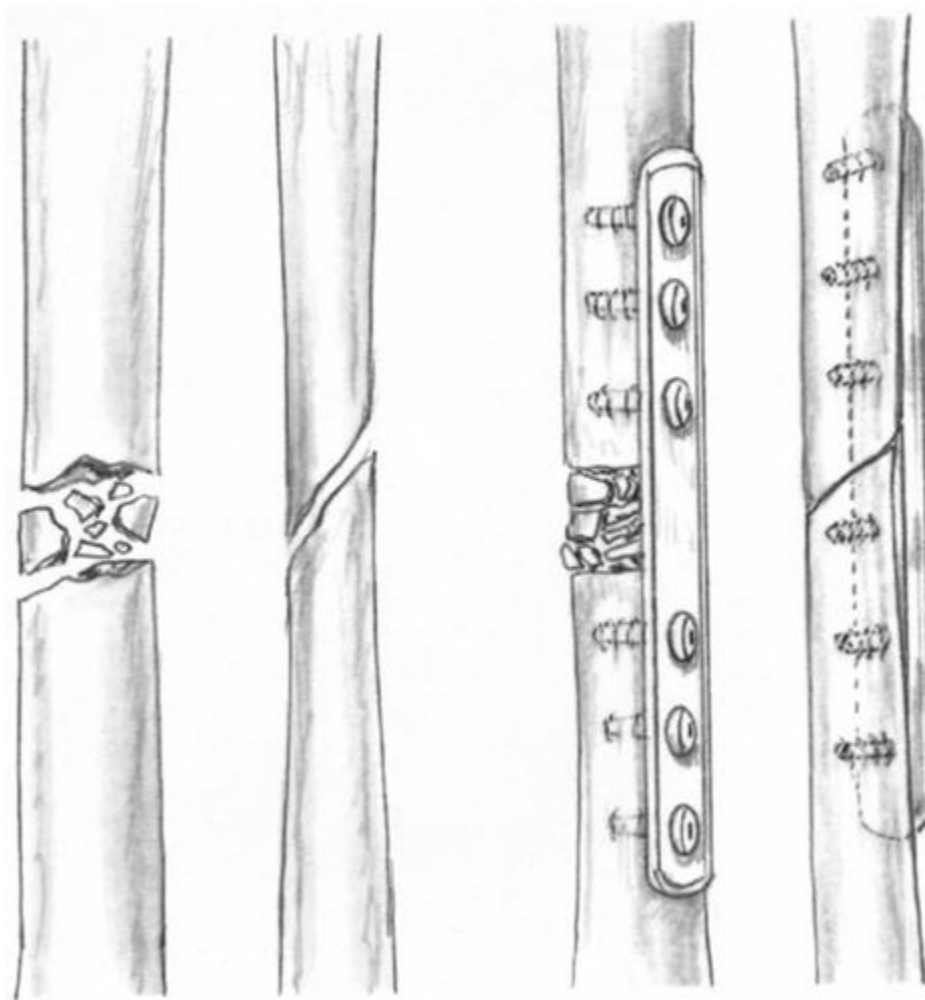


Fig 8 :

Synthèse première de la fracture la plus simple redonnant « la longueur », puis synthèse de la fracture comminutive avec apport de greffons spongieux en première intention.

Fig 9 :



Fig 9 :

Fracture de Monteggia.

A. Le raccourcissement dû à la fracture de l'ulna est responsable de la luxation de la tête radiale.

B. La réduction et la synthèse exacte de l'ulna entraînent la réduction spontanée de la tête radiale.

C. Il aurait fallu synthétiser par plaque cette fracture comminutive de l'ulna afin de rétablir la longueur du squelette antibrachial ce qui aurait probablement réduit la tête radiale.

D. Clichés comparatifs.

E. Résection de la tête radiale et de la synostose redonnant une mobilité complète (face, profil).

Fig 10 :



Fig 10 :

Fracture de Galéazzi

A. La fracture du radius entraîne le raccourcissement d'un des éléments du squelette osseux antibrachial responsable de la luxation radio-ulnaire distale.

B. La réduction par ostéotomie dans le cal et la synthèse du radius réduisent la tête ulnaire qui cependant se subluxue en arrière en pronation. Immobilisation 6 semaines en supination avec restitutio ad integrum de la pronosupination.

Fig 11 :

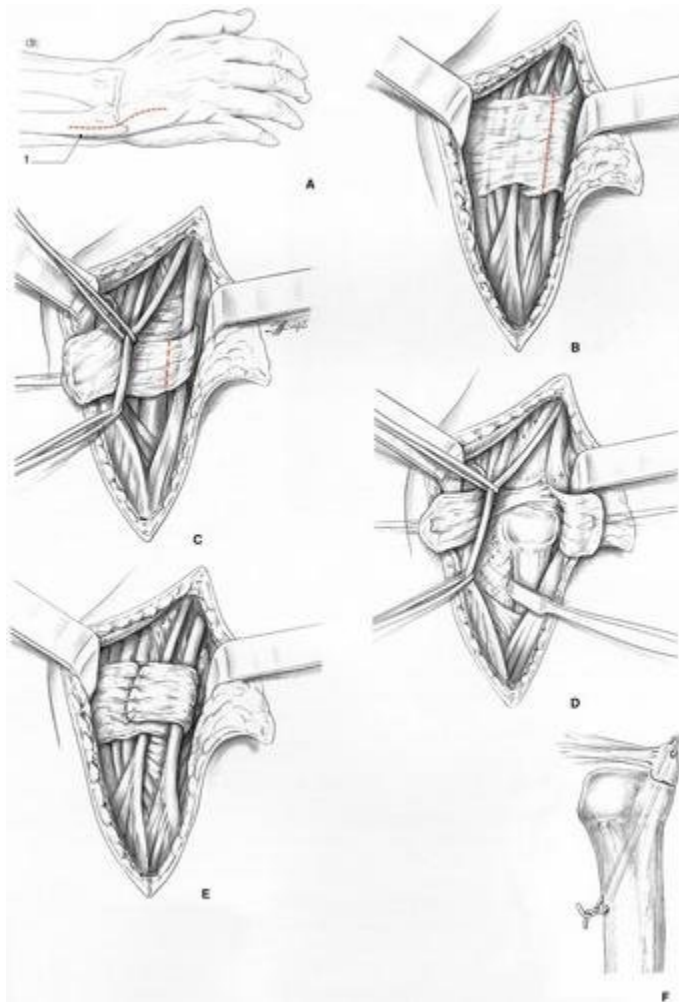


Fig 11 :

A. Abord de l'articulation radio-ulnaire distale : 1. branche cutanée dorsale du nerf ulnaire à épargner.

B. Incision du réticulum dorsal à son bord ulnaire.

C. Incision de la coulisse de l'extenseur ulnaire du carpe proprement dite entre extenseur propre du 5^e et extenseur ulnaire du carpe.

D. Ouverture de la capsule exposant l'articulation radio-ulnaire distale et permettant la réduction de la tête ulnaire luxée en levant les interpositions.

E. Fermeture en resanglant le tendon de l'extenseur ulnaire du carpe au dos de l'ulna par un lambeau de rétinaculum dorsal.

F. Synthèse d'une fracture de la styloïde ulnaire réamarrant le ligament triangulaire.

Fig 12 :



Fig 12 :

A. Parage cutané et musculaire. Synthèse du radius par plaque antérieure avec greffe d'os spongieux. Suture artérielle coude en légère flexion permettant d'obtenir la revascularisation de la main. Fermeture par lambeaux cutanés de glissement, incision de décharge postérieure et greffe de peau mince.

B. A 2,5 mois : intégration satisfaisante des greffons. Pas de problème septique. La supination est complète mais la pronation limitée en raison du parage musculaire du rond pronateur et probablement de la position antéro-interne de la plaque.

Fig 13 :

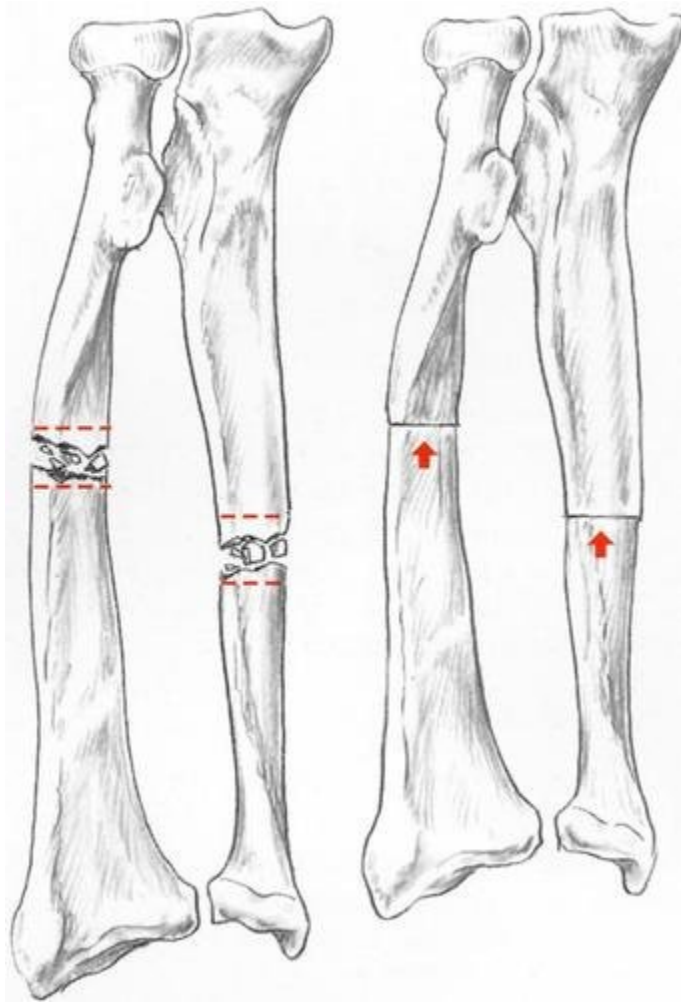


Fig 13 :

Raccourcissement des deux os d'une hauteur égale, synthèse en compression et apport de greffons spongieux.

Fig 14 :



Fig 14 :

A. Fracture des os de l'avant-bras, comminutive sur le radius.

B. Synthèse par plaques sans apport de spongieux initial.

C. Démontage à 2 mois.

D. Nouvelle synthèse avec greffon encastré corticospongieux sur le radius et spongieux sur l'ulna.

E. Intégration satisfaisante à 3 mois visible sur le cliché de profil.

Fig 15 :

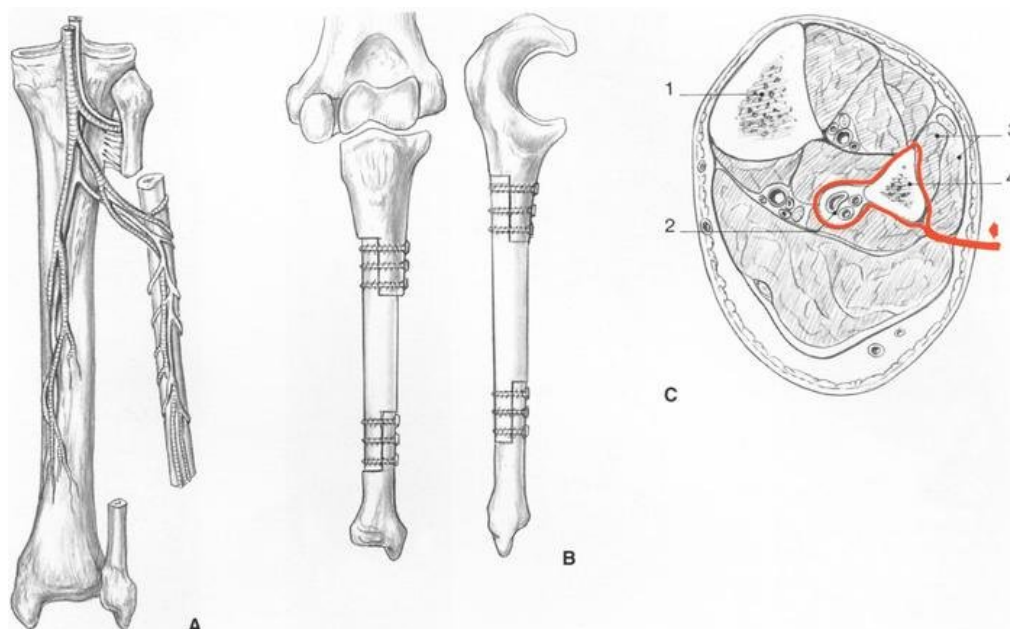


Fig 15 :

A. Technique de prélèvement du péroné.

B. Vissage du péroné libre à ses extrémités.

On évite la broche centromédullaire source de conflit au niveau de l'olécrâne.

C. 1. Tibia ;

2. vaisseaux péroniers ;

3. muscles péroniers latéraux ;

4. péroné.

Fig 16 :

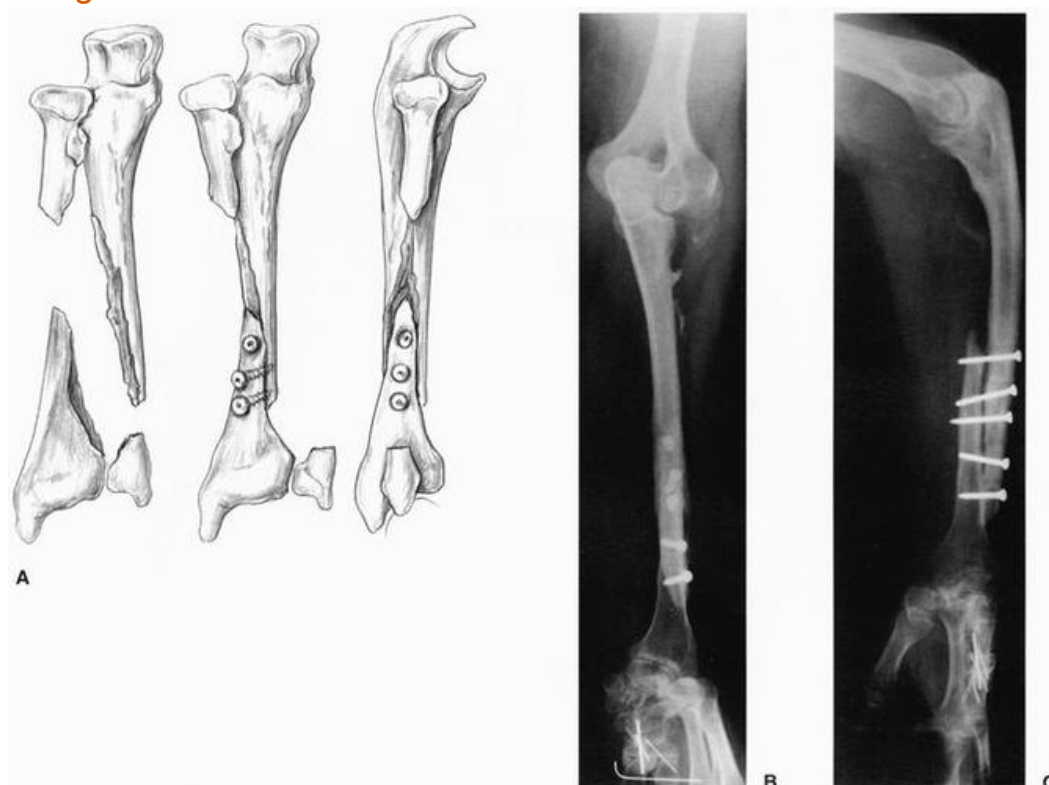


Fig 16 :

L'avant-bras à os unique reconstruit le squelette de l'avant-bras en sacrifiant la pronosupination.

Fig 17 :

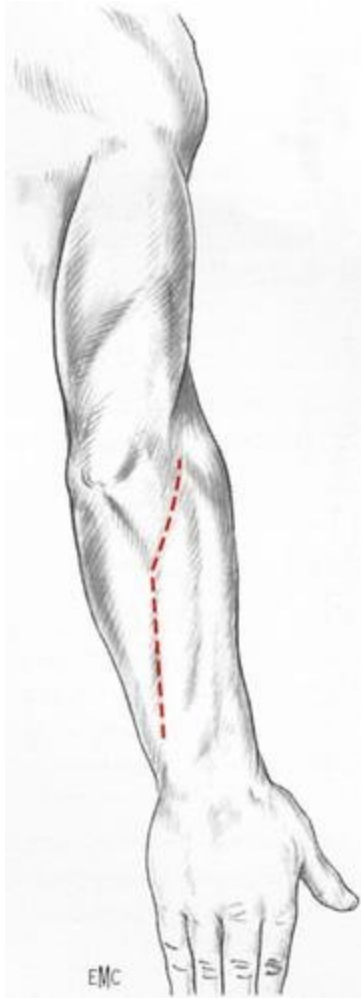


Fig 17 :

Voie postérieure au ras de l'ulna pour réséquer une synostose. Extension vers la tête radiale pour les synostoses du tiers proximal.

Fig 18 :

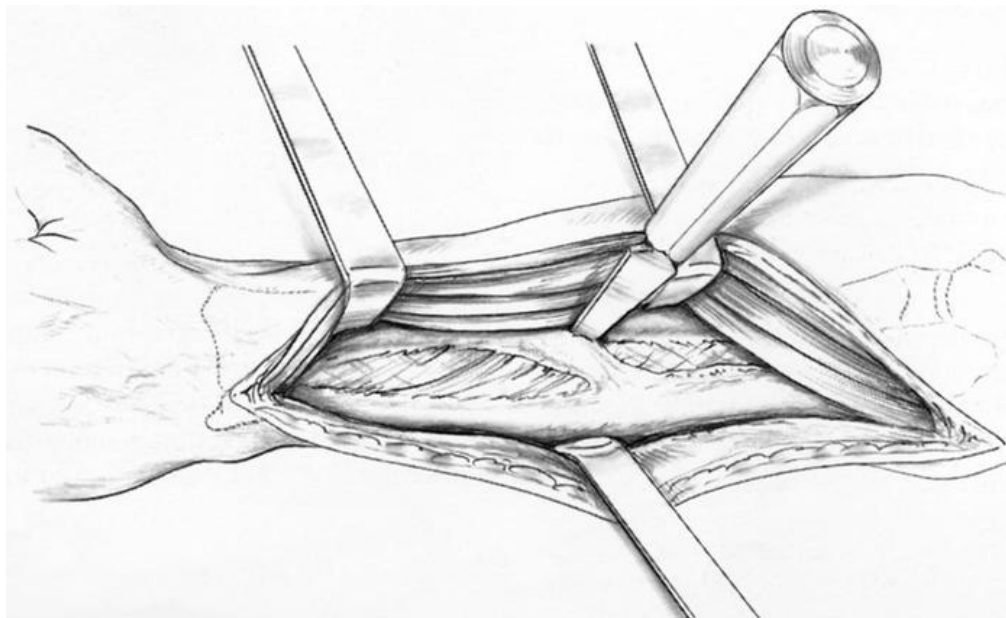


Fig 18 :

Résection d'une synostose médiadiaphysaire. Résection en bloc en extrapériosté emportant la synostose et la membrane interosseuse avoisinante.

Tableaux

Tableau I.

Tableau I. – Classification des lésions de Monteggia selon Bado [5].

Type I :

- luxation antérieure de la tête radiale
- fracture de la diaphyse ulnaire n'importe quel niveau, avec une angulation antérieure

Type II :

- luxation postérieure ou postéroexterne de la tête radiale
- fracture de la diaphyse ulnaire avec une angulation postérieure

Type III :

- luxation antérieure ou antéroexterne de la tête radiale
- fracture de la métaphyse ulnaire

Type IV :

- luxation antérieure de la tête radiale
- fracture du tiers proximal du radius
- fracture de l'ulna au même niveau

◆équivalents de la fracture de Monteggia

Type I :

- fractures de la diaphyse ulnaire associ◆e ◆ une fracture du col radial
- fractures du col du radius
- fractures de la diaphyse ulnaire associ◆e ◆ une fracture du tiers proximal du radius
(la fracture radiale est toujours proximale ◆ celle de l'ulna)
- fractures de la diaphyse ulnaire associ◆e ◆ une luxation ant◆rieure de la t◆te radiale et
une fracture de l'ol◆cr◆ne

Type II :

- luxations de la t◆te radiale dans les fractures du col du radius

Types III et IV :

- Pas d'◆quivalent

Tableau II.

Tableau II. – Classification de Trillat [88].

- **Groupe I** : fracture de l'ulna de si◆ge diaphysaire + luxation de la t◆te radiale
(ant◆rieure, post◆rieure ou externe)
- **Groupe II** : fracture m◆taphyso◆piphyssaire de l'ulna + luxation de la t◆te radiale
(ant◆rieure, post◆rieure, ou externe)
- **Groupe III** : ensemble des fractures de l'ulna du groupe I ou du groupe II dans
lesquels s'associe une l◆sion de l'hum◆rus, du radius (t◆te ou diaphyse) ou du poignet

Tableau III.

Tableau III. – Classification des fractures ouvertes de jambe extrapol◆e ◆

l'avant-bras

(Cauchoix et Duparc, Gustilo) [88].

- Type I : plaie de petite taille, qui peut être fermée sans tension
- Type II : plaie plus étendue, peau suturable avec risque d'ouverture secondaire
- Type III : large plaie : peau non suturable, la fermeture fait appel aux différentes techniques de plasties

Traitement des fractures récentes de l'extrémité distale de l'avant-bras chez l'adulte

M. Rongières

Le poignet est une région anatomique comprenant les articulations radiocarpienne et radio-ulnaire distale. Le poignet correspond à l'extrémité distale des deux os de l'avant-bras liés entre eux comme un véritable cadre antébrachial. Ces articulations permettent l'orientation de la main dans l'espace (associées à la médiocarpienne). Le radius distal est au centre des systèmes et sa fracture en fonction de la forme anatomopathologique entraîne un retentissement fonctionnel sur les secteurs de flexions dorsale et palmaire et/ou sur la pronosupination. Son atteinte est très fréquente et occupe les équipes d'urgence au moins une fois par jour. Sa prise en charge doit donc être faite par un chirurgien habitué et les techniques chirurgicales utilisées doivent dépendre d'indications précises où le type lésionnel est le facteur prédominant. Les techniques chirurgicales se doivent de reconstruire chaque articulation constitutive du poignet et de restituer les orientations des surfaces articulaires. Ces fractures ne doivent plus être considérées comme des lésions traumatiques de second ordre et traitées, soit de façon insuffisante, soit toujours avec la même technique. Actuellement, l'ostéosynthèse directe par plaque antérieure semble être de plus en plus indiquée.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Radius distal ; Poignet ; Techniques chirurgicales du poignet ; Ostéosynthèse ; Plaque ; Broches

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Prise en charge | 1 |
| Principes de base et bilan | 1 |
| Quand opérer ? | 1 |
| Quelle fracture ? | 1 |
| Bilan d'imagerie | 2 |
| Anesthésie | 2 |
| Installation du patient | 2 |
| Suivi postopératoire | 2 |
| ■ Traitement orthopédique | 3 |
| Réduction | 3 |
| Contrôle radiologique | 3 |
| Contention | 3 |
| Surveillance et suivi | 4 |
| ■ Ostéosynthèses directes à foyer fermé par embrochage | 4 |
| Fracture cunéenne externe et brochage simple | 4 |
| Brochage élastique selon Py | 4 |
| Brochage intrafocal selon Kapandji | 4 |
| Brochage mixte | 6 |
| ■ Ostéosynthèses directes à foyer ouvert | 7 |
| Plaque antérieure pour fracture à déplacement antérieur | 7 |
| Plaques pour fractures à déplacement postérieur | 9 |
| Ostéosynthèses mixtes pour fractures complexes | 10 |
| Fixateur externe seul | 12 |
| ■ Gestes associés | 13 |
| Articulation radio-ulnaire distale et fracture de la tête de l'ulna | 13 |
| Lésions intracarpiennes associées | 13 |
| Apport de l'arthroscopie | 15 |

■ Prise en charge

Principes de base et bilan

La bonne technique chirurgicale n'existe pas, la bonne indication elle, doit être bien posée. Le geste thérapeutique est plus simple [1].

Les fractures du radius distal ont été trop souvent traitées en suivant des modes chirurgicales, en particulier avec l'embrochage intrafocal dit de Kapandji, voire le fixateur externe. Ces fractures excessivement fréquentes peuvent être classées en grands groupes qui tiennent compte de la forme anatomopathologique, de l'âge et du mécanisme (basse ou haute énergie) [2-5].

Quand opérer ?

La notion d'urgence doit être revue, rien n'est pire qu'opérer à 3 heures du matin, entre deux polytraumatisés, une fracture complexe comminutive du sujet jeune intra-articulaire sans avoir un bon bilan d'imagerie [6]. En dehors des complications immédiates, ouverture majeure, compression sévère du nerf médian, il faut savoir attendre et opérer en équipe avec un opérateur habitué à ces fractures et un matériel complet [7]. Si l'ostéosynthèse est choisie, elle doit faire mieux que le plâtre et ne doit pas aggraver les lésions.

Quelle fracture ?

Nous suivons la classification (Fig. 1) adoptée pour le symposium prospectif de la Société française de chirurgie orthopédique et traumatologie (SOFOT) de l'an 2000 [8]. En effet, les classifications très nombreuses sont insuffisantes ou trop complètes, impossibles à retenir, non descriptives, et inadaptées.

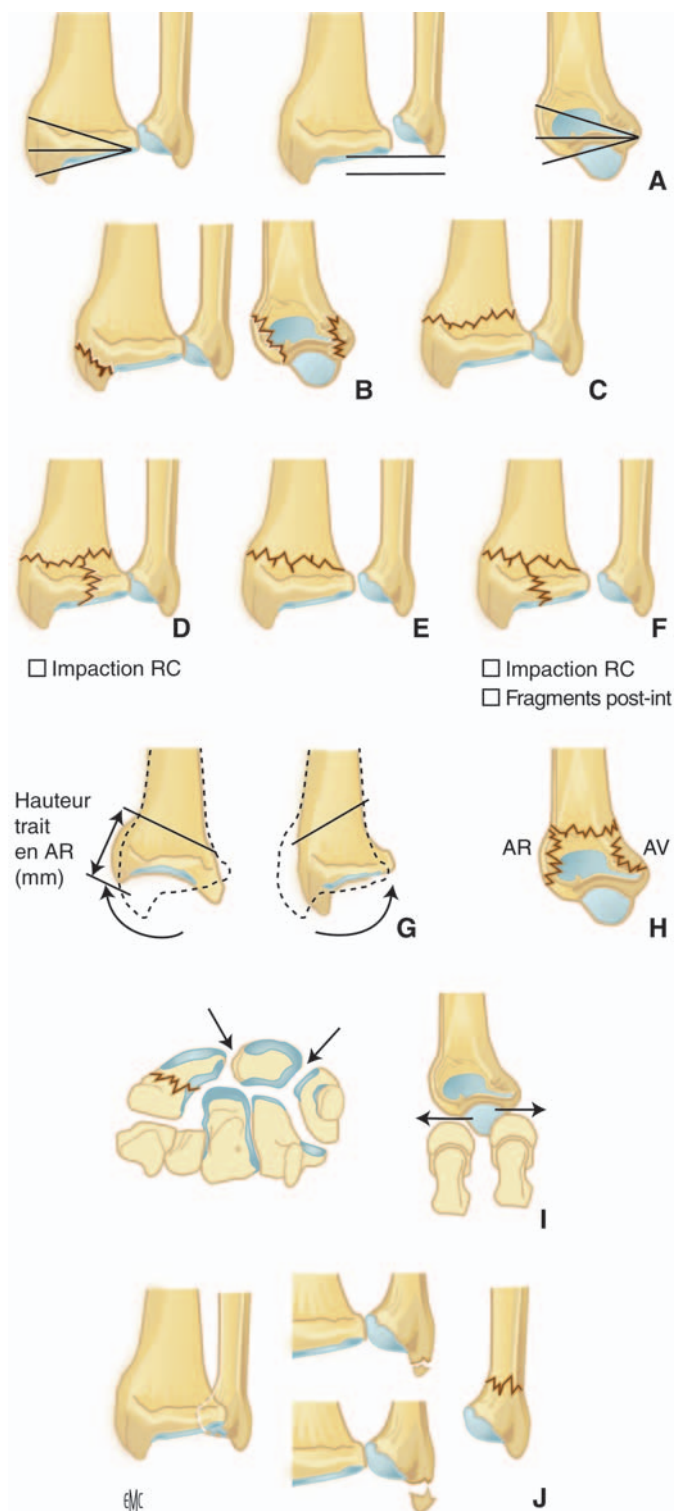


Figure 1. Classification utilisée pour le symposium prospectif de la Société française de chirurgie orthopédique et traumatologie (SOFOT) en 2000. Différents éléments pris en compte pour décrire la fracture.

- A.** Critères de déplacement externe sur le cliché de face, index radio-ulnaire, bascule sagittale.
B. Fractures à composante unique articulaire, cunéenne, ou marginales.
C. Fracture purement extra-articulaire.
D. Fracture extra- et intra-articulaire radiocarpienne.
E. Fracture extra- et intra-articulaire radio-ulnaire.
F. Fracture comminutive mixte radiocarpienne et radio-ulnaire.
G. Déplacement dans le plan sagittal.
H. Comminution dans le foyer.
I. Lésions ligamentaires associées.
J. Lésions radio-ulnaires ou ulnaires associées.

Une classification doit être anatomique, descriptive, et pronostique. Elle doit aider à la décision chirurgicale. Il faut donc se

débarrasser des éponymes dont l'utilisation est imprécise, historiquement fautive (la description princeps est de Pouteau 1784 et non de Colles 1814) et actuellement absurde comme cette publication écossaise qui parle de fracture de Colles comminutive [9].

Les techniques ont évolué, et il faut insister sur la nécessité d'indications éclectiques adaptées à chaque forme de fractures et de classes d'âge.

Par exemple pour nous, seules les fractures du jeune enfant, les fractures strictement non déplacées de l'adulte et la majorité des fractures des personnes âgées après 75 ans [3] peu déplacées et engrenées sont susceptibles d'un traitement orthopédique. Toutes les autres formes doivent être opérées.

Le bilan clinique recherche une complication nerveuse avec paresthésies du nerf médian ou ulnaire, une ouverture cutanée, une lésion associée non liée à la fracture elle-même.

En sus du bilan lésionnel, il faut : ôter toute bague ou alliance pour éviter une ischémie en aval ; immobiliser provisoirement le membre lésé à titre antalgique, si ce geste de premiers secours n'a pas été préalablement réalisé.

L'arthroscopie peut être utile dans certaines fractures articulaires.

Bilan d'imagerie

Enfin, l'apparition de l'examen tomodensitométrique (TDM) ou scanner a changé l'analyse préopératoire de ces lésions [10]. Rappelons que l'imagerie par résonance magnétique (IRM) n'a que peu d'intérêt en urgence. C'est donc le type de fracture (indication) qui impose le traitement (technique chirurgicale). Les clichés radiographiques doivent être faits de face et de profil neutre si la douleur le permet [11, 12]. L'examen TDM peut montrer la réalité des lésions articulaires et les phénomènes d'enfoncement non visibles sur les clichés simples (Fig. 2). Dans le bilan, il faut insister aussi sur la nécessité, une fois l'anesthésie faite, de faire des clichés en traction, et de trois quarts pour mieux apprécier les traits de fracture, le nombre de fragments et leur déplacement.

Anesthésie

Le mode anesthésique de choix est l'anesthésie locorégionale par bloc brachial non plexique par neurostimulation, voire avec pose d'un cathéter si on recherche l'analgésie postopératoire. L'anesthésie générale n'est habituellement pas nécessaire, son utilisation est liée aux contre-indications des anesthésiques locaux (polytraumatisme, produits eux-mêmes, ou en raison du psychisme du malade).

Installation du patient

L'intervention proprement dite est menée :

- sur un patient installé en décubitus dorsal, avant-bras posé sur une tablette à membre supérieur radiotransparente. Le membre est stérilisé par badigeonnage à l'aide de produit variant en fonction des équipes, et les champs sont installés ;
- sous garrot pneumatique, après exsanguination préalable par bandage élastique, en tenant compte des précautions habituelles. En cas de traitement percutané, l'exsanguination et le garrot ne sont pas utiles.

En règle générale aucune antibiothérapie à visée prophylactique n'est réalisée en peropératoire ou à son décours, sauf si la fracture est ouverte. L'amplificateur de brillance est indispensable si on opte pour un embrochage à foyer fermé, pour vérifier la réduction obtenue, et faciliter le repérage du trait de fracture. Il est utile pour avoir des images de contrôle, y compris en cas d'ostéosynthèse par plaque simple.

Suivi postopératoire

Le suivi clinique postopératoire fait l'objet de consultations régulières, classiquement à j + 8, 15, 21, 45 au minimum ; mais la fréquence des contrôles tient compte de chaque cas particulier. Le symposium de la SOFOT en 2000, comme la littérature internationale, confirme que le résultat définitif d'une fracture distale du radius n'est obtenu qu'après 2 ans.



Figure 2. Intérêt de l'examen tomodensitométrique (TDM).

- A.** Fracture peu déplacée en apparence.
- B.** Après examen TDM, visualisation de la comminution métaphysaire.
- C.** Fracture extra- et intra-articulaire complexe.
- D.** Intérêt de l'examen TDM qui seul montre les enfoncements articulaires.

■ Traitement orthopédique [13, 14]

Il comporte deux temps : la réduction et la contention de la fracture. Il n'est utilisé que dans les fractures extra-articulaires à déplacement dorsal.

Réduction

La réduction par modelage simple est à déconseiller car insuffisante. Elle comporte deux temps (également réalisés lors d'une réduction sanglante).

La traction dans l'axe est suivie d'une correction du déplacement par manœuvre externe. Deux techniques sont possibles :

- au moins, traction manuelle sur le pouce avec contre-extension en regard du coude fléchi à 90° ;
- la réduction est réalisée par manœuvre externe, schématiquement dans le sens inverse du déplacement original :
 - dans les fractures à composante dorsale, on associe flexion palmaire et inclinaison ulnaire, main en pronation, en contrôlant le réengrènement et l'affrontement des corticales antérieures sous amplificateur de brillance ; cette manœuvre doit permettre également de vérifier un éventuel risque d'hyper-réduction antérieure ;
 - les fractures de type antérieur doivent bénéficier d'une ostéosynthèse par plaque antérieure.

Contrôle radiologique

On doit observer :

- la normalisation des critères radiologiques de réduction de face et de profil ;
- un bon affrontement de la corticale antérieure, avec au mieux passage de la corticale antérieure du fragment inférieur en avant de celle du fragment supérieur.

Contention

Elle permet le maintien de la réduction et la consolidation de la fracture en bonne position. Du fait de l'instabilité fréquente de bon nombre de fractures, elle est souvent difficile à maintenir. Cela explique la nécessité des contrôles radiocliniques réguliers et si besoin d'une reprise chirurgicale d'emblée en cas de déplacement secondaire. La contention doit faire appel à l'immobilisation brachio-antébrachio-palmaire en évitant une hyperflexion mal supportée chez l'adulte.

Moyens

Dans tous les cas, le modelage doit être soigneux, fait avec des bandes plâtrées et refendu systématiquement. Le plâtre est réalisé sur double jersey, et est fendu pour éviter tout syndrome compressif.

Position

La position de fonction a été proposée mais n'a pas eu de succès en France et nous n'en avons pas l'expérience. La position neutre, sauf cas particulier, peut maintenir la fracture, du moins en urgence. La mise en flexion et inclinaison ulnaire forcées avec pronation (parfois discutée [15]), selon des études expérimentales et selon les promoteurs (en particulier Judet), est la plus stable, mais inconfortable, difficile à supporter ; surtout, cette position risque de déclencher ou d'aggraver une compression antérieure avec syndrome canalaire, voire troubles trophiques. Elle interdit une mobilisation précoce distale des doigts, d'autant qu'elle doit être maintenue pendant près de 3 semaines. C'est la raison pour laquelle elle ne nous paraît pas devoir être utilisée. Elle est donc réservée à l'enfant.

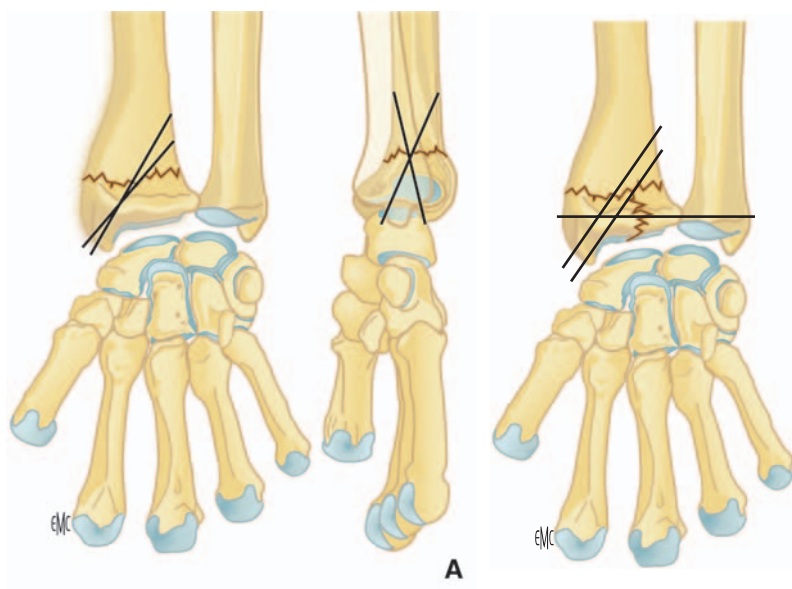


Figure 3. Brochage cunéen externe.

A. Brochage en XX simple.

B. Ajout d'une broche radio-ulnaire ou artifice de de Palma en cas de fracture articulaire (ici le meilleur traitement serait plaque antérieure et broches cunéennes).

La flexion modérée avec inclinaison ulnaire légère est la position la plus employée mais elle n'interdit pas le déplacement secondaire en cas de fractures instables.

Réalisation

Le plâtre recouvre la face dorsale des têtes métacarpiennes mais le pli de flexion palmaire est, lui, laissé libre afin de permettre une mobilisation normale des doigts. Le pouce est maintenu libre, avec modelage en regard de l'éminence thénar et de la première commissure, en position d'opposition. Si certains laissent le coude libre, en l'absence de lésion de la tête ulnaire ou de l'articulation radio-ulnaire distale, il semble, en urgence du moins, logique de l'immobiliser, d'autant que les atteintes « frustes » en regard de la zone interne du poignet sont habituelles. Le coude est donc fléchi à 90°, en évitant toute zone de compression sur la face antérieure du pli du coude, en dégageant le creux axillaire et en externe, avec arrêt sous le col huméral.

Surveillance et suivi

La surveillance postopératoire doit être rigoureuse. Un traitement orthopédique est plus difficile à surveiller qu'une ostéosynthèse stable. Le patient doit réaliser une autorééducation des doigts et de l'épaule, et surélever au maximum la main pour éviter l'œdème. Un traitement antalgique et anti-inflammatoire est mis en route pour 48 heures, sauf contre-indications particulières.

En ambulatoire, les consignes d'autosurveillance sont clairement exposées au blessé : l'apparition d'un œdème important des doigts, une modification importante et brutale de la coloration des doigts, l'endormissement de la main, des douleurs vives sous le plâtre, doivent amener le patient à consulter au plus vite. Le risque de syndrome de loges doit être expliqué clairement.

À la 48^e heure, le plâtre est circularisé. Il doit être changé après la fonte de l'œdème, en corrigeant éventuellement un déplacement secondaire. À la 3^e semaine, le coude doit être libéré et le poignet placé en position neutre. Généralement, une contention de 6 semaines est suffisante. Si la fracture est incomplète, non comminutive et stable, l'immobilisation peut être de 3 à 4 semaines. Dès l'ablation du plâtre, la rééducation du poignet est débutée.

■ Ostéosynthèses directes à foyer fermé par embrochage

Différents modes de brochages ont été proposés. Leur but est d'obtenir une fixation suffisamment stable pour éviter tout

déplacement secondaire. Ils nécessitent un massif styloïdien intact et comportent un temps préalable de réduction par manœuvres externes maintenues pendant la mise en place des broches. L'embrochage doit se faire sous amplificateur de brillance.

Fracture cunéenne externe et brochage simple

Il s'agit souvent d'équivalent de luxation radiocarpienne très déplacée, si le fragment est volumineux, car les ligaments radiocarpiaux palmaires qui s'y attachent sont nombreux et importants. Les lésions ligamentaires scapholunaires y sont classiquement souvent associées, ce qui est contredit par la littérature. Le brochage styloïdien est plus simple et moins invasif et suffit le plus souvent. Imaginé par Briggs, c'est de Palma en 1952 [16] qui l'a mis en valeur. Initialement ulnoradial, l'évolution s'est faite vers un double brochage par abord postéroexterne, respectant les branches cutanées du nerf radial, ainsi que les tendons de voisinage dans leurs gouttières (Fig. 3).

La première broche (de 15 à 20/10 mm) pénètre dans la styloïde radiale, au point d'insertion du brachioradial, entre le long abducteur et le court extenseur du pouce en avant, et les extenseurs radiaux en arrière, et la deuxième est introduite dans le tubercule dorsal, entre les extenseurs radiaux en avant et le long extenseur du pouce en arrière. Toutes deux sont ascendantes, inclinées de 45° et prennent appui sur la corticale opposée ; elles sont coupées à ras sous la peau, après un contrôle radiologique. Après vérification de la stabilité de la réduction, des clichés dynamiques en stress, main en supination, sont réalisés afin de révéler une disjonction scapholunaire [17]. Une contention par plâtre brachio-antébrachio-palmaire, poignet en position neutre, est mise en place pour 6 semaines.

La rééducation commence après ce délai, et est intensifiée après l'ablation des broches réalisée sous anesthésie locale en reprenant la même voie d'abord.

Brochage élastique selon Py [18, 19]

Cette technique consiste à insérer, par la styloïde radiale, les broches destinées à remplir le canal médullaire (Fig. 4). Elle ne nous paraît pas adaptée en règle générale aux fractures du poignet du fait de la mauvaise contention du massif épiphysaire qu'elle réalise, en le fragilisant par ailleurs.

Brochage intrafocal selon Kapandji [20]

Cette technique géniale dans son principe a été trop souvent considérée comme « la » technique unique. Les échecs inévitables ont conduit à la bannir à tort. Aucune technique ne peut résoudre tous les types de fracture.

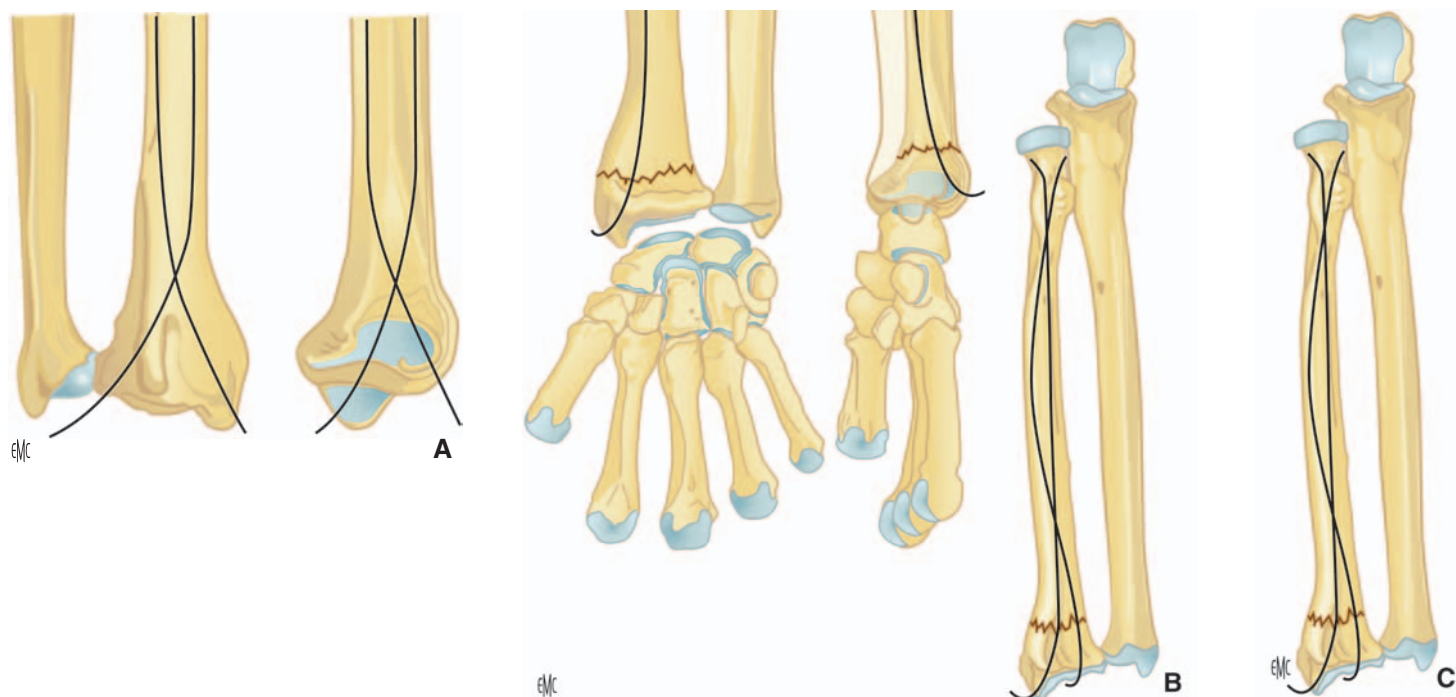


Figure 4. Technique de Py d'embrochage élastique double.

A. Principe de placement des broches.

B. Embrochage élastique.

Principe [21]

Kapandji a proposé de faire pénétrer les broches par le trait de fracture, permettant ainsi d'obtenir de véritables « butées mécaniques externe et postérieure », empêchant le fragment épiphysaire de basculer, même en l'absence de contention complémentaire. D'où le nom de brochage dynamique qui lui a parfois été donné. Initialement, cette technique était proposée pour les fractures extra-articulaires à composante postérieure, et comprenait deux broches : une externe et une postérieure, pour contrôler le déplacement en dehors et en arrière de l'épiphyse. De plus, l'immobilisation devenait superflue et la rééducation pouvait être immédiatement commencée. Progressivement la méthode s'est étendue aux fractures par compression-extension avec comminution, mais aussi articulaires, en ajoutant une 3^e broche, postéro-interne, pour renforcer la butée postérieure, ou contrôler un fragment postéro-interne. Ces indications que le concepteur n'a pas incluses au début doivent être exclues maintenant si la comminution postérieure est importante, et encore plus s'il apparaît une comminution antérieure associée (Fig. 5).

L'hypercorrection de la réduction, conduisant à une bascule antérieure de l'épiphyse, est le fait d'une comminution corticale antérieure associée. C'est pourquoi l'embrochage intrafocal seul, dans de telles lésions, ne paraît pas une bonne indication. C'est alors l'indication d'une ostéosynthèse antérieure par plaque. Si l'on ne bloque pas l'épiphyse en alignant les corticales antérieures et si une tendance à l'hyper-réduction apparaît, il faut convertir la technique et réaliser une ostéosynthèse directe par plaque.

Seules les fractures simples, non comminutives, extra-articulaires ou en T sans marche d'escalier peuvent être traitées par cette technique [22, 23].

Technique (Fig. 6)

Les broches sont introduites sous contrôle de la vue, par de courtes incisions, après réduction de la fracture. Le foyer de fracture est franchi manuellement, puis les broches sont inclinées à 45° et fichées dans la corticale opposée, au mieux au moteur pneumatique. Elles doivent être de calibre suffisant (15 à 20/10^e). Plus petites, elles risquent de plier ou de faire effet de

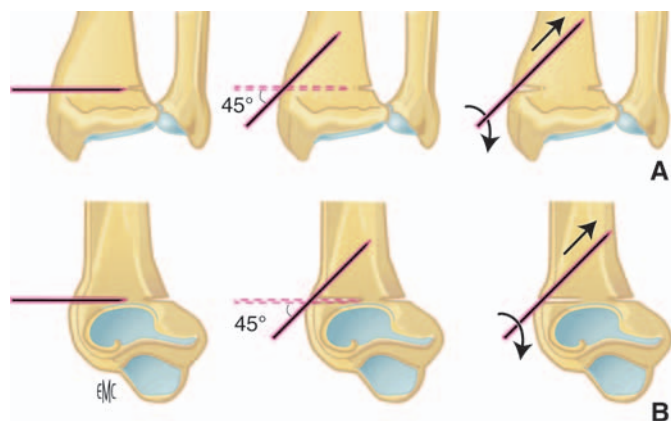


Figure 5. Principe de base de la technique d'embrochage intrafocal dite de « Kapandji ».

A. Passage de la ou des broches latérales, après réduction dans le foyer et bascule de 45° puis fichage dans la corticale médiale.

B. Passage de la ou des broches dorsales, après réduction dans le foyer et bascule de 45° puis fichage dans la corticale antérieure.

« fil à couper le beurre » en cas d'ostéoporose, ne jouant alors plus le rôle de butée mécanique recherché. En aucun cas les broches ne doivent servir à réduire la fracture en faisant levier sur le fragment distal ; celui-ci doit être réduit avant.

Pour nous, la broche première doit être celle qui réduit le fragment postéro-interne après écartement par une pince fine pour éviter les tendons extenseurs [24]. La fracture doit alors déjà être stabilisée. La seconde broche est externe, elle passe entre les radiaux en arrière et le court extenseur-long abducteur du pouce en avant. Il faut prendre garde à ne pas léser une branche sensitive du nerf radial. On passe ensuite sur la face postérieure du poignet, pour placer la broche postéroexterne, entre le long extenseur du pouce et l'extenseur de l'index, dans l'axe du deuxième métacarpien. Après un contrôle radiologique, les broches sont coupées à ras sous la peau, pour éviter tout conflit grave avec les tendons et tout risque d'infection. Ces gestes doivent être réalisés sous amplificateur de brillance. Certains

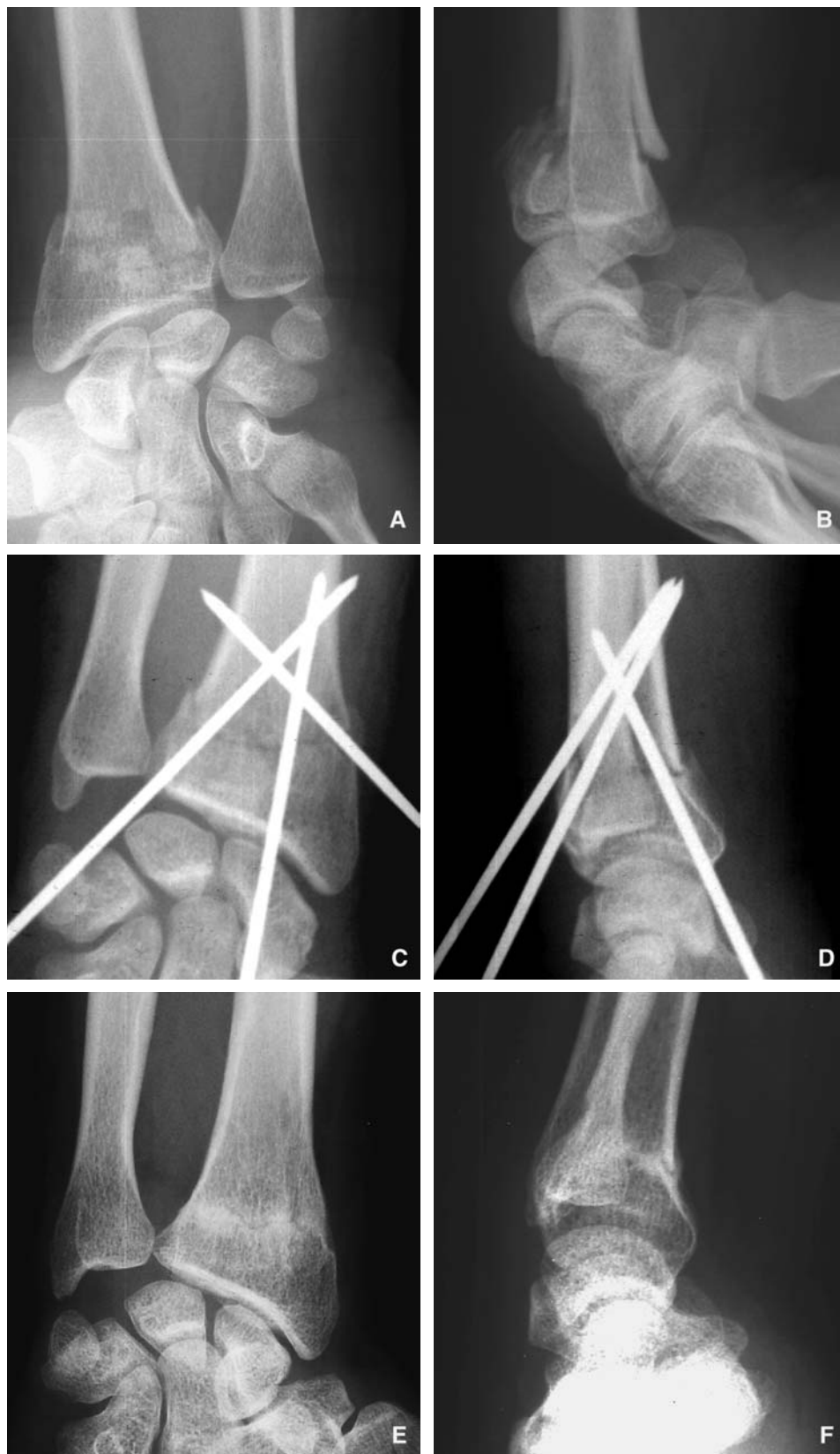


Figure 6. Exemple d'embrochage de Kapandji pour radius distal.

A, B. Fracture extra- et intra-articulaire.

C, D. Ostéosynthèse par trois broches.

E, F. Radius après consolidation.

préconisent la mise en place d'un embout protecteur de broches pour éviter l'agression qu'elles induisent sur les parties molles.

Les incisions sont refermées par un simple point cutané, sans drainage.

Le poignet doit être absolument immobilisé par attelle baleinée, voire attelle brachiopalmair pendant 3 semaines dans un premier temps s'il existe une lésion ulnaire.

Les broches sont enlevées à la sixième semaine, sous anesthésie locale (ou locorégionale si elles ne saillent pas) et la rééducation fonctionnelle est débutée.

Brochage mixte (Fig. 7)

Nous utilisons le terme de « Kapanstaing » pour une ostéosynthèse par broches à foyer fermé qui associe une ou deux broches intrafocales dorsales selon Kapandji et une à deux broches externes dans le processus styloïde du radius selon Castaing. Cette technique entraîne moins d'hyper-réduction antérieure, et est plus stable chez des personnes très âgées dont la fracture est très déplacée et ne permet pas l'abstention recommandée par la littérature.



Figure 7. Exemple de technique de Kapanstaing.
A, B. Fracture extra- et intra-articulaire radiocarpienne.
C, D. Ostéosynthèse par deux broches dorsales et deux broches styloïdiennes.

■ Ostéosynthèses directes à foyer ouvert

Plaque antérieure pour fracture à déplacement antérieur [25-27]

Voie d'abord (Fig. 8)

Le plus souvent, la voie d'abord est dérivée de celle de Henry qui passe par la gaine du fléchisseur radial du carpe, et qu'il est possible d'agrandir en aval pour ouvrir le canal carpien, après décrochage en regard du pli de flexion en regard du poignet. L'ouverture de l'articulation radiocarpienne est tout à fait possible, pour exposer la face antérieure du scaphoïde ou avoir un contrôle endoarticulaire de la réduction. On trouve les tendons fléchisseurs des doigts avec en dehors le long fléchisseur du pouce. Le nerf médian doit être au moins vu, voire repéré et protégé, ainsi que sa branche collatérale palmaire cutanée dont la lésion provoque des névromes douloureux. Elle aborde ensuite le carré pronateur qui est désinséré de son attache radiale. La fracture est exposée, l'hématome est lavé. Il faut ruginer la face ventrale de l'épiphyse distale, ce qui est facile dans une fracture simple extra-articulaire. Si on a affaire

à une fracture articulaire, la manipulation et le repérage des fragments doivent être faits avec fixation temporaire par broches fines de 12/100°. Le muscle long fléchisseur du pouce s'insère sur le radius et ces fractures peuvent entraîner des lésions importantes du muscle. Le dégagement de la face ventrale du radius doit être fait au bistouri ou à la rugine doucement. L'incision cutanée doit être suffisamment longue pour ne pas placer les vis les plus proximales en forçant sauvagement sur les écarteurs.

Technique chirurgicale (Fig. 9)

La réduction nécessite des mouvements de traction dans l'axe et le placement d'une plaque prémoulée pour ce type de fracture, maintenue par un davier, ce qui permet après fixation d'une vis au-dessus du foyer de fracture d'apprécier la réduction dite « effet console » et permet ensuite de placer les vis épiphysaires, toujours, puis les vis diaphysaires. Son vissage est limité à la zone métaphysaire pure seulement si la comminution épiphysaire ne permet pas d'obtenir une prise suffisante des vis distales. La plaque joue, en ce cas, un rôle de console (Fig. 10). Dans les fractures plus complexes, la pose de la plaque antérieure est faite en plusieurs temps, associée à d'autres moyens d'ostéosynthèse. Il peut être utile avec un fixateur externe de distraire « provisoirement la fracture » pour réduire des fragments articulaires nombreux (cf. infra) Au besoin, en cas de fragment

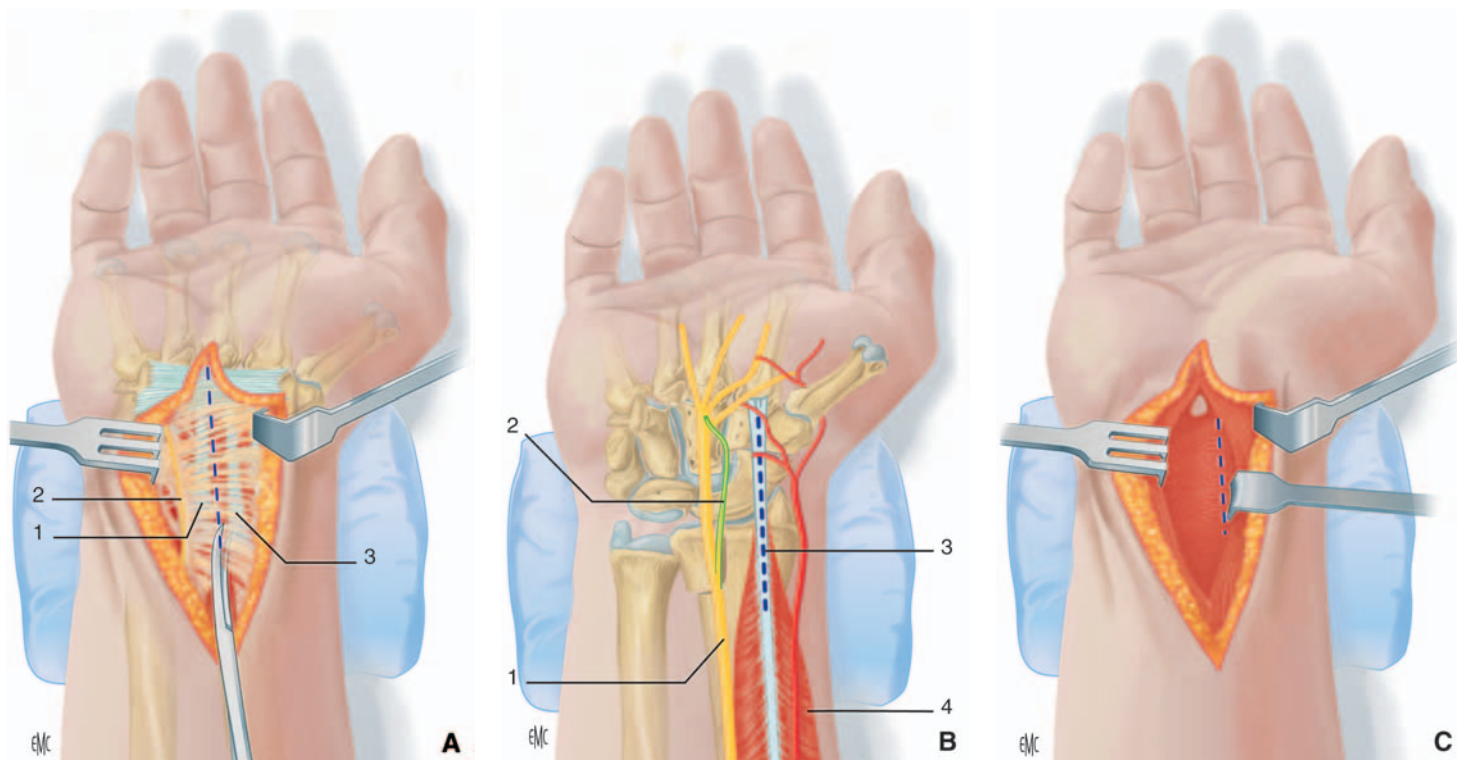


Figure 8. Voie d'abord antérieure.

A. Dissection sous-cutanée et branche sensitive cutanée palmaire du nerf médian. 1. Long palmaire ; 2. branche palmaire cutanée du nerf médian ; 3. tendon du fléchisseur radial du carpe.

B. Incision et visualisation des rapports. 1. Nerf médian ; 2. branche palmaire cutanée du nerf médian ; 3. tirets : voie d'abord en regard du tendon du fléchisseur radial du carpe ; 4. muscle et tendon du fléchisseur radial du carpe.

C. Incision et désinsertion du carré pronateur.

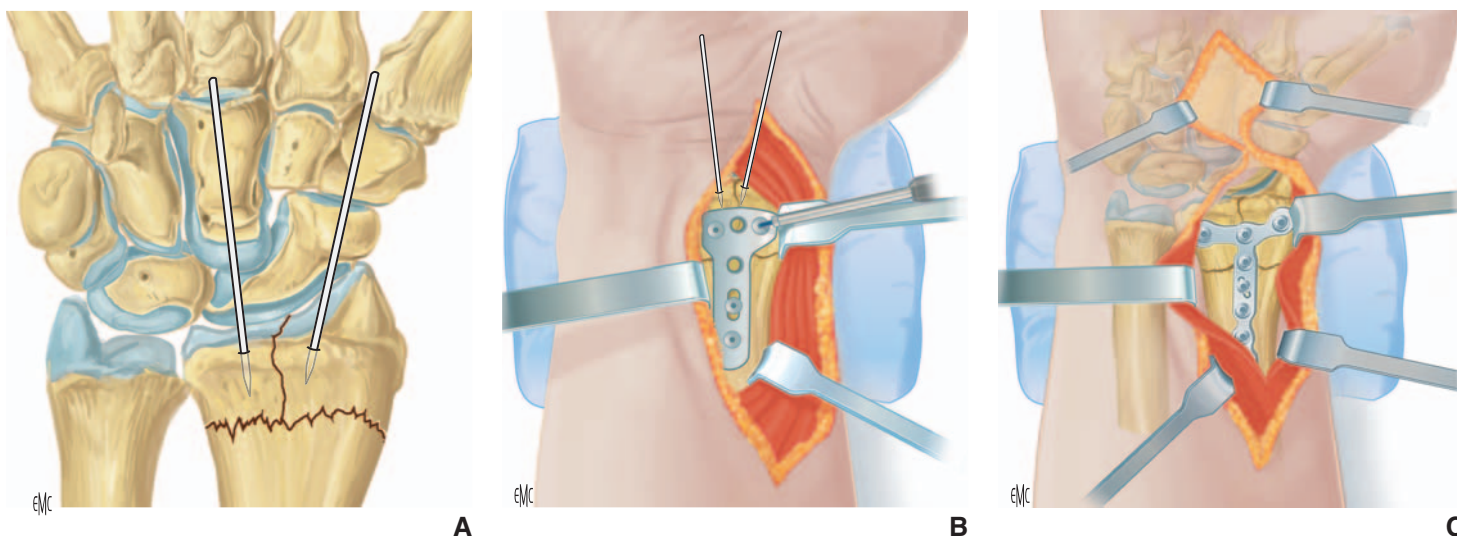


Figure 9. Technique de pose d'une plaque antérieure vissée.

A. Réduction et stabilisation provisoire par broches.

B. Vissage progressif diaphysaire puis épiphysaire.

C. Vissage avec ou sans verrouillage.

styloïdien radial associé, un brochage complémentaire doit être utilisé. Classiquement, il s'agit d'une broche intrastyloïdienne et jamais intrafocale. La fermeture (avec réinsertion des éléments désinsérés) se fait sur un Redon aspiratif. Une contention complémentaire par attelle baleinée est en règle placée pour 15 jours à visée antalgique, mais cette attitude est discutée. Toutefois la protection de la pronosupination peut justifier une attelle brachiopalmaire si la radio-ulnaire distale est atteinte.

Il existe de nombreuses séries publiées dans la littérature, que la fracture soit extra-articulaire ou articulaire, la classique

fracture marginale antérieure, et même dans ce cas, les vis distales doivent être placées [17, 28-31].

L'ablation du matériel est souhaitable chez le sujet jeune, en général 1 an après l'intervention.

L'apport récent des vis verrouillables dans la plaque est intéressant pour éviter les déplacements secondaires, même en cas d'ostéoporose. Elles permettent de réaliser une véritable fixation interne et maintiennent l'épiphyse s'il y a un tassement métaphysaire, ce que le fixateur externe seul ou les plaques classiques ne permettent pas [32] (Fig. 11).



Figure 10. Plaque antérieure à effet console pour fracture à déplacement antérieur.
A, B. Fracture extra-articulaire basculée en avant.
C, D. Plaque-console antérieure sans vis épiphysaire.
E. Glissement-raccourcissement sous la plaque en quelques semaines.

Plaques pour fractures à déplacement postérieur ^[33]

Plaques antérieures

L'ostéosynthèse par une plaque antérieure est actuellement largement utilisée pour les fractures à déplacement dorsal prédominant. Elle permet d'assurer la stabilité de la réduction, de supprimer le risque de raccourcissement secondaire dû à la comminution métaphysaire, et contrôle la comminution dorsale et ventrale. Elle peut être associée à des broches et un fixateur externe en neutralisation dans les fractures complexes intra- et extra-articulaires du sujet jeune à haute énergie.

Cette technique devient la technique de choix pour les fractures à déplacement postérieur, et les études prospectives comparatives montrent sa supériorité sur les résultats radiologiques et cliniques ; le progrès venant de la possibilité de bloquer la vis dans les trous par un pas de vis dans la tête.

Plaques postérieures ^[34]

L'ostéosynthèse par plaque dorsale est proposée par certains auteurs et utilisée quasi systématiquement ^[35] ; toutefois, les résultats de l'étude comparative prospective de Grewal et al. sont troublants car ils montrent de meilleurs résultats avec broches et fixateur qu'avec la plaque dorsale (Fig. 12).

Plaques à vis verrouillables (Fig. 13)

Récemment sont apparues des plaques dont les vis, surtout à destinée épiphysaire, peuvent être verrouillées dans les trous de la plaque. La technique est intéressante car elle permet idéalement de stabiliser les fragments épiphysaires même en cas d'ostéoporose et d'éviter la bascule de ceux-ci malgré un placement correct dans les plaques ancien modèle. Mais la littérature est très contradictoire lorsqu'on regarde les études comparatives ^[36-38].



Figure 11. Ostéosynthèse par plaque antérieure avec vis épiphysaires.
A, B. Face et profil d'une fracture articulaire à déplacement antérieur.
C, D. Ostéosynthèse complète avec brochage lunotriquétral devant une lésion ligamentaire associée.

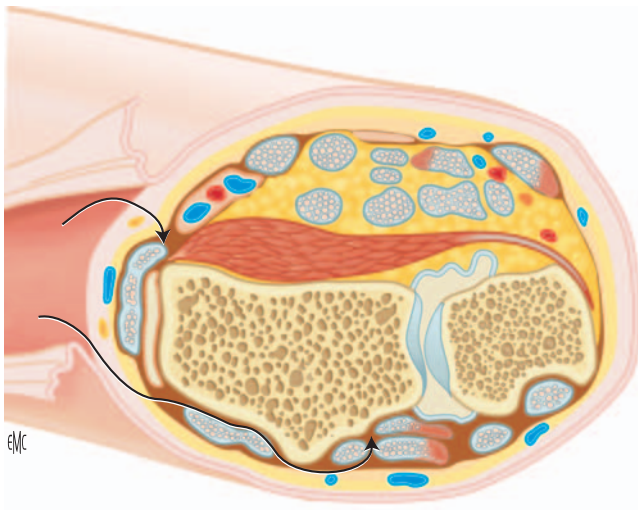
Ostéosynthèses mixtes pour fractures complexes

C'est actuellement le traitement idéal, le but étant de reconstruire une articulation radiocarpienne anatomique [40-43]. Elle est en fait née des échecs de l'embrochage intrafocal en présence d'une comminution antérieure (initiale ou iatrogène) responsable d'une bascule épiphysaire antérieure secondaire. Progressivement, la technique a été étendue aux fractures articulaires, en T comme en « croix », que le déplacement soit postérieur ou antérieur. Ceci a permis, dans un nombre non négligeable de cas, de se dispenser du fixateur externe et d'obtenir une réduction de meilleure qualité [44]. Ces ostéosynthèses associent plaque, broches, fixateur externe parfois et même greffe osseuse ou artificielle [45]. On y trouve l'ostéosynthèse en vasque (Fig. 14) et les associations plaques, broches et fixateur externe de neutralisation (Fig. 15).

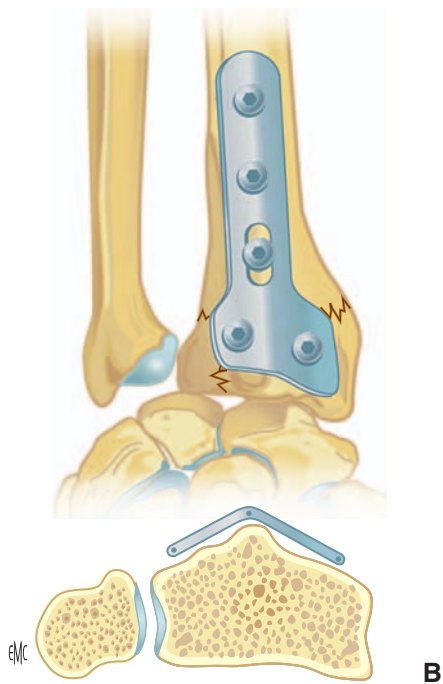
La technique comporte trois temps importants :

- premier temps opératoire : l'abord antérieur (précédemment décrit) permet de positionner d'emblée la plaque en T et de réaliser le vissage proximal sus-fracturaire de celle-ci, mais sans serrer complètement les vis ;
- deuxième temps opératoire : l'embrochage intrafocal est réalisé selon le protocole précédemment décrit. On réalise la réduction par manœuvre externe douce pour ne pas aggraver la comminution antérieure. Le triple brochage intrafocal est alors réalisé selon la technique déjà décrite (en partie sous contrôle de la vue). Les broches doivent passer de part et d'autre de la plaque dans la corticale antérieure ;
- troisième temps opératoire : la plaque antérieure, déjà en place, est fixée par serrage complet des vis, y compris au niveau de l'épiphyse.

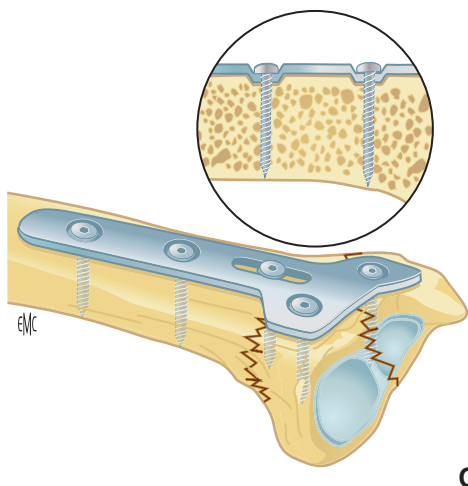
Avant la fermeture, il est souhaitable de réaliser un contrôle radiographique (sous amplificateur de brillance en particulier)



A



B



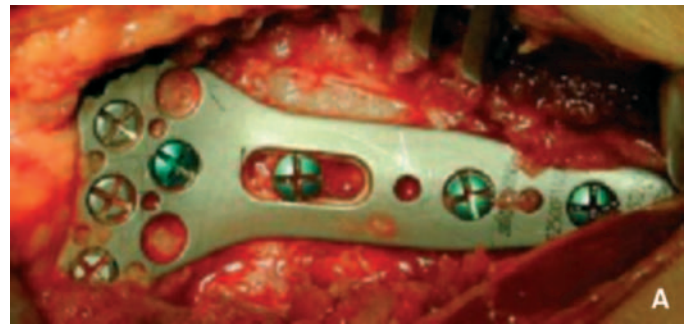
C

Figure 12. Ostéosynthèse des fractures à déplacement dorsal par plaque postérieure.

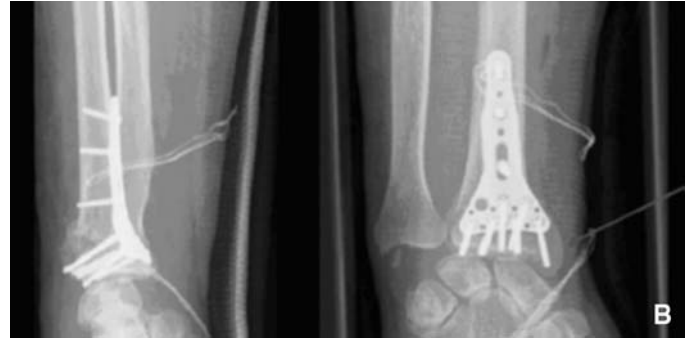
A. Voies d'abord externes en soulevant les différents compartiments dorsaux.

B. Plaque prémoulée postérieure.

C. Autre dessin de plaque avec une partie épiphysaire oblique.



A



B



C



D

Figure 13. Ostéosynthèse par plaque verrouillable.

A. Modèle de plaque.

B. Ostéosynthèse par ce modèle de plaque.

C. Autre exemple de fracture à déplacement.

D. Ostéosynthèse verrouillée

pour vérifier la réduction et le positionnement du matériel avant section des broches à ras sous la peau et fermeture des incisions en regard en un plan. L'abord antérieur est fermé par un plan cutané avec drainage par drain aspiratif pour certains.



Figure 14. Ostéosynthèse en vasque ou combinée.
A, B. Fracture comminutive extra- et intra-articulaire à déplacement dorsal.
C, D. Ostéosynthèse en vasque-plaque antérieure et broches dorsale et latérale.
E, F. Résultat de qualité avec récupération des critères radiologiques de réduction.

“ À retenir

La fracture du radius distal doit être analysée de façon à corriger les déplacements articulaires ; le pronostic [39] est là. La correction métaphysaire et l'orientation de la glène radiale sont importantes, mais souvent des insuffisances d'orientation sont bien tolérées, ce qui n'est pas le cas des enfoncements oubliés, et des fragments articulaires basculés et non réduits. L'abord chirurgical doit donc être préféré à un traitement à foyer fermé dès que la fracture est intra-articulaire, instable et déplacée chez le sujet jeune.

Une contention est le plus souvent réalisée par plâtre anté-brachiopalmaire ou simple attelle palmaire. Cela dépend du type de fracture et de la stabilité du montage.

Le fixateur externe comme appoint est intéressant pour neutraliser la fracture sans distraction. Il est souvent indispensable lorsque seules les broches peuvent être utilisées pour fixer des fragments articulaires trop petits pour être accessibles à des vis et à la plaque [46].

N'oublions pas l'intérêt des greffes en urgence, soit avec un substitut osseux, soit avec un greffon corticospongieux qui a une meilleure tenue mais qui pose des problèmes en urgence (Fig. 16).

Fixateur externe seul [47, 48]

Le fixateur externe ne doit plus être utilisé seul [49] (Fig. 17). C'est la technique qui donne les plus mauvais résultats (symposium SOFCOT 2000). Si on l'utilise, c'est associé à une ostéosynthèse complétée par plaque et broches dans les fractures complexes à haute énergie [50]. Le fixateur est alors utilisé pour neutraliser la fracture et protéger les fragments articulaires qui eux ont été réduits et fixés (Fig. 18). Le principe de ligamentotaxis [51] est intéressant mais dangereux (algodystrophie).



Figure 15. Fracture complexe extra- et intra-articulaire radiocarpienne et radio-ulnaire.

A, B. Face et profil.

C. Image tomodensitométrique montrant les lésions d'enfoncement articulaire.

D, E. Ostéosynthèse complète par abord chirurgical, réduction, ostéosynthèse par plaque antérieure, broches et fixateur externe de neutralisation.

Certains auteurs utilisent un montage radoradial dans les fractures métaphysaires déplacées [47].

Des travaux récents avec une méta-analyse de Margalio et al. [52] ne retrouvent pas de différence entre le fixateur externe face à la fixation interne.

Technique : les deux broches radiales sont placées sur le bord latéral de la diaphyse radiale après repérage par amplificateur de brillance et petite incision. Les deux broches distales sont placées sur la face latérale du deuxième métacarpien en réglant le corps du fixateur de façon à ce que le centre soit articulé, avec une rotule mobilisable si on le souhaite pour réaliser un montage dynamique [47].

■ Gestes associés

Articulation radio-ulnaire distale et fracture de la tête de l'ulna

Si l'atteinte de la styloïde ulnaire ne requiert un traitement particulier que si elle est totalement fracturée et entraîne une instabilité, il n'en est pas de même pour la fracture de la tête ou du col. En ce cas, la stabilisation de la fracture est nécessaire pour éviter tout risque de déplacement secondaire et surtout

toute translation frontale aboutissant à un déséquilibre radio-ulnaire distal et à une main bote, fonctionnellement et morphologiquement dommageable.

Pour la fracture du col (ou de la diaphyse basse), la mise en place d'une courte plaque vissée paraît la solution sage (Fig. 19). On utilise alors une autre voie d'abord dorsale séparée. Pour la fracture de la tête, on peut opter plus simplement pour un double brochage percutané.

Son instabilité postréductionnelle, en cas de traitement orthopédique, malgré la position de supination, doit conduire à une ostéosynthèse de la styloïde ulnaire, voire de la tête. Les lésions du complexe fibrocartilagineux triangulaire (TFCC) sont fréquentes et difficiles à apprécier en urgence [53-56]. Ces lésions sont appréciées sur les clichés de face après réduction, et l'existence d'un diastasis et d'une instabilité de la tête après ostéosynthèse du radius distal permet d'évaluer les problèmes.

Lésions intracarpennes associées

Parmi les lésions carpiennes concomitantes, il convient d'insister plus précisément sur deux d'entre elles, non exceptionnelles :

- la rupture scapholunaire [39, 57] : elle ne doit pas être négligée et justifie sa remise en tension par réinsertion sur ancrs avec brochage scapholunaire pendant les 6 semaines nécessaires à sa cicatrisation ; une contention plâtrée est nécessaire

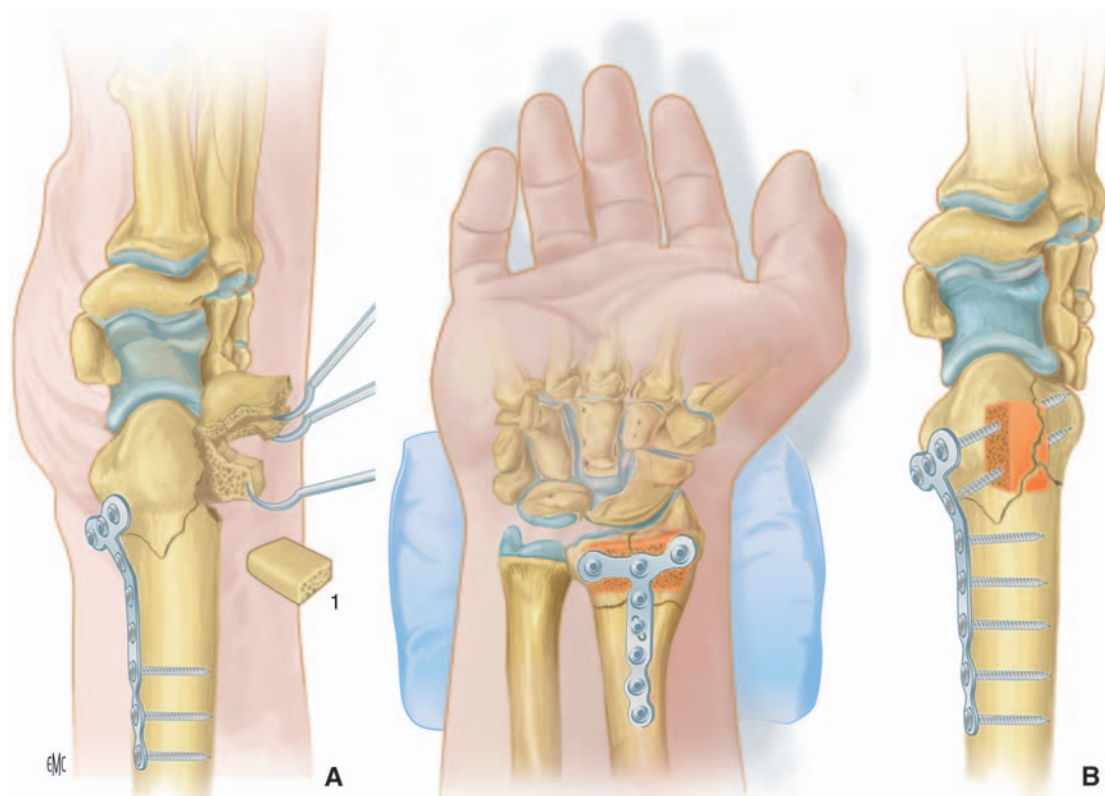
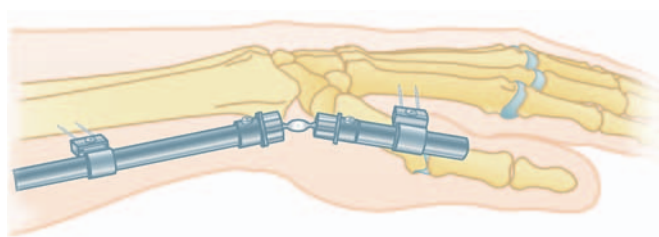


Figure 16.

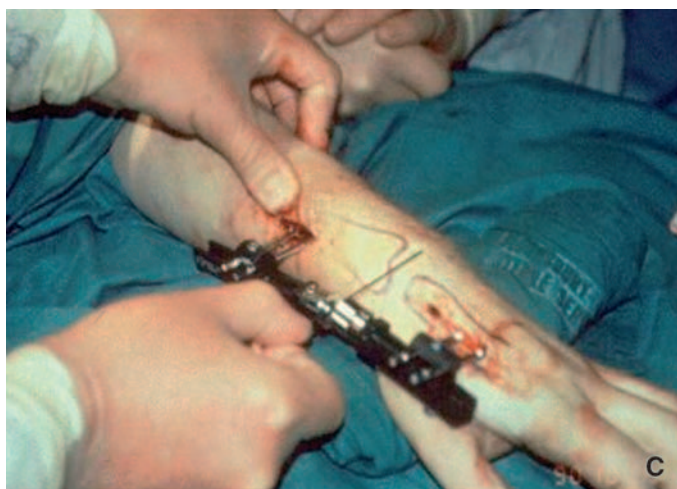
A, B. Technique d'encastrement d'un greffon osseux (1) avant vissage de la partie épiphysaire de la plaque.



A



B



C



D

Figure 17. Fixateur externe. Principes d'utilisation.

A. Fixateur en place, latéral, deux broches radiales diaphysaires et deux broches latérales métacarpiennes.

B. Fixateur en situation avec la position de la rotule de mobilisation déverrouillable en regard de la tête du capitatum.

C. Fixateur en place.

D. Montage épiphysaire radioradial de deux broches transversales dorsales nécessitant une pièce en T.



Figure 18. Exemple de montage insuffisant avec fixateur externe et simples broches uniquement à foyer fermé.

A. Cliché préopératoire.

B, C. Montage en apparence satisfaisant.

D. Réduction correcte de face.

E. Persistance d'une bascule dorsale de profil. Il fallait utiliser une plaque antérieure verrouillée.

pendant cette durée ; on peut la dépister aisément s'il existe un diastasis scapholunaire, dès les clichés faits en urgence. La bascule en *dorsal intercalated segmental instability* (DISI) est difficile d'appréciation sur le profil si la fracture est déplacée en arrière. Les lésions lunotriquétrales fréquentes cicatrisent le plus souvent, pas les ruptures complètes scapholunaires ;

- la fracture du scaphoïde associée [58] : elle est l'indication d'une ostéosynthèse complémentaire, par vis, voire par broches si la fracture est comminutive.

Il est possible, d'après les travaux de Berger et Amadio et al., de prédire la gravité des éventuelles lésions ligamentaires associées grâce à des calques sur un cliché de face [59].

Apport de l'arthroscopie (Fig. 20)

L'arthroscopie du poignet dans les fractures complexes du sujet jeune peut apprécier les déplacements intra-articulaires et participer à la stabilisation par broche [60]. Elle permet également d'apprécier l'état des cartilages et des ligaments intercarpiens et en particulier scapholunaires. Toutefois, elle nécessite un entraînement particulier et ne s'adresse qu'à des fractures à composante articulaire limitée très épiphysaires. Les ruptures capsulaires et la perte d'étanchéité font courir un risque de diffusion du liquide. Dans les cas où elle reste recommandée, l'arthroscopie permet de parfaire la réduction articulaire [61-63].



Figure 19. Fracture comminutive distale des deux os de l'avant-bras chez une personne de plus de 80 ans.

A, B. Clichés préopératoires.

C, D. Montage satisfaisant par plaque antérieure radiale et brochage proximodistal de l'ulna.

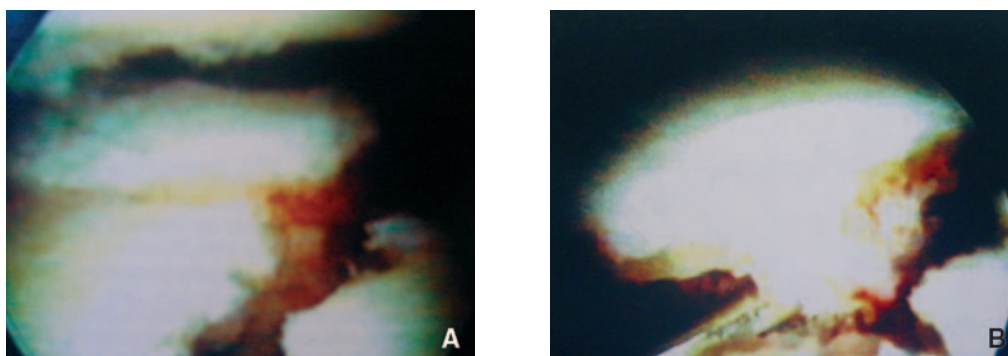


Figure 20.

A, B. Photos floues de traits articulaires du radius en vision arthroscopique.



Références

- [1] Jupiter JB. Current concept review: fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1991;**73**:461-9.
- [2] Castaing J, et le Club des Dix. Les fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulte. *Rev Chir Orthop* 1964;**50**:581-96.
- [3] Chammas M, Meyer zu Reckendorf G, Allieu Y. Mécanismes et classifications des fractures du radius distal de l'adulte. In: Allieu Y, editor. *Fractures distales de l'adulte - Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°67*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1998. p. 28-47.
- [4] Melone CP. Articular fractures of the distal radius. *Orthop Clin North Am* 1984;**15**:217-36.
- [5] Melone Jr. CP. Distal radius fractures: patterns of articular fragmentation. *Orthop Clin North Am* 1993;**24**:239-53.
- [6] Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg Am* 1986;**68**:647-59.
- [7] Rodriguez-Merchan EC. Management of comminuted fractures of the distal radius in adult. Conservative or surgical. *Clin Orthop Relat Res* 1998;**353**:53-62.
- [8] Herzberg G, Dumontier C. Symposium : les fractures fraîches du radius distal chez l'adulte. *Rev Chir Orthop* 2000;**86**(suppl1):1585-8.
- [9] Shankar NS, Craxford AD. Comminuted Colles' fractures: a prospective trial of management. *J R Coll Surg Edinb* 1995;**37**:199-202.
- [10] Pruitt DL, Gilula LA, Manske PR, Vannier MW. Computed tomography scanning with image reconstruction in evaluation of distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]* 1994;**19**:720-7.
- [11] Schernberg F. Roentgenographic examination of the wrist: a systematic study of the normal, lax and injured wrist. Part 1: the standard and positional views. *J Hand Surg [Br]* 1990;**15**:210-9.
- [12] Schernberg F. Roentgenographic examination of the wrist: a systematic study of the normal, lax and injured wrist. Part 2: stress views. *J Hand Surg [Br]* 1990;**15**:220-8.
- [13] Judet T, Piriou P, de Thomasson E. Traitement orthopédique des fractures de Pouteau-Colles selon R. Judet. In: Allieu Y, editor. *Fractures distales de l'adulte - Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°67*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1998. p. 58-66.
- [14] Chamay A. Considération sur les limites de la tolérance du traitement conservateur des fractures du poignet. *Ann Chir* 1977;**31**:340-2.
- [15] Sarmiento A, Zagorski JB, Sinclair WF. Functional bracing of Colles' fractures: a prospective study of immobilisation in supination vs pronation. *Clin Orthop Relat Res* 1980;**146**:175-83.
- [16] De Palma AF. Comminuted fracture of the distal end of the radius treated by ulnar pinning. *J Bone Joint Surg Am* 1952;**34**:651-62.
- [17] Chammas M, Coulet B, Valverde M, Lazerge C, Deblock N, Mallet JL, et al. Les fractures fraîches du radius distal chez l'adulte. *Rev Chir Orthop* 2001;**87**(suppl5):88.
- [18] Ebelin M, Delaunay C, Le Balch T, Nordin JY. Embrochage élastique selon la technique de Py dans les fractures du radius distal. In: Allieu Y, editor. *Fractures distales de l'adulte - Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°67*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1998. p. 103-10.
- [19] Flisch CW, Della Santa DR. Ostéosynthèse des fractures du radius distal par embrochage souple centro-médullaire (l'expérience genevoise). *Ann Chir Main* 1998;**17**:245-54.
- [20] Kapandji IA. Ostéosynthèse par double embrochage intra-focal. Traitement fonctionnel des fractures non articulaires de l'extrémité inférieure du radius. *Ann Chir* 1976;**30**:903-8.
- [21] Kapandji IA. L'embrochage intra-focal des fractures de l'extrémité inférieure du radius dix ans après. *Ann Chir Main* 1987;**6**:57-63.
- [22] Delattre O, Besson A, Uzel M, Mousellard H, Rouvillain JL, Catonné Y. Brochage intrafocal modifié dans les fractures de l'extrémité inférieure du radius. *Rev Chir Orthop* 1996;**82**(suppl2):11.
- [23] Lenoble E, Dumontier C, Goutallier D, Apoil A. Fractures of the distal radius. A prospective comparison between transstyloid and Kapandji fixations. *J Bone Joint Surg Br* 1995;**77**:562-7.
- [24] Mortier JP, Baux S, Uhl JF, Mimoun M, Mole B. Importance du fragment postéro-interne et son brochage spécifique dans les fractures de l'extrémité inférieure du radius. *Ann Chir Main* 1983;**2**:219-29.
- [25] Kerboul L, Charrois O, Vastel L, Ducloyer P, Courpié JP, Kerboul M. Ostéosynthèse par plaque des fractures marginales antérieures du radius distal. In: Allieu Y, editor. *Fractures distales de l'adulte - Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°67*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1998. p. 144-9.
- [26] Augereau B, Lance D, Kerboul M. L'ostéosynthèse par plaque des fractures instables du poignet à déplacement antérieur. *Int Orthop* 1983;**7**:55-9.
- [27] Ducloyer P, Kerboul M. L'ostéosynthèse par plaque dans les fractures de l'extrémité inférieure du radius à déplacement antérieur. *Rev Chir Orthop* 1990;**76**:451-9.
- [28] Cauchoux J, Duparc J, Postel M. Les fractures luxations marginales antérieures du radius. *Rev Chir Orthop* 1960;**46**:233-45.
- [29] Dionis Du Séjour H, Basset J, Apoil A. Fractures marginales antérieures de l'épiphyse radiale inférieure. *Ann Chir* 1966;**20**:238-45.
- [30] Largier A, Dupuis JF. Fractures marginales antérieures du radius chez l'adulte. In: *Actualités de chirurgie à Garches. (T13)*. Paris: Masson; 1976. p. 183-96.
- [31] Fernandez DL, Jupiter JB. Articular marginal shearing fractures. In: *Fracture of the distal radius. A practical approach to management*. New York: Springer; 1996. p. 159-88.
- [32] Gerard Y, Bardoux J, Segal P. Traitement de certaines fractures épiphysaires par plaque console. *Rev Chir Orthop* 1973;**59**:593-607.
- [33] Bradway JK, Amadio PC, Cooney WP. Open reduction and internal fixation of displaced, comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1989;**71**:839-47.
- [34] Vichard P, Brientini JM, Elias BE, Ridoux PE. Ostéosynthèse de principe des fractures déplacées de l'extrémité inférieure du radius. Place de la plaque console postérieure. À propos d'une série prospective de 60 observations. *Rev Chir Orthop* 1992;**78**(suppl1):163-4.
- [35] Grewal R, Perey B, Wilmsink M, Stothers K. A randomized prospective study on the treatment of intra-articular distal radius fractures: open reduction and internal fixation with dorsal plating versus mini open reduction, percutaneous fixation, and external fixation. *J Hand Surg [Am]* 2005;**30**:764-72.
- [36] Blythe M, Stoffel K, Jarrett P, Kuster M. Volar versus dorsal locking plates with and without radial styloid locking plates for the fixation of dorsally comminuted distal radius fractures: A biomechanical study in cadavers. *J Hand Surg [Am]* 2006;**31**:1587-93.
- [37] Trease C, McIlff T, Toby EB. Locking versus nonlocking T-plates for dorsal and volar fixation of dorsally comminuted distal radius fractures: a biomechanical study. *J Hand Surg [Am]* 2005;**30**:756-63.
- [38] Ruch DS, Papadonikolakis A. Volar versus dorsal plating in the management of intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]* 2006;**31**:9-16.
- [39] Rongières M, Laques D, Roques B, Mansat M. Fractures de l'extrémité distale du radius et lésions ligamentaires intracarpiennes. In: Allieu Y, editor. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1998. p. 218-24.
- [40] Fernandez DL, Geissler WB. Treatment of displaced articular fractures of the radius. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:375-84.
- [41] Missakian ML, Cooney WP, Amadio PC, Glidewell HL. Open reduction and internal fixation for distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]* 1992;**17**:745-55.
- [42] Porter ML, Tillman RM. Pilon fractures of the wrist. Displaced intra-articular fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Br]* 1992;**17**:63-8.
- [43] Lipton HA, Wollestein R. Operative treatment of intra-articular distal radial fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1996;**327**:110-24.
- [44] Bass RL, Blair WF, Hubbard PP. Results of combined internal and external fixation for the treatment of severe AO-C3 fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Am]* 1995;**20**:373-81.
- [45] McBirnie J, Court-Brown CM, McQueen MM. Early open reduction and bone grafting for unstable fractures of the distal radius. *J Bone Joint Surg Br* 1995;**77**:571-5.
- [46] Rogachevsky RA, Lipson SR, Applegate B, Ouellette EA, Savenor AM, McAuliffe JA. Treatment of severely comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius by open reduction and combined internal and external fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2001;**83**:509-19.
- [47] Pennig DW. Dynamic external fixation of distal radius fractures. *Hand Clin* 1993;**9**:587-602.
- [48] Jakim I, Pieterse HS, Sweet MB. External fixation for intra-articular fractures of the distal radius. *J Bone Joint Surg Am* 1991;**73**:302-6.
- [49] Mudgal C. Distraction of the carpus due to external fixation of comminuted fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Br]* 1995;**19**:262.

- [50] Sommerkamp TG, Seeman M, Silliman J, Jones A, Patterson S, Walker J, et al. Dynamic external fixation of unstable fractures of the distal part of the radius. A prospective, randomized comparison with static external fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1994;**76**:1149-61.
- [51] Vidal J, Buscayret C, Fischbach C, Brahini B, Paron M, Escare P. Une méthode originale dans le traitement des fractures comminutives de l'extrémité inférieure du radius : le taxis ligamentaire. *Acta Orthop Belg* 1977;**43**:781-9.
- [52] Margaliot Z, Haase SC, Kotsis SV, Myra Kim H, Chung KC. A meta-analysis of outcomes of external fixation versus plate osteosynthesis for unstable distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]* 2005;**30**:1185-99.
- [53] Mohanti RC, Kar N. Study of triangular fibrocartilage of the wrist joint in Colles' fracture. *Injury* 1980;**11**:321-4.
- [54] Faierman E, Jupiter JB. The management of acute fractures involving the distal radio-ulnar joint and the distal ulna. *Hand Clin* 1998;**14**:213-29.
- [55] Lindau T, Adlercreutz C, Aspenberg P. Peripheral tears of the fibrocartilage complex cause distal radioulnar joint instability after distal radial fractures. *J Hand Surg [Am]* 2000;**25**:464-8.
- [56] Rizzo C, Genestet M, Le Nen D. Lésions associées de l'articulation radio-ulnaire distale. Symposium de la SOFCOT 2000. Fractures fraîches du radius distal. *Rev Chir Orthop* 2001;**87**:110-5.
- [57] Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH, McIntyre LW, Whipple TL. Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1996;**78**:357-65.
- [58] Slade 3rd JF, Taksali S, Safanda J. Combined fractures of the scaphoid and distal radius: a revised treatment rationale using percutaneous and arthroscopic techniques. *Hand Clin* 2005;**21**:427-41.
- [59] Berger RA, Amadio PC. Predicting palmar radio-carpal ligament disruption in fractures of the distal articular surface of the radius involving the palmar cortex. *J Hand Surg [Br]* 1994;**19**:108-13.
- [60] Mehta JA, Bain GI, Heptinstall RJ. Anatomical reduction of intra-articular fractures of the distal radius. An arthroscopically-assisted approach. *J Bone Joint Surg Br* 2000;**82**:79-86.
- [61] Geissler WB. Arthroscopically assisted reduction of intra-articular fractures of the distal radius. *Hand Clin* 1995;**11**:19-29.
- [62] Lindau T, Arner M, Hagberg L. Intra-articular lesions in distal fractures of the radius in young adults. A descriptive arthroscopic study in 50 patients. *J Hand Surg [Br]* 1997;**22**:638-43.
- [63] Doi K, Hattori Y, Otsuka K, Abe Y, Yamamoto H. Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius: arthroscopically assisted reduction compared with open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1999;**81**:1093-110.

M. Rongières, Maître de conférences des Universités, praticien hospitalier, président de la Fédération européenne des services urgences mains (rongieres.m@chu-toulouse.fr).

Laboratoire d'anatomie appliquée, Faculté de médecine Rangueil, service de chirurgie orthopédique et traumatologie, Centre hospitalier universitaire Toulouse – Purpan, place du Docteur-Baylac, 31059 Toulouse cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Rongières M. Traitement des fractures récentes de l'extrémité distale de l'avant-bras chez l'adulte. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-344, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-340]

Voie d'abord des deux os de l'avant-bras

Bernard Cadot : Chef de clinique

Christophe Oberlin : Praticien hospitalier, maître de conférences des Universités

Hôpital Bichat, service d'orthopédie et traumatologie (Pr Alnot), 46, rue Henri-Huchard, 75877 Paris cedex 18 France

Résumé

Les fractures des deux os de l'avant-bras sont fréquentes et leur traitement est le plus souvent chirurgical chez l'adulte. La réduction de ces fractures doit être anatomique, en particulier au niveau du radius dont il faut respecter la courbure pronatrice. L'abord et la synthèse directs sont donc le plus souvent nécessaires. Or, cet abord recèle certains pièges, notamment en ce qui concerne le radius.

L'abord de la diaphyse radiale est préférentiellement antérieur, comportant une dissection soignée entre paquet vasculonerveux et masse musculaire.

Il faut résister à la tentation d'aborder le tiers proximal du radius par une voie externe en raison de la menace que représente cet abord pour la branche postérieure du nerf radial.

Enfin, il est parfois possible d'exposer les deux os par une voie unique comme pour le traitement d'une fracture de Monteggia avec une incision postéroexterne sur la tête radiale, prolongée le long de la crête ulnaire. De même la résection d'une synostose radio-ulnaire supérieure se fait en rasant le bord latéral de l'ulna jusqu'à la membrane interosseuse.

© 1995 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

ABORD ANTÉRIEUR DU RADIUS (DEUX TIERS SUPÉRIEURS)

Cet abord permet d'exposer l'articulation huméroradiale ainsi que les deux tiers proximaux du radius.

Indication

- Synthèse des fractures du radius.
- Chirurgie tumorale.

Installation

Décubitus dorsal, membre supérieur en supination sur une table à bras, garrot à la racine du membre.

Incision

Elle commence un peu au-dessus du pli de flexion du coude en regard du sillon bicipital externe et descend sur l'avant-bras, au bord interne du muscle brachioradial (long supinateur). Elle est brisée dans le pli de flexion du coude, afin d'éviter la constitution d'une bride cicatricielle (**fig. 1**).

Le fascia antibrachial est ouvert en regard de l'incision cutanée. On aura pris soin de ligaturer les veines superficielles et de repérer la branche sensitive du nerf cutané antibrachial latéral (musculocutané). Celle-ci perfore le fascia antibrachial au bord externe du tendon du biceps. Le nerf sera écarté en dedans avec le tendon du biceps et le muscle brachial (brachial antérieur).

En écartant le muscle brachioradial en dehors, on dégage en profondeur, au niveau du pli de flexion du coude, le nerf radial qui se divise à ce niveau en 2 branches : la branche profonde, motrice, qui plonge entre les 2 chefs du muscle supinateur, et la branche superficielle, sensitive, qui chemine à la face profonde du muscle brachioradial (**fig. 2**).

L'avant-bras étant placé en supination maximale, on met en évidence l'insertion médiale du muscle supinateur après avoir lié l'artère récurrente radiale (**fig. 3**). On désinsère en sous-périosté de dedans en dehors le muscle supinateur, en emportant la branche profonde du nerf radial (**fig. 4**). Pour dégager le reste de la diaphyse radiale jusqu'à la métaphyse inférieure, il faut porter l'avant-bras en pronation, ce qui permet de repérer l'insertion du pronator teres (rond pronateur) et de la contourner par en dehors.

Il faut passer entre branche sensitive du nerf radial et muscle brachioradial en dehors, fléchisseur radial du carpe (grand palmaire), long fléchisseur du pouce et artère radiale en dedans (**fig. 5**).

La fermeture comprend la réinsertion du supinateur (court supinateur), l'avant-bras étant porté en supination.

Remarque

Cette voie nécessite une dissection soigneuse, il faut en particulier bien repérer l'insertion du tendon du biceps sur la tubérosité bicipitale, et désinsérer le muscle supinateur en

partant de cette insertion, l'avant-bras placé en supination maximale.

Elle a l'avantage d'exposer la totalité de la face antérieure du radius qui offre une surface plane au matériel d'ostéosynthèse.

L'artère radiale, repérée sur lacs, est réclinée en dedans pour l'abord des deux tiers proximaux du radius alors qu'elle sera réclinée en dehors avec la branche sensitive du nerf radial pour l'abord du tiers inférieur.

Haut de page

ABORD ANTÉRIEUR DE L'EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU RADIUS

L'installation est la même que pour l'abord des deux tiers supérieurs. L'avant-bras est en supination.

Indication

- Synthèse des fractures de l'extrémité inférieure du radius avec déplacement antérieur, cals vicieux.
- Chirurgie tumorale.

Incision (fig. 6)

Elle est située au bord radial du muscle fléchisseur radial du carpe (grand palmaire), mesure environ 6 cm de long et est éventuellement brisée au niveau du pli de flexion du poignet, si l'on souhaite un agrandissement vers l'éminence thénar.

On récline en dehors le muscle brachioradial (long supinateur) avec le paquet radial repéré sur lacs, et on récline en dedans les muscles fléchisseur radial du carpe, fléchisseur superficiel des doigts et long fléchisseur du pouce, découvrant ainsi le muscle carré pronateur. Celui-ci est désinséré du radius à son bord externe et récliné en dedans. La face antérieure de l'épiphyse radiale est ainsi totalement exposée (fig. 7 et 8).

La fermeture se fera par réinsertion du muscle carré pronateur, puis suture des plans superficiels.

Cette voie a l'avantage de pouvoir être prolongée vers le haut, comme décrite ci-dessus, et vers le bas, pour l'exposition antérieure du scaphoïde.

Haut de page

ABORD POSTÉROEXTERNE DU RADIUS (DEUX TIERS SUPÉRIEURS)

Cette voie ne doit pas être considérée comme une voie d'abord du radius, mais plutôt comme une voie permettant d'exposer le nerf interosseux postérieur, branche motrice du nerf radial. Il faudra d'ailleurs commencer par repérer celui-

ci en cas de chirurgie itérative pour ablation de matériel posé par abord postéroexterne.

Installation

En décubitus dorsal, membre supérieur sur table à bras, garrot à la racine du membre.

Incision

Il faut repérer en haut la saillie de l'épicondyle latéral, et en bas la saillie de la styloïde radiale. L'incision est faite sur environ 12 cm de long sur la ligne unissant ces 2 points. Le danger est d'être trop postérieur et de s'engager dans la loge des muscles extenseurs (fig. 9).

Une fois le tissu sous-cutané incisé, il faut rechercher le bon interstice entre muscles extenseurs radiaux du carpe (radiaux) et muscles extenseurs des doigts. Ces derniers adhèrent fortement au fascia antibrachial postérieur et c'est dans la partie basse de l'incision qu'il est plus aisé de les différencier. On peut également s'aider de la mobilisation du poignet pour repérer le bord médial du muscle court extenseur radial du carpe (2^e radial) (fig. 10).

Une fois cet interstice repéré, on peut passer soit entre les 2 muscles extenseurs radiaux du carpe, soit entre extenseurs radiaux du carpe et extenseur commun des doigts.

On découvre alors les fibres du muscle supinateur et la branche postérieure du nerf radial qui émerge entre muscles supinateur et long abducteur du pouce. Si cela est nécessaire, on peut désinsérer le faisceau superficiel du muscle supinateur en portant l'avant-bras en supination maximale (fig. 11).

Cette voie peut être prolongée vers le bas, selon la ligne rejoignant la styloïde radiale. Il faut alors écarter en avant le muscle brachioradial ainsi que le paquet vasculaire radial, en arrière les muscles long abducteur du pouce et court extenseur du pouce qui surcroisent les muscles extenseurs radiaux du carpe (fig. 12).

Haut de page

ABORD COMBINÉ DE L'EXTRÉMITÉ SUPÉRIEURE DES DEUX OS DE L'AVANT-BRAS

Indication

Fracture de la tête radiale et fracture de l'extrémité supérieure de l'ulna.
Synostose radio-ulnaire proximale.

Installation

Le patient est installé habituellement en décubitus dorsal avec une table à bras et un coussin sous le coude. On peut aussi utiliser le décubitus latéral, le bras posé sur un appui à arthrodèse, l'avant-bras pendant verticalement devant

l'opérateur.

Incision (fig. 13)

Cette voie est la combinaison de la voie dite « de l'anconé » permettant d'exposer la tête radiale et d'une voie exposant l'ulna en détachant le muscle extenseur ulnaire du carpe (cubital postérieur) de la crête ulnaire.

L'incision cutanée part de l'épicondyle latéral, se dirige obliquement vers la crête ulnaire qu'elle rejoint environ 4 travers de doigts au-dessous de la pointe de l'olécrâne. Elle se prolonge ensuite à la demande sur la crête ulnaire.

Le fascia est sectionné près de la crête ulnaire, et on désinsère le muscle extenseur ulnaire du carpe (cubital postérieur) en le réclinant en dehors. Vers le haut, il faut suivre le bord externe du muscle anconé vers l'épicondyle latéral à partir de son insertion sur la crête (fig. 14).

En passant au ras de l'ulna, on désinsère au bistouri les muscles extenseurs et on arrive ainsi sur la membrane interosseuse. La partie haute de l'incision permet d'exposer et de faire une ostéosynthèse d'une éventuelle fracture de la tête radiale. Après ouverture de la capsule, on coupe obliquement le ligament annulaire, ce qui permet de le fermer en faisant éventuellement une plastie d'agrandissement en fin d'intervention (fig. 15).

Les muscles désinsérés reprendront leur place en masse sur le squelette, sans qu'il soit nécessaire de les réinsérer.

[Haut de page](#)

ABORD POSTÉRIEUR DE L'EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU RADIUS OU DE L'ARTICULATION RADIO-ULNAIRE DISTALE

Indication

Poignet rhumatoïde.
Fracture de l'extrémité inférieure du radius avec bascule postérieure.
Apport osseux dans les fractures avec enfoncement.
Chirurgie de l'articulation radio-ulnaire distale.

Installation

Le sujet est en décubitus dorsal, le membre supérieur sur une table à bras en pronation avec le garrot à la racine du membre.

Incision (fig. 16 A)

Elle est légèrement oblique en haut et en dedans, partant de la base du 2^e métacarpien et remontant jusqu'à 3 ou 4 cm au-dessus de la styloïde ulnaire. Elle croise la saillie du tubercule de Lister.

Pas de décollement sous-cutané superficiel, il faut prendre soin d'épargner les filets cutanés dorsaux du nerf radial et du nerf ulnaire ; quelques veines sont

ligaturées. Le retinaculum des extenseurs (ligament annulaire dorsal) est isolé. On repère ses bords supérieur et inférieur puis on se porte sur son bord ulnaire qui est incisé en regard du tendon extenseur ulnaire du carpe (cubital postérieur).

Le retinaculum est levé de dedans en dehors, en sectionnant les cloisons sagittales qui séparent les différentes coulisses tendineuses.

On expose ainsi les tendons extenseurs, l'articulation radio-ulnaire distale et l'extrémité inférieure du radius (fig. 16 B).

A la fermeture, on divise transversalement le retinaculum des extenseurs (ligament annulaire dorsal) en 2 portions : l'une, proximale, est passée sous les tendons extenseurs, évitant ainsi un éventuel conflit avec les surfaces osseuses ou le matériel d'ostéosynthèse. Elle est ensuite glissée sous le tendon extenseur ulnaire du carpe (cubital postérieur) puis suturée à elle-même, permettant ainsi de le stabiliser. L'autre, distale, est passée sur les tendons extenseurs reconstituant la poulie dorsale. Elle est réinsérée à son moignon d'origine (fig. 16 C).

Remarque

Pour un abord dorsal limité de l'extrémité inférieure du radius, il est toujours possible d'inciser le retinaculum dorsal a minima et d'écarter les tendons extenseurs en regard de la zone que l'on souhaite exposer.

Haut de page

ABORD DE L'ULNA

Indication

Synthèse de l'olécrâne et de la diaphyse ulnaire.

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal, membre supérieur sur une table à bras largement surélevée, afin de mettre l'avant-bras en pronation. On peut aussi utiliser le décubitus latéral, le bras reposant sur un appui à arthrodèse.

Incision (fig. 17, 18 et 19)

Elle est verticale, décalée de 3 mm en dedans de la crête ulnaire, afin que la cicatrice ne soit pas en zone d'appui en regard du matériel. Le contact osseux est immédiatement trouvé entre fléchisseur ulnaire du carpe (cubital antérieur) et extenseur ulnaire du carpe (cubital postérieur), permettant ainsi réduction et ostéosynthèse.

Haut de page

ABORD DE L'EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DE L'ULNA PAR VOIE DORSALE INTERNE

Indication

Synovectomie.
Luxation du tendon du muscle extenseur ulnaire du carpe (cubital postérieur).
Fracture de Galeazzi.

Incision (fig. 20)

Elle est située à la face dorsale de la tête ulnaire, dans l'axe du 4^e espace interdigital. On expose ainsi la tête ulnaire entre tendon du muscle extenseur ulnaire du carpe (cubital postérieur) et tendon du muscle extenseur propre du V.

On prend soin à ce niveau de ne pas léser, cheminant dans le tissu sous-cutané, la branche sensitive dorsale du nerf ulnaire. Celle-ci passe à la face dorsale de la main en croisant le bord interne du poignet en regard de la tête ulnaire.

Haut de page

CONCLUSION

Au total, quelques notions sont à retenir concernant les voies d'abord des deux os de l'avant-bras si l'on veut éviter certaines complications, avant tout nerveuses.

Eviter l'abord postéroexterne du tiers supérieur du radius. En cas d'ablation de plaque externe, commencer par repérer le nerf interosseux postérieur.

Se méfier de la branche cutanée dorsale du nerf ulnaire qui croise la tête ulnaire au poignet.

Lors de la fermeture ne pas fermer le fascia, geste qui pourrait être à l'origine d'un syndrome compartimental.

Références

- ALNOT JY, LEROUX D La synovectomie réaxation stabilisation du poignet rhumatoïde à propos de 25 cas. *Ann Chir Main* 1985 ; 4 : 294-305
- BAUER R, KERSCHBAUMER S, POISEL S. Voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique. Masson. Paris. 1988 ; pp 275-289
- CADENAT FM. Les voies de pénétration des membres. Doin. Paris. 1978 ; pp 121-154
- TUBIANA R, McCULLOUGH CJ, MASQUELET AC. Surgical exposure of the upper extremity. Martin Dunitz. London. 1990 ; pp 122-144

Fig 1 :

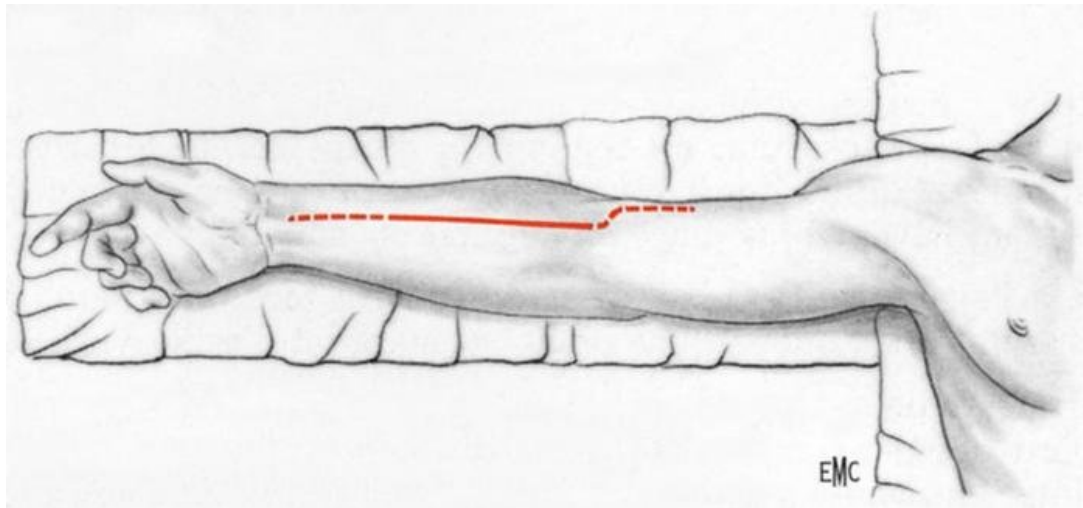


Fig 1 :

Installation de l'opéré.

Fig 2 :

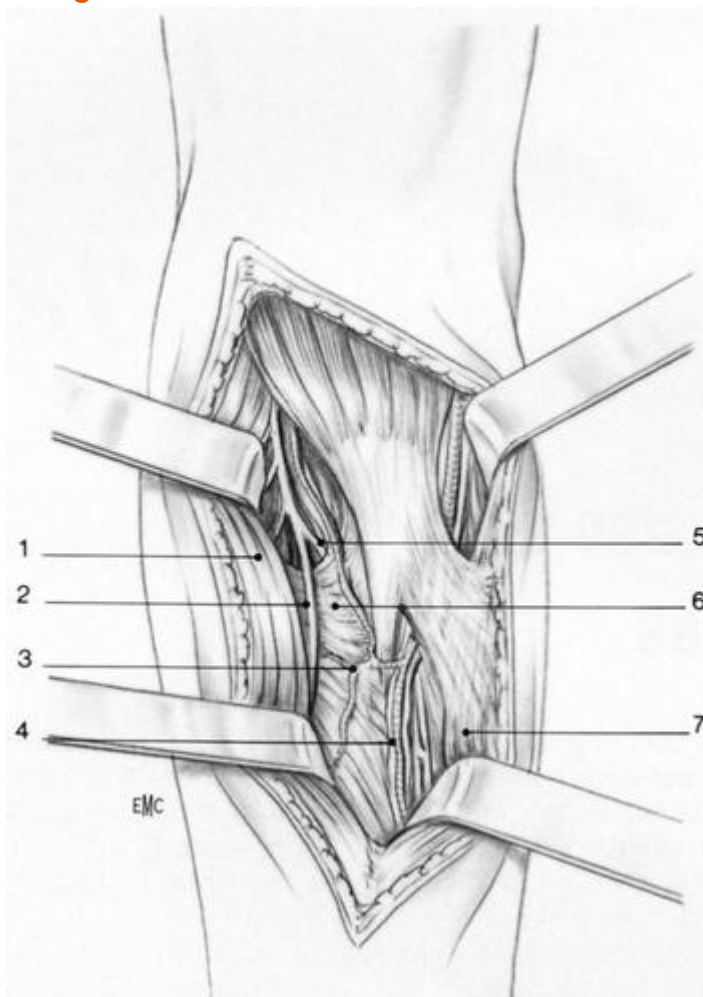


Fig 2 :

1. Muscle brachioradial.
2. Branche antérieure du nerf radial (sensitive).

3. Artère récurrente radiale
4. Artère radiale.
5. Nerf interosseux postérieur (branche postérieure du nerf radial).
6. Muscle supinateur.
7. Muscle fléchisseur radial du carpe.

Fig 3 :

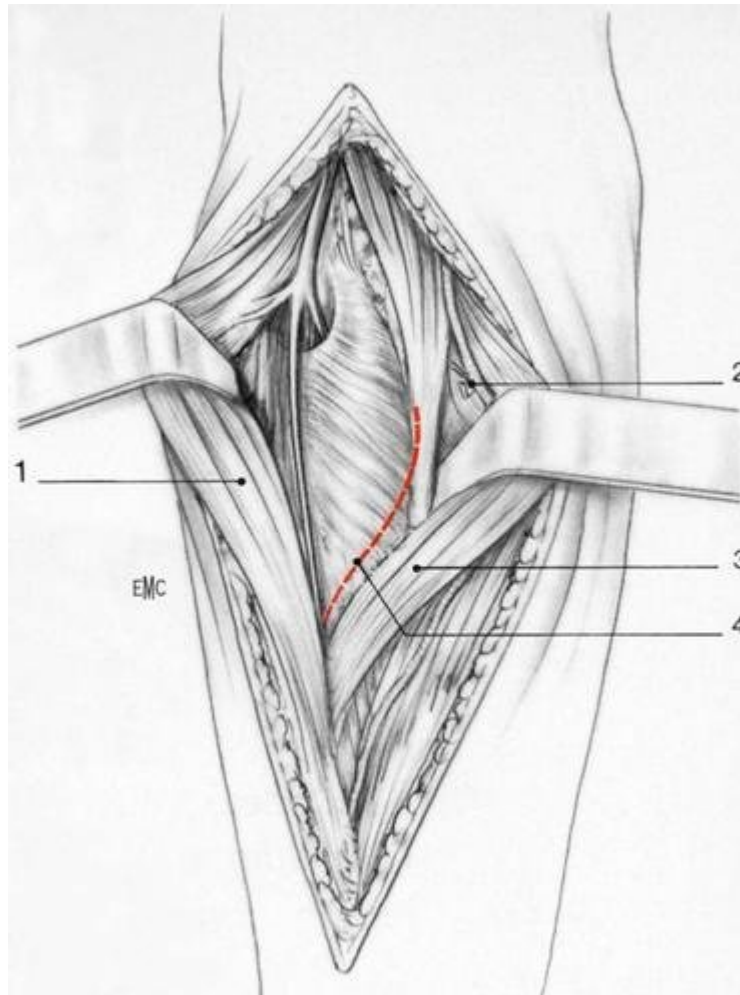


Fig 3 :

1. Muscle brachioradial écarté.
2. Artère récurrente radiale liée.
3. Muscle rond pronateur écarté.
4. Incision, avant-bras en supination.

Fig 4 :

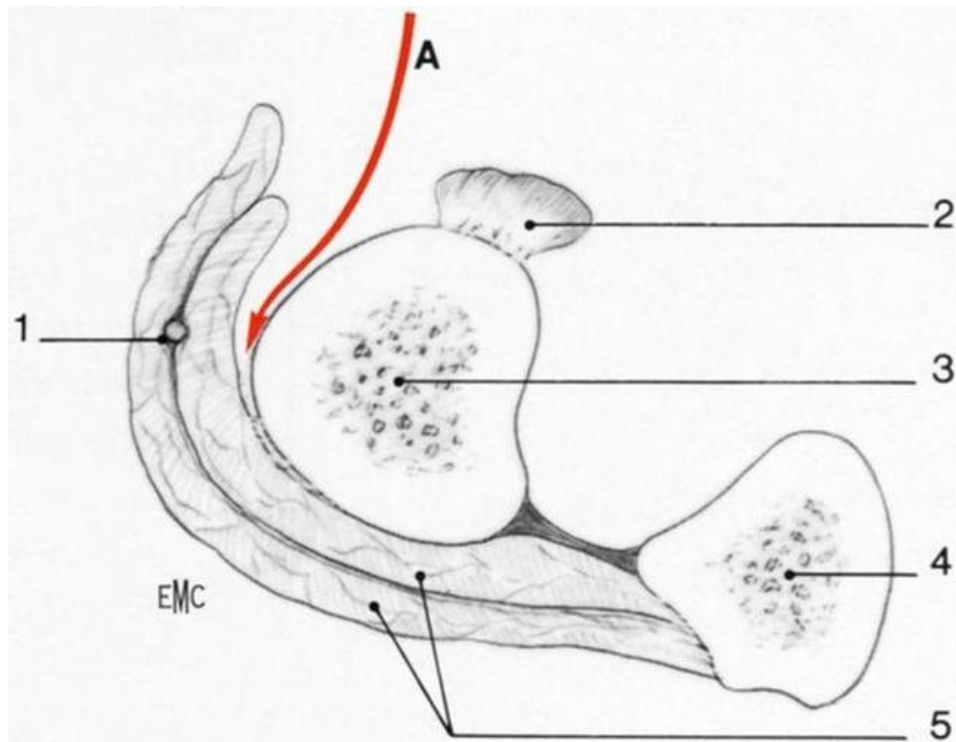


Fig 4 :

1. Nerf interosseux postérieur.
2. Tendon du muscle biceps.
3. Radius.
4. Ulna.
5. Les deux chefs du muscle supinateur.

A. Exposition du radius en réclinant en dehors les deux chefs du muscle supinateur, avant-bras en supination.

Fig 5 :

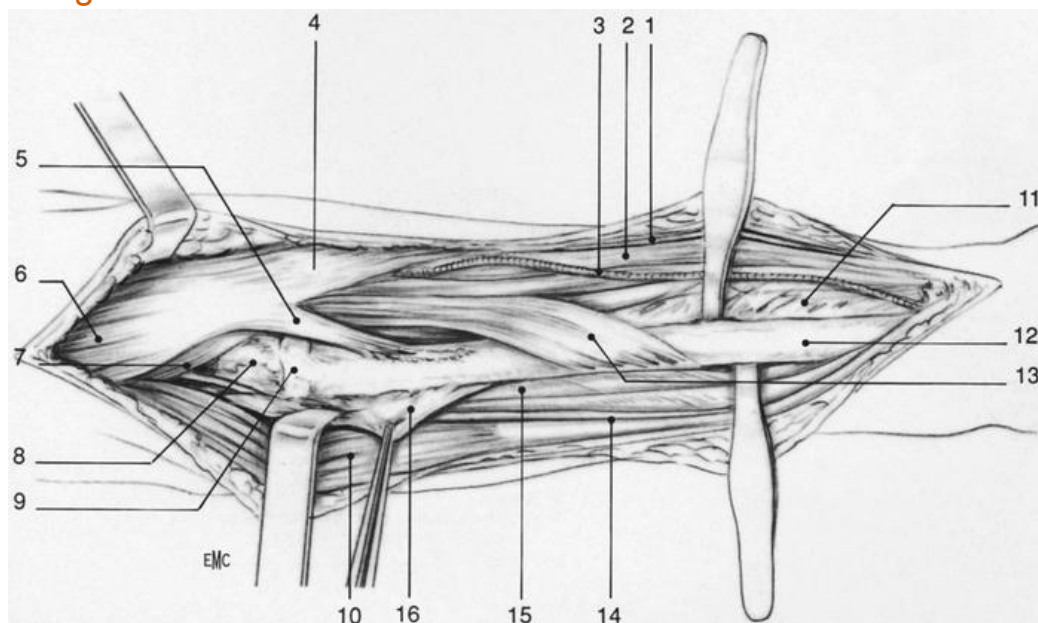


Fig 5 :

1. Nerf cutané antébrachial externe.
2. Muscle fléchisseur radial du carpe.
3. Artère radiale.
4. Expansion aponévrotique du muscle biceps.
5. Tendon bicipital.
6. Muscle biceps brachial.
7. Muscle brachial antérieur.
8. Condyle huméral.
9. Tête radiale.
10. Muscle brachioradial.
11. Muscle long fléchisseur du pouce.
12. Diaphyse radiale.
13. Muscle rond pronateur.
14. Branche sensitive du nerf radial.
15. Muscle premier radial.
16. Muscle supinateur récliné.

Fig 6 :

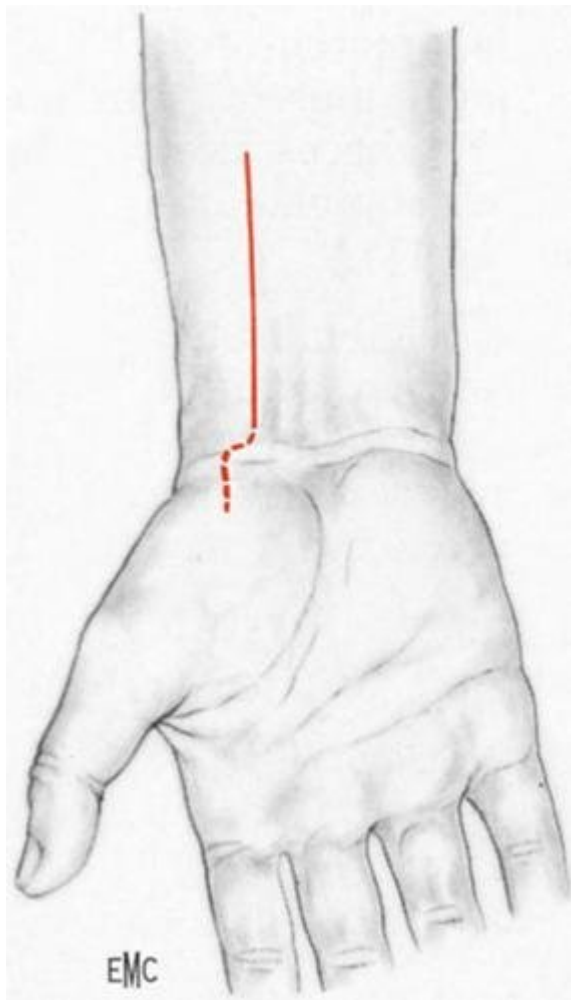


Fig 6 :

Abord antérieur de l'extrémité inférieure du radius.

Fig 7 :

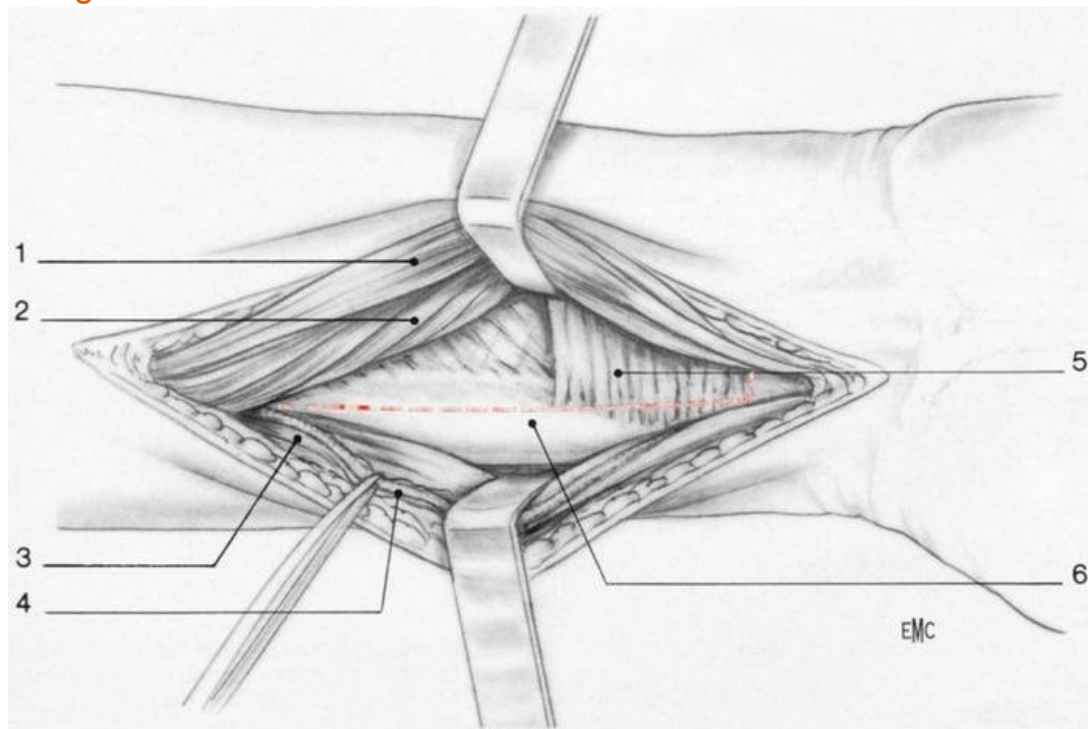


Fig 7 :

1. Muscle fléchisseur radial du carpe.
2. Muscles fléchisseur commun superficiel des doigts et long fléchisseur du pouce.
3. Muscle brachioradial.
4. Artère radiale et veines collatérales.
5. Muscle carré pronateur.
6. Radius.

Fig 8 :

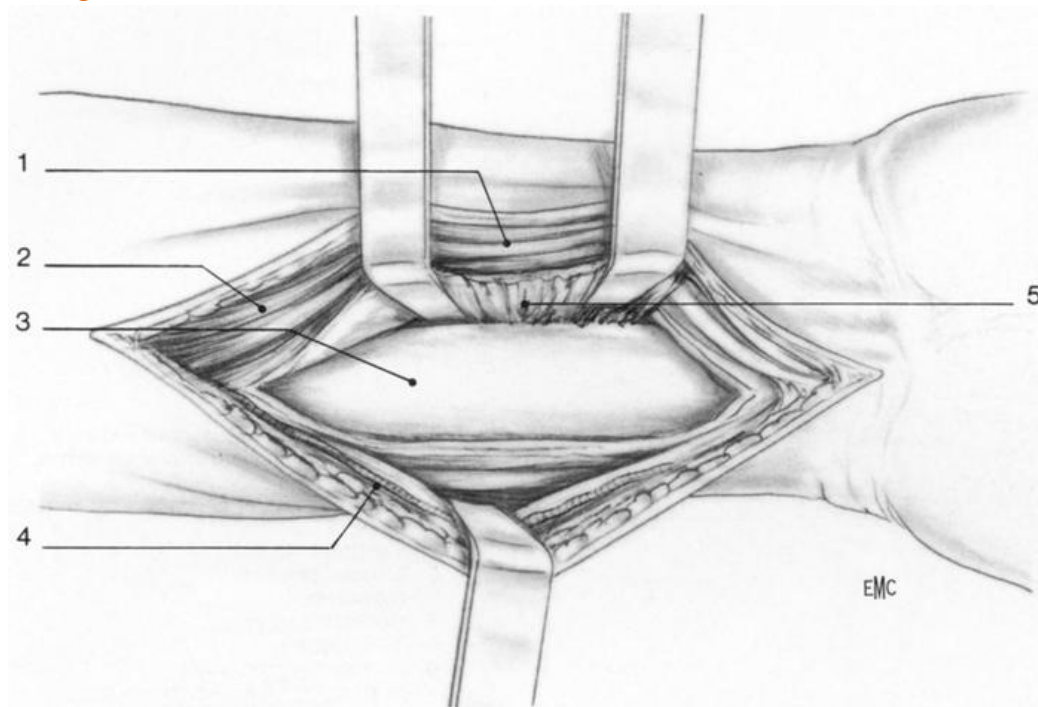


Fig 8 :

1. Muscle fléchisseur radial du carpe.
2. Muscles fléchisseur commun superficiel des doigts et long fléchisseur du pouce.
3. Radius.
4. Artère radiale et veines collatérales.
5. Muscle carré pronateur récliné.

Fig 9 :

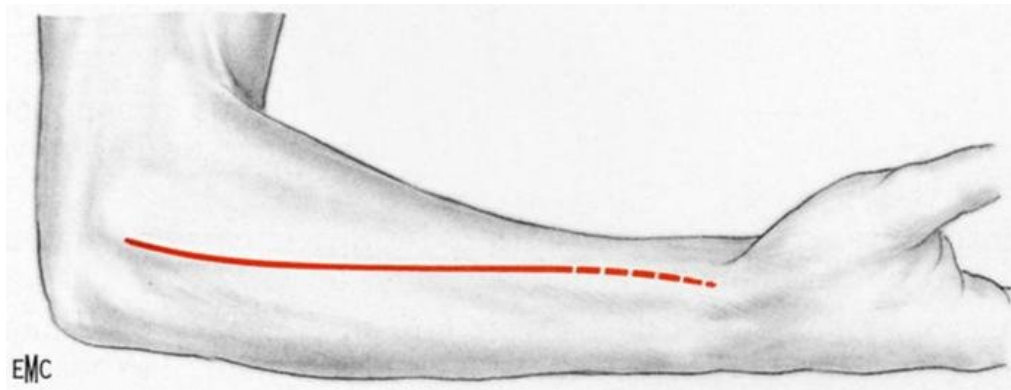


Fig 9 :

Voie d'abord du nerf interosseux postérieur.

Fig 10 :

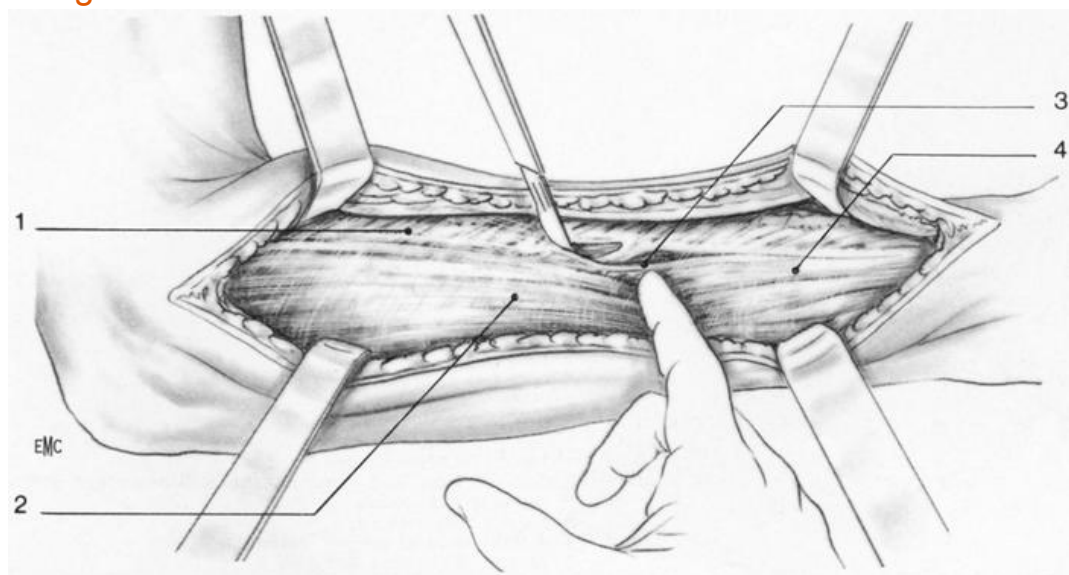


Fig 10 :

1. Muscle court extenseur radial du carpe.
2. Muscle extenseur commun des doigts.
3. Muscle long abducteur du pouce.
4. Muscle court extenseur du pouce.

Fig 11 :

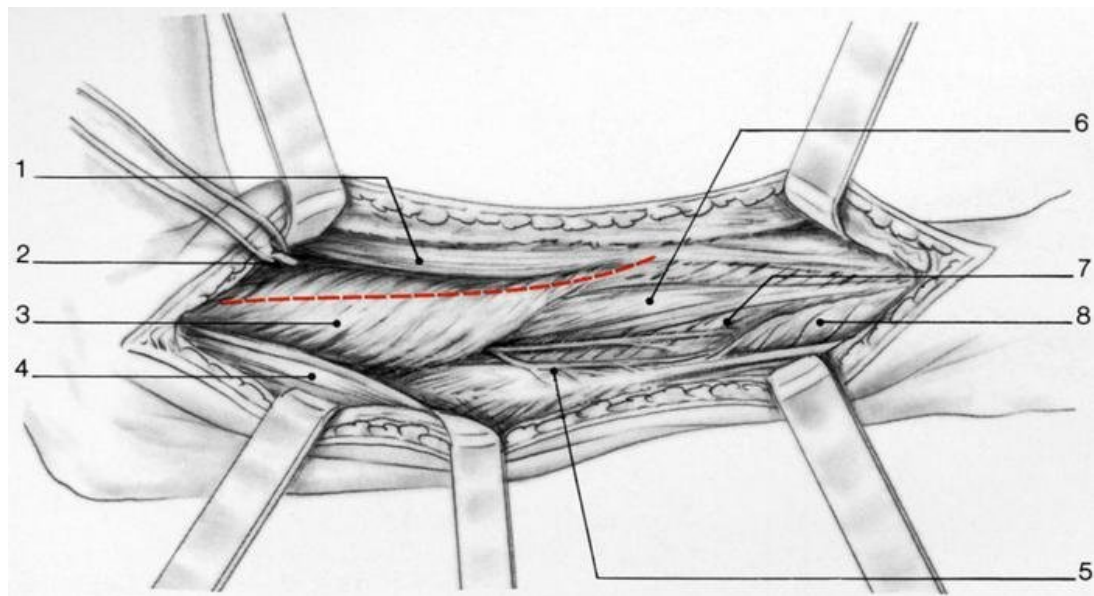


Fig 11 :

1. Muscle court extenseur radial du carpe.
2. Nerf interosseux postérieur.
3. Muscle supinateur.
4. Muscle extenseur commun des doigts.
5. Branches du nerf interosseux postérieur.
6. Muscle long abducteur du pouce.
7. Muscle court extenseur du pouce.
8. Muscle long extenseur du pouce.

Fig 12 :

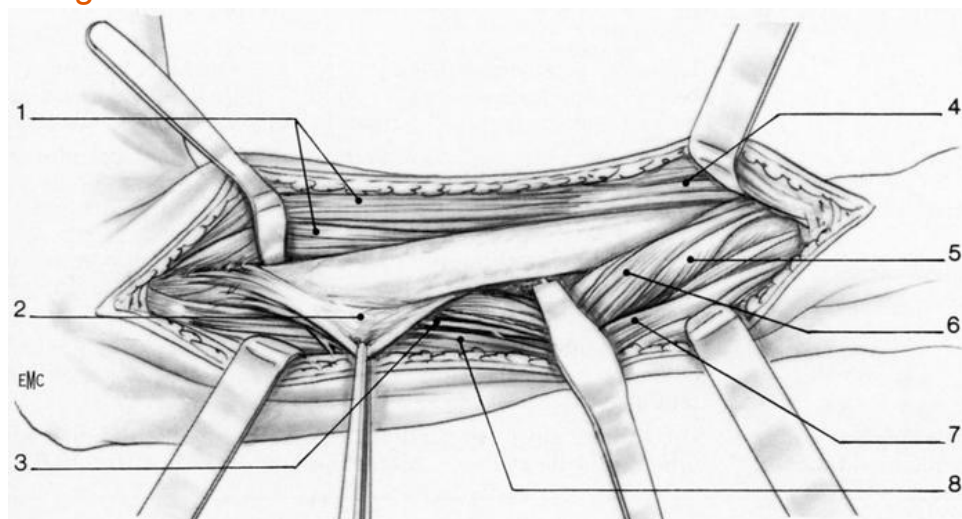


Fig 12 :

Avant-bras en pronation.

1. Muscles radiaux.

2. Muscle supinateur.
3. Nerf interosseux postérieur.
4. Tendons des muscles radiaux.
5. Muscle court extenseur du pouce.
6. Muscle long abducteur du pouce.
7. Muscle long extenseur du pouce.
8. Muscle extenseur commun des doigts.

Fig 13 :

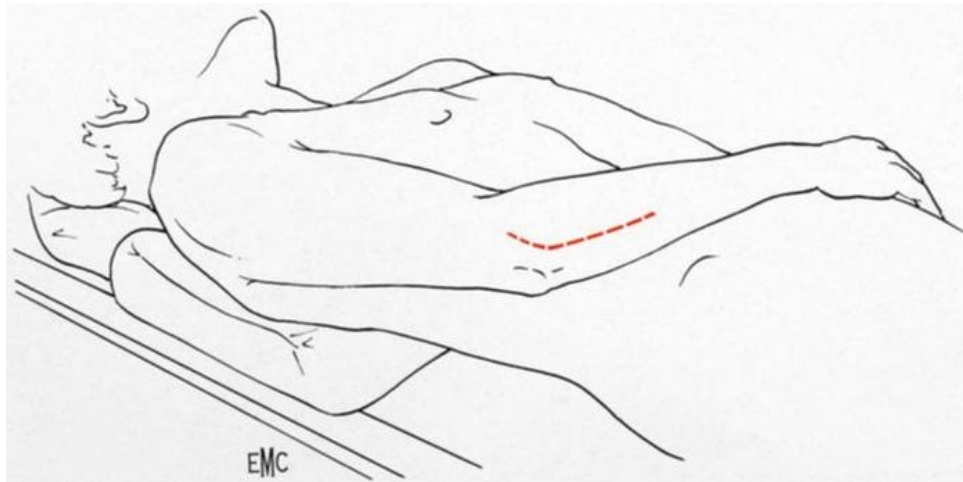


Fig 13 :

Abord de l'extrémité supérieure du radius et du cubitus selon Boyd. Incision cutanée.

Fig 14 :

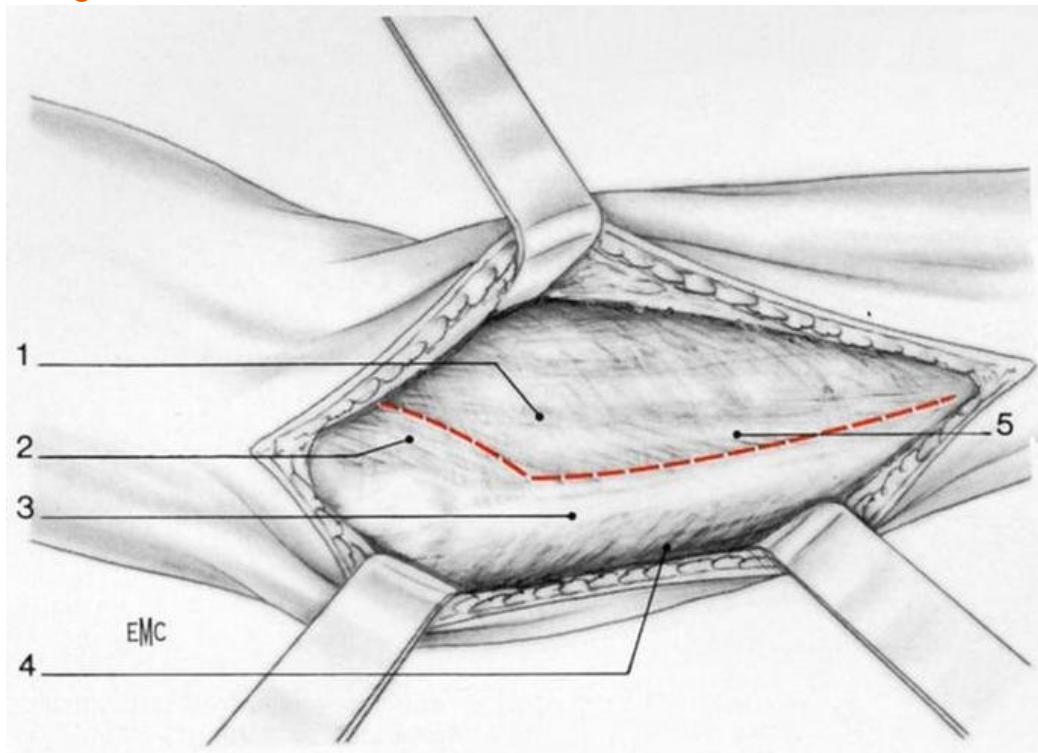


Fig 14 :

1. Muscle extenseur commun des doigts.
2. Muscle anconé.
3. Cubitus.
4. Muscle fléchisseur ulnaire du carpe.
5. Muscle extenseur ulnaire du carpe.

Fig 15 :

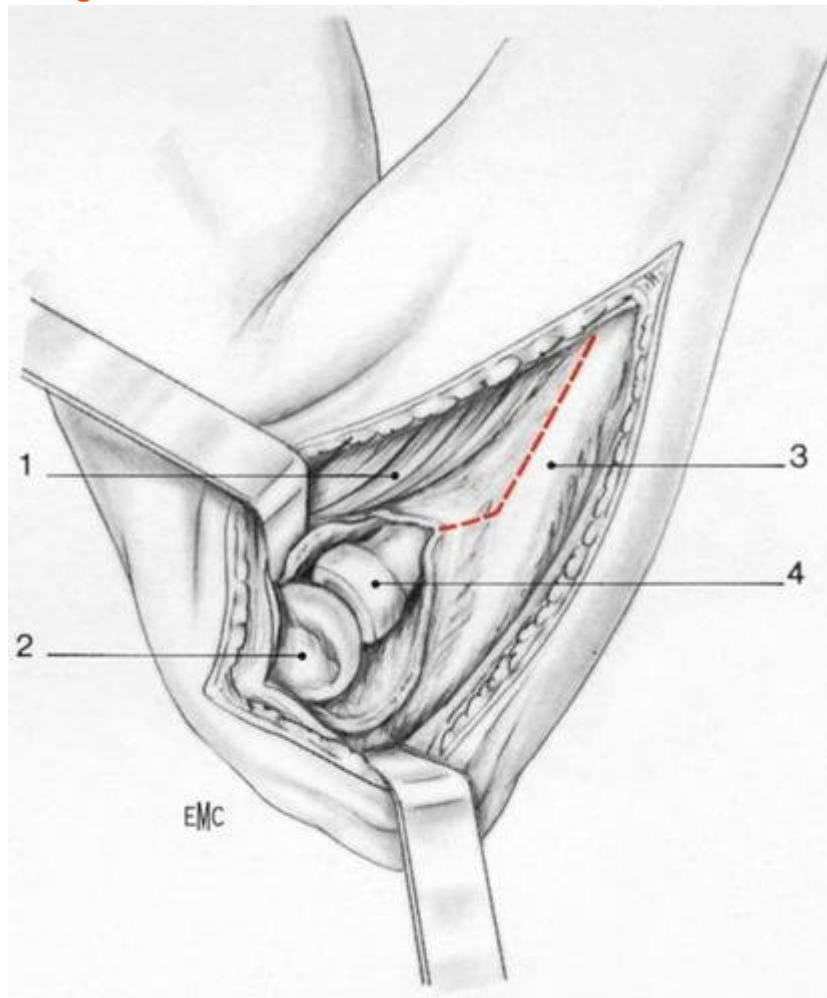


Fig 15 :

1. Muscle extenseur ulnaire du carpe.
2. Capitellum.
3. Ulna.
4. Tête radiale.

Fig 16 :

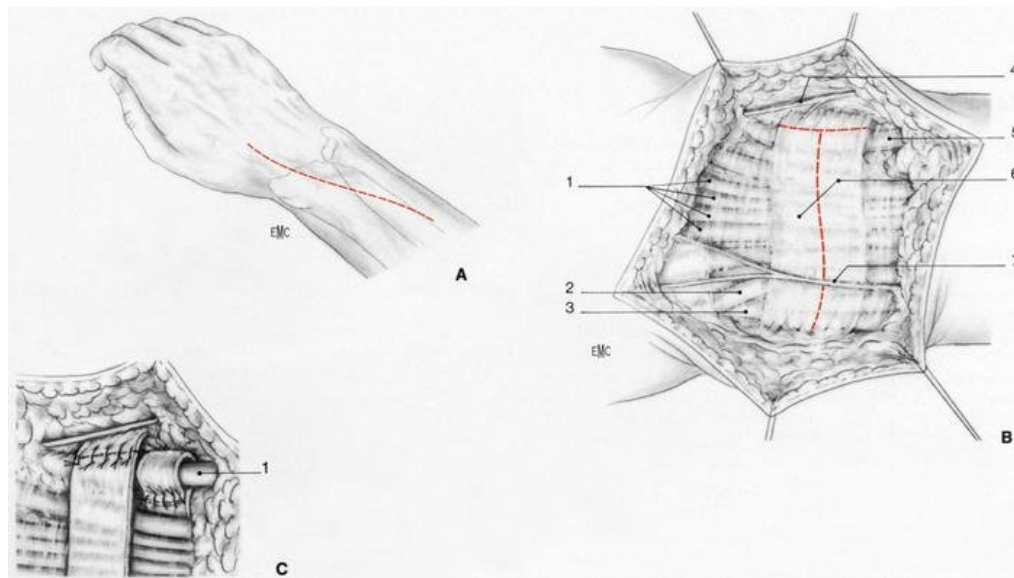


Fig 16 :

A. Abord postérieur de l'extrémité inférieure du radius ou de l'articulation radio-ulnaire distale.

B. 1. Tendons du muscle extenseur commun des doigts.

2. Tendon du muscle long extenseur du pouce.

3. Tendon du muscle court extenseur du pouce.

4. Rameau cutané dorsal du nerf ulnaire.

5. Tendon du muscle extenseur ulnaire du carpe.

6. Retinaculum dorsal.

7. Rameaux cutanés dorsaux du nerf radial.

C. 1. Tendon du muscle extenseur ulnaire du carpe ressanglé.

Fig 17 :

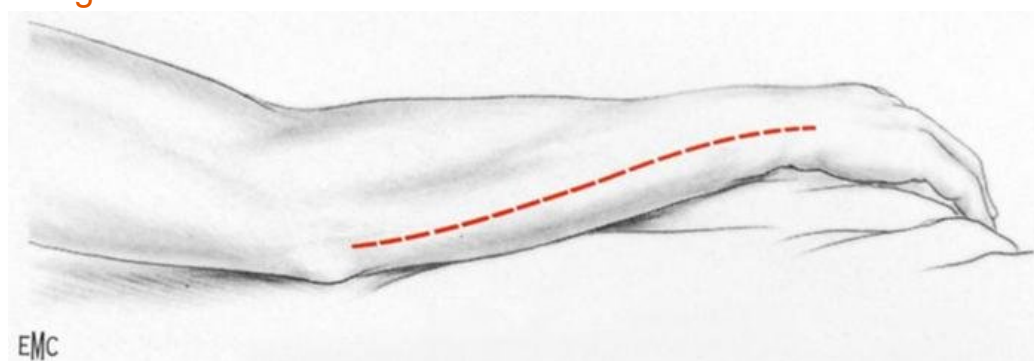


Fig 17 :

Abord de l'ulna. Incision cutanée.

Fig 18 :

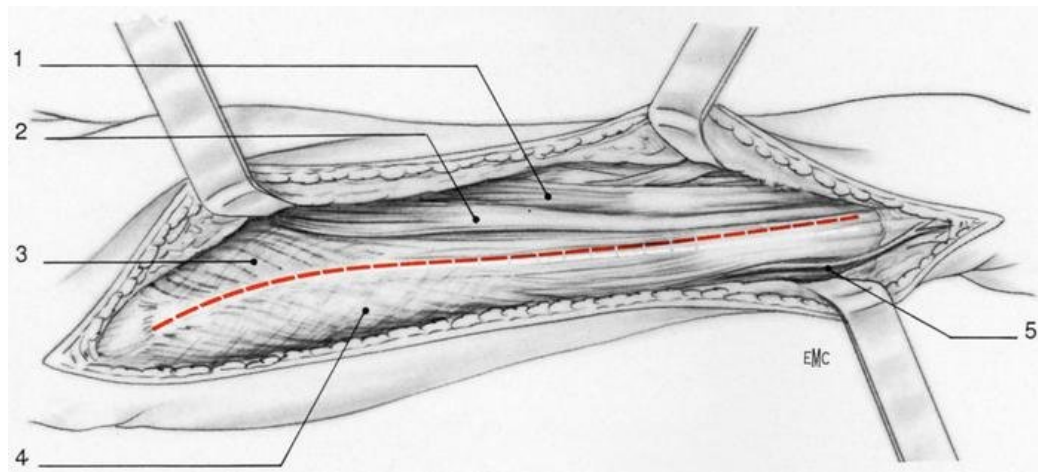


Fig 18 :

1. Extenseur commun des doigts.
2. Muscle extenseur ulnaire du carpe.
3. Muscle anconé.
4. Muscle fléchisseur ulnaire du carpe.
5. Branche postérieure du nerf ulnaire.

Fig 19 :

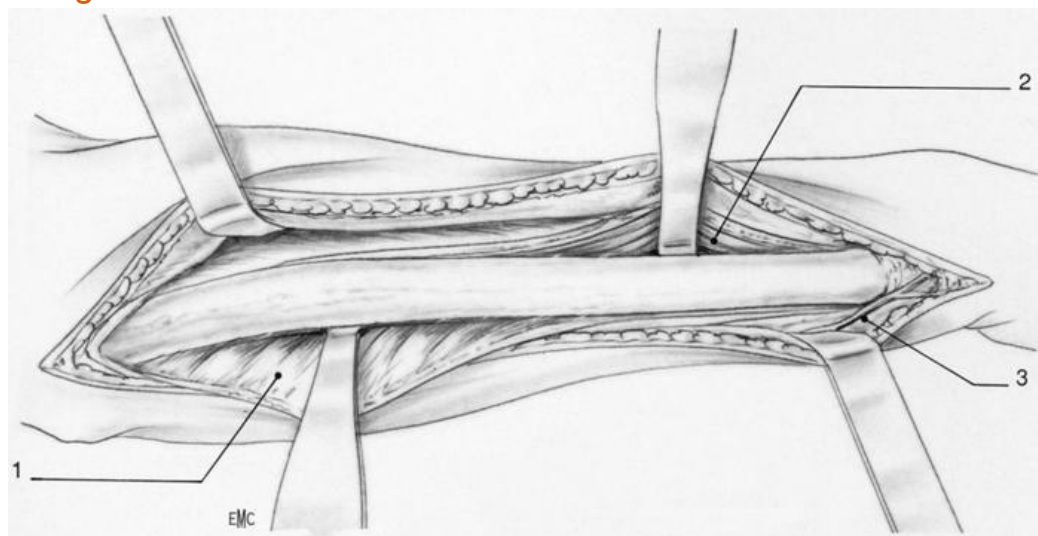


Fig 19 :

1. Muscle fléchisseur ulnaire du carpe.
2. Muscle extenseur ulnaire du carpe.
3. Branche postérieure du nerf ulnaire.

Fig 20 :

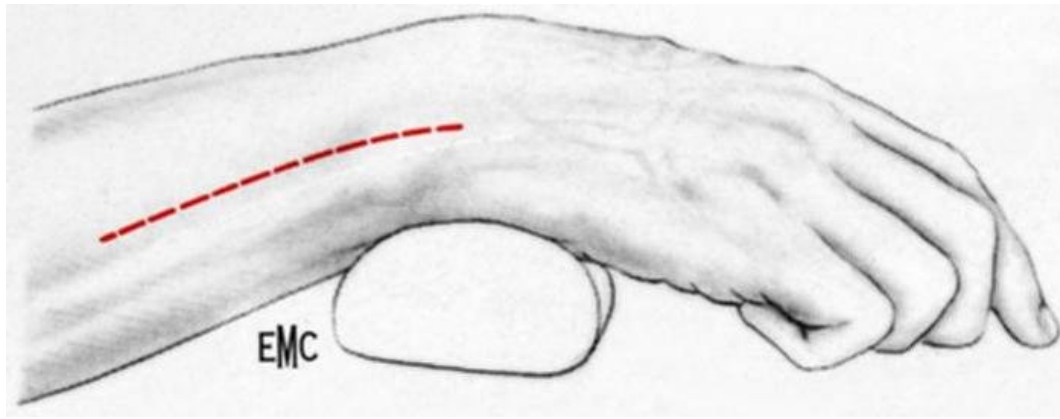


Fig 20 :

Abord de l'extrémité inférieure du cubitus. Incision cutanée.

Voies d'abord de l'épaule

O Gagey
P Boisrenoult

Résumé. – Ce travail présente les principales bases anatomiques nécessaires à la réalisation des voies d'abord chirurgicales de l'articulation scapulothoracique. Il décrit successivement l'anatomie des plans superficiels, l'anatomie des muscles et les conséquences pratiques de la présence des structures fibreuses au sein du muscle deltoïde et de la coiffe des rotateurs, l'anatomie des plans de glissement, l'anatomie vasculaire et l'anatomie chirurgicale des nerfs axillaire, musculocutané et suprascapulaire.

Les principes de l'installation du patient, ainsi que de l'anesthésie sont exposés.

Les principales voies d'abord sont décrites. Les voies longitudinales ont pour caractéristiques de ne pas interrompre la continuité du muscle deltoïde. Elles incluent la voie deltopectorale, la voie deltopectorale élargie, les voies antérosupérieures et les voies postérieures. Les autres voies sont décrites : voie de Martini, voie inférieure (axillaire) et voies transacromiales.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : épaule, articulation scapulothoracique, voie d'abord chirurgicale, anatomie chirurgicale.

Introduction

Le choix d'une voie d'abord est toujours un compromis entre un objectif chirurgical et un risque fonctionnel lié aux conséquences anatomiques de la voie d'abord. Cela est particulièrement vrai en ce qui concerne l'épaule où les parties molles ont une grande importance. Si la voie deltopectorale reste une voie d'abord majeure de l'épaule, l'époque de son utilisation quasi exclusive est maintenant révolue. Le développement de la chirurgie de l'épaule et sa diversification nécessitent aujourd'hui la maîtrise de plusieurs voies d'abord afin de réaliser les interventions dans les meilleures conditions d'exposition possibles.

Anatomie chirurgicale

Les différents plans anatomiques rencontrés lors de l'abord chirurgical de l'épaule ont été décrits par Cooper [3].

PLAN SUPERFICIEL

Les tissus cutané et sous-cutané de l'épaule sont richement vascularisés par des branches superficielles de l'artère thoracoacromiale et de l'artère circonflexe postérieure. Les décollements cutanés larges sont donc possibles dans cette région sans danger de nécrose. Ce décollement est toujours utile, il facilite l'abord et permet surtout de choisir facilement la zone de traversée du deltoïde.

À l'épaule, les lignes de tension cutanée n'ont pas d'axe défini, elles sont organisées de façon radiaire, ce qui explique, surtout dans la voie d'abord deltopectorale, les risques de cicatrices inesthétiques.

L'innervation de ces plans superficiels provient de branches du plexus cervical et du rameau cutané du nerf axillaire, qui se distribuent d'arrière en avant.

PLAN MUSCULAIRE SUPERFICIEL (fig 1)

Il est constitué en haut par le trapèze et en bas, par les muscles deltoïde et grand pectoral. Ces muscles sont insérés sur la ceinture scapulaire (avec d'arrière en avant l'épine de la scapula, l'acromion et la clavicule). En regard de l'articulation acromioclaviculaire, les insertions du trapèze et du deltoïde se font en partie sur l'appareil capsuloligamentaire, ce qui peut donner l'impression d'une continuité entre ces deux muscles de part et d'autre de la clavicule, alors que la notion de chape deltopectorale n'a pas de réalité anatomique.

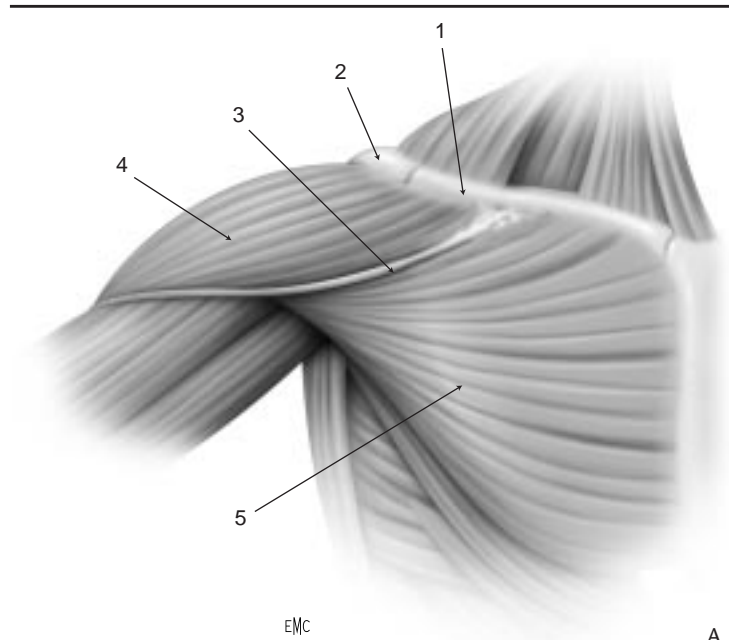
Le deltoïde compte trois chefs. Un chef antérieur inséré, sans tendon, sur le tiers externe du bord antérieur de la clavicule, un chef moyen, de structure multipennée qui s'insère sur le bord latéral de l'acromion par une lame tendineuse et un chef postérieur, inséré directement et sans tendon sur toute l'étendue de l'épine de la scapula.

Seul le chef moyen s'insère donc par l'intermédiaire d'un relais tendineux. Dans la majorité des cas, le chef moyen est séparé du chef antérieur par une courte ligne de tissu graisseux qui va donner la clé de la zone de clivage du muscle lors de la voie supérieure.

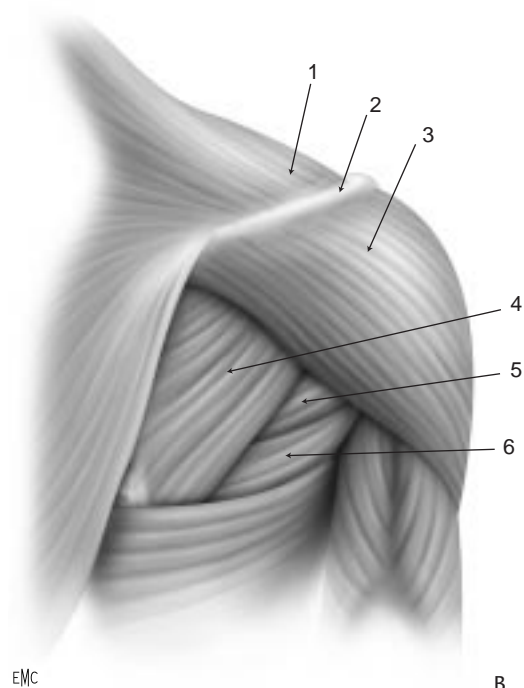
L'importance fonctionnelle du deltoïde et surtout de son chef moyen [6] doit être toujours présente à l'esprit. Il faut privilégier autant que possible les voies d'abord les moins agressives pour ce muscle.

Deltoïde et grand pectoral forment un plan de couverture continu. Le sillon deltopectoral est pratiquement virtuel, sauf au voisinage

Olivier Gagey : Professeur des Universités, praticien hospitalier, service d'orthopédie-traumatologie, hôpital de Bicêtre, université Paris-Sud, 78, avenue du Général-Leclerc, 94270 Le Kremlin-Bicêtre, France.
Philippe Boisrenoult : Praticien hospitalier, service d'orthopédie-traumatologie, centre hospitalier de Versailles, 177, avenue de Versailles, 78150 Le Chesnay, France.



A



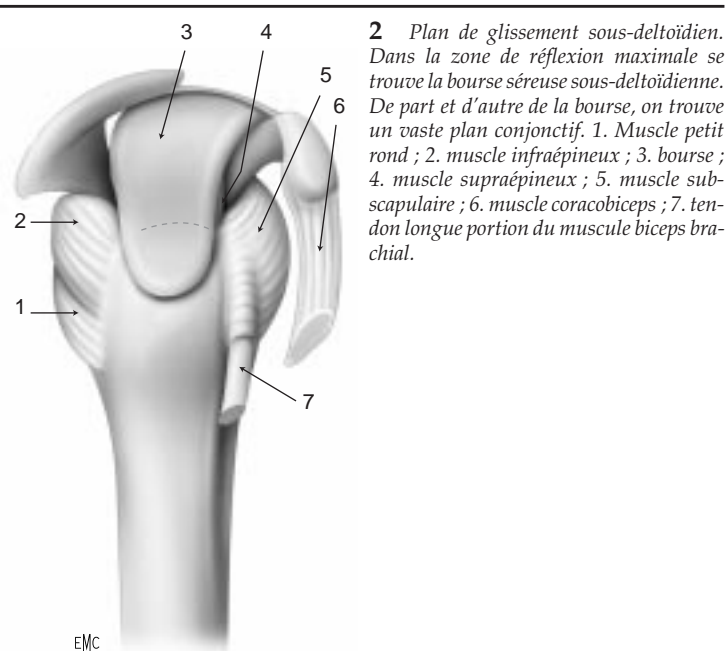
B

- 1** A. Plan musculaire superficiel, en vue antérieure. En abduction, la veine céphalique se démasque, son repérage est plus facile. 1. Clavicule ; 2. acromion ; 3. veine céphalique ; 4. muscle deltoïde. 5. muscle grand pectoral.
B. Plan musculaire superficiel, vue postérieure. 1. Muscle trapèze. 2. acromion ; 3. muscle deltoïde ; 4. muscle infraépineux ; 5. muscle petit rond ; 6. muscle grand rond.

de la clavicule où il est marqué constamment par un triangle graisseux. La veine céphalique suit le sillon sur toute sa longueur. Elle peut être apparente à la surface du sillon, ou complètement enfouie, ce qui rend alors le repérage du sillon laborieux. Dans le sillon, l'essentiel des collatérales de la veine provient du muscle deltoïde^[8], ce qui justifie de récliner la veine en dehors dans l'abord deltopectoral.

PLAN DE GLISSEMENT (fig 2)

Sous le plan de couverture musculaire superficiel se trouve un vaste espace de glissement qui constitue la « cinquième articulation » de l'épaule décrite par de Sèze. La bourse séreuse sous-deltôïdienne est la pièce maîtresse. Il s'agit d'une poche séreuse autonome,



- 2** Plan de glissement sous-deltôïdien. Dans la zone de réflexion maximale se trouve la bourse séreuse sous-deltôïdienne. De part et d'autre de la bourse, on trouve un vaste plan conjonctif. 1. Muscle petit rond ; 2. muscle infraépineux ; 3. bourse ; 4. muscle supraépineux ; 5. muscle subscapulaire ; 6. muscle coracobiceps ; 7. tendon longue portion du muscle biceps brachial.

facilement identifiable et disséquable, dont les insertions et la physiologie ont été étudiées. Elle est située dans la zone de plus grande réflexion du muscle deltoïde (dans le plan vertical et dans le plan horizontal), c'est-à-dire là où les forces de frottement sont les plus importantes. Elle assure la gestion des frottements du muscle avec les tubercules majeur et mineur et la partie distale de la coiffe ainsi que le glissement du tendon du muscle supraépineux sous le ligament coracoacromial.

En arrière et en avant de la bourse se trouvent des espaces conjonctifs qui contribuent également à la gestion des frottements entre plan musculaire superficiel et plan profond. L'espace conjonctif est en continuité en avant avec l'aponévrose clavipectoro-axillaire qui doit être effondrée pour atteindre le bord externe du tendon conjoint des muscles coracobrachial et court biceps brachial, ainsi que l'espace qui le sépare en arrière du muscle subscapulaire.

Quelle que soit la voie d'abord, l'effondrement de la bourse sous-deltôïdienne et du tissu conjonctif doit être complet pour faciliter l'exposition de la coiffe et la mise en place des écarteurs.

Le tendon conjoint est inséré sur le processus coracoïde, il masque le muscle subscapulaire.

PLAN DE LA COIFFE DES ROTATEURS (fig 3)

L'articulation scapulohumérale proprement dite est recouverte par le plan de la coiffe des rotateurs. En avant, les muscles supraépineux et subscapulaire sont séparés l'un de l'autre par le foramen de Weitbrecht (intervalle des rotateurs des auteurs américains). À ce niveau, il n'y a pas de capsule articulaire ni de ligament. La cavité articulaire est fermée par un opercule synovial. La partie supérieure du tendon du subscapulaire, très puissante, a une insertion au sommet de la grosse tubérosité complètement individualisée par rapport à l'insertion du supraépineux, elle aussi plus épaisse, qui est située sur le versant opposé du sillon intertubérositaire. La proximité du tendon de la longue portion du muscle biceps brachial, du ligament coracohuméral et du ligament glénohuméral supérieur rend cette zone fibreuse très particulière. Nous avons proposé de l'appeler le verrou fibreux antérosupérieur de la coiffe^[5] (fig 4).

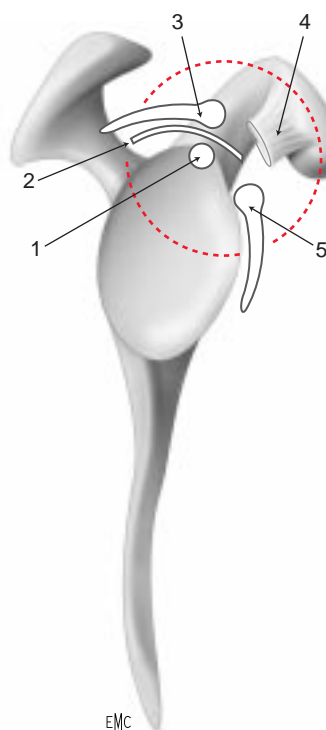
L'anatomie de la jonction entre les muscles infra- et supraépineux a été étudiée par Minagawa^[15]. Les fibres communes aux deux tendons sont beaucoup moins importantes qu'on ne le croit habituellement et les tendons sont séparables l'un de l'autre jusqu'à 10 mm environ de leur insertion sur le tubercule majeur.

L'ouverture de la coiffe peut se faire par ténotomie, ostéotomie tubérositaire ou incision longitudinale.



EMC

3 Vue antérieure de la coiffe des rotateurs. L'acromion et le processus coracoïde ont été sectionnés. L'intervalle des rotateurs est bien visible. On voit également le tendon antérieur du supraépineux et le tendon supérieur du subscapulaire. 1. Acromion ; 2. supraépineux ; 3. capsule articulaire (intervalle des rotateurs) ; 4. subscapulaire ; 5. processus coracoïde.



EMC

4 Verrou fibreux de la coiffe. Schéma représentant les principales structures fibreuses antérosupérieures qui constituent le verrou de la coiffe. 1. Longue portion du muscle biceps brachial ; 2. ligament glénohuméral supérieur ; 3. renforcement antérieur du tendon du muscle supraépineux ; 4. ligament coracohuméral ; 5. renforcement supérieur du tendon du muscle subscapulaire.

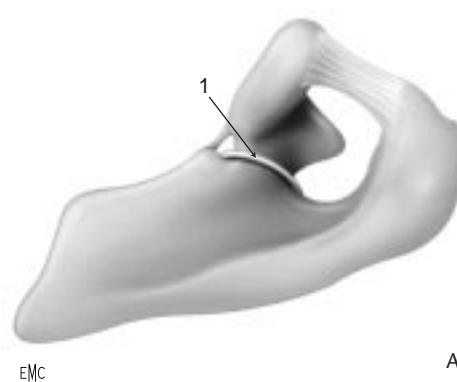
PLAN CAPSULAIRE

La capsule articulaire adhère à sa partie antérieure et latérale avec le tendon du subscapulaire, il existe ensuite un plan de clivage entre la capsule et le muscle qui débute au voisinage de la jonction musculotendineuse. À la face inférieure de l'articulation, seule la capsule est présente, il n'existe aucun muscle séparant l'article des plans de couverture. Cette zone constitue le point faible ^[19] de l'articulation et rend compte de la fréquence des instabilités. En arrière, la capsule articulaire est facilement clivable des muscles rotateurs externe jusqu'au voisinage de leurs insertions.

RAPPORTS NERVEUX

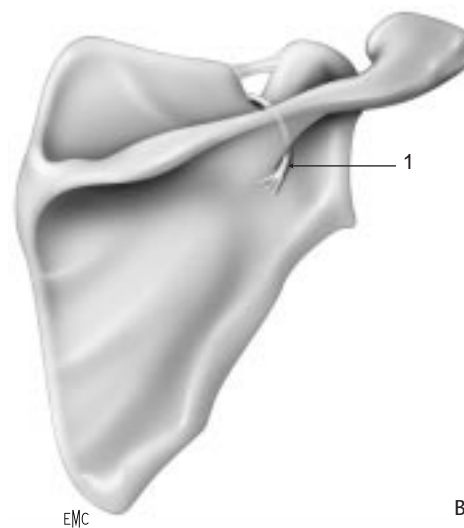
Trois nerfs peuvent être menacés : le nerf musculocutané, le nerf suprascapulaire et le nerf axillaire.

Le nerf musculocutané, branche du tronc secondaire antérolatéral, s'écarte du plexus brachial sous la pointe du processus coracoïde



EMC

A



EMC

B

5 Anatomie du nerf suprascapulaire.

A. Vue supérieure de la scapula. 1. Nerf suprascapulaire.

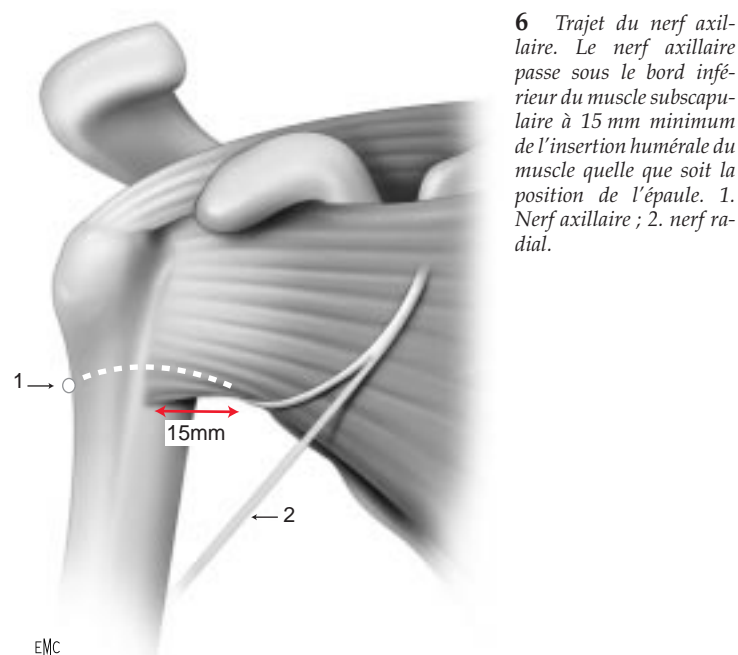
B. Vue postérieure. 1. Nerf suprascapulaire.

pour descendre obliquement en bas et en dehors et aborder le bord médial du tendon conjoint à un niveau variable entre 2 et 6 cm de la pointe du processus coracoïde. Une libération extensive du bord interne du tendon conjoint, ou de sa face profonde, peut entraîner une lésion du nerf. Ce dernier peut également être blessé par étirement lors de l'abaissement de la pointe du processus coracoïde.

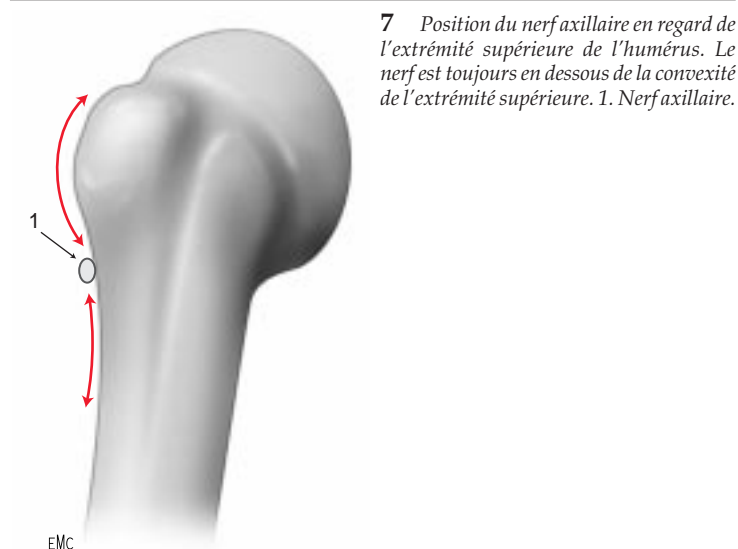
Le nerf suprascapulaire (fig 5), branche du tronc secondaire antérolatéral du plexus brachial, gagne l'échancrure coracoïdienne en arrière du processus coracoïde. Il chemine avec l'artère suprascapulaire sous le tendon du supraépineux le long du bord supérieur de la glène et passe à la face postérieure de la glène, toujours au contact du col chirurgical de la scapula et au contact du pied de l'acromion. Il innerve alors le muscle infraépineux en l'abordant par sa face antérieure au voisinage de la jonction entre tendon et muscle. Lors des abords postérieurs, il convient de rester à distance de la base du pied de l'acromion et le muscle infraépineux doit être récliné avec précaution lorsqu'on le désinsère de l'humérus.

Le nerf axillaire, après sa naissance du tronc secondaire postérieur, croise obliquement la face antérieure du muscle subscapulaire et en contourne le bord inférieur pour pénétrer dans l'espace humérotroicipital. À la partie postérieure de cet espace, il abandonne une branche pour le muscle petit rond, puis une branche pour le deltoïde postérieur pour revenir en avant en cheminant, avec l'artère circonflexe postérieure, à la face profonde du deltoïde à laquelle il adhère par ses branches collatérales (fig 6).

Un travail anatomique non publié, portant sur 30 épaules non embaumées, a permis de préciser l'anatomie chirurgicale du nerf axillaire en fonction des diverses voies d'abord. Lorsque le nerf axillaire croise le bord inférieur du muscle subscapulaire, quelle que soit la position du bras, le nerf se situe à 12 mm au moins de l'insertion humérale du muscle. En conséquence, lors de l'abord deltopectoral, la section complète de l'insertion humérale du muscle subscapulaire est sans danger si l'on reste au contact de l'humérus et à condition de ne pas charger le nerf sur l'écarteur inférieur.



6 Trajet du nerf axillaire. Le nerf axillaire passe sous le bord inférieur du muscle subscapulaire à 15 mm minimum de l'insertion humérale du muscle quelle que soit la position de l'épaule. 1. Nerf axillaire ; 2. nerf radial.



7 Position du nerf axillaire en regard de l'extrémité supérieure de l'humérus. Le nerf est toujours en dessous de la convexité de l'extrémité supérieure. 1. Nerf axillaire.

Dans son trajet à la face externe de l'humérus, le nerf axillaire est situé constamment au niveau du point d'inflexion de la corticale externe (fig 7), cette position n'est pas influencée par la position du bras. L'abord de la tête et de sa face externe est donc sans danger tant que l'incision du deltoïde se fait le long de la convexité de l'extrémité supérieure de l'humérus. Ce repère est valable pour la voie antéroexterne et pour la voie postéroexterne. D'autres travaux ^[1, 2, 9, 12] proposent des valeurs numériques pour situer le nerf par rapport au bord externe de l'acromion (de 4 à 7,2 cm lorsque le bras est le long du corps). Nous pensons qu'un repère morphologique simple et fixe tel que nous le proposons est plus pertinent car il est adapté à toutes les situations cliniques ; il est notamment indépendant de la taille du patient et de la position du bras et permet d'obtenir une exposition maximale de la tête humérale.

En arrière, à son entrée dans le quadrilatère humérotricipital, le nerf axillaire est plus proche de l'insertion du petit rond : 10 mm dans 87 % des cas et seulement 8 mm dans 13 % des cas. Ces rapports ne sont pas influencés par la position du membre supérieur. La désinsertion du petit rond est donc possible à condition de rester strictement au contact de l'humérus.

RAPPORTS VASCULAIRES

Il n'y a pas de réel danger vasculaire lors des voies d'abord de l'épaule. L'artère axillaire et les éléments principaux du plexus brachial sont situés en arrière du petit pectoral et du tendon distal du grand pectoral. Plusieurs branches vasculaires peuvent cependant être gênantes et doivent être connues. Ce sont, sous l'acromion et l'articulation acromioclaviculaire, la branche acromiale de l'artère thoracoacromiale et, au bord inférieur du subscapulaire, les branches de l'artère circonflexe antérieure.

Installation

Un critère commun à toutes les installations est de laisser la possibilité d'utiliser la grande mobilité de l'épaule pour exposer au mieux toutes les structures anatomiques. La totalité du membre supérieur et du moignon de l'épaule doit donc être systématiquement incluse dans le champ opératoire.

REPÉRAGE

Le repérage de l'acromion, de la clavicule et du processus coracoïde permettent de tracer aisément les incisions chirurgicales. Cependant, en raison de la grande mobilité de la peau par rapport aux plans profonds, les repères peuvent se trouver modifiés par l'installation des champs. Il faut, par conséquent, toujours vérifier ces repères avant l'incision cutanée.

DÉCUBITUS DORSAL

Le patient est installé en décubitus dorsal avec un coussin sous le bord spinal qui permet de stabiliser la scapula. Le bras repose le long du corps sur une gouttière ou sur une table à bras. La tête est légèrement tournée du côté opposé et fixée. La préparation cutanée inclut tout le membre supérieur et le moignon de l'épaule, ainsi que la région cervicale adjacente.

POSITION SEMI-ASSISE ET « BEACH-CHAIR POSITION »

La table est cassée, permettant d'obtenir un angle de 45° entre le tronc et le bassin, les membres inférieurs sont surélevés de 15 à 20°, avec les genoux semi-fléchis. Le patient est installé au bord de la table avec des contre-appuis thoraciques et iliaques controlatéraux. La tête est inclinée en légère extension vers le côté controlatéral et fixée. Le cou peut être immobilisé par un collier cervical. Tout le membre supérieur doit être inclus dans le champ opératoire. L'usage d'une têtère est possible, il permet de dégager complètement le moignon de l'épaule.

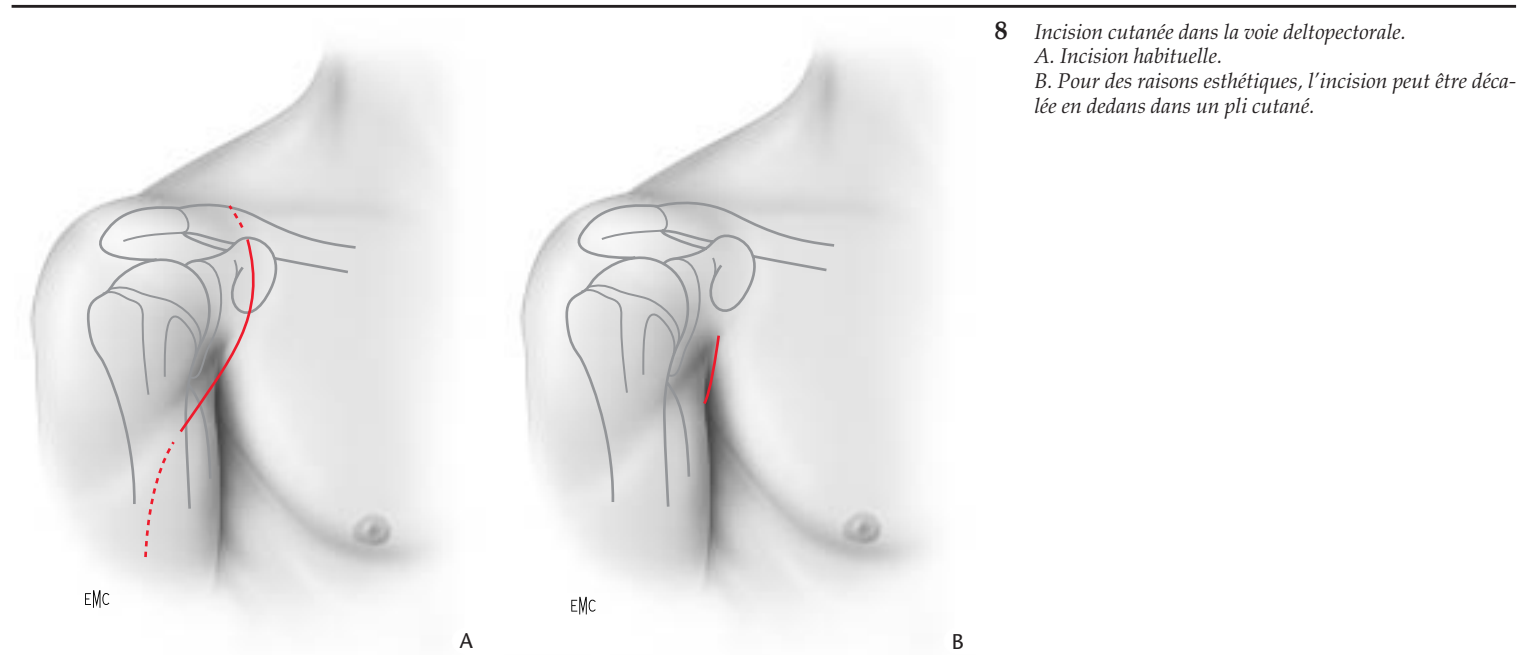
DÉCUBITUS LATÉRAL

Cette position ne diffère pas des positions latérales utilisées dans d'autres interventions orthopédiques. Le patient est installé sur le côté controlatéral, le bassin bloqué par un appui pubien et un appui fessier. Après mise en place d'un billot axillaire, le thorax est fixé par deux appuis thoraciques un antérieur, un postérieur. Il faut protéger soigneusement le nerf tibial antérieur et le nerf ulnaire du côté qui repose sur la table.

Le bord spinal de la scapula doit être inclus dans le champ et rester mobilisable avec le membre supérieur. L'immobilisation du patient permet, si besoin, la modification de l'inclinaison de la table en peropératoire. L'opérateur se tient en arrière du patient pour les voies postérieures et en avant pour la voie de Martini.

DÉCUBITUS VENTRAL

Cette position est en fait peu utilisée pour l'abord de l'épaule. Elle ne permet que la réalisation des voies postérieures. Le patient est allongé en décubitus ventral, avec un billot thoracique et un coussin sous chaque épine iliaque. Les points d'appui doivent être dégagés,



8 Incision cutanée dans la voie deltopectorale.
A. Incision habituelle.
B. Pour des raisons esthétiques, l'incision peut être décalée en dedans dans un pli cutané.

la paroi abdominale ne doit pas être comprimée, il faut enfin s'assurer de la liberté des globes oculaires (intérêt de la tête). L'épaule et le membre supérieur doivent être inclus dans le champ opératoire.

Anesthésie

L'anesthésie générale avec intubation et curarisation (d'autant plus nécessaire que le patient est musclé) reste une des méthodes de base. L'anesthésie locorégionale par bloc interscalénique, isolé ou associé à une légère anesthésie générale de confort, est une méthode intéressante. Elle assure en effet au minimum 8 heures d'analgésie postopératoire complète. Ce type d'anesthésie s'applique surtout aux abords deltopectoral et externe. L'absence d'anesthésie du plexus cervical superficiel fait que le bloc interscalénique ne peut pas être utilisé seul dans les abords postérieurs. Ce type d'anesthésie possède ses inconvénients propres (lésions nerveuses par ponction directe) qui ne doivent pas être méconnus même s'ils sont rares.

Voies longitudinales et leurs extensions

Nous appelons voies longitudinales les voies parallèles aux fibres du deltoïde et qui ne comportent pas de désinsertion importante.

VOIE DELTOPECTORALE

La qualité de l'exposition obtenue par cette voie d'abord est extrêmement variable et d'autant plus limitée que le patient est gros et musclé.

Le patient est installé soit en décubitus dorsal soit en position semi-assise. Le membre supérieur doit être entièrement en dehors de la table afin de pouvoir améliorer l'exposition de la tête humérale par un mouvement de rétropulsion.

Le dessin de la voie d'abord s'étend classiquement du relief du processus coracoïde au « V » deltoïdien. La possibilité d'effectuer des décollements cutanés sans risque de nécrose permet de réaliser des variantes de l'incision, notamment en décalant la cicatrice en dedans et en la raccourcissant (cicatrices dites esthétiques, se projetant sous la bretelle du soutien-gorge chez la femme). Le patient doit toujours être prévenu du risque important de cicatrices élargies ou chéloïdes secondaires à cette voie d'abord (fig 8).

Après ouverture du tissu sous-cutané, ce dernier doit être décollé de principe afin de pouvoir repérer soigneusement la veine céphalique, élément clef de la traversée du sillon deltopectoral. La veine est le plus souvent facile à localiser si la recherche est faite, l'épaule étant en abduction. Lorsque le repérage est difficile (veine incluse dans le sillon), un décollement cutané vers le haut permet de repérer de façon constante, en haut et en dedans du processus coracoïde, un triangle graisseux situé à la jonction entre le chef antérieur du muscle deltoïde et le grand pectoral. Ce triangle graisseux correspond à la partie toute supérieure du sillon deltopectoral. On peut également repérer la veine céphalique à la partie basse de la voie d'abord où elle est presque toujours superficielle (fig 9).

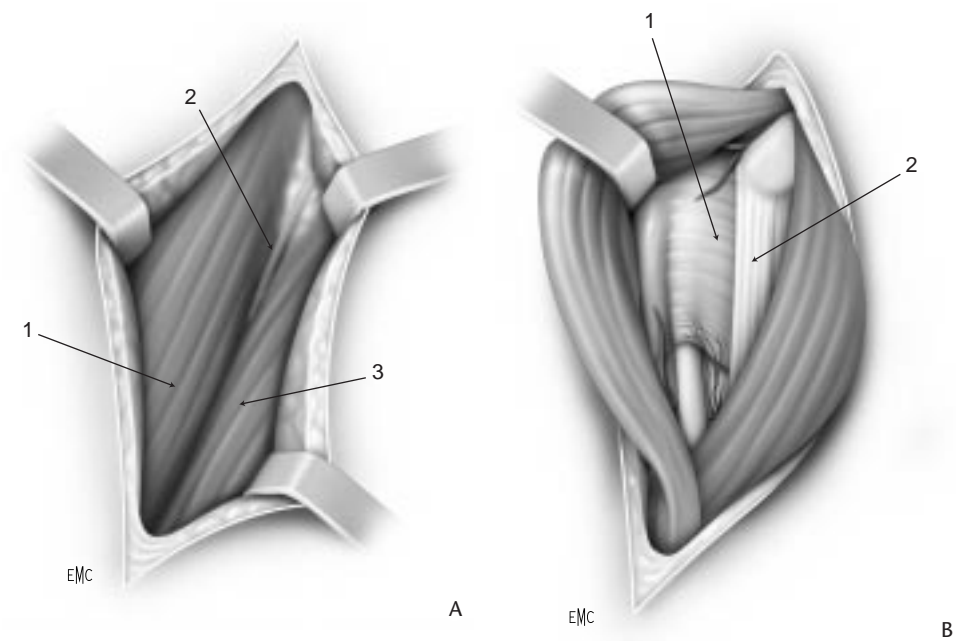
L'ouverture du sillon se fait sans difficulté après avoir récliné la veine en dehors. Après mise en place de deux écarteurs de Farabeuf dans le sillon deltopectoral, le tendon conjoint du muscle coracobrachial apparaît. La dissection doit se poursuivre au bord latéral de ce tendon, pour éviter le nerf musculocutané qui aborde le muscle à son bord médial. L'aide porte le bras en abduction ce qui détend le muscle deltoïde. L'opérateur doit alors effondrer complètement la bourse sous-deloïdienne et tout le plan conjonctif. L'espace entre tendon conjoint et subscapulaire est également libéré au doigt. Les écarteurs sont remplacés par un écarteur autostatique glissé sous le muscle deltoïde et sous le tendon conjoint.

Si l'exposition n'est pas suffisante, la pointe du processus coracoïde ou la partie latérale du tendon conjoint peuvent être sectionnées avant la mise en place de l'écarteur.

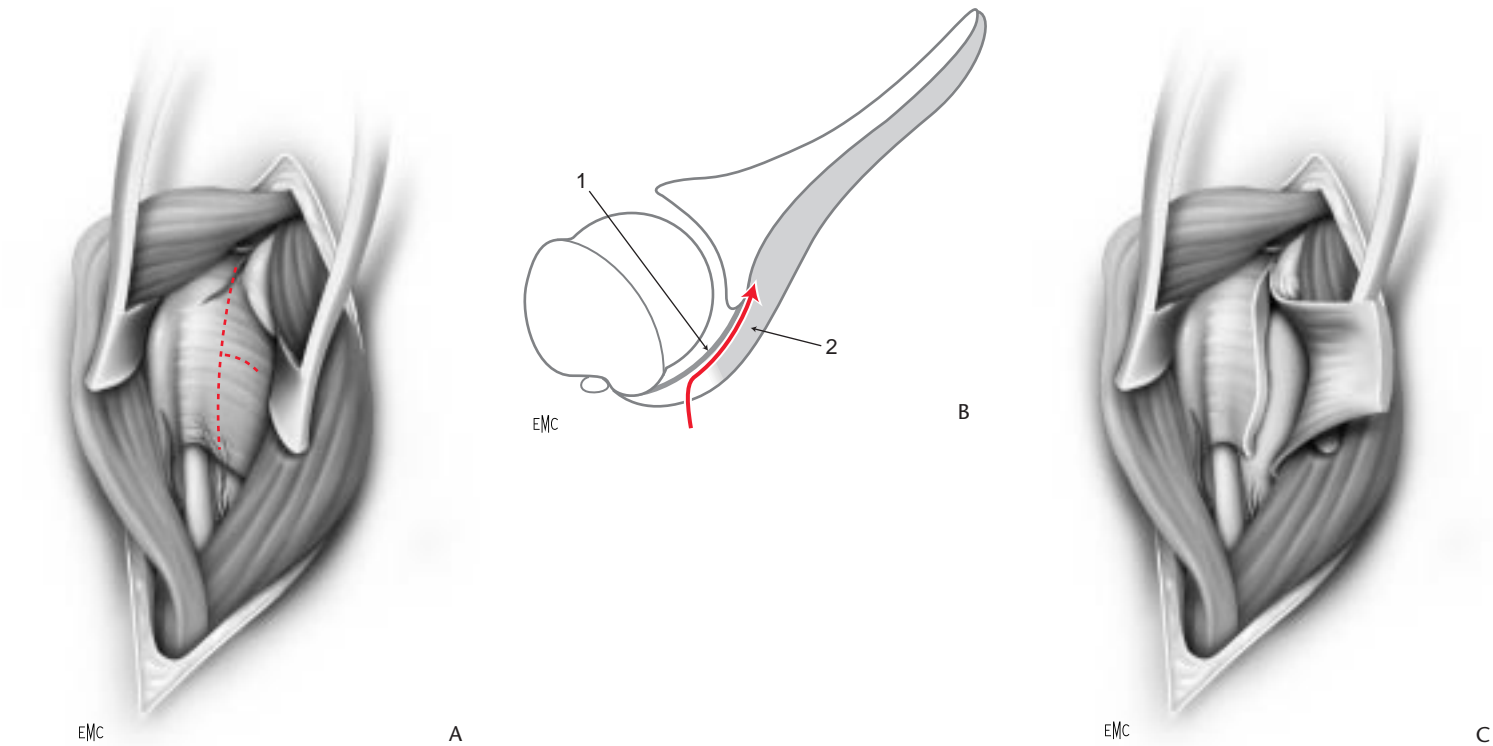
Le repérage du tendon du muscle subscapulaire est facile à la partie supérieure du tendon. À la partie inférieure du muscle, son isolement est plus difficile, en raison de la présence de nombreuses branches collatérales de l'artère circonflexe antérieure, dont l'hémostase doit être réalisée pas à pas si l'on doit réaliser une désinsertion complète du muscle.

L'arthrotomie se fait dans la majorité des cas par une section du tendon du muscle subscapulaire.

Selon les besoins, cette section peut être complète, partielle, en L ou être remplacée par une discision longitudinale dans l'axe des fibres musculaires (fig 10). Il existe un plan de clivage entre le corps musculaire et la capsule sous-jacente, mais la partie distale du tendon adhère à la capsule articulaire. Pour trouver facilement le plan de clivage, l'incision du tendon du muscle subscapulaire doit donc se faire à proximité de la jonction musculotendineuse. La section progressive et prudente du tendon au bistouri électrique va permettre de trouver le plan de clivage et de récliner le muscle après



9 Anatomie du sillon deltopectoral.
A. La veine céphalique est plus facilement découverte lorsque le bras est en abduction, c'est la clef du sillon. 1. Muscle deltoïde ; 2. veine céphalique ; 3. muscle grand pectoral.
B. La section du processus coracoïde est rarement utile. Il faut éviter d'aller au bord médial du tendon conjoint pour ne pas blesser le nerf musculocutané. 1. Face antérieure du subscapulaire ; 2. tendon conjoint du muscle coracobiceps.



10 Incision du muscle subscapulaire. Le tendon du muscle et la capsule sont adhérents au voisinage de l'insertion humérale. Le clivage entre muscle et capsule est plus facile s'il est fait suffisamment en dedans au voisinage de la jonction tendinomusculaire. 1. Capsule articulaire ; 2. muscle subscapulaire.

l'avoir repéré par un fil. Le plan de clivage est parfois délicat à repérer, dans ce cas, il faut savoir que sa mise en évidence est plus facile au tiers inférieur du muscle où il n'y a pas de tendon d'insertion. À ce niveau, il n'y a pas d'adhérence entre capsule et muscle.

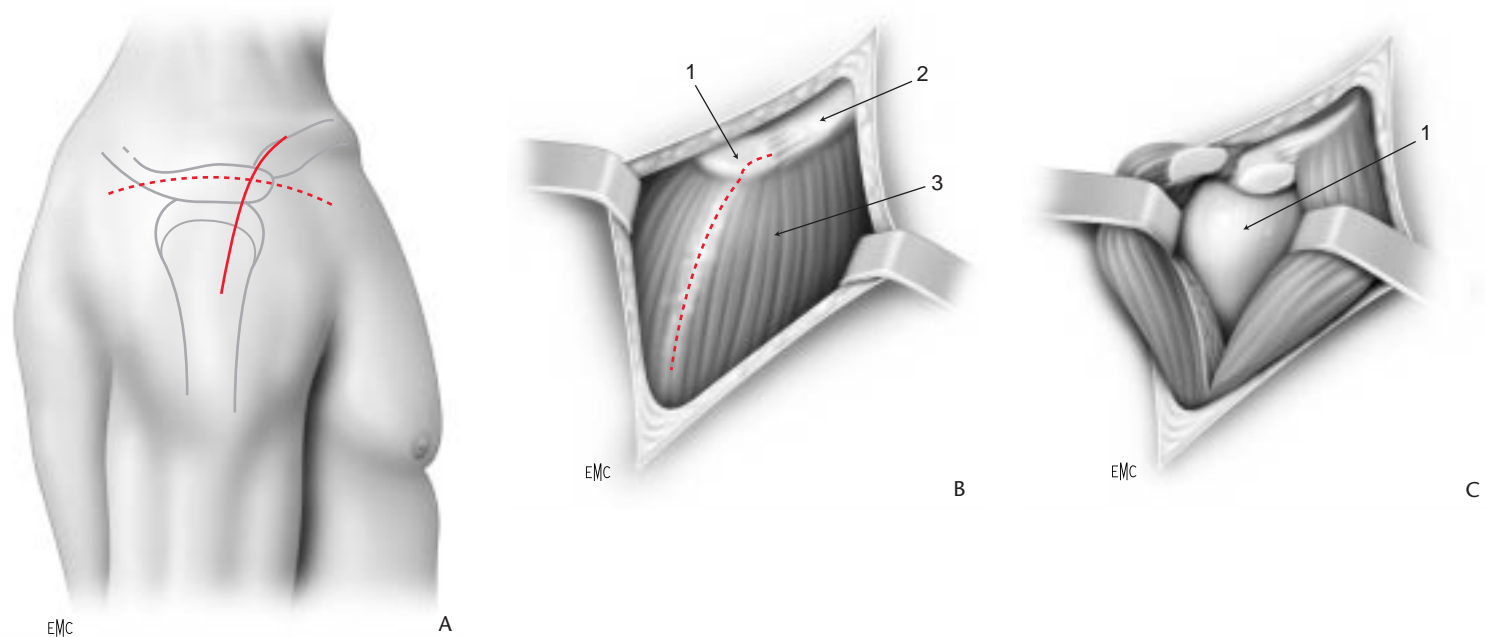
La fermeture comporte uniquement la réinsertion du muscle subscapulaire. Elle doit être très soigneuse, compte tenu de l'importance fonctionnelle de ce muscle.

L'extension de la voie deltopectorale peut se faire de plusieurs manières. La section partielle ou complète du tendon distal du grand pectoral permet d'agrandir la voie vers le bas en réalisant, au besoin, une voie antéroexterne classique de l'humérus. Un jour plus important sur l'extrémité supérieure de l'humérus peut être également obtenu en réalisant une section de la partie antérieure de l'insertion distale du deltoïde (débridement dit en « hameçon de

Lecène »).

Une exposition complète de l'extrémité supérieure de l'humérus (tête et tiers proximal) peut être obtenue en relevant totalement la masse du deltoïde : c'est la voie de Martini décrite plus loin. Il faut avoir prévu l'extension car le patient doit, pour cette voie d'abord, être installé en décubitus dorsal.

La désinsertion du chef claviculaire du deltoïde donne une exposition très large, mais n'est pas dénuée de risque pour le muscle et, par conséquent, pour la fonction de l'épaule. L'absence de tendon d'insertion à ce niveau rend la réinsertion du deltoïde sur la clavicule aléatoire, et le sacrifice de la branche deltoïdienne de l'artère thoracoacromiale, associé à la suppression de la vascularisation d'origine osseuse, peut compromettre la vascularisation du muscle. Nous n'utilisons pratiquement jamais ce type d'extension.



11 Voie antéroexterne : incisions cutanées et désinsertion du deltoïde.

A. L'incision cutanée peut être soit longitudinale, soit en « coup de sabre ».

B. Le long du bord antérieur de l'acromion, le deltoïde est désinséré avec un volet de périoste qui emporte le ligament coracoacromial. 1. Acromion ; 2. clavicule ; 3. muscle deltoïde.

C. La suite de l'incision suit le sens des fibres du muscle, son origine est souvent révélée par un petit sillon graisseux. 1. Bourse sous-acromiale.

VOIE SUPÉRIEURE OU VOIE ANTÉROEXTERNE (VOIE DE NEER MODIFIÉE) [16]

Il s'agit normalement d'une voie d'abord de la face superficielle de la coiffe des rotateurs et non d'une voie de l'articulation scapulohumérale. L'articulation est cependant accessible soit en cas de fracture céphalotubérositaire, soit moyennant une désinsertion des muscles de la coiffe (supraépineux ou subscapulaires), nous les envisageons à la fin de ce paragraphe.

Le patient est installé en position semi-assise. L'incision cutanée peut être faite en épaulette ou longitudinalement, suivant la direction du bord antérieur de l'acromion. L'incision en épaulette ne pose pas de problème d'exposition car le décollement cutané, nécessaire pour exposer le muscle deltoïde, est sans danger. L'incision longitudinale suit l'axe des fibres du deltoïde et reste en regard de la convexité de l'extrémité supérieure de l'humérus. Le muscle deltoïde est désinséré du bord antérieur de l'acromion, en prélevant un petit lambeau périosté qui renforce la réinsertion finale (fig 11). Ce lambeau a été utilisé après que quatre lâchages de sutures ont été constatés sur des voies faites par désinsertion simple avec des conséquences fonctionnelles importantes [10, 18]. Cet artifice du lambeau périosté a été utilisé à plus de 200 reprises dans notre expérience, sans aucun problème de cicatrisation du muscle. La section de l'insertion acromiale du ligament coracoacromial fait partie de l'incision et se fait en même temps que la désinsertion du deltoïde.

En partant de l'angle antérieur de l'acromion, l'incision musculaire est prolongée vers le bas en suivant l'axe des fibres du muscle. Le décollement cutané permet de trouver, dans la plupart des cas à ce niveau, un petit sillon graisseux situé en regard de l'angle antérieur de l'acromion qui indique le passage entre les deux faisceaux du muscle. À ce niveau, il existe dans la profondeur du muscle une bandelette fibreuse qui facilite la fermeture. L'incision du deltoïde peut être poursuivie tant que l'on se trouve en regard de la convexité de l'extrémité supérieure de l'humérus. Ce repère est plus fiable qu'une indication de longueur fixe qui n'est pas toujours en rapport avec la taille du sujet.

Il faut ouvrir le feuillet superficiel de la bourse et pratiquer au besoin une libération complète de cette dernière. Cela permet d'écarter le deltoïde en avant au moyen d'un écarteur contre-coudé, placé sur le bord supérieur du processus coracoïde.

Pour la fermeture, le deltoïde est réinséré en transosseux sur l'acromion et les deux chefs suturés à la partie distale de l'incision.

Pour favoriser la cicatrisation du deltoïde, le patient est laissé 21 jours en écharpe (plus en cas de réparation de la coiffe). La rééducation passive est entreprise précocement.

Plusieurs variantes de cette voie ont été décrites pour réaliser l'abord de l'articulation. Copeland sectionne le muscle subscapulaire [11], Apoil aborde l'articulation en sectionnant le supraépineux.

VOIE POSTÉROEXTERNE [4]

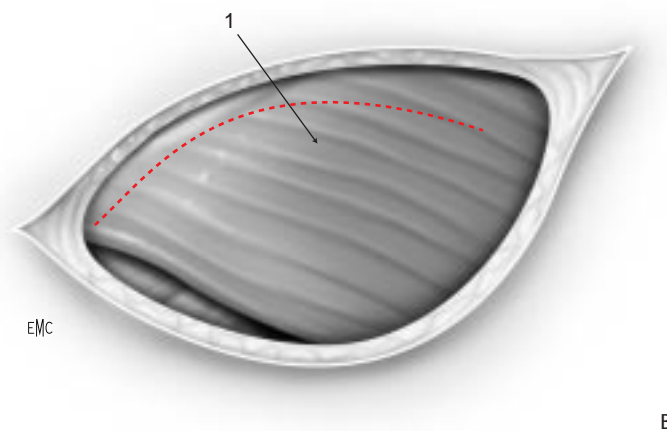
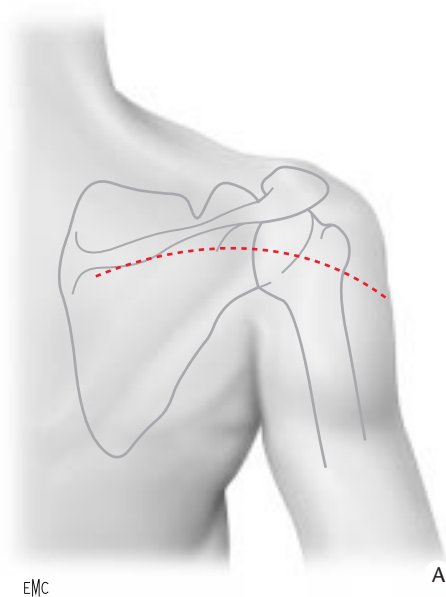
Le patient est installé en décubitus latéral. L'incision cutanée suit l'épine de la scapula et le bord postérieur de l'acromion pour se prolonger au-delà de l'angle postéroexterne de l'acromion, le long de l'axe des fibres du deltoïde sur 4 à 5 cm. Le décollement cutané permet de confirmer le repérage de l'acromion et de l'épine de la scapula (fig 12).

Le premier temps est la désinsertion du deltoïde du bord postérieur de l'acromion. À ce niveau, le deltoïde est toujours à distance des rotateurs externes. La pointe d'une paire de ciseau fin (type Metzenbaum) peut être glissée entre deltoïde postérieur et muscle infraépineux. Le deltoïde postérieur est alors désinséré en sous-périosté des deux tiers distaux de l'épine de la scapula. Les ciseaux permettent d'éviter de léser le muscle infraépineux lors de la désinsertion du deltoïde.

L'incision deltoïdienne est prolongée distalement dans l'axe du bord postérieur de l'acromion en restant, comme dans la voie supérieure, en regard de la convexité de la tête humérale. L'incision du muscle entre ses chefs moyen et postérieur se fait en partant de l'angle postérieur de l'acromion. À ce niveau existe aussi une bandelette fibreuse profonde qui facilite la réparation.

La bourse séreuse sous-deltoïdienne et le plan conjonctif postérieur sont alors effondrés, cela permet d'exposer le plan des muscles rotateurs externes et de glisser un écarteur contre-coudé entre le deltoïde et le sommet de la tête humérale.

Le bord inférieur du muscle teres minor et le bord supérieur du muscle infraépineux doivent alors être repérés. L'intervalle entre muscles infraépineux et supraépineux peut être disséqué ; le tendon commun distal est incisé pour libérer complètement le bord

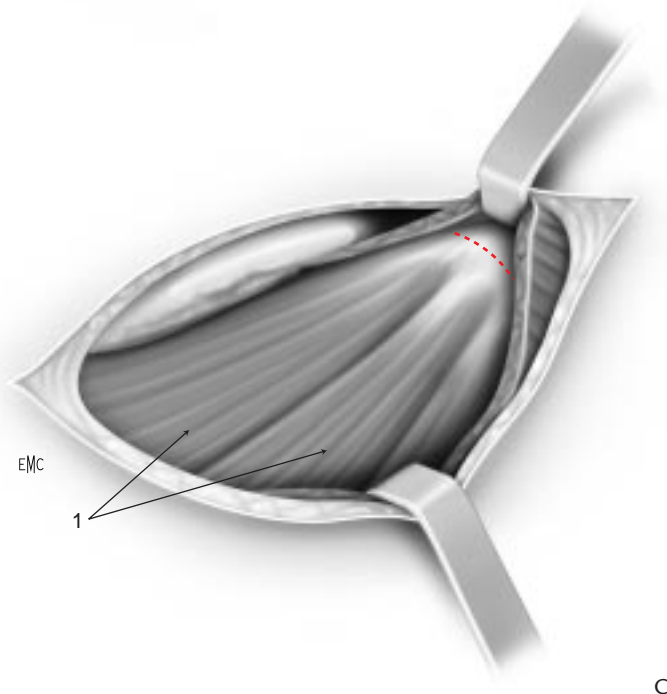


12 Voie postéroexterne.

A. Trajet de l'incision cutanée un peu décalé en dessous de l'épine de la scapula.

B. Désinsertion du deltoïde en sous-périosté de l'épine et du bord postérieur de l'acromion. Distalement, on passe entre les fibres du deltoïde. 1. Muscle deltoïde.

C. Ostéotome de l'insertion des muscles infraépineux et petit rond. 1. Muscle infraépineux.



supérieur de l'infraépineux. Une dissection prudente, restant strictement le long de l'insertion humérale du muscle teres minor, évite le risque de lésion du nerf axillaire. On peut soulever le deltoïde (le nerf axillaire vient avec le muscle) pour faciliter le repérage de la partie inférieure du muscle teres minor.

La limite de l'insertion des deux muscles est repérée soigneusement le long de la tête humérale. On procède alors à une ostéotomie de l'insertion humérale des muscles infraépineux et teres minor. L'objectif n'est pas de relever un volumineux fragment osseux, mais d'obtenir simplement des pastilles osseuses connectées aux fibres d'insertion (fig 13). Les deux muscles peuvent alors être soulevés et réclinés, la capsule postérieure vient le plus souvent avec l'insertion des muscles. On obtient un jour excellent sur la cavité glénoïde. L'exposition de la tête humérale requiert une capsulotomie circonférentielle complète.

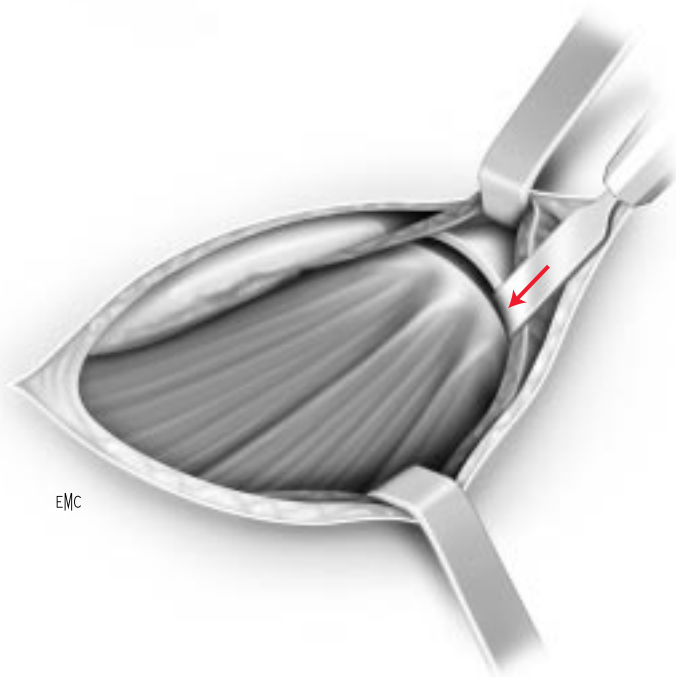
La réinsertion des muscles rotateurs externes s'effectue par des points transosseux avec des fils non résorbables. La réinsertion du deltoïde se fait également en transosseux, directement sur l'acromion et après réalisation de trous à la mèche ou à la pointe carrée sur l'épine de la scapula. Le patient est immobilisé pendant 5 semaines,

un petit coussin limitant la rotation interne peut être nécessaire si la réparation s'est faite sous tension. Lors de la rééducation, l'épaule est mobilisée en élévation passive et en rotation externe, la rééducation en rotation interne étant interdite durant 5 semaines.

VOIE POSTÉRIEURE SOUS-DELTOÏDIENNE

Cette voie d'abord donne un jour un peu limité sur l'épaule, elle a l'immense avantage d'être totalement anatomique : le seul élément sectionné est en effet la peau.

L'installation est identique à la voie postéroexterne et se fait en décubitus latéral. L'incision cutanée suit le bord de l'épine de la scapula et le bord postérieur de l'acromion à 3 cm en dessous des reliefs osseux. Après incision de la peau et du tissu sous-cutané, on réalise un décollement vers le bas qui permet d'exposer la gaine du muscle deltoïde (fig 14). Le bord inférieur du deltoïde n'est repérable qu'après ouverture de la gaine qui se poursuit vers le bas avec celle du muscle infraépineux. L'ouverture de la gaine du deltoïde doit se faire sur toute la longueur de l'incision, elle va permettre de relever le muscle. Le membre supérieur est porté en abduction pour détendre le muscle deltoïde. L'effondrement du plan de glissement



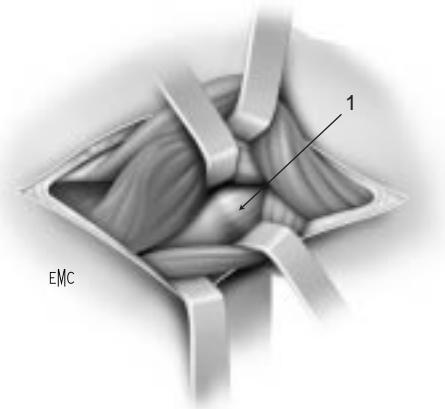
13 Voie postéroexterne : ostéotomie des rotateurs externes, l'ostéotomie emporte le plus souvent la capsule en même temps que les muscles.

sous-deltoïdien permet la mise en évidence des muscles rotateurs externes. La jonction entre les muscles infraépineux et teres minor est facilement repérée et les muscles peuvent alors être séparés l'un de l'autre (fig 15). Les deux muscles peuvent être aisément décollés du plan capsulaire.

Un abord plus large peut être obtenu par ténotomie des deux muscles rotateurs externes.

Une autre possibilité d'extension, en association avec la ténotomie des rotateurs externes, est la désinsertion du deltoïde postérieur de l'épine de la scapula jusqu'à l'angle postérieur de l'acromion. C'est la voie postérieure élargie décrite par Mazas ^[14]. Le risque principal est ici l'atrophie du deltoïde, c'est la raison pour laquelle nous avons abandonné cette voie et utilisons maintenant la voie postéroexterne.

La fermeture est simple en cas d'abord intermusculaire ou de ténotomie. Si une désinsertion du deltoïde a été nécessaire, celui-ci est repositionné par des points transosseux.



15 Voie postérieure : passage entre les rotateurs externes, mise en évidence de la capsule articulaire postérieure. 1. Capsule articulaire.

Autres voies d'abord

VOIE DE MARTINI

Elle reste une voie d'exception, mais peut rendre de grand services dans des indications particulières ^[13].

L'installation se fait en décubitus latéral. Le temps antérieur est identique à celui d'une voie deltopectorale prolongée jusqu'au V deltoïdien. La désinsertion du deltoïde peut se faire à travers le tendon homogène, mais la suture en est peu solide car il ne s'agit pas d'un tendon homogène, mais de la confluence sur l'humérus de plusieurs nappes fibreuses. Il nous semble préférable de procéder à une désinsertion au ras de l'os en préparant une réinsertion transosseuse soigneuse en fin d'intervention.

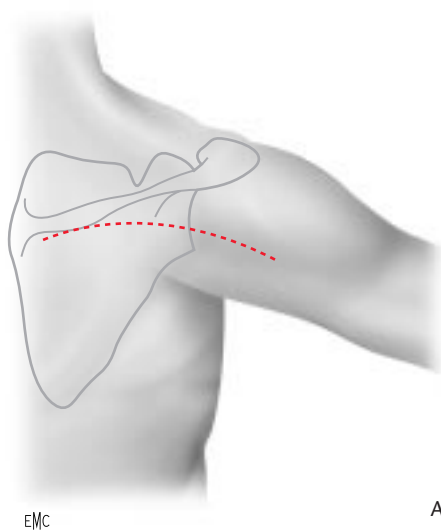
La branche postérieure de la voie suit le bord postérieur du muscle deltoïde. Pour cela, il faut repérer, après section du V deltoïdien, le plan entre chef vaste latéral du triceps brachial et deltoïde. L'incision ne doit pas remonter trop haut pour protéger l'émergence du nerf axillaire dans le quadrilatère humérotricipital.

Le deltoïde est progressivement libéré de l'humérus et récliné en haut et en arrière, autour d'une charnière constituée par l'insertion acromiale du muscle. Le nerf axillaire vient avec le muscle (fig 16).

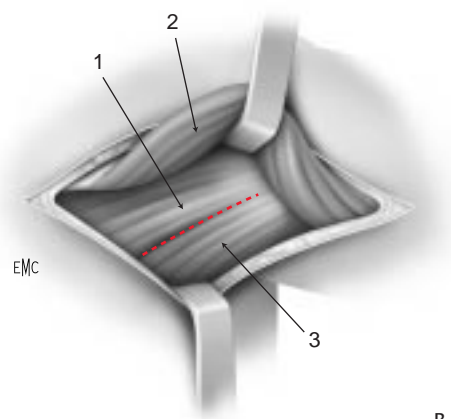
Cette voie d'abord permet une exposition particulièrement large de l'extrémité supérieure de l'humérus aussi bien en avant qu'en arrière.

VOIE ANTÉRO-INFÉRIEURE

Proposée pour son intérêt cosmétique, sa réalisation est rendue difficile par la présence des éléments vasculonerveux du paquet axillaire. Le jour obtenu est faible. Elle reste d'usage exceptionnel.



A



B

14 Voie postérieure.
A. Incision cutanée à mi-distance entre l'épine et le bord inférieur du deltoïde postérieur.
B. Repérage du deltoïde postérieur, le muscle est récliné vers le haut sans désinsertion, repérage de l'interstice entre infraépineux et teres minor. 1. Muscle infraépineux ; 2. muscle deltoïde ; 3. muscle petit rond.



16 Exposition finale dans la voie de Martini. Le nerf axillaire vient avec le muscle. 1. Nerf axillaire.

EMC

Son utilisation est réservée au traitement des instabilités antéro-inférieures de l'épaule. Elle se pratique sur un patient en décubitus dorsal, bras en abduction à 90° et rotation externe.

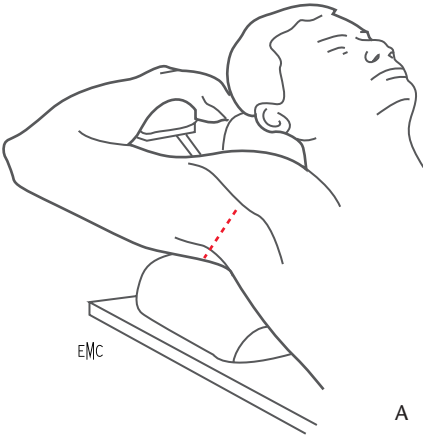
L'incision est antéropostérieure, s'étendant de la saillie du grand pectoral, en avant, à celle du grand dorsal, en arrière. Après discision du tissu cellulograisieux, le paquet axillaire est repéré à la partie proximale de l'incision. On prend garde en avant au nerf musculocutané, ainsi qu'au nerf axillaire (fig 17).

Après avoir récliné prudemment le paquet axillaire vers le bas et le nerf musculocutané en dedans, on dégage le bord inférieur du muscle subscapulaire en évitant toute traction sur le paquet circonflexe. L'artère circonflexe antérieure, ainsi que les vaisseaux sous-scapulaires peuvent être liés s'ils sont gênants. Le muscle subscapulaire est repéré par un fil, puis sectionné près de la petite tubérosité. L'arthrotomie est réalisée en juxtaglénodien, à distance du nerf axillaire. La fermeture se fait par réinsertion du muscle subscapulaire sur le tubercule mineur, puis par suture sous-cutanée et cutanée.

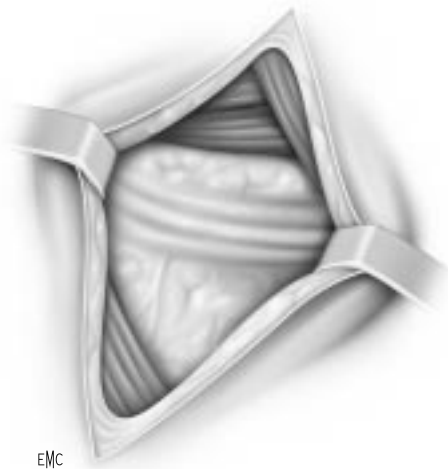
VOIES TRANSACROMIALES

■ Voie de Patte et Debeyre

Décrite en 1961 [17], il s'agit d'une voie postérosupérieure, transacromiale et supraépineuse. Elle a été conçue avec pour objectif l'abord et la réparation du muscle supraépineux. Elle peut être associée à une voie sous-deltaïdienne postérieure. Pour ses auteurs, l'acromiotomie frontale réalisée n'entraîne aucune conséquence fonctionnelle, même en l'absence de consolidation osseuse.

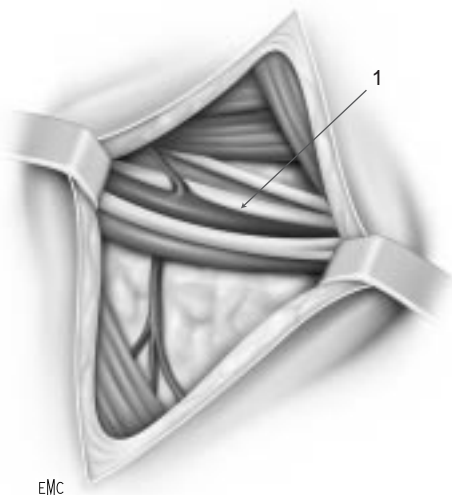


A



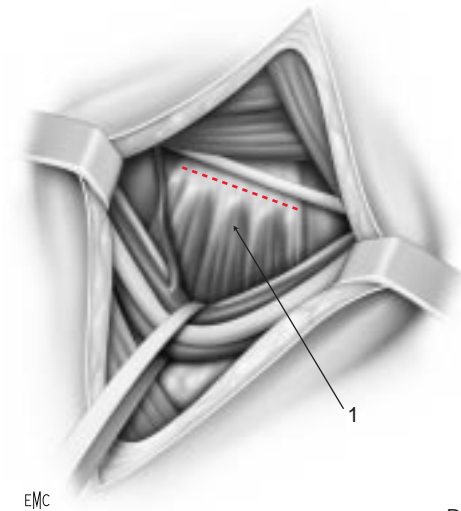
EMC

B



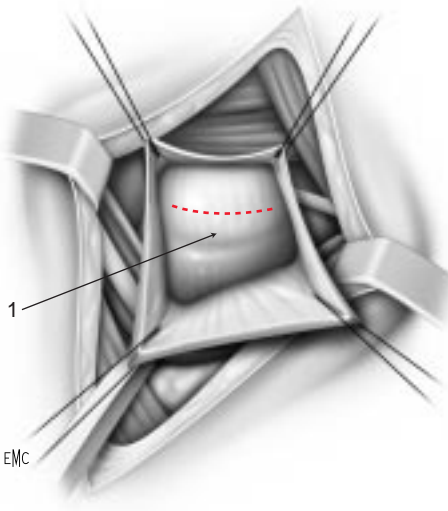
EMC

C



EMC

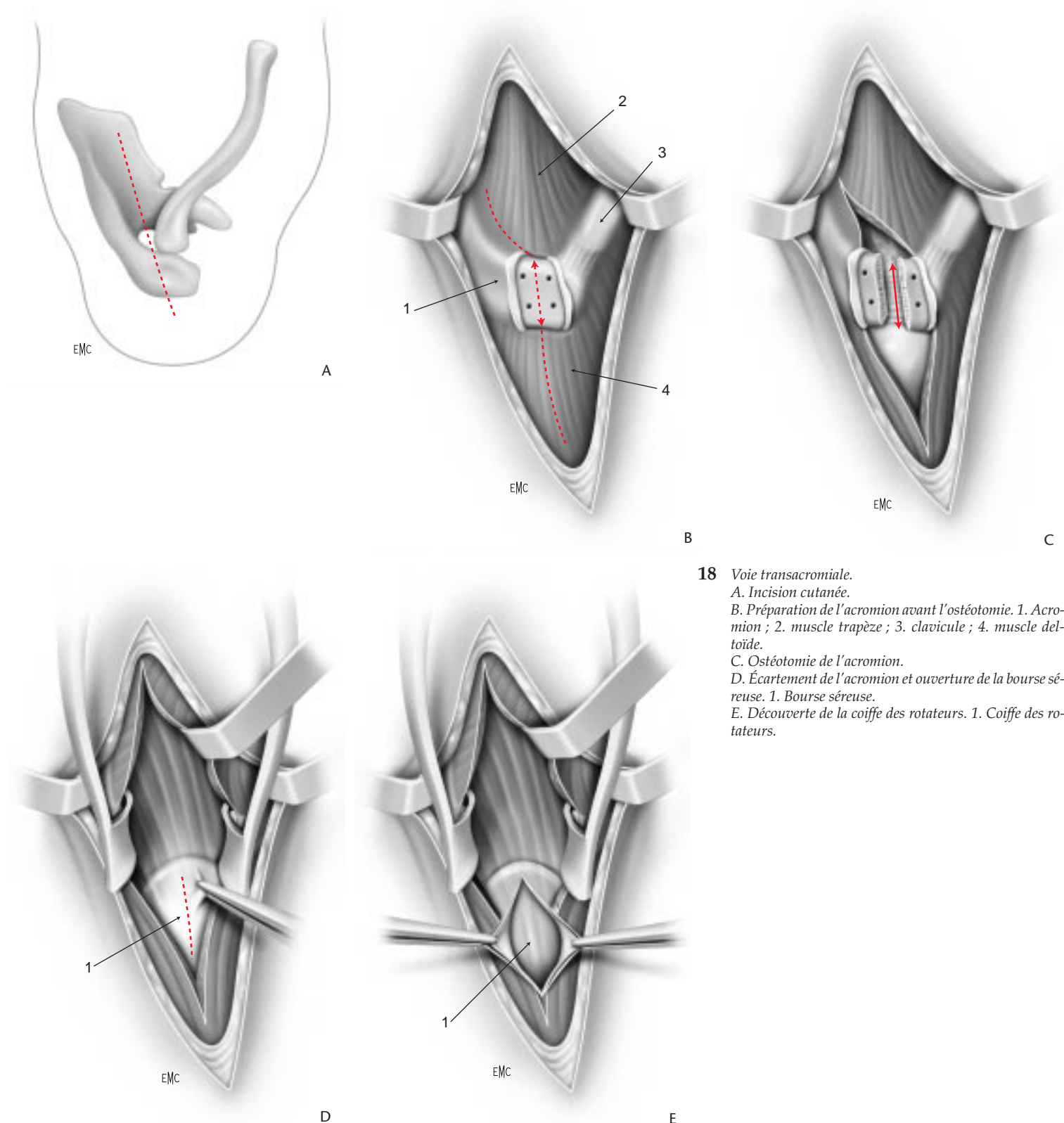
D



EMC

E

17 Voie axillaire.
A. Incision cutanée.
B. Repérage des plans sous-cutanés.
C. Dissection du paquet vasculonerveux axillaire. 1. Paquet vasculonerveux axillaire.
D. Exposition et incision du muscle subscapulaire. 1. Muscle subscapulaire.
E. Incision capsulaire. 1. Capsule.

**18** Voie transacromiale.

A. Incision cutanée.

B. Préparation de l'acromion avant l'ostéotomie. 1. Acromion ; 2. muscle trapèze ; 3. clavicule ; 4. muscle deltoïde.

C. Ostéotomie de l'acromion.

D. Écartement de l'acromion et ouverture de la bourse séreuse. 1. Bourse séreuse.

E. Découverte de la coiffe des rotateurs. 1. Coiffe des rotateurs.

L'installation s'effectue soit en décubitus ventral, le membre supérieur hors de la table, soit en décubitus latéral, ou le plus souvent en position semi-assise.

L'incision cutanée suit le bord supérieur de l'épine de la scapula, à 1,5 cm environ sur 3-4 cm, puis se recourbe en arrière et en dehors sur l'acromion pour se diriger 1 cm en avant de son angle postéroexterne et se terminer sur le relief du deltoïde sur environ 3 cm. Elle peut être prolongée au bord spinal de la scapula (fig 18).

L'ostéotomie acromiale suit la même direction légèrement oblique en arrière et en dehors, à l'union des deux tiers antérieurs et du tiers

postérieur de l'acromion. Les fibres acromiales et spinales externes du trapèze sont sectionnées à un travers de doigt de leur insertion osseuse et les fibres du deltoïde dissociées sur deux travers de doigt, le tracé est marqué au bistouri électrique : oblique en arrière pour qu'il se termine à un travers de doigt de l'angle postérieur de l'acromion. Les deux lambeaux périostés sont relevés. Deux trous sont pratiqués à la mèche fine de part et d'autre du tracé à 4 mm pour permettre la réinsertion transosseuse. L'ostéotomie est faite à la scie oscillante. Un surtout fibreux épais double parfois la face inférieure de l'acromion et doit être sectionné. Un écarteur

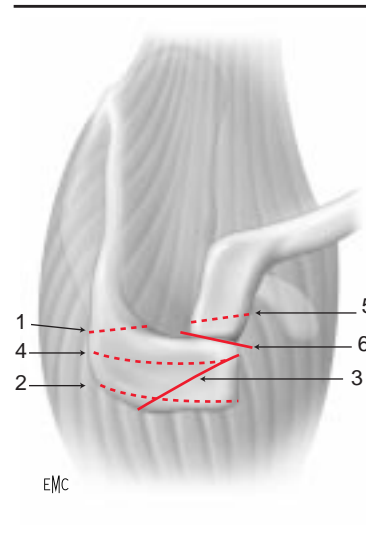
autostatique est alors mis en place entre les deux berges de l'acromion et permet d'exposer la coiffe des rotateurs. La fermeture se fait par suture transosseuse au fil non résorbable, et par fermeture du périoste.

■ Voie antéroexterne transacromiotoracodienne (fig 18)

Elle s'effectue en règle sur un patient le plus souvent en position semi-assise. Le bras et l'épaule sont entièrement compris dans le champ. La voie est dessinée selon une incision oblique ascendante débutant trois travers de doigts au-dessous et en dedans du bec acromial, ouvrant l'espace interacromiotoracodien à sa partie médiane, elle rejoint l'articulation acromioclaviculaire. L'incision peut être prolongée en arrière vers la fosse supraépineuse pour permettre la résection de l'articulation acromioclaviculaire, voire plus en arrière si un abord du corps du muscle supraépineux est souhaité. Après ouverture du plan cutané et sous-cutané, le deltoïde est discisé selon l'axe de ses fibres donnant accès au ligament acromiotoracodien qui va pouvoir être sectionné ou réséqué. L'effondrement de la bourse sous-deltoïdienne va donner accès à la coiffe des rotateurs.

■ Autres voies transacromiales

Plusieurs ostéotomies acromiales ont été décrites (fig 19). Grammont^[7] propose une ostéotomie le long de l'insertion du



19 Différents traits d'ostéotomie acromiale. Épineuse : Kocher (1) ; acromiales : Grammont (2), Moseley (3), Mac Laughlin (4) ; combinées : Neudorfer et Massart (1 et 5) ; en coup de sabre : Codman (1 et 6).

deltoïde moyen, parallèle au bord latéral de l'acromion. L'abord cutané se faisant comme la voie supérieure de Neer.

Références

- [1] Baillie DS, Moseley B, Lowe WR. Surgical anatomy of the posterior shoulder: effects of arm position and anterior-inferior capsular shift. *J Shoulder Elbow Surg* 1999 ; 8 : 307-313
- [2] Bono CM, Grossman MG, Hochwald N, Tornetta P 3rd. Radial and axillary nerves. Anatomic considerations for humeral fixation. *Clin Orthop* 2000 ; 373 : 259-264
- [3] Cooper DE, O'Brien SJ, Warren RF. Supporting layers of the glenohumeral joint. An anatomic study. *Clin Orthop* 1993 ; 289 : 144-155
- [4] Gagey O, Spraul JM, Vinh TS. Posterolateral approach of the shoulder: assessment of 50 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 2001 ; 10 : 47-51
- [5] Gagey OJ, Arkache J, Welby F. Le squelette fibreux de la coiffe des rotateurs. La notion de verrou fibreux. *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 : 452-455
- [6] Gagey OJ, Hue E. Mechanics of the deltoideus, a new approach. *Clin Orthop* 2000 ; 375 : 250-257
- [7] Grammont PM, Baulot E. Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture. *Orthopedics* 1993 ; 16 : 65-68
- [8] Hue E, Gagey OJ, Mestdagh H, Fontaine C, Drizenko A, Maynou C. The blood supply of the deltoid muscle. Application to the deltoid flap technique. *Surg Radiol Anat* 1998 ; 20 : 161-165
- [9] Kontakis GM, Steriopoulos K, Damilakis J, Michalodimitrakis E. The position of the axillary nerve in the deltoid muscle. A cadaveric study. *Acta Orthop Scand* 1999 ; 70 : 9-11
- [10] Kumar V, Satku K, Liu J, Shen Y. The anatomy of the anterior origin of the deltoid. *J Bone Joint Surg Br* 1997 ; 79 : 680-683
- [11] Levy O, Copeland SA. Cementless surface replacement arthroplasty of the shoulder. 5- to 10- year results with the Copeland mark-2 prosthesis. *J Bone Joint Surg Br* 2001 ; 83 : 213-221
- [12] Lin J, Hou SM, Inoue N, Chao EY, Hang YS. Anatomic considerations of locked humeral nailing. *Clin Orthop* 1999 ; 368 : 247-254
- [13] Martini M. La voie d'abord sous-deltoïdienne de l'extrémité supérieure de l'humérus. *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 631-633
- [14] Mazas F, de La Caffinière JY. Une prothèse totale d'épaule non rétentive. À propos de 38 cas. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 161-170
- [15] Minagawa H, Itoi E, Konno N, Kido T, Sano A, Urayama M et al. Humeral attachment of the supraspinatus and infraspinatus tendons: an anatomic study. *Arthroscopy* 1998 ; 14 : 302-306
- [16] Neer CS. Anterior acromioplasty for chronic impingement syndrome in the shoulder. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1972 ; 54 : 41-49
- [17] Patte D, Debeyre J. Essai comparatif de deux séries de ruptures de coiffe opérées et non opérées. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 : 327-328
- [18] Sher JS, Iannotti JP, Warner JP, Groff Y, Williams GR. Surgical treatment of postoperative deltoid origin disruption. *Clin Orthop* 1997 ; 343 : 93-98
- [19] Turkel SJ, Panio IM, Marshall JL, Girgis RG. Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am* 1981 ; 63 : 1208-1217

Voies d'abord des nerfs du membre supérieur

C Oberlin
F Teboul
C Touam

Résumé. – Qu'il s'agisse de réparations de lésions traumatiques, de décompressions dans le cadre de syndromes canaux, ou d'exérèses de tumeurs, la chirurgie des nerfs périphériques nécessite une technique particulière. Celle-ci repose sur quelques principes : abord premier systématique des extrémités en zone saine, dissection atraumatique avec une instrumentation adaptée privilégiant l'usage du bistouri. Sont ensuite décrites les principales voies d'abord du plexus brachial, puis des nerfs spinal accessoire, intercostaux, musculocutané, radial, axillaire, suprascapulaire, médian et ulnaire.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : chirurgie, voie d'abord, nerf, plexus brachial, nerf spinal accessoire, nerf intercostal, nerf musculocutané, nerf radial, nerf axillaire, nerf suprascapulaire, nerf médian, nerf ulnaire.

Introduction

L'abord chirurgical des nerfs périphériques nécessite de la part de l'opérateur à la fois une bonne connaissance anatomique, incluant la connaissance des variations les plus fréquentes, et une technique particulière. C'est dire que la dissection sur sujet frais au laboratoire d'anatomie est absolument indispensable à l'initiation des chirurgiens qui envisagent de réparer les nerfs périphériques.

Les nerfs périphériques sont abordés dans des circonstances variables. Il peut s'agir de lésions traumatiques, vues en urgence ou en secondaire, de lésions isolées ou associées à des atteintes osseuses, tendineuses ou vasculaires. Enfin, il peut s'agir d'un abord dans le cadre d'un syndrome des défilés.

Quoi qu'il en soit, les résultats de cette chirurgie restent très dépendants de la technique opératoire adoptée, et, en dehors de la technique microchirurgicale, considérée comme acquise, nombreux sont les détails dans la stratégie et la gestuelle opératoires dont va dépendre directement le résultat.

Grands principes

INSTALLATION DU PATIENT

L'abord d'un nerf pathologique doit toujours débuter en zone saine. Il faut donc prévoir un champ suffisamment large, permettant de s'agrandir en cas de besoin. Aux membres, on cherche au maximum à opérer sous garrot pneumatique. Pour aborder la racine des membres, on utilise volontiers un garrot stérile permettant d'aborder

dans un premier temps et dans les meilleures conditions, au moins l'extrémité distale des nerfs. Lorsqu'une greffe est envisagée, les deux membres inférieurs sont installés (fig 1).

INCISION CUTANÉE

Elle doit être la plus directe possible, évitant ainsi les décollements, source parfois d'hématomes ou de problèmes de cicatrisation, source toujours de fibrose préjudiciable à la repousse nerveuse. Si un pli de flexion est coupé, une simple plastie en « Z » évite la cicatrice rétractile.

REPÉRAGE DU NERF

Il doit toujours se faire à distance de la lésion ou de l'anomalie supposée, en progressant de la zone saine vers la zone pathologique. Pendant l'approche, un stimulateur à nerf est utile, s'il s'agit d'aborder un nerf moteur fonctionnel (absence de dégénérescence wallérienne). Le malade ne doit alors pas être curarisé. La dissection se fait au contact direct du nerf, dans son espace de glissement, au mieux au bistouri. Lorsqu'on aborde un nerf pathologique, la disparition du plan de clivage signale le début de la zone névromateuse qu'il faut réséquer avant greffe.

Ces zones sont parfaitement identifiées par l'imagerie par résonance magnétique (IRM), si elle est faite en préopératoire, qui montre la disparition de l'ordonnement fasciculaire.

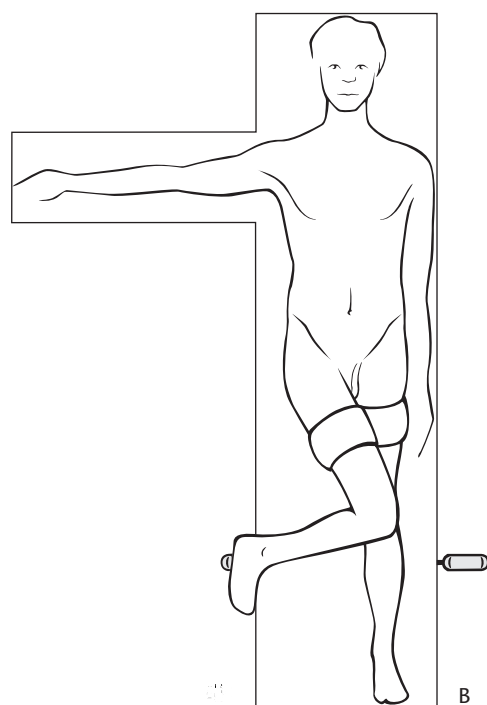
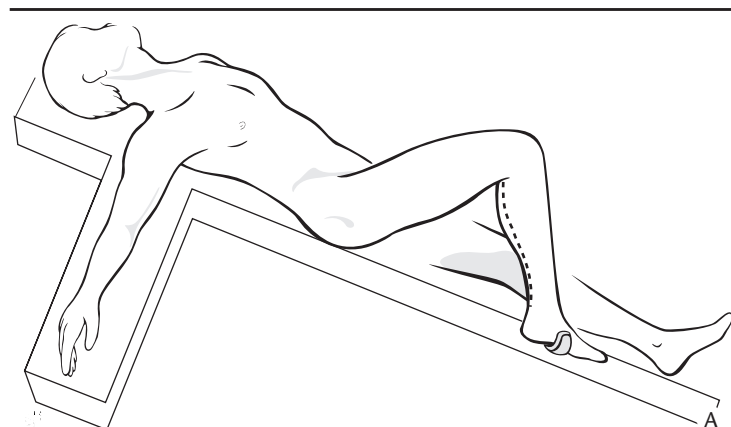
Une gestuelle rigoureuse atraumatique est indispensable. À cet égard, dès lors que la dissection se fait en tissu fibreux, l'utilisation des ciseaux doit, dans la mesure du possible, être proscrite. La dissection risque de produire un écrasement de l'extrémité nerveuse encore saine, du fait de la résistance mécanique plus importante du tissu fibreux environnant. En revanche, l'incision au bistouri du tissu fibreux jusqu'au plan de clivage qui persiste toujours autour d'une extrémité nerveuse correcte, est atraumatique. En cas d'abord d'un nerf encore fonctionnel, il faut éviter de confier à un aide inexpérimenté les lacs glissés autour des nerfs, car une traction excessive, même faible, si elle est maintenue quelques minutes, peut provoquer une lésion de degré II de Sunderland, qui demande plusieurs mois à récupérer.

Christophe Oberlin : Professeur des Universités, praticien hospitalier.

Frédéric Teboul : Chef de clinique-assistant.

Chabane Touam : Praticien adjoint.

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital Bichat, 46, rue Henri-Huchard 75877 Paris cedex 18, France.



1 Installation d'un patient permettant le prélèvement de greffes nerveuses à partir des membres inférieurs. Un appui talonnier est placé en dehors de la table, à hauteur de l'interligne des genoux (d'après Foucher).

Branche externe du nerf spinal accessoire

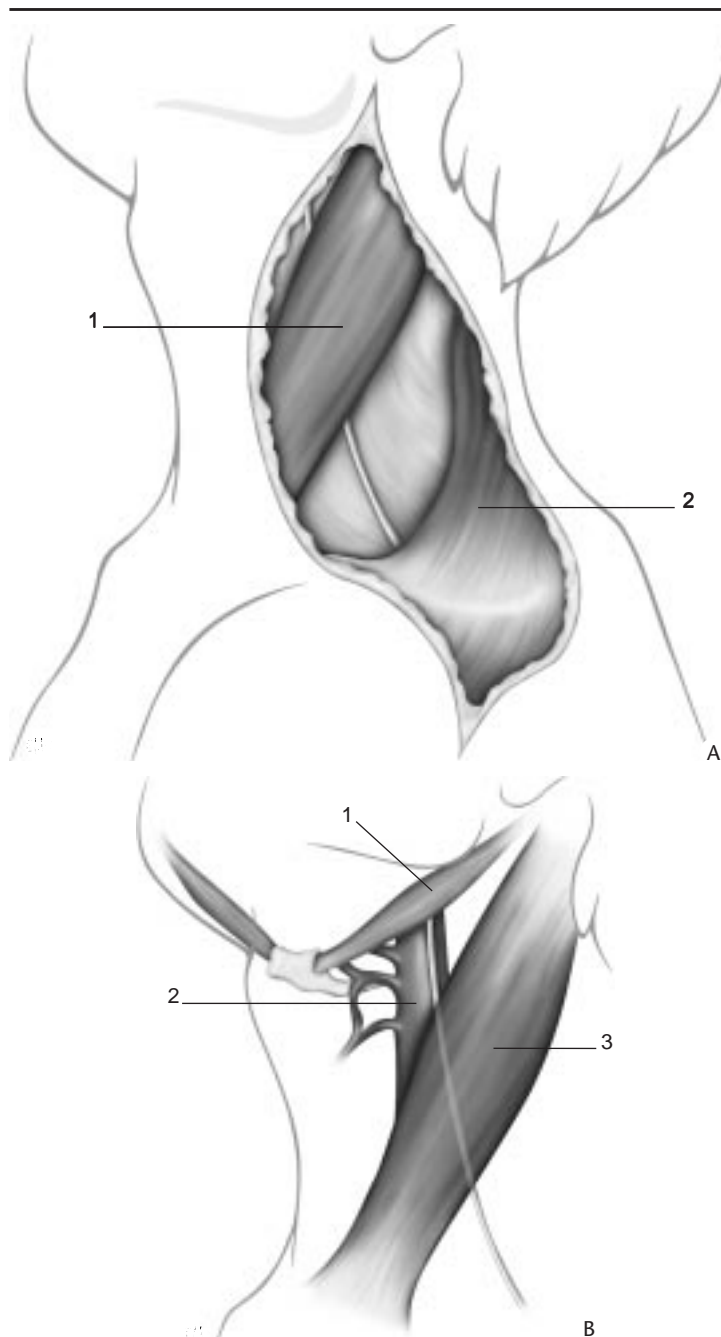
Fréquemment lésé lors des biopsies ganglionnaires au cou, le nerf spinal accessoire doit alors être réparé.

Dans le cadre des paralysies du plexus brachial, il peut être utilisé comme nerf donneur d'axones ^[2] dans le cadre d'un transfert nerveux (neurotisation).

RAPPEL ANATOMIQUE (fig 2)

Le nerf spinal accessoire ^[1, 8] est la onzième paire crânienne. Il sort de la base du crâne par la partie nerveuse du foramen jugulaire (trou déchiré postérieur) et se divise en deux branches : interne et externe. La branche interne, qui représente l'origine bulbaire du nerf, rejoint le nerf vague (pneumogastrique) à l'extrémité supérieure du ganglion plexiforme. La branche externe, qui seule nous intéresse ici, se dirige en bas, en dehors et en arrière. Elle croise la veine jugulaire interne, le plus souvent superficiellement, puis aborde la face profonde du muscle sterno-cléido-mastoïdien, 4 cm en moyenne au-dessous de l'apophyse mastoïde.

Ainsi, dans les lésions anciennes et étendues du nerf spinal accessoire, la stimulation peropératoire du nerf en avant du muscle sterno-cléido-mastoïdien, par la réponse musculaire, permet de différencier à coup sûr le nerf spinal des branches du plexus cervical superficiel. Il n'y a plus qu'à suivre le nerf à travers le muscle jusqu'à son émergence au bord externe, site électif des lésions iatrogènes.



2 Anatomie du nerf spinal accessoire.

A. Situation du nerf : le trajet du nerf spinal accessoire se projette sur une ligne qui va du bord postérieur de la branche montante de la mandibule au bord antérieur du relief du muscle trapèze. 1. Muscle sterno-cléido-mastoïdien ; 2. muscle trapèze.

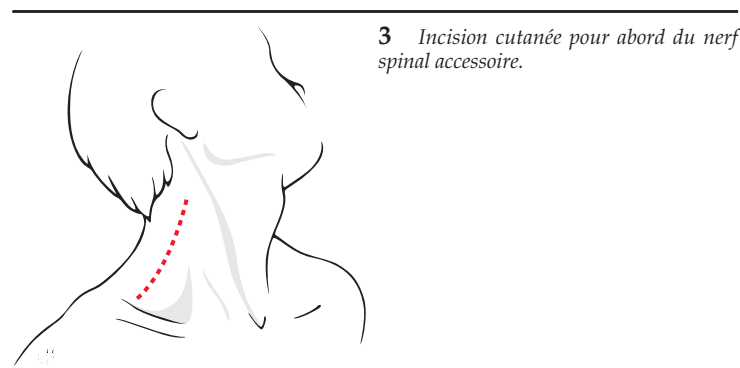
B. Vue agrandie de l'abord proximal du nerf spinal accessoire. En passant en avant du muscle trapèze, le nerf apparaît, posé sur la veine jugulaire interne, sous le ventre postérieur du muscle digastrique. 1. Muscle digastrique ; 2. veine jugulaire interne ; 3. muscle sterno-cléido-mastoïdien.

Le nerf croise ensuite le creux sus-claviculaire dans sa partie toute postérieure et supérieure. Il rejoint alors la face profonde du muscle trapèze sous le périmysium duquel il chemine. Le repérage du point d'entrée dans le muscle se fait facilement en pinçant largement le muscle trapèze entre pouce et index : le doigt antérieur situe le point d'entrée. On repère ainsi facilement le bout distal d'un nerf spinal accessoire sectionné.

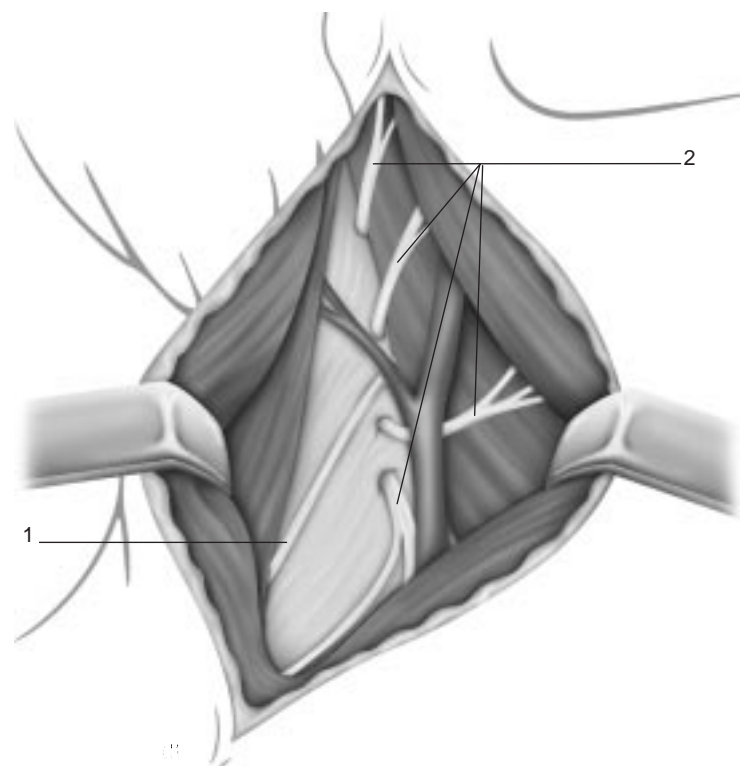
Le nerf donne ses branches de division avant de pénétrer dans le muscle.

VOIE D'ABORD

La découverte du nerf spinal est difficile en raison de la présence des nombreuses branches sensibles du plexus cervical superficiel.



3 Incision cutanée pour abord du nerf spinal accessoire.



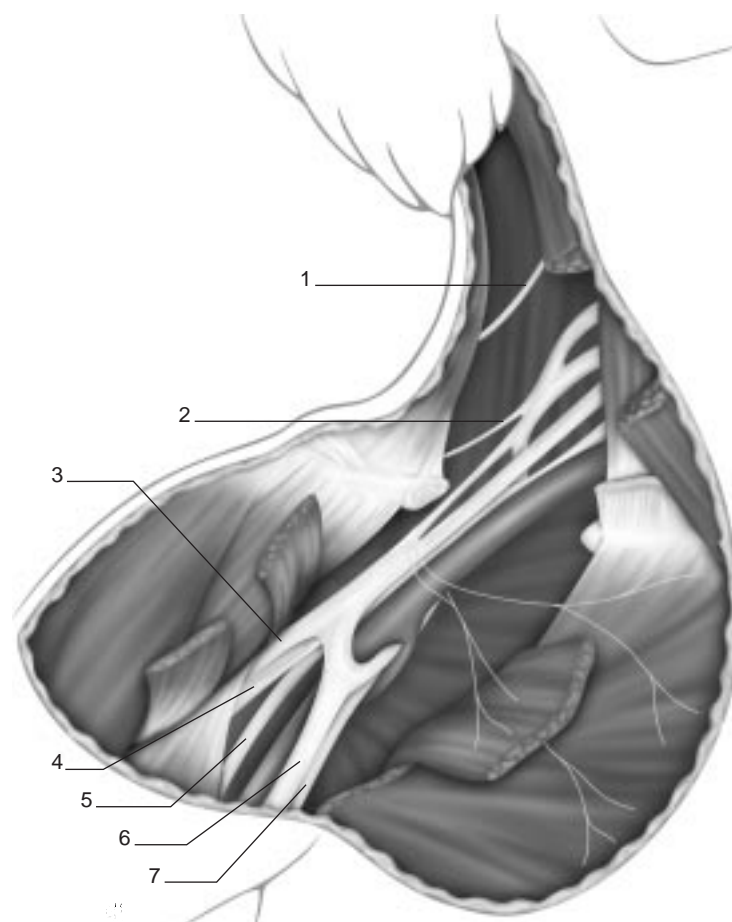
4 Abord du nerf spinal accessoire. Après incision du platysma, le nerf apparaît, sortant du relief du muscle sterno-cléido-mastoïdien. Il doit être différencié des nombreuses branches du plexus cervical superficiel sensitif.
1. Nerf spinal accessoire ; 2. plexus cervical superficiel.

D'autre part, il reçoit une branche anastomotique motrice (plexus cervical profond) venant de C2 et C3. Il faut se rappeler que le spinal est le nerf le plus postérieur du creux sus-claviculaire et le plus au contact du muscle trapèze. Son calibre est relativement petit par rapport aux rameaux sensitifs.

L'incision cutanée (fig 3) doit suivre une ligne qui part de la pointe de l'apophyse mastoïde et se dirige vers le point de pénétration musculaire tel que décrit (cf supra). Le début de l'incision est situé environ 4 cm sous la pointe de l'apophyse mastoïde et se prolonge vers le bas et en dehors sur 5 à 10 cm.

Après incision de la peau et du muscle peaucier, on repère deux éléments : le bord postérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien et le bord antérieur du muscle trapèze. C'est dans l'angle supérieur de ces deux muscles, c'est-à-dire à la partie haute, postérieure, du creux sus-claviculaire que l'on va chercher le nerf spinal accessoire (fig 4). Dans cet angle, on retrouve les nombreux filets nerveux récurrents qui sont les branches (sensitives par définition) du plexus cervical superficiel, et qui remontent vers l'oreille et le menton. Il faut chercher le nerf spinal plus en arrière et surtout plus bas.

Lorsque la découverte du nerf est difficile, il faut alors le repérer en amont de ses branches destinées au muscle sterno-cléido-mastoïdien, dans l'espace rétrostylien, en s'aidant de la stimulation. Le nerf passe dans 75 % des cas en superficie par rapport à la veine jugulaire. L'artère carotide interne est plus profonde.



5 Anatomie du plexus brachial et ses branches.
1. Nerf spinal accessoire ; 2. nerf suprascapulaire ; 3. nerf musculocutané ; 4. nerf axillaire ; 5. nerf radial ; 6. nerf médian ; 7. nerf ulnaire.

Lorsque le nerf a été lésé depuis plus de 3 semaines, le bout distal n'est plus stimuable. Le repérage se fait donc à la face profonde et antérieure du muscle trapèze, là où il ne peut être confondu avec aucune autre structure nerveuse.

VOIE D'ABORD PARTICULIÈRE POUR NEUROTISATION DU PLEXUS BRACHIAL

Dans ce cas, l'incision est celle de l'exploration sus-claviculaire du plexus brachial. Après avoir repéré le nerf phrénique, puis l'origine de la racine C5, on se porte en arrière et en dehors en suivant le relief du muscle trapèze. On trouve le nerf spinal accessoire plus facilement puisque le stimulateur à nerf peut être utilisé.

Plexus brachial

L'abord chirurgical du plexus brachial est réalisé le plus souvent dans le cadre de lésions traumatiques par élévation et rupture rencontrées après accident de moto. Ces lésions sévères ne sont plus explorées que dans un but thérapeutique, l'examen clinique préopératoire aidé de la myélographie couplée au scanner permettant dans la très grande majorité des cas d'avoir une idée précise des lésions. L'abord consiste aujourd'hui davantage à se porter sur les sites de réparations, plutôt que de réaliser une « exploration ». La ou les voies d'abord sont donc alors conditionnées par les greffes ou transferts nerveux prévus.

RAPPEL ANATOMIQUE

■ Constitution (fig 5)

Le plexus brachial [8] est formé habituellement par la réunion des racines cervicales C5, C6, C7, C8 et de la première racine thoracique.

Inconstamment, C4 envoie un contingent et parfois T2. Lorsque C4 n'entre pas dans la constitution du plexus, T2 participe : plexus inférieur prédominant. Parfois le plexus ne reçoit rien de T1 mais a un fort contingent de C4, il est alors supérieur prédominant. Ces variations sont très fréquentes, notamment les plexus inférieurs prédominants. Ainsi, des avulsions intéressant C8 et T1 peuvent-elles s'accompagner d'un plan de flexion satisfaisant à l'avant-bras et à la main.

C'est dire que les tableaux paralytiques plexiques doivent faire appel à une terminologie clinique (par exemple « paralysie de l'épaule et de la flexion du coude »), et non pas s'exprimer en termes de racines, dont on connaît la variabilité.

Les racines se regroupent : C5 et C6 forment le tronc primaire supérieur, C7 le tronc primaire moyen, C8 et T1 le tronc primaire inférieur.

Ces trois troncs primaires donnent chacun un contingent postérieur et un contingent antérieur. Les trois contingents postérieurs se réunissent en un tronc secondaire postérieur qui se divise en nerf radial et nerf axillaire (circonflexe). Les contingents antérieurs des troncs supérieur et moyen se réunissent pour former le tronc secondaire antéroexterne qui donne la racine externe du nerf médian et le nerf musculocutané. Une portion variable provenant de C7 s'unit à la branche de division antérieure du tronc primaire inférieur pour former le tronc secondaire antéro-interne qui donne, en se divisant, la racine interne du nerf médian, le nerf ulnaire (cubital), le nerf médial cutané du bras (brachial cutané interne) et de l'avant-bras (accessoire du brachial cutané interne).

■ Branches du plexus brachial

Branches postérieures

L'origine du nerf du muscle serratus (grand dentelé), ou nerf thoracique long de Charles Bell, provient du contingent de C4-C5-C6-C7, très près de l'émergence du trou de conjugaison. Ceci explique que les atteintes plexiques comportant une paralysie du serratus soient particulièrement graves. À l'inverse, une réponse positive à la stimulation peropératoire du moignon proximal d'une racine C5 permet d'affirmer la continuité entre le corps cellulaire de la corne antérieure de la moelle et un effecteur musculaire périphérique, c'est-à-dire de confirmer l'absence d'avulsion médullaire. Le nerf thoracique long chemine ensuite en arrière du plexus pour rejoindre le grill costal. On le recherche en fait rarement lors de la dissection du plexus brachial.

Le nerf du muscle élévateur de la scapula (angulaire) et des muscles rhomboïdes naît très haut de la face postérieure de C4 ou C5 ; il traverse le muscle scalène moyen et quitte rapidement la région. Il est ainsi le plus souvent intact dans les paralysies du plexus brachial, autorisant l'utilisation du muscle angulaire comme transfert.

Le nerf suprascapulaire (sus-scapulaire) naît de C5 et C6 ou du tronc primaire supérieur. Il se dirige obliquement en bas, en dehors et en arrière de lui. Il rejoint la face postérieure du ventre postérieur du muscle omohyoïdien qu'il va suivre jusqu'à l'échancrure coracoïdienne. Il innervé les muscles supra- et infraépineux (sus-épineux et sous-épineux).

Le nerf supérieur du muscle subscapulaire (sous-scapulaire) se détache du contingent postérieur du tronc primaire supérieur ou du tronc secondaire postérieur. Il se dirige en bas, en arrière et en dehors.

Le nerf inférieur du muscle subscapulaire naît un peu plus bas et pénètre le muscle à sa partie moyenne.

Le nerf du muscle grand dorsal et le nerf du muscle grand rond naissent à la face postérieure du tronc secondaire postérieur, en arrière de la clavicule. Ils se dirigent en bas et en arrière pour rejoindre le grill costal et leurs muscles respectifs.

Branches antérieures

Le nerf du muscle subclavier (sous-clavier) est une branche très grêle qui naît du tronc secondaire antéroexterne ou de la branche

antérieure du tronc primaire supérieur. Elle chemine en avant du bord externe du muscle scalène antérieur, en dehors du nerf phrénique, et rejoint le muscle subclavier après avoir croisé le bord postérieur de la clavicule.

Les nerfs des muscles pectoraux forment généralement l'anse des pectoraux, formée par un contingent venant du tronc secondaire antéroexterne et un autre du tronc secondaire antéro-interne. Elle naît sous la clavicule et passe sous l'origine de l'artère thoracoacromiale (acromiothoracique). Elle donne les branches aux muscles grand et petit pectoral. Parfois, il existe un autre nerf du muscle grand pectoral qui naît plus haut sur le tronc secondaire antéroexterne.

■ Variations anatomiques

Elles comportent :

- la participation inconstante du contingent venant de C4 ;
- la participation inconstante venant de T2 ;
- l'anse des pectoraux qui peut être formée de deux branches associées ou non à un nerf propre du muscle grand pectoral, naissant plus haut du tronc secondaire antéroexterne ;
- l'absence de nerf musculocutané, très fréquente, qui correspond en réalité à un volumineux tronc médian musculocutané, les nerfs des muscles coracobrachial, biceps et brachial (brachial antérieur) naissant de façon étagée tout au long du canal brachial.

■ Systématisation du plexus brachial

La participation de telle ou telle racine à l'innervation d'un muscle donné est magistralement décrite dans l'étude la plus importante, jamais égalée, qui est celle d'Hovelacque^[8] et de ses assistants. Les très nombreuses variations décrites expliquent la plupart des tableaux cliniques « surprenants » constitués dans certaines paralysies partielles par des « discordances » apparentes entre certains muscles actifs et des images d'avulsion médullaire correspondantes.

Dans une autre optique, la chirurgie de réparation nerveuse a tenté de mieux connaître la répartition intraneurale des fascicules destinés à telle ou telle région. Les connaissances à ce sujet ne sont pas assurées. Et l'expérience montre que le respect supposé de cette cartographie ne constitue pas une nécessité absolue pour obtenir un bon résultat ou éviter des cocontractions. La plasticité cérébrale permet certaines reprogrammations.

En revanche, les nouvelles techniques de transfert de quelques fascicules sains sur un nerf rompu montrent que la stimulation fine intraneurale d'un nerf fonctionnel permet d'identifier des contingents produisant une réponse périphérique très spécifique. Les fibres nerveuses destinées à tel ou tel muscle ne sont donc pas disséminées au hasard à l'intérieur des troncs nerveux proximaux, mais bel et bien regroupées.

Mais une véritable cartographie, reproductible d'un sujet à l'autre, ne peut être retrouvée que sur les quelques centimètres qui précèdent l'émergence de branches nerveuses connues.

■ Rapport du plexus brachial (fig 5)

Le plexus brachial traverse plusieurs régions anatomiques : le cou où il est successivement interscalénique puis extrascapulaire, le défilé costoclaviculaire, le creux axillaire.

Plexus interscalénique

Chaque racine du plexus se place à la sortie du trou de conjugaison sur la gouttière transversaire de la vertèbre numériquement identique. Elle est profondément située. Puis elle se trouve rapidement dans le défilé des muscles scalènes, entre muscle scalène antérieur et muscle scalène moyen, où le nerf chemine d'autant plus profond que la racine est plus basse. En effet, C5 est presque extrascapulaire à son origine alors que C6 et surtout C7 sont très

profonds. C8 et T1 naissent plus postérieurs et sont très vite au contact du dôme pleural qu'ils contournent en arrière.

Plexus extrascalénique sus-claviculaire

Il est représenté uniquement par le tronc primaire supérieur et une partie du tronc primaire moyen, le tronc primaire inférieur étant d'emblée rétroclaviculaire. Cette partie du plexus a une forme triangulaire à pointe inféroexterne. Elle est située assez superficiellement, puisqu'elle est même accessible à la palpation chez un individu peu corpulent. C'est là qu'on fait rouler le plexus sur une côte cervicale, réveillant ainsi les paresthésies, dans les syndromes de la traversée cervico-thoraco-brachiale.

Le plexus est barré en avant et en dehors par le muscle omohyoïdien qui le cravate obliquement, engainé par l'aponévrose cervicale moyenne. Il faut connaître les vaisseaux qui croisent le plexus : l'artère cervicale transverse superficielle croise par en avant la partie basse du plexus, tandis que l'artère scapulaire postérieure passe au travers du plexus, généralement entre le tronc primaire supérieur et le tronc primaire moyen. L'artère suprascapulaire, enfin, barre transversalement le plexus à la partie basse du creux sus-claviculaire pour aller rejoindre en arrière le nerf suprascapulaire.

Défilé costoclaviculaire

Le plexus est là très ramassé d'avant en arrière. Il se projette un peu en dedans du milieu de la clavicule. Il est discrètement refoulé vers le haut par la première côte. Ses rapports essentiels sont l'artère subclavière en dedans de lui et la veine en dedans de l'artère dont elle est séparée par le tendon terminal du muscle scalène antérieur sur la première côte. En avant, la clavicule et entre eux le muscle subclavier.

Après avoir passé la face inférieure de la clavicule, le plexus pénètre dans la région axillaire.

Il est représenté par ses troncs secondaires : l'antéroexterne qui rejoint le bord externe de l'artère axillaire, puis passe en avant d'elle avant de se diviser en arrière du muscle petit pectoral en nerf musculocutané et racine externe du nerf médian. Le nerf musculocutané donne très près de son origine une ou deux branches pour le muscle coracobrachial. Le tronc secondaire antéro-interne s'engage derrière l'artère axillaire qu'il contourne pour se retrouver en dedans d'elle entre artère et veine. Il se divise là en racine interne du nerf médian, nerf ulnaire, nerf médial cutané du bras et de l'avant-bras.

Le tronc secondaire postérieur reste en arrière de l'ensemble, plutôt en dehors de l'artère. Il se divise en arrière du muscle petit pectoral en donnant le nerf axillaire (circonflexe) qui part en dehors et le nerf radial, ce dernier donnant très vite sa première branche destinée au triceps.

Cette partie axillaire du plexus est située en arrière de l'aponévrose clavi-pectoro-axillaire qui entoure le muscle petit pectoral.

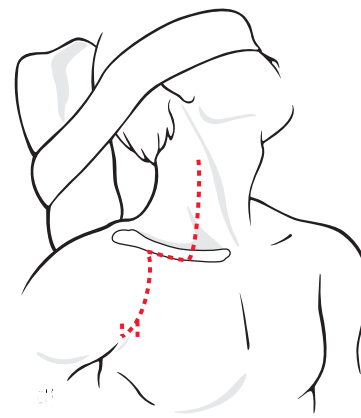
À la partie inférieure du creux axillaire le plexus brachial est entièrement divisé en ses branches terminales.

ABORD CHIRURGICAL DU PLEXUS BRACHIAL

■ Abord sus-claviculaire

Incision cutanée (fig 6)

Elle intéresse les deux tiers inférieurs d'une ligne descendant de l'apophyse mastoïde vers le milieu de la clavicule. Elle comporte ensuite un segment horizontal sous-claviculaire qui rejoint le sommet du sillon deltopectoral. Elle se poursuit par une voie deltopectorale classique. Il est prudent de dessiner en regard du tendon du grand pectoral une plastie en « Z », d'autant plus si la voie doit être agrandie dans le canal brachial. On incise la peau, le fascia superficiel, le tissu cellulaire sous-cutané, puis le platysma (muscle peaucier du cou) qui est soigneusement réparé en fin d'intervention. On reste en permanence en dehors de la veine



6 Incision cutanée pour abord complet du plexus brachial.

jugulaire externe. Les veines transversales qui peuvent parfois gêner l'abord sont ligaturées. Il faut alors rechercher le muscle omohyoïdien qui recouvre le plexus. Pour ce faire, on fait abaisser par l'aide le moignon de l'épaule par traction sur le membre supérieur, et on incise l'aponévrose cervicale moyenne en sus-claviculaire. Le corps musculaire, oblique en bas et en dehors, du muscle omohyoïdien apparaît. Il est sectionné entre deux ligatures appuyées. La palpation permet alors de percevoir le plexus ou, en cas d'avulsion, le tissu fibreux qui a pris sa place.

Le plexus, même rompu, est présent à ce niveau. Le bord externe du plexus ainsi déplacé par le traumatisme, présente alors l'origine du nerf suprascapulaire. En cas de rupture à grand déplacement, le bord externe du plexus et l'origine du nerf suprascapulaire sont retrouvés plus bas, en rétroclaviculaire, et il faut s'aider d'une traction plus énergique sur le membre. En cas de difficulté, il faut désinsérer en dehors une partie du muscle trapèze du bord postérieur de la clavicule, et suivre le chef latéral du muscle omohyoïdien. La partie distale du nerf suprascapulaire est trouvée, près de l'échancrure coracoïdienne.

Repérage des racines C5, C6, C7 (fig 7, 8)

À partir de ce moment là, deux techniques sont possibles.

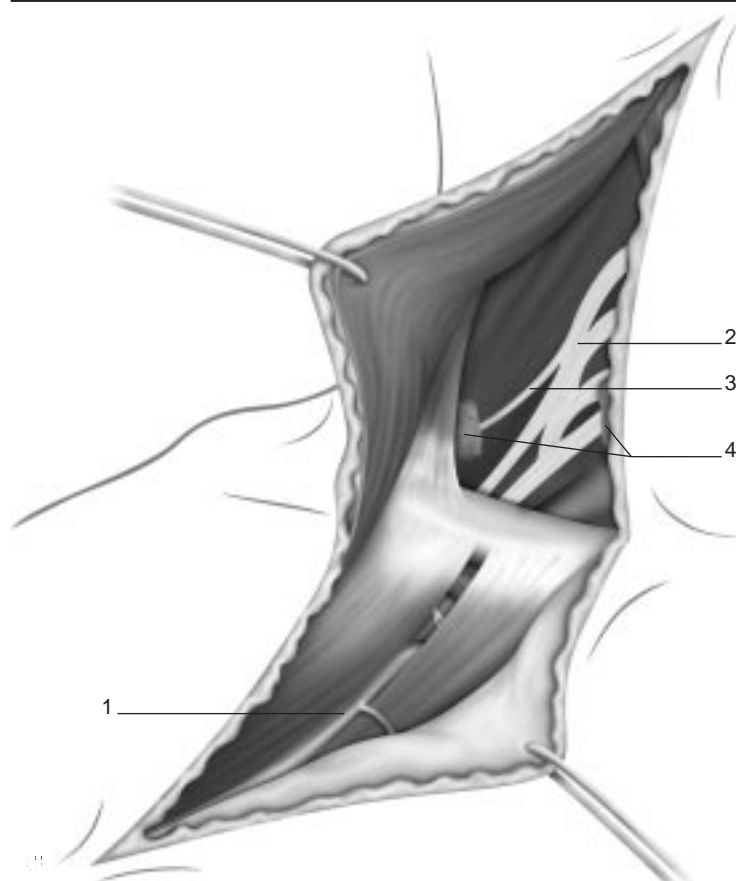
On peut disséquer de distal à proximal, en suivant le plexus ou le tissu fibreux qui l'a remplacé. On identifie ainsi l'espace interscalénique. Le pédicule cervical transverse s'interpose. Il est respecté ou ligaturé. La dissection remonte jusqu'au niveau supposé de l'origine de la racine C5. Le repère anatomique fondamental est ici le nerf phrénique qui croise l'origine de cette racine avant de cheminer sous l'aponévrose du muscle scalène antérieur. Le nerf est aisément identifiable par la dissection et la stimulation électrique. Lorsqu'un moignon de racine C5 est identifié, sa stimulation, par diffusion rétrograde, donne une réponse dans le muscle serratus (antépulsion de l'épaule), confirmant l'absence d'avulsion médullaire. À l'inverse, un plexus apparemment continu jusqu'au trou de conjugaison, sans réponse dans le serratus, correspond généralement à une avulsion médullaire très peu déplacée qui doit être visible sur la coupe de myélographie couplée au scanner correspondant.

La découverte de C6 ne pose en général pas de problème : cette racine est en dedans de C5, c'est-à-dire sous elle pour l'opérateur. Le moignon de C5 étant relevé, l'espace interscalénique où se trouve normalement C6 apparaît, avec un certain degré de fibrose.

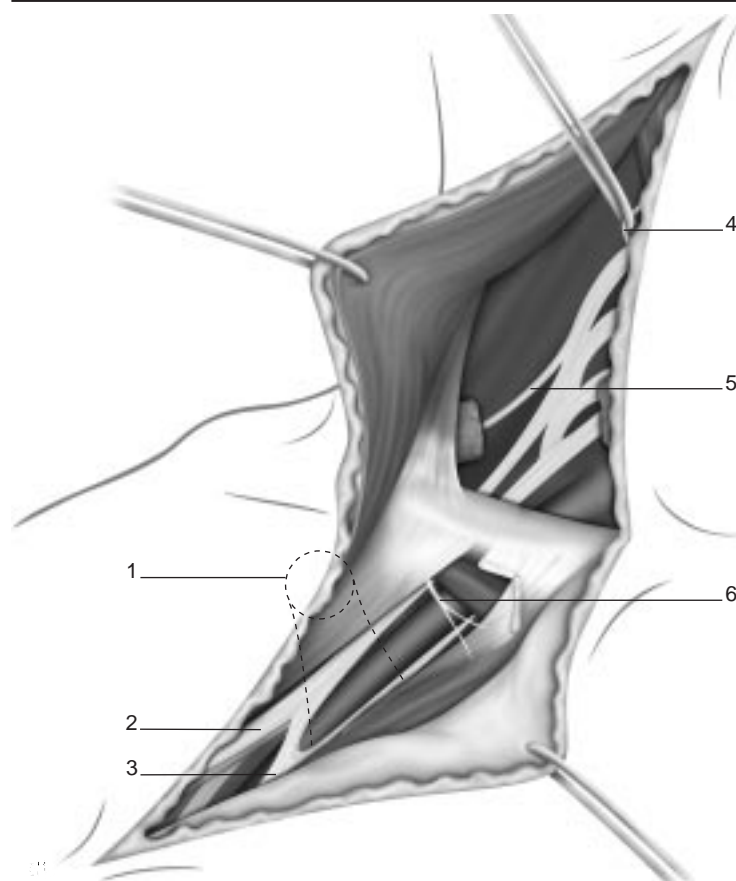
Un moignon de C7, s'il existe, cas relativement exceptionnel, apparaît un peu plus bas dans le même interstice. La racine C7 est volumineuse, nettement moins verticale que les deux précédentes quand elle n'est pas franchement horizontale et assez courte, ce qui explique les rares cas d'avulsion isolée de C7.

Découverte de C8 et T1

Elle est plus difficile et, dans les cas traumatiques, on n'envisage cet abord qu'en l'absence de méningocèles radiologiquement visibles, c'est-à-dire en pratique dans les lésions plexiques sous- et rétroclaviculaires. Et seulement s'il existe une paralysie de ces racines.



7 Abord sous-cutané permettant de repérer les deux interstices.
En sus-claviculaire : section du muscle omohyoïdien qui recouvre le plexus brachial.
En sous-claviculaire : ouverture du sillon deltopectoral, en dehors de la veine céphalique. 1. Veine céphalique ; 2. tronc primaire supérieur ; 3. nerf suprascapulaire ; 4. muscle omohyoïdien.



8 Exposition habituelle terminée. L'apophyse coracoïde et le tendon du petit pectoral sont en pointillés. 1. Apophyse coracoïde et muscle petit pectoral ; 2. nerf musculocutané ; 3. nerf médian ; 4. nerf phrénique croisant C5 ; 5. nerf suprascapulaire ; 6. nerf pectoral supérieur.

Incision cutanée (fig 6)

L'incision suit le sillon deltopectoral selon une ligne qui se termine à la partie externe du bord inférieur du tendon grand pectoral. Si la dissection doit se poursuivre au bras, on fait une plastie en « Z » à ce niveau.

Découverte du plexus sous-claviculaire (fig 7, 8)

Le sillon deltopectoral est ouvert, la veine céphalique étant laissée dans la berge interne de l'incision. On fait l'hémostase de la branche de l'artère thoracoacromiale destinée au faisceau antérieur du muscle deltoïde. Au sommet du sillon, on décroche sur 2 ou 3 cm le chef claviculaire du muscle grand pectoral. Le processus coracoïde et le tendon petit pectoral apparaissent. L'aponévrose clavi-pectoro-axillaire est incisée, après hémostase soigneuse. Un écarteur autostatique peut alors être installé. En réclinant le tendon petit pectoral en haut, on palpe facilement le plexus qui est abordé : l'origine du nerf musculocutané, dans la forme anatomique la plus fréquente, apparaît. On contrôle son intégrité, c'est-à-dire une libre dissection, au travers du muscle coracobrachial. Dans les paralysies étendues du plexus brachial, le muscle petit pectoral doit être respecté, sa réinnervation pouvant s'avérer très utile. En revanche, dans les abords pour rupture isolée du nerf axillaire, sa section peut faciliter l'exposition. Il est alors impératif de le sectionner entre deux ligatures.

Dissection des troncs secondaires et de l'origine des branches terminales

La dissection des troncs secondaires se poursuit de distal à proximal, avec des difficultés diverses en fonction de la pathologie. En règle, le tronc secondaire antéroexterne est disséqué jusqu'à l'origine de l'anse des muscles pectoraux, de sorte qu'une greffe branchée juste en amont assure une récupération de la pince brachiothoracique. En distal, la dissection du nerf axillaire et du nerf radial nécessite de

Il est alors souvent nécessaire et plus prudent de faire une ostéotomie de la clavicule (fig 9).

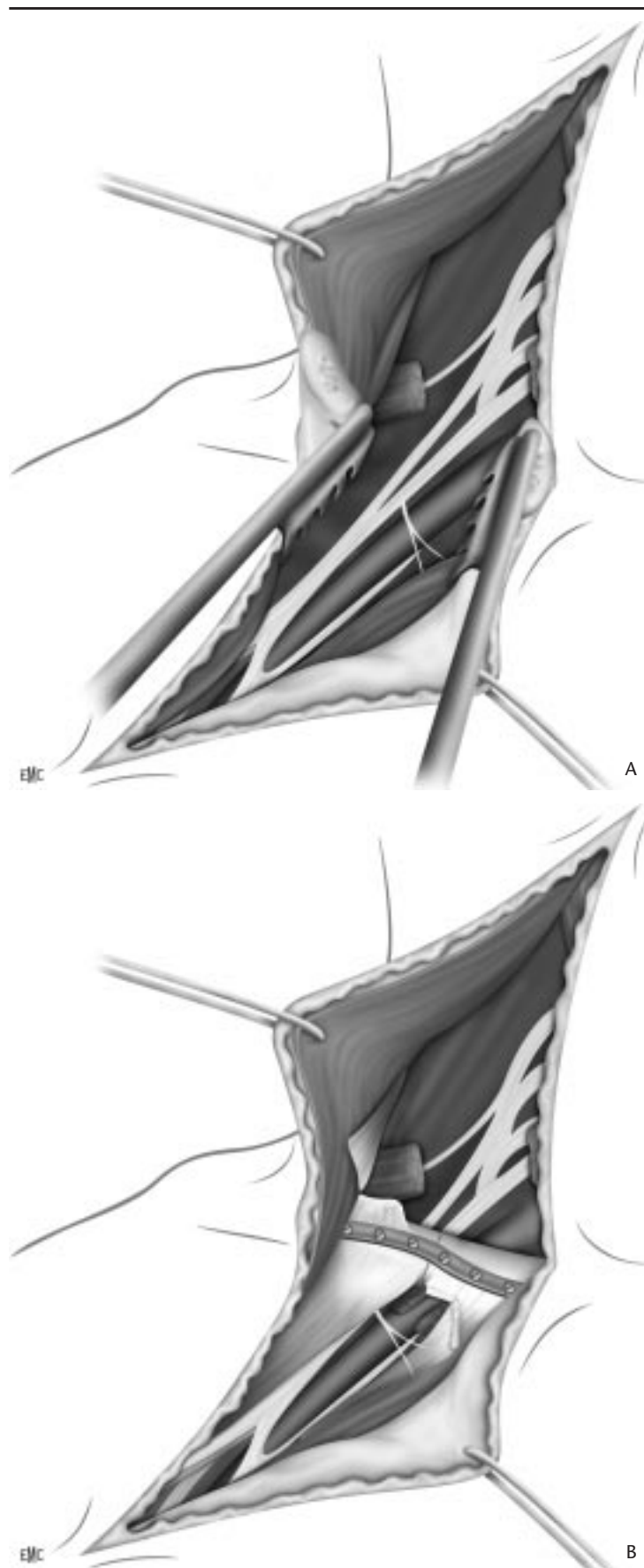
Dans les cas de compression par côte cervicale ou équivalent, on s'agrandit en dedans en coupant l'insertion basse du scalène antérieur. Lors de ce geste il faut penser au nerf phrénique, aux branches terminales du tronc artériel thyro-bicervico-scapulaire, à la veine jugulaire interne qui est assez proche en avant et en dedans. Plus bas et en avant, l'artère subclavière et, en avant d'elle, la veine qui va se jeter dans le confluent de Pirogoff. C8 est assez volumineuse, dirigée plus souvent transversalement que verticalement ; en avant et en dedans d'elle, le dôme pleural est tout proche. T1 est généralement petite, plutôt ascendante ; on la repère plus facilement sur le relief de la première côte qu'elle paraît enjambrer pour pénétrer dans le défilé costoclaviculaire. Avant de repérer ces deux racines, il est prudent d'avoir passé un lacs autour de l'artère subclavière en dedans du muscle scalène antérieur.

Découverte des troncs primaires

Les racines étant chargées sur des lacs, la découverte des troncs primaires est aisée. Seul le tronc primaire supérieur est nettement individualisé. Il est très court, 1 à 2 cm au maximum et se divise vite en ses contingents antérieur et postérieur. Le tronc primaire moyen est la suite de C7 : il se divise en dedans des branches terminales du tronc primaire supérieur. Le tronc primaire inférieur est très court et se divise d'emblée.

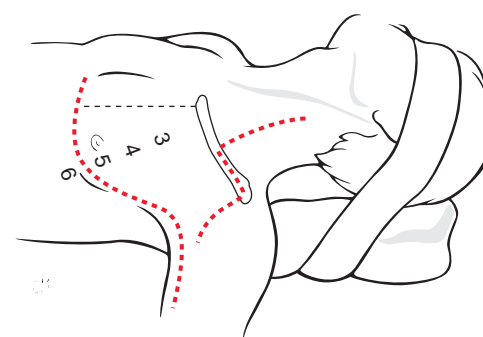
■ Abord sous-claviculaire - plexus axillaire

Cet abord est systématique dès lors qu'une greffe est envisagée pour restaurer la flexion du coude : le passage du nerf musculocutané à travers le muscle coracobrachial doit être contrôlé (15 % de ruptures associées).



9 Complément d'abord par ostéotomie de la clavicule.
 A. La section est transversale, précédée par la préparation de la pose de la plaque, et la perforation des six trous de vis.
 B. Aspect de la synthèse en fin d'intervention.

refouler en avant et en dedans l'artère axillaire. Plus bas, la dissection du nerf médian ou du nerf ulnaire nécessite de s'agrandir



10 Schéma des incisions pour transfert des nerfs intercostaux.

L'incision suit le bord inférieur du relief du muscle grand pectoral, et se poursuit à la face interne du bras. On peut ainsi aborder les nerfs intercostaux 3 à 6, jusqu'au niveau des cartilages costaux (ligne hachurée).

L'incision deltopectorale ne rejoint pas la précédente, afin d'éviter une bride cutanée.

et de mettre sur lacs le tendon grand pectoral. S'il est sectionné, il faut naturellement le réparer solidement en fin d'intervention.

Plus difficiles sont les dissections du tronc postérieur et du tronc interne.

Ils sont abordés en règle dans les lésions rétroclaviculaires qui nécessitent une ostéotomie (fig 9). On fait le tour de la clavicule en passant en dehors du plexus (absence de vaisseaux), et surtout en profondeur par rapport au muscle subclavier. Une plaque solide à six trous est appliquée sur le bord antérieur de la clavicule et les trous sont forés à l'avance, facilitant la reconstruction ultérieure. L'ostéotomie est faite à la scie oscillante. La reconstruction chez l'adulte doit impérativement faire appel à une plaque, les fixations par fils transosseux ne consolidant que chez le très petit enfant (paralysies obstétricales exclusivement).

L'abord des ruptures à ce niveau sort de la chirurgie réglée. Signalons le cas, particulièrement difficile, où une chirurgie vasculaire préalable, notamment prothétique, a été faite en urgence. Enfin, en cas de rupture associée du nerf musculocutané dans le muscle coracobrachial, le bout distal doit être recherché au bras. L'incision est poursuivie sur 5 cm au-delà du bord inférieur du tendon grand pectoral, sur le relief du muscle biceps. Après incision du tissu sous-cutané, on incise le fascia qui enveloppe le muscle biceps. On récline alors très facilement le muscle en dehors, et on peut palper le nerf au fond de l'interstice dégagé, qui est l'espace entre le muscle biceps et le muscle coracobrachial. Il existe toujours une extrémité nerveuse distale, et les résultats des longues greffes sont paradoxalement bons.

C'est le même abord, agrandi vers le bas sur une dizaine de centimètres, qui permet d'exposer le nerf du muscle biceps pour réaliser des transferts nerveux hypersélectifs (fascicules du nerf ulnaire ou du nerf médian).

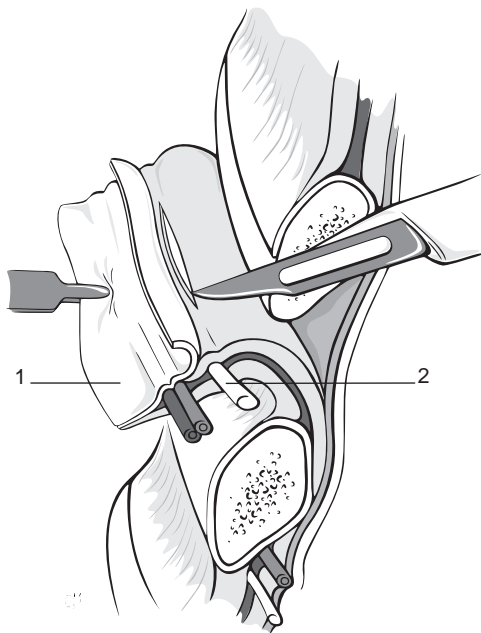
ABORD DES NERFS INTERCOSTAUX

Lorsqu'une neurotisation (transfert nerveux) sur le plexus brachial a été décidée, on utilise soit la branche externe du nerf spinal accessoire (cf supra), soit les premiers nerfs intercostaux du troisième au sixième, en général, qui sont suturés directement à une branche terminale du plexus brachial, en règle le nerf musculocutané ou le nerf du muscle long triceps^[3]. Le deuxième nerf intercostal est classiquement respecté, afin de préserver la très utile anastomose sensitive intercostobrachiale. En fait, avec les techniques actuelles de prélèvement, celle-ci est respectée. Mais le deuxième nerf n'en est pas utilisé pour autant, car il est court, et parvient difficilement au site de la suture.

Il est donc nécessaire d'exposer ici l'abord des premiers nerfs intercostaux. L'opérateur se place du côté de l'aisselle, membre supérieur en abduction posé sur une table à bras.

■ Incision cutanée (fig 10)

Elle suit le bord inférieur du tendon puis du muscle grand pectoral, jusqu'au sternum, passant 1 à 2 cm sous le mamelon. Chez la femme, elle empreinte le sillon sous-mammaire.



11 Technique de prélèvement du nerf intercostal.

Le périoste costal est incisé, puis la face inférieure de la côte ruginée. On attire alors fortement le périoste en dehors, et on incise la face profonde du périoste extériorisé. Le nerf apparaît sans aucune dissection, et sans saignement des muscles intercostaux. 1. Périoste ; 2. nerf intercostal.

Cette incision, fait capital, ne doit pas rejoindre la voie deltopectorale. Un pont cutané de 2 à 3 cm est respecté en regard du tendon grand pectoral, ce qui diminue nettement les séquelles cicatricielles, sans diminuer le confort de l'abord.

■ Abord des nerfs intercostaux

Les insertions costales des muscles grand et petit pectoral sont désinsérées au bistouri électrique des côtes 2 à 6 (pour un abord des nerfs 3, 4 et 5).

Le périoste des trois côtes est incisé de la même façon depuis la ligne axillaire moyenne jusqu'aux cartilages costaux. La même dissection est reproduite sur chaque espace. On décolle délicatement à la rugine le versant inférieur du périoste, puis on décolle en sous-périoste l'insertion sous-costale des muscles intercostaux. Les muscles sont alors attirés par la pince de l'opérateur vers le bas, tandis que le périoste est incisé au bistouri le plus haut possible, à partir donc de sa face profonde (fig 11). On parvient ainsi dans l'espace intercostal sans traverser les muscles intercostaux, traversée toujours très hémorragique. Le nerf intercostal apparaît alors, sans aucune dissection supplémentaire, reposant directement sur la plèvre. La stimulation confirme l'identification.

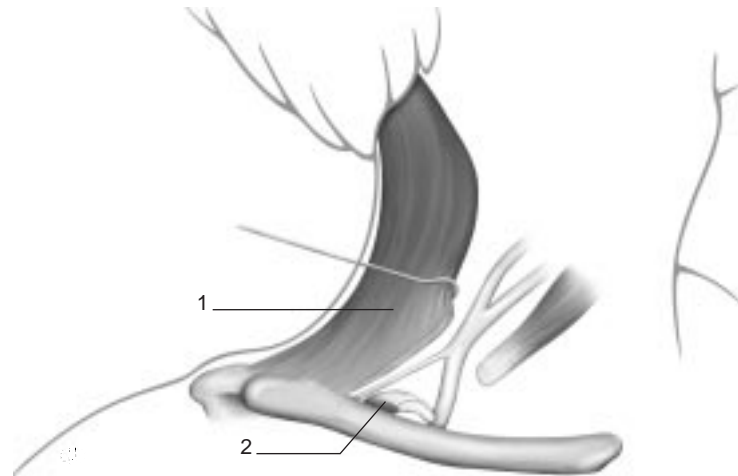
L'abord premier ayant été fait à la partie antérieure de l'espace, la dissection, au bistouri, est poursuivie vers le creux axillaire. Les branches sensitives perforantes antérieure et moyenne sont sectionnées.

Ce n'est qu'après complet dégagement que les nerfs sont sectionnés en avant puis soulevés avec une pince microchirurgicale.

Il est conseillé d'amener au préalable le nerf à neurotiser dans le champ opératoire, afin de pouvoir mesurer précisément la dissection juste suffisante pour amener chaque nerf, après retournement, sans tension, sur le nerf receveur.

Nerf suprascapulaire

En dehors de la dissection du nerf suprascapulaire, partie intégrante de la dissection du plexus brachial (cf supra), le nerf suprascapulaire peut être abordé isolément dans le cadre d'un syndrome compressif. La compression peut siéger à l'échancrure coracoïdienne, sous le ligament coracoïdien, ou dans le défilé spinoglénoïdien



12 Abord du nerf suprascapulaire par voie sus-claviculaire antérieure.

Le muscle omohyoïdien est sectionné, ce qui donne l'origine du nerf suprascapulaire. On suit ensuite le nerf en dehors, en désinsérant à la demande le muscle trapèze de la clavicule. 1. Muscle trapèze ; 2. muscle omohyoïdien.

(compression limitée alors au nerf du muscle infraépineux, le plus souvent par un kyste synovial). Deux voies peuvent être utilisées.

VOIE HORIZONTALE SUS-CLAVICULAIRE

L'incision est horizontale, au bord postérieur de la moitié externe de la clavicule. Elle peut se prolonger en haut et en dedans, en direction de la racine C5 (fig 12). On détache l'insertion du muscle trapèze. La section du muscle omohyoïdien expose le bord externe du plexus avec l'origine du nerf suprascapulaire. Le nerf est suivi ainsi en dehors jusqu'à l'échancrure où le ligament est sectionné. Les vaisseaux suprascapulaires passent classiquement en dehors de l'échancrure.

VOIE SPINALE

L'incision suit le relief du bord postérieur de l'épine puis de l'acromion (fig 13).

On désinsère à son bord supérieur le muscle trapèze donnant accès au muscle supraépineux, puis à l'échancrure coracoïdienne (fig 13A). La désinsertion à son bord inférieur du faisceau postérieur du muscle deltoïde donne accès au muscle infraépineux puis au défilé spinoglénoïdien (fig 13B).

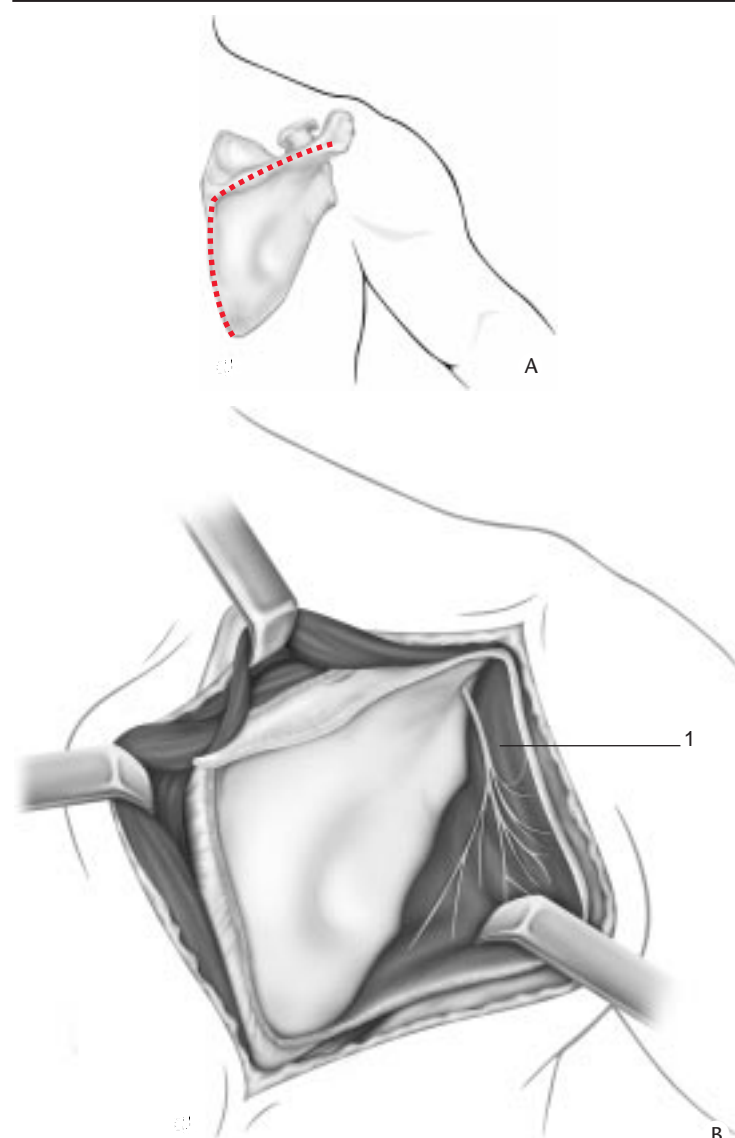
Nerf musculocutané

Le nerf musculocutané innerve le muscle biceps et le muscle brachial antérieur sur le plan moteur. Il apporte une innervation sensitive à l'avant-bras par le rameau cutané latéral de l'avant-bras. Il naît du tronc secondaire antéroexterne. Son abord est indiqué devant une paralysie isolée de la flexion du coude que l'on peut rencontrer après un mécanisme de contusion directe du plexus brachial n'entraînant qu'une lésion isolée de ce nerf. On rencontre également des sections de ce nerf soit par lésion iatrogène du nerf après intervention sur l'épaule, soit par plaie.

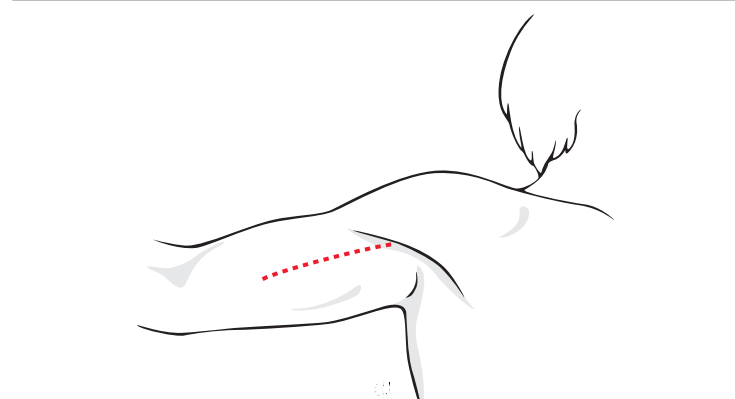
RAPPEL ANATOMIQUE (fig 4)

Le nerf musculocutané, après sa naissance, perfore le muscle coracobrachial. Il le croise ainsi de dedans en dehors et de haut en bas pour se retrouver en dehors de lui entre le muscle biceps et le muscle brachial antérieur.

Il donne ensuite le ou les nerfs du muscle biceps, le plus souvent par un tronc commun, puis le nerf du muscle brachial. La partie terminale du nerf, purement sensitive, est le nerf cutané latéral de l'avant-bras, qui va devenir superficiel en perforant le fascia antérieur du coude juste en dehors du tendon terminal du biceps.



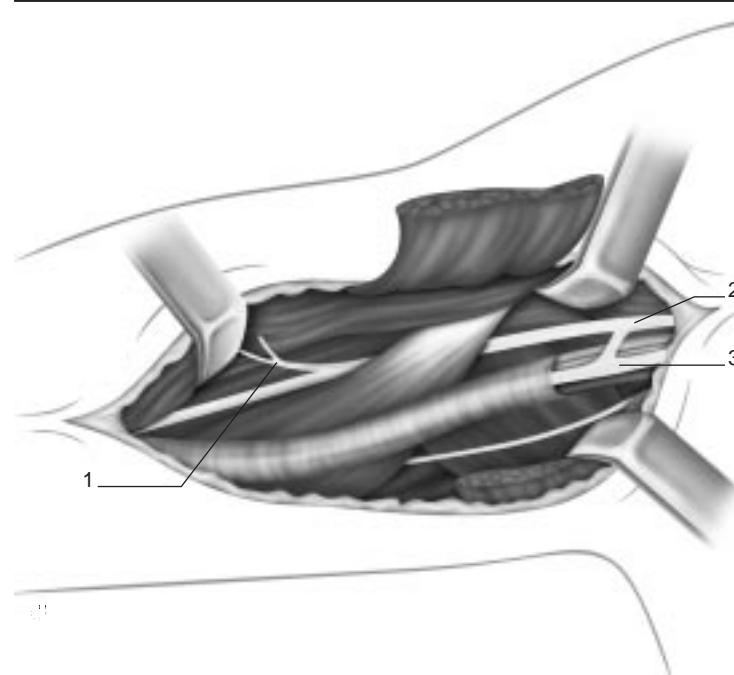
13 Abord postérieur du nerf suprascapulaire.
A. Incision cutanée suivant le relief de l'épine de la scapula.
B. La désinsertion du trapèze en haut, donne accès à la fosse supraépineuse et à l'échancrure coracoïdienne. 1. Muscle infraépineux.
En bas, la désinsertion du muscle deltoïde donne accès à la fosse infraépineuse et au défilé spinoglénoïdal.



14 Incision cutanée pour abord du nerf musculocutané.
Après incision du fascia superficiel du bras, on incise le fascia du biceps. On trouve alors très facilement le nerf musculocutané, en réclinant en dehors le muscle biceps.

VOIE D'ABORD DU TRONC MUSCULOCUTANÉ (fig 14)

L'incision cutanée est identique à la partie basse de la découverte axillaire du plexus brachial. Il peut être pratique de sectionner le tendon du petit pectoral. Il suffit en général de le récliner vers le



15 Abord terminé du nerf musculocutané.
Le tendon du grand pectoral a été sectionné, permettant un abord facile jusqu'à l'origine du nerf. 1. Nerf du biceps ; 2. nerf musculocutané ; 3. nerf médian.

haut. Le tendon du grand pectoral est respecté ou à peine entamé dans sa partie supérieure. On repère l'origine du nerf musculocutané qui part en dehors. En cas de rupture, la recherche du bout distal se fait par dissection rétrograde, de distal à proximal, avec éventuelle section du tendon du grand pectoral (fig 15).

■ Voie d'abord de la branche sensitive terminale (fig 16)

Le nerf cutané latéral de l'avant-bras peut être prélevé pour greffer les nerfs collatéraux des doigts longs. Pour ce faire, l'incision doit se situer en dehors du tendon du biceps, à cheval sur la branche oblique externe du M veineux du pli du coude. Elle doit être aussi courte que possible afin d'éviter une cicatrice, souvent inesthétique à ce niveau. Cinq centimètres de nerf peuvent être ainsi prélevés.

Nerf axillaire

Le nerf axillaire (circonflexe) est parfois rompu, soit après une luxation d'épaule, soit dans le cadre d'une paralysie du plexus brachial. Sa réparation est alors indiquée.

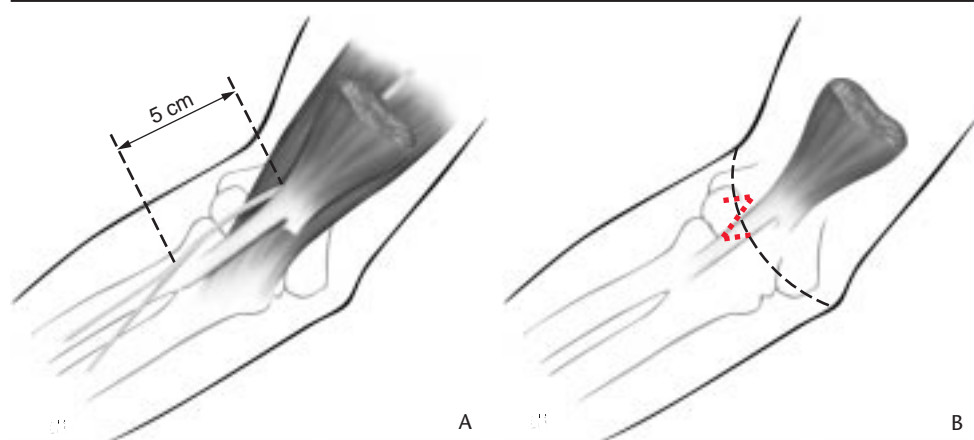
RAPPEL ANATOMIQUE

Le nerf axillaire (circonflexe) naît dans le creux axillaire du tronc secondaire postérieur, juste après l'origine du nerf thoracodorsal. Il se dirige en bas et en dehors où il rejoint l'artère circonflexe qui reste en dessous de lui. Il est en avant de la partie basse du muscle subscapulaire. Il gagne ainsi l'espace quadrilatère de Velpeau limité en haut et en bas par les muscles petit et grand rond, en dedans par le muscle long triceps, et en dehors par l'humérus. Il quitte alors la région du creux axillaire, donne une branche pour le muscle petit rond et se divise en arrière de l'humérus en dessous du petit rond et très près du bord postérieur du deltoïde en deux branches : une branche sensitive qui contourne le bord postérieur du muscle deltoïde et se distribue à la région cutanée du moignon de l'épaule ; une branche motrice qui pénètre sous le deltoïde et chemine au niveau du col chirurgical de l'humérus qu'elle cravate donnant de nombreuses branches motrices.

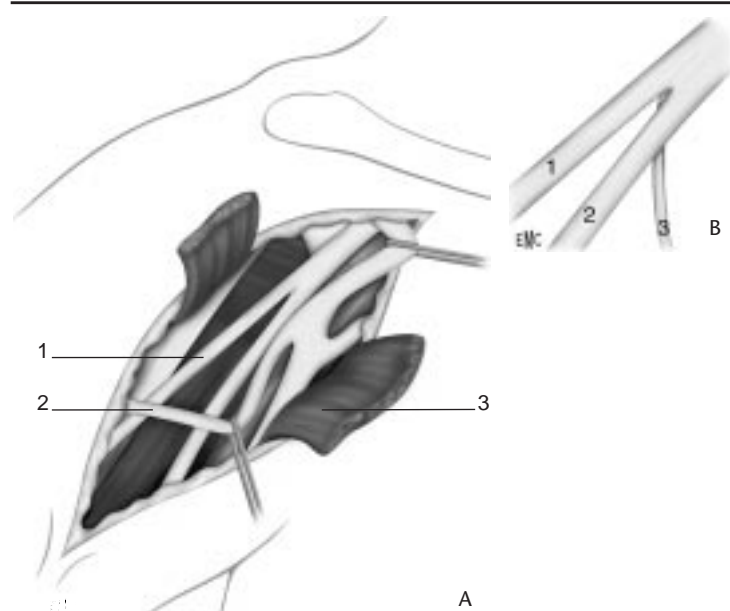
VOIES D'ABORD

■ Voie antérieure pure (fig 17)

C'est la voie d'abord du plexus brachial axillaire. L'origine du nerf axillaire (circonflexe) par division du tronc secondaire postérieur se



16 Abord du nerf cutané latéral de l'avant-bras. On pratique une courte incision en « Z » au pli du coude. Le nerf traverse le fascia juste en dehors du tendon du biceps : 5 cm peuvent être prélevés pour greffe.



17 A. Abord de l'origine du nerf axillaire par voie deltopectorale. Le tendon du petit pectoral est sectionné.
1. Nerf axillaire ; 2. nerf musculocutané ; 3. muscle petit pectoral.
B. Le nerf musculocutané, puis l'artère axillaire sont réclinés en dedans. La rupture du nerf axillaire siège généralement juste en aval du nerf thoracodorsal.
1. Nerf axillaire ; 2. nerf radial ; 3. nerf thoracodorsal.

situé à un niveau assez variable, mais généralement en arrière du tendon petit pectoral qu'il est donc nécessaire de couper. Le nerf s'engage profondément vers le trou carré de Velpeau. Il faut disséquer auparavant le musculocutané et parfois sectionner sa branche pour le muscle coracobrachial.

L'artère axillaire est également mobilisée en avant, ce qui peut nécessiter la ligature de l'artère circonflexe.

Le nerf radial est récliné en dedans. L'identification du nerf axillaire est affirmée sur la direction oblique vers l'arrière, et sur l'origine du nerf thoracodorsal, juste en amont de celle du nerf axillaire. En cas de rupture de ce nerf, le nerf thoracodorsal est respecté et répond donc normalement à la stimulation.

Cette voie permet d'aborder le nerf axillaire sur 3 à 4 cm.

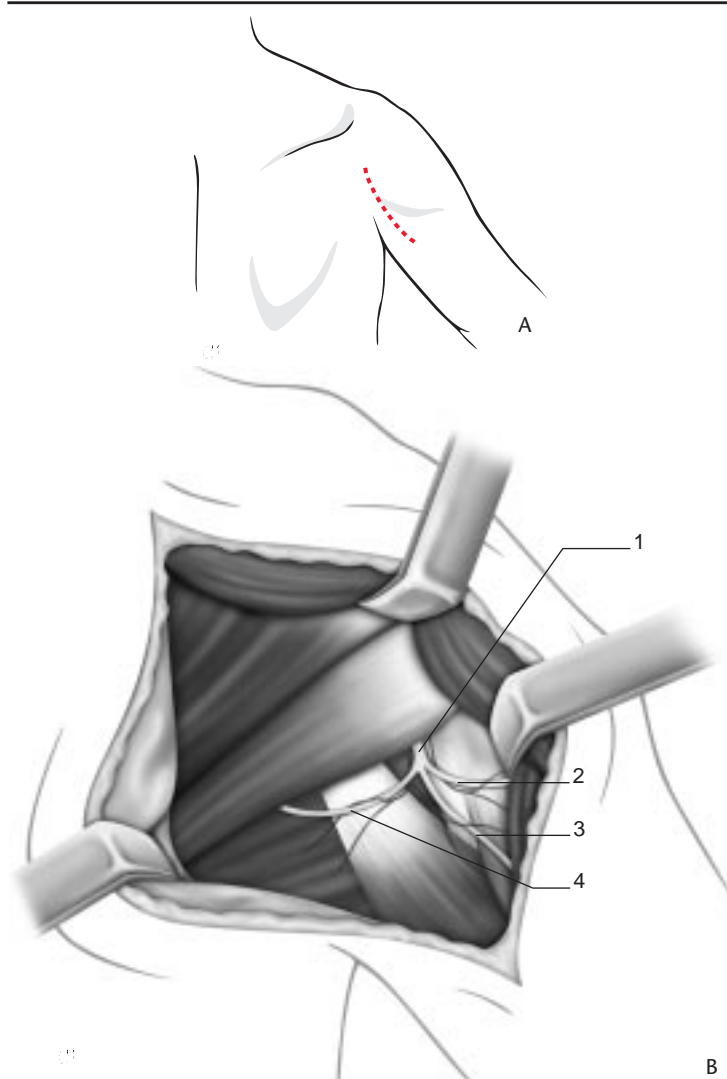
■ Double voie antérieure et postérieure

C'est la voie complète habituelle de réparation du nerf.

Installation de l'opéré : il est placé en décubitus dorsal, un coussin surélevant l'omoplate. Le tronc est laissé libre et le bras est entièrement badigeonné. On peut ainsi faire basculer le bras vers l'avant pour l'incision postérieure.

Incision cutanée antérieure

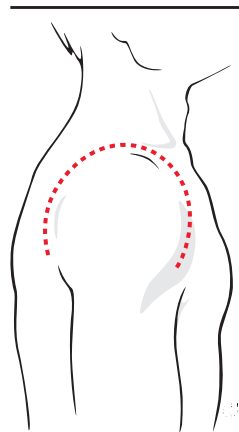
C'est la même que la voie antérieure précédemment décrite.



18 Abord de la terminaison du nerf axillaire.
A. Incision cutanée. Elle siège à la limite entre le relief du triceps et la dépression correspondant au deltoïde paralysique. Elle est centrée sur le col de l'humérus qui est alors palpable.
B. Abord terminé du nerf axillaire. 1. Nerf axillaire ; 2. branche motrice ; 3. branche sensitive ; 4. nerf du petit rond.

Incision postérieure (fig 18A)

Elle se propose d'aborder le nerf axillaire avant sa pénétration dans le muscle deltoïde. L'incision cutanée suit le relief du chef postérieur du muscle deltoïde en dehors de la longue portion du triceps. Elle est longitudinale. Son milieu est en regard du col huméral. Après incision de la peau, du tissu cellulaire sous-cutané, on repère le bord postérieur du deltoïde, ce qui est facile du fait de son aspect



19 Voie d'abord cutanée en épaulette permettant la réparation simultanée du nerf axillaire et du nerf suprascapulaire.

paralytique. Ce muscle est récliné en dehors, le muscle long triceps étant récliné en dedans (fig 18B). La partie terminale du nerf est généralement plus ou moins masquée par de fins vaisseaux, et notamment des veines dont il faut faire soigneusement l'hémostase. Le nerf est retrouvé à la palpation, au contact du col de l'humérus. Un agrandissement peut permettre de retrouver la branche du muscle petit rond.

Pour les réparations combinées du nerf axillaire et du nerf suprascapulaire, une voie cutanée en épaulette ^[10], joignant au-dessus de l'épaule la voie deltopectorale et la voie postérieure, permet les trois abords simultanément (fig 19).

■ Voie inférieure

Cette voie est préconisée par Sedel. Elle lui a permis d'explorer et de réparer le nerf axillaire dans une série clinique. Cette voie n'est possible que si la mobilité passive de l'épaule est normale.

Nerf médian

Le nerf médian est relativement superficiel et donc assez exposé aux traumatismes directs par plaie, en particulier à la face antérieure du poignet mais aussi au bras. Il peut être lésé lors des fractures de l'humérus à grand déplacement. L'indication d'un abord du nerf médian au poignet est aussi très fréquente devant un syndrome du canal carpien.

RAPPEL ANATOMIQUE

Le nerf médian, né de la réunion de deux racines, l'externe provenant du tronc secondaire antéroexterne et l'interne provenant du tronc secondaire antéro-interne, véhicule des fibres provenant de C6, C7, C8 et T1.

Il assure l'innervation sensitive à la main : pulpe des trois doigts externes et hémipulpe externe du quatrième doigt, plus la partie dorsale de l'index du majeur et de l'annulaire au niveau de P2 et P3. En fait, sa zone autonome se limite à la pulpe de P3 de l'index.

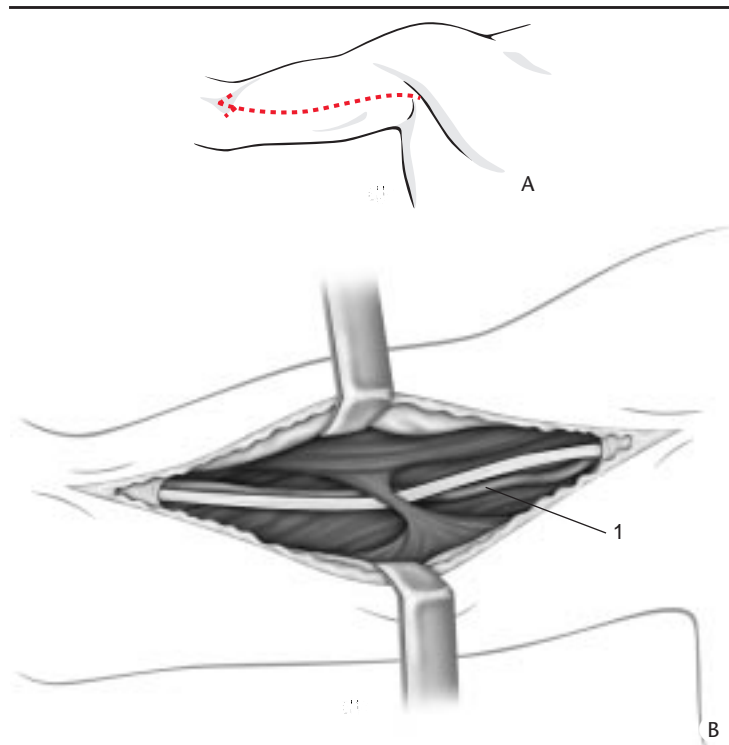
L'innervation motrice comprend le muscle rond pronateur, les muscles fléchisseurs superficiels, les deux chefs externes du muscle fléchisseur commun profond, le muscle fléchisseur propre du pouce, le muscle carré pronateur, les muscles fléchisseurs radial du carpe (grand palmar) et long palmar (petit palmar).

À la main, le rameau thénarien innerve les muscles thénariens externes : court abducteur, opposant, chef superficiel du court fléchisseur.

VOIES D'ABORD

■ Installation de l'opéré

L'opéré est en décubitus dorsal, membre supérieur en abduction reposant sur une table à bras, l'opérateur est à la face interne du membre supérieur.



20 A. Abord du nerf médian au bras.
B. Le nerf est superficiel, croisant obliquement le paquet vasculaire. 1. Artère brachiale.

■ Voie d'abord au bras

Dans le canal brachial, le nerf médian est en avant de l'artère brachiale (humérale) qu'il précroise en X très allongé de dehors en dedans et de haut en bas.

Incision cutanée (fig 20)

Sa direction globale suit une ligne allant de l'insertion terminale du tendon du grand pectoral au pli du coude, légèrement en dedans du relief du tendon du biceps. Une plastie en « Z » permet de franchir le pli du coude.

Exposition

Après ouverture des plans sous-cutanés et du tissu cellulograisieux, on découvre l'aponévrose brachiale. Il faut repérer le bord interne du biceps et ouvrir la loge vasculonerveuse fermée par sa gaine propre. On trouve là le nerf médian cutané du bras (brachial cutané interne), en dedans de la gouttière et dans un plan plus antérieur. Il ne faut pas le confondre avec le nerf médian : bien qu'il soit relativement volumineux, c'est une erreur fréquente ; le médian est le nerf le plus externe et le plus antérieur à la partie haute. Plus bas, il ne peut être confondu : il est en avant de l'artère et une dissection douce le dégage facilement de l'artère et des deux veines qui l'entourent. Le nerf ulnaire (cubital) est plus postérieur, en arrière de la cloison intermusculaire médiale.

■ Voie d'abord au pli du coude

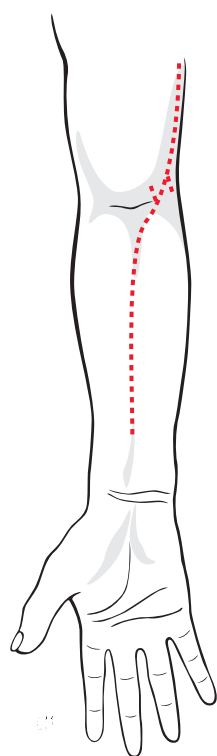
Le médian va plonger à ce niveau entre les deux chefs du muscle rond pronateur puis sous le muscle fléchisseur superficiel des doigts.

Incision cutanée (fig 21)

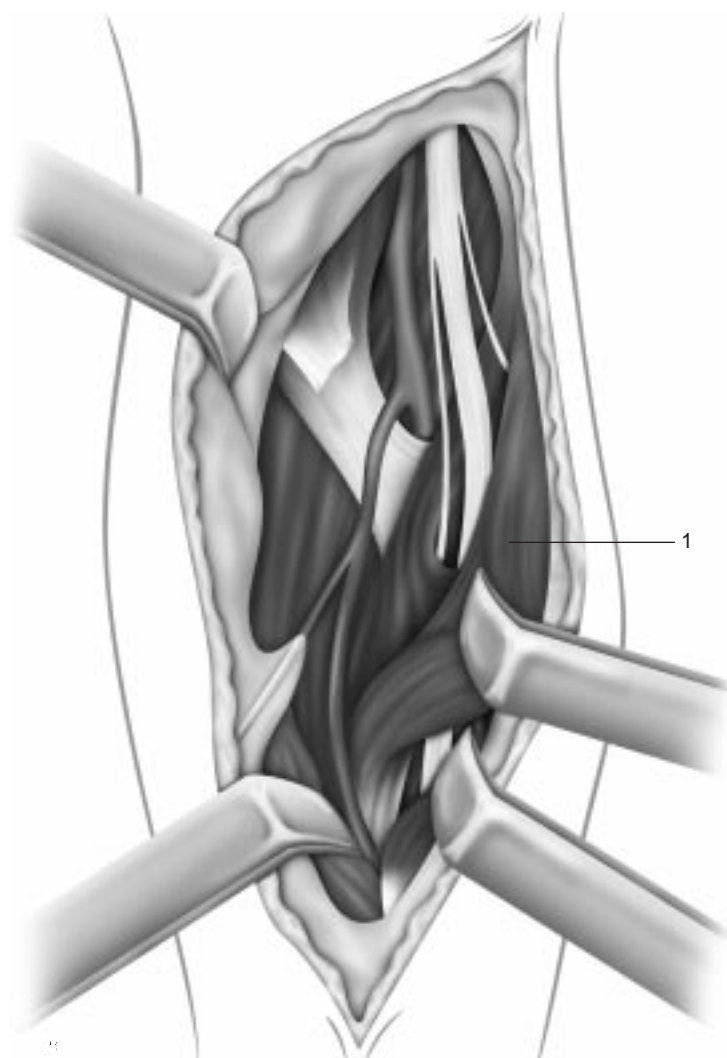
Elle suit une ligne allant de la région bicipitale interne au milieu du poignet. Elle comporte une plastie en « Z » au pli du coude. Il faut lier la veine médiane basilique et sectionner l'expansion aponévrotique interne du biceps (lacertus fibrosus).

Exposition du nerf (fig 22)

Le nerf est en dedans de l'artère, on le découvre aisément. Très vite, il devient profond. Il faut se souvenir que ses branches principales naissent en dedans, et notamment la ou les branches destinées aux



21 Abord du nerf médian au pli du coude.
L'incision suit le trajet du nerf, avec une plastie en « Z » au pli de flexion.



23 Complément de dissection en réclinant en distal le chef superficiel du muscle rond pronateur. 1. Chef superficiel du muscle rond pronateur.



22 Abord du nerf médian dans la gouttière bicipitale interne.
L'expansion aponévrotique du biceps est sectionnée. Les branches du nerf médian pour les muscles épicondyliens médiaux apparaissent. 1. Tendon du biceps.

muscles épicondyliens médiaux (épitrochléens). On suit donc le bord externe du nerf. Il faut, pour le dégager, récliner vers le bas le chef superficiel huméral du muscle rond pronateur (fig 23). Le nerf s'engage ensuite sous l'arcade du fléchisseur superficiel que l'on peut sectionner verticalement en suivant la direction du nerf. Durant toute cette dissection, il faut se rappeler que l'artère humérale se divise en deux branches, l'artère ulnaire qui sous-croise le nerf au pli du coude et l'artère radiale qui reste en dehors de lui mais devient de plus en plus superficielle et va accompagner la branche superficielle du nerf radial.

■ Voie d'abord à l'avant-bras (fig 24)

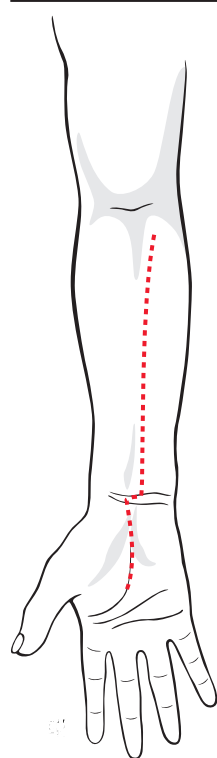
L'incision cutanée suit grossièrement la ligne médiane antérieure sur un avant-bras en supination. Après ouverture de la peau et des plans cellulograisieux, on ouvre l'aponévrose de la loge antérieure de l'avant-bras entre le tendon du fléchisseur radial du carpe (grand palmaire) en dehors, et le long palmaire (petit palmaire) en dedans (fig 25).

■ Voie d'abord au poignet et à la main

Le nerf médian se projette exactement au milieu du poignet. La voie d'abord doit permettre son exploration en évitant les brides cutanées rétractiles, en évitant le rameau sensitif palmaire cutané qui naît en avant et en dehors du nerf 5 à 6 cm au-dessus du pli du poignet.

Incision cutanée (fig 24)

Elle est longitudinale, brisée au pli de flexion du poignet, et poursuivie au pli d'opposition du pouce. Après ouverture de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané, on découvre le tendon long



24 Voie d'abord du nerf médian à l'avant-bras et à la paume.
À ce niveau, l'incision suit le bord interne du relief des muscles thénariens, afin d'éviter de sectionner les branches terminales du rameau palmaire cutané du nerf médian.

palmaire (petit palmaire) qui s'étale pour constituer l'aponévrose palmaire superficielle. Le retinaculum des fléchisseurs (ligament annulaire antérieur du carpe) est repéré, en particulier son bord supérieur assez tranchant et le fascia beaucoup plus lâche qui le prolonge vers le haut.

Ouverture du ligament annulaire et exposition du nerf

L'ouverture du retinaculum ^[10] des fléchisseurs (ligament annulaire) doit se faire entre les muscles thénariens et les muscles hypothénariens, c'est-à-dire en zone « blanche » par opposition à la zone rouge d'insertion des corps charnus des muscles. Elle doit se faire plutôt sur le versant interne pour éviter le rameau palmaire cutané qui perfore au pli du poignet, parfois en dehors. Vers le bas, l'ouverture doit se prolonger jusqu'à ce que toutes les fibres blanches résistantes soient coupées, c'est-à-dire au-delà des branches de division du nerf. Là encore, il faut être plutôt interne puisque le rameau thénarien naît en dehors, à une hauteur variable. Le rameau thénarien quitte le bord externe du nerf et perfore l'aponévrose thénarienne ; parfois il contourne le bord inférieur du ligament annulaire ; il peut aussi naître avec le nerf sensitif collatéral externe du pouce.

La section du retinaculum des fléchisseurs par une « mini-incision » nécessite une technique précise : l'incision, longue de 15 à 20 mm, part du pli de flexion distal du poignet en direction du quatrième espace commissural (fig 26, 27). Elle comporte la division de l'épanouissement terminal du long palmaire, la section de quelques fibres du muscle palmaire cutané, puis l'ouverture d'une boutonnière dans le retinaculum des fléchisseurs. L'issue de tissu synovial péri-tendineux signale l'ouverture du canal. L'ouverture est complétée, surtout en distal où les dernières fibres du retinaculum des fléchisseurs sont les plus compressives pour le nerf médian. L'ouverture en proximal du fascia antibrachial n'est pas nécessaire.

Nerf radial

Le nerf radial est particulièrement exposé aux traumatismes : traumatisme fermé compliquant une fracture de la diaphyse humérale. Dans ce cas, il récupère le plus souvent spontanément. L'exploration n'est indiquée qu'après 45 jours, en l'absence de signes cliniques (signe de Tinel) ou électriques de récupération. L'étiologie



25 Abord du nerf médian à l'avant-bras, entre fléchisseur radial du carpe en dehors, et long palmaire en dedans. 1. Branche cutanée palmaire.

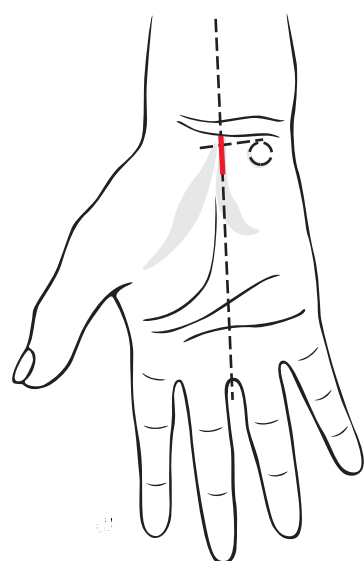
est très souvent iatrogène au cours des ostéosynthèses de l'humérus, lors de l'ablation de la plaque ou lors des ostéosynthèses des fractures hautes du radius.

Exceptionnellement, le nerf radial peut être paralysé par des phénomènes de brides ou de torsion au niveau de la cloison intermusculaire latérale.

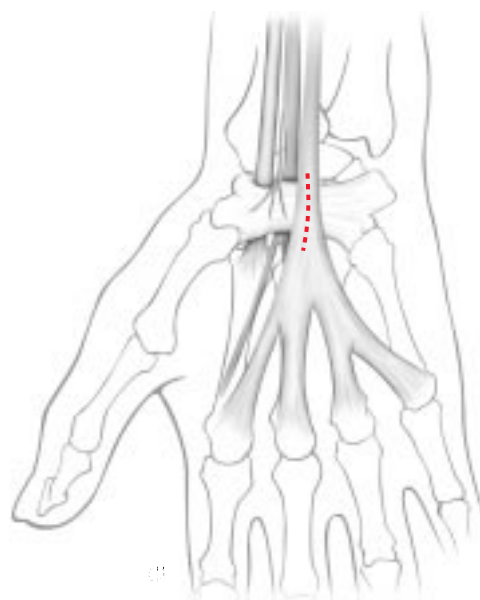
RAPPEL ANATOMIQUE

Le nerf radial innerve les muscles extenseurs du poignet, des doigts et du pouce. C'est aussi le nerf de l'extension du coude, de la flexion du coude par le muscle brachioradial (long supinateur) et de la supination par le muscle supinateur. Sur le plan sensitif, son territoire autonome couvre le dos de la première commissure.

Il naît en arrière du tendon petit pectoral de la division du tronc secondaire postérieur, l'autre branche, plus antérieure et externe, étant le nerf axillaire (circonflexe). Il donne très vite une première branche pour la longue portion du muscle triceps et chemine en arrière et en dedans du paquet brachial, formé de l'artère, la veine en dedans, le nerf médian en avant de l'artère. Il a croisé près de son origine le nerf musculocutané par en arrière. Progressivement, il se rapproche de l'humérus dont il atteint le bord interne à l'union du tiers supérieur et du tiers moyen. Il est rejoint assez vite par l'artère brachiale profonde qui chemine en dessous et en arrière de



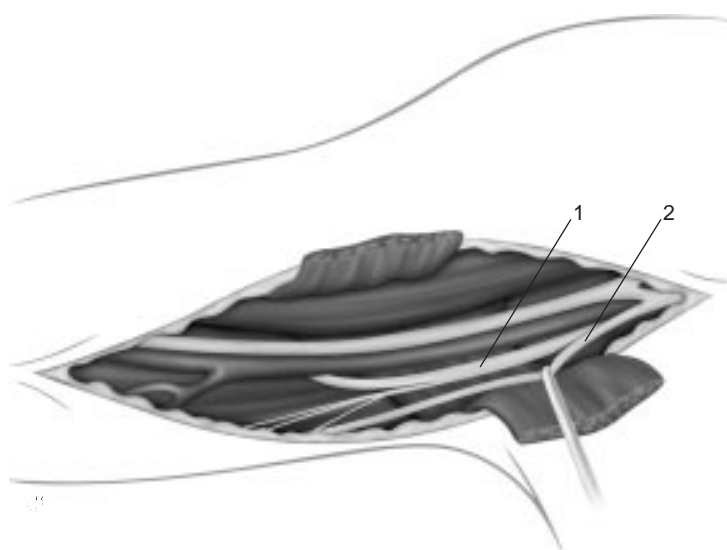
26 Incision courte pour section du retinaculum des fléchisseurs. L'incision débute au pli de flexion distal du poignet, en direction de l'axe de la troisième commissure. Elle mesure 2 cm environ.



27 Détail de la section du retinaculum des fléchisseurs pour libération du nerf médian au canal carpien.

lui, accompagnée d'une ou deux veines. Il donne là des branches pour le muscle vaste médial et reste relativement éloigné de l'humérus. Son seul vrai point d'amarrage à l'os est en dehors, lorsqu'il passe dans un tunnel ostéofibreux sur lequel s'insèrent les fibres charnues du vaste latéral. C'est à partir de là qu'il n'est plus dissécable par la voie interne. Dès la sortie du canal du vaste latéral, il donne plusieurs branches dont des rameaux sensitifs pour le tiers supérieur de l'avant-bras, le muscle brachioradial, le nerf du muscle long extenseur radial du carpe (premier radial). Il chemine ensuite dans la gouttière bicipitale externe entre le muscle brachial et le muscle brachioradial qui le recouvre de plus en plus en descendant. Au pli du coude, il se divise, sa branche antérieure suit le muscle brachioradial où elle chemine à l'intérieur du périmysium du muscle ou à son contact intime, sa branche postérieure plonge en arrière et en dehors, passe sous le chef superficiel du muscle supinateur et contourne le col du radius par en dehors. Elle émerge au bord postérieur et inférieur de ce muscle et se divise assez vite en branches qui partent toutes en dedans vers les muscles extenseurs des doigts, le muscle long abducteur du pouce et le muscle extenseur ulnaire du carpe (cubital postérieur).

Selon que l'on désire aborder le nerf radial avant la coulisse fibreuse du vaste latéral ou après elle, on choisit une voie différente : postéro-interne dans un cas, antéroexterne dans l'autre cas. Nous décrivons ces deux voies, que l'on peut bien sûr combiner si la lésion siège,



28 Abord du nerf radial proximal, à la face interne du bras et au creux axillaire. Le nerf radial est situé en arrière du paquet vasculonerveux brachial, posé sur le tendon conjoint du grand rond et du grand dorsal. À ce niveau se détache le nerf de la longue portion du triceps. Un abord est obtenu jusqu'à l'origine par section du tendon grand pectoral. 1. Nerf radial ; 2. nerf ulnaire.

comme c'est assez fréquent, juste en arrière de l'humérus. La voie classique dans ces cas est postéroexterne, mais cette voie est peu utilisée actuellement.

INSTALLATION

Décubitus dorsal, table à bras, tout le membre supérieur est badigeonné de l'épaule aux doigts.

VOIE POSTÉRO-INTERNE

■ Incision cutanée

Elle suit l'axe du canal brachial, sur une dizaine de centimètres à partir du bord inférieur du tendon grand pectoral. Après incision de la peau, ici très fine, et du tissu cellulaire sous-cutané, on repère le canal brachial, facile à reconnaître avec les battements artériels.

■ Repérage du nerf radial

Pour bien repérer ce nerf, il est nécessaire de découvrir les autres éléments du canal brachial : le nerf médian en avant de l'artère, la veine brachiale en dedans, dans laquelle se jette la veine basilique qu'il faut souvent sectionner. On écarte en avant ces éléments en disséquant progressivement en arrière de l'artère. On repère plus en dedans le nerf ulnaire, avec lequel il ne faut pas confondre le nerf radial, nettement plus externe. Le nerf radial repéré, on peut le suivre vers le haut pratiquement jusqu'à son origine. Pour cela il faut placer le membre supérieur en abduction-rotation externe complète et sectionner le tendon grand pectoral (fig 28).

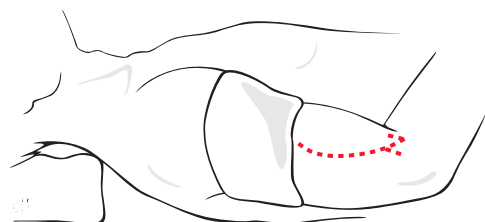
La dissection vers le bas doit prendre garde à ménager la branche pour la longue portion du triceps, qui naît en arrière et en dehors du tronc nerveux, puis les branches du vaste médial. Surtout il faut prendre garde à l'artère brachiale profonde et à sa veine qui cheminent en arrière et en dedans du nerf et qu'il faut respecter. Plus bas, le nerf et l'artère s'engagent en arrière du vaste médial, dont on a intérêt à suivre les fibres charnues jusqu'au contact de l'os d'où on les désinsère de haut en bas. Il est ainsi possible de suivre le nerf radial jusqu'à la cloison intermusculaire latérale.

VOIE ANTÉROEXTERNE

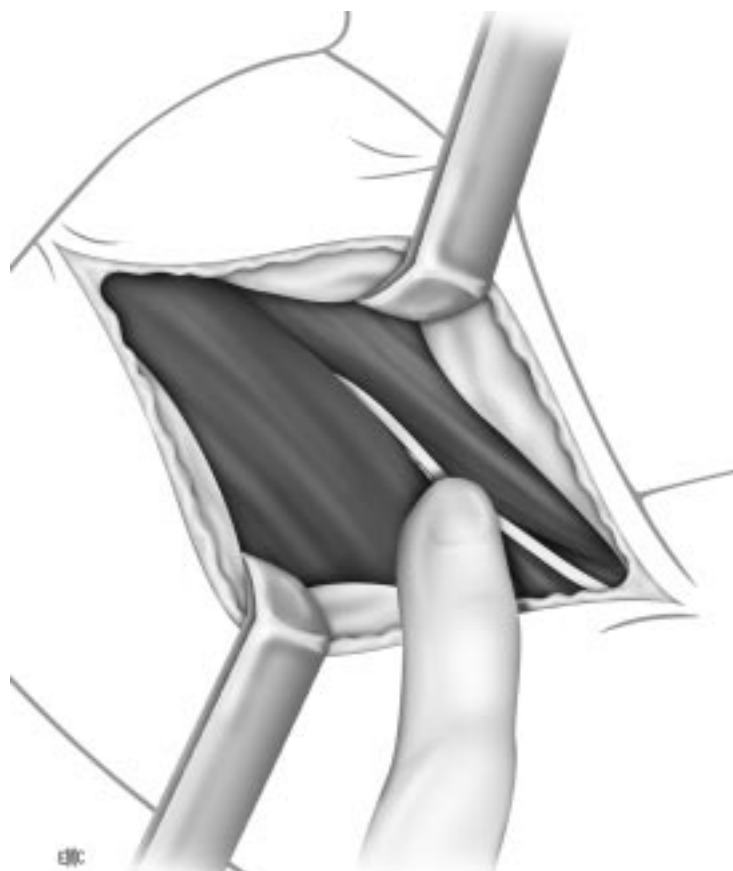
C'est la voie d'abord classique du radial du tiers moyen de l'humérus au pli du coude.

■ Incision cutanée (fig 29)

Elle suit une ligne longeant la gouttière bicipitale externe qu'elle peut prolonger vers le haut ou vers le bas : le prolongement



29 Abord du nerf radial à la face externe du bras.
L'incision est strictement externe, poursuivie en bas dans la gouttière bicipitale externe. Si le pli de flexion du coude est franchi, une plastie en « Z » est pratiquée.



30 Repérage du nerf radial à la palpation.
Après incision du fascia profond, le nerf roule sous le doigt contre la diaphyse humérale.

proximal contourne par en arrière le relief du deltoïde. Le prolongement distal est brisé par une plastie en « Z » au pli du coude.

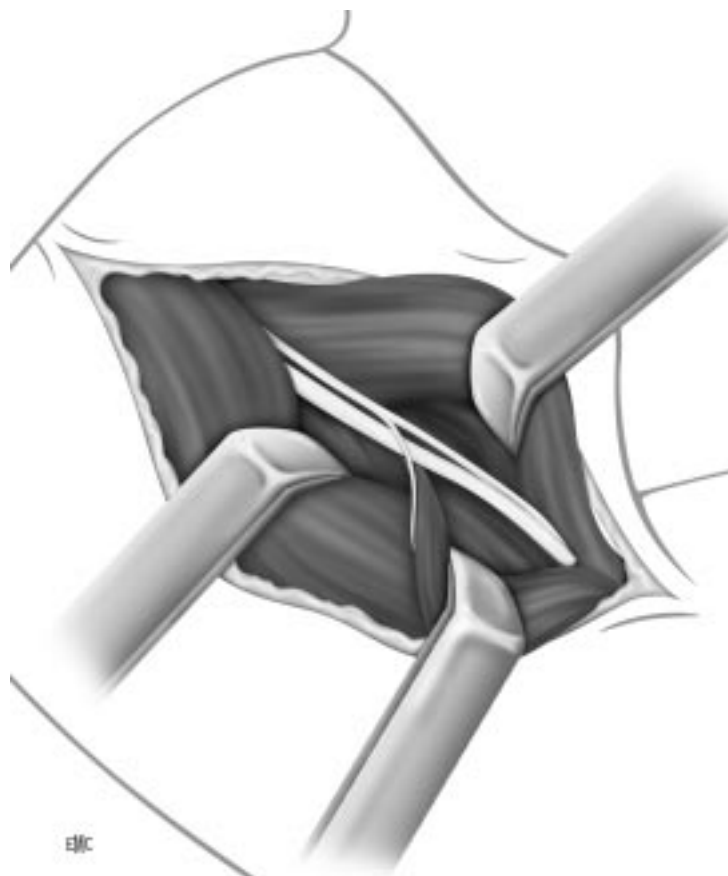
L'incision cutanée et du tissu cellulaire sous-cutané effectuée, il faut repérer le nerf à la palpation : le doigt le fait facilement rouler sur la diaphyse humérale.

■ Découverte du nerf radial (fig 30)

Le nerf radial doit d'abord être repéré dans l'interstice entre le muscle brachial et le muscle brachioradial (long supinateur), à la partie moyenne de l'incision. Après ouverture de l'aponévrose brachiale, l'interstice entre ces deux muscles est facile à trouver, repérable par une coulée graisseuse. On trouve successivement le rameau cutané latéral puis, plus profondément, le nerf radial (fig 31). La dissection suit la partie antérieure du nerf pour éviter les branches destinées au muscle brachioradial (long supinateur), au long extenseur radial du carpe (1^{er} radial), et, plus haut, au vaste latéral.

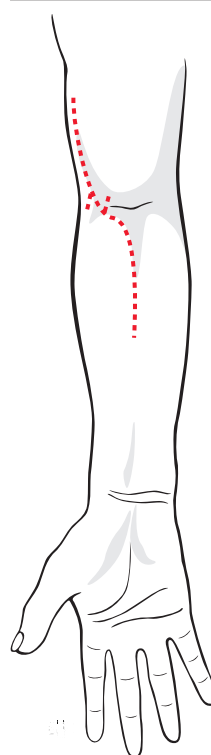
VOIES D'ABORD AU COUDE

Le nerf radial se termine un peu plus bas que le pli de flexion du coude. Nous avons l'habitude de le rechercher au-dessus de sa division, c'est-à-dire en dedans du muscle brachioradial (long



31 Un garrot stérile peut être enlevé, et la dissection poursuivie en proximal.

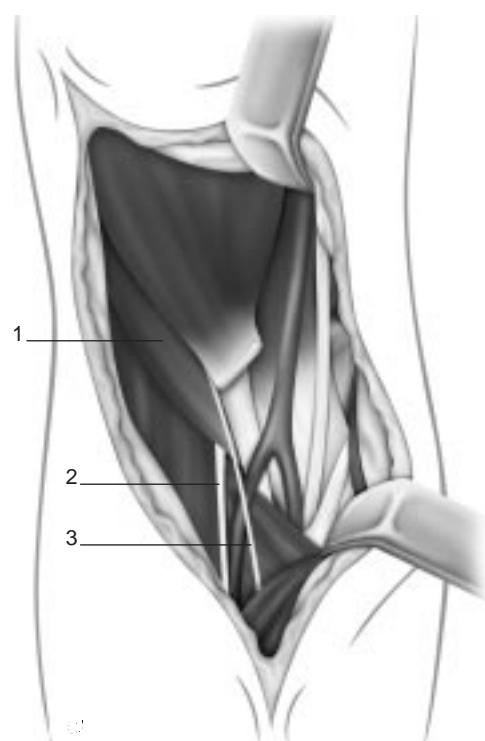
32 Voie d'abord du nerf radial distal, au pli du coude.



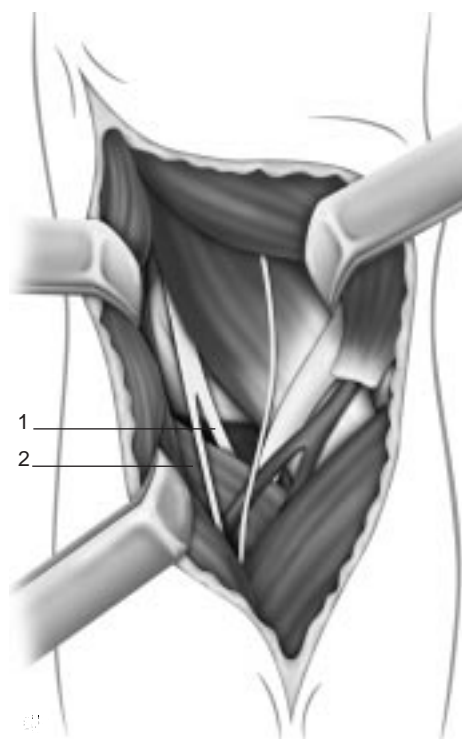
supinateur). S'il faut aborder ses branches terminales, la branche antérieure est repérée dans la continuité de cette incision, la branche motrice est recherchée par une voie particulière passant en dehors du muscle brachioradial.

■ Incision cutanée (fig 32)

Elle prolonge en bas l'incision cutanée de l'abord antéroexterne. On suit le relief du muscle brachioradial et, selon que l'on désire voir la



33 Repérage de l'interstice entre muscles brachial et brachioradial. 1. Muscle brachial ; 2. branche antérieure du nerf radial ; 3. nerf cutané latéral de l'avant-bras (musculocutané).



34 Abord complété. La branche superficielle antérieure du nerf radial rejoint l'artère radiale. La branche terminale du nerf musculocutané est en dedans, de plus faible calibre. 1. Branche postérieure du nerf radial ; 2. muscle supinateur.

branche postérieure ou la branche antérieure, on recourbe l'incision en dehors ou pas. La peau et le tissu cellulaire sous-cutané sont incisés en essayant d'éviter la veine céphalique. Il est préférable de ligaturer la branche externe horizontale du M veineux. On doit aussi ménager le rameau perforant du nerf musculocutané (nerf cutané latéral de l'avant-bras) et le rameau cutané latéral du nerf radial.

■ Découverte du nerf

Elle se fait toujours en haut dans la gouttière bicipitale latérale pour des raisons de commodité. Plus bas, le nerf radial est profond sous le muscle brachioradial (long supinateur) et à peu près en regard du pli de flexion du coude (fig 33). Il se divise : la branche antérieure apparaît comme le prolongement du tronc, elle reste sous ou au contact de l'aponévrose du muscle brachioradial ; la branche postérieure, en revanche, pénètre tout de suite sous le chef superficiel du muscle supinateur qui la masque presque dès son origine (fig 34), et suit un trajet oblique en bas, en arrière et en dehors pour venir contourner le col du radius.

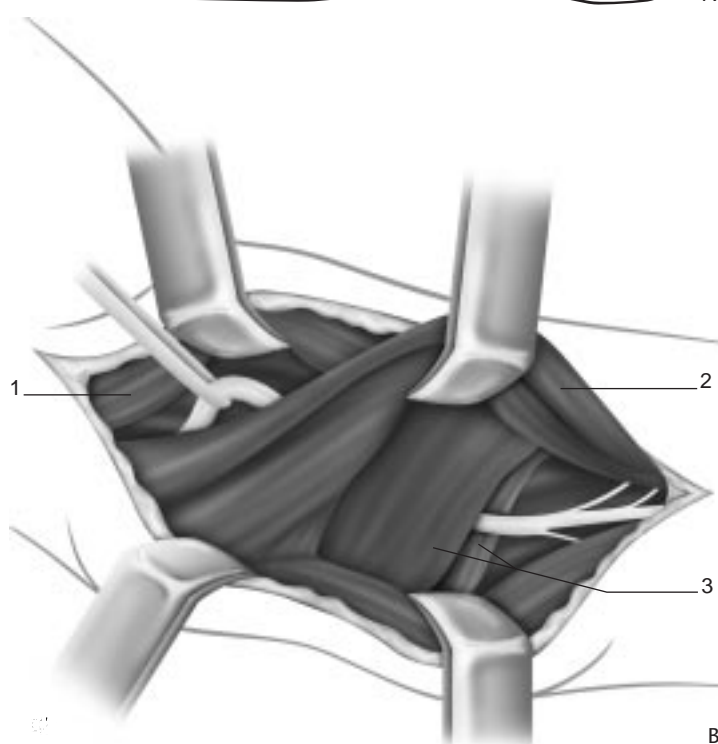
■ Abord de la branche motrice du nerf radial

On peut aborder la branche motrice à son origine par la voie décrite ci-dessus. Il peut être nécessaire de la suivre plus loin. On peut prolonger la voie précédente en la recourbant en dehors, ce qui permet de passer en dehors du muscle brachioradial (long supinateur).

On peut également faire une voie séparée, plus externe (fig 35). On passe en arrière du muscle long extenseur radial du carpe (premier radial). On trouve alors le muscle supinateur dont il faut ouvrir le chef superficiel. La branche motrice suit un trajet oblique en bas, en arrière et en dehors se dirigeant vers le col du radius. On peut la suivre sur toute cette portion jusqu'à ce qu'elle donne ses branches après avoir contourné le col du radius. Pour avoir accès à ces branches terminales, il est nécessaire d'entamer le tendon des muscles épicondyliens latéraux et en particulier celui du muscle extenseur commun.

■ Abord de la branche superficielle du nerf radial

Il s'agit d'un abord latéral à l'union tiers moyen-tiers distal de l'avant-bras (fig 36). Le nerf y passe d'avant en arrière sous le muscle brachioradial où il peut être comprimé (névrite de Wartenberg).

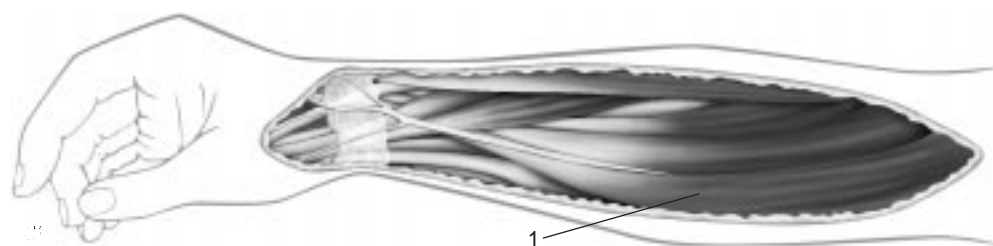


35 Abord de la branche motrice du nerf radial.

A. Incision cutanée.

B. Abord du nerf entre brachioradial et long extenseur radial du carpe, puis au-delà de l'extenseur commun.

1. Muscle brachioradial ; 2. muscle long extenseur radial du carpe ; 3. muscle supinateur.



36 Abord de la branche sensitive du nerf radial. Il s'agit d'une longue voie antibrachiale externe. Le nerf apparaît, émergeant entre le tendon brachioradial et la face externe du radius. 1. Muscle brachioradial.

Le large tendon brachioradial est alors complètement sectionné. Les lésions iatrogènes, lors de la pose de plaques externes pour fracture, ne sont par ailleurs pas rares à ce niveau.

Nerf ulnaire

RAPPEL ANATOMIQUE

Le nerf ulnaire innerve le muscle fléchisseur ulnaire du carpe (cubital antérieur), les deux chefs internes du muscle fléchisseur commun profond, les muscles hypothénariens, les muscles interosseux palmaires et dorsaux, le premier interosseux dorsal, l'adducteur du pouce ainsi que le chef profond du muscle court fléchisseur. Sur le plan sensitif, il apporte la sensibilité à la partie interne du dos de la main et des quatrième et cinquième doigts, au bord ulnaire de la main, à la partie interne de la paume jusqu'à la pulpe du cinquième doigt et l'hémipulpe médiale du quatrième.

Son trajet commence à l'aisselle où il naît, en arrière de l'artère axillaire, à partir du tronc secondaire antéro-interne. Il se place entre artère et veine, puis se dégage en descendant de la face externe de la veine, passe en arrière d'elle et s'engage en arrière de la cloison intermusculaire médiale où il chemine très superficiel sous l'aponévrose brachiale. Au coude, il passe en arrière de l'épicondyle médial (épitrochlée) dans un canal ostéofibreux serré, au contact de la capsule articulaire. Il peut être le siège de lésions compressives dégénératives ou d'une atteinte iatrogène en raison de ce point fixe qui le rend très sensible à la compression. Plus bas, il passe dans l'arcade du muscle fléchisseur ulnaire du carpe (cubital antérieur). À l'avant-bras, il chemine contre ce muscle, recouvert par sa partie externe. Il s'en dégage au poignet. Il est alors juste en dehors et en arrière de son tendon terminal qui s'insère sur le pisiforme. Il passe au poignet dans l'espace de Guyon formé par une expansion aponévrotique tendue entre le retinaculum des fléchisseurs et le pisiforme. Il se divise juste après en branche sensitive et branche motrice qui file en arrière sous l'arcade pisihamatale d'insertion des muscles hypothénariens.

VOIE D'ABORD AU BRAS

■ Incision cutanée (fig 37)

Elle suit une ligne allant de la partie postérieure du creux axillaire au sommet de l'épicondyle médial (épitrochlée), juste en avant du relief du muscle vaste médial.

■ Découverte du nerf

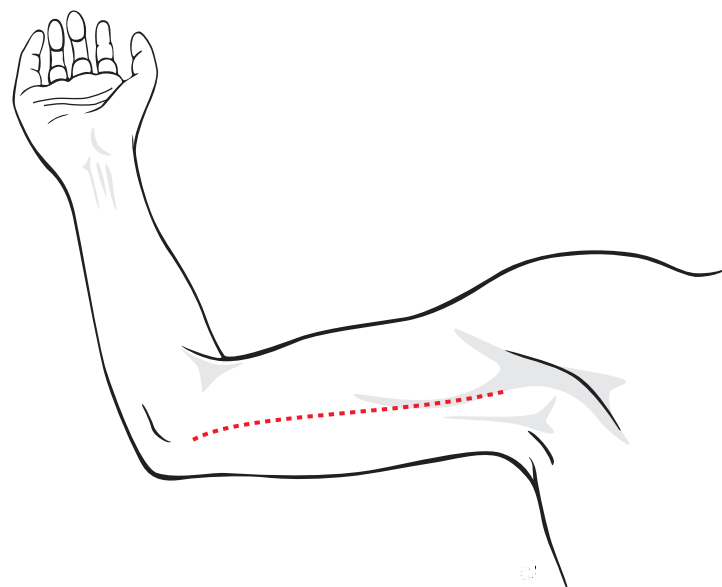
Elle est facile, c'est un élément très superficiel juste sous l'aponévrose brachiale, en arrière des éléments du canal brachial dont il est séparé par la cloison intermusculaire médiale. Le nerf est accompagné par les vaisseaux collatéraux brachiaux internes et supérieurs (fig 38) [9].

VOIE D'ABORD AU COUDE

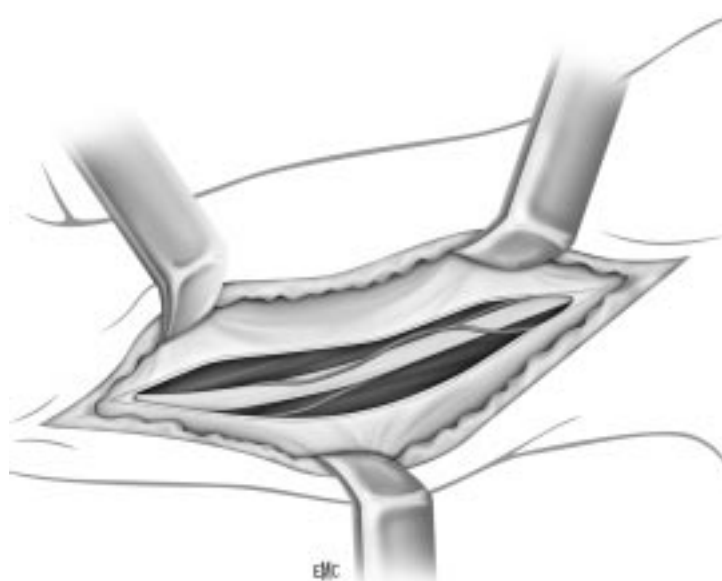
Le syndrome de compression du nerf ulnaire dans la gouttière est fréquent. Le nerf est donc souvent abordé à ce niveau (fig 39) [4, 7, 13].

■ Incision cutanée (fig 40)

L'incision est décalée vers l'avant de façon à ne pas la faire coïncider avec le nerf après réparation. L'incision suit donc un trajet arrondi à



37 Abord du nerf ulnaire à la face interne du bras. L'incision suit le bord postérieur du relief vasculaire, en direction de la gouttière épitrochléo-olécrânienne.

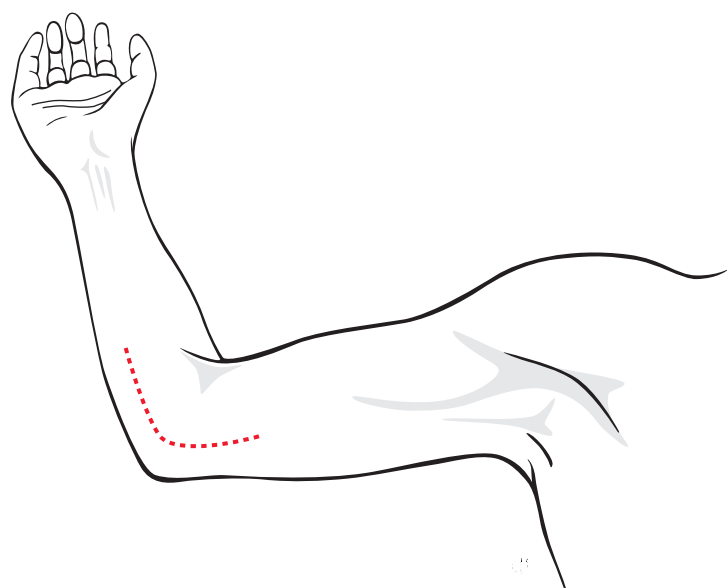


38 Après incision du fascia, le nerf apparaît, accompagné par les vaisseaux collatéraux médiaux.

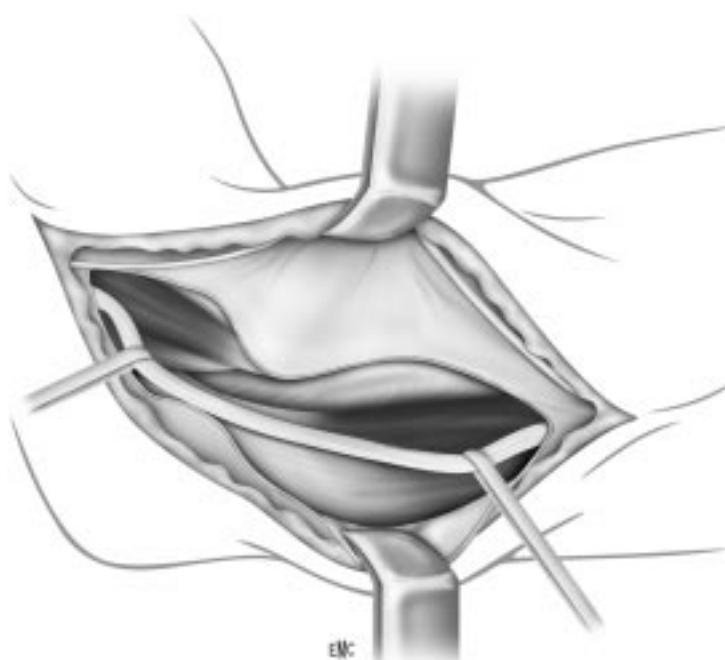
concavité postérieure dont le sommet correspond à l'épicondyle médial. Plus bas, l'incision, si elle doit se prolonger, reste antéro-interne sur le relief du muscle fléchisseur ulnaire du carpe (cubital antérieur).

■ Découverte du nerf (fig 41)

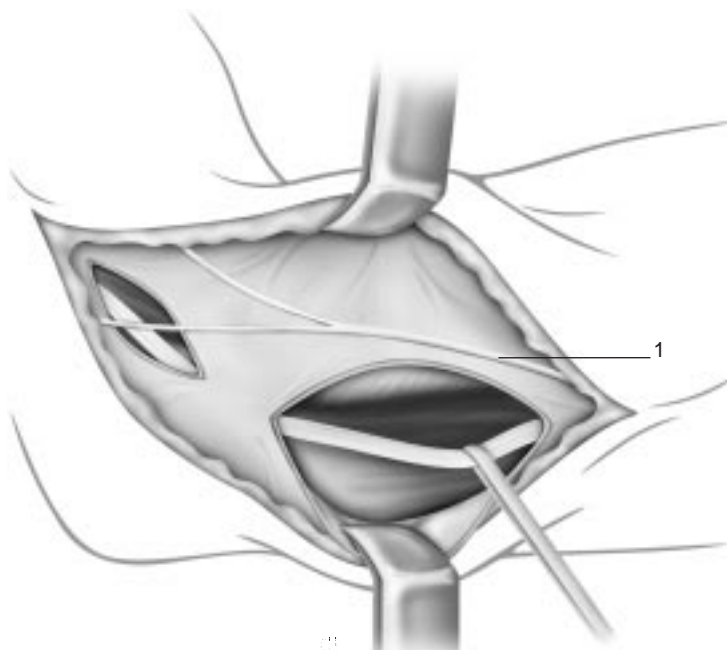
Après incision de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané, le nerf est d'abord recherché au-dessus de l'épicondyle médial. Il y est très superficiel, palpable à travers la peau sur le relief de la partie toute antérieure du muscle vaste médial. On le suit vers le bas dans son



39 Abord du nerf ulnaire à la face interne du coude.



41 Abord complété par section de la bandelette épitrochléo-olécrânienne.

40 Abord au-dessus et au-dessous de l'épicondyle médial.
1. Nerf cutané médial de l'avant-bras.

trajet rétroépitrôchléen. À ce niveau, la branche postérieure de division du nerf médial cutané de l'avant-bras (accessoire du brachial cutané interne) doit absolument être préservée (fig 41).

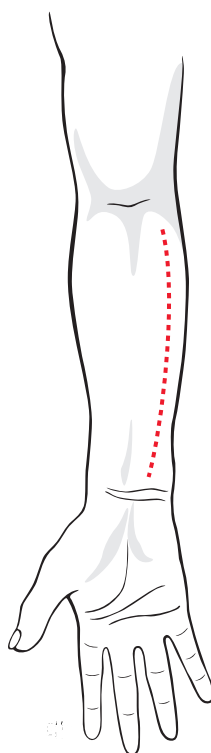
Le nerf suit dans le défilé un trajet concave vers l'avant qui le mène vers l'arcade du muscle fléchisseur ulnaire du carpe (cubital antérieur). Là, il donne une ou deux branches postérieures pour ce muscle. Il faut ouvrir le défilé pour bien dégager le nerf.

En cas de compression isolée sous l'arcade du muscle fléchisseur ulnaire du carpe, le nerf est parfois laissé en place. Dans les autres cas, il est transposé en avant, en ayant soin de sectionner complètement la partie basse de la cloison intermusculaire médiale au-dessus de l'épicondyle médial. Une section incomplète risquerait de créer un chevalet à l'origine d'une compression iatrogène.

VOIE D'ABORD À L'AVANT-BRAS

■ Incision cutanée (fig 42)

Elle suit le relief du muscle fléchisseur ulnaire du carpe (cubital antérieur), c'est-à-dire la partie antérieure du rebord médial de

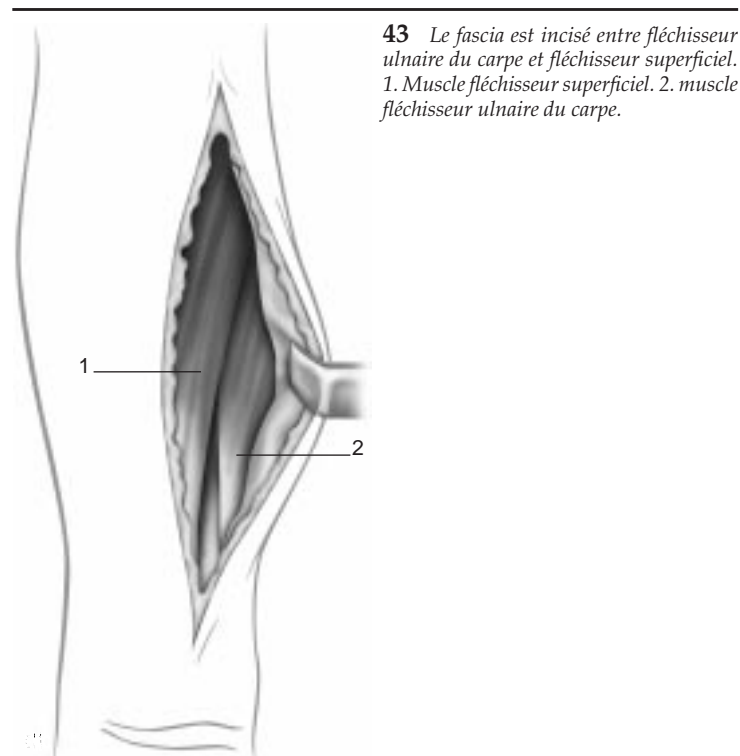


42 Abord du nerf ulnaire à l'avant-bras.

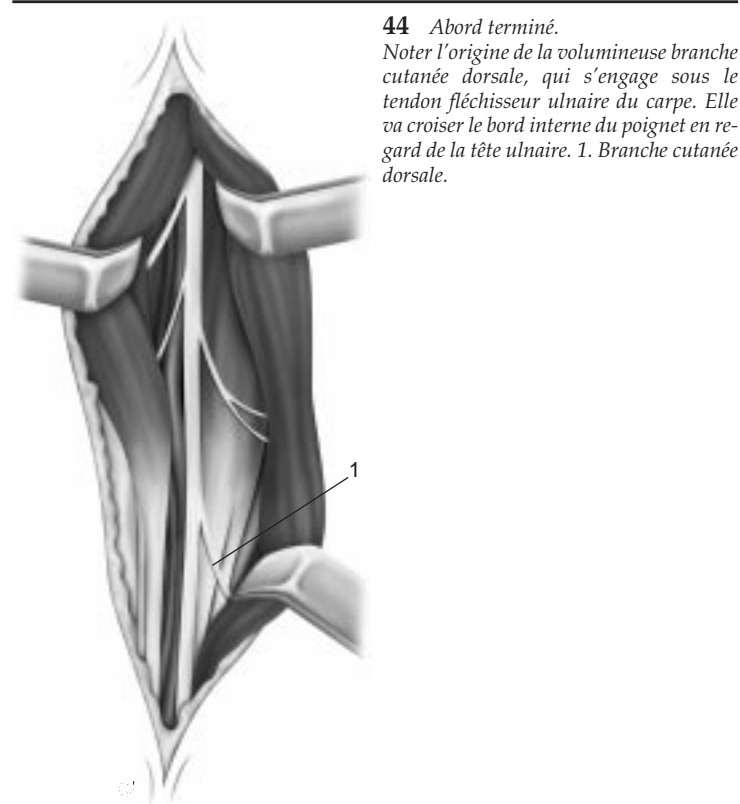
l'avant-bras. L'incision est centrée sur une ligne allant de l'épicondyle médial au pisiforme.

■ Abord du nerf

On ouvre le fascia (fig 43). On récline en dedans le muscle fléchisseur ulnaire du carpe (cubital antérieur). Le nerf apparaît sous le muscle, il est accompagné de l'artère ulnaire et de ses deux veines qui sont en dehors et en arrière du nerf, presque à son contact. Les chefs internes du muscle fléchisseur commun profond des doigts sont en arrière de lui (fig 44). Le nerf ulnaire donne, 5 cm environ au-dessus du poignet, la branche cutanée dorsale qui passe entre ulna et tendon fléchisseur ulnaire du carpe. Celle-ci chemine ensuite dans le tissu sous-cutané, et croise le bord interne du poignet en regard de la tête ulnaire.



43 Le fascia est incisé entre fléchisseur ulnaire du carpe et fléchisseur superficiel. 1. Muscle fléchisseur superficiel. 2. muscle fléchisseur ulnaire du carpe.



44 Abord terminé. Noter l'origine de la volumineuse branche cutanée dorsale, qui s'engage sous le tendon fléchisseur ulnaire du carpe. Elle va croiser le bord interne du poignet en regard de la tête ulnaire. 1. Branche cutanée dorsale.

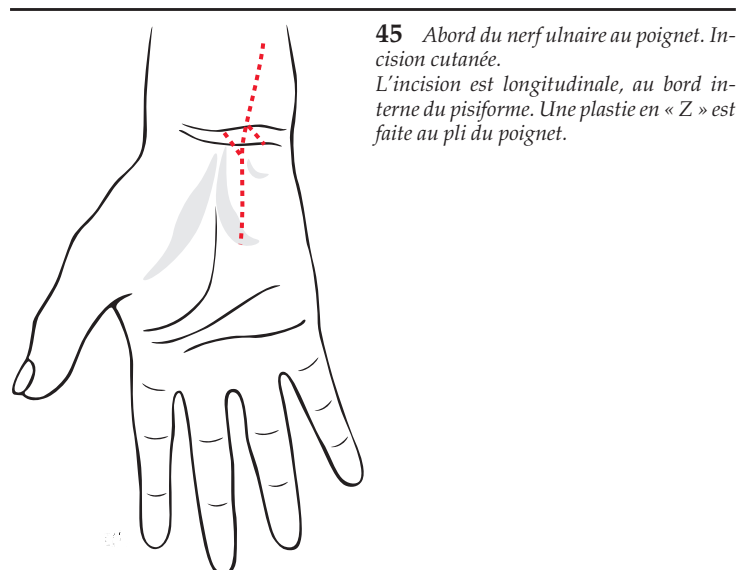
VOIE D'ABORD AU POIGNET

■ Incision cutanée

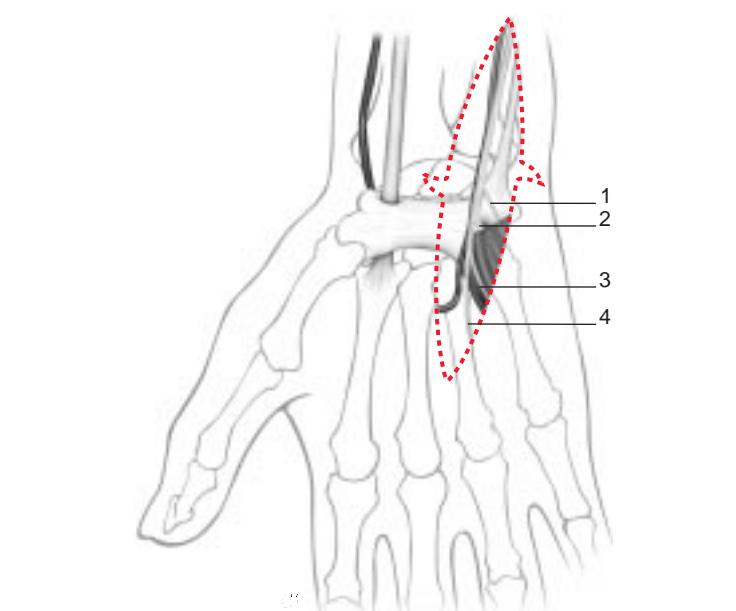
Elle peut être sinueuse, ou longitudinale brisée par une plastie en « Z » au pli de flexion du poignet (fig 45). Elle suit une ligne longeant le bord externe du tendon fléchisseur ulnaire du carpe.

■ Découverte du nerf et de ses branches de division (fig 46)

L'ablation des tumeurs bénignes (kystes, lipomes) compressives dans l'espace de Guyon, la résection de l'hamulus lorsqu'il est



45 Abord du nerf ulnaire au poignet. Incision cutanée. L'incision est longitudinale, au bord interne du pisiforme. Une plastie en « Z » est faite au pli du poignet.



46 Abord du nerf ulnaire au poignet. Le nerf des muscles hypothénariens et les nerfs collatéraux sont immédiatement visibles, en dehors de l'artère ulnaire. L'abord de la branche profonde motrice nécessite la section de l'arcade tendue entre le pisiforme et l'hamulus de l'hamatum, sur laquelle s'insèrent les muscles hypothénariens. 1. Nerf des muscles hypothénariens ; 2. origine de la branche motrice ; 3. nerf collatéral ulnaire du cinquième doigt ; 4. nerf du quatrième espace.

pseudarthrosé, ou bien entendu les lésions traumatiques justifient cet abord délicat.

On doit toujours rechercher d'abord le tronc du nerf au-dessus du pisiforme. Il est en dedans du tendon terminal du fléchisseur ulnaire du carpe. Il s'engage en dedans de l'insertion de ce tendon dans un espace ostéofibreux formé par une expansion antérieure du retinaculum des extenseurs par-dessus l'os pisiforme, et jusqu'à l'hamulus (crochet) de l'hamatum (os crochu). L'artère ulnaire accompagne le nerf en dehors de lui. Dès la sortie de l'espace de Guyon, le nerf se divise.

Sa branche motrice quitte son bord postéro-interne, passe en arrière sous une arcade fibreuse sur laquelle s'insère le court fléchisseur du cinquième doigt. On peut suivre cette branche profonde en sectionnant cette arcade puis en refoulant en dedans les tendons fléchisseurs et les muscles lombricaux. Il faut disséquer le bord supérieur de cette branche pour éviter les branches terminales qui quittent son bord inférieur.

La branche superficielle, sensitive, prolonge la direction du tronc du nerf, passe en avant du muscle court fléchisseur et se divise assez vite en nerf collatéral interne du V et nerf digital du quatrième espace.

Références

[1] Aboujaoude J, Alnot JY, Oberlin C. Le nerf spinal accessoire. I : Étude anatomique. *Rev Chir Orthop Repar Appar Mot* 1994 ; 80 (4) : 291-296

[2] Alnot JY, Oberlin C. Nerves available for neurotization: the spinal accessory nerve. In : Alnot JY, Narakas A eds. Traumatic brachial plexus injuries. Paris : Expansion Scientifique Française-Elsevier, 1996 : 33-38

[3] Asfazadourian H, Tramond B, Dauge MC, Oberlin C. Morphometric study of the upper intercostal nerves: practical application for neurotisations in traumatic brachial plexus palsies. *Chir Main* 1999 ; 18 (4) : 243-253

[4] Bauer R, Kerschbaumer S, Poisel S. Voies d’abord en chirurgie orthopédique et traumatologique. Paris : Masson, 1988

[5] Birch R, Bonney G, WynnParry CB. Surgical disorders of the peripheral nerves. Edinburgh : Churchill Livingstone, 1998 ; 106-114

[6] Breidenbach W, Terzis JK. The anatomy of free vascularized nerve grafts. *Clin Plast Surg* 1984 ; 11 (1) : 65-71

[7] Cadenat FM. Les voies de pénétration des membres. Paris : Doin, 1978

[8] Hovelacque A. Anatomie des nerfs crâniens et rachidiens et du système grand sympathique. Paris : Doin, 1927

[9] Lebreton E, Oberlin C, Alnot JY. Nerves which can be used as grafts: the ulnar nerve at the arm and forearm. In : Alnot JY, Narakas A eds. Traumatic brachial plexus injuries. Paris : Expansion Scientifique Française-Elsevier, 1996 : 28-32

[10] Ochiai N, Nagano A, Mikami Y, Yamamoto S. Full exposure of the axillary and suprascapular nerves. *J Bone Joint Surg* 1997 ; 79B (4) : 532-533

[11] Sunderland S. Nerves and nerve injuries. Edinburgh : Churchill Livingstone, 1972 ; 955-962

[12] Tubiana R. Traité de chirurgie de la main, Paris : Masson, 1990 : vol 2.

[13] Tubiana R, McCullough CJ, Masquelet AC. Surgical exposure of the upper extremity. London : Martin Dunitz, 1990

Voies d'abord du coude

C Dos Remedios
G Wavreille
C Chantelot
C Fontaine

Résumé. – Les voies d'abord du coude sont très nombreuses et sont toutes présentées ici. Retenons quelques points communs aux meilleures d'entre elles. Elles sont longitudinales pour pouvoir être reprises et étendues, elles ont un décroché si elles croisent le pli de flexion du coude. Elles profitent des sillons qui séparent les grands groupes musculaires (sillons bicipitaux latéral et médial, sillon paratricipital médial). Elles sont centrées sur un relief osseux (olécrane, épicondyles latéral ou médial) qu'elles contournent plutôt qu'elles ne le croisent. Les masses fasciomusculaires du bras et de l'avant-bras sont laissées en continuité pour ne pas les fragiliser et faciliter leur réinsertion. Les os sont abordés par déshabillage sous-périosté ou par ostéotomie des tubérosités (olécranotomie, ostéotomie des épicondyles médial ou latéral), ce qui permet d'aborder le coude sur au moins deux versants, voire même de façon quasi circonférentielle. Les rapports vasculonerveux sont importants, notamment le nerf ulnaire et le rameau profond du nerf radial sont en danger et doivent rester présents à l'esprit de l'opérateur pendant toute l'intervention.

© 2003 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : coude, voies d'abord du coude, ostéosynthèse, arthroplastie, prothèse.

Rappel anatomique

Les termes utilisés dans cet exposé sont ceux de la traduction française ^[1] de la nomenclature anatomique internationale ^[9]. S'il est peu familier de la nomenclature actuelle, le lecteur trouvera au tableau I des correspondances avec l'ancienne nomenclature française.

En anatomie topographique ^[26, 29], le coude a pour limites conventionnelles en haut et en bas, deux plans horizontaux passant respectivement deux travers de doigt au-dessus et au-dessous des épicondyles médial et latéral.

L'articulation du coude est située entre :

- le bras, caractérisé par la présence de deux masses musculaires :
 - antérieure (biceps brachial) ;
 - postérieure (triceps brachial) ;
- la partie proximale de l'avant-bras, circonscrite par deux masses musculaires :
 - latérale, formée par les muscles brachioradial, long extenseur radial du carpe et le tendon commun des muscles épicondyliens latéraux (d'avant en arrière, court extenseur radial du carpe, extenseur des doigts, extenseur du petit doigt, extenseur ulnaire du carpe et anconé en surface, supinateur en profondeur) ;

– médiale formée par les muscles épicondyliens médiaux (ou *flexor pronator muscle mass* des Anglo-Saxons) : de dehors en dedans, rond pronateur, fléchisseur radial du carpe, palmaire long, fléchisseur ulnaire du carpe en surface, fléchisseur superficiel des doigts plus profondément).

Entre ces masses musculaires cheminent les éléments vasculonerveux :

- le sillon bicipital médial, entre le biceps brachial en dehors et les muscles épicondyliens médiaux, contient le nerf médian, l'artère brachiale et les deux veines brachiales qui s'y divisent en paquets vasculaires radial et ulnaire, recouverts par le lacertus fibrosus ;
- le sillon bicipital latéral, entre la masse musculaire latérale de l'avant-bras (brachioradial, long extenseur radial du carpe, muscles épicondyliens latéraux) en dehors et le biceps brachial en dedans, contient le nerf radial, le nerf cutané latéral de l'avant-bras, terminal du nerf musculocutané, l'anastomose entre la branche antérieure de l'artère collatérale radiale et l'artère récurrente radiale, et de nombreuses veines satellites ;
- le sillon paratricipital latéral, entre le bord latéral du triceps et le septum intermusculaire latéral ne contient rien d'autre que l'anastomose entre la branche antérieure de l'artère collatérale radiale, l'artère collatérale moyenne et l'artère récurrente interosseuse ;
- le sillon paratricipital médial, entre le bord médial du triceps et le septum intermusculaire médial, contient le nerf ulnaire, accompagné par l'anastomose entre les artères collatérales ulnaires supérieure et inférieure et l'artère récurrente ulnaire.

Pour aborder le coude, on peut :

- profiter de l'un de ces sillons, éventuellement en le prolongeant ;

Carlos Dos Remedios : Interne.

Christophe Chantelot : Praticien hospitalier.

Service d'orthopédie B, hôpital Roger Salengro, CHRU de Lille, 59037 Lille cedex, France.

Guillaume Wavreille : Moniteur d'anatomie, Interne.

Laboratoire d'anatomie, faculté de médecine Henri-Warembourg, 59045 Lille cedex, France.

Christian Fontaine : Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux.

Laboratoire d'anatomie, faculté de médecine Henri-Warembourg, 59045 Lille cedex, France ; Service d'orthopédie B, hôpital Roger Salengro, CHRU de Lille, 59037 Lille cedex, France.

Tableau I. – Correspondance entre les nomenclatures moderne et ancienne pour les termes anatomiques.

| Structure | Nouvelle nomenclature | Ancienne nomenclature |
|--------------|--------------------------------------|---|
| Os | Capitulum | Capitellum |
| | Épicondyle latéral | Épicondyle |
| | Épicondyle médial | Épitrochlée |
| | Fovéa radiale | Cupule radiale |
| | Incisure radiale de l’ulna | Petite cavité sigmoïde du cubitus |
| | Incisure trochléaire de l’ulna | Grande cavité sigmoïde du cubitus |
| Articulation | Processus coronoïde | Apophyse coronoïde |
| | Tubérosité du radius | Tubérosité bicipitale |
| | Radio-ulnaire proximale | Radiocubitale supérieure |
| | Ligament collatéral ulnaire | Ligament latéral interne |
| | Ligament collatéral radial | Ligament latéral externe |
| | | |
| Ligaments | Brachial | Brachial antérieur |
| | Brachioradial | Long supinateur |
| | Court extenseur radial du carpe | Deuxième radial |
| | Extenseur des doigts | Extenseur commun des doigts |
| | Extenseur ulnaire du carpe | Cubital postérieur |
| | Fléchisseur radial du carpe | Grand palmar |
| | Fléchisseur superficiel des doigts | Fléchisseur commun superficiel des doigts |
| | Fléchisseur ulnaire du carpe | Cubital antérieur |
| | Lacertus fibrosus du biceps brachial | Expansion aponévrotique du biceps |
| | Long extenseur radial du carpe | Premier radial |
| | Palmar long | Petit palmar |
| | Supinateur | Court supinateur |
| Nerfs | Nerf ulnaire | Nerf cubital |
| | Rameau profond du nerf radial | Branche postérieure du nerf radial |
| | Rameau superficiel du nerf radial | Branche antérieure du nerf radial |

Tableau II. – Voies d’abord du coude et indications opératoires.

| Abords chirurgicaux | Indications opératoires |
|---------------------|--|
| Postérieur | Transtricipitale médiane : tiers distal de l’humérus Transolécranienn : fractures articulaires de la palette humérale Paratricipitale médiale et latérale : supracondyliennes |
| Latéral | Deux tiers latéraux des faces antérieure et postérieure du coude Tête radiale (résection, ostéosynthèse ou arthroplastie prothétique) Ligament collatéral latéral (suture ou plastie) Abord articulaire large (corps étrangers, ostéophytes, raideurs) Nerf radial et arcade de Frohse |
| Médial | Articulation huméro-ulnaire Deux tiers médiaux des faces antérieure et postérieure de la palette Nerf ulnaire |
| Antéro-latéral | Tubérosité du radius, insertion du biceps brachial Lésion vasculonerveuse |

– s’affranchir de l’une de ces masses musculaires en la sectionnant, en en faisant la désinsertion sous-périostée ou en réalisant l’ostéotomie de son insertion osseuse.

Parmi les obstacles musculaires, le plus facile à contourner, puis à réparer, est certainement le triceps. C’est pourquoi, parmi les nombreuses voies d’abord qui vont suivre et dont les indications sont résumées au tableau II, les voies postérieures sont les plus nombreuses.

Caractères communs aux voies d’abord du coude

USAGE DU GARROT PNEUMATIQUE

Bien qu’il soit possible de réaliser une intervention sur le coude sans hémostase préventive, l’utilisation d’un garrot pneumatique est recommandée. Il doit être placé le plus haut possible pour ne pas gêner la mise en place des champs et ne pas limiter la partie humérale de l’incision. Il est habituellement non stérile et enfoui sous les champs. Si la voie d’abord doit être fortement étendue vers le haut (abord d’un long segment d’humérus), il est commode de disposer d’un garrot pneumatique stérile ou d’utiliser une bande d’Esmarch stérile. Le garrot est gonflé à une pression supérieure à la pression artérielle habituelle du patient, mais la plus basse possible (250 à 300 mmHg). Il est laissé gonflé le moins longtemps possible, bien qu’avec des pressions de cet ordre, nous n’ayons jamais observé de complication avec des temps de garrot de 1 heure 30 à 2 heures. Il est conseillé de le dégonfler avant la fermeture des parties molles pour parfaire les hémostases.

DISPOSITION DES CHAMPS

La partie du membre supérieur située au-dessous du garrot pneumatique doit être préparée et doit rester libre pour la mobilisation aisée du coude.

RECOURS À UNE GREFFE OSSEUSE COMPLÉMENTAIRE

Il faut penser à cette éventualité avant l’installation, car la position opératoire ou les champs interdisent parfois la préparation « inopinée » d’un site de prise de greffe iliaque en cours d’intervention. Quelle que soit la position de l’opéré, il est parfaitement possible de prélever une greffe osseuse. On a recours à la partie antérieure de la crête iliaque en décubitus latéral ou dorsal, à la partie postérieure de la crête iliaque en décubitus ventral.

Voies d’abord postérieures

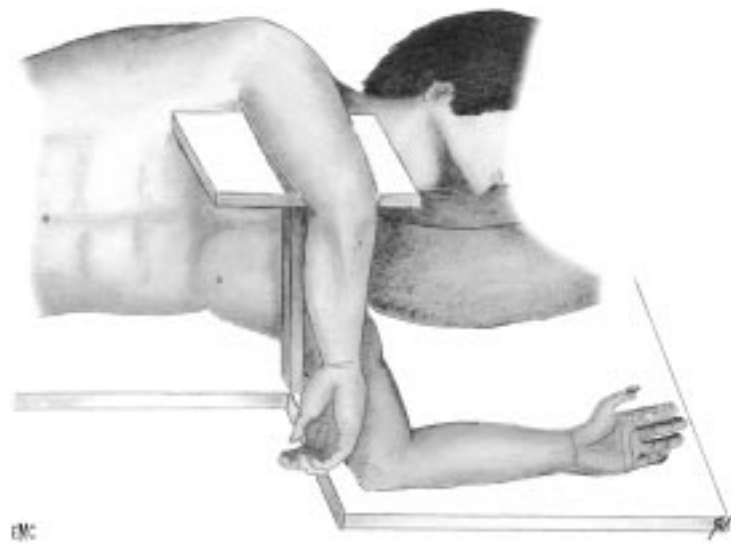
Ce sont les plus utilisées pour les ostéosyntheses de l’extrémité distale de l’humérus, l’extrémité proximale de l’ulna, les arthroplasties totales du coude [10, 18]. On distingue :

- les voies contournant le triceps : paratricipitales médiale, latérale et double ;
- les voies décollant le triceps en continuité, qui ne sont que des voies paratricipitales dont le décollement sous-périosté de l’olécrane déborde la ligne médiane et permet de récliner un grand lambeau fasciomusculaire ;
- les voies interrompant l’appareil extenseur :
 - par ténotomie du triceps : haute ou basse (par désinsertion olécranienn) ;
 - par ostéotomie de l’olécrane, extra- ou intra-articulaire.

INSTALLATION ET INCISION CUTANÉE

Le plus grand confort est obtenu en installant le patient en décubitus latéral sur le côté opposé, l’épaule en flexion à 90°, le bras reposant sur un support plat ou à concavité supérieure, l’avant-bras pendant verticalement, le coude à angle droit (fig 1). Ce support ne doit pas gêner la flexion en cours d’intervention.

Une installation voisine en décubitus ventral est également possible (fig 2). Elle est plus longue à réaliser (protection des points d’appui) et n’a d’intérêt que si cette position est nécessaire à un geste simultané (prélèvement à la crête iliaque, ostéosynthèse simultanée dans la même position). Là encore, le support ne doit pas être trop long pour ne pas gêner la flexion en cours d’intervention.



1 Installation en décubitus latéral pour voie postérieure.



2 Installation en décubitus ventral pour voie postérieure.

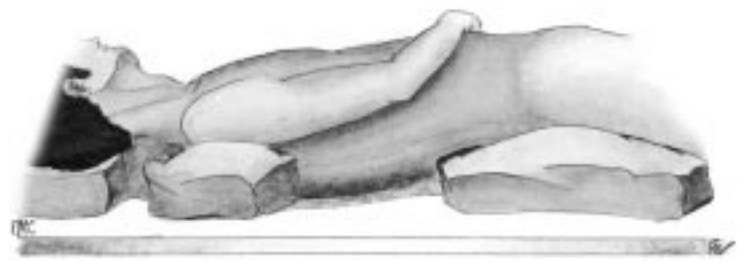


3 Installation en semi-décubitus latéral pour voie postérieure.

Le semi-décubitus latéral (fig 3) est préconisé par Kudo pour l'arthroplastie totale^[10], avec un gros coussin triangulaire plaçant le tronc à 45° par rapport à l'horizontale et à la verticale. Le bras est alors croisé devant le thorax.

Le décubitus dorsal (fig 4) est l'installation recommandée par les auteurs américains et japonais^[10]. Un sac de sable est placé sous la scapula, et un autre sous le bassin du même côté. Le bras est placé en adduction, croisé devant la poitrine. Dans cette position, le membre supérieur n'est pas spontanément stable et un aide est affecté à cette tâche ; le repérage des axes des segments osseux principaux (humérus et ulna) est moins aisé que dans les autres positions.

L'incision cutanée est postérieure médiane (fig 5), centrée sur l'olécrane, elle déborde de part et d'autre de 8 à 10 cm longeant en



4 Installation en décubitus dorsal pour voie postérieure.



5 Différentes variantes d'incision cutanée postérieure médiane rectiligne (trait plein) ou contournant l'olécrane par le dehors (tirets), ou paramédiane (pointillés).

bas la crête ulnaire, rectiligne selon Langenbeck ou sinueuse selon Ollier. Elle contourne l'olécrane habituellement en dehors (pour la majorité des auteurs) ou en dedans (pour Smith) permettant ainsi d'atténuer la tension sur la cicatrice.

VOIE PARATRICIPITALE MÉDIALE

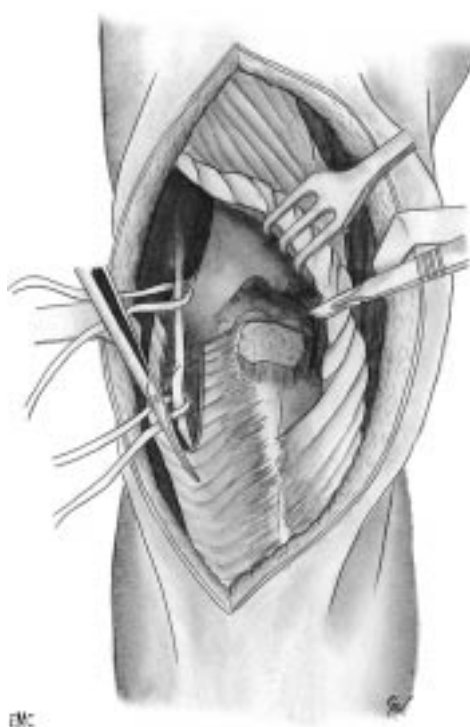
Elle est indiquée pour l'abord isolé du pilier médial de l'humérus (fractures simples du « condyle interne »). Elle consiste à décoller le triceps du septum intermusculaire médial pour atteindre le bord médial de la palette humérale. Le nerf ulnaire et sa vascularisation sont laissés solidaires du triceps ou isolés sur lacs. La voie paratricipitale avec déshabillage de l'olécrane de dedans en dehors n'en est que l'extension latérale (fig 6).

VOIE PARATRICIPITALE LATÉRALE

Elle est indiquée pour l'abord isolé du pilier latéral de l'humérus (fractures simples du « condyle externe »). Elle consiste à décoller le triceps du septum intermusculaire latéral pour atteindre le bord latéral de la palette humérale. Elle est limitée en haut par le croisement du nerf radial. La voie paratricipitale avec déshabillage de l'olécrane de dehors en dedans n'en est que l'extension médiale (fig 7).

VOIE PARATRICIPITALE DOUBLE MÉDIALE ET LATÉRALE

Il est possible d'aborder la partie basse de la diaphyse humérale, la métaphyse et les bords médial et latéral de l'épiphyse, en décollant le triceps de la face postérieure de l'humérus, après avoir contourné



6 Voie paratricipitale médiale étendue, grâce au déshabillage de l'olécrane de dedans en dehors. Le triceps est détaché de l'olécrane, le fléchisseur ulnaire du carpe est incisé longitudinalement pour découvrir le nerf ulnaire.



7 Voie paratricipitale latérale étendue, grâce au déshabillage de l'olécrane de dehors en dedans. L'anconé et le ligament collatéral radial sont désinsérés de l'épicondyle latéral, le triceps est détaché de l'olécrane.

le corps musculaire par ses bords médial et latéral. Les expansions transversales du triceps sont sectionnées longitudinalement le long des bords médial et latéral du tendon tricipital jusqu'à son insertion olécranienne. Cette incision peu délabrante, ne nécessitant pas de réparation de l'appareil extenseur, offre toutefois un jour limité sur la partie basse de la métaphyse ainsi que sur l'épiphyse, et aucun contrôle intra-articulaire. Elle doit donc être utilisée uniquement pour l'ostéosynthèse des fractures supracondyliennes hautes pour obtenir une réduction parfaite, notamment pour éviter un écart interfragmentaire et/ou un trouble de rotation.

Pierce et Herndon [25] recommandent une double voie paratricipitale pour la mise en place d'une prothèse. Après avoir isolé les deux bords du triceps, qu'ils séparent des septums intermusculaires médial et latéral, ils réalisent la désinsertion ulnaire sous-périostée du ligament collatéral médial et du fléchisseur ulnaire du carpe. La désinsertion humérale du tiers de la masse des muscles

épicondyliens médiaux est réalisée pour placer une prothèse à charnière ; elle est inutile en cas de fracture de l'extrémité distale de l'humérus. Sur le versant latéral, ils passent entre l'anconé et l'extenseur ulnaire du carpe (cubital postérieur). Ils désinsèrent de l'épicondyle latéral le ligament collatéral latéral et le tiers de la masse des muscles épicondyliens latéraux. Le coude est luxé par hypersupination. L'ulna est préparée par la fenêtre médiale, l'humérus par la fenêtre latérale. La résection partielle des épicondyles permet de cimenter les deux pièces séparément et de les unir par leur charnière après les scellements. Tous les éléments désinsérés sont réinsérés par des points transosseux et les fenêtres aponévrotiques longitudinales sont fermées. Cette voie apparaît séduisante pour les fractures de l'extrémité distale de l'humérus pour lesquelles il faut recourir à une prothèse à charnière ou semi-contrainte, elle ne paraît pas adaptée à la mise en place d'une prothèse à glissement.

VOIE PARATRICIPITALE AVEC DÉSHABILLAGE DE L'OLÉCRANE

Elle peut être réalisée de latéral à médial [21] ou de médial à latéral.

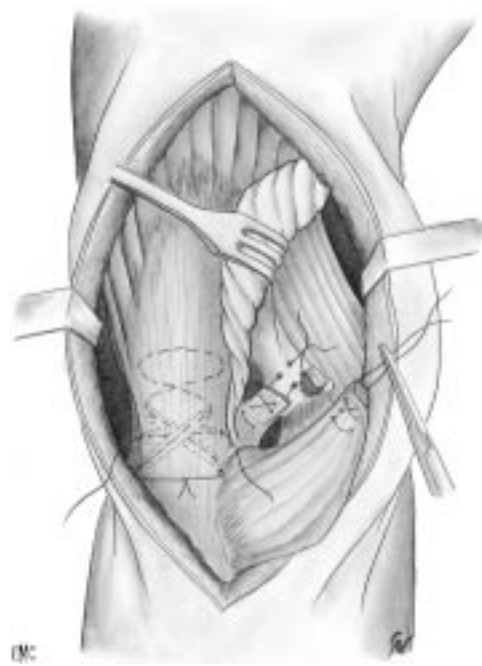
Dans la libération de médial à latéral [6] ou *extensile Mayo approach*, le relèvement de l'appareil extenseur commence par la dissection du nerf ulnaire, l'isolement du bord médial du triceps et la désinsertion humérale de l'anconé, qui sont laissés solidaires. Il est nécessaire de faire l'hémostase de rameaux de l'artère récurrente interosseuse. L'insertion du triceps est soigneusement détachée du sommet de l'olécrane, après avoir sectionné les fibres de Sharpey, avec [33] ou sans [6] décortication de l'olécrane (fig 6). Cette voie respecte également l'innervation du triceps et de l'anconé. Il est nécessaire de sectionner le ligament collatéral latéral pour un abord réduit avec dislocation rotatoire du coude ou des deux ligaments collatéraux pour une exposition complète [21], et donc de les réparer en fin d'intervention ou d'utiliser une prothèse contrainte (à charnière) ou semi-contrainte.

Dans la libération de latéral à médial (voie de Kocher modifiée par Bryan et Morrey [6]), le relèvement de l'appareil extenseur commence par l'isolement du bord latéral du triceps du septum intermusculaire latéral et la désinsertion humérale de l'anconé, qui sont laissés solidaires. À l'extrémité supérieure de l'incision, il faut prendre garde au nerf radial et à l'artère profonde du bras. L'insertion du triceps est soigneusement détachée du sommet de l'olécrane, après avoir sectionné les fibres de Sharpey (fig 7). Cette voie respecte donc entièrement l'innervation du triceps et de l'anconé. Il est nécessaire de sectionner le ligament collatéral latéral, et donc de le réparer en fin d'intervention. Il faut prendre garde de ne pas léser le nerf ulnaire à la fin du décollement de l'appareil extenseur sur le versant médial de l'olécrane. Tsuge [30] expose de plus la face antérieure du coude en réalisant la désinsertion sous-périostée du brachioradial (long supinateur) et du long extenseur du carpe (premier radial).

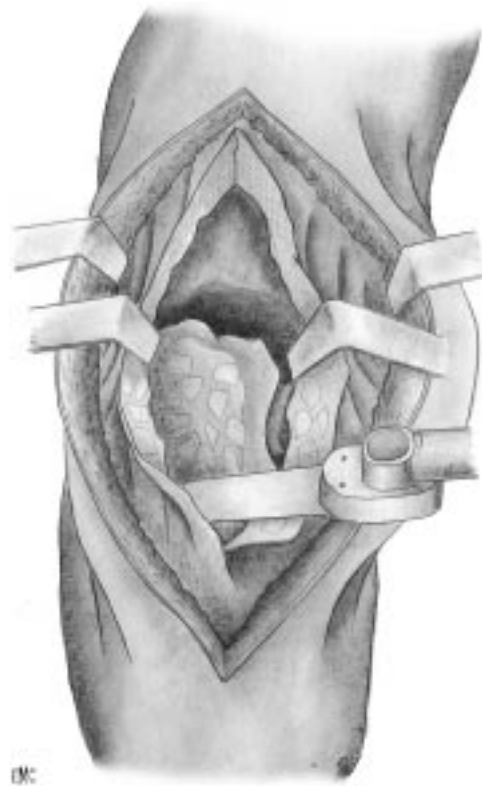
Le point le plus important lors de la fermeture est la réinsertion de l'appareil extenseur au sommet de l'olécrane. Morrey [21] conseille une suture transosseuse en 8 (*criss-cross suture*). Pour ce point particulièrement important, un fil non résorbable est conseillé (fig 8). Il est également nécessaire de réparer le ligament collatéral radial et de réinsérer l'anconé sur l'épicondyle latéral.

VOIE TRANSTRICIPITALE LONGITUDINALE

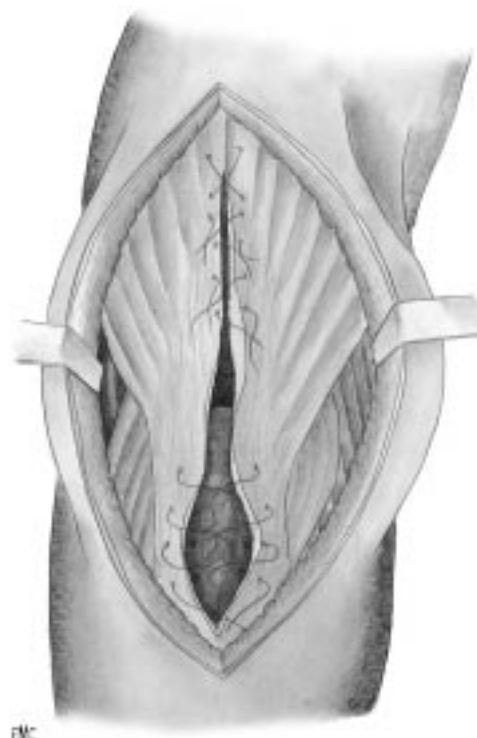
Dans notre expérience, c'est la voie d'abord universelle, utilisable aisément même en cas de reprise opératoire. Elle a été décrite par Campbell et par Langenbeck. Elle associe une division longitudinale du tendon tricipital jusqu'au sommet de l'olécrane, puis le décollement sous-périosté du muscle fléchisseur ulnaire du carpe en dedans, des muscles anconé et extenseur ulnaire du carpe en dehors, recouverts du fascia antébrachial (fig 9). Gschwend [11] recommande de réaliser une décortication de l'olécrane à la scie oscillante ou à l'ostéotome fin pour faciliter la cicatrisation postopératoire. Elle peut être délicate en cas de fragilisation massive de l'olécrane, comme on l'observe dans les cas avancés de polyarthrite rhumatoïde.



8 Réparation de la voie paratricipitale de dehors en dedans avec déshabillage de l'olécrane. Le triceps est réinséré par un point transosseux en « criss cross ».



9 Division longitudinale de l'appareil extenseur : ouverture. Le triceps est divisé longitudinalement et l'olécrane est décortiqué sur ses deux versants.



10 Division longitudinale de l'appareil extenseur : fermeture. Le triceps est suturé longitudinalement et le fascia antébrachial recouvrant les muscles fléchisseur et extenseur ulnaires du carpe est réinséré à l'olécrane par des points transosseux.

reconstitution de l'appareil extenseur est pour nous le sommet de l'olécrane ; une immobilisation postopératoire est conseillée, faute de quoi ce point peut lâcher ; nous avons observé plusieurs fois un défaut de recouvrement tendineux de l'olécrane lors de reprises opératoires.

VOIE TRANSTRICIPITALE HAUTE

La section du tendon tricipital peut être réalisée en V ou en U renversé. Le dessin en V a l'avantage de permettre une plastie d'allongement du triceps en YV, dans le cas exceptionnel où celui-ci est rétracté et où on espère un gain en flexion supérieur à 50°^[21], voire son raccourcissement en cas d'allongement préopératoire. Le V peut avoir un angle aigu ou arrondi « en langue ». Seul le tendon doit être sectionné de cette façon ; le corps charnu, plus profond, doit être divisé longitudinalement ; en effet, il serait inutile et mutilant de sectionner le corps charnu lui-même en V renversé ; la partie ainsi isolée ne serait plus innervée et serait mal vascularisée. Le V tendineux doit donc être séparé du corps charnu ; il est conseillé de conserver les fibres de Sharpey tendues entre la face profonde du tendon et la face supérieure de l'olécrane. Le tendon est laissé en continuité avec le fascia antébrachial. Le corps charnu sous-jacent doit être ensuite fendu longitudinalement, ce qui ménage au mieux son innervation et celle de l'anconé (fig 11). Du côté latéral, la plupart des auteurs^[30] incisent le fascia antébrachial à distance de l'olécrane (à mi-distance entre le sommet de l'olécrane et de l'épicondyle latéral), découvrant la face postérieure de l'anconé, qui est ensuite désinséré de l'ulna pour exposer l'articulation radio-ulnaire proximale. D'autres détachent l'anconé de l'épicondyle latéral et le séparent de l'extenseur ulnaire du carpe.

Vers le bas, les deux branches du V s'horizontalisent pour dégager les deux extrémités que l'on rugine plus ou moins loin selon la nécessité opératoire. Il suffit de rabattre le lambeau pour avoir un très bon jour sur la palette. On peut étendre l'incision vers le radius et son extrémité proximale, en prolongeant l'incision en dehors entre anconé et extenseur ulnaire du carpe ou entre radiaux et extenseurs. L'exposition de l'humérus vers le haut est possible en fendant le muscle triceps en son milieu. La partie postérieure de la capsule est découverte et ouverte en H. En réclinant la capsule en haut et en bas, on expose la trochlée humérale et la portion intra-articulaire de l'olécrane.

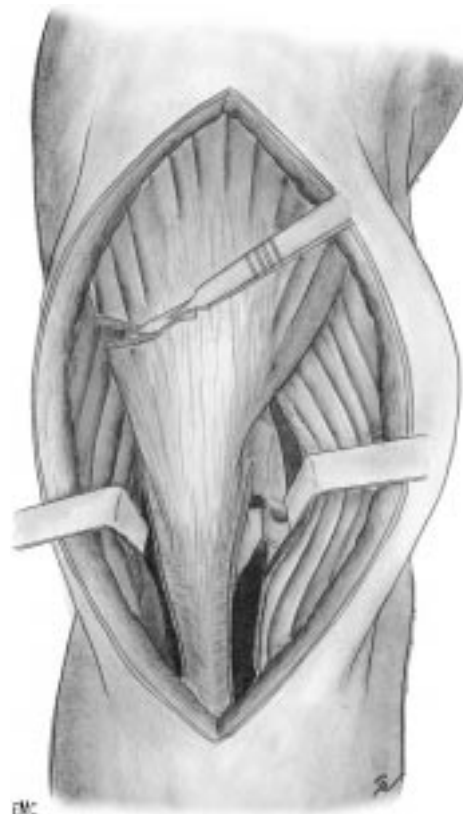
La réparation est facile (fig 12). Il faut commencer au centre : la réinsertion des deux lambeaux musculaires médial et latéral

Au niveau de l'humérus, on aborde l'épicondyle et l'épicondyle médial. En désinsérant le septum intermusculaire latéral, on aborde le bord latéral de l'humérus pour placer un écarteur contre-coudé qui donne un jour complet sur la colonne latérale. De même, en dedans, on dégage le bord médial sans isoler sur un lacs le nerf ulnaire qui est entraîné en dedans par le lambeau capsulopériosté de sa gouttière. On peut s'élargir vers le haut en prolongeant l'incision médiane verticale sur le tendon tricipital après repérage du nerf radial. Vers le bas, on peut prolonger vers l'ulna et aborder la tête radiale en désinsérant le ligament annulaire du lambeau latéral où il est accolé.

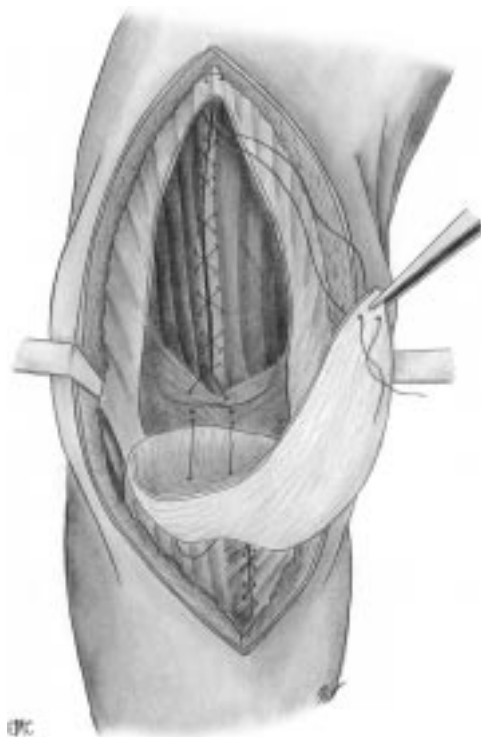
En fin d'intervention, les deux lambeaux musculoaponévrotiques médial et latéral sont réinsérés à l'olécrane et à la crête ulnaire par une série de points transosseux, le tendon tricipital suturé par des points tendineux (fig 10). Le point le plus fragile de cette



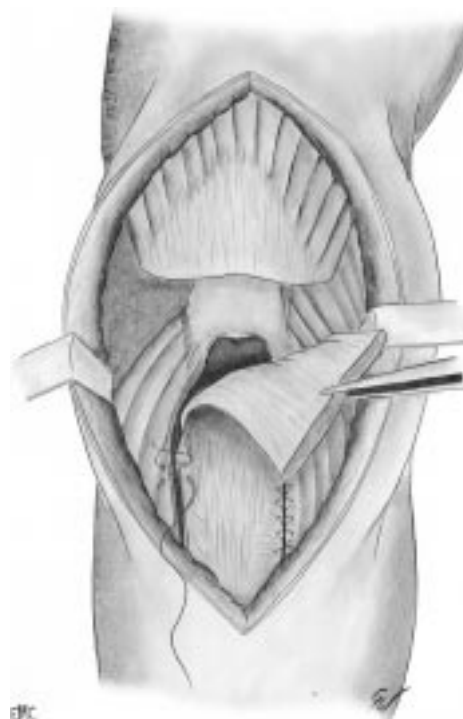
11 Ténatomie en V renversé : ouverture. Le lambeau de tendon est rabattu vers le bas, le corps charnu est divisé longitudinalement, l'anconé est désinséré de l'ulna.



13 Section transversale du triceps : ouverture. Le fascia antébrachial et les deux bords du tendon tricipital sont sectionnés à quelques millimètres de l'olécrane, puis le tendon tricipital est sectionné transversalement.



12 Ténatomie en V renversé : fermeture. Le corps charnu est suturé et réinséré aux fibres de Sharpey, puis le lambeau de tendon est rabattu vers le haut et suturé au tendon du triceps.

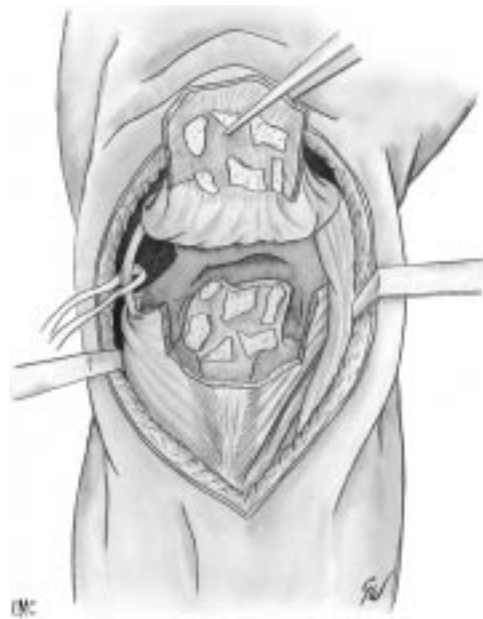


14 Section transversale du triceps : fermeture. Le fascia antébrachial et les deux bords du tendon tricipital sont réinsérés, puis le tendon tricipital est suturé transversalement.

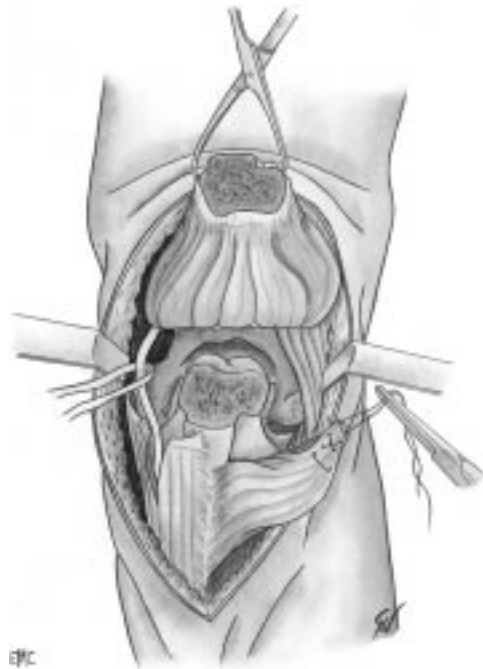
s'appuie sur les fibres de Sharpey, à la face profonde de l'insertion olécranienne du tendon tricipital. Quelques points en X affrontent les deux tranches musculaires. La suture du lambeau aponévrotique est réalisée in situ sans allongement dans les cas habituels ; un allongement (toujours inférieur à 2 cm) est préconisé si la flexion préopératoire était inférieure à 100° [21].

Joshi et al [14] ont récemment exposé une voie d'abord expérimentée par SC Gallanaugh, qui ressemble à une ténatomie en V renversé où la pointe du V serait remplacée par une section transversale (fig 13). Elle comprend une libération des deux faces postéromédiale et postérolatérale de l'olécrane et de l'ulna, et une ténatomie transversale du triceps. La libération des deux faces de l'olécrane et de la partie proximale de l'ulna sur 8-10 cm est menée de façon sous-périostée, après avoir incisé le fascia antébrachial à 2 mm de ses

insertions sur la crête de l'ulna et sur l'olécrane, ménageant un pont de fascia inséré sur l'ulna pour faciliter la réparation en fin d'intervention. Sont ainsi détachés et repoussés en dedans le muscle fléchisseur ulnaire du carpe, en dehors les muscles anconé et extenseur ulnaire du carpe. Les bords médial et latéral du tendon du triceps sont isolés sur 6-8 cm, puis le tendon du triceps est sectionné transversalement à 3 cm du sommet de l'olécrane et le lambeau distal est retourné distalement sur l'olécrane. La réparation nécessite la suture du tendon du triceps et la réinsertion des lambeaux fasciomusculaires sur le pont de fascia ménagé sur la crête de l'ulna et l'olécrane (fig 14).



15 Voie transtricipitale basse ou olécraniennne. Décortication de l'olécrane et relèvement du triceps de bas en haut.



16 Voie transolécraniennne extra-articulaire. Le fragment d'olécrane relevé est de petite taille. L'anconé a été désinséré de l'épicondyle latéral.

VOIE TRANSTRICIPITALE BASSE OU OLÉCRANIENNE PAR DÉSINSERTION SOUS-PÉRIOSTÉE DE L'OLÉCRANE

Il s'agit d'une voie paratricipitale double complète par une désinsertion du triceps au ras de l'olécrane. La face postérieure de l'olécrane est dénudée de bas vers le haut au ras de l'os en enlevant quelques copeaux osseux. Latéralement, on traverse le muscle anconé alors que médialement on passe dans le fléchisseur ulnaire du carpe (fig 15). Cette voie donne un jour identique à la suivante. La réparation est simple par suture du surtout fibreux et réinsertion osseuse du tendon tricipital.

VOIE TRANSOLÉCRANIENNE EXTRA-ARTICULAIRE

C'est une variante de la voie transtricipitale olécraniennne, mais ici, l'appareil extenseur est relevé par l'intermédiaire d'une pastille olécraniennne extra-articulaire (fig 16). Les bords médial et latéral du triceps sont repérés, sa face profonde est décollée de l'humérus. L'anconé doit être sectionné transversalement. Les expansions fibreuses du triceps vers le fascia antébrachial sont également sectionnées. Seul le tendon terminal du triceps reste inséré à la face supérieure de l'olécrane. Avant l'ostéotomie olécraniennne, il est



17 Voie transolécraniennne intra-articulaire. Préparation du trajet de la vis qui servira à l'ostéosynthèse de l'olécrane en fin d'intervention. Dessin de l'ostéotomie de l'olécrane en chevron.

nécessaire d'isoler et d'écarter prudemment le nerf ulnaire. L'ostéotomie de l'olécrane est réalisée à 1 cm environ au-dessous du sommet de l'olécrane. Le plan de l'ostéotomie est légèrement oblique de bas en haut, et d'arrière en avant. Le triceps et son insertion olécraniennne sont réclinés vers le haut.

La réparation osseuse fait appel à un cerclage en « 8 » appuyé sur deux broches olécraniennes verticales ou légèrement obliques en bas et en avant.

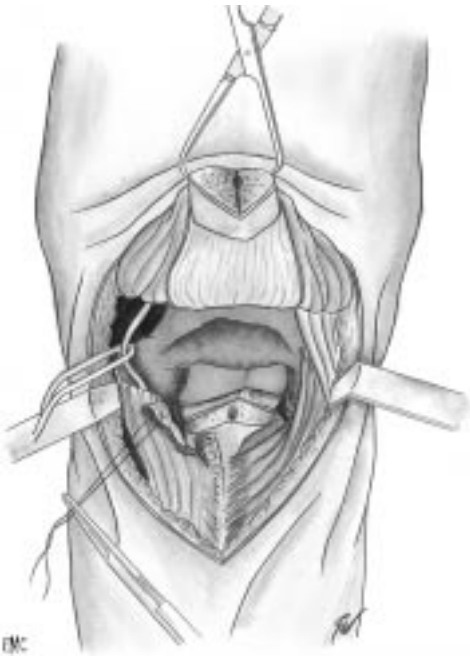
Cette voie donne une exposition de l'ensemble de la palette humérale, y compris la trochlée humérale. On lui trouve difficilement de bonnes indications entre deux autres voies : elle ne donne pas un jour meilleur mais fragilise plus l'appareil extenseur que la division longitudinale de l'appareil extenseur ; elle est plus fragile et donne un jour moins étendu sur les surfaces articulaires que l'olécranotomie intra-articulaire.

VOIE TRANSOLÉCRANIENNE INTRA-ARTICULAIRE

L'ostéotomie est réalisée à la base de l'olécrane. Le trait de l'ostéotomie doit aboutir à la jonction des parties verticale et horizontale de l'incisure trochléaire de l'ulna. Le trait peut être horizontal ou en chevron tourné vers le haut (pour nous) ou vers le bas (pour Morrey) ; le chevron facilite la réduction de l'ostéotomie en fin d'opération et donne une plus grande stabilité rotatoire à la réparation. La lame de scie ne doit pas être poussée trop loin en avant, au risque d'abîmer la trochlée humérale, il est conseillé de terminer l'ostéotomie à l'ostéotome fin manié avec douceur. Lorsque la réparation fait appel à une vis, certains préfèrent forer son trajet avant de terminer l'ostéotomie (fig 17, 18).

Pour rabattre vers le haut le triceps et l'olécrane, il est nécessaire de sectionner les faisceaux postérieurs des ligaments collatéraux latéral et médial. En augmentant la flexion du coude et en ouvrant la capsule latéralement, la totalité de la trochlée peut être exposée. On obtient un bon contrôle sur les surfaces articulaires de l'extrémité supérieure du radius et de l'ulna.

La réparation des faisceaux postérieurs des ligaments collatéraux est inutile. La réduction de l'ostéotomie est facilitée par sa découpe en chevron. Son ostéosynthèse fait appel à un cerclage en 8, appuyé de préférence sur des broches, à un vissage longitudinal par vis épiphysodiaphysaire, ou mieux encore à une vis corticale oblique prenant la corticale antérieure de l'ulna sous le processus coronoïde. Dans ce dernier cas, l'ostéotomie devrait être ascendante, afin que la vis puisse être perpendiculaire au plan de l'ostéotomie. Pour le vissage longitudinal, il est conseillé d'utiliser une vis de diamètre important (supérieur à 5 mm) et une longueur de vis de 8 cm afin d'obtenir une fixation solide. Les fibres du triceps sont suturées à l'anconé en dehors ; en dedans, quelques points d'affrontement aponévrotiques sont suffisants.



18 Voie transolécrannienne intra-articulaire. Jour obtenu après relèvement de l’appareil extenseur.

EXTENSION DES VOIES D’ABORD POSTÉRIEURES EN AVANT

La rotation du membre supérieur au niveau de l’épaule et l’excision des septums intermusculaires médial (voir la voie d’abord médiale extensive) et/ou latéral permettent d’exposer simultanément les versants médial et/ou latéral et de faire pratiquement le tour du coude [24].

COMPARAISON DU JOUR OBTENU PAR CES VOIES POSTÉRIEURES

Le jour obtenu sur les surfaces articulaires est d’autant meilleur que l’on s’affranchit de l’obstacle olécranien. Wilkinson et Stanley [33] l’ont montré sur cadavre. La division longitudinale de l’appareil extenseur, le décollement du triceps et l’ostéotomie olécranienne exposent respectivement 35 %, 46 %, et 57 % de la surface articulaire. En traumatologie, la voie d’abord est adaptée à l’exposition recherchée (tableau III). Une voie paratricipitale médiale ou latérale est suffisante pour une fracture d’un seul pilier de la palette. Une voie paratricipitale double est suffisante à l’ostéosynthèse d’une fracture supracondylienne. Une fracture sus- et intercondylienne nécessite de s’affranchir de l’appareil extenseur ; selon la complexité de la fracture et la difficulté de sa réparation, on choisit une division longitudinale de l’appareil extenseur pour les fractures articulaires simples (de préférence à une olécanotomie extra-articulaire), une olécanotomie intra-articulaire pour les fractures articulaires complexes.

Pour la mise en place d’une prothèse, il nous semble essentiel de respecter les muscles et leur innervation. La préservation de l’anconé et de son nerf, issu du rameau du nerf radial destiné au chef vaste médial du triceps, nous font préférer :

- le décollement sous-périosté de latéral à médial ;
- la ténotomie en V renversé à la condition que la ténotomie n’intéresse que la lame tendineuse, et qu’en profondeur le corps charnu soit divisé longitudinalement sur 4 cm ;
- la division longitudinale, là encore en étendant la division du corps charnu du triceps sur la hauteur la plus réduite possible.

Voies d’abord latérales

INTRODUCTION

Les voies d’abord latérales sont les plus utilisées des voies d’abord du coude en orthopédie. Elles partagent toutes la même partie brachiale, le long du septum intermusculaire latéral, jusqu’à l’épicondyle latéral. Ensuite, elles peuvent être prolongées :

- longitudinalement, au travers des muscles épicondyliens (voie d’abord latérale pure) ;
- ou s’incurver vers l’arrière (voies d’abord postérolatérales), profitant alors des interstices musculaires :
 - entre extenseur des doigts et extenseur radial du carpe (voie de Kaplan [15]), mais le rameau profond du nerf radial est proche et cette voie est peu utilisée, sauf dans l’exposition de ce nerf simultanément à la désinsertion des épicondyliens ;
 - entre anconé et extenseur ulnaire du carpe (voie de Cadenat [2, 3, 4, 19] et ses variantes), respectant l’innervation de l’anconé qui vient du nerf inférieur du vaste médial ;
 - au-dessus du bord supérieur de l’anconé (voie de Boyd [5]), coupant son petit rameau moteur.

Elles ont toutes en commun la proximité du nerf radial qui doit rester présent à l’esprit à chaque étape de l’opération. Pour éloigner celui-ci de 1 cm vers l’avant environ [29], il est conseillé de mettre l’avant-bras en pronation. Plus l’incision est décalée en arrière, plus le rameau profond du nerf radial est loin et plus ses risques de lésion sont diminués. De plus, une incision postérieure évite d’endommager le faisceau postérieur du ligament collatéral radial (lateral ulnar collateral ligament des Anglo-Saxons).

INSTALLATION ET GÉNÉRALITÉS SUR LES INCISIONS CUTANÉES

Le patient est en décubitus dorsal sur table ordinaire ; si l’on glisse un coussin sous l’épaule, on expose d’autant mieux la face antérolatérale, et d’autant moins bien la face postérolatérale ; si l’on

Tableau III. – Avantages et inconvénients des voies d’abord du coude.

| Abords | Jour obtenu | Avantages | Inconvénients |
|------------|--|--|--|
| Postérieur | Face postérieure du coude Bord médial et latéral de l’humérus | Jour excellent | Fragilisation appareil extenseur Présence du nerf ulnaire Ostéosynthèse (olécanotomie) Dévascularisation de l’olécrane (deshabillage de l’olécrane) Dénervation du triceps |
| Latéral | Deux tiers latéraux des faces antérieure et postérieure du coude | Respect appareil extenseur Jour excellent | Pas d’accès au versant médial Présence du nerf radial et de ses branches |
| Médial | Deux tiers médiaux des faces antérieure et postérieure du coude Seule voie donnant accès à la totalité de l’articulation huméro-ulnaire | Respect appareil extenseur | Pas d’accès au versant latéral Lésion nerf ulnaire Ostéosynthèse de l’épicondyle médial |
| Antérieur | Extrémité proximale du radius, processus coronoïde | Respect appareil extenseur | Paquet vasculonerveux |



19 Installation en décubitus dorsal pour voie latérale.



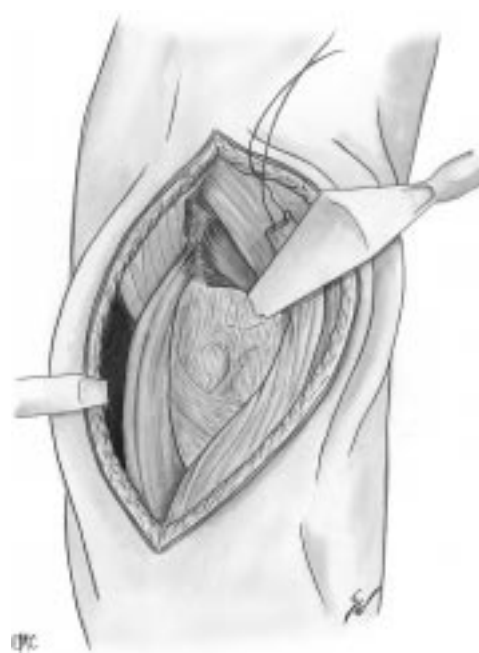
20 Différentes variantes d'incision cutanée latérale (trait plein) et postérolatérale. En croix : voie de Boyd ; en pointillés : voie de Cadenat.

glisse un coussin sous le coude, on expose d'autant mieux la face postérolatérale, et d'autant moins bien la face antérolatérale. Le membre peut être posé sur le corps du patient ou, plus habituellement, bras et avant-bras reposent sur une tablette. Les positions ventrale et latérale sont possibles, mais mal commodes (fig 19).

VOIE LATÉRALE PURE

L'incision cutanée verticale débute trois travers de doigt au-dessus de l'épicondyle latéral et longe le septum intermusculaire latéral. Au milieu de l'incision, elle passe un peu en arrière du sommet de l'épicondyle latéral puis, dans sa moitié inférieure, elle longe la face latérale de l'avant-bras, en regard de la tête radiale jusqu'à trois travers de doigts au-dessous d'elle. L'incision mesure environ 12 cm. Il faut éviter de se déporter vers l'avant, pour ne pas trop se rapprocher de la branche profonde du nerf radial (fig 20).

Le décollement du lambeau cutané est réduit. Selon l'exposition recherchée, on passe en avant ou en arrière du septum intermusculaire latéral ; il sépare le vaste latéral en arrière, du brachioradial et du long extenseur radial du carpe en avant ; si l'on ne doit aller que sur la face antérieure du coude, il suffit de passer



21 Voie latérale pure. On passe entre extenseur ulnaire du carpe en arrière et le reste des épicondylaires latéraux qui peuvent être désinsérés. Un écarteur contre-coudé appuyé sur le bord médial de l'humérus refoule en avant le muscle brachial et expose la capsule.

juste en avant du septum intermusculaire latéral. Sur l'avant-bras, on incise sur le relief des extenseurs radiaux du carpe, mis en tension par l'inclinaison ulnaire de la main, en avant de l'épaisse aponévrose des extenseurs, aux fibres verticales. L'interstice entre l'extenseur des doigts en arrière et les extenseurs radiaux du carpe en avant est mis ainsi en évidence à la partie basse de l'incision, il est remonté jusqu'à l'épicondyle latéral. Le court extenseur radial du carpe est désinséré de l'épicondyle latéral, sur lequel restent attachés l'anconé et l'extenseur commun (fig 21).

Si un temps de capsulectomie est nécessaire (arthrolyse), il est préférable de séparer la capsule de la face profonde du muscle brachial de dehors en dedans et de haut en bas le plus loin possible avant de pratiquer l'arthrotomie. En dehors de cette indication, la capsule huméroradiale est incisée verticalement ou en T. La tête radiale, le ligament annulaire, le capitulum, le versant latéral de la trochlée, et le processus coronoïde sont visualisés après avoir glissé un écarteur contre-coudé sous la capsule antérieure.

Lorsque l'incision doit descendre plus bas vers l'avant-bras, il faut mettre l'avant-bras en pronation pour éloigner la branche profonde du nerf radial, puis ruginer les insertions du supinateur sur le col radial, pour écarter vers l'avant et sans violence ce muscle qui protège le rameau profond du nerf radial.

Gschwend^[11] recommande de recourber proximale l'incision vers l'arrière, croisant la face postérieure du triceps jusqu'à la ligne médiane ; cela permet de facilement soulever le triceps du septum intermusculaire latéral et d'accéder à la capsule postérolatérale et postérieure ; cependant le contrôle du nerf ulnaire et l'accès à la capsule postéromédiale sont impossibles.

VOIE POSTÉROLATÉRALE DE CADENAT. SES EXTENSIONS. SES VARIANTES

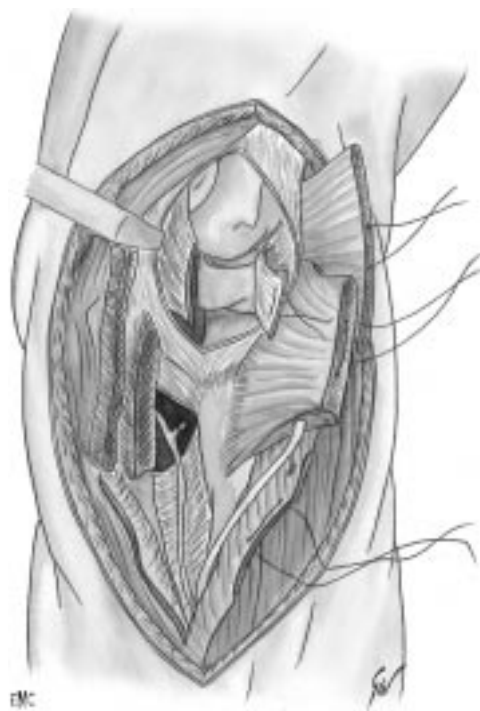
La voie postérolatérale de Cadenat classique^[2, 3, 4, 19] permet, par une seule incision, d'aborder simultanément l'épiphyse proximale du radius et la diaphyse de l'ulna (fig 20).

Pour aborder uniquement le coude (résection de tête radiale, biopsie synoviale), on peut se limiter à l'incision proximale, oblique en bas, en dedans et en arrière sur 6-7 cm, partant de l'épicondyle latéral et se dirigeant vers la crête ulnaire. En bas, on incise le fascia antébrachial à quelques millimètres de la crête ulnaire, ce qui facilite la réparation en fin d'intervention. On incise ensuite le périoste de l'ulna.

Pour s'étendre proximale, il faut remonter le long du septum intermusculaire latéral à partir de l'épicondyle médial (incision en baïonnette d'Ollier, ou voie de Cadenat modifiée). L'incision de



22 Voie de Cadenat. L'anconé est récliné en haut et en arrière, l'extenseur ulnaire du carpe en avant. Le ligament annulaire est repéré.



23 Voie de Boyd ou de Cadenat élargie. Le ligament annulaire ouvert laisse voir la tête radiale. L'artère récurrente interosseuse a été liée pour accéder à la membrane interosseuse sur laquelle court le nerf interosseux postérieur (branche terminale du rameau profond du nerf ulnaire).

Kocher^[17] est très voisine, elle descend verticalement le long du bord latéral du coude et se recourbe à angle droit à sa partie distale pour gagner la crête ulnaire.

Après ouverture du fascia selon le même trajet, on cherche et on traverse l'interstice entre l'anconé et l'extenseur ulnaire du carpe. L'anconé est récliné vers l'arrière et le haut, l'extenseur ulnaire du carpe vers l'avant et le bas. Leur désinsertion proximale de l'humérus facilite l'exposition et a été conseillée par Nestor, O'Driscoll et Morrey pour la reconstruction du ligament collatéral latéral^[22]. L'incision se poursuit en haut derrière l'épicondyle latéral. On parvient sur la capsule, que l'on ouvre après avoir récliné en avant et en bas le supinateur qui protège le rameau profond du nerf radial.

La tête radiale et le ligament annulaire, le capitulum et la zone capitulotrochléaire, la partie latérale de l'olécrane et son sommet sont mis en évidence. Une légère flexion du coude dégage la fossette olécraniennne (fig 22).

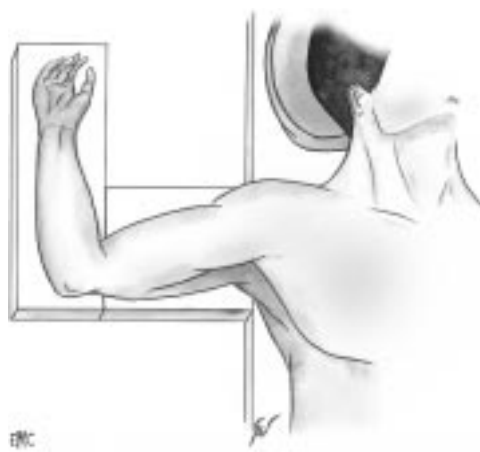
Cette voie peut être étendue proximale par ostéotomie de l'épicondyle latéral^[8] (c'est l'abord transépicondylien latéral) ou par désinsertion en masse des épicondyliens ; cette extension est peu utile, car d'autres voies moins délabrantes offrent un jour similaire.

VOIE POSTÉROLATÉRALE DE BOYD

Cet abord postérolatéral décrit par Boyd^[5] permet l'exposition postérolatérale du radius et de l'ulna. Une de ses principales indication est la fracture de Monteggia^[28].

L'incision cutanée débute à un travers de doigt au-dessus du sommet de l'olécrane, passe entre l'olécrane et l'épicondyle latéral puis s'incurve pour descendre sur 10 cm le long de la crête ulnaire (fig 20). Le fascia est ouvert sur la crête ulnaire. Les muscles extenseur ulnaire du carpe et anconé sont désinsérés de l'ulna en sous-périosté jusqu'au sommet de l'olécrane et écartés en avant. Pour une meilleure vision sur l'épicondyle et le ligament collatéral latéral, Pankovich^[23] libère également l'anconé de l'épicondyle.

En haut, on peut inciser la capsule articulaire et le ligament annulaire. Vers le bas, l'avant-bras en pronation, on peut désinsérer le muscle supinateur sur l'ulna et le récliner en avant avec le rameau profond du nerf radial. Dans la partie basse, on découvre l'artère récurrente radiale postérieure, qui peut si besoin être sectionnée après ligature. L'abord peut être élargi pour découvrir l'ulna et la membrane interosseuse (traitement des synostoses radio-ulnaires proximales). Vers le haut, on peut prolonger au-dessus de l'épicondyle (fig 23).



24 Installation en décubitus dorsal pour voie médiale.

Pour la fermeture, on réinsère le muscle supinateur et le ligament annulaire, de même que les muscles anconé et extenseur ulnaire du carpe.

Voies d'abord médiales

Elles ont peu d'indications, et elles se sont encore restreintes depuis l'avènement de l'arthroscopie.

INSTALLATION ET GÉNÉRALITÉS SUR LES INCISIONS CUTANÉES

Le patient est en décubitus dorsal, près du bord de la table, le membre supérieur posé en abduction sur une tablette, en rotation latérale, facilitée par la mise en place d'un coussin sous la scapula. L'opérateur est assis du côté médial du membre, son aide en face (fig 24).

L'incision cutanée longue de 10-12 cm, rectiligne ou arciforme à légère concavité antérieure, passe en avant (rarement), en regard ou plus souvent en arrière de l'épicondyle médial, selon ce que l'on souhaite exposer (fig 25).

Lors de la dissection du lambeau cutané antérieur, le nerf cutané médial du bras et surtout celui de l'avant-bras doivent être recherchés et préservés autant que faire se peut, ce dernier dans un



25 Différentes variantes d'incision cutanée médiale, passant en avant (ligne pleine) ou en arrière (tirets) de l'épicondyle médial.

dédoublément du fascia brachial avant d'émerger dans le tissu sous-cutané. Dans les voies d'abord très extensives, le sacrifice de son rameau postérieur peut être nécessaire, notamment pour pouvoir transposer le nerf ulnaire en avant de l'épicondyle médial, mais il est mal vécu par le patient.

Le contrôle du nerf ulnaire est nécessaire, surtout en cas de chirurgie de reprise, en allant le chercher proximale, en zone saine, non opérée.

VOIE MÉDIALE AVEC OSTÉOTOMIE DE L'ÉPICONDYLE MÉDIAL

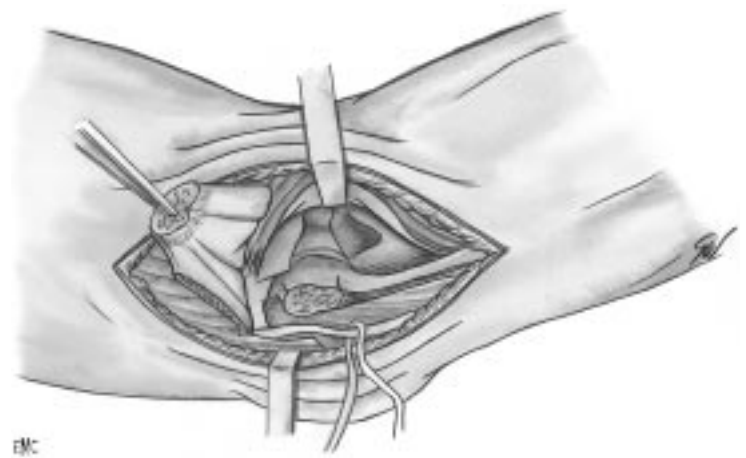
Elle fut décrite par Molesworth^[20], puis par Campbell^[7]. Elle est indiquée pour l'ostéosynthèse des fractures de l'épicondyle médial.

En arrière du septum intermusculaire médial, on incise d'emblée le fascia qui recouvre le nerf ulnaire, que l'on trouve au bord médial du triceps, plus ou moins recouvert par le vaste médial. Le nerf ulnaire est disséqué et mis sur lacs. Sa dissection est poursuivie dans le sillon du nerf ulnaire, derrière l'épicondyle médial, puis l'arcade du fléchisseur ulnaire du carpe (bandelette épitrochléo-olécraniennne) est ouverte ; la division du muscle fléchisseur ulnaire du carpe est poursuivie entre les insertions humérale et ulnaire. Au niveau du sillon, un rameau sensitif destiné à la capsule articulaire peut être sacrifié, mais il faut s'attacher à respecter le rameau supérieur du muscle fléchisseur ulnaire du carpe (ce n'est pas toujours possible quand on doit transposer le nerf ulnaire en avant de l'épicondyle médial). Le nerf ulnaire peut être dégagé vers le haut ou vers le bas. Ce qui importe, c'est de le protéger des écarteurs par une compresse humide et d'éviter les tractions excessives responsables de souffrance nerveuse.

Pour s'affranchir du barrage que représentent les muscles épicondyliens médiaux, on peut réaliser aussi leur désinsertion sous-périostée, d'arrière en avant, ou faire une ostéotomie sagittale de l'épicondyle médial au ciseau frappé ; dans ce dernier cas, il est conseillé d'en préparer la réparation en forant le trajet de la vis de réinsertion avant l'ostéotomie ; il est préférable de placer le nerf ulnaire en arrière du ciseau frappé pour minimiser le risque de lésion du nerf.

Quelle que soit la technique utilisée, on rabat les muscles épicondyliens médiaux en bas et en avant en évitant que les branches motrices du nerf médian et du nerf ulnaire ne soient étirées. Cet abord permet d'obtenir une bonne vue sur le ligament collatéral médial et la face médiale de l'articulation huméro-ulnaire. Pour visualiser le processus coronoïde, l'olécrane et la trochlée humérale, la capsule et le ligament collatéral médial doivent être désinsérés en progressant au ras de l'os (fig 26).

L'abord peut être étendu vers le bas, en recourbant la partie distale de l'incision vers l'arrière, pour retrouver la crête ulnaire en cas de nécessité d'un abord de la diaphyse ulnaire. Vers le haut, l'incision se prolonge le long de la voie d'abord médiale des vaisseaux, si l'on veut aborder la diaphyse humérale.



26 Voie médiale avec ostéotomie de l'épicondyle médial. Le fragment d'épicondyle n'emmène que les muscles épicondyliens médiaux et respecte le ligament collatéral médial.

La réparation repose sur la suture périostée des muscles épicondyliens médiaux ou sur un vissage (petite vis à os spongieux).

VOIE D'ABORD MÉDIALE EXTENSIVE PAR DÉSINSERTION SOUS-PÉRIOSTÉE DES ÉPICONDYLIENS LATÉRAUX

C'est la voie « *over the top* » de Kasparyan et Hotchkiss^[16]. Elle permet aussi la transposition du nerf ulnaire.

Le septum intermusculaire médial est repéré entre triceps brachial en arrière et brachial en avant ; il est excisé sur 5 cm au-dessus de l'épicondyle médial ; il y a de nombreuses petites veines le long du bord médial de l'humérus.

Les muscles épicondyliens médiaux sont relevés à la rugine très tranchante. Il est prudent de laisser quelques fibres tendineuses sur l'épicondyle médial, pour faciliter la réinsertion musculaire en fin d'intervention. En arrière, on peut conserver la totalité du muscle fléchisseur ulnaire du carpe sur l'épicondyle médial (c'est la voie « *over the top* » de Kasparyan et Hotchkiss^[16]) ou désinsérer aussi le chef épicondylien du fléchisseur ulnaire du carpe (c'est la solution adoptée quand on souhaite effectuer la transposition sous-musculaire du nerf ulnaire).

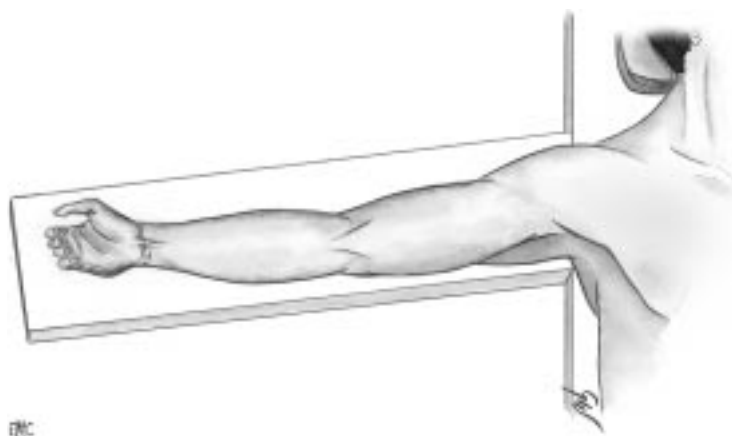
La majeure partie des muscles épicondyliens médiaux et le muscle brachial peuvent alors être chassés en avant avec le lacertus fibrosus qui protège le contenu du sillon bicipital médial : nerf médian et vaisseaux brachiaux. En fléchissant le coude et en plaçant un écarteur contre-coudé sous le brachial et les épicondyliens latéraux, on accède à la capsule antéromédiale, en prenant soin de ne pas léser le ligament collatéral médial. L'excision de la capsule antérieure expose la face antérieure de la palette humérale, y compris le capitulum (mais il est loin), le processus coronoïde qui masque partiellement la tête radiale.

Il est dangereux d'aller plus loin dans le sillon bicipital latéral où court le nerf radial entre les muscles brachial et brachioradial. Pour exposer la capsule postérieure, il est nécessaire de mobiliser et de transposer le nerf ulnaire en avant.

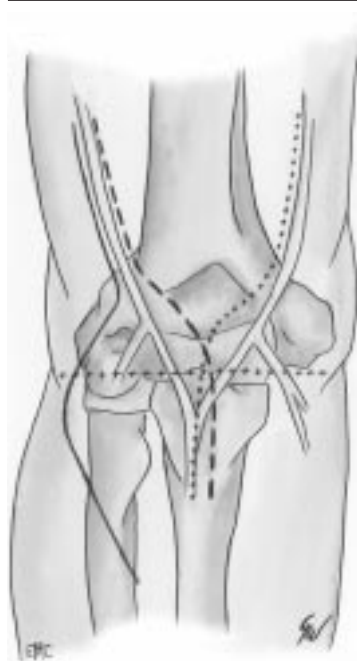
En fin d'intervention, le tendon commun des épicondyliens latéraux est réattaché aux fibres laissées sur l'épicondyle médial. Le nerf ulnaire est transposé en avant, en position sous-musculaire, sous-fasciale ou sous-cutanée.

Voies d'abord antérieures

L'abord antérieur est rarement utilisé pour la totalité de l'articulation du coude, mais peut l'être pour l'une de ses composantes : le capitulum, le col et le tiers supérieur du radius, la tubérosité radiale, le processus coronoïde. Les vaisseaux brachiaux et le nerf médian en dedans, le nerf radial en dehors en sont les rapports dangereux et en limitent l'exposition.



27 Installation en décubitus dorsal pour voie antérieure.



28 Différentes variantes d'incision cutanée antérieure. En croix, voie transversale dans le pli du coude (peu utilisée) ; en tirets : voie paracubitale latérale ; en pointillés : voie paracubitale médiale ; ligne continue : voie de Henry.

INSTALLATION ET GÉNÉRALITÉS SUR LES INCISIONS CUTANÉES

Le patient est en décubitus dorsal, le bras en abduction sur une tablette. Pour la voie d'abord, le coude est en extension et en supination pour éloigner le nerf radial et ses branches de division ; pour les manœuvres intra-articulaires, il est plus commode de fléchir le coude pour détendre les parties molles antérieures et faciliter leur rétraction (fig 27).

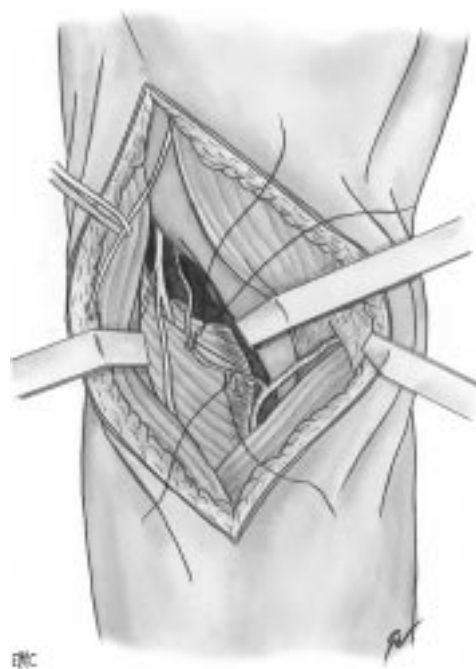
Quelle qu'elle soit, l'incision cutanée comporte habituellement deux parties longitudinales, proximale et distale, séparées par une partie transversale dessinée dans le pli de flexion du coude pour éviter une bride rétractile après cicatrisation ; les raccords entre les différentes parties sont arrondis (fig 28).

En pratique, en cas d'abord uniquement centré sur le coude, on utilise une voie bicubitale latérale ou médiale selon les nécessités.

VOIE ANTÉROLATÉRALE DE HENRY

La voie de Henry^[12] est l'abord classique du compartiment antérolatéral de coude et de la face antérieure de l'avant-bras ; c'est aussi la voie d'abord du nerf radial.

L'incision en S débute dans le sillon bicubital latéral 5 cm au-dessus du pli du coude, puis décroche en dehors au niveau du pli du coude



29 Voie de Henry, temps superficiels. Le biceps brachial est récliné en dedans. Les rameaux musculaires de l'artère récurrente radiale sont liés. Le nerf radial est repéré.

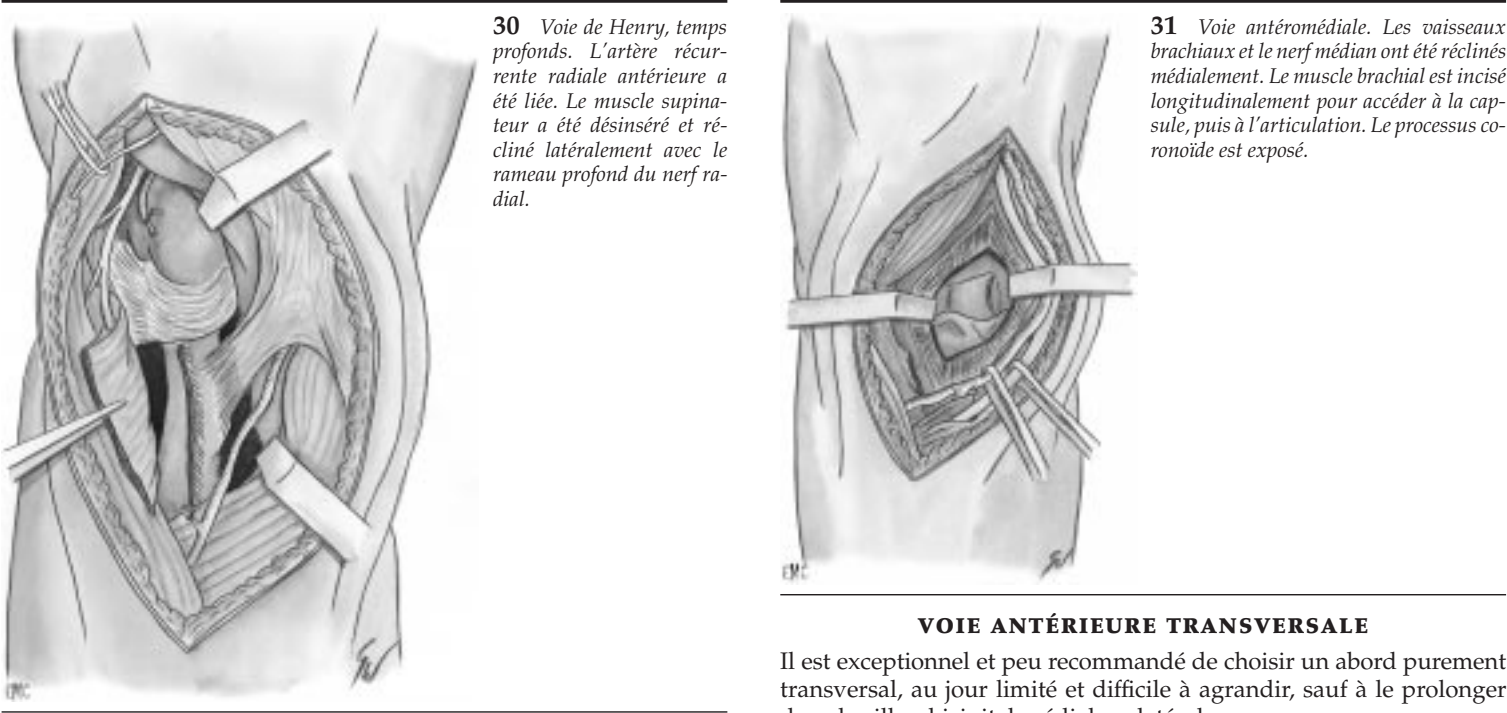
sur le relief du muscle brachioradial, et descend ensuite sur le bord antéromédial du muscle brachioradial jusqu'à 5-7 cm du pli du coude. Pour exposer le fascia, on doit lier quelques veines transversales. On doit éviter de léser le nerf cutané latéral de l'avant-bras, branche terminale du nerf musculocutané. Il faut prendre garde à tout élément d'allure artérielle qui traverserait la plaie obliquement en bas et en dehors ; ce pourrait être l'artère radiale en variété superficielle (1 % des cas), qu'il faut absolument respecter. Après exposition des nerfs, le fascia est incisé longitudinalement sur le bord médial du brachioradial.

Il faut ouvrir le sillon bicubital latéral de haut en bas, en séparant le brachioradial, en dehors, des éléments plus médiaux, brachial en haut et rond pronateur vers le bas. Le nerf radial est repéré dans le fond du sillon bicubital latéral, souvent partiellement recouvert par le brachial auquel il abandonne souvent un rameau. Au-dessus de l'interligne articulaire, il se divise dans le sillon en se bifurquant en ses rameaux profond et superficiel. Au-dessus de sa bifurcation, il abandonne les rameaux destinés au brachioradial, et au long extenseur radial du carpe ; au voisinage de sa bifurcation, il abandonne le rameau destiné au court extenseur radial du carpe. Les rameaux collatéraux musculaires étant latéraux, il est plus sûr de récliner le nerf radial en dehors avec le brachioradial. L'artère radiale est découverte en bas de l'incision, sortant du bord médial du tendon du biceps brachial. L'artère récurrente radiale antérieure et ses veines sont soigneusement disséquées, leurs branches musculaires sont liées, en faisant attention au rameau superficiel du nerf radial qui est proche (fig 29).

Le coude est mis en légère flexion et en supination pour détendre brachioradial et long extenseur radial du carpe, aborder plus facilement le supinateur et éloigner le rameau profond du nerf radial. Il faut rabattre en totalité le supinateur avec le rameau profond du nerf radial ; pour ce faire, on incise la bourse séreuse bicubitale au bord latéral du tendon bicubital, on arrive ainsi au contact du radius ; on réalise ensuite la désinsertion sous-périostée du supinateur et on le rabat avec le nerf radial en dehors (fig 30).

Si un abord plus distal est indispensable, il est nécessaire de décrocher les insertions radiales du rond pronateur et du fléchisseur superficiel des doigts. Un abord de la capsule antéromédiale est obtenu par cette voie ; s'il faut accéder à la capsule antéromédiale, il faut détacher le brachial de la capsule.

La fermeture comprend la réinsertion du supinateur.



VOIE ANTÉROMÉDIALE OU BICIPITALE MÉDIALE

C'est la voie d'abord de l'artère brachiale, du nerf médian, des muscles épicondyliens médiaux (intervention de Steindler). Elle nécessite la division du lacertus fibrosus. Pour gagner l'articulation, il faut passer entre le nerf médian et l'artère brachiale ou, mieux, entre le tendon du biceps brachial en dehors et l'ensemble du paquet vasculonerveux en dedans. Ces rapports vasculonerveux très proches en font une voie peu utilisée (fig 31).

VOIE ANTÉRIEURE TRANSVERSALE

Il est exceptionnel et peu recommandé de choisir un abord purement transversal, au jour limité et difficile à agrandir, sauf à le prolonger dans le sillon bicipital médial ou latéral.

Avantages et inconvénients des voies d'abord du coude

Ils sont propres à chaque voie, et le chirurgien choisit la voie présentant la meilleure exposition et comportant le moins d'inconvénients, notamment celle la plus facile à refermer (tableaux III, IV).

Tableau IV. – Avantages et inconvénients des grandes voies d'abord postérieures du coude.

| Abords postérieurs | Avantages | Inconvénients | Contre-indications |
|---|--|--|---|
| Paratricipitale avec déshabillage de l'olécrane | Respect de l'appareil extenseur Bon jour articulaire | Difficultés au sommet de l'olécrane | |
| Transtricipitale longitudinale | Bon jour articulaire Rapide | Dévascularisation de l'olécrane | |
| Transtricipitale en « V » renversé | Bon jour articulaire Pas de section osseuse Réparation facile du triceps | Fragilisation de l'appareil extenseur Lésion nerf ulnaire Dénervation Dévascularisation | |
| Transtricipitale basse ou olécranienne | Bon jour articulaire Pas de section osseuse | Fragilisation de l'appareil extenseur Lésion nerf ulnaire Réparation de l'appareil extenseur | |
| Transolécranienne extra-articulaire | Bon jour articulaire | Ostéotomie olécrane Ostéosynthèse fragile Lésion possible du nerf ulnaire | Impossible pour une arthroplastie prothétique |
| Transolécranienne intra-articulaire | Jour articulaire excellent | Ostéotomie olécrane Avulsions cartilagineuses Lésion articulaire Ostéosynthèse Lésion nerf ulnaire | Impossible pour une arthroplastie prothétique |

Références

[1] Barone R. Nomenclature anatomique française. In : Gouazé A, Baumann JA, Dhem A éd. Atlas d’anatomie humaine de Sobotta. Paris : Maloine, 2000

[2] Bass RL, Stern PJ. Elbow and forearm anatomy and surgical approaches. *Hand Clin* 1994 ; 10 : 343-356

[3] Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S. Ceinture scapulaire et membre supérieur. Voies d’abord en chirurgie orthopédique et traumatologique. Paris : Masson, 1998

[4] Benoît J, Dupont JY, Beaufils PH, Lortat-Jacob A. Voies d’abord du coude. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, 44-320, 1984 : 1-9

[5] Boyd HB. Surgical exposure of the ulna and proximal third of the radius through one incision. *Surg Gynecol Obstet* 1940 ; 71 : 86

[6] Bryan RS, Morrey BF. Extensive posterior exposure of the elbow. A triceps-sparing approach. *Clin Orthop* 1982 ; 166 : 188-192

[7] Campbell WC. Incision for exposure of the elbow joint. *Am J Surg* 1932 ; 15 : 65

[8] Campbell WC, Edmonson AS, Crenshaw AH. Campbell’s operative orthopedics. St Louis : CV Mosby, 1971

[9] Federative committee on anatomical terminology. Terminologia Anatomica – International Anatomical Terminology. Stuttgart : Thieme-Verlag, 1997

[10] Fontaine C, Chantelot C, Wavreille G. Voies d’abord du coude pour implantation prothétique. In : Allieu Y, Masmejean E éd. Prothèses de coude. Cahier d’enseignement de la SOFCOT n°77. Paris : Elsevier, 2001 : 73-81

[11] Gschwend N. Our operative approach to the elbow joint. *Arch Orthop Trauma Surg* 1981 : 98 : 143-146

[12] Henry AK. Extensile exposure. Baltimore : Williams and Wilkins, 1957

[13] Honnart F. Voies d’abord en chirurgie orthopédique et traumatologique. Paris : Masson, 1978

[14] Joshi RP, Yanni O, Gallanaugh SC. A modified posterior approach to the elbow for total elbow replacement. *J Shoulder Elbow Surg* 1999 ; 8 : 606-611

[15] Kaplan EB. Surgical approaches to the proximal end of the radius and its use in fractures of the head and neck of the radius. *J Bone Joint Surg* 1941 ; 23 : 86

[16] Kasparyan NG, Hotchkiss RN. Dynamic skeletal fixation in the upper extremity. *Hand Clin* 1997 ; 13 : 643-663

[17] Kocher T. Textbook of operative surgery. London : A and C Black, 1911

[18] Mansat P, Askavan A. Voies d’abord chirurgicales du coude. In : Mansat P, Morrey BM éd. Pathologie chirurgicale du coude. Montpellier : Sauramps médical, 1999

[19] Merle d’Aubigné R, Mazas F. Nouveau traité de technique chirurgicale, tome VII. Membres et ceintures. Généralités membres supérieurs. Paris : Masson, 1974

[20] Molesworth WH. Operation for complete exposure of the elbow joint. *Br J Surg* 1930 ; 18 : 303

[21] Morrey BF. Surgical exposures of the elbow. In : The elbow and its disorders. Philadelphia : WB Saunders, 2000 : 109-134

[22] Nestor BJ, O’Driscoll SW, Morrey BF. Ligamentous reconstruction for posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg [Am]* 1992 ; 74 : 1235-1241

[23] Pankovich AM. Anconeus approach to the elbow joint and the proximal part of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg [Am]* 1977 ; 59 : 124-126

[24] Patterson SD, Bain GI, Mehta JA. Surgical approaches to the elbow. *Clin Orthop* 2000 ; 370 : 19-33

[25] Pierce TD, Herndon JH. The triceps preserving approach to total elbow arthroplasty. *Clin Orthop* 1998 ; 354 : 144-152

[26] Sobotta J. Atlas d’anatomie humaine. Tome 1. Tête, cou, membre supérieur. Cachan : Éditions médicales Internationales, 1995

[27] Speed JS, Boyd HB. Treatment of fractures of ulna with dislocation of head of the radius (Monteggia fracture). *J Am Med Assoc JAMA* 1940 ; 115 : 1699

[28] Strachan JH, Ellis BW. Vulnerability of the posterior interosseous nerve during radial head resection. *J Bone Joint Surg [Br]* 1971 : 53 : 320-323

[29] Testut L, Jacob O, Billet H. Précis-atlas de dissection des régions. Paris : Doin, 1921

[30] Tsuge K, Murakami T, Yasunaga Y, Kanaujia PR. Arthroplasty of the elbow. Twenty years’ experience of a new approach. *J Bone Joint Surg [Br]* 1987 ; 69 : 116-120

[31] Wadsworth TG. A modified postero-lateral approach to the elbow and proximal radio-ulnar joints. *Clin Orthop* 1979 ; 144 : 151-153

[32] White GM, Weiland AJ, Moore JR. Voies d’abord du coude. In : Roy-Camille R, Laurin PA, Riley H Jr éd. Atlas de chirurgie orthopédique, Tome 2. Membre supérieur. Paris : Masson, 137-154

[33] Wilkinson JM, Stanley D. Posterior surgical approaches to the elbow: a comparative anatomic study. *J Shoulder Elbow Surg* 2001 ; 10 : 380-382

[34] Wolfe SW, Ranawat CS. The osteo-anconeus flap: an approach for total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 1990 ; 72 : 684-688

Arthroplasties digitales métacarpophalangiennes et interphalangiennes proximales

JL Condamine

Résumé. – Les premières arthroplasties digitales datent de 1950. Malgré la diversité des modèles proposés, aucune prothèse ne s'est imposée comme l'implant de référence. Après l'échec des prothèses à charnière de Flatt, l'implant de Swanson « spacer » d'amélioration des résections arthroplastiques a connu un grand essor, malgré les limites de cet implant dont la mobilité se dégrade avec le temps et qui présente un taux de rupture élevé. Les années 1980 ont vu le développement d'arthroplasties à glissement non ou semi-contraintes. Le cahier des charges d'une arthroplastie comprend l'anatomie et la physiologie articulaires, la cinétique, la transmission des forces, la stabilité articulaire mais aussi l'étiologie. Ainsi, l'arthroplastie doit intégrer l'ensemble de ces données, assurant par elle-même la suppléance des structures stabilisatrices de l'articulation qui sont très souvent détruites avec l'articulation. Sur le plan chirurgical, la voie d'abord de l'articulation métacarpophalangienne est dorsale, alors que celle de l'articulation interphalangienne proximale est antéro-dorsale, permettant de respecter au maximum l'appareil extenseur. Lors de la mise en place d'une arthroplastie, le temps essentiel est celui de la résection osseuse, le plus souvent proximale, permettant le jeu articulaire libre sans pour autant être trop important (risque d'instabilité). L'analyse des différents implants sur le marché permet de donner à chacun sa place et ses indications. L'implant de Swanson trouve ses limites dans la perte de mobilité avec le temps et le risque important de rupture. Pour les arthroplasties à charnière, le résultat initial est souvent très bon en termes de mobilité et de stabilité. Cependant, l'évolution dans le temps se fait vers la rupture des charnières ou la mobilisation des tiges diaphysaires, imposant des reprises chirurgicales difficiles. Pour les arthroplasties à glissement, le problème majeur reste celui de la fixation des tiges diaphysaires, avec un enfoncement progressif de celles-ci dans près de 30 % des cas. L'utilisation de tiges cimentées (méthyl méthacrylate de méthyl) ne résout pas ce problème (ni d'ailleurs celui de la mobilisation des prothèses charnières). Elle rend en revanche plus difficiles les reprises chirurgicales en cas d'échec. L'avenir des arthroplasties à la main repose de façon claire sur un concept de prothèses à glissement semi-contraintes assurant en partie la stabilité de l'implant. Il reste à assurer une fixation intradiaphysaire stable. Celle-ci repose sur la diminution des contraintes de l'os diaphysaire, réalisée par la diminution de la taille des tiges et sur la recherche d'appuis périphériques et corticaux. Toute arthroplastie digitale doit d'une part nécessiter une résection osseuse économe et d'autre part être facilement extractible, ceci permettant de proposer une chirurgie de reprise en cas d'échec. Le champ des indications des arthroplasties digitales est important. Il concerne les arthropathies destructrices et inflammatoires (polyarthrite rhumatoïde), puis les séquelles traumatiques et l'arthrose. L'indication opératoire doit être précoce, car les résultats d'arthroplastie sur articulations enraidies et détruites depuis de nombreuses années sont constamment médiocres. La motivation du patient pour cette intervention est un élément clef de la réussite. Seul le suivi régulier et détaillé des patients et de l'évolution des implants permettra de confirmer les orientations et les concepts actuels.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : arthroplasties digitales, articulations métacarpophalangiennes, articulations interphalangiennes proximales, polyarthrite rhumatoïde, arthrose.

Introduction

L'arthroplastie digitale idéale devrait apporter une indolence totale, une mobilité complète, une stabilité parfaite et une force normale, le tout sans dégradation ni usure. La complexité mécanique de la main,

la multitude des mouvements possibles et l'adaptation nécessaire à des utilisations variées (de la pince fine à la prise en force) rendent compte des difficultés à réaliser une arthroplastie digitale.

En fait, le vrai contrat de la mise en place d'une arthroplastie est de rendre une articulation fonctionnelle et indolore. Le deuxième objectif est de pouvoir, en cas d'échec, reprendre cette arthroplastie en conservant à l'articulation opérée le maximum de ses potentialités fonctionnelles.

Les arthroplasties actuelles sont un compromis entre les impératifs de stabilité, de mobilité et de fixation.

Jean-Luc Condamine : Chirurgien orthopédiste, membre titulaire de la société française de chirurgie de la main. Responsable du département d'accueil et de traitement des urgences. Centre hospitalier universitaire de Caen, avenue de la Côte de Nacre, 14033 Caen cedex, France.

La population susceptible de pouvoir bénéficier d'une arthroplastie digitale est importante. Elle regroupe essentiellement les patients atteints d'arthropathies inflammatoires et destructrices dont le type est la polyarthrite rhumatoïde, les patients atteints de lésions dégénératives de type arthrose et enfin les patients victimes de lésions articulaires traumatiques à la main.

Les arthroplasties à la main n'ont cependant pas connu le même développement qu'aux membres inférieurs ; ceci est lié à la complexité du système articulaire et aux difficultés techniques.

L'histoire de ces arthroplasties montre qu'un certain nombre de modèles ont vu le jour. Un nombre important de ces expériences ont abouti à un échec, tant fonctionnel que mécanique [28].

Durant ces dernières décennies, trois concepts se sont dégagés concernant la réfection d'une articulation détruite :

- la résection arthroplastique avec ou sans interposition d'un tissu organique, que nous n'aborderons pas dans ce travail ;
- la résection arthroplastique complétée par l'interposition d'un implant souple ; c'est l'implant de Swanson ;
- le remplacement articulaire par un modèle mécanique contraint ou non contraint ; c'est ce dernier chapitre qui est au centre de notre étude.

Historique des arthroplasties digitales

C'est Ambroise Paré qui, il y a quatre siècles, envisageait le premier de réséquer l'articulation détruite par une infection.

ARTHROPLASTIES À CHARNIÈRE

La première publication de mise en place d'une arthroplastie digitale remonte à 1913 par deux auteurs allemands. Malheureusement, aucune publication ultérieure ne vint donner les résultats à long terme sur la fonction.

Klein en 1953, Brannon et Klein en 1958 [8] et Flatt en 1960 mirent au point des arthroplasties contraintes à charnière dont la fixation intradiaphysaire était assurée soit par enclavement élastique de deux tiges métalliques, soit par scellement au méthyl méthacrylate de méthyl.

Flatt et Fischer [24] présentèrent un important travail de recherche expérimentale sur la biomécanique des articulations métacarpophalangiennes (MP) dont nombre de conclusions restent valables. Il s'agissait d'un modèle à charnière dont les tiges métalliques en diapason étaient fixées en force dans les diaphyses.

La complication majeure de ce modèle a été la résorption osseuse autour des tiges métalliques, avec migration, ruptures corticales, voire fractures diaphysaires. Le résultat fonctionnel lors de la révision (Flatt, 1974) montrait une mobilité excessivement réduite. L'étude à long terme de Blair et al [6] avec un recul de plus de 11 ans montrait un arc de mobilité de 24°, 57 % de désaxation digitale, 47 % de rupture prothétique et une résorption osseuse à la jonction os/prothèse dans 87 % des cas (fig 1).

Dans les années 1970, Steffee continue ce travail sur les arthroplasties contraintes à charnière, suivi par la présentation de la prothèse St Georg de Stell-Brink, associant polyéthylène et chrome-cobalt sur le même principe. Tous ces modèles vont utiliser un scellement des tiges prothétiques à l'aide du méthyl méthacrylate.

La prothèse de Gschwend, admettant un débattement latéral et un mouvement de piston des tiges, a été conçue afin de diminuer les contraintes sur l'ancrage. Cependant, leur évolution fut marquée par des complications importantes :

- rupture des charnières ;
- descellement et migration des tiges diaphysaires, l'utilisation du ciment rendant très difficile l'extraction de la prothèse sur un os déjà fragilisé par la polyarthrite.

Avec le développement de nouveaux matériaux, Calnan, Reis et Nicolle [10] en 1968 présentent une arthroplastie à charnière en



1 Prothèse de Flatt, résultat à 12 ans.



2 Implant de Swanson. Schéma du principe de fonctionnement.

polypropylène. Il s'agit d'une prothèse faite de deux tiges articulées enfermées dans une capsule en élastomère de silicone. Les résultats à distance de cet implant furent mauvais, avec un taux de rupture de la charnière important.

À partir des années 1980, devant la dégradation dans le temps des résultats de l'implant de Swanson, le concept d'arthroplastie est à nouveau réétudié, des modèles d'arthroplasties contraintes à charnière sont proposés, utilisant de nouveaux matériaux et de nouvelles technologies visant à renforcer la solidité mécanique de la charnière.

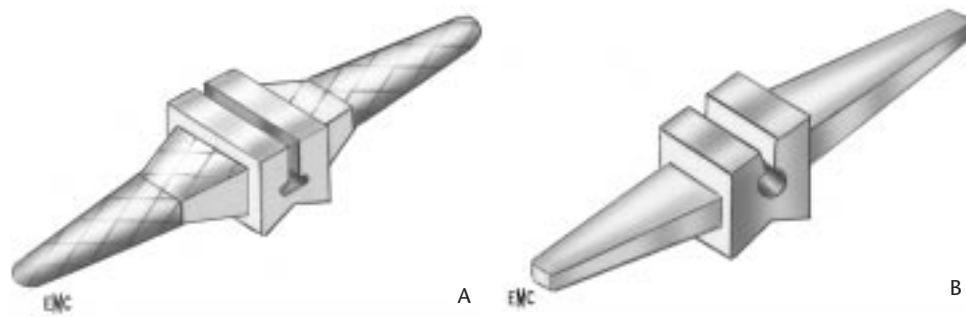
IMPLANT DE SWANSON

Devant les résultats décevants des arthroplasties à charnière, Swanson [39] propose en 1968 son concept de *spacer* destiné à améliorer et à stabiliser la résection arthroplastique (fig 2). Il publie ses premiers résultats en 1972 à 5 ans de recul. Un taux important de rupture sur les premiers implants entraîne en 1974 l'apparition d'un nouvel élastomère dit « *high performance* ». L'implant à tige intramédullaire est une charnière qui joue le rôle de moule interne autour duquel se développe une capsule. L'implant permet la flexion articulaire par sa charnière et par son mouvement de piston des tiges dans les canaux médullaires.

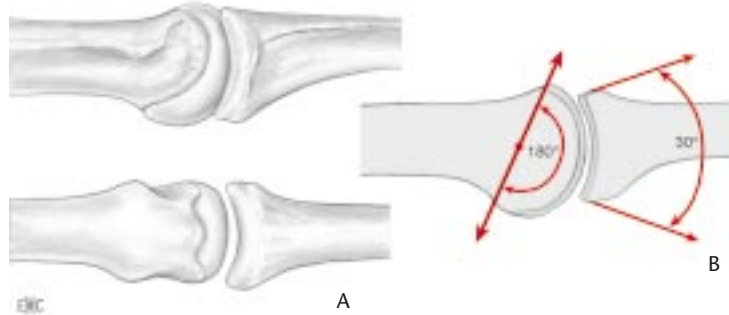
Devant les critiques à l'égard de l'usure des tiges de silicone sur les parois osseuses, l'interposition de bagues en titane (*grummets*) a été la dernière amélioration significative de cet implant [4].

D'autres auteurs, Niebauer (in [21]), Sutter (in [37]) (fig 3), ont développé des implants sur le même principe avec différentes adjonctions, et ce jusque dans les années 1990. Cependant, aucun modèle ne diffère sur le principe de celui de Swanson, les modifications portant essentiellement sur la forme ou sur le renforcement de la charnière.

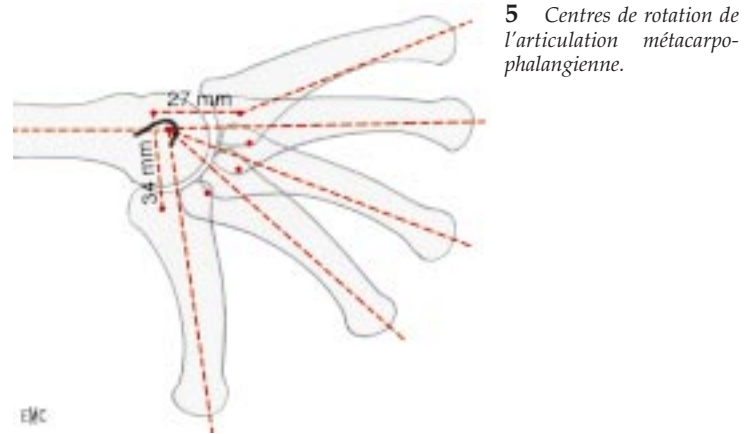
De nombreuses séries de la littérature étudiant les résultats de l'implant de Swanson ont montré une certaine discordance entre les résultats publiés par le concepteur et ceux des autres utilisateurs, tant sur le plan des résultats cliniques que des complications (ruptures d'implant : Swanson, de 0,8 à 1,9 % ; autres séries, de 2,8 à 82,4 %) [37, 46].



3 Modèles dérivés de l'implant de Swanson.
A. Prothèse de Niebauer.
B. Prothèse de Sutter.



4 Anatomie de l'articulation métacarpophalangienne.
A. Vue frontale.
B. Coupe sagittale.



5 Centres de rotation de l'articulation métacarpophalangienne.

ARTHROPLASTIES NON OU SEMI-CONTRAINTEES

En 1940, une publication de Burman dans le *Journal of Bone and Joint Surgery* fait état de l'utilisation d'une cupule de vitallium dans la MP. Là encore, cette publication ne fut pas suivie de résultats [9].

Les premiers modèles sont apparus dans les années 1980. Le modèle de Beckenbaugh à la Mayo Clinic est revêtu de carbone pyrolytique [5]. Celui de Welsh utilise un couple de frottement métal/polyéthylène. L'équipe de la Mayo Clinic a continué tout au long des années 1980 à développer et faire évoluer son modèle d'arthroplastie à glissement jusqu'au modèle présenté en 1994 par Linscheid et al [30, 38]. En 1987, l'arthroplastie DJOA de première génération [15] et la prothèse de Saffar font leur apparition.

De cet historique, nous tirons plusieurs remarques :

- malgré la floraison des arthroplasties à la main, aucun modèle ne s'est imposé comme référence ; l'implant de Swanson, qui a été le plus employé dans les années 1980/1990 a été l'objet de nombreuses critiques, tant sur les résultats fonctionnels que sur le risque de complications ;
- de nombreuses arthroplasties ont fait l'objet d'une publication initiale avec les résultats précoces des premières implantations ; cependant, elles n'ont jamais été, à de rares exceptions, suivies d'une publication des résultats avec du recul ; le développement des arthroplasties digitales reste donc un champ largement ouvert au débat.

Cahier des charges de l'arthroplastie digitale

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

■ Métacarpophalangienne (fig 4)

Il s'agit d'une articulation condylienne à deux degrés de liberté. Les têtes métacarpiennes globalement convexes sont asymétriques dans le plan sagittal (plus large en palmaire qu'en dorsal) et dans le plan frontal. La morphologie de chaque tête métacarpienne est

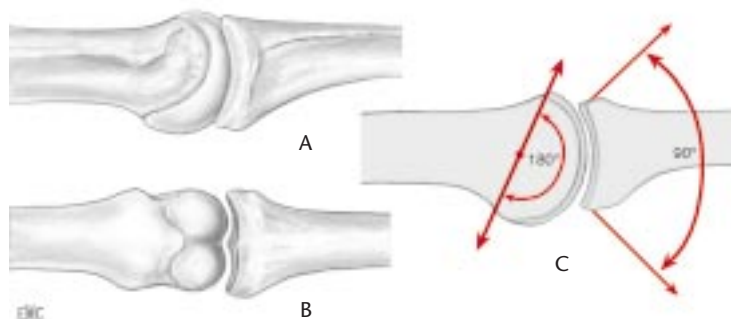
particulière en taille comme en forme [20]. La base de la première phalange (P1) est concave transversalement. Elle ne recouvre que le tiers de la surface articulaire métacarpienne. La contention articulaire est réalisée essentiellement par les formations antérieures et latérales. La plaque palmaire, qui prolonge la base de P1 par une surface épaisse et recouverte de cartilage, se continue par une portion fibreuse s'insérant sur la face antérieure du col du métacarpien. Les ligaments latéraux sont constitués de deux faisceaux, le faisceau principal métacarpophalangien et le faisceau métacarpoglénoïdien. Le faisceau principal est détendu en extension, ceci autorisant les mouvements de latéralité articulaire [22].

Les moteurs articulaires sont pour la flexion les interosseux palmaires et dorsaux. Les fléchisseurs extrinsèques n'ont pas d'action directe sur la MP. L'extension est assurée par l'extenseur commun à travers ses fibres capsulaires médianes. La MP présente donc trois degrés de liberté. La flexion extension est le degré le plus important, de 15° en extension à 90° en flexion, du fait de l'asymétrie de la tête métacarpienne. Il s'agit d'un mouvement à centre de rotation mobile en demi-ellipse sur 0,8 mm (fig 5).

Pour l'inclinaison frontale, son amplitude est variable. L'inclinaison cubitale (de 20° à 40°) est nettement plus importante que l'inclinaison radiale (de 10° à 20°). Il faut noter que cette inclinaison est uniquement présente en extension et disparaît totalement en flexion. La course articulaire de la MP peut être évaluée (in [25]) à 75 % de la course digitale totale [29].

■ Interphalangienne proximale (IPP) (fig 6)

L'IPP est une trochléenne à un seul degré de liberté [7]. La tête de P1 est formée de deux condyles à rayon de courbure régulière. L'axe de rotation est fixe en regard du point d'insertion des ligaments latéraux. La base de P1 présente deux cavités glénoïdiennes séparées par une crête médiane. Elle ne répond qu'à la moitié environ de la circonférence sagittale. La stabilité articulaire est assurée par l'ensemble de la capsule, renforcée en avant par la plaque palmaire, latéralement par les ligaments latéraux et en arrière par la bandelette médiane du tendon extenseur. L'extension est assurée par l'appareil extenseur qui, à ce niveau présente une structure complexe : la bandelette médiane, qui s'insère à la base de la deuxième phalange (P2), et les bandelettes latérales qui divergent de la bandelette



6 Anatomie de l'articulation interphalangienne proximale.
A. Vue de profil.
B. Vue palmaire.
C. Coupe sagittale.

médiane et vont s'unir avec les tendons terminaux des muscles intrinsèques pour former les bandelettes latérales.

La flexion est assurée par le fléchisseur commun superficiel qui va se diviser en deux faisceaux réalisant la décussation entre fléchisseur superficiel et profond. Les deux bandelettes s'insèrent sur P2. L'appareil fléchisseur est placé dans un système de gaines fibreuses avec, à l'IPP, le renfort des poulies A3. L'ensemble de cet appareil fibreux est suspendu à la plaque palmaire renforçant la stabilité antérieure articulaire. La physiologie de la flexion articulaire fait intervenir les deux fléchisseurs, avec un rôle prépondérant au fléchisseur superficiel. La mise en tension du profond permet d'améliorer l'angle de traction du superficiel. L'extension est plus complexe, faisant intervenir à la fois l'extenseur commun et les intrinsèques. Le premier intervient par traction directe sur la base de P2.

La course de l'appareil extenseur est d'environ 10 mm (donc très courte) et la complexité physiologique de ce mouvement est une des clefs de sa restitution anatomique [25].

L'IPP représente 20 % de la course articulaire digitale.

CINÉMATIQUE ARTICULAIRE

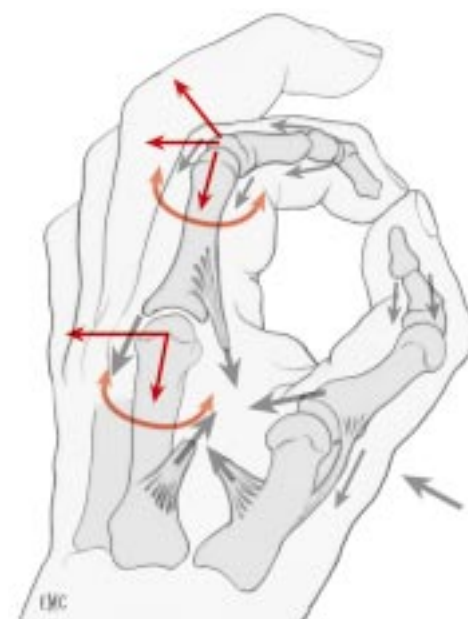
À l'IPP, elle est simple puisqu'il existe un centre de rotation fixe passant par le point d'insertion des ligaments latéraux. Le secteur de mobilité est de 90°. En revanche, et du fait de ces deux degrés de liberté, la MP a une cinématique plus complexe qui associe les mouvements de flexion-extension (90°), latéralité (20°) et rotation axiale.

Nous insisterons sur le fait que ces deux derniers secteurs de mobilité, qui sont au maximum en extension, vont progressivement diminuer pour disparaître à 90° de flexion. Le centre de rotation est donc mobile avec l'angle de flexion. Le centre de rotation représente globalement comme un double segment d'ellipse [25].

FORCES

L'importance et la direction des contraintes à travers l'articulation sont des éléments importants à considérer dans la conception des arthroplasties. Une étude analytique précise et complète des forces en présence et de leur résultante est extrêmement complexe du fait de la multiplicité des possibilités. Chaque position articulaire et chaque type de prises va faire varier ces contraintes. Cependant, une bonne approche peut être faite à travers l'étude des contraintes articulaires dans le mouvement de pince entre pouce et index. L'ensemble de ces contraintes transmises dans ce mouvement se fait en cisaillement-compression, et traction antéropostérieure et latérale dans l'articulation normale. Les forces sont équilibrées par les surfaces articulaires, l'appareil capsuloligamentaire et la balance tendinomusculaire (fig 7).

Les forces mises en jeu sont importantes, comme l'ont bien montré Cooney et Chao [2], puisque les contraintes en compression sont



7 Forces et contraintes dans la pince pollicidigitale. En noir, forces de stabilisation musculoligamentaires ; en rouge, forces exercées lors de la pince.

multipliées par cinq à l'IPP et par quatre à la MP. L'implant articulaire doit résister par lui-même à ces contraintes, car l'atteinte articulaire et périarticulaire (qui est fréquente dans le cadre de l'indication opératoire d'une arthroplastie digitale) peut supprimer une partie de la balance formée par le système capsuloligamentaire.

STABILITÉ ET CONGRUENCE ARTICULAIRE

Ces deux éléments sont assurés par la forme des surfaces articulaires, le système capsuloligamentaire et le système musculotendineux. Le système capsuloligamentaire (plaque palmaire et ligaments latéraux à l'IPP comme à la MP) jouent un rôle stabilisateur primaire à la mise en contrainte de l'articulation, alors que le système musculotendineux assure la stabilité lors du mouvement [33].

Pour l'IPP, le rôle du système capsuloligamentaire est facilité par la congruence des surfaces articulaires qui par leurs formes assurent une stabilité primaire à l'articulation. Le complexe extrêmement puissant plaque palmaire/ligaments latéraux réalise un emboîtement articulaire parfaitement stable.

À la MP, les formes articulaires n'assurent par elles-mêmes qu'une stabilisation minime, sauf dans les derniers degrés de flexion. C'est donc l'adaptation du système ligamentaire qui va permettre la stabilisation permanente de l'articulation.

Les travaux expérimentaux de section successive capsuloligamentaire [45] ont montré que les ligaments latéraux représentent :

- 70 % de la stabilité en rotation ;
- 60 % de la stabilité antéropostérieure (glissement palmaire de P1) ;
- 90 % de la stabilité latérale.

La plaque palmaire assure la congruence antéropostérieure en évitant toute subluxation postérieure de la phalange proximale.

CADRE ÉTIOLOGIQUE DES REMPLACEMENTS ARTICULAIRES

Si la physiologie et la biomécanique articulaires permettent de définir les normes de l'arthroplastie idéale qui permet de redonner une fonction la plus physiologique possible, il convient d'analyser les différentes atteintes articulaires qui vont conduire au remplacement prothétique afin d'en déduire les impératifs quant au cahier des charges de l'arthroplastie.

La destruction des articulations digitales survient dans un triple contexte étiologique : d'une part les séquelles traumatiques, d'autre part les atteintes dégénératives et enfin les arthropathies inflammatoires destructrices, dont la plus fréquente est la polyarthrite rhumatoïde.



8 Arthrose interphalangienne proximale : forme évoluée avec début de clinodactylie.

■ Séquelles traumatiques

La variété des mécanismes comme la variété des lésions ne permettent pas de présenter un tableau précis de ces lésions séquellaires [17, 21]. Cependant, et dans le cadre de cette étude, on peut retenir :

- la plus grande fréquence des atteintes de l'IPP par rapport à la MP ;

- l'atteinte associée de l'appareil extenseur qui grève le pronostic.

Le cadre des lésions post-traumatiques ne retrouve que très rarement des articulations instables. Il s'agit le plus souvent d'articulations enraidies. En fait, on peut regrouper les lésions traumatiques pouvant faire discuter la mise en place d'une arthroplastie en trois groupes :

- les lésions isolées ostéoarticulaires, séquelles de fractures ou de fractures-luxations ;

- les lésions articulaires survenant dans le cadre d'un traumatisme complexe digital associant lésions cutanées et tendineuses ; les lésions de la face dorsale sont les plus fréquentes et les plus problématiques de par l'atteinte de l'appareil extenseur ;

- les séquelles de traumatismes complexes de la main associant mutilation digitale et atteinte complexes digitales.

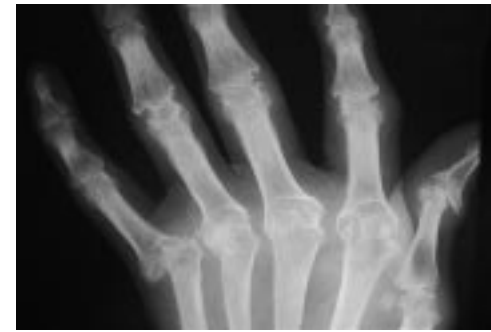
■ Lésions dégénératives

Elles sont le fait de lésions arthrosiques, plus fréquentes à l'IPP, exceptionnelles à la MP. L'arthrose de la main est relativement fréquente et se place au troisième rang des atteintes arthrosiques selon Rubens Duval et al (in [16]). Dans ce cadre de la répartition des différents sites touchés par l'arthrose à la main, l'atteinte de l'interphalangienne distale (IPD) est la plus fréquente. Elle est suivie par la rhizarthrose. L'arthrose de l'IPP vient au troisième rang. L'atteinte des MP est beaucoup plus rare [16]. La majorité des auteurs distinguent en fait trois formes :

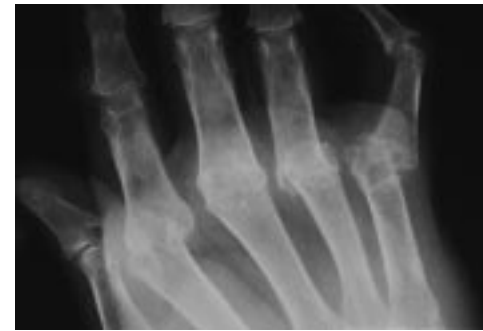
- l'arthrose interphalangienne isolée ou associée à des atteintes de l'IPD : les nodosités de Bouchard selon la description classique ; elle réalise une déformation fusiforme et asymétrique de l'articulation ; l'évolution se fait par poussées mais reste longtemps insidieuse ; la mobilité reste très longtemps conservée dans un secteur utile et ce n'est qu'au stade de destruction importante que l'articulation s'enraidit de façon prononcée ; cette arthrose est le plus souvent associée à l'atteinte des IPD ; elle est toujours secondaire à cette dernière atteinte pour Vinceneux et al (in [16]) ; sur le plan radiologique, l'image première de cette arthrose est celle d'une opacité fusiforme périarticulaire isolée des parties molles ; plus tard, il existe un pincement de l'interligne et l'apparition d'une ostéophytose (fig 8) ;

- l'arthrose érosive réalise une forme inflammatoire rapidement évolutive avec des érosions articulaires associées à une ostéophytose ; ce tableau évolue rapidement en 2 à 3 ans, avec une importante ostéolyse et une construction ostéophytique ;

- l'arthrose polyarticulaire dans le cadre d'une maladie arthrosique ; elle peut toucher toutes les articulations de la main, y compris les



9 Polyarthrite rhumatoïde : forme associant atteinte interphalangienne proximale, métacarpophalangienne.



10 Polyarthrite rhumatoïde : forme dislocante des articulations métacarpophalangiennes.

MP ; elle est en réalité souvent au deuxième plan derrière les atteintes arthrosiques multiples des hanches, des genoux, du rachis ; elle est relativement rare.

En fait, certains auteurs s'accordent pour penser que ces différentes formes ne sont que des aspects évolutifs de la maladie arthrosique à la main. Cette atteinte est la meilleure indication de la reconstruction articulaire par arthroplastie, puisque les moteurs articulaires restent intacts. Les formes les plus difficiles à traiter sont les formes très évoluées avec usure asymétrique des surfaces osseuses entraînant une clinodactylie digitale très souvent difficile à corriger.

■ Atteintes rhumatismales

Ce cadre étiologique est dominé par la polyarthrite rhumatoïde, qui atteint de façon égale MP et IPP proximale [25].

Les atteintes articulaires vont évoluer sous deux formes [35] :

- d'une part les formes « fusionnantes ou encastrantes » (fig 9), où la destruction articulaire est au premier plan ; ce sont là, comme dans le cadre de l'arthrose, des indications de choix du remplacement articulaire ;

- d'autre part les formes « dislocantes » (fig 10), où l'atteinte des structures périarticulaires est première ; l'évolution se fait vers la déviation cubitale et la subluxation antérieure de la phalange distale (atteinte de la plaque palmaire).

Ces deux évolutions sont purement schématiques. Dans la réalité, chaque atteinte articulaire est différente, associant de façon plus ou moins importante les destructions ostéoarticulaires et les lésions capsuloligamentaires [47]. De plus, ces destructions vont s'associer de façon variable aux atteintes des moteurs articulaires. Le retentissement fonctionnel est très lent et souvent bien toléré par le patient. En effet, la douleur permanente n'intervient le plus souvent qu'au stade de destructions avancées de l'articulation. La perte de fonction est progressive et le patient s'adapte au manque de force progressif et à la diminution de son potentiel d'utilisation de la main en réduisant l'activité de sa main et sa gestuelle. Cependant, l'évolution est inéluctable.

À la lumière de l'ensemble de ces données, l'arthroplastie digitale de la MP et de l'IPP^[44] doit aboutir à un implant qui permette de redonner le bras de levier exact de l'appareil musculotendineux afin de pouvoir obtenir un secteur de mobilité normal ; à ce sujet, il faut insister sur le déséquilibre existant entre fléchisseurs et extenseurs ; la force de traction est de :

- 4,2 kg/m pour le fléchisseur commun superficiel ;
- 4,5 kg/m pour le fléchisseur commun profond, contre 1,7 kg/m pour l'extenseur commun des doigts ; c'est dire que l'implant articulaire doit restaurer de façon parfaite la balance musculaire sous peine d'un déséquilibre en flexion du fait de la prépondérance des fléchisseurs.

L'arthroplastie doit intégrer sa propre stabilité, considérant que l'appareil capsuloligamentaire est atteint dans la majorité des cas, et tout particulièrement dans le cadre des atteintes rhumatoïdes.

L'implant articulaire, de par sa forme, doit permettre la restitution du mouvement physiologique simple à l'IPP (flexion-extension sur un seul degré de liberté) et beaucoup plus complexe à la MP (deux degrés de liberté pour trois mouvements), tout en gardant sa stabilité intrinsèque^[3] ;

Cet implant doit être économe sur la résection osseuse afin de préserver le capital osseux et surtout il doit, au regard des résultats à long terme actuels, être extractible sans difficulté et permettre une reprise chirurgicale donnant une fonction correcte au patient (arthrodèse, résection arthroplastique, remise en place d'une arthroplastie).

Systèmes prothétiques

SURFACES ARTICULAIRES

■ Systèmes contraints

Ils sont représentés par les arthroplasties à charnière. Un tel système contraint peut apparaître relativement satisfaisant dans son principe et surtout dans l'obtention d'une stabilisation primaire mécanique permanente de l'articulation. Cependant, si ce principe est physiologiquement adapté à l'IPP, il supprime à la MP tous les mouvements latéraux et de torsion. Ces mouvements, étant induits par le système musculotendineux, apportent autant de contraintes qui sont absorbées par le système de charnière ou transmises aux ancrages prothétiques.

L'étude de Walker et Erkman^[45] a bien mis en évidence sur une articulation normale (fig 7) la balance entre forces subluxantes et forces compressives.

La force subluxante physiologiquement présente dans les mouvements de traction ou de prise est contrebalancée par une force compressive appliquée par le système musculotendineux évaluée à environ la moitié de la force de subluxation. La mise en place d'un système articulaire contraint à charnière supprime l'application possible de cette balance et c'est donc la charnière qui doit assurer l'ensemble de la transmission des forces, tant subluxantes que compressives. Deux cas de figure sont alors possibles : soit la charnière rompt avec le temps, soit il existe un déplacement des pièces prothétiques dans la diaphyse avec descellement et migration de celles-ci^[12].

■ Systèmes non ou semi-contraints

L'étude expérimentale comme l'étude clinique et en particulier les échecs des implants à charnière ont conduit à la définition de système non contraint ou semi-contraint, à glissement, sans liaison mécanique entre les composants articulaires^[31].

La forme et la surface articulaire doivent dans l'idéal se rapprocher le plus possible des formes anatomiques. Cette recherche est relativement simple pour l'IPP bicondylienne à un degré de liberté et dont le modèle articulaire anatomique reste toujours le même à la

taille articulaire près. En revanche, les choix sont plus complexes aux MP du fait des deux degrés de liberté, de l'asymétrie des têtes métacarpiennes et enfin des formes différentes suivant les métacarpiens considérés^[12].

À cette analyse de forme vient s'ajouter la nécessité de réaliser une certaine contrainte du système de glissement de façon à pallier les atteintes capsuloligamentaires préexistantes. Dans la MP, il convient d'assurer dans le dessin articulaire à la fois la stabilisation antéropostérieure (subluxation antérieure de P1) et la stabilisation latérale (déviation cubitale). L'arthroplastie doit pouvoir trouver un compromis entre la stabilisation nécessaire qui va contraindre la prothèse et la liberté de glissement qui supprime un maximum de sollicitations avec un risque d'instabilité.

L'expérience des modèles existants confirme qu'il est difficile d'obtenir ce compromis. La stabilisation trop importante entraîne le risque de résorption osseuse et de mobilisation des ancrages diaphysaires. La stabilisation insuffisante entraîne le risque de dislocation des pièces articulaires. L'essentiel est donc d'arriver à reproduire au plus près l'anatomie des formes articulaires (ce qui est relativement simple sur le plan de la conception) et surtout d'adapter au mieux la taille de l'implant à celle de l'articulation, afin de redonner l'exact équilibre des bras de levier du système musculaire. Tout système articulaire prothétique doit privilégier la course exacte de l'appareil extenseur du fait du déséquilibre physiologique entre extenseur et fléchisseur^[48].

Sur le plan du couple de frottement, le champ d'utilisation des matériaux est largement ouvert. Les risques d'usure sont minimisés car les articulations digitales ne sont pas des articulations en charge. Les choix peuvent donc se faire sur les couples métal/plastique (acier inoxydable, polyéthylène RCH 1 000). Cependant, le choix d'un couple métal/métal, ou métal/céramique, ou céramique/céramique, peut tout à fait être envisagé. Pour ce choix, les considérations de faisabilité technique (usinage de surfaces de petites tailles) et de coût de réalisation doivent être prises en compte.

ANCORAGE PROTHÉTIQUE

Comme pour toute arthroplastie, les surfaces articulaires d'une arthroplastie digitale doivent bénéficier d'une fixation solide aux pièces osseuses^[44].

À l'heure actuelle, il semble difficile, du fait de la petitesse des surfaces épiphysaires comme de la qualité mécanique des épiphyses articulaires à la main, d'envisager des arthroplasties de resurfaçage pures. En effet, l'adaptation par fixation directe des surfaces prothétiques sur l'épiphyse, à l'image des arthroplasties du genou, pose des problèmes à la fois d'usinage des pièces prothétiques et de difficultés chirurgicales pour la réalisation de cette adaptation os/prothèse. De plus, cette solution suppose une intégrité du système capsuloligamentaire.

L'orientation actuelle se fait vers la recherche d'un ancrage intradiaphysaire par tige intramédullaire. Les phalanges et les métacarpiens sont des os plats dont le diamètre sagittal est supérieur au diamètre antéropostérieur. Les canaux médullaires sont de formes tronconiques asymétriques ovalaires convergeant vers une taille minimale dans la zone médiadiaphysaire.

Cette géométrie, comme les variations importantes de dimension des pièces osseuses, ont conduit les premiers promoteurs d'arthroplastie à proposer la fixation des ancrages intramédullaires par utilisation de méthacrylate de méthyl^[11]. Cette technique a l'avantage d'assurer l'optimisation des tiges prothétiques. Le ciment assure un comblement et une stabilisation de l'ancrage. L'analyse rétrospective des échecs d'arthroplastie (en particulier contraintes) a montré la fréquence des descellements^[5]. La reprise chirurgicale en cas d'échec sur implant cimenté est rendue particulièrement difficile par l'importance des dégâts osseux et par la difficulté d'extraction du ciment dans les diaphyses de petite taille. Dans ces conditions, la fixation des implants par méthyl méthacrylate ne semble sûrement pas une voie d'avenir.

Une deuxième voie a été celle de tiges intramédullaires^[42], dont la configuration anatomique est le plus exactement adaptée à la

configuration intradiaphysaire et assure ainsi un remplissage optimal. Cette forme anatomique doit exister en un nombre de tailles suffisant pour assurer un bon compromis entre la multiplicité des tailles osseuses et une adaptation optimale des tiges. Le but premier est d'obtenir une fixation mécanique primaire. Pour la stabilisation secondaire, trois solutions ont été envisagées : soit l'utilisation de surfaces réhabilitables, soit l'utilisation de la fixation par enclavement mécanique avec ou non fixation osseuse avec des tiges en polyéthylène comme dans le modèle DJOA ou avec des tiges métalliques (prothèse de Saffar). Cette solution impose une stabilité mécanique parfaite du composant prothétique sous peine d'obtenir une mobilisation et donc une usure avec l'apparition d'un granulome à polyéthylène. Malgré ce risque évident, l'utilisation de tiges en polyéthylène a l'avantage d'une extractibilité facile en cas d'échec.

À l'heure actuelle, aucune solution de fixation n'a fait la preuve de sa supériorité. Il n'existe pas de matériel adapté. Le métal (acier ou titane) a un module d'élasticité trop important par rapport à l'os et entraîne donc des risques majeurs de résorption. Les matériaux plastiques (polyéthylène), qui ont le mérite d'avoir un module d'élasticité proche de celui de l'os, entraînent un risque important de granulome par libération de particules. L'évolution la plus souvent constatée est celle de l'enfoncement progressif des tiges prothétiques avec apparition d'ossifications périprothétiques diminuant progressivement le secteur de mobilité, et ce quels que soient la forme ou le matériel. Le scellement classique au méthyl méthacrylate pose le problème de l'extraction difficile et le plus souvent délabrante du ciment. De toutes les façons, le scellement recule de quelques mois le problème de l'enfoncement et il le complique du phénomène de descellement.

Le cahier des charges de la fixation prothétique est bien défini :

- répartition des appuis compatibles avec le module d'élasticité de l'os ;
- absence de déformations secondaires ;
- fixation primaire et secondaire afin d'éviter la migration des tiges ;
- extractibilité facile.

Ceci devrait se concrétiser par des tiges relativement fines dont la forme permet d'obtenir un calage mécanique dans la diaphyse et dont l'appui sera mixte, diaphysaire et surtout cortical (par l'adjonction de collerette d'appui).

Technique opératoire de l'arthroplastie

Nous utilisons dans ce chapitre la technique opératoire de mise en place d'une arthroplastie à glissement. Le choix de la taille du modèle est le plus souvent fait à l'aide de calques en préopératoire sur la radiographie. Il est donc important de disposer d'une radiographie de face stricte. Les clichés d'IPP de profil sont faciles à obtenir. En revanche, il est quasiment impossible d'obtenir un cliché de MP de profil. La technique opératoire de l'implant de Swanson est très proche de celle-ci (cf infra). Le risque infectieux de ce type d'intervention est le même que celui de toute arthroplastie. Pour nous, la mise en place d'une arthroplastie digitale nécessite les mêmes précautions d'aseptie stricte. Une antibiothérapie prophylactique est toujours instituée durant 24 heures selon les recommandations en vigueur. Sur le plan anesthésique, les blocs plexiques sont la technique de choix. L'anesthésie locorégionale intraveineuse reste pour nous une exception, du fait de l'impossibilité de lâcher le garrot, si nécessaire, pour réaliser l'hémostase en fin d'intervention. L'utilisation du garrot à la racine du membre est systématique.

ARTICULATION MÉTACARPOPHALANGIENNE

■ Voie d'abord (fig 11)

La voie d'abord est dorsale longitudinale. Elle est faite dans la deuxième commissure (deuxième et troisième MP) ou la quatrième commissure (quatrième et cinquième MP).

La voie d'abord dorsale transversale peut être proposée selon les habitudes de l'opérateur pour les interventions portant sur les quatre articulations. Cependant, dans notre expérience, elle expose à des risques de désunion lors de la rééducation et rend celle-ci plus difficile. Pour ces raisons, nous ne la préconisons pas.

Cette voie d'abord dorsale est la seule à disposition pour la mise en place d'une arthroplastie digitale. L'expérience des voies antérieures a été abandonnée par tous les auteurs.

L'appareil extenseur est exposé sur 3 cm de part et d'autre de l'articulation. En cas de raideur en extension, on réalise une ténolyse systématique de l'appareil extenseur avec libération des tendons des interosseux latéralement.

Pour l'exposition articulaire, on peut :

- soit réaliser une ouverture latérotendineuse radiale à 2 mm de l'extenseur commun sur toute la hauteur de l'articulation ;
- soit utiliser aussi la voie d'abord transtendineuse médiane.

Dans le cadre de la polyarthrite rhumatoïde, l'extenseur, très souvent luxé en cubital, est soigneusement libéré.

Décollement extenseur-capsule sur toute la hauteur de l'articulation.

Ouverture capsulaire longitudinale.

Exposition de l'articulation avec repérage de la jonction postérieure os-cartilage.

Nettoyage de la cavité articulaire.

Excision synoviale (si nécessaire) avec exposition de la tête du métacarpien et de la base de P1.

En cas de luxation antérieure de P1 (polyarthrite), la base de P1 est libérée avec décollement et désinsertion de la plaque palmaire si nécessaire. Pour la cinquième MP, une ténotomie de l'abducteur du cinquième est le plus souvent nécessaire.

■ Mise en place de la prothèse

Coupe de la surface articulaire du métacarpien à l'aide d'un *spacer*. En cas de dislocation MP, celle-ci doit être réduite avant la mise en place du « spacer ». Il faut cependant prendre garde, en cas de destruction rhumatoïde, à l'écèlement du bord postérieur de P1 (très fréquent). Il faut alors bien voir le bord antérieur de P1 et aligner le bord distal du *spacer* sur ce bord antérieur. À ce stade, le *spacer* articulaire est mis en position articulation en extension afin de vérifier le caractère suffisant ou non de la coupe. Complément éventuel de synovectomie articulaire.

Préparation des fûts diaphysaires

Base de P1 : repérage du centre de la base ; ouverture et préparation du canal médullaire à l'aide de l'ancillaire adapté (râpes ou fraises) ; essai des tiges diaphysaires d'essai suivant les choix préopératoires. Métacarpien : ouverture du canal médullaire proximal et préparation de celui-ci à l'aide de l'instrumentation.

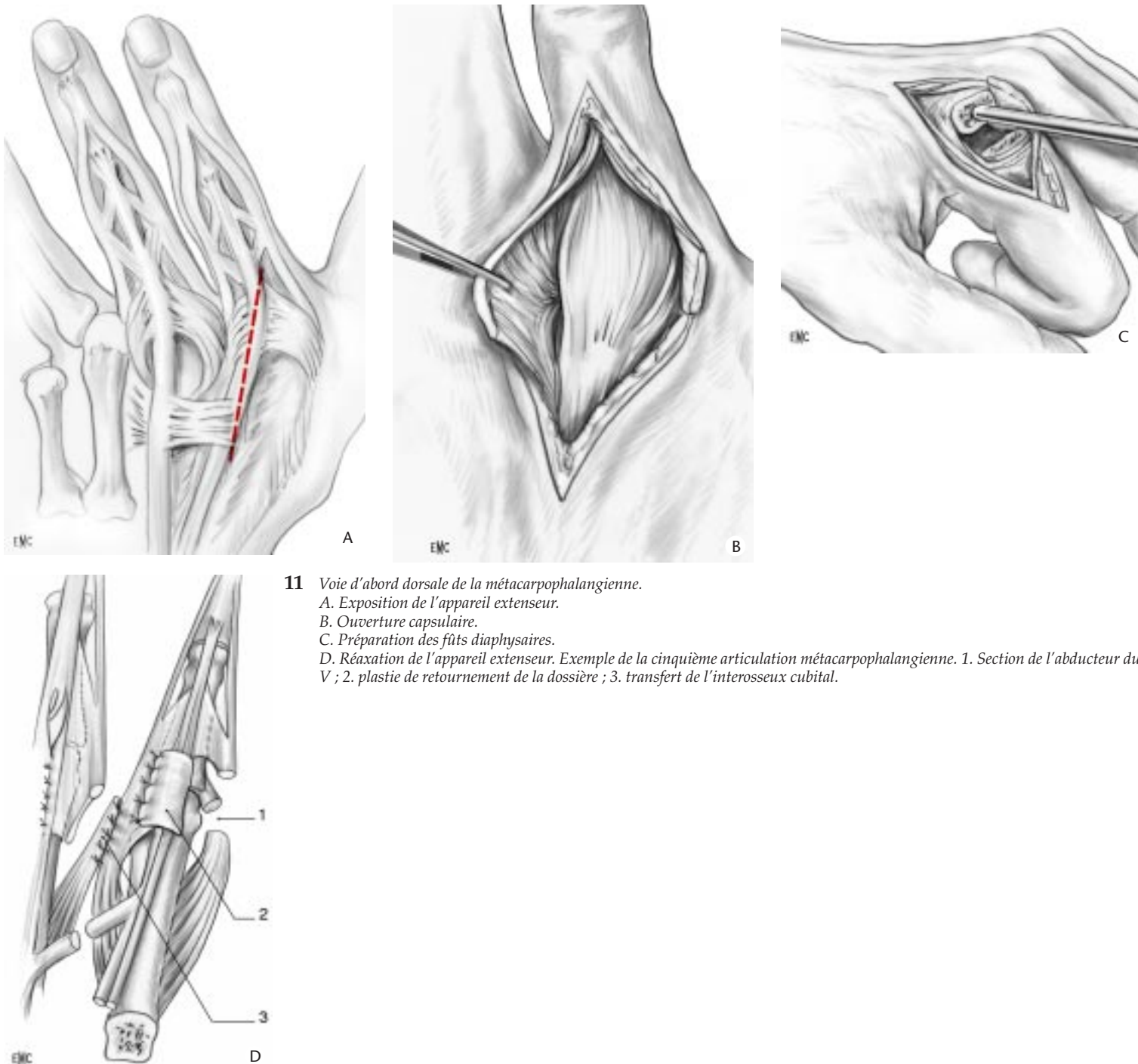
Remarques pratiques : la préparation des fûts diaphysaires est d'autant plus douce que l'os est fragile (tout particulièrement lors de polyarthrite). Si les fûts diaphysaires sont très larges et que les pièces d'essai ne sont pas calées, il est possible de combler le fût avec de l'os spongieux afin d'obtenir un calage prothétique correct.

Test de la prothèse d'essai

- La stabilité latérale et antéropostérieure est testée.
- Vérification de la mobilité et de la course de la pièce distale sur la pièce proximale (un effet d'ouverture postérieure signe la libération insuffisante de la plaque palmaire).
- Un flexum supérieur à 30° manifestement non réductible est le signe d'une coupe insuffisante en proximal.
- En cas de bascule latérale cubitale ou d'impossibilité de mouvement latéral radial, reprendre la libération latérale cubitale, en particulier section complète du tendon interosseux cubital.

Mise en place des pièces prothétiques définitives

Vérification de la mobilité et de la stabilité. Une extension de + 20° doit être obtenue sans forcer. Certains auteurs préconisent la réalisation de plasties capsuloligamentaires de stabilisation afin



11 Voie d'abord dorsale de la métacarpophalangienne.
 A. Exposition de l'appareil extenseur.
 B. Ouverture capsulaire.
 C. Préparation des fûts diaphysaires.
 D. Réaxation de l'appareil extenseur. Exemple de la cinquième articulation métacarpophalangienne. 1. Section de l'abducteur du V ; 2. plastie de retournement de la dossière ; 3. transfert de l'interosseux cubital.

d'éviter la récurrence des déformations, en particulier dans la polyarthrite. Le plus souvent, le tendon de l'interosseux cubital adjacent est transféré sur le tendon radial (*fig 11D*). Cependant, la correction des déformations doit être prioritairement confiée à l'arthroplastie. L'étude de ces plasties montre que, dans la majorité des cas, elle se détend avec le temps. Dans notre expérience, la stabilité est donnée d'abord par la mise en place des deux pièces prothétiques, les plasties venant simplement renforcer cette stabilité.

Fermeture

- Plan capsulaire MP fléchie à 90°.
- Suture de la dossière en « paletot » du côté radial.
- Fermeture cutanée sur drainage.

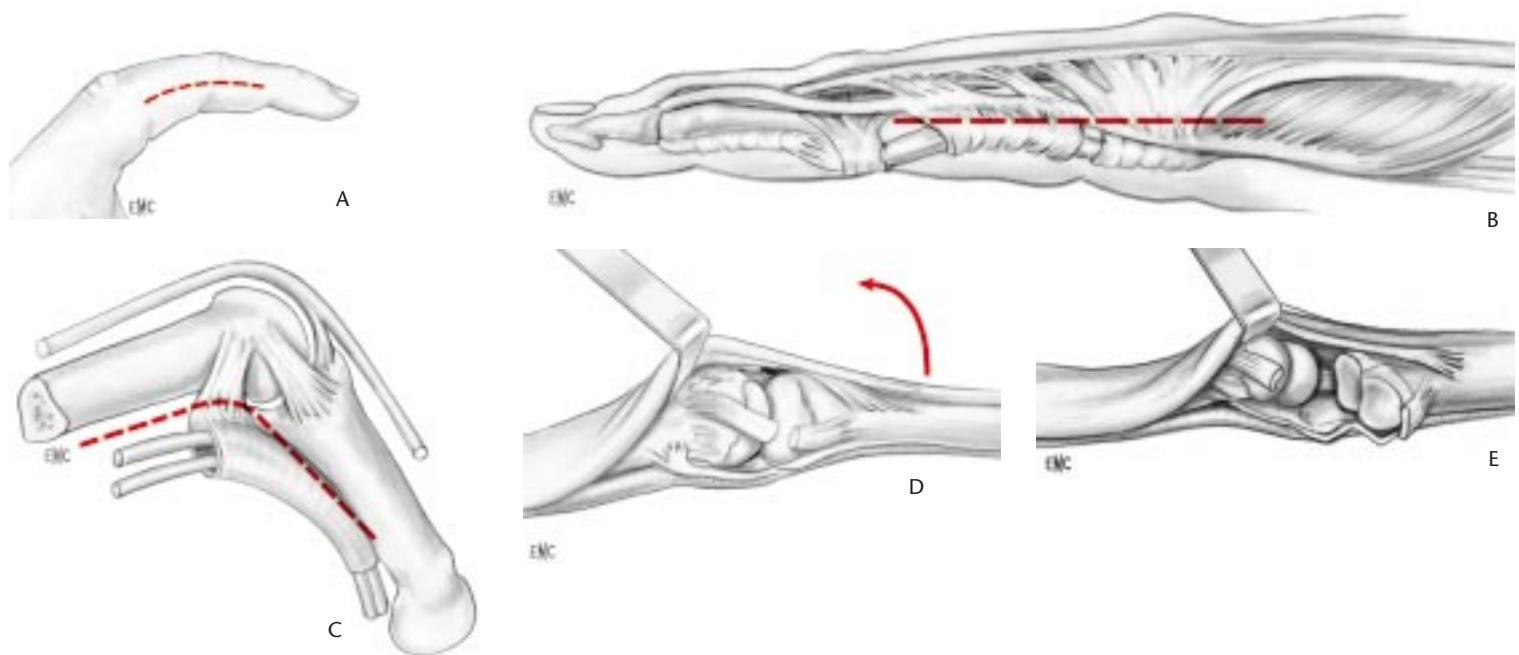
Dans les suites, en fonction des habitudes de l'opérateur et des lésions constatées, la rééducation est soit immédiate, soit retardée après immobilisation de 8 à 21 jours. Pour notre part, nous

préconisons une immobilisation de 15 jours puis le démarrage de la rééducation. Dans le cas d'articulation luxée (polyarthrite rhumatoïde), les orthèses d'extension sont maintenues 4 semaines entre les séances de rééducation.

INTERPHALANGIENNE PROXIMALE

■ Voie d'abord

Deux voies d'abord sont possibles, soit la voie dorsale, soit les voies antérieures (dorsolatérales ou antérieures pures). Notre préférence va à la voie dorsolatérale qui évite de toucher à l'appareil extenseur. Elle permet un excellent abord de l'articulation. Il s'agit pour nous de la voie d'abord habituelle pour la mise en place d'une arthroplastie. Les autres voies sont utilisées sur des indications très précises que nous présentons avec la description de la voie.



12 Voie d'abord antérieure de l'articulation interphalangienne proximale.
A, B. Abord par décollement à ras de l'os de l'ensemble capsuloligamentaire. En rouge, ligne d'incision.
D, E. Abord par section du ligament latéral. Section du ligament latéral (D). Détachement de la plaque palmaire (E).

Voie d'abord antérolatérale (fig 12)

En raison de la section du ligament latéral, cet abord est fait du côté opposé aux contraintes latérales (bord cubital pour le 2^e doigt, bord radial pour le 5^e) : incision cutanée dorsolatérale étendue sur P2 et P1 ; incision des structures tendineuses et capsuloligamentaires jusqu'au ras de l'os ; décollement de part et d'autre de l'incision de l'ensemble tendino-capsulo-ligamentaire sur toute la face latérale de P1 et P2, ce qui aboutit à la libération de toute la face latérale de l'articulation ; décollement de l'appareil fléchisseur au ras de l'os sur toute la face antérieure des deux phalanges. Ce décollement détache la plaque palmaire de la base de P1. En cas d'adhérence du fléchisseur, il est tout à fait possible de réaliser une ténolyse de celui-ci. L'appareil fléchisseur est récliné. Il est ainsi possible d'exposer la tête de P1 et de pratiquer la coupe osseuse.

L'alternative au décollement en masse au ras de l'os de l'ensemble capsuloligamentaire est la section du ligament collatéral à son insertion proximale avec réinsertion à la fin de l'intervention (in [13]).

Voie d'abord antérieure palmaire [27]

Elle est indiquée en cas de ténolyses des fléchisseurs associées. L'incision cutanée est une incision de Brunner. Les deux pédicules sont repérés. La gaine des fléchisseurs est ouverte latéralement entre les poulies A3 et C1 (plus la poulie cruciforme), puis les fléchisseurs sont réclinés et la plaque palmaire détachée, permettant l'accès à l'articulation. L'exposition articulaire se fait par mise en hyperextension de l'IPP. Le plus souvent, il est nécessaire de désinsérer les ligaments latéraux au niveau de P1. L'ensemble de ces éléments sont réinsérés en fin d'intervention.

La principale difficulté de cette voie est son étroitesse qui rend difficile la mise en place de l'arthroplastie à glissement. En revanche, l'implant de Swanson peut être mis en place par cette voie.

Les pédicules doivent faire l'objet d'une surveillance attentive pour ne pas être lésés.

Voie d'abord dorsale (fig 13)

Elle a été longtemps la voie d'abord la plus utilisée. Elle est systématiquement indiquée en cas de geste sur le tendon extenseur (ténolyse). L'abord cutané est curviligne ou longitudinal médian. L'appareil extenseur est exposé, puis on réalise une incision longitudinale médiane de celui-ci de P2 à P1. L'exposition de

l'articulation nécessite le plus souvent la désinsertion partielle ou totale de la bandelette médiane de l'extenseur.

En cas de raideur en extension, l'extenseur doit être ténolysé sur P1 et P2 avec libération des bandelettes latérales. Cette libération doit permettre une mobilité en flexion complète des IPP et IPD.

La bandelette médiane est réinsérée par un point transosseux en fin d'intervention [40].

Les alternatives sont :

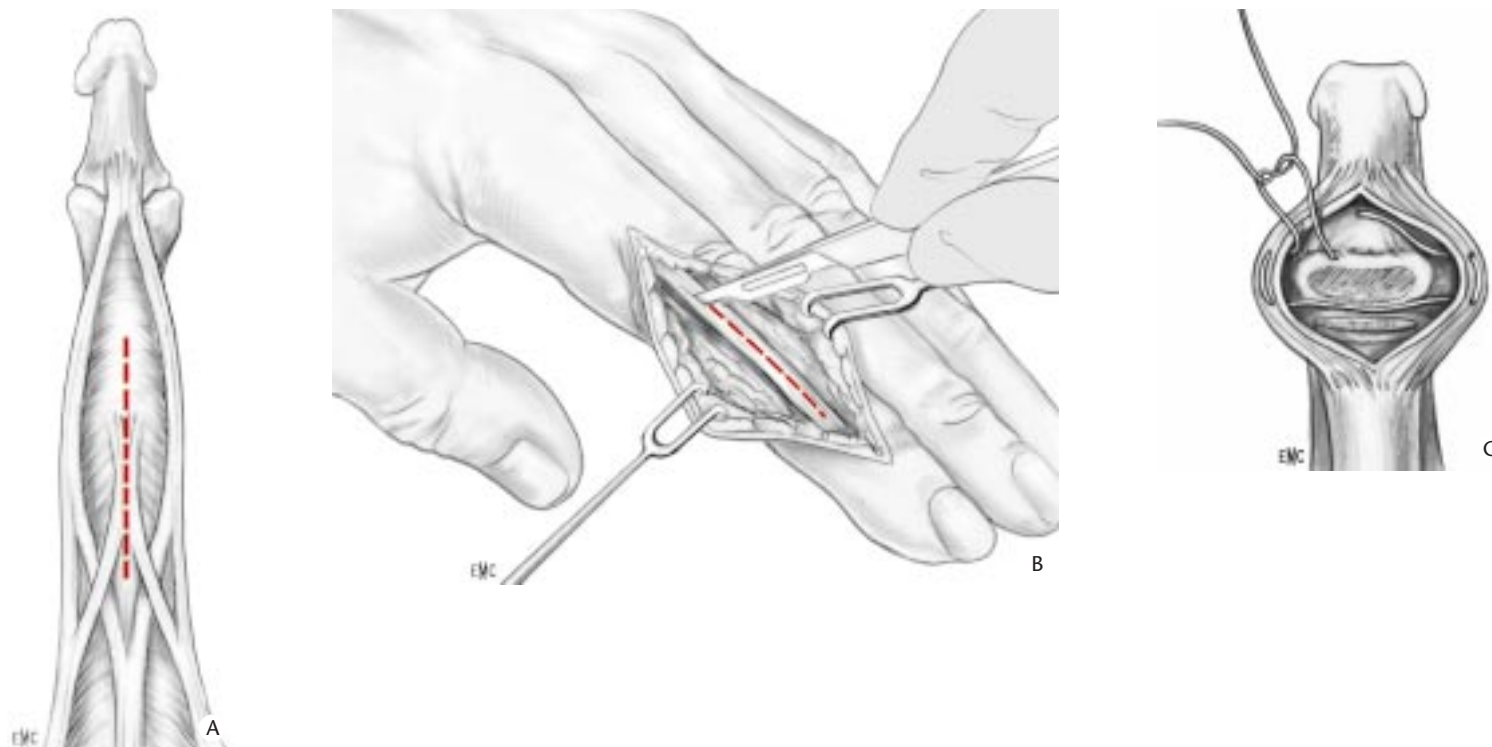
- pour Iselin, la section transversale de la bandelette médiane avec relèvement permettant l'abord articulaire ;
- la technique de Jackson Chamay qui relève un lambeau triangulaire inversé du tendon extenseur.

■ Mise en place de la prothèse

Coupe de la surface articulaire proximale sur le *spacer*. Le *spacer* est présenté sur la face latérale de l'articulation. Par voie antérolatérale, cette coupe est faite perpendiculairement à l'axe de P1, en partant de sa face latérale. Le *spacer* est essayé une fois la coupe faite. En basculant P2 du côté opposé à la voie d'abord, il est possible de préparer les fûts diaphysaires sans problème particulier. Préparation des fûts diaphysaires et essai des fantômes adaptés : cette préparation se fait généralement à l'aide de fraises motorisées et de râpes spéciales. Lors de la mise en place de la prothèse d'essai, il ne doit pas y avoir de tension. La coupe articulaire doit être telle que la prothèse permette une extension sans aucune difficulté. L'extension complète (plus hyperextension) doit être obtenue sans aucune difficulté ni mouvement en force. La recoupe à minima de la tête de P1 est faite au moindre doute. Après assemblage des surfaces articulaires sur les tiges diaphysaires, la pièce distale définitive est mise en premier, puis la pièce proximale. Les deux pièces sont impactées en force. La prothèse mise en place, les deux pièces sont alignées (fig 14).

Pour la voie d'abord dorsolatérale, la fermeture se fait en suturant les formations latérales qui ont été libérées lors de l'abord. Dans les suites opératoires, le doigt n'est pas immobilisé mais fixé en syndactylie au doigt voisin durant 3 semaines.

Pour la voie d'abord dorsale, la majorité des auteurs préconisent une immobilisation sur attelle, IPP en extension, pendant un minimum de 8 à 10 jours, la rééducation étant démarrée à cette date sous couvert d'orthèse dynamique de protection de l'extenseur.



13 Voie d'abord dorsale de l'interphalangienne proximale.
A, B. Voie dorsale médiane.
C. Réinsertion transosseuse de la bandelette médiane.



14 Voie d'abord dorsale, vue peropératoire.

CAS PARTICULIERS

■ Perte de substance osseuse

En cas de perte de substance osseuse distale ou proximale, la coupe osseuse doit s'aligner sur la partie conservée de l'interligne, la prothèse prenant appui d'une part sur la zone épiphysaire restante et d'autre part dans le fût diaphysaire. En aucun cas la coupe osseuse ne doit être faite au niveau de la perte de substance, sous peine de ne pouvoir mettre en place la prothèse.

■ Ankylose articulaire ou arthrodèse

La reprise par arthroplastie est possible dans ces deux cas si :

- la plaque palmaire a été respectée ;
- l'appareil fléchisseur et l'appareil extenseur sont intacts.

Après abord articulaire, on s'aide d'une radiographie peropératoire pour situer l'interligne osseux.

■ Échec d'implant silicone à charnière

Il est possible de remplacer un implant silicone à charnière devenu douloureux avec ou sans granulome de résorption par

l'arthroplastie. Après ablation de l'implant et curetage soigneux des fausses membranes, les fûts diaphysaires sont vérifiés. En cas d'altération importante (amincissement important des corticales), celles-ci sont greffées par de l'os spongieux puis recalibrées sur la tige du modèle choisi. La recoupe osseuse est minime, essentiellement en proximal pour adapter cette extrémité à la pièce prothétique.

Analyse des arthroplasties actuelles

IMPLANT DE SWANSON (tableau I)

Comme l'a fort justement écrit son auteur, cet implant n'est pas une arthroplastie, mais il est destiné à améliorer la résection arthroplastique en comblant l'espace de résection articulaire.

Nous pensons cependant qu'il a sa place dans cette présentation du fait de l'importance de sa diffusion. En effet, l'implant de silicone va maintenir dans l'idéal la hauteur de résection et permettre de créer de par sa présence une néocapsule fibreuse qui doit assurer mouvement et stabilité.

L'implant de Swanson^[41] a rendu de nombreux services. En particulier, l'indolence articulaire est obtenue dans de nombreux cas. Cependant, les résultats cliniques sont marqués par la dégradation du secteur de mobilité obtenu au fil des années et surtout par le manque de force de ces articulations opérées, ceci étant lié au concept même de l'implant, qui ne peut donner un appui stable à l'articulation et donc ne permet pas une force de préhension de bonne qualité^[26].

Par ailleurs, l'implant^[23], par sa structure (silicone) comme par son fonctionnement (pistonnage des tiges dans les fûts diaphysaires), expose à un risque de rupture de 5 à 25 % selon les auteurs (fig 15A, B), celle-ci se faisant logiquement à la jonction tige diaphysaire-zone articulaire.

Ce même principe du piston entraîne une usure obligatoire du silicone sur l'os et donc la création de granulome résorptif à silicone^[19]. Certes, ce risque est minime aux articulations digitales, mais il est présent (trois cas sur 50 dans notre expérience

Tableau I. – Implant de Swanson.

| Implant de swanson | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|---------------|----------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| auteur de la publication | année de la publication | nombre de cas | recul moyen/an | rupture implant % | déviatiion cubitale % | arc de mobilité extension/flexion | secteur de mobilité en ° |
| Swanson | 1972 | 3 409 | 5 | 0,8 | 1,9 | 4/57 | 53 |
| Mannerfelt | 1975 | 144 | 2,5 | 2,8 | - | 9/49 | 40 |
| Ferlic | 1975 | 162 | 3,2 | 9,3 | 8,9 | - | - |
| Beckenbaugh | 1976 | 186 | 2,7 | 26,2 | 11,3 | 10/48 | 38 |
| Blair | 1984 | 115 | 4,5 | 20,9 | 42,6 | 13/56 | 43 |
| Fleming | 1984 | 339 | 4,6 | 4,1 | 12 | - | 47 |
| Bieber | 1986 | 210 | 5,25 | 0 | 100 | 22/61 | 39 |
| Maurer | 1990 | 446 | 8,9 | 8 | 16 | 9/57 | 48 |
| Wilson | 1993 | 375 | 9,6 | 3,2 | 42,9 | 21/50 | 29 |
| Herren, Simmen | 2000 | 59 (IPP) | 4 ans et 2 ans | 8 | 24 | | 52 |
| Niebauer | | | | | | | |
| Hagert | 1975 | 41 | 3 | 53,7 | - | - | 39 |
| Goldner | 1977 | 441 | 1-6 | 6,8 | 62 | - | 54 |
| Derkash | 1986 | 89 | 11 | 4,5 | 58,4 | 24/54 | 30 |
| Neuflex | | | | | | | |
| Weiss | 2000 | 168 | 1 an | 0 | ? | 12/73 | 61 |
| Sutter | | | | | | | |
| Mathoulin, Gilbert | 1999 | 21 | 4 ans | 10 | 5 | | 65 |

IPP : interphalangienne proximale.

personnelle). Il ne semble pas que l’introduction par le concepteur de bagues en titane enclavées dans les fûts diaphysaires (les *grummetts*) (fig 16) change fondamentalement la problématique des ruptures et du manque de force, avec le risque supplémentaire du couple os/titane mis en évidence par Galante (in ^[17]).

L’ensemble de ces considérations doit faire prendre à l’implant de Swanson ^[40] sa juste place, qui a été importante à un moment où peu de solutions satisfaisantes étaient proposées dans le remplacement articulaire. Cependant, il est clair qu’il ne peut prétendre de par sa conception même à des résultats fonctionnels proches de la normale. Il a été un progrès qui doit être nécessairement dépassé par les nouveaux concepts d’arthroplastie.

PROTHÈSES À CHARNIÈRES (fig 17) (tableau II)

La dernière décennie a vu l’apparition d’un certain nombre de prothèses à charnières : prothèse de Schultz ^[1] ; prothèse de Link ^[2] ; prothèse de Minami ^[32] ; prothèse de Mouttet ^[34]. Toutes ces prothèses ont en commun une amélioration de la qualité mécanique de la charnière, en particulier dans sa résistance. Les tiges prothétiques sont scellées au méthyl métacrylate.

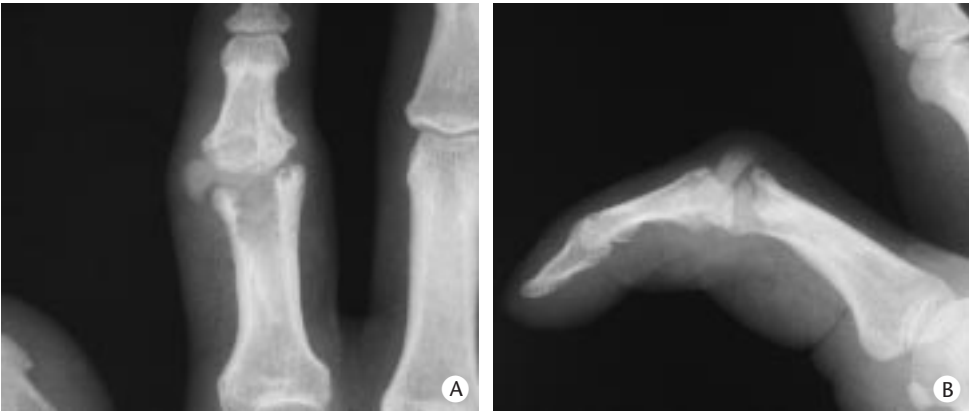
PROTHÈSES À GLISSEMENT (fig 18) (tableau III)

■ **Arthroplastie DJOA**

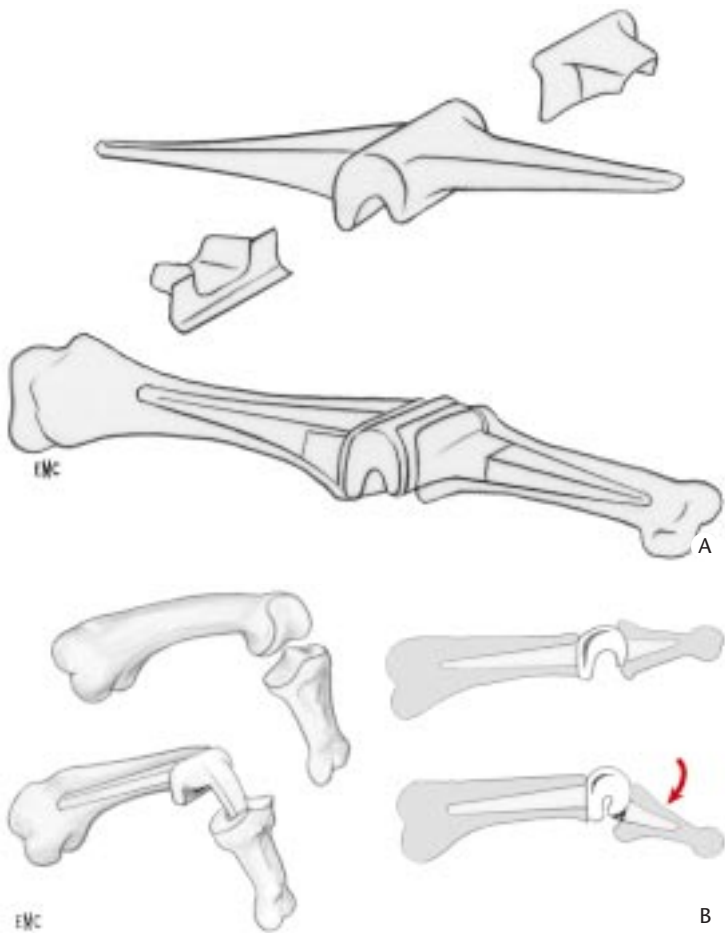
L’implant DJOA3 est né de l’analyse à 5 ans de recul de la première génération de l’arthroplastie DJOA ^[13, 14]. Il existe une modularité entre le système articulaire et le système d’ancrage diaphysaire afin de permettre l’adaptation de la prothèse à l’articulation. Le système articulaire DJOA est composé du jeu de surfaces articulaires MP et IPP et d’un jeu des tiges diaphysaires. Il existe quatre tailles de surfaces articulaires IPP et trois tailles de surfaces articulaires MP.

Les surfaces articulaires IPP dérivent du modèle DJOA initial, avec une optimisation des tailles et formes articulaires. L’appui proximal à 90° sur la diaphyse de P1 est destiné à optimiser le calage prothétique. Les surfaces articulaires MP sont sphériques et répondent à un double objectif :

- permettre un deuxième degré de liberté (latéralité de 20°) ;
- assurer une stabilisation optimale antéropostérieure sans contraindre le système ; un décalage des axes prothétiques permet de garder une tension des ligaments collatéraux tout au long du



15 A. Implant de Swanson rompu à l’articulation interphalangienne proximale, recul de 3 ans, clichés de face.
B. Même implant, vue de profil.



16 A. Principes des « grummets », implant de Swanson. 1. Dorsal distal ; 2. pal-maire proximal.
B. Schéma technique de mise en place d'un implant. Résection osseuse proximale ; introduction proximale puis distale.

mouvement prothétique ; ainsi, la pièce proximale est sphérique et la pièce distale est en cupule ; les axes des deux pièces prothétiques sont décalés dans le plan antéropostérieur.

Les tiges diaphysaires ont été adaptées à la forme tulipée des canaux médullaires. Elles existent en huit tailles différentes pour permettre de répondre aux différentes tailles osseuses. Après choix définitif, elles viennent s'assembler sur la pièce articulaire par enchâssement bloqué.

Les résultats de cette génération ont été analysés pour 140 prothèses posées chez 63 patients et revus avec un recul moyen de 48 mois.

Il s'agissait de 30 IPP et 89 MP. Quatre-vingt % des patients ne présentaient pas de douleurs au plus grand recul. Le secteur moyen de mobilité à la MP est de 57° (0-18-75) à révision contre 48 en préopératoire (0-20-58) ; le gain est donc de 10° environ. Elle est stable dans le temps.

Les résultats en force de préhension sont bons, tant à l'IPP qu'à la MP. Ils sont cotés entre 95 et 100 % par rapport au côté opposé. Cependant, la réserve majeure à l'expression de ces résultats provient de l'importance de l'étiologie rhumatoïde. En effet, pour ces patients, ces mesures de force sont à relativiser de par les atteintes associées du poignet homolatéral et du membre supérieur controlatéral.

Pour l'IPP, le secteur moyen de mobilité à la révision est de 50° (0-20-70). Il existe un gain de 18° puisque le secteur préopératoire est de 32° (0-25-57). Cette amélioration se fait essentiellement vers le secteur de flexion. Le problème essentiel de la mobilité à l'IPP est celui de sa dégradation dans le temps pour un certain nombre d'articulations (30 %), enraidissement progressif après la fin de la première année, et qui peut s'expliquer par l'enfoncement des tiges prothétiques avec apparition d'ossifications périprothétiques en proximal.

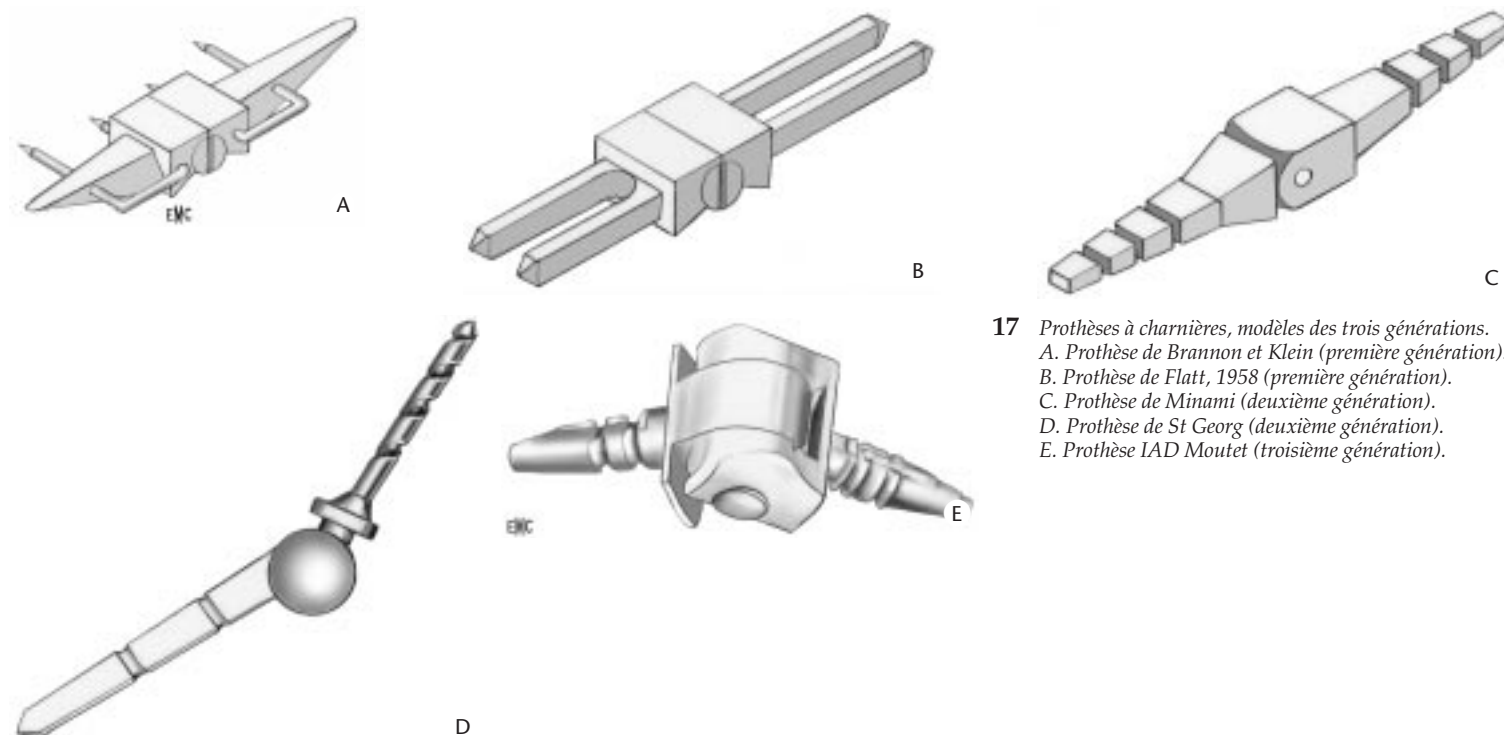
Sur le plan de la stabilité, aucune arthroplastie de la MP ne présente à révision d'instabilité antéropostérieure. En revanche, seules 40 % des arthroplasties sont normoaxées ; 40 % présentent une déviation d'une dizaine de degrés en cubital et 20 % ont une déviation supérieure. Il s'agit bien évidemment des atteintes rhumatoïdes. Pour l'IPP, la stabilité antérieure à révision est constamment normale.

Seuls 4 % des implants présentent cliniquement une déviation dans le plan frontal lors de l'examen au plus grand recul.

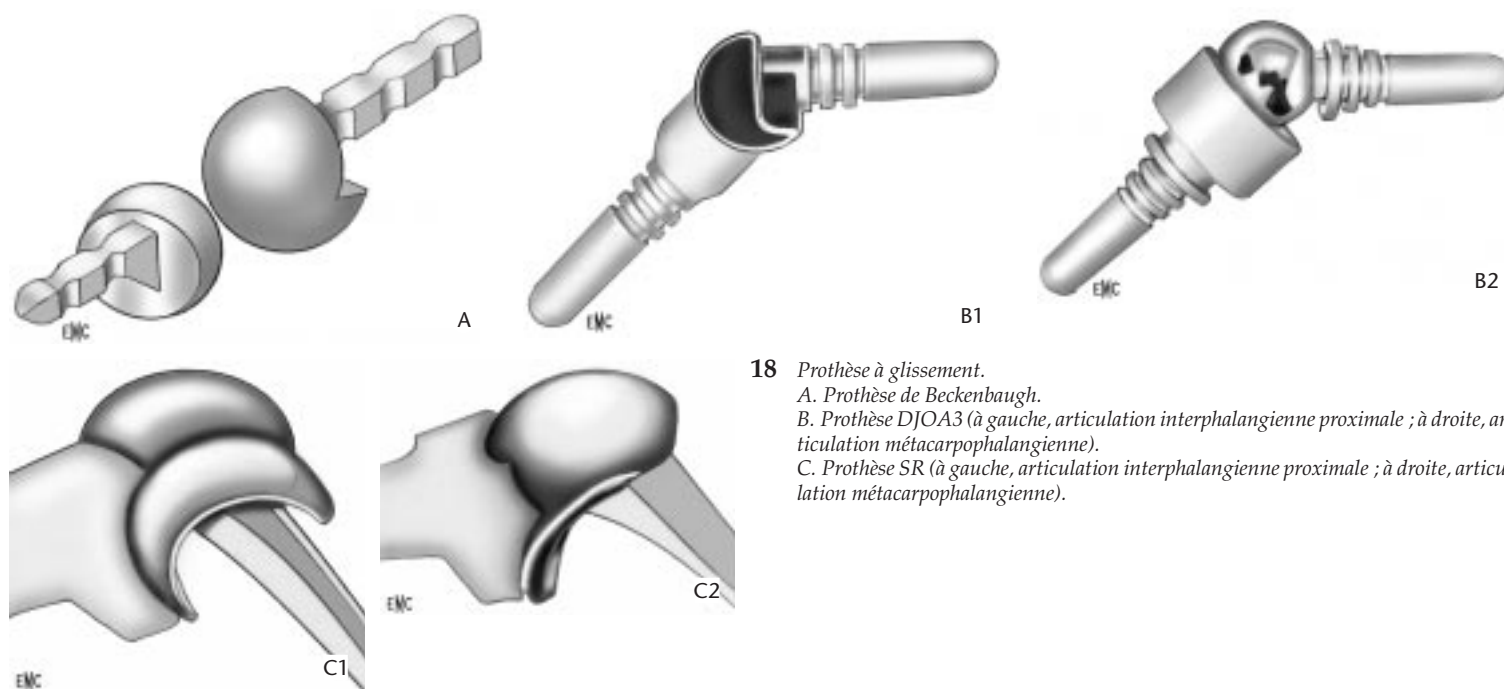
Sur le plan radiologique, tant à l'IPP qu'à la MP, une majorité des tiges présente une fixation lors de la révision. Cependant, 30 implants à la MP sur 89 présentent des images de granulome à

Tableau II. – Prothèses à charnières.

| auteur de la publication | année de la publication | nombre de cas | recul moyen/an | rupture de l'implant % | déviation cubitale % | arc de mobilité extension/flexion | secteur de mobilité en ° |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|----------------|------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Prothèse de Flatt | | | | | | | |
| Flatt | 1972 | 167 | 6,2 | - | - | 32/75 | 42,5 |
| Flatt/Blair | 1984 | 41 | 11,5 | 47,4 | 57,5 | 16/40 | 24 |
| Prothèse de Griffiths-Nicolle | | | | | | | |
| Nicolle/ | 1979 | 53 | 2 | 0 | - | | 38 |
| Varma | 1991 | 101 | 3,3 | 0 | - | 30/60 | 30 |
| Prothèse de Steffee | | | | | | | |
| Steffee | 1981 | 503 | > 2 | 1 | 7,7 | 19/61 | 42 |
| Prothèse de St Georg | | | | | | | |
| Buck-Gramco | 1977 | 11 | 2,9 | - | - | 19/49 | 30 |
| Minami alumine céramique | | | | | | | |
| Minami | 1981 | 21 | 3,2 | 0 | - | 18/54 | 36 |
| Hagert | | | | | | | |
| Hagert | 1986 | 5 | 3,4 | 20 | 0 | 21/65 | 44 |
| Lunborg | | | | | | | |
| Lunborg | 1993 | 68 | 2,5 | 6 | - | 10/60 | 50 |



17 Prothèses à charnières, modèles des trois générations.
A. Prothèse de Brannon et Klein (première génération).
B. Prothèse de Flatt, 1958 (première génération).
C. Prothèse de Minami (deuxième génération).
D. Prothèse de St Georg (deuxième génération).
E. Prothèse IAD Moutet (troisième génération).



18 Prothèse à glissement.
A. Prothèse de Beckenbaugh.
B. Prothèse DJOA3 (à gauche, articulation interphalangienne proximale ; à droite, articulation métacarpophalangienne).
C. Prothèse SR (à gauche, articulation interphalangienne proximale ; à droite, articulation métacarpophalangienne).

polyéthylène. Ces images posent le problème pour l'avenir de l'utilisation du polyéthylène comme matériau de nos tiges prothétiques.

Pour l'enfoncement des tiges, dans 40 % des cas les tiges s'enfoncent dans les diaphyses de 1 à 3 mm et ce dans les 2 premières années. Ces enfoncements expliquent bien l'enraidissement progressif constaté à l'IPP avec apparition d'ossifications périprothétiques.

L'analyse globale de nos résultats nous permet de retrouver 31 % de très bons résultats, 49 % de bons résultats et 19 % de résultats moyens pour les prothèses MP.

Ces derniers sont essentiellement expliqués par les défauts de mobilité et les déviations cubitales. Nous déplorons deux échecs.

Pour les prothèses IPP, les bons et très bons résultats sont superposables en pourcentage à ceux de la MP. Les résultats bons sont quasiment tous le fait des diminutions de mobilité constatées à

2 ans de recul par enfoncement prothétique. Cependant, la production de ce modèle a été arrêtée au vu des problèmes de fixation des tiges. Le concept des surfaces articulaires est maintenant validé. Les nouvelles arthroplasties en cours de développement doivent prendre en compte cette dimension, mais aussi et surtout les définitions du cahier des charges de fixation des tiges diaphysaires (cf supra).

■ Prothèse en carbone pyrolytique Beckenbaugh^[18]

Il s'agit d'une arthroplastie à glissement non contrainte conçue uniquement pour la MP.

Elle utilise un matériau original, le carbone pyrolytique (dont le principal avantage est le module d'élasticité proche de celui de l'os). Une première série de 151 implants fut réalisée entre 1979 et 1987.

Tableau III. – Prothèses à glissement.

| Type de prothèse | auteur de la publication | année de la publication | nombre de cas | recul moyen/an | complication % | déviation cubitale % | arc de mobilité extension/flexion |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------------|-----------------------------------|
| Prothèse de Saffar | Saffar | 1995 | 70 | ? | 15 | 60 | 31/54 |
| DJOA | Chamay | 1995 | 20 | 4 ans | 12 | 10 | 28/57 |
| Mayo Clinic | Linscheid | 1995 | 66 | 4 ans et demi | 12 | ? | 14/61 |
| SR MCP | Linscheid | 2000 | 61 | 2 ans et demi | ? | nombreux cas | 25/90 |
| SR IPP | Linscheid | 2000 | 82 | 4 ans | 15 | 6 | 14/47 |
| DJOA MCP | Condamine | 2000 | 89 | 3 ans | 3 | 20 | 18/75 |
| DJOA IPP | Condamine | 2000 | 30 | 3 ans | 7 | 2 | 20/70 |
| Carbone pyrolytique | Beckenbaugh | 1999 | 151 | 7,2 ans | 12 | 19° en moyenne | 24/76 |

IPP : interphalangienne proximale ; MCP : métacarpophalangienne.

Le projet fut abandonné du fait de l’entreprise. L’auteur a présenté son implant et ses résultats à long terme en 1999 avec des résultats intéressants pour la mobilité [4].

■ **Prothèse SR MCP et IPP (Mayo Clinic)** [28, 31]

Elle a été mise au point dans les années 1985 et Linscheid a récemment présenté sa dernière version lors de plusieurs colloques. Il s’agit d’une prothèse à glissement utilisant le couple métal/polyéthylène. Il existe un modèle MP et un modèle IPP. La fixation est assurée par des tiges intradiaphysaires scellées au méthyl méthacrylate.

Indications et contre-indications

Le bénéfice constant des arthroplasties (en dehors des échecs) est l’indolence. Les contre-indications absolues à la mise en place d’une arthroplastie sont l’atteinte des moteurs articulaires, rupture ou absence des extenseurs ou des fléchisseurs. L’indication opératoire ne peut être portée que si un certain nombre de conditions sont remplies [40] :

- vascularisation digitale de bonne qualité ;
 - revêtement cutané parfait ; si une intervention de réfection cutanée est nécessaire (lambeau), elle doit être faite dans un premier temps opératoire, la mise en place de l’arthroplastie n’étant faite que lorsque le problème cutané est résolu ;
 - stock osseux adéquat permettant de mettre en place la prothèse ; cependant, et dans certains cas particuliers, une reconstruction par greffe peut être proposée dans le même temps opératoire.
- Les indications doivent être discutées en fonction de l’étiologie.

ARTHRITE RHUMATOÏDE

Dans le cas des arthropathies rhumatoïdes, les éléments à prendre en compte sont l’importance et l’étendue de la destruction articulaire à la main. Il semble évident qu’un patient présentant une atteinte globale de l’ensemble des articulations de la main, le plus souvent avec une atteinte associée du poignet, ne tirera aucun bénéfice de la mise en place d’une ou plusieurs arthroplasties, ce d’autant qu’il existe dans ces cas une atteinte systématique des moteurs. Cependant, dans certains cas, la restitution de la mobilité d’une ou plusieurs articulations permet de redonner une certaine fonction à la main en association avec des interventions stabilisatrices (tout particulièrement au pouce). Ce plan permet de redonner une fonction minimale : préhension bidigitale ou tridigitale. Le point fondamental est de considérer la motivation et la demande du patient.

L’indication idéale de l’arthroplastie est pour nous le cas de l’acropolyarthrite du sujet jeune dont l’atteinte articulaire est encore limitée à une ou plusieurs articulations. Cette atteinte doit avoir fait



19 Quadruple arthroplastie DJOA3, recul de 4 ans. Bon résultat clinique mais enfoncement des tiges prothétiques.

la preuve de son évolutivité. Cependant, et considérant le potentiel de perte de fonction de cette atteinte, il nous semble fondamental d’envisager l’arthroplastie dès que le patient est obligé de réduire l’utilisation de cette articulation alors que la fonction articulaire est encore conservée.

À la MP, l’indication de choix de l’arthroplastie est celle des formes destructrices. En cas d’atteintes isolées d’une ou deux articulations, l’indication est posée dès l’apparition de douleurs à l’utilisation.

Pour les formes touchant les quatre MP, les quatre arthroplasties sont posées soit dans le même temps, soit en deux temps en commençant par le versant radial ou cubital MP 2/3 ou MP 4/5.

Le premier choix permet d’économiser un temps opératoire mais ses suites sont plus longues et plus difficiles pour le patient (la prise en charge en centre de rééducation nous semble indispensable). Le choix d’opérer les articulations deux par deux permet souvent d’associer un geste de complément, la stabilisation du pouce.

L’atteinte ancienne des quatre MP avec des articulations enraidies et disloquées est une contre-indication à la mise en place d’arthroplasties digitales. C’est dans ces cas et en cas de douleurs invalidantes que l’indication des implants de Swanson peut se discuter.

Pour les IPP, les indications sont plus rares dans notre expérience. L’atteinte de l’appareil extenseur (boutonnière ou col de cygne) est, malgré sa correction nécessaire en peropératoire, un facteur important de mauvais résultat pour les arthroplasties digitales. L’indication est toujours mise en balance avec celle de l’arthrodèse, tout particulièrement dans les formes pluriarticulaires.

Dans le cadre de ce chapitre, nous insistons sur le fait que l’indication d’arthroplastie doit être faite et intégrée dans un plan thérapeutique précis qui prend en compte l’ensemble des problèmes articulaires et des demandes du patient. Le traitement de l’atteinte du poignet est toujours fait en préalable au traitement des articulations digitales (fig 19).

ATTEINTES DÉGÉNÉRATIVES

Pour les atteintes dégénératives (arthrose), il s’agit d’une bonne (voire de la meilleure) indication à la mise en place d’une

arthroplastie, car l'ensemble des moteurs articulaires et des éléments de stabilisation capsuloligamentaires sont peu ou pas atteints. En revanche, les patients sont volontiers plus exigeants sur le résultat, car il s'agit très souvent d'une atteinte articulaire isolée. L'intervention ne doit pas être faite trop tardivement au stade de l'enraidissement (secteur de mobilité inférieur à 30° ou déviation axiale supérieure à 30) sous peine d'obtenir un résultat médiocre.

La discussion entre arthroplasties et arthrodèses est surtout le fait des quatrième et cinquième IPP, surtout en cas de déviations axiales associées. L'arthrodèse n'a que très peu d'indications pour les IPP médianes (troisième et quatrième). Elle est pour nous contre-indiquée dans les MP.

Le choix de l'intervention se fait essentiellement à partir du tableau clinique. La douleur est la première motivation du patient. Le choix de l'intervention est plus une arthroplastie en cas d'articulations détruites mais peu enraidies, alors que l'articulation très enraidie est plus favorable à une arthrodèse.

ATTEINTES TRAUMATIQUES

Pour les atteintes traumatiques, les principales contre-indications sont celles de l'atteinte complète des moteurs articulaires et tout particulièrement des extenseurs (qui sont fréquemment touchés dans ces lésions). La prudence doit être de mise quand l'intervention doit associer ténolyse et arthroplastie. Les défauts de couverture cutanée imposent d'être traités systématiquement dans un premier temps opératoire.

Il faut séparer trois types d'indications :

- les destructions articulaires localisées, séquelles de fractures ou de luxations ; la discussion de l'indication revient à celle que nous avons abordée dans l'arthrose ; l'élément fondamental est celui du terrain ; en effet, la mise en place d'une arthroplastie chez un sujet jeune et travailleur de force n'est pas sans risque pour l'avenir ; cependant, elle doit être mise en balance avec les séquelles fonctionnelles de l'arthrodèse ; les interventions de résection arthroplastie sont elles aussi à discuter ;

- les séquelles d'atteintes complexes (sur une ou deux articulations) associant lésions tendineuses et ostéoarticulaires ; il s'agit des plus mauvaises indications d'arthroplasties au vu de nos résultats (raideurs le plus souvent importantes) ; l'arthrodèse est bien souvent la solution adaptée en cas de douleurs ;

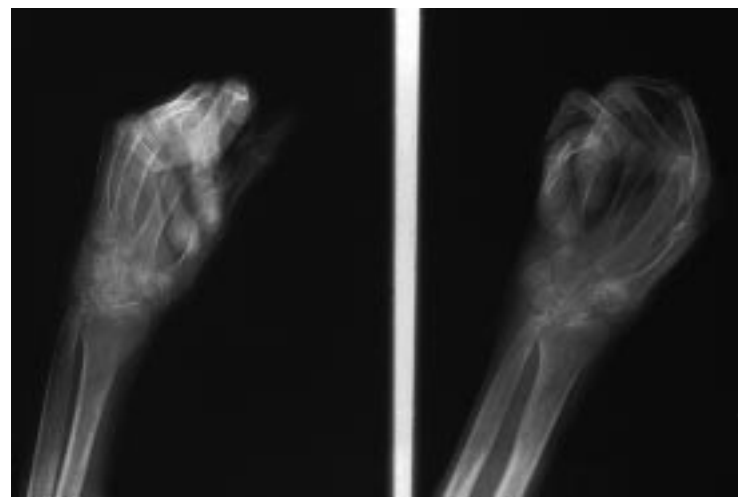
- enfin dans les cas de traumatismes complexes de la main, l'arthroplastie d'un ou plusieurs rayons ne doit être discutée que dans le cadre d'un plan thérapeutique précis : finalisation d'une pince pollicidigitale par exemple (fig 20) ; restitution d'un secteur de mobilité sur un ou plusieurs rayons totalement enraidis ; reconstruction digitale par transfert partiel d'un rayon ; il s'agit à chaque fois d'un cas d'espèce où la solution de l'arthroplastie doit être mise en balance avec les autres techniques ; le patient doit être prévenu de la modestie du résultat attendu.

Sur un plan général et quelle que soit l'indication, nous devons retenir :

- l'importance de la motivation du patient pour cette intervention ; l'arthroplastie est une intervention qui nécessite la coopération du patient ; celui-ci doit être clairement prévenu des suites, de la nécessaire rééducation, du risque d'échec ;
- l'importance d'opérer une articulation qui n'est pas parvenue au stade ultime de sa destruction, sous peine d'obtenir au mieux un résultat médiocre ;
- l'importance d'une localisation des lésions à un nombre limité d'articulations (fig 21) ; l'atteinte articulaire étendue à toutes les IPP et MP et associée à des lésions tendineuses comme dans l'atteinte rhumatoïde évoluée ou un écrasement étendu de la main sont des contre-indications ;
- l'importance d'un suivi annuel de ces patients afin de contrôler l'évolution, en particulier radiologique, de ces implants.



20 Reconstruction d'une pince par arthroplastie métacarpophalangienne, résultat à 2 ans.



21 Destruction sévère d'une main rhumatoïde : exemple de contre-indication à la mise en place d'arthroplasties.

Bilan et perspectives

L'évolution des concepts et des arthroplasties elles-mêmes, les différentes études présentées (avec un recul suffisant) nous permettent de penser qu'un certain nombre de points sont maintenant acquis.

Le principe de l'arthroplastie à glissement, comme les atteintes associées de l'appareil capsuloligamentaire périarticulaire, impose une stabilisation mécanique dans les surfaces prothétiques. Le concept de prothèses semi-contraintes semble donc celui qui répond le mieux à ces exigences.

Le concept des surfaces articulaires doit être à l'évidence différencié entre MP et IPP pour répondre à la cinétique articulaire.

La résection des surfaces articulaires afin de permettre la mise en place de l'arthroplastie doit être réduite au minimum afin de préserver au maximum le capital osseux.

Dans le résultat final, l'appareil extenseur joue un rôle fondamental. Toute atteinte sévère de l'appareil extenseur contre-indique la mise en place d'une arthroplastie. Le respect de celui-ci dans la mise en place de l'arthroplastie est un gage de réussite pour l'avenir ; c'est dire l'importance de la voie d'abord.

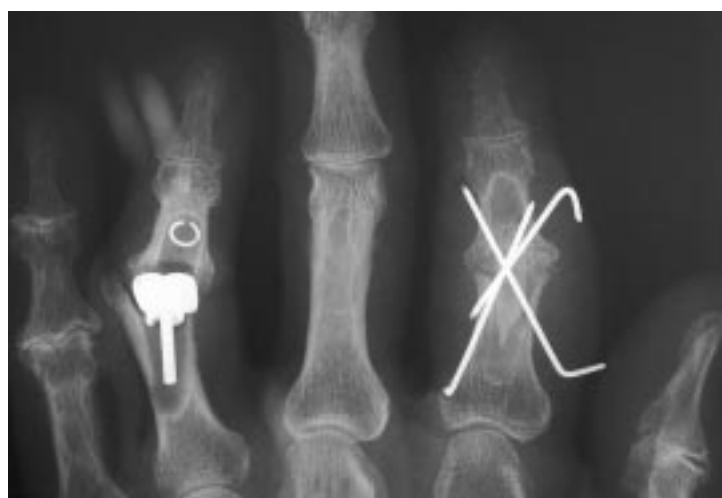
Actuellement, la voie d'abord antérieure ou antérodorsale à l'IPP semble donner une amélioration significative de la mobilité. L'ensemble de ces difficultés, comme l'incertitude sur l'avenir à long terme de nos arthroplasties, impose de ne concevoir et de ne mettre

en place que des arthroplasties dont l'extractibilité en cas d'échec est assurée de façon simple et dont la reprise chirurgicale peut être faite de façon classique (fig 22).

Conclusion

Les arthroplasties digitales ont beaucoup progressé depuis les années 1950. Cependant, à l'heure actuelle, aucune n'a fait la preuve de sa supériorité évidente. Le principe de l'arthroplastie digitale est un concept aujourd'hui validé. Le bénéfice apporté à nos patients est incontestable. Les indications opératoires se précisent, mais nous avons à améliorer les résultats et surtout à les rendre plus durables.

Si les concepts des surfaces articulaires sont maintenant bien établis, il reste à trouver la solution pour ancrer nos prothèses. L'étude rationnelle des différentes solutions, la dispersion des étiologies, la diversité des modèles imposent des études multicentriques à plus de 5 ans de recul pour pouvoir conclure et proposer des solutions assurant indolence, mobilité et stabilité à nos patients.



22 Échec d'une arthroplastie DJOA par dislocation douloureuse à 3 ans. Reprise par arthrodèse.

Références

- [1] Adams BD, Blair WW, Shurr DG. Schultz metacarpophalangeal arthroplasty : a long-term follow-up study. *J Hand Surg Am* 1990 ; 15 : 641-645
- [2] An KN, Chao EY, Cooney WP, Linscheid RL. Forces in the normal and abnormal hand. *J Orthop Res* 1985 ; 3 : 202-211
- [3] An KN, Cooney WP. Biomechanics of the hand. In : Morray F, Fitzgerald RH eds. Joint replacement arthroplasty. Edinburgh : Churchill Livingstone, 1991 : 137-144
- [4] Asworth CR, Hansraj K, Todd A. Swanson proximal interphalangeal arthroplasty. *Clin Orthop* 1997 ; 342 : 34-37
- [5] Beckenbaugh RD. New concepts in arthroplasty of the hand. *Arch Surg* 1977 ; 112 : 1094-1098
- [6] Blair WF, Shurr DG, Buckwalter JA. Metacarpophalangeal joint arthroplasty with a metallic hinged prosthesis. *Clin Orthop* 1984 ; 184 : 156-163
- [7] Bowers WH. The anatomy of the interphalangeal joint. An anatomical and biomechanical study. Edinburgh : Churchill Livingstone, 1978
- [8] Brannon EW, Klein G. Experiences with a finger-joint prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1959 ; 41 : 87-102
- [9] Burman MS. Vitallium cup arthroplasty of metacarpophalangeal and interphalangeal joints of fingers. *Bull Hosp Joint Dis* 1940 ; 1 : 79-89
- [10] Calnan JA, Reis ND. Artificial finger joints in rheumatoid arthritis. I. Development 7nd experimental assessment. *Ann Rheum Dis* 1968 ; 37 : 207-218
- [11] Carroll RE, Taber TH. Digital arthroplasty of proximal interphalangeal joint. *J Bone Joint Surg Am* 1954 ; 36 : 912-920
- [12] Condamine JL. Arthroplasties digitales. In : Langlais F éd. Conception des arthroplasties ; principes et tolérance. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 19. Paris : Expansion Scientifique Française, 1980 : 15-42
- [13] Condamine JL. Arthroplastie digitale métacarpophalangiennne et interphalangiennne proximale DJOA. 1985-1990. Monographie, 1990
- [14] Condamine JL. Digital arthroplasties using DJOA prosthesis. In : Hand arthroplasties. London : Martin Dunitz, 2000 : 340-348
- [15] Condamine JL, Benoit JY, Comtet JJ, Aubriot JH. Propositions pour une arthroplastie digitale. *Ann Chir Main* 1988 ; 7 : 282-297
- [16] Condamine JL, Fourquet M, Marcucci L, Pichereau D. Primary metacarpophalangeal and proximal interphalangeal arthrosis of the hand. Indications and results of 27 DJOA arthroplasty. *Ann Chir Main Memb Sup* 1997 ; 16 : 66-78
- [17] Condamine JL, Marcucci L, Bisson P, Lebreton L. DJOA arthroplasty: ten years experience and introducing DJOA 3. In : Schuind F, Cooney WP, An KN, Garcia-Elias M eds. Advances in biomechanics of the hand and wrist. New York : Plenum Press, 1996 : 76-83
- [18] Cook SD, Beckenbaugh RD, Redondo J, Popich LS, Klawitter JJ, Linscheid RL. Long-term follow-up of pyrolytic carbon metacarpophalangeal implants. *J Bone Joint Surg Am* 1999 ; 81 : 635-648
- [19] Deheer DH, Owens SR, Swanson AB. The host response to silicone elastomer implants for small joint arthroplasty. *J Hand Surg Am* 1995 ; 20 (suppl) : S101-S109
- [20] Devas M, Shah V. Link arthroplasty of the metacarpophalangeal joints; a preliminary report of a new method. *J Bone Joint Surg Br* 1975 ; 57 : 72-77
- [21] Dryer RF, Blair WF, Shurr DG, Buckwalter JA. Proximal interphalangeal joint arthroplasty. *Clin Orthop* 1984 ; 184 : 185-187
- [22] Dubouset JF. Les articulations digitales. In : Tubiana R éd. Traité de chirurgie de la main. Tome 1. Paris : Masson, 1986
- [23] Ferlic DC, Clayton ML, Holloway M. Complications of silicone implant surgery in the metacarpophalangeal joint prosthesis designs. *J Bone Joint Surg Am* 1975 ; 57 : 991-994
- [24] Flatt AE, Fischer GW. Biomechanical factors in the replacement of rheumatoid finger joints. *Ann Rheum Dis* 1969 ; 28 (suppl) : 36-44
- [25] GEM (groupe d'étude de la main). La main rhumatoïde. Paris : Expansion Scientifique Française, 1996
- [26] Hage JJ, Yoe EP, Zevering JP, De Groot PJ. Proximal interphalangeal joint silicone arthroplasty for post-traumatic arthritis. *J Hand Surg Am* 1999 ; 24 : 73-77
- [27] Herren DB, Simmen BR. Proximal interphalangeal joint with special reference to Swanson arthroplasty. In : Hand arthroplasties. London : Martin Dunitz, 2000 : 331-337
- [28] Linscheid RL. Implant arthroplasty of the hand: retrospective and prospective considerations. *J Hand Surg Am* 2000 ; 25 : 796-816
- [29] Linscheid RL, Chao EY. Biomechanical assessment of finger function in prosthetic joint design. *Clin Orthop North Am* 1973 ; 4 : 317-330
- [30] Linscheid RL, Dobyns JH. Total joint arthroplasty: the hand. *Mayo Clin Proc* 1979 ; 54 : 516-526
- [31] Linscheid RL, Murray PM, Vidal MA, Beckenbaugh RD. Development of a surface replacement arthroplasty for proximal interphalangeal joints. *J Hand Surg Am* 1997 ; 22 : 286-298
- [32] Minami M, Yamazaki J, Kato S, Ishii S. Alumina ceramic prosthesis arthroplasty of the metacarpophalangeal joint in the rheumatoid hand. A 2-4-year follow-up study. *J Arthroplasty* 1988 ; 3 : 157-166
- [33] Minamikwa Y, Horii E, Amadio PC, Cooney WP, Linscheid RL, An KN. Stability and constraint of the proximal interphalangeal joint. *J Hand Surg Am* 1993 ; 18 : 198-204
- [34] Mouttet F, Guinard D, Gerard P. Un nouvel implant articulaire digital titane carbone. *Ann Chir Main* 1994 ; 13 : 345-353
- [35] Nalebuff EA. The rheumatoid hand. Reflexions on metacarpophalangeal arthroplasty. *Clin Orthop* 1984 ; 182 : 150-159
- [36] Pagowski S, Piekarski K. Biomechanics of metacarpophalangeal joint. *J Biomech* 1977 ; 10 : 205-209
- [37] Rotwell AG, Cragg KJ, O'Neill LB. Hand function following silastic arthroplasty of the metacarpophalangeal joints in the rheumatoid hand. *J Hand Surg Br* 1997 ; 22 : 90-93
- [38] Steffee AD, Beckenbaugh RD, Linscheid IRL, Dobyns JH. The development, technique and early clinical results of total joint replacement for the metacarpophalangeal joint of the fingers. *Orthopedics* 1981 ; 4 : 175-180
- [39] Swanson AB. Flexible implant arthroplasty for arthritic finger joints. *J Bone Joint Surg Am* 1972 ; 54 : 435-455
- [40] Swanson AB. Flexible implant arthroplasty of the proximal interphalangeal joint of the fingers. *Ann Plast Surg* 1979 ; 3 : 346-354
- [41] Swanson AB, Maupin BK, Gajjar NV, Swanson GD. Flexible implant arthroplasty in the proximal interphalangeal joint of the hand. *J Hand Surg Am* 1985 ; 10 (6 Pt 1) : 796-805
- [42] Targowski R, Ledoux P, Lamblin D, Guerlement G. Stress analysis of the finger bones in contact with artificial implants. In : Schuind F, An KN eds. Recent advances in upper extremity arthroplasty. Singapore : World Scientific, 1997 : 58-70
- [43] Urbaniak JR. Prosthetic arthroplasty of the hand. *Clin Orthop* 1974 ; 104 : 9-22
- [44] Walker PS. Human joint and their artificial replacements. Springfield : CC Thomas, 1977
- [45] Walker PS, Erkman MJ. Laboratory evaluation of metalplastic type of metacarpophalangeal joint prosthesis. *Clin Orthop* 1975 ; 112 : 349-355
- [46] Wilson YG, Sykes PJ, Niranjana NS. Long-term follow-up of Swanson's silastic arthroplasty of the metacarpophalangeal joint in rheumatoid arthritis. *J Hand Surg Br* 1993 ; 18 : 81-91
- [47] Wise KS. The anatomy of the metacarpophalangeal joints, with observations of the aetiology of ulnar drift. *J Bone Joint Surg Br* 1975 ; 57 : 485-490
- [48] Zancolli EA. Structural and dynamic bases of hand surgery. Philadelphia : JB Lippincott, 1979

Arthroplasties trapézométacarpiennes

G Sennwald

Résumé. – L'articulation trapézométacarpienne est une articulation en selle, peu emboîtée, dont le centrage et le guidage dépendent essentiellement de la qualité du système ligamentaire et des axes articulaires. Il est donc important d'estimer cliniquement la laxité articulaire et de maîtriser les techniques d'imagerie afin d'évaluer correctement la tendance à la subluxation. En effet, un défaut d'axe favorisant une subluxation douloureuse est avantageusement corrigé par une ostéotomie d'ouverture du trapèze dans les stades précoces. Cette technique est rationnelle sur le plan biomécanique et peut se combiner à un allongement de l'abducteur pollicis longus. Elle a l'avantage de conserver les os du carpe et leur cohérence, à l'inverse des techniques de sauvetage utilisées dans les stades tardifs où l'arthrose est le plus souvent pérित्रapézienne. Dans ces cas, la technique initialement décrite par Thompson nous semble la plus indiquée. Après résection du trapèze, le premier métacarpien est suspendu à l'abducteur pollicis longus qui reste fixé à son insertion distale, alors que son tendon permet un ancrage solide dans le deuxième métacarpien. Cette opération est avantageusement combinée à une adductorotomie en cas de pouce adductus, une déformation fréquente dans la rhizarthrose avancée.

© 2003 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : rhizarthrose, ostéotomie et stade précoce, suspension par abductor pollicis longus et stade tardif, adductorotomie.

Introduction

L'articulation trapézométacarpienne est une articulation en selle. Elle possède deux axes orthogonaux, donc deux degrés de liberté. Cette forme particulière fait que, lors des mouvements de flexion-extension, il se produit une rotation conjointe automatique. En d'autres termes, la rotation n'est pas liée à la musculature, mais à la forme de l'articulation. Cette articulation peu emboîtée est entourée d'un système ligamentaire important qui sert à centrer l'articulation de façon optimale en fonction de sa position. La fonction de l'articulation dépend donc des axes articulaires et de la qualité du système ligamentaire qui coordonne les mouvements de l'ensemble. La rhizarthrose est une affection fréquente, le plus souvent bilatérale, des femmes postménopausées. Elle représente 10 % des arthroses vues dans un service de rhumatologie^[20]. S'il n'y a pas de cause traumatique évidente, son étiologie et sa pathogénie restent obscures ; elle entre parfois dans le cadre d'une maladie polyarthrosique digitale avec nodosités d'Heberden et de Bouchard. L'hypothèse du tendon surnuméraire à l'origine de l'arthrose prônée par Zancolli^[62] a été infirmée par 104 dissections anatomiques conduites sous la direction d'Oberlin^[8]. Ces auteurs n'ont en effet trouvé aucune corrélation entre la présence d'un tendon surnuméraire et la présence d'une rhizarthrose. Kapandji et Heim plaident pour une origine mécanique de l'affection due à un défaut d'axe de la selle trapézienne^[30] provoquant une subluxation du premier rayon. Celle-ci peut être considérée comme arthrogène vu

le transfert excentrique des forces du pouce au carpe qui en résulte. Une laxité ligamentaire^[44, 45] trop importante serait également un facteur de préarthrose.

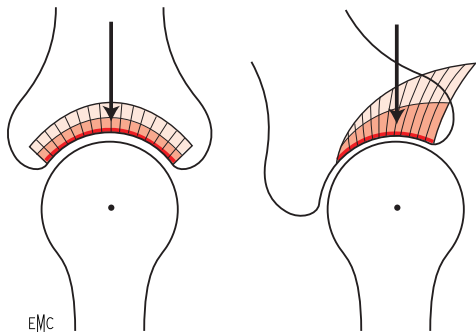
L'indolence de cette affection serait la règle selon certains rhumatologues^[50]. Ils estiment qu'il s'agit d'une affection peu invalidante ne nécessitant que rarement un traitement chirurgical. Cette opinion très répandue et acceptée rend les indications opératoires précoces aussi délicates que subtiles. Ces notions de bénignité et d'indolence font que le chirurgien n'est guère en mesure de proposer des traitements préventifs. En effet, comment proposer des plasties ligamentaires^[10], des ostéotomies de correction du premier métacarpien^[24, 37, 60, 61] (dont Pellegrini et al^[47] ont montré l'efficacité biomécanique) ou du trapèze^[30], si le risque opératoire n'est pas justifié ou si les résultats ne sont pas probants^[42]. Ceci permet de mieux comprendre pourquoi l'avis du chirurgien n'est pas sollicité et/ou souhaité au stade précoce de l'instabilité douloureuse sans signe d'arthrose patent, c'est-à-dire sans pincement articulaire ni subluxation visibles, critères définissant le stade I de Dell (*tableau I*). Le chirurgien est en revanche régulièrement confronté aux stades avancés qui demandent des interventions plus ou moins délabrantes. Or, cette affection vue avant toute atteinte articulaire pourrait bénéficier de techniques relativement simples, susceptibles d'éviter un traitement ultérieur lourd dont le choix est d'autant plus malaisé qu'aucune des techniques actuellement proposées n'est franchement supérieure aux autres^[2, 3, 6, 18, 42].

La plupart des auteurs sont d'avis qu'une instabilité semble définir un stade de préarthrose^[10, 30, 44, 45], justifiable d'une plastie ligamentaire stabilisatrice. Cette notion paraît d'autant plus

Gontrand Sennwald : Professeur, consultant de l'unité de chirurgie de la main à l'Université de Genève, Salemspital, Schänzlistrasse 39, 3013 Berne, Suisse.

Tableau I. – Classification de la rhizarthrose selon Dell.

| | |
|-------------|--|
| Stade I : | Interligne articulaire pincé, sclérose sous-chondrale, absence d'ostéophytes, pas de subluxation du métacarpien |
| Stade II : | Sclérose sous-chondrale évidente, ostéophyte débutant, discrète subluxation du métacarpien (moins d'un tiers) |
| Stade III : | Ostéophyte marqué, interligne articulaire pincé, subluxation égale ou supérieure au tiers de la surface articulaire, géode discrète |
| Stade IV : | Destruction des interlignes articulaires, ostéophytes proéminents, géodes sous-chondrales, subluxation marquée, adduction du premier métacarpien |



1 La distribution des pressions est fonction de la surface articulaire portante. Plus celle-ci est réduite, plus grande est la pression par unité de surface.

acceptable que les forces transmises à ce niveau sont considérables [14], jusqu'à 200 kg. Il est par ailleurs bien connu que la pression par unité de surface articulaire est d'autant plus grande que la surface portante est réduite, une évidence en cas de subluxation (fig 1). Par conséquent, il est essentiel de connaître les techniques radiologiques de dépistage, car seuls des clichés précis et corrects sont utilisables dans l'indication opératoire (fig 2, 3).

S'il est justifié de penser qu'une arthrose débutante serait avantageusement traitée par une ostéotomie, soit de la base du premier métacarpien, soit du trapèze, il est patent que cette approche est rendue impossible si le système dit du *gate keeper*, envisagé par nos édiles pour freiner les coûts de la médecine, est systématiquement appliquée. On ne peut attendre d'un généraliste qu'il ait à la fois une vue d'ensemble et une vue spécifique de l'ensemble de la pathophysiologie humaine.

Pour une arthrose avancée, l'arthrodèse [5, 11, 12, 13, 27, 32, 52], la prothèse totale [7, 22, 28, 35, 38], l'implant trapézien [1, 29, 41, 43, 46, 48, 53], la résection du trapèze, simple [19, 21, 23, 39, 56, 57, 58] ou combinée à une interposition sans [40, 49] ou avec [4, 33, 34] suspension du premier rayon, sont les méthodes le plus couramment utilisées. Aucune de ces méthodes ne semble définitivement supérieure à l'autre, plus particulièrement sur le plan clinique. Les implants en Silastic® ont eu une vogue certaine. Elle s'explique par une mise en place relativement aisée et rapide, et par des soins postopératoires simples ; en d'autres termes, leur faible morbidité fut leur atout majeur. La retenue actuelle est liée à la « siliconite » observée par de nombreux auteurs. Celle-ci varie fortement d'un sujet à l'autre. Il est établi que sa fréquence et son extension augmentent avec le temps. Nous avons observé cette complication, parfois dramatique [51], chez de nombreux patients. La douleur, mais surtout l'importance de la destruction osseuse, nous ont fait abandonner les implants en silicone, même si certains auteurs pensent qu'ils restent parfaitement justifiés sous certaines conditions [26], en particulier chez les personnes âgées ne faisant aucun effort particulier. Les prothèses totales semblent également donner de bons résultats immédiats. Le patient est très rapidement satisfait. Cependant, leur faible résistance aux contraintes et leur tendance au descellement [22] en limitent l'usage. D'autre part, les débris de polyéthylène produits par le frottement entre la cupule et la tête métallique sont à l'origine de granulomes à corps étrangers [59] dont le comportement peut rappeler la « siliconite », mais exceptionnellement.

Quelle que soit la méthode chirurgicale utilisée, il est impératif de tenir compte des rétractions musculaires de l'adducteur transverse

et du premier interosseux dorsal. À l'instar de Michon [36], nous pensons que toute contracture demande d'envisager une libération de l'adducteur et de l'interosseux dorsal de leurs attaches respectives. En effet, la non-correction de la contracture musculaire permet à la subluxation de progresser avec le temps (fig 4), progression témoignant de contraintes importantes aptes à détruire tout matériel prothétique, ou à détendre les reconstructions ligamentaires ou tendineuses les plus solides.

Diagnostic

Ce sont des douleurs à la racine du pouce, soit spontanées, soit à la palpation ou à la mobilisation de l'articulation, qui doivent évoquer le diagnostic d'instabilité et par conséquent d'arthrose potentielle. Au stade tardif, le gonflement de l'articulation, la déformation de celle-ci, les craquements et une tendance à l'adduction sont pathognomoniques. Au stade précoce, ce n'est pas la clinique mais la radiologie qui est l'élément clef du diagnostic. Il importe donc que le chirurgien connaisse bien les techniques de dépistage d'une instabilité radiologique (fig 2) et soit à même de guider la main du radiologue par des schémas précis.

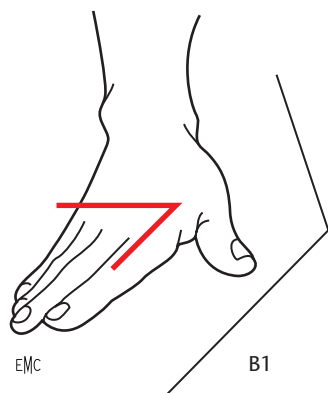
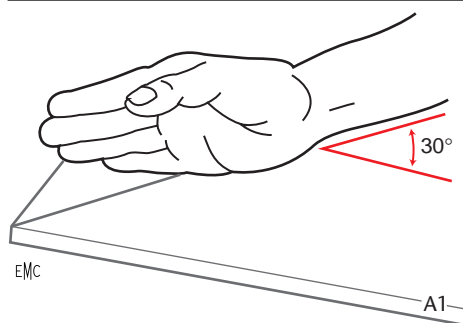
Il faut donc, comme l'ont montré TG et AI Kapandji [31], évaluer sur les clichés de face la correction en antéposition de la subluxation physiologique observée en rétroposition et mesurer l'angle de dévers du trapèze (fig 3). Sur les clichés de profil, il faut rechercher une subluxation ou une incongruence articulaire, le pouce en flexion. Ces clichés diagnostiques essentiels en phase initiale permettent de définir clairement le bien-fondé d'une ostéotomie.

Choix du traitement

La technique chirurgicale dépend donc de l'anatomie, de la physiologie, de la mécanique, de la technique et de la psychologie. Par « anatomie », il faut comprendre la forme du trapèze, l'axe de son articulation, l'état d'avancement de l'arthrose ou la préarthrose (aucun signe d'arthrose), localisée ou pérित्रapézienne ; par « physiologie », on entend l'âge du patient ou plus exactement son espérance de vie ; par « mécanique », on se réfère à la laxité articulaire dans les stades précoces et/ou à la présence d'une subluxation de la carpométacarpienne avec ou sans contracture musculaire (adducteur et premier interosseux dorsal). Le terme « technique » définit plus particulièrement la morbidité liée aux différents procédés chirurgicaux et « psychologie » implique de tenir compte de l'état d'esprit du patient et de ses intentions.

Il est connu que la trapézectomie simple peut donner d'excellents résultats [15] ; cependant, la réussite est incertaine, car ce procédé simple n'empêche pas le recul du premier rayon qui peut entrer en contact direct avec le scaphoïde. Le frottement résultant peut induire des douleurs, parfois invalidantes. D'autre part, la simple résection du trapèze ne résout pas les douleurs secondaires à l'arthrose scaphoïdotrapézoïdienne [25] si celle-ci est présente. La morbidité de cette intervention, avec ou sans interposition tendineuse, est minime et se réduit à un accompagnement de soutien, pour autant qu'il n'y ait pas eu d'adductorotomie. Il en va de même lors d'utilisation d'implants quels qu'ils soient. Les prothèses totales, celles de la Caffinière en particulier, se sont montrées efficaces à condition que les personnes soient âgées, la contracture en adduction minimale, la hauteur conservée (afin de permettre un ancrage solide de la cupule) et les contraintes du pouce peu importantes. L'anamnèse permet de se faire une idée précise des contraintes auxquelles le patient va soumettre sa prothèse.

Afin d'éviter la proximalisation du premier métacarpien, Eaton et Littler [16] et plus tard Epping et Noack [17] ont utilisé une languette du tendon du grand palmaire (flexor carpi radialis) fixée en transosseux à la base du premier métacarpien. Ces méthodes de suspension restent à ce jour les plus utilisées. Elles sont souvent combinées à une interposition tendineuse. Néanmoins, cette



C1



C2



C3



C4



C5

2 Technique d'imagerie

A. Clichés de face. Le rebord cubital de la main et de l'avant-bras repose sur la cassette ; le pouce est en position de repos, dans le prolongement du radius, et le plan de l'ongle est parallèle à celui de la cassette. L'axe des rayons, centré sur la tabatière, est incliné de 30°. S'il est impossible de modifier l'axe du rayonnement, il suffit de surélever le coude pour que le rebord de la main et de l'avant-bras fasse un angle de 30° par rapport à l'axe de la table.

B. Clichés de profil. Lors du premier cliché, le pouce se trouve dans le prolongement du radius. Le rebord cubital de la main est surélevé, de sorte que le plan de la

main fasse un angle de 20° à 30° par rapport au plan de la table (pronation). Le rayon est centré sur la métacarpophalangienne. Le plan de l'ongle est perpendiculaire à celui de la table. On fait ensuite un cliché pouce fléchi et étendu.

C. Recherche du défaut de réintégration en antéposition et d'incongruence en flexion : 1. subluxation normale en rétroposition ; 2. réintégration correcte en antéposition ; 3. non-réintégration du premier métacarpien qui reste subluxé ; 4. aucune incongruence articulaire, quelle que soit la position du premier métacarpien ; 5. incongruence articulaire en flexion. La non-réintégration ou la persistance d'une subluxation définit un problème articulaire dont il faut envisager la correction.

approche affaiblit le grand palmaire, demande d'en ouvrir la gaine, et un risque de rupture du tendon restant n'est pas exclu, surtout si on n'a pas tenu compte de sa structure torsadée, tandis que l'activité du long abducteur du pouce reste intacte. Selon Tomaino et Coleman^[55], la perte de grand palmaire n'aurait aucune incidence sur la fonction, raison pour laquelle ces auteurs utilisent tout le tendon pour obtenir une suspension plus efficace.

Choix personnel

Il se base sur les critères suivants : efficacité, rapidité, simplicité et, si possible, absence de corps étrangers. En cas de préarthrose ou d'instabilité douloureuse, nous proposons l'ostéotomie du trapèze à l'instar de Kapandji et Heim^[30]. Nous ne pratiquons pas

d'ostéotomie métacarpienne, celle-ci n'ayant pas donné de résultats probants, ce que d'autres auteurs ont constaté également^[42]. Dans les cas avancés, notre préférence va à une arthroplastie par suspension tendineuse après résection du trapèze avec ou sans intervention sur l'articulation scaphotrapézoïdienne selon le principe de Thompson^[54].

Instabilité et ostéotomie du trapèze

La persistance d'une subluxation du trapèze en antéposition, c'est-à-dire une non-réintégration parfaite du métacarpien sur la selle du trapèze comme l'a définie Kapandji^[29], et un angle de dévers du trapèze (délimité par l'axe du deuxième métacarpien et la ligne de la selle) (fig 3) de 135° ou plus (normale 129°^[45]) compatible avec



3 Mesure de l'angle de dévers sur le cliché de face.



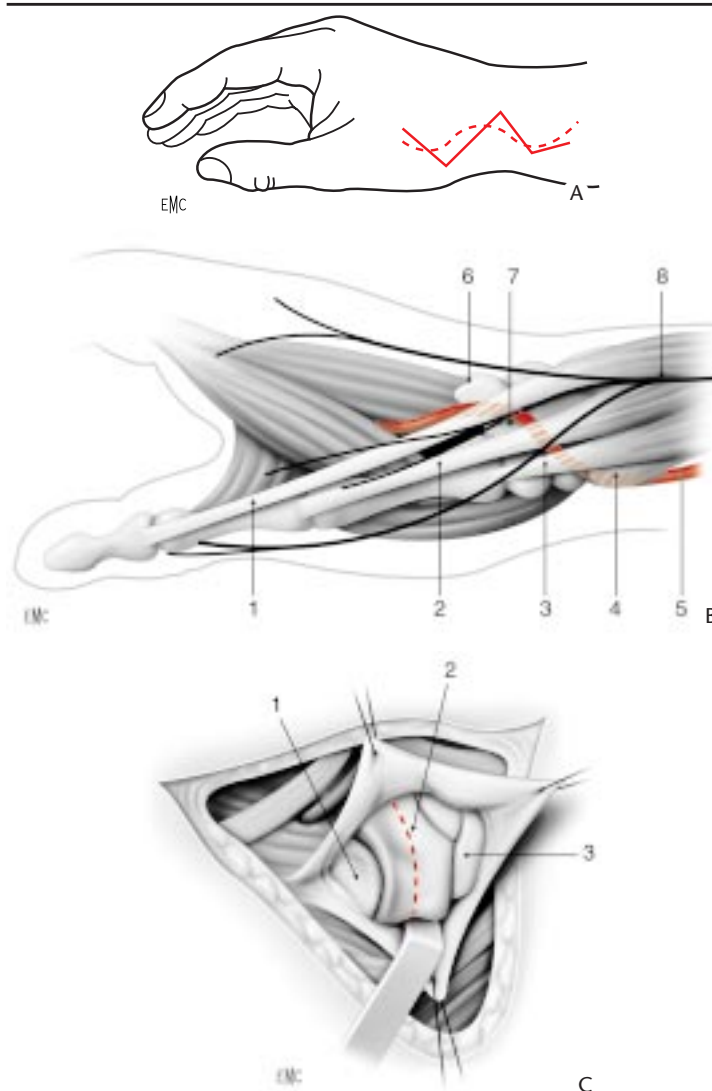
4 La contracture induite par l'arthrose induit un cercle vicieux. Il en résulte une tendance progressive à la subluxation de la carpo-métacarpienne. Ce phénomène ne peut être interrompu que par l'adductorotomie.

une dysplasie de la selle trapézienne sont une bonne indication à l'ostéotomie du trapèze proposée par Kapandji et Heim^[30]. Elle ramène cet angle à la norme, grâce à un greffon en coin.

TECHNIQUE OPÉRATOIRE : VOIE D'ABORD ANTÉROEXTERNE (fig 5, 6)

La voie d'abord latérale est centrée par l'axe du premier rayon. L'incision de la peau proprement dite peut être rectiligne ou en zigzag, l'avantage de la ligne brisée étant la réduction de la tension sur la peau et un jour plus aisé. Son risque est lié au fait que l'incision n'est plus parallèle aux branches du nerf radial et à la nécessité de respecter parfaitement le tissu sous-cutané sous peine de nécrose des coins. L'incision prend son origine à 1 cm en aval de l'articulation carpo-métacarpienne et se prolonge jusqu'à la styloïde radiale. La dissection du tissu sous-cutané se fait de sorte à garder les branches du nerf radial enrobées dans le tissu adipeux. On aborde l'articulation de distal en proximal en prenant soin d'éviter de léser l'artère radiale qui croise le trapèze dans sa partie proximale. Celle-ci doit être isolée et soulevée avec la capsule articulaire incisée en T inversé. La face latérale du trapèze est dégagée à la rugine. Une broche (0,7 mm) parallèle à l'axe de la selle et une broche parallèle à l'axe de l'articulation scaphotrapézoïdienne sont introduites sous contrôle radiologique. À équidistance entre les deux articulations, on marque la ligne d'ostéotomie. Celle-ci se fait à la scie oscillante et est complétée au ciseau à os. L'ostéotomie complétée, il est possible d'en écarter les berges. Nous utilisons volontiers le ciseau à os lui-même pour obtenir cette ouverture. On peut aussi utiliser un petit ciseau mince.

Le greffon est corticospongieux, cunéiforme, mesurant 1,5 × 1,2 cm et sa base corticale a une hauteur d'environ 2 à 3 mm. Chez les personnes jeunes, nous prenons le greffon sur le tubercule de Lister,

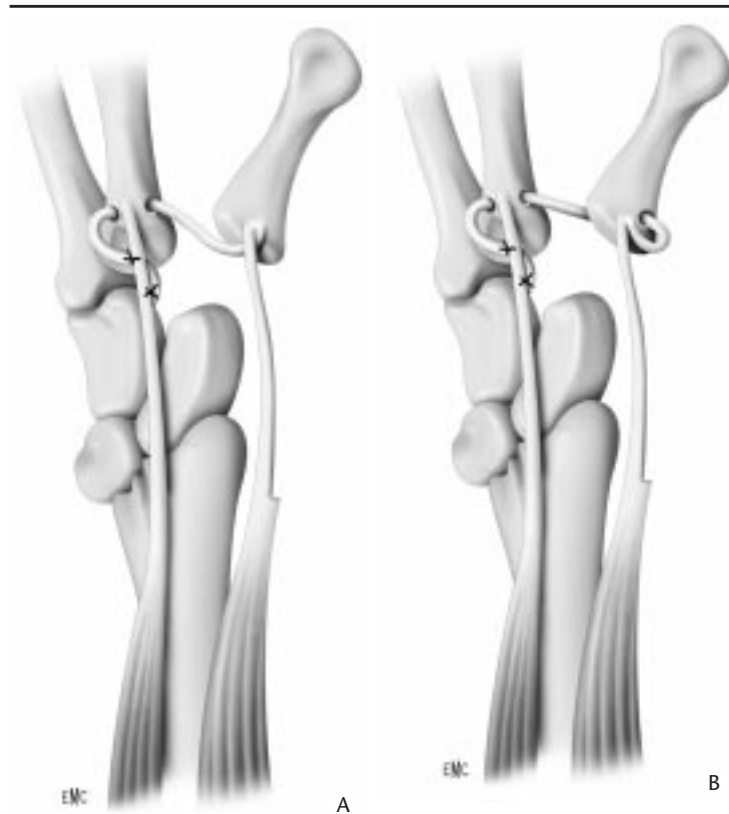


5 Approche dorsoradiale.
A. Approche dorsoradiale en zigzag ou S centrée par la tabatière.
B. 1. Long extenseur du pouce ; 2. court extenseur du pouce ; 3. long abducteur du pouce ; 4. styloïde radiale ; 6. trapézoïde ; 7. trapèze ; 8. nerf radial.
C. 1. Métacarpien ; 2. trapèze (avec la ligne d'ostéotomie) ; 3. scaphoïde.



6 Principe de l'opération de Kapandji et Heim : ostéotomie du trapèze et mise en place d'un greffon en coin permettant de modifier l'angle de dévers.

ce dernier offrant une base corticale solide. En cas de doute ou d'os de qualité douteuse, il vaut mieux prendre un greffon iliaque. Le greffon est maintenu par une broche fine ou des points de suture avec du fil à résorption lente. La fermeture se fait plan par plan. Un



7 Principe de l'opération utilisant une languette du long abducteur du pouce passant sous (A) ou au travers de la base du premier métacarpien (B).

drain fin assure le drainage et une attelle plâtrée commissurale est remplacée par une attelle thermoplastique au deuxième jour postopératoire, lors du premier pansement.

Arthrose avancée : résection du trapèze et suspension du premier rayon

PRINCIPE OPÉRATOIRE (fig 7)

Nous utilisons une languette tendineuse de la moitié dorsale du tendon du long abducteur du pouce. Elle est directement accessible sous la ligne d'incision (fig 5). Ce dernier s'insère fermement à la base du premier métacarpien. La languette tendineuse est préparée sur 4 à 5 cm, sans qu'il soit toujours nécessaire d'ouvrir entièrement la première coulisse. Après excision du trapèze et si nécessaire d'une partie du trapézoïde, le tendon court sur la surface articulaire du

premier métacarpien ou, à l'instar de Thompson^[54] passe au travers de l'os de la base du premier métacarpien (mèche de 2,7 mm) ou sous ce dernier. Ce tendon traverse ensuite la base du deuxième métacarpien après forage (mèche de 2,7 également) et est fixé selon Pulvertaft dans le tendon de l'extenseur carpi radialis longus, juste en amont de son insertion. La technique de Pulvertaft permet un réglage fin de la tension à donner à la greffe. Cette technique crée une sorte de hamac tendineux sur lequel repose la base du pouce. L'adductorotomie complète l'intervention à la demande, c'est-à-dire en fonction de la contracture en adduction du premier rayon (fig 4).

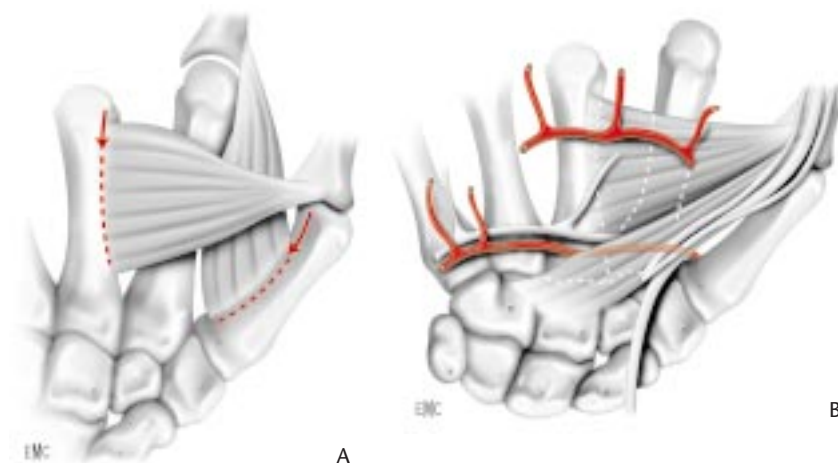
TECHNIQUE OPÉRATOIRE

On réalise une incision radiale de la peau en zigzag (ou en *lazy S*), analogue à celle qui permet l'abord du trapèze (fig 5). L'incision prend aussi son origine à 1 cm en aval de l'articulation carpométacarpienne ; en revanche, elle se prolonge jusqu'à 1 cm en amont de la première coulisse dorsale. La longueur de l'incision favorise les conflits avec les branches sensibles du nerf radial. Il est donc important de les identifier et, si possible, de les laisser dans leur atmosphère celluloadipeuse. Un ou plusieurs tendons de l'abducteur sont mis en évidence. Le tendon le plus solide ou une languette dorsale du long abducteur du pouce est préparée jusqu'à la jonction muscle-tendon en amont de la première coulisse qu'il n'est pas nécessaire d'ouvrir systématiquement. Le tendon ou la portion de tendon disséqué est libéré en proximal, puis retiré au travers de la première coulisse. Ce moignon est enveloppé dans une compresse humide.

On repère ensuite l'artère radiale qu'il faut prendre soin de récliner, afin de garantir une exposition sans risque du trapèze. L'incision de la capsule de l'articulation trapézométacarpienne se prolonge jusqu'à l'articulation trapézoscaphoïdienne. Le trapèze est progressivement dégagé puis scindé en deux parties plus ou moins égales au moyen d'un ciseau à os. Il faut veiller à ne pas léser le flexor carpi radialis (tendon du grand palmaire) qui longe la paroi cubitale du trapèze. Pour éviter cette lésion, il est recommandé d'orienter la lame du ciseau à os de sorte qu'elle soit parallèle à la course du tendon.

Après excision du trapèze, il est possible d'évaluer l'état de l'articulation scaphoïdotrapézoidienne. En cas d'arthrose avancée de cette articulation, il est recommandé de pratiquer une résection oblique de la partie proximale du trapézoïde, une arthrose dans cette zone pouvant compromettre le résultat final.

La libération de l'adducteur transverse complète l'intervention si l'axe du pouce ne se corrige pas spontanément. La libération à la demande de l'insertion du premier interosseux dorsal sur le premier métacarpien ne se fait que si la libération de l'adducteur s'est avérée insuffisante (fig 8A, B). Cette intervention complémentaire peut demander de pratiquer une plastie en Z simple ou double (deux Z opposés) si la peau de la première commissure le demande. La désinsertion est toujours accompagnée d'un important saignement



8 A. Principe de la libération de l'adducteur et accessoirement du premier interosseux.
B. La libération de l'interosseux demande de bien connaître l'anatomie. Il ne faut léser ni l'arcade palmaire superficielle en distal, ni la branche motrice profonde du nerf cubital qui accompagne l'arcade palmaire profonde.



9 Principe de l'embrochage selon Iselin utilisé lors de la fracture de Bennett : la broche proximale va du premier au deuxième rayon, elle maintient la hauteur ; la seconde va du deuxième au premier rayon, elle maintient l'abduction.

qui alourdit l'intervention, en particulier les suites opératoires ; c'est pourquoi nous recommandons de la pratiquer à la demande.

L'abducteur long du pouce, ou les abducteurs du pouce, sont disséqués jusqu'à leur entrée dans la première coulisse puis identifiés en amont de celle-ci jusqu'à la jonction musculaire. Si plusieurs tendons sont présents, le plus approprié est choisi en fonction de l'ancrage à la base du premier métacarpien. C'est celui qui présente la meilleure fixation à ce niveau qu'il faut choisir. Sinon, on isole une languette du tendon le plus massif. On s'efforce dans la mesure du possible de ne pas ouvrir la première coulisse, mais de préparer le tendon en le faisant glisser d'avant en arrière, puis d'arrière en avant, tout en le sectionnant dans l'axe des fibres. La longueur de la languette tendineuse ne doit pas être inférieure à 5 cm.

L'extrémité du tendon réséqué est passée soit au travers de l'abducteur du pouce restant afin d'en garantir la course, soit, si cela s'avère incertain, au travers d'un trou foré à la base du premier métacarpien, de dorsal en palmaire. Un trou de glissement de palmaire en dorsal est ensuite foré (mèche de 2,7 mm) à la base du deuxième métacarpien, trou à travers duquel on passe le tendon. Ceci crée une sorte de hamac soutenant le premier métacarpien solidement fixé à son point d'ancrage à la base du pouce. Le réglage de la tension du hamac se fait à la demande lors de la fixation du tendon selon la technique de Pulvertaft au tendon de l'extensor carpi radialis longus avec du fil 3/0 ou 4/0. Il faut veiller à ne pas trop tendre la suspension, une tension trop importante pouvant induire d'importantes douleurs résiduelles nécessitant une reprise ^[42].

Nous n'utilisons pas de fil non résorbable à cause du risque de granulomes toujours possibles avec ce matériau.

En cas d'adductorotomie, il faut assurer la pérennité de la position du premier rayon par brochage, cette fixation allant du premier au deuxième métacarpien en proximal et inversement en distal selon la technique qu'Iselin a proposée pour le traitement des fractures de la base du premier rayon (fig 9). Ceci permet non seulement d'assurer une position idéale d'abduction, mais encore et surtout d'éviter une récurrence de la contracture de l'adducteur, et éventuellement du premier interosseux dorsal.

Pièges chirurgicaux

Une lésion du nerf radial ou d'une de ses branches est toujours possible. En effet, tant le trajet du nerf que celui de ses subdivisions varient d'un sujet à l'autre. Il importe à ce propos de préciser que l'incision en ligne brisée ne concerne que la peau proprement dite, non le tissu sous-cutané. À ce niveau, l'incision est parallèle au trajet du nerf et de ses branches qu'il faut identifier, mais éviter de dénuder. Seule la conservation du tissu adipeux autour du nerf permet d'en sauvegarder la mobilité physiologique, partant d'éviter une fixation de ses branches nerveuses au plan profond. On sait aujourd'hui qu'un nerf fixé au plan profond peut être source de douleurs résiduelles gênantes, voire invalidantes, lors des mouvements de flexion-extension. Cette gêne se manifeste le plus



10 Attelle dynamique d'abduction. Il faut prendre soin de mettre la sangle sous la tête du métacarpien comme le montre le cliché.

souvent sous forme de paresthésies, d'hyperesthésies ou de brûlures et, cliniquement, le nerf est sensible à la percussion (pseudo-Tinel).

L'excision du trapèze est délicate ; elle demande une dissection précise et soignée, en particulier lors de l'emploi du ciseau permettant de scinder le trapèze afin d'en faciliter l'excision. C'est lors de cette manœuvre que le chirurgien sectionne le plus souvent le flexor carpi radialis. C'est pourquoi nous recommandons de veiller à ce que l'axe de la lame reste parallèle à la course du tendon que l'on distingue clairement après la résection du trapèze. La fraise à os n'est pas recommandée ; elle peut favoriser l'apparition d'ossification périarticulaire induite par les résidus osseux qu'une irrigation, même minutieuse, ne peut éliminer totalement.

Une résection trop importante de la base du trapézoïde peut affaiblir son soutien à l'appui du deuxième métacarpien. Nous n'avons jamais pratiqué d'arthrodèse entre le trapézoïde et le deuxième métacarpien suite à un effondrement du trapézoïde ; néanmoins, il ne faut pas ignorer cette possibilité qui a été observée dans l'unité de chirurgie de la main de la clinique universitaire de Genève. En cas d'effondrement, on peut aussi pratiquer une arthrodèse entre la base du deuxième et du troisième métacarpien.

Traitement postopératoire

Il demande de tenir compte à la fois des douleurs et de la physiologie. C'est cette dernière qui détermine les grandes lignes thérapeutiques, car la grande variabilité des états douloureux rend tout schéma rigide de rééducation aléatoire. En effet, les plaintes ou la satisfaction du patient déterminent les étapes thérapeutiques. Mais la douleur n'est pas seule à moduler la rééducation ; il faut tenir compte des réactions fibreuses, très variables d'un sujet à l'autre ^[9], de la physiologie musculaire (en cas d'adductorotomie) et des forces résultantes, elles-mêmes déterminées par la position finale du pouce. Il faut transmettre cette connaissance au patient et au thérapeute, afin qu'il comprenne bien que la mobilisation du collagène et les douleurs ne font pas toujours bon ménage. Le kinésithérapeute doit donc être un observateur attentif du patient (résistance, humeur, épuisement) et de sa main (œdème, tuméfaction, enraidissement, discoloration, tendance aux rétractions). Seule une attention de tous les instants lui permet de combiner mobilisation/immobilisation de façon optimale.

On peut affirmer sans crainte que l'adductorotomie exige 6 semaines d'immobilisation en abduction par broches. Après ablation de celle-ci, une attelle dynamique d'abduction correctement placée est nécessaire (fig 10). Ce genre d'attelle demande beaucoup de doigté, car la première commissure fait obstacle à un appui correct des sangles sur la tête du premier métacarpien tandis que l'hyperextension de la métacarpophalangienne favorise un glissement du matériel en distal, et par là une récurrence du pouce

adductus et une aggravation de l'hyperextension de la métacarpophalangienne. La rééducation peut donc être comparée à une navigation entre connaissances, dextérité et observation. Dans les cas les plus favorables, la rééducation, pas toujours nécessaire, demande 3 mois au plus, mais 12 mois peuvent s'avérer nécessaires, surtout en cas d'œdème et de douleurs chroniques, éléments favorisant l'apparition d'une dystrophie synonyme de contracture. C'est la raison pour laquelle nous n'hésitons pas à utiliser le Neurontin®, en prenant soin de ne pas dépasser la dose journalière de 100 mg au début du traitement. Il est possible d'augmenter progressivement les doses, mais par paliers successifs et prolongés de 1 semaine au moins. L'intensité ou la fréquence des dystrophies ou des douleurs ne sont pas spécifiques de la technique ; en effet Kapandji rapporte 40 % (huit cas sur 20) de suites opératoires douloureuses pour sa prothèse en cardan dont l'implantation apparaît relativement aisée. Ce chiffre apparaît relativement élevé comparé à notre expérience avec les prothèses de la Caffinière [22]. L'avantage de la suspension est d'éviter une seconde intervention, ce qui est loin d'être la règle avec les implants quels qu'ils soient.

Références

- [1] Adams BD, Unsell RS, McLaughlin P. Niebauer trapeziometacarpal arthroplasty. *J Hand Surg Am* 1990 ; 15 : 487-492
- [2] Amadio PC, De Silva SP. Comparison of the results of trapeziometacarpal arthrodesis and arthroplasty in men with osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint. *Ann Chir Main* 1990 ; 9 : 358-363
- [3] Amadio PC, Millender LH, Smith RJ. Silicone spacer or tendon spacer for trapezium resection arthroplasty: comparison of results. *J Hand Surg Am* 1982 ; 7 : 237-244
- [4] Atroshi I, Axelsson G. Extensor carpi radialis longus tendon arthroplasty in the treatment of primary trapeziometacarpal arthrosis. *J Hand Surg Am* 1997 ; 22 : 419-427
- [5] Bamberger HB, Stern PJ, Kiefhaber TR, McDonough JJ, Cantor RM. Trapeziometacarpal joint arthrodesis: a functional evaluation. *J Hand Surg Am* 1992 ; 17 : 605-611
- [6] Belcher HJ, Nicholl JE. A comparison of trapeziectomy with and without ligament reconstruction and tendon interposition. *J Hand Surg Br* 2000 ; 25 : 350-356
- [7] Boeckstyns ME, Sinding A, Elholm KT, Rechnagel K. Replacement of the trapezio-metacarpal joint with a cemented (Caffinière) prosthesis. *J Hand Surg Am* 1989 ; 14 : 83-89
- [8] Bouchlis G, Bhatia A, Asfazadourian H, Touam C, Vacher C, Oberlin C. Distal insertions of abductor pollicis longus muscle and arthritis of the first carpometacarpal joint in 104 dissections. *Ann Chir Main* 1997 ; 16 : 326-338
- [9] Brand PW, Thompson DE. Mechanical resistance. In : Brand PW, Hollister A eds. *Clinical mechanics of the hand*. St Louis : Mosby Year Book, 1993 : 92-128
- [10] Brunelli G, Monini J, Brunelli F. Stabilisation de l'articulation trapézo-métacarpienne dans les instabilités et les rhizarthroses débutantes. In : Saffar P éd. *La rhizarthrose*. Paris : Expansion Scientifique Française, 1990 : 88-92
- [11] Carrol RE. Arthrodesis of the carpo-metacarpal joint of the thumb. A review of patients with a long postoperative period. *Clin Orthop* 1987 ; 220 : 106-110
- [12] Cavallazzi RM, Spreafico G. Trapezio-metacarpal arthrodesis today: why? *J Hand Surg Br* 1986 ; 11 : 250-254
- [13] Chamay A, Piaget-Morerod F. Arthrodesis of the trapeziometacarpal joint. *J Hand Surg Br* 1994 ; 19 : 489-497
- [14] Cooney W, Chao E. Biomechanical analysis of static forces in the thumb during hand function. *J Bone Joint Surg Am* 1977 ; 59 : 27
- [15] Dahr S, Gray IC, Jones WA, Beddow FH. Simple excision of the trapezium for osteoarthritis of the carpometacarpal joint of the thumb. *J Hand Surg Br* 1994 ; 19 : 485-488
- [16] Eaton RG, Littler W. Ligament reconstruction for the painful thumb carpo-metacarpal joint. *J Bone Joint Surg Am* 1973 ; 55 : 1665-1666
- [17] Epping W, Noack G. Die operative Behandlung der Sattelgelenkarthrose. *Handchirurgie* 1983 ; 15 : 168-176
- [18] Foucher G, Lanzetta M, Van Overstraeten L. Comparaison des techniques de traitement de la rhizarthrose du pouce. À propos de 98 cas. *Chirurgie* 1993 ; 119 : 586-589
- [19] Gervis WH. A review of excision of the trapezium for osteoarthritis of the trapezo-metacarpal joint. *J Bone Joint Surg Br* 1973 ; 55 : 56-57
- [20] Goldberg D, Menkes CJ. La rhizarthrose vue par le rhumatologue. In : Saffar P éd. *La rhizarthrose*. Paris : Expansion Scientifique Française, 1990 : 69-73
- [21] Goldner JL, Clippinger FW. Excision of the greater multangular bone as an adjunct to mobilization of the thumb. *J Bone Joint Surg Am* 1959 ; 41 : 609-625
- [22] Guggenheim-Gloor PR, Wachtl SW, Sennwald GR. Prosthetic replacement of the first carpometacarpal joint with a cemented ball and socket prosthesis. *Hanchir Mikrochir Plast Chir* 2000 ; 32 : 134-137
- [23] Hollevoet N, Kinnen L, Moermans JP, Ledoux P. Excision of the trapezium for osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint of the thumb. *J Hand Surg Br* 1996 ; 21 : 458-462
- [24] Holmberg J, Lundborg G. First metacarpal osteotomy for trapeziometacarpal osteo arthritis. *Scand J Plast Reconstr Surg and Hand Surg* 1996 ; 30 : 67-70
- [25] Irwin SA, Maffuli N, Chesney RB. Scapho-trapezoid arthritis. A cause of residual pain after arthroplasty of the trapezio-metacarpal joint. *J Hand Surg Br* 1995 ; 20 : 346-352
- [26] Iselin F, Medina J, Audren JL, Stephan E. Le traitement de la rhizarthrose par implant en silicone de Swanson. *Ann Chir Main* 1989 ; 8 : 230-233
- [27] Ishida O, Ikuta Y. Trapeziometacarpal joint arthrodesis for the treatment of arthrosis. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2000 ; 34 : 245-248
- [28] Isselin J. La prothèse ARPE, résultats préliminaires. *Chir Main* 2001 ; 20 : 89-92
- [29] Kapandji A. La prothèse cardan souple de l'articulation trapézo-métacarpienne. In : Saffar P éd. *La rhizarthrose*. Paris : Expansion Scientifique Française, 1990 : 154-162
- [30] Kapandji AI, Heim U. L'ostéotomie de réorientation de la selle trapézienne. *Chir Main* 2002 ; 21 : 121-133
- [31] Kapandji TG, Kapandji AI. Nouvelles données radiologiques sur la trapézo-métacarpienne. Résultats sur 330 dossiers. *Ann Chir Main* 1993 ; 12 : 263-274
- [32] Karlsson MK. Arthrodesis of the trapeziometacarpal joint. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1991 ; 25 : 167-171
- [33] Kleinerman WB, Eckenrode JF. Tendon suspension sling arthroplasty for thumb trapeziometacarpal arthritis. *J Hand Surg Am* 1991 ; 16 : 983-991
- [34] LeViet D, Kerboull L, Lantieri LA, Collins DE. Stabilized resection arthroplasty by an anterior approach in trapeziometacarpal arthritis: results and surgical technique. *J Hand Surg Am* 1996 ; 21 : 194-201
- [35] McGovern RM, Shin AY, Beckenbaugh RD, Linscheid RL. Long-term results of cemented Steffee arthroplasty of the thumb metacarpophalangeal joint. *J Hand Surg Am* 2001 ; 26 : 115-122
- [36] Michon J. La première commissure dans la rhizarthrose. In : Saffar P éd. *La rhizarthrose*. Paris : Expansion Scientifique Française, 1990 : 163-166
- [37] Molitor PJ, Emery RJ, Meggitt BF. First metacarpal osteotomy for carpo-metacarpal osteoarthritis. *J Hand Surg Br* 1991 ; 16 : 424-427
- [38] Moutet F, Lebrun C, Mabart P, Sartorius C. La prothèse Roseland. *Chir Main* 2001 ; 20 : 79-84
- [39] Murley AH. Excision of the trapezium in osteoarthritis of the first carpo-metacarpal joint. *J Bone Joint Surg Br* 1960 ; 42 : 502-507
- [40] Nylen S, Juhlin LJ, Lugnegard H. Weilby tendon interposition arthroplasty for osteoarthritis of the trapezial joints. *J Hand Surg Br* 1987 ; 12 : 68-72
- [41] Oka Y, Ikeda M. Silastic interposition arthroplasty for osteoarthritis of the carpometacarpal joint of the thumb. *Tokai J Exp Clin Med* 2000 ; 25 : 15-21
- [42] Parves PO, Egloff DV. Chirurgie de la rhizarthrose : étude rétrospective et recherche d'un algorithme. *Chir Main* 2001 ; 20 : 351-361
- [43] Peimer CA. Long-term complications of trapeziometacarpal silicone arthroplasty. *Clin Orthop* 1987 ; 220 : 86-98
- [44] Pellegrini VD Jr. Osteoarthritis of the thumb trapeziometacarpal joint: a study of the pathophysiology of articular cartilage degeneration. I. Anatomy and pathology of the aging joint. *J Hand Surg Am* 1991 ; 16 : 967-974
- [45] Pellegrini VD Jr. Osteoarthritis of the thumb trapeziometacarpal joint: a study of the pathophysiology of articular cartilage degeneration. II. Articular wear patterns in the osteoarthritic joint. *J Hand Surg Am* 1991 ; 16 : 975-982
- [46] Pellegrini VD Jr, Burton RL. Surgical management of basal joint arthritis of the thumb. Part I. Long-term results of silicone implant arthroplasty. *J Hand Surg Am* 1986 ; 11 : 309-324
- [47] Pellegrini VD Jr, Parentis M, Judkins A, Olmstead J, Olcott C. Extension metacarpal osteotomy in the treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis: a biomechanical study. *J Hand Surg Am* 1996 ; 21 : 16-23
- [48] Poppen NK, Niebauer JJ. "Tie-in" trapezium prosthesis: long-term results. *J Hand Surg Am* 1978 ; 3 : 445-450
- [49] Rutegard JN, Eriksson C, Olsson K. Tendon arthroplasty for treatment of the trapeziometacarpal arthrosis. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1994 ; 28 : 295-298
- [50] Ryckwewaert A. Rhumatologie, pathologie osseuse et articulaire. Paris : Médecine-Sciences Flammarion, 1987
- [51] Sennwald G. Silastic et synovialite. *Schweiz Med Wochenschr* 1989 ; 119 : 1010-1012
- [52] Stark HH, Moore JF, Ashworth CR, Boyes JH. Fusion of the first metacarpophalangeal joint for degenerative arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 1977 ; 59 : 22-26
- [53] Swanson AB, Degroot Swanson G, Watermeier JJ. Trapezium implant arthroplasty. Long-term evaluation of 150 cases. *J Hand Surg Am* 1981 ; 6 : 125-141
- [54] Thompson JM. La suspension-plastie : une méthode d'arthroplastie trapézo-métacarpienne. In : Saffar P éd. *La rhizarthrose*. Paris : Expansion Scientifique Française, 1990 : 93-101
- [55] Tomaino MM, Coleman K. Use of the entire width of the flexor carpi radialis tendon for the ligament reconstruction tendon interposition arthroplasty does not impair wrist function. *Am J Orthop* 2000 ; 29 : 283-284
- [56] VanInnis Thys R, Lebrun A, Hollaert G, Detournay M. La résection du trapèze pour le traitement de la rhizarthrose. *Ann Chir Main* 1983 ; 2 : 365-367
- [57] Vandembroucke J, De Schrijver F, De Smet L, Fabry G. Simple trapeziectomy for treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis of the thumb. *Clin Rheumatol* 1997 ; 16 : 239-242
- [58] Varley GW, Calvey J, Hunter JB, Barton NJ, Davis TR. Excision of the trapezium for osteoarthritis at the base of the thumb. *J Bone Joint Surg Br* 1994 ; 76 : 964-968
- [59] Wachtl SW, Sennwald GR. Non cemented replacement of the trapeziometacarpal joint. *J Bone Joint Surg Br* 1996 ; 78 : 787-792
- [60] Wilson JN. Basal osteotomy of the first metacarpal in the treatment of arthritis of the carpo-metacarpal joint of the thumb. *Br J Surg* 1973 ; 60 : 854-858
- [61] Wilson JN, Bossley CJ. Osteotomy in the treatment of the osteo arthritis of the first carpometacarpal joint. *J Bone Joint Surg Br* 1983 ; 65 : 179-181
- [62] Zancolli EA. The trapeziometacarpal joint. Tenotomy of the accessory tendons in early osteoarthritis. *Hand Clin* 2001 ; 17 : 13-43

Arthroscopie du poignet.

Technique, aspects normaux

L. De Smet

L'arthroscopie du poignet est un outil majeur dans l'exploration de cette articulation complexe, avec ses limites et de possibles complications. Il est indispensable que l'examen soit correctement conduit sur le plan technique, avec une attention particulière aux voies d'abord et mouvements intra-articulaires, tests dynamiques et sondage. L'investigation doit être exhaustive, avec usage d'une check-list, de dessins et de clichés. La connaissance de l'anatomie et de ses variantes, des processus normaux de vieillissement, des types de lésions et la reconnaissance des spécificités de la maladie est la pierre angulaire d'un examen efficace.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Poignet ; Arthroscopie ; Ligaments ; TFCC ; Carpe ; Cartilage

Plan

| | |
|-------------------------------------|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Matériel | 1 |
| ■ Anatomie externe et voies d'abord | 2 |
| ■ Préparation | 4 |
| ■ Exploration normale | 5 |
| ■ Indications et observations | 5 |
| ■ Complications et limitations | 5 |
| ■ Atlas des structures normales | 5 |
| ■ Conclusion | 5 |

■ Introduction

L'arthroscopie des grosses articulations (genou, épaule) a sans aucun doute profondément modifié le diagnostic et le traitement de la grande majorité des pathologies intra-articulaires. Pour ce qui concerne le poignet, ce n'est pas avant les années 1980 que les instruments adaptés ont pu être disponibles, et que les voies, l'anatomie superficielle et l'anatomie intra-articulaire ont été décrites. Au cours de la dernière décennie, cette technique est devenue une procédure établie pour le diagnostic et le traitement (chirurgical) des pathologies du poignet ; certains auteurs la considèrent même comme la technique de choix. En tout état de cause, non seulement elle est devenue un instrument extrêmement efficace, mais elle a également contribué à enrichir notre connaissance des propriétés mécaniques et de la pathologie du poignet.

Un grand nombre d'articles ont été publiés sur l'intérêt, les indications et les aspects généraux de l'arthroscopie [1-14]. L'arthroscopie du poignet nous permet d'examiner le cartilage des articulations radiocarpienne, médiocarpienne et même radio-ulnaire distale, le complexe fibrocartilagineux triangulaire

(CFCT ou TFCC des Anglo-Saxons) et la synoviale, ainsi que les ligaments capsulaires. L'examen et la mobilisation du poignet permettent de mettre en évidence des instabilités. La valeur diagnostique de cette technique est supérieure à l'imagerie conventionnelle, à l'arthrographie et même à l'imagerie par résonance magnétique (IRM) [15-26]. Des instruments sophistiqués ont été développés pour effectuer les corrections chirurgicales dans plusieurs pathologies et traumatismes [27-30].

Cependant, la découverte d'une lésion n'est pas suffisante pour expliquer la symptomatologie du patient. L'élément essentiel d'un diagnostic correct reste un recueil soigneux des antécédents et un examen clinique complet, ainsi que l'étude des radiographies et des autres techniques d'imagerie. Ce n'est que lorsque l'ensemble de ces examens est concordant que le diagnostic définitif peut être posé, et que le traitement adapté peut être proposé ou effectué.

L'arthroscopie nécessite une maîtrise de l'anatomie, une compréhension des principes de base de l'arthroscopie, une expérience du maniement des instruments ainsi qu'une connaissance des limites et des complications de cette technique.

■ Matériel

La taille réduite du poignet nécessite des instruments appropriés [27-29]. Un petit arthroscope de poignet présente un corps de petite taille (50 à 60 mm), un diamètre de 2,7 ou de 2,9 mm, et un angle compris entre 20° et 30° (Fig. 1). Pour les très petits poignets, les arthroscopies de l'articulation radio-ulnaire distale et des articulations carpométacarpiennes, un endoscope de diamètre de 1,5 ou 2 mm peut être utile. L'endoscope doit être connecté par une petite caméra à un système vidéo, et muni d'une imprimante pour la conservation des images.

Les autres instruments sont : un palpeur, des pinces présentant différents angles et un équipement motorisé (petits « shavers ») (Fig. 2). Les « shavers » contiennent une pompe



Figure 1. Petit endoscope de 2,7 mm.

aspirante intégrée. Pour le poignet, des résecteurs synoviaux pour le radius de 2,0 à 2,9 mm et une fraise de 3,0 ou de 3,5 mm sont suffisants pour la plupart des procédures.

Le premier objectif est d'obtenir une vue satisfaisante des articulations. La visualisation est facilitée par la distension de l'articulation. Plusieurs systèmes de traction sont disponibles, composés de poids, de poulies et de contrepoids. La technique la plus directe consiste à suspendre la main, les doigts fixés au plafond, et d'appliquer un contrepoids sur le bras ou de recourir au système de traction plus classique utilisé pour l'arthroscopie de l'épaule (Fig. 3). Des procédés plus sophistiqués nécessitent cependant des systèmes de traction plus adaptés (notamment les tours de traction) afin de combiner l'arthroscopie, les procédures mini-invasives et le contrôle radiographique avec un bras en C.

En fonction de la pathologie suspectée, les fixations des doigts peuvent être placées sur l'index et le médium ou bien sur l'annulaire et l'auriculaire. Les voies d'abord et les références anatomiques sont dessinées sur la peau après l'application de la traction (Fig. 4).

Bien que certains auteurs aient récemment suggéré une arthroscopie « à sec » [31], une irrigation doit être effectuée dans la majorité des cas. L'irrigation utilisant la gravité est la technique la plus fréquemment employée. Des pompes sous pression sont disponibles, mais elles doivent être utilisées avec précaution pour éviter une extravasation. Un flux entrant et un flux sortant continus sont nécessaires pour nettoyer l'intérieur d'une articulation, et retirer le sang et les débris. Le flux entrant passe par la gaine arthroscopie, et le flux sortant par une aiguille de calibre 18.

Dans la mesure où les pannes mécaniques constituent la complication la plus fréquente, il est nécessaire de vérifier l'équipement avant l'intervention. Un système de rechange, et plus particulièrement un endoscope de rechange, doit être disponible.

■ Anatomie externe et voies d'abord

La plupart des voies d'abord se trouvent sur la face dorsale du poignet [32-36]. Une connaissance approfondie de tous les détails anatomiques de cette région est indispensable [37-39]. La plupart des repères osseux, notamment la styloïde radiale et la styloïde de l'ulna, la crête oblique de la face postérieure du radius (tubercule de Lister) et même le bord dorsal du radius, peuvent facilement être palpés (Fig. 4A). Les tendons extenseurs sont pour la plupart clairement visibles. Les veines dorsales sont facilement observées. Toutefois, les autres structures doivent être devinées, plutôt que palpées ou visualisées : la branche profonde



Figure 2. Matériel ancillaire : palpateur (A), pincettes de préhension (B, C).



Figure 3. « Traction simple ».

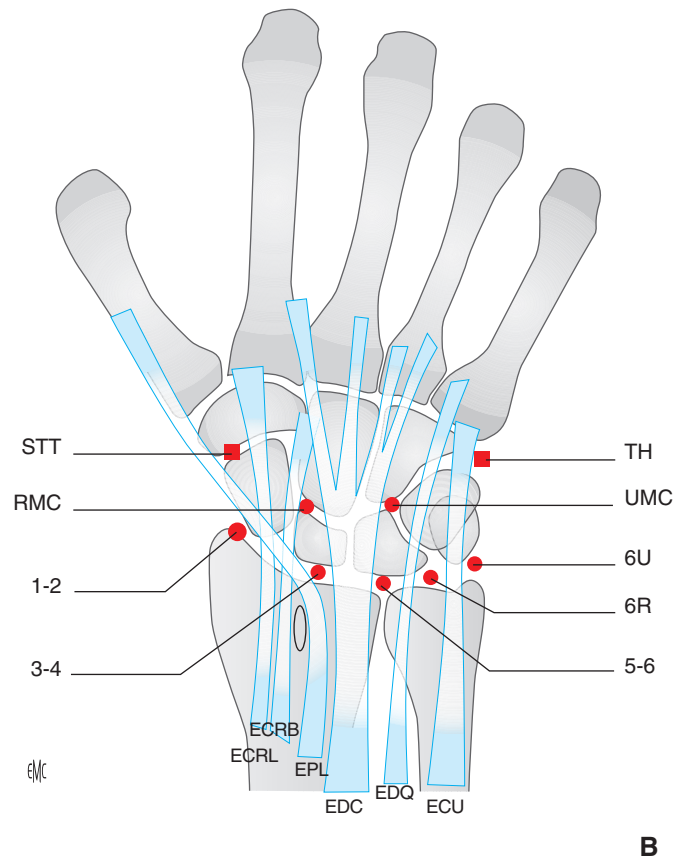
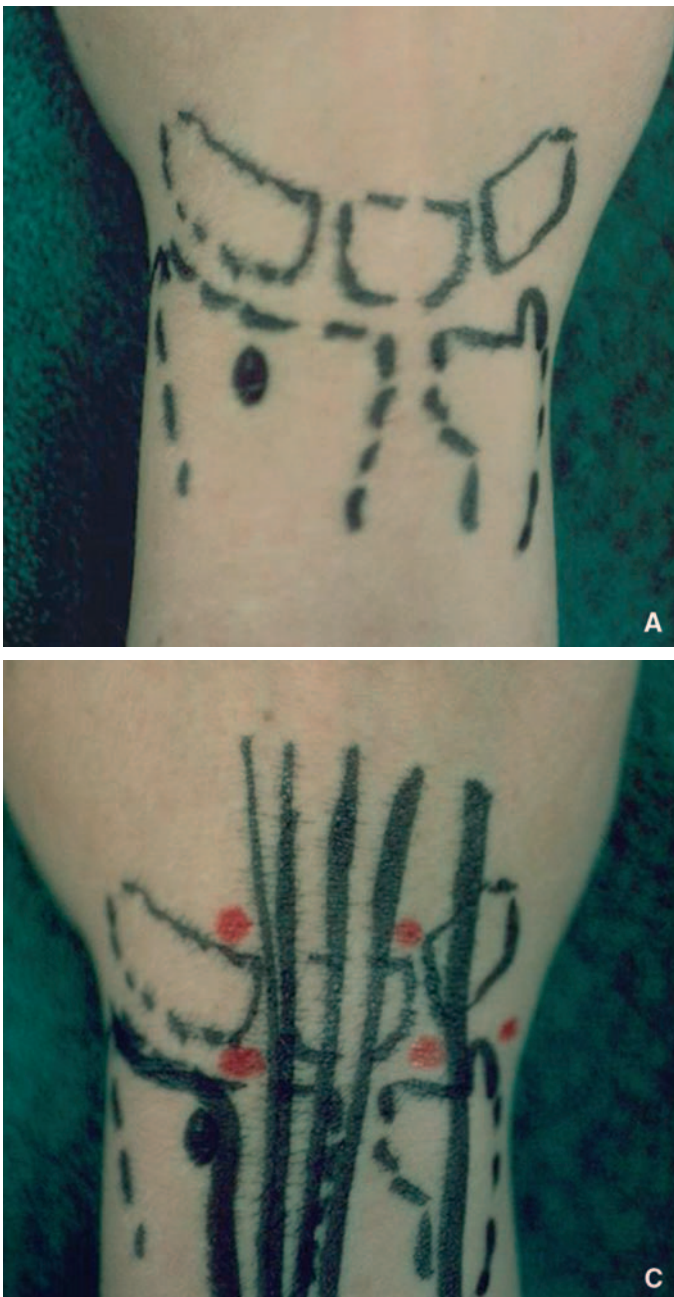


Figure 4. Repères anatomiques.

A. Le point représente la crête oblique de la face postérieure du radius.
B. Présentation schématique. STT : articulation scapho-trapézoïdo-trapézoïde ; RMC : voie radiale médiocarpienne ; ECRB : extensor carpi radialis brevis ; ECRL : extensor carpi radialis longus ; EPL : extensor pollicis longus ; EDC : extensor digitorum communis ; EDQ : extensor digitorum quintus ; ECU : extensor carpi ulnaris ; TH : triquetrum hamatum ; UMC : voie ulnaire médiocarpienne.
C. Dessins in vivo.

de l'artère radiale, les branches superficielles (sensitives) du nerf radial et du nerf cubital. Si le poignet est gonflé ou gras, il est nécessaire d'être particulièrement attentif.

Plusieurs voies d'abord ont été décrites : cinq voies dorsales et au moins une voie palmaire pour les articulations radiocarpiales, quatre pour les articulations médiocarpiales et deux pour l'articulation radio-ulnaire distale. Pour les articulations radiocarpiales, elles sont dénommées selon leur relation avec les compartiments des tendons extenseurs : du radius vers le cubitus : 1-2, 3-4, 4-5, 6R (radiale) et 6U (ulnaire). Les voies médiocarpiales sont les suivantes : STT (scapho-trapézo-trapézoïde), la voie médiocarpienne radiale, la voie médiocarpienne ulnaire et la voie TH (« triquetrum hamatum », hamato-triquétrale).

La voie 3-4 est celle à mettre en place en premier, et constitue la voie principale pour la plupart des arthroscopies. Elle est située 1 cm en distal du tubercule de Lister, où se trouve souvent une petite dépression (*soft point* des Anglo-Saxons). Sa position varie entre le 3^e et le 4^e compartiment. Lorsqu'un trocart est introduit, il est nécessaire de connaître l'inclinaison du radius distal : normalement comprise entre 10° et 15°, mais elle peut être modifiée dans certaines affections. La voie 4-5 est en situation ulnaire par rapport à la masse du tendon de

l'extenseur commun des doigts, à l'opposé de la voie 3-4. La voie 6R est située du côté radial et la voie 6U du côté ulnaire par rapport au cubital postérieur. La voie 6U est le plus fréquemment utilisée pour le flux sortant, tandis que la voie 4-5 ou 6R l'est pour le palpeur, le résecteur ou les pinces emporte-pièce.

La voie médiocarpienne radiale est située à 1 cm en distal de la voie 3-4 dans le prolongement du troisième métacarpien, sur un « soft point », et la voie médiocarpienne ulnaire est dans le prolongement du quatrième métacarpien. Il s'agit des voies d'abord de base à partir desquelles la majorité des structures peuvent être observées, palpées et traitées.

La voie 1-2 est distale par rapport à la styloïde radiale, les voies STT et TH sont encore plus difficiles à trouver et nécessitent une distension et une traction suffisantes, mais également des mains expérimentées. Les voies de l'articulation radio-ulnaire distale ne sont pas utilisées en routine : elles sont situées distalement et proximement par rapport à la tête du cubitus. La voie radiocarpale palmaire a été indiquée par Abe et al. [40], Slutsky [41] et Tham et al. [42], sur la base d'études anatomiques, à travers le lit de la gaine du grand palmaire. Cette voie permet une meilleure vue sur la capsule dorsale.

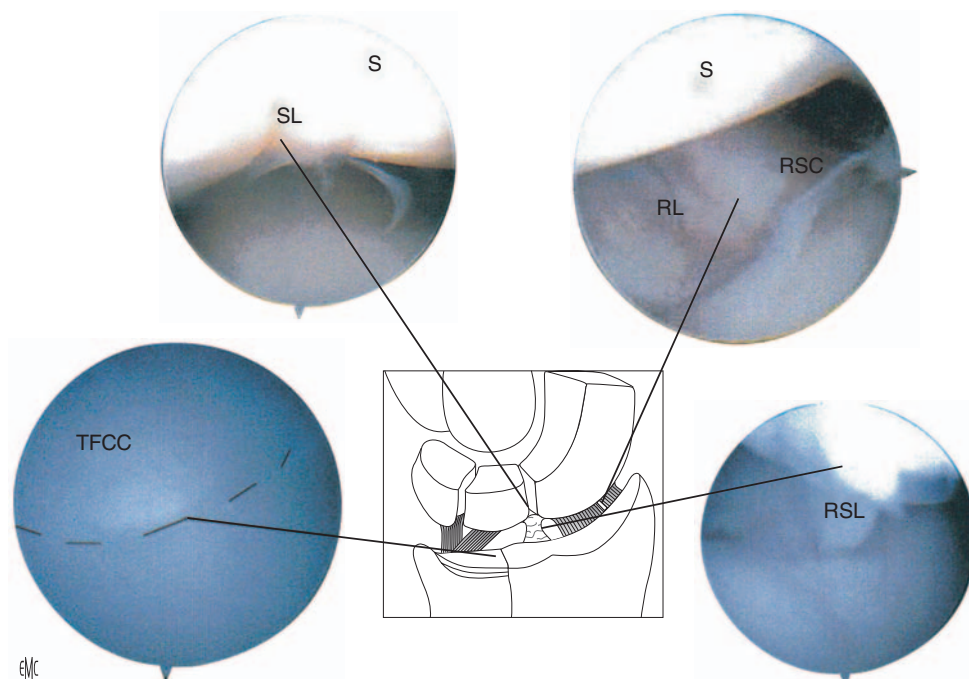


Figure 5. Exploration normale de l'articulation radiocarpienne. S : scaphoïde ; SL : ligament scapholunaire ; RL : ligament radio-lunaire ; RSL : ligament radio-scapho-lunaire (ligament de Testut et Kuentz) ; RSC : ligament radio-scapho-capital ; TFCC : complexe fibrocartilagineux triangulaire.

■ Préparation

Les principes de base pour une arthroscopie réussie sont les suivants :

- intégrer l'arthroscopie dans une approche générale de la pathologie du poignet ;
- fournir une bonne visualisation ;
- visualiser la totalité de l'articulation, ou consigner ce qui n'a pas été observé et pourquoi ;
- tester chaque articulation et palper ce que vous pouvez voir ;
- décrire toutes les lésions, et les reproduire par une impression ;
- décrire également les structures normales qui avaient été suspectées en phase préopératoire ;
- traiter les lésions traitables et/ou suggérer un plan de traitement ultérieur ;
- organiser une visite de suivi et planifier la phase postopératoire (traitement, rééducation).

Le patient est placé en décubitus dorsal et un système de traction est mis en place (Fig. 3). L'anesthésie générale est préférable, car une bonne relaxation musculaire est nécessaire, mais, dans des mains expérimentées, l'anesthésie régionale (blocage du plexus brachial) permet d'atteindre le même objectif. L'administration préopératoire d'antibiotiques n'est pas souvent nécessaire. La plupart du temps, un garrot est utilisé pour obtenir un champ opératoire exsangue. La mise en place des champs n'est pas toujours facile, et une certaine créativité peut s'avérer utile. Nous préférons que le chirurgien, l'assistant et l'infirmière soient du même côté, la table d'instrument se trouvant derrière eux ; l'équipement vidéo est placé du côté opposé.

Il est préférable que l'articulation soit distendue avant d'introduire le trocart. Une petite incision est effectuée au niveau de la voie 3-4, les tissus mous sont distendus à la pince hémostatique, puis la capsule articulaire est perforée à l'aide d'un trocart (mousse). L'articulation est rincée à l'eau, puis l'endoscope est introduit. La première structure visible est souvent le ligament radio-scapho-lunaire (ou ligament de Testut et Kuentz), qui s'apparente davantage à un méso qu'à un ligament robuste, et qui contient plusieurs vaisseaux sanguins. En déplaçant l'endoscope du côté radial, il est possible d'observer le contour convexe du scaphoïde, qui peut être suivi vers la styloïde radiale. En retournant du côté ulnaire, la surface

articulaire du radius (fossette scaphoïde) peut être évaluée. Le ligament scapholunaire est dans la projection du ligament de Testut et Kuentz ; il est possible d'évaluer son intégrité. La surface articulaire de la fossette du semi-lunaire est séparée de la fossette scaphoïde par une petite crête. Sur la face antérieure (palmaire), les ligaments capsulaires (radio-scapho-capital et radiolunaire) sont clairement visibles. La surface du TFCC apparaît davantage du côté ulnaire (Fig. 5). À ce stade, nous réalisons une seconde voie ; la voie 6R pour l'introduction d'un palpateur. Une voie de drainage peut être utile si la visibilité est obscurcie. Un palpateur est introduit par la voie 6R afin de palper la surface du TFCC : lorsqu'elle est intacte, un effet « trampoline » peut être ressenti ; toute la surface, et en particulier l'insertion ulnaire, doit être palpée. Généralement, sur le côté ulnaire, un petit récessus peut être observé, dans lequel le palpateur peut être introduit. Ce récessus styloïde ulnaire est une structure anatomique normale qui ne doit pas être confondue avec une avulsion ulnaire du TFCC [43]. En tournant l'endoscope, la surface articulaire du semi-lunaire (lunatum) et du pyramidal (triquetrum) peut être observée, ainsi que le ligament luno-triquétral. Lorsque cela n'est pas possible, le changement de l'endoscope en position plus ulnaire vers les voies 4-5 ou 6R permet souvent de mieux observer les os carpiens ulnaires. Une réexploration du compartiment radial avec le palpateur est ensuite effectuée : l'intégrité du ligament scapholunaire et la solidité du cartilage sont testées [44, 45]. Cette phase conclut l'inspection de l'articulation radiocarpienne.

La région médiocarpienne est ensuite explorée (Fig. 6). La voie médiocarpienne radiale est établie. Si une fuite de liquide est observée, cela indique une communication entre l'articulation radiocarpienne et les articulations médiocarpiennes (« arthrographie du pauvre »). Nous préférons effectuer une rapide observation sans liquide, afin de s'assurer que l'endoscope est bien en position intra-articulaire. Lorsque cela est le cas, la distension avec du liquide peut être mise en œuvre. La tête du grand os (capitulum) apparaît nettement, la surface concave du scaphoïde peut être suivie jusqu'à l'articulation STT. L'articulation scapholunaire est visible et, si la déviation ulnaire du poignet en permet l'ouverture, cela indique une lésion du ligament scapholunaire [1, 39, 45, 46]. En poursuivant du côté ulnaire, l'articulation lunotriquétrale et le pôle proximal de l'os crochu (hamatum) peuvent être visualisés [47]. Le ligament

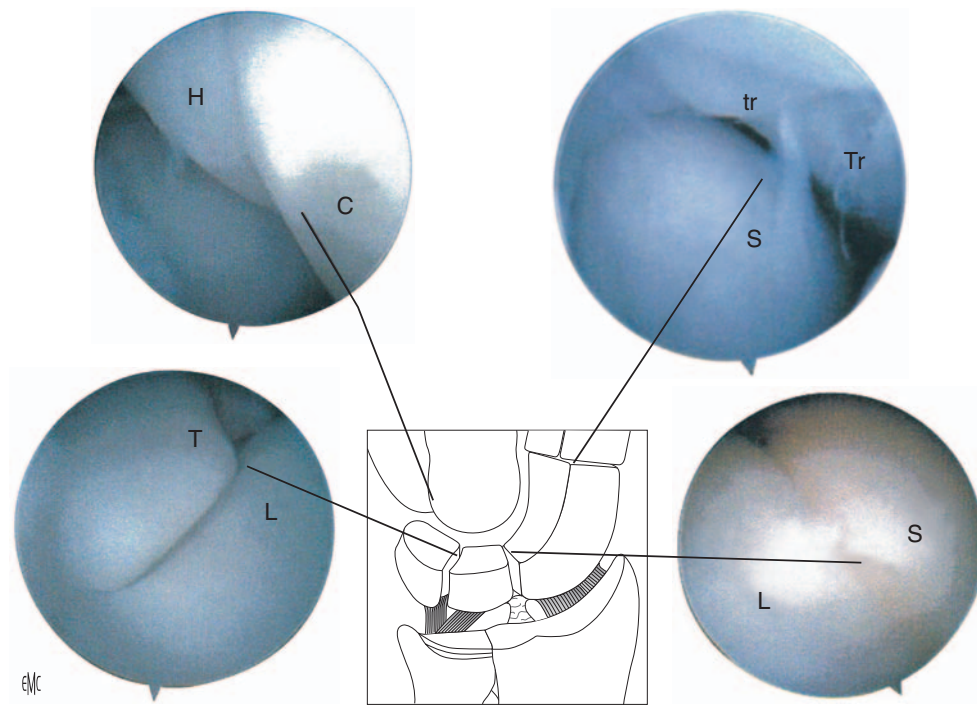


Figure 6. Exploration normale des articulations médiocarpiales. S : scaphoïde ; L : lunatum (semi-lunaire) ; T : triquetrum (pyramidal) ; C : capitulum (grand os) ; H : hamatum (os crochu) ; Tr : trapèze ; tr : trapézoïde.

lunotriquétal est testé par la mobilisation manuelle du pyramidal et du semi-lunaire pour rechercher un éventuel analogue du signe du tiroir antérieur (test de Reagan) et on remarque le déplacement [48-53].

Ceci achève le temps diagnostique. Après le rinçage de l'articulation avec une solution saline, un pansement compressif est mis en place : il n'est pas nécessaire de suturer les voies d'abord réalisées.

■ Exploration normale

Une exploration systématique, détaillée et précise est nécessaire ; une notification et une documentation détaillées, accompagnées d'une proposition de traitement, doivent être effectuées immédiatement après l'intervention. Des rendez-vous de consultations externes appropriées sont fixés pour le suivi des patients. Il n'est pas toujours facile de reconnaître les structures intra-articulaires, mais avec de la patience et de l'expérience, elles finissent par apparaître de façon plus évidente.

■ Indications et observations

Les indications d'une arthroscopie diagnostique du poignet sont très larges, mais elles doivent être envisagées dans le cadre d'une investigation globale de la pathologie. La connaissance des variantes anatomiques normales et du vieillissement normal des poignets est essentielle. Sur un grand nombre d'autopsies, un certain nombre de lésions cartilagineuses et ligamentaires ont été observées [54].

La principale indication est une douleur du poignet (du côté ulnaire), sans diagnostic clair et avec des résultats d'imagerie non concordants. En certaines circonstances (assurances ?), l'observation de l'absence de lésions doit être établie. En cas de suspicion de lésions ligamentaires (ligaments scapholunaire et lunotriquétal et/ou TFCC), une arthroscopie peut mettre en évidence l'étendue et la localisation spécifique de la lésion, et permettre la mise en œuvre d'un traitement. Les conditions

spécifiques nécessitant une arthroscopie sont notamment les suivantes : blocage du poignet, douleur persistante après une fracture du scaphoïde ou du radius distal. Les pathologies chroniques peuvent nécessiter une arthroscopie afin d'établir le stade de la maladie et d'étudier ses conséquences (arthrose) ou celles d'un traumatisme. Les lésions ou les déchirures cartilagineuses suspectées ne peuvent être complètement appréciées que par une visualisation directe. Bien entendu, lorsque le diagnostic a été posé, un traitement arthroscopique peut être proposé dans certaines affections (voir EMC 44350).

■ Complications et limitations

Les complications ne sont pas très différentes de celles observées dans la chirurgie générale de la main et l'arthroscopie générale. Les infections, le syndrome de douleur régionale complexe (SDRC) et les lésions accidentelles du cartilage, des nerfs ou des tendons restent très rares. Une infection est observée dans 0,07 % des cas. La complication la plus fréquente demeure cependant un dysfonctionnement du matériel : 0,1 %. Il s'agit de l'une des complications qui peuvent être évitées en prenant soin de l'endoscope (coûteux) et en disposant d'un système de rechange [55-61].

■ Atlas des structures normales

Malgré les nombreuses variantes anatomiques, certains points de repère normaux et constants peuvent être décrits (Fig. 4).

■ Conclusion

L'arthroscopie du poignet est un outil puissant pour l'exploration de cette articulation complexe. Comme avec toutes les autres méthodes, les avantages doivent être soupesés par rapport à ses limites et à ses complications éventuelles. Le poignet doit

être évalué afin de prévoir si des difficultés particulières sont à attendre. Il est nécessaire de définir les indications correctes, de connaître les limites de la technique et d'organiser le suivi. Une technique adéquate, qui tient compte avec soin des voies d'abord et des mouvements intra-articulaires, des tests dynamiques et la palpation permettent d'éviter des conclusions hâtives. L'objectif est d'effectuer une exploration complète, en s'appuyant sur une liste préétablie de vérifications, et documentée par des dessins et des photographies.

L'arthroscopie est une technique et elle doit être mise en corrélation avec les autres examens du poignet, mais elle reste une technique, et ne constitue pas une religion. Le chirurgien doit mettre en œuvre son intuition, ses connaissances et sa philosophie dans la prise en charge des pathologies du poignet.



Références

- [1] Abe Y, Katsube K, Tsue K, Doi K, Hattori Y. Arthroscopic diagnosis of partial scapholunate ligament tears as a cause of radial sided wrist pain in patients with inconclusive x-ray and MRI findings. *J Hand Surg [Br]* 2006;**31**:419-25.
- [2] Adolfsson L, Povlsen B. Arthroscopic findings in wrists with severe post-traumatic pain despite normal standard radiographs. *J Hand Surg [Br]* 2004;**29**:208-13.
- [3] Adolfsson L. Arthroscopic diagnosis of ligament lesions of the wrist. *J Hand Surg [Br]* 1994;**19**:505-12.
- [4] Chen YC. Arthroscopy of the wrist and finger joints. *Orthop Clin North Am* 1979;**10**:723-33.
- [5] De Smet L, Dauwe D, Fortems Y, Zachee B, Fabry G. The value of wrist arthroscopy. An evaluation of 129 cases. *J Hand Surg [Br]* 1996;**21**:210-2.
- [6] Hofmeister EP, Dao KD, Glowacki KA, Shin AY. The role of midcarpal arthroscopy in the diagnosis of disorders of the wrist. *J Hand Surg [Am]* 2001;**26**:407-14.
- [7] Palmer AK, Poehling GG, Viegas SF, Whipple TL. Wrist arthroscopy. *Contemp Orthop* 1991;**22**:565-601.
- [8] Povlsen B, Peckett WR. Arthroscopic findings in patients with painful wrist ganglia. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2001;**35**:323-8.
- [9] Preissler P, Feldkamp G. Arthroscopic image of wrist joint instability. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1996;**28**:233-8.
- [10] Rettig ME, Amadio PC. Wrist arthroscopy. Indications and clinical applications. *J Hand Surg [Br]* 1994;**19**:774-7.
- [11] Sennwald G. Diagnostic arthroscopy: indications and interpretation of findings. *J Hand Surg [Br]* 2001;**26**:241-6.
- [12] Terrill RQ. Use of arthroscopy in the evaluation and treatment of chronic wrist pain. *Hand Clin* 1994;**10**:593-603.
- [13] Van Heest AE. Wrist arthroscopy. *Scand J Med Sci Sports* 1995;**5**:2-6.
- [14] Wachtel SW, Sennwald GR. Arthroscopy of the wrist: diagnostic and therapeutic contribution. *Int Orthop* 1995;**19**:339-45.
- [15] Bille B, Harley B, Cohen H. A comparison of CT arthrography of the wrist to findings during wrist arthroscopy. *J Hand Surg [Am]* 2007;**32**:834-41.
- [16] Chung KC, Zimmerman NB, Travis MT. Wrist arthrography versus arthroscopy: a comparative study of 150 cases. *J Hand Surg [Am]* 1996;**21**:591-4.
- [17] Cooney WP. Evaluation of chronic wrist pain by arthrography, arthroscopy, and arthrotomy. *J Hand Surg [Am]* 1993;**18**:815-22.
- [18] De Smet L. Magnetic resonance imaging for diagnosing lesions of the triangular fibrocartilage complex. *Acta Orthop Belg* 2005;**71**:396-8.
- [19] Johnstone DJ, Thorogood S, Smith WH, Scott TD. A comparison of magnetic resonance imaging and arthroscopy in the investigation of chronic wrist pain. *J Hand Surg [Br]* 1997;**22**:714-8.
- [20] Meier R, Schmitt R, Krimmer H. Wrist lesions in MRI arthrography compared with wrist arthroscopy. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2005;**37**:85-9.
- [21] Morley J, Bidwell J, Bransby-Zachary M. A comparison of the findings of wrist arthroscopy and magnetic resonance imaging in the investigation of wrist pain. *J Hand Surg [Br]* 2001;**26**:544-6.
- [22] Oneson SR, Timins ME, Scales LM, Erickson SJ, Chamoy L. MR imaging diagnosis of triangular fibrocartilage pathology with arthroscopic correlation. *AJR Am Roentgenol* 1997;**168**:1513-8.
- [23] Pederzini L, Luchetti R, Soragni O, Alfarano M, Montagna G, Cerofolini E, et al. Evaluation of the triangular fibrocartilage complex tears by arthroscopy, arthrography, and magnetic resonance imaging. *Arthroscopy* 1992;**8**:191-7.
- [24] Roth JH, Haddad RG. Radiocarpal arthroscopy and arthrography in the diagnosis of ulnar wrist pain. *Arthroscopy* 1986;**2**:234-43.
- [25] Schadel-Hopfner M, Iwinska-Zelder J, Braus T, Bohringer G, Klose KJ, Gotzen L. MRI versus arthroscopy in the diagnosis of scapholunate ligament injury. *J Hand Surg [Br]* 2001;**26**:17-21.
- [26] Vanden Eynde S, De Smet L, Fabry G. Diagnostic value of arthrography and arthroscopy of the radiocarpal joint. *Arthroscopy* 1994;**10**:50-3.
- [27] Ekman EF, Poehling GG. Principles of arthroscopy and wrist arthroscopy equipment. *Hand Clin* 1994;**10**:557-66.
- [28] Roth JH, Poehling GG, Whipple TL. Hand instrumentation for small joint arthroscopy. *Arthroscopy* 1988;**4**:126-8.
- [29] Whipple TL. Powered instruments for wrist arthroscopy. *Arthroscopy* 1988;**4**:290-4.
- [30] Whipple TL, Marotta JJ, Powell 3rd JH. Techniques of wrist arthroscopy. *Arthroscopy* 1986;**2**:244-52.
- [31] del Pinal F, Garcia-Bernal FJ, Pisani D, Regalado J, Ayala H, Studer A. Dry arthroscopy of the wrist: surgical technique. *J Hand Surg [Am]* 2007;**32**:119-23.
- [32] Abrams RA, Petersen M, Botte MJ. Arthroscopic portals of the wrist: an anatomic study. *J Hand Surg [Am]* 1994;**19**:940-4.
- [33] Grechenig W, Peicha G, Fellingner M, Seibert FJ, Weiglein AH. Anatomical and safety considerations in establishing portals used for wrist arthroscopy. *Clin Anat* 1999;**12**:179-85.
- [34] Slutsky DJ. Distal radioulnar joint arthroscopy and the volar ulnar portal. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2007;**11**:38-44.
- [35] Whipple TL, Cooney 3rd WP, Osterman AL, Viegas SF. Wrist arthroscopy. *Instr Course Lect* 1995;**44**:139-45.
- [36] Whipple TL. Arthroscopy of the distal radioulnar joint. Indications, portals, and anatomy. *Hand Clin* 1994;**10**:589-92.
- [37] Berger RA. Arthroscopic anatomy of the wrist and distal radioulnar joint. *Hand Clin* 1999;**15**:393-413.
- [38] Bettinger PC, Cooney 3rd WP, Berger RA. Arthroscopic anatomy of the wrist. *Orthop Clin North Am* 1995;**26**:707-19.
- [39] Cooney WP, Dobyns JH, Linscheid RL. Arthroscopy of the wrist: anatomy and classification of carpal instability. *Arthroscopy* 1990;**6**:133-40.
- [40] Abe Y, Doi K, Hattori Y, Ikeda K, Dhawan V. A benefit of the volar approach for wrist arthroscopy. *Arthroscopy* 2003;**19**:440-5.
- [41] Slutsky DJ. Wrist arthroscopy through a volar radial portal. *Arthroscopy* 2002;**18**:624-30.
- [42] Tham S, Coleman S, Gilpin D. An anterior portal for wrist arthroscopy. Anatomical study and case reports. *J Hand Surg [Br]* 1999;**24**:445-7.
- [43] Dailey SW, Palmer AK. The role of arthroscopy in the evaluation and treatment of triangular fibrocartilage complex injuries in athletes. *Hand Clin* 2000;**16**:461-76.
- [44] Savoie 3rd FH. The role of arthroscopy in the diagnosis and management of cartilaginous lesions of the wrist. *Hand Clin* 1995;**11**:1-5.
- [45] Ruch DS, Siegel D, Chabon SJ, Koman LA, Poehling GG. Arthroscopic categorization of intercarpal ligamentous injuries of the wrist. *Orthopedics* 1993;**16**:1051-6.
- [46] Dautel G, Goudot B, Merle M. Arthroscopic diagnosis of scapho-lunate instability in the absence of X-ray abnormalities. *J Hand Surg [Br]* 1993;**18**:213-8.
- [47] Viegas SF. The lunatohamate articulation of the midcarpal joint. *Arthroscopy* 1990;**6**:5-10.
- [48] Fischer M, Sennwald G. Value of arthroscopy in diagnosis of carpal instability. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1993;**25**:39-41.
- [49] Huracek J, Troeger H. Wrist arthroscopy without distraction. A technique to visualise instability of the wrist after a ligamentous tear. *J Bone Joint Surg Br* 2000;**82**:1011-2.
- [50] Ruch DS, Poehling GG. Arthroscopic management of partial scapholunate and lunotriquetral injuries of the wrist. *J Hand Surg [Am]* 1996;**21**:412-7.
- [51] Ryu J, McCulloch PT. Use of arthroscopy in wrist instabilities. *Ortop Traumatol Rehabil* 2006;**8**:169-81.
- [52] Savoie 3rd FH, Grondel RJ. Arthroscopy for carpal instability. *Orthop Clin North Am* 1995;**26**:731-8.

- [53] Sennwald G, Fischer M, Jacob HA. Radio-carpal and medio-carpal arthroscopy in instability of the wrist. *Ann Chir Main Memb Super* 1993;**12**:26-38.
- [54] Fortems Y, de Smet L, Fabry G. Cartilaginous and ligamentous degeneration of the wrist. Anatomic study. *Ann Chir Main Memb Super* 1994;**13**:383-5.
- [55] Beredjiklian PK, Bozentka DJ, Leung YL, Monaghan BA. Complications of wrist arthroscopy. *J Hand Surg [Am]* 2004;**29**:406-11.
- [56] Culp RW. Complications of wrist arthroscopy. *Hand Clin* 1999;**15**: 529-35.
- [57] De Smet L. Pitfalls in wrist arthroscopy. *Acta Orthop Belg* 2002;**68**: 325-9.
- [58] del Pinal F, Herrero F, Cruz-Camara A, San Jose J. Complete avulsion of the distal posterior interosseous nerve during wrist arthroscopy: a possible cause of persistent pain after arthroscopy. *J Hand Surg [Am]* 1999;**24**:240-2.
- [59] Luchetti R, Atzei A, Rocchi L. Incidence and causes of failures in wrist arthroscopic techniques. *Chir Main* 2006;**25**:48-53.
- [60] Roure P, Fontes D. Complication and prevention of upper limb joints arthroscopy. *Chir Main* 2006;**25**(suppl1):S274-S279.
- [61] Tsu-Hsin Chen E, Wei JD, Huang VW. Injury of the dorsal sensory branch of the ulnar nerve as a complication of arthroscopic repair of the triangular fibrocartilage. *J Hand Surg [Br]* 2006;**31**:530-2.

L. De Smet, MD, PhD (luc.desmet@uz.kuleuven.ac.be).

Service d'orthopédie, Hôpital universitaire de Leuven, UZ Pellenberg Weligerveld 1, B3212 Pellenberg, Belgique.

Toute référence à cet article doit porter la mention : De Smet L. Arthroscopie du poignet. Technique, aspects normaux. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-349, 2008.

Disponibles sur www.em-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Chirurgie des affections dégénératives du poignet

F Schernberg

Résumé. – À l'heure actuelle, le traitement des lésions dégénératives du poignet ne se résume plus à la seule arthrodèse totale du poignet. Nous disposons actuellement de plusieurs interventions fiables permettant de conserver un secteur de mobilité utile. Il s'agit de la résection de la première rangée et des arthrodèses intracarpiennes, et tout particulièrement l'arthrodèse capitulolunaire ou l'arthrodèse des quatre coins. L'arthroplastie par prothèse totale n'a pas encore fait ses preuves.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

Les lésions d'arthrose post-traumatique constituent l'essentiel des affections dégénératives du poignet ; la chondrocalcinose étant la forme la plus habituelle des arthroses non traumatiques.

L'arthrose post-traumatique se rencontre le plus souvent au cours de l'évolution d'une pseudarthrose du scaphoïde (*scaphoid non union advanced collapse* ou SNAC wrist^[27]) ou d'une lésion du complexe ligamentaire scapholunaire (*scapho-lunate advanced collapse* ou SLAC wrist^[53]). Dans les deux cas, elle reste circonscrite au bloc radio-scapho-lunaire. Au début, la lésion siège uniquement à l'espace radioscapoïdien (stade I). Elle s'étend ensuite à l'espace médiocarpien et tout particulièrement à l'espace compris entre le lunatum et le capitatum (stade II) ; l'atteinte globale constituant le stade III.

Les autres localisations sont, en dehors de l'arthrose pérित्रapézienne, plus rares : arthrose ulnocarpienne, pisitriquetrangle, etc. Enfin, l'atteinte de la radio-ulnaire inférieure est caractérisée par son retentissement majeur sur la pronosupination.

Le traitement chirurgical des lésions dégénératives trouve son indication dans les formes douloureuses échappant au traitement médical. Au poignet, l'arthrodèse globale garde, encore de nos jours, tout son intérêt dans les cas d'arthrose globale (stade III). Dans les cas d'arthrose plus localisée, on dispose à l'heure actuelle de diverses possibilités permettant de conserver un bon secteur de mobilité : la résection arthroplastique et les arthrodèses intracarpiennes. Ces interventions présentent un intérêt d'autant plus grand que le secteur de mobilité utile du poignet est relativement faible^[5] et que l'arthroplastie par prothèse totale n'en est qu'à ses débuts.

Résection arthroplastique des os de la première rangée du carpe

Généralités

Le poignet comporte huit petits os disposés en deux rangées. La rangée proximale constituée par le scaphoïde, le lunatum et le triquetrum réalise un « ménisque articulé »^[43] mobile. La rangée distale est en revanche peu mobile. Ainsi, la résection de la première rangée permet de reconstituer une néoarticulation plus simple entre l'extrémité inférieure du radius et la deuxième rangée.

Cette intervention a été initialement réalisée dans le cas de séquelles d'infections^[36]. Dans un article faisant la revue des diverses interventions de résection au carpe, McLaughlin^[31] a souligné l'intérêt de la résection de la rangée proximale du carpe. Stamm^[50] a été le premier à l'utiliser dans le cadre d'une lésion d'arthrose du poignet.

Cette intervention a connu pendant longtemps un a priori défavorable. Cela est lié au fait qu'elle apparaît avant tout comme un geste d'exérèse et non comme une opération reconstructrice. Nous nous sommes intéressés depuis longtemps à cette technique^[46]. La fiabilité des résultats de nos cas ayant un recul de plus de 10 ans permet d'affirmer tout l'intérêt de cette technique.

Technique

Voie d'abord postérieure^[42, 46] (fig 1)

C'est la voie habituelle de cette technique. L'incision longitudinale et médiane légèrement arciforme est, à notre avis, idéale ; elle peut être facilement agrandie en cas de besoin.

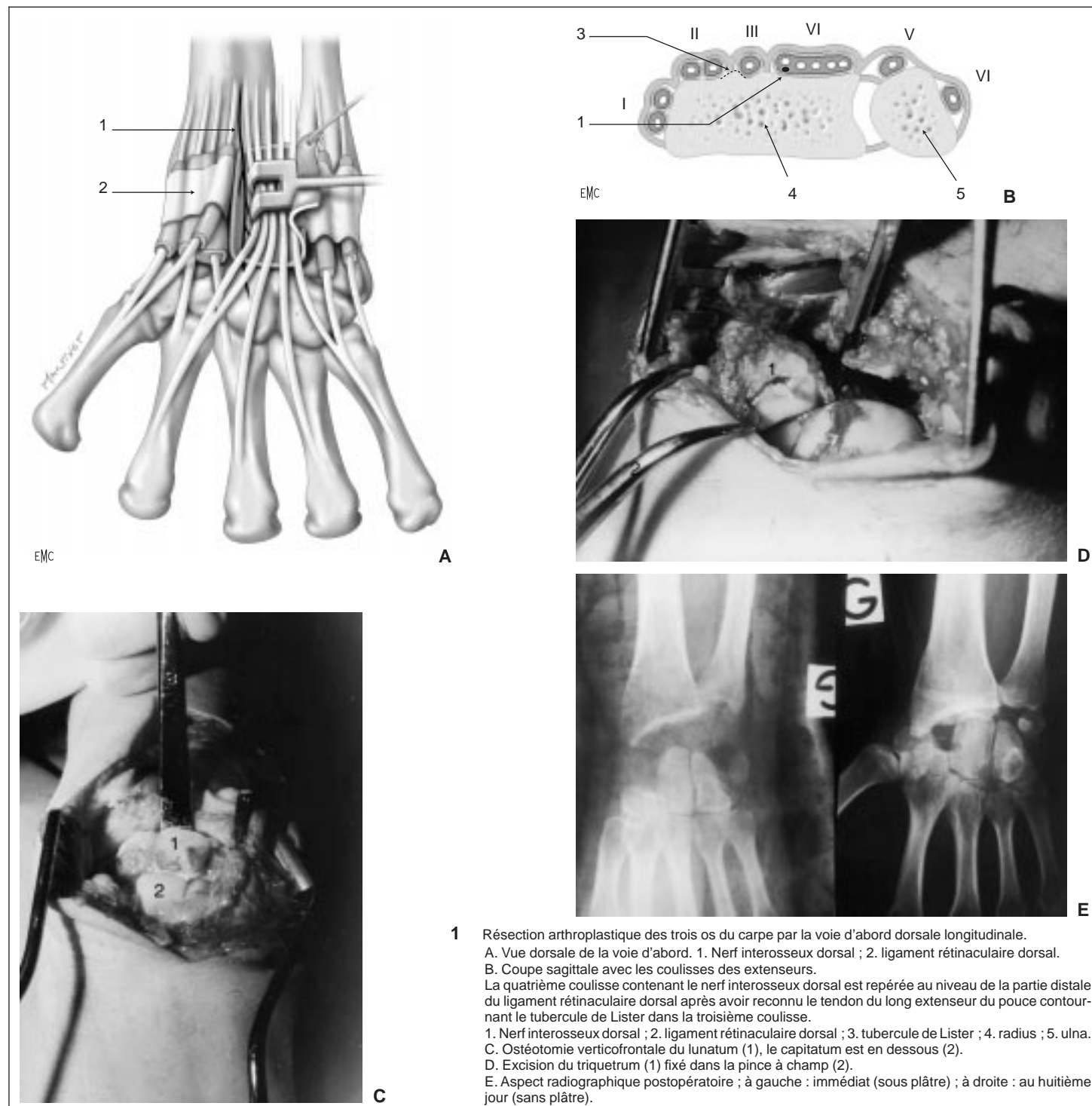
La voie transversale, plus esthétique, ne donnant accès qu'à un champ limité, ne doit être utilisée que si l'on maîtrise bien la technique.

Ouverture du ligament rétinaculaire dorsal

Le ligament rétinaculaire postérieur du carpe est incisé longitudinalement en regard de la quatrième coulisse des extenseurs. En écartant le volet externe, on détache avec minutie la cloison séparant la troisième et la quatrième coulisse du tubercule de Lister. Il faut veiller à ne pas léser là le long extenseur du pouce. Une fois libéré, il faut le

François Schernberg : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef du service de chirurgie orthopédique et traumatologique I, hôpital Maison-Blanche, 45, rue Cognacq-Jay, 51092 Reims cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Schernberg F. Chirurgie des affections dégénératives du poignet. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales — Orthopédie-Traumatologie, 44-356, 1999, 18 p.



- 1** Résection arthroplastique des trois os du carpe par la voie d'abord dorsale longitudinale.
- A. Vue dorsale de la voie d'abord. 1. Nerf interosseux dorsal ; 2. ligament rétinaculaire dorsal.
- B. Coupe sagittale avec les coulisses des extenseurs. La quatrième coulisse contenant le nerf interosseux dorsal est repérée au niveau de la partie distale du ligament rétinaculaire dorsal après avoir reconnu le tendon du long extenseur du pouce contourant le tubercule de Lister dans la troisième coulisse.
1. Nerf interosseux dorsal ; 2. ligament rétinaculaire dorsal ; 3. tubercule de Lister ; 4. radius ; 5. ulna.
- C. Ostéotomie verticofrontale du lunatum (1), le capitatum est en dessous (2).
- D. Excision du triquetrum (1) fixé dans la pince à champ (2).
- E. Aspect radiographique postopératoire ; à gauche : immédiat (sous plâtre) ; à droite : au huitième jour (sans plâtre).

protéger en le maintenant en dehors du champ avec un écarteur. À ce moment, on repère sur le versant externe du fond de la quatrième coulisse le nerf interosseux dorsal. Il faut le réséquer sur 1 ou 2 cm en amont du rebord distal du radius pour éviter la formation d'un névrome mal toléré à ce niveau.

Capsulotomie

La capsule est incisée en « T » avec un segment transversal au ras de l'extrémité inférieure du radius et un segment vertical médian. On a ainsi deux volets capsulaires triangulaires qui sont chacun fixés sur un fil temporaire.

Analyse des lésions

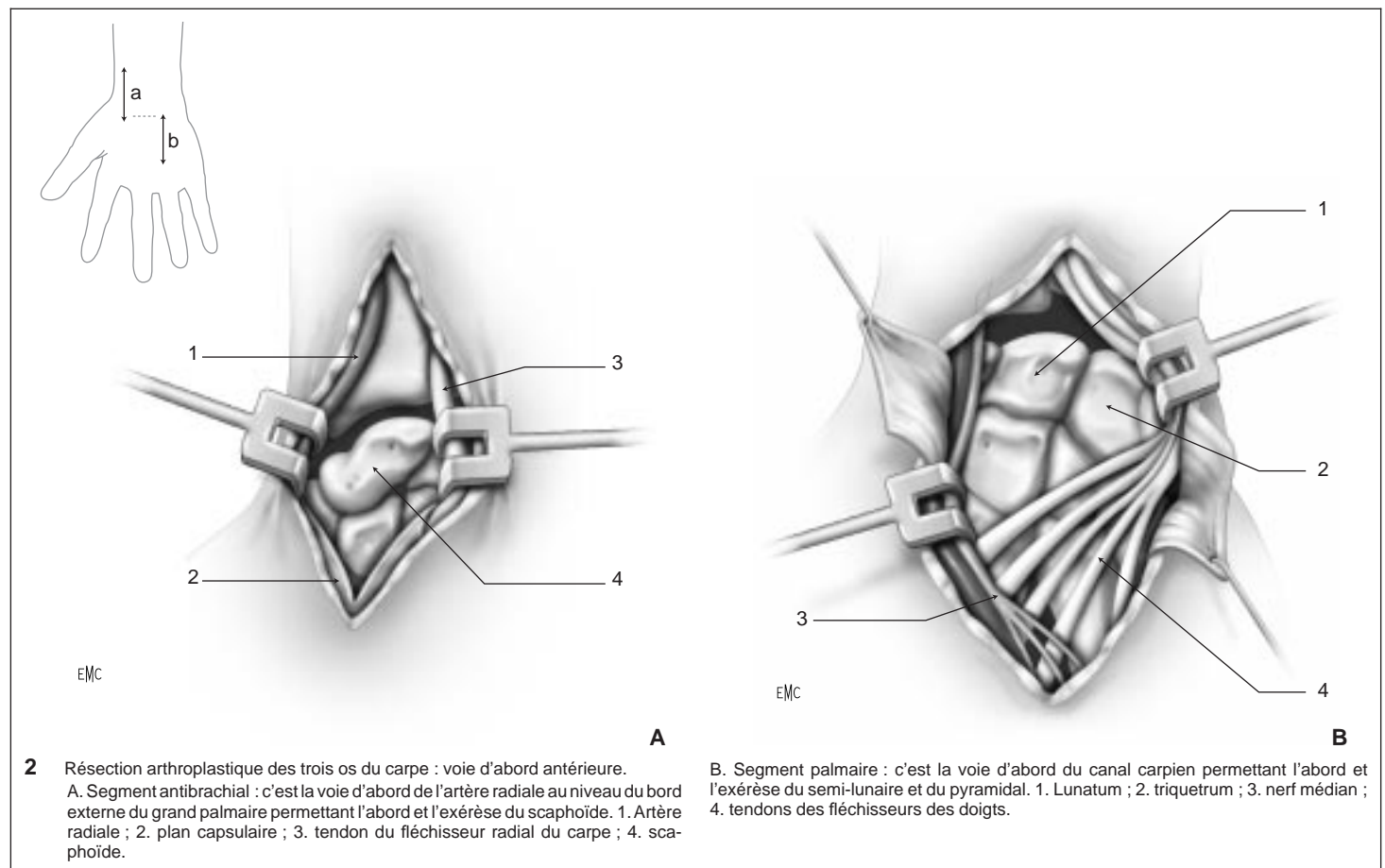
Avant de poursuivre, il faut faire l'inventaire des lésions. Pour bien examiner l'ensemble des surfaces articulaires, il faut exercer une traction et mettre le poignet en position de flexion. Ce n'est qu'après

avoir acquis la certitude de l'existence d'un cartilage de bonne qualité dans la fossette lunarienne du radius et de l'extrémité supérieure du capitatum que l'on passe à l'étape suivante.

Résection proprement dite

Il est préférable de réaliser l'exérèse des os en monobloc ou du moins par gros fragments. En procédant par le morcellement de chaque os, le geste devient laborieux et l'exérèse incomplète. La pince à champ est l'instrument idéal pour fixer les différents os ou leurs fragments. On peut ainsi bien les mobiliser et mettre en tension les attaches capsuloligamentaires. De la sorte, il est facile de les sectionner au ras de l'os au bistouri.

— S'il est certes possible de débiter l'excision par n'importe quel os de la première rangée, la résection première du lunatum est à notre avis la façon de procéder la plus simple. En mettant le poignet en position de flexion forcée, on fait saillir le lunatum. On peut ainsi sectionner très facilement de chaque côté les ligaments interosseux scapholunaire et



lunotriquetral. On réalise une ostéotomie verticofrontale du lunatum au ciseau droit en allant de la face supérieure vers la face inférieure. Il faut veiller, ici, à ne pas aller trop loin afin de ne pas créer une lésion du cartilage de la tête du capitulum.

- L'ablation du fragment postérieur du lunatum donne un bon jour sur le triquetrum qui est alors facilement fixé dans les mors de la pince à champ et libéré de ses attaches capsuloligamentaires.

- Le fragment antérieur restant du lunatum est ensuite enlevé tout comme un éventuel fragment proximal d'une pseudarthrose du scaphoïde.

- L'exérèse du scaphoïde doit être complète : on libère progressivement les attaches capsuloligamentaires entre le scaphoïde et le capitulum d'une part et le trapèze et le trapézoïde d'autre part. Pour pouvoir dégager les attaches distales et antérieures du scaphoïde, il faut lui imprimer des mouvements de rotation (pronosupination). Lors de la section de ces formations capsuloligamentaires, le danger, tout à fait relatif, de léser l'artère radiale est écarté en maintenant le bistouri bien au contact de l'os.

Il est inutile de réséquer la styloïde radiale comme le conseille Crabbe [10]. En effet, il n'y a pas de contact ou de possibilité d'un conflit entre le trapèze et la styloïde radiale, comme pourrait le faire croire l'aspect de la radiographie de face. L'examen du cliché de profil montre bien que le trapèze est nettement en avant et à distance de la styloïde radiale.

Contrôle et nettoyage de la néoarticulation

La résection faite, on peut constater en exerçant une légère traction sur la main, au fond de la cavité de la néoarticulation, l'intégrité du plan capsuloligamentaire antérieur. Sur le versant radial, on reconnaît bien le ligament radiocapitulum qui fait saillie au fond de la cavité. On réalise un lavage de la cavité articulaire et un contrôle de l'hémostase après lâcher du garrot.

Nous ne réalisons ni brochage, ni interposition d'aucune sorte.

Fermeture

Il faut faire une réinsertion de la capsule sans raccourcissement. Toute plicature limiterait la flexion. Le ligament rétinaculaire dorsal est également suturé dans sa position initiale. La peau est refermée sur un drain de Redon aspiratif sous-cutané.

Voie d'abord antérieure (fig 2)

Elle n'est habituellement utilisée que dans les cas nécessitant un geste complémentaire en avant ; libération du nerf médian, ténolyse... Seul Bedeschi [2] la préconise de façon systématique. Il constate dans ce cas une meilleure récupération du secteur de mobilité.

L'incision débute en avant et en dehors à la partie distale de l'avant-bras au bord externe du fléchisseur radial du carpe comme dans la voie de la ligature de l'artère radiale. Puis, elle se porte transversalement en dedans de façon sinueuse dans le pli palmaire et reprend alors un trajet vertical au niveau du canal carpien.

Le scaphoïde est retiré par la voie d'abord externe alors que le lunatum et le triquetrum le sont par le canal carpien après avoir libéré le plan capsulaire antérieur au rebord antérieur du radius. La réinsertion est faite sans plicature.

Soins postopératoires

L'immobilisation est assurée dans les premiers jours par une simple attelle palmaire. Après la fonte de l'œdème, survenant aux environs du troisième jour, nous réalisons alors une manchette plâtrée en position neutre pendant une période de 4 semaines. La rééducation est pour nous modérée et associée au port d'une orthèse de repos la nuit pendant les 2 mois suivants. Bedeschi [2] réalise une immobilisation de 15 jours en position d'extension de 45°. Puis, il entreprend une rééducation associée à une mobilisation passive sur arthromoteur. Aux environs du troisième mois, on a récupéré l'essentiel du secteur de mobilité ; on peut bien sûr noter des progrès jusqu'au sixième mois. La récupération de la force nécessite, en revanche, un délai plus long, 1 an en moyenne. À cette date, le résultat définitif est, en principe, acquis.

La reprise du travail est souvent possible à partir du troisième mois, sauf s'il s'agit d'un travailleur de force, auquel cas il faut au moins attendre le sixième mois.

Complications

Elles sont rares.

- Lors de la voie postérieure, c'est avant tout le risque de la section du long extenseur du pouce.
- Lors de la voie antérieure, c'est essentiellement l'éventualité de la lésion de la branche cutanée palmaire du médian.
- Dans les deux cas, il est possible de léser l'artère radiale lors de l'exérèse du scaphoïde.

Indications

Cette intervention doit être réservée aux seuls cas présentant une arthrose limitée à l'espace radioscapoïdien (stade I).

En règle générale, l'examen radiographique standard (cliché du poignet de face et de profil) permet dans la très grande majorité des cas de faire la distinction entre la lésion de stade I, comportant une atteinte isolée de l'espace radioscapoïdien et une lésion de stade II où l'espace médiocarpien est atteint. Dans les cas douteux, nous informons le patient de ce fait en lui précisant que lors de l'abord postérieur, on a une vue directe et globale des lésions. Il est alors facile d'adapter le geste thérapeutique en fonction de la lésion, sachant que la technique de la résection de la première rangée et celle de l'arthrodèse intracarpienne sont réalisées par la même voie d'abord. Cette façon de procéder évite au patient de subir au préalable une arthroscopie à visée purement diagnostique.

Il est important de souligner que la récupération du secteur de mobilité et de la force de préhension globale de la main sont en fait variables et imprévisibles. De ce fait, chez le travailleur de force, nous préférons réaliser, même au stade I, une arthrodèse intracarpienne capitato-lunaire ou des quatre coins. De même, nous ne réalisons plus cette intervention s'il s'agit de maladies de Kienböck, aux stades III ou IV de Decoulx. Dans ces cas, nous avons pu noter à partir de la cinquième année d'évolution une dégradation arthrosique de la néoarticulation nécessitant une arthrodèse globale.

Arthrodèses partielles

Généralités

Principe

C'est l'arthrodèse de deux ou plusieurs os du carpe entre eux (arthrodèse intracarpienne) ou avec l'extrémité inférieure du radius (arthrodèse radiocarpienne) ; le but étant d'éliminer la partie de l'articulation comportant du cartilage anormal. Il en résulte une néoarticulation conservant un bon secteur de mobilité résiduelle. Il est variable selon le type d'arthrodèse, mais est en général légèrement inférieur à celui obtenu expérimentalement sur le cadavre ^[15, 19].

Notes techniques générales

Avivement des surfaces

Il faut impérativement réséquer le cartilage et l'os sous-chondral pour arriver en plein tissu osseux spongieux.

Stabilisation du foyer

Il faut respecter, dans la mesure du possible, l'espacement normal entre les os du foyer d'arthrodèse pour éviter des déformations, sources d'arthrose du carpe restant. Il faut combler l'espace ainsi créé par une greffe, de préférence une autogreffe.

Les principales possibilités d'autogreffes étant :

- lorsque l'intervention comporte la résection d'un os (le scaphoïde dans le cas de l'arthrodèse des quatre coins), on peut utiliser l'os spongieux prélevé à son niveau ;

- au même membre, on peut prélever du tissu spongieux à l'extrémité inférieure du radius, des massifs épicondylien ou épitrochléen et la région olécraniennne ^[30] ;
- le prélèvement à la crête iliaque permet d'avoir, bien sûr, un greffon de très bonne qualité, mais au prix d'une anesthésie et d'une installation spécifiques pour réaliser le prélèvement (cf infra).

Pour la *stabilisation proprement dite*, nous avons abandonné l'emploi des agrafes, et en particulier les agrafes 3M, en raison de la fréquence survenue, dans notre expérience, d'une pseudarthrose lors de leur utilisation. Nous n'avons jamais utilisé l'ostéosynthèse par plaque vissée. Nous préférons le montage par broches (de diamètre 12/10 ou 15/10) associées, dans la mesure du possible, à un cerclage au fil d'acier (de diamètre 8/10 ou 10/10). Le fil d'acier est ancré dans le bloc osseux proximal avec un trajet transosseux et appuyé à l'extrémité distale autour de l'émergence des broches. Il est particulièrement important de veiller à ce que les tortillons des fils d'acier et les segments de broche dépassant l'os ne fassent pas saillie pour éviter tout conflit mécanique avec l'appareil extenseur. De même, l'extrémité distale pointue des broches noyée dans l'os ne doit pas être libre dans un espace articulaire sain. Même avec une immobilisation plâtrée, il persiste toujours une certaine mobilité à ce niveau qui entraîne alors une destruction cartilagineuse sévère.

Position de l'arthrodèse

L'arthrodèse limite le jeu articulaire. Il faut toujours fixer le foyer dans la position qui conserve l'essentiel du secteur de mobilité résiduelle en extension.

Complications

- Retard de consolidation et pseudarthroses.
- Accidents liés aux broches.
- Infections.
- Lésions liées au prélèvement d'os autologue.

Principales modalités techniques

Arthrodèses intracarpiennes

L'arthrose isolée des espaces scapholunaire et lunotriquetral est exceptionnelle. En pratique, on n'effectue dans le cadre des lésions dégénératives, que des arthrodèses médiocarpiennes partielles ; l'arthrodèse médiocarpienne globale ne présentant aucun avantage par rapport à ces dernières.

Arthrodèse médiocarpienne selon Watson (« SLAC procedure ») ^[53] (fig 3)

- Principe de la technique

Elle comporte l'association de la résection du scaphoïde carpien à l'arthrodèse médiocarpienne. Cette dernière pouvant être réalisée de deux façons :

- tous les espaces articulaires existant entre les quatre os restants (lunatum, triquetrum, capitatum et hamatum) sont fusionnés ; c'est l'arthrodèse des quatre coins ;
- le geste est limité au seul espace compris entre le lunatum et le capitatum ; il s'agit de l'arthrodèse capitato-lunaire.

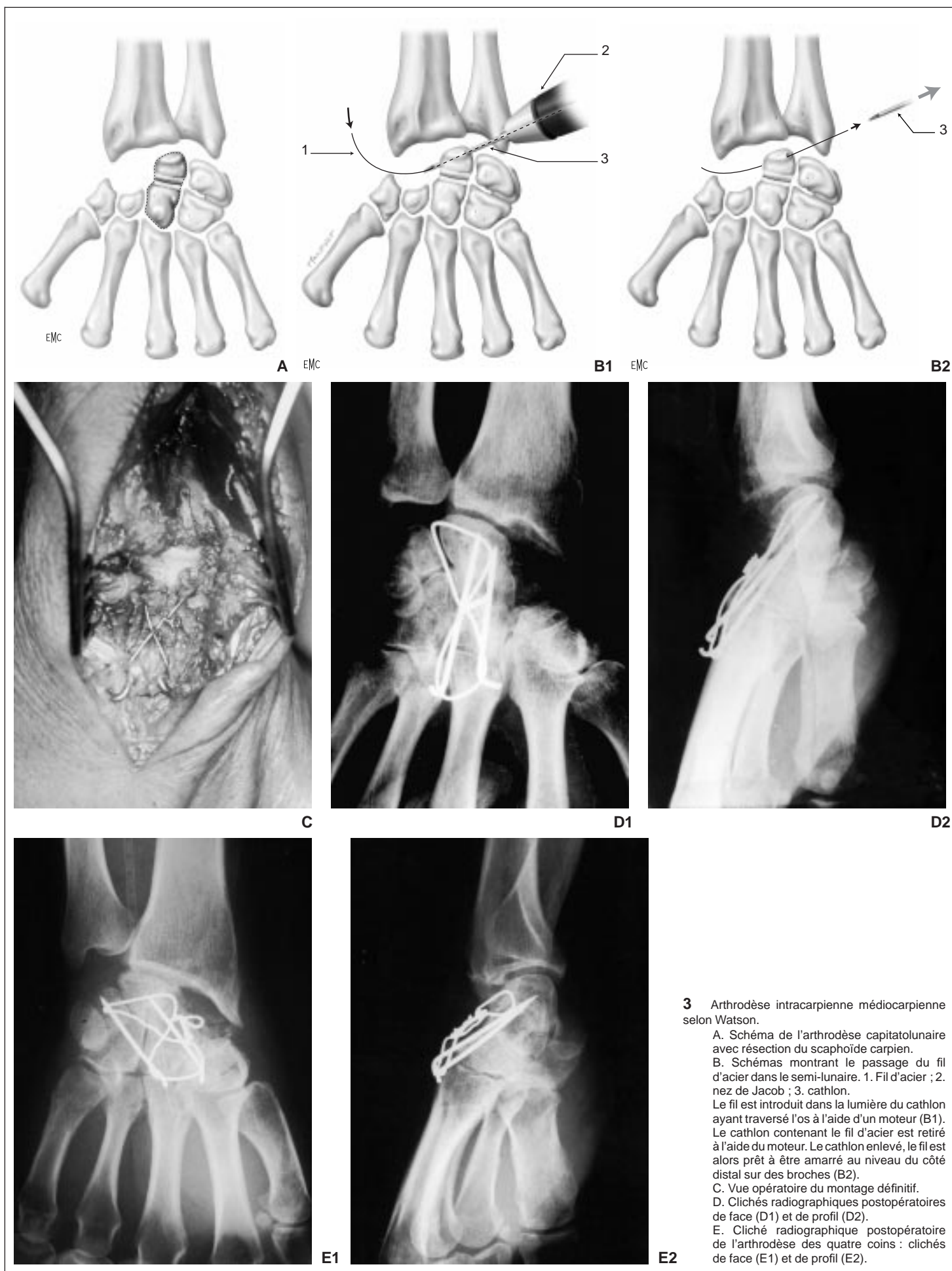
Il n'existe pas, dans la littérature, d'arguments formels en faveur de l'une ou l'autre technique. Nous réalisons de préférence l'arthrodèse capitato-lunaire. Il nous semble que l'on préserve mieux la hauteur normale du carpe. En effet, en avivant l'ensemble de l'espace médiocarpien restant, on risque d'effectuer une résection osseuse trop importante qui diminue la hauteur du carpe.

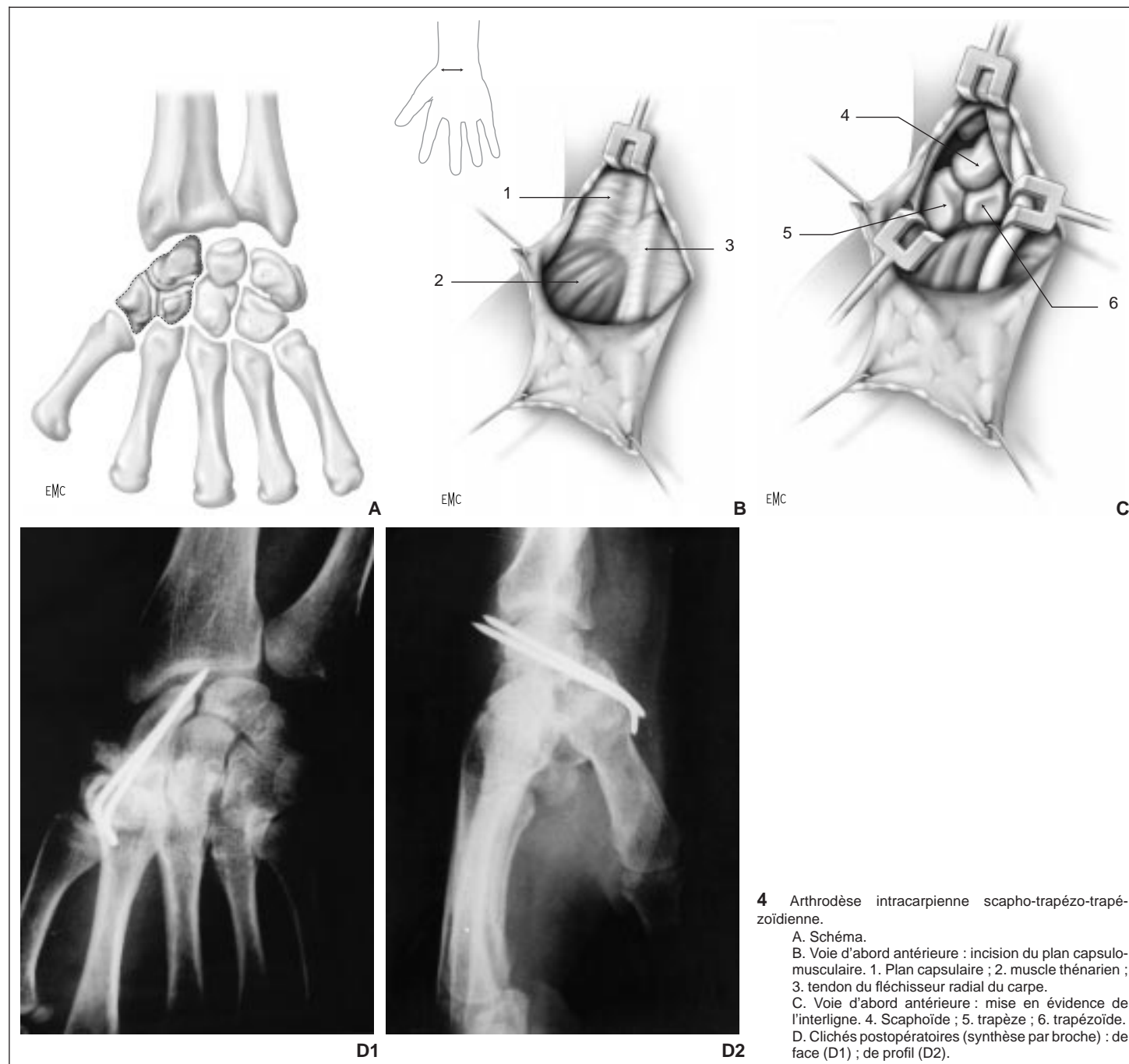
- Voie d'abord

Dans les deux cas, la voie d'abord est dorsale et médiane longitudinale ; les premiers temps jusqu'à la capsulotomie permettant de faire l'inventaire des lésions sont similaires à ceux de la technique de résection des trois os de la première rangée du carpe.

- Résection du scaphoïde

Après avoir coupé les attaches du scaphoïde avec le capitatum, il est agrippé par une pince à champ et libéré progressivement de ses attaches latérales et surtout antérieures. Des manœuvres de rotation permettent





de sectionner les ligaments au ras de l'os de proche en proche. Les attaches antérieures très solides sont libérées en dernier. Le scaphoïde réséqué n'est pas remplacé par un implant comme cela a été préconisé dans la technique originale de Watson.

- Avivement des surfaces

La réalisation de manœuvres de traction permet de bien dégager l'espace que l'on veut aviver. Il faut réséquer le cartilage restant et l'os sous-chondral avec une pince gouge fine ou le ciseau droit pour arriver en tissu spongieux.

- Fixation du foyer

Adaptation des os : en positionnant le lunatum par rapport au capitatum, il est important d'essayer d'obtenir le plus grand secteur de mobilité en extension tout en conservant un bon contact entre les surfaces avivées. Cela est obtenu en maintenant le lunatum au plus près de la position neutre (correspondant à un angle radiolunaire nul). Tout déplacement trop antérieur du lunatum par rapport au capitatum induit une bascule du lunatum en extension. Le secteur de mobilité en extension est diminué tout comme le contact des surfaces osseuses ; le risque de pseudarthrose est très grand.

Il faut veiller à avoir un bon contact osseux entre les fragments. En général, il suffit de combler les espaces libres entre les fragments avec des greffons osseux. On peut aussi adapter un greffon iliaque que l'on utilise comme cheville d'assemblage entre le lunatum et le capitatum préalablement évidés.

Synthèse : notre procédé d'ostéosynthèse de choix est le haubanage.

Dans le cas de l'arthrodèse capitato-lunaire (fig 3B) : on réalise un brochage percutané à l'aide de deux broches parallèles de 12 ou 15/10^e de millimètre passant de la partie distale et médiale du capitatum dans le lunatum préalablement réduit en bonne position. Auparavant, un fil d'acier de 8 ou 10/10^e de millimètre est passé dans un trajet frontal à la partie moyenne du lunatum à l'aide d'un cathlon gauge n°14 ou 16. Il est introduit au moteur à la face dorsomédiale du lunatum et dirigé vers son bord latéral. Lorsque sa pointe apparaît dans la cavité laissée libre par l'exérèse du scaphoïde, on y fait pénétrer le fil d'acier. En retirant le cathlon, on assure le passage du fil à travers l'os. Après avoir disposé les deux brins du fil de telle sorte qu'ils réalisent un huit passant autour des extrémités distales des broches, on les serre progressivement.

Dans le cas de l'arthrodèse des quatre coins (fig 3E), Watson [53] réalise un brochage simple avec trois broches se terminant dans le lunatum en

passant respectivement à travers le capitatum, le triquetrum et l'hamatum. Nous associons, dans ce cas, un cerclage avec un fil d'acier dont le trajet passe au niveau du triquetrum et du lunatum.

- Fermeture

On referme le plan capsulaire, puis le ligament rétinaculaire dorsal en reconstituant les coulisses. Avant de suturer la peau, on met en place un drain de Redon sous-cutané aspiratif.

- Soins postopératoires

En postopératoire immédiat, le poignet est immobilisé sur une attelle. Après la fonte de l'œdème, on réalise une manchette plâtrée pour 3 mois.

- Indications

L'arthrodèse des quatre coins ou capitato-lunaire est l'intervention de choix dans les cas d'arthrose au stade II. Elle a également sa place dans les formes plus précoces du stade I si l'on veut privilégier la récupération de la force.

Arthrodèse scapho-trapézo-trapézoïdienne (fig 4A)

Elle a été proposée par Peterson et Lipscomb^[37] puis popularisée par Watson^[54] en 1980. Elle peut être réalisée par deux voies différentes.

- Modalités

Voie d'abord postéroexterne distale^[54] : l'incision est transversale et se situe à la partie dorsolatérale du poignet en regard de la pointe de la styloïde radiale. Il faut être particulièrement attentif à bien respecter les rameaux nerveux très nombreux émanant de la branche antérieure du nerf radial. Puis, on passe en dehors des tendons extenseurs radiaux du carpe. Au niveau articulaire, il faut toujours contrôler l'état du compartiment radioscapoïdien. En cas d'anomalie modérée, Watson^[54] recommande d'effectuer une styloïdectomie. L'avivement des surfaces est réalisé avec la pince gouge afin d'exposer un os spongieux de bonne qualité. Le scaphoïde est placé dans une position d'environ 45° par rapport à l'axe de l'avant-bras et 45 à 50° par rapport à l'axe du radius. Watson^[54] maintient l'écart de l'espace en y interposant un petit instrument de 5 à 6 mm d'épaisseur qu'il retire après avoir réalisé un brochage en croix. Il comble ensuite la perte de substance osseuse avec de l'os spongieux provenant de la crête iliaque ou de l'extrémité inférieure du radius.

Voie d'abord antérieure (fig 4) : nous préférons l'abord antérieur, plus simple. Il s'agit d'une voie transversale située à la partie distale de la saillie du tubercule distal du scaphoïde. Il faut veiller à bien respecter les branches nerveuses en dégageant l'espace articulaire situé en dehors du fléchisseur radial du carpe. Après avoir ruginé les éléments capsulaires, on ouvre l'espace. L'avivement des surfaces est réalisé avec la pince gouge. On obtient ainsi une cavité dont les surfaces proximale et distale présentent un os spongieux de bonne qualité. On prélève alors un greffon corticospongieux iliaque de 3 à 4 mm d'épaisseur adapté à la taille de la cavité. Il est introduit dans l'espace qui est ouvert en mettant le poignet en extension. Le scaphoïde est ainsi maintenu dans sa position normale, c'est-à-dire environ 45° par rapport à l'axe de l'avant-bras et 45 à 50° par rapport à l'axe du radius. La fixation est assurée par un brochage en croix en introduisant les broches à la partie distale du scaphoïde et dirigées en arrière dans le trapèze. On peut aussi utiliser dans certains cas une agrafe. On referme la peau en ayant bien veillé à placer les extrémités des broches recourbées dans la position la moins vulnérable pour la peau.

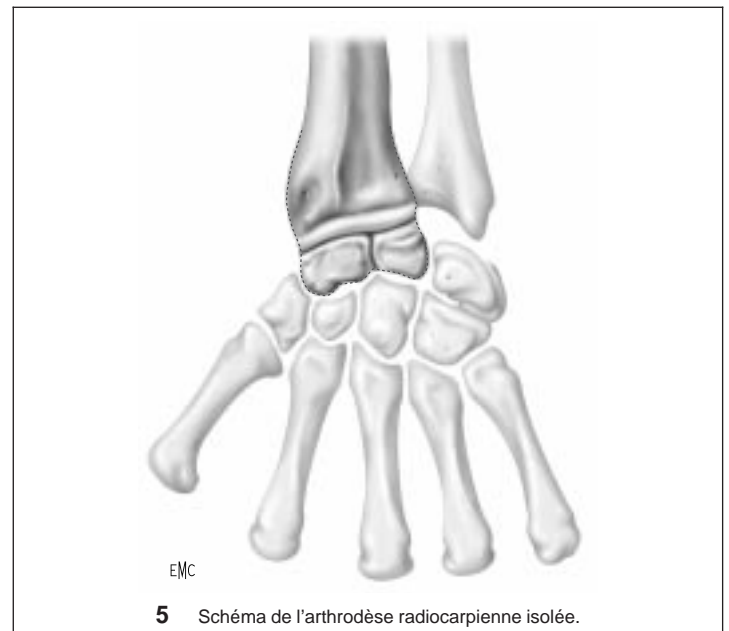
- Soins postopératoires

L'immobilisation est assurée pendant les 6 premières semaines par un plâtre brachio-antibrachio-palmaire englobant l'index et le III^e rayon fléchi à 90° ainsi que le pouce en totalité. Watson a qualifié ce procédé d'immobilisation par le terme de « plâtre de Groucho Marx » correspondant à l'attitude de cet acteur avec son cigare dans la main.

Les semaines restantes, on se contente d'une manchette plâtrée de type scaphoïde. Les broches ne sont retirées qu'à partir du troisième mois.

- Indications

Cette technique a été un grand espoir pour le traitement des instabilités scapholunaires et les formes évoluées de stade III de la maladie de Kienböck. Malheureusement, même si la reposition du scaphoïde



carpien a été bien faite, on constate après un délai de 5 ans environ l'apparition d'une arthrose dans l'espace radioscapoïdien. De ce fait, cette technique n'a plus sa place dans ces cas de figure. En revanche, elle constitue une excellente solution pour traiter les lésions d'arthrose isolée de l'articulation scapho-trapézo-trapézoïdienne. Cela résulte, à notre avis, du fait que dans ces cas, le scaphoïde que nous fixons toujours dans sa position naturelle, a trouvé spontanément la position idéale par une adaptation progressive du carpe à l'ankylose de l'articulation scapho-trapézo-trapézoïdienne.

Arthrodèses radiocarpiennes

Dans ce cas, on envisage la fusion d'un ou plusieurs os du carpe avec l'extrémité inférieure du radius.

Arthrodèse radiocarpienne pure (fig 5)

Elle comporte une fusion entre le radius, le scaphoïde et le lunatum. La médiocarpienne normale est laissée intacte^[22, 39]. Il s'agit d'une intervention dont la réalisation est délicate et les résultats très incertains^[35]. Les indications doivent être réservées aux cas de lésions dégénératives résultant d'une fracture articulaire complexe de l'extrémité inférieure du radius et n'ayant subi qu'une seule intervention d'ostéosynthèse auparavant.

Arthrodèse radioscapoïdienne

Il s'agit d'une variante de l'arthrodèse radiocarpienne pure. Elle est réalisée par voie postéroexterne^[4]. Ses indications sont rares. Elle est limitée aux cas d'arthrose radioscapoïdienne isolée. Dans ce cas, nous préférons en fait la résection de la première rangée ou l'arthrodèse médiocarpienne selon Watson.

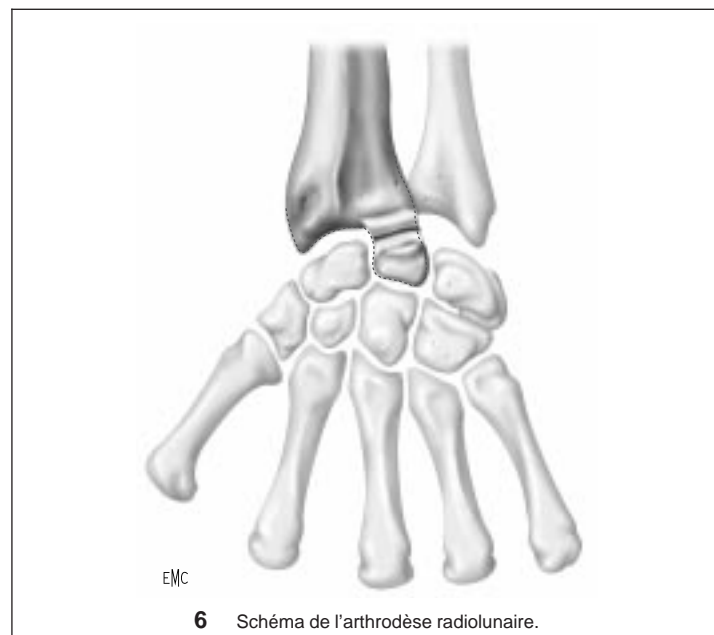
Arthrodèse radiolunaire (fig 6)

Elle a été proposée par Chamay^[8] dans le but de stabiliser le poignet rhumatoïde. Ici, elle permet de traiter les cas de lésions dégénératives dont l'arthrose est limitée à l'espace radiolunaire.

Voie d'abord : c'est la voie dorsale médiane habituelle, utilisée lors de la résection des trois os de la première rangée du carpe (cf supra).

Avivement : contrairement aux cas de la polyarthrite rhumatoïde, on laisse la tête de l'ulna en place. De ce fait, il faut, lors de l'avivement de la cavité lunarienne du radius et de la surface proximale du lunatum, veiller à ne pas endommager la fossette sigmoïde du radius. Il faut aussi être tout particulièrement attentif à bien aviver la partie antérieure très profonde de ces deux surfaces. Toute insuffisance à ce niveau est une cause de pseudarthrose.

Stabilisation : il faut bien adapter la surface proximale du lunatum sous le radius en évitant tout débord interne. On contrôle la position d'extension du lunatum après l'avoir fixé de façon temporaire par une



broche radiolunaire. À ce moment, on met en place un greffon corticospongieux iliaque pour combler le vide créé par l'avivement. Le montage définitif étant assuré par deux broches radiolunaires en croix introduites au niveau du bord postéro-interne et externe du radius. On peut associer un cerclage au brochage. Il est placé dans le plan sagittal. On crée un orifice pour le passage du fil d'acier de 8/10^e ou 10/10^e dans le bord postérieur du radius et dans la partie postérieure du lunatum. Il permet d'associer une compression au niveau du foyer. Le montage peut également être assuré par une vis ou des agrafes.

- Soins postopératoires

On réalise une immobilisation pendant 3 mois dans une manchette plâtrée.

- Indications

L'arthrodèse radiolunaire a été proposée par Watson en 1981 dans les cas d'arthrose post-traumatique. Dans notre expérience, nous avons pu obtenir des résultats intéressants dans les cas de lésions dégénératives localisées à l'espace radiolunaire dans la maladie de Kienböck (stade III p) [43].

Arthrodèse globale

Cette intervention garde aujourd'hui encore une place essentielle dans l'arsenal thérapeutique chirurgical du poignet du fait même de l'assez bonne tolérance de la perte de la mobilité dans le secteur de la flexion-extension.

Généralités

On réalise essentiellement des arthrodèses du type intra-articulaire comportant l'avivement de l'ensemble des surfaces articulaires sacrifiées et associé à une greffe osseuse. Il faut respecter, dans la mesure du possible, l'articulation radio-ulnaire inférieure, sauf s'il existe une lésion associée à ce niveau.

Étendue

Le débat sur la nécessité ou non d'inclure la carpométacarpienne du II^e et du III^e rayon reste toujours ouvert. Néanmoins, il faut impérativement respecter en dehors latéralement l'articulation trapézo-trapézoïdo-métacarpienne en restant en dedans du bord radial du II^e métacarpien et du côté médial en dehors de la base du IV^e métacarpien.

Position

Il n'existe pas de position idéale dans l'arthrodèse du poignet ; toutes les positions ont été décrites et aucun travail expérimental n'a pu définir une position de choix. Il faut définir au préalable la position avec le patient à l'aide d'orthèses provisoires.

Néanmoins, sauf cas particulier, la position la plus adaptée comporte une extension d'une vingtaine de degrés associée à une légère inclinaison ulnaire que l'on obtient en alignant le radius avec le II^e ou le III^e métacarpien. La flexion ou l'inclinaison radiale étant toujours mal supportée.

Grefe

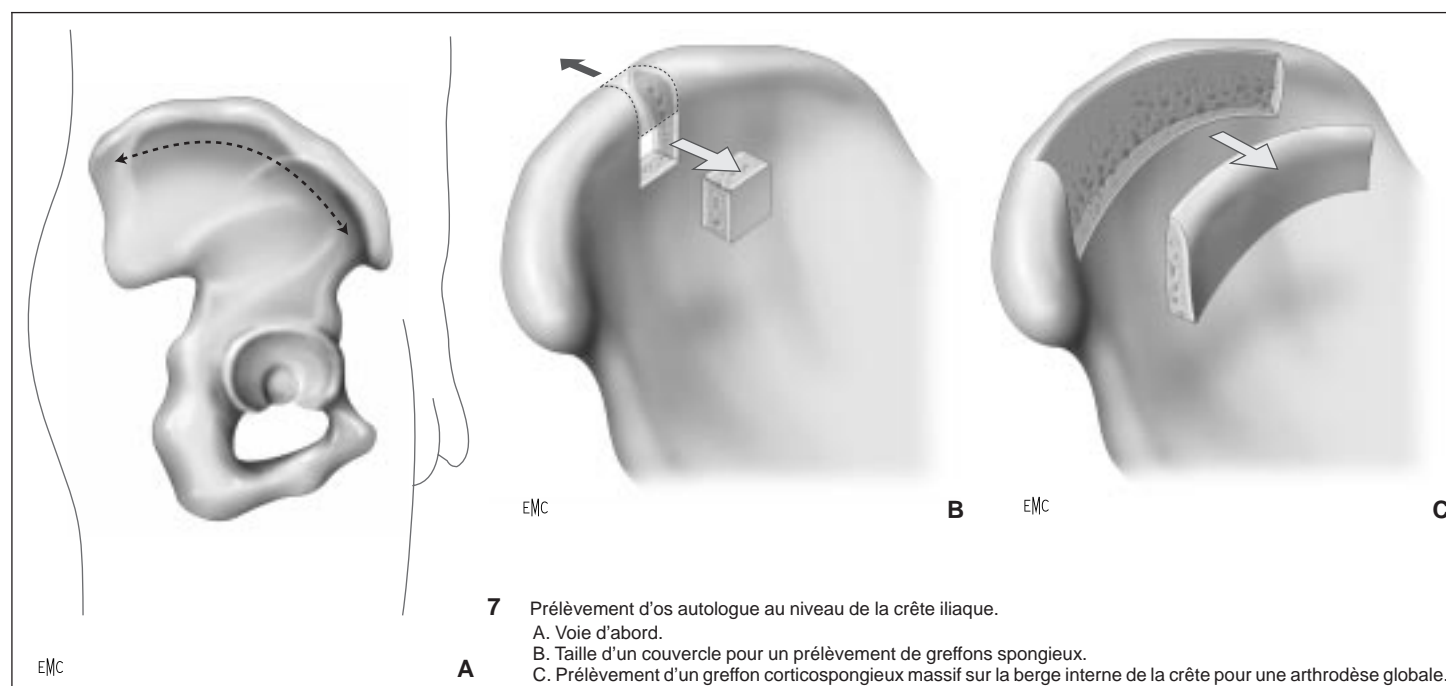
En principe, en dehors du cas particulier de la polyarthrite rhumatoïde, l'arthrodèse du poignet comporte toujours l'utilisation d'une greffe.

Grefe osseuse autologue d'origine iliaque

C'est le greffon idéal (fig 7).

- Prélèvement

La voie d'abord doit être placée en dessous de la saillie de la crête pour éviter la superposition de la cicatrice à son niveau. La longueur de



l'incision est de 6 à 8 cm pour un prélèvement d'un gros greffon. Elle est bien sûr plus petite dans d'autres cas, voire très réduite, si l'on réalise un prélèvement avec une tréfine spéciale. Pour arriver sur la crête, on passe au niveau de la ligne de jonction entre le grand oblique de l'abdomen et l'aponévrose du moyen fessier ; cela facilite la fermeture. On libère ensuite, selon l'importance du prélèvement, les deux versants de la crête iliaque. On peut prélever :

- dans le cas de l'arthrodèse classique, un greffon massif à la partie interne de l'aile iliaque. Il permet de ponter la totalité de la zone de fusion. La légère concavité facilite la position d'extension et la situation postérieure de la partie corticale lisse évite tout conflit mécanique éventuel avec les tendons extenseurs ;
- dans d'autres circonstances, une voie d'abord plus réduite permet de prélever un ou plusieurs greffons corticospongieux ou tricorticaux ;
- enfin, parfois, on utilise seulement des greffons spongieux que l'on peut retirer en taillant un petit couvercle de crête que l'on referme ensuite.

• Soins complémentaires

Il faut faire une hémostase soigneuse. La fermeture est réalisée après avoir mis en place un drainage aspiratif par drain de Redon.

• Complications

Elles ne sont malheureusement pas exceptionnelles. Il peut s'agir :

- très souvent de simples douleurs qui s'estompent progressivement en quelques semaines. Il existe toujours lors des premiers jours une gêne lors de la station debout. Elle persiste plus longtemps lors de la montée ou de la descente des escaliers. Mais parfois, il peut s'agir de douleurs plus importantes correspondant alors à une atteinte du nerf fémorocutané ;
- d'un hématome ; ils sont le plus souvent minimes. Mais lorsqu'ils sont plus importants, on note alors une diffusion importante vers la région inguinale. Ils peuvent parfois être à l'origine d'infections sévères ;
- parfois de fractures de l'aile iliaque.

Autres sources de greffe d'os autologue

Cf supra Notes techniques générales.

Substituts

À l'heure actuelle, nous n'avons pas encore suffisamment d'informations pour définir leur place exacte [44]. L'utilisation de produits composites tels le mélange de collagène et d'hydroxyapatite permet de limiter les risques d'hématomes de la zone de prélèvement.

Principales modalités techniques

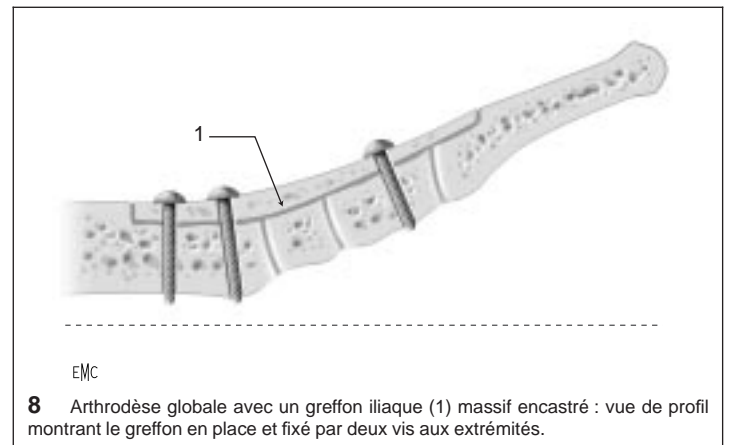
Voie d'abord postérieure médiane

C'est la voie habituelle (cf supra) élargie. Elle débute du côté proximal, à environ deux travers de doigts au-dessus de l'interligne radiocarpien pour se terminer du côté distal, à la partie moyenne du massif métacarpien, c'est-à-dire au milieu du III^e métacarpien. On dégage toute la face postérieure du radius en libérant avec chaque volet les cloisons verticales des coulisses des extenseurs. On aborde ensuite le carpe en ouvrant la capsule par une incision longitudinale linéaire médiane qui est transformée en « I » par deux incisions transversales, proximale à la base du radius et distale à la carpométacarpienne. Le tendon extenseur commun des doigts et l'extenseur propre du V^e doigt sont écartés du côté ulnaire alors que les autres (extenseur du pouce, extenseur propre de l'index et les extenseurs radiaux du carpe) le sont du côté radial. On respecte, en principe, les extenseurs radiaux du carpe. On réalise alors l'avivement de l'ensemble des surfaces articulaires de l'extrémité inférieure du radius et de la totalité des os du carpe et selon le cas des deuxième et troisième espaces carpométacarpiens.

Le mode de fixation permet de distinguer quatre modalités.

Technique utilisant un greffon osseux corticospongieux iliaque encastré

C'est la technique classique d'arthrodèse du poignet. Elle comporte l'utilisation d'un greffon iliaque massif (fig 8). Elle a été mise au point



par Butler [6] et reprise en France par Merle d'Aubigné [32]. Ce dernier recommande, une fois l'avivement des surfaces articulaires réalisé, de ne pas simplement apposer le greffon, mais de créer une tranchée à la face postérieure du radius et à la face dorsale du carpe et du métacarpe, afin de l'encastrer plus ou moins complètement. Cela évite ainsi sa trop grande saillie. Après avoir rempli les interstices de spongieux, le greffon mis en place est fixé à chaque extrémité par une ou deux vis.

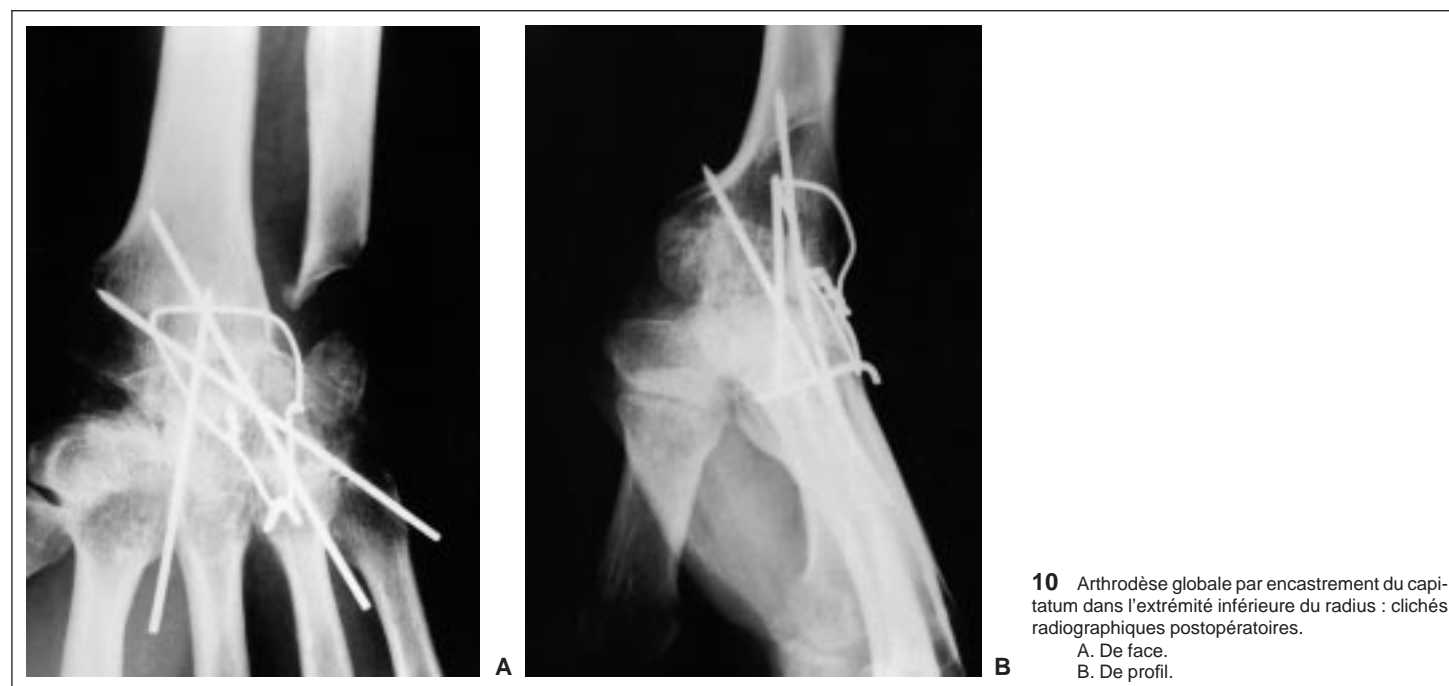
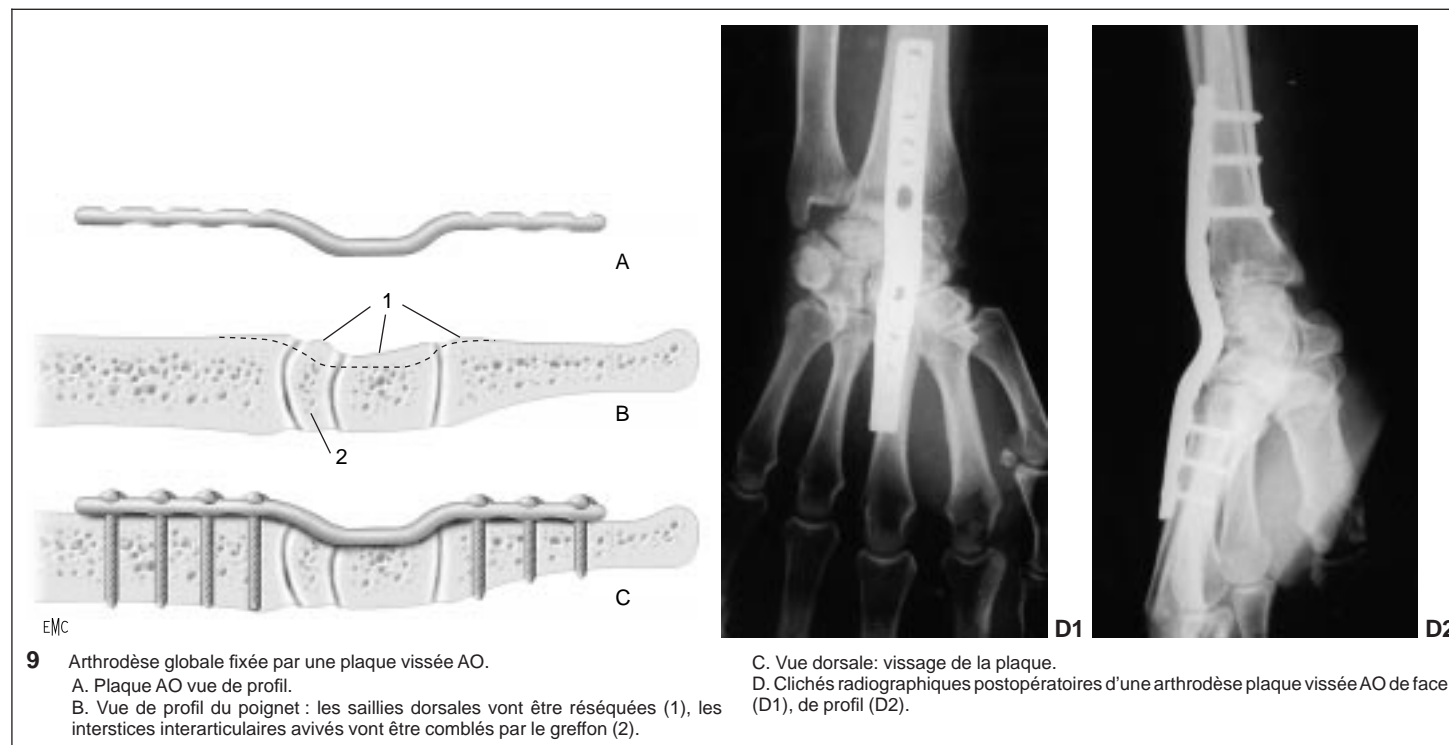
À l'extrémité inférieure du radius, plutôt que de réaliser une simple tranchée, on peut créer une cavité en soulevant un volet cortical dorsal que l'on referme ensuite en le vissant après avoir encastré le greffon iliaque.

Technique utilisant une plaque vissée associée à l'utilisation de greffons spongieux

L'utilisation d'une ostéosynthèse par plaque vissée (fig 9) présente l'énorme avantage de pouvoir définir de façon précise la position du poignet. La fixation sur le deuxième métacarpien donne une bonne déviation ulnaire. Il est particulièrement intéressant d'utiliser, dans ce cas, la plaque spécifique AO. Elle présente une courbure appropriée avec huit ou neuf trous de vis dont le diamètre est variable. À la partie proximale radiale, on peut ainsi utiliser des vis standards de 3,8 mm et à la partie distale métacarpienne, des minivis de 2,1 mm. Pour pouvoir bien appliquer la plaque, il faut préparer la surface osseuse. On résèque au radius le tubercule de Lister, au carpe la saillie de la corne postérieure du lunatum, et souvent au métacarpe la partie saillante de la base et de la corticale du métacarpien. On fixe en premier la plaque au métacarpien avec une vis spongieuse et deux vis corticales. Il est particulièrement important d'avoir une prise distale bicorticale. Pour cela, une fois que l'on a repéré le siège du trou distal, on enlève la plaque et on réalise le forage permettant d'avoir une prise bicorticale à ce niveau. Puis on met en place la vis moyenne. La vis proximale spongieuse est placée en dernier. Au radius, on assure la fixation de la plaque, en principe, par trois à quatre vis dont une vis spongieuse et trois vis corticales. Il est souhaitable de mettre en place une vis spongieuse au capitatum. Avant de fixer définitivement la plaque, on bourne tous les interstices avec des copeaux d'os spongieux prélevés à la crête iliaque.

Technique d'enchevillement du capitatum dans le radius (fig 10)

C'est la méthode de choix pour réaliser une arthrodèse en cas d'échec d'une intervention de résection des os de la première rangée du carpe. Elle a été conçue par Pouzet [38] et remise à l'ordre du jour par Souquet [49]. Dans le cas où il n'y a pas eu de résection des os de la première rangée, on la réalise dans un premier temps (cf supra). Puis on avive l'extrémité inférieure du radius et l'on évide partiellement l'épiphyse afin de pouvoir y introduire la saillie du capitatum préalablement débarrassée de tout cartilage. Les fragments d'os spongieux récupérés sur les os de la première rangée servent à combler les interstices libres. Sinon, il est indispensable de trouver un complément sur la crête iliaque ou d'utiliser un substitut. Une ostéosynthèse par hauban assure la stabilisation du foyer. On place ainsi deux broches parallèles radiocarpiales de neutralisation. Elles servent d'appui proximal au cerclage dynamique en huit qui est fixé du côté distal au III^e métacarpien dans un tunnel transosseux préparé au préalable.



Technique de Mannerfelt ^[29]

Elle comporte l'association d'une ostéosynthèse endomédullaire par un clou de Rusch à une fixation complémentaire par agrafe. Conçue initialement pour réaliser une arthrodèse dans les atteintes sévères du poignet chez les patients atteints de polyarthrite rhumatoïde, elle constitue un procédé simple de reprise des échecs de fusion dans l'espace radiocarpien avec les autres procédés. Dans ce cas, après avoir avivé les surfaces de la pseudarthrose, on aborde le versant latéral du col de la métaphyse du III^e métacarpien par une incision située dans le deuxième espace métacarpien. Après avoir dégagé le col, on réalise une corticotomie permettant d'introduire le clou de Rush et de le chasser progressivement à travers le grand os jusqu'au foyer de la pseudarthrose. Là, on guide son passage dans la cavité médullaire du radius. Une fois que le clou est bien fiché dans le radius, on peut, du fait de sa bonne malléabilité, lui imprimer des mouvements permettant de définir avec précision la position définitive de l'arthrodèse. À ce moment, la position est fixée par une agrafe externe ou/et interne.

Variante : technique utilisant un greffon corticospongieux prélevé au radius stabilisé par un hauban

Cette variante a été introduite par Stein ^[51]. Elle consiste à tailler un greffon corticospongieux aux dépens de la partie postérieure du radius. Le greffon une fois découpé est tourné de 180° de façon à avoir la partie étroite du greffon du côté distal. Wood ^[58] l'a récemment remise à l'ordre du jour en lui associant une synthèse par un hauban stabilisé par une broche oblique.

Voie d'abord interne

Elle a été proposée par Smith-Petersen ^[48]. On dégage ainsi tout le bord interne du poignet de la partie distale de l'ulna au métacarpe. La résection de la tête de l'ulna permet de bien dégager le bord interne du radius. On réalise alors une ostéotomie frontale du bloc radiométacarpien qui est ouvert comme un livre à charnière externe. On

y encastre le greffon de tête de l'ulna. Cette technique a été reprise par Debeyre [12]. Il n'est pas nécessaire dans ce cas de réaliser un avivement des surfaces interosseuses.

Immobilisation postopératoire

La durée d'immobilisation doit être de 12 semaines. Il est recommandé d'envisager, lors des 6 premières semaines, un plâtre brachio-anti-brachial étendu aux doigts si l'on inclut dans la fusion l'espace carpométacarpien. Le pouce et les articulations interphalangiennes distales sont laissés libres. Une manchette plâtrée est suffisante pour les 6 dernières semaines.

Complications [9]

Précoces

La complication la plus habituelle est la survenue d'un œdème. Il faut maintenir le poignet en surélévation pendant plusieurs jours. Ce n'est qu'après la disparition complète de l'œdème que l'on envisage la confection d'un plâtre circulaire. La découverte d'un hématome impose de l'évacuer pour éviter en particulier le risque de surinfection.

À distance

La complication majeure est le retard de consolidation ou la pseudarthrose. Le pourcentage de pseudarthrose varie entre 5 et 20 % dans la plupart des séries. En cas de retard de consolidation, il faut poursuivre l'immobilisation pendant 4 à 6 semaines supplémentaires. La pseudarthrose confirmée nécessite, bien sûr, une reprise et, parfois, il peut être utile d'employer un greffon prélevé sur l'olécrâne du même membre, évitant ainsi la reprise d'une nouvelle greffe iliaque.

Indications

Dans les cas de lésions d'arthrose diffuses et globales du poignet ou en cas de reprise d'une autre intervention, l'arthrodèse globale du poignet reste l'intervention de choix chez le sujet jeune nécessitant dans son activité une bonne force de préhension. Il faut, en revanche, l'éviter chez le sujet âgé présentant une lésion du côté non dominant.

Arthroplastie par prothèse totale

Généralités

L'arthroplastie par implants en silicone a suscité un vif intérêt par son apparente simplicité et sa diversité [52]. En effet, il était possible de remplacer un os isolément ou la totalité du carpe. Malheureusement, depuis la constatation de réactions de synovites réactionnelles importantes [7, 24], leur utilisation est aujourd'hui tout à fait exceptionnelle.

Contrairement à l'arthroplastie par implant qui ne constitue qu'une simple interposition d'un matériau flexible, l'arthroplastie par prothèse totale comporte le remplacement de l'articulation par un système articulé. Meuli a, le premier, proposé en 1970 un modèle comportant une rotule fixée par une tige dans la cavité médullaire de l'extrémité inférieure du radius et deux tiges distales fichées dans la cavité médullaire des II^e et III^e métacarpiens. Il a été suivi par Volz qui a proposé un modèle très similaire. Tous les deux ont rapidement constaté la nécessité de :

- fixer dans le plan horizontal le centre de rotation dans l'axe du III^e métacarpien ;
- orienter dans le plan sagittal la tige distale conformément à la direction postérieure des métacarpiens.

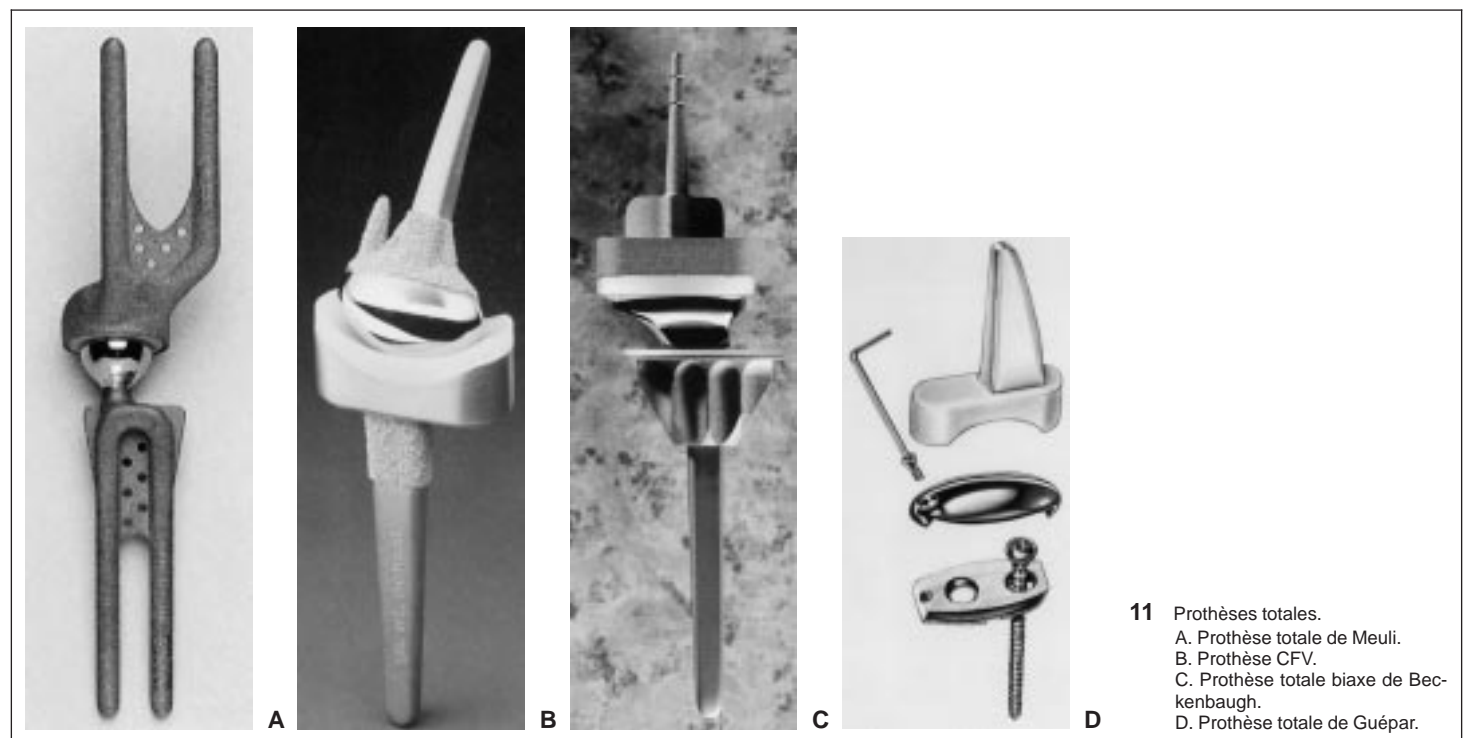
Le poignet étant utilisé en grande partie dans des positions fixes et stables, la prothèse est soumise à des contraintes importantes. Le modèle de type rotule entraînant un pourcentage élevé de descellements a motivé l'utilisation de prothèse à développement transversal avec une articulation en forme d'ellipsoïde permettant de conserver les deux secteurs de mobilité essentiels au poignet.

Principales prothèses (fig 11)

Prothèse de Meuli

La prothèse actuelle (MPW III) [33] conserve le principe de la rotule permettant une mobilité dans toutes les directions. L'implant comporte un composant proximal, radial, fixé dans l'extrémité inférieure du radius avec une tête sphérique et une partie distale en forme de cupule métallique fixée par deux tiges scellées dans les diaphyses des II^e et III^e métacarpiens.

La prothèse est actuellement disponible avec un revêtement réhabitable. L'auteur [34], rapportant de bons résultats, insiste sur la nécessité d'une mise en place très rigoureuse de la prothèse.



11 Prothèses totales.
A. Prothèse totale de Meuli.
B. Prothèse CFV.
C. Prothèse totale biaxe de Beckenbaugh.
D. Prothèse totale de Guépar.

Prothèse de Volz ^[20]

Le modèle actuel CFV comporte un composant radial avec une embase creuse permettant l'introduction d'une cale avec une surface elliptique. Le composant métacarpien est fait d'une cavité concave en polyéthylène reposant sur un support métallique dont la tige est fixée au III^e métacarpien avec un aileron chargé de bloquer la rotation.

Prothèse biaxe de Beckenbaugh ^[1]

Elle comporte une pièce radiale avec une surface articulaire biconcave en polyéthylène qui est à la fois décalée en dedans pour se rapprocher de l'axe de l'avant-bras et en avant pour se rapprocher de la corticale antérieure du radius. La pièce carpienne comprend une surface articulaire elliptique convexe en métal avec une tige fixée au III^e métacarpien associée à un plot métacarpien antirotation.

Prothèse trisphérique

C'est une prothèse semi-contrainte comportant quatre composants ^[16] :

- une pièce radiale métallique comprenant une tige de fixation surmontée d'une sphère percée en son centre pour recevoir une pièce cylindrique (pièce axiale) la solidarisant avec la pièce carpienne ;
- la pièce carpienne métallique présente une embase avec une tige centrale principale fixée au III^e métacarpien associée à un petit aileron latéral antirotation ;
- une pièce articulaire en polyéthylène insérée sur la pièce carpienne permettant la fixation d'un axe métallique ;
- la pièce axiale est un axe métallique cylindrique solidarisant, de façon non rigide, la pièce articulaire à la sphère de la pièce radiale dans le plan frontal.

Il existe une mobilité de flexion-extension et des mouvements d'inclinaison radiale et ulnaire d'environ 15°.

Prothèse Guépar

Elle a été conçue en 1979 et remaniée en 1988 sur la pièce radiale en polyéthylène. Elle comporte une queue intramédullaire et une surface articulaire ellipsoïde concave. La pièce métacarpienne comporte une embase avec des trous de fixation pour des vis prenant appui dans les métacarpiens surmontée d'un couvercle convexe métallique se fixant sur l'embase. La vis interne doit être alignée sur le III^e métacarpien. Forestier ^[17] a récemment rapporté les résultats d'une importante série.

Éléments de la technique de mise en place d'une prothèse

Il s'agit d'éléments techniques généraux. Il est impératif de suivre scrupuleusement les recommandations du concepteur de chaque prothèse. La voie d'abord est dorsale. Il faut préférer les voies longitudinales sans courbure évitant le risque de nécrose cutanée. On passe à travers le ligament rétinaculaire dorsal au milieu du quatrième compartiment qu'il faut bien disséquer. On ouvre le troisième compartiment du long extenseur du pouce du côté ulnaire. Le tendon est rétracté pour décoller et soulever le deuxième et le premier compartiment au ras du radius en veillant bien à protéger les tendons. En dedans, on réalise la libération jusqu'au cinquième compartiment. La capsule est ouverte par une incision en « T » ; la branche transversale correspond à l'extrémité distale du radius et la branche verticale est située en dedans du bord interne du deuxième radial.

Résection de la tête de l'ulna

Elle s'impose le plus souvent.

Coupes osseuses

On utilise des calques de prothèse présentant une augmentation de 6 % par rapport à l'implant proprement dit. La résection du radius se fait à 90° par rapport à son axe. Il faut faire une section à minima à ce niveau. Ensuite, on définit le siège de la recoupe du côté distal en prévoyant d'obtenir en principe un espace de 2,5 cm de long pour la prothèse. On réalise ainsi, après avoir pratiqué ces deux sections, l'exérèse du carpe restant.

Préparation des ancrages

Au radius, on réalise un évidement adapté au modèle et au type de fixation. En distal, l'ancrage est fait habituellement dans la cavité médullaire du III^e métacarpien. Pour faciliter le repérage de la cavité

médullaire, on dégage les deux versants du III^e métacarpien. On perfore alors avec une pointe fine la zone de recoupe distale en traversant la partie restante du carpe pour pénétrer dans la cavité en restant bien dans l'axe du III^e métacarpien. On peut réaliser ^[45] le repérage du trajet en introduisant une broche fine dans la cavité médullaire de la tête du III^e métacarpien. Une fois extériorisée au niveau de la recoupe distale, il est facile de suivre son trajet en sens inverse avec un instrument creux et repérer la cavité médullaire ; la taille définitive étant alors faite selon le modèle utilisé.

Mise en place de l'implant

La mise en place des implants d'essai permet de contrôler le bon positionnement de l'implant et sa stabilité. Puis on met en place l'implant définitif en le cimentant ou non selon le cas.

Fermeture

On réalise la réparation plan par plan.

Soins postopératoires

L'immobilisation postopératoire est le plus souvent de 4 à 6 semaines en raison de la faiblesse des formations stabilisatrices périarticulaires.

Complications ^[28]

À côté des complications intraopératoires (fracture) et précoces habituelles (hématome, infection et luxations), il faut surtout souligner les complications tardives dont les taux varient de 15 à 35 %. Il s'agit surtout de descellements du composant distal métacarpien et plus rarement au niveau proximal radial. Bien sûr, on trouve aussi des infections tardives et des instabilités avec luxation. Les reprises s'effectuent le plus souvent en réalisant une arthrodèse.

Indications

En raison de la persistance de nombreuses incertitudes sur l'évolution à long terme de l'arthroplastie totale du poignet, sa place n'est pas encore clairement définie. Elle est tout à fait justifiée dans les destructions douloureuses des poignets rhumatoïdes. Dans les arthroses post-traumatiques, l'indication doit être limitée aux lésions évoluées chez les sujets n'ayant pas une activité de force. Dans le cas d'une atteinte bilatérale, on réserve en principe l'arthroplastie au côté non dominant.

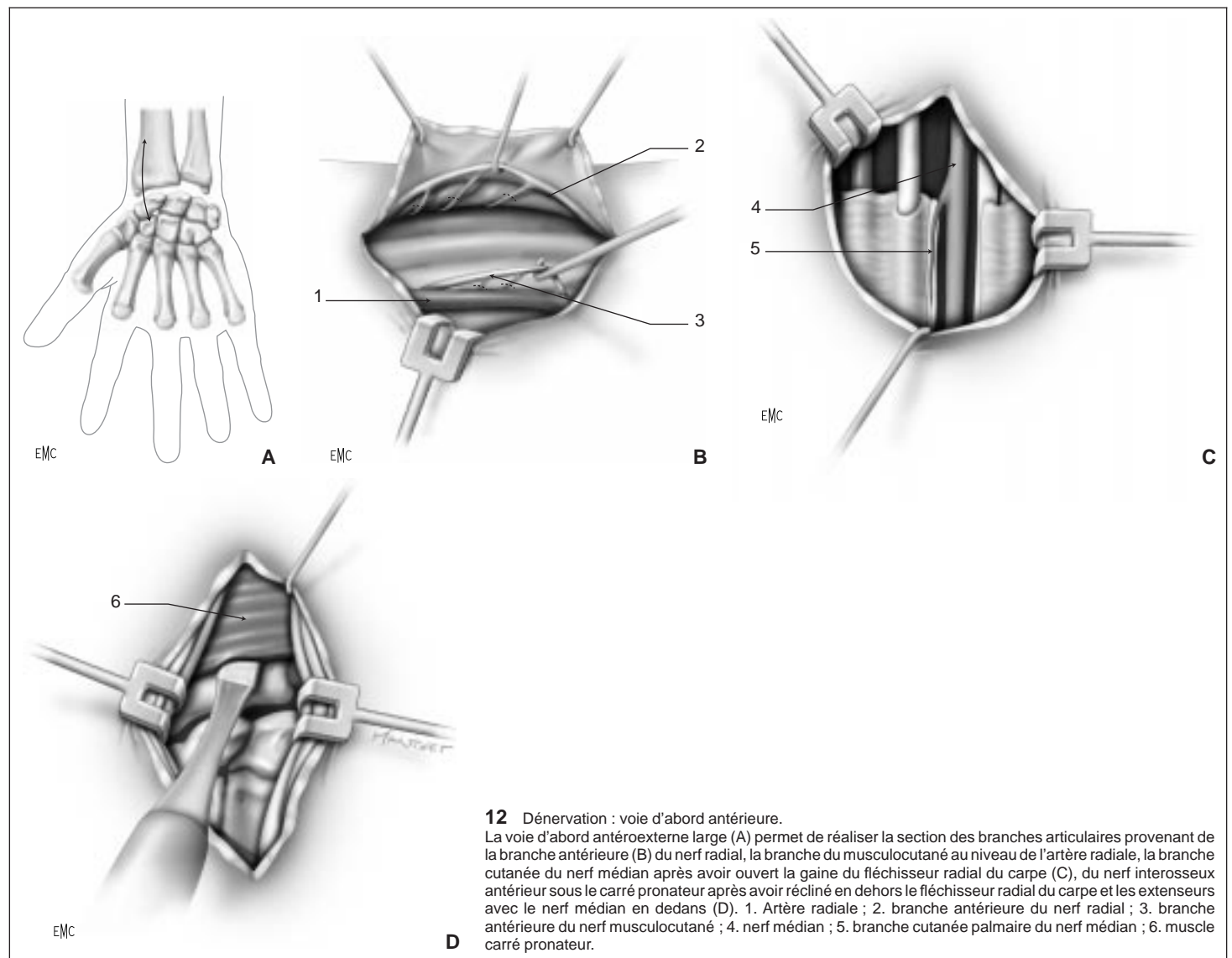
Dénervation**Généralités**

Il s'agit d'une intervention extra-articulaire visant à obtenir l'indolence du poignet par la suppression de son innervation. L'expérience a montré que la dénervation chirurgicale du poignet n'entraînait pas de lésions dégénératives supplémentaires par le mécanisme de l'arthropathie d'origine neurogène ou arthropathie de Charcot. Wilhelm ^[56] a précisé l'anatomie de l'innervation du poignet. Elle est assurée par dix nerfs (numérotés de I à X) différents. Deux d'entre eux se terminent en s'épanouissant dans l'articulation :

- le nerf interosseux postérieur (I) : sa situation est constante dans la partie externe de la quatrième coulisse dorsale des extenseurs. Sa terminaison est tout entière destinée au carpe ;
- le nerf interosseux antérieur (VI).

Dans tous les autres cas, seul un ou plusieurs rameaux naissant le long du trajet du nerf se rendent au niveau de l'articulation. Il s'agit :

- du nerf dorsal radial de l'index (II) (premier espace interosseux) ;
- du nerf musculocutané (III) ;
- de la branche antérieure du nerf radial (IV) ;
- de la branche cutanée palmaire du nerf médian (V) ;
- des rameaux perforants du deuxième (VII) et du troisième espace interosseux (VIII) provenant de la branche profonde du nerf ulnaire ;
- de la branche cutanée dorsale du nerf ulnaire (IX) ;
- du nerf brachial cutané interne (X).



Technique

Dans sa technique originale, Wilhelm^[57] a défini trois voies d'abord antérieures et cinq voies d'abord dorsales. Foucher^[18] a montré qu'il était possible de réaliser l'ensemble des gestes antérieurs par une seule voie longitudinale externe.

Voie d'abord antérieure et radiale (fig 12)

C'est une voie d'abord arciforme centrée sur l'artère radiale sur une distance d'environ 5 cm. Elle permet de sectionner les rameaux issus :

- du nerf musculocutané (III) : pour cela, on résèque l'ensemble des éléments périartériels au niveau de l'artère radiale sur une longueur de 2 à 3 cm. On ligature aussi les veines concomitantes ;
- de la branche cutanée palmaire du médian (V) : elle est repérée en ouvrant la gaine du grand palmaire. On le suit jusque dans son passage dans les bandelettes du petit palmaire et l'on sectionne toutes les branches à destination articulaire ;
- des rameaux terminaux du nerf interosseux antérieur (VI) : pour cela, on passe en profondeur sur la face antérieure de l'extrémité inférieure du radius que l'on rugine en passant sous le bord inférieur du carré pronateur ;
- de la branche antérieure du nerf radial (IV) : en soulevant la peau et le tissu cellulaire sous-cutané avec le nerf, on met en tension les rameaux à destination articulaire qu'il est facile de couper. On complète cette étape par un décollement de la peau au doigt.

Voies postérieures (fig 13)

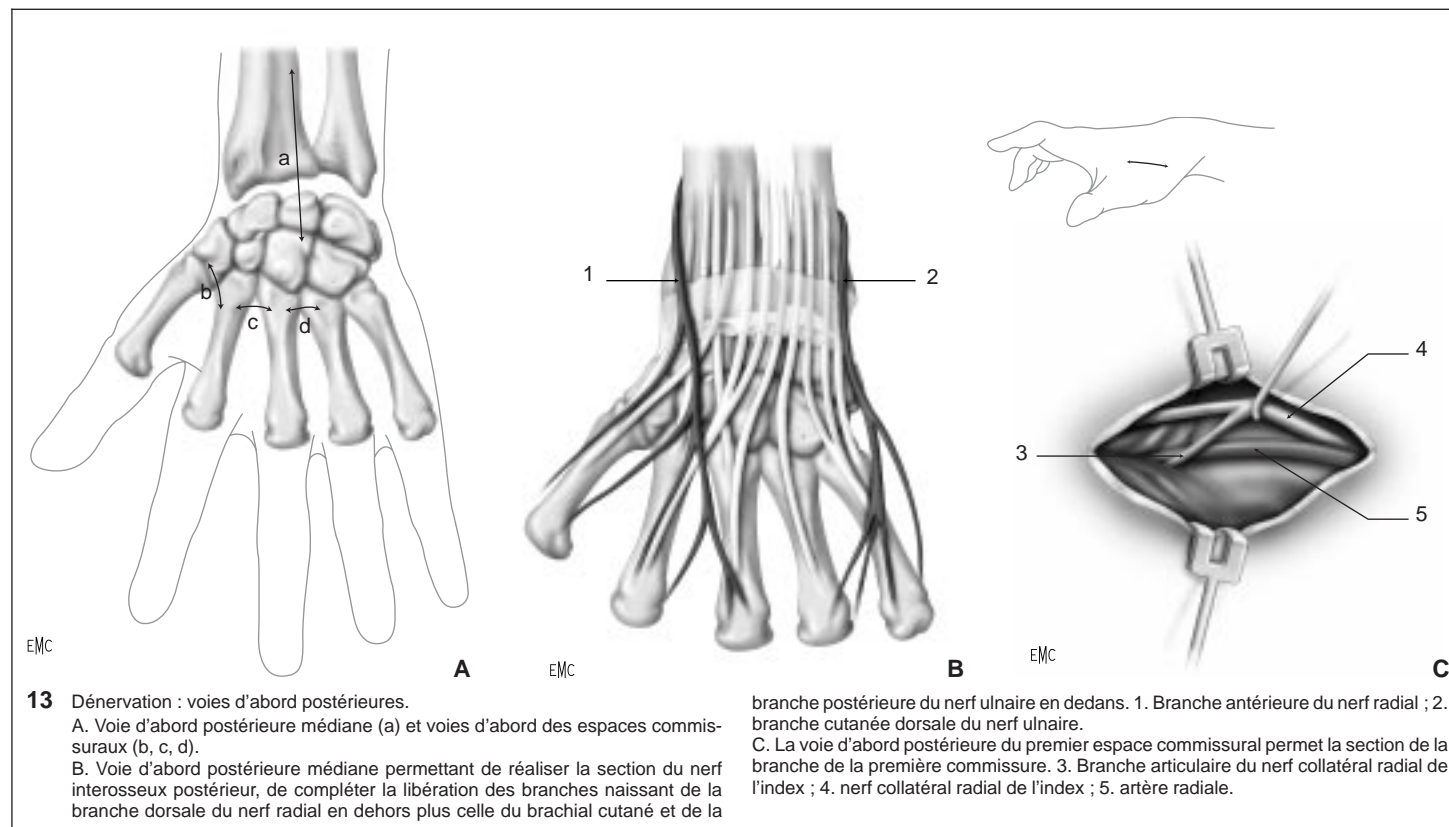
Voie d'abord dorsale médiane longitudinale

Elle est centrée sur l'interligne radiocarpien sur une longueur de 5 à 6 cm et ne représente qu'une partie de la voie d'abord dorsale classique. Elle permet la section :

- du nerf interosseux postérieur (I) dans la quatrième coulisse ou coulisse des extenseurs communs. Il est réséqué sur plusieurs centimètres en même temps que la branche dorsale de l'artère interosseuse antérieure qui l'accompagne ;
- en soulevant la peau en dedans, des rameaux provenant de la branche dorsale sensitive du nerf ulnaire (IX) et du nerf brachial cutané interne (X). Ils sont mis en évidence après avoir décollé et soulevé le plan cutané et sous-cutané. La section est faite à la vue ou au doigt.

Trois dernières voies : voies commissurales

- La voie commissurale du premier espace est située au sommet de l'angle de la première commissure. C'est une courte voie arciforme permettant de repérer le nerf dorsal radial de l'index (II) qui donne à ce niveau une branche récurrente carpienne juste après avoir croisé le tendon du long extenseur du pouce. Il faut impérativement repérer et réséquer la veine communicante entre le réseau veineux superficiel et profond. Sans cette précaution, on s'expose à couper la totalité du nerf au lieu de sa seule branche articulaire (fig 13C).
- La voie commissurale du deuxième et du troisième espace correspond à une incision courte de 0,5 à 1 cm située à la base de chaque espace interosseux. C'est à ce niveau qu'il faut sectionner les branches



récurrentes de la branche musculaire profonde du nerf ulnaire (VII et VIII). Ce geste est réalisé simplement en dénudant avec une petite rugine le squelette dorsal.

La dénervation partielle, et plus particulièrement la section isolée du nerf interosseux postérieur (I) lors de la voie postérieure, a pour seul but d'éviter un névrome à ce niveau, ce dernier pouvant être douloureux.

Soins postopératoires

L'immobilisation postopératoire est courte : 10 à 15 jours.

Complications

Elles sont rares, sauf les fautes techniques créant une lésion d'une branche sensitive cutanée dont on connaît la très mauvaise tolérance.

Indications

Cette intervention peut être utilisée dans les diverses lésions dégénératives à des stades variables. Néanmoins, les différentes séries publiées ne rapportent que des résultats à court terme. Cette intervention ne modifiant pas l'évolution de la lésion dégénérative n'apporte en fait qu'une amélioration transitoire. Elle doit être réservée au cas particulier du sujet âgé n'ayant que peu d'activité et ne désirant pas subir les contraintes postopératoires d'une intervention articulaire, l'immobilisation et la rééducation, ainsi que le délai de récupération qui est toujours de plusieurs mois.

Chirurgie de l'articulation radio-ulnaire inférieure

Généralités

L'arthrose idiopathique étant rare à ce niveau, on rencontre essentiellement des atteintes dégénératives séquellaires de fractures de l'extrémité inférieure du radius.

Résection de la tête de l'ulna (Darrach)

Cette intervention a été réalisée et décrite en France par Desault ^[13] en 1791 puis par Moore en 1880. Darrach ^[11] a assuré sa diffusion. En théorie, cette intervention prédispose à une translation interne et une diminution de la force. Néanmoins, cela ne se retrouve pas dans la pratique si l'on respecte tous les temps de cette intervention.

Voie d'abord

Elle est :

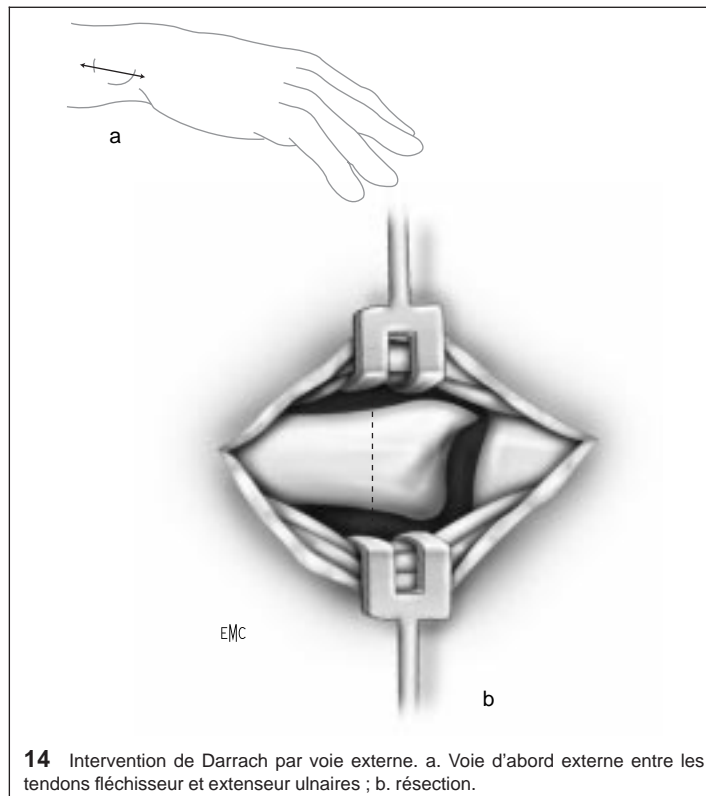
- interne lorsqu'elle est réalisée de façon isolée (fig 14). Dans ce cas, elle passe entre les tendons extenseur et fléchisseur ulnaires du carpe. Il faut veiller à respecter la branche cutanée dorsale du nerf ulnaire ;
- postéro-interne (fig 15) lorsqu'elle fait partie d'un geste plus large comme par exemple l'arthroplastie par prothèse totale.

Résection

On libère le tiers distal de l'extrémité inférieure de l'ulna en dépassant l'extrémité inférieure de la styloïde ulnaire. Le périoste de l'ulna est incisé et ruginé sur 3 cm environ. Dingman ^[14], en analysant l'ensemble des facteurs pouvant intervenir dans la qualité du résultat de la résection de la tête de l'ulna selon le principe de Darrach, a ainsi pu mettre en évidence qu'il était essentiel de limiter la résection de la tête de l'ulna à la seule partie qui se trouve en regard de la fossette sigmoïde du radius. Pour améliorer la stabilisation, il faut laisser en place la pointe de la styloïde et effectuer une résection sous-périostée. L'ostéotomie est réalisée à l'ostéotome en fragilisant l'os au préalable par des perforations ou à la scie électrique. Dans le cas d'un os très ostéoporotique, la résection peut se faire à la pince de Liston en réalisant une section progressive. On réalise un avivement et un nettoyage de la tranche de section. La styloïde ulnaire, lorsqu'il s'agit d'une fracture, est généralement laissée en place.

Stabilisation

Après avoir réalisé la fermeture du manchon capsulopériosté, il est important d'associer un geste de stabilisation du moignon de l'ulna.



14 Intervention de Darrach par voie externe. a. Voie d'abord externe entre les tendons fléchisseur et extenseur ulnaires ; b. résection.

Capsuloplastie [3]

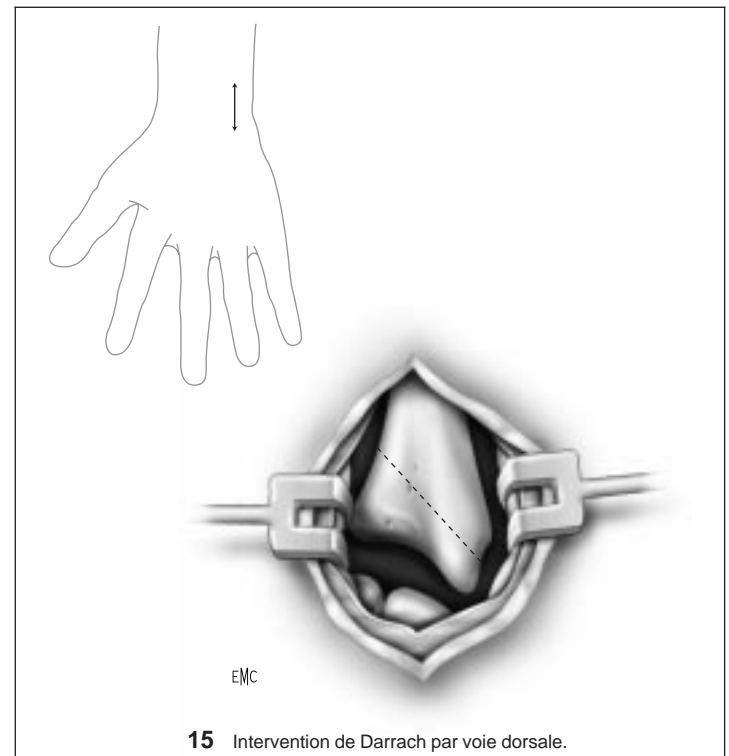
C'est le geste que nous associons systématiquement à la résection (fig 16). Il consiste à dégager le plan capsuloligamentaire antérieur. On y taille un lambeau à pédicule distal, ce dernier étant alors inséré en transosseux au niveau du bord postérieur du moignon de l'ulna.

Ténodèse [21]

On réalise une plastie (fig 17) aux dépens d'une portion du tendon extenseur ou fléchisseur ulnaire du carpe. On prélève une languette tendineuse de 6 à 8 cm de long, correspondant à la moitié du diamètre du tendon avec un pédicule distal. Ensuite, il faut forer un orifice avec une mèche de 3,2 mm dans le versant externe du moignon de l'ulna, à 1 cm environ de son extrémité libre. Ainsi, on introduit le bout libre du greffon de tendon dans la cavité endomédullaire et on le fait sortir par l'orifice osseux créé pour le réinsérer à l'extrémité distale du tendon (Goldner).

Transposition du carré pronateur (fig 18) [40]

On désinsère le carré pronateur à la face antérieure de l'ulna pour le réinsérer au niveau de la face postérieure.



15 Intervention de Darrach par voie dorsale.

Soins postopératoires

L'immobilisation doit être au moins de 15 jours à 3 semaines, la reprise de la mobilisation de la radio-ulnaire devant être très progressive.

Complications

Il s'agit surtout de l'instabilité du moignon de cubitus.

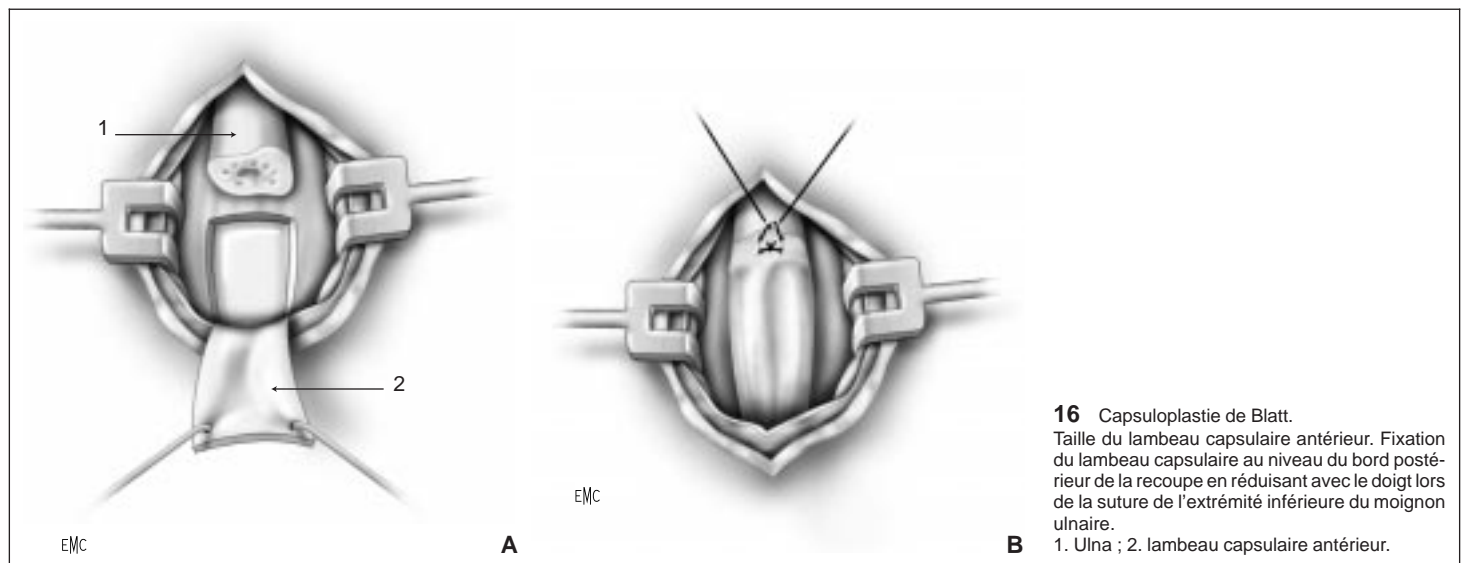
Indications

L'intervention de Darrach reste une excellente méthode de traitement de l'arthrose radio-ulnaire inférieure. En règle générale, nous effectuons une stabilisation du moignon de l'ulna par capsulodèse. La ténodèse ou la stabilisation active par transfert du carré pronateur ne sont réalisées que dans les cas d'instabilité douloureuse du moignon de l'ulna survenant après résection simple de la tête ulnaire.

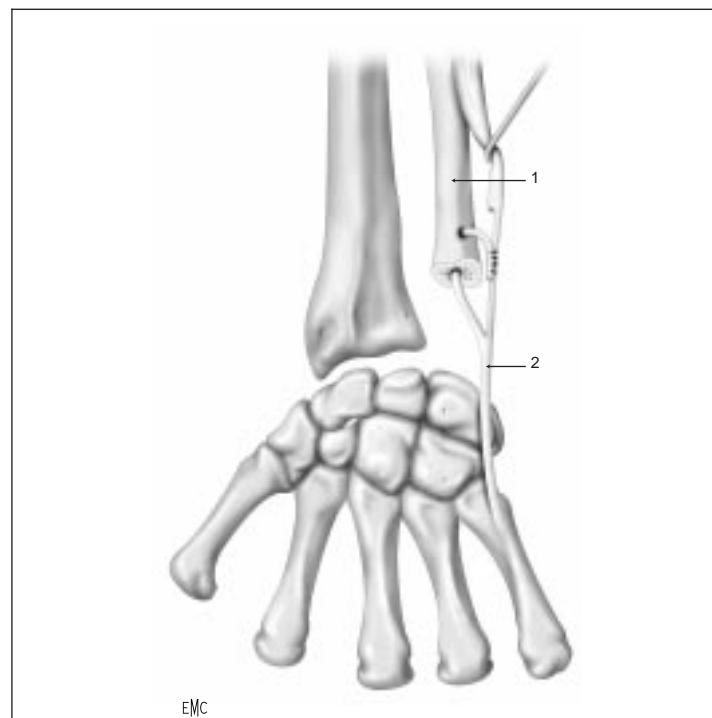
Hémirésection-interposition selon Bowers [4] (fig 19)

Technique

L'intervention de Bowers n'est pas prévue pour traiter l'instabilité radio-ulnaire inférieure. Son seul but est de corriger la douleur et les conflits mécaniques avant tout. La voie d'abord est postéro-interne.

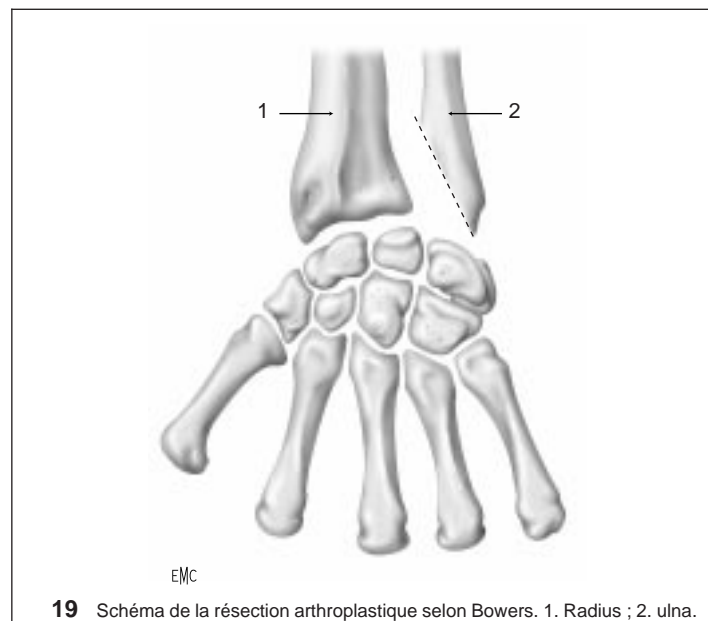


16 Capsuloplastie de Blatt. Taille du lambeau capsulaire antérieur. Fixation du lambeau capsulaire au niveau du bord postérieur de la recoupe en réduisant avec le doigt lors de la suture de l'extrémité inférieure du moignon ulnaire. 1. Ulna ; 2. lambeau capsulaire antérieur.



17 Ténodèse à l'aide de l'extenseur ulnaire.

On taille une languette à base distale au niveau du tendon ulnaire postérieur qui est tunnellisé dans le canal médullaire. Après être sorti au niveau d'un orifice taillé, il est suturé à lui-même. 1. Ulna ; 2. tendon de l'extenseur ulnaire du carpe dédoublé avec un pédicule distal.



19 Schéma de la résection arthroplastique selon Bowers. 1. Radius ; 2. ulna.

Variante : la résection modelante selon Watson ^[55] réalise un remodelage cylindrique de la recoupe osseuse.

Soins postopératoires

Immobilisation de 15 jours à 3 semaines, en cas de libération-reconstruction de la coulisse de l'extenseur ulnaire du carpe.

Complications

C'est dans notre expérience surtout une résection insuffisante. Elle n'est pas indiquée lorsqu'il existe une instabilité associée.

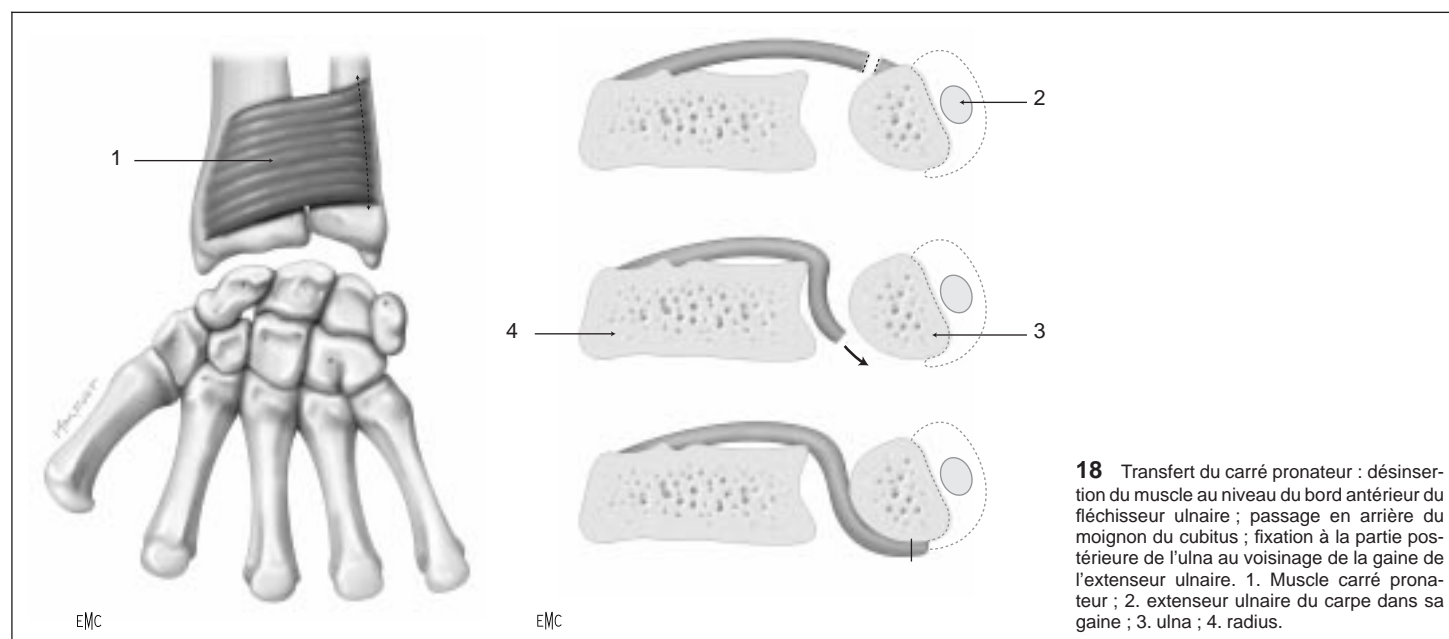
Indications

Nous avons abandonné cette technique en raison de la difficulté que nous avons eue à bien déterminer la résection idéale.

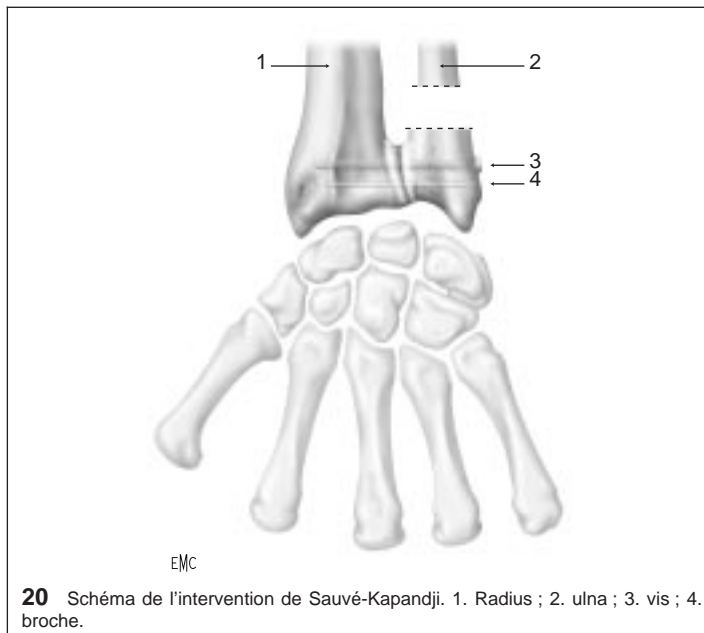
Intervention de Sauvé-Kapandji ^[41] (fig 20)

Principe

La technique de Sauvé-Kapandji consiste à stabiliser la tête de l'ulna en réalisant une arthrodèse de l'articulation radio-ulnaire inférieure et à créer une pseudarthrose intentionnelle de l'ulna en réséquant 1 à 2 cm de diaphyse au-dessus de la tête ainsi stabilisée.



18 Transfert du carré pronateur : désinsertion du muscle au niveau du bord antérieur du fléchisseur ulnaire ; passage en arrière du moignon du cubitus ; fixation à la partie postérieure de l'ulna au voisinage de la gaine de l'extenseur ulnaire. 1. Muscle carré pronateur ; 2. extenseur ulnaire du carpe dans sa gaine ; 3. ulna ; 4. radius.



20 Schéma de l'intervention de Sauvé-Kapandji. 1. Radius ; 2. ulna ; 3. vis ; 4. broche.

Technique

La voie d'abord est postéro-interne entre l'extenseur propre du V^e et l'extenseur ulnaire du carpe. Il faut veiller à respecter la branche cutanée dorsale du nerf ulnaire. On réalise un abord de l'articulation radio-ulnaire inférieure avec conservation du ligament radio-ulnaire antérieur. Pour aviver la surface articulaire de la fossette sigmoïdienne du radius et de la tête de l'ulna, il est préférable de mettre en place au préalable la vis dans la tête de l'ulna et de commencer l'intervention par l'ostéotomie distale de l'ulna. De ce fait, on peut manipuler plus facilement l'extrémité inférieure de l'ulna. On pratique ainsi une résection de l'ulna sur une distance de 2 cm environ (entre 1 et 2 cm) lorsque l'index radio-ulnaire est voisin de la normale, ou plus lorsqu'il est positif, pour corriger dans le même temps l'hyperpression interne de l'ulna. Le repositionnement de la tête de l'ulna est toujours réalisé pour se trouver dans les conditions d'un index neutre. La rondelle d'os ainsi réséquée à la scie oscillante peut servir de greffon d'interposition au foyer d'arthrodèse. Le plus souvent, la résection-avivement ayant été minime, il n'est pas nécessaire d'envisager une greffe à ce niveau. Le montage doit être effectué par deux vis [26] ou une vis et un brochage complémentaire pour neutraliser la rotation. On peut stabiliser l'extrémité inférieure de l'ulna par le muscle carré pronateur qui est interposé dans l'espace. L'immobilisation est de courte durée : 15 jours à 3 semaines.

Soins postopératoires

Selon la qualité de l'ostéosynthèse du moignon de l'ulna, on peut diminuer la durée d'immobilisation à 1 à 2 semaines.

Complications

C'est surtout l'instabilité du moignon de tête de l'ulna qui est très haut situé du fait du principe même de l'intervention.

Indication

Nous avons définitivement abandonné cette technique depuis plus de 10 ans.

• •

Le traitement des lésions dégénératives du poignet ne se résume plus à la simple arthrodèse totale du poignet. Nous disposons aujourd'hui de plusieurs interventions fiables, permettant de conserver un secteur de mobilité utile. L'étendue et le siège des lésions arthrosiques sont les éléments essentiels pour déterminer le choix thérapeutique.

En cas d'arthrose radioscapoïdienne isolée, stade I de Watson, on peut réaliser une résection de la première rangée ou une arthrodèse capitato-lunaire.

Lorsque l'arthrose s'étend au-delà de la région radioscapoïdienne, atteignant l'articulation médiocarpienne et en particulier l'espace capitato-lunaire (stade II), seule une arthrodèse médiocarpienne, capitato-lunaire ou des quatre coins, est possible.

En cas d'atteinte isolée de l'articulation scapho-trapézo-trapézoïdienne ou de l'espace radiolunaire, l'arthrodèse isolée de l'espace constitue une bonne solution.

L'arthrodèse du poignet garde encore tout son intérêt en cas d'arthrose globale, tout comme dans les formes plus localisées chez le sujet jeune ayant une activité de force.

L'arthroplastie par prothèse totale doit être réservée à des cas particuliers et, de préférence, aux sujets âgés n'ayant pas une grande activité manuelle.

À côté de ces différentes interventions articulaires, la dénervation constitue une méthode particulièrement séduisante, du fait de la simplicité des suites opératoires. Malheureusement, elle n'arrête pas l'évolution des lésions arthrosiques. Elle ne peut constituer qu'une solution d'attente ou de circonstance chez le sujet très âgé.

En cas d'arthrose de l'articulation radio-ulnaire inférieure, l'intervention de Darrach, dans la mesure où elle est réalisée avec minutie, reste l'intervention de choix.

Enfin, il faut souligner qu'à l'heure actuelle, si certaines interventions et tout particulièrement la résection de la première rangée peuvent être réalisées sous arthroscopie, nous ne disposons pas encore de résultats permettant de préciser l'intérêt ou la supériorité de cette technique.

Références ➤

Références

- [1] Beckenbaugh RD. Arthroplasty of the wrist. In : Morey BF ed. Joint replacement arthroplasty. New York : Churchill Livingstone, 1991 : 195-215
- [2] Bedeschi P, Zanasi S. Proximal row carpectomy by anterior approach as elective treatment of advanced stages of Kienböck's disease. In : Vastamäki M, Vilkki S, Raatikainen T, Viljakka J eds. Current trends in hand surgery. Amsterdam : Elsevier, 1995 : 113-118
- [3] Blatt G, Ashworth CR. Volar capsule transfer for stabilization following resection of the distal end of the ulna. *Orthop Trans* 1979 ; 3 : 13-14
- [4] Bowers W. Distal radioulnar joint arthroplasty: the hemiresection-interposition technique. *J Hand Surg Am* 1985 ; 10 : 169-178
- [5] Brumfield RH, Champoux JA. Biomechanical study of normal functional wrist motion. *Clin Orthop* 1984 ; 187 : 23-25
- [6] Butler AA. Arthrodesis of the wrist joint. Graft from the inner table of the ilium. *Am J Surg* 1949 ; 78 : 625-630
- [7] Carter PR, Benton LJ, Dysert PA. Silicone rubber carpal implants: a study of the incidence of late osseous complications. *J Hand Surg Am* 1986 ; 11 : 639-644
- [8] Chamay A, Della Santa D, Vilaseca A. L'arthrodèse radio-lunaire facteur de stabilité du poignet rhumatoïde. *Ann Chir Main* 1983 ; 2 : 5-17
- [9] Clendenin MB, Green DP. Arthrodesis of the wrist. Complications and their management. *J Hand Surg* 1981 ; 6 : 253-256
- [10] Crabbe WA. Excision of the proximal row of carpus. *J Bone Joint Surg Br* 1964 ; 46 : 708-711
- [11] Darrach W. Anterior dislocation of the head of the ulna. *Ann Surg* 1912 ; 56 : 802-803
- [12] Debeyre J, Goutalier D. Une technique d'arthrodèse du poignet par greffon iliaque intra-carpien. *Rev Chir Orthop Traumatol* 1972 ; 58 : 91-102
- [13] Desault M. Extrait d'un mémoire de M Desault sur la luxation de l'extrémité inférieure du radius. *J Chir* 1791 ; 1 : 78-91
- [14] Dingman PV. Resection of the distal end of the ulna. (Darrach operation). An end result study of twenty four cases. *J Bone Joint Surg Am* 1952 ; 34 : 893-900
- [15] Douglas DP, Peimer CA, Koniuch MP. Motion of the wrist after simulated limited intercarpal arthrodeses. An experimental study. *J Bone Joint Surg Am* 1987 ; 69 : 1413-1418
- [16] Figgie MP, Ranawat CS, Inglis AE, Sobel M. Trispherical total wrist arthroplasty in rheumatoid arthritis. *J Hand Surg Am* 1990 ; 15 : 217-223
- [17] Forestier J, Lebreton L, Alnot JY, Langlet F, Condamine JL, Pidorz L. La prothèse totale Guépar de carpe dans la chirurgie du poignet rhumatoïde. À propos de 72 cas. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 : 108-115
- [18] Foucher G. Technique de dénervation du poignet. *Ann Chir Main* 1989 ; 8 : 84-87
- [19] Garcia Elias M, Cooney WP, An KN, Linscheid RL, Chao EY. Wrist kinematics after limited intercarpal arthrodesis. *J Hand Surg Am* 1989 ; 14 : 791-799
- [20] Gellman H, Hontas R, Brumfield RH, Tozzi J, Conaty JP. Total wrist arthroplasty in rheumatoid arthritis. A long term clinical review. *Clin Orthop* 1997 ; 342 : 71-76
- [21] Goldner JL, Hayes MG. Stabilisation of the remaining ulna using one-half of the extensor carpi ulnaris tendon after resection of the distal ulna. *Orthop Trans* 1979 ; 3 : 330-331
- [22] Gordon LH, King D. Partial wrist arthrodesis for old ununited fractures of the carpal navicular. *Am J Surg* 1961 ; 102 : 460-464
- [23] Haddad RJ, Riordan DC. Arthrodesis of the wrist. A surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 1967 ; 49 : 950-954
- [24] Haloua JP, Colin JP, Schernberg F, Sandre J. Arthroplastie du poignet rhumatoïde par implants de Swanson : résultats et complications à long terme. *Ann Chir Main* 1989 ; 8 : 124-134
- [25] Hastings H, Weiss AP, Strickland JW. Arthrodesis of the wrist: indication, technic and functional consequences for the hand and wrist. *Orthopæde* 1993 ; 22 : 86-91
- [26] Kapandji IA. Opération de Kapandji-Sauvé. Technique et indications dans les affections non rhumatismales. *Ann Chir Main* 1986 ; 5 : 181-193
- [27] Krakauer JD, Bishop AD, Cooney WP. Surgical treatment of scapholunate advanced collapse. *J Hand Surg Am* 1994 ; 19 : 751-759
- [28] Lorei MP, Figgie MP, Ranawat CS, Inglis AE. Failed total wrist arthroplasty. Analysis of failures and results of operative management. *Clin Orthop* 1997 ; 342 : 84-93
- [29] Mannerfelt L. Nouvelle technique d'arthrodèse du poignet pour le traitement des arthrites rhumatoïdes. *Rev Chir Orthop* 1972 ; 58 : 471-480
- [30] McGrath MH, Watson HK. Late results with local bone graft donor sites in hand surgery. *J Hand Surg* 1981 ; 6 : 234-237
- [31] McLaughlin HL, Baab OD. Carpectomy. *Surg Clin North Am* 1951 ; 31 : 451-461
- [32] Merle d'Aubigné R, Lataste J. Les arthrodèses du poignet. *Rev Chir Orthop Traumatol* 1956 ; 42 : 185-206
- [33] Meuli HC. Total wrist arthroplasty. Experience with a non cemented wrist prosthesis. *Clin Orthop* 1997 ; 342 : 77-83
- [34] Meuli HC, Fernandez DL. Uncemented total wrist arthroplasty. *J Hand Surg Am* 1995 ; 20 : 115-122
- [35] Nagy L, Büchler U. Long term results of radioscapulohumeral fusion allowing fractures of the distal radius. *J Hand Surg Br* 1997 ; 22 : 705-710
- [36] Ollier M. Traité des résections des grandes articulations. Paris : Masson, 1895
- [37] Peterson HA, Lipscomb PR. Intercarpal arthrodesis. *Arch Surg* 1967 ; 95 : 127-134
- [38] Pouzet F. L'encastrement grand-os radius dans l'arthrodèse du poignet après résection de la première rangée de carpe. *Lyon Chir* 1949 ; 44 : 224-225
- [39] Ricklin P. L'arthrodèse radio-carpienne partielle. *Ann Chir* 1976 ; 30 : 909-911
- [40] Ruby LK, Ferenz CC, Dell PC. The pronator quadratus interposition transfer: an adjunct to resection arthroplasty of the distal radioulnar joint. *J Hand Surg Am* 1996 ; 21 : 60-65
- [41] Sauvé L, Kapandji M. Une nouvelle technique de traitement chirurgical des luxations récidivantes isolées de l'extrémité inférieure du cubitus. *J Chir* 1936 ; 47 : 589-594
- [42] Schernberg F. Technique opératoire de la résection arthroplastique des trois os de la première rangée de carpe. *Ann Chir Main* 1992 ; 11 : 264-268
- [43] Schernberg F. Le poignet. Radio-anatomie et chirurgie. Paris : Masson, 1992 : 171-180
- [44] Schernberg F. Les substituts osseux en chirurgie de la main. Bases fondamentales et applications cliniques. In : Cahiers d'enseignement de la société française de chirurgie de la main. Paris : Expansion Scientifique Publication, 1997 : 17-40
- [45] Schernberg F, Gerard Y, Collin JP, Teinturier P. Arthroplastie du poignet rhumatoïde par implants de silicone : première évaluation à propos de quarante cas. *Ann Chir Main* 1983 ; 2 : 18-26
- [46] Schernberg F, Lamarque B, Genevray JC, Gerard Y. La résection arthroplastique de la première rangée des os du carpe. *Ann Chir* 1981 ; 35 : 269-274
- [47] Schwartz S. Localized fusion at the wrist joint. *J Bone Joint Surg Am* 1967 ; 49 : 1591-1596
- [48] Smith-Petersen NM. A new approach to the wrist joint. *J Bone Joint Surg* 1940 ; 22 : 122-124
- [49] Souquet R, Mansat M. L'arthrodèse du poignet par encastrement grand-os - radius. *Ann Chir* 1980 ; 34 : 689-691
- [50] Stamm TT. Excision of the proximal row of the carpus. *Proc R Soc Med* 1944 ; 38 : 74-75
- [51] Stein I. Gill turnabout radial graft for wrist arthrodesis. *Surg Gynecol Obstet* 1958 ; 106 : 231-232
- [52] Swanson AB. Flexible implant resection arthroplasty in the hand and extremities. St Louis : CV Mosby, 1973
- [53] Watson HK, Ballet FL. The slac-wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. *J Hand Surg Am* 1984 ; 9 : 358-365
- [54] Watson HK, Hempton RF. Limited wrist arthrodesis. Part I: the triscaphoid joint. *J Hand Surg* 1980 ; 5 : 320-327
- [55] Watson HK, Ryu J, Burgess RC. Matched distal ulnar resection. *J Hand Surg Am* 1986 ; 11 : 812-817
- [56] Wilhelm A. Zur Innervation der Gelenke der oberen Extremität. *Z Anat Entwickl Gesch* 1958 ; 120 : 331-371
- [57] Wilhelm A. Die Gelenkdenerivation und ihre anatomischen Grundlagen. Ein neues Behandlungsprinzip in der Handchirurgie. *Hefte Unfallheilkd* 1966 ; 86 : 1-109
- [58] Wood MB. Wrist arthrodesis using dorsal radial bone graft *J Hand Surg Am* 1987 ; 12 : 208-212

Chirurgie des séquelles des dissociations scapholunaires et pseudarthroses du scaphoïde

G. Herzberg

L'évolution naturelle des ruptures ligamentaires scapholunaires et des pseudarthroses du scaphoïde est connue ; elles déstabilisent un carpe soumis dans la vie courante, professionnelle et sportive, à des contraintes compressives. Cette évolution se fait vers un collapsus arthrosique progressif dont le traitement ne peut être que palliatif. C'est dire tout l'intérêt des traitements chirurgicaux avant l'arthrose, visant à reconstituer l'anatomie avant que le déséquilibre biomécanique ne conduise à l'arthrose. Le traitement des pseudarthroses du scaphoïde avant arthrose donne de bons résultats, sauf dans les formes proximales. Pour ces dernières, des progrès récents ont été permis par les greffes vascularisées. Le traitement des dissociations scapholunaires avant arthrose est beaucoup plus difficile et controversé, comme en témoigne la multiplicité des méthodes. L'arthroscopie diagnostique et thérapeutique prend une part grandissante. Dans les formes les plus sévères, l'arthrodèse totale du poignet est de moins en moins souvent utilisée au profit d'interventions conservant une mobilité active du poignet.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Poignet traumatique ; Carpe ; Instabilité ; Dissociation scapholunaire ; Pseudarthrose scaphoïde ; Arthrose poignet

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Techniques chirurgicales avant arthrose | 1 |
| Chirurgie des dissociations scapholunaires chroniques avant arthrose | 1 |
| Chirurgie des pseudarthroses du scaphoïde avant arthrose | 4 |
| ■ Techniques chirurgicales au stade d'arthrose | 6 |
| Chirurgie des dissociations scapholunaires chroniques au stade d'arthrose débutante | 6 |
| Chirurgie des pseudarthroses du scaphoïde au stade d'arthrose débutante | 6 |
| Chirurgie des collapsus par dissociation scapholunaire et collapsus par pseudarthrose du scaphoïde au stade d'arthrose évoluée | 7 |
| ■ Conclusion | 8 |

■ Introduction

Il est souvent difficile d'avoir une idée exacte de l'ancienneté d'un traumatisme du carpe car la douleur initiale est souvent discrète et n'incite pas toujours à consulter sur le moment. La question essentielle est de savoir si l'on se trouve déjà en présence d'une lésion au stade d'arthrose débutante ou établie. Le but de ce travail est de faire le point sur les techniques de traitement des dissociations scapholunaires chroniques et pseudarthroses du scaphoïde avant arthrose puis au stade d'arthrose.

■ Techniques chirurgicales avant arthrose

Chirurgie des dissociations scapholunaires chroniques avant arthrose

La rupture peut intéresser le complexe ligamentaire scapholunaire à des degrés variables, depuis la simple brèche de sa partie proximale sans déstabilisation sur les radiographies standards et dynamiques jusqu'à la rupture complète avec dissociation scapholunaire complète sur les radiographies simples, bascule en flexion du scaphoïde, en extension du lunatum (*dorsiflexed intercalary segment instability* ou DISI) et élargissement de l'interligne scapholunaire de face. La rupture est dite « pré-dynamique » [1] ou « pré-radiographique » [2] si les radiographies simples et dynamiques sont normales ; elle est dite « dynamique » si révélée par un diastasis scapholunaire sur les radiographies dynamiques ; elle est dite « statique » si visible sur les radiographies simples. L'arthroscanner confirme et localise la brèche ligamentaire scapholunaire ainsi que l'absence d'arthrose. L'arthroscopie diagnostique permet d'évaluer et de quantifier l'importance de la dissociation ligamentaire scapholunaire [3-5]. L'arthroscope est placé en porte médiocarpienne radiale et un palpeur introduit en porte médiocarpienne ulnaire tente d'entrer dans l'interstice scapholunaire ; cette manœuvre, réalisée après relâchement de la traction, permet de définir trois stades de gravité croissante [5]. Au stade 1, il est possible d'insérer la pointe du crochet palpeur entre scaphoïde et lunatum (manœuvre normalement impossible). Au

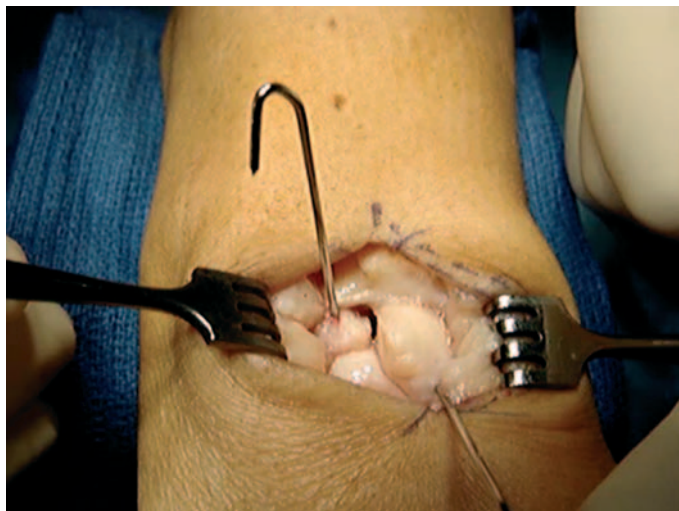


Figure 1. Abord postérieur d'une dissociation scapholunaire complète (poignet droit) : des broches-leviers sont insérées dans le scaphoïde et le lunatum.

stade 2, il est possible de créer un diastasis entre le scaphoïde et le lunatum en imprimant un mouvement de torsion axiale au palpateur placé entre les deux os. Au stade 3, l'arthroscope de 2,7 mm peut passer dans l'espace scapholunaire.

Traitements arthroscopiques

Débridement du ligament scapholunaire sous arthroscopie

Cette technique palliative [6] concerne les dissociations scapholunaires pré-dynamiques et son principe repose sur l'hypothèse selon laquelle des languettes mobiles de moignons ligamentaires scapholunaires causent les symptômes. L'arthroscope est placé en porte 6-R. Un *shaver* en porte 3-4 permet de débrider les fragments instables ou languettes de moignons ligamentaires de la rupture partielle scapholunaire. Aucune immobilisation postopératoire n'est nécessaire et le patient fait une autorééducation dans les suites.

Embrochage scapholunaire sous fluoroscopie avec contrôle arthroscopique

Ce geste s'adresse à des dissociations scapholunaires pré-dynamiques récentes pour lesquelles persiste une certaine capacité de cicatrisation ligamentaire. Whipple [7] a montré que ce traitement pouvait être efficace avant 3 mois d'ancienneté. Ses indications sont rares car le diagnostic est en général plus tardif [8, 9]. L'arthroscope est placé en porte médiocarpienne médiale. Deux broches sont introduites depuis le scaphoïde vers le lunatum. L'issue de gouttelettes graisseuses dans l'interligne médiocarpien est observée au passage des broches. Une broche scaphocapitale peut être ajoutée. Le poignet est immobilisé et les broches sont enlevées à la 8^e semaine. Une autorééducation fait suite sous couvert d'une attelle portée 3 semaines.

Gestes sur les parties molles

Ces méthodes s'adressent aux dissociations scapholunaires dynamiques ou statiques réductibles. (Fig. 1, 2).

Réparations ligamentaires

Elles sont effectuées par voie dorsale (passage entre troisième et quatrième compartiments des extenseurs, capsulotomie la plus réduite possible, longitudinale, transversale, ou en mini-Z) pour optimiser l'exposition et la réparation de la partie postérieure du ligament interosseux scapholunaire lorsque les délais sont raisonnables (moins de 6 mois) et que des moignons suturables persistent. Les techniques des trous transosseux [10-12] ont été remplacées par les techniques utilisant des mini-ancres [13] (Fig. 3 à 7). La réparation est protégée par un embrochage scapholunaire et scaphocapital. Une broche radio-lunaire peut être ajoutée si nécessaire pour maintenir la réduction du lunatum pendant la cicatrisation ligamentaire.



Figure 2. Une action inverse et combinée sur scaphoïde et lunatum permet une réduction anatomique.

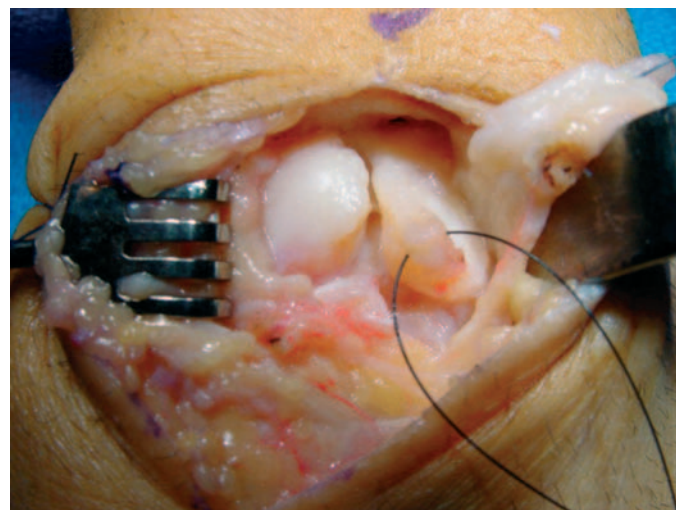


Figure 3. Vue dorsale, poignet gauche, dissociation scapholunaire complète. Un fil non résorbable est passé dans un reliquat du ligament interosseux scapholunaire resté inséré du côté du lunatum.

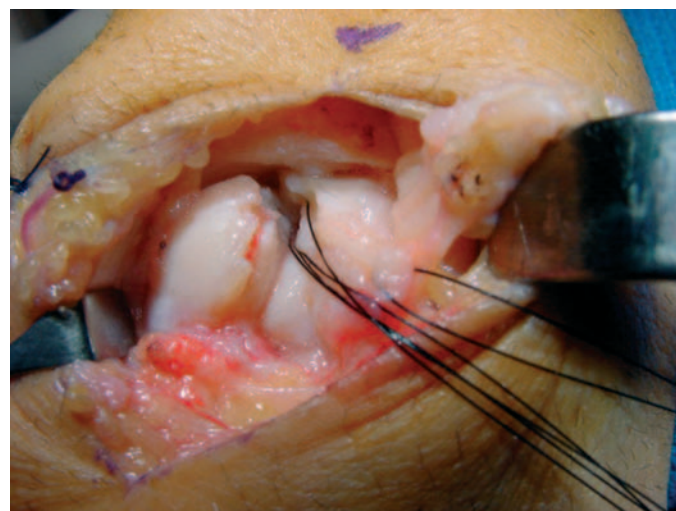


Figure 4. Même patient que sur la Figure 3, des points transosseux sont passés dans le moignon du ligament scapholunaire, côté lunatum.

L'immobilisation plâtrée est de 8 semaines suivie de l'ablation des broches et d'une autorééducation sous couvert d'une attelle

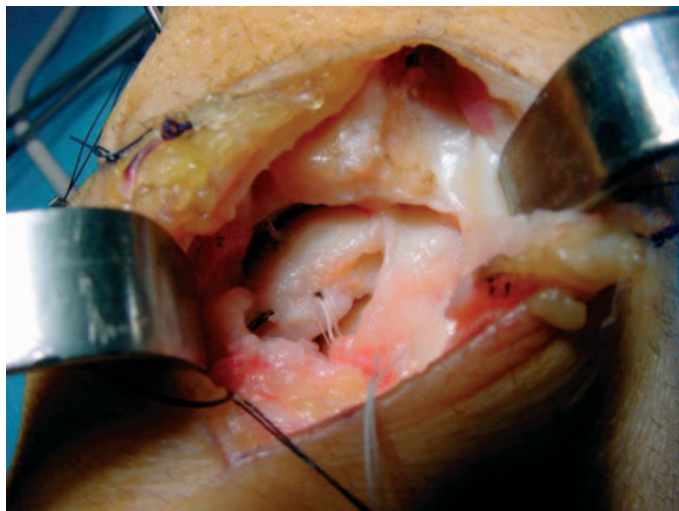


Figure 5. Même patient que sur les Figures 3 et 4 ; une mini-ancre permet la réinsertion du composant postérieur du ligament interosseux scapholunaire dorsal.

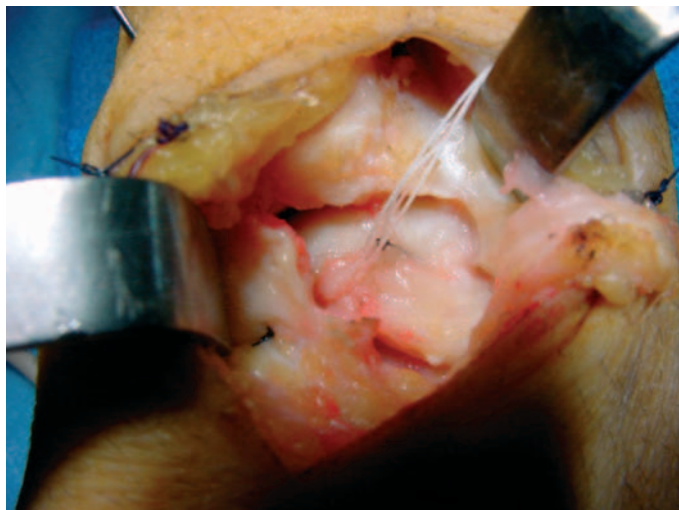


Figure 6. Même patient que sur les Figures 3 à 5 ; l'espace scapholunaire est fermé, la réduction maintenue par broches intracarpiennes. Noter la reconstitution anatomique du ligament dorsal intercarpien par un point en « U » passé dans la capsule.

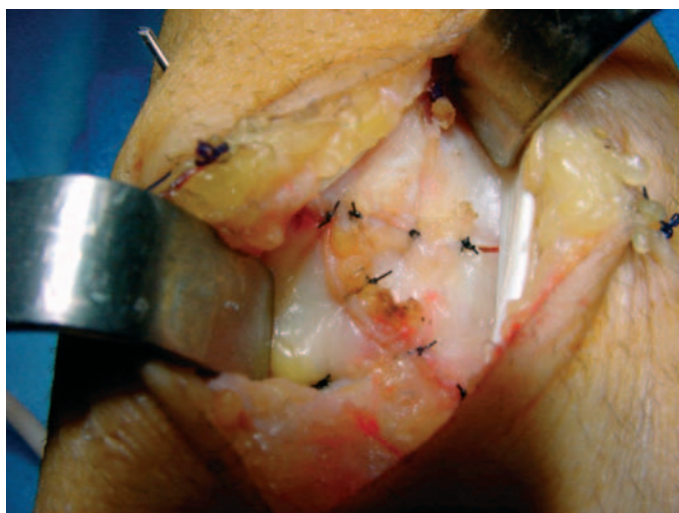


Figure 7. Aspect final de la fermeture capsulaire anatomique.

amovible qui prend le relais pendant les 3 premières semaines de la rééducation.



Figure 8. Capsulodèse dorsale selon Blatt [19].

Ligamentoplasties

Elles sont une alternative ou un complément des réparations ligamentaires si les délais sont dépassés et les moignons absents ou insuffisants. Les premières ligamentoplasties par un tendon voisin passant par des trous transosseux proches de l'interligne scapholunaire ont été abandonnées du fait du risque de fractures en regard des trous. Plusieurs auteurs se sont récemment intéressés à des ligamentoplasties os-ligament-os prélevées sur des interlignes voisins sains [14, 15]. Le ligament est placé sur l'emplacement du ligament scapholunaire interosseux dorsal et fixé par des minivis. L'immobilisation postopératoire est de 2 mois. Des ligamentoplasties plus simples utilisant une portion du ligament dorsal intermétacarpien pour venir renforcer ou remplacer les reliquats de ligament scapholunaire postérieur ont été proposées récemment [16-18].

Capsulodèses

Elles sont une alternative ou un complément des réparations ligamentaires. Elles utilisent un lambeau de capsule dorsale laissée pédiculée en proximal [19] ou en distal [20] (Fig. 8). Une capsulodèse utilisant la capsule latérale du poignet pédiculée proximale et fixée distalement au pôle distal du scaphoïde au-delà de son axe de rotation a été mise au point par Blatt [21-23]. L'abord est dorsal, la capsule transférée est large de 1 cm ; un brochage du scaphoïde au capitatum en position réduite est réalisé préalablement à la fixation par ancrs de la capsulodèse. Les suites sont identiques à celles des réparations. Les capsulodèses les plus récentes [24] utilisent une portion du ligament dorsal intermétacarpien.

Ténodèses

Elles sont une autre alternative aux réparations ligamentaires. Elles utilisent un tendon voisin qui est laissé pédiculé en proximal ou distal, passé à travers le scaphoïde et fixé de telle manière qu'une « dèse » soit réalisée entre scaphoïde et berge postérieure du radius ou entre scaphoïde et complexe carpométacarpien. La plus utilisée est celle de Brunelli [25, 26] (Fig. 9) et ses modifications [27-30].

Arthrodèses partielles

Arthrodèse scapholunaire

L'arthrodèse scapholunaire [31-33] se veut le traitement le plus radical de la dissociation scapholunaire. Cependant, elle condamne la laxité physiologique scapholunaire. Du fait des surfaces osseuses scapholunaires très petites et des puissantes actions compressives du poignet, une pseudarthrodèse est obtenue dans presque un cas sur deux [34]. Cette opération est de plus en plus rarement pratiquée.

Arthrodèses scapho-trapézo-trapézoïdienne et scaphocapitale

Cette technique vise à fixer le scaphoïde après correction de sa bascule. Le lunatum n'est pas concerné par l'intervention mais une certaine correction automatique de sa dorsiflexion est provoquée par le redressement du scaphoïde qui occupe mieux l'espace latéral de la première rangée du carpe. Les arthrodèses scapho-trapézo-trapézoïdienne et scaphocapitale donnent des

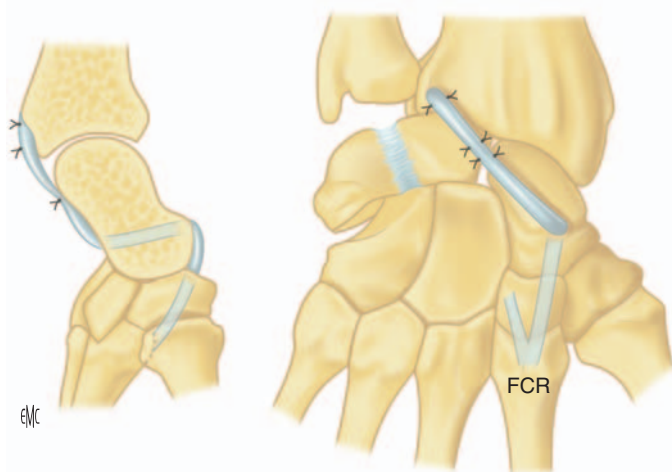


Figure 9. Ténodèse de Brunelli [25].

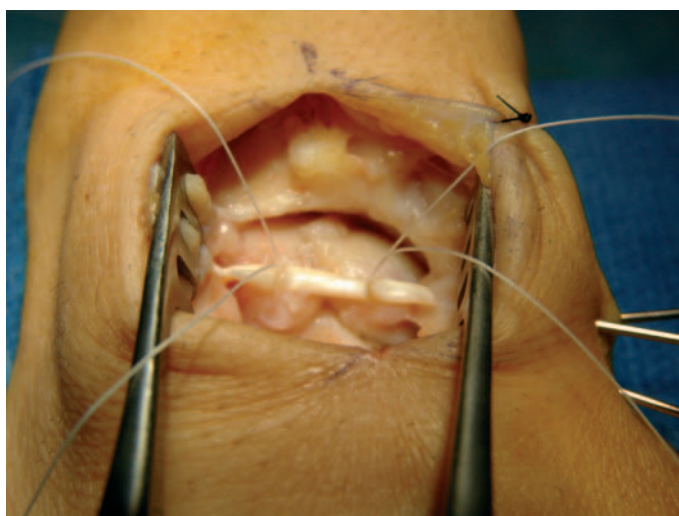


Figure 10. Poignet droit, vue dorsale. Greffe tendineuse (portion latérale de l'extensor carpi radialis longus) libre fixée par mini-ancres en regard de l'interligne scapholunaire dorsal.

“ À retenir

Pour résumer les techniques agissant sur les parties molles, le mieux est de pouvoir réparer dans les 6 mois par voie postérieure un complexe ligamentaire scapholunaire conservant des moignons. Plus tard et sans moignons, les ligamentoplasties de ligament dorsal intermétacarpien ou même une greffe tendineuse d'origine locorégionale (Fig. 10) peuvent être utilisées. Les capsulodèses et les ténodèses ont l'inconvénient de « ponter » les interlignes voisins (radiocarpien ou carpométacarpien) et de risquer, si elles sont efficaces, d'être enraidissantes, voire de précipiter l'arthrose d'un interligne voisin.

effets comparables. Le taux de succès des arthrodèses scapho-trapèzo-trapézoïdienne et scaphocapitale est bien meilleur que celui des arthrodèses scapholunaires. Cependant on leur reproche un enraidissement et une dégradation arthrosique radiostyloïdienne à long terme, et il faut les associer à des styloïdectomies radiales préventives.

L'arthrodèse scapho-trapèzo-trapézoïdienne s'effectue par voie dorsoradiale transversale. La résection cartilagineuse scapho-trapèzo-trapézoïdienne est effectuée en premier, puis les

articulations sont fixées par des broches en position réduite du scaphoïde avant l'interposition d'os spongieux [35]. L'immobilisation est de 6 semaines, suivie de l'ablation des broches. Les résultats sont relativement prédictibles mais le taux de pseudarthrodèses est de 5 à 15 % tandis que l'enraidissement est parfois important [35, 36]. L'arthrodèse scaphocapitale par voie dorsale est techniquement plus facile, ses résultats cliniques sont plus constants et son taux de pseudarthrodèse inférieur [37, 38].

Chirurgie des pseudarthroses du scaphoïde avant arthrose

Les pseudarthroses du scaphoïde sont plus ou moins déstabilisantes pour le carpe selon leur siège. Les formes proximales le sont assez peu [39] tandis que celles du tiers moyen le sont, d'autant plus que le déplacement de la fracture initiale a été important et qu'elles sont plus distales. La consolidation osseuse, si elle est obtenue, restaure l'anatomie carpienne normale et stoppe l'évolution arthrosique. Des cals vicieux postchirurgicaux sont cependant possibles et les marches d'escalier cartilagineuses qui les accompagnent sont pourvoyeuses d'arthroses localisées [40, 41].

Pseudarthroses corporeales

Elles peuvent être stables et récentes (formes « fibreuses »), ou instables sans ou avec DISI du lunatum. L'analyse de la perte de hauteur du scaphoïde est importante. Si une DISI est présente sur la radiographie de profil standard, un cliché en flexion permet de voir combien de degrés sont nécessaires pour horizontaliser le lunatum, ce qui sera utile pour sa correction par broche (cf. infra). Sauf cas particulier, les pseudarthroses corporeales ne posent pas de problèmes quant à la vascularisation des fragments et ne nécessitent pas d'imagerie par résonance magnétique (IRM) préopératoire. L'existence de troubles avasculaires dans une pseudarthrose corporeale est un argument pour discuter une greffe vascularisée (décrite au chapitre des pseudarthroses du pôle proximal). La voie d'abord la plus utilisée pour traiter les pseudarthroses corporeales du scaphoïde sans arthrose est antérieure. Une voie d'abord dorsale peut aussi être utilisée dans les pseudarthroses corporeales moyennes ou surtout hautes [42]. Cependant, elle n'est pas confortable pour corriger la perte de hauteur antérieure du scaphoïde.

Pseudarthrose corporeale récente stable

Il existe des pseudarthroses corporeales non mobiles, dites « fibreuses » [43, 44]. L'attitude classique était de réaliser une greffe spongieuse pure sans ostéosynthèse ; une aiguille intramusculaire trouve le foyer de pseudarthrose, qui est cureté puis rempli de greffe spongieuse sans adjonction d'une ostéosynthèse. Une immobilisation de 2 mois est suffisante. Récemment, Slade [44] a proposé de visser ces pseudarthroses fibreuses corporeales en percutané de proximal à distal sous contrôle arthroscopique avec une immobilisation postopératoire minimale et de bons résultats.

Pseudarthrose corporeale sans DISI

La voie d'abord est antérieure, l'incision cutanée est longitudinale au niveau de la gouttière du pouls et bifurque de 45° vers le dehors au niveau du pli de flexion du poignet. L'incision du plan capsulaire (ligament radio-scapho-capitatum) doit être franche. Le trait de pseudarthrose est identifié et libéré de ses connexions fibreuses, poignet en extension. On vérifie l'intégrité du ligament scapholunaire. Une fenêtre à cheval sur le trait de pseudarthrose est délimitée par des perforations multiples en « timbre-poste » en utilisant une fine broche motorisée puis un ciseau-gouge à frapper. Les deux fragments du scaphoïde sont excavés. L'utilisation de fraises motorisées est à proscrire. Les berges de la pseudarthrose sont régularisées en conservant la surface cartilagineuse. Le saignement du fragment proximal du scaphoïde peut éventuellement être vérifié par lâchage du garrot [45]. Le greffon peut être corticospongieux sans ostéosynthèse mais un greffon spongieux ou corticospongieux avec ostéosynthèse complémentaire est préférable [46]. Le prélèvement du greffon au niveau du radius distal est possible



Figure 11. Pseudarthrose corporelle moyenne sans arthrose ni *dorsi-flexed intercalary segment instability* (DISI) du lunatum.



Figure 13. Patient des Figures 11 et 12 : résultat à 1 an.



Figure 12. Patient de la Figure 11 : greffe spongieuse et ostéosynthèse.

en alternative à la crête iliaque. Deux ou trois broches axiales, introduites par le tubercule du scaphoïde et fixées dans le fragment proximal, viennent compléter la stabilité de l'ensemble (Fig. 11 à 13). Un vissage peut aussi être effectué, sauf si les géodes sont très nombreuses. La consolidation demande en moyenne 3 mois.

Pseudarthrose corporelle avec DISI

Il faut utiliser l'artifice de Linscheid [47] : le poignet est d'abord placé en flexion afin de corriger la DISI. Un brochage radiolunaire est réalisé. Le poignet est alors replacé en position neutre, ce qui fait apparaître « automatiquement » la perte de substance antérieure à combler au scaphoïde. Le greffon est corticospongieux.

Pseudarthroses du pôle proximal

Ces pseudarthroses ont mauvaise réputation mais elles ont grandement bénéficié des techniques de greffes vascularisées pédiculées.

Pseudarthrose polaire proximale stable récente sans trouble avasculaire

Un vissage de proximal à distal par voie dorsale peut être réalisé avec de bonnes chances de succès [46]. Encore faut-il que le fragment proximal soit suffisamment gros pour admettre une vis enfouie (généralement minivis de Herbert) sans risquer l'explosion du fragment. Un brochage par petites broches

multiples peut aussi donner un bon résultat au prix d'une immobilisation plus longue [48]. Récemment, Slade [44] a proposé de visser ces pseudarthroses proximales en percutané de proximal à distal sous contrôle arthroscopique.

Pseudarthrose polaire proximale mobile avec troubles avasculaires

Ces formes sont les plus fréquentes et sont l'indication idéale de greffes vascularisées. La méthode la plus simple et la plus fiable est la greffe vascularisée à partir du radius distal par voie dorsale pédiculée sur l'artère intercompartimentale 1-2 [49-51]. L'incision cutanée est dorsoradiale le long du trajet du long extenseur du pouce. Une incision capsulaire en regard du pôle proximal du scaphoïde conduit sur le foyer de pseudarthrose. Si le fragment proximal scaphoïdien est très petit, il peut être utile de brocher les deux fragments avant le curetage. Ce curetage qui exclut tout appareil motorisé et qui doit respecter la surface cartilagineuse donne la taille du greffon vascularisé nécessaire. Dans un deuxième temps, le repérage des premier et deuxième compartiments des tendons extenseurs conduit sur l'artère intercompartimentale 1-2. Les deux compartiments sont ouverts au ras du pédicule et celui-ci est disséqué jusqu'à environ 1,5 cm du bord distal du radius. Un greffon adapté à la perte de substance à combler est découpé puis détaché du radius distal, son pédicule étant suivi et protégé jusqu'au bord inférieur du radius distal. L'arc de rotation est suffisant pour permettre de passer le greffon pédiculé sous les tendons radiaux (Fig. 14). Le greffon doit s'encastrer convenablement dans la cavité du scaphoïde. Une ostéosynthèse est réalisée par vis ou broches. L'immobilisation postopératoire est de 3 mois.

Reprises d'échecs de greffes conventionnelles

Une nouvelle tentative de greffe osseuse est licite seulement s'il n'y a pas d'arthrose ou si celle-ci reste accessible à une styloïdectomie associée [48]. Si l'échec se produit sur un vissage, nous préférons enlever le matériel dans un premier temps, puis faire un bilan afin de déterminer si le scaphoïde est « sauvable » ou non. Le plus souvent, l'intervention initiale a été faite par voie antérieure et une greffe vascularisée par voie postérieure est indiquée. Si l'intervention initiale a eu lieu par voie postérieure, il faut préférer une technique de greffe vascularisée par voie antérieure [52].

Lésions ligamentaires associées

La coexistence d'une pseudarthrose du scaphoïde et d'une rupture ligamentaire chronique scapholunaire est possible [53]. Les lésions scapholunaires minimales peuvent être négligées. Les franches dissociations scapholunaires avec pseudarthrose du scaphoïde sont traitées par réparation scapholunaire associée au

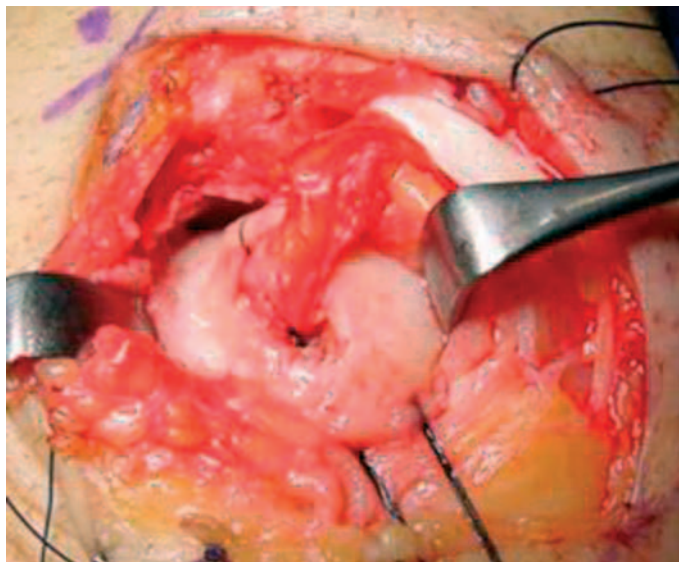


Figure 14. Vue dorsale d'un poignet droit montrant une greffe vascularisée en place dans un pôle proximal de scaphoïde. Le greffon vascularisé provient de la face postérieure du radius distal.

traitement de la pseudarthrose si celle-ci n'est pas trop proximale. Si la pseudarthrose est très proximale et le fragment scaphoïdien pratiquement libre, une résection de première rangée doit être préférée.

■ Techniques chirurgicales au stade d'arthrose

Dans le collapsus par dissociation scapholunaire ou SLAC wrist, l'effet de cisaillement du capitatum sur la partie radiale de la première rangée du carpe se produit à la jonction scapholunaire créant en quelques mois une arthrose styloscaphoïdienne mais aussi entre le pôle proximal du scaphoïde et la partie postérieure de la facette scaphoïdienne du radius. Dans le collapsus par pseudarthrose du scaphoïde ou SNAC wrist, l'effet de cisaillement du capitatum sur la partie radiale de la première rangée du carpe se produit plus latéralement, à l'endroit de la solution de continuité et l'arthrose reste localisée pendant 5 à 10 ans entre radius et fragment distal du scaphoïde. Les aspects radiologiques tardifs des SLAC et SNAC se rejoignent à la différence près que le pôle proximal du scaphoïde suit la destinée du lunatum dans un SNAC wrist. L'atteinte radiolunaire dans un SLAC ou un SNAC est rare et tardive mais elle rend dépassés les traitements basés sur le respect de cet interligne.

Chirurgie des dissociations scapholunaires chroniques au stade d'arthrose débutante

Arthrose styloscaphoïdienne isolée

Elle rend nécessaire d'associer une styloïdectomie radiale au traitement de la dissociation elle-même. La styloïdectomie doit être suffisante pour soustraire la zone arthrosique à la pression du scaphoïde corrigé mais non excessive pour ne pas fragiliser l'insertion du ligament radio-scapho-capitatum toute proche [54]. Une styloïdectomie radiale isolée pratiquée sous arthroscopie est possible [55]. Il s'agit d'un geste simple qui peut avoir un effet antalgique transitoire mais qui n'a aucune action sur la dissociation scapholunaire elle-même. Ses indications sont donc limitées. L'arthroscope est introduit par voie 3-4 et un shaver par voie 1-2 délimite les contours de la styloïde radiale. Puis une fraise par voie 1-2 permet de réaliser la résection osseuse.

Arthrose styloscaphoïdienne et radioscaphoïdienne proximale

Si l'atteinte radioscaphoïdienne proximale est réellement débutante, simple œdème ou fibrillations cartilagineuses, la

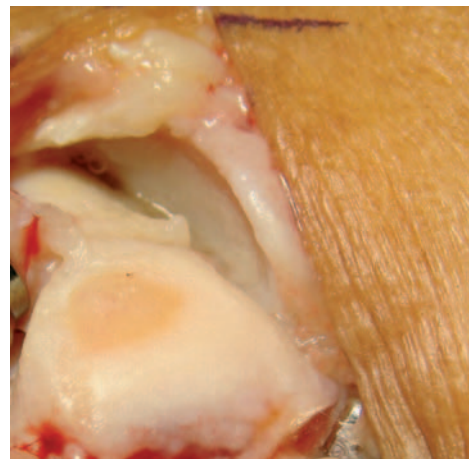


Figure 15. Defect cartilagineux du cartilage du pôle proximal du scaphoïde sur dissociation scapholunaire, contre-indiquant toute reconstruction et imposant une méthode palliative.

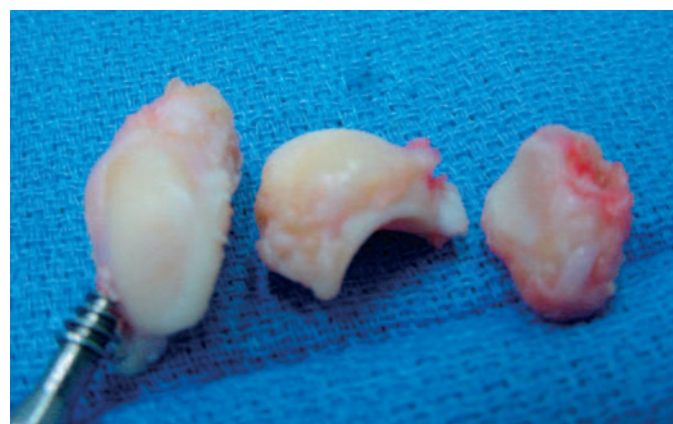


Figure 16. L'utilisation d'un mini-tire-bouchon permet le plus souvent une extraction facile des os de la première rangée du carpe.

dissociation scapholunaire peut être traitée comme s'il n'y avait pas d'arthrose, en associant une styloïdectomie. Si l'arthrose est déjà significative, avec fissures ou exposition de l'os sous-chondral du pôle proximal du scaphoïde (Fig. 15), le scaphoïde est « non sauvable » et une résection de la première rangée du carpe est indiquée. Certains auteurs la pratiquent sous arthroscopie [56] mais la technique à ciel ouvert est la plus souvent utilisée. La voie est dorsale. Une dénervation de la capsule dorsale par résection du nerf interosseux postérieur est systématique. Les os peuvent être enlevés par morceaux successifs ou d'une pièce par un tournevis « tire-bouchon » (Fig. 16). Une styloïdectomie radiale est souhaitable si la plate-forme trapézo-trapézoïdienne vient buter en inclinaison radiale et extension contre la styloïde. Elle doit préserver l'origine radiale du ligament radiocapitatum. L'immobilisation se fait par attelle pour 6 semaines mais la rééducation est commencée dès j3.

Chirurgie des pseudarthroses du scaphoïde au stade d'arthrose débutante

Arthrose styloscaphoïdienne

Après un bilan visant à délimiter la surface de la zone arthrosique, il est possible de traiter la pseudarthrose si le scaphoïde est « sauvable » et d'associer une styloïdectomie radiale. Une styloïdectomie radiale isolée sous arthroscopie [55] peut rendre service chez les personnes les moins actives.

Arthrose styloscaphoïdienne et scaphocapitale

Il s'agit d'un stade propre aux collapsus par pseudarthrose du scaphoïde, que Malerich [57] a proposé de traiter par résection du pôle distal du scaphoïde. Le but est de supprimer le conflit

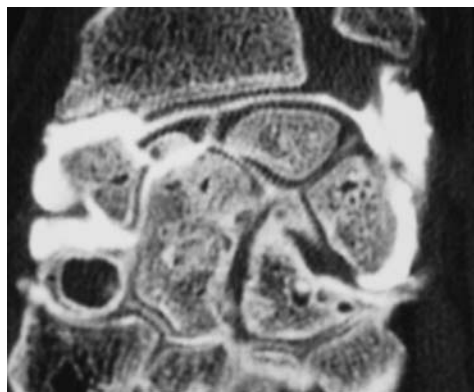


Figure 17. Collapsus arthrosique sur pseudarthrose du scaphoïde avec atteinte scaphocapitale. L'arthrose concerne d'emblée l'interligne entre pôle proximal du scaphoïde et capitatum. L'interligne entre capitatum et fragment distal du scaphoïde est respecté. Les indications de résection du pôle distal et de résection de la première rangée sont dépassées.

entre radius, pôle distal du scaphoïde et capitatum. Cependant, l'arthrose scaphocapitale des SNAC atteint plus souvent l'interligne entre fragment proximal du scaphoïde et capitatum (Fig. 17). En outre, l'inconvénient potentiel de cette intervention est une aggravation du collapsus du carpe bien que celui-ci semble rester acceptable [57]. Des méthodes plus lourdes restent possibles en cas d'échec. Si l'arthrose entre le pôle proximal du scaphoïde et le capitatum reste localisée à la face latérale de la surface articulaire capitale, une résection de la première rangée reste une alternative. Si l'arthrose atteint déjà la surface proximale du capitatum, il vaut mieux passer aux scaphoïdectomies totales avec arthrodèses partielles (cf. infra).

Chirurgie des collapsus par dissociation scapholunaire et collapsus par pseudarthrose du scaphoïde au stade d'arthrose évoluée

Dans leurs stades évolués, les caractéristiques du SLAC et du SNAC se rejoignent et leurs traitements également.

Arthrose radioscapoïdienne et capitolaire

Le scaphoïde est non sauvable et doit être réséqué. L'atteinte de l'interligne capitolaire contre-indique une résection de première rangée. Deux interventions comportant une résection du pôle proximal du scaphoïde sont possibles. L'une comporte le remplacement du pôle proximal par une autogreffe ostéocartilagineuse [58]. L'autre s'effectue sous arthroscopie : la résection du pôle proximal est suivie de son remplacement par un implant spécifique en pyrocarbène [59] ; une styloïdectomie est associée systématiquement. Les résultats à long terme de ces interventions proposées récemment et qui ne stabilisent pas la partie médiale du carpe sont à confirmer. Le respect de l'interligne radiolunaire permet toute une série d'options thérapeutiques basées sur l'exérèse du scaphoïde et la stabilisation du carpe médial par arthrodèse partielle. Cette intervention a été initialement proposée par Watson [60], le scaphoïde étant remplacé par un implant en silicone. Depuis, le remplacement du scaphoïde par silicone a été abandonné du fait du risque de siliconite. De nombreuses variantes d'arthrodèses partielles internes existent. La plupart des auteurs utilisent une voie dorsale. Après scaphoïdectomie, une styloïdectomie radiale est réalisée. Le « rechaussage » du lunatum sur le capitatum pour corriger sa DISI et la translation radiale du capitatum sont nécessaires pour optimiser l'extension postopératoire du poignet. En ce qui concerne les interlignes à arthrodéser, de nombreuses variantes ont été proposées : fusion capitolaire et triquetramatale respectant l'interligne lunotriquetral [61], capitolaire simple [62, 63] (Fig. 18), capitolaire raccourcissante avec résection associée du triquetrum [64, 65], capitolaire avec intégration du pôle proximal du scaphoïde dans les SNAC [66]. L'ostéosynthèse est assurée par des



Figure 18. Arthrodèse capitolaire pour collapsus par pseudarthrose du scaphoïde (SNAC).

broches, vis, agrafes ou plaque circulaire vissée spécifique. Des greffons spongieux sont répartis entre les surfaces articulaires avivées. L'immobilisation postopératoire est en moyenne de 6 semaines. Les montages les plus solides permettent une rééducation dès j8.

Arthrose globale, radio- et médiocarpienne incluant l'interligne radiolunaire

Il est important de reconnaître l'atteinte de l'interligne radiolunaire dans les SLAC et SNAC. Elle peut expliquer des résultats décevants des scaphoïdectomies avec fusions partielles sus-décrites. Dans cette éventualité, aucun interligne n'est conservable. Si une certaine mobilité résiduelle utile du poignet est conservée, la dénervation complète est une méthode de choix par son effet antalgique souvent intéressant. L'arthrodèse totale du poignet dans cette indication est classique mais ses résultats ne sont pas toujours à la hauteur des espérances [67]. Les progrès des prothèses totales du poignet autorisent depuis peu à les discuter aussi avec prudence en fonction de l'âge et des besoins fonctionnels pour éviter l'arthrodèse.

Dénervation

Malgré l'utilisation des termes dénervation « partielle » ou « complète » [68-73], les dénervations proposées au poignet ne sont jamais complètes puisque aucune maladie de Charcot n'a jamais été observée dans leurs suites. La technique est guidée par les études anatomiques des branches nerveuses à interrompre [73, 74]. Les résultats publiés ne sont pas constants [71, 75-77]. La dénervation la plus simple consiste en la résection de 1 cm de nerf interosseux postérieur qui innerve la capsule dorsale du poignet. Il est possible [70], par ouverture de la membrane interosseuse, de réséquer aussi les branches terminales du nerf interosseux antérieur, branche du nerf médian qui innerve la capsule antérieure du poignet. Le risque de sectionner des branches motrices destinées au muscle pronator quadratus est cependant important [78]. Une seconde voie postérieure centrée sur le sommet du premier espace interosseux intermétacarpien permet de sectionner la branche récurrente du nerf dorsal radial de l'index, branche du nerf radial sensitif [69]. La voie antérieure de dénervation du poignet est arciforme à concavité externe, centrée sur la gouttière du poulx [69]. La dénervation de l'artère radiale sous grossissement optique avec ligature de ses veines comitantes permet de sectionner les branches du nerf cutané latéral antébrachial qui innervent la capsule latérale du poignet et la trapézométacarpienne. De là, il est possible de gagner le bord distal du muscle pronator quadratus, facilement identifiable, et de réséquer par coagulation et ruginage les branches distales du nerf interosseux antérieur sur toute la face antérieure du radius distal.

Arthrodèse radiocarpienne totale sur carpe complet

L'arthrodèse avec greffon osseux d'apposition a fait ses preuves ; cependant, il faut privilégier actuellement des méthodes moins « lourdes » en termes de prélèvement de greffons



Figure 19. Collapsus par dissociation scapholunaire (SLAC) avec arthrose globale.

osseux et d'immobilisation postopératoire [79]. Quelle que soit la technique de fixation envisagée, l'abord est dorsal. L'incision du rétinaculum dorsal se fait dans le troisième compartiment. Le périoste recouvrant le radius et le troisième métacarpien, la capsule dorsale du poignet sont incisés longitudinalement en décortication et réclinés en bloc de part et d'autre, laissant les deuxième et quatrième compartiments des tendons extenseurs du poignet intacts. Les surfaces articulaires sont avivées. Le greffon spongieux iliaque permet un réglage facile de la position d'arthrodèse pourvu que la fixation soit assurée par une ostéosynthèse solide. Une plaque prémoulée à bords mousse peu épais fixée par des vis de 3,5 mm au radius, et par des vis de 2,7 mm au capitulum et au troisième métacarpien est une solution intéressante [79] ; elle permet de définir une position reproductible d'arthrodèse (10° d'extension) et de réduire l'immobilisation postopératoire à une simple attelle de confort pendant 6 semaines.

Arthrodèse totale sur échec de résection de première rangée

Les résections de la première rangée du carpe conduisent parfois à des échecs par arthrose du néo-interligne capitulaire et blocage douloureux progressif. Une arthrodèse secondaire est possible. Une logette est creusée dans le radius pour y encastrer le capitulum. La fixation peut se faire par broches multiples ou par hauban en position de légère extension du poignet.

Prothèse totale

Une prothèse totale pourrait apporter l'indolence et garder une mobilité même réduite en extension [80]. On connaît l'importance d'une vingtaine de degrés d'extension du poignet pour potentialiser la flexion des chaînes digitales et conserver une préhension utile. Les séries sont encore trop courtes mais il est possible que les prothèses totales soient plus souvent utilisées à l'avenir dans cette indication chez des patients soigneusement sélectionnés (Fig. 19, 20). Une reprise par arthrodèse totale serait possible en cas d'échec. La voie d'abord est dorsale. L'ouverture du rétinaculum des extenseurs est faite entre les troisième et quatrième compartiments. Les pièces radiale et carpienne sont fixées sans ciment. L'immobilisation est de 3 semaines suivie d'une autorééducation sous couvert d'une attelle palmaire thermoformable.

■ Conclusion

La tolérance clinique parfois bonne des séquelles des dissociations scapholunaires et des pseudarthroses du scaphoïde doit



Figure 20. Patient de la Figure 19 après prothèse totale de nouvelle génération permettant des résections osseuses limitées et un respect de l'articulation radio-ulnaire distale.

rendre prudent dans les indications chirurgicales. Ce d'autant que les spectres lésionnels sont grands et les techniques nombreuses. D'où la nécessité de choisir chaque indication au cas par cas, si possible avant l'arthrose. Idéalement, le patient doit participer à la discussion de l'indication et comprendre que le traitement de l'arthrose du poignet peut donner un résultat seulement temporaire. La discussion du rapport bénéfices/risques de chaque intervention au titre du consentement éclairé est importante.



■ Références

- [1] Watson HK. Rotary subluxation of the scaphoid: a spectrum of instability. *J Hand Surg [Br]* 1993;**18**:62-4.
- [2] Dautel G, Goudot B, Merle M. Arthroscopic diagnosis of scapholunate instability in the absence of x-ray abnormalities. *J Hand Surg [Br]* 1993;**18**:213-8.
- [3] Dautel G, Merle M. Tests dynamiques arthroscopiques pour le diagnostic des instabilités scapho-lunaires. *Ann Chir Main* 1993;**12**:206-9.
- [4] Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH, McIntyre LW, Whipple TL. Intracarpal soft tissue lesions associated with intraarticular fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1996;**78**:357-65.
- [5] Dréant N, Dautel G. Évaluation d'un score de sévérité arthroscopique pour les instabilités scapho-lunaires. *Chir Main* 2003;**22**:90-4.
- [6] Weiss APC. Arthroscopic debridement alone for intercarpal ligament tears. *J Hand Surg [Am]* 1997;**22**:344-9.
- [7] Whipple TL. The role of arthroscopy in the treatment of scapholunate instability. *Hand Clin* 1995;**11**:37-40.
- [8] Ruch DS, Smith BP. Arthroscopic and open management of dynamic scaphoid instability. *Orthop Clin North Am* 2001;**30**:233-40.
- [9] Ritter MR. Arthroscopic treatment of partial and complete intercarpal ligament tears. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2000;**4**:207-12.
- [10] Lavernia CJ, Taleisnik J. Treatment of scapholunate dissociation by ligamentous repair and capsulodesis. *J Hand Surg [Am]* 1992;**17**:354-9.
- [11] Rongières M, Mansat P, Laques D, Roques B, Mansat M. Traitement des disjonctions scapholunaires par réparation ligamentaire et capsulodèse. *La Main* 1997;**2**:337-44.
- [12] Cohen MS, Taleisnik J. Direct ligamentous repair of scapholunate dissociation with capsulodesis augmentation. *Tech Hand Up Extrem Surg* 1998;**2**:18-24.
- [13] Bickert B, Sauerbier M, Germann G. Scapholunate ligament repair using the Mitek bone anchor. *J Hand Surg [Br]* 2000;**25**:188-92.

- [14] Harvey EJ, Berger RA, Osterman AL, Fernandez DL, Weiss AP. Bone tissue bone repairs for scapholunate dissociation. *J Hand Surg [Am]* 2007;**32**:256-64.
- [15] Cunéod P, Charrière E, Papaloizos MY. A biomechanical comparison of bone ligament bone autografts from the wrist for replacement of the SL ligament. *J Hand Surg [Am]* 2002;**27**:985-90.
- [16] Szabo RM. Dorsal intercarpal ligament capsulodesis for chronic static SL dissociation. *J Hand Surg [Am]* 2002;**27**:978-84.
- [17] Viegas SF. Surgical repair for scapholunate dissociation. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2000;**4**:148-53.
- [18] Viegas SF. Biomechanics of scapholunate dissociation and SLAC. In: Herzberg G, editor. *Arthrose périscaphoïdienne*. Montpellier: Sauramps; 2006. p. 77-83.
- [19] Blatt G. Dorsal capsulodesis for the unstable scaphoid and Volar capsulodesis following excision of the distal ulna. *Hand Clin* 1987;**3**: 81-102.
- [20] Herbert TJ, Hargreaves IC, Clarke AM. A new surgical technique for treating rotary instability of the scaphoid. *Hand Surg* 1996;**1**:75-7.
- [21] Blatt G. Dorsal capsulodesis for rotary subluxation of the scaphoid. In: Gelberman RH, editor. *The wrist*. New York: Raven Press; 1994. p. 147-65.
- [22] Wintman BI. Dynamic scapholunate instability: results of operative treatment with dorsal capsulodesis. *J Hand Surg [Am]* 1995;**20**:971-9.
- [23] Deshmukh SC, Stanley JK, Trail IA. Blatts capsulodesis for chronic scapholunate dissociation. *J Hand Surg [Br]* 1999;**24**:215-20.
- [24] Moran SL, Cooney WP, Berger RA. Capsulodesis for the treatment of chronic SL instability. *J Hand Surg [Am]* 2005;**30**:16-23.
- [25] Brunelli GA, Brunelli GR. A new surgical technique for carpal instability with scapholunar dislocation. Eleven cases. *Ann Chir Main* 1995;**14**:207-13.
- [26] Brunelli GA, Brunelli GR. A new technique to correct carpal instability with scaphoid rotary subluxation: a preliminary report. *J Hand Surg [Am]* 1995;**14**(3Pt2):S82-S85.
- [27] Van Den Abbeele KL, Loh YC, Stanley JK, Trail IA. Early results of a modified Brunelli procedure for scapholunate instability. *J Hand Surg [Br]* 1998;**23**:258-61.
- [28] Garcia-Elias M, Lluch AL, Stanley JK. Tree ligament tenodesis for the treatment of scapholunate dissociation: indications and surgical technique. *J Hand Surg [Am]* 2006;**31**:125-34.
- [29] Moran SL, Cooney WP. Outcomes of dorsal capsulodesis and tenodesis for treatment of scapholunate instability. *J Hand Surg [Am]* 2006;**31**: 1438-46.
- [30] Talwalkar SC, Edwards AT, Hayton MJ, Stilwell JH, Trail IA, Stanley JK. Results of tri-ligament tenodesis: a modified Brunelli procedure in the management of scapholunate instability. *J Hand Surg [Br]* 2006;**31**:110-7.
- [31] Alnot JY, de Cheveigne C, Bleton R. Instabilité scapho-lunaire chronique post traumatique traitée par arthrodèse scapho-lunaire. *Ann Chir Main* 1992;**11**:107-18.
- [32] Zubairy AI. Scapholunate fusion in chronic symptomatic SL instability. *J Hand Surg [Br]* 2003;**28**:311-4.
- [33] Rosenwasser MP, Strauch RJ, Myasaka KC. The RASL procedure/reduction and association of the scaphoid and lunate using the Herbert screw. *Tech Hand Up Extrem Surg* 1997;**1**:263-72.
- [34] Larsen CF. Nonunion rates of limited carpal arthrodesis: a meta-analysis of the literature. *J Hand Surg [Am]* 1997;**22**:66-73.
- [35] Watson HK, Ashmead D. Triscaphe fusion for chronic scapholunate instability. In: Gelberman RH, editor. *The wrist*. New York: Raven Press; 1994. p. 183-92.
- [36] Kleinman WB. Long-term study of chronic scapholunate instability treated by STT arthrodesis. *J Hand Surg [Am]* 1989;**14**:429-45.
- [37] Chantelot C, Fontaine C. Étude rétrospective de 13 arthrodèses SC pour instabilité SL chroniques. *Chir Main* 2005;**24**:79.
- [38] Szalay MD, Peimer CA. Scapho-capitate arthrodesis. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2002;**6**:56-60.
- [39] Moritomo H, Tada K, Yoshida T, Masatomi T. The relationship between the site of nonunion of the scaphoid and scaphoid nonunion advanced collapse (SNAC). *J Bone Joint Surg Br* 1999;**81**:871-6.
- [40] Amadio PC, Berquist TH, Smith DK. Scaphoid malunion. *J Hand Surg [Am]* 1989;**14**:679-87.
- [41] Daecke W, Wieloch P, Vergetis P, Jung M, Martini AK. Occurrence of carpal osteoarthritis after treatment of scaphoid nonunion with bone graft and Herbert screw: a long-term follow-up study. *J Hand Surg [Am]* 2005;**30**:923-31.
- [42] Watson HK, Pitts EC, Ashmead D. Dorsal approach to scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 1993;**18**:359-65.
- [43] Barton NJ. Apparent and partial non-union of the scaphoid. *J Hand Surg [Br]* 1996;**21**:496-500.
- [44] Slade JF, Geissler WB. Percutaneous internal fixation of selected scaphoid nonunions with an arthroscopically assisted dorsal approach. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**(suppl4):20-32.
- [45] Green DP. The effect of avascular necrosis on Russe bone grafting for scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 1985;**10**:597-605.
- [46] Alnot JY. Symposium fractures et pseudarthroses du scaphoïde carpien. *Rev Chir Orthop* 1988;**74**:683-752.
- [47] Linscheid RL, Dobyns JH, Cooney WP. Volar wedge grafting of the carpal scaphoid in nonunions associated with dorsal instability patterns. *J Bone Joint Surg Br* 1982;**64**:632-3.
- [48] Cooney WP. Nonunions of the carpus. In: Berger RA, Weiss AP, editors. *Hand surgery*. Philadelphia: Lippincott-Williams and Wilkins; 2007. p. 425-59.
- [49] Zaidenberg C, Siebert J, Angrigiani C. Vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:474-8.
- [50] Shin AY, Bishop AT, Berger RA. Vascularized pedicled bone grafts for disorders of the carpus. *Tech Hand Up Extrem Surg* 1998;**2**:94-109.
- [51] Steinmann SP, Bishop AT, Berger RA. Use of the 1,2 intercompartmental supraretinacular artery as a vascularized pedicle bone graft for difficult scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 2002;**27**: 391-401.
- [52] Haerle M, Mathoulin C. Vascular anatomy of the palmar surfaces of the distal radius and ulna: its relevance to pedicled bone grafts at the distal palmar forearm. *J Hand Surg [Br]* 2003;**28**:131-6.
- [53] Wong TC. Carpal ligament injuries with acute scaphoid fractures - a combined wrist injury. *J Hand Surg [Br]* 2005;**30**:415-8.
- [54] Siegel DB, Gelberman RH. Radial styloidectomy: an anatomical study with special reference to radiocarpal intracapsular ligamentous morphology. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:40-4.
- [55] Mathoulin C, Levadoux M, Cognet JM. Styloïdectomie sous arthroscopie. In: Herzberg G, editor. *Arthrose périscaphoïdienne*. Montpellier: Sauramps; 2006. p. 151-9.
- [56] Culp RW. Arthroscopic proximal row carpectomy. *Tech Hand Up Extrem Surg* 1997;**1**:116-9.
- [57] Malerich MM, Eaton RG, Littler JW. Distal scaphoid resection arthroplasty for the treatment of degenerative arthritis secondary to scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 1999;**24**:1196-205.
- [58] Lepage D, Obert L, Garbuio P, Tropet Y. Arthrose radioscapoïdienne traitée par autogreffe ostéocartilagineuse après résection proximale du scaphoïde. Technique et résultats d'une série préliminaire de 10 cas. *Rev Chir Orthop* 2005;**91**:307.
- [59] Pequignot JP, Lussiez B, Allieu Y. Implant adaptatif du scaphoïde proximal. *Chir Main* 2000;**2**:276-85.
- [60] Watson HK, Ballet FL. The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. *J Hand Surg [Am]* 1984;**9**: 358-65.
- [61] Chammam M, Bertrand M, Coulet B, Gadbled G, Rigout C, Allieu Y. Scaphodectomie et arthrodèse des quatre os internes du poignet. In: Herzberg G, editor. *Arthrose périscaphoïdienne*. Montpellier: Sauramps; 2006. p. 179-98.
- [62] Durand A. L'arthrodèse capitato-lunaire par hauban dans l'arthrose du poignet. *Rev Chir Orthop* 2007;**93**:37.
- [63] Ronchetti PJ, Topper SM. Lunocapitate fusion using the OSStaple compression staple. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2007;**10**:231-4.
- [64] Alnot JY. Arthrose périscaphoïdienne évoluée traitée par arthrodèse raccourcissante luno-capitale après résection du scaphoïde et du triquetrum. *Rev Chir Orthop* 2002;**88**:125-9.
- [65] Delattre O. L'arthrodèse raccourcissante des 3 os du poignet. *Ann Chir Main* 1997;**16**:292-9.
- [66] Viegas SF. Limited arthrodesis for scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 1994;**19**:127-33.
- [67] Gaisne E, Dap F, Bour C, Merle M. Arthrodesis of the wrist in manual workers. A propos of 36 cases. *Rev Chir Orthop* 1991;**77**:537-44.
- [68] Buck-Gramcko D. Denervation of the wrist joint. *J Hand Surg [Am]* 1977;**2**:54-61.
- [69] Foucher G. Technique de dénervation du poignet. *Ann Chir Main* 1989;**8**:84-7.
- [70] Berger RA. Partial denervation of the wrist: a new approach. *Tech Hand Up Extrem Surg* 1998;**2**:25-35.
- [71] Wilhelm A. Denervation of the wrist. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2001;**5**:14-30.

- [72] Sauerbier M. Denervation of the wrist. In: Berger RA, Weiss AP, editors. *Hand surgery*. Philadelphia: Lippincott-Williams and Wilkins; 2007. p. 1395-403.
- [73] Van de Pol GJ. Innervation of the wrist joint and surgical perspectives of denervation. *J Hand Surg [Am]* 2006;**31**:28.
- [74] Fukumoto K. An anatomic study of the innervation of the wrist joint and Wilhem's technique for denervation. *J Hand Surg [Am]* 1993;**18**:484-9.
- [75] Foucher G, Da SJ, Ferreres A. Total denervation of the wrist. A propos of 50 cases. *Rev Chir Orthop* 1992;**78**:186-90.
- [76] Grechenig W. Denervation of the radiocarpal joint. A follow-up study in 22 patients. *J Bone Joint Surg Br* 1998;**80**:504-7.
- [77] Weinstein LP, Berger RA. Analgesic benefit, functional outcome and patient satisfaction after partial wrist denervation. *J Hand Surg [Am]* 2002;**27**:833-9.
- [78] Ferreres A, Foucher G. Extensive denervation of the wrist. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2002;**6**:36-41.
- [79] Hastings H. Wrist Arthrodesis (partial and complete). In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, Wolfe SW, editors. *Green's Operative hand Surgery*. New York: Elsevier Churchill Livingstone; 2005. p. 518-34.
- [80] Levadoux M, Légré R. Total wrist arthroplasty with Destot prostheses in patients with post traumatic arthritis. *J Hand Surg [Am]* 2003;**28**:405-13.

G. Herzberg (guillaume.herzberg@chu-lyon.fr).

Service de chirurgie orthopédique, Hôpital Édouard Herriot, 69437 Lyon cedex 03, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Herzberg G. Chirurgie des séquelles des dissociations scapholunaires et pseudarthroses du scaphoïde. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-354, 2008.

Disponibles sur www.em-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Chirurgie des syndromes canalaire du poignet

P. Moreel, C. Dumontier

Les syndromes canauxaires du poignet ne se résument pas au syndrome du canal carpien, compression du nerf médian dans le conduit ostéofibreux de la partie proximale de la région palmaire de la main, bien que celui-ci représente l'un des motifs de consultation les plus fréquents en chirurgie de la main. Son incidence dans la population générale est estimée à environ 300/100 000 et 80 000 interventions chirurgicales pour syndrome du canal carpien sont effectuées chaque année en France. Outre la technique classique de libération à ciel ouvert se sont développées ces dix dernières années des techniques endoscopiques à une ou deux voies d'abord. Le syndrome de la loge de Guyon, compression du nerf ulnaire au poignet, est moins fréquent que le syndrome du canal carpien. Néanmoins, nombreux sont les cas rapportés dans la littérature. Il existe enfin des syndromes canauxaires plus rares qui méritent d'être connus et recherchés devant un tableau clinique atypique : compression du nerf radial au poignet, du rameau cutané palmaire du nerf médian, compression isolée du rameau thénarien du nerf médian et enfin compression du nerf interosseux postérieur.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Canal carpien ; Loge de Guyon ; Compression nerveuse ; Syndrome canalaire ; Poignet

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Canal carpien | 1 |
| Historique | 1 |
| Anatomie | 1 |
| Physiopathologie et étiologie | 3 |
| Traitement | 3 |
| Suites postopératoires | 5 |
| Technique à ciel ouvert ou endoscopie ? | 5 |
| ■ Compression du nerf ulnaire au poignet | 6 |
| Introduction | 6 |
| Étiologie | 6 |
| Anatomie | 7 |
| Traitement | 7 |
| Soins postopératoires | 8 |
| Conclusion | 8 |
| ■ Syndromes canauxaires rares | 8 |
| Compression du nerf radial au poignet | 8 |
| Compression du rameau palmaire cutané du nerf médian | 9 |
| Compression isolée du rameau thénarien | 9 |
| Compression du nerf interosseux postérieur | 9 |

■ Canal carpien

Le syndrome du canal carpien est le plus fréquent des syndromes canauxaires au membre supérieur. Le plus souvent, il est idiopathique, mais on relève également des causes anatomiques, traumatiques, endocriniennes, rhumatismales ou tumorales. La symptomatologie est le plus souvent typique, mais l'exploration électromyographique reste indispensable, au moins dans notre pays, surtout si on suit les recommandations faites par l'Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé

(ANAES) [1]. L'électromyogramme permet de confirmer le diagnostic, d'évaluer la sévérité de l'atteinte, et de dépister une autre lésion nerveuse associée. Le traitement médical peut être proposé dans les formes modérées de syndrome du canal carpien, mais une prise en charge chirurgicale est pratiquement toujours nécessaire que ce soit pour un échec du traitement médical, ou en raison de l'existence de signes de sévérité (paresthésies ou dysesthésies permanentes, maladresse, signes électriques ou cliniques de dénervation, ...). Le but du traitement chirurgical est d'ouvrir le retinaculum flexorum (ligament annulaire antérieur). Cette ouverture peut être faite à ciel ouvert ou par voie endoscopique.

Historique

Le syndrome du canal carpien a été initialement décrit par Paget en 1854 [2] et Putnam en 1880 [3] mais la première description avec corrélation anatomoclinique revient à Pierre Marie et Charles Foix [4]. Il faut attendre 1932 pour voir réaliser la première libération chirurgicale du canal carpien par Learmonth [5]. Les premiers cas de canal carpien idiopathiques ont été rapportés par Moersh en 1938 et leur traitement chirurgical réalisé, pour la première fois, en 1946 par Cannon et Love [6].

En France 80 000 interventions chirurgicales pour syndrome du canal carpien sont effectuées chaque année [7]. C'est l'un des motifs de consultation les plus fréquents en chirurgie de la main. Son incidence dans la population générale est estimée à environ 300/100 000 [8].

Anatomie

Le canal carpien est un conduit ostéofibreux situé à la partie proximale de la région palmaire de la main, de 20 à 25 mm de largeur (Fig. 1).

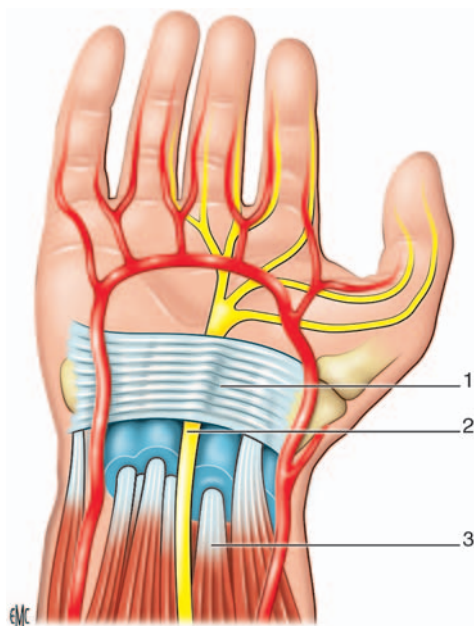


Figure 1. Dessin du canal carpien. 1. Ligament transverse : très solide, il forme le toit du canal ; 2. nerf médian : il transporte les sensations des doigts et permet certains mouvements du pouce ; 3. tendons fléchisseurs : ils passent dans le canal carpien avec le nerf médian.

Ses parois latérales et dorsales sont constituées par la gouttière des os du carpe. Sa paroi palmaire est formée par le retinaculum flexorum du carpe, dont les fibres sont tendues transversalement entre tubercule du scaphoïde et crête du trapèze pour leur insertion radiale, et pisiforme et apophyse unciforme de l'hamatum pour leur insertion ulnaire. Le retinaculum flexorum est constitué de deux couches différentes. La plus superficielle correspond à un épaississement du fascia antébrachial proximale (ligamentum carpi volare) et de l'aponévrose palmaire. Il n'est pas nécessaire de sectionner cette couche lors d'une libération endoscopique. Le retinaculum flexorum proprement dit est plus profond. Au total, le retinaculum flexorum fait entre 26 et 34 mm depuis le pli distal du poignet et il se situe à 3,25 cm (\pm 5,6) du pli palmaire proximal [9].

Le canal carpien est divisé en deux coulisses par une lame fibreuse sagittale :

- la coulisse latérale, la plus réduite, dans laquelle passe seul le tendon du flexor carpi radialis ;
- la coulisse médiale dans laquelle chemine le nerf médian en situation palmaire et radiale. Il est situé en avant du tendon fléchisseur superficiel du deuxième doigt, et en dehors du fléchisseur superficiel du troisième doigt (Fig. 2).

Le nerf médian se divise habituellement après sa sortie du canal carpien pour donner ses branches terminales :

- le rameau thénarien, moteur, destiné aux muscles thénariens externes (court abducteur, opposant, et faisceau superficiel du court fléchisseur du pouce) ;
- le nerf collatéral radial du pouce ;
- les nerfs digitaux commun des premier, deuxième et troisième espaces. Les nerfs digitaux des premier et deuxième espaces contiennent un contingent de fibres motrices destinées aux muscles premier et deuxième lombrical.

Il existe des variations dans l'anatomie du nerf médian au canal carpien (20 % des cas), décrites et classées par Lanz [10] en quatre groupes. La connaissance de celles-ci est importante car en découlent des conséquences quant à la chirurgie.

Groupe I : variations dans le trajet du rameau thénarien

Le plus souvent, le rameau thénarien suit un trajet de type extraligamentaire : il naît en aval de la partie distale du canal carpien et rejoint les muscles thénariens selon un trajet récurrent. Dans d'autres cas, il naît à l'extrémité distale du canal carpien ; il suit alors soit un trajet de type sous-ligamentaire,

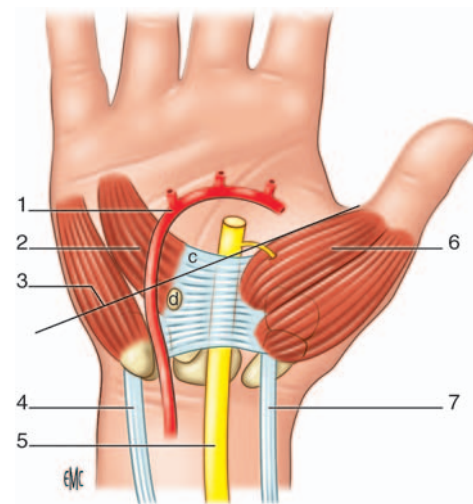


Figure 2. Repères du canal carpien (photothèque de l'Institut de la Main). Principaux dangers anatomiques dans la chirurgie du canal carpien. L'arcade palmaire superficielle est distale à la ligne cardinale de Kaplan. La branche thénarienne naît habituellement en aval du retinaculum (c). d : hamulus ossi hamatum. 1. Arcade palmaire ; 2. muscles hypothénariens ; 3. ligne de Kaplan ; 4. flexor carpi ulnaris (FCU) ; 5. nerf médian ; 6. muscles thénariens ; 7. flexor carpi radialis (FCR), qui chemine dans une gouttière distincte.

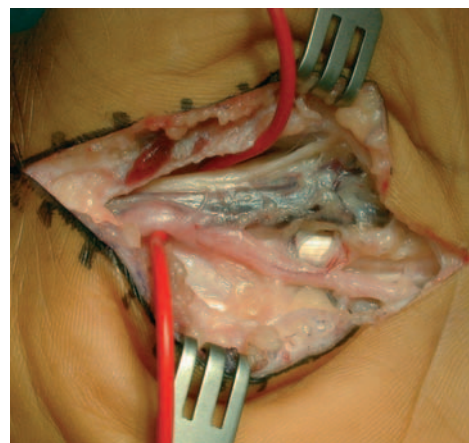


Figure 3. Médian double. Division haute du nerf médian avec deux branches de calibre à peu près identiques.

rejoignant alors les muscles thénariens après avoir contourné la partie distale du canal, soit un trajet de type transligamentaire, perforant alors le retinaculum flexorum pour rejoindre les muscles. Dans ce dernier type, Bennett et Crouch [11], en 82, ont montré qu'il pouvait être comprimé dans son passage transligamentaire.

Enfin, le plus souvent, le rameau thénarien naît du bord radial du nerf médian mais peut, dans quelques rares cas, naître de sa face antérieure ou de son bord ulnaire.

Groupe II : branches accessoires nées à la partie distale du canal carpien

Le plus souvent, ce sont des branches sensibles mais Tountas [12] rapporte 0,7 % de rameau moteur thénarien double.

Groupe III : divisions hautes du nerf médian

Les différentes séries [9, 13-15] rapportent en moyenne 2,5 % de division haute du nerf médian soit intracanalair, soit plus en amont. Cette variation se retrouve isolée ou associée à une artère médiane ou à un corps musculaire surnuméraire (Fig. 3).

Groupe IV

Il est constitué des branches accessoires nées à la partie proximale du canal carpien.

Physiopathologie et étiologie

Dans la grande majorité des cas, le syndrome du canal carpien est idiopathique, survenant sans qu'aucune cause ne puisse être identifiée. En dehors de ces formes, plusieurs mécanismes physiopathologiques, parfois associés entre eux, peuvent être incriminés :

- compression extrinsèque (par appui prolongé ou répété sur la paume de la main) ;
- inadéquation entre le volume du contenant (conduit ostéofibreux) et celui du contenu (tendons, gaine synoviale, nerf médian) ;
- présence d'un élément anormal à l'intérieur du canal carpien ;
- fragilité particulière du nerf médian (neuropathie tomaculaire, diabète).

On peut ainsi distinguer :

- les étiologies microtraumatiques qui associent vraisemblablement un appui ou une compression extrinsèque à une synovite mécanique. Elles peuvent être reconnues d'origine professionnelle (le syndrome du canal carpien est inscrit au tableau n° 57c des maladies professionnelles) même si les méta-analyses de la littérature montrent que le facteur travail est le moins important [16] ;
- les anomalies du contenant qui sont essentiellement représentées par les déformations post-traumatiques du squelette carpien ;
- les anomalies intracanales. Fréquentes, il s'agit d'anomalies musculaires ou vasculaires. Si quelques cas de syndrome du canal carpien ont pu être rapportés à leur existence, elles sont le plus souvent sans aucune incidence sur le traitement et ne modifient donc pas les indications ;
- les hémorragies intracanales, d'origine traumatique ou liées à un trouble de l'hémostase ;
- les causes endocriniennes (grossesse, hypothyroïdie, diabète, auxquelles on peut rajouter la ménopause) ;
- les synovites spécifiques (polyarthrite rhumatoïde, lupus érythémateux disséminé, sclérodermie, goutte) ;
- les maladies de surcharge (amylose primitive ou secondaire, patients hémodialysés).

Traitement

Traitement médical

Le traitement médical du syndrome du canal carpien fait appel à deux méthodes : l'infiltration de corticoïdes et l'immobilisation par orthèse.

L'injection de corticoïde est effectuée par ponction à 1 cm au-dessus du pli de flexion distal du poignet, entre les tendons du flexor carpi radialis et du palmaris longus. L'aiguille est dirigée vers le bas selon un angle de 45° et est enfoncée d'environ 1 cm. La traversée du ligament carpi volare est souvent perceptible. En cas de piqure du nerf, le patient ressent brutalement une sensation de « décharge électrique » dans le territoire sensitif du nerf médian. L'aiguille doit alors être retirée de quelques millimètres. Après vérification de l'absence de reflux sanguin, l'injection lente de 1 à 2 ml est débutée. Elle doit être facile, sans résistance. L'injection est habituellement suivie d'une accentuation des symptômes, liée à l'hyperpression intracanales due au volume injecté. Cette aggravation transitoire disparaît en 24 heures. Lorsqu'elle est efficace, l'infiltration soulage le patient après un délai de 1 à 7 jours. L'immobilisation du poignet dans une attelle est utilisée isolément ou associée à l'infiltration. Plusieurs études ont montré que cette immobilisation ne diminuait pas la pression intracanales, mais qu'elle permettait de diminuer (temporairement) l'intensité des symptômes [17]. Marshall S. et al. ont montré que l'immobilisation avait une efficacité maximum de 2 mois, alors que les infiltrations ont un effet qui dure 1 an maximum et qu'elles n'avaient pas une efficacité supérieure à un placebo au-delà de 1 mois [18].

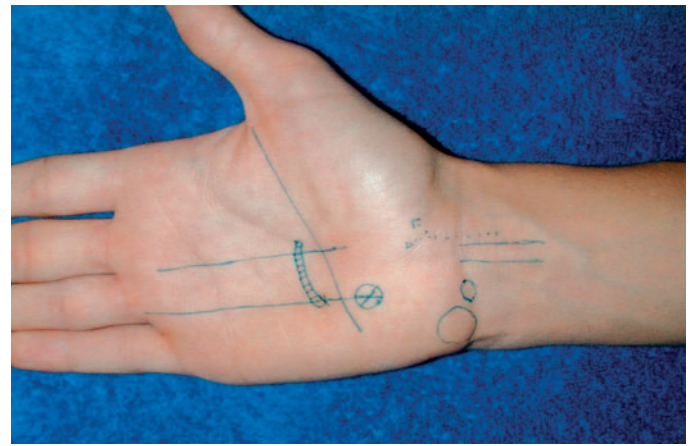


Figure 4. Repères. Le chirurgien doit pouvoir projeter sur la peau les principaux repères anatomiques avant son incision. Il s'agit de la ligne de Kaplan, tangente au bord médial du pouce en abduction, du pisiforme, de l'hamulus ossi hamatum (croix), du tendon du palmaris longus quand il est présent, de la branche cutanée palmaire du nerf médian (toujours externe au palmaris longus [en pointillé]), de l'arcade superficielle distale au retinaculum et à la ligne de Kaplan, enfin du Guyon qu'on peut deviner en faisant saillir sa graisse par une pression de l'éminence hypothénar (petit rond en dehors du pisiforme).

Traitement chirurgical

La décompression du contenu du canal carpien par ouverture du retinaculum flexorum est le geste de base du traitement chirurgical. Elle est réalisée à ciel ouvert ou par voie endoscopique. L'intervention est habituellement effectuée en chirurgie ambulatoire, sous anesthésie locale ou locorégionale et sous garrot pneumatique.

Indications

L'utilisation de l'une ou l'autre technique de décompression du canal carpien est guidée par la pratique du chirurgien, la disponibilité du matériel, etc. Néanmoins, certaines étiologies imposent le recours à la technique à ciel ouvert, notamment les causes tumorales afin d'effectuer, le cas échéant, les gestes associés nécessaires [19]. La décompression endoscopique peut être discutée dans le traitement de certains syndromes du canal carpien non idiopathiques. De même, lors de récurrences après traitement chirurgical, la technique à ciel ouvert doit être préférée.

Canal carpien à ciel ouvert

Technique. L'incision, longue de 3 à 4 cm, est longitudinale, dans l'axe du quatrième rayon et ne dépasse pas le pli distal du poignet en haut, la ligne de Kaplan en bas (Fig. 4, 5).

La dissection sous-cutanée doit s'attacher à préserver d'éventuels disseaux sensitifs superficiels [20]. La plupart des auteurs passent au bord ulnaire du peloton graisseux, d'autres au bord radial [21]. Dans certains cas, l'insertion des muscles thénariens peut s'étendre en direction ulnaire sur la face palmaire du ligament annulaire. Ces fibres sont désinsérées et réclinées sur le bord radial de l'incision. L'ouverture du retinaculum flexorum est faite au bistouri, dans l'axe du quatrième rayon. Un éventuel trajet transligamentaire du rameau moteur thénarien est recherché. L'arcade palmaire superficielle doit être repérée et protégée à la partie distale et ulnaire de l'incision. L'ouverture du retinaculum flexorum est poursuivie vers le haut par celle du ligament carpi volare sur environ 2 cm, en sous-cutané et sous contrôle de la vue. L'examen du nerf médian permet de noter le niveau d'émergence du rameau thénarien et son trajet. Si celui-ci est transligamentaire, le rameau thénarien est libéré afin de supprimer une éventuelle compression et d'éviter une traction sur ce nerf à son orifice. Avec la vogue de l'endoscopie, les chirurgiens ont tendance à diminuer la longueur de leur incision et beaucoup réalisent la libération du nerf médian par des techniques dites de « mini-open ». Le principe reste le même,



Figure 5. Voie d'abord à ciel ouvert. L'incision cutanée palmaire permet d'explorer le canal carpien, son contenu et de libérer le nerf médian.

l'exposition, plus limitée, entraîne le recours à un jeu d'écarteurs pour sectionner, sous contrôle de la vue, l'ensemble du retinaculum. Aucun travail n'a montré jusqu'à présent le bénéfice de ces variations techniques.

L'épineurolyse du nerf médian est souvent associée à l'ouverture du canal carpien. Plusieurs études [22-24] ont comparé la décompression isolée et associée à une neurolyse externe sur des critères cliniques et électromyographiques, sans dévoiler de différences significatives. Ce geste n'apparaît donc pas nécessaire. Il en est de même pour la neurolyse interfasciculaire qui semble même nocive [25, 26].

Gestes associés

Synovectomie. La synovectomie des tendons fléchisseurs ne doit pas être systématique en dehors des cas où la synoviale est retrouvée épaissie ou semblant macroscopiquement anormale ou encore dans les maladies inflammatoires ou de surcharge, notamment chez les patients hémodialysés [27]. Elle s'effectue alors après prolongation proximale de l'incision (décroché au pli du poignet). Le nerf médian, repéré sur toute la longueur de l'incision, est récliné radialement et la synovectomie peut être effectuée, accompagnée d'une hémostase soignée pas à pas.

Plastie du ligament annulaire. Kapandji [28] et Jakab [29] ont proposé une technique de plastie en Z du retinaculum flexorum, censée empêcher les tendons fléchisseurs de prendre la corde de l'arc et donc pallier le risque de diminution de force en postopératoire (d'autres techniques existent). Cependant, même si l'étude de Foucher [30] a montré sa supériorité sur la section simple du ligament, cette technique de plastie reste peu utilisée.

Soins postopératoires. La fermeture cutanée s'effectue en un seul plan par des points séparés. Le drainage est facultatif.

La mobilisation de la main et des doigts est autorisée dès le postopératoire immédiat.

Certains praticiens immobilisent le poignet en extension pendant quelques jours afin d'éviter un éventuel accollement du nerf en sous-cutané, cette technique n'a pas fait la preuve de son efficacité [31].

Canal carpien sous endoscopie

Après un travail préliminaire écrit en japonais et publié en 1987 [32], Okutsu a publié en 1989 une série de 37 patients, la première série de traitement endoscopique du canal carpien [33]. La même année, Chow, aux États-Unis [34], a proposé une technique de libération endoscopique du canal carpien à deux voies et a rapporté une série de 64 patients. De nombreuses complications initiales ont été rapportées, ce qui a freiné l'essor initial de cette technique [35, 36]. En 1990, Agee [37] rapporte la technique de libération endoscopique par une voie à l'aide d'un matériel fabriqué par 3M®. Là encore, une imperfection du matériel initial va considérablement ralentir la diffusion de ce produit [38-40].

Technique d'Agee. L'ancillaire pour la technique d'Agee comprend une poignée à gâchette, sur laquelle se fixe un



Figure 6. Ancillaire Agee.

embout à usage unique muni d'une lame rétractable actionnée par la gâchette. Au travers de la poignée et de l'embout s'enclenche un endoscope spécifique. Une rugine à synoviale et deux dilateurs font également partie de l'ancillaire (Fig. 6).

L'abord se fait par une courte voie transversale entre palmaris longus et fléchisseur ulnaire du carpe, au pli proximal du poignet. Le ligamentum carpi volare est maintenu vers le haut par un crochet de Gillies pendant toute l'intervention. La face postérieure du retinaculum flexorum est ruginée, ce qui permet de passer en dehors de la synoviale et limite le risque d'interposition tendineuse ou nerveuse. On doit percevoir la sensation de raclement de la face profonde du ligament. De même, lorsque la rugine a dépassé la partie distale du ligament, on doit sentir l'instrument saillir sous la peau par les doigts posés sur la paume. C'est une bonne indication de la limite distale du canal. C'est Agee qui a le premier décrit cette voie extrabursale ; il est actuellement suivi par toutes les équipes.

Les dilateurs de diamètre croissant sont ensuite introduits dans l'axe du quatrième rayon pour préparer le passage de l'endoscope ; au besoin, ils peuvent être humidifiés (ou lubrifiés à la vaseline stérile) pour faciliter leur passage.

Puis l'endoscope est ensuite introduit dans l'axe du quatrième rayon, lui aussi lubrifié. Le poignet est mobilisé par la main opposée de l'opérateur pour permettre au couteau de garder le contact avec le ligament et éviter toute interposition. Le couteau est poussé comme une rugine pour ne pas laisser les tissus synoviaux et/ou le nerf s'interposer. La mise en légère extension du poignet permet de repousser le nerf médian quand il vient s'interposer. Un premier passage, lame rétractée, permet de vérifier la bonne vision des fibres nacrées du retinaculum flexorum sur toute la longueur du canal et l'absence d'interposition. S'il existe un doute sur une interposition, le ligament doit être ruginé à nouveau. Un doute persistant ou une vision de mauvaise qualité du ligament doit faire renoncer à la technique et passer à ciel ouvert. Sinon, l'endoscope est réintroduit jusqu'à sa partie distale, la lame est sortie et la section est effectuée sous contrôle de la vue jusqu'aux fibres les plus proximales, en exerçant un contre-appui dans la paume de la main (Fig. 7).

Cette section se fait en deux temps : on commence par sectionner la partie distale, la plus épaisse du ligament. Une fois obtenue avec certitude l'ouverture de la partie distale, on complète la section en proximal. La lame est rentrée, l'endoscope réintroduit et on effectue un complément éventuel à la coupe jusqu'à voir les deux berges du ligament s'écarter et la graisse sous-cutanée « tomber » dans le canal.

La fermeture cutanée se fait en un plan, souvent par de simples Stéri-Strip® et un pansement est mis en place. La mobilisation de la main et des doigts est autorisée en postopératoire immédiat.

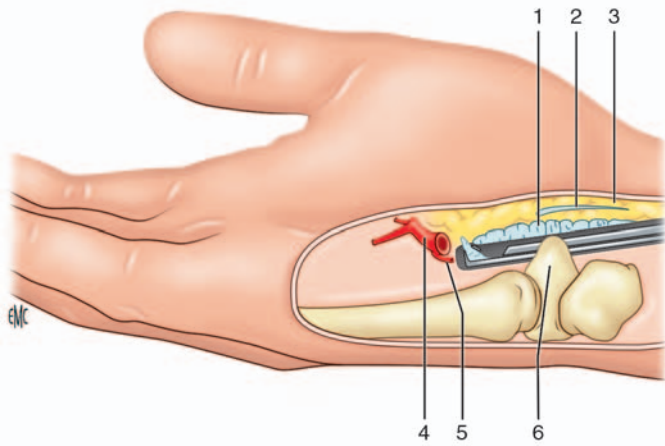


Figure 7. Section d'Agee. La lame rétractable ne doit être sortie que quand la vision de la partie distale du retinaculum est satisfaisante car c'est à la partie distale que sont les principaux dangers anatomiques. 1. Retinaculum ; 2. palmaris brevis ; 3. carpi volare ; 4. arcade palmaire superficielle ; 5. branche anastomotique avec le nerf ulnaire ; 6. hamulus.



Figure 8. Chow : l'ancillaire simple que nous utilisons se compose d'une rugine, d'un trocart et d'un couteau rétrograde.

Technique de Chow. L'ancillaire pour la technique de Chow est constitué d'un support arciforme maintenant la main et le poignet en extension, d'une canule fendue sur sa longueur sur laquelle est monté un trocart mousse pour son introduction, un endoscope, un couteau et une rugine (Fig. 8).

Comme pour la technique d'Agee, l'abord se fait par une courte voie transversale entre palmaris longus et fléchisseur ulnaire du carpe. La main est maintenue en extension sur le support spécifique (Fig. 9).

La face postérieure du retinaculum flexorum est ruginée, ce qui permet de passer en extrabursal et d'éviter toute complication. On doit percevoir la sensation de raclement de la face profonde du ligament. De même, lorsque la rugine a dépassé la partie distale du ligament, on doit sentir l'instrument saillir sous la peau par les doigts posés sur la paume. On introduit ensuite la canule en place et son trocart mousse dans l'axe du quatrième doigt, celui-ci pouvant être humidifié ou lubrifié pour en faciliter l'introduction. Le trocart est palpé en sous-cutané à la partie distale du ligament. La peau est incisée à ce niveau et l'on a pris garde de rester le long de l'axe du quatrième rayon et de ne pas dévier en radial. La canule est extériorisée par l'incision, le trocart enlevé et l'endoscope introduit par l'orifice proximal. Un premier passage permet de vérifier la bonne vision des fibres nacrées du retinaculum flexorum sur toute la longueur du canal et l'absence d'interposition. S'il existe un doute sur une interposition, le ligament doit être ruginé à nouveau. Un doute persistant, ou une vision de mauvaise qualité du ligament doivent faire renoncer à la technique et passer à ciel ouvert. Ensuite, le couteau est introduit par l'orifice distal et la section

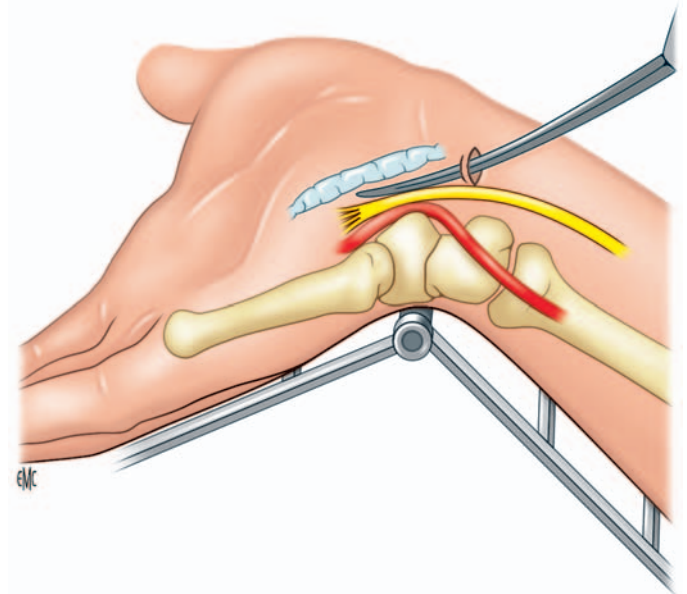


Figure 9. Principe de Chow. La main est placée en extension sur un support pour pouvoir glisser le trocart entre le retinaculum et les éléments du canal carpien.

est effectuée sous contrôle de la vue jusqu'aux fibres les plus proximales. On effectue un complément éventuel à la coupe jusqu'à voir les deux berges du ligament s'écarter et la graisse sous-cutanée « tomber » dans le canal (Fig. 10).

La fermeture cutanée se fait en un plan et un pansement est mis en place. La mobilisation de la main et des doigts est autorisée en postopératoire immédiat.

Variations techniques : la section peut être faite de distal en proximal par un couteau adapté, ou avec du matériel différent de celui décrit. Ces techniques restent cependant moins diffusées.

Suites postopératoires

Quelle que soit la technique employée, la mobilisation sans restriction est autorisée dès le postopératoire. Le patient s'autolimité en fonction de sa tolérance douloureuse.

Douleur et paresthésies disparaissent habituellement dès le postopératoire, les déficits sensitifs disparaissent, eux, progressivement en quelques semaines [41] sauf en cas de dégénérescence axonale ou la récupération est plus lente. En revanche, l'atteinte des muscles thénariens est de récupération plus aléatoire [42].

L'intervention entraîne de manière temporaire, constante, mais avec une intensité variable des douleurs thénariennes et ou hypothénariennes : ce sont les « pillar pain » ou douleurs des piliers. Il en est de même pour la force digitopalmaire qui diminue en postopératoire et revient à la normale après 3 mois environ [33].

L'arrêt de travail habituellement prescrit est de 2 à 4 semaines, en fonction de l'activité et du côté dominant.

Technique à ciel ouvert ou endoscopie ?

En dehors des indications où la technique à ciel ouvert ne se discute pas se pose la question de la technique à employer en cas de canal carpien idiopathique. L'habitude du chirurgien doit prévaloir, sachant que la courbe d'apprentissage de la technique endoscopique est plus longue [43].

Concernant les résultats des deux techniques, Ferdinand [43] a montré, dans une étude prospective randomisée portant sur 25 cas de canaux carpiens bilatéraux traités de manière aléatoire soit par une technique à ciel ouvert, soit par technique endoscopique (Agee) qu'à 1 an il n'y avait aucune différence significative en termes de douleur, de force musculaire, de dextérité. Il en est de même en ce qui concerne les complications per- et postopératoires.

Une récupération de la force et de la fonction plus rapide au cours des premiers mois postopératoires a été démontrée [44, 45]

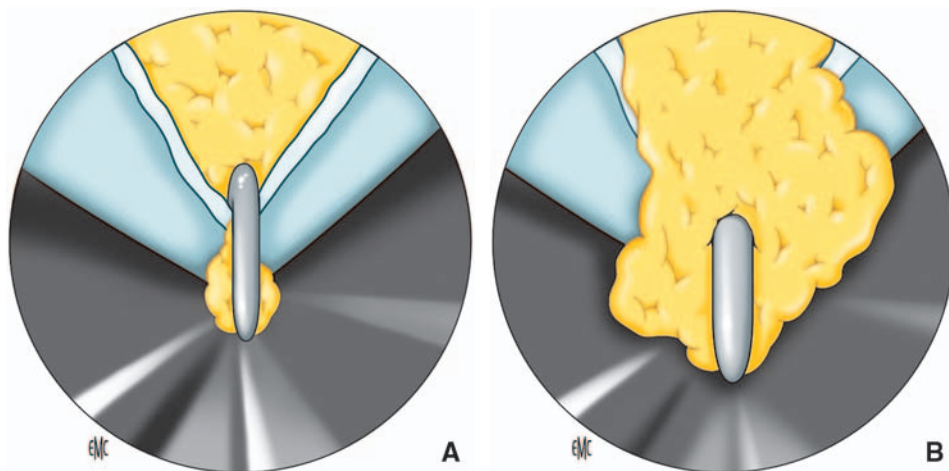


Figure 10. Section Chow (photothèque de l'Institut de la Main). Le dessin représente la vision chirurgicale de l'intervention. On commence par sectionner, sous contrôle de la vue, le retinaculum (A), puis lorsque celui-ci est entièrement sectionné, la graisse superficielle vient envahir la canule (B).

avec les techniques endoscopiques. De même, une douleur ou une hyperesthésie sur le trajet de la cicatrice peuvent être retrouvées après chirurgie à ciel ouvert, elles sont de récupération lente [46].

En revanche, l'existence de troubles sensitifs transitoires est plus souvent constatée après chirurgie endoscopique (4,7 %) comparée à la chirurgie à ciel ouvert (1,4 %) [44]. En fait, les méta-analyses réalisées montrent qu'il n'y a pas de différence notable sur les résultats à moyen terme entre les différentes techniques [47] et que le taux de complications est également identique entre les techniques à ciel ouvert et les techniques endoscopiques [48].

“ Point important

Le canal carpien est le plus souvent idiopathique. Il faut cependant dépister les rares causes qui nécessitent une chirurgie à ciel ouvert (synovite abondante, anomalies anatomiques intracanales, ...).

Le seul traitement validé reste la section du retinaculum flexorum qui peut se faire à ciel ouvert ou sous endoscopie. Résultats et complications semblent identiques.

L'incision cutanée doit être palmaire pure. La neurolyse du nerf médian, exoneurolyse ou endoneurolyse n'a pas d'intérêt.

Sous endoscopie, le geste le plus important est de libérer la face profonde du retinaculum pour pouvoir introduire les instruments sans interposer le nerf médian dont l'anatomie est variable. Une fois les instruments introduits, la section distale est le temps le plus dangereux en raison de la proximité anatomique de structures vasculaires ou nerveuses.

■ Compression du nerf ulnaire au poignet

Introduction

La compression du nerf ulnaire au poignet est moins fréquente que le syndrome du canal carpien. Néanmoins, nombreux sont les cas rapportés dans la littérature.

C'est en 1861 que Félix Guyon [49], urologue français, décrit la loge qui porte son nom dans laquelle passe le nerf ulnaire et le paquet vasculaire.

En 1908, pour la première fois, Hunt [50] décrit la paralysie par compression de la branche motrice du nerf ulnaire en

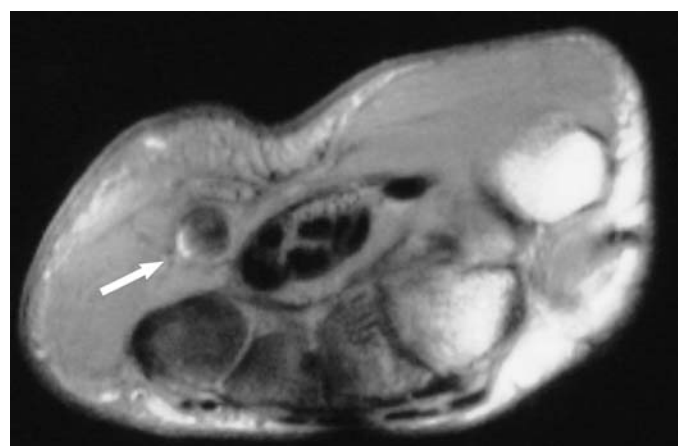


Figure 11. Vue transversale en imagerie par résonance magnétique (IRM) d'une tumeur du canal de Guyon (flèche).

rapport avec des traumatismes répétés à la paume. Bakke [51], en 1948, complète la description, puis en 1952 Seddon [52] et Brooks [53] rapportent simultanément les premiers cas de compression du nerf par un kyste synovial. Depuis, de nombreuses autres étiologies ont été décrites : thrombose de l'artère ulnaire, corps musculaires anormaux, fractures ou luxations du bord ulnaire du poignet, synovite rhumatoïde, ostéoarthrite radio-ulnaire ou intracarpienne, hémangiomes, lipofibromes (Fig. 11). En 1969, Shea [54], sur 136 cas recensés dans la littérature, avait retrouvé 19 étiologies possibles de compression du nerf ulnaire au poignet et à la paume.

Étiologie

Il apparaît difficile de présenter une classification par incidence de l'étiologie des compressions du nerf ulnaire au canal de Guyon. En effet, les effectifs des différentes séries sont trop faibles pour être statistiquement fiables. Néanmoins, on peut retenir que les causes les plus souvent citées sont :

- les kystes synoviaux [44, 55-62] plus souvent post-traumatiques que d'origine arthrosique, c'est la cause la plus citée ;
- les compressions idiopathiques et alors accompagnées, dans 85 % des cas, d'un syndrome du canal carpien selon Murata [63] ;
- les compressions post-traumatiques :
 - fracture du quart distal du radius à grand déplacement [64-66] ;
 - fracture des os du carpe : hamatum [44, 55, 56, 67], pisi-forme [55] ;
 - luxations et fractures carpométacarpiennes [68, 69] ;
 - simple œdème post-traumatique sans fracture associée [54, 70] ;
- les thromboses de l'artère ulnaire : aiguës [54] ou dans le cadre d'une artérite [71] ou encore du fait d'un faux anévrisme [72] ;

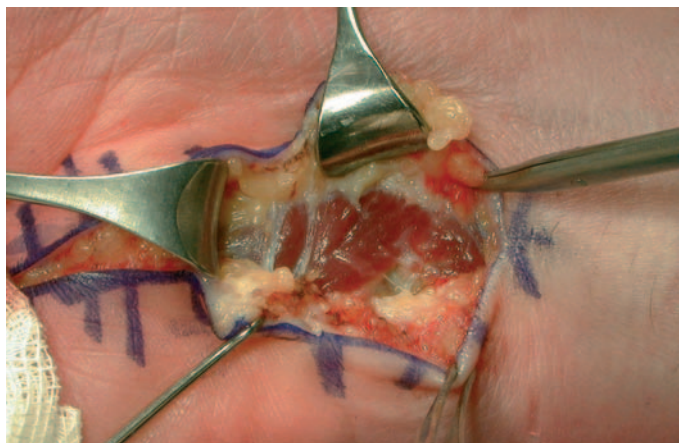


Figure 12. Palmaris brevis : muscle palmaris brevis volumineux, ce muscle forme le toit de la loge de Guyon (les doigts sont à gauche de l'image).

- les anomalies musculaires [73-75] souvent le fait d'anomalies du palmaris brevis, ligamentaires [76, 77] aux dépens du ligament pisi-unciformien, ou osseuses du fait de l'hamatum [78, 79] ou d'un os du carpe surnuméraire [45, 48].

Anatomie

La loge de Guyon est une véritable région anatomique limitée par un plancher, un toit et quatre bords (externe, interne, proximal et distal). Les compressions du nerf ulnaire ne se font pas tant à l'intérieur de la loge qu'à ses extrémités proximales et distales fibreuses et inextensibles.

Le plancher est fibreux, tendu entre le pisiforme et l'hamatum, il est constitué du retinaculum flexorum du carpe et à sa partie interne des ligaments pisi-unciformien et pisimétacarpien.

Le toit est constitué du muscle palmaris brevis, variable dans sa forme et son épaisseur et souvent entouré d'expansions de l'aponévrose palmaire moyenne et noyé dans le tissu cellulograsseux. En dehors du muscle, le toit est fermé par l'aponévrose palmaire moyenne (Fig. 12).

La limite externe est formée de la jonction des fibres du palmaris brevis et du retinaculum flexorum.

La limite interne est constituée de l'arcade fibreuse pisi-unciformienne et du muscle abducteur du V.

Le hiatus proximal est superficiel, c'est un canal ostéofibreux rigide limité par le pisiforme en dedans, le retinaculum flexorum en profondeur et le carpi volare en superficie.

L'hiatus distal est profond, il est également nommé hiatus pisi-unciformien [80]. C'est également un canal ostéofibreux rigide, limité en dehors par l'apophyse unciforme de l'hamatum sur laquelle s'insère la puissante arcade pisi-unciformienne qui, comme son nom l'indique, va rejoindre, selon un trajet convexe en dedans, le pisiforme. Sur elle s'insèrent les muscles adducteur et court fléchisseur du V.

Shea [44] a proposé une classification des lésions du nerf ulnaire dans la loge de Guyon en trois variantes en fonction du lieu de compression, cette classification a été affinée par Gross [59] qui a divisé la loge en trois zones, une proximale et deux distales :

- zone 1 : elle s'étend sur 3 cm environ du bord proximal du retinaculum flexorum jusqu'à la bifurcation du nerf ulnaire. Dans cette zone, le nerf étant mixte, sa compression entraîne des signes sensitifs et moteurs ;
- zone 2 : inféroexterne, elle fait suite à la zone 1 et contient la branche profonde motrice du nerf. L'agent compressif est alors le plus souvent l'arche fibreuse du ligament pisi-unciformien. Les signes seront purement moteurs ;
- zone 3 : inféro-interne qui contient la branche superficielle sensitive du nerf. La compression à ce niveau entraîne des signes purement sensitifs.

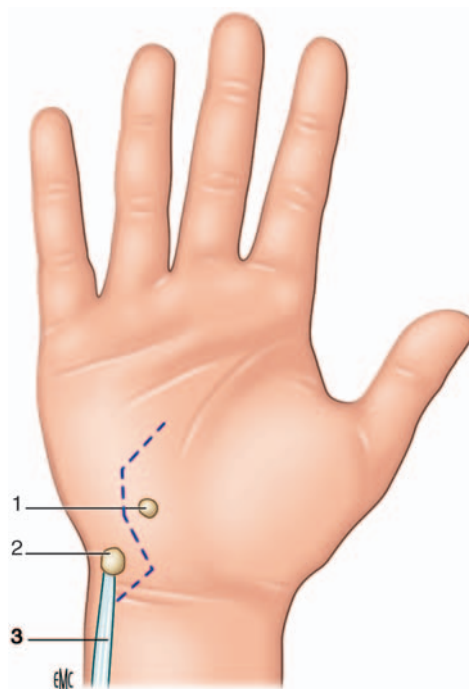


Figure 13. Incision du Guyon. Les repères cutanés sont représentés par le tendon du flexor carpi ulnaris (3) en dedans du pédicule, le pisiforme (2), en dedans, et la projection cutanée de l'hamulus ossi hamatum (1), 2 cm en dehors du pisiforme sur une ligne tendue du pisiforme à la face antérieure de la deuxième métacarpophalangienne.

Traitement

Traitement conservateur

Pour certains [81], il est toujours indiqué en première intention. Il associe alors repos, immobilisation du poignet en position de fonction pendant 4 à 6 semaines et physiothérapie. Une infiltration de corticoïdes est alors le plus souvent associée. L'échec du traitement conservateur ou la réapparition des symptômes conduisent alors à la chirurgie.

Cependant, d'autres [82] suggèrent que le traitement conservateur ne tient pas une grande place et notamment critiquent l'infiltration de corticoïdes dans une pathologie où les phénomènes inflammatoires ne semblent pas prépondérants, ils proposent préférentiellement un traitement chirurgical de première intention.

Dans certains cas particuliers, on constate :

- un œdème post-traumatique ;
- une contusion unique ;
- surtout, une luxation ou une fracture initialement déplacée traitée orthopédiquement.

La persistance des signes après 24 à 48 heures doit faire porter l'indication opératoire de décompression.

Traitement chirurgical

Dans tous les cas, le but du traitement chirurgical est double : décompresser le nerf et, le cas échéant, supprimer la cause de la complication. Il est effectué, sauf contre-indication, sous bloc plexique et garrot pneumatique.

Voie d'abord

Elle est proche de celle décrite par Ollstein [83]. Elle est centrée sur la gouttière ulnaire en dehors de la saillie du pisiforme. En proximal, elle se prolonge en lignes brisées au niveau des plis de flexion du poignet. En distal, elle suit le pli hypothénarien et peut descendre bas de manière à permettre sa prolongation éventuelle le long du pli palmaire proximal au besoin (Fig. 13).

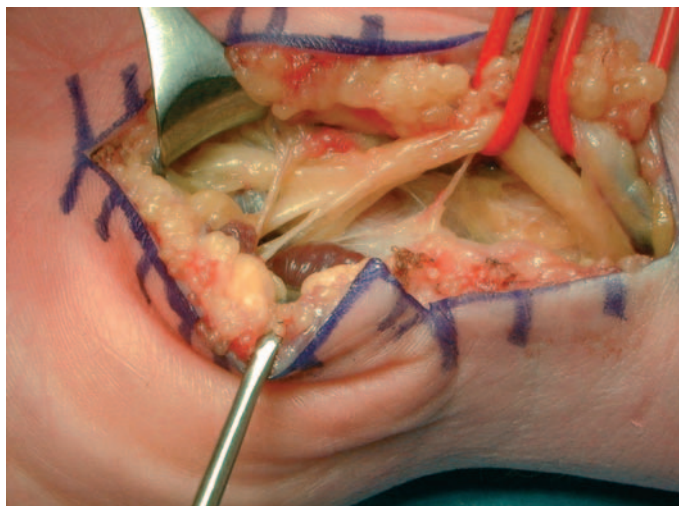


Figure 14. Exoneurolyse du Guyon. Le nerf et l'artère ulnaire sont repérés en proximal et mis sur lacs. La libération progressive permet de mettre en évidence la branche profonde qui plonge vers la paume.

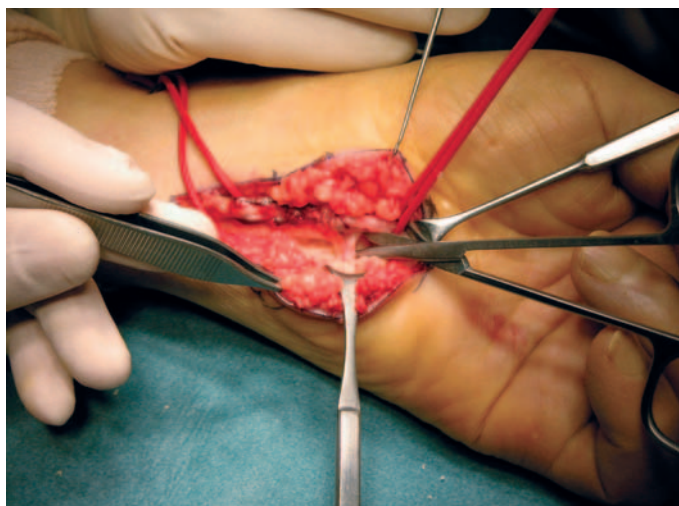


Figure 15. Plongée du Guyon. La branche profonde accompagnée de l'artère est mise en évidence par l'écartement des ciseaux. On voit ici combien elle est verticale et en danger lors de la dissection car elle est fixée dans la boutonnière ligamentaire à travers laquelle elle plonge dans la paume.

Geste sur le nerf

Le nerf ulnaire est repéré en proximal où il se situe en dehors du tendon du fléchisseur ulnaire du carpe sous le ligament carpi volaire qui est ouvert. L'artère ulnaire se trouve en dehors du nerf.

On effectue alors une exoneurolyse de proximal en distal par ouverture longitudinale du toit du canal (Fig. 14).

La libération se poursuit jusqu'à la bifurcation de celui-ci. Il ne faut pas omettre d'ouvrir l'arcade de l'abducteur du V sous laquelle passe la branche profonde sous peine de laisser persister des signes moteurs. La difficulté se situe au niveau de la bifurcation car la branche motrice plonge littéralement, accompagnée de son artère dans une boutonnière étroite (Fig. 15).

Elle donne, avant ou après sa division, des branches pour les muscles hypothénariens qu'il faut préserver et qui limitent les possibilités de mobilisation du nerf.

Si aucune compression n'est retrouvée et que le diagnostic est formel, l'exploration doit être poursuivie distalement sur la branche sensitive et/ou motrice jusqu'à son entrée dans le muscle adducteur du pouce, des rares compressions plus distales ayant été décrites [84, 85].

Gestes associés

Le second volet du traitement varie bien sûr selon l'étiologie, le principe étant de lever la cause de compression :

- les kystes synoviaux doivent être excisés, pédicule compris, jusqu'à leur base d'implantation ;
- les fractures et luxations doivent être réduites et stabilisées. Quand on les traite de manière sanglante, la libération du nerf doit être faite dans le même temps. Les fractures de l'apophyse unciforme de l'hamatum peuvent bénéficier de l'excision de celle-ci, d'autant que la fracture est ancienne ;
- les lésions de l'artère ulnaire sont traitées par résection avec plus ou moins rétablissement de la continuité.

Citons aussi : l'ablation de processus tumoraux, la résection de muscles ou de ligaments anormaux...

Soins postopératoires

En dehors des étiologies traumatiques nécessitant une immobilisation spécifique, on met en place un pansement semi-compressif et une attelle maintenant le poignet en position de fonction pour 15 jours, mettant ainsi le nerf à l'abri d'éventuels chocs directs.

Conclusion

La compression du nerf ulnaire dans la loge de Guyon doit être connue. La clinique est variable avec des formes sensitivo-motrices, sensibles pures ou motrices pures qui peuvent être soit discrètes, soit d'emblée sévères, pouvant faire évoquer une pathologie neurologique centrale. La loge de Guyon est une zone où l'anatomie est relativement complexe et une bonne connaissance de celle-ci est indispensable avant d'intervenir.

“ Point important

Le traitement chirurgical est le seul indiqué dans les compressions isolées du nerf ulnaire au canal de Guyon.

La dissection difficile doit commencer en proximal en amont du pisiforme.

Le danger est représenté par l'orientation très verticale de la branche motrice accompagnée par son artère et qui est fixée dans une boutonnière ligamentaire.

La dissection doit se poursuivre au-delà de la boutonnière.

■ Syndromes canaux rares

Compression du nerf radial au poignet

Le nerf radial peut être comprimé au poignet et la forme la plus fréquente est la névrite dite de Wartenberg [86]. Décrite par Wartenberg en 1932 sous le nom de cheiralgie paresthésique, il s'agit de la compression de la branche sensitive du nerf radial lors de son émergence entre premier radial (extensor carpi radialis longus) et long supinateur (brachioradialis). Entre ces deux muscles existe une aponévrose antibrachiale et, en profondeur, la branche nerveuse repose directement sur le radius. Son point d'émergence se situe à l'union du tiers inférieur et des deux tiers supérieurs de l'avant-bras. Ces deux muscles forment un angle aigu qui se ferme sur le nerf qui est maintenu par l'aponévrose antibrachiale, ce qui entraîne sa compression dans certaines positions en réalisant une véritable pince.

La symptomatologie comprend des dysesthésies dans le territoire du nerf radial avec troubles sensitifs, notamment dans la zone élective de la première commissure. La palpation de la région est douloureuse et l'on retrouve fréquemment un signe de Tinel. Le test de Finkelstein mettant le pouce en hyperflexion et le poignet en inclinaison cubitale, décrit pour le

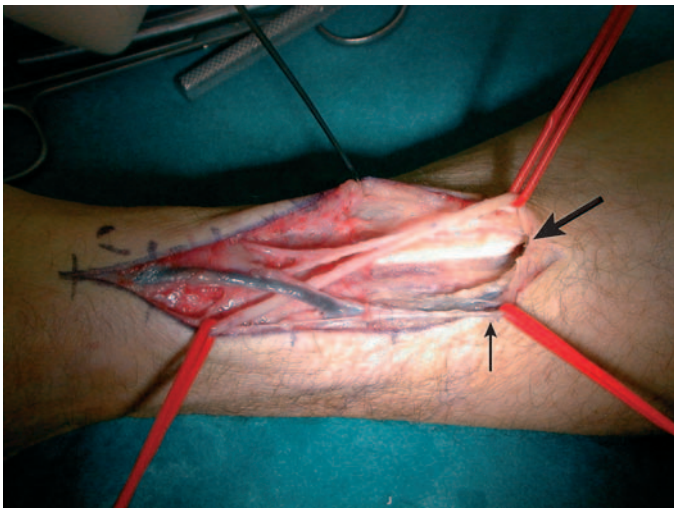


Figure 16. Neurolyse du nerf radial au poignet. Notez la sortie du nerf entre les tendons et la fenêtre réalisée dans l'extensor carpi radialis (grosse flèche). Notez également la proximité des branches du nerf cutané latéral antébrachial (petite flèche).

syndrome de De Quervain, peut également majorer les troubles. Cela est une cause de méconnaissance du diagnostic et soulignons d'emblée que l'on doit systématiquement rechercher une névrite de Wartenberg lors du traitement de la ténosynovite de De Quervain sous peine d'un préjudice ultérieur médico-légal car cette lésion peut être aggravée après traitement de la ténosynovite. Des manœuvres décrites par Dellon et Mackinnon, à savoir augmentation des douleurs en hyperpronation du poignet et de l'avant-bras, de même qu'en inclinaison cubitale peuvent majorer la symptomatologie.

L'étiologie de ces névrites de Wartenberg est souvent liée à des mouvements répétitifs en flexion-extension du poignet ou en pronosupination comme par exemple lors de l'utilisation d'un tournevis, ce qui peut l'impliquer dans les maladies professionnelles. Il existe également une majoration par compression au poignet et c'est Matzendorf qui a décrit en 1926 le syndrome du bracelet-montre. De même le port de menottes chez le prisonnier peut déclencher ce syndrome. Enfin signalons que cette symptomatologie peut être accrue par une mononévrite d'origine diabétique ou encore, nous l'avons souligné, qu'elle peut être associée à une ténosynovite de De Quervain.

Le traitement chirurgical n'est entrepris qu'après échec d'un traitement médical comprenant anti-inflammatoires locaux et généraux et orthèse de repos. Il s'agit d'une neurolyse simple qui comporte deux difficultés :

- l'appréciation de la zone compressive. On conseille de réséquer l'aponévrose et éventuellement une partie des tendons pour éviter de laisser en place un élément compressif ;
- la libération nerveuse qui doit préserver les petites anastomoses existant entre nerf radial et branche cutanée latérale de l'avant-bras, sous peine de douleurs postopératoires très désagréables (Fig. 16).

Une seule série existe dans la littérature avec environ deux tiers de bons résultats après traitement chirurgical et un tiers après traitement médical.

Compression du rameau palmaire cutané du nerf médian

Rarement isolée, celle-ci est possible à sa sortie de l'aponévrose antibrachiale [87]. Elle se manifeste par des paresthésies sur la partie externe de l'éminence thénar et peut nécessiter une décompression chirurgicale. Sa compression est moins fréquente que sa lésion iatrogène.

Compression isolée du rameau thénarien

Décrite par Bennett et Crouch [11] en 1982, elle est liée à une anomalie du rameau thénarien dans sa forme récurrente.

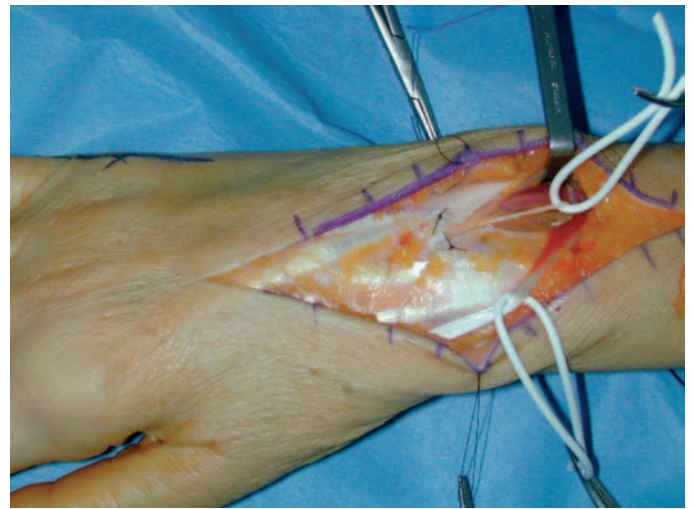


Figure 17. Vue peropératoire du nerf interosseux postérieur et de son abord avant dénervation.

Celui-ci peut être comprimé lors de son entrée dans le canal carpien et l'éminence thénar. Le traitement est chirurgical, nécessitant l'ouverture du canal carpien à ciel ouvert et le dégagement de la branche thénarienne lors de son entrée dans l'éminence thénar.

Compression du nerf interosseux postérieur

Elle a connu un regain d'actualité depuis les publications récentes réactualisant les dénervations antalgiques du poignet, en particulier la dénervation du nerf interosseux postérieur. Un auteur américain, Dellon [88, 89], a insisté sur l'existence de douleurs rapportées à des tuméfactions postérieures du poignet, en particulier les kystes synoviaux qui, selon lui, entraîneraient des compressions des branches terminales du nerf interosseux postérieur (Fig. 17).



Références

- [1] *Stratégie des examens paracliniques et des indications thérapeutiques dans le syndrome du canal carpien*. Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation de la santé, Recommandations et Références Médicales; 1997.
- [2] Paget J. *Lectures on surgical pathology*. Philadelphia: Lindsay and Blakiston; 1854.
- [3] Putnam JJ. A series of cases of paresthesia, mainly of the hands, of periodical recurrence, and possibly of vaso-motor origin. *Arch Med* 1880;4:147-62.
- [4] Marie P, Foix C. Atrophie isolée de l'éminence thénar d'origine névritique. Rôle du ligament annulaire du carpe dans la pathogénie de la lésion. *Rev Neurol* 1913;26:647-9.
- [5] Learmonth J. The principle of decompression in the treatment of certain diseases of peripheral nerves. *Surg Clin North Am* 1933;13:905-13.
- [6] Pfeffer GB, Gelberman RH, Boyes JH, Rydevik B. The history of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg [Br]* 1988;13:28-34.
- [7] *Chirurgie du syndrome du canal carpien idiopathique : comparaison des techniques à ciel ouvert et des techniques endoscopiques*. Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation de la santé; décembre 2000.
- [8] Mondelli M, Giannini F, Giacchi M. Carpal tunnel syndrome incidence in a general population. *Neurology* 2002;58:289-94.
- [9] Cobb TK, Amadio PC. Reoperation for carpal tunnel syndrome. *Hand Clin* 1996;12:313-23.
- [10] Lanz U. Anatomical variations of the median nerve in the carpal tunnel. *J Hand Surg [Am]* 1977;2:44-53.
- [11] Bennett JB, Crouch CC. Compression syndrome of the recurrent motor branch of the median nerve. *J Hand Surg [Am]* 1982;7:407-9.
- [12] Tountas CP, Bihle DM, MacDonald CJ, Bergman RA. Variations of the median nerve in the carpal canal. *J Hand Surg [Am]* 1987;12(5Pt1):708-12.
- [13] Kornberg M, Aulicino PL, DuPuy TE. Bifid median nerve with three thenar branches--case report. *J Hand Surg [Am]* 1983;8(5Pt1):583-4.

- [14] Fernandez-Garcia S, Pi-Folguera J, Estallo-Matino F. Bifid median nerve compression due to a musculotendinous anomaly of FDS to the middle finger. *J Hand Surg [Br]* 1994;**19**:616-7.
- [15] Schultz RJ, Ender PM, Huddleston HD. Anomalous median nerve and an anomalous muscle belly of the first lumbrical associated with carpal-tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 1973;**55**:1744-6.
- [16] Falkiner S, Myers S. When exactly can carpal tunnel syndrome be considered work-related? *Aust N Z J Surg* 2002;**72**:204-9.
- [17] Wilson JK, Sevier TL. A review of treatment for carpal tunnel syndrome. *Disabil Rehabil* 2003;**25**:113-9.
- [18] Marshall S, Tardif G, Ashworth N. Local steroid injections for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev* 2002;**(4)**:CD0001554.
- [19] Foucher G, Allieu Y, Bush N. Bilan d'une expérience de libération endoscopique du canal carpien par la technique d'Agee. À propos de 280 cas. *Rhumatologie* 1995;**47**:47-51.
- [20] Morel P, Le Viet D. Les syndromes canaux du poignet. *J Trauma Sport* 2005;**22**:179-85.
- [21] Roure P, Masquelet AC. Étude anatomique du coussin graisseux sus-rétinaculaire : application à l'abord chirurgical du canal carpien. *Chir Main* 2001;**20**:287-93.
- [22] Blair WF, Goetz DD, Ross MA, Steyers CM, Chang P. Carpal tunnel release with and without epineurotomy: a comparative prospective trial. *J Hand Surg [Am]* 1996;**21**:655-61.
- [23] Borisch N, Haussmann P. Neurophysiological recovery after open carpal tunnel decompression: comparison of simple decompression and decompression with epineurotomy. *J Hand Surg [Br]* 2003;**28**:450-4.
- [24] Foulkes GD, Atkinson RE, Beuchel C, Doyle JR, Singer DI. Outcome following epineurotomy in carpal tunnel syndrome: a prospective, randomized clinical trial. *J Hand Surg [Am]* 1994;**19**:539-47.
- [25] Mackinnon SE, McCabe S, Murray JF, Szalai JP, Kelly L, Novak C, et al. Internal neurolysis fails to improve the results of primary carpal tunnel decompression. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:211-8.
- [26] Gelberman RH, Pfeffer GB, Galbraith RT, Szabo RM, Rydevik B, Dimick M. Results of treatment of severe carpal-tunnel syndrome without internal neurolysis of the median nerve. *J Bone Joint Surg Am* 1987;**69**:896-903.
- [27] Le Viet D, Gandon F. Carpal tunnel syndrome in hemodialysed patients. Analysis of 110 surgically-treated cases. *Chirurgie* 1992;**118**:546-50.
- [28] Kapandji AI. La plastie d'agrandissement du ligament annulaire antérieur du carpe dans le traitement du syndrome du canal carpien. *Ann Chir Main* 1990;**9**:305-14.
- [29] Jakab E, Ganos D, Cook FW. Transverse carpal ligament reconstruction in surgery for carpal tunnel syndrome: a new technique. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:202-6.
- [30] Foucher G, Buch N, Van Overstraeten L, Gautherie M, Jesel M. Carpal tunnel syndrome. Can it still be a controversial topic? *Chirurgie* 1993-94;**119**:80-4.
- [31] Finsen V, Andersen K, Russwurm H. No advantage from splinting the wrist after open carpal tunnel release. A randomized study of 82 wrists. *Acta Orthop Scand* 1999;**70**:288-92.
- [32] Okutsu I, Ninomiya S, Natsuyama M, Takatori Y, Inanami H, Kuroshima N, et al. Subcutaneous operation and examination under the universal endoscope. *Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi* 1987;**61**:491-8.
- [33] Okutsu I, Ninomiya S, Takatori Y, Ugawa Y. Endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy* 1989;**5**:11-8.
- [34] Chow JC. Endoscopic carpal tunnel release. Two-portal technique. *Hand Clin* 1994;**10**:637-46.
- [35] Chow JC. Ulnar nerve transection as a complication of two-portal endoscopic carpal tunnel release. *J Hand Surg [Am]* 1994;**19**:522.
- [36] De Smet L, Fabry G. Transection of the motor branch of the ulnar nerve as a complication of two-portal endoscopic carpal tunnel release: a case report. *J Hand Surg [Am]* 1995;**20**:18-9.
- [37] Agee JM, McCarroll HR, North ER. Endoscopic carpal tunnel release using the single proximal incision technique. *Hand Clin* 1994;**10**:647-59.
- [38] Foucher G, Braga Da Silva J. Endoscopic opening of the carpal canal. *Chirurgie* 1994-95;**120**:100-4.
- [39] Wheatley MJ, Kaul MP. Recurrent carpal tunnel syndrome following endoscopic carpal tunnel release: a preliminary report. *Ann Plast Surg* 1997;**39**:469-71.
- [40] Murphy Jr. RX, Jennings JF, Wukich DK. Major neurovascular complications of endoscopic carpal tunnel release. *J Hand Surg [Am]* 1994;**19**:114-8.
- [41] Katz JN, Fossel KK, Simmons BP, Swartz RA, Fossel AH, Koris MJ. Symptoms, functional status, and neuromuscular impairment following carpal tunnel release. *J Hand Surg [Am]* 1995;**20**:549-55.
- [42] Nolan 3rd WB, Alkaiat D, Glickel SZ, Snow S. Results of treatment of severe carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg [Am]* 1992;**17**:1020-3.
- [43] Ferdinand RD, MacLean JG. Endoscopic versus open carpal tunnel release in bilateral carpal tunnel syndrome. A prospective, randomised, blinded assessment. *J Bone Joint Surg Br* 2002;**84**:375-9.
- [44] Macdermid JC, Richards RS, Roth JH, Ross DC, King GJ. Endoscopic versus open carpal tunnel release: a randomized trial. *J Hand Surg [Am]* 2003;**28**:475-80.
- [45] Dumontier C, Sokolow C, Leclercq C, Chauvin P. Early results of conventional versus two-portal endoscopic carpal tunnel release. A prospective study. *J Hand Surg [Br]* 1995;**20**:658-62.
- [46] Samson P. Carpal tunnel syndrome. *Chir Main* 2004;**23**:S165-S177.
- [47] Thoma A, Veltri K, Haines T, Duku E. A systematic review of reviews comparing the effectiveness of endoscopic and open carpal tunnel decompression. *Plast Reconstr Surg* 2004;**113**:1184-91.
- [48] Boeckstyns ME, Sorensen AI. Does endoscopic carpal tunnel release have a higher rate of complications than open carpal tunnel release? An analysis of published series. *J Hand Surg [Br]* 1999;**24**:9-15.
- [49] Guyon F. Note sur une disposition anatomique propre à la face antérieure de la région du poignet et non encore décrite par le docteur. *Bull Soc Anat Paris* 1861;**6**:184-6.
- [50] Hunt JR. Occupation neuritis of the deep palmar branch of the ulnar nerve: a well defined clinical type of professional palsy of the hand. *J Nerv Ment Dis* 1908;**35**:673-89.
- [51] Bakke JL, Wolff HG. Occupational pressure neuritis of the deep palmar branch of the ulnar nerve. *Arch Neurol Psychiatry* 1948;**60**:549-53.
- [52] Seddon HJ. Carpal ganglion as a cause of paralysis of the deep branch of the ulnar nerve. *J Bone Joint Surg Br* 1952;**34**:386-90.
- [53] Brooks DM. Nerve compression by simple ganglia. *J Bone Joint Surg Br* 1952;**34**:391.
- [54] Shea JD, McClain EJ. Ulnar-nerve compression syndromes at and below the wrist. *J Bone Joint Surg Am* 1969;**51**:1095-103.
- [55] Vanderpool DW, Chalmers J, Lamb DW, Whiston TB. Peripheral compression lesions of the ulnar nerve. *J Bone Joint Surg Br* 1968;**50**:792-803.
- [56] Ogino T, Minami A, Kato H, Takahata S. Ulnar nerve neuropathy at the wrist. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1990;**22**:304-8.
- [57] Wu JS, Morris JD, Hogan GR. Ulnar neuropathy at the wrist: case report and review of literature. *Arch Phys Med Rehabil* 1985;**66**:785-8.
- [58] Lamb D. Ulnar nerve compression lesions at the wrist and hand. *Hand* 1970;**2**:17-8.
- [59] Gross MS, Gelberman RH. The anatomy of the distal ulnar tunnel. *Clin Orthop Relat Res* 1985;**196**:238-47.
- [60] Botte MJ, Gelberman RH. Ulnar nerve compression at the wrist. In: Szabo RM, editor. *Nerve compression syndromes, diagnosis and treatment*. Thorofare, NJ: Slack Inc; 1989. p. 121-36.
- [61] Szabo RM. Entrapment and compression neuropathies. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, editors. *Green's operative hand surgery*. New York: Churchill Livingstone; 1999. p. 1404-47.
- [62] Szabo RM. Nerve compression syndromes. In: Light TR, editor. *Hand surgery update 2*. Rosemont, IL: American Society for Surgery of the Hand; 1999. p. 183-98.
- [63] Murata K, Shih JT, Tsai TM. Causes of ulnar tunnel syndrome: a retrospective study of 31 subjects. *J Hand Surg [Am]* 2003;**28**:647-51.
- [64] DuPont C, Cloutier GE, Prévost Y, Dion MA. Ulnar tunnel syndrome at the wrist. A report of four cases of ulnar-nerve compression at the wrist. *J Bone Joint Surg Am* 1965;**47**:757-61.
- [65] Howard FM. Ulnar-nerve palsy in wrist fracture. *J Bone Joint Surg Am* 1961;**43**:1197-201.
- [66] Nisenfield FG, Neviasser RJ. Fracture of the hook of the hamate: a diagnosis easily missed. *J Trauma* 1974;**14**:612-6.
- [67] Baird DB, Friedenberg ZB. Delayed ulnar nerve palsy following fracture of the hamate. *J Bone Joint Surg Am* 1968;**50**:570-3.
- [68] Gore DR. Carpometacarpal dislocation producing compression of the deep branch of the ulnar nerve. *J Bone Joint Surg Am* 1971;**53**:1387-90.
- [69] Peterson P, Sacks S. Fracture-dislocation of the base of the fifth metacarpal associated with injury to the deep motor branch of the ulnar nerve: a case report. *J Hand Surg [Am]* 1986;**11**:525-8.
- [70] Leslie IJ. Compression of the deep branch of the ulnar nerve due to oedema of the hand. *Hand* 1980;**12**:271-2.
- [71] Kaplan EB. Arteritis involving the arteries of the hand. *Bull Hosp Joint Dis* 1965;**26**:20-5.
- [72] Kalisman M, Laborde K, Wolff TW. Ulnar nerve compression secondary to ulnar false aneurysm at the Guyon's canal. *J Hand Surg [Am]* 1982;**7**:137-9.
- [73] Kleiner HE, Hayes JE. The ulnar tunnel syndrome. *Plast Reconstr Surg* 1971;**47**:21-4.

- [74] Fahrer M, Millroy PJ. Ulnar compression neuropathy due to an anomalous abductor digiti minimi-clinical and anatomic study. *J Hand Surg [Am]* 1981;**6**:266-8.
- [75] Failla JM. The hypothenar adductor muscle: an anomalous intrinsic muscle compressing the ulnar nerve. *J Hand Surg [Am]* 1996;**21**:366-8.
- [76] Uriburu IJF, Morchia FJ, Marin JC. Compression syndrome of the deep motor branch of the ulnar nerve (pisohamate hiatus syndrome). *J Bone Joint Surg Am* 1976;**58**:145-7.
- [77] Kuschner SH, Gelberman RH, Jennings C. Ulnar nerve compression at the wrist. *J Hand Surg [Am]* 1988;**13**:577-80.
- [78] Fenning JB. Deep ulnar nerve paralysis resulting from an anatomical abnormality: a case report. *J Bone Joint Surg Am* 1965;**47**:1381-2.
- [79] Greene MH, Hadied AM. Bipartite hamulus with ulnar tunnel syndrome-case report and literature review. *J Hand Surg [Am]* 1981;**6**:605-9.
- [80] Hayes JR, Mulholland RC, O'Connor BT. Compression of the deep palmar branch of the ulnar nerve. Case report and anatomical study. *J Bone Joint Surg Br* 1969;**51**:469-72.
- [81] Souquet B, Mansat M. Syndrome du canal de Guyon. In: Souquet R, editor. *Syndromes canaux du membre supérieur*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1983. p. 82-8 (Monographie du GEM n°11).
- [82] Moutet F. Ulnar tunnel syndrome. *Chir Main* 2004;**23**:S134-S140.
- [83] Ollstein RN, Siegel HW, Decker JE. A surgical approach to the motor branch of the ulnar nerve. *Plast Reconstr Surg* 1989;**84**:526-8.
- [84] Comtet JJ, Quicot L, Moyen B. Compression of the deep palmar branch of the ulnar nerve by the arch of the adductor pollicis. *Hand* 1978;**10**:176-80.
- [85] Dumontier C, Apoil A, Meininger T, Monet J, Augereau B. Compression de la branche profonde du nerf ulnaire à sa sortie du hiatus pisi-unciformien. À propos d'une anomalie non encore décrite. *Ann Chir Main Memb Sup* 1991;**10**:337-41.
- [86] Ehrlich W, Dellon AL, Mackinnon SE. Classical article: Cheiralgia parasthetica (entrapment of the radial nerve). A translation in condensed form of Robert Wartenberg's original article published in 1932. *J Hand Surg [Am]* 1986;**11**:196-9.
- [87] Guo JB, Fan XY, Liang ZJ. Compression of the palmar cutaneous branch of the median nerve at the wrist. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 1999;**13**:223-4.
- [88] Dellon AL. Partial dorsal wrist denervation: resection of the distal posterior interosseous nerve. *J Hand Surg [Am]* 1985;**10**:527-33.
- [89] Dellon AL, Seif SS. Anatomic dissections relating the posterior interosseous nerve to the carpus, and the etiology of dorsal wrist ganglion pain. *J Hand Surg [Am]* 1978;**3**:326-32.

P. Moreel (pmoreel@chu-clermontferrand.fr).

Service d'orthopédie traumatologie, CHU Gabriel Montpied, BP 69, 63003 Clermont-Ferrand, France.

C. Dumontier, Professeur associé au Collège de médecine des hôpitaux de Paris, Chirurgien des Hôpitaux.

Institut de la Main, 6, square Jouvenet, 75016 Paris et SOS Mains – hôpital Saint-Antoine, 184, rue du Faubourg-Saint-Antoine, 75571 Paris cedex 12, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Moreel P., Dumontier C. Chirurgie des syndromes canaux du poignet. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-362, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com





Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-352]

Chirurgie des traumatismes récents du carpe

Jean-Yves Alnot : Professeur des Universités, chef du service d'orthopédie-traumatologie de l'hôpital Bichat

Patrick Houvet : Chef de clinique, assistant des hôpitaux de Paris

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique. Centre urgences mains, département de chirurgie de la main et du membre supérieur, hôpital Bichat, 46, rue Henri-Huchard, 75877 Paris cedex 18 France

© 1995 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Haut de page

INTRODUCTION

La chirurgie des traumatismes récents du carpe nécessite une bonne connaissance de l'anatomie et de la physiologie ainsi que des lésions anatomopathologiques .

- En ce qui concerne l'anatomie et la physiologie, le carpe appartient au complexe radiocarpien avec des éléments osseux et des éléments ligamentaires (**fig. 1**).
- En ce qui concerne les éléments osseux, le carpe peut être étudié en individualisant une première rangée composée du scaphoïde, du semi-lunaire, du pyramidal et du pisiforme et une deuxième rangée composée du trapèze, du trapézoïde, du grand os et de l'os crochu, mais également la classification en colonne avec une colonne externe comportant le scaphoïde, le trapèze, le trapézoïde, une colonne centrale composée du semi-lunaire et du grand os et une colonne interne composée du pyramidal, du pisiforme et de l'os crochu.

Cet ensemble carpien s'articule en haut avec l'extrémité inférieure du radius, le ligament triangulaire et l'extrémité inférieure du cubitus, et en bas avec les bases métacarpiennes dont les deuxième et troisième sont fixes et les quatrième et cinquième mobiles.

La forme de chacun des os du carpe a une importance ainsi que leurs surfaces articulaires et celle des os voisins, et il sera essentiel dans un traumatisme de rétablir exactement l'anatomie.

En ce qui concerne les éléments capsuloligamentaires, ils sont extrêmement complexes et peuvent être classés en ligaments intra-articulaires, intracapsulaires et extracapsulaires (**fig. 2A et B**).

Les ligaments intra-articulaires comprennent :

- les ligaments interosseux en insistant sur le ligament scapholunaire et lunopyramidal intéressés par de nombreux traumatismes, notamment sportifs ;
- le ligament radioscapolunaire ^[5], véritable ligament suspenseur du carpe ;
- le ligament triangulaire, ménisque d'interposition, cubitocarpien participant à la glène antibrachiale.

Les ligaments intracapsulaires peuvent être répartis en deux ensembles :

- le ligament rayonné ou radioantérieur de Testut avec sept formations partant du grand os ;
- les ligaments radiocarpies antérieur et postérieur de direction oblique formant une véritable fronde autour du bord cubital du carpe, bien décrit par Kuhlmann.

Les ligaments extracapsulaires comprennent :

- le ligament annulaire antérieur du carpe ;
- le ligament annulaire postérieur du carpe.

Les tendons périarticulaires participent, par ailleurs, à la stabilité et à la mobilité du poignet.

Le complexe ostéoarticulaire du poignet comprend donc d'une part la glène antibrachiale et d'autre part l'ensemble du carpe composé de huit os.

La mobilité, la stabilité et la cohérence de tous ces éléments dépendent des surfaces articulaires et des formations ligamentaires. La physiologie du poignet est dépendante de tous ces éléments et les différents mouvements (flexion palmaire, flexion dorsale, inclinaison radiale, inclinaison cubitale, pronation et supination) se passent dans les différents interlignes radiocarpien, médiocarpien et intercarpien sans oublier les articulations radiocubitales inférieure et supérieure.

En position zéro, l'axe du radius se prolonge par l'axe du 3^e métacarpien qui est celui de la main.

Le semi-lunaire est équilibré et sa surface articulaire inférieure est horizontale, correspondant à la tête du grand os.

Le scaphoïde est légèrement oblique et son axe fait un angle de 45° avec l'axe longitudinal du poignet.

Lors des mouvements dans le plan sagittal, la flexion dorsale et la flexion palmaire se font dans la radiocarpienne et dans la médiocarpienne selon une répartition globalement égale.

En flexion dorsale, le semi-lunaire et le grand os basculent en arrière et le scaphoïde se verticalise.

Les mouvements inverses se produisent en flexion palmaire.

Lors des mouvements dans le plan frontal, il faut considérer la complexité des deux rangées des os du carpe, ainsi que des trois colonnes, externe, centrale et interne.

En inclinaison radiale, le scaphoïde s'horizontalise et inversement en inclinaison cubitale, il se verticalise.

Les autres os du carpe ont également une mobilité propre, mais à des degrés moindres, avec une grande complexité dans les mouvements associés, flexion dorsale, flexion palmaire, inclinaison radiale, inclinaison cubitale, pronation et supination.

Différents traumatismes peuvent modifier la cohérence et la stabilité de cet ensemble et

dans la majorité des cas, il s'agit de traumatismes sur un poignet en flexion dorsale avec une composante associée d'inclinaison latérale et de rotation.

Les lésions ostéoarticulaires et ligamentaires sont fréquentes avec des associations dont la compréhension est indispensable au diagnostic et au traitement.

L'abord chirurgical aura pour but de restaurer l'anatomie en réparant les lésions osseuses et ligamentaires.

Nous étudierons successivement :

les voies d'abord du poignet et du carpe ;
les différentes lésions ostéoligamentaires.

Haut de page

DIFFÉRENTES VOIES D'ABORD

Le malade est installé en décubitus dorsal, le membre reposant sur une table à bras, un garrot pneumatique à la racine.

L'anesthésie est en règle une anesthésie locorégionale par bloc axillaire ou une anesthésie générale.

Les contrôles radiographiques ou sous amplificateur de brillance doivent être prévus.

Les voies d'abord cutanées sont antérieures, postérieures et externes .

Voies d'abord antérieures (fig. 3)

Voie d'abord antéroexterne antibrachiopalmaire

L'incision cutanée comporte un court segment vertical en dehors du tendon du grand palmaire, puis elle bifurque transversalement en dehors au niveau du pli de flexion du poignet et reprend rapidement un trajet vertical vers le tubercule du scaphoïde.

Il faut se méfier des branches terminales du nerf radial et surtout de la branche palmaire cutanée du nerf médian.

En proximal, l'abord se fait dans la gouttière du pouls en passant entre grand palmaire et artère radiale, et il faut souvent lier une petite branche interne venant de l'artère radiale ; en distal, il faut gagner le tubercule du scaphoïde et récliner les muscles thénariens.

L'abord articulaire se fait verticalement permettant d'aborder la styloïde radiale, le pôle proximal du scaphoïde et son tubercule.

La branche distale verticale peut être utilisée seule, en la prolongeant vers le bas, pour aborder en avant l'articulation scaphotrapézo-trapézoïdienne.

Voie d'abord antéro-interne antibrachiopalmaire

Elle permet d'aborder le canal carpien.

L'incision cutanée comporte une branche verticale interne en dehors du pédicule cubital, puis une branche horizontale dans le pli de flexion du poignet et enfin une branche verticale distale dans l'axe du troisième métacarpien. Le ligament annulaire antérieur est sectionné sur son bord cubital et l'on peut ainsi après avoir repéré d'une part le nerf médian et d'autre part les tendons fléchisseurs, aborder la face antérieure de la radiocarpienne et du carpe.

Voies postérieures (fig. 4)

Voie médiane

Elle permet une vue sur l'ensemble du condyle carpien et de la glène antibrachiale.

L'incision cutanée comporte une branche proximale verticale médiane puis une branche horizontale dans le pli de flexion du poignet et enfin, selon que l'on souhaite aller en dehors ou en dedans, une branche verticale.

Le ligament annulaire dorsal est sectionné verticalement de manière à aborder le troisième compartiment.

Les tendons extenseurs des doigts sont mis sur lacs ainsi que le long extenseur du pouce.

Le nerf interosseux postérieur est repéré et pourra être réséqué s'il a été rompu lors du traumatisme.

L'abord articulaire se fera avec une incision verticale et deux lambeaux latéraux permettant ainsi d'avoir une bonne vue sur la glène antibrachiale, la première rangée et la deuxième rangée du carpe.

Cette voie postérieure médiane peut en fonction des lésions être limitée notamment dans sa branche horizontale, ou modifiée en postéroexterne ou postéro-interne.

Voie postéroexterne

Elle permet l'abord plus électif du scaphoïde et de l'articulation scapholunaire, avec une partie horizontale se dirigeant en dehors puis une branche distale verticale externe.

Cette branche distale verticale externe de la voie postéroexterne peut être utilisée seule pour aborder par en arrière l'articulation scaphotrapézo-trapézoïdienne.

Voie postéro-interne

Elle permet l'abord plus électif du pyramidal, de l'articulation semi-lunaire pyramidal et de la radiocubitale inférieure, avec une partie horizontale se dirigeant en dedans puis une branche distale verticale interne.

Voie externe

L'incision cutanée est externe directement sur la styloïde radiale puis s'incline légèrement en dedans au niveau de la tabatière anatomique pour ensuite repartir verticalement dans l'axe du premier métacarpien. Il faut repérer les branches terminales du musculocutané et surtout de la branche antérieure du nerf radial et également l'artère radiale qui passe transversalement dans la tabatière anatomique.

Les tendons, longs abducteurs, courts extenseurs seront repérés et si l'on souhaite aborder la styloïde radiale et l'articulation radiocarpienne, il faudra passer en dehors de ces tendons, en revanche, si l'on souhaite aborder le trapèze et l'articulation trapézométacarpienne, il faudra passer en dedans et ouvrir verticalement la capsule articulaire.

Quelle que soit la voie d'abord utilisée, après réparation des lésions osseuses et ligamentaires, la fermeture se fera plan par plan avec le plus souvent un drainage par fil Redon® ou Manovac®.

L'immobilisation postopératoire sera assurée par une attelle antibrachiopalmaire et une attelle commissurale la complétera si l'on doit immobiliser la colonne du pouce.

Cette attelle plâtrée sera remplacée au 15^e jour postopératoire après ablation des fils par un appareillage en résine synthétique et l'immobilisation sera poursuivie en fonction des lésions anatomopathologiques.

Haut de page

LÉSIONS OSTÉOARTICULAIRES

Fractures du scaphoïde

Classification des lésions

Les fractures du scaphoïde carpien atteignent la colonne externe du carpe et représentent la lésion traumatique la plus fréquente des os du carpe (71,2 %).

Diverses classifications peuvent être utilisées mais celle de Schernberg permet une bonne analyse d'une lésion osseuse en fonction du siège et de la direction du trait ^[2].

Elle comporte six variétés de fracture (fig. 5) :

- type I : les fractures polaires, c'est la variété la plus proximale. Les traits débutent à la jonction du tiers proximal et des deux tiers distaux de la surface articulaire radiale ;
- type II : les fractures corporéales hautes ;
- type III : les fractures corporéales basses ;
- type IV : les fractures transtubérositaires, avec dans cette variété une comminution antérieure souvent importante, avec ou sans 3^e fragment ;
- type V : les fractures du pied ;
- type VI : les fractures du tubercule distal extra-articulaires.

Le déplacement au niveau de la fracture induit une désaxation intracarpienne d'origine osseuse, les deux fragments se déplacent en avant avec fermeture de l'angle et de ce fait les os voisins suivent ces mouvements et notamment le semi-lunaire qui bascule en arrière avec donc une désaxation en dorsiflexion (« dorsal

intercalated segment instability » ou DISI).

Cette désaxation d'origine osseuse sera corrigée par le rétablissement exact de l'anatomie.

Dans d'autres cas, assez fréquents, la fracture du scaphoïde s'accompagne de lésions ligamentaires dans le cadre d'une luxation ou d'une subluxation périlunaire. L'instabilité en est accrue et le diagnostic peut être difficile, notamment dans les cas de subluxation réduite spontanément. Il faudra par des clichés dynamiques essayer de faire le bilan exact de ces lésions ligamentaires.

L'instabilité et la désaxation intracarpiennes sont alors d'origine à la fois osseuse et ligamentaire, et il faudra non seulement rétablir l'anatomie du scaphoïde, mais encore assurer au mieux la cicatrisation ligamentaire.

Possibilités thérapeutiques

Toutes les fractures déplacées doivent être ostéosynthésées. Le traitement orthopédique est réservé aux fractures non déplacées. L'immobilisation postopératoire en fonction des lésions est assurée par une attelle antibrachio palmaire, poignet à 0 et une attelle commissurale immobilisant la colonne du pouce en abduction, antépulsion du 1^{er} métacarpien et de la métacarpophalangienne, l'interphalangienne étant laissée libre (fig. 6).

Deux voies d'abord sont particulièrement utilisées pour ostéosynthéser le scaphoïde : la voie antérieure ou antéroexterne et la voie postérieure ou postéroexterne.

Voie antérieure

Elle permet une ostéosynthèse de distal à proximal, le plus souvent par vis ou broches. L'articulation sera abordée en mettant le poignet en flexion dorsale et l'on peut s'aider de champs roulés sous le poignet, d'une traction dans l'axe de la colonne du pouce.

L'abord articulaire sectionne le ligament radio-grand os qu'il faudra réparer en fin d'intervention.

L'ostéosynthèse peut être réalisée par deux broches ou par vis.

L'ostéosynthèse par broche 10 à 12/10° est de réalisation facile mais de stabilité précaire et nécessitera une immobilisation prolongée de 3 mois (fig. 7).

Une fois la réduction obtenue, le brochage se fait à partir du tubercule du scaphoïde avec deux broches en croix, selon un trajet oblique en dedans et en arrière de 45° en dehors du plan sagittal et à 45° en avant du plan frontal vers le pôle proximal. Un contrôle radiologique s'assurera de la bonne longueur et de la bonne position des broches ainsi que de la bonne réduction.

L'ostéosynthèse par vis avec vissage en compression permet d'obtenir une synthèse solide avec une immobilisation complémentaire plus courte. La réalisation technique est difficile et il faut éviter les essais multiples qui évident le fragment proximal et qui sont une cause non négligeable d'échec avec cal vicieux et surtout pseudarthrose (fig. 8). La stabilisation du foyer de fracture par des daviers préhenseurs souvent compliqués est difficile et un système plus simple est constitué d'un davier, type pince à champ.

Une stabilisation par broche temporaire plus externe parallèle à la future vis peut être utile. Il faut utiliser des vis avec des pas larges et les vis à spongieux 3,5 paraissent les plus adaptées.

Plusieurs points doivent être soulignés :

la nécessité de foirer par méchage dans le fragment distal pour obtenir une bonne compression ;
la nécessité d'avoir tout le pas de vis dans le fragment proximal ;
la nécessité d'avoir des têtes de vis les plus plates possibles pour éviter les conflits à la base du scaphoïde ou au niveau de l'articulation scaphotrapézotrapézoïdienne.

Diverses vis sont utilisables, AO, ostéo, Maconor®, etc., et certaines sont perforées ce qui facilite leur mise en place sur une broche guide. La vis de Herbert constitue une conception biomécanique à part avec un double pas de filetage et un écartement plus large des spires à l'extrémité proximale par rapport à l'extrémité distale permettant une compression progressive. L'absence de tête élimine le conflit au niveau du tubercule ou de l'articulation scaphotrapéziennne. Cette vis perforée mise sur une broche guide est très intéressante sur le plan mécanique. Son prix seul en limite l'utilisation (fig. 9).

Enfin, pour être complet, nous citerons l'agrafe qui a pu être utilisée avec cependant deux écueils que sont le cal vicieux en flexion et la saillie antérieure de l'agrafe qui nécessite systématiquement son ablation (fig. 10).

Voie postérieure

Elle permet une ostéosynthèse de proximal à distal par une incision cutanée postéroexterne avec, après avoir ouvert le ligament annulaire postérieur et repéré le long extenseur et les extenseurs communs, un abord articulaire au niveau du pôle proximal du scaphoïde et de l'articulation scapholunaire ^[1].

Le foyer de fracture est facilement visualisé et la synthèse se fait en visant dans l'axe de la colonne du pouce que l'on a positionné en abduction et légère antépulsion (fig. 11).

La synthèse en fonction de la taille du fragment se fait par des vis corticales, 1,5 ou 2 mm (longueur 18/22 mm), il faut partir du sommet du scaphoïde et se diriger vers la base avec donc une réalisation technique facile, compte tenu de l'élargissement du scaphoïde dans sa partie distale.

Le méchage dans le fragment proximal se fera avec une mèche de 1,5 si l'on utilise une vis de 1,5 et avec une mèche de 2 mm si l'on utilise une vis de 2 mm et le méchage dans le fragment proximal avec une mèche de 1,2 ou de 1,5.

On obtiendra ainsi une bonne compression et la tête de vis devra être enfouie sous le cartilage. Il peut être utile de préparer cet enfouissement avec une petite fraise et enfin, il faudra doser le serrage pour ne pas fissurer le fragment proximal. La tête de vis enfouie sous le cartilage sera rapidement recouverte de fibrocartilage (fig. 12 et 13).

Indications

Dans les fractures déplacées du scaphoïde, sans lésion ligamentaire importante, la voie d'abord utilisée pour l'ostéosynthèse dépendra du type de lésion.

Voie d'abord antérieure avec vissage distal à proximal dans les fractures de types III et IV en préférant le vissage au brochage. Certaines fractures de type III ou IV peuvent s'accompagner d'une comminution antérieure qui sera au mieux traitée par une greffe osseuse associée.

Voie d'abord postérieure pour les fractures de types I et II en utilisant une vis de 1,5 pour les types I et de 2 mm pour les types II.

Luxations périlunaires du carpe

Ce sont les formes les plus fréquentes des luxations intracarpiennes dans lesquelles le semi-lunaire est le pivot de référence.

Les lésions périlunaires peuvent être classées de la façon suivante :

- les luxations périlunaires postérieures : ce sont les plus fréquentes ;
- les luxations périlunaires antérieures ;
- les autres types de luxations.

Luxations périlunaires postérieures

Les luxations périlunaires postérieures regroupent 85 % des luxations du carpe.

La luxation rétrolunaire du carpe est due à un mécanisme d'hyperextension et d'inclinaison cubitale du poignet.

En dedans, la ligne de rupture du carpe passe entre semi-lunaire d'une part, pyramidal et grand os d'autre part .

En dehors, en raison du scaphoïde qui appartient à la fois à la première et à la deuxième rangée du carpe cette ligne peut (fig. 14) :

- soit emprunter l'interligne scapholunaire et après réduction, il faudra rechercher et traiter l'instabilité intracarpienne, notamment scapholunaire, par rupture des ligaments radiocarpiens antérieurs et du ligament scapholunaire ;

- soit exceptionnellement contourner le pôle distal du scaphoïde ;
- soit surtout briser le scaphoïde produisant la luxation transscaphorétrolunaire du carpe.

Elles sont définies par la position postérieure que prend le massif carpien par rapport au semi-lunaire. Le grand os énucléé se retrouve derrière le semi-lunaire qu'il a tendance à repousser en avant.

Trois aspects principaux ont été décrits (fig. 15).

Type I : il représente 50 % des cas .
Le semi-lunaire reste sous le radius, ses deux freins ligamentaires antérieurs et postérieurs sont intacts (fig. 16).

Type II : il représente 25 % [7].
Le semi-lunaire bascule en avant, mais conserve son frein antérieur. La deuxième rangée commence à pousser en avant le semi-lunaire. Les deux rangées du carpe sont à cheval sous le radius (fig. 17).

Type III : le semi-lunaire a rompu ses attaches antérieures et postérieures.

Le grand os a pris la place du semi-lunaire qui est luxé en avant (fig. 18).
On définit ainsi deux variétés les plus fréquentes.

Luxation rétrolunaire postérieure pure

La luxation de la deuxième rangée accompagnée du scaphoïde, en arrière du semi-lunaire définit les luxations rétrolunaires pures.

Dans les luxations rétrolunaires, les ligaments radio-grand os, radioscapolunaires et scapholunaires interosseux sont déchirés. L'instabilité scapholunaire résiduelle est presque certaine en l'absence d'intervention.

Les ligaments pyramidolunaires sont aussi détruits mais l'emboîtement des os du carpe est plus important en dedans et la réduction permet la cicatrisation en bonne position .

Luxation transscaphopérilunaire postérieure

L'existence d'une fracture du scaphoïde définit la variété transscaphopérilunaire [7]. Elle représente 50 % des cas.

La plupart du temps, il s'agit d'une lésion de type I.

Généralement le ligament scapholunaire n'est pas atteint et le fragment proximal reste solidaire du semi-lunaire.

Quand le fragment proximal du scaphoïde est très petit, c'est l'équivalent d'une rupture du ligament scapholunaire.

Cas particuliers

Le syndrome naviculocapital de Fenton : c'est une luxation périlunaire postérieure transscaphoïdienne dont le trajet de la lésion passe au niveau du foyer de fracture de la tête du grand os. La fracture de la tête du grand os présente un déplacement en rotation de 90° à 180°.

Les fractures du pyramidal associées : elles sont très rares (6 %). Elles peuvent être transversales ou marginales externes.

Les fractures de l'extrémité inférieure du radius peuvent être plus ou moins importantes. Il s'agit de fractures cunéennes externes du radius. Il peut exister des fractures marginales postérieures en règle de petit volume.

Les arrachements osseux des styloïdes radiales et cubitales sont fréquents (22 %).

Possibilités thérapeutiques

La réduction orthopédique doit toujours être tentée même si l'intervention est programmée. Elle se fait par traction dans l'axe, progressivement, en s'aidant éventuellement de doigts japonais. On s'aidera d'un mouvement d'hyperextension qui reproduit le traumatisme, puis on réalisera un mouvement de flexion avec traction et rotation, pour réintégrer la tête du grand os sous le semi-lunaire. Si le semi-lunaire est luxé en avant, il faut appuyer avec le pouce sur l'os lui-même pour lui faire reprendre sa place. Cette réduction doit être contrôlée par des radiographies de face et de profil avec si nécessaire des clichés dynamiques. Un brochage percutané peut alors être réalisé sous amplificateur de brillance avec une première broche scaphoïde-grand os sur un poignet en flexion, puis une seconde broche scaphoïde - semi-lunaire, poignet en extension. L'immobilisation se fera en légère flexion du poignet et inclinaison radiale.

Dans la majorité des cas, cependant, un abord chirurgical sera nécessaire par voie postérieure le plus souvent, ou par voie antérieure.

Voie d'abord postérieure

L'abord postérieur est en effet souvent nécessaire pour compléter la réduction ou la réaliser et restaurer la cohérence des os du carpe entre eux.

L'ouverture capsulaire se fait dans la dépression située entre la marge postérieure du radius en haut, la tête du grand os en bas et le scaphoïde en dehors, mais souvent la capsule est totalement arrachée et on tombe directement sur les os du carpe après l'incision.

On introduit une spatule entre la tête du grand os en bas et la corne postérieure du semi-lunaire en haut et en avant.

On exerce une traction en hyperextension pour redonner sa hauteur à la loge du semi-lunaire et on effectue une « manoeuvre du démonte-pneu », en basculant la spatule tout en appuyant dans la paume sur le semi-lunaire. La réduction sera maintenue par un brochage scapholunaire, pyramidolunaire et scapho-grand os.

Voie antérieure

Après avoir ouvert le ligament annulaire antérieur, c'est par la fente transversale de la capsule que l'on trouve dès l'ouverture que l'on fera le bilan des lésions intracarpiales et ligamentaires. Si l'on doit s'agrandir, l'ouverture de la capsule se fera en protégeant les ligaments principaux et sans aggraver les lésions ligamentaires. Il faut passer latéralement par rapport au semi-lunaire pour ne pas léser la vascularisation.

La réduction du carpe est souvent facile mais instable. Il faut réduire le scaphoïde qui est horizontalisé sur son pôle inférieur et une fois réduit le fixer par une broche au grand os. L'ensemble scaphoïde-grand os solidarisé, on bascule le poignet en hyperextension et on met une deuxième broche scapholunaire en basculant le semi-lunaire vers l'avant, puis une broche pyramidolunaire.

La double voie d'abord parfois indispensable doit être évitée de principe car elle dévascularise les os du carpe .

Indications

En cas de luxation périlunaire postérieure pure : on effectue par voie postérieure une stabilisation par brochage scapholunaire et pyramidolunaire.

En cas de luxation périlunaire transscaphoïdienne : on réalise une ostéosynthèse du scaphoïde par vissage de proximal à distal, car dans la majorité des cas, il s'agit de fracture de type II. Un brochage pyramidolunaire sera associé à la synthèse du scaphoïde (fig. 19).

Dans certains cas, rares, la ligne de rupture a fracturé le scaphoïde mais également rompu le ligament scapholunaire et il faut associer un brochage scapholunaire et scapho-grand os.

Dans les luxations périlunaires postérieures de type III, la voie d'abord antérieure peut être utile pour lever une compression du nerf médian et réduire le semi-lunaire sous le radius. Dès l'ouverture, on voit la face inférieure du semi-lunaire qui regarde en avant. La réduction est assez facile, le ligament scapholunaire est en général irréparable. Là encore le scaphoïde est redressé et broché.

Dans les cas particuliers des luxations périlunaires s'accompagnant de fractures associées au niveau des styloïdes radiale ou cubitale et au niveau des os du carpe :

la fracture de la styloïde radiale déplacée doit être synthétisée par broche ou vissage et il en est de même de la fracture au niveau de la base de la styloïde cubitale ;

la fracture de la tête du grand os constitue un syndrome à part. Le fragment doit être réduit et fixé par des petites vis de 1,5 mm ou par brochage (fig. 20) ;

les autres fractures des os du carpe au niveau du trapèze ou du pyramidal sont souvent sans déplacement et ne nécessitent pas d'ostéosynthèse associée.

Luxations périlunaires antérieures

Elles sont beaucoup plus rares que les luxations postérieures.

Elles sont secondaires à une chute en hyperextension palmaire au cours de laquelle le col du grand os vient buter contre la corne antérieure du semi-lunaire : la capsule et les ligaments postérieurs grand os semi-lunaire se rompent et le grand os ne peut se luxer en avant que si le ligament scapholunaire interosseux se déchire.

La fracture du scaphoïde est donc fréquente (plus de 50 % des cas) [5].

Il s'agit toujours d'une luxation de type I dans laquelle les deux freins sont intacts.

Le traitement orthopédique est souvent impossible et il est pratiquement toujours nécessaire d'aborder ces lésions.

Lorsqu'il existe une fracture du scaphoïde associée, elle doit être abordée et synthésée.

Disjonctions scapholunaires

La rupture des moyens d'attache entre le scaphoïde et le semi-lunaire dans le cadre d'un traumatisme récent est exceptionnellement isolée et se voit dans le cadre, soit d'une luxation ou d'une subluxation périlunaire postérieure ou antérieure.

Le problème est celui du diagnostic dans certaines subluxations réduites spontanément, et un cas particulier est constitué par la fracture de la styloïde radiale avec une ligne de rupture qui après avoir fracturé la styloradiale, passe par l'interligne scapholunaire.

Le signe de l'anneau (« ring-sign ») sur le cliché de face traduit l'horizontalisation du scaphoïde. Un signe plus difficile à reconnaître est la bascule en flexion dorsale du semi-lunaire désolidarisé du scaphoïde. Il existe parfois un copeau osseux entre les deux os, voire un écart anormal.

Le traitement sera donc compris dans ce cadre anatomopathologique et l'abord chirurgical n'est pas systématique.

La réduction suivie de brochage percutané est possible. Sous amplificateur de brillance, il faut mettre le poignet en pronation hyperextension et inclinaison cubitale, puis introduire une broche au travers du tubercule du scaphoïde vers le grand os. Puis le poignet en pronation flexion et inclinaison radiale, on mettra une deuxième broche scapholunaire. Le poignet sera immobilisé en flexion et inclinaison radiale, en prenant le pouce pour 6 semaines.

L'abord chirurgical se fait par voie postérieure ou par voie antérieure. Le scaphoïde est réduit en appuyant sur son pôle supérieur ; cette réduction est parfois très difficile par la voie antérieure. Puis il est broché au grand os et au semi-lunaire pour maintenir la réduction (fig. 21).

Le ligament scapholunaire est soit arraché de son insertion scaphoïdienne, soit rompu à la partie moyenne. Il est plus visible par voie postérieure. Il n'est pas facile à suturer ou à réinsérer. On peut tenter sa réinsertion par des points transosseux réalisés dans le scaphoïde à la limite du cartilage ou utiliser des mini-ancres fichées dans le scaphoïde.

Les radiographies de contrôle permettront de vérifier la réduction de l'écart entre les deux os. L'immobilisation par un plâtre est nécessaire pour 6 semaines.

Autres lésions plus rares

Fractures des autres os du carpe

Souvent considérées comme des lésions très rares, elles ne sont pas exceptionnelles, mais leur diagnostic est souvent retardé ^[2].

Semi-lunaire

Leur fréquence varie de 1,4 % à 10 % dans la littérature.

Le traitement orthopédique est réservé aux fractures partielles des cornes, non déplacées et aux fractures simples non déplacées du corps. Les fractures verticofrontales déplacées du corps du semi-lunaire ou avec un fragment antérieur comminutif réclament un abord chirurgical. On réalise une voie d'abord antérieure permettant de réduire et de fixer par un brochage ou un vissage le fragment antérieur.

Il faudra associer une immobilisation plâtrée pendant 2 mois.

Pyramidal

Leur fréquence varie de 20,4 % à 31,6 % dans la littérature.

Les fractures du pyramidal, faussement bénignes sont très souvent associées à une fracture de l'extrémité inférieure du radius ou d'un autre os du carpe.

La plupart du temps, il s'agit d'une fracture peu ou pas déplacée qui consolidera par un traitement orthopédique.

Les fractures du sommet sont souvent associées lors d'une luxation périlunaire et peuvent être traitées par la même voie d'abord.

Trapèze

Leur fréquence varie de 3,5 % à 7 % dans la littérature.

Les fractures verticales à trajet sagittal sont transarticulaires et le déplacement est identique à celui de la fracture de Bennett. La traction du long abducteur au niveau de la base du premier métacarpien crée l'ouverture du foyer de fracture et une subluxation en haut et en dehors du métacarpien. Lorsque la traction dans l'axe de la colonne du pouce permet d'obtenir une parfaite réduction, on peut envisager une ostéosynthèse par broche en percutané, mais la plupart du temps, il faut envisager un abord direct par une voie postéroexterne, avec ostéosynthèse par broches ou vis.

Les fractures arrachements parcellaires de la crête ou du tubercule postéro-interne doivent être réduites et fixées par abord direct.

Grand os

Leur fréquence varie autour de 1,5 % dans la littérature.

La fracture transversale du tiers supérieur associée à une luxation réalise le syndrome de Fenton.

On peut voir aussi des fractures obliques à bec postéro-inférieur ou des fractures parcellaires au niveau du bord inférieur et alors associées à une luxation fracture carpométacarpienne. Les fractures déplacées ou associées à une luxation doivent être réduites et ostéosynthésées par brochage ou vissage direct par voie postérieure.

Os crochu

Leur fréquence varie autour de 0,7 % dans la littérature.

Les fractures déplacées du corps et particulièrement les fractures par impaction doivent être opérées. Elles réalisent parfois l'équivalent d'une subluxation fracture postérieure. Les fractures non déplacées peuvent être traitées orthopédiquement. Dans le cas des fractures déplacées, pour obtenir une réduction stable, il peut être nécessaire d'associer une greffe osseuse à la fixation par broches ou vis.

Les fractures de l'apophyse unciforme sont fréquentes chez certains sportifs. Elles ne sont que rarement vues en urgence mais on peut réaliser par voie palmaire, soit une synthèse, soit le plus souvent, une simple excision en restant bien au contact de l'os et en prenant soin de ne pas léser la branche musculaire du nerf cubital.

Luxations isolées des autres os du carpe

Il s'agit d'une énucléation isolée de l'os, les autres éléments restant en place. On retrouve donc des lésions isolées de tous les os du carpe sauf du semi-lunaire qui fait toujours partie d'une luxation périlunaire.

Scaphoïde

Le traitement orthopédique est habituellement suffisant et la réduction est obtenue par traction sur le pouce. Cette réduction sera immobilisée par brochage scapholunaire et scapho-grand os.

Pyramidal

Elle passe souvent inaperçue. Elle est palmaire et nécessite toujours un abord antérieur pour obtenir la réduction qui sera fixée par brochage.

[Haut de page](#)

CONCLUSION

Au sein de l'ensemble des fractures des os du carpe, les fractures du scaphoïde représentent 70 % des traumatismes. Les fractures déplacées doivent être traitées chirurgicalement et le problème fondamental est de déterminer la présence ou non de lésions ligamentaires associées.

Ces lésions sont maximales dans les luxations rétrolunaires trans-scaphoïdiennes, et l'abord chirurgical est fondamental pour réaliser la synthèse du scaphoïde, faire le bilan des lésions ligamentaires et s'assurer que la cohérence des os du carpe est rétablie avec le plus souvent brochage temporaire radiolunaire et surtout pyramidolunaire.

Dans les subluxations ou les luxations du carpe, les rapports anatomiques normaux sont perdus et les lésions ligamentaires sont majeures.

L'abord chirurgical est indispensable pour restaurer l'anatomie et réparer les ligaments déchirés.

Le choix de la voie d'abord et sa réalisation doivent s'efforcer de préserver une

Références

- [1] ALNOT JY, BELLAN N, OBERLIN C, DE CHEVEIGNE C Les fractures et les pseudarthroses polaires proximales du scaphoïde carpien. *Ann Chir Main* 1988 ; 7 : 101-108
- [2] HERBERG G, COMTET JJ, LINSCHIED RL, AMADIO PC, COONEY WP, STALDER J Periunate dislocations and fractures dislocations : a multicenter study. *J Hand Surg* 1993 ; 18A : 768-779
- [3] SAFFAR P. Les traumatismes du carpe. Anatomie, radiologie et traitement actuel. Springer Verlag. Paris. 1989 ; pp 31-112 (bibliographie complète)
- [4] SCHERNBERG F. Le poignet. Anatomie radiologique et chirurgie. Masson. Paris. 1992 ; pp 106-158 (bibliographie complète)
- [5] SYMPOSIUM DE LA SOFCOT Fractures et pseudarthroses du scaphoïde carpien. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 : 683-752
- [6] TALEISNIK J. The wrist. Churchill Livingstone. New York. 1985 ; pp 195-279
- [7] TUBIANA R. Chirurgie de la main. Tome 1. Masson. Paris. 1984 ; pp 166-171

© 1995 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

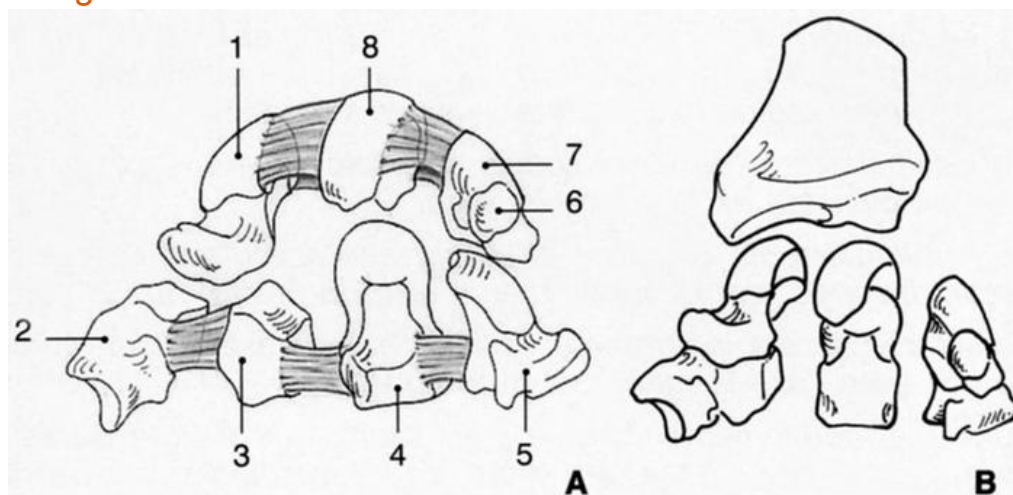


Fig 1 :

Carpe osseux.

A. Division horizontale du carpe.

1. scaphoïde ; 2. trapèze (trapezium) ; 3. trapézoïde (trapezoid) ; 4. grand os (capital) ; 5. os crochu (hamate) ; 6. pisiforme ; 7. pyramidal (triquetrum) ; 8. semi-lunaire (lunate) ;

B. Division verticale du carpe.

Trois colonnes :

- l'externe formée du scaphoïde surplombant le trapèze et le trapézoïde ;
- la moyenne constituée du semi-lunaire coiffant la tête du grand os ;
- l'interne formée du pyramidal superposé à l'os crochu.

Fig 2 :

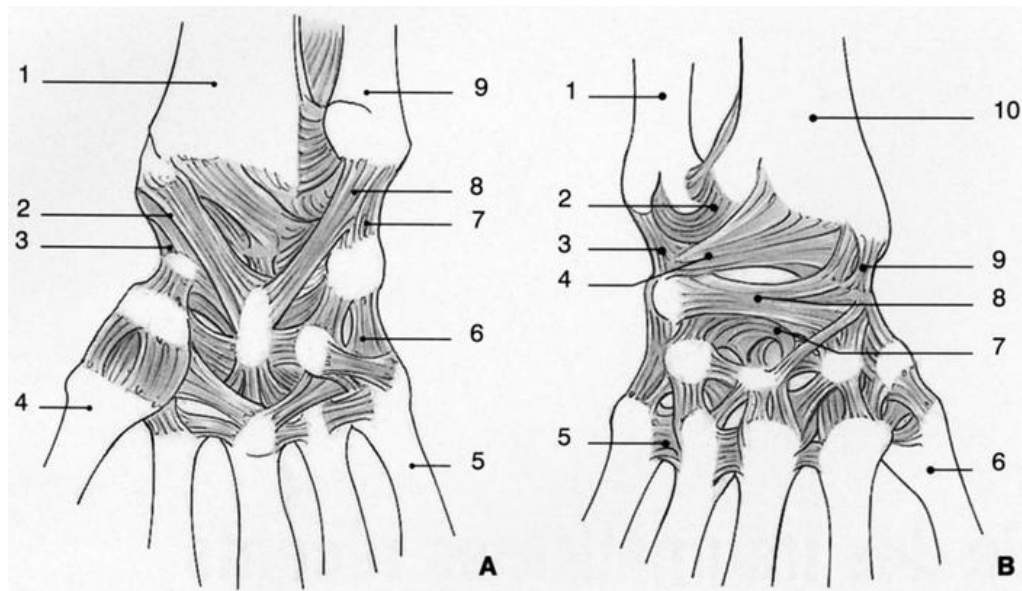


Fig 2 :

A. Articulations radiocarpienne, carpiennes et carpométacarpiennes. Vue antérieure (d'après Poirier).

1. radius ; 2. ligament antéroexterne (supinateur) ; 3. ligament latéral externe ; 4. premier métacarpien ; 5. cinquième métacarpien. 6. ligament pisométacarpien ; 7. ligament latéro-interne ; 8. ligament cubito-carpien antérieur ; 9. cubitus ;

B. Articulations radiocarpienne, carpiennes et carpométacarpiennes. Vue postérieure (d'après Poirier).

1. cubitus ; 2. ligament triangulaire ; 3. ligament latéral interne. 4. ligament radiocarpien postérieur (pronateur) ; 5. troisième ligament intermétacarpien dorsal ; 6. premier métacarpien ; 7. ligament pyramidotrapézoïdien et trapézien ; 8. ligament scaphopyramidal ; 9. ligament latéral externe ; 10. radius ;

Fig 3 :

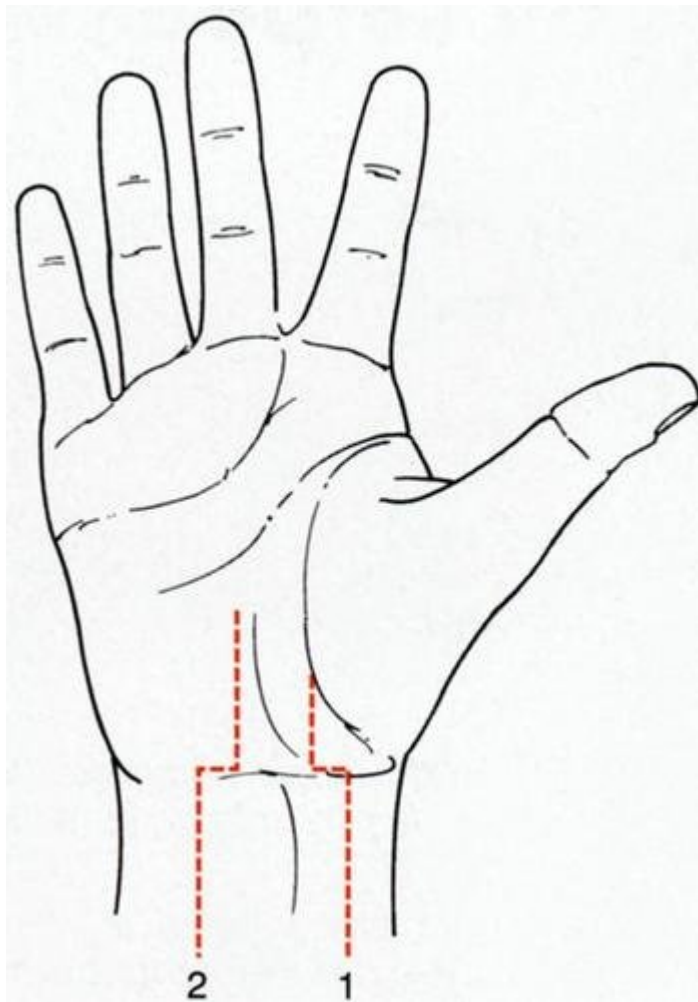


Fig 3 :

Voies d'abord antérieures.

1. Voie d'abord antéroexterne antibrachiopalmaire.

2. Voie d'abord antéro-interne antibrachiopalmaire.

Fig 4 :

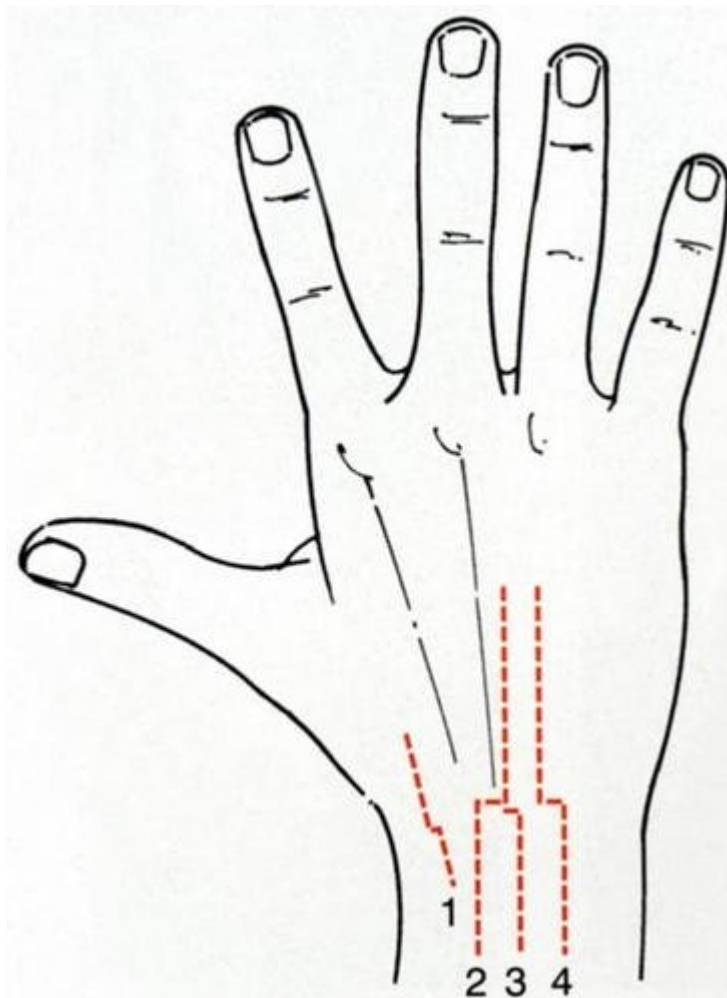


Fig 4 :

Voies d'abord postérieures et externes.

1. Voie externe.
2. Voie postéroexterne.
3. Voie médiane.
4. Voie postéro-interne.

Fig 5 :

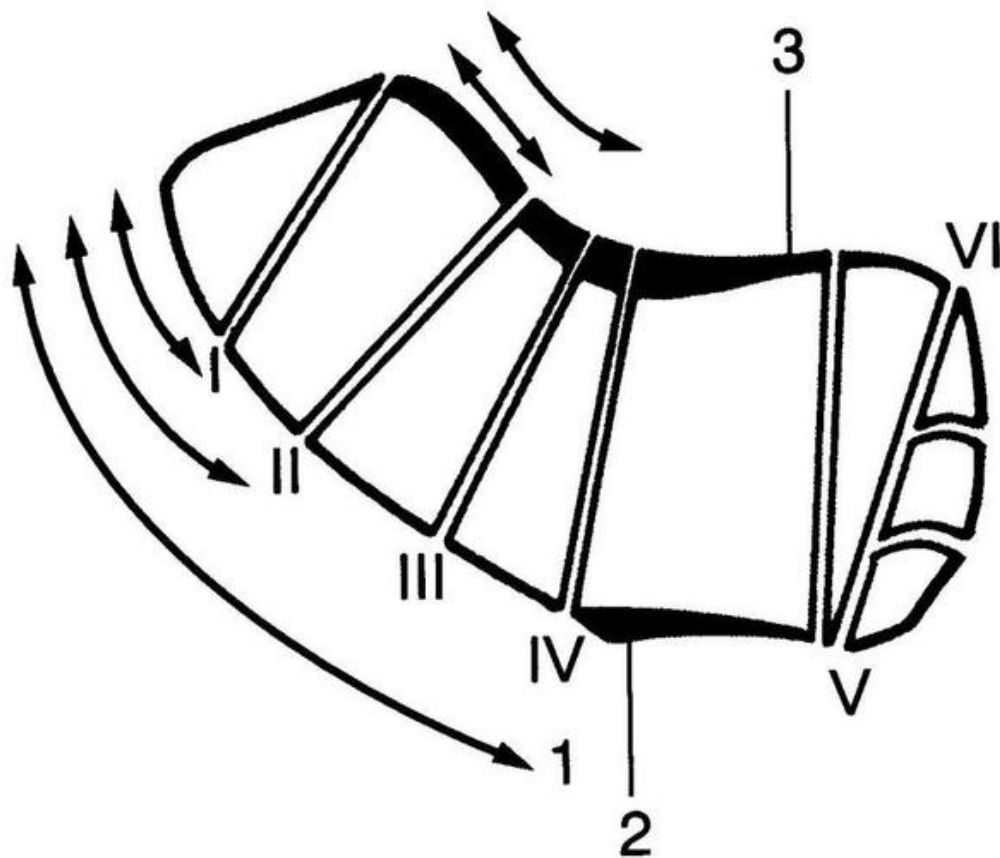


Fig 5 :

Traits de fracture du scaphoïde carpien.

1. Surface radiale du scaphoïde ; 2. tubérosité radiale du scaphoïde ; 3. ligne de densité maximale du scaphoïde.

Fig 6 :

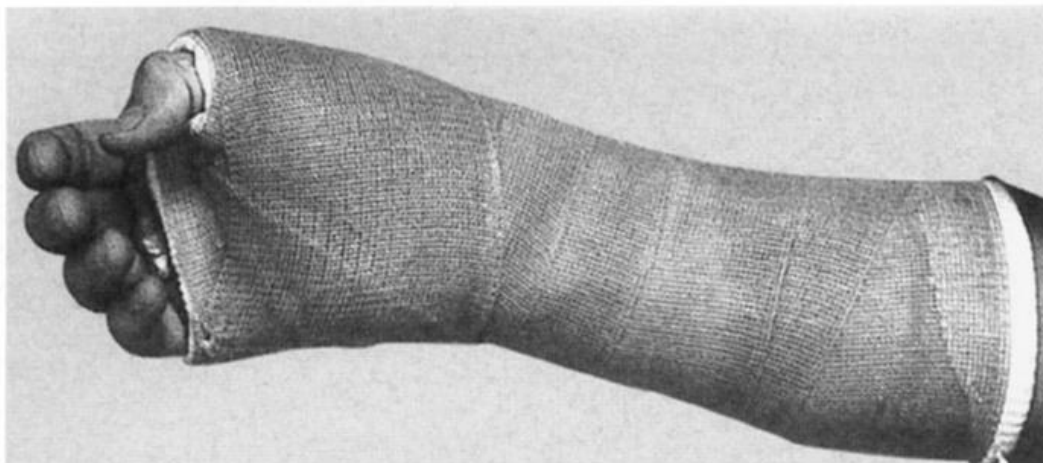


Fig 6 :

Plâtre antibrachiopalmaire.

Fig 7 :

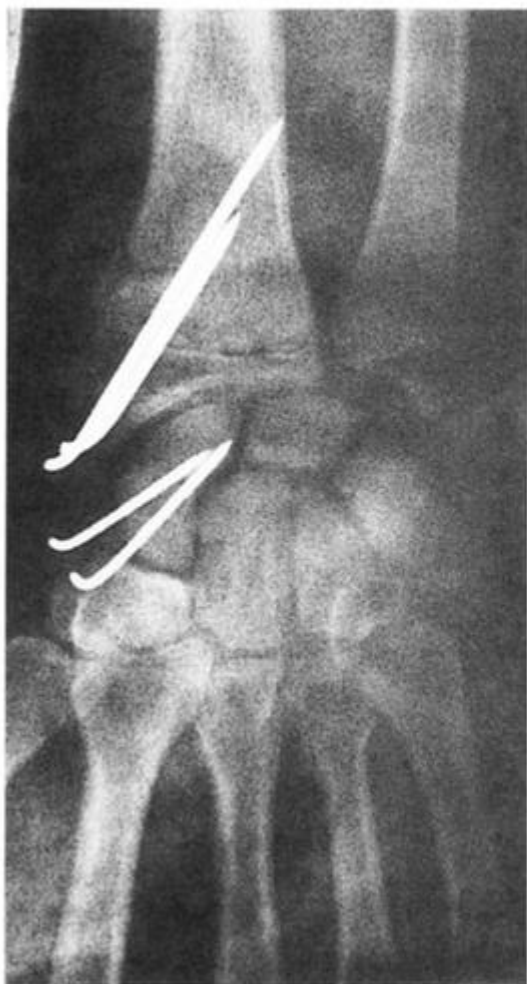


Fig 7 :

Ostéosynthèse par broche.

Fig 8 :



Fig 8 :

Ostéosynthèse par vis 3,5.

Fig 9 :

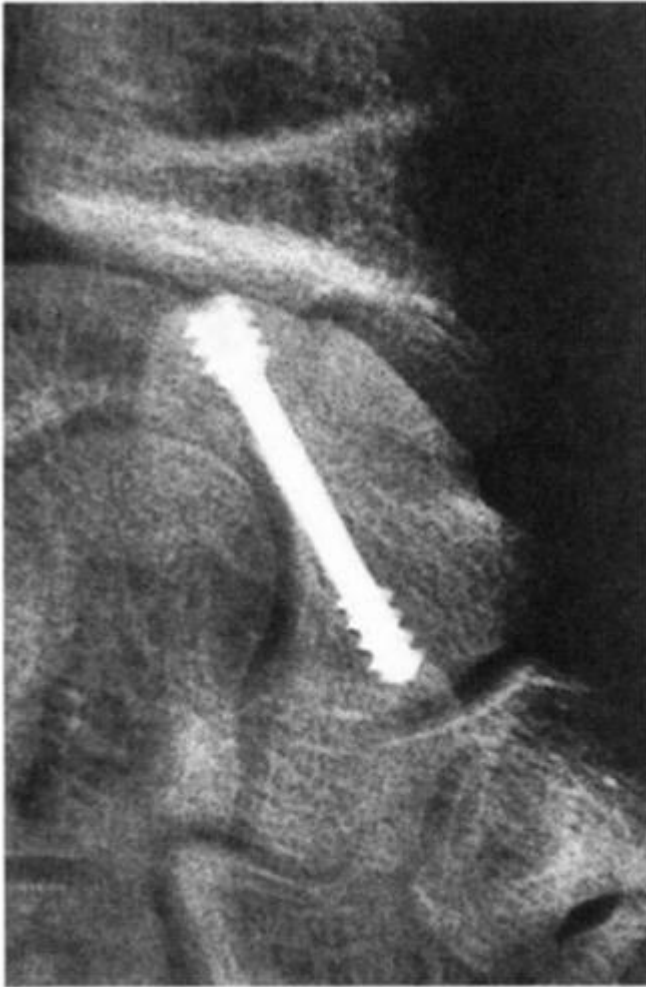


Fig 9 :

Ostéosynthèse par vis de Herbert.

Fig 10 :

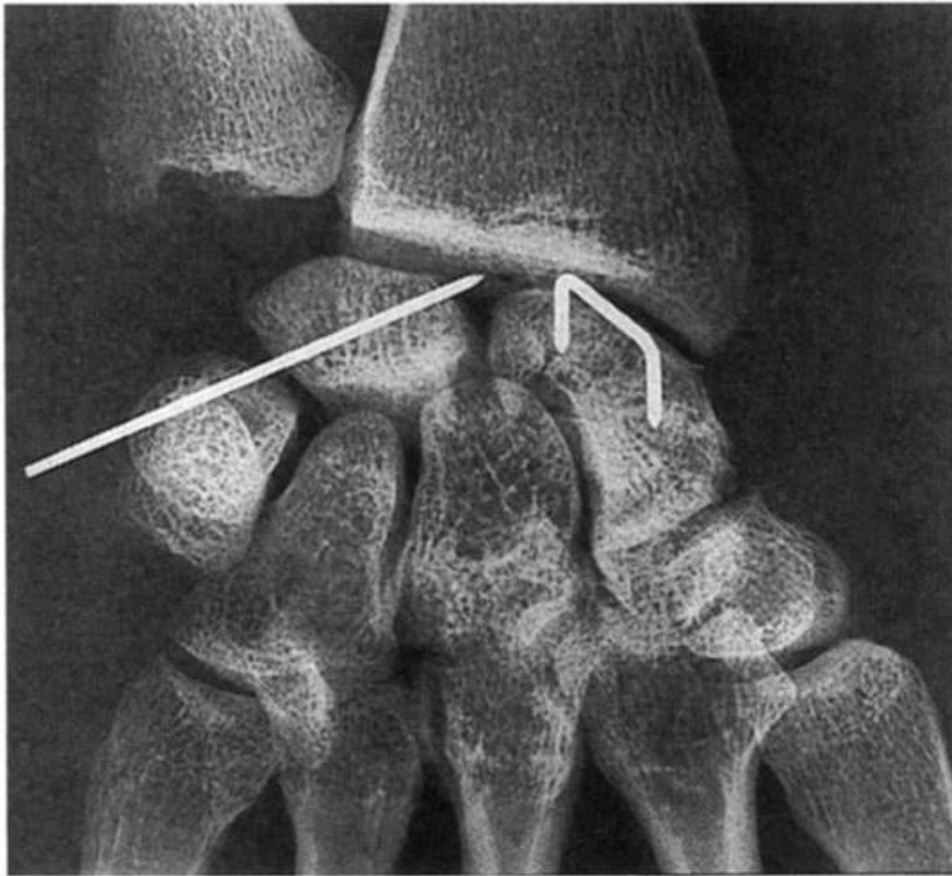


Fig 10 :

Ostéosynthèse par agrafe.

Fig 11 :

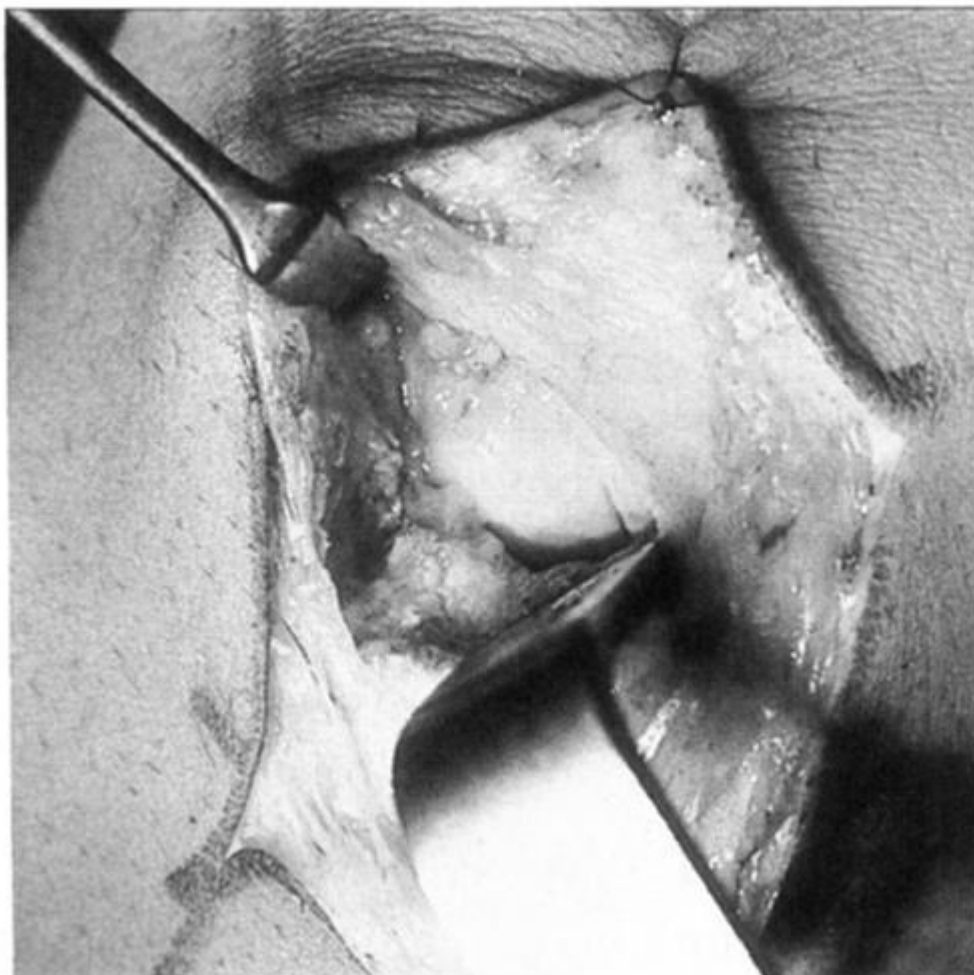


Fig 11 :

Voie d'abord postérieure du scapuloïde.

Fig 12 :

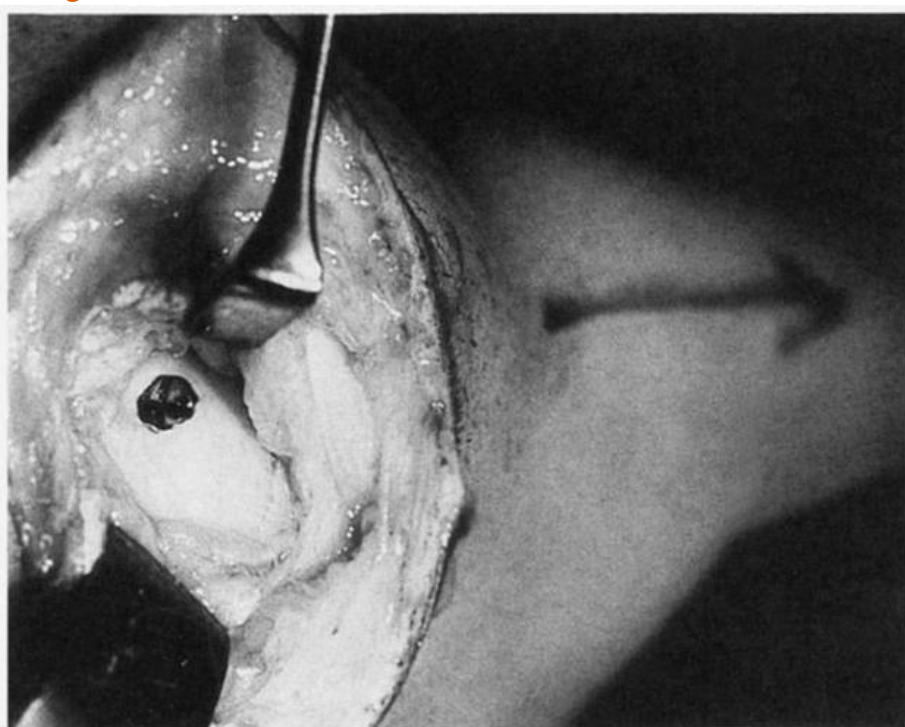


Fig 12 :

Tête de vis de 1,5 enfouie.

Fig 13 :

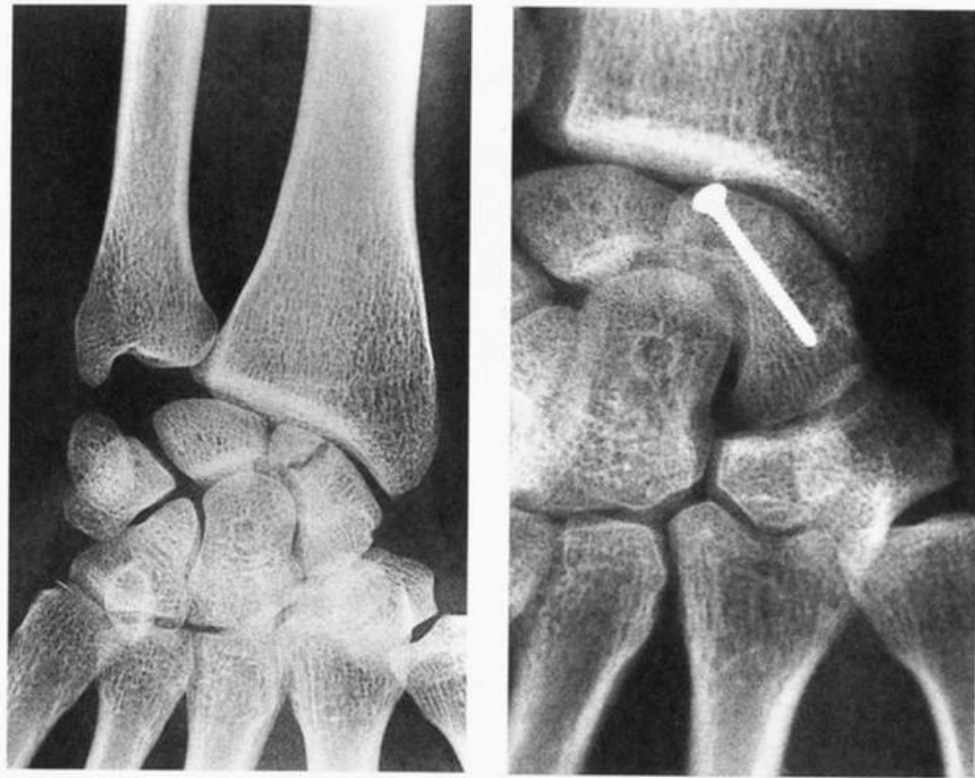


Fig 13 :

Ostéosynthèse polaire.

Fig 14 :



Fig 14 :

La ligne de dislocation du carpe peut soit :

1. emprunter l'interligne radiocarpien produisant une luxation rétrolunaire pure ;

2. traverser le scaphoïde réalisant une fracture luxation transscapho-rétrolunaire du carpe ;
3. beaucoup plus rarement passer dans l'interligne scaphotrapézien.

Fig 15 :

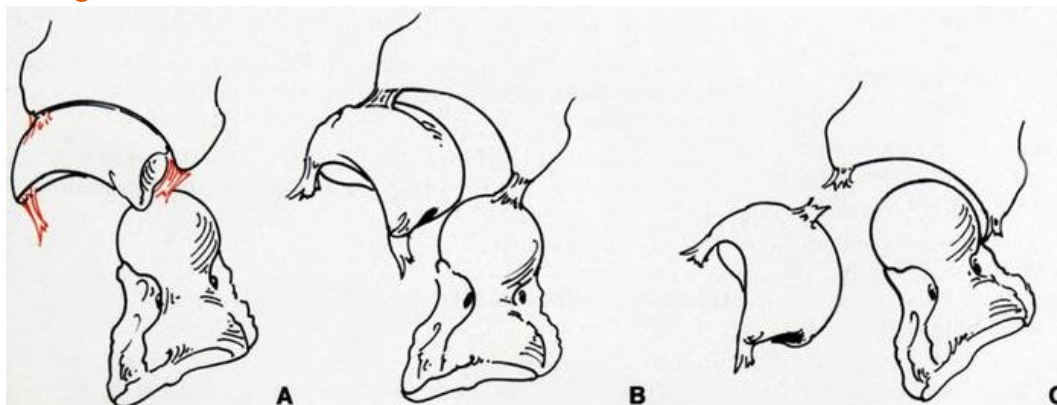


Fig 15 :

Types de luxation du scaphoïde.

A. Type 1 : les ligaments antérieur et postérieur du semi-lunaire sont intacts.

B. Type 2 : le ligament radio-lunaire postérieur est rompu.

C. Type 3 : les deux ligaments antérieur et postérieur sont rompus. Le semi-lunaire est énucléé en avant.

Fig 16 :

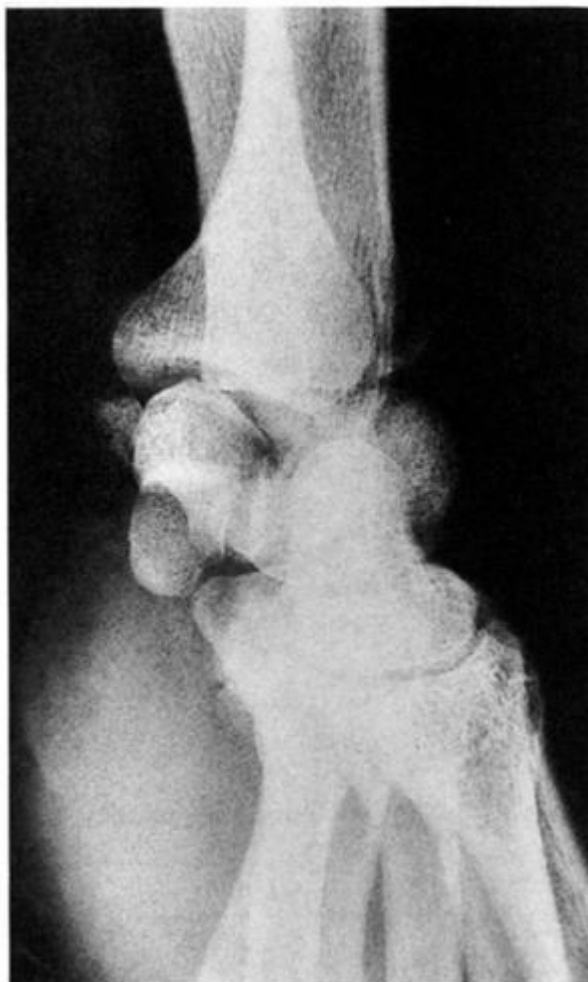


Fig 16 :

Luxation périlunaire postérieure. Type 1.

Fig 17 :



Fig 17 :

Luxation périlunaire postérieure. Type II.

Fig 18 :



Fig 18 :

Luxation périlunaire postérieure. Type III.

Fig 19 :

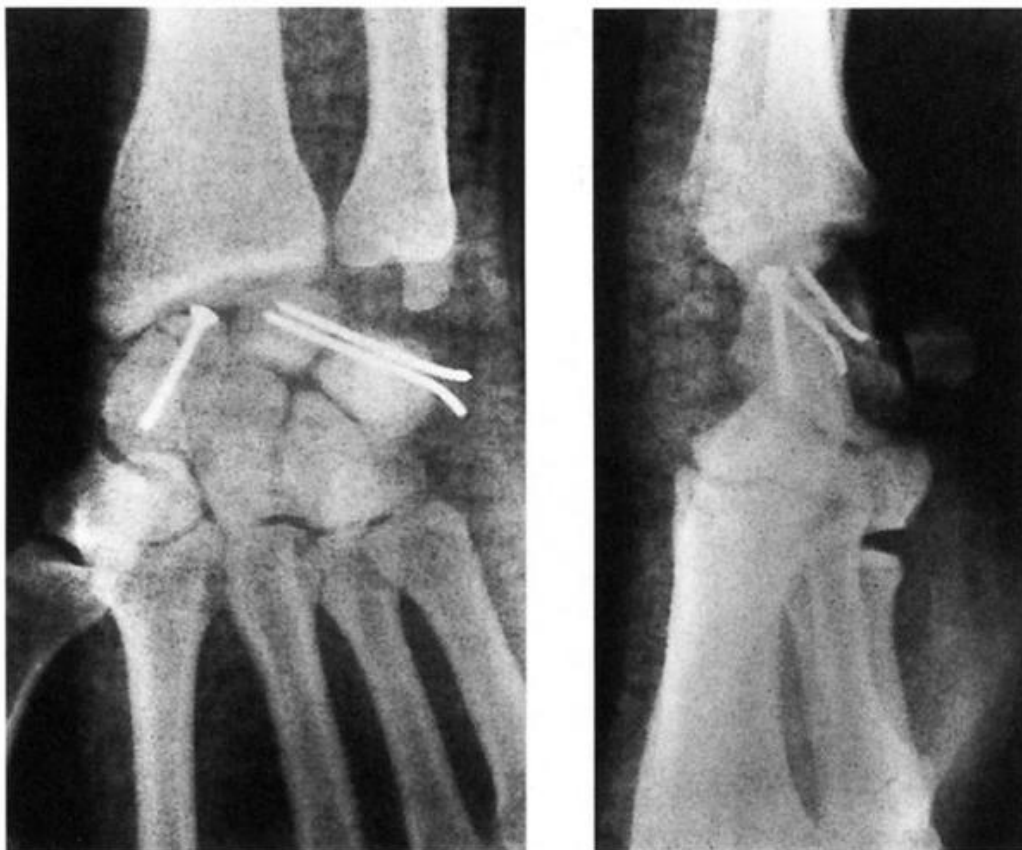


Fig 19 :

Brochage pyramidolunaire et synthèse du scaphoïde.

Fig 20 :

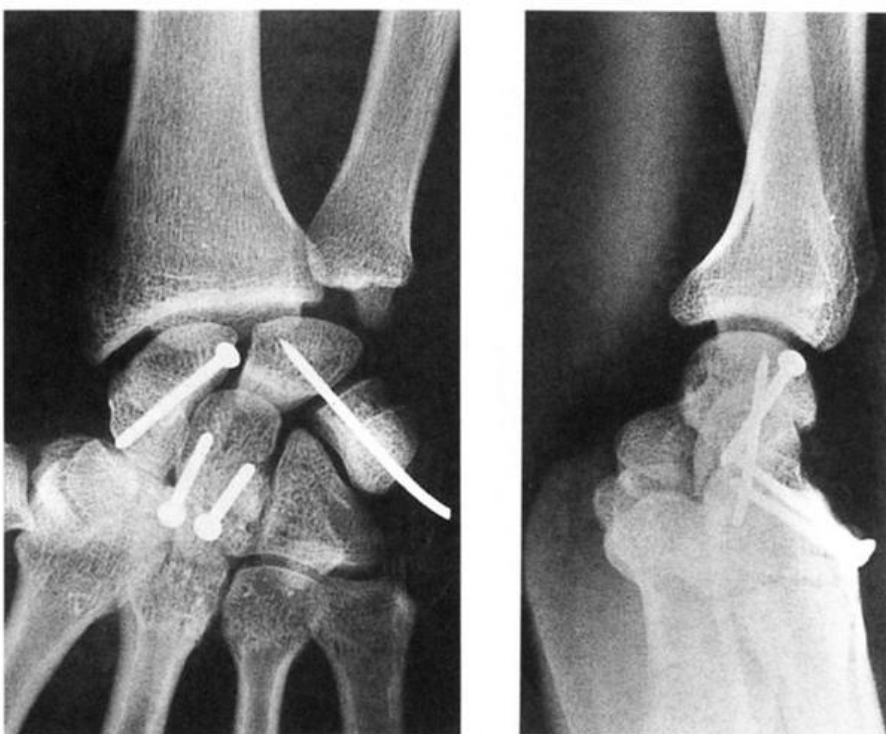


Fig 20 :

Ostéosynthèse du grand os dans le syndrome de Fenton.

Fig 21 :



Fig 21 :

A. Disjonction scapholunaire.

B. Ostéosynthèse.

Chirurgie fonctionnelle du membre supérieur chez le tétraplégique

Y Allieu
B Coulet
M Chammas

Résumé. – Les membres supérieurs du tétraplégique sont son unique capital moteur et sa seule source d'autonomie.

La chirurgie fonctionnelle vise à améliorer cette autonomie en redistribuant, pour l'utiliser au mieux, le capital musculaire restant. Chirurgie récente, elle obéit à des principes spécifiques dont les bases ont été jetées par Möberg. Elle nécessite une étroite collaboration médicochirurgicale spécialisée.

Le nombre de muscles utilisables pour être transférés est fonction du niveau de l'atteinte médullaire, qui permet de distinguer les tétraplégies en hautes, moyennes et basses. Le triceps brachial est paralysé dans les tétraplégies hautes et certaines tétraplégies moyennes. La restauration d'une extension active du coude est alors prioritaire et peut être assurée par le transfert du deltoïde postérieur ou du biceps brachial. La construction d'une pince pollicidigitale passive (key grip) ou active, seule possible dans les tétraplégies hautes (où le seul muscle utilisable restant est le brachioradialis), peut être complétée dans les tétraplégies moyennes (où deux ou trois muscles sont utilisables) par la restauration d'une préhension digitopalmaire. Dans les tétraplégies basses, où de nombreux muscles non paralysés sont utilisables, la chirurgie fonctionnelle n'est pas spécifique de la tétraplégie et s'apparente à celle des paralysies nerveuses périphériques.

© 2003 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : tétraplégie, transferts tendineux, main paralytique, paralysie du triceps brachial, chirurgie fonctionnelle.

Introduction

Le tétraplégique, dont la paralysie des membres supérieurs est plus ou moins étendue selon le niveau de la lésion médullaire, présente un handicap profond. La chirurgie fonctionnelle du membre supérieur (CFMS) chez le tétraplégique est basée sur l'utilisation de muscles sains, afin d'améliorer les fonctions du membre supérieur et ainsi d'augmenter l'autonomie du patient.

Au début des années 1970, Freehafer^[14] aux États-Unis, Lamb^[23] en Écosse, Zancolli^[36] en Argentine et surtout Möberg^[27] en Suède vont poser les bases de la CFMS. Ils insistent sur la nécessité de réanimer l'extension du coude, sur l'importance de l'extension active du poignet, et surtout ils rejettent les pinces pollicidigitales tripodes au profit d'une prise plus simple pollicidigitale mais terminolatérale, la *key grip* de Möberg^[27].

Ils proposent une classification chirurgicale des tétraplégiques non plus basée sur le niveau lésionnel métamérique médullaire, mais sur les muscles restants transférables.

Enfin, ils organisent dès 1978 des réunions internationales qui vont jalonner les avancées de cette spécialité^[25, 31].

Indications générales de la chirurgie fonctionnelle du membre supérieur

Le chirurgien ne doit pas oublier qu'il n'est qu'un intervenant ponctuel dans l'histoire du tétraplégique. Une collaboration étroite entre les équipes chirurgicales et de rééducation est essentielle. Elle permet à la période initiale d'évaluer la demande fonctionnelle du patient, puis secondairement d'optimiser la prise en charge postopératoire. Ainsi, l'indication chirurgicale n'est pas posée uniquement sur le niveau neurologique du patient, mais principalement sur sa demande fonctionnelle et sur l'investissement personnel qu'il est prêt à accorder au programme chirurgical.

Toute la difficulté de la CFMS est basée sur le choix des indications opératoires. Avant de détailler les techniques chirurgicales, nous précisons dans ce chapitre à quel moment il faut proposer cette chirurgie, à quel patient et enfin quelles techniques il faut réaliser.

QUAND ?

La CFMS ne peut être proposée aux tétraplégiques que dans certaines conditions unanimement admises lors des deux premières réunions internationales^[25] :

- un délai après l'accident suffisant : l'état neurologique du patient doit être stabilisé ; c'est le cas en général après la première année ;
- la station assise doit être acquise ;
- les complications générales ou locales, notamment urinaires et cutanées, doivent être traitées ;
- des douleurs ou une spasticité importante sont des contre-indications formelles à cette chirurgie ;

Yves Allieu : Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

B Coulet : Praticien hospitalier.

Michel Chammas : Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

Service de chirurgie orthopédique 2 et chirurgie de la main, Centre hospitalier universitaire Lapeyronie, Centre PROPARG, 371, avenue du Doyen Gaston Giraud, 34295 Montpellier cedex 5, France.

Tableau I. – Classification des tétraplégiques. Classification internationale modifiée Y Allieu.

| Groupe | Muscles ≥ à M4 ¹ | Muscles transférables | Triceps | Objectifs de la CFMS |
|----------------------------|---|--------------------------------------|---------|---|
| G0 | Aucun muscle transférable sous le coude | | - | |
| Tétraplégiques hauts | | | | |
| G1 | Brachioradialis | Brachioradialis | - | Extension du coude |
| G2 | ECRL | | | Extension du poignet <i>Key grip</i> active ou passive de ténodèse |
| Tétraplégiques moyens | | | | |
| G3 | ECRB | ECRB Pronator teres | +/- | Pince active |
| G4 | Pronator teres | | | +/- |
| G5 | Flexor carpi radialis | | | <i>Grasp actif</i> Ouverture des doigts active ou passive |
| Tétraplégiques bas | | | | |
| G6 | EDC | ECRB Pronator teres +/- Autres | + | Chirurgie sélective Chirurgie non spécifique du tétraplégique |
| G7 | Extension du pouce | | | |
| G8 | Flexion des doigts | | | |
| G9 | Muscles intrinsèques de la main | | | |
| G10 | Exceptions | | | |
| Triceps brachial | | Grand pectoral | | |
| T + | T - | P + | P - | |
| Sensibilité au Weber 10 mm | | Spasticité + | | - |
| + | - | Invalidante | Utile | |

CFMS : chirurgie fonctionnelle du membre supérieur ; ECRL : extensor carpi radialis longus ; ECRB : extensor carpi radialis brevis ; EDC : extensor digitorum communis.
¹ muscle coté à plus de 4 dans l'échelle du Medical Research Council.

– enfin, le patient doit être motivé et coopérant, psychologiquement apte à suivre le programme chirurgical et la rééducation qui le suit dans son intégralité.

QUI ? : ÉVALUATION DU TÉTRAPLÉGIQUE

En vue d’un programme de CFMS, outre une évaluation globale du patient en termes d’autonomie fonctionnelle, il est essentiel de définir son statut neurologique et de rechercher la présence d’éventuelles attitudes vicieuses.

■ Niveau neurologique

L’évaluation neurologique du tétraplégique dans ce cadre repose principalement sur l’étude de ses capacités motrices. Mais la conservation d’une sensibilité discriminative, notamment de la pince pouce/index, doit être prise en considération.

Évaluation motrice

L’évaluation motrice du membre supérieur chez le tétraplégique repose sur la classification chirurgicale établie à Giens ^[24] lors de la seconde conférence internationale en 1984. Cette classification considère individuellement chaque membre supérieur. Elle repose sur l’intégrité de muscles ou groupes musculaires clés de l’avant-bras. Un muscle est considéré comme présent et ainsi potentiellement transférable lorsqu’il est coté à plus de 4 dans l’échelle du Medical Research Council (MRC). Les patients sont classés en 11 groupes comme rapporté dans le tableau I.

L’innervation métamérique des muscles de l’épaule et du coude étant variable d’un individu à l’autre, elle est considérée séparément.

Le triceps brachii est constant à partir du groupe 5, sa présence est notée T +. Le pectoralis major constant à partir du groupe 3 est noté P +.

À partir de cette classification, nous distinguons trois grands groupes de tétraplégiques aux possibilités fonctionnelles et aux objectifs très différents ^[2] :

– les tétraplégiques hauts : G0, G1, G2 ;

– les tétraplégiques moyens : G3, G4, G5 ;

– les tétraplégiques bas : G6, G7, G8, G9, G10.

Évaluation sensitive

L’évaluation sensitive du membre supérieur se limite à la sensibilité discriminative de la pince pouce-index. Si la distance discriminative entre deux points au test de Möberg ^[29] est supérieure à 10 mm, le patient est noté O pour *ocular* ; le seul contrôle de ses prises est visuel. En dessous de 10 mm, la sensibilité de la pince est suffisante pour un contrôle cutané et le patient est noté Cu.

Activité du segment sous-lésionnel médullaire

Le segment de moelle sous-lésionnel chez le blessé médullaire a une activité autonome, qui confère aux muscles un certain tonus, voire de la spasticité. Chez le tétraplégique ayant une lésion médullaire courte, notamment dans les formes hautes, les muscles de l’avant-bras et de la main peuvent être inclus dans le segment sous-lésionnel. Dans ce cas, selon leur activité, on parle de spasticité utile lorsque le tonus des fléchisseurs autorise certaines prises ou de spasticité invalidante lorsque la spasticité est nuisible à la préhension.

À l’inverse, lorsque les muscles extrinsèques et intrinsèques des mains sont flasques et amyotrophiés, le segment lésionnel médullaire est étendu.

L’évaluation de l’activité du segment sous-lésionnel est essentielle dans le choix des techniques de positionnement du pouce et des doigts longs.

■ Attitudes vicieuses et limitations articulaires

Les attitudes vicieuses résultent de déséquilibres entre les groupes musculaires agissant autour d’un même segment articulaire. Avec le temps et en l’absence de prise en charge adaptée, ces attitudes vicieuses initialement réductibles vont se fixer.

Chez le tétraplégique haut, l'épaule reste la seule articulation dont le potentiel moteur est au moins en partie respecté. Les raideurs de l'épaule chez ces patients ne sont pas rares et doivent être prises en charge précocement.

Le coude du tétraplégique concentre les déséquilibres musculaires. L'action fléchissante et supinatrice du biceps prédomine sur celle du triceps et des pronateurs déficitaires. Les attitudes en flessum et supination du coude souvent associées sont fréquentes ; elles représentent dans notre expérience 20 % des tétraplégies hautes [10].

À la main, on recherche une raideur du poignet, aussi bien en flexion qu'en extension.

On étudie la mobilité et la stabilité de la trapézométacarpienne (TM) en vue de la construction d'une *key grip*.

Enfin, la souplesse des chaînes digitales est indispensable à la réanimation des doigts longs.

QUOI ? : PRINCIPES DE LA CHIRURGIE FONCTIONNELLE DU MEMBRE SUPÉRIEUR

L'objectif principal d'un programme de CFMS chez le tétraplégique clairement défini par Möberg [27] est la reconstruction d'une pince rudimentaire pollicidigitale terminolatérale ou *key grip* utilisable dans un champ étendu de l'espace. Ceci n'est possible qu'après avoir rempli si nécessaire certaines conditions préalables :

- la correction des attitudes vicieuses, notamment les atteintes en supination (AS) ;
- la réanimation de l'extension du coude ;
- la restauration de l'extension active du poignet.

La réanimation des doigts longs ne doit pas être systématique, car elle nécessite un temps chirurgical supplémentaire, induit un certain enraidissement de la main et ne fait pas toujours l'objet d'une demande fonctionnelle chez tous les patients. Comme l'a souligné Möberg, la main doit rester souple, pour conserver sa fonction relationnelle [27].

■ **Tétraplégiques hauts (G1 et G2)**

Les tétraplégiques hauts sont caractérisés par un potentiel moteur et une sensibilité très limités. Le triceps y est constamment paralysé et les attitudes vicieuses, flessum du coude et AS de l'avant-bras, sont fréquentes. Seuls les patients du groupe 2 ont une extension active du poignet, mais celle-ci reste faible. Enfin, le pectoralis major (PM), inconstant, ne permet pas toujours une bonne stabilisation antérieure de l'épaule.

Dans ce groupe, la chirurgie a des ambitions réduites. Après la correction chirurgicale d'éventuelles attitudes vicieuses fréquentes dans cette population, ainsi que la réanimation de l'extension du coude, voire en plus du poignet (G1), l'objectif principal est la restauration d'une pince simple pollicidigitale terminolatérale de ténodèse (*key grip*).

■ **Tétraplégies moyennes (G3, G4 et G5)**

Une extension forte du poignet, deux à quatre muscles transférables et des attitudes vicieuses moins fréquentes permettent d'envisager dans ce groupe un programme plus ambitieux.

Après restauration de l'extension du coude si nécessaire, une pince pollicidigitale active est construite. Il est possible d'y associer la restauration d'une prise palmodigitale des doigts longs avec fermeture active et ouverture passive ou active.

■ **Tétraplégies basses (G6, G7, G8 et G9)**

Les tétraplégies basses s'apparentent aux paralysies médiocubitales hautes avec principalement des problèmes de main intrinsèques et de réanimation des fléchisseurs. Les indications et techniques chirurgicales chez ces patients diffèrent peu de celles utilisées dans les paralysies périphériques, elles ne sont pas traitées dans cet article.

Indications de la chirurgie fonctionnelle du membre supérieur chez le tétraplégique

INDICATIONS CHIRURGICALES SPÉCIFIQUES SELON LE NIVEAU NEUROLOGIQUE

Nous considérons dans ce chapitre les indications chirurgicales de chaque groupe de tétraplégiques. Les patients du groupe 0 ne sont pas accessibles à un programme de CFMS classique, car ils ne possèdent aucun muscle transférable au-dessous du coude. Dans ce groupe, la neurostimulation électrique fonctionnelle est la seule possibilité [21].

■ **Tétraplégiques hauts (G1 et G2)**

On distingue chez ces patients quatre temps successifs [1, 3] : la correction des attitudes vicieuses du coude et de l'avant-bras ; la restauration de l'extension du coude ; la restauration de l'extension du poignet (G1) ; la construction d'une pince pollicidigitale terminolatérale (*key grip*).

Correction des attitudes vicieuses

Le flessum du coude est fréquent chez ces patients ayant passé de longues périodes en soins intensifs ; en cas d'échec du traitement physiothérapique, les raideurs articulaires nécessitent une arthrolyse. Certains tétraplégiques très hauts présentent une hypertonie importante du biceps, à l'origine de flessums rebelles au traitement pouvant nécessiter une chirurgie palliative de ténotomie d'allongement du biceps [14].

Les AS doivent être systématiquement traitées chirurgicalement.

Les AS souples, chez des patients dont le biceps n'est pas nécessaire à la réanimation de l'extension du coude, peuvent être corrigées par un transfert pronateur du biceps comme l'a décrit Zancolli [36, 38]. Lorsque le biceps est nécessaire à la réanimation de l'extension du coude, ou lorsque l'AS est fixée, nous préférons réaliser une ostéotomie isolée du radius qui permet, tout en préservant le biceps, de restaurer un volant de pronosupination suffisant.

Réanimation de l'extension du coude

Deux muscles sont transférables sur le triceps pour restaurer l'extension du coude, le faisceau postérieur du deltoïde ou le biceps brachii (BB).

Les tétraplégiques hauts n'ont le plus souvent pas de PM. Le deltoïde postérieur (DP) chez ces patients, lors de l'extension du coude, en l'absence de stabilisation antérieure de l'épaule par le PM ou par le chef antérieur du deltoïde, va induire une rétropulsion de l'épaule préjudiciable à la qualité de l'extension du coude. Pour cette raison, le DP n'est utilisé qu'en cas de bonne stabilisation antérieure de l'épaule, le cas échéant la réanimation de l'extension du coude est assurée par le BB (cf fig 5, 6).

Réanimation de l'extension du poignet

La restauration de l'extension active du poignet chez le tétraplégique est un élément de pronostic essentiel sur le plan fonctionnel. Toute prise digitale repose sur l'effet ténodèse du poignet ; ce moteur de la pince doit être systématiquement restauré dans le groupe 1 par transfert du seul muscle utilisable, le brachioradialis (BR), sur l'extensor carpi radialis brevis (ECRB).

Construction d'une pince pollicidigitale terminolatérale

La construction d'une pince chez le tétraplégique repose sur la réalisation simultanée de plusieurs temps :

- l'activation du flexor pollicis longus (FPL) pour fermer la pince et de l'extensor pollicis longus (EPL) pour l'ouvrir, sous l'impulsion respective de l'extension active et de la flexion passive par gravité du poignet ; ce temps dépend directement du niveau neurologique du patient ;



1 Positionnement correct du pouce dans une tétraplégie avec segment lésionnel court.



2 Pouce dans le plan de la main dans une tétraplégie avec segment lésionnel long.

– le positionnement correct du pouce et de l'index ; leur positionnement spontané dépend du tonus des muscles thénariens et intrinsèques de la main, lui-même directement lié à l'étendue du segment lésionnel médullaire ^[12] ;

– la simplification et la stabilisation de la chaîne polyarticulaire du premier rayon ; en effet, pour que le FPL soit efficace, il est nécessaire de stabiliser certains segments articulaires du pouce, afin d'éviter l'enroulement de ce dernier dans la paume lors de la fermeture de la pince.

• Activation de la pince

L'extension du poignet est le moteur de la pince, éventuellement renforcé par la réanimation du FPL.

Dans le groupe 1, où les deux radiaux sont paralysés, le BR doit être transféré sur les radiaux pour redonner une extension active du poignet. Seule une pince passive peut être construite par ténodèse du FPL et du LEP au radius.

Dans le groupe 2, seul l'extensor carpi radialis longus (ECRL) est présent, l'extension du poignet n'est pas normale, mais elle est suffisante ; le BR peut être transféré sur le FPL pour construire une pince active. En cas d'extension insuffisante du poignet, il faut se limiter à la réalisation d'une pince passive.

Dans les deux groupes, l'ouverture de la pince est passive par ténodèse de l'EPL au radius.

• Positionnement du pouce et de l'index

Le positionnement du pouce dépend essentiellement du tonus des muscles thénariens.

En cas de segment lésionnel court, chez le tétraplégique haut, les muscles de la main sont en sous-lésionnel conservant un certain tonus. Le pouce, grâce au tonus des muscles thénariens, sort du plan de la main, ce qui lui confère un positionnement spontané correct ; aucun geste additif n'est nécessaire (fig 1).

En cas de segment lésionnel étendu, les thénariens sont atrophiés, hypotoniques, conduisant à une main plate (fig 2). Il est indispensable de sortir le pouce du plan de la main par un geste associé. Pour ce faire, deux techniques s'opposent, un geste osseux par arthrodèse de la TM en antépulsion, abduction et pronation, ou un geste sur les parties molles, en l'occurrence une plastie d'opposition. Le choix de l'une ou l'autre des techniques dépend de la mobilité et de la stabilité de la TM, ainsi que des désirs du patient (pince forte ou ouverture large).

L'arthrodèse, à la différence des gestes sur les parties molles, confère une pince plus forte et plus stable, dont la mobilité réside dans l'interphalangienne (IP), mais réduit la souplesse et l'ouverture de la main, sacrifiant son caractère relationnel et limitant la prise de gros objets.

Pour ce qui est de l'index, un geste de positionnement de la métacarpophalangienne (MP) en légère flexion n'est pas nécessaire. Si le tonus musculaire des fléchisseurs et des muscles intrinsèques n'est pas suffisant, les patients, par une manœuvre de *rolling*, mettent leur index en légère flexion au contact du pouce. Ceci permet de conserver la souplesse de leur main.

• Simplification et stabilisation de la chaîne polyarticulaire du pouce

Pour rendre plus efficace l'action du FPL, il faut simplifier la chaîne articulaire du premier rayon et éviter l'enroulement du pouce dans la paume lors de la fermeture de la pince. En cas de conservation de la TM, la MP est stabilisée si nécessaire par une ténodèse de l'extensor pollicis brevis (EPB) à la face dorsale du premier métacarpien ou en cas de grande mobilité par une arthrodèse. L'IP est stabilisée par une ténodèse croisée ^[32] du FPL sur l'EPL selon la *New Zealand procedure*.

En cas d'arthrodèse de la TM, on se limite à la stabilisation de la MP car toute la mobilité de cette pince réside dans l'IP.

■ Tétraplégiques moyens (G3, G4 et G5)

Correction des attitudes vicieuses

Les AS sont l'exclusivité du groupe 2, car la présence même faible du pronator teres (PT) protège le tétraplégique moyen de cette attitude vicieuse. Les principales raideurs sont retrouvées à la main, et touchent la mobilité du poignet et des chaînes digitales. Leur prise en charge par l'équipe de rééducation avant toute chirurgie est indispensable ; des raideurs importantes des doigts longs contre-indiquent la réanimation des fléchisseurs.

Réanimation de l'extension du coude

La restauration de l'extension du coude est parfois nécessaire avant toute réanimation de la main. Une partie seulement des tétraplégiques de ce groupe n'ont pas de triceps. Dans ce cas, grâce à un PM constamment présent, l'extension du coude est restaurée par le transfert du DP.

Réanimation de la main

Plusieurs muscles transférables permettent dans ce groupe la restauration d'une pince pollicidigitale active, mais aussi palmidigitale par activation des doigts longs.

La reconstruction des deux types de prise est réalisée dans les mêmes temps opératoires, mais, pour des raisons didactiques, nous séparons dans notre exposé la construction de la *key grip* de celle du *grasp*.

• Construction d'une « key grip » active

Chez le tétraplégique moyen, la construction de la pince suit les mêmes principes que dans les formes hautes. Seules quelques variantes sont possibles du fait d'un plus grand nombre de muscles transférables.

– Activation de la pince

Dans le groupe 3, la construction d'une *key grip* active est rendue possible par le transfert du BR sur le FPL, l'ouverture restant passive grâce à une ténodèse de l'EPL au radius.

Dans le groupe 4, la pince peut être activée par le PT, l'ouverture étant alors passive par ténodèse de l'EPL ou active par transfert du BR sur l'EPL.

– Positionnement et stabilisation du pouce

Chez le tétraplégique moyen, les mêmes gestes décrits dans les formes hautes peuvent être utilisés.

Il est par ailleurs possible, en cas de conservation de la TM, de réaliser des transferts d'opposition actifs en utilisant le BR prolongé par une greffe du flexor digitorum superficialis (FDS) du IV^[17, 20].

• Réanimation des doigts longs

Les tétraplégiques moyens se caractérisent par la présence des deux radiaux et la possibilité de transférer l'ECRL sur les fléchisseurs.

– Activation des doigts longs

Chez les tétraplégiques moyens, le flexor digitorum profundus (FDP) est activé par l'ECRL ou le BR. En revanche, l'ouverture est réalisée jusqu'au groupe 3 de façon passive par ténodèse des extenseurs au dos du radius. À partir du groupe 4, il est possible de proposer une ouverture active par transfert du BR sur l'extensor digitorum communis (EDC) et l'EPL quand la fermeture a été réalisée grâce à l'ECRL gardant la possibilité de transférer le BR. Il est à noter que l'ouverture est de meilleure qualité à partir du groupe 5 lorsque le patient a une flexion active du poignet grâce au flexor carpi radialis (FCR).

– Positionnement des doigts

Les muscles intrinsèques de la main sont, chez le tétraplégique moyen, le plus souvent inclus dans le segment lésionnel, ce qui conduit après réanimation du système extrinsèque à une main intrinsèque moins, avec un déficit d'extension des IP et une dysharmonie distoproximale de l'enroulement des chaînes digitales. On réalise systématiquement des « lassos » de Zancolli avec des bandelettes de FDS^[37]. Ainsi, le maintien des MP en flexion harmonise la flexion des doigts sous l'action des FDP et permet l'action des extenseurs sur les IP proximales (IPP) et distales (IPD).

– Chronologie des différentes interventions

Quelles que soient les différentes techniques choisies, il n'est pas possible de réaliser les gestes d'ouverture et de fermeture en même temps. La réanimation de la main chez ces patients nécessite deux temps séparés d'au moins 2 mois. La chronologie des différents temps est variable selon les équipes chirurgicales et d'un patient à l'autre. La pince pollicidigitale est en général construite en même temps que le temps de fermeture.

■ **Tétraplégies basses**

Les tétraplégies basses sont assimilables à une paralysie médiocubitale haute. L'extension des doigts est conservée dans les groupes 6 et 7. Le flexor digitorum profundus (FDP) est réanimé par l'ECRL et le FPL par le PT. Les gestes de positionnement sont systématiques.

Pour le pouce, on peut utiliser les techniques actives (cf supra). Lorsque le palmaris longus est présent, il est possible de l'utiliser pour réaliser un transfert d'opposition actif.

Pour les doigts longs, des « lassos » de Zancolli avec le FDS sont systématiques.

Nous préférons dissocier les gestes de positionnement et d'activation afin de limiter les adhérences. Nous réalisons dans un premier temps une activation des FDP et du FPL, puis dans un second temps séparé d'au moins 2 mois sont réalisés les gestes de positionnement du pouce et des doigts longs.

PRINCIPES DE REGROUPEMENT DES TEMPS OPÉRATOIRES

Chez les tétraplégiques hauts et moyens, plusieurs temps opératoires sont nécessaires (cf supra). Nous avons pu observer dans notre expérience qu'un grand nombre de patients ne terminent pas leur

programme chirurgical. C'est pour cette raison que nous essayons de regrouper les interventions sur le principe de la chirurgie en un temps initiée par Paul^[33].

Ainsi, plusieurs temps peuvent être regroupés :

– réanimation de l'extension du coude et construction d'une *key grip* passive ;

– réanimation de l'extension du coude et construction d'une *key grip* active par transfert du BR ou du PT sur le FPL ;

– réanimation de l'extension du coude et correction d'une AS par ostéotomie du radius.

Le regroupement des temps opératoires permet dès la première intervention d'obtenir l'objectif principal de ce programme, la restitution d'une pince utilisable dans un champ étendu de l'espace. Mais associer ces gestes demande une certaine expérience de cette chirurgie, car le réglage de la tension des transferts est plus délicat et leurs immobilisations postopératoires parfois antagonistes. La rééducation est elle aussi plus délicate.

Certains gestes ne doivent pas être associés :

– réanimation de l'extension du coude et réanimation de l'extension du poignet ;

– temps de fermeture et d'ouverture.

Techniques opératoires

TÉTAPLÉGIES HAUTES

■ **Correction des attitudes vicieuses**

Transfert pronateur du biceps

Décrite en 1958 par Schottsteadt^[35], cette technique a été modifiée par Zancolli^[15, 38] en 1967, qui associe une libération systématique de la membrane interosseuse. Elle consiste à convertir le biceps supinateur en un muscle pronateur et ainsi à corriger le déséquilibre musculaire à l'origine de cette attitude vicieuse.

• Indications

– AS souples et réductibles.

– Bonne stabilisation antérieure de l'épaule permettant l'utilisation du DP pour réanimer l'extension du coude.

• Technique opératoire (fig 3)

Le patient est installé en décubitus dorsal, un garrot pneumatique à la racine du membre. L'incision en « Z » débute en proximal sur la face interne du bras, se poursuit horizontalement dans le pli du coude, puis latéralement sur l'avant-bras le long du bord médial du corps musculaire du BR.

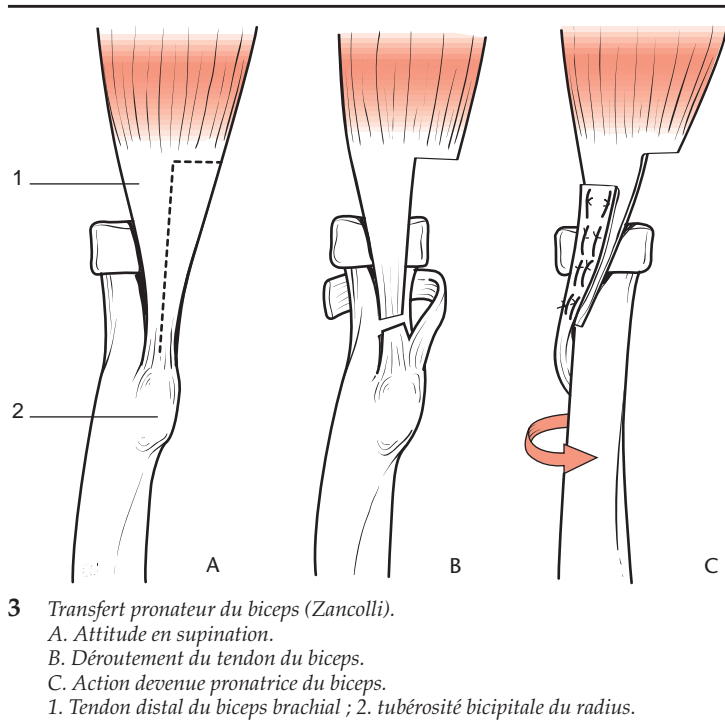
On repère la branche sensitive du nerf musculocutané qui est écartée. L'aponévrose antébrachiale superficielle est ouverte.

Le BR est écarté latéralement en protégeant la branche sensitive du nerf radial qui chemine à sa face profonde. Le lacertus fibrosus, expansion tendineuse du biceps, est sectionné, ce qui permet d'écarter médialement les épithrochléens et le PT. On découvre l'insertion du biceps sur la tubérosité bicipitale du radius, après ligature de l'artère radiale récurrente. On réalise une ténotomie en « Z » du tendon bicipital sur au moins 4 centimètres. La partie distale est passée autour du radius de dedans en dehors, puis suturée à la partie proximale. La suture doit se faire en pronation maximale, le coude à 120° de flexion.

En postopératoire, le membre supérieur est immobilisé par une attelle postérieure en pronation complète de l'avant-bras et flexion de 110° du coude pendant 4 semaines.

• Rééducation

La mobilisation passive est débutée à 4 semaines, la mobilisation active à 6 semaines, aucun travail contre résistance avant 8 semaines.



Ostéotomie de dérotation pronatrice du radius (fig 4)

Nous avons étendu aux tétraplégiques cette technique initialement largement utilisée en cas de lésion obstétricale du plexus brachial [11]. Elle a l'avantage de préserver le biceps pour réanimer l'extension du coude. Associée à une libération de la membrane interosseuse, elle permet de corriger des AS fixées tout en conservant un bon volant de mobilité. Néanmoins, cette intervention ne rééquilibre pas la balance musculaire et, si le biceps est laissé en place, le risque de récurrence de l'AS persiste.

• Indications

- AS avec défaut de stabilisation antérieure de l'épaule nécessitant l'utilisation du BB pour réanimer l'extension du coude.
- AS fixée.

• Technique chirurgicale

Le patient est installé en décubitus dorsal, un garrot pneumatique placé à la racine du membre.

On réalise une voie d'abord antérieure de l'avant-bras par une incision débutant au bord externe du FCR jusqu'au versant interne du BR. La gaine du FCR est ouverte, permettant l'accès à la diaphyse radiale, entre le FPL et le pédicule radial. Le PT, qui chez ces patients est constamment atrophié, est désinséré. La face antérieure de la membrane interosseuse est libérée, en veillant tout particulièrement à l'hémostase du pédicule interosseux antérieur. La membrane interosseuse est fendue pas à pas dans sa partie médiane, sur toute sa longueur. Lorsque ce geste est réalisé complètement, les deux os de l'avant-bras s'écartent, laissant apparaître entre les deux berges de la membrane un espace d'environ 5 mm.

Le trait d'ostéotomie est repéré sur la diaphyse radiale ; il est fondamental qu'il soit strictement parallèle à son axe. Le futur emplacement de la plaque est dégagé ; la diaphyse radiale est déperiostée, a minima en proximal, plus largement en distal principalement sur son versant latéral afin de permettre la rotation. Deux broches parallèles sont plantées aux extrémités de la plaque, alors qu'une troisième est positionnée sur la face externe du radius dans le même plan que la broche distale mais à 80° (fig 4A). Une fois les davières mis en place, l'ostéotomie est réalisée à la scie oscillante en évitant tout échauffement osseux. Le segment distal du radius

subit une rotation pronatrice de 80°, de façon que la broche proximale soit parallèle à la troisième (fig 4B). Il faut alors vérifier que la pronation passive est complète, tout en respectant une supination d'au moins 30°. L'ostéosynthèse en compression doit être stable ; nous utilisons en général une plaque rigide à six trous.

Le drainage et la surveillance postopératoire évitent la survenue d'un syndrome de loge.

• Rééducation

En présence d'un montage stable, l'immobilisation postopératoire est assurée par une résine brachio-antibrachio-palmaire pendant 6 semaines. La mobilisation du coude et du poignet peut être débutée à condition de protéger la synthèse en dehors des séances de rééducation par une gouttière postérieure pendant encore 4 semaines.

• Complications

Dans notre expérience, la consolidation a toujours été acquise à 3 mois. Avec le temps, on voit s'accroître la supination sans perte de pronation. Cette intervention transfère la position de repos de l'avant-bras de la supination vers la pronation, mais le déséquilibre musculaire entre pronateur et supinateur persiste. Si le biceps n'est pas transféré sur le triceps, le risque de voir réapparaître la déformation persiste.

■ Réanimation de l'extension du coude

Deux muscles sont transférables sur le triceps pour restaurer l'extension du coude, le faisceau postérieur du deltoïde ou le BB.

Les tétraplégiques hauts n'ont le plus souvent pas de PM. En cas de transfert du DP chez ces patients, lors de l'extension du coude, en l'absence de stabilisation antérieure de l'épaule, le deltoïde va induire une rétroimpulsion de l'épaule préjudiciable à la qualité de l'extension du coude (fig 5, 6). Pour cette raison, la réanimation de l'extension du coude est assurée par le BB.

Transfert du deltoïde postérieur sur le triceps

Plusieurs variantes de la technique décrite par Möberg [28, 30] sont rapportées dans la littérature. Elles se distinguent par l'élément interposé entre le deltoïde et le triceps, et le mode de fixation distale [16, 26]. Nous décrivons la technique proposée par Allieu et al [6, 9]. Elle se caractérise par l'interposition d'un ligament synthétique entouré de fascia lata.

• Indications

- DP coté à 4 MRC.
- Bonne stabilisation antérieure de l'épaule : PM +, bon deltoïde antérieur.
- Déficit d'extension passive du coude inférieur à 10°.

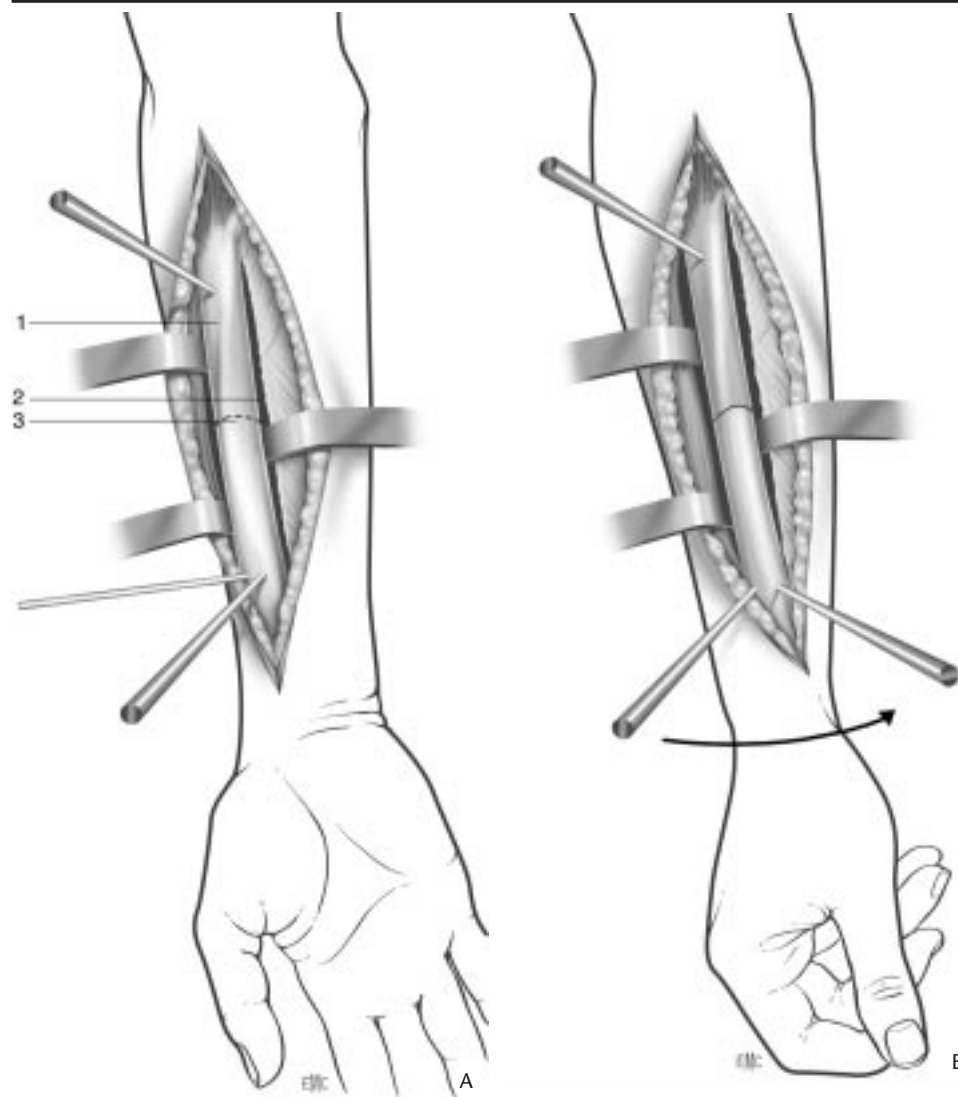
• Technique opératoire (fig 7)

Sous anesthésie générale, le patient est installé en décubitus latéral. Il est très important de vérifier l'absence de tout point d'appui. Le champ opératoire comprend tout le membre supérieur et l'épaule, ainsi que la cuisse homolatérale. Le membre supérieur est reposé le long du corps.

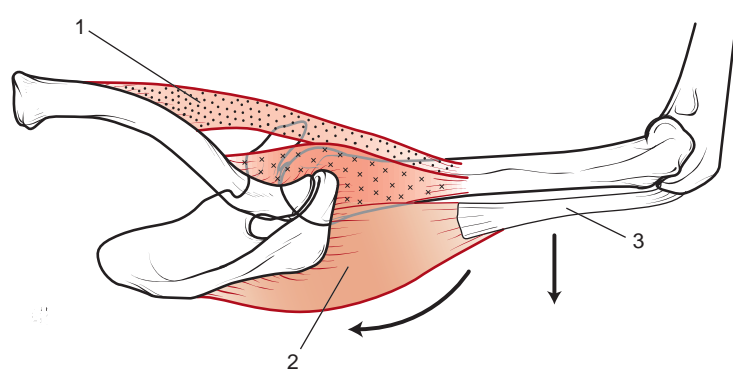
On doit repérer :

- le bord postérieur du deltoïde et son insertion sur l'épine de l'omoplate ;
- le « V » deltoïdien ;
- l'acromion.

On définit un axe entre le « V » deltoïdien et l'acromion, qui correspond à la limite de relèvement du deltoïde. Afin de ne pas



4 Ostéotomie du radius pronatrice.
A. Attitude en supination.
B. Correction après ostéotomie du radius.
1. Radius ; 2. membrane interosseuse ; 3. ostéotomie.

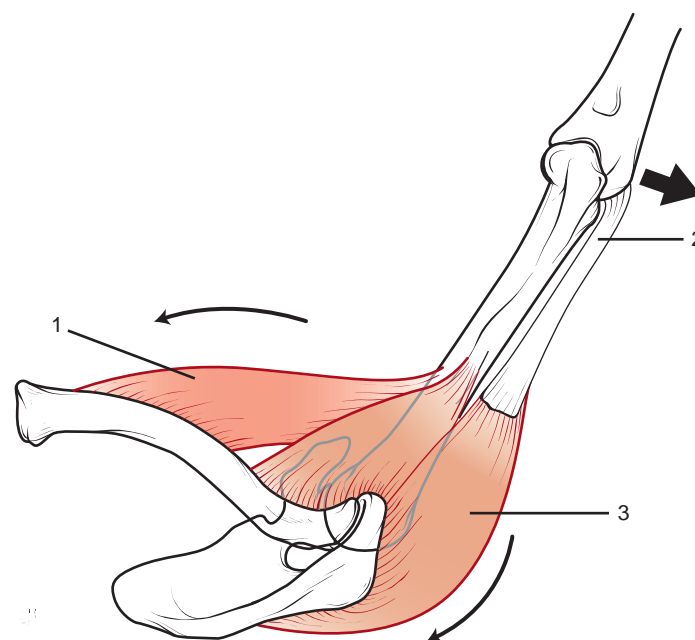


5 En cas de non-stabilisation antérieure de l'épaule (grand pectoral paralysé et deltoïde antérieur insuffisant), le transfert du deltoïde postérieur sur le triceps entraîne une rétropulsion de l'épaule paralysant son action recherchée d'extension du coude.
1. Pectoralis major ; 2. deltoïde postérieur ; 3. triceps brachii réanimé.

léser le nerf axillaire, la limite de libération du deltoïde est définie par un point sur cet axe, à quatre travers de doigts sous l'acromion. L'incision est réalisée parallèle au bord postérieur du deltoïde, antérieure de 2 cm ; elle va du point de relèvement maximal au « V » deltoïdien.

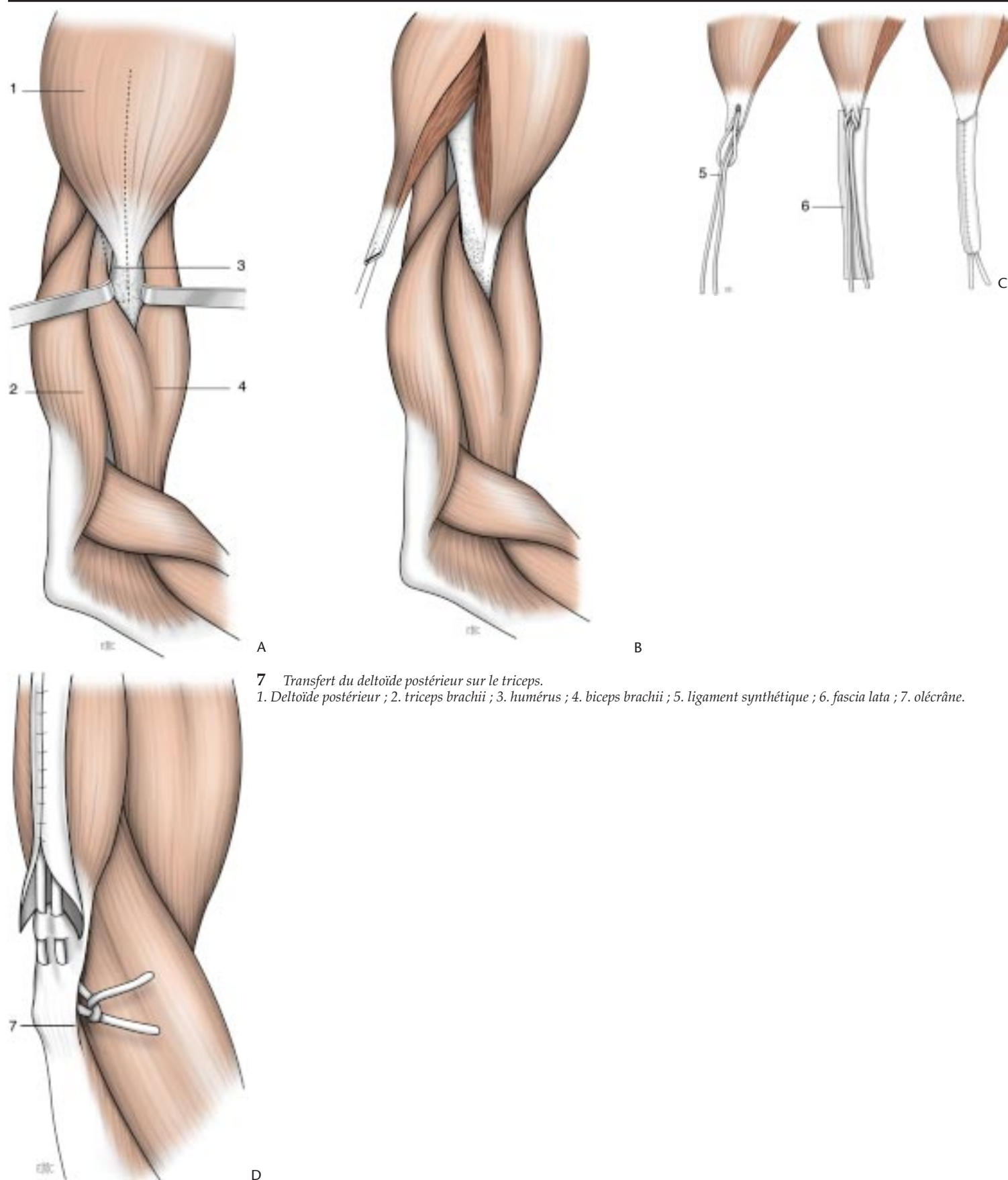
Après avoir disséqué la face externe et le bord postérieur du deltoïde jusqu'à son insertion sur l'humérus, on dégage la face profonde du muscle de façon à en prélever tout le tiers postérieur (fig 7A, B).

Les expansions du triceps sur la terminaison du deltoïde doivent être dégagées ; des hémostases soigneuses dans cette zone sont



6 Action d'extension du coude du deltoïde postérieur transféré sur le triceps nécessitant une stabilisation antérieure de l'épaule par le grand pectoral et le deltoïde postérieur.
1. Pectoralis major ; 2. deltoïde postérieur ; 3. triceps brachial réanimé.

nécessaires. Le deltoïde est désinséré avec son périoste pour faciliter la fixation du ligament synthétique. Il est important de



préserver la lame aponévrotique présente à la face profonde du muscle. Le temps de libération du corps musculaire est essentiel ; il doit être poussé jusqu'à l'apparition du pédicule vasculonerveux à la face profonde du muscle. La libération est suffisante quand une traction sur le muscle permet une course comprise entre 4 et 5 cm.

On se porte ensuite sur la face postérieure du coude pour préparer le triceps. Par une incision longitudinale médiane ou brisée, le tendon tricipital est abordé ; il est décollé à sa face profonde sans effraction articulaire. Le tendon est soigneusement libéré latéralement par section de ses expansions. La préparation est suffisante quand l'extension passive complète du coude est

facilement obtenue par traction sur le tendon tricipital. Enfin, au ciseau à disséquer et au doigt, on réalise un large tunnel sous-cutané reliant les deux voies d'abord.

On se porte ensuite sur la cuisse, afin de prélever un lambeau de fascia lata de 20 à 25 cm de long et de 3 cm de large, dont les deux extrémités sont évasées (5 à 6 cm).

Le ligament synthétique est passé en boucle à travers la lame fibreuse profonde du deltoïde. Le fascia lata fixé sur le deltoïde enrobe le ligament synthétique, la face profonde du fascia lata (nacré) étant tournée à l'extérieur (fig 7C). L'ensemble est ensuite passé dans le tunnel sous-cutané.

Les deux brins de la tresse sont passés dans le tendon tricipital le plus près possible de l'olécrâne, tout en restant extra-articulaire (fig 7D). La fixation se fait en tension maximale, le coude en extension, l'épaule en légère abduction. On considère que la tension est suffisante si contre pesanteur la flexion passive du coude n'excède pas 90°.

• Rééducation

En postopératoire, le patient est immobilisé par une attelle plâtrée postérieure à 0° d'extension, alors que l'épaule est laissée libre. Après 4 semaines d'immobilisation, la rééducation est entreprise. Dans un premier temps, la récupération de la flexion se fait par paliers de 20° par semaine, en veillant à ce que, pour chaque palier, l'extension complète active soit conservée. L'athlétisation du transfert n'est débutée qu'à partir de la huitième semaine.

• Complications

La détente du transfert est la principale complication, inévitable lors de la récupération des derniers degrés de flexion du coude. Lorsqu'elle est trop importante, une reprise chirurgicale précoce permet l'obtention d'un bon résultat.

L'intolérance au ligament synthétique (Dacron®), retrouvée dans notre série dans moins de 10 % des cas, se traduit cliniquement par un tableau inflammatoire local, sans signes généraux, plusieurs mois après l'intervention. L'ablation du ligament synthétique (Dacron®) en conservant son enveloppe fibreuse nous a permis d'obtenir la régression de la symptomatologie tout en conservant une bonne fonction du transfert.

Le sepsis, précoce ou tardif, nécessite une excision complète du matériel et bien souvent une reprise à distance par un transfert du biceps sur le triceps.

Transfert du biceps sur le triceps (fig 8)

Dans notre expérience, le transfert du biceps sur le triceps ne vit que des contre-indications de la technique de Möberg. Initialement décrit par Friedenberg dans la poliomyélite, cette technique a été transposée au tétraplégique par Zancolli [36] et récemment rapportée par Kuz et al [22].

Indications

- Absence de stabilisation antérieure de l'épaule par le PM ou le deltoïde antérieur.
- Tendance à l'attitude en supination de l'avant-bras.
- DP inférieur à 4.

• Technique

Le patient est en décubitus dorsal, le membre supérieur est pris en totalité dans le champ opératoire. L'intervention se déroule sans garrot. On réalise une incision en « Z » au pli du coude similaire à celle décrite pour le transfert pronateur du biceps, mais élargie en proximal (fig 8A).

Le lacertus fibrosus est disséqué et relevé avec le tendon bicipital. Après ligature de l'artère récurrente de la radiale, le biceps est désinséré au ras de la tubérosité bicipitale (fig 8B).

Mis sur un fil tracteur, le biceps peut être relevé ; il doit être libéré le plus haut possible, jusqu'à ce que son pédicule issu du musculocutané soit apparent. Comme le proposent Revol et al [34], il est intéressant de diminuer l'épaisseur de la partie distale du BB en enlevant ses fibres les plus distales. Cela permet d'obtenir un tendon plus facile à passer dans la fenêtre réalisée dans la cloison intermusculaire médiale et à fixer sur le triceps. Le transfert du BB par voie latérale doit être proscrit, car il expose au risque de paralysie radiale, complication dramatique sur le plan fonctionnel [6, 22, 34].

De la même façon que pour le transfert du DP, le tendon du triceps est préparé. Les deux voies d'abord sont reliées par un tunnel sous-cutané sur la face médiale du bras passant au travers d'une large fenêtre de la cloison intermusculaire médiale (fig 8C). La fixation distale et le réglage de la tension suivent les mêmes principes que le transfert du DP (fig 8D, 8E).

• Rééducation

Après une immobilisation de 4 semaines, la rééducation est suivie selon un protocole assez voisin de celui du DP. On peut rencontrer, après transfert du BB, des problèmes très spécifiques, comme celui de l'intégration du transfert et de la dissociation des deux fléchisseurs du coude. Pour ce faire, les techniques de *biofeedback* et de stimulation percutanée sont très utiles. Enfin, il faut savoir que le résultat définitif n'est obtenu dans certains cas qu'après plusieurs mois.

• Complications

La détente est la complication principale ; la reprise chirurgicale conduit le plus souvent à un résultat aléatoire.

L'affaiblissement des radiaux n'était pas rare lorsque le transfert était réalisé par voie externe.

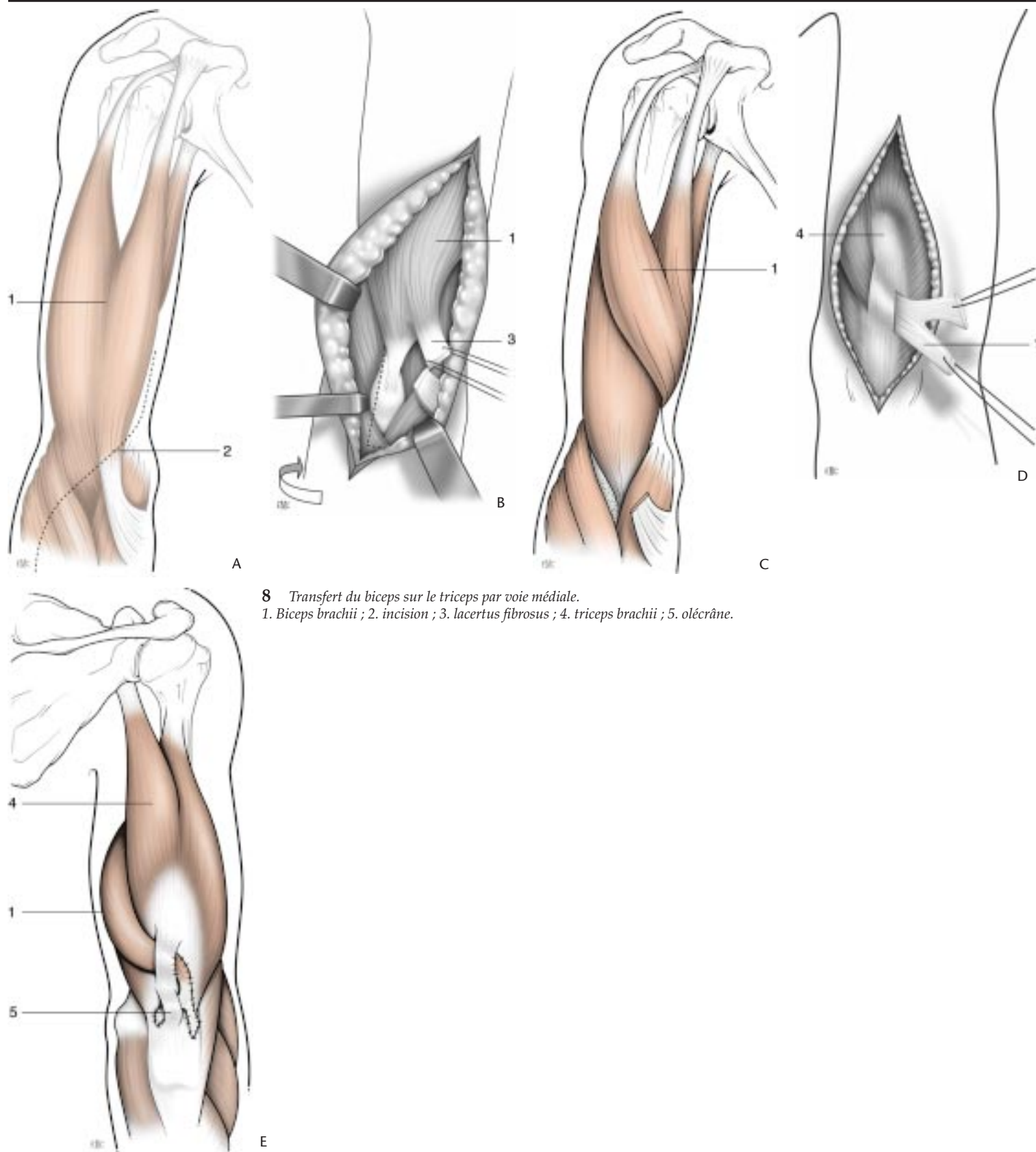
■ Restauration de l'extension du poignet

Les précurseurs de cette chirurgie ont très tôt insisté sur l'importance de l'extension du poignet pour utiliser l'effet ténodèse du poignet. Seul muscle transférable chez ces patients, le BR a longtemps été considéré comme un mauvais moteur ; il n'en est rien si l'on respecte certains principes.

Transfert du brachioradialis sur les extensor carpi radialis

Le patient est installé en décubitus dorsal, un garrot pneumatique à la racine du membre. L'avant-bras en pronosupination neutre, on utilise une incision latérale débutant en distal en regard de la styloïde radiale et se prolongeant en proximal à la face antérieure de l'avant-bras en regard du corps musculaire du BR. Son tendon terminal est désinséré de la styloïde radiale en protégeant la branche sensitive du nerf radial préalablement repérée. Le corps musculaire est largement libéré de son enveloppe aponévrotique. Le pédicule principal est très proximal et ne risque pas d'être lésé. Un pédicule accessoire se situant à la partie moyenne du corps musculaire est coagulé. Le geste de libération des cloisons intermusculaires est essentiel ; on considère qu'il est suffisant quand une traction sur le tendon du BR permet une course d'au moins 3 cm. Les tendons distaux de l'ECRB et de l'ECRL sont repérés en amont du rétinaculum des extenseurs par la même voie d'abord. Le BR est fixé à l'ECRB par des points transtendineux type Pulverstaff. La tension est telle que contre pesanteur le poignet doit rester en très légère extension. Möberg propose d'ouvrir le rétinaculum de la seconde coulisse afin d'augmenter le moment d'action de l'ECRB.

En postopératoire, l'immobilisation est assurée par une orthèse maintenant le coude en flexion et le poignet à 30° d'extension. La mobilisation est débutée à 4 semaines, le travail actif à partir de la sixième semaine.



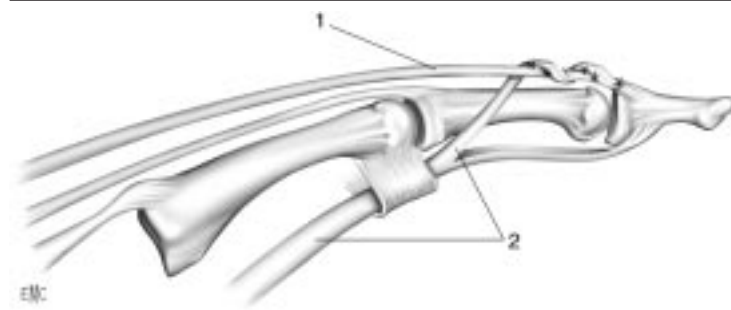
■ Construction d'une pince pollicidigitale terminolatérale : « key grip »

La construction d'une *key grip* nécessite trois temps réalisés simultanément [7] :

- simplification de la chaîne articulaire du pouce ;
- activation de la pince ;

- positionnement du pouce.

Pour chaque temps, les techniques utilisables sont différentes en fonction du statut neurologique du patient. Il n'est donc pas possible de décrire une technique standardisée de réalisation d'une pince pollicidigitale. Pour des raisons didactiques, nous décrivons dans ce chapitre tout d'abord la technique de la *key grip* passive de base sans geste associé de positionnement du pouce, décrite Möberg [27] puis modifiée Allieu [3, 4, 7]. Nous étudions ensuite les gestes associés de positionnement du pouce lorsque celui-ci n'est pas spontanément



9 « Key grip » passive, technique de Möberg modifiée par Allieu.
1. Extensor pollicis longus ; 2. flexor pollicis longus.

correct. Enfin, nous décrivons la pince pollicidigitale active par transfert du BR ou du PT sur le FPL.

Technique de « key grip » passive par ténodèse du flexor pollicis longus et extensor pollicis longus sur le radius (selon Allieu) (G1-G2) (fig 9)

L'intervention se déroule sous garrot pneumatique, en décubitus dorsal.

– Simplification de la chaîne articulaire : « New Zealand Procedure » et stabilisation de la MP

Une incision sur le bord radial du pouce débutant en regard de l'IP et se recourbant à la face dorsale de la MP permet de repérer l'EPL en dorsal et le FPL en palmaire. Ce dernier est largement libéré dans sa partie proximale grâce à l'ouverture de la poulie annulaire en regard de la MP. Le tendon du FPL présente à ce niveau un sillon médian qui permet d'en prélever aisément une bandelette radiale. Celle-ci doit être la plus longue possible, la ténotomie étant réalisée le plus distalement possible. Cette bandelette est ensuite fixée sur l'EPL avec une tension telle que, lors de l'activation du FPL par une extension du poignet, on note une flexion globale de la colonne du pouce (fig 10), l'IP restant en position neutre. Une tension excessive conduit lors de cette manœuvre à une extension de l'IP et, à l'inverse, un défaut de tension donne une flexion de l'IP. Cette technique permet une stabilisation de l'IP tout en lui conservant une certaine souplesse.

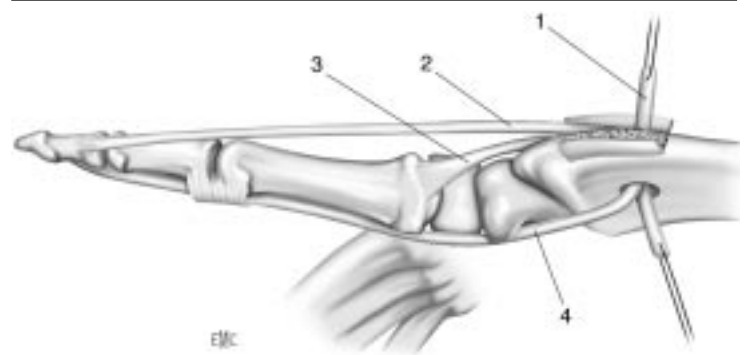
La répartition des mobilités aux différents segments articulaires de la colonne du pouce est variable. Le fait de bloquer l'IP va augmenter la sollicitation des autres articulations. Afin d'éviter de façon systématique le flessum de la MP, nous réalisons une ténodèse de l'EPB au dos de M1 grâce à une ancre type Mitek (mini).

Dans les formes où la flexion de la MP est très importante, on peut réaliser d'emblée une arthrodèse.

– Activation de la pince

Nous utilisons une voie d'abord unique latérale de l'avant-bras. L'incision débute en distal à la face dorsoradiale du poignet en regard de la saillie sous-cutanée de l'EPL et se dirige à la face antérieure du poignet pratiquement jusqu'au FCR, puis se prolonge sur la face latérale de l'avant-bras pour finir par des lignes brisées au bord médial du corps musculaire du BR.

Dans un premier temps, les différents tendons sont prélevés. Le FPL est retrouvé entre le paquet radial et le FCR ; ténotomisé à sa jonction tendinomusculaire, il est fauflé afin d'uniformiser son diamètre. L'EPL est récupéré à la face dorsale du poignet dans la troisième coulisse en regard du tubercule de Lister et doit être libéré en distal jusqu'à la base du pouce afin d'en réduire l'effet rétropulseur. La modification technique proposée par Allieu^[5] est de permettre une fixation transosseuse des tendons passés en sens opposés dans un tunnel foré dans le radius (fig 10) et de moduler la tension de l'EPL et du FPL.



10 « New Zealand procedure ».

1. Flexor pollicis longus ; 2. extensor pollicis longus ; 3. extensor carpi radialis longus ; 4. flexor pollicis longus.

La direction du tunnel est très importante, car elle va conditionner l'action des ténodèses. Ce dernier va en palmaire de la partie ulnaire du radius au bord dorsolatéral du radius en regard de la première coulisse. Le tunnel est réalisé avec des mèches croissantes jusqu'à un diamètre de 4,5 mm. Les deux tendons sont passés à contre-courant, le FPL de palmaire en dorsal et l'EPL de dorsolatéral en palmaire. Ainsi, l'effet de rétropulsion de l'extenseur est limité et le fléchisseur présente une certaine opposition aidant à l'ouverture de la première commissure lors de la fermeture de la pince.

Les deux tendons sont fixés l'un à l'autre de façon à ce que le contact entre le pouce et l'index ait lieu pour une extension du poignet de 10° et que la pince soit ouverte en flexion du poignet.

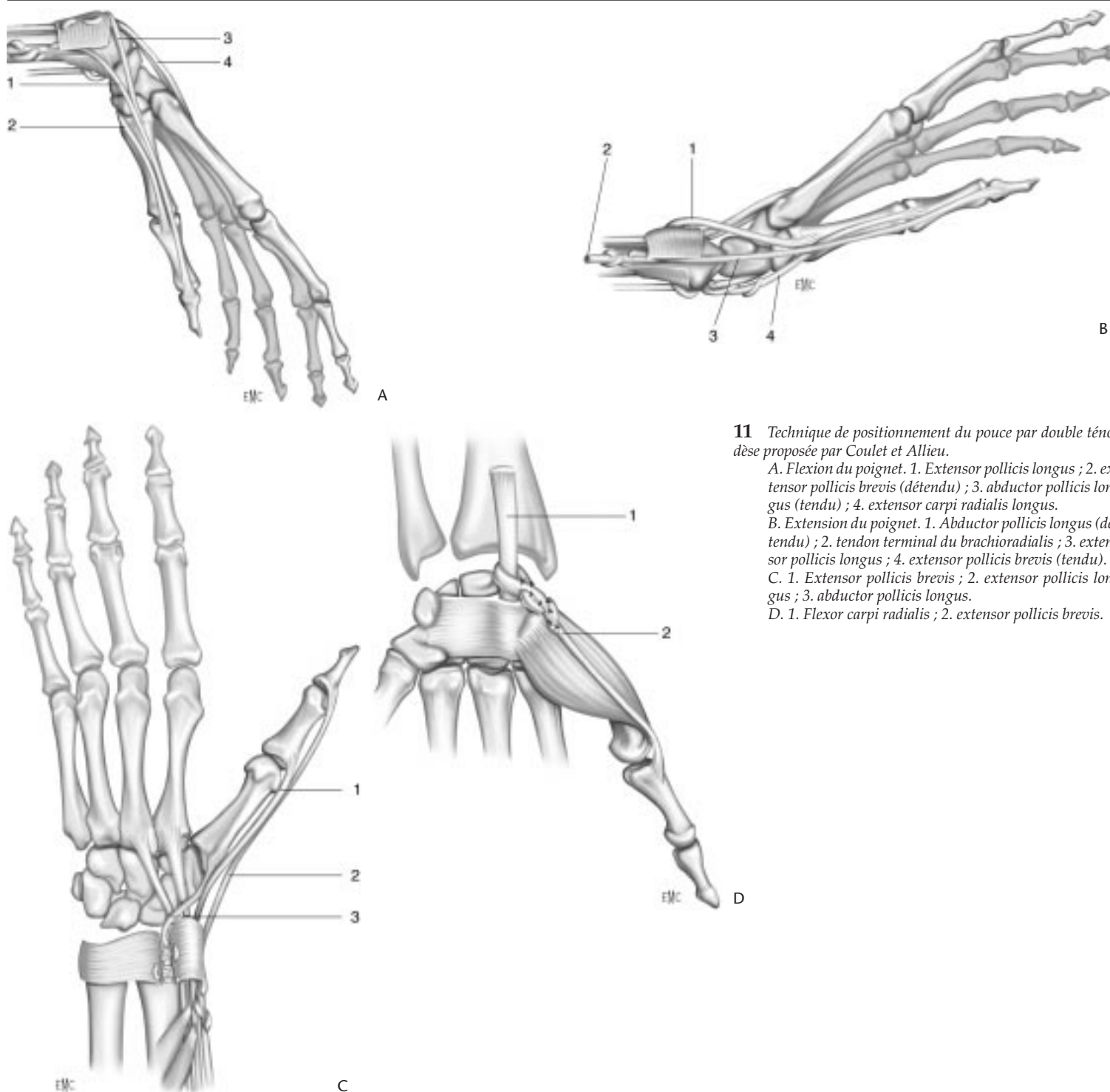
Technique de « key grip » passive et gestes associés de positionnement du pouce

Dans la technique initiale proposée par Möberg^[13, 27], aucun geste de positionnement du pouce n'est réalisé. L'expérience montre que le résultat de ces pinces en termes de qualité du contact pouce-index est variable d'un patient à l'autre, même au sein d'un même groupe neurologique. Nous avons pu montrer que le tonus des muscles intrinsèques de la main, variable selon l'étendue du segment lésionnel médullaire, joue un grand rôle dans le positionnement spontané du pouce.

Ainsi, lorsque l'on est en présence d'une main plate avec une hypotonie des muscles intrinsèques, un geste de positionnement du pouce est nécessaire. Le geste de positionnement porte sur la TM, soit par action sur les parties molles, ce sont les plasties d'opposition, soit par arthrodèse TM. Nous allons décrire ces deux techniques qui sont associées à la demande lors de la construction d'une *key grip* de base.

• Positionnement du pouce par la technique de la « double ténodèse » (Coulet et Allieu) (fig 11)

Ce geste, proposé chez le tétraplégique initialement par Zancolli^[36], repose sur une ténodèse de l'abductor pollicis longus (APL) ou de l'EPB passé autour du FCR, activée lors de l'extension du poignet pour lutter contre la fermeture de la première commissure. Les gestes sur les parties molles ont l'avantage par rapport aux arthrodèses de conserver une certaine souplesse à la pince. La main garde un aspect plus naturel, mais pose des problèmes de réglage et surtout de détente de la pince avec le temps. Une seule ténodèse activée par l'extension du poignet a du mal à assurer un positionnement correct à la fermeture mais aussi à l'ouverture de la pince. Pour cela, nous proposons^[7] une variante technique reposant sur le principe de « double ténodèse » de positionnement. Une première ténodèse est active lors de la fermeture de la pince à l'extension du poignet, la seconde lors de l'ouverture à la flexion du poignet. Ceci rend le réglage du positionnement du pouce plus précis et limite la détente d'une ténodèse unique en tension permanente.



11 Technique de positionnement du pouce par double ténodèse proposée par Coulet et Allieu.

A. Flexion du poignet. 1. Extensor pollicis longus ; 2. extensor pollicis brevis (détendu) ; 3. abductor pollicis longus (tendu) ; 4. extensor carpi radialis longus.

B. Extension du poignet. 1. Abductor pollicis longus (détendu) ; 2. tendon terminal du brachioradialis ; 3. extensor pollicis longus ; 4. extensor pollicis brevis (tendu).

C. 1. Extensor pollicis brevis ; 2. extensor pollicis longus ; 3. abductor pollicis longus.

D. 1. Flexor carpi radialis ; 2. extensor pollicis brevis.

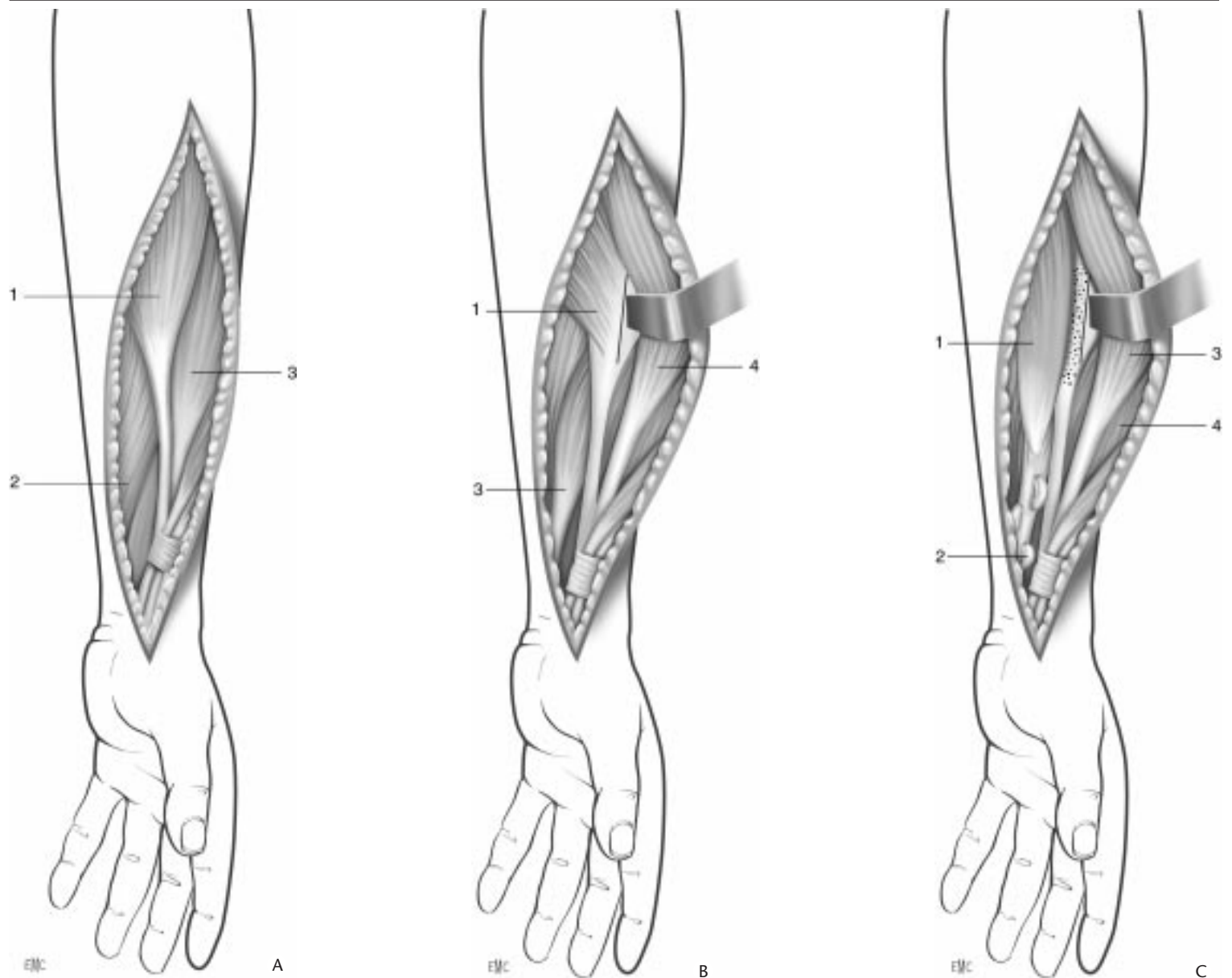
La double ténodèse est réalisée dans le même temps opératoire que la *key grip*, par la même voie d'abord. La première commissure est ouverte, permettant de dégager les tendons de l'EPB, ceux de l'APL, ainsi que l'insertion distale du BR sur le radius. Les tendons doivent être libérés distalement jusqu'à la base du pouce pour accroître l'action de la ténodèse sur le premier métacarpien. Lors de la réalisation de la *key grip*, la double ténodèse de positionnement est réalisée après le temps d'activation de la pince. L'EPB est passé autour du FCR, puis fixé à lui-même (fig 11A, B, C). Pour une plus grande efficacité de l'EPB, il est important de ne pas trop libérer le FCR, afin qu'il ne soit pas trop translaté lors de la mise en tension de la ténodèse (fig 11D). Ainsi, lors de l'extension du poignet, l'EPB mis sous tension conduit à l'ouverture de la première commissure et à l'opposition du pouce. L'APL est lui fixé au rétinaculaire dorsal des extenseurs en regard du tubercule de Lister, afin d'assurer le positionnement du premier rayon lors de l'ouverture de la pince.

• *Positionnement du pouce par arthrodèse de la trapèzométacarpienne*

Lorsque le positionnement spontané du pouce n'est pas correct et qu'il existe une raideur ou au contraire une instabilité de la TM, il est préférable d'opter pour une arthrodèse dont le résultat est plus simple à obtenir [18, 19, 20].

La colonne du pouce est alors prépositionnée et son unique degré de liberté articulaire réside dans l'IP et la MP laissées libres.

La TM est abordée par une voie antéroexterne. L'articulation est ouverte et, une fois le positionnement idéal de l'articulation obtenu (30° d'abduction, 40° d'antépulsion), celle-ci est fixée par une broche axiale. On place deux broches parallèles entre M1 et M2, puis on retire la broche axiale afin de réaliser des coupes parallèles de la base de M1 et du trapèze. Une fois celles-ci faites, les broches intermétacarpiennes sont retirées afin de fixer l'arthrodèse en compression par des broches divergentes.



12 Transfert du pronator teres sur le flexor pollicis longus pour construction d'une « key grip active ».

A. 1. Brachioradialis ; 2. FDS : flexor digitorum superficialis ; 3. extensor carpi radialis longus.

B. 1. Pronator teres ; 3. flexor pollicis longus ; 4. brachioradialis.

C. 1. Pronator teres ; 2. flexor pollicis longus ; 3. brachioradialis ; 4. extensor carpi radialis longus.

TÉTAPLÉGIES MOYENNES

Un programme de CFMS chez les tétraplégiques moyens se définit par la possibilité de construire une pince pollicidigitale active, mais aussi de réanimer les doigts longs afin de redonner une prise palmodigitale. Dans ce groupe, l'extension active du coude n'est pas constamment présente, au moins jusqu'au groupe 5. Les AS ne sont pas rares jusqu'au groupe 3 et leur prise en charge repose sur les mêmes indications que pour le tétraplégique haut. La réanimation du coude elle aussi suit les mêmes indications que pour le tétraplégique haut, la stabilisation de l'épaule par le PM étant dans ce groupe de meilleure qualité ; l'extension du coude est réanimée par le transfert du DP.

■ Construction d'une « key grip » active (fig 12)

La pince pollicidigitale est construite suivant les mêmes principes d'activation et de positionnement de la colonne du pouce que chez le tétraplégique haut, mis à part que le moteur de la pince n'est pas uniquement l'extension du poignet mais le transfert du BR sur le FPL dans les groupes 2 et 3, ou du PT dans les groupe 4 et 5.

Technique de « key grip » active par transfert du brachioradialis (G2-G3) ou du pronator teres (G4-G5) sur le flexor pollicis longus (fig 12)

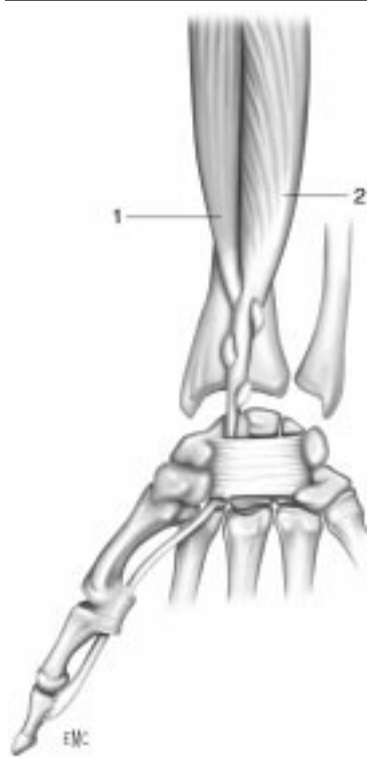
• Indications

- G2, G3 et plus : extension forte du poignet.
- Absence de spasticité importante sur le FPL.

• Technique

Nous utilisons la même voie d'abord externe que précédemment, prolongée dans sa partie proximale. Le prélèvement du BR se déroule selon la même technique. En cas de transfert du PT, il est repéré entre le BR et les fléchisseurs (fig 12A), puis désinséré (fig 12B) avec une languette de périoste prélevée sur le radius afin de donner au tendon un maximum de longueur. Le BR ou le PT sont fixés au FPL selon la technique de Pulverstaff (fig 12C, 13). La tension est telle qu'en position neutre du poignet un contact pouce-index ait lieu tout en conservant une ouverture de la pince en flexion du poignet.

L'ouverture passive de la pince est assurée par une ténodèse dorsale de l'EPL. Comme pour la construction d'une key grip passive, l'EPL



13 Transfert du brachioradialis sur le flexor pollicis longus pour construction d'une key-grip active.

doit être libéré le plus distalement possible jusqu'à la base du pouce. L'EPL est dérouté du 1^{er} au 3^e compartiment. La ténodèse doit être fixée dorsalement pour être mise en tension lors de la flexion du poignet et le plus radialement possible pour limiter l'effet de rétropulsion de l'EPL. Le point de fixation idéal correspond à la première coulisserie ostéofibreuse du poignet ; le tendon peut être fixé par une ancre type Mitek (taille normale) sur le radius, soit passé à travers la cloison entre la première et seconde coulisserie, soit enfin sur l'insertion distale du BR.

• Rééducation

En postopératoire, la pince est immobilisée par une orthèse maintenant le poignet à 20° de flexion, le pouce presque au contact de l'index. À partir de la quatrième semaine, la pince est mise en charge de façon passive et le poignet immobilisé en position neutre. Ce n'est qu'à 6 semaines que le travail actif est débuté ; les activités contre résistance sont proscrites jusqu'à la huitième semaine.

■ Réanimation des doigts longs : « grasp »

Comme pour la construction d'une *key grip*, la réanimation des doigts nécessite des gestes d'activation du système extrinsèque (des extenseurs pour l'ouverture et des fléchisseurs pour la fermeture) et de stabilisation des MP pour pallier le déficit des muscles intrinsèques. À la différence du pouce, des courses tendineuses beaucoup plus importantes imposent de dissocier les temps d'ouverture et de fermeture des doigts, le geste intrinsèque étant réalisé au cours du temps d'ouverture.

Activation des doigts

• Indications

- G3, G4 et plus.
- Bonne mobilité du poignet (FP > 45° ; FD > 45°).
- Souplesse des chaînes digitales.

• Temps de fermeture

Les FDP peuvent être réanimés par le transfert de l'ECRL. En effet, les radiaux sont synergiques des fléchisseurs et ont une course suffisante. Néanmoins, certains préfèrent utiliser le BR pour ne pas affaiblir l'extension du poignet.

– Technique de transfert de l'ECRL sur le FPL

La voie d'abord de l'avant-bras est latérale de façon à accéder aux fléchisseurs et permettre le prélèvement et la libération de l'ECRL. Ce même abord peut être utilisé pour le temps de fermeture et la réalisation d'une pince pollicidigitale. L'incision débute à la base du pouce et remonte de façon arciforme jusqu'à la limite distale du tiers proximal de l'avant-bras. Elle doit être suffisamment large pour permettre un accès aussi bien palmaire que dorsal. Dans la partie distale de l'incision, il faut veiller à protéger au maximum les branches sensitives terminales du nerf radial en les laissant dans le tissu sous-cutané. Leur lésion est source de douleurs parfois rebelles chez ces patients qui ont le plus souvent conservé une bonne sensibilité dans ce territoire. L'ECRL est facilement retrouvé dans la seconde coulisserie ostéofibreuse ; après la section distale de son tendon, le muscle est libéré en amont du LAP qui le croise. L'ECRL a une course physiologique déjà importante et n'a pas besoin, à la différence du BR, d'une libération extensive. Celle-ci se limite au tiers proximal de son corps musculaire pour rendre son trajet le plus direct possible après transfert.

Les FDP sont à leur tour repérés ; leur position est très ulnaire et le FDP du II est indépendant. La particularité de ce transfert est de réanimer avec un seul muscle quatre tendons. La difficulté principale de ce transfert est qu'il s'épuise sur un seul rayon, n'autorisant qu'une flexion insuffisante des voisins. Pour éviter cet aléa, il est indispensable, avant de transférer l'ECRL, de synchroniser les fléchisseurs entre eux par des points transversaux. Les doigts sont dans un premier temps positionnés les uns par rapport aux autres à l'aide d'une compresse dépliée en imposant une flexion croissante du II au V. Ensuite, les tendons sont unis entre eux par un point transversal de fil non résorbable. Ce n'est qu'après la synchronisation que l'ECRL est transféré circum radial sur les fléchisseurs. Le transfert est passé plusieurs fois à travers les fléchisseurs. Le réglage de la tension est plus aisé lorsque le temps d'ouverture a déjà été réalisé ; dans ce cas, on règle la tension maximale autorisant l'ouverture complète des doigts poignet fléchi. Dans la situation contraire, la tension sur les fléchisseurs doit induire un enroulement complet des chaînes digitales poignet en extension, tout en permettant l'extension des doigts poignet fléchi. Comme pour tout transfert, il vaut mieux pécher par excès que par défaut.

En postopératoire, le patient est immobilisé par une attelle postérieure reliée au troisième jour par une orthèse, prenant la main et le coude. Le poignet est en légère flexion, chaînes digitales en enroulement complet, pronosupination neutre et coude à 90°.

– Rééducation

À 4 semaines postopératoires, la rééducation est débutée, pendant 2 semaines en passif et actif aidés, les sutures étant protégées en dehors des séances par une orthèse ne prenant que la main. Le travail actif ainsi que le renforcement de l'extension active du poignet sont débutés à la sixième semaine. À partir de la huitième semaine, le travail contre-résistance débute, les orthèses nocturnes de protection sont enlevées.

• Temps d'ouverture

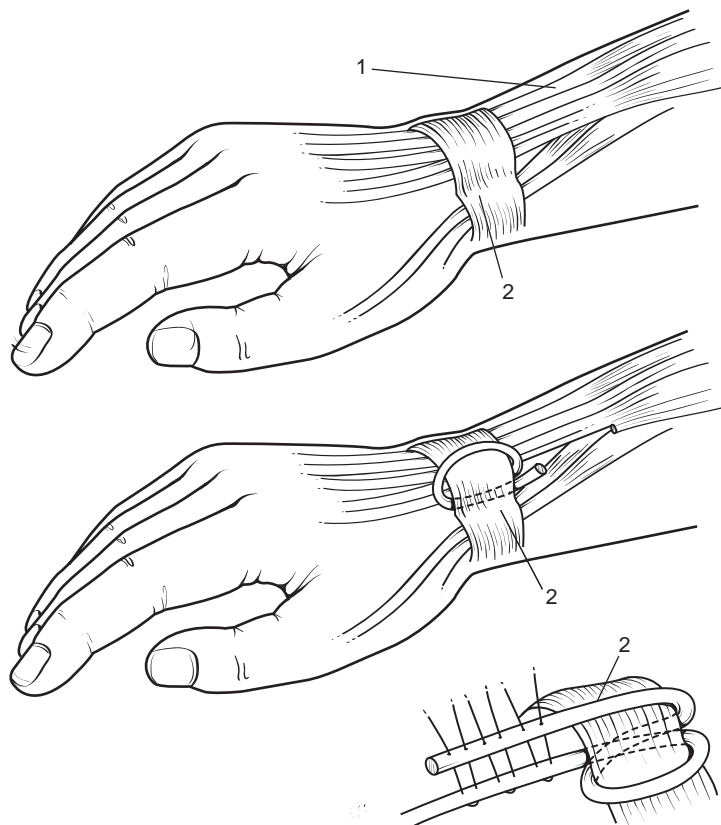
Jusqu'au groupe 7, il est nécessaire de restaurer l'extension des doigts longs. Le temps d'ouverture est tout aussi important que celui de fermeture, car au cours de la préhension avant d'être saisi un objet doit pouvoir être attrapé et enfin relâché. Une ouverture insuffisante conduit avec le temps à une fermeture progressive de la main limitant les prises, devenant parfois gênante et inesthétique. Le temps d'ouverture doit être séparé de la fermeture d'au moins 2 mois. La séquence de réalisation des deux temps est variable selon les équipes.

L'ouverture est passive par ténodèse des extenseurs au rétinaculaire dorsal des extenseurs, l'ouverture des doigts étant assurée par la flexion du poignet.

À partir du groupe 4, l'extension peut être active par transfert du BR sur les extensor digitorum communis (EDC).

– Technique d'ouverture passive (fig 14)

La voie d'abord reste externe ; un décollement sous-cutané dorsal veillant à ne pas léser les branches sensitives du nerf radial permet



14 Temps d'ouverture passive lors de la réanimation des doigts longs par ténodèse des extenseurs.

1. Extensor digitorum communis ; 2. rétinaculaire dorsal.

de repérer le rétinaculaire dorsal et les tendons de l'EDC dans la troisième coulisse ostéotendineuse. Selon le mode de fixation choisi, l'abord des extenseurs est différent. En cas de fixation au rétinaculum dorsal comme le proposent Revol et Teyssier, les tendons sont sectionnés en amont du rétinaculaire dorsal et passés autour du rétinaculum puis à nouveau dans la coulisse pour enfin être fixés à eux-mêmes (fig 14). En cas de fixation au dos du radius, le rétinaculum est ouvert, la métaphyse radiale est avivée, les tendons sont fixés soit par des tunnels transosseux, soit sous un capot cortical, soit sous une plaque d'ostéosynthèse type minifragment. Dans ce dernier cas, il est essentiel de veiller à ce que la plaque ne déborde pas dans la seconde coulisse et ne vienne pas avec le temps léser l'unique extenseur du poignet laissé en place.

Comme pour les fléchisseurs, la synchronisation des extenseurs est nécessaire ; la tension de la ténodèse doit être telle qu'en légère flexion du poignet l'extension des MP soit complète, tout en autorisant lors de l'extension du poignet un enroulement complet des chaînes digitales.

– En cas de réanimation d'une extension active des doigts à partir du groupe 4, le transfert du BR sur les EDC est réalisé par la même voie d'abord grâce à des points transtendineux type Pulsverstaff ; le réglage de la tension suit les mêmes règles qu'en cas de ténodèse.

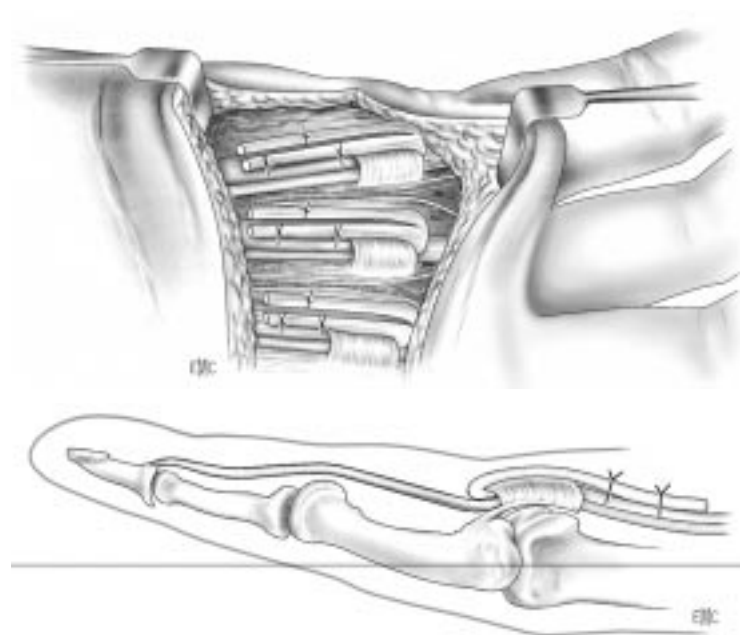
En postopératoire, le patient est immobilisé poignet en extension complète ; les MP peuvent être laissées en légère flexion, ce d'autant plus qu'un geste intrinsèque a été réalisé.

– Rééducation

Après une immobilisation de 4 semaines, la récupération de la flexion du poignet peut être entreprise.

Gestes de positionnement intrinsèque

Le geste de positionnement intrinsèque des MP a pour but de pallier la paralysie des muscles intrinsèques constante chez ces patients [18, 19, 20], l'objectif étant de lutter contre le déséquilibre de la balance intrinsèque/extrinsèque qui conduit, lors de l'ouverture des doigts, à une hyperextension des MP et à une extension incomplète des IP, alors qu'à la fermeture une flexion précoce des IPP et une tendance



15 Intervention « lasso » de Zancolli.

à l'extension des MP conduisent à une flexion dysharmonieuse distoproximale des doigts rendant les prises difficiles.

L'objectif de ce temps est de stabiliser les MP en flexion comme on peut le faire par la manœuvre de Bouvier. Nous utilisons la technique du lasso du FCS décrite par Zancolli qui est réalisée en même temps que le geste d'ouverture.

• Technique de l'intervention « lasso » de Zancolli (fig 15)

Nous utilisons des incisions longitudinales, axées sur chaque rayon, du pli palmaire distal jusqu'au pli de flexion de l'IPP. Ainsi, la rétraction cutanée aide à la mise en flexion des MP. Les nerfs collatéraux sont repérés, le canal digital dégagé. Ce dernier est ouvert par un court volet à base distale à la jonction entre A1 et A2 (il est souhaitable d'empiéter légèrement sur A2 pour augmenter le moment fléchissant du FDS). Les bandelettes du FCS sont repérées, sectionnées en distal et sorties du canal digital. Retourné au-dessus de la poulie A1, le FDS est fixé à lui-même de telle sorte que les MP soient à 40° de flexion (fig 15).

En postopératoire, la mobilisation active des doigts est possible d'emblée, sous couvert d'une attelle « MP stop » protégeant les « lasso ». Cette attelle doit être laissée plus de 3 mois après l'intervention afin de lutter contre la détente ; dans le même esprit, il est essentiel d'apprendre au patient à réaliser ses transferts non plus la main à plat mais poing fermé.

Conclusion

La CFMS du tétraplégique est pratiquée depuis relativement peu longtemps par un nombre limité d'équipes spécialisées. Depuis sa naissance, ses techniques ont régulièrement évolué au vu de leurs résultats dans le temps et de la confrontation internationale, tous les 2 à 3 ans, des différentes équipes.

Cette chirurgie semble avoir acquis une certaine maturité mais reste et est perfectible. Ses techniques actuelles ne peuvent être considérées comme définitives.

La CFMS est une chirurgie « gagnante », mais ses résultats dépendent essentiellement et avant tout de la motivation du patient et de sa prise en charge globale par une équipe multidisciplinaire.

Les principes de base établis par Möberg s'affirment au fil du temps et s'éloignent de ceux de la prise en charge des paralysés périphériques. Il ne faut pas rechercher une restitution physiologique maximale de tous les mouvements, mais viser une reconstruction fonctionnelle simple et fiable. La CFMS ne doit pas enraidir la main, organe de relation

humaine qui doit rester souple.

Nous insistons, à la lumière de notre expérience, sur deux points :

- ce sont les désirs d'un malade bien informé qui régissent les indications (et non les possibilités, qui ne peuvent être codifiées, des techniques chirurgicales) ;
- la CFMS doit viser avant tout la réhabilitation et la réintégration sociale du tétraplégique.

Les durées de séjours hospitaliers et en centre doivent être réduites au minimum en regroupant les temps opératoires. Nous privilégions donc actuellement la chirurgie en un temps réunissant dans le même temps opératoire la réanimation de l'extension du coude et la construction

d'une « key grip ». Ainsi, après une seule intervention et son suivi postopératoire, le tétraplégique peut, grâce à un membre supérieur réanimé, améliorer considérablement son indépendance et être réintégré.

Selon ses désirs, le membre supérieur controlatéral est opéré selon les mêmes principes ou fait l'objet d'indications et de techniques permettant de bâtir une main controlatérale différente (construction d'un « grasp », pince pollicidigitale de force et d'ouverture variables). Le résultat de la CFMS ne dépend pas des améliorations fonctionnelles analytiques, mais du résultat fonctionnel global de cette réhabilitation chirurgicale dépendant d'un environnement spécialisé pré- et postopératoire.

Références

- [1] Allieu Y. Réhabilitation chirurgicale du membre supérieur du tétraplégique. In : Cahier d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Masson, 1988 : 223-255
- [2] Allieu Y. Surgical classification of the upper limb in tetraplegic patients. *Ann Chir Plast Esthet* 1993 ; 38 : 180-186
- [3] Allieu Y. Le membre supérieur du tétraplégique. In : Cahiers d'enseignement de la Société française de chirurgie de la main. Paris : Masson, 1994 : 1-17
- [4] Allieu Y, Benichou M, Ohanna F, Rabischong E, Benoit P. Functional surgery of the upper limbs in tetraplegic patients. Current trends after 10 years of experience at the Propara Center. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1993 ; 79 : 79-88
- [5] Allieu Y, Benichou M, Tessier J, Desbonnet P, Lussiez B. Restoration of the upper limb in tetraplegic patients by tendon transfers. *Chirurgie* 1986 ; 112 : 736-742
- [6] Allieu Y, Coulet B, Chammas M. Functional surgery of the upper limb in high-level tetraplegia. Part I. *Techniques in hand and upper extremity surgery* 2000 ; 4 : 50-63
- [7] Allieu Y, Coulet B, Chammas M. Functional surgery of the upper limb in high-level tetraplegia. Part II. *Techniques in hand and upper extremity surgery* 2000 ; 4 : 64-68
- [8] Allieu Y, Coulet B, Chammas M. Réanimation de l'extension active du coude et construction de la pince pouce-index en un temps chez le tétraplégique haut. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2001 ; 87 : 2572
- [9] Allieu Y, Tessier J, Triki F, Mailhe D, Ascencio G, Gomis R et al. Restoration of elbow extension in the tetraplegic by transplantation of the posterior deltoid. Study of 21 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1985 ; 71 : 195-200
- [10] Coulet B. Chirurgie fonctionnelle du membre supérieur chez le tétraplégique haut. À propos de 100 cas. [thèse]. Montpellier I : 1998, 1-222
- [11] Coulet B, Allieu Y. Supination contracture of the forearm in high level tetraplegia. Présentation orale. 1998 : Cleveland (USA)
- [12] Coulet B, Allieu Y, Chammas R. Injured metacarpal and functional surgery of the tetraplegic upper limb. *Hand Clinics* 2002 ; 18 : 399-412
- [13] Ejekkar A. Upper limb surgical rehabilitation in high-level tetraplegia. *Hand Clin* 1988 ; 4 : 585-599
- [14] Freehafer AA. Flexion and supination deformities of the elbow in tetraplegics. *Paraplegia* 1977 ; 15 : 221-225
- [15] Gellman H, Kan D, Waters RL, Nicosa A. Rerouting of the biceps brachii for paralytic supination contracture of the forearm in tetraplegia due to trauma. *J Bone Joint Surg Am* 1994 ; 76 : 398-402
- [16] Hentz VR, Brown M, Keoshian LA. Upper limb reconstruction in quadriplegia: functional assessment and proposed treatment modifications. *J Hand Surg [Am]* 1983 ; 8 : 119-131
- [17] House JH. Reconstruction of the thumb in tetraplegia following spinal cord injury. *Clin Orthop* 1985 ; 195 : 117-128
- [18] House JH, Comadoll J, Dahl AL. One-stage key pinch and release with thumb carpal-metacarpal fusion in tetraplegia. *J Hand Surg [Am]* 1992 ; 17 : 530-538
- [19] House JH, Gwathmey FW, Lundsgaard DK. Restoration of strong grasp and lateral pinch in tetraplegia due to cervical spinal cord injury. *J Hand Surg [Am]* 1976 ; 1 : 152-159
- [20] House J, Walsh T. Two-stage reconstruction of the tetraplegic hand. In : Strickland JW ed. Master techniques in orthopaedic surgery, the hand. Philadelphia : Lippincott-Raven Publishers, 1988 : 229-266
- [21] Keith MW, Peckham PH, Thrope GB, Stroth KC, Smith B, Buckett JR et al. Implantable functional neuromuscular stimulation in the tetraplegic hand. *J Hand Surg [Am]* 1989 ; 14 : 524-530
- [22] Kuz JE, VanHeest AE, House JH. Biceps-to-triceps transfer in tetraplegic patients: report of the medial routing technique and follow-up of three cases. *J Hand Surg [Am]* 1999 ; 24 : 161-172
- [23] Lamb DW, Landry RM. Hand in quadriplegia. *Paraplegia* (2) : 1971 ; 9 : 204-212
- [24] Mac Dowell CL, Möberg E, House JH. The second International Conference on surgical rehabilitation of the upper limb in tetraplegia (quadriplegia). *J Hand Surg* 1986 ; 11A : 604
- [25] McDowell CL, Möberg EA, Smith AG. International conference on surgical rehabilitation of the upper limb in tetraplegia. *J Hand Surg [Am]* 1979 ; 4 : 387-390
- [26] Mennen U, Boonzaier AC. An improved technique of posterior deltoid to triceps transfer in tetraplegia. *J Hand Surg [Br]* 1991 ; 16 : 197-201
- [27] Möberg E. Surgical treatment for absent single-hand grip and elbow extension in quadriplegia. Principles and preliminary experience. *J Bone Joint Surg Am* 1975 ; 57 : 196-206
- [28] Möberg E. Upper limb surgery in tetraplegia. *Hand* 1977 ; 9 : 205-206
- [29] Möberg E. Two-point discrimination test. A valuable part of hand surgical rehabilitation, e. g. in tetraplegia. *Scand J Rehabil Med* 1990 ; 22 : 127-134
- [30] Möberg E. Surgical rehabilitation of the upper limb in tetraplegia. *Paraplegia* 1990 ; 28 : 330-334
- [31] Möberg E, McDowell CL, House JH. Third International Conference on surgical rehabilitation of the upper limb in tetraplegia (quadriplegia). *J Hand Surg [Am]* 1989 ; 14 : 1064-1066
- [32] Mohammed KD, Rohwell AG, Sinclair SW, Willems SM, Bean AR. Upper-limb surgery for tetraplegia. *J Bone Joint Surg Br* 1992 ; 74 : 873-879
- [33] Paul SD, Gellman H, Waters R, Willstein G, Tognella M et al. Single-stage reconstruction of key pinch and extension of the elbow in tetraplegic patients. *J Bone Joint Surg Am* 1994 ; 76 : 1451-1456
- [34] Revol M, Briand E, Servant JM. Biceps-to-triceps transfer in tetraplegia. The medial route. *J Hand Surg [Br]* 1999 ; 24 : 235-237
- [35] Schottstaedt ER, Bost FC. The surgical reconstruction of the upper extremity paralysed by poliomyelitis. *J Bone Joint Surg* 1958 ; 40A : 633-643
- [36] Zancolli E. Surgery for the quadriplegic hand with active, strong wrist extension preserved. A study of 97 cases. *Clin Orthop* 1975 ; 112 : 101-113
- [37] Zancolli E. Structural and dynamic bases of hand surgery (second edition). Philadelphia and Toronto : JB. Lippincott Company, 1979
- [38] Zancolli EA. Paralytic supination contracture of the forearm. *J Bone Joint Surg Am* 1967 ; 49 : 1275-1284

Chirurgie palliative motrice des paralysies de la main (I) : principes et méthodes palliatives des fonctions élémentaires

M. Revol, J.-M. Servant

Lorsqu'une réparation nerveuse est impossible ou a échoué, la chirurgie palliative peut habituellement compenser les fonctions motrices essentielles de la main paralysée. Elle ne peut être raisonnablement indiquée que si le tableau clinique est stable et si une rééducation postopératoire spécialisée est possible. Cette chirurgie repose sur les transferts tendineux actifs, combinés avec les procédés passifs de ténodèses et d'arthrodèses. Ces techniques permettent en particulier de réanimer les fonctions élémentaires primordiales suivantes : extension du poignet ; extension, flexion et fonctions intrinsèques des doigts ; abduction, antépulsion et adduction du premier métacarpien ; flexion et extension interphalangiennes du pouce.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Transferts tendineux ; Chirurgie de la main ; Membre supérieur ; Paralysies de la main ; Chirurgie palliative motrice ; Ténodèses ; Arthrodèses

Plan

| | |
|--|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Principes | 1 |
| Arthrodèses | 1 |
| Ténodèses | 2 |
| Transferts tendineux | 2 |
| ■ Méthodes palliatives des paralysies des fonctions élémentaires : généralités | 7 |
| ■ Méthodes palliatives des paralysies des fonctions élémentaires : poignet | 7 |
| Source d'effets ténodèse clés | 7 |
| Flexion | 8 |
| Extension | 9 |
| ■ Méthodes palliatives des paralysies des fonctions élémentaires : doigts | 10 |
| Effets ténodèse aux doigts | 10 |
| Extension métacarpophalangienne des doigts | 11 |
| Flexion interphalangienne des doigts | 17 |
| Fonctions intrinsèques des doigts | 18 |

■ Introduction

La chirurgie palliative motrice comporte trois impératifs préalables fondamentaux ; il faut s'assurer :

- que toutes les possibilités de réparation nerveuse ont été correctement tentées si elles sont possibles ;
- que le tableau clinique est stable, c'est-à-dire qu'il n'est susceptible spontanément ni de s'aggraver ni de s'améliorer ;
- enfin que la rééducation postopératoire peut être faite et suivie correctement.

Si un rééducateur expérimenté ne peut pas s'occuper des suites opératoires et/ou si le patient n'est pas suffisamment coopérant pour se soumettre à cette rééducation, il faut certainement différer l'opération car le résultat de ce traitement incomplet serait mauvais.

Après les principes généraux de la chirurgie palliative motrice du membre supérieur, nous allons voir les méthodes qui permettent de compenser les paralysies élémentaires, puis les indications qui permettent d'appliquer ces méthodes en fonction des tableaux cliniques les plus fréquents.

■ Principes

Cet article ne concerne que les paralysies de la main dont le tableau clinique est stable ou stabilisé, non évolutif. Si la paralysie est liée à une maladie neurologique, il est en effet contre-indiqué de réaliser une intervention palliative lorsque cette maladie causale est susceptible de s'aggraver ou, au contraire, de s'améliorer spontanément. Si la paralysie est liée à une lésion nerveuse périphérique, toutes les possibilités chirurgicales de réparation nerveuse doivent d'abord être tentées avant d'envisager, si elles échouent, une éventuelle chirurgie palliative motrice. En urgence, les indications de la chirurgie palliative associées d'emblée à la réparation nerveuse sont exceptionnelles et discutables lorsque cette réparation est possible. Les moins discutables concernent peut-être le pouce dans les paralysies cubitales hautes et le poignet dans les paralysies radiales hautes, surtout si le patient est âgé et que ses possibilités de régénération nerveuse sont réduites.

Par ailleurs, nous excluons d'emblée de cet article la stimulation électrique implantée, encore balbutiante.

Ces préalables étant posés, les procédés qui sont utilisables dans la chirurgie palliative motrice relèvent de trois catégories : les arthrodèses, les ténodèses et les transferts tendineux.

Arthrodèses

Une arthrodèse consiste à supprimer une articulation en la bloquant définitivement dans une position choisie. Ce geste peut être indiqué soit pour corriger une mauvaise position articulaire, soit pour stabiliser une chaîne digitale, soit pour les deux raisons à la fois.

Il existe de nombreuses façons de réaliser une arthrodèse. Pour ce qui concerne les chaînes digitales, c'est-à-dire les

“ Points essentiels

Nomenclature (ancienne dénomination, dénomination internationale) et abréviations usuelles des principaux muscles de l'avant-bras et de la main

- Rond pronateur *Pronator teres* (PT)
- Carré pronateur *Pronator quadratus* (PQ)
- Grand palmaire *Flexor carpi radialis* (FCR)
- Petit palmaire *Palmaris longus* (PL)
- Cubital antérieur *Flexor carpi ulnaris* (FCU)
- Fléchisseur commun superficiel *Flexor digitorum superficialis* (FDS)
- Fléchisseur commun profond *Flexor digitorum profundus* (FDP)
- Long fléchisseur du pouce *Flexor pollicis longus* (FPL)
- Long supinateur *Brachio-radialis* (BR)
- Court supinateur *Supinator*
- Premier radial *Extensor carpi radialis longus* (ECRL)
- Deuxième radial *Extensor carpi radialis brevis* (ECRB)
- Radial surnuméraire *Extensor carpi radialis intermedialis* (ECRI)
- Extenseur commun des doigts *Extensor digitorum communis* (EDC)
- Extenseur propre du cinquième doigt *Extensor digiti minimi* (EDM)
- Extenseur propre de l'index *Extensor indicis* (*proprius*) (EI[P])
- Cubital postérieur *Extensor carpi ulnaris* (ECU)
- Long abducteur du pouce *Abductor pollicis longus* (APL)
- Court extenseur du pouce *Extensor pollicis brevis* (EPB)
- Long extenseur du pouce *Extensor pollicis longus* (EPL)
- Court abducteur du pouce *Abductor pollicis brevis* (APB)
- Opposant du pouce *Opponens pollicis*
- Court fléchisseur du pouce *Flexor pollicis brevis* (FPB)
- Adducteur du pouce *Adductor pollicis*
- Adducteur du cinquième doigt *Adductor digiti minimi* (ADM)
- Court fléchisseur du cinquième doigt *Flexor digiti minimi*
- Opposant du cinquième doigt *Opponens digiti minimi*
- Palmaire cutané *Palmaris brevis*
- Lombricaux *Lumbricales*
- Interosseux *Interossei*

articulations interphalangiennes (IP), métacarpophalangiennes (MP), et même trapézo-métacarpiennes (TM), notre préférence va au procédé du cône et de la cupule [1-3] (Fig. 1). Cette méthode simple et efficace a en effet pour principal avantage de permettre un réglage facile de la position d'arthrodèse, qui peut être corrigée au besoin à tout instant de l'intervention. Son inconvénient principal est un raccourcissement du doigt ou du pouce arthrodésé, d'environ 1 cm. La stabilisation articulaire est assurée pendant les 6 à 8 semaines de la consolidation osseuse par deux broches de Kirschner. Selon les cas, il s'agit soit d'une broche longitudinale et d'une broche oblique pour bloquer la rotation, soit de deux broches obliques. Les broches peuvent être soit enfouies sous la peau et coupées au ras de l'os pour être abandonnées, soit laissées longues et dépassant la peau, en protégeant alors leur extrémité libre par un bouchon et/ou en la recourbant.

Ténodèses

Par définition, le mot « ténodèse » signifie « tendon fixé, bloqué ». Lorsqu'on fait une ténodèse, il s'agit soit de fixer sur le squelette l'extrémité proximale d'un tendon dont l'insertion distale est conservée, soit de prendre une greffe tendineuse libre

et d'en fixer les deux extrémités sur deux endroits différents, comme dans les ténodèses de Smith, de Srinivasan, de Fowler, etc. Dans ces derniers cas, il faut remarquer que le point proximal est toujours fixe (os, poulie) et que l'extrémité distale est un tendon de muscle paralysé, ce qui distingue clairement une ténodèse d'une simple greffe tendineuse prolongeant un transfert musculaire ou tendineux.

Dans tous les cas, et pour que la ténodèse ait une utilité quelconque, elle doit enjamber ou croiser une ou plusieurs articulations entre le point proximal et le point distal de fixation de son tendon. Lorsque la ténodèse n'enjambe qu'une seule articulation, elle est dite « simple » et son rôle est simplement de limiter passivement l'amplitude du mouvement de cette articulation, à la façon d'un ligament. Lorsque la ténodèse enjambe deux articulations ou plus, elle est dite « dynamique », car elle possède alors un effet automatique qui est activé par le mouvement d'une des articulations concernées. À cet égard, on peut qualifier une ténodèse dynamique de « directe » ou de « croisée » selon qu'elle reste du même côté de la ligne qui unit les axes de rotation des articulations concernées ou qu'elle la croise. [4, 5]

Dans la ténodèse dynamique directe, le trajet de son tendon reste toujours du même côté de la ligne qui unit les axes de rotation des articulations concernées (Fig. 2). La ténodèse entraîne ainsi un mouvement opposé des articulations : la flexion d'une articulation entraîne l'extension de l'autre. Habituellement, ce type de ténodèse est utilisé lorsque l'articulation proximale a conservé un moteur du côté opposé à la fixation de la ténodèse. La ténodèse a alors pour effet de remplacer le moteur articulaire distal antagoniste. Si l'articulation distale conserve un moteur du côté opposé à la fixation de la ténodèse, il existe un effet de ténodèse « réciproque », qui tend à remplacer le moteur proximal antagoniste. Un des meilleurs exemples de ténodèse dynamique directe est fourni par la ténodèse de l'EDC au dos du poignet (cf. infra).

Dans la ténodèse dynamique croisée, le trajet du tendon croise la ligne qui unit les axes de rotation des articulations concernées (Fig. 3). La ténodèse entraîne ainsi un mouvement des articulations qui se fait dans le même sens : la flexion de l'une entraîne la flexion de l'autre. Habituellement, ce type de ténodèse est utilisé lorsque l'articulation distale a conservé un moteur du côté opposé à la fixation de la ténodèse. La ténodèse a alors pour effet de remplacer le moteur articulaire proximal agoniste. Si l'articulation proximale conserve un moteur du côté opposé à la fixation de la ténodèse, il existe un effet de ténodèse « réciproque », qui tend à remplacer le moteur distal agoniste. Un des meilleurs exemples de ténodèse dynamique croisée est fourni par la nature, car il s'agit du ligament rétinaculaire des doigts (cf. infra).

L'effet d'une ténodèse est lié à la fois au caractère inextensible du tendon et à l'augmentation relative de longueur du squelette articulaire concerné. Encore faut-il que la mobilité passive des articulations concernées soit normale et qu'il existe un moteur musculaire pour activer cette ténodèse.

Sur le plan sémantique, il faut distinguer l'effet d'une ténodèse proprement dite de l'« effet ténodèse » d'un mouvement articulaire. Dans ce cas, il s'agit de l'effet que ce mouvement articulaire entraîne sur les tendons voisins de l'articulation, qui ne sont pas fixés à leur extrémité proximale mais reliés normalement à leurs corps musculaires, paralysés ou non. Nous détaillerons un exemple de cette notion capitale, avec les mouvements du poignet sur les fléchisseurs et extenseurs extrinsèques des doigts (cf. infra).

Quant à la « composante de ténodèse » d'un transfert tendineux, c'est l'effet que l'on obtient passivement en mobilisant l'articulation croisée par ce transfert dans le sens qui le met sous tension maximale. Cette dernière notion est très importante pour le réglage opératoire des transferts tendineux.

Transferts tendineux

Principe

L'idéal de la chirurgie palliative motrice est de réanimer la fonction d'un muscle paralysé par celle d'un muscle actif. Les

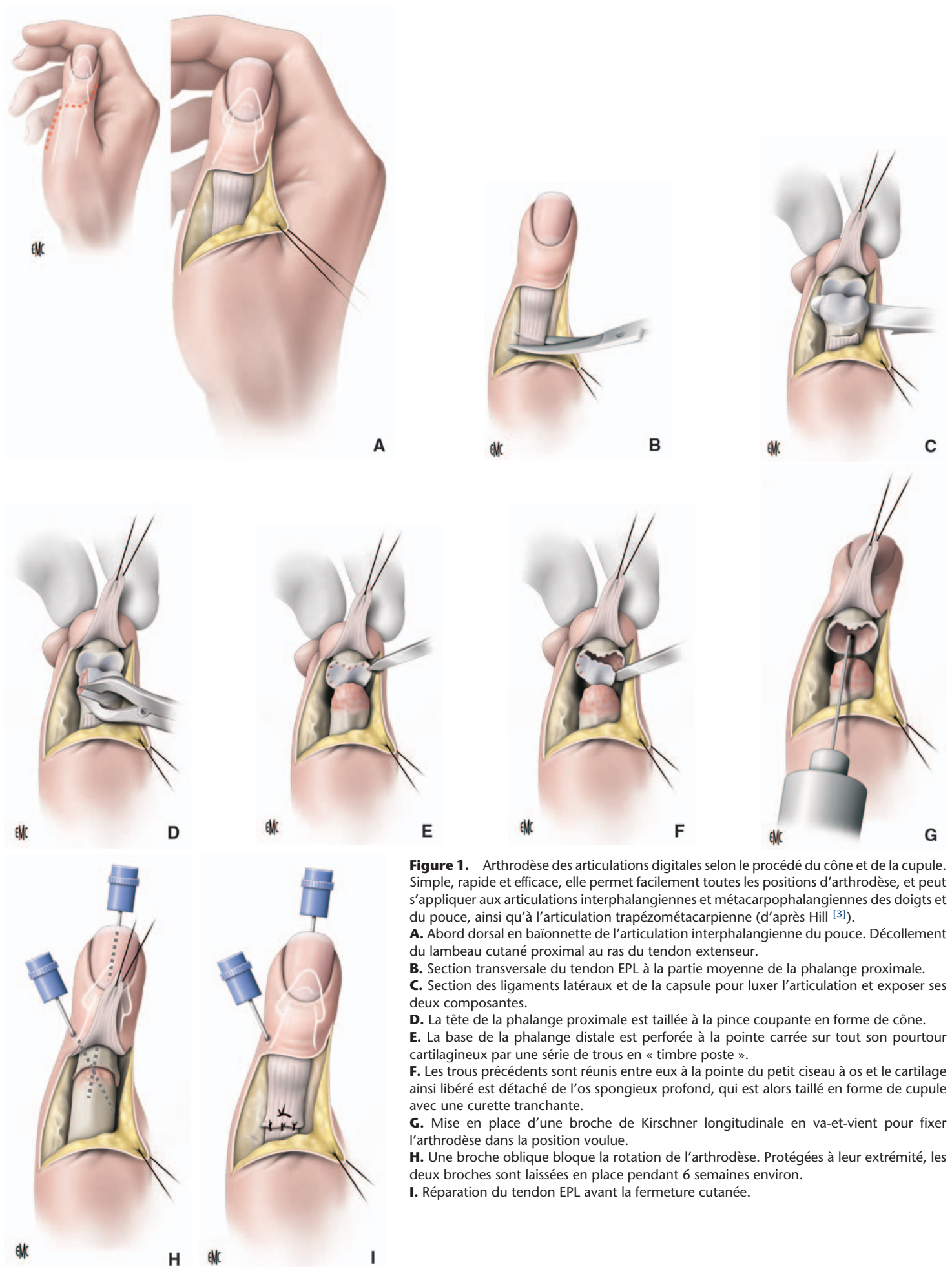


Figure 1. Arthrodesis des articulations digitales selon le procédé du cône et de la cupule. Simple, rapide et efficace, elle permet facilement toutes les positions d'arthrodèse, et peut s'appliquer aux articulations interphalangiennes et métacarpophalangiennes des doigts et du pouce, ainsi qu'à l'articulation trapézométacarpienne (d'après Hill [3]).

A. Abord dorsal en baïonnette de l'articulation interphalangienne du pouce. Décollement du lambeau cutané proximal au ras du tendon extenseur.

B. Section transversale du tendon EPL à la partie moyenne de la phalange proximale.

C. Section des ligaments latéraux et de la capsule pour luxer l'articulation et exposer ses deux composantes.

D. La tête de la phalange proximale est taillée à la pince coupante en forme de cône.

E. La base de la phalange distale est perforée à la pointe carrée sur tout son pourtour cartilagineux par une série de trous en « timbre poste ».

F. Les trous précédents sont réunis entre eux à la pointe du petit ciseau à os et le cartilage ainsi libéré est détaché de l'os spongieux profond, qui est alors taillé en forme de cupule avec une curette tranchante.

G. Mise en place d'une broche de Kirschner longitudinale en va-et-vient pour fixer l'arthrodèse dans la position voulue.

H. Une broche oblique bloque la rotation de l'arthrodèse. Protégées à leur extrémité, les deux broches sont laissées en place pendant 6 semaines environ.

I. Réparation du tendon EPL avant la fermeture cutanée.

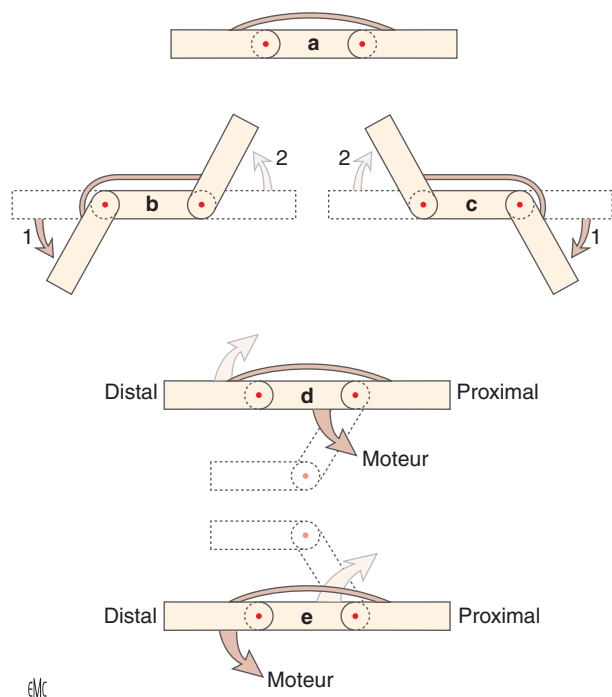


Figure 2. Ténodèse dynamique directe. Les deux extrémités du tendon sont fixées du même côté de la ligne qui unit les axes des deux articulations concernées (a). La mise en tension de la ténodèse par « flexion » d'une des deux articulations entraîne l'« extension » de l'autre (b, c). Ainsi, la « flexion » de l'articulation proximale entraîne l'« extension » de l'articulation distale (d) et la « flexion » de l'articulation distale entraîne l'« extension » de l'articulation proximale (e). Ce dernier effet est l'effet ténodèse « réciproque ».

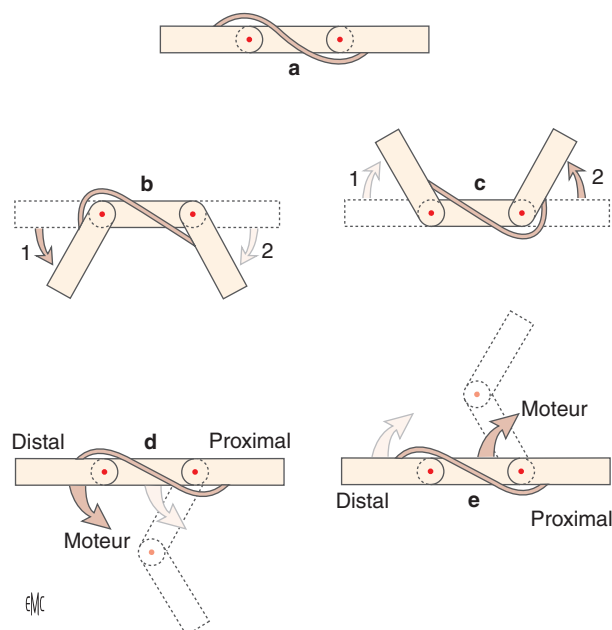


Figure 3. Ténodèse dynamique croisée. Les deux extrémités du tendon sont fixées de part et d'autre de la ligne qui unit les axes des deux articulations concernées (a). La mise en tension de la ténodèse par « flexion » d'une des deux articulations entraîne la « flexion » de l'autre dans le même sens (b, c). Ainsi, la « flexion » de l'articulation distale entraîne la « flexion » de l'articulation proximale (d) et l'« extension » de l'articulation proximale entraîne l'« extension » de l'articulation distale (e). Ce dernier effet est l'effet ténodèse « réciproque ».

deux conditions préalables sont d'une part que l'amplitude articulaire de la fonction réanimée soit suffisante, et d'autre part que la fonction du muscle actif qui sert de « moteur » soit compensée de façon naturelle par un autre muscle (fonction « en double »), pour ne pas déplacer le problème initial. S'il

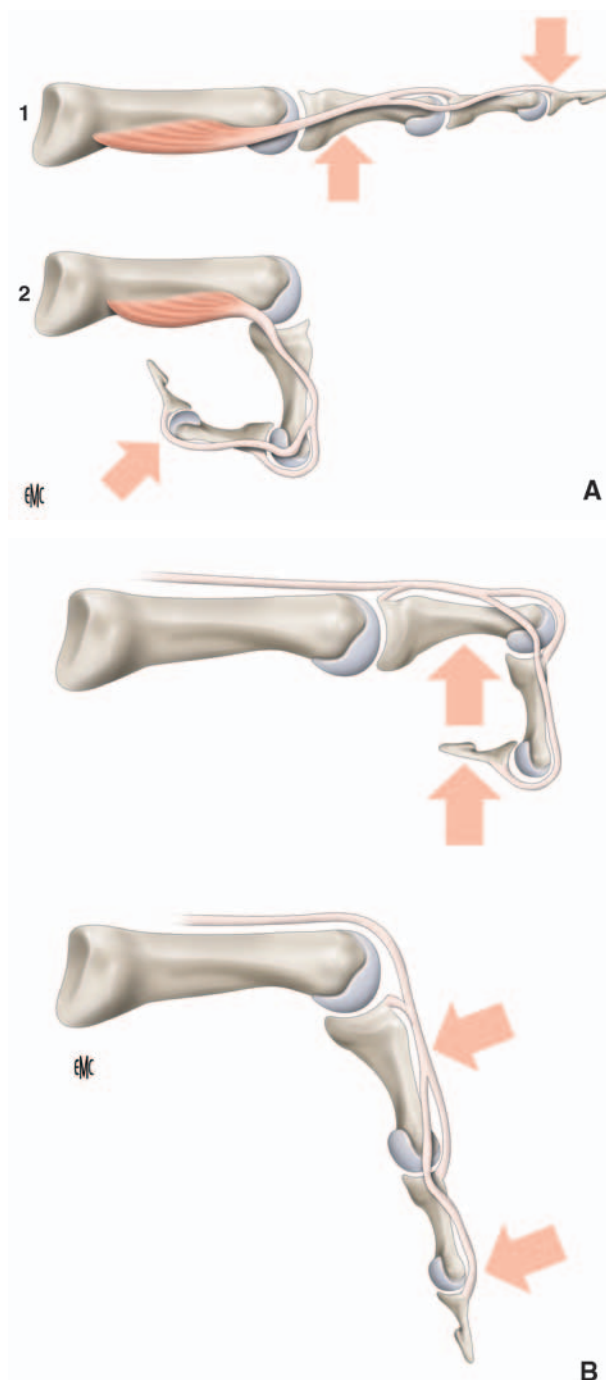


Figure 4. Tests de rétraction intrinsèque et extrinsèque (d'après Zancolli).

A. Test de rétraction intrinsèque : lorsque la métacarpophalangienne (MP) est maintenue en extension, il est d'autant plus difficile de fléchir passivement l'interphalangienne proximale (IPP) que la rétraction des muscles interosseux est importante (1). Lorsque la MP est fléchie, les muscles interosseux rétractés sont détendus, ce qui permet la flexion complète de l'IPP (2).

B. Le test extrinsèque permet d'attribuer une origine extrinsèque (tendon EDC) à un défaut de flexion IPP. Dans ce test, et au contraire du précédent, la flexion passive IPP est possible lorsque la MP est étendue, et limitée lorsque la MP est fléchie, ce qui met en tension l'appareil extenseur.

existe une limitation de la mobilité articulaire avant l'intervention, elle se retrouve aussi après l'intervention, qui a même eu tendance à l'aggraver en raison de l'immobilisation postopératoire. Les raideurs articulaires éventuelles doivent donc être assouplies et traitées avant toute intervention palliative. De même, les rétractions intrinsèques (Fig. 4) et rétinaculaires (Fig. 5) éventuelles doivent aussi être diagnostiquées et traitées

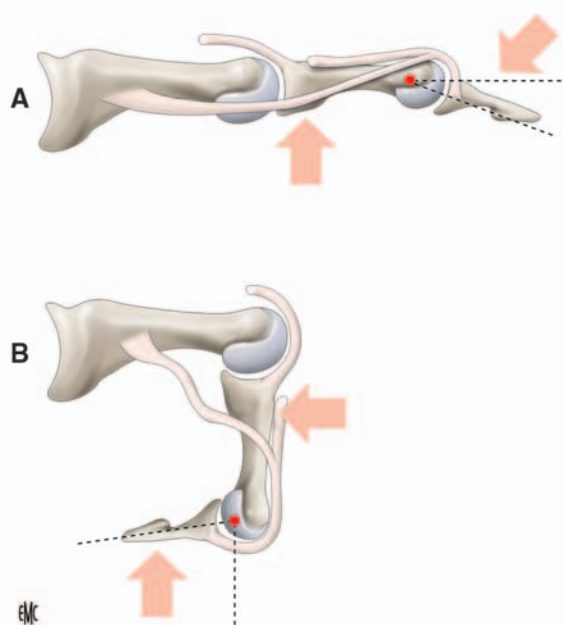


Figure 5. Test de rétraction rétinaculaire : lorsque l'interphalangienne proximale (IPP) est maintenue en extension, il est d'autant plus difficile de fléchir passivement l'interphalangienne distale (IPD) que la rétraction des ligaments rétinaculaires est importante (A). Lorsque l'IPP est fléchie, les ligaments rétinaculaires rétractés sont détendus, ce qui permet la flexion complète de l'IPD (B).

le cas échéant. Enfin, les tissus mous ne doivent pas être dans un état inflammatoire tel que celui qui suit pendant quelques mois une intervention récente.

Si ces conditions sont remplies, et si un muscle moteur est disponible, il peut alors être transféré vers son effecteur. En fait, ce n'est pas le muscle mais son tendon distal qui est transféré, raison pour laquelle on parle de « transfert tendineux » et non « musculaire ». Les transferts « musculaires » libres sont techniquement possibles, avec des anastomoses microchirurgicales de l'artère, de la veine et du nerf moteur du muscle moteur sur des vaisseaux et un nerf moteur de la zone receveuse. Mais s'ils sont de pratique assez courante en chirurgie plastique de couverture ou de comblement, ces transferts musculaires libres sont d'indication suffisamment exceptionnelle en chirurgie palliative motrice pour que nous n'en parlions plus dans la suite de cet article.

Un transfert tendineux consiste donc à sectionner l'insertion tendineuse distale d'un muscle qui fonctionne pour la transférer généralement sur le tendon distal d'un muscle paralysé, ce qui compense ainsi sa fonction. Pour que ce transfert soit efficace, il faut que le muscle moteur soit suffisamment fort. À cet égard, il est admis que, puisqu'un muscle transféré perd empiriquement un point sur l'échelle internationale de cotation de 0 à 5, il ne faut pas transférer un muscle dont la force initiale est cotée à moins de 4. En effet, un muscle de force 3, c'est-à-dire à peine suffisante pour entraîner un mouvement contre la pesanteur, risque, après son transfert, de voir sa force passer à 2, c'est-à-dire qu'il est incapable de lutter contre la pesanteur et qu'il est donc inefficace.

Non seulement le muscle moteur doit être suffisamment fort, mais encore il doit être correctement vascularisé et innervé, et il faut donc que la dissection chirurgicale respecte son ou ses pédicules vasculonerveux principaux. Mais il faut aussi qu'il soit suffisamment libéré par la dissection pour pouvoir se contracter librement dans la nouvelle direction de son tendon. Une dissection musculaire correcte libère le muscle de façon circulaire de ses insertions aponévrotiques et musculaires de voisinage, depuis le tendon distal jusqu'au pédicule vasculonerveux principal, qui doit être vu et respecté, et en conservant évidemment l'insertion musculaire proximale naturelle. Le trajet du tendon dérivé doit être le plus direct possible vers son effecteur distal, en essayant d'éviter au maximum les changements de direction trop importants (« poulies de réflexion ») si

“ Point fort

Cotation internationale utilisée pour l'évaluation musculaire manuelle

Dérivée de la méthode de Lovett proposée en 1917, la cotation des muscles sur une échelle de 0 à 5 est internationale depuis 1946. Elle avait été proposée initialement par Williams, Daniels et Worthingham sous l'égide du Comité pour les séquelles de la Fondation nationale américaine pour la paralysie infantile. [6] C'est Lecœur qui l'avait introduite en France.

- 0 : aucune contraction musculaire
- 1 : contraction minimale, sans mouvement
- 2 : mouvement d'amplitude complète en excluant l'action de la pesanteur
- 3 : mouvement d'amplitude complète contre la pesanteur
- 4 : mouvement d'amplitude complète contre la pesanteur et contre résistance partielle
- 5 : mouvement d'amplitude complète contre résistance maximale. Muscle sain

cela est possible, car ils sont sources d'adhérences et donc d'inefficacité. Pour la même raison, il faut aussi éviter les greffes tendineuses qui prolongent les tendons moteurs trop courts. En outre, le trajet du tendon dérivé doit se faire dans une direction qui ne s'écarte pas trop de sa direction initiale.

Les aponévroses du membre doivent être réséquées sur tout le trajet du tendon transféré, afin que les adhérences quasi inévitables que ce tendon va contracter avec son voisinage se fassent avec des tissus souples, et non des aponévroses fixes et inextensibles. Il faut absolument éviter que le transfert croise des zones cutanées cicatricielles ou adhérentes, ou des surfaces osseuses dépériostées. Associée à la nécessité d'une libération musculaire aussi complète que possible, cette contrainte oblige, selon nous, et le plus souvent, à de grandes voies d'abord continues sur tout le trajet du transfert, tendon et muscle compris. Toujours dans le but de diminuer au maximum le risque d'adhérences du tendon transféré avec les tissus voisins, cette voie d'abord doit toutefois croiser le trajet du transfert plutôt que le suivre ou lui être parallèle. En règle générale, nous faisons donc des incisions cutanées curvilignes ou sinusoïdales dans la direction générale du transfert plutôt que de grandes incisions rectilignes (par ailleurs sources de cicatrices souvent disgracieuses ou rétractiles) ou de courtes incisions étagées. Ces dernières sont certes élégantes, mais elles ne permettent généralement ni la libération complète du muscle transféré, ni le contrôle visuel de son pédicule, ni la résection aponévrotique sur la totalité du trajet du transfert, ni le contrôle de l'hémostase de ce trajet décollé sous la peau. Lorsque la peau est de mauvaise qualité trophique devant le trajet d'un transfert tendineux qu'on envisage, il faut commencer par remplacer cette peau par un lambeau de bonne qualité avant de réaliser le transfert dans une intervention ultérieure.

Un trajet particulièrement direct et élégant de transfert tendineux mérite d'être signalé : c'est celui qui passe à travers la membrane interosseuse. Décrite par Duparc pour les transferts d'opposition du pouce, [7] cette voie permet à un moteur de la loge postérieure de l'avant-bras de rejoindre la loge antérieure, ou inversement. Pour cela, une fenêtre est découpée dans la membrane interosseuse au bord proximal du carré pronateur, en prenant garde d'une part à ne pas léser le pédicule vasculonerveux interosseux antérieur, et d'autre part à ce que les dimensions de la fenêtre soient suffisantes pour éviter les adhérences ou les ruptures par frottement du transfert sur ses bords (cf. infra, transfert du FCR sur l'EDC).

Quant à la tension du transfert, c'est le point technique capital. En effet, si elle est trop lâche, la contraction musculaire

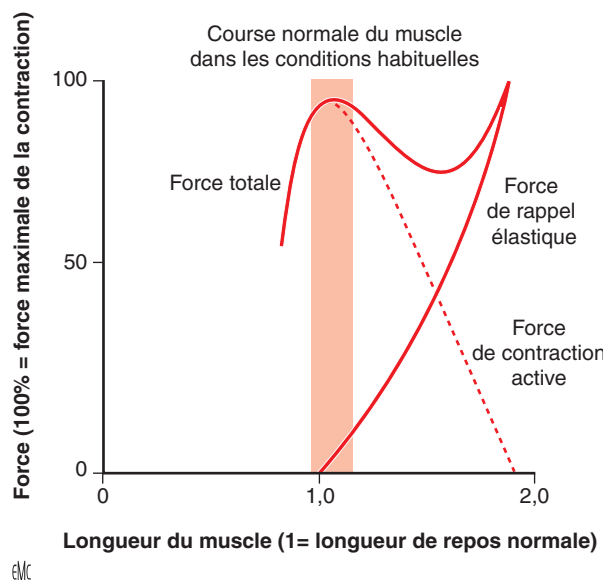


Figure 6. Relation tension-longueur d'un muscle squelettique (d'après Brand [8]). La courbe tension-longueur d'un muscle est connue depuis la fin du XIX^e siècle (travaux de l'allemand Blix, cité par Brand [8]) et elle a été expliquée dans les années 1960 par Huxley [9].

Pour un muscle donné, cette courbe résulte de deux composantes : une composante active, liée aux fibres d'actine et de myosine des sarcomères, et une composante passive, liée aux tissus non contractiles du muscle. La course normale d'un muscle occupe une bande relativement restreinte sur l'échelle des abscisses, de part et d'autre de la longueur de repos. Si on tire sur le muscle de façon à dépasser cette zone, deux phénomènes simultanés se produisent : la force musculaire active diminue et la force de rappel élastique augmente jusqu'à devenir prédominante.

du moteur s'épuise dans les adhérences et, si elle est trop importante, elle empêche le jeu articulaire, voire la contraction musculaire elle-même [8, 9] (Fig. 6). Quelle est donc la tension intermédiaire correcte entre ces deux écueils ? La réponse est compliquée par une notion dynamique bien connue, selon laquelle un transfert tendineux se détend avec le temps ou plus exactement pendant la phase d'immobilisation puis de rééducation initiale, soit les 2 ou 3 premiers mois. Et, à notre connaissance, personne n'a encore décrit de façon utile les règles auxquelles obéit cette détente du transfert. Voici donc, en pratique, quels sont nos principes actuels de réglage d'un transfert tendineux, qui ne sont efficaces que si les autres principes ont par ailleurs été respectés, en particulier ceux qui concernent la réduction des adhérences le long du trajet du tendon :

- puisqu'il va se détendre, il faut régler le transfert plutôt un peu trop fort que pas assez ;
- le transfert a pour but de réanimer une fonction paralysée, par exemple la flexion des doigts, mais il ne doit pas pour autant gêner la fonction antagoniste correspondant, dans notre exemple l'extension des doigts et l'ouverture de la main ; il faut donc régler le transfert de flexion des doigts sous la tension maximale qui permette l'ouverture passive de la main, doigts étendus ; cette dernière position est obtenue en flexion passive complète du poignet et c'est donc ainsi qu'il faut régler la tension du transfert, au maximum, en veillant à ne pas entraîner de flexion des doigts (cf. infra) ; en résumé, réglage du transfert sous sa tension maximale alors que la main est placée dans la position opposée à l'action du transfert ;
- en outre, nous avons constaté empiriquement que la détente postopératoire d'un transfert tendineux à l'avant-bras correspond exactement à la composante de ténodèse liée au mouvement de flexion-extension du coude lorsque le moteur s'insère sur le bras, tel que BR, ECRL ou muscles épitrochléens ; [10] en pratique, c'est donc avec le coude fléchi à 90° que nous réglons nos transferts tendineux à l'avant-bras, sous une tension maximale qui respecte toutefois la règle précédente ; avec ce réglage, et une fois que le transfert est suturé,

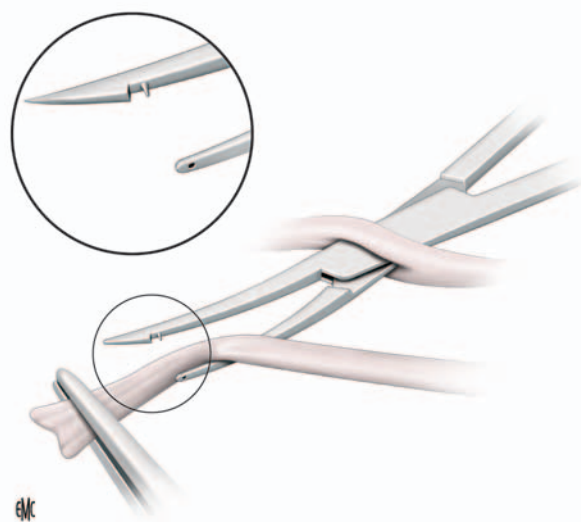


Figure 7. Droite ou courbe, la pince à transfert est pointue pour traverser les tendons effecteurs et munie d'une griffe pour retenir le tendon moteur une fois qu'elle l'a pincé.

sa tension rend généralement impossible d'étendre complètement le coude, et cela ne se fait qu'au prix d'un effet maximal du transfert (par exemple, extension du poignet) ; après l'immobilisation et les premières semaines de rééducation, on constate toutefois constamment que le transfert fonctionne alors avec le coude étendu exactement comme on l'avait réglé au cours de l'intervention avec le coude fléchi.

Comment suturer un transfert tendineux ? La technique de référence est celle de Pulvertaft, où le tendon moteur est entrelacé dans le ou les tendons receveurs, selon plusieurs variantes possibles. Le but est de favoriser au maximum les adhérences entre le tendon moteur et le tendon effecteur. Ces adhérences, qui ne sont pas souhaitées lorsqu'on répare un tendon sectionné, sont ici recherchées et s'obtiennent en entrecroisant plusieurs fois le tendon moteur dans le tendon effecteur. Pour éviter une dilacération longitudinale continue des fibres du tendon receveur sur toute leur longueur, il faut que le tendon moteur traverse transversalement le tendon effecteur avec un angle légèrement différent à chaque passage. Le passage est fait soit par une pince spéciale (Fig. 7), soit plus simplement par une lame de bistouri n°11. Une fois qu'elle a traversé le tendon effecteur, cette lame est attrapée à sa pointe par une pince à hémostase sans griffe qui est alors attirée dans le trajet de la lame qu'on retire. La pince est alors prête à saisir le tendon moteur pour l'attirer à travers le tendon effecteur.

Tous ces passages tendineux sont fixés par des points de suture au fil non résorbable non tressé de calibre 2/0 ou 3/0 (Ethicrin®), passés deux fois avant d'être noués. Il faut bien comprendre que la solidité définitive d'un transfert tendineux ne repose pas sur la suture, mais sur les adhérences postopératoires entre les deux tendons. Les fils ne sont là que pour maintenir les tendons en place pendant la durée de la cicatrisation tendineuse. Il serait donc possible d'utiliser des fils à résorption lente. Mais si on souhaite favoriser au maximum les adhérences des deux tendons entre eux, on souhaite aussi éviter au maximum les adhérences du transfert aux tissus environnants. C'est la raison théorique pour laquelle nous préférons réduire la réaction inflammatoire locale et que nous utilisons du fil non résorbable, inerte, plutôt que du fil résorbable pour la suture tendineuse.

Dans les cas où un tendon, réanimé par transfert terminoterminal ou par ténodèse, est séparé de son corps musculaire, comme le recommande Omer, [11] il nous semble préférable d'éviter la résection du muscle paralysé, car elle peut être la source d'hémorragies et d'hématomes après la levée du garrot.

Dans quel ordre faut-il suturer les transferts tendineux lorsque plusieurs sont associés au cours du même temps opératoire ? L'objectif est que la suture d'un transfert gêne le moins possible

le réglage et la réalisation du suivant. Généralement, il faut donc commencer par les transferts qui rétablissent les fonctions les plus distales sur le membre avant de suturer ceux qui rétablissent des fonctions proximales.

Il est absolument indispensable de réaliser toutes les interventions palliatives motrices sous garrot pneumatique sur un membre supérieur vidé de son sang, afin de voir exactement ce que l'on fait, ce que l'on coupe et ce que l'on respecte. La présence de ce garrot oblige le chirurgien à la rapidité pour réduire au minimum la durée d'ischémie du membre supérieur. Les dessins des incisions, le plan de l'intervention et son déroulement ne doivent donc pas faire l'objet d'une improvisation : tout doit avoir été mentalement prévu à l'avance. Le garrot doit, selon nous, être dégonflé après les transferts tendineux, mais avant les sutures cutanées, afin de permettre l'hémostase au bistouri électrique. La main est suturée en un seul plan de points séparés non résorbables chez l'adulte. L'avant-bras ou le bras sont suturés en deux plans, sur un drainage aspiratif. Dans la perspective de l'ablation des drains sans enlever le plâtre, il est préférable de fixer les tuyaux des drains sur la peau à l'aide d'une bande adhésive (Stéristrip®) plutôt qu'avec un fil.

Une fois que l'intervention palliative a été réalisée, une immobilisation est indispensable pendant quelques semaines (3 ou 4 selon les cas) pour permettre aux ténodèses et aux transferts tendineux de cicatriser sans tension excessive, comme n'importe quelle réparation tendineuse. La position d'immobilisation doit donc permettre un relâchement maximal des tendons transférés. C'est la raison pour laquelle tous les transferts tendineux ne sont pas compatibles entre eux, lorsqu'ils imposent des positions d'immobilisation contradictoires, par exemple pour rétablir la flexion et l'extension des doigts. Une mobilisation passive des transferts sous couvert de l'immobilisation qui les détend est hautement souhaitable afin d'éviter et/ou de distendre au maximum leurs adhérences aux tissus voisins. Sauf exception, le procédé d'immobilisation que nous préférons est le plâtre, ou mieux la résine synthétique, circulaire, abondamment rembourrée et immédiatement fendue sur toute sa longueur.

Pour être efficace, la chirurgie palliative motrice doit être suivie par une période de rééducation, qui se déroule schématiquement en deux temps successifs. Dans un premier temps, il faut à la fois récupérer les amplitudes articulaires préopératoires et entraîner les muscles transférés à se contracter dans leur nouvelle fonction. C'est le travail du kinésithérapeute, qui s'applique plutôt aux muscles et aux articulations. Dans un deuxième temps, il faut que les mouvements réanimés deviennent naturels, inconscients, automatiques et qu'ils soient utilisés dans la vie courante. C'est le travail de l'ergothérapeute, qui s'adresse plutôt au cerveau. Sans une équipe de rééducation expérimentée, il est illusoire d'espérer obtenir un bon résultat fonctionnel. En fait, la chirurgie palliative motrice ne peut être efficace que si trois composantes sont réunies simultanément : un patient motivé et coopérant, un chirurgien expérimenté et une équipe de rééducation spécialisée. Si un rééducateur expérimenté ne peut pas s'occuper des suites opératoires et/ou si le patient n'est pas suffisamment coopérant pour se soumettre à cette rééducation, il faut certainement s'abstenir d'opérer car le résultat de ce traitement incomplet serait mauvais.

Choix des muscles moteurs

Les muscles de l'avant-bras qui sont habituellement utilisés comme moteurs dans des transferts sont les suivants : BR, PT, ECRL, ECU, FCR, PL, FCU, EDM, EIP, FDS, EPL, EPB, FPL.

L'anconé, le supinator, le PQ sont en effet inutilisables en raison de leur disposition. L'ECRB doit être respecté car il est le seul extenseur du poignet sans composante de déviation latérale trop importante. En raison de son importance fonctionnelle, l'EDC ne peut être un moteur que pour lui-même, en suturant un tendon actif sur un tendon inactif. Il en va de même pour

le FDP, dont par ailleurs seul le tendon destiné à l'index est indépendant des autres. Quant à l'APL, il est trop court pour pouvoir être utilisé de façon satisfaisante sur la main. L'EIP, l'EDM et l'EPB sont généralement prélevés en prolongeant leur longueur de 15 mm environ dans la dossière correspondante de l'appareil extenseur (Fig. 8).

Lorsqu'ils sont actifs, au moins de force 4, les moteurs peuvent être choisis selon des considérations théoriques relatives à leur force et à leur course. À cet égard, le [Tableau 1](#) fournit les chiffres donnés par Brand.^[8] En réalité, ces chiffres ne sont guère utilisés que pour les discussions académiques classiques relatives au choix du moteur d'extension des doigts ou à celui de la flexion des doigts. Dans la pratique, ce ne sont pas tant les chiffres théoriques caractéristiques du moteur qui importent, que les données empiriques relatives à ses résultats fonctionnels.

Enfin, il faut bien comprendre qu'aucun transfert n'augmente la force globale du membre, qui ne revient jamais à un état normal. Les transferts ne font que redistribuer les forces dans une équation dont le bilan est nul sur le plan mathématique, mais dont le résultat sur le plan fonctionnel est d'autant plus appréciable que les déficits initiaux sont importants. À ce sujet, il faut connaître la célèbre phrase de Bunnell : « *when you have nothing, a little is a lot.* » (Quand on n'a rien, un peu c'est beaucoup.)

■ Méthodes palliatives des paralysies des fonctions élémentaires : généralités

On n'opère pas « une paralysie radiale », « un plexus », « une tétraplégie », mais un patient dont certaines fonctions motrices élémentaires diversement associées sont défaillantes. Ces fonctions élémentaires sont celles des articulations du membre supérieur : flexion et extension du coude ; pronation et supination de l'avant-bras ; flexion et extension du poignet ; abduction, antépulsion ou adduction du pouce ; flexion IP du pouce ou des doigts ; extension IP des doigts ou du pouce ; extension et flexion MP des doigts. Quel que soit le tableau clinique, le chirurgien doit apprendre à examiner systématiquement un membre supérieur paralysé dans l'ordre de ses articulations, en testant pour chacune ses mouvements élémentaires. Ce bilan fournit à la fois la liste des fonctions élémentaires défaillantes, et celle des muscles conservés pouvant éventuellement servir de moteurs. Excluant l'épaule, le coude et l'avant-bras, nous limitons ces articles au poignet, aux doigts et au pouce, en étudiant pour chaque articulation ses mouvements élémentaires, ses moteurs normaux et les façons chirurgicales de les restaurer lorsqu'ils sont paralysés.

■ Méthodes palliatives des paralysies des fonctions élémentaires : poignet

Source d'effets ténodèse clés

La chirurgie palliative motrice de la main néglige délibérément les mouvements d'inclinaison latérale du poignet pour ne s'intéresser qu'aux mouvements de flexion-extension. Ces mouvements de flexion-extension sont la source d'effets ténodèse physiologiques qui ont une importance considérable. Chacun peut observer sur sa propre main que la flexion du poignet s'accompagne d'une tendance à l'ouverture de la main (les doigts s'étendent et le pouce s'écarte) et que l'extension du poignet s'accompagne d'une tendance à la fermeture de la main (les doigts se fléchissent, et la pince se ferme). Ceci peut même s'observer en ne faisant rien d'autre qu'une pronation puis une supination actives de l'avant-bras, qui entraînent successivement une flexion puis une extension passives du poignet, et automatiquement une ouverture puis une fermeture de la main (Fig. 9). Il est donc vivement déconseillé d'arthrodéser le

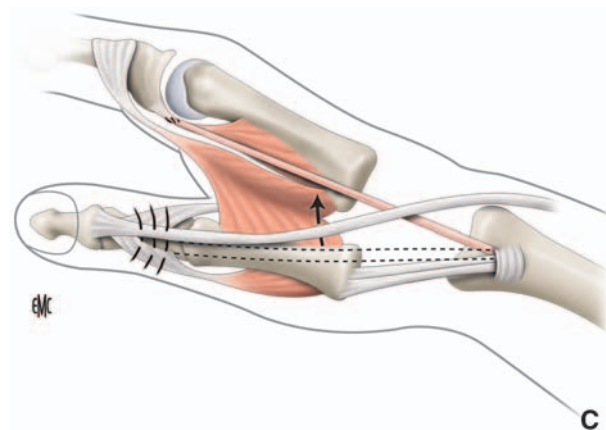
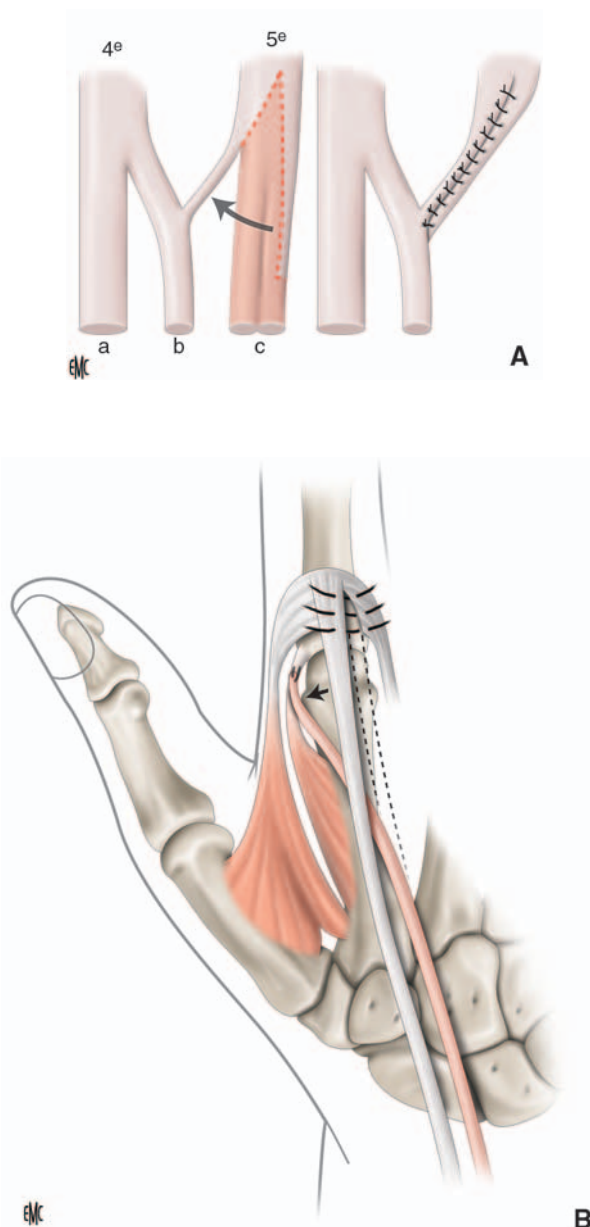


Figure 8. Lorsqu'on prélève l'EIP, l'EDM ou l'EPB comme moteur, il est en règle générale indispensable d'augmenter sa longueur au maximum. Pour cela, l'insertion distale du tendon n'est pas simplement coupée transversalement. Elle est taillée en une ogive qui poursuit le tendon dans la dossière interosseuse (pour les doigts) ou de l'APB. Cette brèche de la dossière, longue de 15 à 20 mm, est ensuite suturée à points séparés.

A. Lorsqu'on prélève d'EDM (c), il est possible de renforcer la grêle bandelette tendineuse de l'EDC destinée au cinquième doigt (b) et unie au tendon de l'EDC destiné au quatrième doigt (a).

B. Prélèvement de l'EIP.

C. Prélèvement de l'EPB.

poignet d'une main paralysée lorsque cela n'est pas strictement indispensable, car ces effets sont la base de la réanimation de la préhension d'une main paralysée. On peut en effet soit les amplifier par une ténodèse chirurgicale (cf. infra, ténodèse de l'EDC), soit les compléter par un transfert tendineux. En utilisant à la fois ces effets ténodèse et la notion de synergie musculaire, le principe de toute réanimation chirurgicale de la préhension d'une main paralysée est d'obtenir l'ouverture de la main lors de la flexion du poignet et sa fermeture lors de l'extension du poignet. On considère que l'effet ténodèse lié aux mouvements de flexion-extension du poignet ajoute environ 2 à 3 cm à la course des transferts tendineux. Cette longueur est simplement liée à l'augmentation relative de longueur du squelette dorsal ou palmaire du poignet.

Puisque la préhension repose ainsi en très grande partie sur le poignet, les paralysies de celui-ci ont des conséquences fonctionnelles fâcheuses. En fait, il faut bien réaliser que seule l'extension du poignet est véritablement indispensable à la fonction de préhension. À la triple condition en effet que le patient puisse s'asseoir ou se mettre debout, que la pronation de son avant-bras soit possible et que son poignet soit souple, le simple fait de cesser la contraction musculaire volontaire des muscles releveurs du poignet entraîne la flexion de ce dernier sous l'effet de la simple pesanteur qui s'exerce sur la main. Cette flexion automatique entraîne alors l'ouverture de la main (cf. supra). Ainsi, un seul muscle releveur du poignet permet : par

sa contraction, l'extension active du poignet et donc la fermeture automatique de la main par effet ténodèse ; par son relâchement, la flexion passive du poignet par la pesanteur, qui entraîne l'ouverture de la main par effet ténodèse.

Il résulte de tout ce qui précède que, sauf cas exceptionnels, il serait désastreux sur le plan fonctionnel d'arthroderiser le poignet. Tout doit être fait au contraire pour conserver sa mobilité dans son amplitude maximale et avec au moins un moteur, l'ECRB.

Flexion

La flexion active du poignet est normalement liée à trois muscles :

- le FCR, innervé par le nerf médian ;
- le PL, qui est inconstant (il manque une fois sur dix environ) et qui est faible ; il est aussi innervé par le médian ;
- le FCU, innervé par le nerf ulnaire.

Les paralysies associées de ces trois fléchisseurs du poignet n'ont pas de conséquence fonctionnelle trop fâcheuse, pourvu que la pesanteur puisse s'exercer et compenser leur absence (cf. supra). Les conditions sont :

- la mobilité passive du poignet ;
- la possibilité de station assise ou debout ;
- la possibilité de pronation de l'avant-bras.

Tableau 1.

Pour chaque muscle moteur potentiel habituel, certaines des données publiées par Brand dans son livre, [8] ainsi que les effecteurs habituellement réanimés par ce muscle.

| Muscle moteur | Force relative (%) | Longueur des fibres au repos (cm) | Masse relative (%) | Effecteurs habituels |
|---------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|---|
| BR | 2,4 | 16,1 | 7,7 | ECRB, ECRL, EDC, EI, EDM, EPL, FPL, FDP |
| PT | 5,5 | 5,1 | 5,6 | ECRL, ECRB, FPL |
| ECRL | 3,5 | 9,3 | 6,5 | FDP, FPL |
| ECU | 4,5 | 4,5 | 4 | FDS (lassos indirects) |
| FCR | 4,1 | 5,2 | 4,2 | EDC, EI, EDM, EPL |
| PL | 1,2 | 5 | 1,2 | EPL, APL, Camitz |
| FCU | 6,7 | 4,2 | 5,6 | EDC, EI, EDM, EPL |
| EDM | 1 | 5,9 | 1,2 | Intrinsèques du pouce (mais court) |
| EIP | 1 | 5,5 | 1,1 | Intrinsèques du pouce |
| FDS 2 | 2 | 7,2 | 2,9 | À éviter en dehors du lasso homodigital |
| FDS 3 | 3,4 | 7 | 4,7 | Utilisations multiples |
| FDS 4 | 2 | 7,3 | 3 | Utilisations multiples |
| FDS 5 | 0,9 | 7 | 1,3 | À éviter en dehors du lasso homodigital |
| EPL | 1,3 | 5,7 | 1,5 | |
| APL | 3,1 | 4,6 | 2,8 | |
| EPB | 1,3 | 4,3 | 0,7 | Premier interosseux dorsal IOD |
| FPL | 2,7 | 5,9 | 3,2 | Makin |

La longueur des fibres musculaires au repos est proportionnelle à la course potentielle du muscle. Directement liée au nombre des sarcomères en série, elle caractérise les muscles de façon indépendante de leur tissu conjonctif et de leurs connexions aponévrotiques. On peut remarquer l'exceptionnelle longueur des fibres du BR par rapport à tous les autres muscles. Comme il y a beaucoup trop de variations de force d'une personne à l'autre, Brand donne pour chaque muscle sa force relative, qui est un chiffre sans unité, un simple pourcentage de la force totale des muscles de l'avant-bras et de la main. Cette force relative est beaucoup moins variable que la force absolue et c'est elle qui intéresse le chirurgien. Il obtient ce chiffre de force relative de façon indirecte. Le principe est que la masse du muscle (son poids) est proportionnelle au volume du muscle. En divisant le volume du muscle par la longueur moyenne des fibres musculaires au repos, on obtient un chiffre proportionnel à la surface de section transversale du muscle, qui est elle-même proportionnelle à la tension maximale que le muscle est capable de produire. Les données expérimentales fournies par ses travaux de dissection étaient donc pour chaque muscle la longueur de ses fibres musculaires et son poids. Les autres chiffres en étaient déduits par calcul.



Figure 9. Effets ténodèse liés aux mouvements du poignet. La flexion du poignet entraîne l'ouverture de la main. L'extension du poignet entraîne la fermeture de la main. D'une importance fondamentale, ces effets passifs sont utilisés et amplifiés par la chirurgie palliative des paralysies de la main.

Extension

L'extension active du poignet est liée à trois muscles, qui sont tous innervés par le radial : ECRL, ECRB, ECU. La paralysie de ces trois muscles empêche le poignet de se relever, ce qui nuit gravement à la préhension, car elle perd ainsi les deux tiers de sa force [12] quand bien même les tendons fléchisseurs seraient normalement actifs. Il est donc particulièrement capital de restaurer l'extension active du poignet lorsqu'elle est paralysée, à la fois pour renforcer la préhension et pour rendre à nouveau possibles les effets ténodèse déjà vus.

Muscles moteurs

Les muscles moteurs habituellement utilisables pour cette réanimation sont le PT, le BR, un FDS ou un fléchisseur du poignet (FCR ou FCU).

▲ Mise en garde

La possibilité qui existe de ne pas restaurer la flexion active du poignet lorsqu'elle est paralysée ne veut pas dire que, lorsqu'elle n'est pas paralysée, on peut utiliser tous les muscles fléchisseurs du poignet comme moteurs. La flexion active du poignet renforce les effets ténodèse physiologiques et augmente donc l'action des éventuelles réanimations tendineuses pratiquées au dos du poignet (extension des doigts et du pouce), qu'il s'agisse de ténodèses ou de transferts. Il est donc préférable de toujours laisser en place un des deux principaux fléchisseurs du poignet (FCR ou FCU) lorsqu'ils sont actifs.

Le transfert du PT sur les radiaux a été décrit dès 1916 par Jones, [13] et tous les auteurs s'accordent actuellement pour reconnaître que c'est vraiment le motordre de premier choix, [14, 15] et qu'il a la force, la course et la situation anatomique idéales. Son prélèvement n'entraîne par ailleurs pas de déficit de la pronation active, puisque le PT transféré conserve sa fonction de préhension et que le carré pronateur reste par ailleurs intact.

Lorsque le PT est inutilisable (paralysie associée ou séquelles de traumatisme direct), le BR est, pour nous, un excellent moteur de deuxième choix, qui avait été décrit par Vulpius et Stoffel en 1920, cités par Zancolli. [16] Il faut toutefois savoir le disséquer jusqu'au pli du coude, en le libérant complètement de son aponévrose, ce qui est la seule façon d'obtenir le maximum de course, soit 3 cm environ. [17]

Le transfert d'un tendon FDS a aussi été décrit, utilisant celui du troisième ou du quatrième doigt. Nous plaçons en troisième position ce transfert, qui est presque aussi efficace que les précédents, mais qui a l'inconvénient de nécessiter une rééducation postopératoire prolongée pendant plusieurs mois.

Les fléchisseurs du poignet (FCR ou FCU) peuvent enfin être transférés sur les extenseurs du poignet paralysés, ce qui a été décrit au début du XX^e siècle. Les indications du transfert de ces

moteurs semblent actuellement limitées aux paralysies du plexus brachial, qu'elles soient obstétricales [18] ou traumatiques. [19]

Choix de l'effecteur réanimé

Il prête encore à discussion. Les deux muscles radiaux (ECRL et ECRB) sont extenseurs du poignet, mais l'ECRL a, en plus, une forte composante d'inclinaison radiale du poignet, que l'ECRB possède à un bien moindre degré. [8] La réanimation par transfert des deux tendons radiaux à la fois tend ainsi à faire apparaître une déviation radiale du poignet, d'autant plus si ce dernier a perdu ses stabilisateurs ulnaires (FCU et ECU), et que les articulations sont lâches, ce qui s'observe souvent chez les femmes. Il est possible d'éviter ce « coup de vent » radial du poignet :

- d'une part et surtout en ne transférant le moteur que sur l'ECRB, et en négligeant la réanimation de l'ECRL ;
- d'autre part, pour la réanimation de l'extension des doigts, en évitant d'utiliser le FCU comme moteur s'il est actif, et en passant par la voie directe de la membrane interosseuse.

D'autres procédés ont été décrits pour prévenir l'inclinaison radiale du poignet, [20, 21] notamment par Tubiana [22] qui sectionne l'insertion distale de l'ECRL, libère son tendon et le dérouté par la coulisse ostéofibreuse de l'EIP (ce dernier est sectionné) pour le fixer solidement à la base du troisième métacarpien. Il transfère enfin le PT sur l'ECRB et sur l'ECRL ainsi dérouté, et justifie cette procédure par le fait qu'elle évite que les adhérences postopératoires entre les tendons radiaux entraînent une récurrence de la déviation radiale.

Technique

Nous allons décrire la technique de réanimation de l'ECRB par transfert du PT ou par transfert du BR.

L'une et l'autre nécessitent une longue voie d'abord au bord radial de l'avant-bras, en forme de S allongé allant du pli du coude au bord radial du poignet. Cette voie permet d'aborder facilement aussi bien la face dorsale que la face palmaire de l'avant-bras. La branche antérieure du nerf radial, sensitive, doit d'abord être repérée à l'endroit où elle se dégage du tendon du BR, puis disséquée et protégée sur toute sa longueur.

PT comme moteur

Lorsque c'est le PT qui est utilisé comme moteur (Fig. 10), il est repéré à son insertion distale sur le radius, sous le BR. Cette insertion distale est ruginée en conservant en continuité avec elle une lame périostée de 2 à 3 cm de long préalablement incisée au bistouri. [15, 20, 22] Le corps musculaire lui-même du PT doit être parfaitement libéré pour profiter de sa course maximale. Lors de cette libération, il ne faut blesser ni la branche antérieure du nerf radial, ni le pédicule vasculaire radial, qui chemine à la surface du muscle et lui envoie constamment une petite artère satellite de son bord supérieur.

Après avoir incisé l'aponévrose antibrachiale dorsale, les tendons radiaux sont repérés au tiers moyen de l'avant-bras, à côté de celui du BR, et juste en amont de leur cravement par le corps musculaire de l'APL. Il faut alors commencer par vérifier le nombre des tendons radiaux, car il existe parfois un tendon radial surnuméraire, avec ou sans muscle correspondant (Wood, cité par Le Double [23]). Qu'il existe ou non, il faut alors vérifier le libre jeu du tendon de l'ECRB, son absence d'adhérences et de connexions tendineuses (en particulier distales) avec celui de l'ECRL qui peut aussi lui envoyer des fibres. Si elles existent, ces connexions et adhérences doivent être coupées.

BR comme moteur

Lorsque c'est le BR qui est utilisé comme moteur (Fig. 11), son tendon distal est facilement repéré, à côté du tronc de la branche antérieure du nerf radial, qui s'en dégage. L'aponévrose qui recouvre le corps musculaire et le péri-tendon doit être incisée longitudinalement sur toute la longueur du muscle et du tendon. L'insertion distale du BR sur le radius est sectionnée au ras de l'os, aux ciseaux de Mayo ou au bistouri, sous le corps musculaire de l'APL et de l'EPB, que l'on récline. Une fois le

tendon désinséré, la dissection est poursuivie en direction proximale, en libérant de façon circulaire le muscle de son aponévrose et de ses connexions. Parmi ces dernières, le pédicule vasculaire radial lui envoie souvent une ou deux branches transversales distales, qui doivent être sacrifiées. Seuls doivent être respectés les vaisseaux récurrents radiaux antérieurs, qui constituent le pédicule vasculaire principal du BR et des muscles radiaux. [24] Ces vaisseaux, nés du pédicule radial et dont la direction est transversale, siègent à la face profonde de ces muscles, habituellement juste en aval du pli de flexion du coude. Ils ne doivent évidemment pas être blessés par la dissection, qui s'arrête à leur niveau. Il faut alors vérifier que la libération du BR lui permet une course de 3 cm environ. Cette mesure se fait avec une règle graduée, en tirant sur le tendon avec une pince clampée transversalement sur son extrémité distale.

Fixation du moteur choisi

Que le moteur choisi soit le PT ou le BR, sa fixation distale sur le tendon de l'ECRB se fait de la même façon, en le transfixiant plusieurs fois (au moins trois fois). Il est important de remarquer que cette fixation se fait en dernier lors de l'intervention, pour ne pas gêner la réalisation des gestes palliatifs qui lui sont généralement associés à la main. En outre, il est fondamental de régler la tension de ce transfert avec le coude fléchi à 90° (cf. supra). Dans cette position du coude, on maintient le poignet fléchi passivement vers 30°, et on règle alors la tension en tirant au maximum sur le tendon de l'ECRB en direction proximale et sur le tendon du moteur en direction distale. On s'assure ainsi que la flexion du poignet reste possible. Après la réalisation de toutes les sutures, on vérifie que, lorsqu'on laisse le poignet libre, le transfert le maintient spontanément en légère extension (de 0° à 20° environ) et qu'une flexion passive reste possible jusqu'à 30° environ. On vérifie alors par une tentative prudente d'extension passive du coude que cette dernière est limitée et qu'elle s'accompagne d'une dorsiflexion irréductible du poignet. Un tel réglage, apparemment inquiétant, est correct. Le reste de l'intervention se déroule en maintenant toujours le coude fléchi à 90°.

Après levée du garrot, les hémostases sont réalisées au bistouri électrique et la peau de l'avant-bras est suturée en deux plans sur drain aspiratif ressortant au-dessus du pli du coude, où il est fixé à la peau par un Stéristrip®, ce qui permet son ablation facile. L'immobilisation de ce transfert doit se faire pendant 4 semaines environ, avec le coude fléchi à 90° et le poignet en dorsiflexion à 45° environ.

■ Méthodes palliatives des paralysies des fonctions élémentaires : doigts

Les doigts ont des fonctions extrinsèques (flexion IP et extension MP) et des fonctions intrinsèques (flexion MP, extension IP et mouvements de latéralité MP). Le système des ligaments rétinaculaires complète l'ensemble pour lier la flexion et l'extension des IP entre elles.

Effets ténodèse aux doigts

Chaque doigt comprend trois articulations : MP, IP proximale (IPP) et IP distale (IPD). Chacune de ces trois articulations a des mouvements de flexion et d'extension.

De chaque côté de chaque doigt sont tendus les « ligaments rétinaculaires », entre la phalange proximale (P1) et la base de la phalange distale (P3). Situés sur les bords latéraux de l'appareil extenseur, ils passent en avant de l'axe articulaire IPP et en arrière de l'axe articulaire IPD. Par l'effet de ténodèse dynamique croisée (cf. supra), ils obligent ainsi de façon automatique les IPP et IPD à des mouvements toujours associés, tant en flexion qu'en extension (Fig. 12).

De la même façon, les muscles intrinsèques du doigt (interos-seux radial, interos-seux ulnaire et lombrical) sont tendus entre

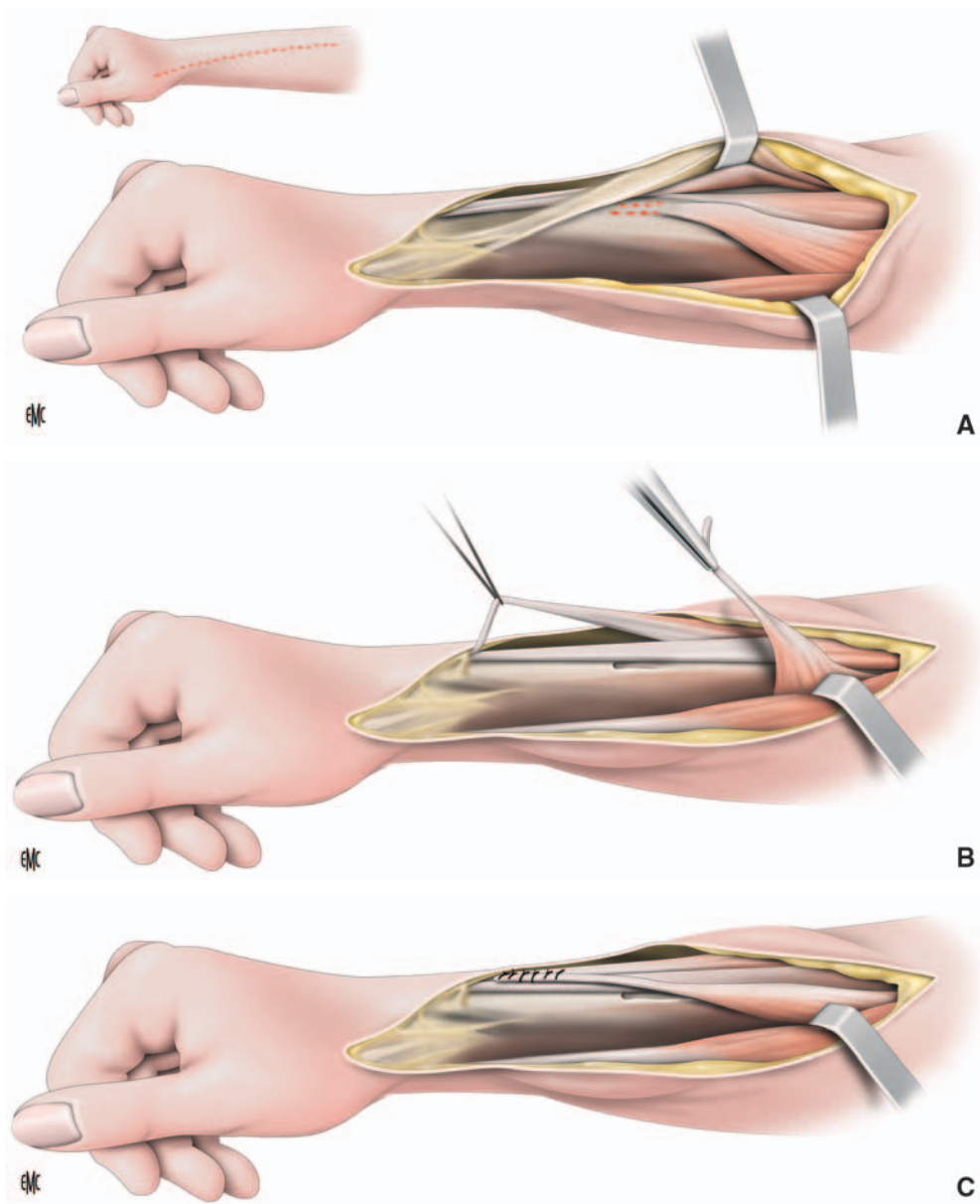


Figure 10. Transfert du PT sur l'ECRB.

A. La voie d'abord est longitudinale ou légèrement sinueuse au bord radial de l'avant-bras et du poignet. L'insertion distale du PT sur le radius est repérée sous le BR et une incision prolonge son tendon par une languette périostée de plusieurs centimètres.

B. Ce tendon prolongé par le périoste est ruginé et libéré du radius.

C. Transfert du PT à travers le tendon de l'ECRB.

le métacarpien et la base de la phalange moyenne (P2), en passant en avant de l'axe articulaire MP et en arrière de l'axe articulaire IPP. Leur contraction entraîne donc simultanément une flexion MP et une extension IPP. On peut aussi remarquer que leur disposition est celle d'une ténodèse dynamique croisée et que, passivement, la flexion IPP peut entraîner par leur intermédiaire la flexion MP. C'est ce qui se produit normalement lors de la fermeture globale du doigt : la contraction du FDP fléchit l'IPD. Par la ténodèse dynamique croisée du ligament rétinaculaire, cette flexion IPD entraîne la flexion IPP. Cette dernière entraîne à son tour la flexion MP grâce à la ténodèse dynamique croisée réalisée par la disposition des muscles interosseux, à la condition expresse que ces muscles ne soient pas paralysés et qu'ils aient conservés leurs propriétés viscoélastiques.

Finalement, on peut résumer schématiquement ainsi la physiologie motrice du doigt (Fig. 12) :

- à l'IPD, la flexion est assurée directement par le FDP et l'extension indirectement par l'effet ténodèse du ligament rétinaculaire, activé par les muscles intrinsèques ;
- à l'IPP, l'extension est assurée avant tout par les muscles intrinsèques, mais l'EDC peut aussi agir si la MP n'est pas en

hyperextension et si la bandelette médiane de l'appareil extenseur n'est pas distendue ; quant à la flexion active isolée de l'IPP, elle est entraînée par le FDS ; mais ce moteur n'intervient physiologiquement que contre résistance, lors des prises ; le plus souvent, en fait, la flexion de l'IPP est assurée passivement et automatiquement par l'effet ténodèse du ligament rétinaculaire, activé par le FDP ;

- à la MP, l'extension est assurée par l'EDC, l'EIP et l'EDM, et la flexion par les muscles intrinsèques.

On peut ainsi distinguer trois tableaux paralytiques élémentaires pour le doigt : paralysie de l'extension MP, paralysie de la flexion IP et paralysie des muscles intrinsèques.

Extension métacarpophalangienne des doigts

La paralysie de l'extension MP des doigts est liée à celle de l'EDC, de l'EIP et de l'EDM. Ces trois muscles extrinsèques sont innervés par le radial. Lorsque la paralysie de l'extension MP ne concerne qu'un seul doigt, ce qui est rare, c'est habituellement l'index et le traitement palliatif est simple puisqu'il consiste à suturer à l'avant-bras le tendon EDC correspondant à l'index

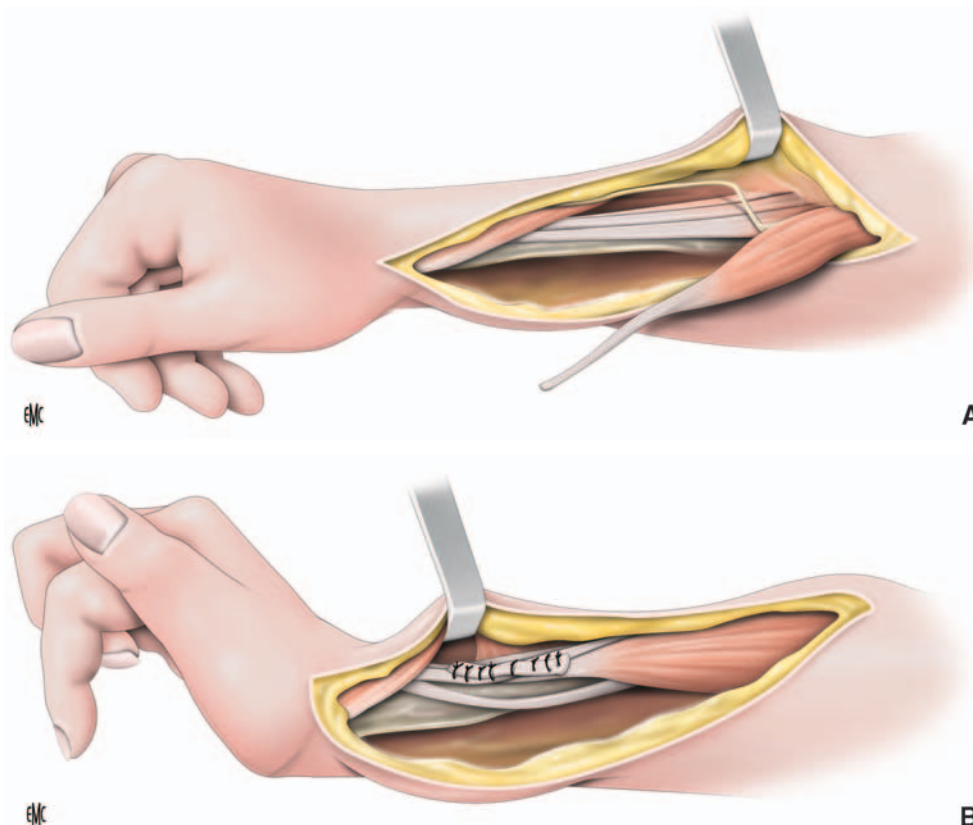


Figure 11. Transfert du BR sur l'ECRB.

A. Le tendon distal du BR est sectionné au ras de son insertion sur le radius, en prenant garde à la branche antérieure du nerf radial, toute proche.
B. Après dissection proximale complète du corps musculaire jusqu'à son pédicule vasculaire principal (vaisseaux récurrents radiaux antérieurs) près du pli du coude, transfert à travers le tendon de l'ECRB.

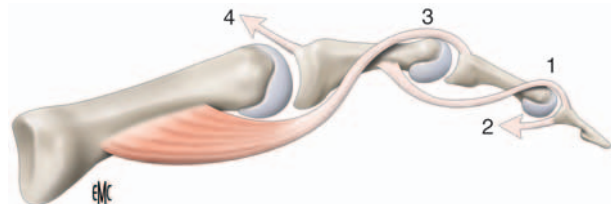


Figure 12. Physiologie simplifiée des effets ténodèse d'un doigt. Le ligament rétinaculaire (1) passe en avant de l'articulation interphalangienne proximale (IPP) et en arrière de l'articulation interphalangienne distale (IPD). Le fléchisseur profond (2) entraîne ainsi automatiquement la flexion simultanée des deux articulations interphalangiennes du doigt. Les muscles intrinsèques et leurs tendons (3) passent de la même façon en avant de l'articulation métacarpophalangienne (MP) et en arrière de l'articulation IPP. Ils étendent l'IPP et, par le ligament rétinaculaire, l'IPD. En l'absence de résistance, le seul tendon fléchisseur profond fléchit non seulement l'IPD et l'IPP par le ligament rétinaculaire, mais aussi la MP par un simple effet de ténodèse dynamique croisée liée à la disposition des muscles intrinsèques et à leur résistance élastique. Cette résistance élastique disparaît lorsque les muscles intrinsèques sont paralysés. Le tendon extenseur (4) étend surtout la MP, mais il peut aussi étendre l'IPP si la MP n'est pas en hyperextension.

aux autres tendons de l'EDC restés actifs. Mais, le plus souvent, ce sont tous les doigts qui sont atteints. Les procédés qui permettent de compenser cette paralysie sont actifs (transferts tendineux) ou passifs (ténodèse) selon qu'il existe ou non des moteurs utilisables.

Ténodèses

Principe

Le principe des ténodèses de l'EDC est simple : il faut fixer les tendons de l'EDC sur le squelette distal de l'avant-bras (Fig. 13). On réalise ainsi une ténodèse dynamique « directe » (cf. supra),

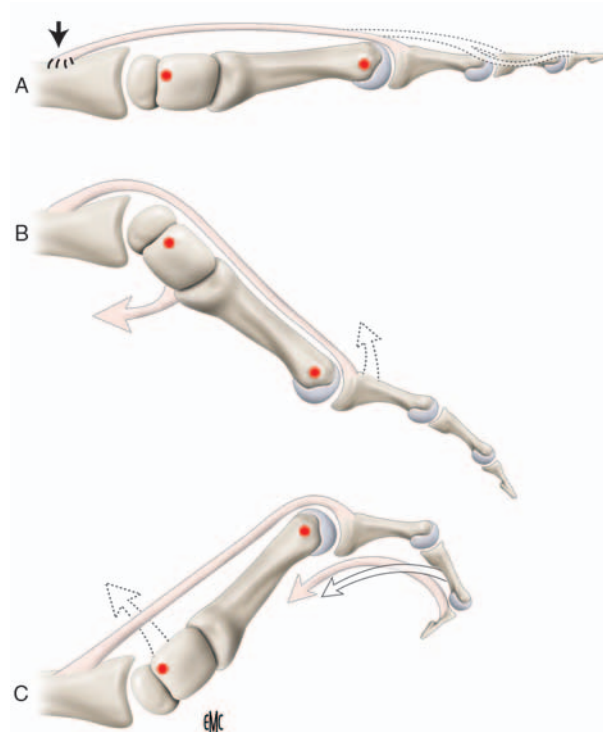


Figure 13.

A. Ténodèse de l'EDC sur le radius.
B. La flexion du poignet entraîne l'extension métacarpophalangienne des doigts.
C. La contraction des fléchisseurs des doigts entraîne l'extension du poignet par effet ténodèse réciproque.

qui reste du même côté des deux articulations qu'elle enjambe : le poignet et les MP de chaque doigt. Ainsi, la flexion du

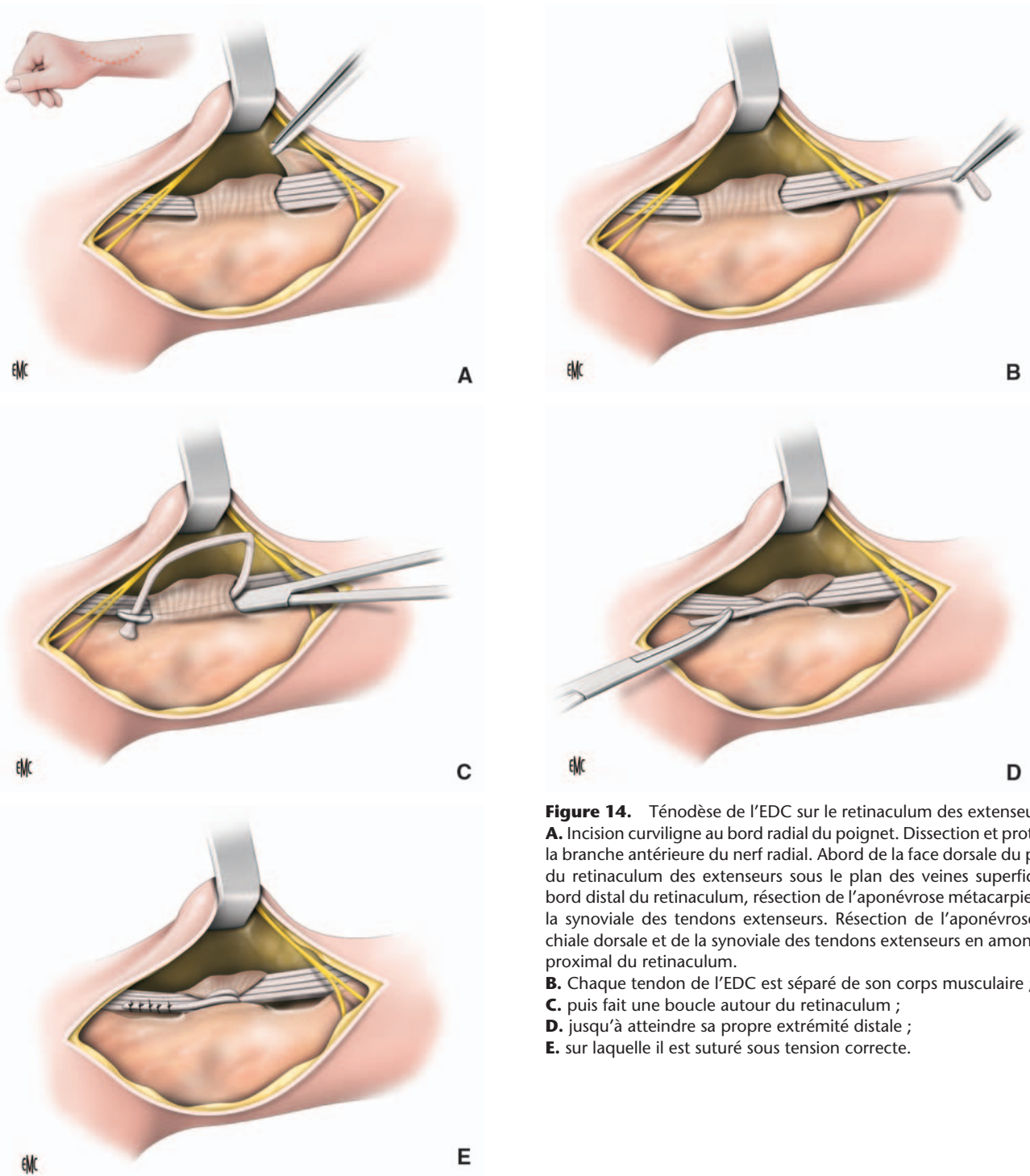


Figure 14. Ténodèse de l'EDC sur le retinaculum des extenseurs.

A. Incision curviligne au bord radial du poignet. Dissection et protection de la branche antérieure du nerf radial. Abord de la face dorsale du poignet et du retinaculum des extenseurs sous le plan des veines superficielles. Au bord distal du retinaculum, résection de l'aponévrose métacarpienne et de la synoviale des tendons extenseurs. Résection de l'aponévrose antibrachiale dorsale et de la synoviale des tendons extenseurs en amont du bord proximal du retinaculum.

B. Chaque tendon de l'EDC est séparé de son corps musculaire ;
C. puis fait une boucle autour du retinaculum ;
D. jusqu'à atteindre sa propre extrémité distale ;
E. sur laquelle il est suturé sous tension correcte.

poignet, sous l'effet de la pesanteur ou d'un fléchisseur actif, entraîne automatiquement l'extension MP des doigts. La ténodèse remplace ainsi l'action de l'EDC, et cela d'autant mieux qu'il existe un fléchisseur actif du poignet. En outre, si les fléchisseurs des doigts sont actifs ou réanimés, et que l'hyperextension MP est prévenue, la contraction des fléchisseurs des doigts tend, par effet ténodèse réciproque, à entraîner une extension secondaire du poignet.

Classiquement, la ténodèse est fixée à la face dorsale de l'extrémité distale du radius. Il existe plusieurs façons de le faire, en interrompant la continuité des tendons EDC [16] ou non. [25, 26] On peut ou non découper une fenêtre osseuse et la fixation elle-même peut utiliser des matériels divers (fil d'acier, plaque vissée, Orthofix®, etc.).

Après avoir utilisé ces méthodes, et comme Teissier, nous préférons actuellement fixer les tendons de l'EDC non dans le radius, mais autour du retinaculum dorsal des extenseurs, qui est dorsal et proximal par rapport à l'axe de flexion-extension

du poignet (pôle proximal du capitatum) et qui est suffisamment solide. [27] Voici la technique que nous utilisons depuis 1997, qui ne nécessite aucun matériel spécifique et qui permet un réglage indépendant pour chaque doigt.

Technique de ténodèse de l'EDC sur le retinaculum des extenseurs (Fig. 14)

L'incision cutanée est curviligne au bord radial du poignet. Elle commence au sommet de la première commissure, passe en regard de la tabatière anatomique et remonte sur 10 à 12 cm, concave en arrière. La branche antérieure du nerf radial et ses branches doivent être repérées, disséquées et protégées. Le lambeau cutané dorsal est disséqué sous le plan des veines superficielles et il est levé jusqu'au bord cubital du quart distal de l'avant-bras. Le bord distal du retinaculum dorsal est facile à repérer. Par rapport à lui et en direction distale, on isole tous les tendons extenseurs au dos de la main en réséquant leur gaine

synoviale et la mince aponévrose dorsale métacarpienne. Le bord proximal du retinaculum est beaucoup plus difficile à identifier clairement par rapport à l'aponévrose antibrachiale dorsale avec laquelle il est en continuité. Qu'il soit ou non visible, l'essentiel est de respecter une hauteur de retinaculum d'au moins 3 cm, mesurés à partir de son bord distal. À partir de ce bord proximal réel ou virtuel, et en direction proximale, l'aponévrose antibrachiale dorsale est réséquée et on pratique une synovectomie complète des tendons de l'EDC sur toute leur longueur, y compris pour leur portion qui s'engage sous le retinaculum. On pratique alors les gestes suivants pour chacun des quatre tendons de l'EDC :

- le tendon est séparé de son corps musculaire en essayant d'obtenir la longueur tendineuse maximale ;
- l'extrémité proximale du tendon ainsi détachée est retournée en direction distale ;
- une pince fine et mousse de type Halsted est introduite sous le retinaculum depuis son bord proximal jusqu'à son bord distal et elle saisit là l'extrémité libre du tendon EDC détaché ;
- la pince subit une traction en direction proximale, qui attire donc le tendon et lui fait décrire ainsi une première boucle autour du retinaculum ;
- l'extrémité libre du tendon est finalement attirée à la surface du retinaculum en direction distale, contre son propre tendon lui-même ;
- le tendon EDC est ainsi suturé sur lui-même au dos du carpe, juste distalement par rapport au bord distal du retinaculum, qui peut aussi être pris dans les sutures ; de trois à cinq points doubles de fil non résorbable doivent être placés sur chaque tendon.

Le réglage de la tension est donc fait séparément pour chacun des quatre tendons de l'EDC. Les sutures sont faites en tirant au maximum sur le tendon en direction distale alors que le poignet est maintenu en extension complète et que les MP des doigts sont maintenues complètement fléchies. On vérifie alors que ce réglage entraîne une extension MP des doigts dans les premiers degrés de flexion passive du poignet. On vérifie en outre que la flexion passive complète du poignet reste possible, en veillant particulièrement à ce point lorsque les fléchisseurs du poignet sont paralysés, et que la flexion du poignet ne repose que sur la pesanteur. La tension est progressivement croissante du cinquième au deuxième doigt (l'extension MP de l'index est la plus importante).

Cette ténodèse de l'EDC peut être complétée de la même manière par celle de l'EDM autour de sa coulisse fibreuse et par celle de l'EPL (cf. infra). Après levée de garrot et hémostase, la peau est suturée en deux plans sur un drain aspiratif extériorisé en direction distale au bord cubital de la main.

Une immobilisation postopératoire est nécessaire pendant 4 semaines, poignet en extension à 45° environ et MP des doigts fléchies (ce qui est possible et hautement souhaitable).

Transferts tendineux

Principe

Les transferts tendineux de réanimation de l'EDC utilisent habituellement comme moteurs le FCU, [28] le FCR [15, 20] ou le BR. [29] L'extension MP des doigts étant à la fois synergique de la flexion du poignet et activée par l'effet ténodèse qui est entraîné par cette flexion du poignet (cf. supra), il est logique d'utiliser un des fléchisseurs du poignet comme moteur. Dans ce cas, il faut négliger le PL, inconstant et trop faible, et choisir entre FCU et FCR s'ils sont actifs. Si la laxité du poignet est notable, il vaut mieux conserver le FCU pour stabiliser latéralement cette articulation. Sinon, peu importe que ce soit le FCR ou le FCU, mais il est alors vivement conseillé de ne pas utiliser l'autre fléchisseur du poignet pour un autre transfert : il faut conserver au moins un des deux fléchisseurs principaux du poignet, ce qui améliore encore l'action du transfert.

Lorsque les fléchisseurs du poignet ne sont pas utilisables, c'est-à-dire lorsque l'un des deux au moins est paralysé, il faut choisir un autre moteur. Le BR est alors un excellent choix, à condition de le prélever correctement. Il reste enfin possible d'utiliser un FDS comme moteur de l'extension MP ; cela a été décrit par Boyes [30]

et continue à être préconisé en première intention par certains, dont nous ne faisons pas partie. Nous allons donc décrire la technique de transfert du FCU, du FCR ou du BR sur l'EDC.

Technique utilisant le FCU

Lorsque c'est le FCU qui est utilisé comme moteur, une incision longitudinale à la partie moyenne du bord ulnaire de l'avant-bras est nécessaire, le long de l'os, depuis le poignet en remontant presque jusqu'à l'épitrachée. Elle permet d'aborder le tendon du FCU, qui est sectionné le plus distalement possible, près du pisiforme. Le pédicule vasculonerveux ulnaire doit bien sûr être protégé lors de cette dissection, qui libère le tendon FCU de façon circulaire (le FCU est toujours adhérent à la peau dans son tiers distal) et remonte jusqu'au corps musculaire, qui est découvert presque jusqu'au coude après incision de l'aponévrose antibrachiale. Le muscle est également libéré de façon circulaire en sacrifiant les branches vasculaires transversales qui lui sont envoyées de façon étagée par le pédicule ulnaire. Le pédicule principal du muscle est l'artère récurrente ulnaire postérieure, qui lui abandonne de très nombreuses branches courtes à sa face profonde, en rejoignant le nerf cubital derrière l'épitrachée. La voie d'abord ulnaire peut suffire à elle seule à pratiquer le transfert du FCU sur l'EDC, dont les tendons sont alors libérés après résection de l'aponévrose dorsale. Mais le plus souvent, d'autres réanimations associées sont nécessaires, qui conduisent à une voie d'abord associée du côté radial de l'avant-bras (cf. infra). Dans tous les cas, le FCU rejoint l'EDC par voie sous-cutanée au bord ulnaire de l'avant-bras.

Technique utilisant le FCR

Lorsque c'est le FCR qui est utilisé comme moteur, le trajet le plus direct est de passer à travers la membrane interosseuse, selon la voie proposée initialement par Duparc [6] pour les paralysies du pouce (cf. article 44-421). Nous allons décrire cette voie (Fig. 15). Une seule incision est nécessaire, qui est sinueuse tout au long du bord radial de l'avant-bras, depuis la tabatière anatomique du côté distal, en remontant du côté proximal presque jusqu'au pli du coude, sur le relief du corps musculaire du BR. La branche antérieure du nerf radial et toutes ses branches doivent d'abord être repérées, isolées et protégées. Puis on aborde la loge postérieure sur les deux tiers distaux de l'avant-bras, en soulevant un lambeau cutané jusqu'au niveau ulnaire en passant sous le plan de veines superficielles. L'aponévrose dorsale est réséquée, et les tendons de l'EDC sont isolés et débarrassés de leur péricard. On aborde alors la loge antérieure de l'avant-bras en passant à la surface des vaisseaux radiaux mais toujours sous le plan des veines superficielles, en essayant toujours de respecter celles-ci au maximum. Après incision longitudinale de l'aponévrose antibrachiale, le FCR est repéré à son tendon et libéré de façon circulaire. Il faut prendre garde au nerf médian, qui en est proche et qui doit être vu. Le tendon du FCR est alors sectionné le plus distalement possible, à son entrée sous le ligament annulaire antérieur. La dissection se poursuit du côté proximal par le corps musculaire du FCR, qui doit aussi être libéré de façon circulaire le plus haut possible, en sacrifiant les petites branches vasculaires transversales que le pédicule radial lui envoie de façon étagée. La vascularisation principale du FCR provient en effet le plus souvent d'un gros pédicule principal, parfois dédoublé, venu du système des récurrentes ulnaires ou du tronc cubito-interosseux et abordant la face postérieure du tiers moyen du corps musculaire avec les rameaux nerveux du médian destinés à ce muscle. [24] Il faut alors écarter les FDS du côté ulnaire et aborder la loge profonde en ouvrant l'aponévrose profonde puis en repérant le FPL et le FDP, que l'on écarte l'un de l'autre. La membrane interosseuse est alors visible, ainsi que le carré pronateur et le pédicule interosseux antérieur qui pénètre à la face profonde du bord proximal de ce dernier. Il faut alors découper une fenêtre dans la membrane interosseuse, dont le bord distal est au bord proximal du carré pronateur, les bords latéraux au contact des deux os de l'avant-bras et le bord proximal aussi loin du bord distal que le permettent les impératifs de conservation du pédicule interosseux antérieur (3 ou 4 cm au moins). Il faut veiller à ce que, une fois le

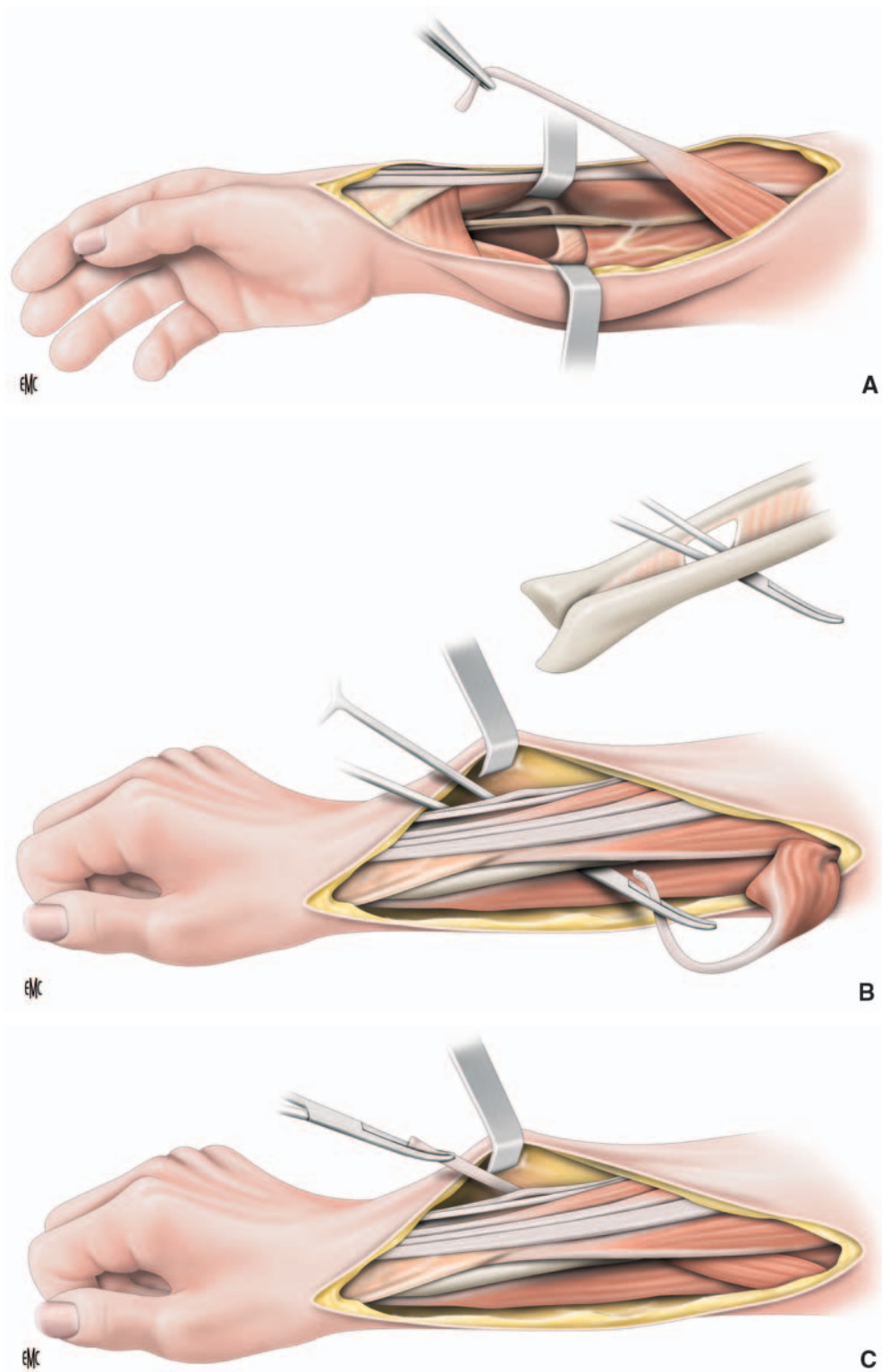


Figure 15. Transfert du FCR sur l'EDC à travers la membrane interosseuse.

A. Le tendon du FCR a été sectionné à son entrée sous le retinaculum des fléchisseurs. Une fenêtre est découpée dans la membrane interosseuse au bord proximal du carré pronateur, en prenant garde de respecter le pédicule vasculonerveux interosseux antérieur qui s'y engage.

B. Après dissection de la loge postérieure et résection de l'aponévrose antibrachiale postérieure par la même voie, une pince est passée au bord ulnaire des tendons EDC à travers la fenêtre interosseuse et attrape le tendon du FCR.

C. Le tendon du FCR peut ainsi être transféré dans ceux de l'EDC.

transfert pratiqué, la membrane interosseuse soit au contact du muscle FCR plutôt que de son tendon, pour éviter les adhérences inextensibles à cet endroit. On se reporte alors dans la loge postérieure, qui est abordée en écartant du côté radial les tendons de l'EDC et de l'EDM. Le plan musculaire profond ainsi exposé est abordé en plaçant les écarteurs entre l'EIP du côté distal et l'EPL du côté proximal. La membrane interosseuse apparaît alors, ou plutôt la fenêtre qui vient d'y être pratiquée. Une pince longue, fine et mousse est alors introduite dans cette

fenêtre pour rejoindre la loge antérieure, saisir l'extrémité distale du tendon FCR et ressortir en l'attirant avec elle. Le transfert peut alors être pratiqué. Le FCR peut aussi être transféré sur l'EDC en passant sous la peau du bord radial de l'avant-bras.

Technique utilisant le BR

Lorsque c'est le BR qui est utilisé comme moteur (Fig. 16), son tendon distal est facilement repéré à côté du tronc de la

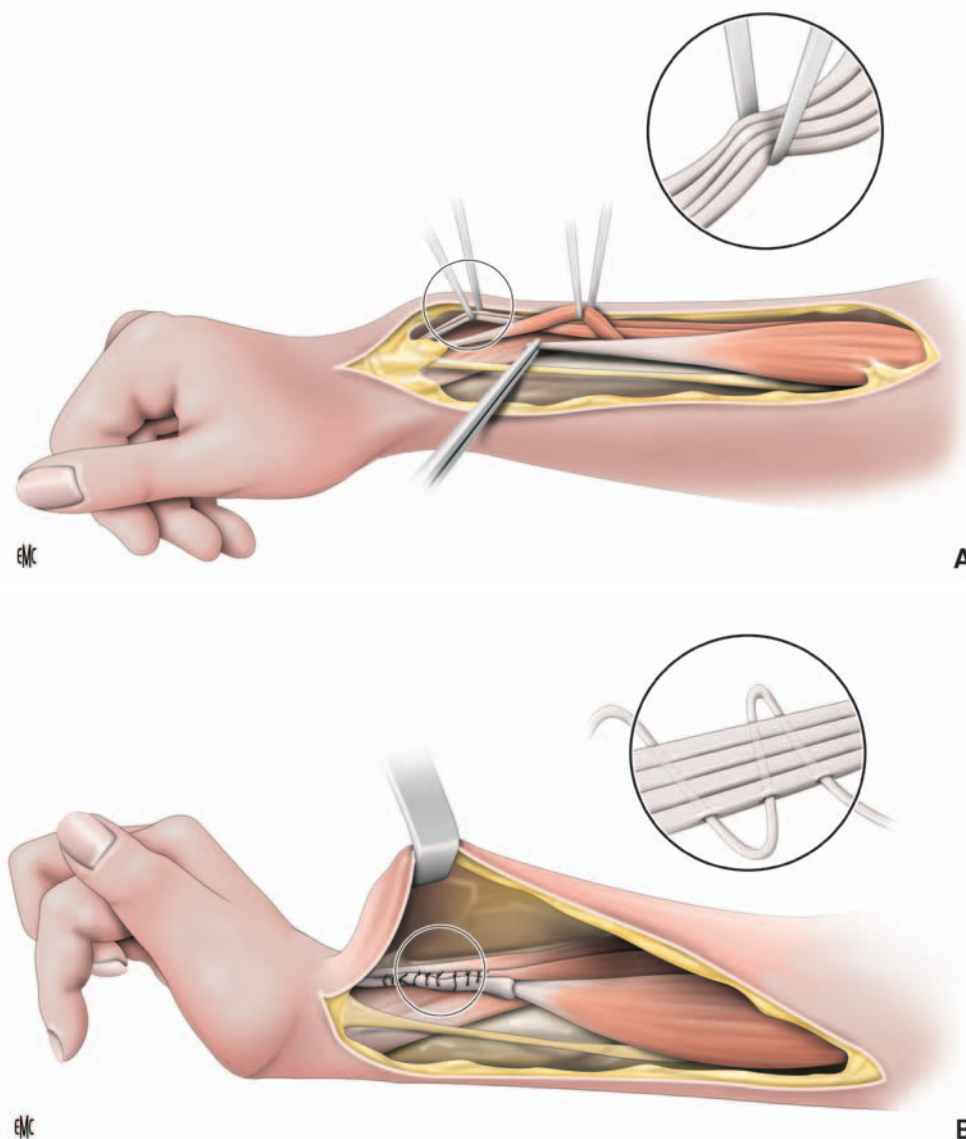


Figure 16. Transfert du BR sur l'EDC au bord radial de l'avant-bras.

A. Le tendon distal du BR est sectionné au ras de son insertion sur le radius, en prenant garde à la branche antérieure du nerf radial, toute proche. En cartouche, les tendons de l'EDC, soulevés par un lacs. À côté, le muscle EPL, sur un autre lacs.

B. Après dissection proximale complète du corps musculaire du BR jusqu'aux vaisseaux récurrents radiaux antérieurs, près du pli du coude, le transfert du tendon du BR dans ceux de l'EDC est fait par plusieurs passages transfixiants.

branche antérieure du nerf radial, qui s'en dégage. L'aponévrose qui recouvre le corps musculaire et le péricardion doit être incisée longitudinalement sur toute la longueur du muscle et du tendon. L'insertion distale du BR sur le radius est sectionnée au ras de l'os, aux ciseaux de Mayo ou au bistouri, sous le corps musculaire de l'APL et de l'EPB, que l'on récline. Une fois le tendon désinséré, la dissection est remontée en direction proximale, en libérant de façon circulaire le muscle de son aponévrose et de ses connexions. Parmi ces dernières, le pédicule vasculaire radial lui envoie souvent une ou deux branches transversales distales, qui doivent être sacrifiées. Seuls doivent être respectés les vaisseaux récurrents radiaux antérieurs, qui constituent le pédicule vasculaire principal du BR et des muscles radiaux. [24] Ces vaisseaux, nés du pédicule radial et dont la direction est transversale, siègent à la face profonde de ces muscles, habituellement juste en aval du pli de flexion du coude. Ils ne doivent évidemment pas être blessés par la dissection, qui s'arrête à leur niveau. Il faut alors vérifier que la libération du BR lui permet une course de 3 cm environ. Cette mesure se fait avec une règle graduée, en tirant sur le tendon avec une pince clampée transversalement sur son extrémité distale.

Fixation distale

Que le moteur choisi soit le FCR, le FCU ou le BR, et que son trajet soit sous-cutané ou transmembranaire, sa fixation distale sur les tendons de l'EDC se fait de la même façon, en les transfixiant en bloc obliquement plusieurs fois (au moins trois fois). Il faut effectuer le premier passage transfixiant de façon oblique selon la direction du moteur et vérifier que chacun des quatre tendons EDC est bien concerné par le passage. Puisque ces trois moteurs sont tous insérés au-dessus du coude, il est fondamental de régler la tension de ce transfert avec le coude fléchi à 90°. Dans cette position du coude, on maintient passivement le poignet en dorsiflexion complète et les MP des doigts en flexion maximale. On règle alors la tension en tirant au maximum sur les tendons de l'EDC en direction proximale et sur le tendon du moteur en direction distale. On s'assure ainsi que la flexion des MP reste possible. Après la réalisation de toutes les sutures, on vérifie que, lorsqu'on fléchit le poignet, les MP des doigts s'étendent de façon harmonieuse (c'est-à-dire de façon plus importante sur les doigts radiaux que sur les doigts cubitiaux) et qu'une flexion passive complète du poignet reste possible. On vérifie alors par une tentative prudente d'extension passive du coude que cette dernière est très limitée et qu'elle

s'accompagne d'une extension irréductible du poignet et des MP. Un tel réglage, apparemment inquiétant, est correct. Le reste de l'intervention se déroule en maintenant toujours le coude fléchi à 90°.

Après levée du garrot, les hémostases sont réalisées au bistouri électrique et la peau de l'avant-bras est suturée en deux plans sur drain aspiratif ressortant au-dessus du pli du coude, où il est fixé à la peau par un Stéristrip®, ce qui permet son ablation facile. L'immobilisation de ce transfert doit se faire pendant 4 semaines environ avec le coude fléchi à 90°, et le poignet en dorsiflexion à 45° environ. Dans cette position, qui détend le transfert ainsi qu'on l'a réglé, il est inutile d'immobiliser les MP des doigts en extension et celles-ci peuvent être laissées fléchies à 90°, ce qui évite tout risque d'enraidissement.

Remarque : la réanimation par transfert de l'EDC peut aussi concerner l'EDM, ainsi que l'EPL avec le même moteur (cf. infra). Il semble en tout cas toujours inutile d'y ajouter l'EIP.

Flexion interphalangienne des doigts

Principe

La paralysie de la flexion IP des doigts est liée à celles du FDP et du FDS. À l'exception des FDP des quatrième et cinquième doigts, qui sont innervés par le cubital, tous les autres fléchisseurs sont innervés par le médian. Lorsque la flexion IP des doigts est paralysée et doit être restaurée, les fléchisseurs superficiels doivent être abandonnés et seuls les fléchisseurs profonds doivent être réanimés. Il est certes possible de le faire par ténodèse, pourvu qu'il existe un moteur de l'extension du poignet, en fixant ces FDP à la face palmaire du radius, mais cette intervention est exceptionnellement pratiquée de nos jours. Elle ne permet, en effet, pratiquement aucune ouverture de la main lorsqu'elle est correctement réglée, ce qui déplaît évidemment aux patients. [31] D'autre part, devant les paralysies les plus étendues, le but de la chirurgie palliative est de restaurer une préhension de la meilleure qualité possible. S'il n'existe qu'un seul muscle moteur utilisable à l'avant-bras et que l'extension active du poignet est conservée, ce moteur doit être réservé en priorité à la flexion des doigts et du pouce. Nous ne décrivons donc pas la ténodèse des FDP sur le radius, mais uniquement leur réanimation par transfert actif.

Les moteurs habituels pour cette réanimation sont l'ECRL et le BR. Le cas le plus favorable, et heureusement le plus fréquent, est celui où un muscle radial est disponible comme moteur. En effet, l'extension active du poignet est normalement synergique de la flexion des doigts, et elle participe pour les deux tiers à la force de préhension ; [12] de plus, l'effet ténodèse qui se manifeste lors de l'extension du poignet ajoute environ 2 cm à la course normale du muscle transféré (cf. supra). Cela est heureux, car les radiaux n'ont que 3 cm de course environ. Or, les fléchisseurs profonds réanimés ont une course normale de 7 cm environ. Les 3 cm de course du moteur, complétés par ces 2 cm de course relative liée à l'effet ténodèse en extension du poignet, font un total de 5 cm. Il est clair ainsi qu'il manque environ 2 cm de course au transfert pour rétablir une fonction FDP physiologique et que le réglage de la tension du transfert est placé devant un choix : soit réanimer une fermeture complète aux dépens de l'ouverture complète des doigts, soit privilégier l'extension complète des doigts aux dépens de leur fermeture. En outre, la force du moteur n'étant approximativement égale qu'à celle qui est normalement transmise sur un seul tendon FDP, la force de préhension globale n'est au mieux que le quart de celle de l'ECRL.

Enfin, si le choix existe entre l'ECRB et l'ECRL, puisque l'ECRB a moins de composante de déviation radiale sur le poignet que l'ECRL, il doit être respecté au maximum (cf. supra). C'est donc le transfert de l'ECRL sur les FDP que nous allons finalement décrire, en y ajoutant le transfert du BR, qui est techniquement presque identique. Nous négligeons ici la description du transfert des FDS sur les FDP, dont les indications sont limitées en pratique à certaines séquelles de rétraction ischémique des fléchisseurs ou de lésions du plexus brachial.

Technique de transfert de l'ECRL ou du BR sur les FDP (Fig. 17)

Une seule incision est nécessaire, qui est sinueuse tout au long du bord radial de l'avant-bras, depuis le sommet du premier espace intermétacarpien et la tabatière anatomique du côté distal, en remontant du côté proximal presque jusqu'au pli du coude, sur le relief du corps musculaire du BR. La branche antérieure du nerf radial et toutes ses branches doivent d'abord être repérées, isolées et protégées.

Lorsque l'ECRL est utilisé comme moteur, on aborde la loge postérieure de l'avant-bras, et on repère l'endroit où l'APL se dégage obliquement de la face profonde de l'EDC. Il indique du côté proximal la séparation entre l'ECRB et l'EDC, et l'aponévrose antibrachiale peut être incisée sur toute sa longueur. Les tendons de l'ECRL (le plus court, le plus radial, le plus superficiel) et de l'ECRB (le plus long, le plus ulnaire et le plus profond) sont alors bien visibles. Il faut les dégager sur toute leur longueur, en réclinant au maximum l'APL et l'EPB. On peut alors examiner les éventuelles variations anatomiques de ces tendons et vérifier qu'il n'existe pas de tendons ou de muscles surnuméraires, ni d'anastomoses tendineuses entre les radiaux. S'il en existe, il faut les couper pour obtenir un tendon ECRL parfaitement isolé, jusqu'à son insertion distale à la face dorsale de la base du deuxième métacarpien. Il faut voir cette insertion de l'ECRL en réclinant correctement l'extrémité distale de l'incision cutanée. À sa sortie de sa coulisse ostéofibreuse, le tendon ECRL est surcroisé obliquement par celui de l'EPL, avec lequel il ne doit pas être confondu. On le coupe à cet endroit, le plus près possible du métacarpien, en prenant garde à ne pas traumatiser l'ECRB voisin. Le tendon ECRL est alors extrait par traction au tiers moyen de l'avant-bras. Il est possible que des adhérences ou des anastomoses tendineuses passées jusque là inaperçues rendent la manœuvre moins simple que prévu. Une fois extrait le tendon ECRL, on dissèque son corps musculaire de façon circulaire en direction proximale, jusqu'aux vaisseaux récurrents radiaux antérieurs, qui constituent le pédicule vasculaire principal du BR et des muscles radiaux. [24] Ces vaisseaux, nés du pédicule radial et dont la direction est transversale, siègent à la face profonde de ces muscles, habituellement juste en aval du pli de flexion du coude. Ils ne doivent évidemment pas être blessés par la dissection, qui s'arrête à leur niveau.

Lorsque c'est le BR qui est utilisé comme moteur, son tendon distal est facilement repéré, à côté du tronc de la branche antérieure du nerf radial, qui s'en dégage. L'aponévrose qui recouvre le corps musculaire et le péri-tendon doit être incisée longitudinalement sur toute la longueur du muscle et du tendon. L'insertion distale du BR sur le radius est sectionnée au ras de l'os, aux ciseaux de Mayo ou au bistouri, sous le corps musculaire de l'APL et de l'EPB, que l'on récline. Une fois le tendon désinséré, la dissection est remontée en direction proximale, en libérant de façon circulaire le muscle de son aponévrose et de ses connexions. Parmi ces dernières, le pédicule vasculaire radial lui envoie souvent une ou deux branches transversales distales, qui doivent être sacrifiées. Seuls doivent être respectés les vaisseaux récurrents radiaux antérieurs, qui constituent son pédicule vasculaire principal et ne doivent évidemment pas être blessés par la dissection, qui s'arrête à leur niveau. Il faut alors vérifier que la libération du BR lui permet une course de 3 cm environ. Cette mesure se fait avec une règle graduée, en tirant sur le tendon avec une pince clampée transversalement sur son extrémité distale.

Que le moteur soit l'ECRL ou le BR, on se porte alors à la loge antérieure de l'avant-bras, dont l'aponévrose superficielle est ouverte. Le pédicule vasculaire radial est repéré et disséqué en ne conservant ses connexions vasculaires qu'avec le lambeau cutané, avec lequel il est soulevé et récliné. Puis, l'aponévrose profonde de la loge antérieure de l'avant-bras est incisée, et on aborde le FPL et le FDP. Les quatre tendons de ce dernier sont repérés sur un lacs, et ils sont dépouillés au maximum de leurs enveloppes synoviales et graisseuses, en allant aussi loin que possible en direction distale, où il existe constamment un gros peloton graisseux antérieur avant le canal carpien. Ce peloton

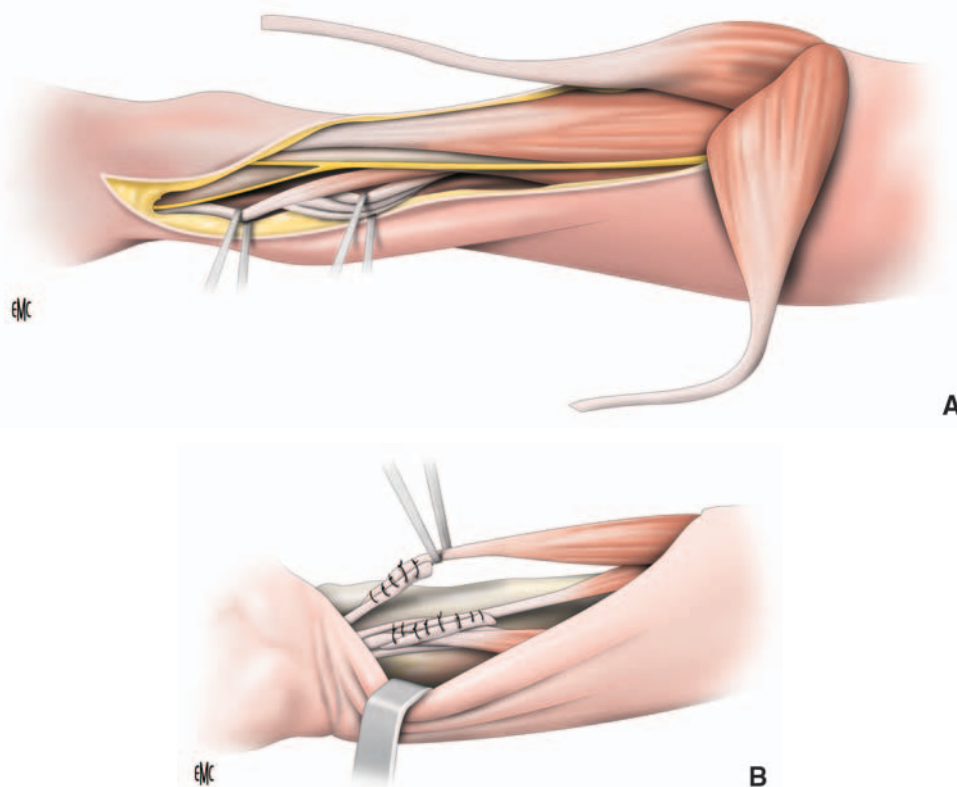


Figure 17. Transfert de l'ECRL sur le FDP et du BR sur le FPL.

A. Le tendon ECRL (en haut) a été détaché de son insertion distale sur la base du deuxième métacarpien. Le tendon du BR (à droite) a été détaché de son insertion distale sur le radius. Entre les deux, la branche antérieure du nerf radial a été respectée. La dissection proximale des deux corps musculaires est faite jusqu'au voisinage du pli du coude, en respectant les vaisseaux récurrents radiaux qui les nourrissent. Le tendon du FPL et les tendons du FDP sont repérés sur des lacs.

B. Le BR est transféré sur le FPL, et l'ECRL sur les tendons FDP. Ces deux transferts sont faits par des passages transfixiants.

doit être réséqué. Il faut prendre garde lors de ces manœuvres à ne pas comprimer avec un écarteur le nerf médian, qui est proche. Une fois libérés les quatre tendons FDP, il faut vérifier par traction qu'il n'existe aucune adhérence sur leur trajet distal, et qu'ils entraînent bien une flexion IPD et IPP, puis MP, lorsqu'on tire dessus. Puis, une suture provisoire solidarise entre eux les quatre tendons FDP à leur jonction musculotendineuse, dans le but de fixer leurs tensions respectives les unes par rapport aux autres, de telle façon que lorsqu'on tire en direction proximale sur cette suture provisoire, on obtient une flexion harmonieuse des doigts, progressivement croissante de l'index au cinquième doigt.

Le transfert peut alors être pratiqué. Le réglage de la tension se fait en maintenant le coude fléchi à 90° et le poignet en flexion passive complète, doigts en extension aussi complète que possible. On tire sur le fil provisoire des FDP en direction proximale au maximum, mais de façon à ne pas entraîner de flexion des doigts. On tire sur le moteur au maximum en direction distale, et on le fait passer au moins trois fois de façon transfixiante dans chacun des quatre tendons FDP. Une fois le transfert suturé, on vérifie que l'extension complète du poignet entraîne une flexion des doigts, qui, ici, n'est pas complète. Le réglage que nous venons de décrire est en effet celui qui privilégie l'ouverture complète sur la flexion complète des doigts. Il faudrait tirer encore un peu plus sur le fil provisoire des FDP pour obtenir l'autre réglage, qui privilégie la fermeture complète sur l'ouverture complète des doigts. On vérifie alors par une tentative prudente d'extension passive du coude que cette dernière est très limitée, et qu'elle s'accompagne d'une flexion irréductible du poignet et des doigts. Un tel réglage, apparemment inquiétant, est correct. Le reste de l'intervention se déroule en maintenant toujours le coude fléchi à 90°.

Après levée du garrot, les hémostases sont réalisées au bistouri électrique et la peau de l'avant-bras est suturée en deux plans sur drain aspiratif ressortant au-dessus du pli du coude, où il est

fixé à la peau par un Stéristrip®, ce qui permettra son ablation facile. L'immobilisation de ce transfert doit se faire pendant 4 semaines environ avec le coude fléchi à 90°, l'avant-bras en pronation, le poignet et les MP des doigts en flexion.

Fonctions intrinsèques des doigts

Définition

On distingue les muscles de la main en « extrinsèques » (qui ont leur corps musculaire à l'avant-bras), et « intrinsèques » (qui ont leur corps musculaire dans la main elle-même). Les muscles intrinsèques des doigts sont les sept interosseux (quatre interosseux dorsaux, trois interosseux palmaires), les quatre lombricaux et les trois hypothénariens (adducteur, court fléchisseur et opposant du cinquième doigt). À l'exception des deux premiers lombricaux, qui sont destinés à l'index et au troisième doigt, et qui sont en principe innervés par le médian, tous les muscles intrinsèques des doigts sont innervés par le cubital.

Les muscles intrinsèques sont certes responsables de l'écartement et du rapprochement des doigts entre eux, détail que tout médecin retient habituellement en mémoire mais qui n'est qu'une fonction physiologique très accessoire. La fonction intrinsèque principale est en fait d'assurer la flexion MP et l'extension IP des doigts, que les muscles extrinsèques ne produisent pas. La paralysie intrinsèque complète sur un doigt dont les articulations sont souples et dont les muscles extrinsèques (fléchisseurs et extenseurs) sont fonctionnels entraîne en effet une déformation dite en « griffe » (ou « intrinsèque-moins ») : hyperextension MP avec flexion des IP. Lorsque les fléchisseurs et/ou les extenseurs du doigt sont paralysés avec les muscles intrinsèques, il n'y a pas de déformation en griffe. La déformation en griffe s'accompagne d'une perte de la flexion globale des articulations du doigt, c'est-à-dire que la MP ne commence à fléchir qu'après la flexion complète des IP, ce qui

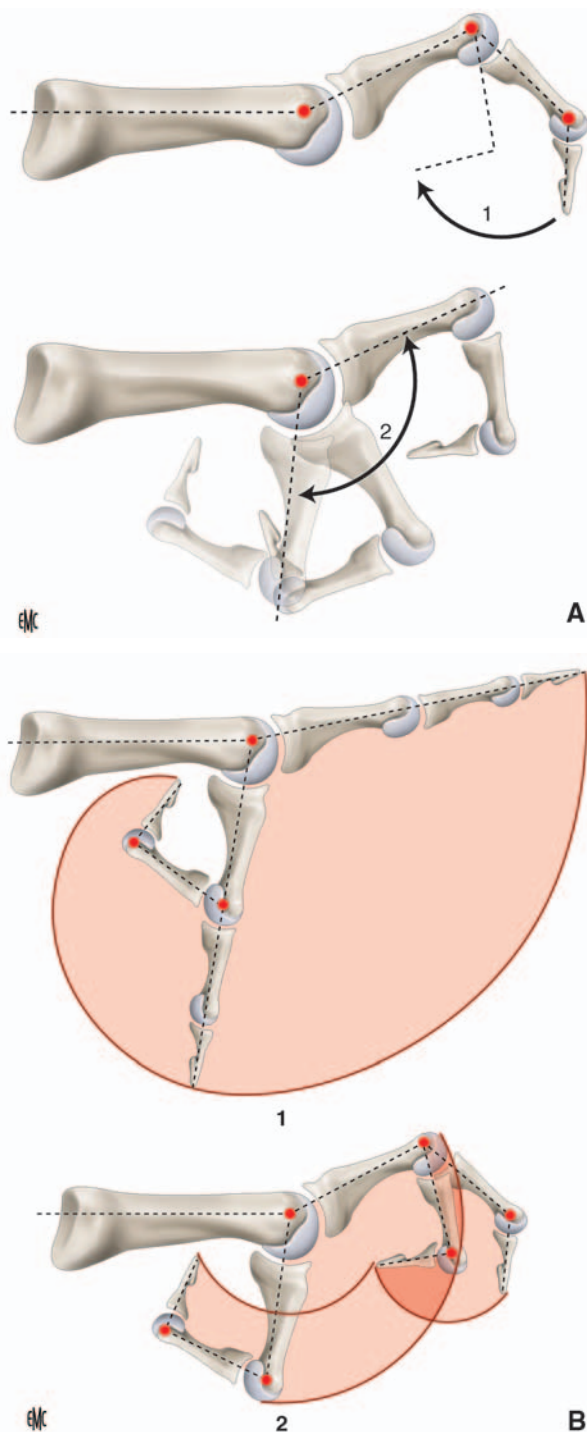


Figure 18.

A. La flexion du doigt en griffe commence dans les articulations interphalangiennes (1). L'articulation métacarpophalangienne ne fléchit que secondairement (2).

B. Arc de fermeture maximale d'un doigt normal (1) et d'un doigt en griffe (2).

rend impossible la pince pulpaire et la préhension normale des objets (Fig. 18). De plus, la force et la stabilité des pinces sont très diminuées.

Le fait capital qui est à l'origine de la chirurgie palliative de la paralysie intrinsèque des doigts est le suivant. Si on prévient l'hyperextension MP, l'extension active des IP redevient possible par le tendon extenseur. C'est la « manœuvre de Bouvier », qui est alors dite « positive ». Lorsqu'elle est négative, cette manœuvre témoigne d'une griffe compliquée au niveau IP.

La classification des paralysies intrinsèques des doigts selon Zancolli [16] est très utile pour poser les indications chirurgicales. Elle distingue :

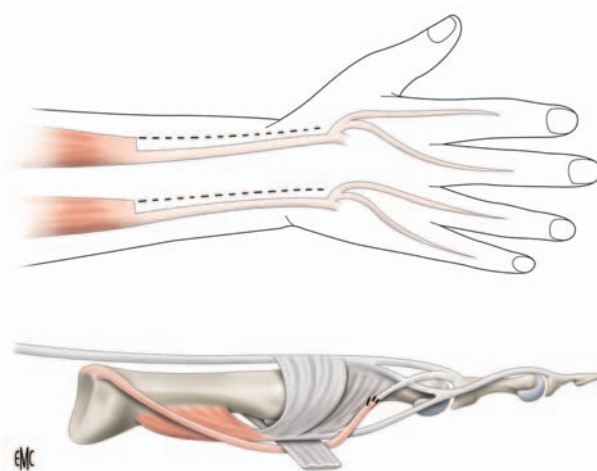


Figure 19. La ténodèse de Riordan utilise des languettes retournées d'ECRL et d'ECU.

- les paralysies intrinsèques sans griffe, qui sont exceptionnelles mais possibles lorsqu'une brièveté congénitale de la plaque palmaire ou une rétraction intrinsèque s'y associe ;
- les paralysies intrinsèques avec griffe, qui sont classées selon le résultat de la manœuvre de Bouvier.

Lorsque la manœuvre de Bouvier est positive, si la flexion MP est possible et si toutes les articulations du doigt sont souples, la griffe est dite « simple » ; si la flexion MP est impossible, il s'agit d'une griffe compliquée de raideur MP en extension, réversible ou irréversible par l'appareillage et la rééducation.

Lorsque la manœuvre de Bouvier est négative, si l'extension active des IP est impossible, il s'agit d'une griffe compliquée au niveau IP, et ces complications doivent être distinguées en réversibles et irréversibles ; si l'extension passive des IP reste possible, il s'agit d'une distension de l'appareil extenseur (ou d'un exceptionnel déficit de l'extension active, observé par Zancolli) ; si elle est impossible, il s'agit soit d'une raideur articulaire, soit d'adhérences ou de rétractions des fléchisseurs, soit de rétraction cutanée palmaire.

Lorsque la manœuvre de Bouvier est positive, les méthodes chirurgicales de son traitement ont pour but de prévenir l'hyperextension MP, soit de façon passive, soit de façon active par des transferts tendineux dont on peut distinguer deux types principaux : les palliatifs actifs à action proximale et les palliatifs actifs à action distale.

Palliatifs intrinsèques passifs

Les méthodes passives ont pour seul but d'empêcher l'hyperextension MP des doigts, pour réaliser une sorte de « manœuvre de Bouvier permanente » lorsque celle-ci est positive. De nombreux procédés ont été décrits pour y parvenir : butée osseuse, avancement de poulie proximale des fléchisseurs, ténodèses et raccourcissement d'un élément palmaire en région MP (peau, aponévrose, capsule). Nous en retenons deux : les ténodèses et les capsuloplasties.

Ténodèses

Parmi les ténodèses elles-mêmes, de nombreuses techniques ont été décrites. En dehors de la ténodèse en lasso de Zancolli, tous les procédés ont en commun le trajet distal du tendon (en avant du ligament transverse intermétacarpien, donc en avant de l'axe de flexion MP), ainsi que sa fixation distale sur une bandelette latérale intrinsèque du doigt paralysé, rejoignant par elle la face dorsale de l'IPP. Sans esprit d'exhaustivité, on peut citer les techniques suivantes.

La ténodèse de Riordan [32] (Fig. 19) utilisait des bandelettes de tendons ECRL et ECU, laissées attachées sur leurs insertions métacarpiennes distales et retournées du côté distal. Chaque bandelette était divisée longitudinalement en deux languettes et chacune de celles-ci passait dans l'espace interosseux correspondant en avant du ligament transverse intermétacarpien, pour

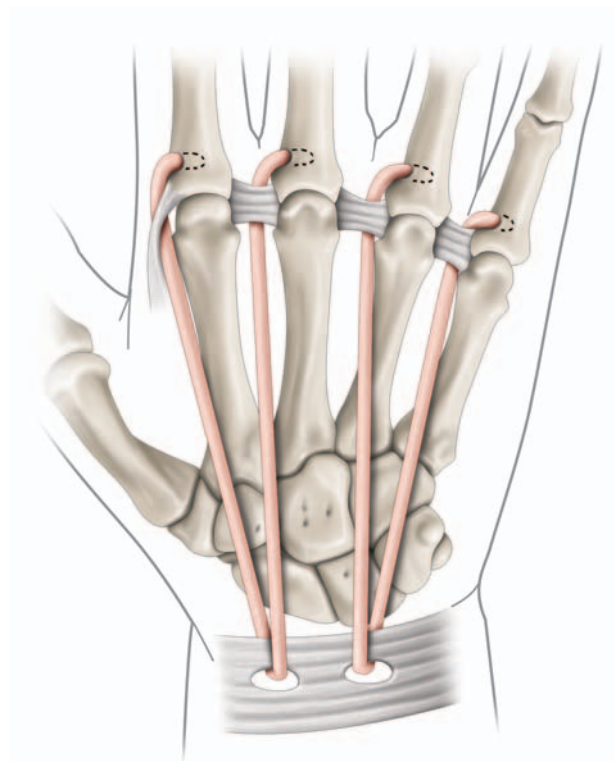


Figure 20. Ténodèse de Fowler, fixée du côté proximal sur le retinaculum des extenseurs. Sur ce dessin, la fixation distale des greffes tendineuses est faite sur la base des phalanges proximales, ce qui en fait un palliatif passif à action proximale. La fixation distale de la technique originale est la bandelette latérale intrinsèque de l'appareil extenseur, ce qui en fait un palliatif passif à action distale.

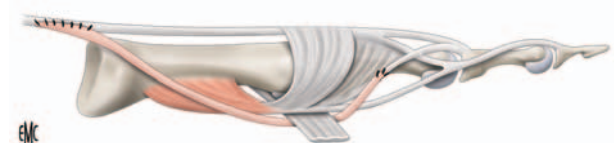


Figure 21. Ténodèse de Srinivasan, fixée du côté proximal sur le tendon EDC. Il s'agit plus d'un autotransfert que d'une ténodèse.

rejoindre par le canal lombral la bandelette latérale intrinsèque de l'appareil extenseur du côté radial du doigt, où elle était fixée.

La ténodèse de Fowler, décrite par Littler [33] (Fig. 20) utilisait quatre greffes tendineuses (plantaire grêle) qui entourait le retinaculum des extenseurs et le reliait aux bandelettes latérales intrinsèques du côté radial de l'appareil extenseur des doigts après avoir suivi le même trajet que précédemment.

La ténodèse de Srinivasan [34] (Fig. 21) utilise autant de greffons tendineux qu'il y a de doigts à corriger. Chaque greffon, qui mesure de 6 à 8 cm de long, est fixé du côté proximal sur le tendon extenseur au dos du carpe, puis il rejoint par le même chemin que précédemment la bandelette latérale intrinsèque du doigt (côté cubital pour l'index, côté radial pour les autres doigts). Le réglage de la tension du greffon est fait avec les trois articulations du doigt en extension neutre, en commençant par suturer l'extrémité distale du greffon. Cette

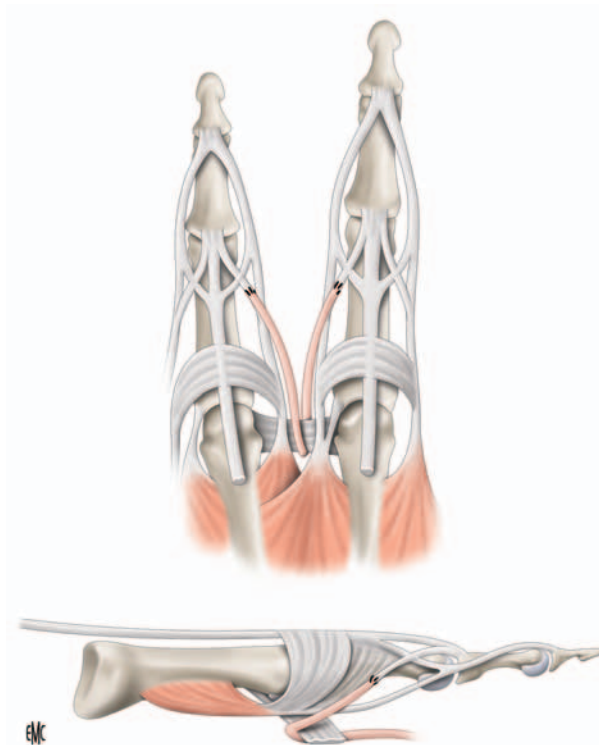


Figure 22. Ténodèse en fronde de Smith.

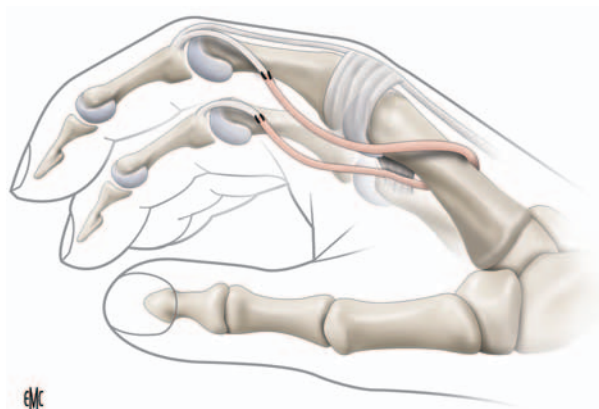


Figure 23. Ténodèse de House.

technique permet de supprimer une partie de la force du tendon extenseur qui s'exerce sur la MP et de la reporter sur les IP. Plus qu'une ténodèse, il s'agit d'un véritable autotransfert du tendon extenseur sur lui-même. La flexion de l'IP entraîne la flexion MP. L'EDC et/ou la flexion du poignet entraînent l'extension MP.

La ténodèse en fronde de Smith [35] (Fig. 22) ne nécessite aucune incision dans la paume. Elle utilise deux greffons tendineux de 6 cm de long. L'un relie la bandelette latérale intrinsèque du côté cubital de l'index avec celle du côté radial du troisième doigt, en entourant en « fronde » le ligament transverse intermétacarpien. L'autre greffon fait de même avec les quatrième et cinquième doigts. La tension est réglée de façon à ce que les MP restent fléchies alors que les IP sont étendues. Cette ténodèse dynamique croisée est activée par la flexion IP. Cependant, comme cette activation est double (flexion IPP simultanée de deux doigts adjacents) et que le greffon est court et tendu, il existe un risque de limitation de flexion IPP.

La ténodèse de House [26, 36] (Fig. 23) utilise un greffon tendineux qui unit les bandelettes latérales intrinsèques du côté radial de l'index et du troisième doigt, en passant sous le ligament transverse intermétacarpien du deuxième espace, et en passant sous les tendons extenseurs de l'index, en entourant la face dorsale du col du deuxième métacarpien. Puisqu'il n'existe



Figure 24. Ténodèse en lasso de Zancolli, très schématisée. Le greffon tendineux (ou le tendon retourné du palmaris longus) unit le rétinaculum des fléchisseurs et la poulie basale des fléchisseurs du doigt considéré.

pas de ligament intermétacarpien du premier espace, la greffe tendineuse doit passer sous l'insertion osseuse du premier interosseux dorsal (IOD) paralysé, sur le tubercule radial de la base de la phalange proximale.

La ténodèse en lasso de Zancolli [16] (Fig. 24) utilise le tendon palmaris longus, sectionné le plus haut possible à l'avant-bras, et retourné sur son insertion distale conservée sur le ligament annulaire antérieur. Il est alors divisé en quatre languettes qui sont fixées en « lasso » (cf. infra) sur chaque doigt. Il s'agit d'une ténodèse « simple », qui empêche l'hyperextension MP des doigts.

Capsuloplasties

Elles consistent à raccourcir la plaque palmaire MP, et elles ont aussi été mises au point par Zancolli à la suite d'observations de cas de paralysies cubitales sans griffe, par brièveté congénitale de la plaque palmaire. Nous allons décrire ses techniques de capsuloplastie avec fixation osseuse et de capsulectomie-capsuloplastie.

Technique de la capsuloplastie MP avec fixation osseuse de Zancolli [16] (Fig. 25). Elle a remplacé sa technique initiale de capsuloplastie simple, sans fixation osseuse, qui était source de récidives. L'incision à la paume est transversale dans le pli palmaire distal, étendue sur tous les doigts à corriger. Les berges cutanées sont largement décollées, puis on incise longitudinalement la bandelette prétendineuse de l'aponévrose palmaire moyenne et la gaine des fléchisseurs sous-jacente, poulie basale comprise. Les tendons fléchisseurs sont réclinés pour aborder la face palmaire de l'articulation. La plaque palmaire est incisée longitudinalement en son milieu, sur toute sa longueur. Les deux volets capsulaires ainsi obtenus sont séparés du côté proximal du col du métacarpien, qui est largement ruginé pour être suffisamment exposé et pour qu'on puisse y percer deux trous à la pointe carrée (un trou de chaque côté du col, se rejoignant transversalement). Les volets capsulaires de plaque palmaire sont alors suturés au col du métacarpien en utilisant ces trous pour le passage du fil. La tension est telle que la MP est maintenue entre 5° et 30° de flexion selon les cas et les doigts, en sachant que plus l'angle de flexion est important, plus il existe un risque de col-de-cygne secondaire.

L'immobilisation postopératoire dure 4 semaines ; elle prend le poignet en extension neutre, les MP des doigts fléchies à 20° et laisse les IP libres pour permettre leur mobilisation postopératoire et éviter ainsi des adhérences des tendons fléchisseurs.

Bien entendu, la solidité de cette technique ne repose pas tant sur le fil de fixation transosseuse que surtout sur les adhérences postopératoires entre les volets capsulaires et le col métacarpien, d'autant plus que celui-ci a été largement ruginé.

Il faut signaler la variante technique de Belmahi, [37] dans laquelle il n'y a qu'un seul trou antéropostérieur à forer dans le col métacarpien, ce qui simplifie la technique originale en lui conservant son efficacité. Cette variante nécessite évidemment un petit abord dorsal supplémentaire pour écarter le tendon extenseur et récupérer le fil de fixation des volets capsulaires.

Technique de la capsulectomie-capsuloplastie MP de Zancolli [16] (Fig. 26). Elle est réservée par son auteur aux griffes compliquées de raideur MP en extension irréversible (avec manœuvre de Bouvier positive). Très efficace, cette technique est aussi très délicate. Elle a été mise au point pour éviter la déviation digitale et la luxation ulnaire des tendons extenseurs, qui compliquent fréquemment la technique classique d'arthrolyse MP par voie dorsale. Il s'agit d'une arthrolyse par voie palmaire (ayant pour but l'excision des ligaments latéraux

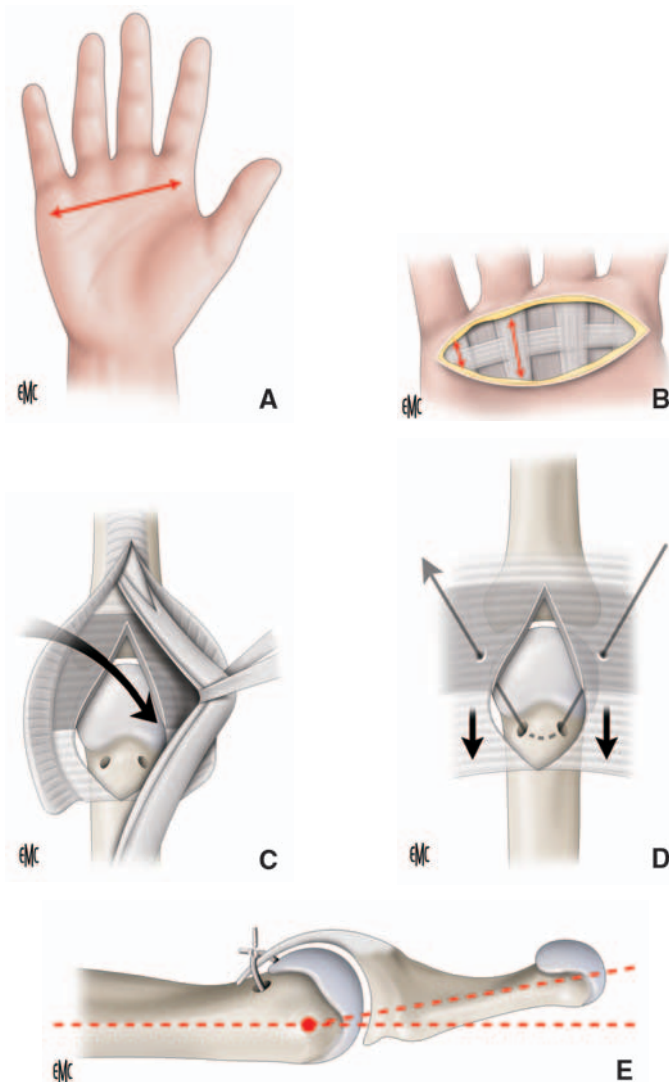


Figure 25. Capsuloplastie métacarpophalangienne des doigts avec fixation osseuse, d'après Zancolli.

- A.** Incision transversale distale à la paume.
- B.** Incision longitudinale de la bandelette prétendineuse puis de la gaine des fléchisseurs, poulie basale comprise.
- C.** Après avoir récliné et protégé les tendons fléchisseurs, incision longitudinale médiane de la plaque palmaire métacarpophalangienne et libération du col métacarpien à la rugine pour y forer deux trous à la pointe carrée.
- D.** Fixation des deux volets capsulaires sur le col du métacarpien par un fil d'acier. Plus que le fil, ce sont les adhérences avec le col métacarpien déperiosté qui assurent secondairement la solidité du montage, à condition qu'il soit suffisamment protégé pendant les 4 à 8 premières semaines.
- E.** La capsuloplastie est réglée entre 5° et 30° de flexion métacarpophalangienne selon le doigt considéré.

rétractés pour permettre la flexion MP), associée à une capsuloplastie (pour limiter l'hyperextension MP). Comme précédemment, l'incision est transversale dans le pli palmaire distal, permettant d'inciser longitudinalement la gaine des fléchisseurs pour écarter les tendons et découvrir la plaque palmaire. Au bord distal du ligament transverse intermétacarpien (ce qui évite de léser les bandelettes sagittales, et donc de compliquer l'intervention par une luxation du tendon extenseur), on pratique une excision transversale de la plaque palmaire selon un fuseau large de 5 mm se poursuivant de chaque côté jusqu'à l'insertion de la poulie basale de la gaine des fléchisseurs sur la plaque palmaire et jusqu'aux ligaments latéraux. La suture des deux berges capsulaires transversales doit surtout se faire latéralement en regard des jonctions de la plaque palmaire avec le ligament transverse intermétacarpien et la gaine des fléchisseurs (« noyau d'assemblage » de Zancolli) et, pour être solide,



Figure 26. Capsulectomie-capsuloplastie métacarpophalangienne des doigts, d'après Zancolli.

bien prendre les insertions proximales de la plaque palmaire sur le col du métacarpien. On doit obtenir une flexion MP de 20°.

L'immobilisation est semblable à la précédente, avec une flexion MP plus importante (45°).

Pour terminer avec les capsuloplasties, on peut remarquer que toutes s'accompagnent d'une section de la poulie basale (A1) des fléchisseurs du doigt, ce qui réalise un effet d'avancement en direction distale de la poulie proximale des fléchisseurs. Cet avancement permet d'augmenter le moment d'action du tendon FDP sur la MP du doigt, qu'il contribue ainsi à fléchir activement. Cet effet avait été proposé par Bunnell [38] en 1948 comme complément aux interventions de l'époque et comme alternative à son intervention de transfert multiple des fléchisseurs superficiels (cf. infra).

Palliatifs intrinsèques actifs à action proximale

Les palliatifs actifs se proposent de restaurer par des transferts tendineux les fonctions intrinsèques perdues. On distingue les palliatifs actifs à action proximale, qui ne restaurent que la flexion MP active et permettent ainsi à l'EDC d'étendre les IP à lui seul, et les palliatifs actifs à action distale, qui tentent de restaurer activement non seulement la flexion MP mais aussi l'extension IP, dans le but de reproduire ainsi exactement les fonctions des muscles intrinsèques paralysés.

Les deux méthodes principales sont le lasso et la réactivation directe des interosseux par voie palmaire, qui ont toutes deux été décrites par Zancolli.

Technique de réactivation directe des interosseux (Fig. 27)

La réanimation directe des interosseux a été proposée par Zancolli [16] en 1968, initialement pour corriger les doigts en griffe en fixant les transferts tendineux directement sur les tendons interosseux en région digitopalmaire. Puis, ayant mis au point son intervention du lasso, il réserva cette réactivation directe des interosseux à certaines paralysies cubitales, dans le seul but d'améliorer la stabilité et la force de flexion et d'abduction des MP de l'index et du médus lors des pincés. Le moteur est un tendon fléchisseur superficiel, en respectant celui de l'index et en utilisant celui du médus, qui est divisé en deux languettes si ceux des quatrième et cinquième doigts ont déjà été utilisés pour des lasso homodigitaux.

Les temps opératoires sont les suivants :

- incision transversale, un peu plus distale que le pli palmaire distal ;
- dissection du tendon du premier IOD sur le côté radial de la MP de l'index, en distinguant bien son insertion profonde,

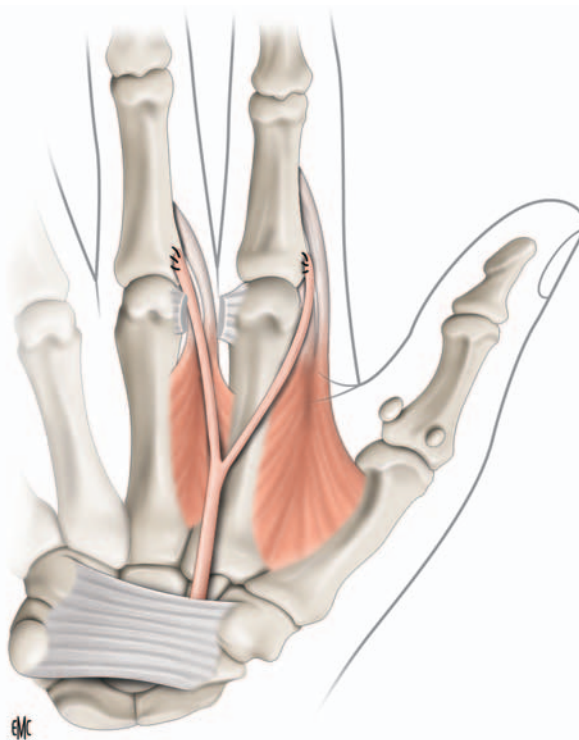


Figure 27. Réactivation directe des interosseux par voie palmaire selon Zancolli. Le tendon FDS du troisième doigt, divisé en deux languettes, est fixé sur l'insertion profonde, osseuse, des premier et deuxième interosseux dorsaux.

sur la base de P1, et son insertion superficielle, sur la dossière des interosseux ;

- section du ligament transverse intermétacarpien dans le deuxième espace, pour exposer le tendon du deuxième IOD et bien repérer son insertion profonde ;
- prélèvement du tendon fléchisseur superficiel du troisième doigt, en sectionnant ses insertions distales sur P2 (cf. infra) ;
- division de ce tendon en deux languettes, en poursuivant sa division naturelle en direction proximale ; ces deux languettes sont fixées sur les seuls tendons profonds du premier et du deuxième IOD, sous la même tension (MP fléchies à 30° avec une légère abduction).

Il faut remarquer que, si cette méthode était appliquée aux quatrième et cinquième doigts, il s'agirait d'un palliatif à action distale pure, très difficile à régler (cf. infra). En effet, les deuxième et troisième interosseux palmaires, qui sont situés au bord radial de chacun de ces deux doigts, sont dépourvus d'insertion osseuse et ne possèdent que des insertions superficielles sur la dossière et le bord latéral de l'appareil extenseur.

En pratique, lorsque nous indiquons une réactivation directe des interosseux sur l'index et le médus, nous préférons utiliser la variante de Servant, [5] dans laquelle la languette radiale du fléchisseur superficiel du troisième doigt est fixée sur le tendon profond du premier IOD, mais où la languette ulnaire est fixée en lasso sur le troisième doigt (Fig. 28).

Technique des lasso de Zancolli [16] (Fig. 29, 30)

Le principe du lasso est de transformer le fléchisseur superficiel d'un doigt en fléchisseur de sa MP, en entourant à la façon d'un lasso la poulie proximale de la gaine des fléchisseurs, où il est fixé (poulie A1 ou poulie basale). Cette poulie s'insère en effet sur la plaque palmaire MP, qui s'insère elle-même sur la base de P1. Ainsi, une traction sur le tendon FDS fixé sur sa poulie basale entraîne-t-elle une flexion MP très puissante, en raison de la longueur importante du bras de levier qui sépare le FDS de l'axe de flexion MP. Il existe trois variétés principales de lasso : le lasso « direct », le lasso « indirect » et la ténodèse en lasso.

Lasso direct. C'est la technique la plus simple, qui est utilisable chaque fois que les fléchisseurs superficiels sont actifs,

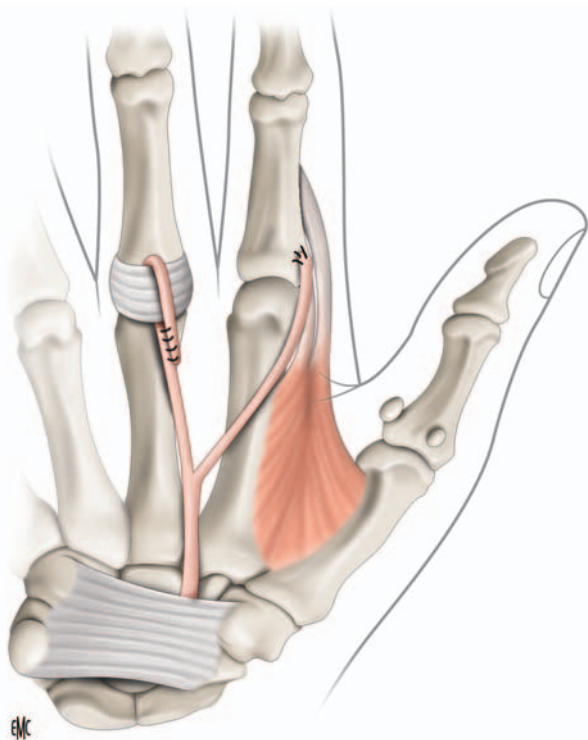


Figure 28. Palliatif actif à action proximale pour l'index et le médus, selon Servat. Le tendon FDS du troisième doigt est divisé en deux languettes. L'une est fixée en lasso homodigital. L'autre réactive l'insertion osseuse du premier interosseus dorsal.

dépourvus d'adhérences, et accompagnés de fléchisseurs profonds actifs (pour conserver une flexion du doigt après prélèvement du FDS). La technique que nous utilisons, qui dure de 30 à 45 minutes selon les conditions anatomiques (fermeture non comprise), est la suivante.

Incision transversale distale à la paume, plus distale que le pli palmaire distal.

Dissection du lambeau cutané proximal au ras des pédicules vasculonerveux digitaux et des tendons fléchisseurs, jusqu'à l'arcade palmaire superficielle. Dissection du lambeau cutané distal, en exposant sur chaque doigt la gaine des fléchisseurs, jusqu'au pli de flexion interphalangien proximal. Pour gagner du temps sur la fermeture, ces dissections s'accompagnent d'une hémostase préventive pas à pas, au bistouri électrique.

Excision de la gaine synoviale des fléchisseurs à la paume, en allant du côté distal jusqu'au bord proximal de la poulie basale des fléchisseurs (A1), en prenant bien garde de manipuler le moins possible les tendons fléchisseurs, et de la façon la plus atraumatique possible, afin de limiter les adhérences ultérieures, qui se constituent malheureusement très facilement. Vérification pour chaque doigt de l'indépendance du tendon fléchisseur superficiel par rapport au profond.

Introduction d'un petit dissecteur ou d'une pince de Halsted sous le bord proximal de la poulie basale des fléchisseurs, en direction distale. L'extrémité de la pince est poussée jusqu'à l'extrémité distale de A1 (poulie cruciforme C1), où la gaine des fléchisseurs est ouverte par une incision transversale, agrandie en L du côté distal.

La flexion du doigt permet alors de reconnaître le fléchisseur superficiel par cette incision et de l'attraper avec un petit dissecteur mousse. Un fil de Nylon® est passé dans ce tendon afin de la manipuler plus facilement et d'éviter sa rétraction sous la poulie après sa désinsertion, et le fléchisseur superficiel est alors sectionné le plus distalement possible au niveau de ses deux languettes d'insertion, avec des petits ciseaux courbes mousses, en prenant soin de ne léser ni le tendon fléchisseur profond, ni les pédicules collatéraux. Lorsque les quatre tendons fléchisseurs superficiels ont ainsi été sectionnés et repérés par un fil, on se reporte à la paume. Pour chacun des quatre doigts, en commençant par l'index, on réalise successivement les gestes suivants.

Mise en place d'un écarteur de Farabœuf « pelles en haut » entre les tendons fléchisseurs superficiel et profond, afin de protéger ce dernier sous l'écarteur et d'exposer le seul tendon superficiel.

Traction sur le fil passé à l'extrémité distale du fléchisseur superficiel, pour ramener celui-ci à la paume autour de la poulie basale A1. Suture du fléchisseur superficiel à lui-même par trois points de fil non résorbable (Ethicon® 3/0), le plus distal pouvant prendre aussi la poulie basale. Les fils sont passés en raclant l'écarteur de Farabœuf, qui assure une excellente protection. Le réglage de la tension de ce lasso est fait avec le poignet en extension neutre. La traction sur le fléchisseur superficiel doit être maximale alors que le doigt est maintenu en extension IP complète, avec une flexion MP progressivement croissante, d'environ 45° pour l'index à 75° pour le cinquième doigt. On vérifie d'une part que le doigt se place alors spontanément en position intrinsèque-plus, et d'autre part et surtout que la flexion passive complète du poignet autorise une extension complète des MP des doigts.

Après levée du garrot à la fin de l'intervention, un champ humide est maintenu en place dans la paume pendant 5 à 10 minutes par une bande Velpeau. Puis celle-ci est enlevée, et

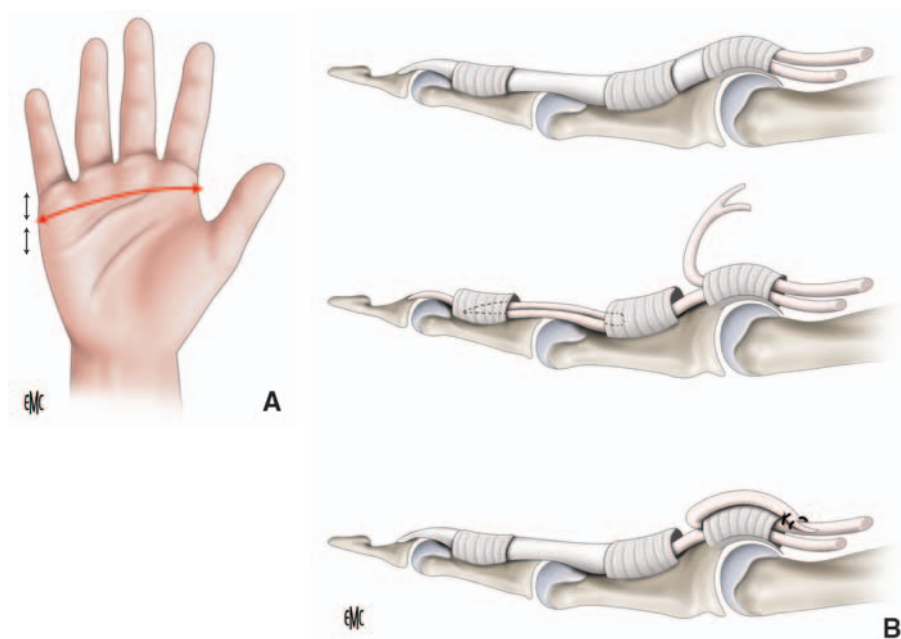


Figure 29. Technique du lasso de Zancolli (principe).

A. L'incision transversale distale à la paume est faite plus distalement que le pli palmaire distal.

B. Le tendon FDS, sectionné le plus distalement possible (plus distalement que dans ce schéma), est retourné et suturé sur lui-même autour de la poulie basale des fléchisseurs, ce qui le transforme en fléchisseur de la métacarpophalangienne.

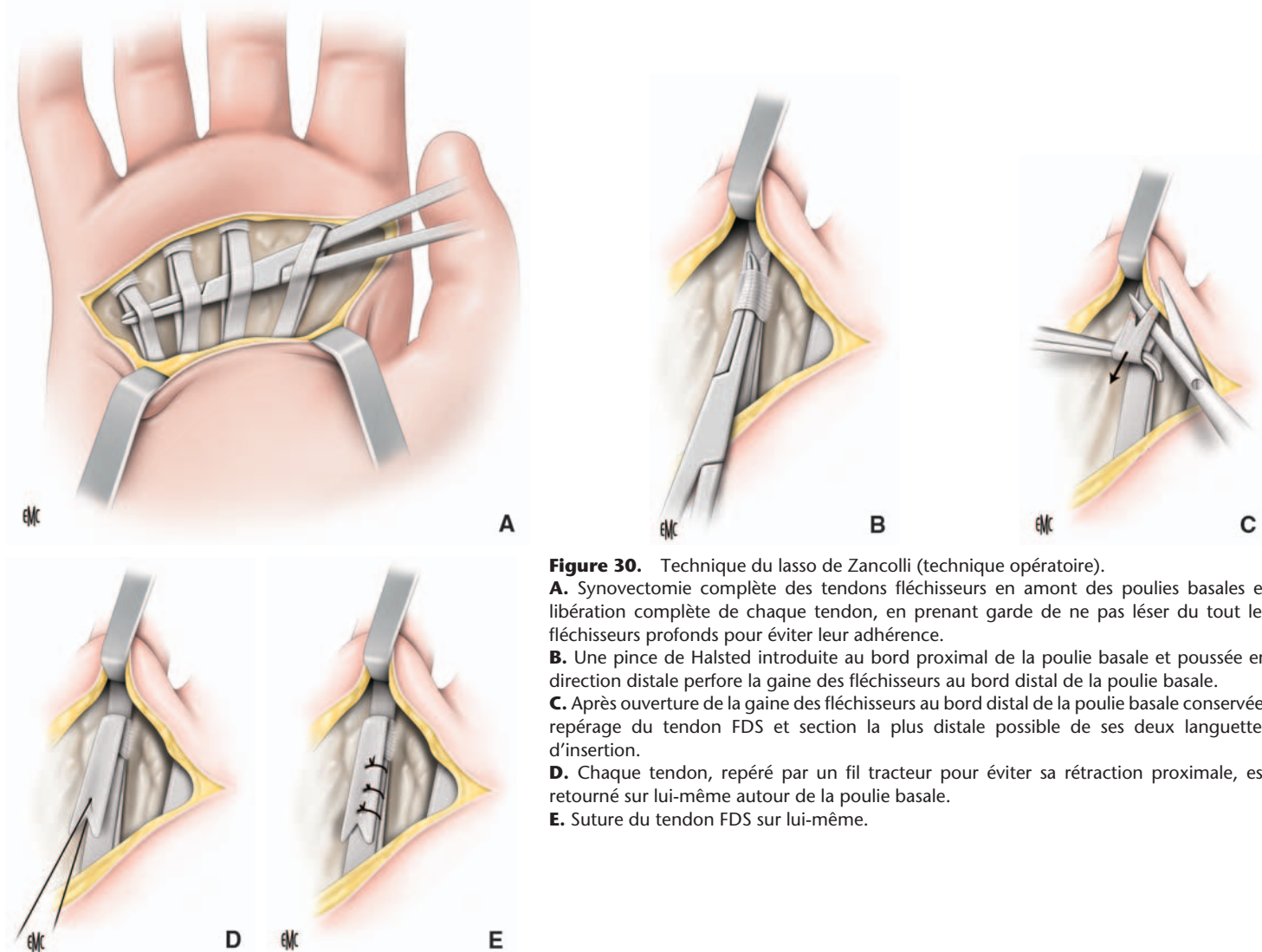


Figure 30. Technique du lasso de Zancolli (technique opératoire).

A. Synovectomie complète des tendons fléchisseurs en amont des poulies basales et libération complète de chaque tendon, en prenant garde de ne pas léser du tout les fléchisseurs profonds pour éviter leur adhérence.

B. Une pince de Halsted introduite au bord proximal de la poulie basale et poussée en direction distale perfore la gaine des fléchisseurs au bord distal de la poulie basale.

C. Après ouverture de la gaine des fléchisseurs au bord distal de la poulie basale conservée, repérage du tendon FDS et section la plus distale possible de ses deux languettes d'insertion.

D. Chaque tendon, repéré par un fil tracteur pour éviter sa rétraction proximale, est retourné sur lui-même autour de la poulie basale.

E. Suture du tendon FDS sur lui-même.

l'hémostase est faite au bistouri électrique sur les rares vaisseaux qui saignent encore éventuellement.

La suture cutanée est faite à points séparés, en éversant bien les berges cutanées pour un affrontement bord à bord correct. Nous ne mettons jamais de drainage dans cette intervention à la paume.

Comme pour les capsuloplasties, l'immobilisation postopératoire dure 4 semaines ; elle prend le poignet en extension neutre, les MP des doigts fléchies à 20°, et laisse les IP libres de se mouvoir pour éviter des adhérences des tendons fléchisseurs entre eux. Avec cette technique et ces tendons, nous n'avons observé de lâchage des sutures sur les lasso, qui peuvent certes être inefficaces lorsqu'ils sont mal réglés et insuffisamment tendus, mais qui ne lâchent jamais.

Les lasso peuvent être « homodigitaux », lorsqu'on utilise le tendon FDS de chaque doigt sur lui-même, ou non, lorsqu'on divise un tendon FDS en deux ou plusieurs languettes, fixées en lasso sur d'autres doigts.

Lasso indirect. Il est une alternative à la technique précédente lorsque les fléchisseurs superficiels sont paralysés. Dans ce cas, on peut réaliser quand même des lasso homodigitaux, puis, dans le même temps opératoire, un moteur musculaire antibrachial actif (ECRL, BR, ECU) est transféré sur les tendons FDS paralysés à la partie distale de l'avant-bras, pour réanimer ainsi une fonction de flexion MP. Même dans le cas où il n'existe plus de FDS utilisables, le moteur peut être prolongé par des greffes tendineuses (FDS de la main opérée, plantaire grêle, extenseurs d'orteils) qui passent par le canal carpien et sont fixées en lasso sur la poulie basale des doigts correspondants. Le risque d'adhérences tendineuses est évidemment considérablement augmenté

dans ce cas. Le réglage peropératoire et l'immobilisation postopératoire sont les mêmes que pour un lasso direct.

Ténodèse en lasso. Elle a été décrite avec les procédés passifs (cf. supra). Une variante très utile et très intéressante chez les tétraplégiques est de réaliser quatre lasso homodigitaux avec les FDS paralysés, dont on ne fixe pas l'extrémité proximale. C'est alors la résistance viscoélastique des muscles paralysés qui assure l'effet de ténodèse, dans lequel la flexion MP des doigts est activée par l'extension du poignet. Cet effet n'est efficace que lorsque le corps musculaire des FDS paralysés a conservé sa trophicité, c'est-à-dire lorsque l'arc réflexe élémentaire est conservé avec la moelle épinière. On observe ce cas lorsque le segment médullaire cervical lésé par le traumatisme n'est pas trop étendu vers le bas.

Si la poulie basale des fléchisseurs du cinquième doigt est très souvent grêle, voire absente, il faut enfin savoir que les quatre poulies basales des fléchisseurs des doigts peuvent aussi être simultanément absentes, car nous avons rencontré ce cas une fois au cours d'une intervention. Il faut alors évidemment être prêt à pratiquer une autre technique palliative intrinsèque.

Palliatifs intrinsèques actifs à action distale

Les palliatifs à action distale (ou « lombricaux ») ont pour ambition de remplacer à la fois la flexion MP et l'extension IP. Comme les lombricaux qu'ils prétendent remplacer, ces transferts tendineux suivent tous le même trajet distal à la face palmaire du ligament transverse intermétacarpien et dans le canal lombrical. Ils se terminent sur une bandelette latérale de l'appareil extenseur, où ils sont fixés. Ils ne diffèrent entre eux

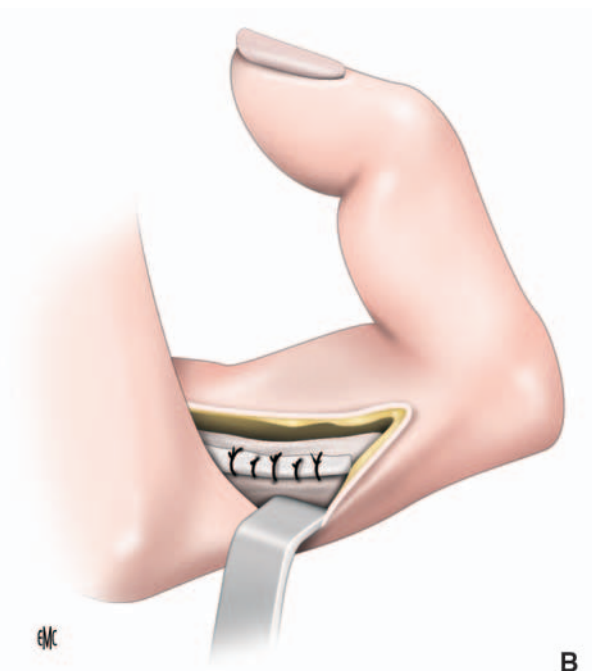
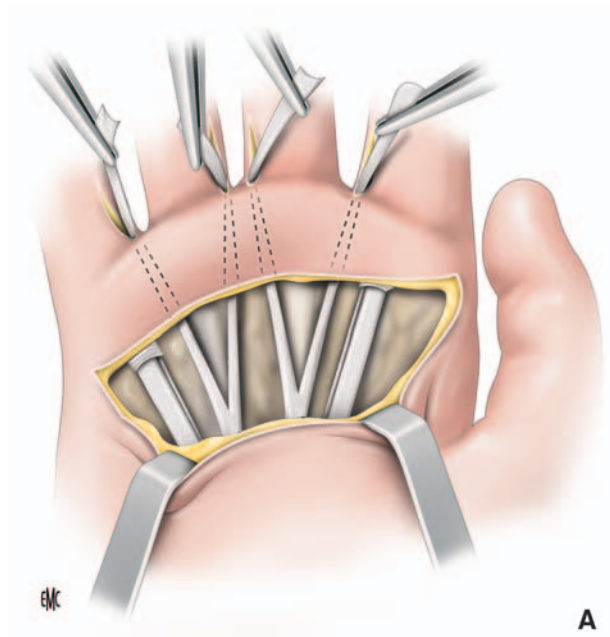
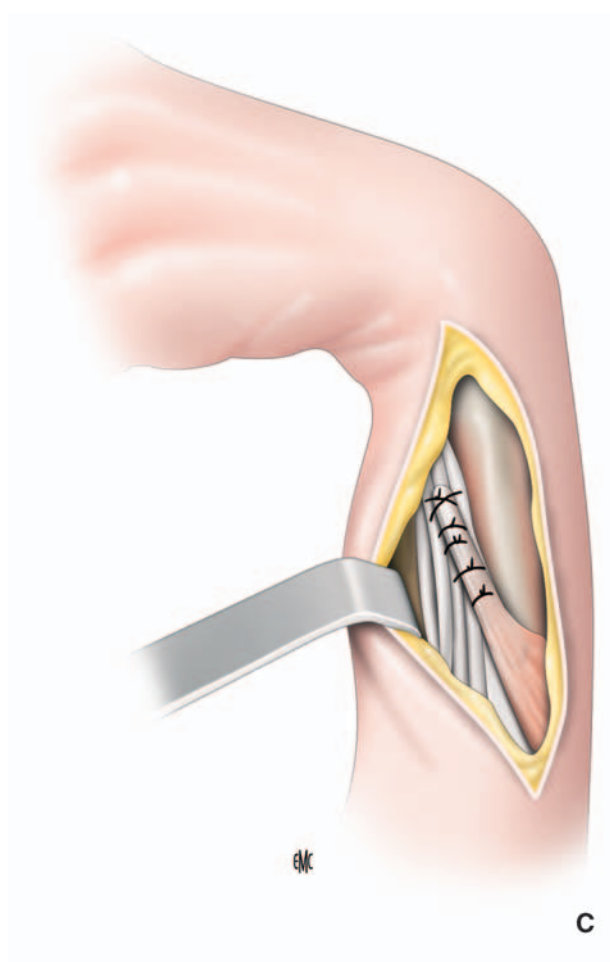


Figure 31. Palliatif actif à action distale utilisant les tendons FDS des troisième et quatrième doigts paralysés, réanimés par transfert du FCU.

A. Les tendons FDS des troisième et quatrième doigts sont divisés chacun en deux languettes, qui rejoignent les incisions du bord ulnaire des deuxième et troisième doigts, et du bord radial des quatrième et cinquième doigts.

B. À ce niveau, ils sont fixés sur la bandelette latérale intrinsèque de l'appareil extenseur.

C. Le tendon ECU peut être éventuellement utilisé comme moteur de réanimation des tendons FDS lorsqu'ils sont paralysés.



que par la nature du moteur utilisé et par leur trajet proximal. On distingue ainsi deux types de transferts à action distale.

Les premiers, cheminant à la face palmaire du poignet, ont une composante de ténodèse activée par l'extension du poignet, ce qui est un mécanisme proche de la physiologie.

Technique de Stiles-Bunnell : Bunnell [38] avait amélioré la technique initiale de Stiles en divisant chacun des quatre tendons FDS en deux languettes, chacune étant fixée sur la bandelette latérale intrinsèque du même côté (radial ou cubital) de deux doigts voisins. Les défauts de cette intervention, dite « transferts superficiels multiples » avaient été analysés par

Brand : [39] longueur de l'intervention ; caractère peu économique de l'utilisation des quatre FDS ; difficulté de réglage ; difficulté de rééducation ; tendance au col-de-cygne.

Littler [40] avait modifié et amélioré la technique de Stiles-Bunnell en n'utilisant qu'un seul tendon FDS (celui du troisième ou du quatrième doigt), divisé en quatre languettes, une pour le bord radial de chaque doigt. Parmi tous les palliatifs intrinsèques à action distale, cette variante de Littler est la meilleure selon nous. Rien n'interdit d'utiliser un tendon FDS paralysé et de le réanimer par transfert du FCU, à la manière d'un lasso indirect (Fig. 31).

Brand deuxième manière. [41] Après avoir essayé la voie dorsale (cf. infra), Brand utilisait l'ECRL prolongé par une greffe tendineuse à quatre languettes qui contournait le bord radial de l'avant-bras pour rejoindre la face palmaire du poignet, dans le canal carpien, et se terminer comme tous les autres palliatifs à action distale. Il existe bien sûr un risque de compression du nerf médian dans le canal carpien avec cette méthode, et la greffe tendineuse multiple augmente les sources d'adhérences.

Girardeau [42] utilisait de la même manière le FCR prolongé par quatre greffes tendineuses, auxquelles on peut faire les mêmes reproches.

Les transferts à action distale du second type, cheminant à la face dorsale du poignet, ont une composante de ténodèse activée par la flexion du poignet, ce qui limite leurs indications à des cas rares.

Brand première manière : [39] initialement, Brand utilisait l'ECRB prolongé par une greffe tendineuse à quatre bandelettes qui passaient à la face dorsale du poignet, traversaient les espaces interosseux pour passer en avant des ligaments transverses intermétacarpiens et se terminer comme on l'a dit.

Riordan [43] utilisait le FCR prolongé par des greffes tendineuses passées par voie dorsale, comme dans l'intervention précédente.

Fowler (intervention décrite par Riordan [32]) utilisait les tendons extenseurs propres de l'index et du cinquième doigt, qui étaient chacun divisés en deux languettes, qui passaient chacune dans l'espace interosseux correspondant en avant du ligament transverse intermétacarpien puis dans le canal lombri-cal. Le bord radial de l'index étant dépourvu de ligament transverse, la languette était passée sous le tendon profond du premier IOD. En fait, les tendons extenseurs propres étant trop courts, cette intervention est moins un transfert actif qu'une ténodèse activée par la flexion du poignet et limitant l'extension MP.

Dans tous les cas, les transferts palliatifs à action distale ont une tension plus difficile à régler que celle des transferts à action proximale, d'autant plus que le moteur a une course longue. Ils comportent aussi un risque important de déformation en col-de-cygne du doigt réanimé, d'autant plus que le moteur est puissant et que la laxité articulaire est importante. C'est pourquoi nous les réservons habituellement aux cas de déformation en griffe où la manœuvre de Bouvier est négative en raison d'une distension de l'appareil extenseur au dos de l'IPP, mais sans raideur articulaire, ou bien aux cas où la réalisation technique des lassos est impossible pour des raisons anatomiques telles qu'une poulie basale des fléchisseurs inutilisable.

☆ Les auteurs remercient le docteur Benjamin Pulvermacker, interne des Hôpitaux de Paris, pour sa contribution au travail de recueil bibliographique.

■ Références

- [1] Carroll RE, Hill NA. Small joint arthrodesis in hand reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 1969;**51**:1219-21.
- [2] Danino A, Revol M, Cormerais A, Laffont I, Pedelucq JP, Dizien O, et al. Arthrodèse cône-cupule des articulations du pouce dans la chirurgie palliative des tétraplégiques. Étude rétrospective de 57 cas. *Chir Main* 2002;**21**:258-63.
- [3] Hill NA. Small joint arthrodesis. In: Green DP, editor. *Operative hand surgery*. New York: Churchill Livingstone; 1988. p. 121-34.
- [4] Revol M, Servant JM. Classification of the main tenodesis techniques used in hand surgery. *Plast Reconstr Surg* 1987;**79**:237-42.
- [5] Revol M, Servant JM. *Paralysies de la main et du membre supérieur. Analyse, principes thérapeutiques*. Paris: Medsi/McGraw-Hill; 1987 (310p).
- [6] Daniels L, Worthingham C. *Le testing. Techniques de l'examen manuel analytique*. Paris: Maloine; 1988 (207p).
- [7] Duparc J, de la Caffinière JY, Roux JP. Les plasties d'opposition par transplantation tendineuse à travers la membrane interosseuse. *Rev Chir Orthop* 1971;**57**:29-34.
- [8] Brand PW. *Clinical mechanics of the hand*. St Louis: CV Mosby; 1985 (342p).
- [9] Huxley AF, Peachey LD. The maximum length for contraction in vertebrate striated muscle. *J Physiol* 1961;**156**:150-65.
- [10] Revol M, Cormerais A, Laffont I, Pedelucq JP, Dizien O, Servant JM. Tendon transfers as applied to tetraplegia. *Hand Clin* 2002;**18**:423-39.
- [11] Omer GE. The technique and timing of tendon transfers. *Orthop Clin North Am* 1974;**5**:243-51.
- [12] Burkhalter WE. Early tendon transfer in upper extremity peripheral nerve injury. *Clin Orthop* 1974;**104**:68-79.
- [13] Jones R. On suture of nerves, and alternative methods of treatment by transplantation of tendon. *BMJ* 1916;**1**:679-82.
- [14] Lowe JB, Sen SK, Mackinnon SE. Current approach to radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg* 2002;**110**:1099-112.
- [15] Tsuke K. Tendon transfers for radial nerve palsy. *Aust N Z J Surg* 1980;**50**:267-72.
- [16] Zancolli EA. *Structural and dynamic bases of hand surgery*. Philadelphia: JB Lippincott; 1979 (375p).
- [17] Bottero L, Revol M, Cormerais A, Servant JM. Mesure sur le brachioradialis et l'extensor carpi radialis longus de l'effet ténodèse lié aux mouvements de flexion-extension du coude. Application aux transferts tendineux chez le tétraplégique. *Ann Chir Plast Esthet* 2000;**45**:511-5.
- [18] Al-Qattan MM. Tendon transfert to reconstruct wrist extension in children with brachial plexus injury. *J Hand Surg* 2003;**28**:153-7.
- [19] Leffert RD, Pess GM. Tendon transfers for brachial plexus injury. *Hand Clin* 1988;**4**:273-88.
- [20] Brand PW. Tendon transfers in the forearm. In: Flynn JE, editor. *Hand surgery*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1966. p. 331-42.
- [21] Said GZ. A modified tendon transference for radial nerve paralysis. *J Bone Joint Surg* 1974;**56**:320-2.
- [22] Tubiana R. Transferts tendineux pour paralysie radiale. *Chir Main* 2002;**21**:157-65.
- [23] Le Double AF. *Traité des variations du système musculaire de l'homme*. Paris: Schleicher; 1897 p. 115-20.
- [24] Revol M, Lantieri L, Loy S, Guérin-Surville H. Vascular anatomy of the forearm muscles: a study of 50 dissections. *Plast Reconstr Surg* 1991;**88**:1026-33.
- [25] Allieu Y. Le membre supérieur du tétraplégique. In: *Cahier d'enseignement de la Société française de chirurgie de la main*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1994. p. 1-7.
- [26] House JH, Gwathmey FW, Lunsgaard DK. Restoration of strong grasp and lateral pinch in tetraplegia due to cervical spinal cord injury. *J Hand Surg [Am]* 1976;**1**:152-9.
- [27] Binder JP, Revol M, Cormerais A, Laffont I, Pedelucq JP, Dizien O, et al. Ténodèse des extenseurs sur le retinaculum extensorum : étude anatomique et biomécanique. *Chir Main* 2002;**21**:282-7.
- [28] Merle d'Aubigné R. Treatment of residual paralysis after injuries of the main nerves (superior extremity). *Proc R Soc Med* 1949;**42**:831-5.
- [29] Freehafer AA, Mast WA. Transfer of the brachioradialis to improve wrist extension in high spinal cord injury? *J Bone Joint Surg Am* 1967;**49**:648-52.
- [30] Boyes JH. Tendon transfers for radial palsy. *Bull Hosp Joint Dis* 1960;**21**:97-105.
- [31] Hentz VR, Leclercq C. *Surgical rehabilitation of the upper limb in tetraplegia*. London: WB Saunders; 2002 p. 80-1.
- [32] Riordan DC. Tendon transplantation in median nerve and ulnar nerve paralysis. *J Bone Joint Surg Am* 1953;**35**:312-20.
- [33] Littler JW. Principles of reconstructive surgery of the hand. In: Converse JM, editor. *Reconstructive plastic surgery*. Philadelphia: WB Saunders; 1964. p. 1612-95.
- [34] Srinivasan H. The extensor diversion graft operation for correction of intrinsic minus fingers in leprosy. *J Bone Joint Surg Br* 1973;**55**:58-65.
- [35] Smith RJ. Metacarpal ligament sling tenodesis. *Bull Hosp Joint Dis* 1984;**44**:466-9.
- [36] House JH, Shannon MA. Restoration of strong grasp and lateral pinch in tetraplegia: a comparison of two methods of thumb control in each patient. *J Hand Surg [Am]* 1985;**10**:22-9.
- [37] Belmahi AM, Gharib N, Abbassi A. Une technique originale de stabilisation des métacarpophalangiennes des mains cubitales : la capsuloplastie transosseuse à forage antéropostérieur. *Chir Main* 2001;**20**:378-83.

- [38] Bunnell S. Tendon transfers. In: *Surgery of the hand*. Philadelphia: JB Lippincott; 1948. p. 398-412 (467-517).
- [39] Brand PW. Paralytic claw hand. With special reference to paralysis in leprosy and treatment by sublimis transfer of Stiles and Bunnell. *J Bone Joint Surg [br]* 1958;**40**:618-32.
- [40] Littler JW. Tendon transfers and arthrodesis in combined median and ulnar nerve paralysis. *J Bone Joint Surg Am* 1949;**31**:225-34.
- [41] Brand PW. Tendon grafting illustrated by a new operation for intrinsic paralysis of the fingers. *J Bone Joint Surg Br* 1961;**43**:444-53.
- [42] Giraudeau P, Carayon A. Traitement palliatif des paralysies des muscles intrinsèques des doigts par le grand palmaire prolongé par quatre bandelettes de fascia lata. À propos de 23 observations. *Rev Chir Orthop* 1971;**57**:145-50.
- [43] Riordan DC. Tendon transfers for median, ulnar or radial nerve palsy. *Hand* 1969;**1**:42-6.

M. Revol, Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux (marc@revol.org).

J.-M. Servant, Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux.

Service de chirurgie plastique, hôpital Saint-Louis, 1, avenue Claude-Vellefaux, 75475 Paris cedex 10, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Revol M., Servant J.-M. Chirurgie palliative motrice des paralysies de la main (I) : principes et méthodes palliatives des fonctions élémentaires. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-420, Techniques chirurgicales - Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, 45-750, 2005.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Chirurgie palliative motrice des paralysies de la main (II) : principes et méthodes palliatives des fonctions élémentaires

M. Revol, J.-M. Servant

Lorsqu'une réparation nerveuse est impossible ou a échoué, la chirurgie palliative peut habituellement compenser les fonctions motrices essentielles de la main paralysée. Elle ne peut être raisonnablement indiquée que si le tableau clinique est stable et si une rééducation postopératoire spécialisée est possible. Cette chirurgie repose sur les transferts tendineux actifs, combinés avec les procédés passifs de ténodèses et d'arthrodèses. Ces techniques permettent en particulier de réanimer les fonctions élémentaires primordiales suivantes : extension du poignet ; extension, flexion et fonctions intrinsèques des doigts ; abduction, antépulsion et adduction du premier métacarpien ; flexion et extension interphalangiennes du pouce.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Transferts tendineux ; Chirurgie de la main ; Membre supérieur ; Paralysies de la main ; Chirurgie palliative motrice ; Ténodèses ; Arthrodèses ; Pouce

Plan

| | |
|--------------------------------------|---|
| ■ Pouce | 1 |
| Terminologie des mouvements du pouce | 1 |
| Palliatifs de la reposition du pouce | 2 |

■ Pouce

Il est indispensable de commencer par faire un effort d'apprentissage de la terminologie, pour démembrer les classiques « paralysies de l'opposition », qualificatif à l'emporte-pièce qui s'applique habituellement à la chirurgie palliative motrice du pouce, mais qui est source de confusion par sa trop grande imprécision. Il en résulte que les textes chirurgicaux consacrés aux « paralysies de l'opposition » du pouce ressemblent plus souvent à des recettes de cuisine qu'à une analyse thérapeutique véritable. Nous reprenons donc ici la terminologie et l'analyse de Zancolli, ^[1] qui sont particulièrement claires et opérationnelles, et selon lesquelles l'« opposition » se décompose au moins en « antépulsion » et en « adduction » du premier métacarpien. Cette distinction n'a rien de théorique, car elle correspond exactement à deux fonctions différentes que la chirurgie palliative motrice peut compenser.

Terminologie des mouvements du pouce

Le pouce possède trois articulations.

Interphalangienne (IP)

Elle est capable de flexion et d'extension. Le moteur de la flexion est le FPL. L'extension a plusieurs moteurs : EPL (qui n'intervient pas lors des pinces), adducteur (qui intervient lors des pinces) et APB.

Métacarpophalangienne (MP)

Elle est capable aussi de flexion et d'extension, ainsi que, théoriquement, de mouvements de latéralité et de rotation

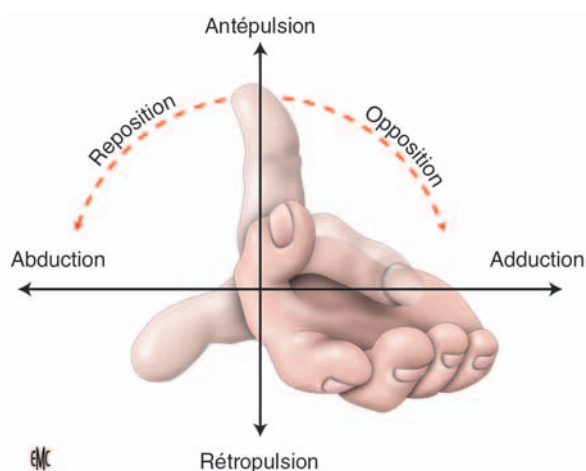


Figure 1. Définition des principaux mouvements de l'articulation trapézométacarpienne selon la position du pouce sur l'arc de circumduction. Les mouvements de rotation, automatiques, ne sont pas figurés.

axiale, que nous négligerons en pratique. Le moteur de l'extension est l'EPB. La stabilisation de la MP en flexion lors des pinces repose sur l'adducteur et le FPB.

Trapézométacarpienne (TM)

Cette merveilleuse articulation est capable de mouvements simples et de mouvements complexes.

Les mouvements simples, non rotatoires, sont (Fig. 1) :

- l'abduction, qui écarte le premier métacarpien du deuxième à peu près dans le plan de la paume, et l'adduction, qui le rapproche ; les moteurs de l'abduction sont l'APL et l'EPB ; les moteurs de l'adduction sont l'adducteur, le FPB et, partiellement, l'APB ;
- l'antépulsion, qui écarte le premier métacarpien du deuxième dans un plan à peu près perpendiculaire à celui de la paume, et la rétropulsion, qui le rapproche dans ce plan ; les moteurs

Tableau 1.Tableau schématique des principaux mouvements élémentaires du pouce ^a

| Articulation | Mouvement élémentaire | Moteur | Action |
|--------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| TM | Rétropulsion | EPL | Reposition |
| | Abduction | EPB APL | |
| | Antépulsion | Opposant | Opposition |
| | | APB | |
| | | FPB superficiel | |
| | | FPB profond | |
| | Adduction et rétropulsion | Adducteur | |
| | | Premier interosseux dorsal | |
| MP | Flexion MP | FPB profond | Fermeture et serrage de la pince |
| | | Adducteur | |
| | | APB | |
| | Extension MP | EPB | |
| IP | Flexion | FPL | |
| | Extension | APB | |
| | | Adducteur | |

^a Les objectifs de restauration de la chirurgie palliative motrice du pouce sont indiqués en caractères gras.

de l'antépulsion sont l'APB, l'opposant du pouce et, partiellement, le faisceau superficiel du FPB, ainsi que l'APL ; les moteurs de la rétropulsion sont surtout représentés par l'EPL, mais un peu aussi par l'adducteur et le premier interosseux dorsal, qui interviennent lors des pinces.

La combinaison de ces mouvements simples aboutit à des mouvements de « circumduction » qui sont qualifiés de « reposition » lorsqu'ils se font dans le sens de l'abduction et de la rétropulsion, et d'« opposition » lorsqu'ils se font en sens inverse d'adduction et d'antépulsion.

En plus des mouvements simples, la TM est aussi capable de mouvements de rotation axiale du premier métacarpien, qui surviennent automatiquement lors de la circumduction :

- la pronation, qui accompagne l'antépulsion et l'adduction, et qui est automatique lors de l'« opposition » ; elle est liée à la mise en tension du ligament trapézo-métacarpien dorsal ; fait capital, cette rotation axiale en pronation est d'autant plus importante que l'antépulsion associée est grande ; son amplitude atteint 90°, amenant l'ongle du pouce parallèle au plan de la paume dans la position d'opposition maximale ;
- la supination, qui accompagne l'abduction et la rétropulsion, et qui est automatique lors de la « reposition » ; elle est liée à la mise en tension du ligament trapézo-métacarpien palmaire ; son amplitude atteint 30°.

On peut finalement décrire la physiologie motrice du pouce selon trois types principaux de mouvements : la reposition, l'opposition, et les pinces (Tableau 1).

- La « reposition » du pouce associe rétropulsion, abduction et supination automatique du premier métacarpien. Ses moteurs sont les muscles extrinsèques, tous innervés par le radial : EPL, APL et EPB.
- L'« opposition » du pouce associe antépulsion, adduction et pronation automatique du premier métacarpien. Ses moteurs sont les muscles extrinsèques et les muscles thénariens externes. Ces muscles fonctionnent simultanément dans tout le mouvement d'opposition, avec une activité variable pour chaque muscle selon la place du pouce sur l'arc d'opposition. Les trois nerfs interviennent successivement dans le mouvement d'opposition : radial (APL, EPB), médian (APB, opposant, faisceau superficiel du FPB) et cubital (faisceau profond du FPB).

- Les pinces, qu'elles soient pulpaire (pulpe du pouce contre la pulpe d'un doigt) ou latérales (pulpe du pouce contre la face latérale radiale d'un doigt), sont assurées par tous les muscles du pouce, à l'exception de l'EPL. Le premier métacarpien est d'abord porté en antépulsion, adduction et pronation par tous les muscles de l'opposition. Puis, le faisceau profond du FPB et le premier interosseux dorsal interviennent pour rapprocher le premier métacarpien de la paume (rétrorpulsion). La MP est maintenue fléchie et stabilisée surtout par le FPB, mais aussi par l'adducteur et l'APB. L'EPB freine et régule cette flexion MP. L'IP est fléchie par le seul FPL. Les expansions de l'APB et de l'adducteur sur l'EPL (qui n'intervient pas) freinent et contrôlent cette flexion IP. La force de la pince est assurée par l'adducteur et le FPL.

De très nombreuses interventions ont été décrites en matière de chirurgie palliative des paralysies du pouce et il est difficile de s'y retrouver sans guide. [2] Abandonnant ici toute volonté d'exhaustivité, nous nous limitons à décrire les principes des seules interventions qui nous semblent vraiment utiles en pratique. Ces interventions palliatives concernent (Tableau 1) la circumduction TM (reposition, antépulsion, adduction-rétropulsion TM associée à la flexion MP) et le contrôle de la pince (flexion et extension MP et IP).

Palliatifs de la reposition du pouce

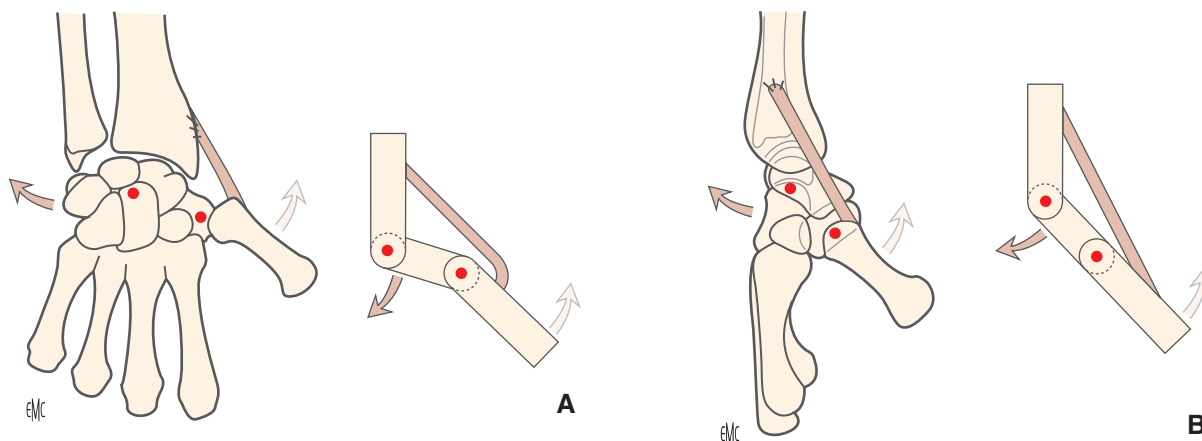
Les paralysies de la reposition du pouce associent une perte de la rétropulsion, de l'abduction et de la rotation axiale du premier métacarpien en supination. Étant automatique, ce dernier mouvement n'a pas besoin d'être restauré pourvu que les deux précédents le soient. Ils sont liés à une paralysie des muscles extrinsèques innervés par le radial : EPL, EPB et APL. La réanimation chirurgicale de la reposition du pouce néglige habituellement l'EPB pour réanimer les deux autres, selon des procédés propres à chacun d'eux.

Palliatifs de l'EPL

Seul moteur de la rétropulsion du pouce, l'EPL peut être réanimé soit par des procédés passifs de ténodèse, soit par des transferts actifs.

Techniques de ténodèse de l'EPL

Elles sont très simples à réaliser. La voie d'abord cutanée doit dégager le bord radial et la face dorsale de l'extrémité distale du radius et du tiers distal de l'avant-bras. La branche antérieure du nerf radial doit être repérée, isolée et respectée. Après avoir incisé l'aponévrose antibrachiale postérieure, le plan musculaire superficiel (EDC) est récliné là où l'APL et l'EPB s'en dégagent obliquement, pour aborder l'EPL à sa jonction musculotendineuse. Le muscle est alors séparé de son tendon en essayant d'obtenir la longueur maximale de celui-ci par une dissection intramusculaire aussi proximale que possible. Le corps musculaire est abandonné, et le tendon est retourné sur lui-même autour de sa coulisse fibreuse au dos du radius (la troisième selon la terminologie internationale). Selon la longueur disponible du tendon, très variable, il peut ou non être possible de faire une boucle supplémentaire de ce tendon autour de sa coulisse par un passage dans le sens distal-proximal du tendon dans sa coulisse. Dans tous les cas, l'extrémité proximale du tendon, qui est libre, doit être suturée sur son extrémité distale, qui reste insérée sur le pouce. Les sutures ont lieu en immédiatement distal par rapport à la coulisse ostéofibreuse de l'EPL et sont faites par des points de fil non résorbable. La tension de la ténodèse est réglée au maximum alors que le poignet est maintenu en dorsiflexion complète et que la pince latérale du pouce contre l'index est maintenue fermée en bonne position. Cela assure que la ténodèse ne nuit pas à la fermeture de cette pince. Une fois suturée, on vérifie que la flexion passive du poignet s'accompagne bien d'une rétrorpulsion importante du pouce, avec une composante d'abduction variable, mais toujours limitée. L'immobilisation postopératoire dure 4 semaines, poignet en dorsiflexion modérée.

**Figure 2.**

A. Poignet vu de face. Les points rouges indiquent l'axe de rotation du poignet pour les mouvements de latéralité et l'axe de rotation de la trapézométacarpienne pour les mouvements d'abduction-adduction. Les procédés classiques de ténodèse de l'APL unissent le bord radial de l'extrémité distale du radius au bord radial de la base du premier métacarpien. La déviation ulnaire du poignet (flèche pleine) entraîne une abduction du premier métacarpien (flèche creuse).

B. Poignet vu de profil. Les points rouges indiquent le centre de rotation du poignet pour la flexion-extension, et le centre de rotation de la trapézométacarpienne pour l'antépulsion-rétropulsion. Dans les procédés classiques de ténodèse de l'APL, l'extension du poignet (flèche pleine) entraîne une légère antépulsion du premier métacarpien (flèche creuse).

Technique par transfert

L'EPL peut être réanimé par transfert, de façon indépendante si le nombre des moteurs disponibles le permet (PL, FCR, FDS, voire EIP dans les cas traumatiques), sinon en association avec l'EDC qui est en règle générale paralysé simultanément. Dans ce cas, et quel que soit le moteur utilisé (FCR, FCU, BR), il doit d'abord être transféré sur les tendons de l'EDC, le coude étant en flexion à 90°. Après trois passages transfixiants dans l'EDC maintenus par sutures, l'extrémité distale du tendon du moteur, libre, est transférée sur l'EPL avec deux ou trois passages transfixiants puis, si possible, un retour. Le tendon de l'EPL peut alors être éventuellement suturé à ceux de l'EDC. Le réglage de la tension du transfert sur l'EPL se fait avec le coude fléchi à 90° et le poignet en dorsiflexion maximale, en veillant comme précédemment à ce que la pince latérale du pouce contre l'index soit maintenue fermée en bonne position. L'opérateur a intérêt à se trouver du côté de la table à bras qui se trouve à la tête du patient. Après les sutures, on vérifie que la flexion passive du poignet entraîne bien une extension MP des doigts et une rétropulsion du pouce. On vérifie également que les sutures ne butent pas contre le bord proximal du rétinaculum des extenseurs. Si c'est le cas, il faut enlever les points de suture tendineux les plus distaux et/ou réséquer une petite bande de ce rétinaculum, en veillant à ne pas trop affaiblir ce dernier et en connaissant l'augmentation du risque d'adhérences liée à ce geste. L'immobilisation postopératoire dure 4 semaines, poignet en dorsiflexion modérée.

Palliatifs de l'APL

Comme l'EPL, l'APL peut être réanimé soit passivement par ténodèse, soit activement par transfert (PL, FDS ou autre procédé). Ce dernier cas étant rare en pratique, nous ne le décrivons pas. En revanche, nous allons détailler les ténodèses de l'APL.

La première chose à savoir à ce sujet est que, dans 70 % des cas environ, [3] l'APL possède de deux à quatre tendons accessoires, qui peuvent s'insérer non pas sur le tubercule antérieur de la base du premier métacarpien, mais sur le ligament annulaire antérieur, sur le trapèze, sur l'opposant ou sur l'APB. Parmi tous ces tendons, il faut donc commencer par repérer celui qui a l'action d'abduction la plus importante et qui est celui que l'on réanime par ténodèse.

La deuxième chose à savoir est qu'il existe trois procédés classiques de ténodèse de l'APL : la ténodèse simple, la ténodèse transosseuse et la ténodèse d'abduction-antépulsion.

La *ténodèse simple* de l'APL est réalisée comme celle de l'EPL (cf. supra), en suturant sur lui-même le tendon de l'APL séparé

de son muscle et retourné en direction distale autour de sa coulisse ostéofibreuse (la première, selon la terminologie internationale).

La *ténodèse transosseuse* est réalisée en creusant transversalement un tunnel antéropostérieur au bord radial de l'extrémité inférieure du radius. L'extrémité proximale du tendon APL est alors passée à travers ce trou, puis suturée sur elle-même. On voit qu'il existe deux façons de faire passer le tendon à travers le radius : soit d'arrière en avant, soit d'avant en arrière. Il existe même une troisième façon, qui consiste à utiliser deux des languettes du tendon APL et à faire passer l'une d'avant en arrière, l'autre d'arrière en avant, avant de les suturer l'une à l'autre. Il existe enfin une variante technique qui consiste, au lieu de forer un trou dans le radius, à faire passer le tendon APL autour de l'insertion distale du BR avant de le suturer à lui-même.

La *ténodèse d'abduction-antépulsion* du pouce a été décrite par Zancolli. [1] Deux languettes du tendon APL sont utilisées : celle qui a un effet d'abduction pure du premier métacarpien est sectionnée à l'avant-bras, retournée du côté distal et suturée sur elle-même autour de sa coulisse fibreuse. L'autre languette, également sectionnée à l'avant-bras, est sortie de sa coulisse, passée autour du tendon FCR, qui sert de poulie de réflexion, et enfin repassée dans sa coulisse pour être finalement suturée sur elle-même.

La troisième chose à savoir au sujet des ténodèses de l'APL est que, en fait, aucun des procédés classiques précédents n'est réellement efficace !

Toutes ces ténodèses classiques sont en effet des ténodèses dynamiques directes, où le tendon reste toujours du même côté de la ligne qui unit les axes de rotation articulaires du poignet et de la TM. L'activation de l'abduction du pouce survient donc essentiellement lors de l'inclinaison cubitale du poignet, avec une légère composante d'antépulsion qui survient lors de l'extension du poignet (Fig. 2). Or, d'une part les moteurs de l'inclinaison cubitale du poignet sont paralysés dans les indications habituelles des ténodèses de l'APL, d'autre part et surtout, c'est idéalement lors de la flexion du poignet et non de son extension que l'abduction et l'antépulsion du pouce devraient pouvoir être obtenues de façon idéale. La solution à ce problème est fournie de façon théorique par une ténodèse dynamique croisée, où le tendon APL croise la ligne qui unit les axes de rotation du poignet et de la TM (Fig. 3). En pratique, le trajet du tendon doit passer au dos de la main, sous les tendons extenseurs des doigts, et il se réfléchit sur une poulie constituée par le bord distal du rétinaculum dorsal des extenseurs et le tendon ECU (Fig. 4).

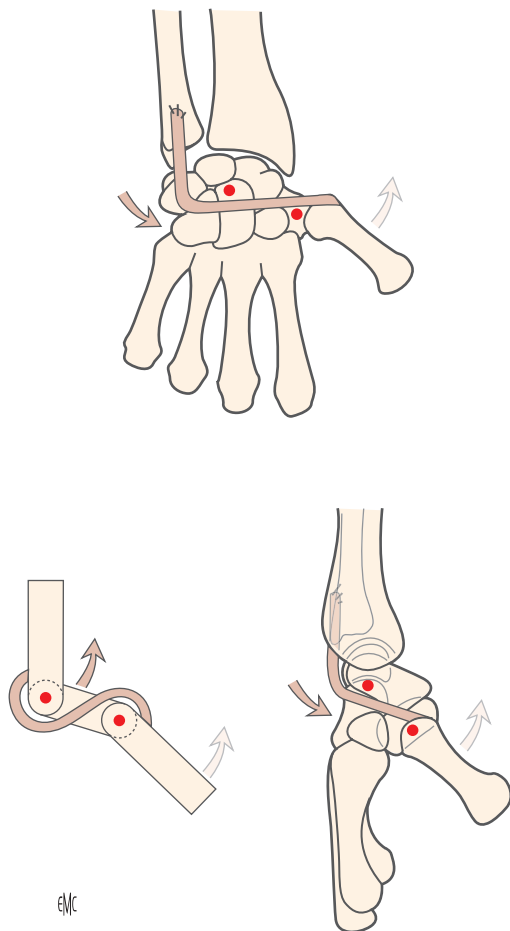


Figure 3. Pour réaliser une ténodèse dynamique croisée, le tendon APL doit passer au dos du carpe, en croisant la ligne qui unit les deux centres de rotation articulaire, et en restant distal par rapport au pôle proximal du capitatum (grand os), qui est le centre de rotation du poignet.

Technique de la ténodèse dynamique croisée de l'APL avec fixation osseuse (Fig. 5)

Nous avons proposé cette technique pour la première fois en 1987, puis nous avons découvert les deux conditions de son efficacité : n'utiliser que la languette du tendon de l'APL qui a une action nette d'abduction et d'antépulsion, et fixer solidement la ténodèse sur l'os, sous le périoste de l'ulna. La voie d'abord est double : curviligne sur la tabatière anatomique et le bord radial de la moitié distale de l'avant-bras. La branche antérieure du nerf radial doit être repérée, isolée et respectée. L'aponévrose antibrachiale dorsale est ouverte longitudinalement, et les muscles APL et EPB sont facilement repérés à l'endroit où ils se dégagent obliquement de la face profonde de l'EDC. Le ou les tendons de l'APL sont séparés de leur muscle, en essayant d'obtenir la longueur maximale de tendon par une dissection intramusculaire aussi proximale que possible. Le corps musculaire est abandonné, et les tendons sont attirés par leur extrémité distale et sortis ainsi de leur coulisse fibreuse. C'est alors que l'on peut repérer celui qui a l'action d'abduction la plus importante et qui est donc celui réanimé par ténodèse. Les autres tendons de l'APL sont réséqués pour éviter qu'ils n'entraînent une fibrose inutile. Un trajet transversal rasant le dos du carpe est alors créé aux ciseaux sous tous les tendons de la face dorsale de la main, en commençant par passer sous celui de l'EPL, qui est visible, puis de façon aveugle sous l'EDC, l'EIP, l'EDM et l'ECU. Une deuxième incision cutanée est alors faite longitudinalement sur 10 cm de long environ, au bord cubital du poignet, et dont l'extrémité distale est située à peu près à la base du cinquième métacarpien. La branche cutanée dorsale du nerf ulnaire, sensitive, doit être repérée, isolée et respectée sur toute la longueur de l'incision. À l'extrémité distale de l'incision, le tendon de l'ECU est repéré près de son insertion sur le cinquième métacarpien. Sous ce tendon, on repère l'extrémité

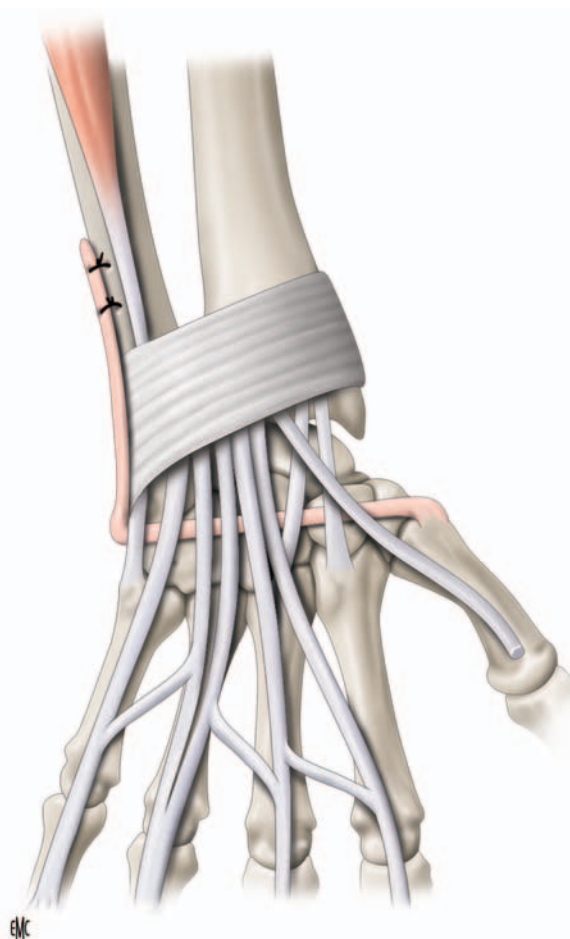


Figure 4. Dans notre procédé de ténodèse dynamique croisée de l'APL, le tendon passe transversalement sous tous les tendons du dos de la main. Puis il se réfléchit sur une poulie constituée par le bord distal du rétinaculum dorsal des extenseurs et le tendon de l'ECU. Finalement, le tendon APL est fixé sur l'os.

du tunnel transversal qui a été créé précédemment au dos du carpe et on introduit en sens inverse dans ce tunnel une pince longue et fine, ressortant en regard de la tabatière anatomique. Cette pince saisit alors la languette de tendon APL qui possède l'action d'abduction prédominante et l'attire pour l'extraire au bord cubital de la main, sous le tendon ECU. Il ne reste alors qu'à fixer ce tendon APL. Après avoir commencé par le fixer sur le tendon ECU lui-même et sur le rétinaculum dorsal des extenseurs, nous avons observé fréquemment des détentes secondaires. Nous recommandons donc à présent de fixer le tendon APL directement sur l'ulna. Il existe plusieurs façons de le faire. La méthode suivante, qui est très simple, ne nécessite que du fil d'acier. On incise longitudinalement le périoste de l'ulna depuis sa tête en direction proximale, sur 5 cm environ. Sur cette longueur, le périoste est ruginé de façon à créer deux volets périostés, l'un dorsal et l'autre palmaire, se rejoignant l'un et l'autre au bord radial de l'ulna, dépériostée ainsi de façon circulaire. Ces volets sont écartés et protégés par deux écarteurs contre-coudés, et deux ou trois trous antéropostérieurs sont forés avec une pointe carrée dans l'extrémité distale de l'ulna. Le tendon APL est alors attiré contre l'ulna, où il est fixé par des fils d'acier passant par les trous transosseux. Les volets périostés sont alors rabattus sur cette fixation, et suturés l'un à l'autre par quelques points de fil résorbable fin. Ce geste a pour but d'augmenter la fibrose, donc la solidité de la fixation du tendon sur l'os. La tension de la ténodèse est réglée de façon submaximale alors que le poignet est maintenu en dorsiflexion et que le premier métacarpien est maintenu en adduction maximale le long de la main. Nous avons qualifié la tension de « submaximale », car il faut tout de même éviter de limiter la flexion passive du poignet par cette ténodèse. On vérifie donc qu'elle reste possible et qu'elle entraîne bien une abduction

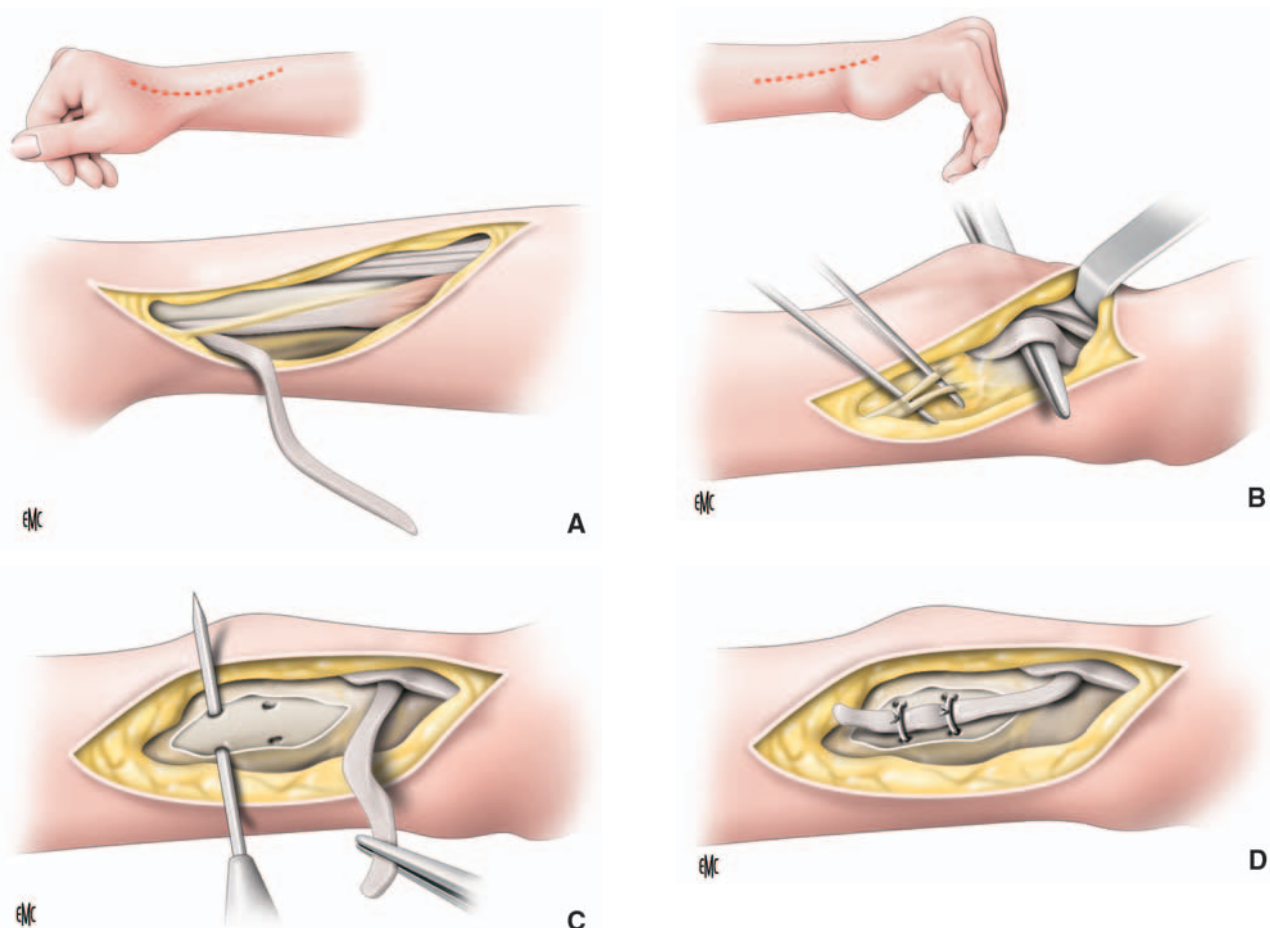


Figure 5. Technique de la ténodèse dynamique croisée de l'APL avec fixation osseuse.

A. Incision curviligne au bord radial du poignet. Dissection des tendons de l'APL, qui sont séparés de leur corps musculaire, extraits au bord distal de leur coulisse fibreuse du radius et décroisés par rapport à la branche antérieure du nerf radial.

B. Incision longitudinale au bord ulnaire du poignet, repérage du tendon ECU au bord distal du retinaculum des extenseurs, et de la branche dorsale du nerf ulnaire. Création d'un trajet transversal sous tous les tendons du dos de la main, depuis l'EPB et l'EPL jusqu'à l'ECU.

C. Le tendon APL est passé dans le trajet précédent. Le périoste ulnaire, incisé longitudinalement, est ruginé, et deux trous transversaux antéropostérieurs sont creusés dans l'ulna distal.

D. Le tendon APL est fixé sur l'ulna sous tension correcte, et les volets périostés rabattus et suturés sur cette ténodèse.

nette du premier métacarpien. Après levée du garrot et hémostase au bistouri électrique, chacune des deux incisions cutanées est refermée en deux plans, avec un drainage aspiratif au moins du côté radial. L'immobilisation doit se faire avec le poignet en dorsiflexion à 45° environ, pour une durée de 4 semaines.

Il faut enfin savoir que cette technique n'est pas toujours réalisable : c'est le cas lorsque le tendon APL est trop court pour pouvoir être fixé correctement sur l'ulna.

Palliatifs de l'antépulsion du pouce

Les paralysies de l'antépulsion du pouce sont liées à celles des muscles thénariens externes : APB, opposant et faisceau superficiel du FPB, tous innervés classiquement par le médian. En fait, les variations anatomiques de l'innervation respective de ces muscles par le médian ou le cubital font que les paralysies du médian peuvent ne s'accompagner d'aucun déficit de l'antépulsion du pouce. Lorsqu'elle existe, la paralysie de l'antépulsion s'accompagne automatiquement d'une perte de la rotation axiale du premier métacarpien en pronation lors de l'opposition.

La paralysie de l'antépulsion du pouce peut être compensée par un transfert tendineux dont les caractéristiques biomécaniques ont été parfaitement établies par Zancolli. [1]

Technique palliative d'antépulsion du premier métacarpien

Moteur. N'importe quel moteur de l'avant-bras est théoriquement utilisable. Cependant, pour éviter au maximum les adhérences, il est préférable que le moteur ne nécessite pas d'être prolongé par une greffe tendineuse pour atteindre sa

fixation distale, ce qui élimine les fléchisseurs et les extenseurs du poignet, et l'APL. Les moteurs utilisables pour ce transfert sont surtout les muscles postérieurs longs de l'avant-bras, innervés par le radial, qui rejoignent la poulie soit en contournant le bord radial du poignet, soit en traversant la membrane interosseuse au bord proximal du carré pronateur : EIP (meilleur choix car suffisamment long), EDM, EPB, voire EPL. [4] Il est aussi possible d'utiliser un FDS, voire le FPL. [5, 6]

Poulie. La poulie idéale est superficielle, située au voisinage de l'entrée du tendon FCR sous le ligament annulaire antérieur du carpe. Il est possible d'utiliser le tendon FCR lui-même comme poulie, [3, 7-9] mais cette poulie risque de se détendre avec le temps, et elle n'est pas utilisable lorsque le FCR est paralysé. Aussi, après avoir initialement utilisé le canal ostéofibreux du FCR, Zancolli avait modifié sa technique pour constituer sa poulie à la fois par le tendon du FCR et par les fibres les plus proximales du ligament annulaire antérieur dans lequel une boutonnière est créée à cet effet à 3 ou 4 mm du bord proximal de ce ligament (Fig. 6). Si cette poulie est particulièrement inextensible, elle comporte bien sûr un risque d'adhérence du transfert à son niveau.

Trajet. À partir de la poulie, le transfert, sous-cutané, doit suivre la direction des fibres de l'APB jusqu'au tendon terminal de ce muscle, où il est fixé. Le but du transfert d'antépulsion est en effet de remplacer surtout l'APB.

Fixation distale. Le transfert peut être fixé au bord radial du pouce, en un point quelconque voisin de la MP. Pour la majorité des auteurs, ce point est le tendon terminal de l'APB

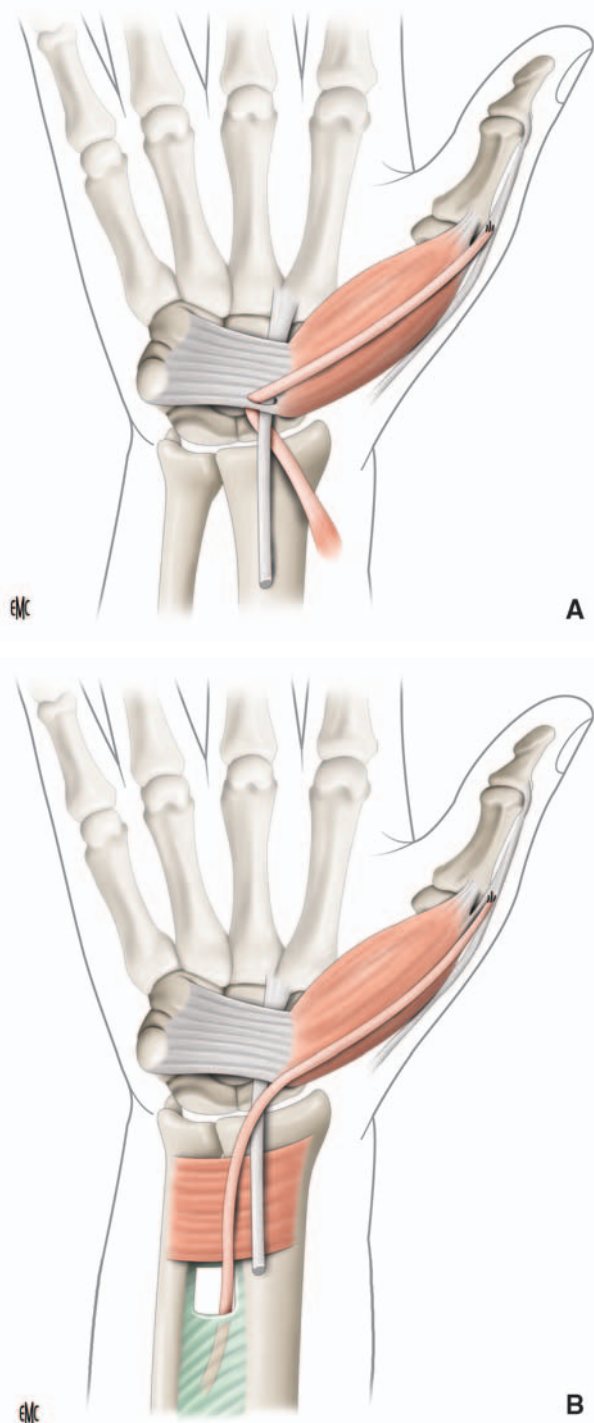


Figure 6.
A. Place de la poulie et fixation distale d'un transfert d'antépulsion du premier métacarpien.
B. Voie de la membrane interosseuse.

et la dossière qu'il envoie au bord radial de l'EPL, mais sans le fixer à l'EPL lui-même.

Tension. Comme pour tous les transferts, il faut veiller à ce qu'il n'empêche pas la position contraire à celle qu'il réanime. Le réglage de la tension se fait donc avec la traction maximale sur le moteur lorsque le poignet est en flexion passive complète et que le pouce est en position de reposition maximale. Ainsi, lors de l'extension passive du poignet, qui active la composante de ténodèse de ce transfert, le pouce se place spontanément en position d'opposition maximale, pulpe au contact de la base du troisième doigt, ongle parallèle au plan de la paume (pronation complète), MP et IP étendues.

Immobilisation. L'immobilisation de ce transfert est faite pendant 4 semaines avec le poignet en flexion, et le pouce écarté et étendu.

Deux transferts à part

Deux transferts, qui n'obéissent pas strictement à ces principes, sont à mettre à part : celui de Camitz et celui de l'abducteur du cinquième doigt.

Transfert de Camitz. [10, 11] Il est sous-cutané direct, sans poulie. Il utilise le PL prolongé par une bandelette de ligament annulaire antérieur et d'aponévrose palmaire moyenne, prélevée en continuité avec le tendon pour lui assurer une longueur suffisante et lui permettre d'atteindre ainsi sous la peau le bord dorsoradial de la MP du pouce, où il est suturé au tendon de l'APB. Une variante consiste à utiliser comme moteur le FCR ou le PL sectionné au poignet et suturé sur l'EPB, qui est lui-même sectionné à sa jonction musculotendineuse et dérivé sous la peau de l'éminence thénar en conservant son insertion distale.

Utilisation de l'abducteur du cinquième doigt. Elle avait été publiée par Littler, [12] qui avait repris les travaux de Huber et ceux de Nicolaysen. Le muscle abducteur est libéré de ses deux insertions distales (une sur la base de la phalange proximale [P1], l'autre sur l'appareil extenseur) et basculé à 170° autour de son insertion proximale sur le pisiforme, « comme une page de livre ». Il est alors passé sous la peau de l'éminence thénar pour être suturé sur le tendon distal de l'APB. Le fait de ne pas désinsérer le muscle du pisiforme évite de disséquer son pédicule et facilite le réglage automatique de la tension du transfert. Si cette technique augmente l'antépulsion, elle ne permet jamais de retrouver une antépulsion complète. Ce transfert, de course et de force très faibles a, en effet, surtout une action d'adduction. En outre, il limite l'abduction et la reposition du pouce. Il est actuellement réservé aux malformations congénitales de la main (aplasies du pouce), [13, 14] plutôt qu'aux paralysies de l'adulte [15] où il n'est pas logique.

Palliatifs de l'adduction-rétropulsion trapézométacarpienne et de la stabilisation en flexion métacarpophalangienne

Les paralysies de l'adduction du pouce sont liées à celles des muscles thénariens internes : faisceau profond du FPB et adducteur. Innervés par le cubital, ces muscles assurent à la fois l'adduction et la rétropulsion de la TM, et la stabilisation en flexion de la MP lors des pinces. Leur paralysie se manifeste en effet par le signe du journal, de Froment, qui est une flexion IP du pouce lors des pinces latérales fortes (le FPL tente de compenser le déficit de flexion MP).

Une intervention palliative idéale serait de restaurer par transfert l'adducteur d'une part, et le court fléchisseur d'autre part. De nombreuses interventions ont été décrites pour remplacer l'adducteur du pouce par un transfert tendineux dont la direction est celle du faisceau métacarpien principal de ce muscle, c'est-à-dire transversale dans la paume, provenant d'une poulie située soit au bord cubital de la main, soit contre la diaphyse du deuxième ou du troisième métacarpien, soit contre la partie distale de l'aponévrose palmaire moyenne. La fixation distale de ces transferts se fait dans le tendon terminal de l'adducteur, sur le sésamoïde interne et sur la dossière ulnaire de l'appareil extenseur du pouce. Ces techniques ont pour avantage d'entraîner un mouvement d'adduction-rétropulsion très prononcé, en raison de la direction du transfert qui a un angle d'attaque considérable sur la TM. Leur inconvénient est que, la course du transfert étant très importante, elle s'épuise rapidement et devient incapable, lors des pinces, d'assurer efficacement une stabilité et une force en flexion de la MP, d'autant que la poulie de réflexion est par ailleurs plus ou moins lâche. D'autre part, l'angle de réflexion très grand imposé par leur poulie entraîne des adhérences importantes. En pratique, ces transferts sont donc abandonnés au profit de ceux qui remplacent le faisceau profond du FPB, qui ont été décrits par Zancolli, qui en a parfaitement établi les caractéristiques biomécaniques. [1]

Technique palliative d'adduction-rétropulsion du premier métacarpien et de la stabilisation en flexion MP

Trajet. Le but du transfert étant de remplacer le faisceau profond du court fléchisseur, il doit donc provenir de la partie la plus profonde et la plus radiale de la sortie du canal carpien, et suivre la direction du FPB entre ses deux faisceaux, comme le tendon du FPL. En fait, on peut remarquer que ce transfert remplace, de par sa direction, à la fois les deux faisceaux superficiel et profond du FPB (puisque'il chemine entre les deux), et une grande partie du faisceau carpien de l'adducteur.

Poulie. Comme le tendon du FPL qu'il suit, le transfert se réfléchit sur le tubercule du trapèze, qui constitue sa poulie.

Fixation distale. Comme le FPB qui s'y insère, la fixation distale du transfert est faite dans le sésamoïde radial (ou latéral, ou palmaire) par un trou foré à la pointe carrée, et il atteint finalement la dossière radiale de l'appareil extenseur du pouce (Fig. 7A).

Tension. Il faut régler la tension lorsque le poignet est en flexion passive complète, en veillant à ce que l'abduction et l'antépulsion du premier métacarpien restent possibles. Quel que soit le moteur choisi, la composante de ténodèse de ce transfert, qui chemine à la face palmaire du carpe, est activée par l'extension du poignet. Une tension correcte de ce transfert est telle qu'il maintienne spontanément la MP en légère flexion, l'IP en extension, et le pouce près du bord radial de la main. On peut remarquer que, étant à la face palmaire de la MP et parallèle au premier métacarpien, ce transfert est efficace sur la flexion de la MP quelle que soit la position de celui-ci sur l'arc de circumduction. L'inconvénient de son très faible moment d'action sur la TM est que ce transfert n'entraîne que de faibles mouvements d'adduction et de rétropulsion. C'est donc ce type de transfert qu'il faut choisir en priorité pour corriger le signe de Froment.

Moteur. Les meilleurs moteurs utilisables pour ce transfert sont les mêmes que ceux qui sont utilisables pour les transferts d'antépulsion : surtout le FDS 4 et l'EIP. Lorsque c'est un FDS qui est choisi, de préférence celui du quatrième doigt, il est sectionné au doigt, sorti au poignet pour repasser à la face profonde du canal carpien en contournant le bord ulnaire et la face dorsale de tout le paquet des tendons fléchisseurs, puis pour sortir obliquement du canal carpien sous le tendon du FPL avant de gagner sa fixation distale (cf. supra). Lorsque c'est l'EIP qui est choisi, il peut être amené à sa fixation distale selon trois chemins possibles, qui tous rejoignent le bord radial de la partie profonde du canal carpien (Fig. 7B) :

- le premier chemin contourne le bord radial du poignet en passant sous les vaisseaux radiaux ; l'EPB peut théoriquement aussi être utilisé ainsi, mais en connaissant le risque de flexion MP permanente lié à son prélèvement, qui semble illogique ;
- le second chemin passe à travers la membrane interosseuse, au bord proximal du carré pronateur ; l'EDM peut également être utilisé ainsi ;
- le dernier chemin possible contourne le bord ulnaire du poignet en passant sous le tendon FCU, le pédicule vasculo-nerveux ulnaire et les tendons fléchisseurs.

Immobilisation. L'immobilisation de ce transfert est faite pendant 4 semaines avec le poignet en flexion, et le pouce écarté et étendu.

Technique de Makin ^[16]

Elle mérite d'être connue car, bien que techniquement plus complexe et plus délabrante, elle s'apparente au transfert de remplacement du court fléchisseur (poulie et direction sont les mêmes). Elle peut trouver des indications lorsqu'une arthrodèse MP ou IP du pouce est indiquée. En effet, par cette voie d'abord, le tendon du FPL, qui garde sa continuité, peut être dérouté à la face dorsale de P1, avant de fixer l'arthrodèse en bonne position. Ainsi, le tendon FPL dérouté aborde le bord radial de la MP du pouce, puis chemine obliquement à la face dorsale de P1, pour gagner sa fixation distale normale en passant au bord ulnaire de l'extrémité distale de P1 (Fig. 8). Makin avait décrit sa technique en utilisant une ostéotomie oblique de P1, ce qui comporte le risque de pseudarthrose. Pour

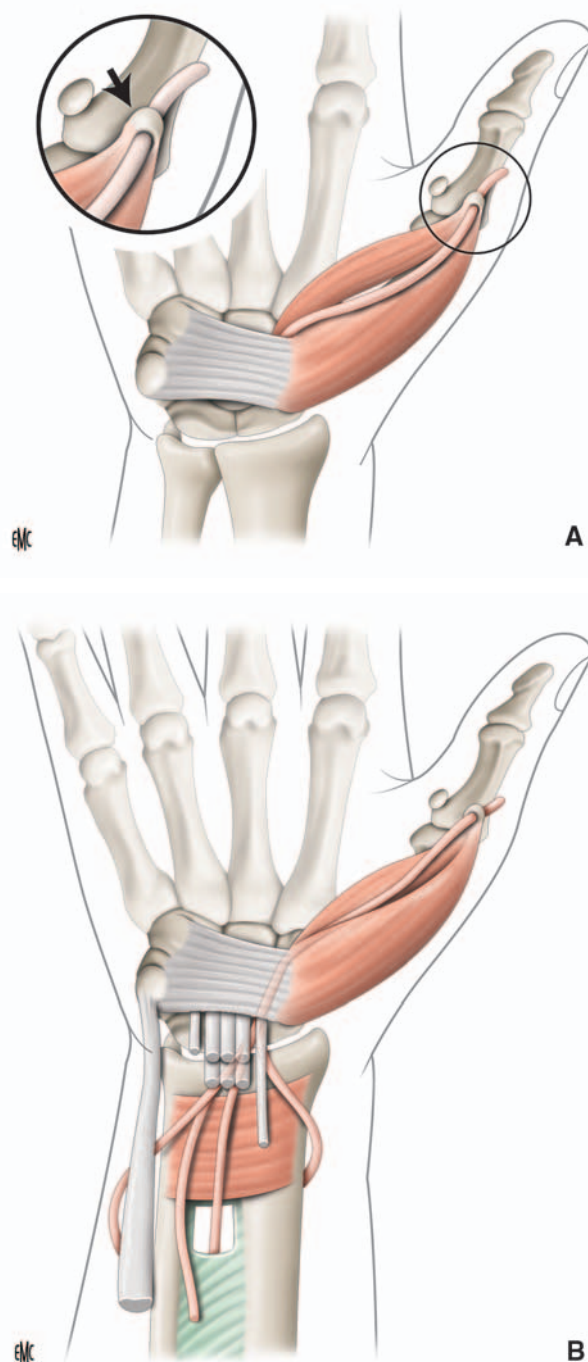


Figure 7. Transfert stabilisateur métacarpophalangien et d'adduction-rétropulsion de la trapézométacarpienne, selon Zancolli.

A. Ce transfert provient du canal carpien, chemine entre les deux chefs du FPB et se termine dans le sésamoïde externe, où il est fixé.

B. Différents chemins possibles pour un transfert stabilisateur métacarpophalangien et d'adduction-rétropulsion de la trapézométacarpienne (d'après Zancolli).

cette raison, nous pensons comme Oberlin que ce procédé ne doit être envisagé que dans les seuls cas où une arthrodèse MP ou IP doit être pratiquée sur le pouce (cf. supra) (Fig. 9).

Palliatifs des paralysies intrinsèques complètes du pouce

Les paralysies intrinsèques complètes du pouce associent tous les déficits précédents : antépulsion, adduction et rétropulsion TM, et flexion MP lors des pinces. Le traitement palliatif, auquel doit souvent être associée la libération de la première commissure rétractée, dépend du nombre de moteurs disponibles.

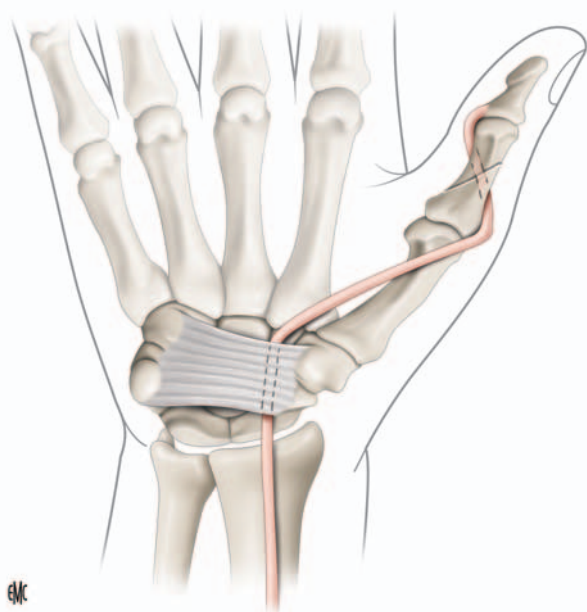


Figure 8. Principe du transfert du FPL selon Makin (ici, avec une ostéotomie de la phalange proximale pour décroiser le tendon par rapport au squelette).

Si deux moteurs sont utilisables

L'idéal est d'associer les deux transferts précédents :

- l'un d'antépulsion, en prolongeant sa fixation distale sur le tendon EPL au dos de P1 pour stabiliser l'IP en extension par une ténodèse distale simple ;
- l'autre d'adduction-rétropulsion-stabilisation MP en flexion.

Selon les moteurs utilisables, il existe de nombreuses combinaisons théoriques possibles pour cette reconstruction associant deux transferts. Il est cependant préférable de ne pas utiliser l'EPB pour éviter le risque de flexion permanente de la MP lié à son prélèvement et pouvant conduire à une arthrodèse immédiate ou secondaire. Selon Zancolli, un des meilleurs choix est d'utiliser un FDS (quatrième doigt) pour réanimer l'antépulsion et l'EIP pour réanimer le court fléchisseur. On peut remarquer que, quel que soient les moteurs choisis, la composante de ténodèse de ces deux transferts est activée par l'extension du poignet.

Si un seul moteur est disponible

Il faut faire un transfert qui associe les deux effets précédents. Zancolli [1] a montré que, dans ce cas, la poulie doit être située au voisinage du pisiforme pour réaliser le meilleur compromis entre les deux effets. Beaucoup de techniques ont été décrites, qui pourraient convenir à cet égard :

- toutes les techniques dérivées de l'opération-poulie de Bunnell [17, 18] et leurs variantes multiples ;
- celles qui utilisent une poulie plus distale peuvent aussi convenir en sachant qu'elles ont un effet d'adduction nettement prédominant sur celui d'antépulsion ;
- celles qui, à l'inverse, utilisent une poulie plus proximale ont un effet d'antépulsion prédominant sur celui d'adduction.

Nous partageons l'opinion de Zancolli [1] et de Bourrel [19] selon laquelle le meilleur compromis est la technique suivante (Fig. 10), qui a été initialement décrite par Chouhy et Kaplan en 1956 (cités par Zancolli [1]), puis reprise en 1973 par Burkhalter. [20]

Technique palliative unique des paralysies intrinsèques complètes du pouce

Moteur. L'extenseur propre de l'index est le meilleur choix possible.

Poulie. Le transfert contourne le bord cubital du poignet, qui constitue sa poulie de réflexion au voisinage du pisiforme.

Trajet. À partir de là, le tendon chemine dans un tunnel assez large sous la peau de la face palmaire du poignet et celle de l'éminence thénar en direction de la MP.

Fixation distale. La fixation distale du tendon est faite sur le tendon de l'EPL au dos de la phalange proximale, après avoir été entrelacé dans le tendon distal de l'APB. Cette fixation, décrite par Riordan, [21] a pour but de prévenir la flexion IP lors des pinces par une ténodèse distale simple, ce qui est parfois insuffisant et nécessite alors un geste associé pour stabiliser l'IP (arthrodèse ou ténodèse).

Tension. La tension de ce transfert, dont la composante de ténodèse est activée par l'extension du poignet, doit être réglée avec le poignet en flexion passive complète, en veillant à ce que le pouce soit alors en position d'ouverture et d'écartement maximaux. Une fois fixé, on vérifie que l'extension du poignet entraîne bien une antépulsion et une adduction du premier métacarpien.

Immobilisation. L'immobilisation de ce transfert est faite pendant 4 semaines avec le poignet en flexion, et le pouce écarté et étendu.

Ce transfert unique doit souvent être associé à une stabilisation MP (capsuloplastie, arthrodèse) et/ou IP, ce qui en améliore considérablement le résultat. Dans tous les cas, il faut savoir que, si l'arc de circumduction obtenu par le transfert unique est comparable à celui qui est obtenu par deux transferts, il n'en est pas de même pour la force et la stabilité de la pince, qui sont bien inférieures.

Si aucun moteur n'est utilisable

Si aucun moteur n'est utilisable pour compenser la paralysie intrinsèque complète du pouce, ne se discutent plus que les procédés passifs de ténodèses et d'arthrodèses.

Palliatifs de la flexion-extension métacarpophalangienne

La MP du pouce est souvent instable dans les paralysies étendues de la main. Cette instabilité peut se manifester soit par une hyperextension, soit par une flexion permanente, ce qui est gênant dans les deux cas. Il existe trois procédés utilisables pour corriger ces déformations : capsuloplastie pour l'hyperextension, ténodèse pour la flexion et arthrodèse, qui est possible dans les deux cas.

Arthrodèse métacarpophalangienne

La position d'arthrodèse correcte pour la MP du pouce est entre 0° et 10° de flexion, avec une légère rotation en pronation à 10°. Plusieurs techniques et plusieurs procédés de fixation sont possibles, notamment celui du hauban. [22]

Technique. Nous préférons la méthode du cône et de la cupule, décrite dans l'article 44-420. Incision longitudinale dorsale du pouce. Abord de l'appareil extenseur et de la face dorsale de la MP. Séparation des tendons EPL et EPB l'un de l'autre. Section de l'insertion distale de l'EPB sur la phalange distale (P2), permettant d'aborder la face dorsale de l'articulation qui est ouverte et dont les ligaments latéraux sont alors sectionnés. L'articulation est fléchie au maximum et luxée à travers les berges de l'incision cutanée. La base de P1 est débarrassée de son cartilage puis creusée en cupule avec une simple curette osseuse. Quant à la tête du premier métacarpien, elle est débarrassée de son cartilage, puis taillée en boule avec une pince coupante de Liston, puis une petite pince gouge. L'arthrodèse est fixée par une broche axiale longitudinale et par une ou deux broches de Kirschner obliques.

Rappelons que l'arthrodèse MP du pouce peut être associée à un transfert du FPL selon la technique de Makin, après avoir ouvert la plaque palmaire en respectant les sésamoides. Avant la fixation de l'arthrodèse, le tendon du FPL est dorsalisé en faisant le tour du squelette au bord radial de la MP du pouce (Fig. 9).

Ténodèses EPB

Les ténodèses de l'EPB peuvent parfois suffire à corriger une flexion permanente de la MP, lorsque cette déformation n'est

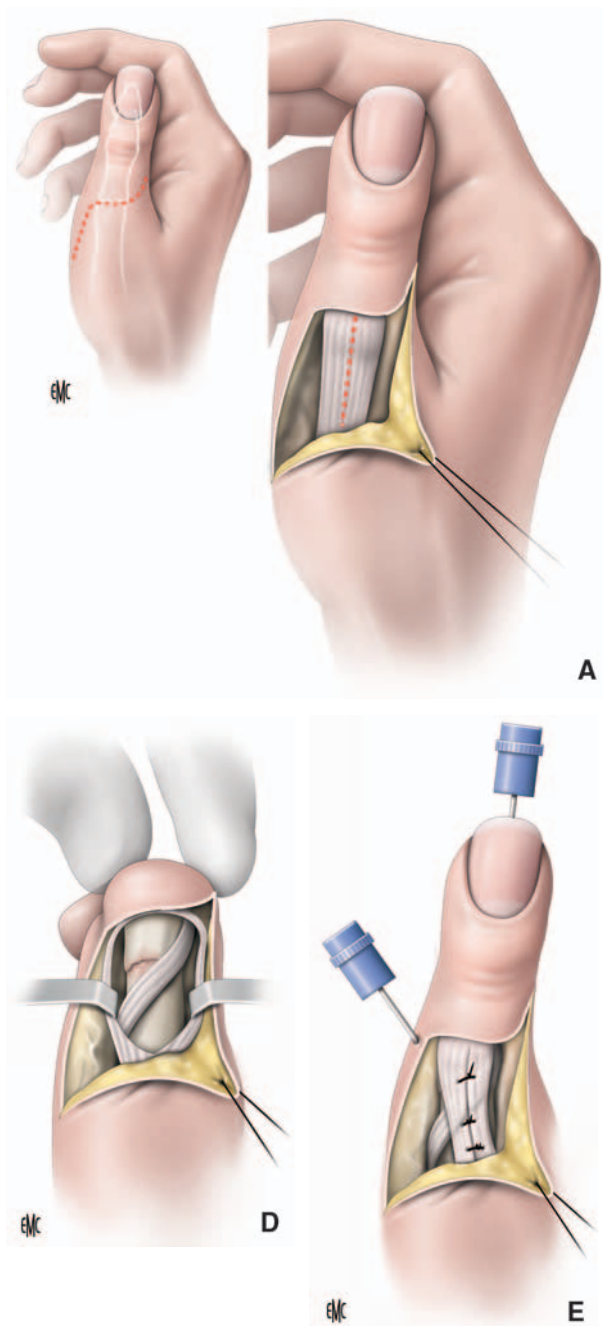


Figure 9. Association d'un transfert du FPL selon Makin et d'une arthrodèse métacarpophalangienne (MP) du pouce selon le procédé du cône et de la cupule.

A. Abord dorsal en baïonnette de la MP du pouce. Le tendon EPL et le tendon EPB sont séparés l'un de l'autre pour permettre l'abord de l'articulation.

B. L'articulation MP est ouverte et le procédé du cône et de la cupule y est appliqué.

C. Le tendon FPL est repéré, et transposé en arrière du squelette sans interrompre sa continuité.

D, E. L'arthrodèse MP est alors fixée par des broches de Kirschner. L'appareil extenseur est réparé avant la suture cutanée.

pas trop importante ni trop puissante. Plutôt que de fixer le tendon de l'EPB au voisinage du poignet, et de créer ainsi une ténodèse dynamique, il nous semble plus utile de ne faire qu'une ténodèse simple, monoarticulaire. Le principe est simplement de fixer le tendon EPB sur le dos de la P1 du pouce, sous une tension qui évite la flexion MP. Plusieurs méthodes sont possibles pour y parvenir.

Notre technique. Incision dorsale de la MP du pouce, curviligne, au bord radial, découpant un volet cutané à charnière ulnaire. Abord de l'appareil extenseur et dissection du tendon EPB. Incision curviligne dorsoradiale du périoste de P1 ménageant un volet à charnière ulnaire. Dépériostage à la rugine de la face dorsale de P1, en conservant soigneusement le volet périosté pédiculé. Quatre petits orifices sont forés dans la corticale ainsi exposée. Ils correspondent à l'entrée et à la sortie de deux fils transversaux sous la corticale dorsale. Ces fils non résorbables fixent donc le tendon EPB qui est tiré au maximum en direction proximale alors que la MP est étendue. Il est bon de placer une broche longitudinale axiale ou une broche oblique pour maintenir cette extension MP et soulager les sutures pendant 4 à 6 semaines. Une fois le tendon EPB fixé à

l'os, le volet périosté est rabattu et réparé par quelques points séparés. Ceci a pour but de permettre le développement d'adhérences périostées, qui assurent la solidité définitive de la ténodèse (Fig. 11).

Capsuloplastie métacarpophalangienne du pouce

Décrite par Zancolli [1] en 1968, cette capsuloplastie réalise une synostose métacarposésamoïdienne radiale, permettant d'éviter l'hyperextension articulaire. Sa technique est la suivante.

L'incision est longitudinale au bord radial de la MP. Section de la dossière que l'APB envoie à l'EPL. Découverte du ligament latéral radial, qui est incisé entre son faisceau phalangien, qui est respecté, et son faisceau glénoïdien, qui est sectionné à sa base métacarpienne. Ceci ouvre l'articulation et expose un lambeau capsulaire de plaque palmaire incluant à sa face profonde le sésamoïde radial (ou latéral). Résection du cartilage de ce sésamoïde. Libération du col métacarpien, qui est ruginé. Résection d'une petite partie de sa corticale et forage de deux trous. Amarrage transosseux du sésamoïde avivé sur le col du métacarpien, en maintenant l'articulation à 10° de flexion. Là

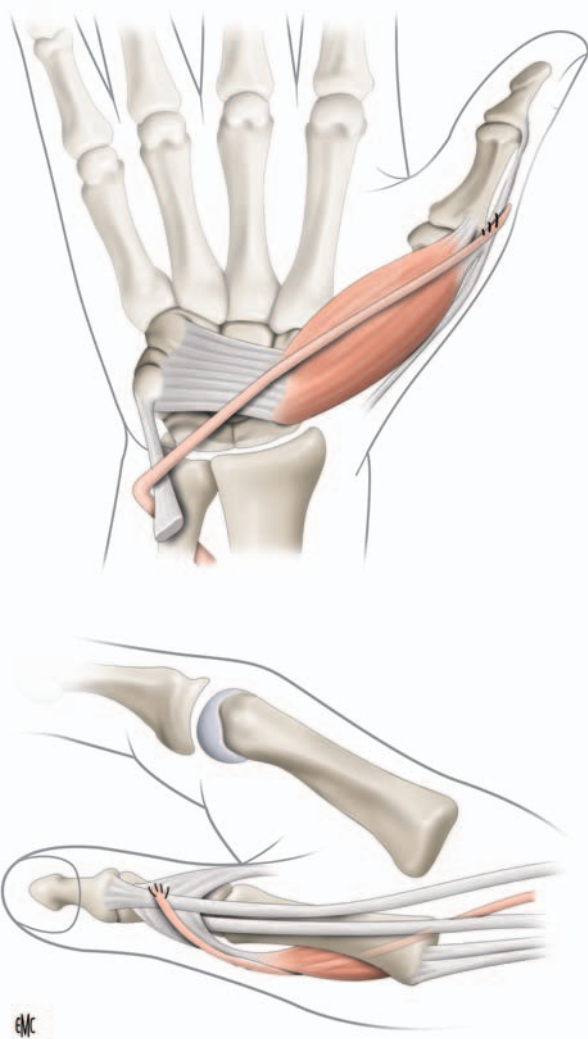


Figure 10. Transfert unique d'antépulsion et d'adduction du pouce, selon Chouhy-Kaplan. Le moteur est l'EIP, passé au bord ulnaire du poignet, puis cheminant sous la peau pour rejoindre sa fixation distale sur le tendon EPL au dos de la phalange proximale et le tendon distal de l'APB.

encore, une broche de Kirschner est utile pour soulager la tension de cette capsuloplastie pendant 4 à 6 semaines.

Palliatives de la flexion-extension interphalangienne du pouce

Les procédés palliatifs possibles pour l'IP du pouce sont destinés soit à éviter sa flexion permanente (ténodèses, arthrodèse), soit à éviter son hyperextension (arthrodèse, ténodèse du FPL, réanimation du FPL par transfert).

Arthrodèse interphalangienne

Notre procédé préféré d'arthrodèse IP est la technique du cône et de la cupule. Il est contre-indiqué lorsque le pouce est court, car il le raccourcit d'environ 1 cm, ce qui peut compromettre la qualité des pinces. La technique est simple.

Incision dorsale de l'IP du pouce, en forme de baïonnette, avec un segment transversal au dos de l'interligne, une courte branche distale au bord dorso-ulnaire de P2 et une branche longitudinale au bord médiolatéral radial de P1. Dissection des lambeaux cutanés en passant sous le plan des veines, qui sont donc sectionnées au niveau de l'incision transversale. Abord du tendon EPL, qui est disséqué sur le dos de P1, où il est sectionné transversalement, en laissant un fragment distal long de 15 à 20 mm environ. Ce fragment distal est rabattu et l'interligne articulaire est ouvert en arrière. Les ligaments latéraux sont alors sectionnés, ce qui permet une large ouverture de l'articulation lorsque celle-ci est maintenue fléchie. Les bords capsulaires sont ruginés sur chaque fragment, proximal et distal, en

veillant toutefois à conserver en arrière l'insertion distale de l'EPL, et en avant celle de la plaque palmaire. La base de P2 est débarrassée de son cartilage, puis creusée en cupule avec une simple curette osseuse. La tête de P1 est débarrassée de son cartilage et taillée en forme de boule avec une pince coupante de Liston et une petite pince gouge. L'arthrodèse est fixée par une broche de Kirschner longitudinale, qui peut être mise en va-et-vient, et la rotation est bloquée par une broche oblique. Nous préférons laisser ces broches dépasser de la peau pendant 6 semaines, ce qui permet leur ablation facile. La position de l'arthrodèse est une extension neutre de l'IP, sans rotation.

Puis, le tendon EPL est réparé. Nous utilisons pour cela un surjet aller-retour croisé de fil non résorbable.

Comme l'arthrodèse MP du pouce, l'arthrodèse IP peut servir de voie d'abord pour pratiquer un transfert du FPL selon la technique de Makin (cf. supra).

Ténodèses de l'EPL et du FPL

Nous ne citons ici que les ténodèses simples, telles que celle du FPL sur le col de la P1 pour éviter l'hyperextension IP dans certaines circonstances exceptionnelles. Nous avons déjà vu les ténodèses dynamiques de l'EPL, qui n'ont en fait que peu d'action sur l'extension de l'IP, puisque le rôle essentiel de l'EPL est la rétropulsion du pouce. Il est également possible de faire une ténodèse dynamique avec le FPL, en le fixant sur le radius. Ce paragraphe est surtout destiné à exposer deux techniques originales et efficaces : la double ténodèse du FPL et de l'EPL, et la ténodèse « néo-zélandaise » d'hémi-FPL.

Technique de double ténodèse transosseuse de l'EPL et du FPL. Elle a été décrite par Allieu [23] dans les tétraplégies hautes. Pour être efficace, elle nécessite selon nous d'être associée à la stabilisation d'au moins une des trois articulations de la colonne du pouce, en règle générale l'IP, que nous stabilisons soit par arthrodèse, soit plutôt par la ténodèse néo-zélandaise (cf. infra). Cette stabilisation est réalisée dans le même temps opératoire, mais avant de procéder à la double ténodèse.

L'incision est curviligne au bord radial du poignet et de la tabatière anatomique (Fig. 12). La branche antérieure du nerf radial et toutes ses branches doivent d'abord être repérées, isolées et protégées. Puis, on aborde la loge postérieure sur la moitié distale de l'avant-bras, en soulevant un lambeau cutané jusqu'à l'ulna en passant sous le plan de veines superficielles. L'aponévrose dorsale est réséquée et le muscle oblique de l'EPL est repéré en écartant les tendons de l'EDC. Le tendon EPL est séparé de son muscle, en essayant de conserver le maximum de longueur au tendon. Le muscle est abandonné mais non réséqué.

On se porte alors à la loge antérieure de l'avant-bras, dont l'aponévrose superficielle est ouverte. Le pédicule vasculaire radial est repéré et disséqué en ne conservant ses connexions vasculaires qu'avec le lambeau cutané, avec lequel il est soulevé et récliné. Puis, l'aponévrose profonde de la loge antérieure de l'avant-bras est incisée et on aborde le FPL. Le tendon FPL est séparé de son muscle, en essayant de conserver le maximum de longueur au tendon. Le muscle est abandonné mais non réséqué.

Le radius est enfin abordé à l'extrémité distale de son bord radial, en écartant l'APL en direction distale. Le périoste est incisé longitudinalement, puis ruginé le long des faces antérieure et postérieure du radius. Il est maintenu écarté de l'os par deux écarteurs contre-coudés et un trou antéropostérieur est foré à l'extrémité distale du radius, avec une petite, puis une grosse pointe carrée. Le calibre de ce trou doit en effet être suffisant pour laisser simultanément le passage à deux tendons (5 mm de diamètre environ). Le tendon EPL est passé dans ce trou de dorsal en palmaire et le tendon FPL est passé de palmaire en dorsal. Puis les tendons sont suturés l'un à l'autre à chaque extrémité du trou, après avoir réglé leurs tensions respectives de telle sorte qu'on obtienne l'ouverture de la pince en rétropulsion (EPL) lors de la flexion passive du poignet et la fermeture de la pince contre l'index lors de l'extension passive du poignet.

Technique de ténodèse « néo-zélandaise » d'hémi-FPL. Inventée par Sinclair, [24] elle est en fait moins une ténodèse

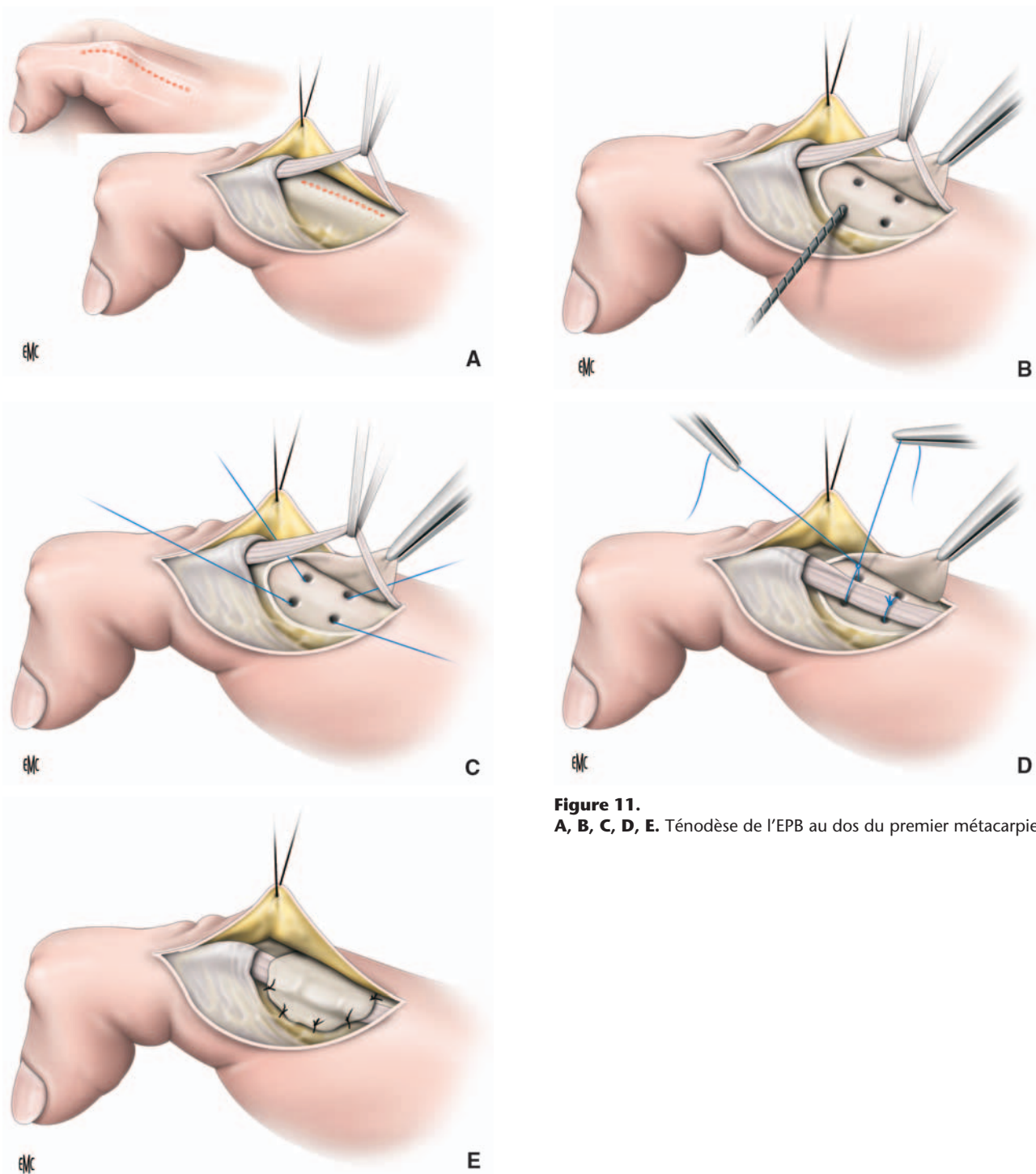


Figure 11.
A, B, C, D, E. Ténodèse de l'EPB au dos du premier métacarpien.

qu'un véritable transfert stabilisateur de l'IP du pouce en extension. Publié en 1992, ce transfert est destiné à empêcher la flexion de l'IP du pouce lors de la pince. Il est extrêmement efficace. La seule contre-indication que nous lui connaissons est l'hyperextensibilité IP, qui doit lui faire préférer une arthrodèse. Le principe est simple : détacher une languette distale du FPL pour la fixer sur l'EPL. Voici notre variante de cette technique (Fig. 13).

Incision en baïonnette, dont la partie moyenne est longitudinale le long du bord radial de P1 du pouce, la partie distale transversale sur la face dorsale de l'IP et la partie proximale transversale dans le pli de flexion MP. Le lambeau cutané dorsal est levé sous le plan des veines, au-dessus du tendon EPL. La dissection palmaire a pour but d'exposer la gaine du FPL. Il faut faire attention de ne léser ni le pédicule vasculonerveux collatéral radial du pouce, ni les branches sensitives dorsales. La

gaine du tendon FPL est ouverte en « L », transversalement le long du bord distal de la poulie proximale en région MP et longitudinalement sur le bord radial de la gaine jusqu'à l'insertion distale du tendon FPL. Ce tendon est alors extrait et présenté avec un petit dissecteur mousse, puis il est séparé longitudinalement en deux moitiés : sa moitié ulnaire demeure intacte, et sa moitié radiale est sectionnée à son insertion distale et libérée sur 3 cm environ. C'est cette moitié qui est suturée au tendon EPL. Plus exactement, nous trouvons plus facile de séparer également le tendon EPL longitudinalement en deux moitiés : la moitié ulnaire demeure intacte, alors que la moitié radiale, qui mesure environ 3 cm de long, conserve son insertion distale sur P2. Cette languette d'EPL à pédicule distal est suturée à la languette de FPL à pédicule proximal, en passant sous les branches nerveuses sensitives. La suture est réalisée par quatre ou cinq points séparés de fil non résorbable fin. Les deux languettes de FPL doivent avoir la même tension alors que l'IP

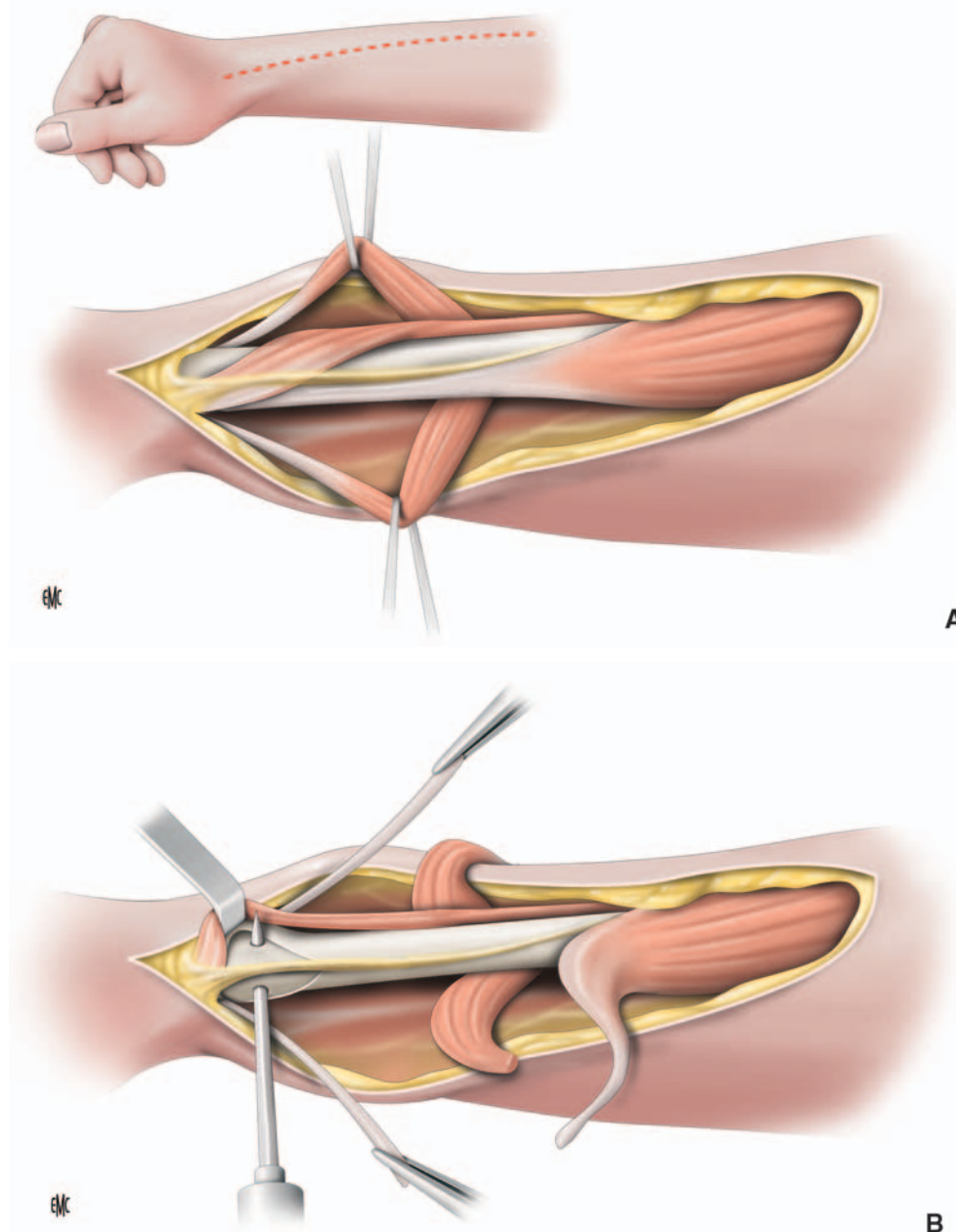


Figure 12. Double ténodèse transosseuse de l'EPL et du FPL selon Allieu.

A. Abord radial du poignet. Respect de la branche antérieure du nerf radial. Repérage de l'EPL et du FPL.

B. Séparation des tendons EPL et FPL de leur corps musculaire respectif. Après avoir ruginé le périoste, un gros trou antéropostérieur est foré à l'extrémité distale du radius.

est en extension neutre. Nous réalisons cette suture après avoir mis une broche de Kirschner longitudinale dans l'IP pour une durée de 4 semaines.

Transferts FPL

Lorsqu'il est paralysé, le FPL peut être réanimé par transfert tendineux. Il peut l'être soit isolément, soit avec les FDP lorsque ceux-ci sont également paralysés, ce qui est fréquent. Dans ce cas, et s'il n'y a pas suffisamment de moteurs, celui qui a servi à réanimer les FDP peut également réanimer le FPL. Nous allons donc voir que la technique est exactement la même, à quelques variantes près. Les moteurs utilisables habituellement sont l'ECRL, le BR et le PT. Il faut y rajouter un muscle radial surnuméraire lorsqu'il existe (Wood, cité par Le Double ^[25]), qui constitue alors un excellent choix.

Quant à l'ECRB, nous insistons ici sur l'importance de le respecter au maximum si l'ECRL a par ailleurs été utilisé, ce qui est fréquent. Nous conseillons de ne jamais utiliser l'ECRB, même en conservant sa continuité pour faire une suture

latérolatérale avec le tendon du FPL selon la technique décrite par Zancolli dans les tétraplégies. ^[1] Il existe en effet un risque de rupture de l'ECRB, qui est catastrophique sur le plan fonctionnel.

Techniques de transfert de l'ECRL, de l'ECRI, du BR ou du PT sur le FPL. Une seule incision est nécessaire, qui est sinueuse tout au long du bord radial de l'avant-bras, depuis le sommet du premier espace intermétacarpien et la tabatière anatomique du côté distal, en remontant du côté proximal presque jusqu'au pli du coude, sur le relief du corps musculaire du BR. La branche antérieure du nerf radial et toutes ses branches doivent d'abord être repérées, isolées et protégées.

Lorsque l'ECRL ou l'ECRI est utilisé comme moteur, on aborde la loge postérieure de l'avant-bras et on repère l'endroit où l'APL se dégage obliquement de la face profonde de l'EDC. Il indique du côté proximal la séparation entre l'ECRB et l'EDC, et l'aponévrose antibrachiale peut être incisée sur toute sa longueur. Les tendons de l'ECRL (le plus court, le plus radial, le

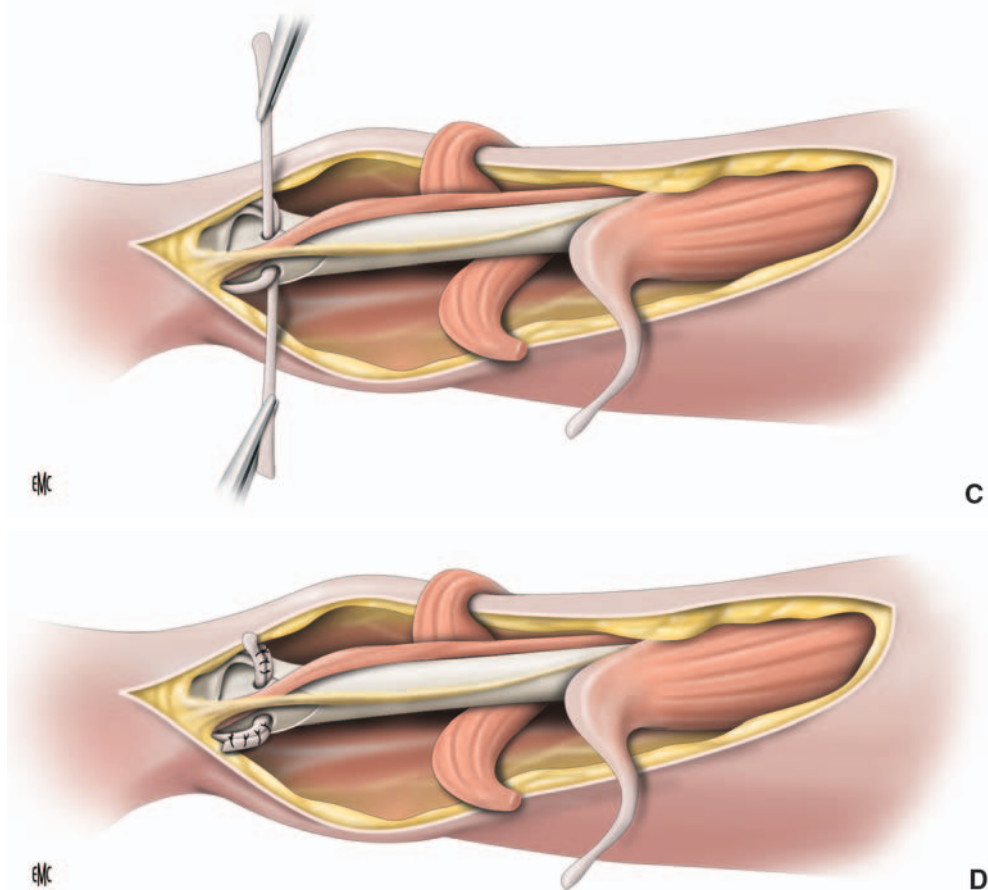


Figure 12. (Suite) Double ténodèse transosseuse de l'EPL et du FPL selon Allieu.

C. Le tendon EPL est passé dans ce trou d'arrière en avant et le tendon FPL d'avant en arrière.

D. Les deux tendons EPL et FPL sont suturés l'un à l'autre sous tension correcte.

plus superficiel) et de l'ECRB (le plus long, le plus ulnaire et le plus profond) sont alors bien visibles. Il faut les dégager sur toute leur longueur, en réclinant au maximum l'APL et l'EPB. On peut alors examiner les éventuelles variations anatomiques de ces tendons et vérifier qu'il n'existe pas de tendons ou de muscles surnuméraires, ni d'anastomoses tendineuses entre les radiaux. S'il en existe, il faut les couper pour obtenir un tendon ECRL parfaitement isolé, jusqu'à son insertion distale à la face dorsale de la base du deuxième métacarpien. Il faut voir cette insertion de l'ECRL en réclinant correctement l'extrémité distale de l'incision cutanée. À sa sortie de sa coulisse ostéofibreuse, le tendon ECRL est surcroisé obliquement par celui de l'EPL, avec lequel il ne doit pas être confondu. On le coupe à ce niveau, le plus près possible du métacarpien, en prenant garde à ne pas traumatiser l'ECRB voisin. Le tendon ECRL est alors extrait par traction au tiers moyen de l'avant-bras. Il est possible que des adhérences ou des anastomoses tendineuses passées jusque-là inaperçues rendent la manœuvre moins simple que prévu. Une fois extrait le tendon ECRL, on dissèque son corps musculaire de façon circulaire en direction proximale, jusqu'aux vaisseaux récurrents radiaux antérieurs, qui constituent le pédicule vasculaire principal du BR et des muscles radiaux. [26] Ces vaisseaux, nés du pédicule radial et dont la direction est transversale, siègent à la face profonde de ces muscles, habituellement juste en aval du pli de flexion du coude. Ils ne doivent évidemment pas être blessés par la dissection, qui s'arrête à leur niveau.

S'il existe un ECRI bien individualisé, il peut parfaitement être utilisé de la même façon que l'ECRL (alors respecté ou utilisé dans un autre transfert) pour être transféré sur le FPL.

Lorsque c'est le BR qui est utilisé comme moteur, son tendon distal est facilement repéré, à côté du tronc de la branche antérieure du nerf radial, qui s'en dégage. L'aponévrose qui recouvre le corps musculaire et le péri-tendon doit être incisée longitudinalement sur toute la longueur du muscle et du

tendon. L'insertion distale du BR sur le radius est sectionnée au ras de l'os, aux ciseaux de Mayo ou au bistouri, sous le corps musculaire de l'APL et de l'EPB, que l'on récline. Une fois le tendon désinséré, la dissection est remontée en direction proximale, en libérant de façon circulaire le muscle de son aponévrose et de ses connexions. Parmi ces dernières, le pédicule vasculaire radial lui envoie souvent une ou deux branches transversales distales, qui doivent être sacrifiées. Seuls doivent être respectés les vaisseaux récurrents radiaux antérieurs, qui constituent son pédicule vasculaire principal et ne doivent évidemment pas être blessés par la dissection, qui s'arrête à leur niveau. Il faut alors vérifier que la libération du BR lui permet une course de 3 cm environ. Cette mesure se fait avec une règle graduée, en tirant sur le tendon avec une pince clampée transversalement sur son extrémité distale.

Lorsque le moteur utilisé est l'ECRL, l'ECRI ou le BR, on se porte alors à la loge antérieure de l'avant-bras, dont l'aponévrose superficielle est ouverte. Le pédicule vasculaire radial est repéré et disséqué en ne conservant ses connexions vasculaires qu'avec le lambeau cutané, avec lequel il est soulevé et récliné. Puis l'aponévrose profonde de la loge antérieure de l'avant-bras est incisée et on aborde le FPL. Son tendon est dépouillé au maximum de son enveloppe synoviale et grasseuse, en allant aussi loin que possible en direction distale, où il existe constamment un gros peloton grasseux antérieur avant le canal carpien. Ce peloton doit être réséqué. Il faut prendre garde lors de ces manœuvres à ne pas comprimer avec un écarteur le nerf médian, qui est proche. Une fois libéré le tendon FPL, il faut vérifier par traction qu'il n'existe aucune adhérence sur son trajet distal et qu'il entraîne bien une flexion IP du pouce lorsqu'on tire dessus. Le transfert peut alors être pratiqué. Le réglage de la tension se fait en maintenant le coude fléchi à 90° (tous les moteurs s'insèrent au-dessus du coude) et le poignet en flexion passive complète, le pouce étant aussi écarté et étendu que possible. On tire sur le tendon FPL en direction proximale

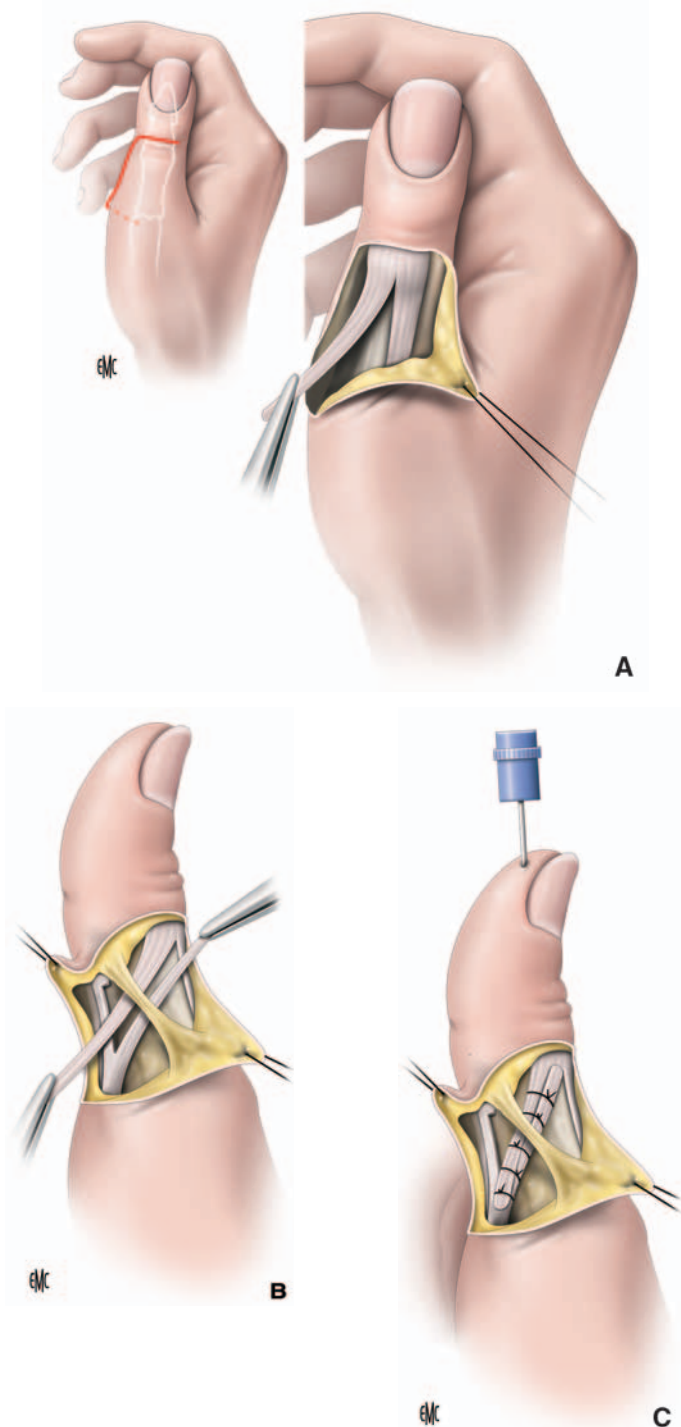


Figure 13. Notre variante de la ténodèse « néo-zélandaise » d'hémi-FPL.

A. Incision longitudinale au bord radial de la phalange proximale du pouce, recourbée au dos de l'interphalangienne et à la face palmaire de la métacarpophalangienne. Une hémi-languette radiale à pédicule distal est séparée du tendon EPL.

B. Après ouverture de la gaine du FPL, une hémi-languette radiale à pédicule proximal est désinsérée distalement de la base de la phalange distale et séparée du tendon FPL. Cette languette rejoint la languette d'EPL en passant sous les nerfs sensitifs du bord radial du pouce.

C. Suture l'une à l'autre des deux languettes de FPL et d'EPL. Une broche de Kirschner longitudinale dans l'articulation IP protège la suture pendant 4 semaines.

au maximum, mais de façon à ne pas entraîner de fermeture de la pince. On tire sur le moteur au maximum en direction distale, et on le fait passer au moins trois fois de façon transfixiante dans le tendon FPL. Une fois le transfert suturé, on vérifie que l'extension complète du poignet entraîne une

fermeture de la pince. On vérifie alors par une tentative prudente d'extension passive du coude que cette dernière est très limitée, et qu'elle s'accompagne d'une flexion irréductible du poignet et du pouce. Un tel réglage, apparemment inquiétant, est correct. Le reste de l'intervention se déroule en maintenant toujours le coude fléchi à 90°.

Lorsque le moteur utilisé est le PT, il est repéré à son insertion distale sur le radius, sous le BR. Cette insertion distale est ruginée en conservant en continuité avec elle une lame périostée de 2 à 3 cm de long préalablement incisée au bistouri. [27-29] Le corps musculaire lui-même du PT doit être parfaitement libéré pour profiter de sa course maximale. Lors de cette libération, il ne faut blesser ni la branche antérieure du nerf radial, ni le pédicule vasculaire radial, qui chemine à la superficie du muscle et lui envoie constamment une petite artère satellite de son bord supérieur. Après avoir isolé comme on l'a vu le tendon du FPL, il est très fréquent de s'apercevoir que, même prolongé par une languette périostée, le tendon du PT est trop court pour être transféré de façon suffisamment solide dans le tendon FPL. Dans ce cas, il faut renforcer le transfert par une greffe tendineuse libre de 4 ou 5 cm de long. Le risque d'adhérence étant alors très important, nous avons l'habitude de séparer complètement le tendon FPL de son muscle et d'utiliser ce dernier pour recouvrir la surface dépériostée du radius, en le suturant à son pourtour. Cela a pour objet sinon de réduire les adhérences, du moins de permettre qu'elles se fassent avec un tissu mou (le muscle paralysé) plutôt qu'avec l'os directement.

Dans tous les cas, après levée du garrot, les hémostases sont réalisées au bistouri électrique et la peau de l'avant-bras est suturée en deux plans sur drain aspiratif ressortant au-dessus du pli du coude, où il est fixé à la peau par un Stéristrip®, ce qui permet son ablation facile. L'immobilisation de ce transfert doit se faire pendant 4 semaines environ dans la position où le transfert a été réglé : avec le coude fléchi à 90°, l'avant-bras en pronation, le poignet en flexion et le pouce étendu, avec la première commissure écartée.

☆ Les auteurs remercient le docteur Benjamin Pulvermacker, interne des Hôpitaux de Paris, pour sa contribution au travail de recueil bibliographique.

■ Références

- [1] Zancolli EA. *Structural and dynamic bases of hand surgery*. Philadelphia: JB Lippincott; 1979 (375p).
- [2] Revol M, Servant JM. *Paralysies de la main et du membre supérieur. Analyse, principes thérapeutiques*. Paris: Medsi/McGraw-Hill; 1987 (310p).
- [3] Enna CD. Use of extensor pollicis brevis to restore abduction in the unstable thumb. *Plast Reconstr Surg* 1970;**46**:350-6.
- [4] Moutet F, Frère G, Massart P. Réanimation de l'opposition par le long extenseur du pouce. À propos de 16 cas. *Ann Chir Main* 1986;**5**:36-41.
- [5] Mangus DJ. Flexor pollicis longus tendon transfer for restoration of opposition of the thumb. *Plast Reconstr Surg* 1973;**52**:155-9.
- [6] Snow JW, Fink GH. Use of a transverse carpal ligament window for the pulley in tendon transfers for median nerve palsy. *Plast Reconstr Surg* 1971;**48**:238-40.
- [7] Bourrel P. Chirurgie de la lèpre chez l'africain. Expérience personnelle de 580 interventions. *Med Trop* 1969;**29**:1-23.
- [8] Edgerton MT, Brand PW. Restoration of abduction and adduction of the unstable thumb in median and ulnar paralysis. *Plast Reconstr Surg* 1965;**36**:150-64.
- [9] Tubiana R, Alnot JY. Paralysie de la musculature intrinsèque du pouce. Étude mécanique des transferts d'opposition du pouce. *Ann Chir* 1969;**23**:889-98.
- [10] Camitz H. Surgical treatment of paralysies of opponens muscles of thumb. *Acta Chir Scand* 1929;**65**:77-81.
- [11] Littler JW, Li CS. Primary restoration of thumb opposition with median nerve decompression. *Plast Reconstr Surg* 1967;**39**:74-5.
- [12] Littler JW, Cooley SGE. Opposition of the thumb and its restoration by abductor digiti quinti transfer. *J Bone Joint Surg Am* 1963;**45**:1389-96.

- [13] Manske P, McCarroll Jr. HR. Abductor digiti quinti opponens plasty in congenital radial dysplasia. *J Hand Surg [Am]* 1978;**3**:552-9.
- [14] Oberlin C, Gilbert A. Le transfert de l'abducteur du 5^e doigt dans les malformations du rayon radial de la main chez l'enfant. *Ann Chir Main* 1984;**3**:215-20.
- [15] Iselin F, Pradet G. Transfert de l'abducteur du 5^e doigt, palliatif de la paralysie des thénariens externes. *Ann Chir Main* 1984;**3**:207-14.
- [16] Makin M. Translocation of the flexor pollicis longus tendon to restore opposition. *J Bone Joint Surg Br* 1967;**49**:458-61.
- [17] Bunnell S. Reconstructive surgery of the hand. *Surg Gynecol Obstet* 1924;**39**:259.
- [18] Bunnell S. Tendon transfers. In: *Surgery of the hand*. Philadelphia: JB Lippincott; 1948. p. 398-412 (467-517).
- [19] Bourrel P, Courbil JL, Giraudeau P. Transplantation de l'extenseur propre de l'index pour restaurer l'opposition du pouce (à propos de 15 observations). *Ann Chir* 1978;**32**:597-600.
- [20] Burkhalter WE, Christensen RC, Brown P. Extensor indicis proprius opponens plasty. *J Bone Joint Surg Am* 1973;**55**:725-32.
- [21] Riordan DC. Tendon transfers for median, ulnar or radial nerve palsy. *Hand* 1969;**1**:42-6.
- [22] Sennwald G, Segmüller G. L'arthrodèse métacarpo-phalangienne du pouce selon le principe du hauban : indications et technique. *Ann Chir Main* 1983;**2**:38-45.
- [23] Allieu Y, Coulet B, Chammas M. Functional surgery of the upper limb in high level tetraplegia: part II. *Tech Hand Upper Extrem Surg* 2000;**4**:64-8.
- [24] Mohammed KD, Rothwell AG, Sinclair SW, Willems SM, Bean AR. Upper-limb surgery for tetraplegia. *J Bone Joint Surg Br* 1992;**74**:873-9.
- [25] Le Double AF. *Traité des variations du système musculaire de l'homme*. Paris: Schleicher; 1897 115-20.
- [26] Revol M, Lantieri L, Loy S, Guérin-Surville H. Vascular anatomy of the forearm muscles: a study of 50 dissections. *Plast Reconstr Surg* 1991;**88**:1026-33.
- [27] Brand PW. Tendon transfers in the forearm. In: Flynn JE, editor. *Hand surgery*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1966. p. 331-42.
- [28] Tsuke K. Tendon transfers for radial nerve palsy. *Aust N Z J Surg* 1980;**50**:267-72.
- [29] Tubiana R. Transferts tendineux pour paralysie radiale. *Chir Main* 2002;**21**:157-65.

M. Revol, Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux (marc@revol.org).

J.-M. Servant, Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux.

Service de chirurgie plastique, Hôpital Saint-Louis, 1, avenue Claude-Vellefaux, 75475 Paris cedex 10, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Revol M., Servant J.-M. Chirurgie palliative motrice des paralysies de la main (II) : principes et méthodes palliatives des fonctions élémentaires. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-421, Techniques chirurgicales - Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, 45-751, 2005.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Chirurgie palliative motrice des paralysies de la main (III) : indications techniques dans les paralysies combinées

M. Revol, J.-M. Servant

Après avoir envisagé dans les deux articles précédents les méthodes palliatives concernant les fonctions motrices élémentaires de la main paralysée, sont étudiées ici les indications dans les paralysies combinées.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Transferts tendineux ; Chirurgie de la main ; Membre supérieur ; Paralysies tronculaires ; Paralysies plexiques ; Tétraplégies post-traumatiques ; Chirurgie palliative motrice ; Ténodèses ; Arthrodèses

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Paralysies tronculaires | 1 |
| Paralysie radiale | 1 |
| Paralysie cubitale | 3 |
| Paralysie du médian | 4 |
| Paralysies tronculaires associées | 4 |
| ■ Paralysies plexiques | 6 |
| ■ Tétraplégies post-traumatiques | 6 |
| Groupe 1 | 7 |
| Groupe 2 | 7 |
| Groupes 3, 4, et 5 | 7 |
| Groupe 6 | 7 |
| Groupe 7 | 7 |
| Groupe 8 | 8 |
| Groupe 9 | 8 |
| ■ Paralysies d'origine cérébrale (mains spastiques) | 8 |

■ Introduction

Les paralysies élémentaires que nous venons de voir dans les articles 44-420 et 44-421 sont rarement isolées. En pratique, elles s'associent diversement entre elles pour réaliser des tableaux qui dépendent à la fois du siège et de la nature de la lésion causale, et des règles de l'anatomie neurologique (Fig. 1). On distingue ainsi les lésions périphériques (tronculaires, plexiques, radiculaires) et les lésions centrales (médullaires et cérébrales). Quel que soit le tableau clinique, la démarche préparatoire est toujours la même.

■ Paralysies tronculaires

D'origine traumatique dans la majorité des cas, les paralysies tronculaires posent alors le problème des lésions tendineuses associées, qui peuvent réduire le nombre des moteurs utilisables et compliquer les indications suivantes. En fait, la fréquence de ces indications d'interventions palliatives motrices a considérablement diminué en France depuis une quinzaine d'années. Cela est certainement lié à la réparation nerveuse en urgence,

“ Point fort

Démarche préparatoire au traitement des paralysies combinées

- S'assurer que les conditions préalables à la chirurgie palliative motrice sont bien remplies : impossibilité ou caractère illusoire de la réparation nerveuse ; situation neurologique stable ; articulations souples ou assouplies ; possibilité de rééducation postopératoire adaptée et volonté de coopération du patient à cette rééducation
- Faire le bilan des fonctions musculaires paralysées et des fonctions musculaires conservées, articulation par articulation
- Définir les objectifs de la réanimation fonctionnelle motrice, en termes de fonctions articulaires
- Comparer ces objectifs avec les muscles moteurs disponibles pour d'éventuels transferts tendineux
- Établir la liste des gestes projetés (arthrodèses, ténodèses, transferts tendineux) en ayant pour souci d'être le plus simple possible et d'utiliser le moins de transferts possibles
- Planifier le nombre de temps opératoires, en fonction de cette liste et des contraintes d'immobilisation postopératoire qui en découlent
- Dessiner les incisions nécessaires pour réaliser le programme prévu

qui est devenue systématique et d'excellente qualité grâce à la multiplication des centres spécialisés dans les urgences de la main.

Quant aux paralysies lépreuses, elles posent le problème des dégâts articulaires, osseux et des troubles trophiques de la main.

Paralysie radiale

Tableau des déficits

Il est exceptionnel que la lésion du nerf soit si haute qu'elle comporte une paralysie du triceps.

| | | | Paralysies tronculaires | | | | | | | | | | Paralysies plexiques | | | | Tétraplégies | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------------------|----------------|-------------------------|------------|-------------|------------|--------------|---|-------------|--------|---------|------------------------|----------------------|---------|--------------|---------|--------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|-----|--|--|--|
| | | | Isolées | | | | | | Associées | | | | | C5 + C6 | C5 + C6 + C7 | C8 + T1 | C7 + C8 + T1 | C5 + C6 + C7 + C8 + T1 | Groupe 1 | Groupe 2 | Groupe 3 | Groupe 4 | Groupe 5 | Groupe 6 | Groupe 7 | Groupe 8 | Groupe 9 | | | | | |
| | | | Radial haut | Radial bas | Médian haut | Médian bas | Cubital haut | | Cubital bas | MC bas | MC haut | Lèpre (M bas + C haut) | RC | | | | | | | | | | | | | | | MR | MRC | | | |
| Coude | Flexion | Brachialis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Biceps | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Avant-bras | Extension | BR | | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | |
| | Supination | Triceps | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Pronation | Supinator | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | PT | x | x | | | x | x | x | | x | | x | x | | | x | | x | | | | | | | | | | | | | |
| | | PQ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Poignet | Extension | ECRL | | | | x | x | x | x | | x | x | x | | | | x | | x | | | | | | | | | | | | | |
| | | ECRB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ECU | | | | x | x | x | x | x | | x | x | x | | | | x | | x | | | | | | | | | | | | |
| | Flexion | FCR | | x | x | | x | x | x | x | | x | | x | | | | x | | x | | | | | | | | | | | | |
| | | PL | | x | x | | | x | x | x | | x | | x | | | | x | | x | | | | | | | | | | | | |
| Doigts | Extension MP | FCU | | x | x | | x | x | x | | x | | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | |
| | | EDM | | | | x | x | x | x | | x | x | x | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| | | EDC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Flexion IP | EIP | | | | x | x | x | x | | x | x | x | | | | | x | x | x | | | | | | | | | | | | |
| | | FDP 2, 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | FDP 4, 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Intrinsèques | FDS | x | x | | | x | | x | x | | x | x | x | x | | | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| Interosseux | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pouce | Rétropulsion TM | Lombicaux 2, 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Abduction TM | Lombicaux 4, 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Hypothenariens | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Antépulsion TM | EPL | | | | | x | x | x | x | | x | x | x | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| | | APL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Adduction TM (+flexion MP) | EPB | | | | x | x | x | x | x | | x | x | x | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| | | APB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flexion IP | Opponens pollicis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | FPB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Adductor pollicis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | FPL | | x | x | | | x | x | x | | x | | x | x | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | |

Figure 1. Fonctions motrices, paralysies et moteurs. Les lignes correspondent aux muscles des fonctions motrices élémentaires.

Les colonnes correspondent aux principaux tableaux cliniques de paralysies tronculaires, plexiques et médullaires. Les cases noires indiquent que le muscle correspondant est paralysé. Les cases grises correspondent à un muscle inconstamment ou partiellement paralysé. Les cases jaunes correspondent aux muscles moteurs habituels. Les croix (x) indiquent que le moteur est utilisable. TM : trapézométacarpienne ; MP : métacarpophalangienne ; IP : interphalangienne ; R : nerf radial ; M : nerf médian ; C : nerf cubital.

Lorsque la lésion du nerf est haute et siège au bras, ce qui est le cas le plus fréquent, le tableau de la paralysie radiale associée (Fig. 1) :

- déficit de l'extension du poignet (« main tombante ») ;
- déficit de l'extension métacarpophalangienne (MP) des doigts (« doigts tombants ») ;
- déficit de l'abduction et de la rétropulsion du pouce ;
- déficit sensitif de la face dorsale du coude, de l'avant-bras et de la main.

Lorsque la lésion du nerf est basse, située en dessous du coude, elle siège sur la branche postérieure, motrice, du radial. Elle respecte le BR, l'ECRL et, le plus souvent, l'ECRB. Il n'existe donc pas de déficit de l'extension du poignet ; le tableau se résume à un déficit de l'extension MP des doigts, et un déficit de l'abduction et de la rétropulsion du pouce.

But de la chirurgie palliative

Lorsque toutes les possibilités de la réparation nerveuse ont été épuisées, la chirurgie palliative motrice a pour but de rétablir les fonctions suivantes.

Extension active du poignet lorsque la paralysie est haute

L'effecteur réanimé est soit l'ECRB seul (pas de déviation latérale du poignet), soit l'ECRL (inclinaison radiale du poignet lors de son extension), soit les deux à la fois, ou associés avec l'ECU dérivé. Les muscles moteurs utilisables pour cette réanimation sont, par ordre de préférence : le PT (premier choix, classique et efficace), le BR (si le précédent est inutilisable et s'il n'est pas paralysé lui-même) ou le FDS du quatrième doigt.

Extension métacarpophalangienne active des doigts

L'effecteur à réanimer est l'EDC. Les muscles moteurs habituellement choisis sont le FCU (en connaissant le risque de déstabilisation latérale du poignet lorsque les articulations sont lâches), le FCR, ou le FDS du troisième ou du quatrième doigt. Leur trajet peut être sous-cutané (au bord ulnaire de l'avant-bras pour le FCU ou au bord radial pour le FCR), ou direct, à travers la membrane interosseuse au bord proximal du carré pronateur.

Reposition du pouce

Les effecteurs qui doivent être réanimés sont l'EPL d'une part (rétréposition) et l'APL d'autre part (abduction). Chacun de ces deux effecteurs peut être rétabli soit par des procédés passifs de ténodèse, soit par transfert actif.

Ainsi, l'EPL peut soit être ténodésé sur sa coulisse fibreuse à l'extrémité inférieure du radius, soit être réanimé par un transfert actif qui utilise soit le même moteur que l'EDC, soit un moteur spécifique (PL s'il existe ou FDS du quatrième doigt). À ce sujet, il faut remarquer que le transfert classique du PL sur l'EPL sectionné à sa jonction musculotendineuse et dérivé correspond en fait beaucoup plus à un transfert d'antépulsion (Camitz) qu'à un transfert de rétréposition.

L'APL peut soit être négligé, soit être ténodésé (et plutôt que les procédés classiques, nous préconisons à cet égard la ténodèse dynamique croisée que nous avons décrite dans l'article 44-221), soit enfin réanimé par un transfert actif s'il reste un moteur disponible (PL ou FDS du quatrième doigt). Nous ne recommandons pas d'utiliser le FCR pour ce transfert, car cela sous-entend que le FCU a été transféré sur l'EDC et que le poignet se retrouverait ainsi privé de ses moteurs de flexion principaux.

Moteurs disponibles

PT, FCR, PL, FCU, FDS, (FPL).

En pratique

On voit que la simple analyse combinatoire des différentes méthodes de base ainsi énumérées peut aboutir théoriquement à plusieurs centaines de schémas pour l'intervention. En pratique, ce sont plusieurs dizaines de schémas qui ont déjà été proposées et publiées. Sujet classique des traités de chirurgie, la paralysie radiale continue à faire l'objet de publications régulières, car actuellement encore il n'existe pas de consensus sur la méthode palliative idéale. [1, 2] Si tout le monde est d'accord sur le fait que le PT est le meilleur moteur pour l'extension du poignet, c'est l'extension des doigts qui divise les auteurs en trois camps selon qu'ils utilisent le FCU, [3] le FCR [4, 5] ou un FDS. [6] Les trajets sous-cutanés ou transmembranaires de ces moteurs, et les possibilités résiduelles concernant la réanimation

de l'EPL et de l'APL, achèvent de subdiviser chaque camp. Nous nous bornons donc à décrire deux méthodes : la méthode classique de Merle d'Aubigné [3] et notre schéma préféré actuel. Seules les incisions et les grandes lignes des temps opératoires sont décrites ici, puisque les techniques proprement dites ont déjà été détaillées dans les articles 44-220 et 44-221.

Technique dérivée directement de celle de Merle d'Aubigné

Elle associe :

- transfert du PT sur l'ECRB (initialement, les deux radiaux) ;
- transfert du FCU sur EDC, EIP et EPL, en contournant le bord ulnaire de l'avant-bras ;
- transfert du PL (s'il existe) sur l'APL.

Deux grandes incisions curvilignes sont nécessaires, au bord radial et au bord ulnaire de l'avant-bras. L'ordre des temps opératoires est de commencer par le transfert du PL sur l'APL, poursuivre par le transfert du FCU sur les extenseurs des doigts et du pouce, et terminer par le transfert du PT sur l'ECRB.

Notre schéma actuel

L'alternative que nous proposons associe :

- transfert du PT sur l'ECRB ;
- transfert du FCR sur l'EDC à travers la membrane interosseuse ;
- ténodèse dynamique croisée de l'APL ;
- ténodèse néo-zélandaise de l'hémi-FPL sur l'EPL.

Les incisions nécessaires siègent : au pouce (baïonnette sur le bord radial de la phalange proximale) ; au bord radial du poignet et de l'avant-bras jusqu'au pli du coude (curviligne) ; au bord ulnaire du poignet (rectiligne). Les temps opératoires comprennent successivement et dans l'ordre : ténodèse néo-zélandaise sur le pouce ; abord radial de l'avant-bras et de ses deux loges (antérieure, pour préparer le FCR et le PT ; postérieure, pour préparer l'EDC et l'APL) ; réalisation de la ténodèse dynamique croisée de l'APL avec fixation osseuse ; transfert du FCR sur l'EDC à travers la membrane interosseuse ; transfert du PT sur l'ECRB ; levée de garrot, hémostase, sutures cutanées avec drainage aspiratif des deux abords antibrachiaux ; immobilisation par résine circulaire immédiatement fendue sur toute sa longueur, coude fléchi à 90°, poignet en dorsiflexion moyenne, MP des doigts fléchies, interphalangiennes (IP) libres.

Paralysie cubitale

Tableau des déficits

Il existe deux tableaux de paralysies cubitales : hautes et basses. Sans tenir compte d'éventuelles lésions associées, qui sont fréquentes, le tableau d'une paralysie cubitale isolée associe (Fig. 1) :

- une paralysie des muscles intrinsèques des doigts qui ne respecte, en principe, que les deux premiers lombricaux, ce qui empêche la déformation en griffe d'apparaître sur l'index et le médus ; mais ces deux doigts ont tout de même des pinces instables et faibles, et leur force de flexion globale est très diminuée ; la pince pulpaire sur l'index et le médus est déformée selon le signe d'hyperflexion de Mannerfelt : hyperflexion des IP en raison de l'instabilité en flexion de la MP ; ce signe est comparable au signe de Froment sur le pouce ; quant aux quatrième et cinquième doigts, ils sont déformés en griffe, avec une perte de la flexion globale simultanée des trois articulations et une grande faiblesse lors de la préhension ; dans le but de poser les indications opératoires, il est de toute première importance de réaliser la manœuvre de Bouvier pour savoir si elle est positive ou négative ;
- une paralysie de l'adduction et de la rétropulsion du premier métacarpien lors des mouvements d'opposition, avec une instabilité MP et un signe de Froment ;
- une amyotrophie de tous les espaces interosseux, de l'éminence hypothénar et de la partie interne de l'éminence thénar ; l'arche métacarpienne transversale s'aplatit et perd sa concavité palmaire ;
- une anesthésie du bord cubital des quatrième et cinquième doigts et de la main ;

- lorsque la lésion du nerf est haute, c'est-à-dire qu'elle siège au bras ou au voisinage du coude, le tableau précédent s'enrichit d'une paralysie du FCU et des FDP des quatrième et cinquième doigts (Fig. 1) ; cela rend théoriquement inutilisables comme moteurs les FDS des quatrième et cinquième doigts, seuls fléchisseurs actifs sur ces doigts ;
- enfin, lorsqu'une récupération motrice survient après réparation nerveuse du cubital, elle commence toujours par l'abducteur du cinquième doigt, avant les interosseux et les lombricaux ; cela est parfois la source d'une abduction permanente du cinquième doigt, ou signe de Wartenberg, [7] très gênante lorsqu'elle ne disparaît pas.

But de la chirurgie palliative

Lorsque toutes les possibilités de la réparation nerveuse ont été épuisées, la chirurgie palliative motrice a pour buts :

- de corriger la griffe des quatrième et cinquième doigts ;
- d'améliorer la force de flexion et d'abduction des MP des deuxième et troisième doigts ;
- de corriger le déficit moteur du pouce ;
- de corriger un éventuel signe de Wartenberg

Quant à la restauration de l'arche métacarpienne transversale, elle est surtout utile pour les patients qui mangent avec leurs mains, et plusieurs procédés ont été décrits à ce sujet, dont nous n'avons pas l'expérience.

Lorsque la paralysie est haute, la paralysie du FCU ne nécessite pas de compensation, surtout si le FCR est fonctionnel. Quant à la paralysie des FDP des quatrième et cinquième doigts, et pourvu que le FDP du troisième doigt soit actif, elle est en règle générale compensée naturellement par les connexions multiples qui existent entre les tendons fléchisseurs profonds des troisième, quatrième et cinquième doigts : à l'avant-bras, au poignet et à la main par le système des lombricaux qui s'y insèrent.

Moteurs disponibles

BR, PT, ECRL, ECU, FCR, PL, EDM, EIP, FDS, EPL, EPB, FPL.

En pratique

Griffe des quatrième et cinquième doigts

Si elle est simple (manœuvre de Bouvier positive), la griffe est corrigée soit par un lasso direct, soit par une capsuloplastie. Le lasso a pour avantage de rétablir une physiologie active quasi normale de ces doigts. Il a pour inconvénient de priver les quatrième et cinquième doigts de leurs seuls fléchisseurs, puisque les FDP sont en principe paralysés sur ces deux doigts. En fait, cette paralysie est souvent compensée par les intrications anatomiques des tendons FDP des trois derniers doigts entre eux. Les lasso peuvent donc être réalisés avec succès. [8] La capsuloplastie avec fixation osseuse a cependant notre préférence sur les quatrième et cinquième doigts, qui se contentent le plus souvent de ce palliatif passif à action proximale avec avancement obligatoire de poulie. Dans ce cas, il ne faut pas avancer l'EDM comme moteur pour le pouce, car c'est le principal moteur d'extension des IP du cinquième doigt. Lorsqu'il existe des adhérences des tendons fléchisseurs superficiels et profonds entre eux, et qu'elles limitent la course distale du FDP, la capsuloplastie peut être associée à la résection du FDS pour améliorer l'extension du doigt.

Lorsque la manœuvre de Bouvier est positive mais que la flexion MP est impossible en raison d'une raideur irréversible par l'appareillage et la rééducation, c'est théoriquement l'indication d'une capsulectomie-capsuloplastie de Zancolli.

Lorsque la griffe est compliquée à l'IP (manœuvre de Bouvier négative), les indications dépendent de son caractère réversible ou non par la rééducation. Si la complication est réversible, on revient au cas précédent et c'est plutôt le lasso que nous favorisons alors. Si la complication est irréversible ou partiellement réversible, c'est l'indication d'un palliatif actif à action distale utilisant le FDS (variante de Littler de l'intervention de Stiles-Bunnel) en cas de distension de l'appareil extenseur, ou celle d'une arthrodèse IP proximale (IPP) en cas de raideur articulaire en mauvaise position.

Pouce

Il est corrigé par un transfert d'adduction-rétropulsion du premier métacarpien et la stabilisation en flexion MP. Lorsqu'il existe un déficit associé notable de l'antépulsion du pouce, lié à la paralysie associée du faisceau superficiel du FPB innervé en totalité par le cubital, c'est l'indication d'un transfert mixte unique utilisant l'EIP passé autour du bord ulnaire du poignet, et fixé sur l'APB et l'EPL selon la technique de Chouhy-Kaplan. Une éventuelle flexion IP permanente associée du pouce nécessite sa stabilisation par ténodèse néo-zélandaise ou arthrodèse. Une éventuelle hyperextensibilité associée de la MP du pouce est l'indication d'une capsuloplastie MP.

Index et médus

Si une force importante est nécessaire (main dominante, travaux manuels), c'est l'indication d'un palliatif à action proximale : soit un lasso homodigital, soit une réactivation directe des interosseux par voie palmaire en utilisant la variante de Servant. Dans les deux cas, lorsque les FDS sont paralysés ou sectionnés, il faut penser au procédé du lasso « indirect » utilisant comme moteur l'ECRL ou l'ECU.

Lorsqu'un lasso a été pratiqué sur l'index et le médus, le transfert de l'EPB sur le premier interosseux dorsal (IOD) nous semble particulièrement indiqué pour renforcer la pince pouce-index et éviter la déviation ulnaire de ce doigt. Beaucoup plus efficace que le classique transfert de l'EIP sur le premier IOD proposé par Bunnel, le transfert de l'EPB a été décrit par Bruner en 1948.^[9] Le tendon EPB, sectionné à son extrémité distale, sorti en regard de la tabatière anatomique, est « rerouté » sous la peau et sous le tendon de l'EPL vers l'insertion osseuse du premier IOD, à laquelle il est suturé. Il faut remarquer que le tendon de l'EPB a une longueur tout juste suffisante pour atteindre cette insertion. Il faut donc le prélever sur toute sa longueur, en réparant la dossière MP de l'appareil extenseur du pouce.^[10] Quant à la variante citée par Bruner et qui consiste à sortir l'EPB de sa coulisse ostéofibreuse pour gagner de la longueur, elle nous semble peu intéressante car elle fait perdre la plus grande partie de l'avantage principal de ce transfert sur celui de l'EIP. Cet avantage est l'angle d'attaque. En effet, la direction du transfert est excellente, comparable à celle du premier IOD qu'il remplace. Finalement, le prélèvement de l'EPB doit être apprécié en regard du risque possible de flexion permanente de la MP du pouce. À cet égard, il ne semble pas déraisonnable de proposer l'association à ce transfert de l'EPB selon Bruner d'une arthrodèse MP du pouce. En effet, non seulement cette dernière prévient évidemment tout risque de flexion permanente MP, mais encore, en stabilisant la colonne du pouce, elle renforce l'action naturelle d'adduction du FPL lors des pinces.

Correction du signe de Wartenberg

Elle a fait l'objet de multiples propositions techniques, parmi lesquelles on peut citer celles qui déroutent l'EDM du côté radial.^[11, 12] La dernière publication en date, de Belmahi,^[13] propose d'utiliser le tendon FDS du quatrième doigt, qui est divisé en deux languettes. L'une est fixée en lasso sur le quatrième doigt. L'autre entoure la base de la phalange proximale du cinquième doigt et son appareil extenseur, sur lequel elle est fixée avant d'être suturée sur elle-même ou sur la poulie A2 en fonction de sa longueur.

Paralysie du médian

Tableau des déficits

Le nerf médian fournit la sensibilité de toute la moitié radiale de la main, donc celle des pinces. Les lésions de ce nerf posent avant tout le problème de l'anesthésie qu'elles entraînent. Le maximum doit être fait pour tenter de résoudre ce problème sensitif majeur par la réparation nerveuse, et nous n'en parlons donc pas ici.

Le problème moteur des paralysies isolées du nerf médian est relativement moins grave et peut être résolu par des transferts simples. Il faut toutefois signaler que, dans la quasi-totalité des

cas traumatiques, il existe des lésions associées des vaisseaux du bras ou de l'avant-bras, et surtout des tendons fléchisseurs du poignet et/ou des doigts, qui peuvent compliquer les indications.

Dans les lésions basses du nerf médian, le tableau associé (Fig. 1) :

- une paralysie des deux premiers lombricaux, sans expression clinique puisque tous les muscles interosseux sont fonctionnels ;
- une paralysie des thénariens externes, avec trois cas possibles : soit un tableau asymptomatique lorsque le FPB est innervé en totalité par le cubital, ce qui est fréquent ; soit un déficit de l'antépulsion du pouce lorsque le médian innerve le faisceau superficiel du FPB ; soit, et c'est le cas le plus rare, un tableau de paralysie intrinsèque complète du pouce lorsque le FPB est innervé en totalité par le médian.

Dans les lésions hautes du nerf médian, au bras, au coude ou à la partie proximale de l'avant-bras, au tableau précédent s'ajoutent (Fig. 1) :

- une paralysie du FPL, avec perte de la flexion IP active du pouce et diminution de la force des pinces ;
- une paralysie des fléchisseurs des quatre doigts : FDS, avec perte de la flexion active isolée des IPP, et FDP de l'index et du médus, avec théoriquement une perte de la flexion active des IPP et IP distales (IPD) de ces doigts ; en fait, seul l'index présente cette paralysie, car les multiples connexions intertendineuses qui existent entre le tendon FDP du troisième doigt et ceux des quatrième et cinquième doigts compensent cette paralysie ; le patient ne peut donc pas fermer son poing complètement puisque le pouce et l'index ne se fléchissent pas complètement ;
- une paralysie du FCR et du PL, mais la flexion du poignet reste possible, soit de façon active par le FCU lorsqu'il est intact, soit de façon passive par la pesanteur lorsque le FCU présente des lésions associées ;
- une paralysie des pronateurs de l'avant-bras (PT et PQ) ; mais la pronation reste possible, à la fois par le BR, qui est capable d'amener l'avant-bras dans une position où la pesanteur entraîne une pronation de l'avant-bras, et par les mouvements d'abduction et de rotation interne de l'épaule.

But de la chirurgie palliative

Lorsque toutes les possibilités de la réparation nerveuse primaire et secondaire ont été épuisées, la chirurgie palliative motrice a pour but de rétablir les seules fonctions suivantes :

- antépulsion du pouce, lorsqu'elle est paralysée, ce qui n'est pas le cas le plus fréquent ;
- dans les paralysies hautes du médian, la flexion IP du pouce, et les FDP de l'index et du médus.

Moteurs disponibles

BR, ECRL, ECU, (PL), FCU, EDM, EIP, (FDS), EPL, EPB, (FPL).

En pratique

Il suffit d'associer entre elles les techniques élémentaires correspondantes, qui ont déjà été décrites.

L'antépulsion du pouce, lorsqu'elle est paralysée, est l'indication : soit d'un transfert d'antépulsion du premier métacarpien, soit d'un transfert mixte unique utilisant l'EIP passé autour du bord ulnaire du poignet et fixé sur l'APB et l'EPL.

La flexion IP du pouce est réanimée par transfert sur le FPL du BR, de l'ECRL ou d'un muscle intermédiaire de Wood (radial surnuméraire).

Les FDP de l'index et du médus sont réanimés par suture entre eux des tendons fléchisseurs profonds au tiers distal de l'avant-bras, en donnant une plus grande tension aux tendons fléchisseurs des deuxième et troisième doigts qu'à ceux des quatrième et cinquième doigts. Au besoin, une plus grande force de flexion peut être donnée à l'index et au médus par transfert de l'ECRL sur leurs tendons FDP.

Paralysies tronculaires associées

Les paralysies des trois nerfs principaux de la main sont souvent associées entre elles. Leur gravité provient à la fois de

l'importance des déficits fonctionnels, du faible nombre des moteurs utilisables et des lésions tendineuses associées qui réduisent encore ce nombre. C'est dire toute l'importance de la réparation nerveuse initiale, dans le but de réduire au maximum les déficits fonctionnels séquellaires.

Paralysies du médian et du cubital

Les atteintes du médian et du cubital sont les plus fréquentes des paralysies tronculaires associées, surtout dans leur variété basse. Leur étiologie est en règle traumatique. La lèpre est à mettre à part, d'une part parce qu'elle donne une paralysie haute du cubital associée à une atteinte basse du médian, et d'autre part parce qu'elle ne s'accompagne pas de lésions tendineuses.

Paralysies médiocubitales basses

Elles sont liées à un traumatisme de la face antérieure du poignet ou de la moitié distale de l'avant-bras. Chacun des 12 tendons situés dans cette zone peut donc être atteint et laisser comme séquelles de sa réparation des adhérences aux tendons voisins, qui le rendent difficilement utilisable dans un transfert.

Le tableau des déficits associe (Fig. 1) :

- anesthésie majeure de la totalité de la face palmaire de la main et d'une grande partie de sa face dorsale ;
- paralysie de tous les muscles intrinsèques des doigts ; les tendons extenseurs étant conservés, on observe une griffe sur les quatre doigts si les tendons fléchisseurs sont également intacts ou réparés ;
- paralysie de tous les muscles intrinsèques du pouce, avec le tableau déficitaire déjà vu : antépulsion, adduction et rétropulsion trapézométacarpienne (TM), et flexion MP lors des pinces ; le FPL étant intact ou réparé, de même que les trois tendons de la tabatière anatomique, le pouce tend à se déformer en rétraction de sa première commissure et en flexion permanente de son IP.

Le but de la chirurgie palliative motrice est :

- de corriger les quatre griffes intrinsèques ;
- de compenser la paralysie intrinsèque totale du pouce et, éventuellement, la force de la pince pouce-index.

Les moteurs disponibles sont théoriquement nombreux : BR, PT, ECRL, ECU, FCR, PL, FCU, EDM, EIP, FDS, EPL, EPB, FPL.

En pratique, l'idéal pour les doigts serait un palliatif actif proximal utilisant les fléchisseurs superficiels selon la technique du lasso, si possible direct, sinon indirect, en utilisant un moteur à l'avant-bras (BR, ECU, voire ECRL). En pratique, cependant, les adhérences tendineuses séquellaires sont souvent telles que les tendons FDS sont inutilisables, et qu'il existe même des effets de ténodèse entre tendons FDS et FDP. Lorsqu'un lasso a été pratiqué sur l'index et le médus, le transfert de l'EPB sur le premier IOD nous semble particulièrement indiqué pour renforcer la pince pouce-index et éviter la déviation ulnaire de ce doigt (cf. supra). Si les lasso ne sont pas réalisables, ce qui est souvent le cas, c'est l'indication d'une capsuloplastie transosseuse (avec avancement obligatoire de poulie) sur les griffes simples, et d'un palliatif actif à action distale utilisant un moteur dorsal sur les griffes compliquées à l'IP. L'indication d'un palliatif à action distale de type Brand I ou II peut se discuter, au moins sur l'index et le médus.

L'idéal pour le pouce est une réanimation par deux transferts, l'un d'antépulsion, l'autre d'adduction-rétropulsion-stabilisation MP. Mais, souvent, un seul moteur est disponible, et c'est alors l'indication d'un transfert mixte unique utilisant l'EIP passé autour du bord ulnaire du poignet et fixé sur l'APB et l'EPL selon la technique de Chouhy-Kaplan, associée au besoin à une stabilisation IP (ténodèse néo-zélandaise, arthrodèse), une stabilisation MP (capsuloplastie de Zancolli, arthrodèse) et/ou à une libération de la première commissure rétractée.

Paralysies médiocubitales hautes

Elles sont liées à un traumatisme de la face interne du bras ou du coude. Un traumatisme grave de la face antérieure de l'avant-bras peut poser les mêmes problèmes, en associant une

destruction musculaire étendue à une paralysie médiocubitale plus ou moins basse.

Le tableau des déficits associe (Fig. 1) :

- comme dans le tableau précédent, une anesthésie complète de la main et une paralysie de tous les muscles intrinsèques des doigts et du pouce ;
- une paralysie des deux pronateurs de l'avant-bras, mais celui-ci conserve une possibilité de pronation passive, par la pesanteur aidée par l'action du BR et par les mouvements de l'épaule ;
- une paralysie des trois fléchisseurs du poignet, mais celui-ci conserve une possibilité de flexion passive par la pesanteur lorsque l'avant-bras est en pronation ;
- une paralysie de tous les fléchisseurs des doigts ; il n'y a donc pas de griffe et les doigts sont en extension ;
- une paralysie du FPL.

Le but de la chirurgie palliative motrice est :

- de restaurer une flexion active des doigts ;
- de corriger la griffe intrinsèque qui ne manque pas alors d'apparaître ;
- de corriger la paralysie intrinsèque complète du pouce ;
- de restaurer la flexion IP du pouce.

Les moteurs disponibles sont ceux qui sont innervés par le radial : BR, ECRL, ECU, EDM, EIP, EPL, EPB.

En pratique, il est parfaitement possible de se passer de l'arthrodèse du poignet qui était préconisée classiquement, et de conserver l'ECRB comme seul moteur du poignet et de ses effets ténodèse. Le schéma thérapeutique que nous préconisons est le suivant :

- restauration de la flexion des doigts par transfert de l'ECRL sur les FDP ;
- restauration de la flexion du pouce par transfert sur le FPL du BR ou d'un radial surnuméraire s'il existe ; sinon, le transfert de l'ECRL peut très bien réanimer à la fois les fléchisseurs des doigts et celui du pouce (où il est fixé en dernier) ;
- correction de la paralysie intrinsèque des doigts par quatre lasso indirects, réanimés par l'ECU ou le BR, ou par capsuloplasties ;
- correction de la paralysie intrinsèque complète du pouce comme précédemment, par un ou deux transferts selon les moteurs disponibles (extenseurs propres de l'index et du cinquième doigt).

Lèpre

La lèpre est une étiologie particulière, responsable soit d'une paralysie cubitale haute, soit de l'association d'une paralysie cubitale haute et d'une paralysie basse du médian. Surtout, il n'existe aucune adhérence tendineuse, contrairement aux étiologies traumatiques.

Le tableau des déficits moteurs associe (Fig. 1) :

- paralysie intrinsèque complète des doigts (avec une déformation en griffe puisque les extenseurs et les fléchisseurs fonctionnent) ;
- paralysie intrinsèque complète du pouce (antépulsion, adduction et rétropulsion TM, et flexion MP lors des pinces) ;
- paralysie du FCU, sans conséquence fonctionnelle ;
- paralysie variable des FDP des quatrième et cinquième doigts, dont l'action est souvent compensée par les multiples connexions qui existent entre ces tendons et ceux du troisième doigt.

Le but de la chirurgie palliative motrice est :

- de corriger les quatre griffes intrinsèques ;
- de compenser la paralysie intrinsèque totale du pouce et, éventuellement, la force de la pince pouce-index.

Les moteurs disponibles sont théoriquement nombreux : BR, PT, ECRL, ECU, FCR, PL, EDM, EIP, FDS, EPL, EPB, FPL.

En pratique, le schéma est celui qui a été décrit pour les paralysies médiocubitales basses (cf. supra). Si la griffe est simple, notre expérience nous a conduits à poser plutôt l'indication d'une capsuloplastie sur les quatrième et cinquième doigts, et plutôt d'un lasso ou d'une réactivation directe des interosseux sur les deuxième et troisième doigts.

Paralysies de radial et du cubital

Les paralysies associées du radial et du cubital sont hautes, liées en règle à un traumatisme de la face postérieure du bras ou du coude.

Le tableau des déficits associe (Fig. 1) :

- paralysie du BR et du supinator, mais la supination de l'avant-bras reste possible grâce au biceps ;
- paralysie des trois extenseurs du poignet ;
- paralysie du FCU, sans conséquence fonctionnelle, et en principe des FDP des quatrième et cinquième doigts ;
- paralysie de tous les extenseurs extrinsèques des doigts ; il n'y a donc pas de déformation en griffe des doigts ;
- paralysie de tous les muscles intrinsèques des doigts, à l'exception des lombricaux de l'index et du médus lorsqu'ils sont innervés par le médian ;
- paralysie des muscles thénariens internes ;
- paralysie des trois muscles extrinsèques du pouce innervés par le radial : EPL, APL, EPB ;
- anesthésie du cinquième doigt, de la face dorsale de la main et de son bord cubital.

Le but de la chirurgie palliative motrice est de rétablir :

- l'extension du poignet ;
- l'extension MP des doigts ;
- la reposition du pouce ;
- les fonctions intrinsèques des doigts ;
- l'adduction et la rétropulsion de la TM, et la stabilisation en flexion de la MP du pouce lors des pinces.

Les moteurs disponibles sont : PT, FCR, PL, FDS, FPL.

Il est préférable de garder le FDS de l'index en place. Quant aux FDS des quatrième et cinquième doigts, ils sont utilisables si on réanime dans un premier temps des FDP des quatrième et cinquième doigts par suture latérolatérale avec ceux des deuxième et troisième doigts à l'avant-bras. Ce geste chirurgical est inutile si les connexions anatomiques entre les tendons profonds sont suffisantes pour assurer leur fonction.

En pratique, le schéma thérapeutique que nous proposons est le suivant :

- réanimation de l'extension du poignet par transfert du PT sur l'ECRB ;
- réanimation de l'extension MP des doigts et de la rétropulsion du pouce : soit par ténodèse de l'EDC et de l'EPL sur le retinaculum des extenseurs, en conservant alors le FCR comme fléchisseur du poignet, soit par transfert du FCR sur l'EDC et sur l'EPL à travers la membrane interosseuse ;
- réanimation de l'abduction du premier métacarpien par ténodèse dynamique croisée de l'APL avec fixation osseuse sur l'ulna ;
- correction de la paralysie intrinsèque des doigts, soit par capsuloplastie MP avec fixation osseuse sur les quatre doigts, soit par des lassos au moins sur les deuxième et troisième doigts (ou une réactivation directe des interosseux par voie palmaire utilisant le FDS du troisième doigt comme dans la variante de Servant) associés à une capsuloplastie MP sur les quatrième et cinquième doigts, soit par des lassos sur tous les doigts, ce qui est à vrai dire rarement possible ;
- quant au palliatif intrinsèque d'adduction-rétropulsion du pouce avec stabilisation MP, il peut être négligé à condition de stabiliser l'IP et/ou la MP en extension ; cela permettra au FPL conservé et à l'EPL restauré d'assurer une bonne fonction de pince latérale.

Paralysies du médian et du radial

Les paralysies associées du médian et du radial sont hautes, liées en règle à un traumatisme de la région du coude. Elles posent un problème majeur de moteurs.

Le tableau des déficits associe (Fig. 1) :

- anesthésie complète de toute la moitié radiale de la main ;
- paralysie du BR et du supinator ;
- paralysie des deux pronateurs de l'avant-bras ;
- paralysie des trois extenseurs du poignet ;
- paralysie du FCR et du PL ;

- paralysie de tous les extenseurs MP des doigts et de tous leurs fléchisseurs, à l'exception des FDP des quatrième et cinquième doigts ; les fonctions intrinsèques des doigts sont normales ;
- paralysie extrinsèque et intrinsèque quasi complète du pouce, qui ne conserve que ses muscles thénariens internes innervés par le cubital.

Les moteurs disponibles sont donc extrêmement réduits : FCU, FDP des quatrième et cinquième doigts, que les contraintes anatomiques obligent à n'utiliser que pour réanimer les FDP des deuxième et troisième doigts.

En pratique, on peut proposer le schéma thérapeutique suivant, qui est directement inspiré de celui des tétraplégies hautes, où les déficits sont étendus et où le nombre des moteurs est restreint :

- réanimation de l'extension du poignet par transfert du FCU sur l'ECRB ; ainsi, la flexion du poignet est passive, par la pesanteur, et les effets ténodèse sur les doigts sont restaurés ;
- réanimation de l'extension MP des doigts par ténodèse de l'EDC sur le retinaculum des extenseurs ;
- réanimation de la fermeture des doigts par suture latérolatérale des FDP des quatrième et cinquième doigts avec ceux des deuxième et troisième doigts ;
- réanimation d'une pince latérale automatique faible par double ténodèse transosseuse de l'EPL et du FPL d'Allieu, associée à une stabilisation IP du pouce.

On peut aussi penser à un éventuel transfert musculaire libre réinnervé, pour ajouter un moteur d'extension au poignet.

Enfin, le problème est considérablement simplifié dans le cas très particulier où la paralysie radiale est partielle, respectant le BR et l'ECRL. À ce sujet, lorsque la paralysie est d'origine traumatique, ce qui est la règle, les muscles radiaux ne sont pas paralysés, mais très souvent sectionnés par le traumatisme. Il est alors possible de les réparer par laçage de la partie proximale musculaire de l'ECRB avec le tendon de l'ECRL.

■ Paralysies plexiques

Les paralysies traumatiques du plexus brachial doivent autant que possible bénéficier d'une réparation nerveuse par greffe et/ou neurotisation. La chirurgie palliative motrice est réservée aux cas où cette réparation est impossible ou bien n'a pas donné tous les résultats escomptés.

Très schématiquement, les tableaux sont les suivants :

- dans les paralysies des racines supérieures C5-C6 (Duchenne-Erb), ce sont l'épaule et la flexion du coude qui sont paralysés, ce qui sort du cadre de cet article ;
- dans les paralysies totales du plexus, de C5 à T1, il n'y a plus aucun moteur utilisable ; la règle empirique habituelle est en outre d'éviter d'utiliser pour moteur un muscle qui a retrouvé sa fonction après réparation nerveuse ;
- dans les paralysies des racines inférieures C8-T1 (Déjerine-Klumpke), exceptionnelles, l'état du membre supérieur est comparable à celui d'une paralysie médiocubitale haute (cf. supra), particulière par la conservation des fléchisseurs radiaux du poignet, ou à celui d'une tétraplégie du groupe 7 (cf. infra) ;
- lorsque la racine C7 est atteinte, c'est toujours en association avec une paralysie radiculaire supérieure (C5-C6-C7) ou inférieure (C7-C8-T1) ; le tableau s'enrichit alors d'une pseudo-paralysie radiale touchant l'extension active du coude, du poignet et des MP des doigts ; le seul moteur utilisable est le BR dans la paralysie C7-C8-T1, dont le tableau s'approche ainsi d'une tétraplégie du groupe 1 (cf. infra) ; il y a beaucoup plus de moteurs disponibles dans la paralysie C5-C6-C7 (FCU, EIP, FDS, FPL) où il faut remarquer que le BR est inutilisable car les fibres de son innervation proviennent de C5 et C6.

■ Tétraplégies post-traumatiques

La cause des paralysies est centrale puisqu'elle est liée à une lésion de la moelle cervicale. Cette dernière est irréparable dans l'état actuel de nos connaissances, ce qui justifie la chirurgie

palliative motrice, dont l'indication est généralement favorisée par l'absence habituelle de lésions associées sur les membres supérieurs, l'absence habituelle de spasticité nuisible et le bon contrôle volontaire des muscles moteurs épargnés. Il s'agit d'une école très instructive, qui enseigne comment rétablir les fonctions motrices minimales pour qu'une main soit utilisable au maximum. Ces fonctions sont : l'extension active du poignet ; la fermeture active des doigts, dont l'ouverture et les fonctions intrinsèques doivent être compensées, mais peuvent l'être au besoin de façon passive ; la fermeture active de la pince sur un pouce dont l'ouverture et les fonctions intrinsèques peuvent également être compensées au besoin de façon passive.

Il s'agit cependant d'une chirurgie qui ne peut se concevoir que dans le cadre de centres de rééducation très spécialisés, où les membres supérieurs ne sont qu'une petite partie d'un programme global de réadaptation. La motivation du patient y est essentielle, car il perd pendant plusieurs mois l'autonomie relative qu'il avait péniblement acquise dans les mois qui avaient suivi son traumatisme vertébro-médullaire. En restant seulement sur le plan moteur, et uniquement dans le but de donner des exemples de raisonnement face à une paralysie plus ou moins étendue, voici le schéma de nos indications actuelles dans ce domaine. Ces indications reposent sur l'excellente classification internationale en dix groupes de chaque membre supérieur.

Groupe 1

Par définition, le patient n'est capable que d'une flexion active du coude et il a conservé un BR de force 4.

Le tableau des déficits moteurs associe (Fig. 1) :

- extension active du coude ;
- extension et flexion actives du poignet ;
- toutes les fonctions extrinsèques et intrinsèques des doigts et du pouce.

Le seul muscle moteur disponible est le BR.

En pratique, nos indications sont les suivantes :

- premier temps opératoire : rétablissement de l'extension active du coude (transfert sur le triceps du biceps, plus constamment utilisable dans ce groupe que le deltoïde postérieur) ;
- deuxième temps : rétablissement de l'extension active du poignet par transfert du BR sur l'ECRB ; renforcement de l'effet ténodèse sur la pince latérale par double ténodèse transosseuse de l'EPL et du FPL selon Allieu, associée à une stabilisation IP du pouce par ténodèse néo-zélandaise d'hémi-FPL, et souvent à une ténodèse en lasso sur l'index ; immobilisation pendant 4 semaines coude en flexion à 90°, poignet en dorsiflexion, MP des doigts en flexion, pouce en abduction et antépulsion.

Groupe 2

Le patient est capable d'une flexion active du coude et d'une extension active faible du poignet.

Le tableau des déficits moteurs associe (Fig. 1) :

- extension active du coude ;
- flexion active du poignet ;
- toutes les fonctions extrinsèques et intrinsèques des doigts et du pouce.

Le seul muscle moteur disponible est encore le BR.

En pratique, nos indications sont les suivantes :

- premier temps opératoire : rétablissement de l'extension active du coude (transfert du biceps sur le triceps) ;
- deuxième temps opératoire : renforcement passif de l'ouverture des doigts et du pouce par ténodèse de l'EDC et de l'EPL sur le retinaculum des extenseurs, et ténodèse dynamique croisée de l'APL avec fixation osseuse. Stabilisation de la colonne du pouce (en général par ténodèse néo-zélandaise d'hémi-FPL), et palliatif intrinsèque passif par quatre lasso homodigitaux avec les FDS paralysés. Immobilisation pendant 4 semaines coude en flexion à 90°, poignet en extension, MP des doigts en flexion ;
- troisième temps opératoire : réanimation de la fermeture des doigts et de la pince par transfert du BR sur le FDP et le FPL ;

immobilisation pendant 4 semaines coude en flexion à 90°, poignet en flexion, MP des doigts en flexion, pouce en abduction et antépulsion.

Groupe 3, 4, et 5

Le patient est capable d'une flexion active du coude et d'une extension active forte du poignet (groupe 3). Il s'y ajoute un PT actif dans le groupe 4 et un FCR actif dans le groupe 5.

Le tableau des déficits moteurs associe (Fig. 1) :

- extension active du coude (parfois conservée dans les groupes 4 et 5) ;
- flexion active du poignet (groupes 3 et 4) ;
- toutes les fonctions extrinsèques et intrinsèques des doigts et du pouce.

Les muscles moteurs disponibles sont le BR, l'ECRL et parfois le PT.

En pratique, nos indications sont les suivantes :

- premier temps opératoire : rétablissement de l'extension active du coude lorsqu'elle est paralysée (transfert du biceps sur le triceps) ;
- deuxième temps opératoire : renforcement de l'ouverture des doigts et du pouce, soit par ténodèse sur le retinaculum dorsal, soit par transfert du BR ; ténodèse dynamique croisée de l'APL avec fixation osseuse ; stabilisation de la colonne du pouce (en général par ténodèse néo-zélandaise d'hémi-FPL) et palliatif intrinsèque passif par quatre lasso homodigitaux avec les FDS paralysés ; immobilisation pendant 4 semaines coude en flexion à 90°, poignet en extension, MP des doigts en flexion ;
- troisième temps opératoire : réanimation de la fermeture des doigts par transfert de l'ECRL sur les tendons FDP ; réanimation de la fermeture de la pince par transfert sur le FPL, soit d'un éventuel muscle radial surnuméraire, soit du BR s'il n'a pas été utilisé, soit de l'ECRL en même temps que le FDP, soit du PT (en général prolongé par une greffe tendineuse) ; immobilisation pendant 4 semaines coude en flexion à 90°, poignet en flexion, MP des doigts en flexion.

Groupe 6

Le patient est capable d'une flexion et d'une extension actives du coude, d'une pronation et d'une supination actives de l'avant-bras, d'une extension et d'une flexion actives du poignet, et d'une extension active des MP des doigts.

Le tableau des déficits moteurs associe (Fig. 1) :

- flexion active des doigts ;
 - fonctions intrinsèques des doigts ;
 - toutes les fonctions extrinsèques et intrinsèques du pouce.
- Les muscles moteurs disponibles sont : BR, ECRL, PT, ECU, EDM.

En pratique, nos indications sont les suivantes :

- premier temps opératoire : restauration de l'ouverture de la pince par ténodèse dynamique croisée de l'APL avec fixation osseuse, et stabilisation de la colonne du pouce (en général par ténodèse néo-zélandaise d'hémi-FPL) ; l'EPL est ténodésé sur sa coulisse ostéofibreuse ; palliatif intrinsèque des doigts par quatre lasso homodigitaux « indirects », où les FDS paralysés sont réanimés par transfert de l'ECU ; immobilisation pendant 4 semaines coude en flexion à 90°, poignet en extension, MP des doigts en flexion ;
- deuxième temps opératoire : réanimation de la fermeture des doigts par transfert de l'ECRL sur les tendons FDP ; réanimation de la fermeture de la pince par transfert du BR sur le FPL ; immobilisation pendant 4 semaines coude en flexion à 90°, poignet en flexion, MP des doigts en flexion.

Groupe 7

Le patient est capable d'une flexion et d'une extension actives du coude, d'une pronation et d'une supination actives de l'avant-bras, d'une extension et d'une flexion actives du poignet, d'une extension active des MP des doigts, d'une abduction et d'une rétropulsion actives du pouce.

Le tableau des déficits moteurs associe (Fig. 1) :

- flexion active des doigts ;
 - fonctions intrinsèques des doigts ;
 - toutes les fonctions intrinsèques du pouce et l'action du FPL.
- Les muscles moteurs disponibles sont : BR, ECRL, PT, ECU, EDM, EIP.

En pratique, nos indications sont les suivantes : un seul temps opératoire associant un palliatif intrinsèque des doigts par quatre lassos indirects réanimés par transfert de l'ECU sur les FDS, un transfert de l'ECRL sur les FDP, un transfert du BR sur le FPL, un palliatif unique d'antépulsion et d'adduction du pouce par transfert de l'EIP selon Chouhy-Kaplan ; immobilisation pendant 4 semaines avec le coude en flexion à 90°, le poignet en flexion, les MP des doigts en flexion, le pouce en antépulsion et abduction.

Groupe 8

Le patient est capable d'une flexion et d'une extension actives du coude, d'une pronation et d'une supination actives de l'avant-bras, d'une extension et d'une flexion actives du poignet, d'une extension active des MP des doigts, d'une abduction et d'une rétropulsion actives du pouce. La flexion active des doigts cubitiaux est possible grâce aux FDP des 4 et 5.

Le tableau des déficits moteurs associe (Fig. 1) :

- flexion active des doigts radiaux et du pouce ;
- fonctions intrinsèques des doigts et du pouce.

Les muscles moteurs disponibles sont : BR, ECRL, PT, ECU, EDM, EIP.

En pratique, nos indications sont les suivantes : un seul temps opératoire associant un palliatif intrinsèque des doigts par quatre lassos indirects réanimés par transfert de l'ECU sur les FDS, une réanimation des FDP des doigts radiaux par suture sur les FDP des doigts cubitiaux s'ils sont suffisamment forts, ou par transfert de l'ECRL, un transfert du BR ou de l'ECRL sur le FPL, un palliatif unique d'antépulsion et d'adduction du pouce par transfert de l'EIP selon Chouhy-Kaplan ; immobilisation pendant 4 semaines avec le coude en flexion à 90°, le poignet en flexion, les MP des doigts en flexion, le pouce en antépulsion et abduction.

Groupe 9

Le déficit est celui d'une paralysie intrinsèque complète des doigts et du pouce, qu'il est devenu inutile de détailler à ce stade.

■ Paralysies d'origine cérébrale (mains spastiques)

Il faut distinguer deux situations très différentes : l'infirmité motrice d'origine cérébrale, séquellaire d'encéphalopathie

infantile, et l'hémiplégie adulte d'origine vasculaire ou traumatique. Dans les deux cas, le caractère cortical de la lésion causale (ce n'est pas le bras ni la main, c'est le cerveau qui est malade), les déficits neuropsychologiques associés, le mauvais contrôle volontaire des muscles moteurs éventuels, l'évolutivité des déformations dans le temps et leur caractère souvent imprévisible doivent rendre le chirurgien extrêmement prudent dans ses éventuelles indications opératoires. Lorsqu'elles existent, ces indications échappent par ailleurs complètement aux schémas qui ont été décrits dans cet article, et nous devons donc formellement mettre en garde le chirurgien novice à ce sujet.

☆ Les auteurs remercient le docteur Benjamin Pulvermacker, interne des Hôpitaux de Paris, pour sa contribution au travail de recueil bibliographique.

■ Références

- [1] Lowe JB, Sen SK, Mackinnon SE. Current approach to radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg* 2002;**110**:1099-112.
- [2] Rettig ME, Raskin KB. Tendon transfer for radial nerve palsy. *Atlas Hand Clin* 2002;**7**:41-52.
- [3] Merle d'Aubigné R. Treatment of residual paralysis after injuries of the main nerves (superior extremity). *Proc R Soc Med* 1949;**42**:831-5.
- [4] Brand PW. Tendon transfers in the forearm. In: Flynn JE, editor. *Hand surgery*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1966. p. 331-42.
- [5] Tsuke K. Tendon transfers for radial nerve palsy. *Aust N Z J Surg* 1980;**50**:267-72.
- [6] Boyes JH. Tendon transfers for radial palsy. *Bull Hosp Joint Dis* 1960;**21**:97-105.
- [7] Wartenberg R. A sign of ulnar palsy. *JAMA* 1939;**112**:1688.
- [8] Oberlin C. L'intervention du lasso de Zancolli dans les paralysies intrinsèques d'origine lépreuse. À propos de 26 cas. *Ann Chir Main* 1985;**4**:22-30.
- [9] Bruner JM. Tendon transfer to restore abduction of the index finger using the extensor pollicis brevis. *Plast Reconstr Surg* 1948;**3**:197-201.
- [10] Zancolli EA. *Structural and dynamic bases of hand surgery*. Philadelphia: JB Lippincott; 1979 (375p).
- [11] Bellan N, Belkhiria F, Touam C, Asfazadourian H, Oberlin C. Extensor digiti minimi tendon "rerouting" transfer in permanent abduction of the little finger. *Ann Chir Main* 1988;**17**:325-33.
- [12] Dellon AL. Extensor digiti minimi tendon transfer to correct abducted small finger in ulnar dysfunction. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:819-23.
- [13] Belmahi AM, Gharib NE, El Mazouz S. Le lasso "en cravate" : une nouvelle technique pour le traitement simultané du signe de Wartenberg et des déformations en griffe des mains atteintes de paralysies cubitales. *Chir Main* 2004;**23**:190-5.

M. Revol, Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux (marc@revol.org).

J.-M. Servant, Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux.

Service de chirurgie plastique, Hôpital Saint-Louis, 1, avenue Claude-Vellefaux, 75475 Paris cedex 10, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Revol M., Servant J.-M. Chirurgie palliative motrice des paralysies de la main (III) : indications techniques dans les paralysies combinées. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-422, Techniques chirurgicales - Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, 45-752, 2005.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Chirurgie reconstructive après amputation traumatique du pouce

G. Foucher, J. Medina

La reconstruction secondaire du pouce après mutilation traumatique s'est enrichie de nombreuses techniques. Les techniques « conventionnelles » restent fondamentales à connaître et gardent des indications, qu'il s'agisse de la reconstruction ostéoplastique rénovée par les lambeaux en îlots antébrachiaux, de l'allongement par distraction progressive ou de la pollicisation essentiellement de moignon de doigts. La microchirurgie est venue enrichir l'arsenal thérapeutique par les transferts d'orteils qui ont eux également progressivement évolué pour améliorer les résultats esthétiques à la main et diminuer la rançon fonctionnelle et esthétique au site donneur.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Pouce ; Amputation ; Reconstruction ostéoplastique ; Allongement progressif ; Pollicisation ; Transfert d'orteil

Plan

| | |
|-------------------------------------|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Techniques | 2 |
| Généralités, historique | 2 |
| Reconstruction ostéoplastique | 2 |
| Techniques dites d'allongement | 4 |
| Pollicisation | 5 |
| Pollicisation d'un moignon | 6 |
| Transfert microchirurgical d'orteil | 8 |
| ■ Indications | 12 |
| Facteurs dépendant du chirurgien | 12 |
| Facteurs dépendant du patient | 13 |
| Mécanisme lésionnel | 13 |
| ■ Conclusion | 13 |

■ Introduction

Le pouce a toujours tenu une place spéciale due à son rôle en « opposition » aux autres doigts. Ce n'est pas non plus par hasard si, dans l'Antiquité, le vainqueur amputait le pouce dominant du vaincu pour qu'il ne puisse plus tenir une épée. De nos jours, l'amputation du pouce lors d'un accident de travail représente une invalidité de 40 % et même 60 % dans le code de pension de guerre.

On comprend alors que l'histoire de sa reconstruction ait commencé très tôt grâce à des chirurgiens « généralistes » de talent comme Guermontprez dont le nom est resté dans la chirurgie viscérale mais qui fut le premier en 1885 à pratiquer une transposition d'un index mutilé en position de pouce. Si un historique n'a pas sa place ici, il mérite d'être découvert par les plus jeunes qui se spécialisent en chirurgie de la main tant la concentration de noms illustres est associée à des anecdotes riches d'enseignements. L'historique le plus complet reste sans conteste celui que l'on doit à la plume de Littler. [1] On

comprend mieux combien il est difficile d'écrire après des maîtres comme Hilgenfeld, Littler, [1, 2] Michon, Tubiana, Verdan [3] ou Buck Gramcko [4]...

Nous n'aborderons pas non plus ici le domaine de l'urgence auquel le GEM a consacré une Conférence d'enseignement en 2004 (Foucher) mais on ne peut passer sous silence l'« heure de grâce » pendant laquelle il est possible de replanter un pouce amputé. La microchirurgie a bouleversé la chirurgie d'urgence et la replantation du pouce est une des indications les moins contestées quel qu'en soit le mécanisme (avulsion ou écrasement), le niveau d'amputation (même distal), [5] la durée de l'ischémie ou les conditions de conservation du fragment. On n'hésitera pas davantage, dans le cas d'une mutilation multidigitale, à le privilégier par la replantation hétérotopique d'un autre doigt en meilleur état que le fragment de pouce. Par ailleurs, s'il est logique d'exploiter à fond les ressources d'un doigt « banque », autrement sacrifié, il est plus que contestable de tenter pour la première fois, à 2 heures du matin, assisté d'un externe assoupi, la pollicisation d'un doigt en bon état (notamment bien vascularisé et conservable in situ en vue d'une chirurgie secondaire) ... de peur de s'en voir déposséder plus tard par un aîné. Enfin, en cas de complication postopératoire, notamment thrombose vasculaire, si la reprise est logique il faut se défier de l'acharnement et il nous est de plus en plus fréquemment donné de voir des patients « repris », en vain, cinq fois, et bardés de cicatrices de sites donneurs (greffe veineuse, greffe de peau, détournement artériel...) au point de rendre la chirurgie secondaire particulièrement compliquée du fait de l'état des lieux et du légitime doute qui envahit l'esprit du patient à la suite de ses déboires microchirurgicaux.

Dap, [6] cumulant 125 replantations de pouce suivies de succès, opérées à Strasbourg et à Nancy, a chiffré l'économie de santé et le bénéfice socioéconomique puisque 92 % des patients ont repris leur activité professionnelle. Cette revue des replantations nous a apporté des lumières sur les qualités fondamentales d'un pouce « suffisant » car aucun des patients n'avait exclu le pouce alors que la raideur était fréquente, la sensibilité souvent décevante chez le sujet âgé et l'intolérance au froid plutôt la règle que l'exception. Il faut donc revoir des notions

Tableau 1.

Qualités d'un « bon pouce » et cotation chiffrée sur un total de 200 points.

| Stabilité de l'os et de la peau | 20 |
|--|----|
| Indolence (y compris intolérance au froid) | 20 |
| Mobilité (score de Kapandji) | 20 |
| Commissure | 10 |
| Prise fine | 10 |
| Sensibilité (Weber) | 20 |
| Longueur (« relative ») | 20 |
| Force de pince | 20 |
| de poigne | 10 |
| Aspect de l'ongle | 8 |
| Longueur | 3 |
| Axe | 3 |
| Diamètre | 3 |
| Cicatrices visibles | 3 |
| Opinion du patient | 20 |
| Site donneur : morbidité, fonction | 15 |
| Apparence | 5 |

classiques qui mettent en tête des critères comme la longueur du pouce ou sa sensibilité qui concernent le pouce « normal » et idéal. Notre classement des priorités peut prêter à discussion, mais indolence et stabilité nous paraissent fondamentales. Quand nous parlons de stabilité nous entendons deux aspects : celle du squelette et celle des parties molles. La stabilité osseuse et articulaire nécessite une bonne consolidation du squelette et des ligaments aux trois articulations. À long terme, elle repose également sur l'absence de toute résorption osseuse et nous avons insisté sur l'importance de l'utilisation du greffon osseux vascularisé dans les reconstructions distales.^[7] Mais il s'agit aussi de la stabilité du revêtement cutané qui doit être résistant aux frottements dus à l'utilisation et être suffisamment « fixe » pour ne pas glisser sur le squelette et rendre la prise fine instable. Ensuite seulement viennent à notre avis sensibilité et mobilité. En effet, le sacrifice de l'articulation interphalangienne (IP) et/ou de l'articulation métacarpophalangienne (MP) ne pose guère de problème fonctionnel grave à condition que la mobilité de la trapézométacarpienne (TM) soit bonne. Ce n'est qu'ensuite que la longueur prend de l'importance : elle n'obéit, à notre avis, à aucun « canon ». Si dans le cas d'un pouce normal, elle avoisine l'articulation interphalangienne proximale (IPP) de l'index, dans les conditions post-traumatiques, la longueur « idéale » est à adapter à chaque cas en fonction de sa mobilité (un pouce raide gagne à être plutôt court), et de celle des doigts qui lui sont opposés. Ainsi, il est capital d'apprécier la mobilité des doigts radiaux et au besoin de l'améliorer par appareillage préopératoire si cela est faisable. Enfin, l'aspect esthétique, bien que nous le mettions en dernier rang de nos priorités ne saurait être négligé, notamment dans les amputations isolées du pouce, compte tenu des raffinements techniques dont nous disposons. Il faut se rappeler que le « regard » que le patient aura sur son pouce influencera grandement son utilisation et lorsqu'il considère son pouce comme « laid » il a tendance à l'enfouir dans une poche et en restreindre l'utilisation.

Ces qualités de base peuvent être chiffrées et nous avons développé un score de 200 points dans le but de pouvoir comparer les résultats des différentes techniques de reconstruction que nous allons maintenant aborder (Tableau 1).^[8, 9] Ce sont leurs avantages et leurs défauts respectifs qui nous permettent d'en mieux cerner les indications.

■ Techniques

Généralités, historique

Parmi toutes ces techniques, certaines sont quelque peu tombées en désuétude. C'est le cas du « *cocked hat* » de

Gillies^[10] qui consistait à lever la peau restante de la région du pouce sur une charnière palmaire et à l'étayer d'un greffon osseux. La trop fréquente résorption distale de ce greffon en a fait fondre les indications. Dans des formes sévères de mutilations bilatérales, elle a été remplacée par le transfert composite d'un lambeau sensible et d'un segment osseux vascularisé qui peut rester l'unique possibilité.

La phalangisation (Tubiana) a, elle aussi, perdu du terrain mais le creusement commissural qui en représente une forme mineure, reste d'actualité, à titre du geste isolé dans des amputations distales ou en complément avec d'autres types de reconstruction dans les amputations plus proximales. Notre préférence va à la plastie d'Ostrowski (Fig. 1),^[11] qui combine un lambeau rectangulaire dorsal à deux lambeaux triangulaires palmaires, permettant d'éviter toute greffe cutanée et procurant un creusement de 2 centimètres environ. En revanche, le creusement profond de la première commissure transformant le premier métacarpien en pouce (véritable « phalangisation ») avec transfert plus proximal des muscles adducteur et premier interosseux dorsal, demeure de nos jours d'indication exceptionnelle car il reste inesthétique et le pouce très court est peu fonctionnel.

D'autres techniques n'ont que des indications exceptionnelles comme la prothèse esthétique et les prothèses avec ostéo-intégrations.^[12] Elles partagent le même défaut (absence de sensibilité) et les mêmes qualités (simplicité et excellent aspect esthétique). Il faut cependant préciser que la prothèse ostéo-intégrée présenterait une certaine sensibilité (par voie osseuse) mais une complexité indéniable du fait des fréquentes infections à la jonction peau-vis. Calquée sur la technique d'implantation dentaire par vis de titane, les étapes successives sont la mise en place de l'implant récepteur et l'attente de son intégration osseuse avec cicatrisation cutanée, puis le vissage de la prothèse dans l'implant et sa couverture par prothèse esthétique.

Parmi les techniques les plus utilisées nous allons envisager, successivement, les reconstructions ostéoplastiques, les allongements (par distraction squelettique en un temps ou progressive), les pollicisations (de doigt sain et de doigt mutilé) et les transferts microchirurgicaux (transfert du premier ou du second orteil, total ou partiel).

Reconstruction ostéoplastique

Elle est née du génie de Nicoladoni, même si son patient a refusé le second temps de greffe osseuse et a vu son mamelon transféré sur le pouce avec le tube cutané... Depuis, de nombreuses modifications ont été proposées.

Dans sa forme « primitive », cette opération comportait des temps multiples (lambeau tubulaire, greffe osseuse), et aboutissait à un pouce insensible, globuleux, fréquemment le siège de troubles trophiques et voué à la perte progressive de longueur par résorption osseuse. Beaucoup de ces problèmes ont été résolus ou au moins améliorés. Des modifications techniques ont permis de réduire le nombre de temps opératoires, d'améliorer la sensibilité du pouce et de maintenir une vascularisation squelettique.

Un des pas les plus importants a été franchi avec l'amélioration de la sensibilité et de la trophicité du néopouce grâce au lambeau hétérodactyle en îlot de Littler. Son rôle dans le contrôle de la résorption osseuse a été démontré par Varga tandis que Chase^[13] a proposé de réunir en un seul temps opératoire lambeau de Littler et greffon osseux, ce qui a été réalisé par Morgan et Stein malgré les risques importants d'infection. Chase fixait également le lambeau au périoste pour diminuer le « savonnage » (c'est-à-dire la mobilité excessive) des parties molles.

Une autre approche pour contrôler la résorption osseuse et diminuer le nombre de temps opératoires a été l'utilisation de lambeaux composites cutané-osseux. Il est impossible de les citer tous mais ils peuvent être classifiés :

- en lambeaux pédiculés avec greffon claviculaire, costal ou iliaque ;^[14]
- en lambeaux antébrachiaux en îlots basés sur l'artère radiale (dit « chinois »),^[7, 15-18] sur l'artère cubitale (Guimberteau,



Figure 1. Creusement de la première commissure par plastie d'Ostrowski permettant un allongement « relatif » du pouce.

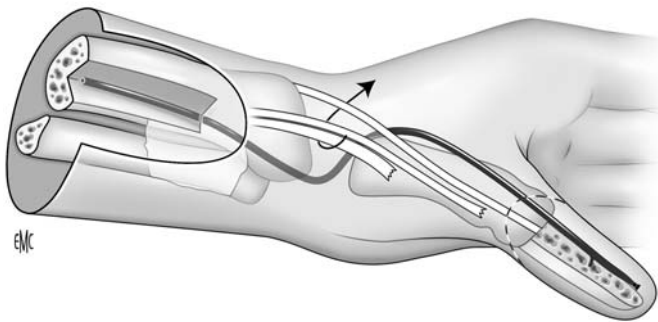


Figure 2. Reconstruction ostéoplastique par lambeau composite nourri par l'artère radiale et incorporant une greffe osseuse vascularisée à partir du radius.

Lovie), sur l'artère interosseuse postérieure proximale (Masquelet, Zancolli), sur la branche postérieure de l'artère interosseuse antérieure ; ^[19]

- ces mêmes lambeaux ou d'autres, comme celui du dos du pied, le parascapulaire ou le lambeau brachial externe, peuvent être transférés en lambeaux libres avec suture vasculaire au niveau du site receveur. ^[20]

Nous ne pouvons décrire tous les lambeaux composites mais nous décrivons le plus populaire, le lambeau radial composite incorporant une baguette osseuse du radius (Fig. 2).

Nous en avons décrit les bases anatomiques dans le livre du professeur Tubiana montrant la présence constante d'une branche artérielle venant de l'artère radiale à proximité de la styloïde (le plus souvent proximale à une distance moyenne de 1,2 cm). Le dessin du lambeau cutané doit donc être centré sur le greffon osseux dont la longueur dépend du niveau d'amputation du pouce. Le plus long a été de 9,5 cm (dans une reconstruction bilatérale après mutilation complexe due à une explosion de bombe) et le plus court de 4 cm dans une avulsion cutanée extensive avec amputation squelettique au niveau du col de la première phalange. Ce lambeau doit couvrir la face dorsale et les faces latérales, maintenant la cicatrice en palmaire. Il avait en moyenne 10 cm de large avec des variations en fonction de la couche graisseuse. Une fois le lambeau cutané soulevé sur son bord antérieur et supérieur, la dissection se porte directement sur le radius et l'ostéotomie est préparée par forage. En effet, il faut éviter de fragiliser le radius par un refend et des cas de fracture postopératoire ont été décrits (surtout en chirurgie maxillofaciale où le greffon est plus volumineux). C'est là une complication que nous n'avons jamais observée bien que nous ne mettions pas de protection antébrachiale en postopératoire. Le greffon est ensuite découpé au ciseau frappé en conservant bien la corticale externe et antérieure du radius. Le monobloc peau-os-artère radiale est alors soulevé de proximal en distal et de palmaire en dorsal. La section proximale de

l'artère radiale et sa solidarisation au bord du lambeau cutané facilitent grandement la manœuvre et évitent la lésion par traction des artérioles à destinée cutanée. Si le lambeau est utilisé en libre, l'artère radiale est à nouveau sectionnée en distal au niveau souhaité, mais le plus souvent le lambeau est maintenu en îlot à flux inversé. Dans ce cas, le pédicule est le plus souvent trop court pour permettre le transfert sur le pouce et il est nécessaire d'effectuer ce que nous avons appelé le « décroisement » du premier compartiment des extenseurs ^[16, 17] (cf. Fig. 2). L'artère radiale après avoir longé la gouttière du poulx, plonge sous les tendons du long abducteur, du court et du long extenseur du pouce pour croiser ensuite la tabatière anatomique et disparaître dans le premier espace interosseux. La manœuvre nécessite l'ouverture partielle du premier compartiment suivie de la dissection de l'artère, rendue fastidieuse par la présence de nombreuses branches collatérales. Nous préférons libérer l'artère jusqu'au premier espace interosseux pour éviter toute torsion artérielle. La longueur du pédicule est toujours suffisante quel que soit le niveau d'amputation du pouce. Le passage du lambeau sous les tendons est facilité par sa suture en « saucisse » autour du greffon et le graissage du revêtement cutané. Le lambeau est alors suturé à la peau du pouce par quelques points et le greffon osseux est solidarisé au squelette du pouce par une broche et un haubanage par fil d'acier. La suture cutanée proximale doit éviter une cicatrice circulaire conduisant à des troubles trophiques lors de sa rétraction. Le mieux est d'interposer en palmaire et en dorsal deux prolongements triangulaires (ou des plasties en Z). Un lambeau en îlot hétérodactyle de Littler taillé sur le bord ulnaire de l'annulaire peut alors être transféré dans le même temps dans l'ouverture palmaire ou dans un temps ultérieur.

En fin d'intervention, le pouce est protégé pendant 6 semaines puis la broche est retirée et l'utilisation poursuivie. En dehors des complications peropératoires et techniques, il faut veiller à éviter toute tension, notamment en distal où l'effraction du greffon s'est produite dans un de nos cas. Nous avons aussi observé une fracture de la baguette osseuse radiale, par chute sur la main 2 mois après la reconstruction, fracture qui a consolidé en 4 semaines avec un cal hypertrophique, ce qui nous a rassurés concernant la bonne vascularisation squelettique.

Même avec cette réduction des temps opératoires, l'amélioration de la trophicité cutanée, l'excellente vascularisation du squelette et une sensibilité utile obtenue par l'îlot (avec réorientation corticale dans seulement 24 % des cas), la méthode n'a que de rares indications car elle ne laisse qu'un pouce de mobilité limitée (dépendant des articulations restantes), avec fréquemment « savonnage » des parties molles. Quant à l'aspect esthétique, il reste peu engageant du fait de l'épaisseur des parties molles, de la présence de poils (chez le Caucasien, pas chez le Chinois), de l'absence d'ongle et de la rançon cicatricielle antébrachiale (trois patients sur 13 lambeaux radiaux composites s'en sont plaints).

“ Point fort

Il n'est donc pas surprenant que nous réservions cette reconstruction ostéoplastique, à un sujet mâle de la quarantaine, amputé du côté non dominant, au niveau de la base de P1, par un mécanisme d'avulsion, ayant un revêtement cutané insuffisant et n'offrant aucun moignon pollicisable tout en conservant une mobilité satisfaisante de l'articulation TM avec intégrité des doigts longs.

Comme nous allons le voir plus loin, il s'agit en fait de cas où aucune autre technique ne peut être utilisée. Cela explique que notre expérience soit limitée à cinq ostéoplasties classiques (très anciennes avec quatre résorptions osseuses importantes) et 13, par lambeau « chinois » composite. Une indication plus intéressante est le dégantage du pouce avec peau palmaire intacte (unique cas sans utilisation de l'îlot de Littler) et amputation du squelette au niveau de la première phalange. Dans ce cas, il est même possible d'améliorer l'aspect esthétique en transférant en microchirurgie l'ongle du gros orteil, en utilisant comme artère receveuse celle du lambeau radial.

Techniques dites d'allongement

Elles sont de deux types : allongement extemporané et allongement progressif. L'allongement en un temps, utilisé par de rares chirurgiens comme Buck Gramcko, consiste en une ostéotomie métacarpienne avec mobilisation des insertions musculaires, distraction peropératoire pérennisée par l'interposition immédiate d'un greffon osseux et stabilisation par plaque. La moyenne de l'allongement reste assez limitée, de l'ordre de 12 à 25 mm selon le même auteur qui utilise le distracteur de Stellbrink. Notre unique cas a plus bénéficié du creusement commissural que de l'allongement osseux.

Si Codivilla, alors qu'il était à la tête de l'Institut Rizzoli de Bologne, a été le premier à pratiquer, en 1902, un allongement par distraction osseuse progressive du fémur, c'est sous l'impulsion d'Illizarov, Wagner, Monticelli, De Bastiani que la technique a trouvé une place non discutée dans les inégalités des membres inférieurs. Dès 1970, Matev [21] avait introduit la méthode au niveau du squelette de la main mais la popularité de la technique a souffert du peu de matériel existant pour faciliter l'allongement. Pourtant, l'indépendance de la colonne du pouce facilite des doubles montages. Actuellement, il existe de nombreux fixateurs utilisables (Matev, Ilizarov, Osteo, [22, 23] Kessler, Orthofix, Mini Hoffman ...) mais, à part le respect des contraintes biomécaniques modérées de la main, les qualités fondamentales seraient un encombrement faible (pour faciliter la mobilisation des doigts voisins), une utilisation aisée pour le chirurgien (notamment la tolérance d'une marge d'erreur dans le placement des broches) ainsi que pour le patient et son entourage (pour l'allongement et pour l'entretien local, l'absence de risque de blessure, l'encombrement modéré), une miniaturisation suffisante (et un poids minime) pour permettre son utilisation chez le jeune enfant.

Nous décrivons en premier l'allongement du premier métacarpien avec greffe qui reste la technique classique même si nous lui préférons l'allongement de première phalange lorsqu'il est techniquement possible et le callotasis (allongement sans greffe) chez l'enfant.

Dans le premier temps, l'os est abordé par voie longitudinale soit dorsale, soit dorsolatérale, l'abord restant limité mais permettant de protéger les éléments anatomiques à protéger (nerfs et tendons) lors de l'insertion percutanée des broches. Quatre broches bicorticales et perforantes sont mises en place en faisant attention à détendre la peau distale pour faciliter l'allongement et les berges latérales pour fermer facilement l'incision. Avec le matériel que nous avons développé (Ostéo R), le parallélisme strict des broches n'est pas nécessaire. Le fixateur est alors assemblé avec deux tiges d'allongement (une de

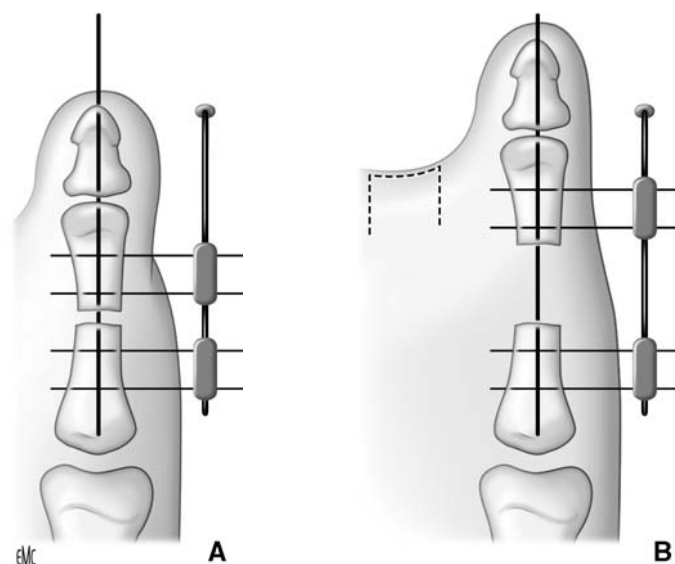


Figure 3. Allongement progressif métacarpien par la technique de Matev.

A. Ostéotomie du premier métacarpien et mise en place du fixateur externe et d'une broche axiale longitudinale.

B. Allongement en cours.

chaque côté) pour éviter toute bascule du fragment distal sous la traction du puissant adducteur du pouce. Toute inclinaison ulnaire du fragment distal ferme la première commissure. Pour la même raison nous préférons également mettre une broche longitudinale dans le métacarpien (Fig. 3) en bloquant au besoin temporairement la TM. Cette broche est impérative en cas de présence d'un court segment phalangien dont le flessum serait quasiment impossible à corriger secondairement. L'os est alors sectionné au ciseau frappé et un léger allongement maintient un diastasis au foyer avant fermeture cutanée. Un pansement protecteur peu serré est mis en place et environ 5 jours plus tard l'allongement est commencé par le patient lui-même ou par ses proches. Il est important de donner d'amples explications concernant la technique et ses possibles complications. C'est pour cela que nous préférons effectuer nous-mêmes le premier allongement pour redonner toutes les explications à distance du jour opératoire toujours stressant. La vitesse d'allongement est guidée par d'éventuelles douleurs ou un blanchiment cutané. L'allongement journalier est réparti en deux fois, matin et après-midi en évitant les heures qui précèdent le coucher. Le patient doit être revu au moins tous les 15 jours (sinon chaque semaine) et un contrôle radiographique est pratiqué tous les mois. Lorsque la longueur souhaitée est obtenue, en se rappelant qu'une perte de longueur de quelques millimètres est habituelle lors de la greffe, une semaine de stabilisation facilite l'étirement des parties molles. La continuité osseuse peut être rétablie soit par greffe classique (ciliaire, radiale ou ulnaire) soit à partir d'un « doigt banque » dont le squelette doit de toute façon être sacrifié. Ainsi, lorsque le second rayon est sacrifié, son amputation proximale pour améliorer la première commissure permet l'utilisation de la diaphyse métacarpienne qui peut être transférée pédiculée sur l'interosseux du premier espace. Cette vascularisation n'est pas nécessaire car nous n'avons jamais vu de résorption d'un greffon intercalaire (en dehors de son infection). Elle facilite cependant une consolidation rapide. Nous préférons retirer le fixateur externe et remettre en place une broche longitudinale, combinée ou non à des broches obliques ou des fils métalliques. Nous n'aimons pas la plaque vissée, malgré sa solidité, du fait de la dissection extensive qu'elle nécessite dans un milieu toujours inflammatoire.

Concernant la conduite à tenir face au squelette, l'alternative du callotasis (De Bastiani) est basée sur la possibilité de comblement spontané du déficit osseux. Dans ce cas, la technique est plus exigeante, le périoste doit être incisé longitudinalement et la corticotomie effectuée au ciseau frappé. Aucun allongement

n'est pratiqué en peropératoire et un délai de 5 à 10 jours (en moyenne 7 jours) doit être respecté pour permettre la formation d'un cal avant le début de la distraction. Un allongement lent, de 1 mm/j (en trois ou quatre séances) est conseillé. Lorsque l'allongement a été obtenu, le fixateur externe est maintenu en place jusqu'à consolidation osseuse (avec trabéculations visibles à la radiographie). Il faut se méfier d'un cal « mou » qui se déforme dès l'ablation du matériel avec fermeture commissurale. La préservation médullaire telle qu'elle a été proposée par Ilizarov est de technique délicate au métacarpien ou à la première phalange et a été abandonnée par la plupart des auteurs (Seitz), nous compris. Expérimentalement, elle n'a d'ailleurs pas démontré sa supériorité (Frierson).

Si cette technique est efficace et préférée chez l'enfant, elle conduit à des délais thérapeutiques prolongés chez l'adulte. L'alternative de la greffe osseuse permet d'accélérer la vitesse d'allongement.

Parmi les gestes secondaires, un creusement commissural a constamment été effectué (car la peau commissurale « remonte » avec l'allongement), geste qui n'est pas nécessaire en cas d'allongement phalangien. Cependant, ce type d'allongement n'est possible que si le squelette de la première phalange autorise l'insertion de quatre broches de diamètre suffisant (en fonction de l'âge), sans que la technique diffère de celle décrite.

Durant tout le traitement, une mobilisation, la plus complète possible, est pratiquée pour éviter tout risque de raideur. Chez l'enfant, aucune rééducation formelle n'est pratiquée et le jeu est autorisé aussitôt que possible. Après consolidation osseuse, et en cas de déficit d'amplitude articulaire, une orthèse dynamique peut être nécessaire. La compression des cicatrices est souvent souhaitable, surtout chez l'enfant et les sujets à peau pigmentée.

Outre nos publications successives, [22, 23] les séries sont nombreuses en ce qui concerne les reconstructions post-traumatiques (Matev, Pensler, Salom, Seitz). Les avantages de la méthode sont évidents même si la simplicité technique toujours avancée en tête de liste n'est pas aussi claire si l'on tient compte du taux élevé de complications, atteignant dans les différentes séries de 0 à 75 %. Le pouce conserve une excellente sensibilité. En cas de callotasis, il n'y a pas de site donneur. Quelle que soit la technique, l'absence de résorption osseuse permet un maintien de la longueur à long terme.

Les inconvénients sont tout aussi évidents et nombreux : plusieurs temps opératoires sont nécessaires expliquant une durée de traitement prolongée (4,2 mois chez l'adulte). [22] Le procédé n'apporte pas de mobilité et ne permet qu'un allongement modéré au maximum de 100 % de la longueur du segment chez l'enfant (sans remplacer les cartilages de croissance manquants) et en moyenne 58 % chez l'adulte. Enfin, comme nous l'avons déjà mentionné, les complications sont nombreuses. Nous les avons regroupées dans le [Tableau 2](#) et dans notre expérience réunissant 42 allongements à la main elles représentent 28 % des cas, la plupart cependant restant mineures et ne grevant pas le résultat final. Elles restent globalement inférieures aux taux rencontrés dans les allongements du membre inférieur (72 % dans la série de Dahl comportant 190 patients). Il reste incontestable que nombre d'entre elles pourraient être évitées grâce à l'expérience du chirurgien (Dahl, De Bastiani) et l'éducation du patient.

En ce qui concerne les indications, il faut disposer d'un segment osseux de longueur suffisante, recouvert d'une peau souple, stable et bien vascularisée, sans névrome douloureux. Le patient doit être suffisamment intelligent et collaboratif. Enfin, un allongement de 50 à 100 % du segment doit être suffisant sur le plan fonctionnel.

Pollicisation [2-4, 24-26]

Elle reste, parmi les méthodes classiques, celle qui conserve encore la plus large place. Nous en distinguons deux types : la pollicisation d'un doigt sain (totale ou « partielle ») et celle d'un doigt mutilé.

Tableau 2.

Liste des complications de l'allongement par distraction progressive.

| | |
|---|---|
| Mauvais positionnement des broches (tendons, pédicules neurovasculaires, épiphyses) | Insuffisance biomécanique du montage (mobilité des broches avec infection du matériel) Traumatisme articulaire ou épiphysaire (vascularisation) Infection Douleurs Blanchiment cutané ou effraction osseuse à travers la peau Troubles temporaires de sensibilité Consolidation osseuse anticipée durant la phase d'allongement |
| Perte de longueur au moment de la greffe | Fermeture de la première commissure par bascule du fragment distal Déformation du cal osseux Fracture du cal Retard de consolidation Déformation articulaire (subluxation ou flossum MP) Raideur articulaire |

“ Point fort

L'indication d'allongement progressif naît donc, pour nous, des contre-indications des autres méthodes : sujet de 45 ans avec un moignon court de première phalange, bien étoffé et indolore avec une bonne mobilité trapézométacarpienne, ne nécessitant qu'un gain de longueur modéré et ne présentant pas de doigt mutilé pollicisable...

Pollicisation d'un doigt sain

Elle a vu reculer ses indications de l'avis de la plupart des auteurs qui la réservent aux amputations proches de la TM et aux rares cas d'amputation transmétacarpienne (avec articulation TM mais muscles thénariens insuffisants), chez des sujets de plus de 40 ans, ayant une activité professionnelle de précision. Ajoutons l'indication exceptionnelle chez un patient dont l'espérance de vie reste imprévisible, comme après amputation chirurgicale pour mélanome acral. Le choix du doigt « sacrifié » ou plutôt « promotionné » a fait couler beaucoup d'encre sans qu'un consensus n'émerge. L'index est facile à transposer du fait de sa proximité avec ses veines et nerfs dorsaux ainsi que ses tendons qui peuvent être conservés ; sa pollicisation a été défendue par Littler mais la fonction privilégiée de l'index dans la prise fine en a fait reculer plus d'un. Le médus, bien que très long, a été utilisé (Hilgenfeldt) mais c'est surtout l'annulaire sous l'impulsion de Gosset, [26] qui a été le plus souvent choisi, du fait de sa fonction jugée comme moins importante que celle de l'index, de sa taille plus proportionnée et d'une soi-disant meilleure adaptation des tendons fléchisseurs... Nous ne dirons qu'un mot de l'amputation distale du doigt pollicisé, pour en ajuster la longueur (qui se fait classiquement à travers le sacrifice du métacarpien), telle que l'a encore récemment proposé Brunelli, pour la condamner sans appel.

Si nous avons modifié le dessin de l'incision cutanée dans les malformations congénitales, dans les cas traumatiques il faut se guider sur les cicatrices existantes. Sans rentrer dans les détails techniques, la partie palmaire de l'abord permet l'isolement du doigt en filot sur ses pédicules vasculonerveux palmaires. Les veines comitantes palmaires sont habituellement considérées comme suffisantes mais nous préférons, pour plus de sécurité, leur associer l'anastomose microchirurgicale d'une veine dorsale. La section de la veine du doigt donneur évite une cicatrice

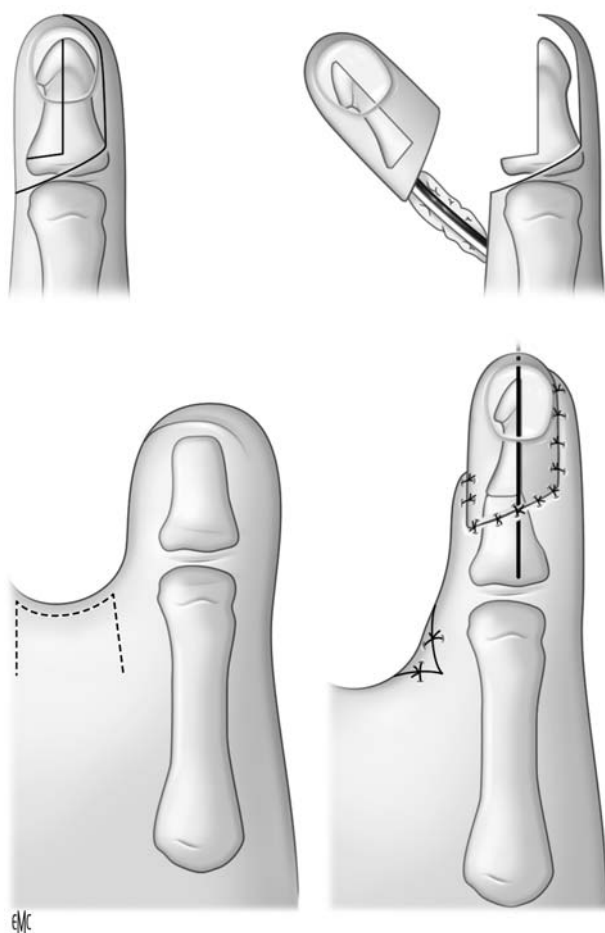


Figure 4. Technique de Loda calquée sur la technique « sur mesure » à partir du gros orteil (cf. Fig. 14). Prélèvement sur le bord ulnaire du médus d'un lambeau composite en îlot emportant l'ongle, un fragment osseux et la pulpe ulnaire. Contrairement à la technique originale aucune greffe intercalaire n'est mise en place et l'« allongement » est obtenu par un creusement de la première commissure par lambeau d'Ostrowski.

dorsale inesthétique et de toute façon le transfert en est impossible en cas d'une pollicisation autre que celle du doigt le plus radial (en général l'index en dehors des mutilations multidigitales). Le microscope peut également être utile pour disséquer une boutonnière d'Hartmann (anneau nerveux autour de l'artère), disposition anatomique particulièrement fréquente aux deux derniers espaces. En cas de disparition de l'articulation TM, la technique de Buck Gramcko, [4] utilise l'articulation métacarpophalangienne du doigt pollicisé basculée en hyperextension de 70° à 90° pour éviter une déformation distale en « Z ». Plus qu'un chiffre fixe, il nous paraît important de mesurer l'hyperextension physiologique du doigt pollicisé. La rotation axiale de 90° à 100° est en partie facilitée par les transpositions musculaires intrinsèques et extrinsèques qui varient en fonction des muscles restants mais qui doivent réanimer l'adduction, l'abduction et l'opposition ainsi que la flexion-extension.

Les avantages indéniables de cette pollicisation viennent de l'absence de microchirurgie artérielle, de l'excellente sensibilité (dont l'intégration n'est cependant pas immédiate), et d'une bonne mobilité. Malgré la présence de l'ongle, le nouveau pouce est toutefois de qualité esthétique moyenne à cause de son aspect plutôt grêle tandis que la force de la main est constamment diminuée par le sacrifice d'un rayon (10 à 14 %).

Technique de Loda

Une technique, plus récemment proposée par Loda, [27] mérite d'être citée même si elle n'a fait l'objet que d'une seule publication. Elle est, en fait, la transposition au médus de notre technique de « sur mesure », telle que nous l'avons décrite à partir du gros orteil (Fig. 4) : le prélèvement s'adresse à la partie

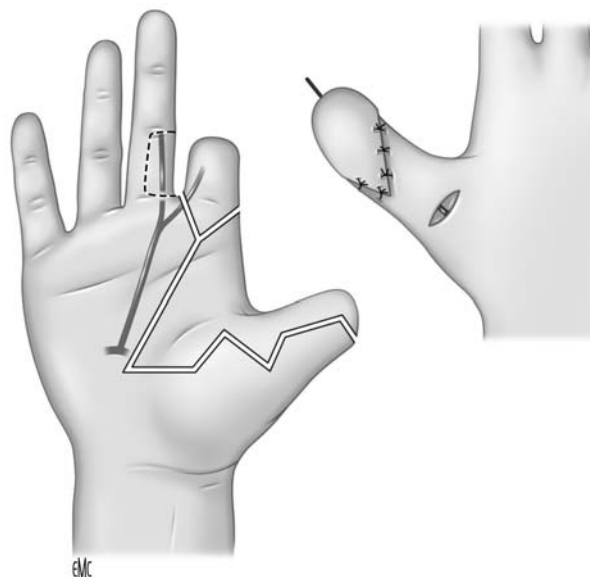


Figure 5. Modification des incisions pour pollicisation d'un moignon d'index pour diminuer la rançon cicatricielle dorsale. L'incision transverse dorsale permet la suture sous microscope d'une veine. Sur l'artère ulnaire du moignon, un lambeau en îlot peut être prélevé sur la base du médus pour améliorer la première commissure.

distale du médus dont la moitié ulnaire de la phalange distale est sectionnée longitudinalement et levée en bloc avec l'hémipulpe et le complexe unguéal. L'auteur insiste sur le prélèvement des vaisseaux dorsaux, ce qui n'a aucun avantage mais se paie par une rançon cicatricielle dorsale plus importante ; il nous a donc semblé plus simple de prélever une veine dorsale et de la suturer au niveau du site receveur. Nous avons été agréablement surpris par la faible importance des séquelles au niveau du médus mais déçus, en revanche, par les problèmes cutanés que pose l'insertion d'un greffon osseux intercalaire comme l'a proposé l'auteur. Nous avons préféré régler le problème de longueur par creusement commissural avec lambeau d'Ostrowski (sans greffe osseuse) (Fig. 1). Soulignons enfin que l'aspect « grêle » du nouveau pouce est encore plus accentué que dans la pollicisation classique.

L'indication de ce procédé pourrait, à notre sens, trouver une place exceptionnelle dans les amputations proches de la base de PI chez un homme de la cinquantaine, en l'absence de doigt mutilé utilisable.

Pollicisation d'un moignon

En fait la pollicisation qui, pour nous, présente le plus d'indications est celle d'un doigt mutilé. [25] Elle consiste à transférer, en îlot, un segment digital comportant au moins une artère intacte (mais la pollicisation libre est possible) et une bonne sensibilité sur le versant cubital (et là encore une neurotisation au niveau du site receveur est possible chez le sujet jeune). Une artériographie peut être utile en cas de cicatrice palmaire pour vérifier que le prélèvement d'une artère assurant la vascularisation du futur pouce ménage une artère intacte pour chacun des doigts voisins.

Techniquement, il y a peu de différence avec la pollicisation d'un doigt sain. Nous décrirons la technique de transfert d'un moignon d'index.

Nous avons proposé une voie d'abord palmaire afin de diminuer la rançon cicatricielle sur la face dorsale visible de la main (Fig. 5). On évite la cicatrice circonferentielle rétractile à la base du transfert en ménageant deux lambeaux triangulaires, palmaire et dorsal. Une incision en « S » asymétrique sur le moignon de pouce facilite la couverture ulnaire du moignon transféré (Fig. 6). Le problème veineux est généralement résolu par section et microsuture au pouce à travers une courte incision transverse mais une dissection en continuité des veines est possible par voie palmaire. Un des points les plus importants est la libération très proximale des pédicules vasculonerveux

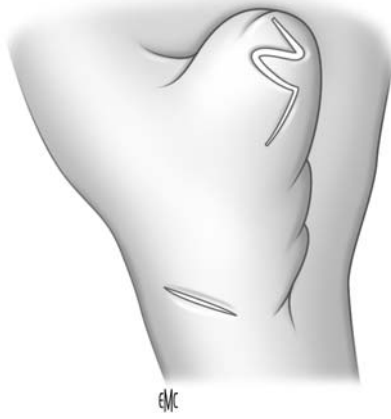


Figure 6. Incision en « S » sur le moignon de pouce permettant de soulever deux lambeaux pour couvrir les faces latérales de l'orteil (ou d'un moignon digital).

pour éviter de fermer la première commissure. Elle s'accompagne d'une endoneurolyse parfois rendue délicate par une boutonnière nerveuse autour de l'artère (rare au second espace). En l'absence de vaisseaux palmaires intacts, il nous est arrivé d'effectuer le transfert d'un moignon d'index sensible sur l'artère métacarpienne dorsale du premier espace. Même très court, un moignon d'index peut être utile mais il faut résister à la tentation d'améliorer la longueur du pouce par l'interposition d'un segment métacarpien long, mettant dangereusement en tension les pédicules et fermant la première commissure. Après section osseuse, le segment transféré est stabilisé sur le moignon de pouce généralement par broche. Le second métacarpien est amputé proximale, permettant à la fois une amélioration fonctionnelle par l'effet de creusement commissural et esthétique par l'ablation d'un moignon le plus souvent peu fonctionnel. En fin d'intervention le pouce est protégé par une attelle maintenant l'ouverture commissurale. La consolidation est obtenue en 4 à 6 semaines et après ablation du matériel une utilisation de la main est autorisée, facilitant la réorientation cérébrale de la sensibilité (initialement référée à l'index).

La technique ne diffère que fort peu en cas de pollicisation d'un autre rayon. La section veineuse est là inévitable et même si classiquement les veines palmaires sont suffisantes, il est préférable de pratiquer la suture d'une veine dorsale avec la veine céphalique. Concernant le traitement du site donneur, une simple résection est pratiquée réservant une translocation éventuelle à un temps ultérieur. Notre étude comparative [28] résection simple versus translocation nous a démontré la supériorité de la simple amputation proximale (par voie palmaire) pour le troisième rayon. Au contraire, la translocation par ostéotomie intracarpienne de Leviet [29] a donné d'excellents résultats pour le quatrième rayon (Fig. 7).

Les conditions préopératoires peuvent obliger à adapter la technique. Sur nos 27 cas, [25] le transfert a été effectué sur deux artères palmaires dans 14 cas, sur une seule artère dans les autres cas. Il s'agissait d'une artère palmaire dans 10 cas, d'une artère interosseuse dans un cas et d'une première artère métacarpienne dorsale dans un cas (les deux nerfs palmaires étaient intacts).

Les complications doivent être bien connues car elles peuvent être aisément évitées. La plus grave est celle d'une commissure insuffisante entre le pouce reconstruit et le doigt le plus radial. Cette complication peut provenir d'un manque de peau ou d'une rétraction cicatricielle qui nécessite un temps préalable de lambeau cutané, avant pollicisation. Dans deux cas nous avons emporté un lambeau cutané du doigt voisin, sur l'artère de toute façon sacrifiée, pour améliorer l'état cutané de la commissure (cf. Fig. 5). Cependant, la cause la plus fréquente et la plus grave de fermeture commissurale est consécutive à l'insuffisance de longueur des pédicules vasculonerveux. Cette tension menace à court terme la survie du transfert et à moyen terme l'amplitude commissurale. Par ailleurs, le croisement de ce pédicule trop court dans la commissure rend toute reprise délicate, pour ne pas dire impossible.

La plupart des auteurs ont fait état de « bons » résultats (sans détailler les critères d'appréciation) à l'exception de Langlais qui, dans une série déjà ancienne, considérait les résultats comme « pauvres ». Nous avons publié avec Allieu la série la plus importante de la littérature avec le recul le plus long (9,5 ans). Parmi les 27 cas, 22 furent opérés électivement (5 cas pollicisés en urgence). Les bons résultats ont été obtenus en cas de longueur suffisante du pouce, bonne mobilité TM, sensibilité ulnaire satisfaisante, revêtement cutané stable et indolore avec première commissure ample. Cependant, une complète intégration corticale de la sensibilité n'a été retrouvée que dans 37 % des cas.

La pollicisation d'un doigt mutilé a des avantages indéniables tant fonctionnels qu'esthétiques mais elle a aussi de nombreux inconvénients. Certes il s'agit d'un allongement en un temps donnant une longueur prévisible de pouce sans risque de résorption à long terme. La pollicisation d'un moignon unique d'index améliore esthétiquement et fonctionnellement la main. Mais la technique est exigeante, l'allongement modéré et elle n'apporte le plus souvent pas de mobilité (sauf en cas de transfert de l'articulation métacarpophalangienne). La réorientation corticale de la sensibilité est inconstante. En cas de moignons multiples elle ne fait que déplacer un segment sans rien « ajouter » à la main (contrairement au transfert d'orteil) diminuant généralement la force. Enfin, l'aspect esthétique est décevant du fait du renflement fréquent du pouce et de

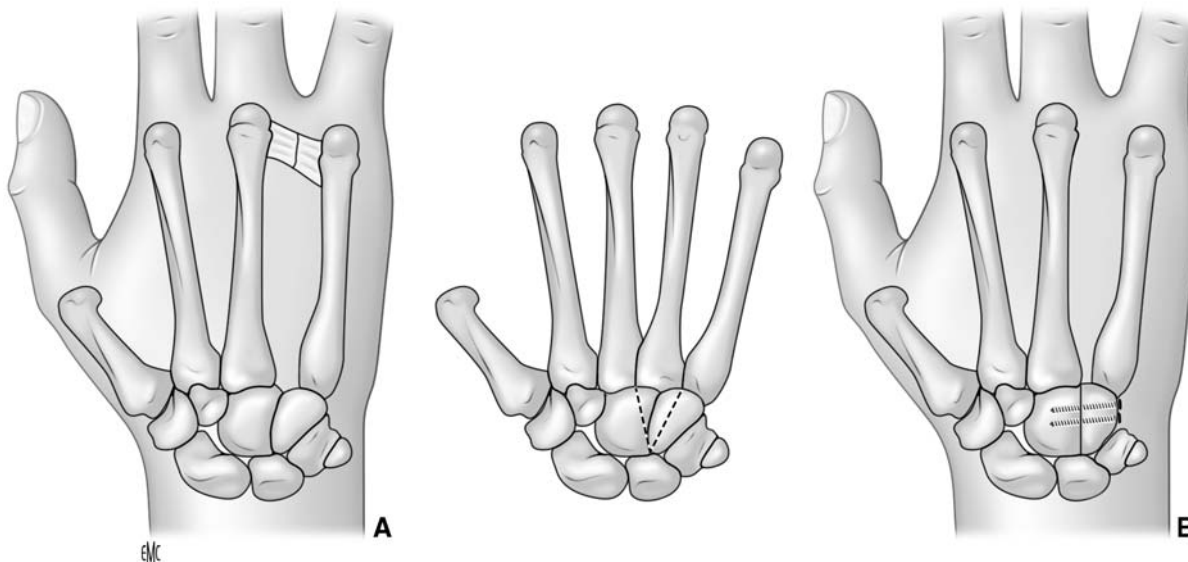


Figure 7. Techniques de résection (A) du quatrième rayon et d'ostéotomie intracarpienne de Leviet (B) à la jonction os crochu et grand os avec fixation par vis qui permet le rapprochement de la base des troisième et cinquième métacarpiens.

l'absence d'ongle. Il y a des cas où il est possible d'utiliser un segment distal de doigt avec un ongle et dans trois cas nous avons effectué secondairement un transfert microchirurgical d'ongle. [30]

“ Points forts

Ainsi, quel que soit l'âge, l'indication de pollicisation d'un moignon est fréquente en cas de moignon unique, peu fonctionnel, de longueur et de vascularisation suffisantes, sensible et indolore. En cas de mutilation plus complexe, l'indication ne persiste que chez le sujet de plus de 35 ans où le transfert d'orteil reste décevant sur le plan sensitif.

Il nous est cependant arrivé chez un sujet jeune présentant une amputation phalangienne ne laissant intact que l'auriculaire, d'allonger le pouce par un moignon d'index et les deux rayons restants, par transfert de deuxième orteil (de chaque pied) restituant ainsi une main à quatre doigts.

Pollicisation libre

Aux confins de la pollicisation classique et de la microchirurgie, il faut dire un mot de l'exceptionnelle pollicisation libre de main à main soit d'un doigt mutilé (Murray, Brownstein, Buncke, Le Quang), soit d'un doigt sain. [31] Elle est une solution à proposer dans deux éventualités : la première concerne le cas de moignon d'index sur une main par ailleurs indemne, alors que, du côté controlatéral, la seule mutilation concerne le pouce. La seconde indication, plus délicate à envisager, est le transfert libre d'un annulaire de la main saine pour reconstruire un pouce amputé au niveau TM du côté opposé. La qualité fonctionnelle obtenue par Wayne Morrison nous a très favorablement impressionnés. Nous n'avons eu l'occasion de pratiquer qu'un transfert main à main et nous avons rencontré, en 20 ans de consultation, quatre indications de pollicisation d'annulaire sain mais aucun des patients n'en a accepté les risques.

Transfert microchirurgical d'orteil

La pollicisation libre nous amène très logiquement à aborder le chapitre des techniques microchirurgicales dont la plus populaire est le transfert d'orteil. Nicoladoni a, là encore, fait œuvre de pionnier et de nombreux chirurgiens après lui ont pratiqué des transferts « pédiculés », le pied et la main restant solidarisés pendant 3 à 4 semaines. Mais l'absence de réparation vasculaire et surtout nerveuse explique la médiocrité des résultats. Le progrès est venu des travaux expérimentaux de Buncke [32] précédant le premier cas clinique de transfert de gros orteil effectué par Cobbett. [33] Après la vogue du gros orteil, sont apparus successivement le transfert du deuxième orteil et, finalement, les techniques plus raffinées de « wrap-around » [34] et de reconstruction « sur mesure », [9, 30, 35-38]

Sans entrer dans les détails techniques, nous pensons devoir préciser certains points. Sur le plan tactique, un travail « à une seule équipe », [39] permet une économie de temps à condition que l'enchaînement des temps opératoires respecte l'ordre suivant : dissection du pied, préparation de la main (concomitante de la revascularisation du site donneur), suivie du transfert dont la revascularisation est permise tandis que l'on effectue la fermeture du site donneur. Notre temps moyen d'intervention pour un transfert de second orteil a été de 2 h 50.

Technique

Décrivons brièvement la technique de transfert du second orteil pour amputation au niveau de la tête du métacarpien, en mentionnant plus tard les variations techniques. Le pied

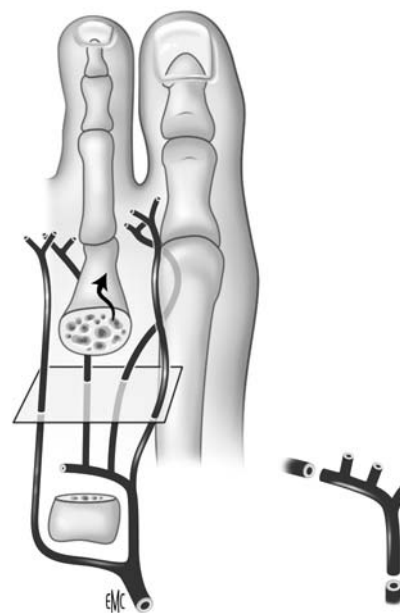


Figure 8. Vascularisation du second orteil avec ses quatre artères : les artères dorsales et plantaires du premier et du deuxième espace. Les artères plantaires ont un trajet sous la tête des métatarsiens. Les quatre artères peuvent être prélevées en continuité avec l'arcade plantaire et l'artère dorsale du pied qui peut alors être interposée après section de l'artère radiale effectuant deux sutures terminotermiales.

controlatéral est préféré (meilleur diamètre nerveux sur le versant tibial de l'orteil). Nous ne pratiquons pas d'artériographie préopératoire au pied car elle ne renseigne pas sur la valeur fonctionnelle des artères de l'orteil. La dissection tant de la main que du pied est effectuée sous garrot pneumatique et sous grossissement par loupe. Nous avons décrit un abord par incision rectiligne purement dorsale, [39] centrée sur le premier espace, n'emportant qu'un petit triangle de peau plantaire pour éviter une cicatrice circulaire au pouce. Un lambeau triangulaire dorsal plus long est également prélevé. Nous avons démontré que l'ensemble de la dissection de l'orteil y compris son réseau plantaire et la section très proximale des tendons fléchisseurs peut être menée en totalité par cette voie dorsale, évitant toute cicatrice plantaire retardant la marche et pouvant être responsable de douleurs. Après dissection des branches de la grande veine saphène, section proximale des tendons extenseurs, l'ostéotomie proximale précoce du second métatarsien facilite la dissection des pédicules plantaires (premier et deuxième espace) (Fig. 8) et améliore l'esthétique du site donneur en permettant la fermeture de l'espace par reconstruction du ligament inter-métatarsien. L'artère métatarsienne plantaire du deuxième espace [8, 36, 39] méconnue par la littérature est constante, située juste sous le métatarsien (Fig. 8). Elle est disséquée en continuité avec l'arcade plantaire, l'artère plantaire du premier espace, au besoin l'artère dorsale du premier (et plus rarement du deuxième) espace et l'artère pédieuse. Le prélèvement d'au moins deux artères pour nourrir l'orteil transféré s'est avéré dans notre expérience [37] le garant de l'absence de complication vasculaire postopératoire. Le métatarsien est recoupé en distal en fonction de la longueur du transfert. Les nerfs plantaires, les tendons intrinsèques et les tendons fléchisseurs sont enfin sectionnés (le fléchisseur profond, seul utilisé, le plus proximale possible). Le transfert reste attaché au pied seulement par ses vaisseaux, permettant la revascularisation pendant la dissection de la main.

Au niveau du moignon de pouce, une incision en « S » avec un prolongement dorsal et palmaire permet de préparer deux lambeaux latéraux pour couvrir l'orteil et insérer les deux lambeaux triangulaires (Fig. 6). Cette incision est suffisante pour préparer la tranche osseuse, les tendons extenseurs et fléchisseurs, les muscles intrinsèques et les nerfs. Une incision transverse supplémentaire au niveau de la tabatière anatomique permet de découvrir l'artère radiale et la veine céphalique. Une

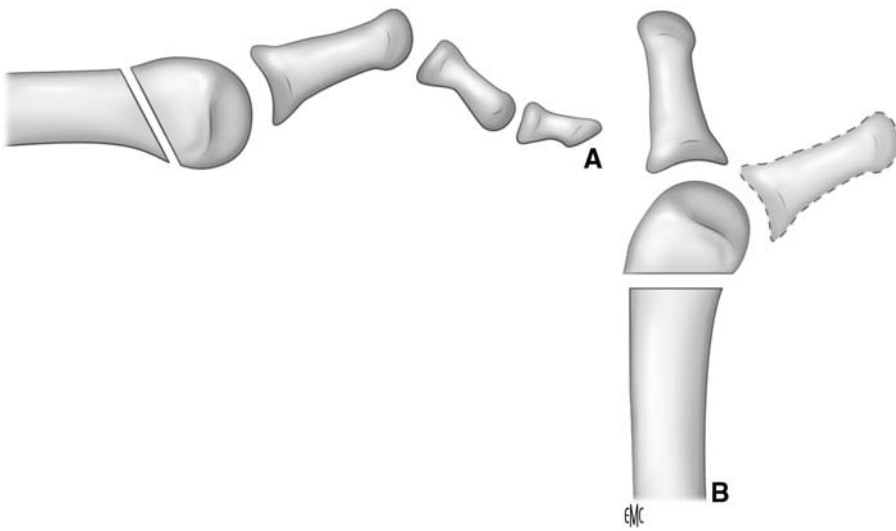


Figure 9. Ostéotomie oblique sous la tête du second métatarsien permettant la bascule palmaire. Comme le secteur de mobilité est en hyperextension, cette bascule permet d'obtenir un secteur utile de mobilité utile.

tunnellisation entre l'incision dorsale distale et la proximale permet de passer les vaisseaux sans augmenter la rançon cicatricielle dorsale. Dès que le site receveur est prêt, l'orteil est détaché du pied et transféré au pouce. Le premier temps est la fixation osseuse qui est effectuée par broche longitudinale. Si la tête métatarsienne est incorporée au transfert, une recoupe oblique est pratiquée pour basculer en flexion la tête métatarsienne utilisant le secteur de mobilité physiologique en hyperextension et évitant la déformation distale en « Z » (par hyperextension de la nouvelle articulation MP et flessum des IP) (Fig. 9). [5, 8] Une seconde broche ou un fil métallique bloque la rotation. Les temps suivants sont la réparation de l'extenseur, des muscles intrinsèques, du fléchisseur profond pour terminer par les temps microchirurgicaux. Cela évite des manipulations multiples du microscope et permet la réparation successive des nerfs, de l'artère et de la veine. Le plus souvent, l'artère radiale est sectionnée et l'arcade plantaire est interposée en terminoterminal (Fig. 8).

En postopératoire la coloration et le pouls capillaire de l'orteil sont régulièrement contrôlés pendant les 5 premiers jours en lumière constante (lampe ordinaire comme en Chine qui maintient en outre une atmosphère chaude). Le pansement n'est pas touché durant les 15 premiers jours et la broche longitudinale est maintenue pendant 6 semaines. Nos tentatives de mobilisation précoce se sont avérées décevantes. En revanche dès l'ablation de la broche une attelle d'extension nocturne est mise en place pour lutter contre la tendance au flessum. Un programme de rééducation de la sensibilité commence vers le cinquième mois lorsque la repousse nerveuse est suffisante.

Nous allons successivement envisager les techniques de reconstruction d'une part après amputation dite « totale » (c'est-à-dire contiguë à l'articulation MP) et d'autre part après amputation dite « distale » (contiguë à l'IP).

Reconstruction après amputation totale

Elle peut faire appel au gros orteil, au second orteil, au « *wrap around* » ou aux transferts que nous avons appelés « sur mesure ».

Transfert du gros orteil

Reste-t-il encore des indications de transfert du gros orteil ? [32] La réponse est quasi unanimement négative. Et pourtant la technique en est simple, le pouce reconstruit possède deux phalanges (d'où la rareté du flessum IP) et mobilité et force sont satisfaisantes. On comprend alors qu'il ait tenu une place importante dans le passé. Son inconvénient toutefois est de poids : c'est la rançon du site donneur. Même si le prélèvement ne laisse que peu de séquelles fonctionnelles (en particulier si l'on conserve la tête métatarsienne avec ses sésamoïdes), on ne peut éviter l'hyperpression sur le deuxième rayon et l'aspect esthétique reste peu satisfaisant. On comprend dès lors la réticence d'un tel choix chez l'enfant ou le sportif.

En outre, la longueur disponible est limitée du fait de la nécessité de respecter la tête du premier métatarsien et son aspect final souvent massif surtout au niveau de l'ongle avec parfois clinodactylie. Nous n'avons pas l'expérience de la technique récemment proposée par Wei sous le terme de « *trimmed toe* » qui améliore l'aspect esthétique par résection longitudinale ostéoarticulaire et cutanée du gros orteil. Mais est-il logique de sacrifier le gros orteil et la mobilité du pouce reconstruit au nom d'un résultat esthétique discutable ?

Transfert du deuxième orteil

Il était donc le successeur logique susceptible de corriger certains des inconvénients sus-cités. Sur 254 transferts d'orteils que nous avons effectués personnellement entre 1976 et 2002, 27 ont été des transferts de second orteil au niveau du pouce après amputation. Parmi eux 22 ont été revus [9] avec un recul moyen de 6 ans. Des mutilations des doigts longs étaient présentes dans 17 cas. Les deux complications vasculaires postopératoires ont permis une reprise avec succès. La reprise du travail a été possible chez 13 des 15 patients qui travaillaient avant l'opération. Aucun patient ne se plaignait du site donneur en dehors d'une intolérance au froid le plus souvent discrète. L'appui était peu modifié avec cependant légère hyperpression sur le premier rayon. Au pouce, la discrimination moyenne aux deux points était de 10 mm (significativement corrélée avec l'âge). La force de la pince atteignait 59 % de celle (normale) controlatérale. Le plus décevant a été la mobilité active qui était en moyenne de 34° chez l'adulte et 41° chez l'enfant (déficit d'extension respectif de 27° et 12°). Il reste en effet impossible d'équilibrer, même par réinsertion des muscles intrinsèques, un pouce à trois phalanges, d'autant plus que la déformation est elle-même fréquente au site donneur (avant-pied rond et orteils en marteau). L'aspect esthétique était peu satisfaisant car le pouce restait grêle, renflé en distal avec un ongle trop petit et un flessum gênant chez l'adulte.

“ Points forts

C'est pour cela que nous réservons le transfert de deuxième orteil aux mutilations sévères de la main où l'aspect esthétique est secondaire et la longueur importante pour permettre de venir en contact avec des doigts longs de mobilité limitée. Son indication reste excellente chez l'enfant où le flessum est rare et le potentiel de croissance excellent.

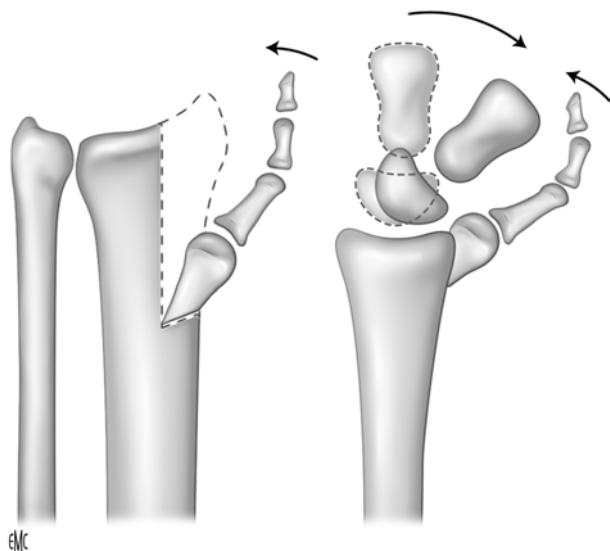


Figure 10. Opération « ergot » par fixation d'un second orteil en face du carpe pour utiliser la mobilité de celui-ci pour aller à la rencontre du second orteil dont la mobilité est en règle limitée.

Transfert au radius

Son indication peut se discuter exceptionnellement dans les amputations de la main au niveau carpométacarpien pour lesquelles nous avons proposé une opération « ergot », [40] qui est une modification du procédé de Furnas et Vilkki. [41] Ces auteurs avaient transplanté un orteil (le premier pour Furnas et le second pour Vilkki) sur le bord radial du radius. Son implantation sur la face antérieure du radius permet de bénéficier de la mobilité bien utile du carpe (Fig. 10). Cette technique donne une fonction meilleure que celle obtenue par la reconstruction « distale », à l'aide de deux transferts, l'un sur les doigts longs et l'autre sur le pouce. L'implantation proximale permet, en effet, de disposer de nombreux transferts tendineux pour animer le transfert.

« Wrap around »

Enfin, une chirurgie accordant une plus grande considération à l'aspect esthétique du pouce s'est enrichie, la même année, du « wrap-around » de Morrison [34] et de nos techniques dites « sur mesure ». [35]

Morrison prélève sur le gros orteil un lambeau cutané incluant le complexe unguéal. Il en habille un greffon iliaque taillé sur mesure. L'avantage esthétique immédiat est indéniable mais, comme nous l'avons souligné dès 1982, [7] l'absence de vascularisation osseuse conduit trop fréquemment à la résorption secondaire, avec son corollaire inesthétique, la bascule unguéale. Du point de vue fonctionnel, la prise fine est gênée par cet ongle en griffe et par l'apparition d'une mobilité en « chaussette » des parties molles. C'est pourquoi nous avons proposé de modifier la technique par le prélèvement d'un lambeau composite monobloc préservant l'apport vasculaire commun au revêtement cutané et au fragment osseux (Fig. 11). Du point de vue technique, nous pensons devoir insister sur le prélèvement osseux, commun à presque toutes les techniques de « sur mesure » dont nous parlerons plus loin : c'est le prélèvement osseux longitudinal (POL) (Fig. 12). Cette ostéotomie longitudinale oblique de la seconde phalange du gros orteil a de nombreux avantages : maintien de la vascularisation du greffon évitant la résorption secondaire, réduction du squelette du gros orteil trop large pour le pouce, protection du pédicule nourricier par inclusion du ligament latéral de la phalange, préservation de la longueur du gros orteil donneur et, enfin, possibilité de cintrage de l'ongle autour du fragment osseux pour en diminuer la projection visuelle (par effet de « trompe l'œil » [8, 42, 43]). Dans une étude non publiée, Bolleker a montré chez 30 sujets que le pouce est en moyenne de 22 % plus étroit que le premier orteil (sans différence entre les sexes). Les autres raffinements techniques communs à toutes ces interventions

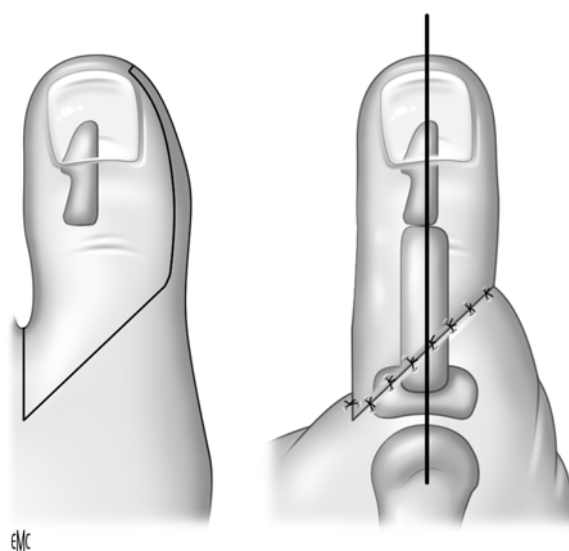


Figure 11. Modification de la technique de Morrison dite « wrap around » pour éviter la résorption osseuse distale d'une greffe non vascularisée. Le greffon prélevé en bloc avec l'enveloppe cutanée garde sa vascularisation.

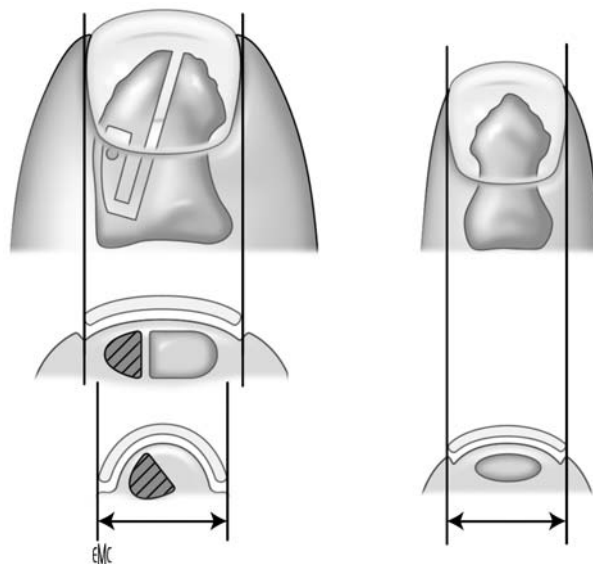


Figure 12. La technique de prélèvement osseux longitudinal (POL) d'un fragment osseux vascularisé à partir de la phalange distale du gros orteil protège l'artère et permet de courber l'ongle pour en diminuer la projection visuelle (technique dite de « l'illusion »). Cet artifice réduit visuellement l'ongle sans risquer la dystrophie unguéale.

résolument orientées vers une amélioration de l'apparence sont : un dégraissage soigneux de la base du transfert (pour éviter tout renflement, complété par la compression élastique en postopératoire), la rançon cicatricielle dorsale minimisée par une courte incision transversale au niveau des vaisseaux de la tabatière (et le passage sous-cutané des pédicules), une suture au niveau du moignon de pouce brisée par les lambeaux triangulaires dorsaux et palmaires...

Même modifié, le « wrap around » n'apporte pas de mobilité supplémentaire et reste contre-indiqué chez l'enfant du fait de l'absence de cartilage de croissance. Notre expérience nous a montré que la rigidité du néopouce a deux conséquences : d'une part une gêne dans la précision de la prise, et d'autre part la difficulté de son escamotage l'exposant à des traumatismes. Même taillé court, ce pouce fait saillie lorsque le poing est fermé et nous avons déploré trois fractures, dont deux ouvertes. Il est donc logique, soit d'accepter un pouce « court », soit d'en assurer la mobilité.

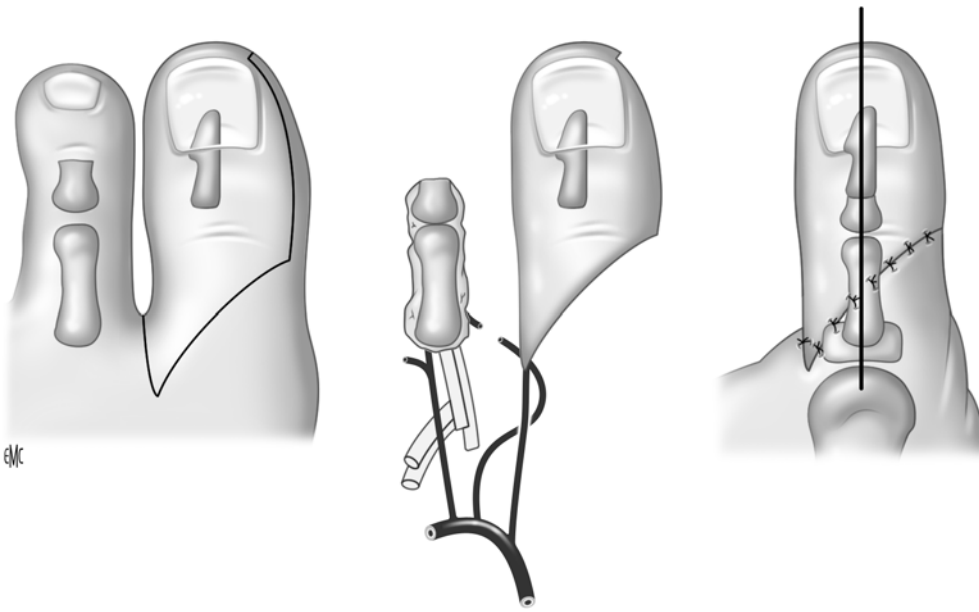


Figure 13. Le « Twisted Two Toes » comportant le prélèvement sur les pédicules vasculaires des deux premiers espaces de l'articulation (et de ses tendons) du second orteil met l'enveloppe cutanée du gros orteil (avec son greffon osseux vascularisé). L'articulation est ensuite simplement glissée dans l'enveloppe cutanée pour reconstruire un pouce à deux phalanges.

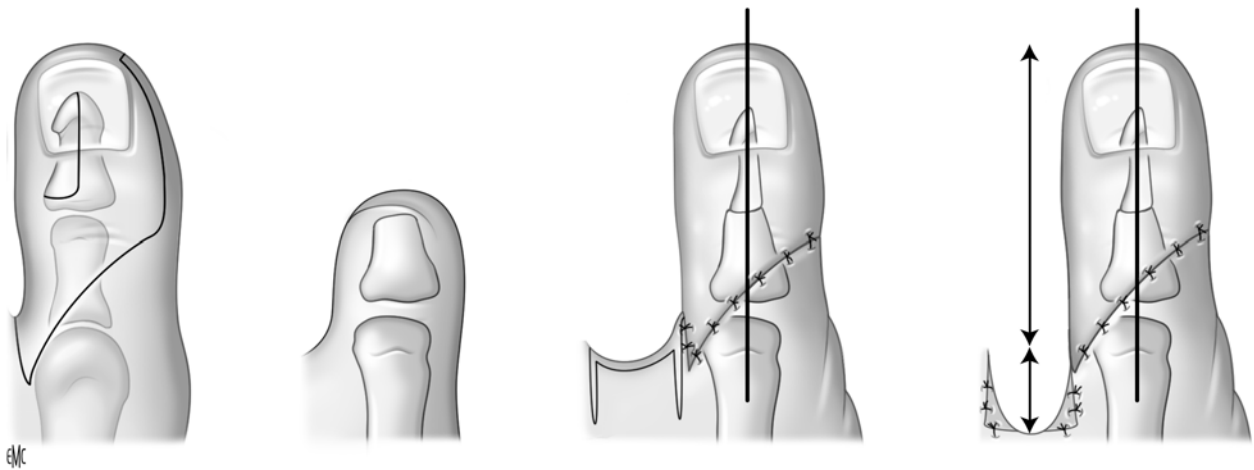


Figure 14. Allongement dit « bipolaire » car constitué d'un creusement de la première commissure et d'un allongement distal « sur mesure » par lambeau composite de pulpe, d'ongle et d'os vascularisé.

Technique du « TTT »

Une mobilité peut être obtenue par ce que nous avons appelé [8, 9, 35, 36] le « Twisted Two Toes » (TTT). Cette technique a évolué depuis notre publication princeps [35] et a fait disparaître tout « twist ». Dans sa version actuelle (Fig. 13), nous prélevons sur les vaisseaux du premier et du deuxième espace, une partie du premier et du second orteil. Sur le gros orteil est prélevé un ensemble comprenant la moitié externe de l'enveloppe cutanée, un fragment osseux (POL) et le complexe unguéal. Sur le second orteil, c'est l'articulation IPP avec le squelette avoisinant et l'appareil tendineux qui sont emportés. Par simple translation latérale, le squelette du deuxième orteil est glissé dans l'enveloppe cutanée pour être solidarisé au fragment osseux du gros orteil par brochage axial, reconstituant un pouce à deux phalanges. Enfin, la couverture du premier rayon donneur est assurée par la cheiroplastie du deuxième orteil après sacrifice proximal du second métatarsien.

Les indications du TTT sont les mêmes que celles du « wrap around », c'est-à-dire les amputations proches de la MP du pouce avec une possibilité d'extension aux amputations du tiers distal du premier métacarpien. Il faut alors incorporer dans le prélèvement du second orteil non seulement l'IPP mais aussi l'articulation métatarsophalangienne basculée en flexion palmaire de 45° (pour éviter, comme expliqué plus haut, la déformation distale en « Z »).

L'inconvénient majeur du TTT est son apparente sophistication. Sinon, ses avantages sont évidents : une excellente stabilité

pulpaire (par conservation des septa), une mobilité IP (en moyenne 30° sur une série de 7 cas), la possibilité de croissance chez l'enfant, et la stabilité du revêtement cutané du gros orteil dont par ailleurs la longueur est sauvegardée.

Allongement « bipolaire »

C'est une alternative, [8, 9, 44] évidemment plus simple, à réserver à l'adulte lorsque l'amputation a conservé un court segment de première phalange. Le prélèvement ne concerne que le gros orteil, levant en bloc le fragment osseux vascularisé (POL), la pulpe et le complexe unguéal. Cet allongement « réel » d'environ 2 cm est alors associé à l'allongement « relatif » obtenu par le creusement de la première commissure (Fig. 14) par plastie d'Ostrowski. La couverture dorsale du gros orteil est assurée en associant le lambeau « orteils croisés » de Hamilton (prélevé à la face plantaire du second orteil) à une greffe mince (prélevée au niveau de la surface non portante de la voûte plantaire). Le pouce « court » ainsi reconstruit est moins exposé aux traumatismes mentionnés plus haut, tout en autorisant une prise commissurale cylindrique satisfaisante. La rançon du site donneur est minime et le prélèvement osseux iliaque évité.

Reconstruction après amputation distale

Elle ne fait pas l'unanimité et certains chirurgiens, comme Strickland, n'en voient pas l'utilité. Nous lui conservons une place de choix chaque fois que la restitution de la longueur du pouce et la présence de l'ongle sont nécessaires à l'esthétique et

“ *Points forts*

Ces trois techniques, *wrap around*, TTT et allongement bipolaire s'adressent aux amputations du pouce voisines de la MP chez le sujet jeune, motivé, présentant au moins trois doigts longs intacts de sorte qu'au résultat fonctionnel s'ajoute l'avantage esthétique d'une main à quatre ou cinq doigts avec un pouce d'apparence satisfaisante.

à la fonction. Elle s'adresse donc à des sujets jeunes, ayant une activité manuelle de dextérité ou un souci esthétique clairement exprimé. Les musiciens, principalement ceux jouant un instrument à cordes sont d'excellentes indications. Les techniques varient selon le type d'amputation : transversale (autour de l'IP), ou oblique, prédominant soit sur le versant dorsal soit sur la face palmaire (Fig. 15) et plus rarement sur le versant latéral.

Amputation transverse

Dans l'amputation transverse, un moignon insuffisant, porteur d'un névrome douloureux peut être très amélioré par un transfert « sur mesure » identique à celui que nous avons décrit avec l'allongement bipolaire moins le creusement commissural (Fig. 15B).

Amputation oblique palmaire

Elle n'exige qu'un transfert de pulpe. En revanche, quand la lésion emporte plus de la moitié du lit unguéal, il est possible de prélever sur le gros orteil homolatéral, [8, 9, 35] en monobloc, le fragment osseux (POL) avec la pulpe et un lambeau distal du lit unguéal (Fig. 15A). Ce lit unguéal est enroulé autour du fragment osseux permettant l'allongement et l'appui nécessaires pour éviter la bascule en griffe de l'ongle.

Amputation oblique dorsale

Dans les amputations obliques dorsales, lorsque l'ongle a disparu avec sa matrice, il est possible de ne transférer que le complexe unguéal avec un lambeau cutané dorsal. Souvent le squelette est aussi intéressé, induisant un raccourcissement parfois important alors que la peau palmaire est intacte. C'est là une excellente indication du transfert composite osseux (POL) et du complexe unguéal (Fig. 15C). [38] La reprise de l'activité est rapide du fait de la sensibilité normale de la peau palmaire intacte et pour cette même raison la limite d'âge peut être franchie.

Dégantage

Enfin, un dernier point particulier est représenté par le dégantage traumatique (avulsion) ou chirurgical (excision tumorale). Il peut être traité, lorsqu'il est limité, par un transfert sur mesure, sans prélèvement osseux. Mais en cas de perte étendue il nous semble préférable d'utiliser un lambeau, par exemple antébrachial pour ne pas avoir à trop « déshabiller » le gros orteil sur lequel nous ne prélevons que l'ensemble pulpe et complexe unguéal. On comprend cependant l'importance d'un compte rendu opératoire d'urgence précisant l'état des nerfs collatéraux souvent gravement avulsés dans ce type de traumatisme. Seule la présence d'un nerf en bon état rend possible ce type de transfert secondaire avec une discrimination sensitive justifiant l'intervention. En cas d'avulsion nerveuse sévère, un lambeau hétérodoctyle de Littler reste la meilleure option pour améliorer la sensibilité palmaire.

Résultats

Que peut-on attendre de ces transferts sur mesure ? Nous en avons analysé 45 cas, avec un recul moyen de 4,5 ans. [43] Dans 88 % de ces cas, les doigts longs étaient indemnes. Nous avons noté la fréquence des retards de cicatrisation au pied (temps moyen de cicatrisation de 66 jours), mais aucune réintervention n'a été nécessaire et la rançon finale a été pratiquement

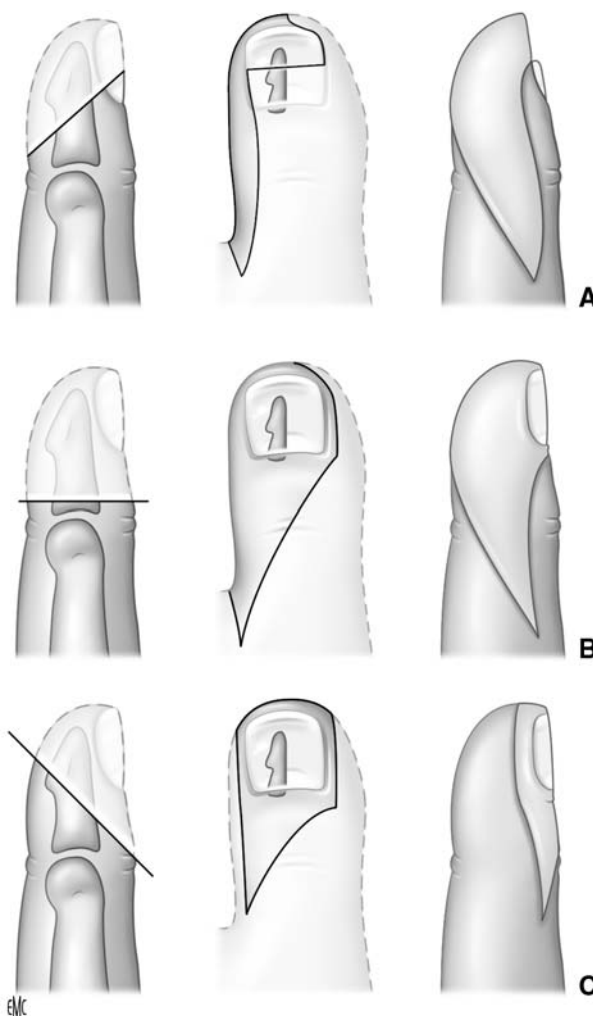


Figure 15. Reconstruction « sur mesure » distale.

A. Dans les amputations obliques palmaires par lambeau de pulpe, de lit unguéal et d'os.

B. Dans les amputations transverses par lambeau composite de pulpe, d'ongle et d'os.

C. Dans les amputations obliques dorsales par lambeau d'ongle et d'os.

négligeable. Le taux d'échec (6 %) est plus élevé que celui de notre série globale de 254 transferts d'orteils (3 %) ; cela s'explique par une technique plus délicate et le fait que nous n'ayons pu disposer que d'un seul pédicule artériel dans 79 % des cas. Ce facteur s'est avéré déterminant dans la revue de nos transferts de deuxième orteil où nous n'avons observé aucune complication vasculaire postopératoire lorsque le transfert était nourri par au moins deux pédicules. [37] Signalons qu'aucun patient n'a exclu son pouce de la prise et la discrimination moyenne a été de 7 mm. Tous les patients ont repris leur activité professionnelle dont 95 % dans le même poste et ceci après un arrêt de travail moyen de 154 jours. Pour l'évaluation esthétique, Binhamer a développé un score prenant en compte longueur, diamètre, aspect de l'ongle et cicatrices dorsales : notre technique du POL, a donné un score moyen de 3,5 sur 5.

■ Indications

Nous avons, chemin faisant, mis déjà sur pied nos conceptions des indications en fonction du niveau d'amputation. Si c'est là un facteur important, ce n'est pas, loin s'en faut, le seul. Parmi les autres facteurs influençant la décision nous analysons ceux concernant le patient, le type de traumatisme et le chirurgien.

Facteurs dépendant du chirurgien

Ce sont certainement les facteurs concernant le chirurgien qui devraient jouer le rôle le plus modeste, du moins dans nos

Tableau 3.

Tentative de schéma des indications, contre-indications, avantages et inconvénients des techniques conventionnelles.

| Méthodes | Contre-indications | Indications | Inconvénients | Avantages |
|---|---|---|---|---|
| Abstention | Jeune, bien motivés, travailleur manuel, musiciens | Exclusion Mauvais terrain | Incapacité importante | Simplicité |
| Prothèse esthétique | Travailleur manuel, musiciens | Chirurgie impossible ou contre-indiquée | Pas de sensibilité Peu de stabilité (sauf ostéo-intégration) | Apparence |
| Creusement commissural | Peau cicatricielle | Amputation distale | Allongement limité « relatif » | Simplicité Pas d'hospitalisation |
| Reconstruction ostéoplastique | Pas d'îlot hétérodactyle possible | Âge > 40 ans Avulsion | Multiples opérations Inesthétique Peau instable (Résorption osseuse) Pas de mobilité supplémentaire | Simplicité relative Pas d'hospitalisation |
| Allongement par distraction progressive | Moignon douloureux Longueur insuffisante | Bon moignon Au moins 2/3 du métacarpe présent Âge dans la quarantaine | Multiples opérations Temps d'AT prolongé Pas de mobilité supplémentaire Fréquentes complications (mineures) Allongement limité (40-100 %) | Bonne sensibilité Pas de résorption osseuse Pas d'hospitalisation |
| Pollicisation d'un doigt intact | Mutilation multidigitale | Pas de TM Pas de muscles thénariens | Diminution de la force de poigne Intégration corticale incomplète Aspect grêle | Bonne mobilité Bonne trophicité Une seule opération Sensibilité préservée |
| Pollicisation d'un moignon | Nombreux rayons mutilés Moignon douloureux Couverture des parties molles insuffisante | Moignon de longueur suffisante Bonne vascularisation Bonne sensibilité (au moins ulnaire) | Diminution de la force de poigne Pas de mobilité supplémentaire Intégration corticale inconstante | Bonne sensibilité Bonne trophicité Si D2 améliore esthétique et commissure Une seule opération |

pays dits « développés » ; une indication de transfert d'orteil ne peut être « remplacée » par celle d'une reconstruction ostéoplastique en raison de la non-compétence du chirurgien dans le domaine microchirurgical ; dans le même ordre d'idées, il nous paraît douteux de procéder à un transfert de deuxième orteil « parce que la technique est plus simple ». En face de Charybde se trouve Scylla et l'ignorance de la chirurgie « conventionnelle » conduit à des prouesses microchirurgicales inutiles et fonctionnellement souvent médiocres.

Facteurs dépendant du patient

Une bonne « évaluation » du patient est essentielle car beaucoup de facteurs vont intervenir : âge, sexe, situation professionnelle et activités de loisir, pathologies associées, motivations, desiderata, profil psychologique, culture, etc. L'âge est pour nous un facteur capital, comme nous l'a enseigné la revue de nos cas : en chirurgie de la main on n'a pas « l'âge de ses artères » mais celui de ses nerfs de sorte que la quarantaine nous paraît le « Rubicon » au-delà duquel les résultats de la discrimination sont trop souvent décevants après neurotisation. Des pathologies associées, vasculaires ou nerveuses (tabagie, diabète, neuropathie, maladie de Raynaud), ne peuvent être négligées. Un patient peu motivé, à tendance dépressive, n'est pas un bon candidat pour une chirurgie complexe suivie d'un programme de rééducation de la sensibilité... Un guitariste, en revanche, est plus motivé pour la réparation d'un ongle sur sa main dominante tandis que le sportif est plus réservé face à un transfert de premier orteil. En cas de doute sur la demande, de vécu difficile de l'accident, de conflits professionnels non résolus ou d'espérance irréaliste, une consultation psychologique est conseillée. Vingt-cinq ans de collaboration avec une psychanalyste constamment présente aux consultations nous a évité de nombreux pièges. Enfin le « beau » n'est pas l'apanage du sexe féminin et la qualité esthétique doit être recherchée et respectée dans les deux sexes. Là, plus qu'ailleurs, l'aphorisme de Vilain est vrai : « l'esthétique, c'est déjà la fonction ». Nous le redisons, un pouce « fonctionnel », du point de vue du chirurgien, mais

estimé « laid » par le patient est le plus souvent profondément enfoui au fond d'une poche... et donc peu utilisé. C'est pour nous un argument pour habiller certaines reconstructions peu esthétiques d'une prothèse de Pilet. Enfin, ayant été amenés à opérer dans nombre de pays, nous avons pris conscience des différences culturelles auxquelles il faut rester attentif (quasi-primauté de l'apparence sur la fonction dans les pays arabiques, en Chine, au Japon, port de nu-pieds en Israël, etc.)

Mécanisme lésionnel

Enfin, le mécanisme lésionnel mérite une enquête car, bien que cela soit oublié dans la littérature, l'avulsion est une contre-indication relative, comme nous l'avons déjà précisé, aux transferts d'orteil, en raison des lésions nerveuses étendues. La dominance et l'état des doigts longs et de la main opposée sont à l'évidence des jalons pour le choix technique : on évite évidemment de paupériser par une pollicisation de moignon une main déjà gravement mutilée et on préfère l'enrichir de l'apport d'un transfert d'orteil. La mobilité des doigts de la pince a aussi une influence directe sur la longueur à donner au pouce car un pouce « long » est nécessaire en cas de raideur des doigts opposés. Même le délai entre le traumatisme et la consultation est important et les reconstructions tardives sont souvent décevantes, posant des problèmes d'intégration dans l'activité quotidienne.

En fait, là comme ailleurs en chirurgie, l'indication est une question de cas d'espèce et les schémas que nous proposons (Tableaux 3,4) sont forcément imparfaits du seul fait de leur simplicité.

Conclusion

En conclusion, la reconstruction du pouce après mutilation n'est simple qu'en urgence, lorsque le segment amputé est apte à la replantation. En secondaire, les techniques « classiques » gardent leur place et les possibilités microchirurgicales n'ont fait qu'enrichir l'arsenal technique.

Tableau 4.

Tentative de schéma des indications, contre-indications, avantages et inconvénients des techniques microchirurgicales.

| Méthodes | Contre-indications | Indications | Inconvénients | Avantages |
|-----------------------------|--|--|---|--|
| Transfert de second orteil | > 35 ans, exigeant esthétiquement | Atteinte multidigitale Enfants | Inesthétique Flessum (3 phalanges) Mobilité limitée | Simplicité Longueur peu limitée Bonne croissance |
| Transfert de premier orteil | > 35 ans sportifs port de nu-pieds | Pas d'autre alternative dans mutilation bilatérale | Longueur limitée Séquelles fonctionnelles et esthétiques du site donneur | Apparence meilleure que le second orteil Pas de flessum Nerfs plus congruents Bonne croissance |
| « Wrap-around » | > 35 ans Amputation proximale Enfant en croissance | Amputation au niveau MP | Allongement limité Résorption osseuse Rigidité Site donneur (greffe) Instabilité de la peau du gros orteil | Bon aspect esthétique (sauf si ongle en griffe) |
| « Sur mesure » | > 35 ans mutilation multidigitale | Sujet motivé Tous les niveaux du 1/3 moyen M1 à la MP Atteinte isolée de D1 | Plus exigeant techniquement | Bon aspect esthétique Préservation du gros orteil Stabilité de la peau du site donneur |

“ Quelques adages

Si l'opposition n'est pas le propre de l'homme c'est le propre du pouce. Par cette position en face des autres doigts et par sa force il représente presque la moitié de la main.

Il ne faut pas confondre le pouce « parfait » et le pouce « suffisant » pour être intégré à la fonction de la main. Malheureusement, en chirurgie reconstructive il faut parfois se contenter d'un pouce « suffisant » et en connaître les qualités minimales requises.

Ce serait une erreur de ne considérer le pouce que comme un instrument en ignorant sa valeur symbolique et esthétique.

Un greffon osseux classique mis en intercalaire ne se résorbe pas (à moins d'une infection) mais mis en distal, au niveau digital, il se résorbe... avec le temps, entraînant instabilité de la peau et déformation en griffe de l'ongle.

Ce serait une erreur d'opposer les techniques conventionnelles aux techniques microchirurgicales. Ce serait pire d'oublier les premières pour sacrifier à l'attrait technique des secondes.

Il faut se méfier de la soi-disant demande « purement fonctionnelle » du patient qui hésite toujours à formuler ses desiderata esthétiques en cas de mutilation traumatique, du moins avant l'intervention. Ses plaintes concernant l'aspect du pouce seront souvent plus claires à comprendre en postopératoire.

Une dimension supplémentaire dans la reconstruction du pouce de l'enfant est la préservation d'un potentiel de croissance.

Derrière le moignon de pouce se cache (par chance difficilement) un patient avec son histoire, sa culture, ses motivations, ses passions, son travail, ses goûts, son vécu de l'accident, etc. L'ignorer c'est vouer une prouesse chirurgicale à un échec fonctionnel.

■ Références

- [1] Littler JW. On making a thumb: one hundred years of surgical effort. *J Hand Surg [Am]* 1976;**1**:35-51.

- [2] Littler JW. The neurovascular pedicle method of digital transposition for reconstruction of the thumb. *Plast Reconstr Surg* 1953;**12**:303-19.
- [3] Verdan CL. The reconstructive of the thumb. *Surg Clin North Am* 1968;**48**:1033-61.
- [4] Buck Gramcko D. Thumb reconstruction by digital transposition. *Orthop Clin North Am* 1977;**8**:329-42.
- [5] Foucher G, Norris RW. Distal and very distal digital replantations. *Br J Plast Surg* 1992;**45**:199-203.
- [6] Dap F, Bour C, Brugger H, Foucher G, Merle M. Le coût socio-économique des replantations digitales : à propos de 40 replantations du pouce. *Ann Chir Main* 1989;**8**:78-83.
- [7] Foucher G. Indication du transfert osseux vascularisé en chirurgie de la main. *Rev Chir Orthop* 1982;**68**(suppl2):38-9.
- [8] Foucher G. Reconstruction du pouce. In: *Cahier d'enseignement du GEM*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1993. p. 65-76.
- [9] Foucher G, Smith D. Indications in secondary reconstruction of the thumb. In: Foucher G, editor. *Reconstruction surgery in hand mutilation*. London: Martin Dunitz; 1997. p. 67-73.
- [10] Gillies HD, Millard DR. *The principles and art of plastic surgery*. Boston: Little Brown and London: Butterworths; 1957.
- [11] Ostrowski DM, Feagin CA, Gould JS. A three-flap web-plasty for release of short congenital syndactyly and dorsal adduction contracture. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:634-41.
- [12] Lundborg G, Brademark PI, Rosen B. Osteointegrated thumb prostheses: a concept for fixation of digit prosthetic devices. *J Hand Surg [Am]* 1996;**21**:216-9.
- [13] Chase RA. An alternate to pollicization in subtotal thumb reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1969;**44**:421-30.
- [14] Broadbent TR, Woolf RM. Thumb reconstruction with contiguous skin-bone pedicle graft a case report. *Plast Reconstr Surg* 1960;**26**:494-9.
- [15] Foucher G, Van Genechten F, Merle M, Michon J. Single stage thumb reconstruction by a composite forearm island flap. *J Hand Surg [Br]* 1984;**9**:245-8.
- [16] Foucher G, Gilbert A, Merle M, Jacob Y. Lambeau radial "chinois". In: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson; 1984. p. 244-9.
- [17] Foucher G, Citron N, Hoang P. Technique and applications of the forearm flap in surgery of the hand. In: Urbaniak JR, editor. *Microsurgery for major limb reconstruction*. St Louis: CV Mosby; 1987. p. 256-63.
- [18] Biemer E, Stock W. Total thumb reconstruction: one stage reconstruction using an osteo-cutaneous forearm flap. *Br J Plast Surg* 1983;**36**:52-6.
- [19] Hu W, Martin D, Foucher G, Baudet J. Utilisation du lambeau inter-osseux antérieur en îlot a contrario en chirurgie de la main : à propos de 15 cas. *Ann Chir Plast Esthet* 1994;**39**:288-300.

- [20] Doi K, Hattori S, Kawai S, Nakamura S, Kotani H, Matsuoka A, et al. New procedure on making a thumb-one-stage reconstruction with free neurovascular flap and iliac bone graft. *J Hand Surg [Am]* 1981;**6**: 346-50.
- [21] Matev IB. Thumb reconstruction after amputation at the metacarpophalangeal joint by bone lengthening. *J Bone Joint Surg Am* 1970;**52**:957-65.
- [22] Foucher G, Hultgren T, Merle M, Braun JM. L'allongement digital selon MATEV : à propos de 20 cas. *Ann Chir Main* 1988;**7**:210-6.
- [23] Foucher G, Lamas C, Mir X. Reconstrucción digital según técnica de Matev. Estudio de 45 casos. *Rev Iber Cir Mano* 2000;**27**:31-9.
- [24] Campbell-Reid DA. Reconstruction of the thumb. *J Bone Joint Surg Br* 1960;**42**:444-65.
- [25] Foucher G, Rostane S, Chammas M, Smith D, Allieu Y. Transfer of a severely damaged digit to reconstruct an amputated thumb. *J Bone Joint Surg Am* 1996;**78**:1889-96.
- [26] Gosset J. La pollicisation de l'index (technique chirurgicale). *J Chir (Paris)* 1949;**65**:403.
- [27] Loda G. The vascular rein technique: a new way for thumb reconstruction. *Ann Chir Main Memb Super* 1991;**10**:251-4.
- [28] Van Overstraeten L, Foucher G. Étude comparative des résections métacarpiennes et des translocations après amputations des doigts médians. *Ann Chir Main* 1995;**14**:74-83.
- [29] Leviet D. La translocation de l'auriculaire par ostéotomie intracarpienne. *Ann Chir Main* 1982;**1**:45-56.
- [30] Foucher G, Nagel D, Briand E. Microvascular great toe nail transfers after conventional thumb reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1999;**103**:570-6.
- [31] Morrison WA, O'Brien BM, MacLeod AM. Ring finger transfer in reconstruction of transmetacarpal amputations. *J Hand Surg [Am]* 1984;**9**:4-11.
- [32] Buncke Jr. HJ, McLean DH, George PT, Creech BJ, Charter NL, Commons GW. Thumb replacement - Great toe transplantation by microvascular anastomosis. *Br J Plast Surg* 1973;**26**:194-201.
- [33] Cobbett JR. Free digital transfer. Report of a case of transfer of a great toe to replace an amputated thumb. *J Bone Joint Surg Br* 1969;**51**: 677-9.
- [34] Morrison WA, O'Brien BM, MacLeod AM. Thumb reconstruction with a free neurovascular wrap-around flap from the big toe. *J Hand Surg [Am]* 1980;**5**:575-83.
- [35] Foucher G, Merle M, Maneaud M, Michon J. Microsurgical free partial toe transfer in hand reconstruction: a report of 12 cases. *Plast Reconstr Surg* 1980;**65**:616-27.
- [36] Foucher G, Van der Kar T. Twisted two toes technique in thumb reconstruction. In: *Reconstruction of the thumb (Lamb)*. London: Chapman and Hall; 1989. p. 275-9.
- [37] Foucher G, Moss AL. Microvascular second toe to finger transfer: a statistical analysis of 55 transfers. *Br J Plast Surg* 1991;**44**:87-90.
- [38] Foucher G, Braun FM, Smith DT. Custom-made free vascularized compound toe transfer for traumatic dorsal loss of the thumb. *Plast Reconstr Surg* 1991;**87**:310-4.
- [39] Foucher G, Norris RW. The dorsal approach in harvesting the second toe. *Int J Microsurg* 1988;**4**:185-7.
- [40] Foucher G. Une modification de la technique de Furnas et Vilkki dans la reconstruction des mains carpiennes congénitales ou traumatiques. *Ann Chir Main* 1995;**14**:103-8.
- [41] Furnas DW, Achauer BM. Microsurgical transfer of the great toe to the radius to provide prehension after partial avulsion of the hand. *J Hand Surg [Am]* 1983;**8**:453-60.
- [42] Foucher G, Sammut D. Aesthetic improvement of the nail by the illusion technique in partial toe transfer for thumb reconstruction. *Ann Plast Surg* 1992;**28**:195-6.
- [43] Foucher G, Binhammer P. Plea to save the great toe in total thumb reconstruction. *Microsurgery* 1995;**16**:373-6.
- [44] Foucher G, Chabaud M. The "bipolar lengthening" technique. A modified partial toe transfer for thumb reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1998;**102**:1981-7.

G. Foucher (IFSSH@aol.com).

Université de Las Palmas, Espagne ; 6, boulevard du Président Edwards, 67000 Strasbourg France.

J. Medina.

Université de Las Palmas, Espagne ; Hospital Insular de Gran Canaria, Las Palmas, España.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Foucher G., Medina J. Chirurgie reconstructive après amputation traumatique du pouce. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-382, 2005.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Fractures des phalanges et des métacarpiens

P Bellemère
F Chaise
E Gaisne
T Loubersac
P Poirier

Résumé. – Les fractures des phalanges et des métacarpiens sont parmi les traumatismes fracturaires les plus fréquents et offrent une grande diversité anatomopathologique. Nul ne peut ignorer le grave retentissement fonctionnel que ces fractures peuvent entraîner par le biais de l'œdème, d'adhérences tendinopériostées, de raideurs articulaires ou de consolidation en position vicieuse.

Le but de leur traitement est donc d'assurer leur consolidation en position anatomique tout en autorisant une mobilisation de la chaîne digitale la plus précoce possible.

Dans la grande majorité des cas, ce but peut être atteint par le seul traitement orthopédique qui, loin d'être un abandon thérapeutique, exige au contraire une grande rigueur dans sa réalisation et dans son suivi afin d'obtenir un résultat optimal.

L'ostéosynthèse, quand elle est envisagée, doit avoir pour ambition de supplanter le traitement orthopédique en termes de stabilisation fracturaire, de durée d'immobilisation et de complication potentielle. La grande variété des techniques d'ostéosynthèse permet, en fonction de la localisation fracturaire, de choisir la solution la plus adaptée au type de trait et aux éventuelles lésions associées.

Les complications liées directement à la fracture comme les cals vicieux et les pseudarthroses sont simplement envisagées, tout comme les spécificités des fractures survenant chez l'enfant.

© 2003 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : fracture de phalange, fracture de métacarpien, traitement orthopédique, ostéosynthèse, fracture ouverte, fracture de l'enfant.

Généralités

RAPPEL ANATOMIQUE

■ Métacarpe

Le métacarpe constitue le squelette de la région palmaire ou paume de la main. C'est une sorte de « gril osseux », quadrilatère formé par cinq os, les métacarpiens, intermédiaires entre carpe avec lequel ils s'articulent et le squelette des doigts qui continue la direction de chacun d'eux.

Ainsi se trouve constituée une chaîne digitale osseuse, mobile, polyarticulaire, constituée de trois phalanges et d'un métacarpien, à l'exception du pouce où il n'existe que deux phalanges. Parmi ces éléments osseux, on peut distinguer deux groupes d'éléments, les uns fixes, les autres mobiles :

– les structures fixes comprennent la dernière rangée des os du carpe ainsi que les deux métacarpiens centraux (le deuxième et le troisième) ;

– les structures mobiles comprennent les éléments phalangiens ainsi que les métacarpiens externes (le premier et le cinquième).

■ Arches

Chaque métacarpien présente une légère courbure à concavité antérieure. De même, le corps de chaque phalange décrit une légère courbure à concavité antérieure. Ainsi se trouve constituée une première arche longitudinale mobile en fonction du jeu des surfaces articulaires interphalangiennes et métacarpophalangiennes. Au niveau du carpe se trouve réalisée une arche transversale proximale qui présente une forte concavité antérieure (fig 1). En deçà, l'arche transversale métacarpienne, également à concavité antérieure, présente une grande capacité d'adaptation du fait de la mobilité des métacarpiens externes (le premier et le cinquième). La clef de voûte de ces deux arches se trouve située au niveau des articulations métacarpophalangiennes dont l'épaisse capsule antérieure (plaque palmaire) limite l'hyperextension. Les doigts longs mis en flexion ne sont pas parallèles. Ils convergent tous vers la base de l'éminence thénar en regard du scaphoïde (fig 2).

■ Phalanges

Le squelette de chaque doigt est formé de trois colonnettes osseuses superposées : les phalanges. Les phalanges, désignées sous le nom de première (P1) ou phalange proximale, seconde ou phalange intermédiaire (P2), troisième ou phalange distale (P3), offrent un volume progressivement décroissant. Le pouce n'a que deux phalanges ; mais l'histoire du développement de ce doigt prouve

Philippe Bellemère : Chirurgien de la main, chirurgien orthopédiste, ancien interne, ancien chef de clinique-assistant des Hôpitaux.

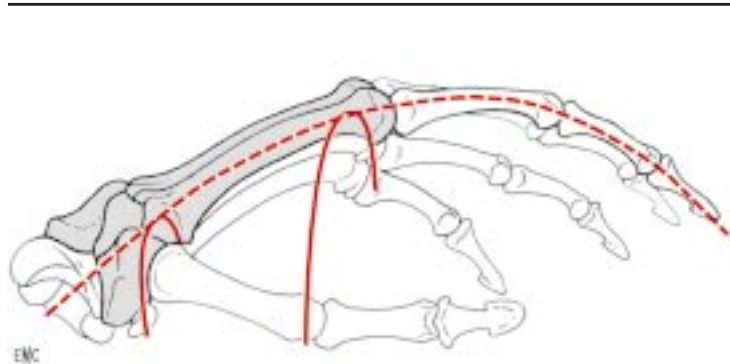
Francis Chaise : Chirurgien de la main, chirurgien orthopédiste, ancien interne, ancien chef de clinique-assistant des Hôpitaux.

Étienne Gaisne : Chirurgien de la main, chirurgien orthopédiste, ancien interne, ancien chef de clinique-assistant des Hôpitaux.

Thierry Loubersac : Chirurgien de la main, chirurgien orthopédiste, ancien interne, ancien chef de clinique-assistant des Hôpitaux.

Pierre Poirier : Chirurgien de la main, chirurgien orthopédiste, ancien interne, ancien chef de clinique-assistant des Hôpitaux.

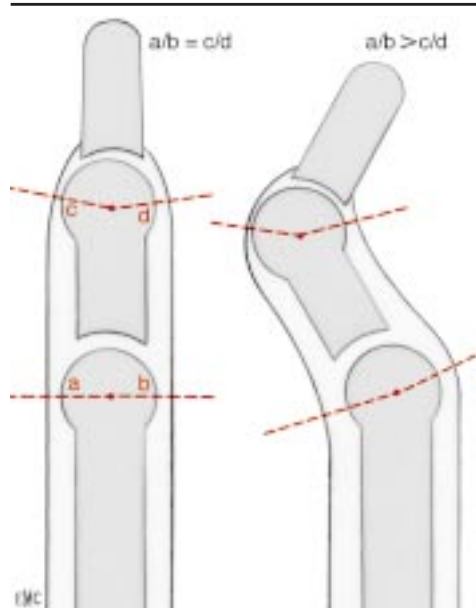
Unité de Chirurgie de la main et du membre supérieur, Nantes Assistance Mains. Clinique Jeanne d'Arc, 21, rue des Martyrs, 44100 Nantes, France.



1 Arches transversales longitudinales de la main.



2 Convergence des doigts fléchis vers la base thénarienne.

3 Rupture d'équilibre de la chaîne biarticulaire. Si les rapports a/b et c/d ne sont pas égaux, la chaîne articulaire ne peut être maintenue droite par les deux tendons antagonistes qui sont de part et d'autre des articulations, et le système bascule dans une position en zigzag.

rapport à cette articulation. Dans les doigts, les tendons (extenseurs et fléchisseurs) franchissent plus d'une articulation. La dynamique d'une chaîne biarticulaire avec un os intercalaire est complexe : le rapport des distances des tendons par rapport aux axes articulaires détermine le mouvement de l'os intercalaire lorsque le système est en charge (fig 3). Toute fracture d'un os, selon son orientation, est soumise à cet équilibre entre les muscles intrinsèques et extrinsèques. Il en résulte un déplacement d'importance variable.

TRAITS DE FRACTURE ET DÉPLACEMENTS (fig 4)

Selon leur situation (épiphysaire, métaphysaire ou diaphysaire) et leur direction, on distingue schématiquement les types suivants :

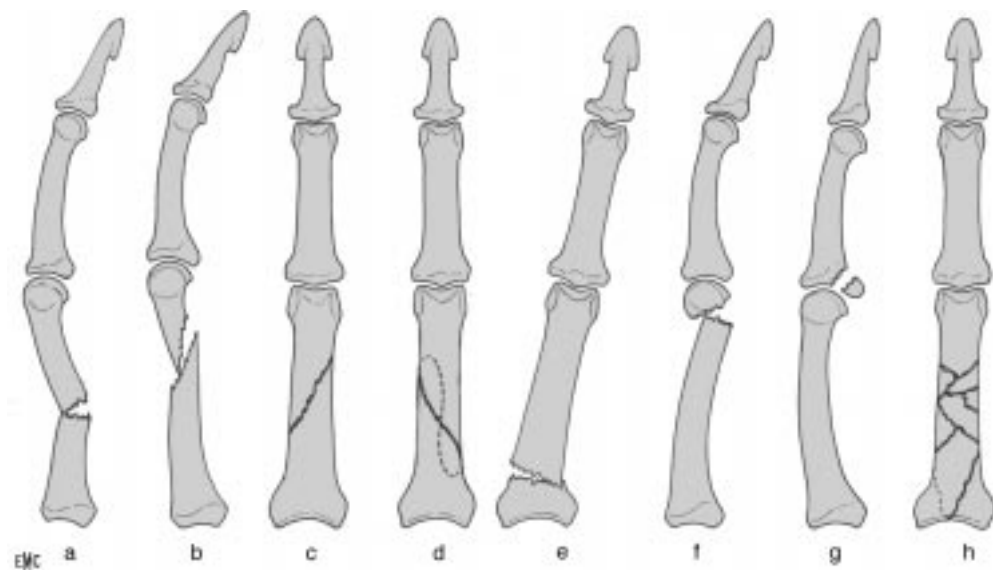
- trait diaphysaire : fracture transversale, oblique courte, oblique longue, spiroïde ;
- trait métaphysaire : fracture proximale ou distale encore appelée fracture du col ;
- trait de fracture avec arrachement des insertions ligamentaires ou tendineuses au niveau des épiphyses ;
- fracture comminutive par écrasement aux diaphyses et aux épiphyses. Les déplacements osseux sont directement liés aux insertions musculaires sur ces mêmes os. Sur le premier métacarpien s'insère le long abducteur du pouce l'opposant et le premier

que le pouce est en réalité pourvu de ses trois phalanges, et que la première est réunie au premier métacarpien, ne formant avec lui qu'un seul os, le premier métacarpien classique.

Aux articulations interphalangiennes proximales et distales, l'épaisse plaque palmaire limite les mouvements d'hyperextension de chacune d'entre elles.

■ Mobilité

Landsmeer^[34], au cours d'une étude anatomique du mouvement des doigts, a montré que la fonction d'un muscle à l'égard d'une articulation ne pouvait être déduite de la position de ce muscle par



4 Traits de fracture. a. Fracture transversale ; b. fracture oblique ; c. fracture oblique à biseau long ; d. fracture spiroïde ; e. fracture métaphysaire proximale ; f. fracture métaphysaire distale ; g. fracture articulaire ; h. fracture comminutive.

interosseux dorsal. Sur les autres métacarpiens s'insèrent les muscles interosseux palmaires et dorsaux, ainsi que, pour le deuxième et le troisième métacarpien, le court abducteur du pouce, le premier et deuxième radial. Du fait de la fracture, les rapports aux axes articulaires ne sont plus égaux, la chaîne articulaire ne peut être maintenue droite par les deux tendons antagonistes (extenseur et fléchisseur) qui sont de part et d'autre des articulations. Le système bascule dans une position en zigzag.

D'autres facteurs s'associent aux déformations : mécanisme et intensité du traumatisme, lésions associées des parties molles périphériques, tendons, ligaments, ...

Une désaxation articulaire lorsqu'elle est permanente ne peut être tolérée. Une désaxation osseuse peut être tolérée selon les segments osseux considérés : les quatrième et cinquième métacarpiens, étant très mobiles, sont susceptibles de compenser certaines angulations de 20 à 35°, alors que les deuxième et troisième métacarpiens, plus fixes, ne peuvent tolérer plus de 10° de désaxation. Nous y reviendrons.

EXAMEN CLINIQUE ET RADIOGRAPHIQUE

■ Fracture fermée

Si certains traumatismes entraînent peu de déplacement, l'examen clinique est surtout orienté par la recherche d'une part d'un œdème localisé, d'un hématome en regard des parties molles, et d'autre part surtout par une douleur élective dans la zone fracturaire. Dans le cas de déformation importante, cette recherche clinique peut être gênée par l'importance d'un hématome ou de l'œdème en relation avec l'ancienneté du traumatisme (délai écoulé).

■ Fracture ouverte

Les circonstances doivent être précisées afin d'apprécier le degré d'ouverture, de souillure. Le délai de survenue, l'existence potentielle de corps étrangers (verre, métal, gravillons, ...), les éventuelles lésions associées des parties molles environnantes (nerfs, artères, tendons, ligaments, ...) sont des éléments essentiels à prendre en compte dans l'attitude thérapeutique.

■ Bilan radiographique

Il comprend trois incidences : face, profil et trois quarts pour les phalanges ; en ce qui concerne les métacarpiens, incidences de face et de trois quarts.

Pour l'articulation trapézométacarpienne, des vues spécifiques sont nécessaires : pouce vu de face « rayon parallèle d'antéro-position », pouce vu de profil rayon parallèle à l'axe flexion-extension (incidence de Kapandji).

Principe du traitement

BUT DU TRAITEMENT

Le but du traitement, qu'il soit orthopédique ou chirurgical, doit être d'obtenir un rétablissement fonctionnel complet et rapide, ce qui suppose certes la consolidation de la fracture en position anatomique, mais aussi l'absence de raideur articulaire et d'adhérences tendinopériostées. Celles-ci sont favorisées par une

immobilisation prolongée ou inadaptée, des abords chirurgicaux extensifs, du matériel d'ostéosynthèse trop volumineux qui limitent le jeu tendineux et capsuloligamentaire. Le principe du traitement de la fracture repose donc sur une méthode adaptée qui doit autoriser, chaque fois que possible, une mobilisation précoce voire immédiate des éléments articulaires ou tendineux proches du foyer de fracture, sans pour autant compromettre la stabilité et la consolidation de celui-ci.

CRITÈRES DE CHOIX

■ Caractéristiques de la fracture

Déplacement

Le déplacement du foyer de fracture peut conduire à trois conséquences :

- locale, par une altération des plans de glissement tendineux ou articulaire et par les lésions tissulaires qu'elle entraîne, favorisant l'œdème et l'hématome source d'une prolifération collagénique responsable d'une raideur. Les mécanismes étiologiques d'écrasement favorisent gravement ces lésions ;
 - mécanique, par la rupture d'un équilibre précaire entre extenseur, fléchisseurs et interosseux qui peut devenir responsable de modifications des amplitudes articulaires ;
 - fonctionnel : une désorientation de la chaîne digitale peut induire un raccourcissement, une angulation ou un trouble de rotation ne se démasquant qu'en position digitale fléchie, avec un défaut de convergence vers le tubercule du scaphoïde et un chevauchement.
- Ainsi, tout déplacement fracturaire doit être réduit en étant particulièrement vigilant aux déplacements des surfaces articulaires, dont les anomalies persistantes peuvent entraîner la survenue de lésions arthrosiques.

Cependant, une bonne tolérance fonctionnelle et anatomique est possible pour certains déplacements extra-articulaires, notamment dans le plan sagittal. C'est le cas des fractures diaphysaires ou épiphysaires des quatrième et cinquième métacarpiens, dont une angulation de 20 à 35° est fonctionnellement acceptable et n'impose pas obligatoirement une réduction. En revanche, les deuxième et troisième métacarpiens ne peuvent tolérer un déplacement supérieur à 15°.

De même, un raccourcissement sans angulation importante ni trouble de la rotation, que l'on peut rencontrer dans certaines fractures spiroïdes métacarpiennes, est fonctionnellement bien toléré jusqu'à 4 ou 5 mm au prix d'un recul, pouvant parfois être jugé inesthétique, et d'une saillie de la tête métacarpienne.

Pour le premier métacarpien, une angulation palmaire jusqu'à 20° est tolérable et bien compensée par la grande mobilité trapézométacarpienne. Au-delà de 30°, la réduction est indispensable.

Aux phalanges, le degré de tolérance d'un déplacement sagittal est minime et ne peut excéder 20°. Dans certains cas les raccourcissements sans angulation ni trouble de rotation peuvent être mal tolérés par un effet de butée en flexion sur l'extrémité d'une spire (fig 5).

Stabilité

Ce critère est souvent difficile à apprécier, mais la distinction entre une fracture stable et une fracture instable est essentielle d'un point de vue thérapeutique et pronostique.



5 A. Cal vicieux périarticulaire.
B. Limitation de la flexion articulaire par un effet de butée.

Retenons comme critères d'instabilité :

- les foyers de fractures très mobiles avant ou après réduction du déplacement ;
- les fractures à grand déplacement ;
- les fractures non engrenées ;
- les fractures oblique courtes ;
- les fractures transversales diaphysaires ;
- les fractures articulaires condyliennes ;
- les fractures articulaires de la base du premier et du cinquième métacarpien du fait de leur puissante insertion musculaire.

Cependant pour un trait de fracture identique, les fractures des métacarpiens sont plus stables que les fractures des phalanges.

Les fractures diaphysaires transversales des doigts longs sont plus instables aux phalanges qu'au métacarpien, ce qui est l'inverse pour le pouce.

Les fractures de deux ou plusieurs métacarpiens adjacents sont plus instables qu'une fracture de métacarpien isolé.

La stabilisation d'une fracture instable impose donc une immobilisation du foyer (contention simple ou ostéosynthèse). Une fracture instable devient stable avant sa consolidation osseuse, du fait de l'engluement progressif du foyer par le cal non ossifié. Cela permet de modifier le type de contention au cours du traitement et d'encourager la mobilisation précoce.

■ Lésions associées

Certaines lésions associées imposent pour leur traitement un geste chirurgical, la fracture est donc abordée et traitée dans le même temps. Ce sont les fractures ouvertes, les fractures associées à des lésions tendineuses, vasculaires ou nerveuses, les fractures étagées à la main et du poignet et les fractures de la main chez le polytraumatisé.

Les fractures sur os pathologique (ostéopénie, chondrome) sont au contraire le plus souvent traitées orthopédiquement.

■ Terrain

Dans le choix du traitement, beaucoup de facteurs sont propres au patient : âge, dominance, demande fonctionnelle en tenant compte des activités professionnelles, des loisirs et des activités sportives, des exigences socioéconomiques, et du degré de motivation et de coopération. Les facteurs généraux systémiques (diabète, maladie générale, etc) interviennent aussi et doivent être pris en compte.

■ Environnement chirurgical

Certaines techniques chirurgicales nécessitent un matériel adapté, soit pour une ostéosynthèse spécifique soit pour un contrôle radiographique ou fluoroscopique peropératoire. Le degré d'équipement du bloc opératoire tout comme le niveau de compétence du chirurgien s'imposent donc comme des éléments déterminants dans le choix des méthodes thérapeutiques.

Méthodes orthopédiques

Ce traitement a une place primordiale dans la prise en charge des fractures fermées des phalanges ou des métacarpiens.

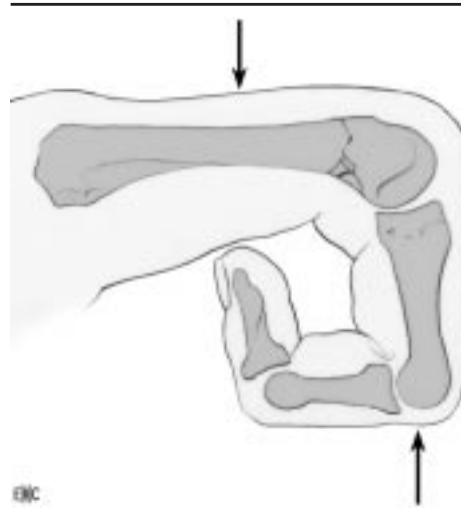
S'il s'agit d'un traitement simple en apparence qui induit un très faible taux de complication, il doit néanmoins être réalisé avec une rigueur extrême. Il ne peut et ne doit être considéré comme un abandon thérapeutique.

Il se déroule en trois étapes : réduction, contention, rééducation.

RÉDUCTION

Cette réduction n'est d'ailleurs pas nécessaire dans la majorité des fractures des métacarpiens et des phalanges ; pour Barton [5], 75 % des fractures de phalanges ne sont pas déplacées ou ont un déplacement acceptable.

6 Manœuvre de Jahss.



Il convient donc d'apprécier pour chaque phalange ou métacarpien le caractère tolérable ou non d'un déplacement. Cet élément est également pris en compte dans l'évaluation de la qualité de la réduction orthopédique et la tolérance d'un déplacement résiduel.

La réduction, si elle est nécessaire, est réalisée sous anesthésie régionale, souvent tronculaire. Il est possible de tester la stabilité de la réduction.

Les manœuvres externes de réduction sont effectuées en fonction de la localisation de la fracture et du déplacement.

Pour les fractures du col du cinquième métacarpien dont la bascule est le plus souvent palmaire : on peut recourir à la manœuvre de Jahss (1938) en plaçant l'articulation métacarpophalangienne proximale (MCP) en flexion à 90°, permettant la détente de la musculature intrinsèque, puis, en appliquant une pression sur la diaphyse, puis en appliquant une pression sur les articulations interphalangiennes proximales (IPP) fléchies à 90° (fig 6).

Pour le déplacement frontal, souvent évident, il est bien apprécié sur les radiographies de face, rayon perpendiculaire à la plaque. La correction se fait par la manipulation directe du fragment en traction dans l'axe du doigt. Le contrôle clinique de la réduction se fait par l'évaluation de l'orientation et de la convergence des doigts vers le tubercule du scaphoïde dans les mouvements de flexion des doigts et radiographiquement sur les clichés de face.

Pour le déplacement sagittal :

- fractures de P1 : la flexion à 90° de l'articulation MCP relâchant les muscles intrinsèques associée à une extension de l'IPP relâchant l'appareil extenseur, le segment distal peut alors être manipulé par l'opérateur qui exerce une traction axiale et peut aligner le fragment proximal ;

- les fractures de P2 de manière analogue peuvent être réduites par flexion de l'interphalangienne (IP). La réduction est appréciée sur les clichés de profil.

La rotation axiale est le déplacement le plus souvent méconnu. Cliniquement, elle est habituellement masquée avant la réduction par les autres éléments de la déformation. La radiographie ne permet pas de la déceler convenablement ni avant ni après la réduction. Ainsi, elle ne peut être contrôlée que par l'examen clinique après la réduction :

- parallélisme des doigts et absence de chevauchement lors de la flexion ;
- orientation des doigts en direction du tubercule scaphoïde ;
- orientation correcte des ongles en inspectant les extrémités digitales en extension (nécessité de laisser découvertes les extrémités).

Cette correction est aisée par les manœuvres externes mais ne doit être réalisée qu'après correction des autres déplacements.

Il est difficile de définir précisément en une liste exhaustive les limites de tolérance des déplacements résiduels pour évaluer un

alignement correct. Il convient de prendre en compte leur nature, leur ordre de grandeur et leur localisation. Ainsi, une rotation de 5° du métacarpien peut entraîner un déplacement latéral de 15 mm de l'extrémité digitale.

De même, une angulation peut avoir des conséquences variables en fonction de la localisation :

- une bascule de 30° sur une fracture du col du cinquième métacarpien est tout à fait acceptable ;
- alors qu'une bascule de quelques degrés sur M2 ou M3 peut être mal supportée.

Un raccourcissement au-delà de 5 mm peut s'avérer gênant.

Dans les fractures articulaires, l'exigence de la qualité de la réduction est primordiale :

- valeur du signe du V dorsal au niveau de l'IP ;
- déplacement du petit fragment qui doit rester inférieur à 1 mm, quelle que soit sa taille ;
- si le fragment atteint 25 % de la surface articulaire, le déplacement doit être quasiment nul.

Nous y reviendrons plus précisément dans les indications.

CONTENTION

Certains principes doivent être soulignés : elle ne doit pas immobiliser la totalité d'un doigt ; la période de contention doit être réduite au minimum nécessaire et interrompue dès que le foyer de fracture est cliniquement stable, situation souvent obtenue vers la 3^e semaine. La position de contention obéit à des règles communes à la quasi-totalité des fractures digitales^[55] : pour les doigts longs : flexion des MCP de 70°, extension ou légère flexion (inférieure à 20°) pour les IP.

■ Notion de l'appareillage fonctionnel pour les fractures de P1^[60]

Cette approche de mobilisation précoce associée prend toute sa dimension dans la conception de l'appareillage fonctionnel. Le principe est de réaliser simultanément deux fonctions :

- la contention efficace du foyer ;
- la mobilisation active, précoce ou immédiate du doigt fracturé.

La contention doit s'opposer à la reproduction de chacun des déplacements élémentaires susceptibles d'être rencontrés et qu'une mobilisation précoce pourrait reproduire.

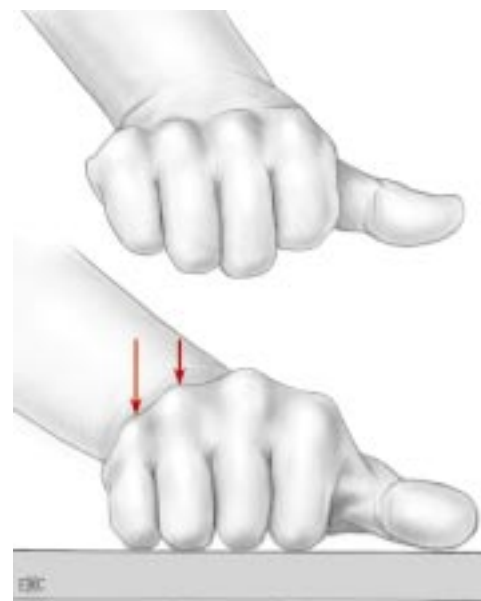
La contention dans le plan sagittal : le maintien en flexion des métacarpophalangiennes (MCP) permet de lutter contre ce déplacement par la détente des muscles intrinsèques et de l'appareil fléchisseur. Cette position protège également contre l'enraidissement des articulations MCP.

La contention dans le plan frontal : facilement réalisée par la syndactylisation avec les doigts adjacents.

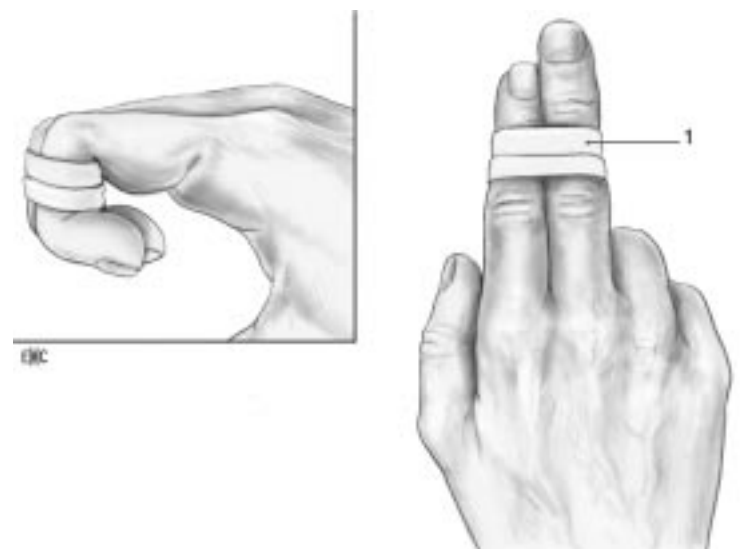
La contention dans le plan axial est également assurée par la syndactylisation avec les doigts voisins, induisant lors de la flexion des IPP une correction automatique obligeant le doigt fracturé à s'intégrer dans la convergence physiologique.

La mobilisation active précoce des articulations IPP dans le plus grand secteur d'amplitude est le but principal de l'appareillage fonctionnel pour limiter les raideurs des IPP qui sont la séquelle principale de ce type de fracture.

La syndactylisation permet une mobilisation active y compris dans les derniers degrés de l'extension active. La condition nécessaire et suffisante pour que la syndactylisation puisse obtenir ce résultat est un alignement parfait des centres de rotations des articulations IPP des quatre doigts longs. Pour réaliser cet alignement, il faut compenser l'inégalité de longueur des phalanges proximales. Cela est possible grâce à la mobilité des deux dernières articulations carpométacarpiennes qui permet d'aligner les IPP (fig 7).



7 Alignement des têtes métacarpiennes et des interphalangiennes proximales (IPP).



8 Syndactylisation simple.

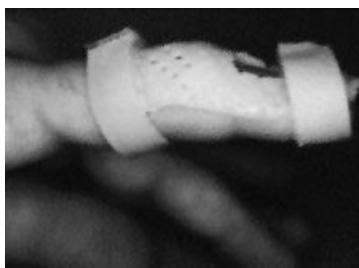


9 Syndactylisation avec un appareillage.

■ Différents types d'appareillages utilisables

Syndactylisation

Elle consiste à utiliser comme attelle un doigt sain contigu au doigt blessé (fig 8), la mobilisation active est alors possible pour les fractures stables. Les indications en sont très nombreuses, soit d'emblée, soit en complément ou à la suite d'une contention plus importante. Facile pour les trois doigts médians, elle est plus difficile pour solidariser le cinquième avec le quatrième. Il faut au moment de la pose, fléchir les MCP et creuser l'arche métacarpienne de manière à placer les IPP au même niveau. Les matériaux utilisés sont variables : élastoplaste, bandes de néoprène, ... Il faut placer une compresse ou un peu de mousse entre les doigts pour éviter les lésions cutanées de macérations sur les faces latérales en contact (fig 9).



10 Appareillage statique dorsal en extension sur P2 et P3.



11 Coque métacarpienne.

Attelles digitales courtes rigides

Le matériau utilisé peut être de nature variable : aluminium, thermoformé, plâtre. Toutefois le choix d'un thermoformé donne d'excellentes possibilités d'adaptation spécifique, notamment dans les cas d'immobilisation plus complexes. Leur utilisation a pour but l'immobilisation stricte du foyer fracturaire (fig 10) :

- attelles tubulaires immobilisant les deux premières phalanges (P1-P2) : indiquées dans les arrachements dorsaux non ou peu déplacés de la base de P2 ;
- attelles immobilisant les deux phalanges distales : attelles que l'on préfère dorsales (n'occultant pas la pulpe), soit attelles palmaires type Stack. Elles sont utiles pour certains arrachements dorsaux de P3 ;
- attelles immobilisant les trois phalanges : on leur reproche de ne pas contrôler la tension des intrinsèques, ni la moitié proximale de P1. On peut les utiliser pour certaines fractures de P2 déjà engluées ou partiellement stables ;
- attelle de Beagle : faite de deux anneaux de plastique thermoformé limitant l'extension de l'IPP à environ 20 à 30° et laissant libre la flexion, elle est parfois utilisée dans les arrachements de la plaque palmaire de l'IPP avec un fragment osseux à la base de P1. Il existe toutefois un risque de flessum résiduel de l'IPP.

Attelle à appui métacarpien

La coque métacarpienne ne réalise pas une véritable contention. Elle est souvent associée à la syndactylisation (fig 11).

Le gantelet métacarpien, bien que plus discret que les attelles prenant le poignet, ne contrôle pas la tension des extrinsèques. Il peut servir de point d'appui à une attelle digitale complémentaire.

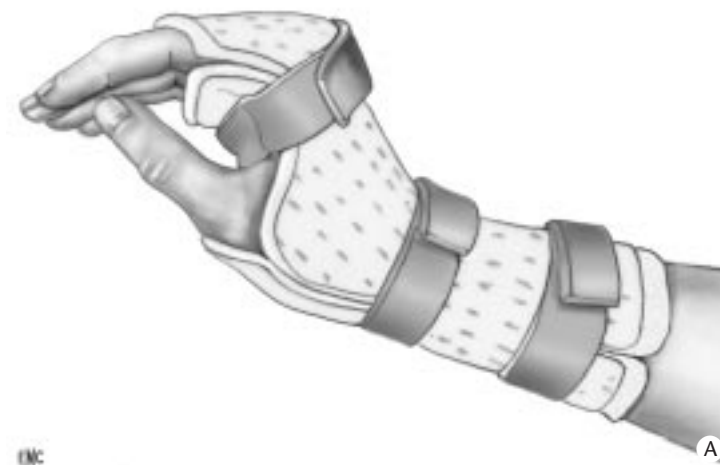
Attelles à appui antibrachial

Le plâtre simple : peut être utilisé en provisoire, avant la fonte de l'œdème. Non circulaire, il immobilise le poignet en extension, facilitant la flexion des MP. Il est préférable de prendre un ou deux doigts adjacents au rayon lésé. Après quelques jours, le plâtre peut être changé pour un appareil mieux moulé, circulaire ; éventuellement en utilisant un autre matériau (thermoformé).

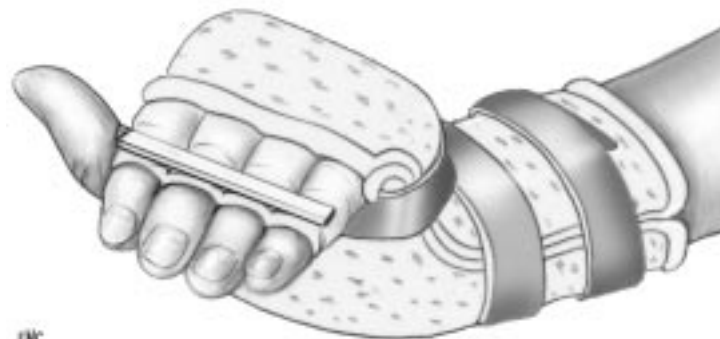
L'attelle dite de Boehler modifiée comporte une portion proximale palmaire et antibrachiale maintenant le poignet en extension de 30°, prolongé par une attelle digitale. Cette attelle est incorporée dans la portion proximale. La MCP est fléchie à 70° (il faut pour cela courber l'attelle d'aluminium, non pas à la base du doigt, mais face au pli



12 Attelle antibrachiale.



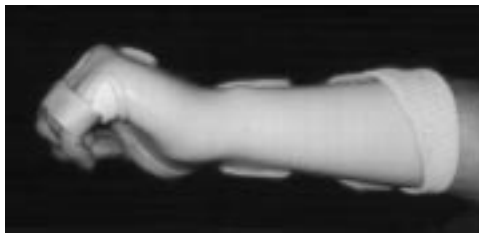
13 Appareillage fonctionnel (A). Possibilité de flexion des IPP (B).



14 Appareillage fonctionnel avec maintien en syndactylie des phalanges moyennes.

palmaire situé en regard des MCP) (fig 12). Il faut surveiller et protéger les éventuels points de pression. Les deux premières phalanges sont solidarisées à l'attelle. Pour les fractures des métacarpiens, l'IPP doit être laissée libre.

Attelle de Thomine ou appareillage fonctionnel : il s'agit d'un apport essentiel au traitement non sanglant des fractures digitales. L'appareil comporte une pièce palmaire et une pièce dorsale. Le poignet est placé en position d'extension marquée (environ 60°), ce qui évite au MP de s'échapper en extension (fig 13, 14). Les MCP sont placées à environ 90° sans craindre un éventuel flessum résiduel. La pièce palmaire d'abord mise en place prend l'avant-bras et le poignet et s'arrête au pli palmaire moyen pour ne pas gêner la flexion maximale des MCP. L'arche métacarpienne est



15 Appareillage fonctionnel.



16 Attelle « extension block ».

modulée. La pièce dorsale s'étend jusqu'à la face dorsale des cols de P1, elle moule aussi l'arche métacarpienne en vérifiant que les IPP se trouvent au même niveau.

La syndactylisation est assurée en prenant P2 voire jusqu'à P3, donnant par sa stabilité un effet d'entraînement par les doigts sains (fig 15). La mobilisation active est immédiate, l'attelle est maintenue 5 semaines pour les fractures diaphysaires de P1 qui en constituent la meilleure indication. Sur les fractures de P2, moins fréquentes, l'appareillage est constitué d'une attelle digitale dorsale fixée à un gantelet immobilisant la MP en flexion à 70°. L'IPP est initialement immobilisée en position de réduction (flexion ou extension). Une position défavorable en flexion peut être corrigée au bout de 2 semaines quand la stabilité du foyer est suffisante. On entreprend ensuite la mobilisation protégée de l'IPP dans un secteur limité.

Ces fractures consolident lentement et on peut être amené à conserver l'appareillage fonctionnel MP fléchies, doigts solidarifiés pendant 4 et parfois 6 semaines.

Il est fortement déconseillé de laisser les IPP totalement immobilisées plus de 15 jours.

Attelle « extension block » (fig 16)

Elle est décrite pour les fractures-luxations dorsales de l'IPP [39]. L'attelle prend le poignet en flexion dorsale de 30°, la MCP est fléchie à 90°, l'IPP est suffisamment fléchie (30 à 40°) pour réduire la subluxation dorsale.

MOBILISATION PRÉCOCE

La mobilisation des segments laissés libres et la lutte contre l'œdème doivent survenir dès le temps de contention.

Deux orientations sont à observer : la lutte contre l'œdème tissulaire, source de raideur par les phénomènes cicatriciels qu'il induit, et la mobilisation articulaire précoce. La mobilisation précoce doit être douce, progressive, contrôlée et doit toujours faire appel à la coopération du patient. Elle peut être débutée dès les premiers jours, passé les réactions douloureuses liées au traumatisme et à la réduction [59].

On commence par *prévenir et lutter contre l'œdème tissulaire* en maintenant la main blessée en élévation et en mobilisant activement tous les segments du membre non immobilisés par une attelle ou un plâtre (doigts non fracturés, coude, épaule). La mobilisation des segments distaux du rayon fracturé commence en fait dès que le patient peut surmonter son appréhension et sa douleur. Le doigt du rayon fracturé est entraîné par les doigts voisins auxquels il est solidarifié. Le patient contrôle ses mouvements, limités au début par la douleur, puis augmente le secteur de mobilité jusqu'aux limites autorisées. Le rééducateur encourage et contrôle l'absence de

chevauchement des doigts et la mobilité dans les secteurs autorisés. Entre les séances de mobilisation, et tant que l'œdème n'est pas éliminé, le patient doit garder le plus possible sa main surélevée au-dessus du cœur, en la laissant reposer par exemple sur l'épaule opposée. La prescription d'antalgiques et d'anti-inflammatoires est utile à ce stade. Une mobilisation passive douloureuse est proscrite.

Les fractures stables, qui représentent la majorité des fractures, doivent être mobilisées immédiatement ou au plus tard avant le 15^e jour.

Les fractures instables sont immobilisées sur des attelles ou ostéosynthésées. Ces fractures sont mobilisées dès que la stabilité du foyer l'autorise.

La majorité des fractures déplacées correctement réduites et immobilisées peuvent être mobilisées dès la 3^e semaine ou au plus tard la 4^e semaine. L'indolence et la stabilité du foyer sont suffisants pour autoriser la reprise des mouvements sans attendre les signes de consolidation radiologique. Le doigt fracturé est systématiquement solidarifié aux doigts sains voisins. En cas de doute sur la stabilité, le recours à la mobilisation protégée et/ou à la mobilisation sectorielle permet de réaliser un travail des mobilités sans trop de risques.

En ce qui concerne la mobilisation sectorielle, elle peut n'intéresser que quelques dizaines de degrés, cela peut suffire à entretenir la trophicité de l'articulation et les plans de glissement. La mobilisation précoce ne signifie pas abandon thérapeutique. Au contraire, les contrôles doivent être systématiques, répétés, cliniques et radiologiques, une fois par semaine les 3 ou 4 premières semaines.

Un traitement physiothérapique bien conduit doit être poursuivi aussi longtemps que la mobilité articulaire progresse. Parfois, le port d'orthèse dynamique est utile entre les séances de mobilisation pour lutter contre les défauts passifs de mobilité.

La mobilisation précoce des doigts fracturés est une règle générale dès que la stabilité du foyer de fracture et l'état des parties molles l'autorisent. Elle doit être adaptée à chaque cas et à chaque stade de l'évolution. Elle nécessite la collaboration active du patient. Elle est dirigée par le chirurgien et fait appel à des rééducateurs informés.

Méthodes d'ostéosynthèse

Le choix du traitement chirurgical des fractures des métacarpiens et des phalanges implique une connaissance parfaite des matériaux disponibles et de leur technique de pose. Chaque type de fracture doit pouvoir bénéficier de la méthode qui lui est la plus appropriée, à la fois en ce qui concerne la voie d'abord, mais aussi le type et le placement du matériel implanté. L'objet définitif de la chirurgie des métacarpiens et des phalanges doit être d'obtenir un ou des foyers fracturaires réduits, stables, pour permettre une mobilisation précoce voire immédiate. Cet objectif ne peut être atteint que si la couverture cutanée est de bonne qualité ; il serait en effet illusoire et dangereux de mobiliser un ou des doigts stabilisés par une ostéosynthèse dont le revêtement cutané serait instable ou insuffisant, le risque septique serait alors à son maximum. De nombreuses techniques sont possibles, mais l'expérience propre de l'opérateur est un élément décisif dans les facteurs de choix [17, 19, 43].

BROCHAGES PERCUTANÉS [25, 30, 33]

Cette technique séduisante, ancienne, et qui peut faussement paraître simple, s'est largement répandue et précisée pour devenir la technique de choix dans certaines indications. Elle nécessite un moteur puissant pour introduire le matériel choisi, et un amplificateur de brillance pour contrôler la qualité de l'ostéosynthèse (réduction du foyer de fracture, longueur des broches). Il s'agit d'une méthode de synthèse applicable sur un foyer de fracture réduit ou réductible par des manœuvres externes.

Les règles techniques ne doivent pas être transgressées. Introduites à travers la peau, les broches de Kirschner évitent l'ouverture du foyer de fracture, ce qui d'un point de vue biologique favorise la

consolidation et limite sans doute le risque septique. Deux impératifs techniques sont à respecter : éviter d'embrocher les pédicules vasculonerveux, éviter de fixer à l'os les tendons extenseurs ou fléchisseurs. Les broches les plus fréquemment utilisées sont les broches en acier 316 L d'un calibre de 10 ou 12 dixièmes de millimètres. Pour certaines fractures articulaires, des broches de 8 dixièmes sont utiles bien que très fragiles. Elles sont introduites au moteur à vitesse lente pour limiter l'échauffement de l'os cortical, et plutôt à partir de points situés sur le bord dorsolatéral des doigts ou des métacarpiens pour ne pas léser les tendons. Pour les fractures proches des épiphyses, il est essentiel de ne pas bloquer, chaque fois que possible, les articulations saines, ce qui oblige à des brochages parfois obliques.

L'utilisation d'une seule broche est insuffisante, elle pourrait constituer un axe de rotation préjudiciable à la réduction et à la stabilisation du foyer fracturaire. Une deuxième broche divergente doit être introduite, soit à un autre niveau du même bord du doigt, soit par le bord controlatéral. Ces montages stabilisent bien les foyers de fracture, mais demandent beaucoup de rigueur dans la réalisation, car l'introduction des broches s'accompagne d'un effet de distraction fracturaire dont il faut tenir compte. Il ne faut pas en effet que l'ostéosynthèse pérennise un écart interfragmentaire qui conduirait à un retard de consolidation ou à une pseudarthrose. Dans les fractures complexes, plusieurs broches peuvent être nécessaires pour obtenir une stabilisation suffisante du foyer fracturaire. Cette méthode donne une grande liberté dans les choix d'ostéosynthèse, mais exige, pour chaque broche introduite, une rigueur majeure. Après l'ostéosynthèse, les broches sont coupées sous la peau en laissant dépasser de l'os une longueur suffisante pour pratiquer l'ablation du matériel, presque toujours nécessaire du fait de douleurs ou d'une intolérance cutanée inflammatoire.

Un certain nombre d'auteurs ont décrit des méthodes d'embrochage spécifiques à des fractures fréquentes.

■ **Embrochage fasciculé**

L'embrochage fasciculé des fractures extra-articulaires de la base du premier et du col du cinquième métacarpien est un embrochage manuel.

A Kapandji a décrit une technique élégante pour stabiliser les fractures extra-articulaires de la base du premier métacarpien. Il introduit deux broches par les faces latérales du premier métacarpien, elles sont ensuite poussées jusqu'à la surface articulaire qu'elles ne dépassent pas. La stabilisation du foyer est assurée pendant le temps de consolidation, les broches sont retirées à la 6^e semaine. La stabilité du montage permet une mobilisation douce active et passive précoce.

Foucher, sur un principe dérivé des enclouages fasciculés des fractures des os longs des membres supérieur ou inférieur, a décrit une technique d'embrochage en bouquet de la fracture métaphysaire déplacée du col du cinquième métacarpien. L'introduction des broches se fait par une fenêtre sur la face postéro-interne proximale du cinquième métacarpien, après réduction de la fracture et contrôle à l'amplificateur de brillance. Cette méthode est sans doute applicable pour des fractures identiques du deuxième métacarpien. Actuellement, on peut aussi utiliser des clous béquillés élastiques en titane.

■ **Brochages transversaux des métacarpiens**

Bien connue pour le traitement des fractures de Bennett depuis les travaux d'Iselin^[30], la technique de brochage transversal des métacarpiens a vu ses indications s'élargir à de nombreuses situations traumatiques : fracture instable du col du cinquième métacarpien, fractures instables des autres métacarpiens, perte de substance osseuse diaphysaire d'un métacarpien. Dans ce dernier cas, une greffe osseuse peut être apportée, soit dans l'immédiat si les conditions locales l'autorisent, soit en secondaire après une période de cicatrisation. Il s'agit d'une technique de réalisation simple, mais qui implique une réduction correcte par des méthodes orthopédiques et des contrôles radiographiques en peropératoire.

SYNTHÈSES À FOYER OUVERT

Les difficultés ou les impossibilités de réduction des manœuvres orthopédiques rendent parfois impossibles les techniques à foyer fermé. Il est donc obligatoire de recourir la main forcée à des procédés qui passent par l'ouverture du foyer de fracture. Les diverses techniques d'ostéosynthèse qui peuvent être utilisées doivent avoir pour objectif :

- de réduire parfaitement le ou les foyers fracturaires ;
- de les stabiliser solidement ;
- de permettre la mobilisation précoce voire immédiate des doigts si la qualité des tissus mous réparés le permet, pour éviter les adhérences péri-tendineuses ou les raideurs articulaires^[58, 59] ;
- de ne pas ajouter de lésions des tissus mous qui nuiraient à la qualité des plans de glissement digitaux^[62].

La rigueur technique nécessaire est aussi une condition du succès de ces procédés. Les matériaux utilisables doivent être adaptés aux particularités anatomiques de la main, ils doivent être de faibles volumes, solides, et parfaitement biocompatibles.

■ **Brochage à foyer ouvert**

Le brochage à foyer ouvert utilisant des broches de 8 à 12 dixièmes de millimètre est certainement le procédé le plus utilisé par les chirurgiens de la main. Le procédé est simple, adaptable à la quasi-totalité des fractures, le matériel laissé en place est peu volumineux. S'il est réalisé avec soin, les ennuis sont minimes et la mobilisation précoce est possible. Le défaut principal de ce mode d'ostéosynthèse est l'obligation d'enlever le matériel implanté, qui finit toujours par gêner la fonction du ou des doigts. On peut associer à ces brochages des cerclages au fil métallique de 8 dixièmes de millimètre. Les cercles peuvent être passés soit en transosseux à la manière de Lister, soit en périosseux, ce qui est beaucoup plus simple, en particulier dans les fractures phalangiennes ou métacarpiennes complexes dites « en fagot »^[36].

■ **Synthèses apposées en juxtacortical**^[51]

Devant les difficultés rencontrées lors du traitement chirurgical de certaines fractures par des brochages, il est apparu à certains auteurs la nécessité de miniaturiser et d'utiliser du matériel de synthèse dérivé de celui utilisé dans les ostéosyntheses des membres. On a ainsi vu naître de nombreux matériaux de synthèse plus ou moins miniaturisés, adaptés aux faibles contraintes qui s'exercent sur les chaînes digitales lors des mouvements de flexion-extension. L'acier, le titane sont utilisés par les fabricants pour réaliser des vis, des plaques (qui doivent être sécables pour s'adapter au mieux à toutes les possibilités locales), des lames plaques, des plaques en L, en T, des miniboulons dont il est impossible de décrire toutes les variétés et dont chaque chirurgien ne peut posséder la totalité. En revanche, il faut insister sur de nombreux points de techniques qui nous semblent essentiels :

- le chirurgien qui prend l'initiative de synthétiser par une voie ouverte une fracture phalangienne ou métacarpienne, doit le faire après une réflexion qui écarte en conclusion les autres techniques au premier rang desquelles les techniques orthopédiques. Il doit disposer d'un matériel complet, stérile, et surtout d'une certaine habitude de la technique de pose. Un certain nombre de fabricants ont longtemps assuré des cours de formation à l'ostéosynthèse des lésions osseuses à la main ;
- la voie d'abord doit être directe, courte, adaptée au procédé choisi en préopératoire. Elle doit respecter les plans de glissement, les pédicules vasculonerveux, les tendons ;
- le matériel doit être implanté sur les faces latérales pour ne pas endommager le glissement tendineux ;
- le montage doit être solide, ce qui impose parfois de multiplier les modes de synthèse, et contraint ainsi l'opérateur à laisser derrière lui un matériel parfois volumineux et dont la tolérance n'est pas toujours excellente ;

– la couverture cutanée doit être parfaite pour que la mobilisation des chaînes digitales puisse débuter le plus précocement possible.

Pour pallier ces inconvénients, du matériel de synthèse intramédullaire a été développé. Une fois en place, ce matériel ne cause aucune gêne fonctionnelle, les plans de glissement sont respectés et la solidité autorise une mobilisation précoce.

Nous avons vu que des broches de Kirschner en acier ou des broches béquillées en titane pouvaient être utilisées en faisceau ou d'une façon isolée. La voie ouverte pour la pénétration et le guidage dans l'os du matériel, qui peut être ici très courte, est choisie pour la réduction et la contention temporaire du foyer de fracture pendant l'enclouage ou l'embrochage. L'intolérance au point d'entrée peut conduire à enlever ce matériel après la consolidation [26].

Merle et Foucher ont développé, essentiellement pour les traumatismes sévères et les amputations digitales ou métacarpiennes, un matériel ingénieux appelé bilboquet. Cette synthèse combine un clou intramédullaire (extrême solidité) et un complément de ciment (méthylmétacrylate) injecté en phase liquide dans lequel le clou vient se fixer. Foucher, pour éviter l'utilisation du ciment, a proposé une broche qui vient bloquer le clou intramédullaire [20].

Les indications de cette méthode à synthèse perdue sont rares en dehors des amputations digitales ou transmétacarpiennes.

Récemment, ont été développés des matériaux résorbables en acide polylactique sous forme de broches soit de vis. La résorption du matériau se fait en 14 mois sans laisser de fibrose importante. Il faut certainement attendre avant d'envisager une large diffusion de ces matériaux qui nous semblent actuellement relever de centres spécialisés.

■ **Agrafes à mémoire de forme** [11]

Leur utilisation est possible exclusivement pour certaines fractures métaphysaires métacarpiennes par une courte voie d'abord dorsale. La stabilité obtenue par ces procédés permet une mobilisation immédiate sous couvert d'une orthèse de type coque métacarpienne.

FIXATION EXTERNE [1, 46]

Connus depuis très longtemps en traumatologie des membres, en particulier le fixateur de Hoffmann, les procédés de fixation externe se sont miniaturisés pour permettre une utilisation à la main. Tout d'abord utilisés sous forme de broches de Kirschner solidarisées par un bloc de ciment acrylique, les fixateurs se sont modifiés pour autoriser des montages variés sur des chaînes digitales. Un certain nombre d'entre eux autorise même une mobilisation articulaire prudente pendant la période de consolidation.

Malgré des possibilités multiples, la fixation externe reste une technique difficile, délicate, et nous semble à recommander lorsque toutes les autres possibilités sont épuisées. Il reste les fractures complexes, multifragmentaires, le fixateur externe est utilisé là pour aligner le foyer, et conserver la longueur du segment digital. Les traumatismes à problèmes cutanés sévères relèvent souvent de la fixation externe, lorsque la couverture cutanée est fragile ou est soumise à la viabilité douteuse de lambeaux. Le volume de l'appareillage est aussi une limite à l'utilisation de ce procédé, que nous réservons au pouce délabré, à l'index, au cinquième doigt ou aux deuxième et troisième phalanges.

Importance du choix des voies d'abord

Les règles habituelles de la chirurgie de la main doivent être appliquées avec la même rigueur que pour les autres interventions chirurgicales. Elles doivent être adaptées au type fracturaire et au matériel choisi pour l'ostéosynthèse. Une formation spécifique nous semble être un préalable essentiel avant d'envisager la pratique en clinique humaine. L'abord chirurgical doit être suffisant sans être excessif, non dévascularisant, en ne dépériostant que pour le passage

des minidaviers réducteurs ou la mise en place du matériel. Le traumatisme chirurgical ajoute au traumatisme responsable de la ou des fractures une cicatrice conjonctive, dont la maîtrise reste aléatoire et les conséquences déplorables pour la fonction digitale. Un certain nombre d'ostéosynthèses, excellentes sur le plan radiologique, sont responsables de déficits fonctionnels majeurs en raison du traumatisme chirurgical surajouté. Le choix de la synthèse ouverte est donc une responsabilité que l'opérateur doit peser chaque fois que la tentation opératoire se présente.

Les voies d'abord pour les métacarpiens sont dorsales, sinueuses ou en zigzag. Pour les fractures diaphysaires des phalanges, les incisions dorsolatérales dites en « aile de mouette » permettent d'exposer les lésions osseuses facilement et de pratiquer les ostéosynthèses habituelles. Pour les fractures articulaires des IP, des incisions dorsales transversales, en baïonnettes ou arciformes, permettent un abord simultané des deux versants articulaires. Le contrôle articulaire est ainsi facilité, ainsi que la mise en place du matériel de synthèse. Les fractures de la base du premier métacarpien peuvent être brochées par voie percutanée si leur réduction est possible et anatomique par des manœuvres externes. Dans le cas contraire, le foyer fracturaire doit être abordé pour la réduction chirurgicale et la synthèse. La voie antérieure de Gedda-Moberg permet un contrôle total de la surface articulaire et une synthèse directe par vis.

Indications du traitement orthopédique

Si l'indication du traitement orthopédique reste la règle pour la majorité des fractures, il faut distinguer les fractures fermées, où les méthodes orthopédiques se discutent chaque fois, et les fractures ouvertes où l'ostéosynthèse conserve une place de choix.

FRACTURES EXTRA-ARTICULAIRES

■ **Fractures de la diaphyse des métacarpiens**

La limite de tolérance des déplacements est variable selon le métacarpien :

- angulation maximum de 20 à 35° pour les quatrième et cinquième métacarpiens ;
- angulation inférieure à 10° pour les deuxième et troisième métacarpiens ;
- raccourcissement de 2 à 5 mm ;
- aucune rotation n'est acceptée.

En cas de fracture d'un seul métacarpien, la solidarité à l'ensemble du carpe diminue l'importance du raccourcissement qui est dans la plupart des cas tolérable. Au contraire en cas de fractures multiples, le déplacement est souvent plus important et par là même intolérable. Dans les fractures non ou peu déplacées d'un seul métacarpien, on peut se contenter d'une coque métacarpienne associée à une syndactylisation au doigt adjacent. En cas de fracture déplacée, après réduction, l'appareil de contention doit inclure le poignet et la MP : extension du poignet à 30° et des MCP à environ 70°. La MCP d'un doigt voisin est souvent incluse dans l'attelle, les IPP doivent rester libres.

Fracture de la base des quatre derniers métacarpiens

Elles peuvent être assimilées aux fractures diaphysaires pour les indications. Une ostéosynthèse est rarement nécessaire sauf en cas de déplacement important.

Pour les fractures de la base de M1, les méthodes de contention visant à éviter la fermeture de la première commissure complètent une ostéosynthèse dans la grande majorité des cas.

■ **Fracture du col des métacarpiens**

Pour les quatrième et cinquième rayons, certains auteurs admettent jusqu'à 70° de déplacement par bascule antérieure. Pour ces auteurs,

la mobilité des MP compense largement cette bascule. Toutefois, il semble raisonnable de réduire ces fractures au-delà d'une bascule de 30° pour le quatrième métacarpien et 35° pour le cinquième.

En revanche, pour les deuxième et troisième métacarpiens, la limite de tolérance est inférieure à 10-15°.

Les troubles de rotation doivent être parfaitement réduits ainsi que les déplacements en inclinaison. Après 21 jours d'immobilisation, le foyer fracturaire est souvent englué pour permettre la mobilisation active.

■ Fractures extra-articulaires de P1 et P2

Fractures du col phalangien

Il s'agit de fractures généralement instables nécessitant souvent une ostéosynthèse.

Fractures diaphysaires de P1

Elles sont source fréquente de raideur articulaire, le traitement fonctionnel de Thomine y trouve sa place de choix.

Les fractures stables après réduction peuvent bénéficier de l'attelle de Thomine avec mobilisation immédiate. Une rigueur dans sa mise en place et une surveillance stricte sont indispensables.

Fracture extra-articulaires de la base de P1

Ces fractures stables consolident rapidement. Il faut essentiellement contrôler le déplacement en recurvatum. Une angulation au-delà de 25° n'est pas acceptable.

Le traitement est identique s'il s'agit de décollements épiphysaires.

Fractures diaphysaires de P2

Elles consolident souvent lentement, elles doivent donc être surveillées radiologiquement car les déplacements secondaires ne sont pas rares.

■ Fractures extra-articulaires de la phalange distale

Souvent stables, ces fractures peuvent être appareillées par une attelle courte, de soutien, qui est à conserver pour 2 semaines. En revanche, la consolidation radiologique demande plusieurs mois.

■ Fractures extra-articulaires du pouce

Pour les fractures de la diaphyse de M1 et les fractures extra-articulaires de la base de M1 lorsqu'elles sont stables, une simple attelle d'ouverture commissurale est suffisante pour 4 semaines.

FRACTURES ARTICULAIRES

En général, ces fractures exigent une réduction exacte pour reconstruire une surface articulaire parfaite. Les indications d'abord chirurgical pour réduction et ostéosynthèse y sont donc plus fréquentes.

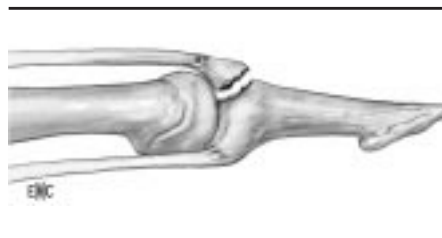
■ Fractures articulaires de la base des quatre derniers métacarpiens

Il s'agit le plus souvent de fractures-luxations nécessitant une ostéosynthèse après réduction par voie ouverte.

■ Fracture intra-articulaire de la tête des métacarpiens

Le traitement orthopédique avec immobilisation en flexion pendant 3 semaines suivi de mobilisation est indiqué^[38] pour :

- les décollements épiphysaires ;
- les avulsions d'un ligament latéral peu déplacé ;
- les fractures ostéochondrales ;
- certaines fractures sagittales peu déplacées ;



17 Fracture articulaire de la base de P3.

- les fractures transversales de la tête (en raison du risque majeur de nécrose postopératoire) ;
- les fractures comminutives non ou peu déplacées ;
- les fractures du col avec fracture longitudinale de la tête.

La mobilisation immédiate peut être proposée dans les fractures très comminutives où une ostéosynthèse est techniquement impossible.

■ Fractures articulaires des phalanges proximales et moyennes des doigts longs

Ces fractures articulaires, lorsque le volume du fragment déplacé dépasse 20 à 25 % de la surface articulaire, imposent une réduction par voie ouverte et une ostéosynthèse. Néanmoins, certaines fractures peuvent représenter une indication au traitement orthopédique :

- les fractures latérales des bases et les décollements épiphysaires Salter III, déplacés de moins de 2 mm et n'entraînant pas d'instabilité : attelle digitale pendant 2 semaines suivie de mobilisation protégée ;
- les fractures comminutives de l'extrémité distale de P1 et P2 ;
- les fractures articulaires de Eaton et Littler (traumatismes en hyperextension)^[15] :

– type 1 (hyperextension simple avec arrachement limité en « écaïlle » de la plaque palmaire, avec déplacement palmaire de P2 minime, sans instabilité en extension et sans atteinte latérale associée). Il faut proscrire dans ces cas l'immobilisation en flexion de l'IPP, qui est grande pourvoyeuse de raideur en flexion de traitement très difficile. On préfère la mobilisation immédiate sous couvert d'une syndactylisation, une petite attelle P1-P2 en position de rectitude ou flexion inférieure à 10° (attelle *extension-block*) peut être placée en protection temporaire pendant une dizaine de jours en alternance avec la syndactylie et le travail dynamique^[39]. On surveille la survenue d'un éventuel flessum qui est alors l'indication d'attelle d'extension IPP ;

– type 3 (fractures luxations dorsales de P1-P2). Elles posent un problème difficile, aucun traitement ne répond totalement. Dans ces cas, des procédés de traction externe peuvent être utilisés, leurs résultats sont dans l'ensemble décevants.

■ Fractures articulaires dorsales de la base de P3 (fig 17)

Dans la plupart des cas, que le fragment soit déplacé ou non, le traitement est celui des doigts en maillet par immobilisation en extension sur une attelle courte, dorsale, fixant P2 et P3 uniquement, sans aveugler la pulpe, pendant un délai minimum de 6 semaines. La poursuite de l'immobilisation la nuit, pendant une durée de 15 jours, est une bonne précaution. Lorsque le fragment dorsal est seulement déplacé, sans subluxation de l'articulation interphalangienne distale (IPD), l'articulation se modèle progressivement de façon satisfaisante après simple immobilisation. La subluxation du fragment distal (fig 18) constitue une indication à l'ostéosynthèse après la réduction du profil articulaire.

■ Fractures articulaires antérieures de la base de P3

Elles correspondent à des arrachements du tendon fléchisseur profond. Elles nécessitent le plus souvent une réinsertion et une fixation chirurgicale.



18 Fracture articulaire de P3 avec subluxation du fragment distal.

■ Fractures articulaires de la base du premier métacarpien

Elles sont des indications classiques de l'ostéosynthèse par voie ouverte pour obtenir une réduction parfaite et éviter la survenue d'une arthrose.

■ Fractures articulaires interphalangiennes et métacarpophalangiennes du pouce

On y applique les mêmes principes que pour les doigts longs. Les fractures par arrachement interne ou externe déplacées qui s'accompagnent d'une instabilité grave de la MCP doivent être abordées chirurgicalement pour réduire en place le fragment et réparer les ligaments lésés.

Indications et techniques de l'ostéosynthèse selon le siège de la fracture

Comme on l'a vu précédemment, les moyens d'ostéosynthèses sont très variés. Lorsque l'indication chirurgicale est portée, le choix du matériel d'ostéosynthèse dépend :

- du matériel dont on peut disposer sur place ;
- des contraintes techniques exigées par le siège et le type de la fracture, la présence d'une ouverture cutanée ou de lésions associées ;
- des avantages et des inconvénients du matériel d'ostéosynthèse.

FRACTURES DE LA PHALANGE DISTALE [22]

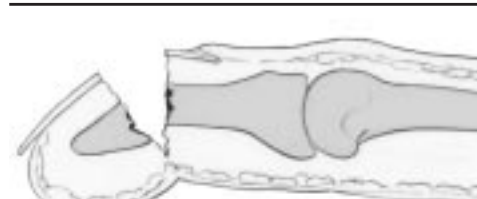
■ Écrasements de P3

Ces fractures sont associées dans la majorité des cas à des lésions ouvertes de l'appareil unguéal (hématome sous-unguéal, avulsion de la tablette, plaie du lit ou de la matrice unguéale) qui doivent faire l'objet d'un traitement spécifique [14]. Il s'agit donc de fractures souvent ouvertes qui nécessitent un parage et un nettoyage soigneux. En absence d'ouverture, l'évacuation de l'hématome sous-unguéal soulage le patient de douleurs violentes.

Les fractures plurifragmentaires de la houppe ne nécessitent aucune ostéosynthèse. Elles sont stabilisées par la réparation de l'appareil unguéal et la reposition de la tablette.

Les fractures diaphysaires peuvent être stabilisées par la seule réparation de la tablette unguéale si celle-ci est fracturée transversalement ou obliquement. La fracture de la tablette peut être « suturée » par deux points de fils 4/0 laissés en place pendant 3 semaines, ou synthésée à l'aide d'une aiguille de 20 mm traversant de part et d'autre la fracture unguéale, la tablette et le lit unguéal selon le procédé décrit par Foucher [21]. Un cerclage à l'aide du fil autour des deux extrémités de l'aiguille réalise un haubanage assurant un effet de compression (fig 19).

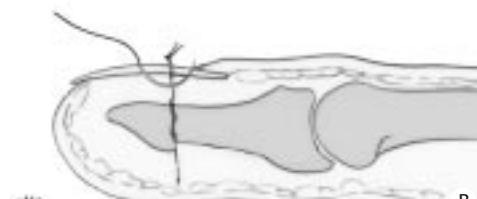
Si la tablette unguéale est décollée ou avulsée au niveau de sa base, la synthèse de l'ongle ne permet pas la stabilisation de la fracture, qui s'effectue alors par un brochage du foyer à l'aide d'une broche de 8 ou 10/10°. L'articulation IPD ne doit pas être traversée, et la broche peut être coupée sous l'ongle au ras de la pulpe en attendant



19 Ostéosynthèse unguéale selon Foucher.

A. Fracture transversale de l'ongle et de P3.

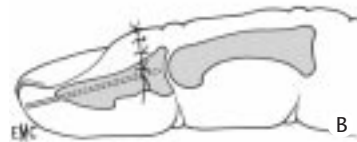
B. Suture transunguéale par une aiguille courbe et un hauban.



20 Ostéosynthèse par broche avec reposition unguéale.

A. Fracture transversale de P3 et arrachement proximal de l'ongle.

B. Ostéosynthèse par une broche axiale et reposition unguéale.



d'être retirée à partir de la 6^e semaine (fig 20). Pour les fractures proximales plus instables, une attelle de protection segmentaire de l'IPD peut être portée durant 3 semaines.

■ Fractures articulaires dorsales de la base de P3

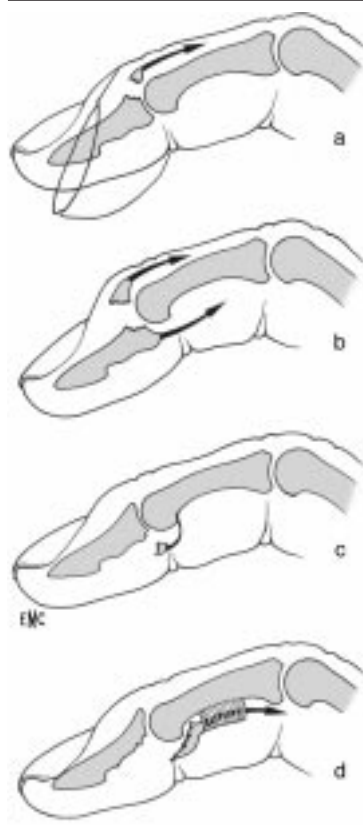
Elles entraînent un doigt en maillet, par rupture de la continuité de l'appareil extenseur resté inséré sur le fragment osseux (fig 21A, B). Les indications d'ostéosynthèse doivent être prudentes car les complications cutanées, infectieuses et mécaniques sont fréquentes. L'ostéosynthèse est indiquée pour les fragments dont le déplacement important ne se corrige pas malgré la mise en extension de l'IPD par un traitement orthopédique, et pour les fractures associées à une subluxation palmaire de l'articulation.

L'abord est dorsal transversal au niveau du pli d'extension de l'IPD, se terminant latéralement en H ou par deux Y qui doivent respecter la vascularisation du repli unguéal postérieur. Le fragment solidaire du tendon extenseur est relevé, permettant la toilette de l'articulation et du foyer de fracture.

Si la taille du fragment l'autorise, un brochage en va-et-vient par une broche de 8/10° fixe le fragment, après réduction de celui-ci par la mise en extension de l'IPD.

Si le fragment est trop petit ou fragilisé pour admettre une broche, il peut être synthésé par un cerclage au fil résorbable ou au fil d'acier fin passé dans le tendon au ras du fragment et transversalement dans la base de P3.

En cas de subluxation palmaire associée du fragment distal, le risque de démontage de la synthèse est important du fait de la tension du fléchisseur profond. Elle peut être protégée par un brochage axial transitoire en extension de l'IPD mis en place après réduction de la subluxation et avant la synthèse du fragment, ou par un cerclage à l'aide d'un fil métallique (fig 22). Le fil du cerclage est passé transversalement dans la base de P3 puis dans l'extenseur au ras de l'os. Des montages mixtes de type haubanage sont possibles, mais très délicats à réaliser sans fragiliser les fragments osseux.



21 Fractures articulaires de P3.
a. Avulsion du tendon extenseur terminal entraînant une déformation en mallet finger ; b. Fracture dorsale avec luxation palmaire ; c. Avulsion de l'insertion proximale de la plaque palmaire ; d. Avulsion du tendon fléchisseur profond.



22 Fracture dorsale avec luxation palmaire de P3 (A) traitée par une réduction et un brochage (B).

Quelle que soit la synthèse effectuée, le montage souvent fragile justifie une immobilisation complémentaire par une attelle palmaire en extension de l'IPD pour 6 semaines.

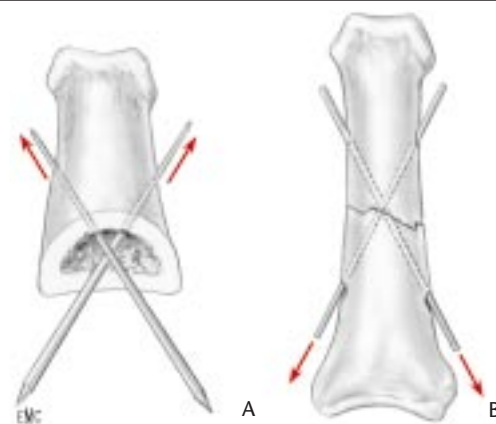
■ Fractures articulaires palmaires

Elles entraînent une interruption de l'action du fléchisseur profond qui reste inséré sur le fragment osseux plus ou moins volumineux et déplacé (fig 21C, D). Une fracture et une avulsion du tendon peuvent cependant coexister^[52]. Un fragment volumineux est en règle peu déplacé car il reste bloqué par les poulies distales du canal digital, mais la fracture peut s'accompagner d'une subluxation dorsale du fragment distal de P3 du fait de la tension de l'appareil extenseur.

L'ostéosynthèse est indiquée devant tout fragment déplacé. L'abord est palmaire de type Brunner, prolongé en distal par une incision médiane pulpaire.

Les petits fragments sont l'équivalent d'une avulsion distale du fléchisseur profond, et répondent aux mêmes techniques de réparation qu'une plaie distale en zone 1 du tendon fléchisseur (*pull-out* ou réinsertion par miniancre).

Les fragments plus volumineux nécessitent une ostéosynthèse, soit par vissage si la taille le permet, soit le plus souvent par un brochage. Un fragment refendu peut faire appel à la technique de haubanage appuyé en 8 sur une broche ou directement dans le tendon fléchisseur au ras de l'os, et extrait en *pull-out* appuyé sur



23 Principe du brochage en croix en va-et-vient d'une fracture transversale diaphysaire de phalange.

A. Les deux broches sont introduites obliquement dans le foyer.

B. Après réduction, les deux broches sont enfoncées dans le deuxième fragment.

l'ongle. Un brochage axial transitoire de l'IPD peut se justifier après réduction d'une subluxation dorsale en présence d'une ostéosynthèse fragile.

Quelle que soit la fracture, le contrôle de la qualité de la réduction articulaire ne peut s'effectuer que par une radiographie ou une fluoroscopie peropératoire. Les soins postopératoires sont équivalents à ceux des arrachements distaux du fléchisseur profond qui permettent, sous couvert d'un appareillage postérieur, de débiter rapidement une mobilisation active en flexion.

■ Autres fractures

Les fractures longitudinales diaphysaires et articulaires déplacées sont brochées transversalement éventuellement par voie percutanée si l'on dispose d'un parfait contrôle radiologique peropératoire.

Les fractures articulaires en pilon combinent des fragments palmaires et dorsaux déplacés. Il est préférable d'avoir un parfait contrôle du fragment palmaire et d'aborder donc ces difficiles fractures par voie palmaire ou par une voie latérale. Un brochage axial passant par l'IPD maintient le fragment diaphysaire. Les fragments articulaires peuvent ensuite être brochés ou cerclés l'un à l'autre.

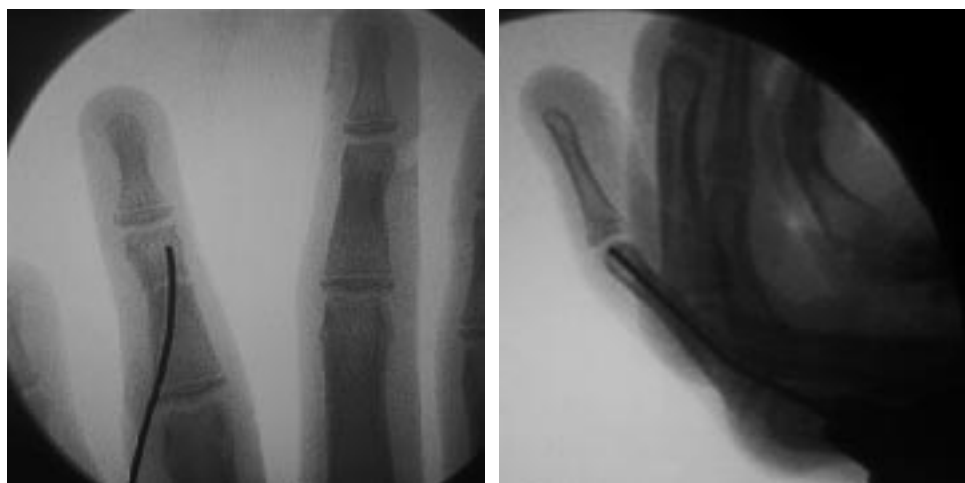
Lorsque la comminution articulaire est telle qu'elle ne permet pas une synthèse directe, on peut soit effectuer un brochage longitudinal passant par l'IPD en espérant un remodelé articulaire compatible avec une fonction indolore, soit opter d'emblée pour une arthrodèse en légère flexion ce qui, notamment chez un travailleur manuel, est fonctionnellement le plus souvent bien toléré.

FRACTURES EXTRA-ARTICULAIRES DES PHALANGES PROXIMALES (P1) ET MOYENNES (P2)

■ Fractures transversales de P1 et P2

Brochage en croix en va-et-vient

Il s'agit d'un brochage intrafocal rétrograde par deux broches mises en place par le foyer de fracture. Cette technique est plus facilement réalisable dans les fractures diaphysaires. L'abord cutané est curviligne dorsal, et l'appareil extenseur est récliné d'un côté ou de l'autre pour aborder le foyer de fracture. Deux broches de 10/10° sont introduites par le foyer obliquement selon un plan frontal dans le fragment distal. Les broches sont retirées après avoir franchi les corticales latérales du fragment distal jusqu'à affleurer au foyer de fracture. La réduction est maintenue manuellement, et les broches sont repoussées de distal à proximal jusqu'à franchir la corticale latérale du fragment proximal (fig 23). Durant ce brochage, une poussée axiale sur le fragment distal doit être maintenue, pour éviter un écart interfragmentaire tout en maintenant solidement le



24 Le contrôle radioscopique peropératoire de face et de profil est indispensable lors d'un brochage intramédullaire. Une deuxième broche est introduite du côté opposé.

fragment proximal. Les broches sont coupées de façon à ne pas gêner le jeu de l'appareil extenseur. Un appareillage de protection est laissé pendant 3 semaines, autorisant la mobilisation immédiate.

Brochage intramédullaire

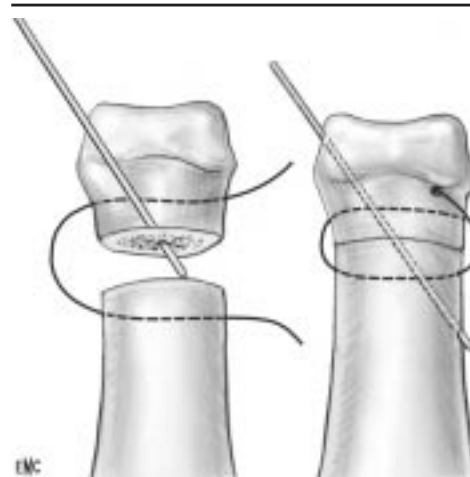
Ce type de brochage, initialement décrit par voie percutanée, est surtout indiqué dans les fractures transversales proximales ou distales où la réalisation d'un brochage en croix est beaucoup plus difficile. Le brochage peut être effectué de façon ascendante (de proximal à distal) pour les fractures distales, ou descendante (de distal à proximal) pour les fractures proximales par deux broches introduites latéralement au niveau de la tête ou au niveau de la base de la phalange. La réduction est maintenue en fléchissant les articulations sus- et sous-jacentes à 90°. En maintenant une compression axiale pour éviter un écart dans le foyer, les broches intramédullaires franchissent le foyer de fracture et sont poussées dans la zone épiphysaire au ras de l'articulation du côté opposé. L'emplacement de leur extrémité est contrôlé par radioscopie (fig 24). Une contention postopératoire avec syndactylie est nécessaire, car un déplacement en rotation peut survenir, notamment dans les brochages effectués de distal en proximal.

Cerclage selon Lister^[36]

Cette méthode combine un cerclage orthogonal effectué dans un plan transversal qui assure la mise en compression du foyer, et un brochage oblique qui évite la rotation ou un déplacement en angulation. Elle est bien adaptée au traitement des fractures transversales juxtaépiphysaires proximales ou distales. Un fil d'acier de 6 ou 8/10^e de mm est passé en transosseux dans des trous effectués à l'aide d'une broche, parallèlement et à 3 ou 4 mm du foyer de fracture. On peut s'aider d'un trocart pour faire passer le fil de cerclage dans les deux orifices transosseux. Une broche oblique dans le même plan est introduite en va-et-vient par le foyer dans le fragment le plus long (fig 25). Le cerclage est serré puis la broche est poussée en distal. L'abord élargi du foyer de fracture est nécessaire pour contrôler le passage des fils. Deux voies d'abord latérales permettent toutefois de limiter cet abord. Des cerclages orthogonaux ou parallèles ont été décrits, mais, de réalisation difficile, ils imposent des abords extensifs et risquent d'entraîner des conflits et des adhérences avec les tendons fléchisseurs ou extenseurs.

Plaque vissée

Bien que mécaniquement moins performante, une plaque en position latérale est préférable à une position dorsale, afin d'éviter tout conflit avec l'appareil extenseur ou l'appareil fléchisseur en cas de vis un peu trop longue. En pratique, seules les fractures métaphysaires proximales de la 1^{re} phalange peuvent autoriser une plaque dorsale fine mise en place par une voie transtendineuse médiane ou paramédiane. Pour les plaques en position latérale, l'abord est latéral. Il doit être suffisant pour mettre en place au moins deux vis de part et d'autre du foyer de fracture en effectuant un déperiostage minimal.



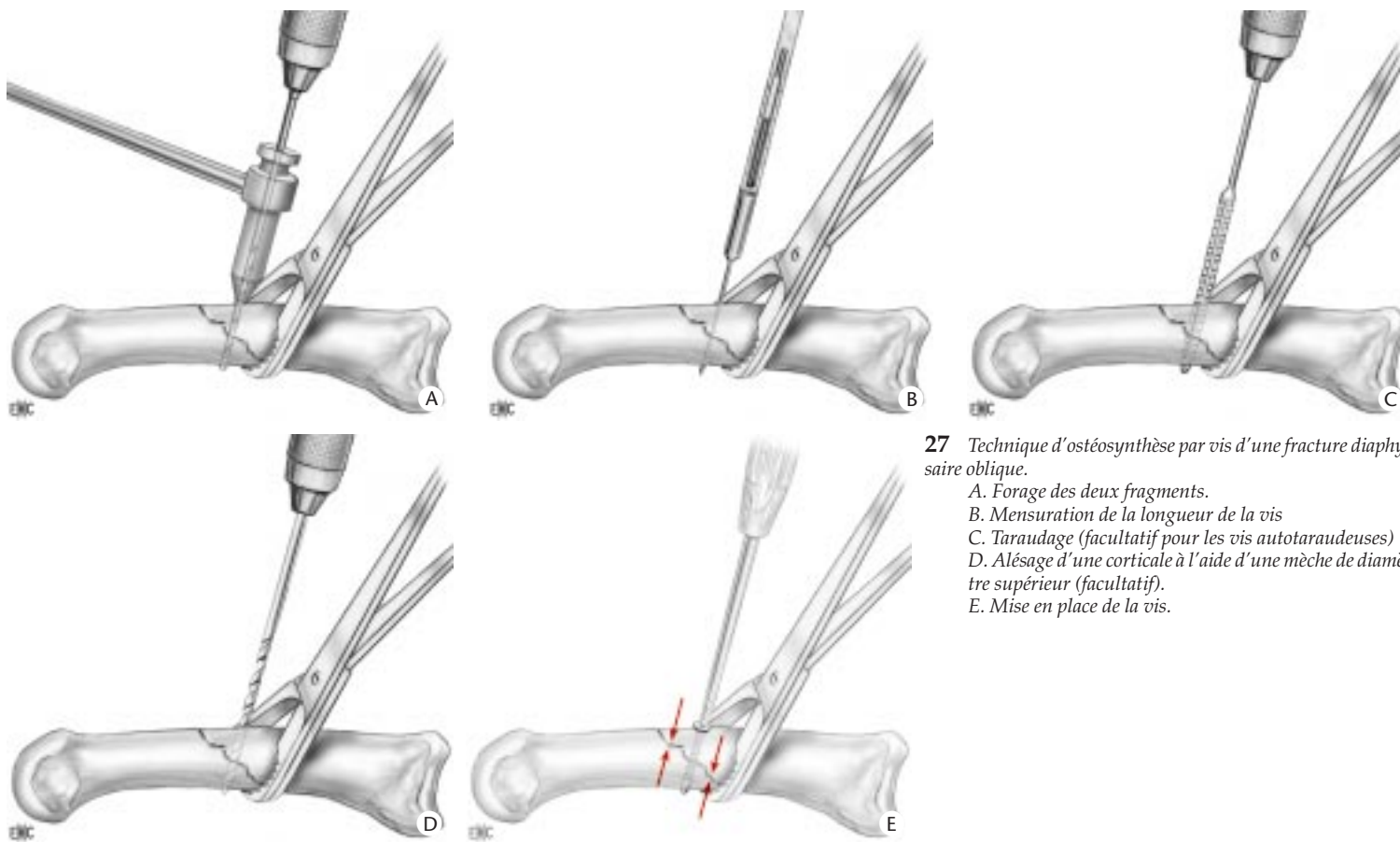
25 Cerclage et brochage d'une fracture transversale métaphysaire selon Lister.



26 Fracture transversale distale de P2 (A) ostéosynthésée par plaque (B).

La réduction du foyer de fracture est maintenue provisoirement par une broche oblique. Avant toute fixation définitive, la plaque doit être légèrement moulée et épouser parfaitement le relief de la corticale. Une plaque non préformée avant son vissage risque, en cours de consolidation, soit d'arracher les vis ou de les casser, soit de se casser dans une zone de contrainte. La plaque doit être positionnée strictement parallèle à l'axe longitudinale de la phalange (fig 26). Un effet de compression au niveau du foyer de fracture peut être donné lors du vissage, grâce à un méchage excentrique de l'un des fragments après avoir retiré la broche. Une contention simple par syndactylie autorise ensuite une mobilisation immédiate.

Dans les fractures métaphysaires, une plaque en T ou en L ou une lame plaque permet l'ancrage du fragment épiphysaire. Celui-ci doit



27 Technique d'ostéosynthèse par vis d'une fracture diaphysaire oblique.

A. Forage des deux fragments.

B. Mesuration de la longueur de la vis

C. Taraudage (facultatif pour les vis autotaraudeuses)

D. Alésage d'une corticale à l'aide d'une mèche de diamètre supérieur (facultatif).

E. Mise en place de la vis.

être réalisé en premier, en veillant à respecter le ligament latéral qui ne doit pas être désinséré. La mise en place d'une lame plaque s'effectue d'abord par le perçage du trajet de la lame par une mèche de 1,5 mm. La mesure de la profondeur du trou permet d'effectuer la recoupe de la lame à la longueur désirée. La lame plaque est mise en place pour contrôler l'ajustement de la plaque sur les deux fragments. Elle est ensuite retirée et moulée de façon adéquate avant d'être fixée.

Bilboquet et son équivalent

Les indications d'ostéosynthèse centromédullaire selon le principe du bilboquet sont plutôt réservées aux fractures ouvertes ou aux amputations (cf fig 55B). Pour une fracture fermée, la mise en place d'un clou centromédullaire selon cette technique impose une voie d'abord trop extensive.

■ Fractures obliques et spiroïdes longues de P1 et P2

Brochage

Un brochage multiple de la spire ou du trait oblique peut être réalisé, sachant que, mécaniquement, il ne s'agit pas de la solution la plus fiable. Cette option peut néanmoins être retenue lorsque les fragments spiraux sont refendus, risquant d'éclater par un vissage. Un brochage percutané est possible pour des fractures obliques simples. La réduction du déplacement est obtenue par traction axiale, et maintenue par une pince à champ ou un petit davier en déperioquant le moins possible les fragments. Trois à quatre broches sont mises en place perpendiculairement à la spire ou au trait, en veillant à ce que leur saillie ne gêne pas les appareils tendineux. Un appareillage de protection avec syndactylie pendant 3 semaines permet ensuite une mobilisation immédiate.

Vissage

Il s'agit de la méthode de choix dans ce type de fracture. Les fragments sont écartés pour évacuer l'hématome et contrôler la

longueur de la spire. Après un déperioquantage à minima le long de la spire, la réduction est obtenue par traction axiale et contrôlée sur toute la longueur. Elle doit être anatomique, car tout décalage des fragments se traduit par un trouble de rotation. Le maintien de la réduction peut s'obtenir par un petit davier ou une pince à champ, voire une broche temporaire mise au niveau de l'emplacement d'une future vis. L'axe du doigt et l'absence de rotation sont vérifiés en flexion par rapport aux doigts adjacents. Le nombre de vis doit être au minimum de deux. Leur positionnement dans des plans différents doit être judicieusement choisi en fonction du siège de la spire ou du trait. De plus, la compression interfragmentaire par le forage d'un trou large au niveau de la première corticale ne doit pas fragiliser le fragment. L'orientation de la vis doit idéalement se situer le long de la bissectrice de l'angle que forment la perpendiculaire au trait de fracture et la perpendiculaire à l'axe de la phalange, afin d'obtenir le meilleur compromis pour une résistance aux contraintes axiales et en rotation (fig 27, 28). Ce mode d'ostéosynthèse autorise en postopératoire une mobilisation immédiate, sous couvert d'une syndactylie sans nécessité d'appareillage.

■ Fractures obliques courtes diaphysaires ou métaphysaires de P1 et P2

Ces fractures ont souvent un trait oblique dans un plan perpendiculaire à l'axe de la phalange. L'obliquité du trait ne dépasse pas en général 45°, ce qui autorise une ostéosynthèse transversale.

Brochage

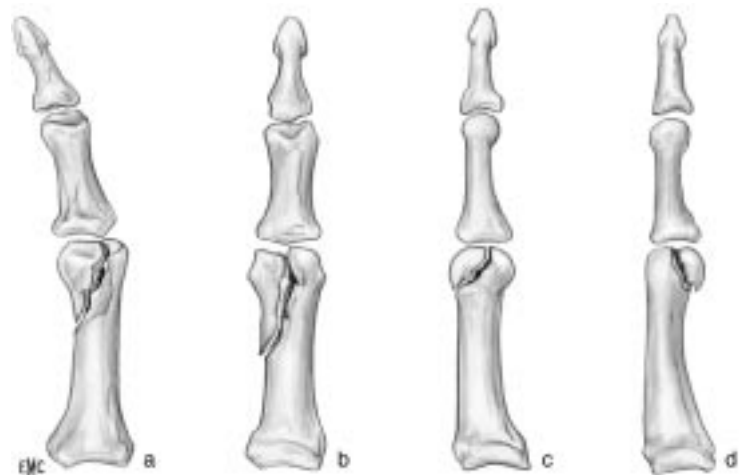
Le brochage transversal par deux ou trois broches à foyer fermé par voie percutanée est une option valable si l'on peut effectuer une réduction satisfaisante contrôlée radiologiquement. Dans le cas contraire, un abord latéral du côté du fragment déplacé permet d'effectuer sa réduction et un brochage transversal à ciel ouvert si le fragment ne permet pas de façon fiable la mise en place de deux vis.



28 Fracture spiroïde (A, B) ostéosynthésée par vis (C).



29 Fracture oblique courte à trois fragments sur P1 et fracture transversale sur P2 du doigt adjacent (A). Ostéosynthèse par plaque sur P1 et brochage en croix en va-et-vient sur P2 (B).



30 Classification des fractures unicondyliennes d'après Weiss et Hastings. 1. Palmaire oblique ; 2. sagittale longue ; 3. frontale dorsale ; 4. frontale palmaire.

Vissage

Le vissage est mécaniquement plus solide. Lorsque la mise en place de deux vis s'avère difficile ou risquée sur un trait très court, on peut se contenter d'un montage mixte, avec une vis et une broche assurant un effet antirotation.

Plaque latérale ou lame plaque

La plaque assure un effet console, en appuyant le fragment osseux déplacé du côté inverse à son déplacement. Deux vis au minimum doivent fixer le fragment déplacé, et deux à trois vis doivent se fixer sur le socle non déplacé (fig 29).

■ Fractures diaphysaires comminutives de P1 et P2

Une réduction anatomique est souvent difficile voire impossible à obtenir, du fait de la taille et du nombre des fragments. Le but est ici d'assurer plutôt un alignement correct et stable de la phalange, sans dévascularisation des fragments ni encombrement par du matériel d'ostéosynthèse.

L'ostéosynthèse par broche est souvent la seule option possible par un brochage en croix d'une épiphyse à l'autre, associé à un brochage des fragments les plus volumineux pouvant faire appel à des broches de 8 ou 10/100°. L'abord doit respecter au maximum la vascularisation osseuse et les parties molles souvent lésées par le mécanisme d'écrasement responsable fréquemment de ce type de fracture. Un appareillage de contention complémentaire, autorisant une mobilisation précoce, est un complément indispensable à l'ostéosynthèse.

L'alternative à cette méthode est la fixation externe réalisée soit par minifixateur dédié spécifiquement à la main, soit à l'aide de deux

broches transversales (une dans chaque épiphyse) solidarisées l'une à l'autre par une ou deux broches longitudinales fixées à l'aide de ciment acrylique ou par un tube dans lequel le ciment est injecté [19]. Le positionnement de la fixation peut être latéral sur la deuxième phalange et les premières phalanges du deuxième et du cinquième doigt. Il doit être dorsolatéral du fait de son encombrement sur la première phalange du troisième et du quatrième doigt.

FRACTURES ARTICULAIRES DES PHALANGES PROXIMALES (P1) ET MOYENNES (P2)

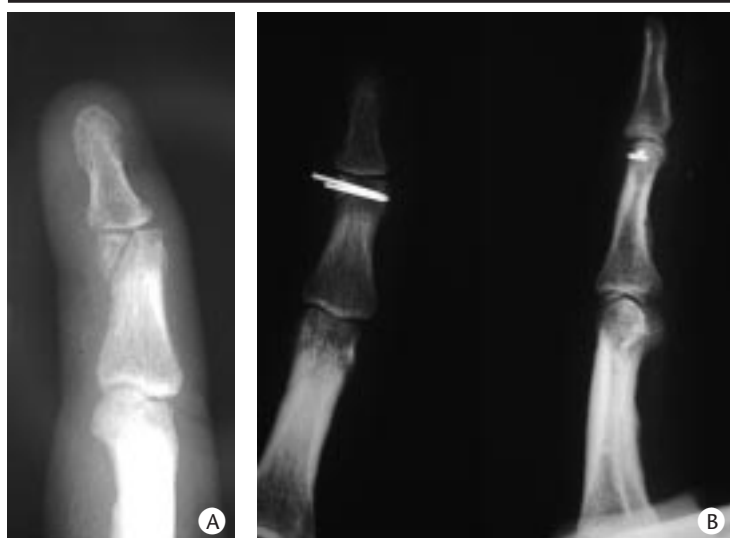
■ Fractures condyliennes

Fractures unicondyliennes

Elles justifient une ostéosynthèse devant le moindre déplacement articulaire qu'il faut bien analyser sur les clichés de face et de profil en gardant en mémoire que l'instabilité de la fracture est d'autant plus grande que le trait est oblique (fig 30).

Un brochage percutané à foyer fermé est une éventualité possible, à condition d'avoir un parfait contrôle articulaire par une radiographie et un examen fluoroscopique peropératoire. Une traction axiale est appliquée sur le doigt, et la réduction du fragment est maintenue par une pince à champ. La fixation est assurée par deux ou trois broches transversales (fig 31).

Les fractures ne pouvant être réduites à foyer fermé sont abordées par une voie dorsolatérale du côté du fragment déplacé. Le contrôle



31 Brochage percutané (B) d'une fracture unicondylienne (A).

endoarticulaire est facilité par un abord entre la bandelette médiane et la bandelette latérale de l'appareil extenseur. Le fragment doit être laissé pédiculé sur ses parties molles, en particulier le ligament latéral dont l'insertion doit être respectée. Cela permet de maintenir sa vascularisation et de faciliter sa réduction. Après un lavage articulaire, la réduction est contrôlée de visu. Le type d'ostéosynthèse dépend de la taille du fragment : soit par deux vis ou par une visse boulonnée et, s'il est peu volumineux, par deux broches de 8/10^e ou par une vis de 1,5 mm de diamètre et une broche antirotation (fig 32). Leur point d'entrée doit éviter au maximum le trajet du ligament latéral. Leur orientation est transversale légèrement oblique pour éviter une saillie gênante sur le ligament latéral opposé.

Fractures bicondyliennes

Les fractures bicondyliennes sont pratiquement toujours déplacées, avec en général un fragment condylien à trait oblique plus important que l'autre. L'abord est dorsal pour permettre un contrôle des deux fragments condyliens. L'ostéosynthèse débute par la reconstruction épiphysaire à l'aide d'un brochage ou d'un vissage des deux massifs condyliens, en contrôlant parfaitement leur alignement articulaire (fig 33). Une plaque ou une lame plaque peut être utilisée, mais il faut être certain du bon alignement de la plaque. Puis le massif épiphysaire est réaligné et fixé sur la diaphyse par des vis ou des broches ou par la plaque.

Les fractures condyliennes palmaires ou dorsales situées dans un plan frontal peuvent être fixées par des broches ou des minivis



33 Ostéosynthèse (B) d'une fracture bicondylienne (A).

enfouies dans le cartilage. Une fracture palmaire peut être vissée en rappel par voie dorsale, sinon un abord latéral est indiqué pour le contrôle de son ostéosynthèse.

La mobilisation active en syndactylie doit être précoce pour toutes ces fractures, après une courte période d'immobilisation segmentaire en extension, car le risque d'une raideur avec défaut d'extension est majeur.

■ Fractures articulaires de la base de la phalange proximale

Leur abord est, selon le siège de la fracture et du doigt concerné, soit latéral soit dorsolatéral voire palmaire [27].

Les fractures à gros fragments déplacés correspondent à un arrachement du ligament latéral. Elles peuvent être visées ou brochées.

Les fractures comminutives sont en général brochées. La reconstruction épiphysaire première avec restauration de l'interligne articulaire est indispensable. Des broches transversales au ras des fragments ostéochondraux peuvent être mises en étau, afin d'éviter un enfoncement articulaire. Une perte de substance épiphysaire peut justifier un comblement associé d'os spongieux prélevé sur le radius (fig 34).

■ Fractures et fracture-luxations de la base de la phalange moyenne (P2)

Ces fractures sont très difficiles à traiter et exposent à de nombreuses séquelles.



32 Vissage (B, C) d'une fracture unicondylienne (A).



34 Fracture articulaire de la base de la 1^{re} phalange (A) ostéosynthésée par broche (B).

Leur pronostic est lié à la localisation de la fracture, au degré d'instabilité en particulier dorsale, à l'importance du tassement ostéocondral et au délai de prise en charge. L'évaluation radiologique est donc essentielle avant de proposer un traitement qui peut faire appel à de nombreuses techniques, dont aucune n'a réellement prouvé sa supériorité par rapport à l'autre. L'ostéosynthèse directe est rarement possible dans ce type de fracture, et le but est d'obtenir si possible une réduction anatomique mais surtout une articulation axée et congruente dont on espère un remodelage avec la mobilisation. Le traitement doit de plus permettre une mobilisation précoce, dont le rôle bénéfique a été démontré notamment sur la trophicité cartilagineuse.

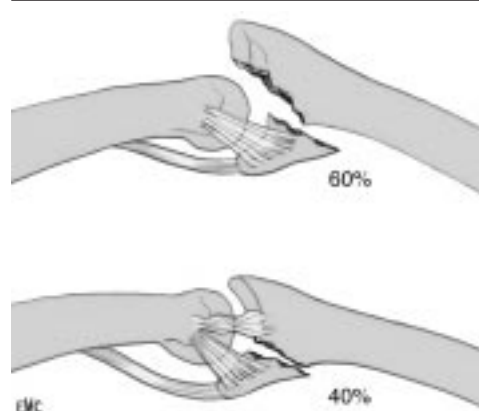
Fractures marginales antérieures de la base de P2

Leur traitement non orthopédique se justifie en cas de persistance d'une subluxation dorsale (signe du V sur le cliché de profil) malgré des manœuvres de réduction effectuées sous anesthésie. Cela correspond souvent à un fragment intéressant plus de 40 % de la surface articulaire (fig 35). Une subluxation dorsale apparaissant uniquement à 20° de flexion peut cependant encore être traitée orthopédiquement par une attelle dorsale IPP stop (fig 36) [42].

Schématiquement, deux cas de figure peuvent se présenter :

- le fragment palmaire est homogène et volumineux.

La réduction et l'ostéosynthèse sont théoriquement possibles, mais en pratique extrêmement difficiles à effectuer sans fragiliser le fragment, et source de raideur postopératoire. La voie d'abord est palmaire, la gaine du tendon fléchisseur est ouverte à hauteur de la poulie A3 et réclinée latéralement ainsi que les tendons fléchisseurs.



35 Fracture palmaire de la base de la phalange moyenne. Stabilité en fonction de la taille du fragment.



36 Subluxation dorsale de l'interphalangienne proximale (IPP) d'une fracture comminutive de la base de la phalange moyenne n'apparaissant qu'à partir de 20° d'extension (A). Indication de traitement orthopédique par une attelle IPP stop (B).



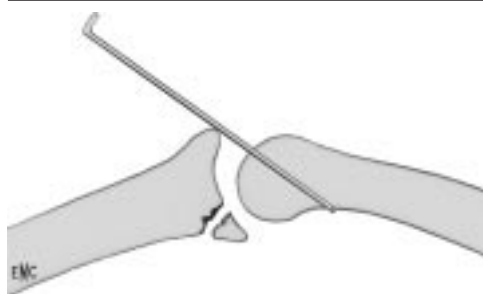
La plaque palmaire est ouverte longitudinalement, et l'ostéosynthèse peut s'effectuer à l'aide de broches ressorties au dos de P2 ou mieux par un minivissage (vis de 1,2 mm) en compression. Si le fragment paraît fragile pour admettre des broches ou des vis, un cerclage peut être une dernière alternative. La mobilisation active est autorisée immédiatement, avec la protection d'une attelle dorsale qui limite durant les 3 premières semaines l'extension de l'IPP jusqu'à 20° de flexion. Un vissage en rappel effectué par une voie dorsale est possible pour un fragment volumineux dont on aura pu obtenir une bonne réduction par la mise en extension de l'IPP. Le vissage s'effectue après avoir immobilisé transitoirement le fragment par une broche ;

- le fragment palmaire est comminutif.

Il est illusoire d'espérer son ostéosynthèse à ciel ouvert. Trois options sont possibles :

- le brochage d'arthrorise dorsale ou brochage en butée IPP stop (fig 37). L'IPP est fléchie à 90° et une broche est introduite dans la tête de la phalange proximale par une courte voie dorsale entre la bandelette latérale et la bandelette médiane de l'appareil extenseur. En jouant le rôle de butée, elle limite l'extension de P2 à 30° de flexion et s'oppose à la subluxation. La mobilisation immédiate est autorisée. La broche est retirée à la 3^e semaine, et une attelle dorsale IPP stop est portée jusqu'à la fin de la 6^e semaine ;

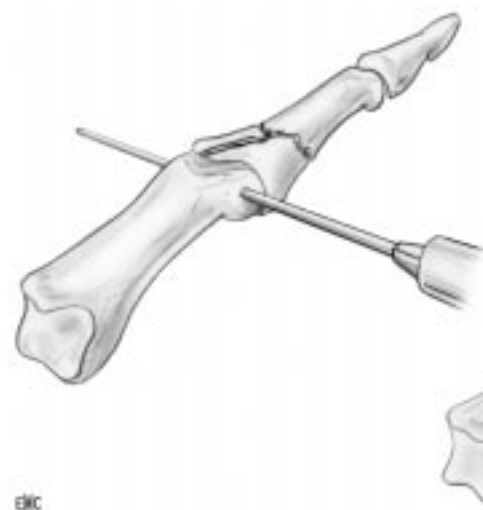
- les systèmes de traction dynamiques. De nombreux procédés dynamiques externes ont été décrits, faisant appel soit à des appareillages externes [49], soit à des fixateurs externes dynamiques [27], soit à des systèmes associant des broches de traction et des



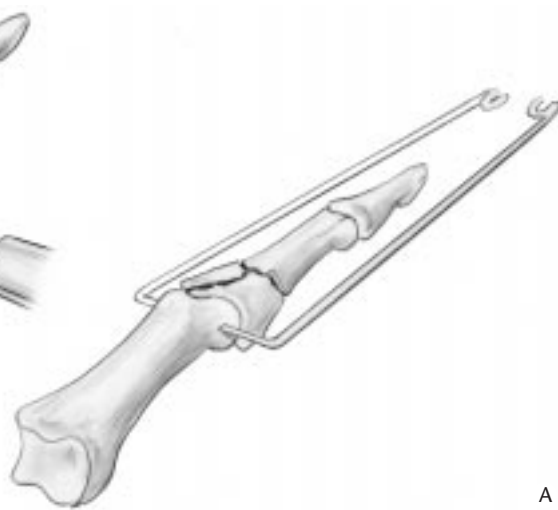
37 Principe du traitement par brochage d'arthro-rise dorsal ou brochage en butée IPP stop.

élastiques [12, 54]. Leur principe repose sur une traction permettant un ligamentotaxis, la réduction de la luxation et la mobilisation précoce (fig 38). Les limites de ces appareillages sont représentées par leur encombrement, les problèmes de tenue des broches et des fiches, les risques d'infection à leur point d'entrée et enfin leur réglage qui doit permettre une mobilisation autour de l'axe physiologique ;

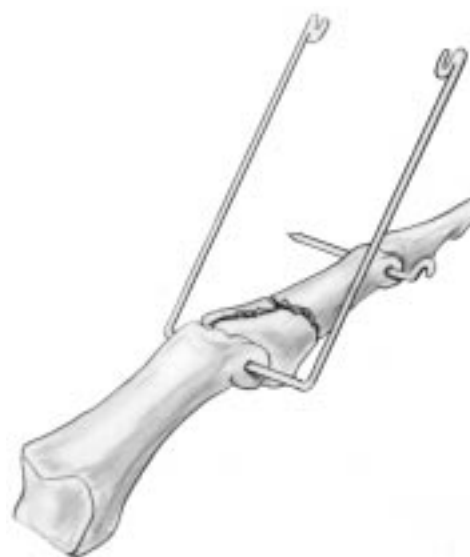
– l'arthroplastie à la plaque palmaire (Eaton) [41]. Le principe est d'avancer la plaque palmaire au niveau de la tranche fracturaire, ce qui permet de remplacer la surface articulaire détruite et de s'opposer à la luxation dorsale (fig 39). L'abord est palmaire en



EMC

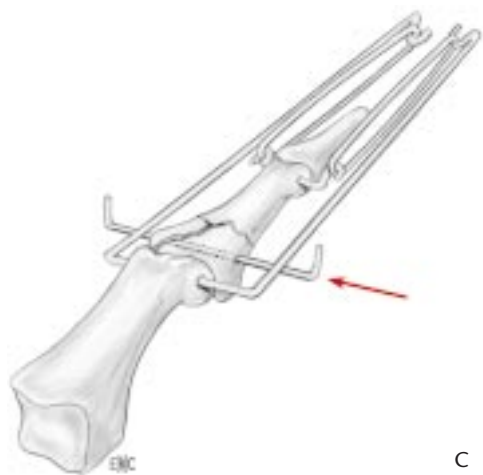


A



EMC

B



C

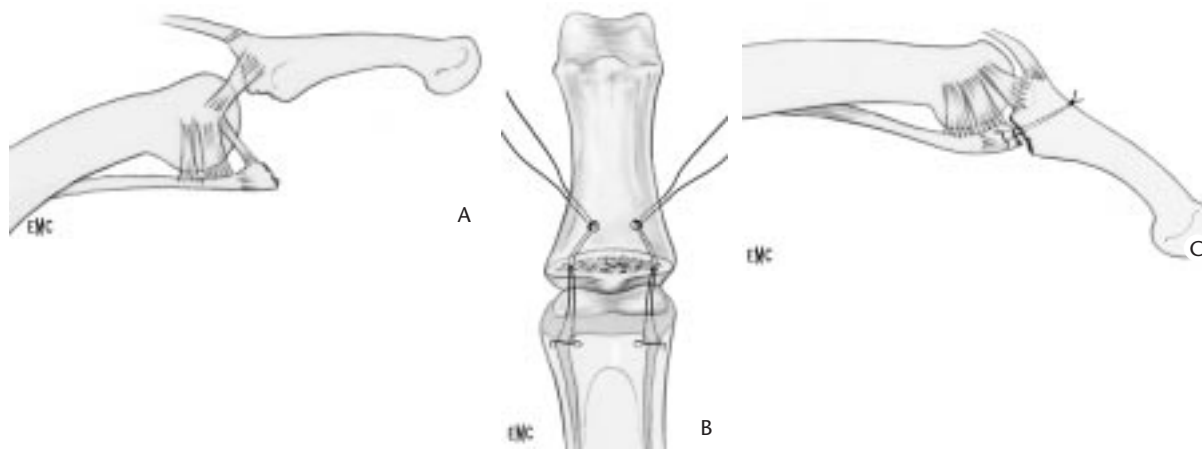


D

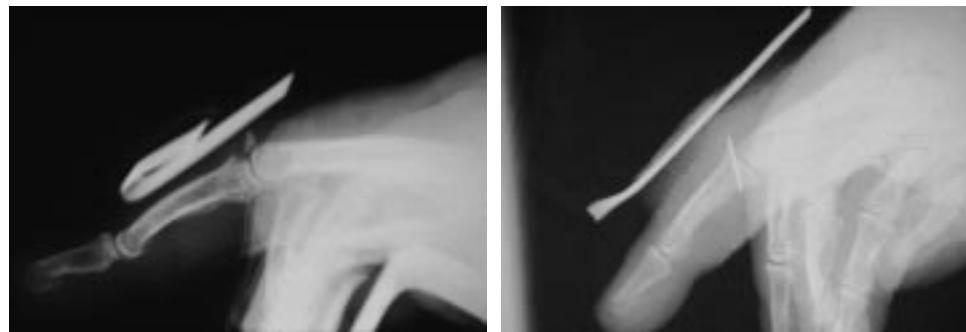


E

38 Schéma du système de traction dynamique de Suzuki et illustration clinique. Le diamètre de la broche transversale proximale est de 12/10° et celui de la broche distale de 10/10°. Pour réduire une subluxation dorsale associée, une troisième broche transversale peut être introduite dans la base de la 2^e phalange et servir d'appui à la broche proximale (flèche en C).



39 Schéma du principe de la technique d'arthroplastie à la plaque palmaire de Eaton.



40 Fracture dorsale de la base de P2. Arrachement de l'insertion de la bandelette médiane de l'appareil extenseur. Ostéosynthèse par broche et immobilisation segmentaire par attelle.



41 A. Fracture comminutive par enfoncement de la base de P2.
B. Reconstruction de l'interligne par brochage des fragments principaux.

Brunner sur P1 et P2. La gaine des fléchisseurs est réclinée entre A2 et A4 en lui gardant une charnière latérale. Les tendons fléchisseurs sont réclinés latéralement. La plaque palmaire est détachée en distal ainsi que latéralement des ligaments collatéraux accessoires qui sont excisés. Les fragments osseux sont également excisés, et la plaque palmaire est fixée au niveau de la zone fracturaire en *pull-out* transosseux fixé au dos de P2 sous l'appareil extenseur. Un brochage complémentaire à 30° de flexion de l'IPP est maintenu 2 semaines. La mobilisation active est autorisée avec une protection par une attelle dorsale IPP stop pendant 2 semaines après l'ablation de la broche.

Cette technique est indiquée aussi bien dans les lésions fraîches que dans les lésions vues secondairement, où une arthrolyse à la spatule fine est souvent nécessaire.

Fractures dorsales de la base de P2

L'insertion de la bandelette médiane de l'appareil extenseur est concernée par ces fractures. Selon la taille du fragment, une subluxation palmaire peut être associée. L'ostéosynthèse est donc indiquée devant tout déplacement ou subluxation palmaire. L'abord est dorsal, et le fragment est ostéosynthésé après réduction soit par une broche ou une minivis si la taille le permet, soit par un haubanage (broche + cerclage), voire par une réinsertion à l'aide d'une miniancre intraosseuse si le fragment est très petit. La mobilisation précoce est possible avec un appareillage de protection en extension dynamique (fig 40).

Fractures comminutives par compression axiale

Elles associent un enfoncement central et des fragments palmaires et dorsaux [53]. Un remodelé acceptable de la surface articulaire peut s'obtenir en associant avec éventuellement un système de distraction dynamique ou statique (fixateur externe), un brochage des fragments principaux et un relèvement à la spatule de l'enfoncement central associé à un comblement d'os spongieux en étai (fig 41, 42). La mobilisation précoce est encouragée de façon à permettre un remodelage articulaire.

Fractures d'un plateau latéral de la base de P2

Ces fractures souvent méconnues conduisent à une clinodactylie puis une arthrose [27] (fig 43). Leur traitement consiste en une réduction à foyer ouvert par voie latérale avec un comblement osseux en étai dans la zone de relèvement, complété d'un brochage transversal.

FRACTURES DIAPHYSAIRES ET MÉTAPHYSAIRES DES MÉTACARPIENS

■ Fractures transversales des métacarpiens

Techniques à foyer fermé

Elles sont indiquées chaque fois que la réduction contrôlée sous fluoroscopie ou par radiographie est satisfaisante mais instable, contre-indiquant un traitement orthopédique.



42 A. Fracture comminutive par enfoncement majeur de la base de P2.
B. Traitement par fixateur externe statique en distraction, brochage des fragments principaux et apport osseux dans la zone de relèvement sous-chondrale.



43 Fracture enfoncement latérale de la base de P2 induisant une clinodactylie.

• *Embrochage centromédullaire (Foucher)* ^[18]

Cette technique est très utile dans les fractures du col du cinquième métacarpien et dans celles plus rares du col du deuxième métacarpien.

Un court abord cutané dorsolatéral en regard de la base du cinquième métacarpien permet d'écarter les rameaux de la branche cutanée dorsale du nerf cubital. Une trépanation à la pointe carrée fine prépare l'orifice d'entrée des broches centromédullaires. La réduction de la bascule palmaire du fragment distal est obtenue par la manœuvre de Jahss (fig 6). Trois broches de 8/10^e à bout mousse et légèrement coudées à leur extrémité sont introduites

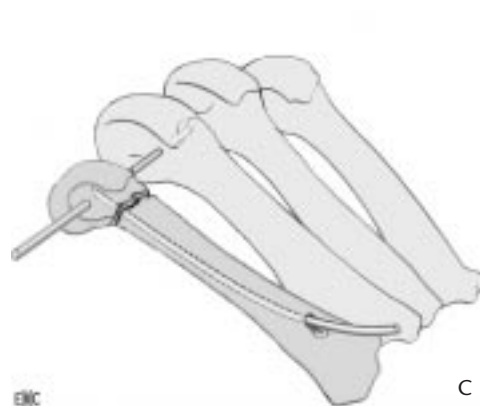
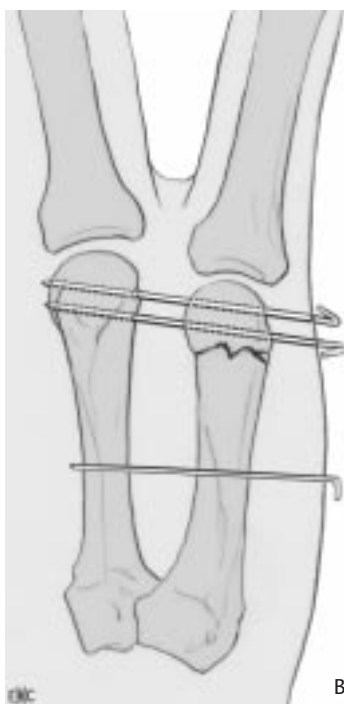
manuellement dans le canal médullaire et positionnées en bouquet dans la tête métacarpienne. Après une compression axiale sur la tête du métacarpien afin d'éviter un écart interfragmentaire, les broches sont recourbées et coupées au ras de la peau (fig 44A). Une mobilisation immédiate est autorisée avec une attelle de protection en syndactylie pour 3 semaines relayée par une simple syndactylisation. Les broches peuvent être retirées à partir de la 6^e semaine.

Des variantes utilisant uniquement deux voire une broche de plus gros calibre peuvent être utilisées dans des fractures plus proximales ou siégeant au niveau des troisième et quatrième métacarpiens.

• *Brochage transversal*

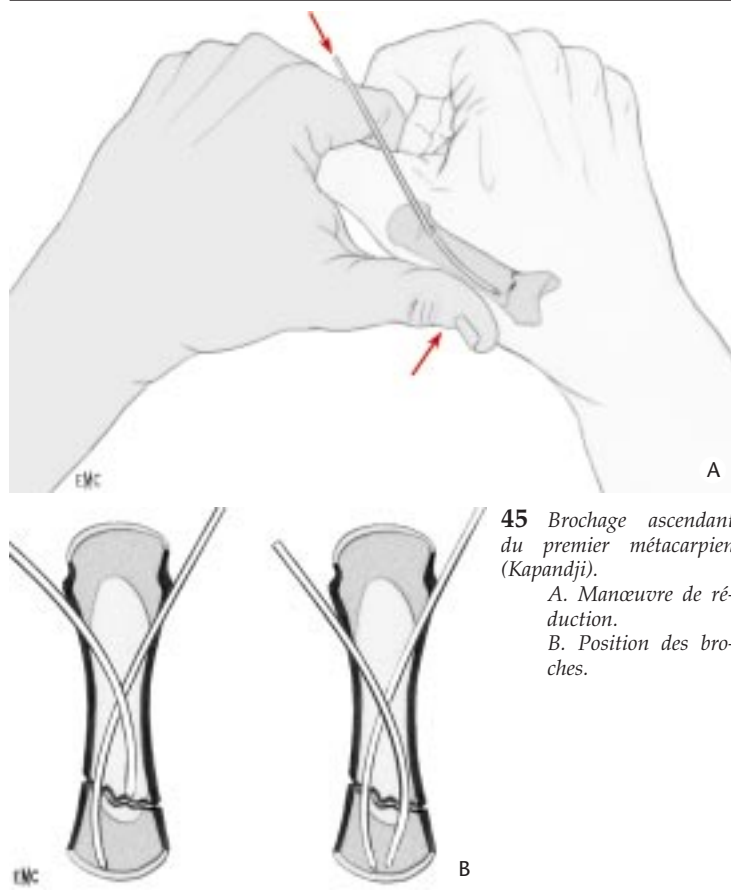
Il n'est possible que pour les deuxième et cinquième métacarpiens. Il peut s'effectuer par voie percutanée ou par un très court abord afin d'écarter les petites branches nerveuses cutanées. Après réduction du foyer de fracture par la manœuvre de Jahss, trois broches transversales de 10/10^e (une proximale et deux distales par rapport au foyer) solidarisent le métacarpien fracturé au métacarpien voisin. Il faut veiller lors du brochage à imprimer une compression axiale sur la tête du métacarpien, afin d'éviter un écart interfragmentaire (fig 44B). La mobilisation immédiate est possible sous couvert d'un appareillage de protection. Les broches peuvent être retirées à la fin de la 4^e ou 6^e semaine selon le siège de la fracture.

Si les broches transversales sont situées à la tête métacarpienne, elles peuvent gêner le jeu des ligaments latéraux et de la dossière de



44 Trois méthodes à foyer fermé de traitement de fracture du col du cinquième métacarpien déplacée.

- A. Embrochage centromédullaire selon Foucher.
B. Brochage transversal.
C. Brochage perpendiculaire.



45 Brochage ascendant du premier métacarpien (Kapandji).
A. Manœuvre de réduction.
B. Position des broches.

l'appareil extenseur, source de raideur séquellaire. Le brochage transversal est donc surtout réservé aux fractures siégeant en amont du col métacarpien.

- *Brochage perpendiculaire*

Il s'inspire des deux techniques précédentes dont il partage les indications et les limites. Il s'effectue à l'aide de deux broches perpendiculaires. L'une est centromédullaire et l'autre intermétacarpienne dans le fragment distal, évitant sa rotation axiale (fig 44C).

- *Brochage ascendant (Kapandji)* [33]

Ce double embrochage croisé ascendant, décrit et surtout employé dans les fractures proximales du premier métacarpien, peut être utilisé également dans les fractures proximales des métacarpiens des doigts longs. Deux courtes incisions cutanées dorsolatérales en regard de la tête du métacarpien permettent d'éviter les rameaux cutanés nerveux. Après perforation de la corticale par une pointe carrée fine à la jonction épiphysométaphysaire, une première broche de 15 ou 18/10° dont l'extrémité est recourbée est introduite manuellement du côté interne. Le passage du foyer s'effectue en position de la réduction en imprimant une traction axiale sur le pouce et une pression dorsale sur la base du métacarpien. La broche est poussée dans le spongieux épiphysaire jusqu'au ras de l'os cortical. Puis la deuxième broche du côté externe est introduite selon le même procédé. Les broches sont coupées au ras de la peau (fig 45). Une immobilisation provisoire en ouverture de la première commissure peut être nécessaire pendant les 3 premières semaines. Les broches sont retirées à la fin de la 6^e semaine.

Les techniques alternatives à foyer fermé du brochage ascendant dans les fractures proximales extra-articulaires du premier métacarpien sont d'une part le double embrochage commissural (technique d'Iselin) décrit plus loin, et d'autre part les brochages métacarpotrapéziens, que nous ne recommandons pas du fait de l'agression qu'ils représentent pour l'articulation trapézo-métacarpienne.



46 Ostéosynthèse par plaque (B, C) d'une fracture transversale de métacarpien (A).

Techniques à foyer ouvert

Elles sont indiquées si la réduction ne peut être obtenue de façon satisfaisante par des manœuvres externes.

- *Plaque*

La plaque vissée en position dorsale mise en compression avec au minimum deux vis de part et d'autre du foyer offre le meilleur compromis en termes de stabilité et de résistance aux contraintes en flexion et en rotation. Cet avantage est à appliquer strictement pour les fractures du premier métacarpien, car l'appareil extenseur n'est pas situé directement dans l'axe ni au contact de celui-ci. En revanche, au niveau des métacarpiens des doigts longs, nous préférons positionner la plaque latéralement afin d'éviter tout conflit avec l'appareil extenseur situé au contact et dans l'axe de la face dorsale du métacarpien (fig 46). Les plaques en L, en T ou une lame plaque sont plus adaptées pour les traits métaphysaires.

Après avoir dépériosté à minima le foyer de fracture, la réduction est maintenue provisoirement par une broche oblique. Elle est



47 A. Fractures transversales de deux métacarpiens.
B. Ostéosynthèse par des agrafes à mémoire de forme.

obtenue plus facilement en flexion de la MP, permettant également de contrôler la rotation. La plaque est positionnée latéralement, ce qui nécessite la désinsertion partielle de l'interosseux. La plaque doit épouser parfaitement le relief du métacarpien et doit au besoin être prémoulée. La compression du foyer de fracture est obtenue une fois la plaque fixée sur l'un des fragments par un méchage excentrique au niveau de l'autre fragment. La mobilisation immédiate est encouragée en s'aidant d'une syndactylie au doigt voisin durant les 3 premières semaines.

• Agrafe à mémoire de forme

Une ostéosynthèse par une ou deux agrafes à mémoire de forme n'est possible que pour des fractures strictement transversales^[11]. Pour être stable et mécaniquement efficace, l'agrafe doit être parfaitement appliquée à l'os, son dos perpendiculaire au trait de fracture et les deux pattes parallèles au trait avec une prise bicorticale. L'abord cutané en regard du foyer est plus court que pour la mise en place d'une plaque qui est plus encombrante. Après réduction du foyer maintenue par un brochage transitoire, l'emplacement des deux pattes de l'agrafe est préparé par un perçage à l'aide d'un viseur. Une fois l'agrafe en place, son effet de compression est induit par thermoactivation, soit par la température ambiante pour une agrafe dite froide, soit après chauffage de quelques dizaines de secondes au bistouri électrique pour une agrafe dite chaude.

Un montage à deux agrafes mises en position dorsolatérale dans deux plans perpendiculaires est plus stable et ne gêne pas l'appareil extenseur (fig 47). Ce mode d'ostéosynthèse autorise une mobilisation immédiate en syndactylie.

■ Fractures à trait oblique ou spiroïde des métacarpiens

Ces fractures sont principalement des indications à des ostéosyntheses à foyer ouvert, sauf dans certaines fractures à trait oblique très court qui peuvent être accessibles à des brochages ou embrochages à foyer fermé.

Brochage

Le brochage à foyer ouvert d'un trait oblique ou spiroïde peut s'effectuer à l'aide de plusieurs broches de 10 ou 12/10°. Simple et rapide, il n'offre néanmoins pas la solidité d'un vissage ou d'une ostéosynthèse par plaque, mais peut être utile lorsque ces modes d'ostéosynthèse ne sont pas possible en particulier si la tenue des vis risque d'être précaire du fait de la qualité osseuse ou de refend des fragments. La protection de l'ostéosynthèse par un appareillage autorisant une mobilisation précoce est indispensable.



48 Ostéosynthèse par vis (B) d'une fracture oblique longue métaphysaire (A).



Vissage isolé

Nous le réservons à deux types d'indications : les fractures épiphysométaphysaires à trait oblique court où une ostéosynthèse par plaque est trop encombrante, et les fractures spiroïdes longues sans refend (fig 48).

L'abord dorsal du foyer s'effectue avec un déperiochage à minima compatible avec un contrôle de la bonne réduction qui est maintenue par un davier. Le diamètre des vis (1,7, 2,0 ou 2,3 mm) doit être choisi en fonction de la taille des fragments, du siège de la fracture et de la qualité osseuse. Leur emplacement doit être judicieusement choisi, de façon à mettre en place au moins deux vis en compression du foyer dans deux plans différents sans fragiliser les fragments, en sachant qu'il n'y a en général que peu d'opportunité à tenter une « seconde chance » en cas de vissage non satisfaisant. L'orientation de la vis doit idéalement se situer le long de la bissectrice de l'angle que forment la perpendiculaire au trait de fracture et la perpendiculaire à l'axe du métacarpien.

Les longues spires diaphysaires peuvent admettre en général trois à quatre vis. Un appareillage postopératoire de protection en syndactylie pour 4 semaines permettant une mobilisation précoce est nécessaire.

Plaque vissée

Plus volumineuse mais aussi mécaniquement beaucoup plus fiable qu'un vissage simple, l'ostéosynthèse par plaque a des indications larges, en particulier au niveau des deux premiers métacarpiens qui peuvent être soumis à de fortes contraintes en torsion.

En jouant sur la longueur de la plaque, son positionnement dorsal ou latéral et sur l'orientation des vis, la fracture doit être fixée de façon équilibrée par au moins six vis.

Un montage mixte associant un vissage isolé en compression et une plaque de neutralisation offre le meilleur compromis biomécanique, et autorise une mobilisation immédiate avec une simple syndactylie.

■ Fractures diaphysaires comminutives

Plaque vissée

L'ostéosynthèse par plaque est la plus solide, à condition de disposer d'une plaque suffisamment longue pour assurer un ancrage au niveau de chaque extrémité épiphysométaphysaire. Cela impose donc un abord étendu qui peut menacer la vascularisation osseuse et entraîner des conflits avec l'appareil extenseur ou le tissu cutané, qui peuvent avoir été fragilisés par le mécanisme fracturaire souvent lié à un écrasement.

Embrochage longitudinal centromédullaire

Il permet de maintenir la longueur du métacarpien. Il peut s'effectuer en va-et-vient à l'aide d'une broche de gros calibre (15/10° ou 18/10°). Le foyer est abordé uniquement pour réaligner les fragments sans aucun déperiostage et mettre la broche centromédullaire dans le fragment proximal. La broche est ressortie au niveau du carpe en mettant le poignet en flexion, puis est repoussée dans le fragment distal jusqu'à dans le massif épiphysaire. Un brochage transversal ou oblique complémentaire par une broche plus fine peut fixer le fragment distal au métacarpien adjacent afin d'éviter sa rotation (cf fig 56B). Ce brochage est utile dans les fractures par écrasement car il évite un abord étendu engendré par la mise en place d'une plaque. Il est en revanche moins solide, et impose donc une contention par un appareillage avec syndactylie pour 3 semaines.

Un brochage percutané en va et vient effectué de distal en proximal avec introduction de la broche centromédullaire à la tête métacarpienne évite l'abord du foyer. Cette méthode constitue néanmoins une agression pour l'articulation métacarpophalangienne source de raideur.

Fixation externe

Si l'on ne dispose pas d'un fixateur externe dédié à la main, une fixation externe peut toutefois être effectuée à l'aide de broches de Kirschner et de ciment acrylique. Deux broches de part et d'autre de la fracture servent de fiches, et une à deux autres broches sont fixées à l'aide du ciment aux deux jeux de fiches. Une autre méthode consiste à relier les deux jeux de fiches par un tube en plastique que l'on remplit ensuite de ciment (cf fig 57B).

Au premier métacarpien, les fiches peuvent être en position dorsale entre les tendons du long et court extenseur. Elles doivent être en position dorsolatérale pour les métacarpiens des doigts longs.

FRACTURES ARTICULAIRES DES MÉTACARPIENS

■ Fractures de la base du premier métacarpien

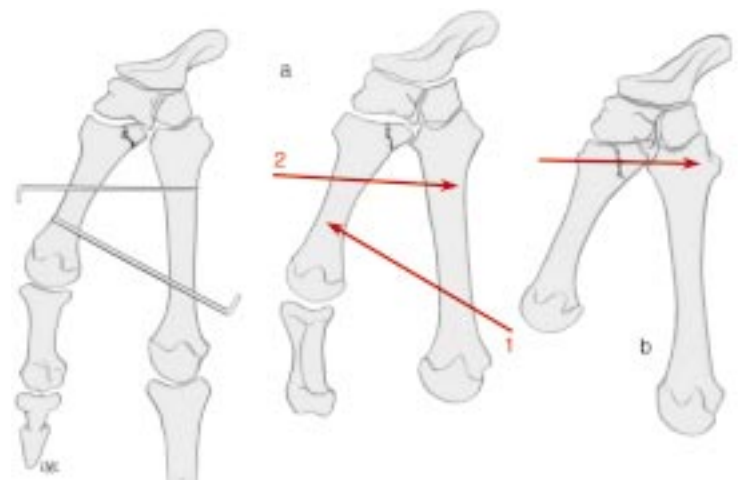
Le but est de rétablir parfaitement l'anatomie de l'articulation trapézo-métacarpienne, qui assure la plus grande partie de la mobilité de la colonne du pouce.

Techniques à foyer fermé

Elles sont indiquées principalement dans les fractures de Bennett et certaines fractures de Rolando dont la réduction, obtenue par manœuvres externes, est satisfaisante lors du contrôle radiologique ou fluoroscopique peropératoire. Certaines fractures très comminutives inaccessibles à une ostéosynthèse directe sont aussi des indications à moindre mal d'une technique à foyer fermé en tirant profit du ligamentotaxis. Il existe d'anciennes techniques d'embrochage articulaire métacarpotrapézien (Wagner, Wiggins) actuellement peu utilisées, car elles sont responsables d'une d'agression supplémentaire à une articulation que l'on veut préserver au maximum^[9].

• Brochages commissuraux (Iselin)^[30]

Ce double embrochage s'effectue à l'aide de broches de 12 ou 15/10°. Un court abord cutané permet d'écarter lors du brochage les



49 Embrochage intermétacarpien. a. Selon Iselin (avec l'ordre de la mise en place des broches) ; b. selon Tubiana : position de la deuxième broche.



50 Fracture de Bennett à gros fragment (A) ostéosynthésée par voie dorsale à l'aide de deux vis (B, C).

fins rameaux nerveux cutanés. La position de réduction est obtenue en traction axiale sur le pouce en abduction et antépulsion à 45° par rapport au plan de la paume, et en imprimant une pression directe sur la base du premier métacarpien. Dans cette position, la première broche est introduite du deuxième métacarpien vers le premier. La broche vient s'appuyer sur la deuxième corticale du premier métacarpien sans la franchir, ce qui permet de maintenir l'ouverture commissurale. La deuxième broche plus proximale est introduite du premier vers le deuxième métacarpien sans franchir la deuxième corticale de celui-ci. Tubiana propose d'embrocher à l'aide de cette deuxième broche le fragment articulaire interne s'il est suffisamment volumineux (fig 49). Les broches sont coupées au ras de la peau, une attelle commissurale protège le brochage jusqu'à l'ablation des broches à la 6^e semaine.

Techniques à foyer ouvert

Elles sont indiquées chaque fois que la réduction laisse persister un décalage articulaire. La tolérance doit être de moins de 1 mm^[9].

• Vissage simple

Il concerne les fractures de Bennett dont le fragment est suffisamment volumineux pour admettre une vis voire deux dont le diamètre (1,7 ou 2 mm) doit être adapté à la taille du fragment (fig 50). Deux voies d'abord sont possibles. La voie dorsale de Cantero est surtout indiquée dans les fractures à gros fragment. L'incision siège à la base du premier métacarpien entre les tendons du long et court extenseur du pouce en respectant les rameaux sensitifs du nerf radial. La réduction est contrôlée de visu et maintenue transitoirement par une broche. Le vissage en compression est effectué en rappel de dorsal en palmaire. Une orthèse de repos avec ouverture commissurale est portée transitoirement pour les premiers jours, permettant une mobilisation précoce.



51 Ostéosynthèse d'une fracture de Rolando par une plaque dorsale.
A. Fracture de Rolando.
B. Ostéosynthèse par une plaque dorsale.

La voie palmaire selon Gedda-Moberg offre un excellent contrôle du foyer, ce qui est essentiel dans les fractures à fragment peu volumineux difficilement accessibles par voie dorsale. L'incision entre peau palmaire et peau dorsale située sur le bord externe du métacarpien s'incurve à la base de l'éminence thénar. Après une désinsertion partielle des muscles thénariens externes, l'abord artriculaire s'effectue en avant du tendon du long abducteur du pouce. Après réduction maintenue transitoirement par une broche, le vissage en compression du fragment s'effectue directement de palmaire en dorsal.

- *Plaque vissée dorsale*

Elle trouve ses indications dans les fractures de Rolando et certaines fractures comminutives encore accessibles à une ostéosynthèse directe. L'abord est dorsal. La reconstruction du massif épiphysaire s'effectue en premier. La réduction est maintenue par une broche en contrôlant la congruence de l'interligne artriculaire. Les enfoncements cartilagineux doivent être relevés à la spatule, et maintenus en place par une broche transversale en « étau » ou par un greffon d'os spongieux prélevé sur le radius. La forme de la plaque, en T ou en L, est choisie selon l'aspect des traits de fracture. La plaque est ensuite vissée au dos du massif épiphysaire puis de la diaphyse (fig 51).

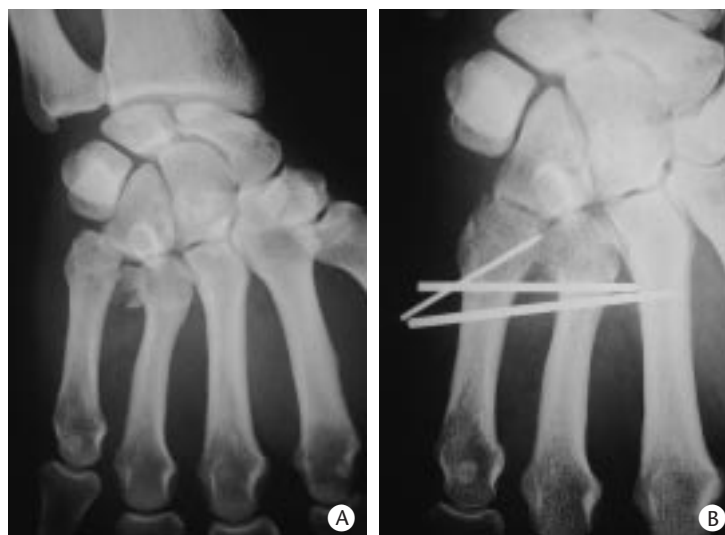
Une attelle amovible en ouverture commissurale est portée transitoirement, et la mobilisation peut être débutée précocement selon le degré de stabilité de la synthèse.

■ **Fractures de la base du cinquième métacarpien**

Ces fractures, très instables du fait de la tension de l'extensor carpi ulnaris, sont souvent déplacées, parfois en fracture luxation, et requièrent une réduction anatomique. Un brochage percutané peut être effectué si la réduction est radiologiquement satisfaisante. Une courte incision cutanée permet d'écarter la branche nerveuse cutanée dorsale du nerf cubital. Un brochage fixe le fragment principal interne au fragment épiphysaire externe puis au quatrième métacarpien si le brochage est transversal, ou à l'os crochu si le brochage est oblique transarticulaire. Une deuxième voire une troisième broche plus distale « suspend » le métacarpien en le fixant au quatrième métacarpien (fig 52). Une orthèse de protection prenant le poignet est portée jusqu'à l'ablation des broches, effectuée à partir de la 6^e semaine.

La synthèse à foyer ouvert se justifie si la réduction par manœuvres externes n'est pas satisfaisante.

L'ostéosynthèse par vis n'est possible qu'en cas de gros fragment externe.



52 Fracture artriculaire de la base du cinquième métacarpien (A) ostéosynthésée par broche (B).

■ **Fractures-luxations carpométacarpiennes du deuxième, troisième ou quatrième doigt**

Qu'elles soient palmaires ou dorsales, ces lésions, qui concernent un ou plusieurs rayons, sont réduites et stabilisées à ciel ouvert. En effet, la superposition des reliefs osseux rend difficile l'appréciation de la réduction des fragments, et la présence des tendons extenseurs contre-indique un brochage percutané^[61]. La voie d'abord est transversale à la base du ou des rayons concernés. Après réduction, le brochage artriculaire carpométacarpien stabilise le métacarpien, en commençant par le métacarpien le plus radial en cas de lésion multiple (fig 53). Le quatrième métacarpien peut aussi être fixé au troisième métacarpien par un brochage transversal.

■ **Fractures comminutives articulaires distales des métacarpiens**

Lorsque la comminution artriculaire est telle qu'elle rend impossible une fixation interfragmentaire à l'aide de broche ou de vis enfouie, la stabilisation par un fixateur externe est l'option de choix. L'emplacement des fiches en position dorsolatérale ne doit pas gêner le jeu de l'appareil extenseur, et l'articulation métacarpophalangienne doit être immobilisée en flexion afin d'éviter un enraidissement en extension. Le ligamentotaxis induit par le fixateur peut contribuer à un certain degré de réduction artriculaire. L'immobilisation artriculaire ne doit pas excéder 3 semaines, afin de limiter l'enraidissement et d'encourager par la mobilisation un remodelage artriculaire.



53 Fractures luxations dorsales carpo-métacarpiennes des troisième, quatrième et cinquième doigts.

Indications et techniques de l'ostéosynthèse selon les lésions associées

FRACTURES OUVERTES

■ Principes

Le traitement des fractures ouvertes des phalanges et des métacarpiens obéit à un certain nombre de principes :

- ces fractures doivent être traitées en urgence afin de limiter le risque infectieux ;
- le parage et le nettoyage du site fracturaire et des lésions associées est le préliminaire indispensable aux différentes réparations. Cela signifie qu'il n'y a pas de place au traitement orthopédique de ces fractures ;
- la stabilisation de la fracture est indispensable avant tout traitement des lésions associées ;
- la réparation de l'ensemble des lésions associées doit être effectuée si possible dans le même temps opératoire, selon la notion du « tout en un temps avec mobilisation précoce » (TTMP) [17]. L'ostéosynthèse doit donc être suffisamment stable ;
- le risque infectieux omniprésent doit orienter vers un matériel d'ostéosynthèse le moins volumineux possible ;
- la mise en place de l'ostéosynthèse ne doit pas aggraver les lésions associées ni gêner leur réparation ;
- la couverture cutanée du foyer de fracture stabilisé doit être assurée par du tissu sain, ce qui peut faire appel à des lambeaux

locaux ou régionaux voire des lambeaux libres, dont le prélèvement et la mise en place ne doivent pas être compromis par le matériel d'ostéosynthèse ou par des abords cutanés inadaptés.

■ Types de lésions

La multiplicité des types de lésions associées ainsi que des localisations fracturaires ne permet pas d'envisager tous les cas de figures. On peut cependant considérer schématiquement les deux catégories lésionnelles suivantes.

Ouverture cutanée simple et lésions associées minimales ou simples

Les possibilités d'ostéosynthèse du foyer de fracture sont identiques à celles d'une fracture fermée. L'abord est guidé par le siège de l'ouverture cutanée.

Fracture comminutive et lésions associées plus ou moins contuses et délabrées

S'il s'agit d'une fracture extra-articulaire, le but est de stabiliser et de maintenir la longueur et l'orientation du segment osseux. Une ostéosynthèse par broche est dans ces conditions toujours préférable à une plaque, qui par son abord risque de dévasculariser les fragments osseux et par son volume d'interférer avec les réparations tendineuses ou vasculonerveuses (fig 54) :

- aux phalanges, l'ostéosynthèse par bilboquet est une bonne alternative qui permet d'assurer le maintien de la longueur du segment osseux avec un encombrement minimal (fig 55) ;
- aux métacarpiens, l'ostéosynthèse transversale par broches au métacarpien adjacent ou le brochage longitudinal centromédullaire sont des alternatives à l'ostéosynthèse directe (fig 56). Le fixateur externe n'est indiqué qu'en cas de comminution étendue aux massifs épiphysaires rendant impossible les options précédentes.

S'il s'agit d'une fracture articulaire, l'ostéosynthèse par broche doit être tentée, et la stabilisation articulaire nécessite souvent le complément d'un brochage articulaire transitoire.

Le fixateur externe trouve ici une bonne indication si la stabilisation par broche est insuffisante ou illusoire. Il permet par ailleurs d'assurer un ligamentotaxis utile à la réduction fracturaire (fig 57).

Les pertes de substance osseuse liées à la comminution peuvent être traitées parallèlement à l'ostéosynthèse par un comblement spongieux ou corticospongieux prélevé sur le radius. L'apport osseux ou articulaire peut être fourni à partir d'un « doigt banque », concept qui concerne des lésions digitales étagées ou des lésions pluridigitales non réparables. Lorsque la perte de substance osseuse est trop étendue ou que les conditions locales rendent risqué un apport osseux immédiat, le comblement osseux peut être envisagé secondairement, une fois la cicatrisation de la couverture cutanée obtenue. Le diastasis interfragmentaire est maintenu par un fixateur externe ou par un brochage transversal s'il s'agit d'un métacarpien. Du matériel inerte (broche, ou bloc de ciment) peut provisoirement être interposé au niveau de la future zone de comblement osseux.

Certaines fractures articulaires, du fait d'une perte de substance ostéochondrale associée, échappent à toute possibilité d'un traitement conservateur par une ostéosynthèse quelle qu'elle soit. L'indication d'arthrodèse peut alors se discuter, notamment si les deux versants articulaires sont fracturés et comminutifs. Cette option est souvent préférable à une mauvaise ostéosynthèse conduisant à des complications septiques ou mécaniques notamment aux articulations IPD. Aux articulations IPP, l'arthrodèse est une solution à envisager au niveau du deuxième et du troisième doigt, surtout en présence de lésions associées des appareils fléchisseurs et extenseurs. Aux quatrième et cinquième doigts, l'alternative à l'arthrodèse de l'IPP est l'arthroplastie par un implant en silicone de façon à essayer de conserver un certain degré de mobilité utile dans les serrages en force.

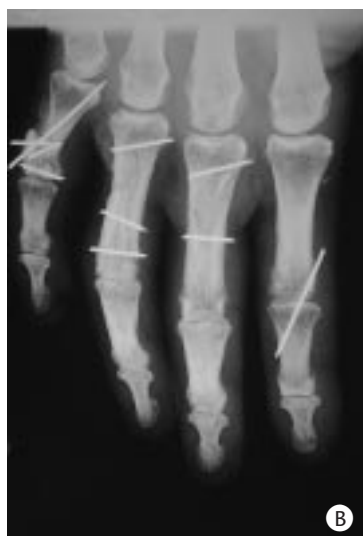


54 Écrasement ouvert dorsal des doigts par une presse.

A1, A2. Fractures ouvertes de P1 sur trois doigts avec lésions tendineuses d'extenseur et délabrement cutané.

B. Ostéosynthèse par broches de toutes les fractures.

C1, C2. Résultat clinique à 6 mois.



55 Ostéosynthèse centromédullaire selon le principe du bilboquet.

A. Fracture ouverte transversale de P2 réalisant une amputation subtotale.

B. Ostéosynthèse par une grosse broche centromédullaire et une broche oblique antirotation mise en va-et-vient.

Aux articulations MP, l'arthrodèse est de toute façon une très mauvaise solution fonctionnelle qui ne peut s'envisager qu'en ultime recours. Le remplacement articulaire d'emblée par un implant ou secondairement par un implant ou un transfert articulaire libre sont des solutions alternatives. Enfin, l'amputation digitale primitive peut se discuter si l'étendue des lésions laisse présager par un traitement conservateur un doigt raide, douloureux, dystrophique et insensible.

OSTÉOSYNTHÈSE DES REPLANTATIONS DIGITALES

Elle doit d'une part être la moins encombrante possible afin de ne pas interférer avec les multiples réparations tissulaires, et d'autre part être suffisamment solide pour autoriser une rééducation avec une mobilisation articulaire précoce qui ne doit pas être gênée par l'ostéosynthèse. De plus, le temps imparti à l'ostéosynthèse ne doit pas prolonger inutilement le temps d'ischémie chaude. Il faut donc utiliser un procédé rapide et techniquement bien maîtrisé. Les

techniques centromédullaires selon le principe du bilboquet ou du clou bloqué répondent bien à ces impératifs pour des amputations diaphysaires^[20]. Une broche de gros diamètre est utilisée comme clou centromédullaire. La rotation peut être bloquée par une petite broche oblique mise en va et vient. L'ostéosynthèse selon le principe du tire-bouchon utilise une vis de 3,5 mm vissée incomplètement dans le canal médullaire. Sa tête est ensuite coupée et le fragment amputé est vissé sur le pas de vis restant.

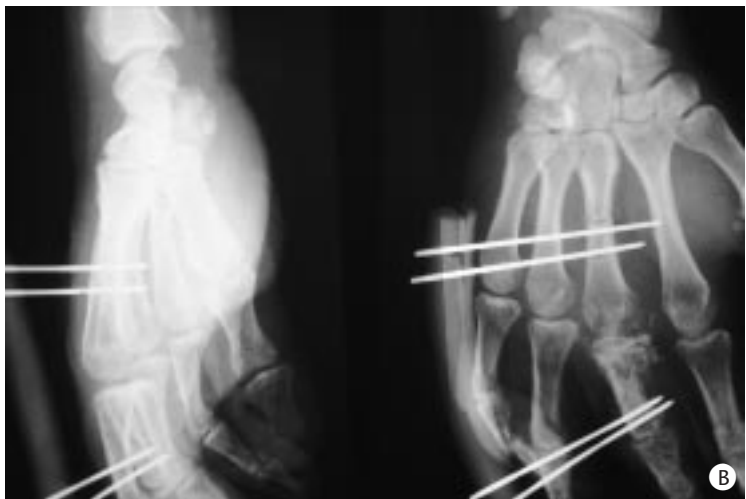
Les ostéosyntheses par broche sont souvent utilisées, et les montages dépendent du niveau d'amputation : brochage en croix, brochage oblique et longitudinal ou montage mixte (cerclage et broche).

Il faut veiller à un parfait affrontement des surfaces osseuses, car le fréquent raccourcissement effectué au cours de la replantation conduit à des extrémités osseuses incongruentes^[17]. Cela rend inadéquate l'utilisation d'une plaque, dont la mise en place serait par ailleurs trop délabrante pour les tissus avoisinants.



56 Main de portière.
A1, A2. Fractures ouvertes de trois métacarpiens avec pertes de substances osseuses, tendineuse et cutanée.

B. Ostéosynthèse par brochage d'alignement centromédullaire et brochage antirotation.
C. Réparation tendineuse et couverture cutanée par un lambeau interosseux dorsal.
D. Résultat à 6 mois.



57 Plaie par arme à feu à bout touchant.
A. Fracture ouverte comminutive de la base de P1.

B. Stabilisation par un fixateur externe en distraction. Fixateur réalisé à l'aide de quatre broches reliées par un tuyau en plastique souple rempli de ciment.

Complications

CAL VICIEUX

Compte tenu du type fracturaire, par exemple, spiroïde courte, spiroïde longue, trait oblique, les fractures des métacarpiens et des phalanges peuvent souvent entraîner un cal vicieux surtout si le traitement initial a été négligé.

■ Cal vicieux des métacarpiens

Les cals vicieux des métacarpiens sont fréquents, même s'ils peuvent être souvent bien tolérés aux quatrième ou cinquième métacarpiens. Ils entraînent une gêne fonctionnelle importante aux deuxième et au troisième métacarpiens. Le cal se manifeste alors d'une part par un raccourcissement de la tête du métacarpien, d'autre part par une malrotation. Ceci a pour conséquence une diminution de la force de serrage et un déficit d'enroulement des doigts qui se manifeste par

un chevauchement nettement invalidant dans les activités fonctionnelles de la main. Son traitement est fonction du délai d'observation de ce cal vicieux. S'il intervient dans une période inférieure à 4 à 6 semaines, il est nécessaire d'aborder le foyer de fracture : par des manœuvres douces, il faut démonter ce dernier et réaliser une ostéosynthèse stable afin d'obtenir une correction fracturaire anatomiquement parfaite. Celle-ci est seule garante d'une rééducation précoce qui ne péjorera pas le pronostic. Au-delà de cette période, le traitement est adapté en fonction du siège du cal vicieux.

La malrotation est corrigée par une ostéotomie de dérotation le plus souvent à distance du foyer de fracture, fixée par un montage stable (broche, plaque vissée, agrafe thermoformable). Dans certains cas, une reprise directe dans le foyer de fracture avec correction de la rotation est possible, mais il faut tenir compte de l'accourcissement qui doit nécessiter une ostéotomie oblique permettant de le corriger. Nous insistons sur la nécessité d'un montage parfaitement stable afin de débiter tôt une rééducation.

■ Cals vicieux des phalanges

Les cals vicieux des phalanges se manifestent le plus souvent par des malrotations directement aux insertions tendineuses selon le siège de la fracture. Ces malrotations s'accompagnent d'une gêne fonctionnelle importante qui nécessite là encore une correction. Elle se fait le plus souvent par une reprise dans le cal si cela est possible à une période inférieure à 6 à 8 semaines, ou sinon par une ostéotomie correctrice le plus souvent dans le foyer de fracture ou à distance selon le siège du foyer. Le montage, là encore, doit être parfaitement stable, afin de permettre une rééducation précoce indispensable pour ne pas péjorer le résultat final. Dans certains cas, à cette correction de cal vicieux pourront être associées une ténolyse voire une ténoarthrolyse, afin de permettre une récupération des amplitudes articulaires optimales.

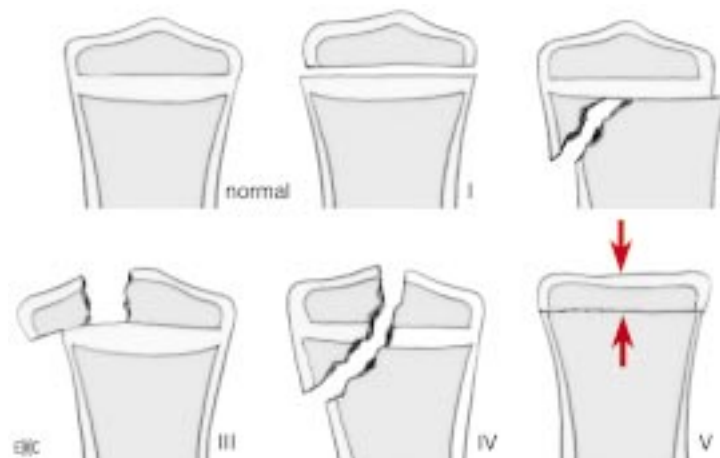
PSEUDARTHROSE

Les pseudarthroses des métacarpiens des phalanges sont très rares, en particulier après les fractures fermées traitées orthopédiquement. Elles surviennent le plus souvent dans les fractures ouvertes où un diastasis a été malencontreusement pérennisé dans les choix d'ostéosynthèse. Elles peuvent survenir par une absence d'ostéosynthèse stable qui, en particulier aux métacarpiens, entretient le diastasis par une sollicitation excessive. Les pseudarthroses sont mal tolérées, elles se manifestent par des douleurs, des saillies des os directement visibles sous la peau. Elles nécessitent, en cas de pseudarthrose sur foyer fermé, une reprise du foyer fracturaire, avec réalisation d'une ostéosynthèse stable avec un apport osseux. Pour un foyer ouvert avec pseudarthrose infectée, un parage soigneux est indispensable. Il peut nécessiter un lambeau de couverture cutanée, qui est un élément indispensable pour la cicatrisation. Dans certains cas, un fixateur externe avec montage en compression peut être utilisé. Sa mise en place doit respecter les trajets des tendons, et les broches sont fixées sur les bords latéraux des métacarpiens ou des phalanges. En cas de perte de substance osseuse s'accompagnant d'un processus torpide, une excision complète avec un apport osseux protégé recouvert par lambeau peut être envisagée.

Fractures de l'enfant

GÉNÉRALITÉS

La main de l'enfant est exposée à de nombreux traumatismes, son rôle majeur d'exploration et de découverte dans le développement de l'enfant restant majeur. Pendant de nombreuses décennies, la notion de croissance des os permettant un remodelage lors de la croissance a fait opter pour un traitement principalement orthopédique. L'estimation de l'incidence des fractures des os de la



58 Classification des fractures épiphysaires selon Harris et Salter.

main chez l'enfant est de 26,4 pour 10 000. Il est à noter que l'incidence commence à croître vers l'âge de 8 ans, ce qui correspond à l'accroissement d'activités ludiques et sportives plus intenses, pour atteindre son maximum à l'âge de 13 ans. On note une prédominance masculine, avec une très nette prédisposition des doigts extrêmes pouce-index et auriculaire^[45]. Les fractures de phalanges sont légèrement plus fréquentes que les fractures des métacarpiens. L'atteinte épiphysaire est une des particularités de l'enfant, représentant de 10 à 30 % des traumatismes^[35, 56]. Les fractures-décollements épiphysaires sont classées selon Harris et Salter avec une prédominance des fractures de type 2^[47] (fig 58). La richesse de la vascularisation épiphysaire endochondrale et périostée permet de limiter le risque de nécrose et ce, malgré des déplacements importants. Il est difficile de déterminer en fonction des études quel type de fracture de la main prédomine chez l'enfant. Il semble que les écrasements distaux et les fractures-décollements épiphysaires se partagent la majorité des cas.

EXAMEN CLINIQUE

Il est souvent difficile à réaliser du fait de la crainte, de la douleur et de l'impossibilité de réaliser des tests spécifiques ou pathognomoniques. Il faut noter que l'importance du pannicule adipeux permet souvent de masquer une déformation chez l'enfant, et qu'il existe une laxité physiologique très variable d'un enfant à l'autre. L'examen est, bien entendu, comparatif. Les examens complémentaires simples comme les radiographies sans préparation sont souvent difficiles à obtenir avec une netteté suffisante pour étudier la trame osseuse. Il est cependant rare d'avoir recours à une anesthésie locorégionale ou générale pour parvenir au diagnostic.

FRACTURES DU POUCE

■ Fractures de la base du premier métacarpien

Elles peuvent être séparées en fractures articulaires et extra-articulaires. La grande mobilité de la première colonne rend la contention difficile, les déplacements secondaires sous plâtre étant fréquents^[32].

Les fractures extra-articulaires sont en règle réductibles par manœuvres externes. Les fractures instables doivent faire l'objet d'une ostéosynthèse par broches, en évitant la transfixion de la métaphyse. Les techniques d'embrochage ascendant peuvent trouver ici une de leurs indications^[33].

Les fractures articulaires représentent les différents types décrits par Harris et Salter. Les fractures type Salter 2 présentent un fragment métaphysaire radial ou ulnaire. Dans ce cas, on peut noter des incarcérations périostées empêchant la réduction. Les fractures à fragment médial sont stables, alors que les fractures métaphysaires pures ou les fractures à fragment radial sont instables et nécessitent



59 Fractures-décollements épiphysaires multiples avec irréductibilité par incarceration périostée sur le quatrième rayon.

A. Vue de trois quarts.
B. Vue de face.

un brochage. Les fractures type 3 réalisent un équivalent de la fracture de Bennett de l'adulte. La réduction doit être anatomique, la fixation est assurée par de fines broches, plus rarement par des vis.

■ **Fractures extra-articulaires de la base de la première phalange**

Elles ne présentent pas de caractéristiques particulières. L'entorse grave de la MP avec arrachement osseux médial est plus rare que chez l'adulte, et le plus souvent remplacée par une fracture-décollement épiphysaire type Salter III. La réduction anatomique et la contention par broches s'imposent alors. Les fractures du col correspondent le plus souvent à un mécanisme d'écrasement associé à un mécanisme de retrait. Ceci entraîne un déplacement de l'épiphyse important avec une rotation du massif épiphysaire, dont la surface articulaire est alors orientée en dorsal. La capsule est alors interposée dans le foyer fracturaire, empêchant la réduction et la consolidation. Ces fractures peuvent évoluer vers la pseudarthrose [4].

FRACTURES DES MÉTACARPIENS DES DOIGTS LONGS

■ **Fractures diaphysométaphysaires**

Leur nombre est probablement sous-estimé, ces fractures passent fréquemment inaperçues et sont souvent prises à tort pour des entorses par l'entourage. La plupart de ces fractures survient lors de la fermeture du cartilage de croissance.

Les fractures du col sont fréquentes et sont l'apanage du donneur de coup de poing. La discussion porte sur l'angle de bascule palmaire tolérable avant de proposer une réduction. En règle, plus la fracture est proche de l'épiphyse et plus l'angle de bascule palmaire tolérable est important, en tenant compte des possibilités de remodelage avec la croissance. Les cals vicieux en bascule palmaire sont mieux tolérés sur les doigts ulnaires que sur les doigts radiaux. L'angle tolérable est donc de 20° pour les rayons radiaux et 30° pour les rayons ulnaires.

Les fractures diaphysaires peuvent entraîner un trouble de rotation et nécessitent une réduction et une stabilisation. Un tel déplacement est suspecté sur la rupture de la cascade unguéale. Aucun remodelage ultérieur ne permet de corriger un tel trouble. En règle générale, l'épaisseur du fourreau périosté limite l'importance du déplacement et assure la stabilité, notamment pour les fractures spiroïdes ou obliques longues. Les fractures transversales des métacarpiens sont en revanche moins stables et nécessitent un contrôle précoce afin de dépister tout déplacement secondaire, qui survient en règle dans les 15 premiers jours. Les fractures diaphysaires multiples résultant d'un traumatisme à haute vélocité posent le problème d'une ostéosynthèse.

■ **Fractures articulaires de la tête**

Elles correspondent généralement à des fractures type Salter II. Elles sont rares aux métacarpiens moyens et plus fréquentes au cinquième métacarpien. La composante de compression axiale de ces fractures est susceptible d'entraîner un trouble longitudinal de la croissance. Leur traitement appelle une réduction et une ostéosynthèse.

FRACTURES DES PHALANGES PROXIMALES

■ **Fractures extra-articulaires**

Elles sont en règle réductibles par manœuvres externes. Les fractures instables doivent faire l'objet d'une ostéosynthèse par broches en évitant la transfixion de la métaphyse. Ces fractures sont fréquentes chez l'enfant. Le traitement est orthopédique, à condition que le diagnostic ait été porté précocement, la rapidité de consolidation ne permettant que peu de rattrapage secondaire. Le remodelage propre à l'enfant dépend de l'âge, du type de fracture, de sa localisation notamment par rapport à une épiphyse, et du déplacement. Une angulation dans le plan sagittal, c'est-à-dire dans l'axe de mobilité du rayon digital, peut bénéficier d'un remodelage satisfaisant [29]. En revanche, il est plus difficile de prédire les possibilités de remodelage d'un déplacement dans le plan frontal. Les troubles de rotation ne se remodelent pas. Le remodelage diminue avec la distance qui sépare la fracture de la plaque de croissance.

■ **Fractures de la base de la première phalange à type de fractures-décollements épiphysaires type I ou II**

Elles sont fréquentes [3] (fig 59A, B). Les fractures-décollements épiphysaires de la première phalange du cinquième rayon sont souvent déplacées en abduction, entraînant les fractures dites de l'octave (fig 60). La réduction de ces fractures est souvent obtenue de façon orthopédique. Certaines interpositions sont possibles par le périoste ou les bandelettes latérales de l'appareil extenseur, nécessitant un abord. Les indications chirurgicales sont surtout le fait des fractures type III de Harris et Salter intéressant plus de 25 % de la surface articulaire ou avec un déplacement supérieur à 1,5 mm. L'abord de ces fractures se fait par voie dorsale avec ou sans ténotomie longitudinale de l'appareil extenseur en fonction de la situation du trait de fracture. La fixation est assurée le plus souvent par des broches fines.

■ **Fractures diaphysaires**

Elles ne présentent pas de particularités par rapport à l'adulte et dans leur déplacement en recurvatum, du fait de la traction de la bandelette médiane de l'appareil extenseur, de la position dorsale des bandelettes latérales par rapport à l'axe de la fracture et de la



60 Fracture métaphysaire proximale de la première phalange du cinquième rayon réalisant la « fracture de l'octave ».



61 Fracture type Salter II de la base de la phalange médiane.

traction des intrinsèques sur le fragment proximal. La réduction doit être anatomique en contrôlant la rotation, dont l'irréductibilité doit conduire à l'abord. Le remodelage est possible dans le plan sagittal, laissant une tolérance maximale de réduction de 20° (fig 61).

■ Fractures du col

Elles posent des problèmes plus complexes, laissant parfois persister des séquelles fonctionnelles non négligeables. Le fragment distal est souvent petit et déplacé en rotation. L'interposition possible de la plaque palmaire entraîne un risque de mauvaise réduction entraînant un déficit ultérieur en flexion. Il convient d'insister sur les clichés de profil montrant une image condylienne en double contour, et sur les clichés de trois quarts (fig 62A, B, C). Toute insuffisance de réduction même modeste pouvant entraîner des séquelles, le traitement de ces fractures est en règle chirurgical. Il est quelques cas où, devant l'obtention d'une réduction parfaite par manœuvres externes, la fracture est brochée en percutané. La voie d'abord est dorsale ou latérale en fonction du type de fracture, permettant la manipulation et le contrôle direct de la fracture, ainsi que sa fixation. Certaines fractures condyliennes présentent des déplacements de 180°. Ceci est lié à la conjonction d'un traumatisme direct et d'un mouvement de retrait simultané de la main. On retrouve une interposition de la plaque palmaire associée à une déchirure de la capsule dorsale [13, 44].

FRACTURES DE LA PHALANGE TERMINALE

Il est classique de différencier les fractures intéressant ou non l'épiphyse proximale.

■ Fractures n'intéressant pas l'épiphyse proximale

Elles sont fréquemment associées à une lésion unguéale. Environ 50 % des lésions du lit de l'ongle s'accompagnent de fractures de la phalange distale. Il s'agit donc fréquemment de fractures ouvertes. Les fractures peuvent être transversales, longitudinales ou comminutives.



62 Fracture unicondylienne de la phalange proximale.
A. Vue préopératoire.
B. Ostéosynthèse par broche après abord dorsal.
C. Vue postopératoire après ablation du matériel.

Les fractures transversales siègent au tiers moyen de la phalange et sont de ce fait souvent instables. L'association à une lésion du lit de l'ongle nécessite une réparation de ce dernier, et de ce fait une stabilisation squelettique. La tablette unguéale, si elle est intacte, peut jouer ce rôle, sinon il faut s'orienter vers une stabilisation par des broches fines ou une aiguille intradermique, qui évite la transfixion du cartilage de croissance.

Les fractures longitudinales sont rares. Il convient de vérifier que le trait n'atteint pas l'épiphyse proximale. Leur stabilité ne nécessite pas en règle d'ostéosynthèse.

Les fractures comminutives sont en règle peu déplacées, mais sont associées à des lésions du lit unguéal qu'il convient de réparer.

Dans tous les cas, il convient d'insister sur le rôle stabilisateur de la tablette unguéale qui doit être réinsérée et fixée chaque fois que cela est possible.

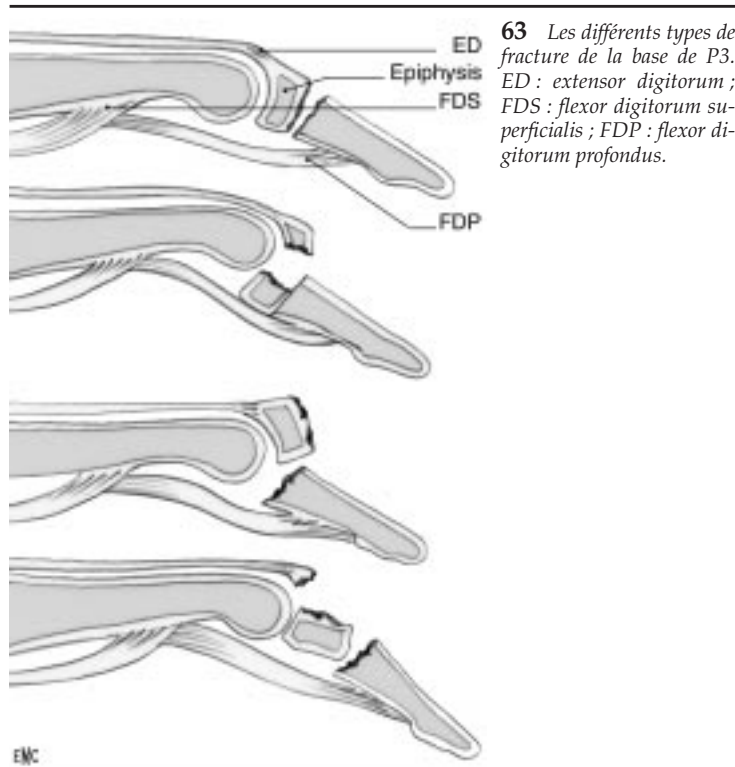
■ Fractures-décollements épiphysaires de la phalange terminale

Cliniquement, le doigt se présente avec un aspect en « maillet ». Les quatre stades de la classification de Harris et Salter peuvent être représentés [10] (fig 63) :

– la lésion décrite par Seymour associe une fracture type Salter I ou II lorsqu'elle est associée à une plaie du lit de l'ongle et à une luxation de la tablette unguéale hors du repli proximal [50] (fig 64). Bien que de nombreux auteurs prônent un traitement orthopédique de ces fractures, il s'agit de fractures ouvertes qui doivent être traitées comme telles au plan du risque septique, et dont la réduction doit être effectuée afin d'éviter tout flossum résiduel ;

– les fractures de type Salter III ou IV surviennent en règle générale chez les adolescents. La réduction par manœuvres externes mettant la phalange en extension est difficile à obtenir. Cependant, en l'absence de rotation du fragment ou de la menace du lit de l'ongle sus-jacent, un traitement orthopédique peut être admis par une attelle palmaire pontant l'IPD. Dans tous les autres cas, l'abord dorsal doit veiller à préserver l'arcade dorsale distale responsable de la vascularisation du repli proximal, et éviter ainsi une dystrophie unguéale secondaire. La synthèse est effectuée par des broches et peut nécessiter la réinsertion ou réparation de l'appareil extenseur ;

– les désinsertions de l'appareil fléchisseur sur la troisième phalange ne présentent pas de caractéristiques particulières par rapport à l'adulte, et nécessitent l'abord du canal digital pour réinsérer le fléchisseur commun profond (FCP) au niveau de la base de P3.



63 Les différents types de fracture de la base de P3. ED : extensor digitorum ; FDS : flexor digitorum superficialis ; FDP : flexor digitorum profundus.



64 Lésion de Seymour.

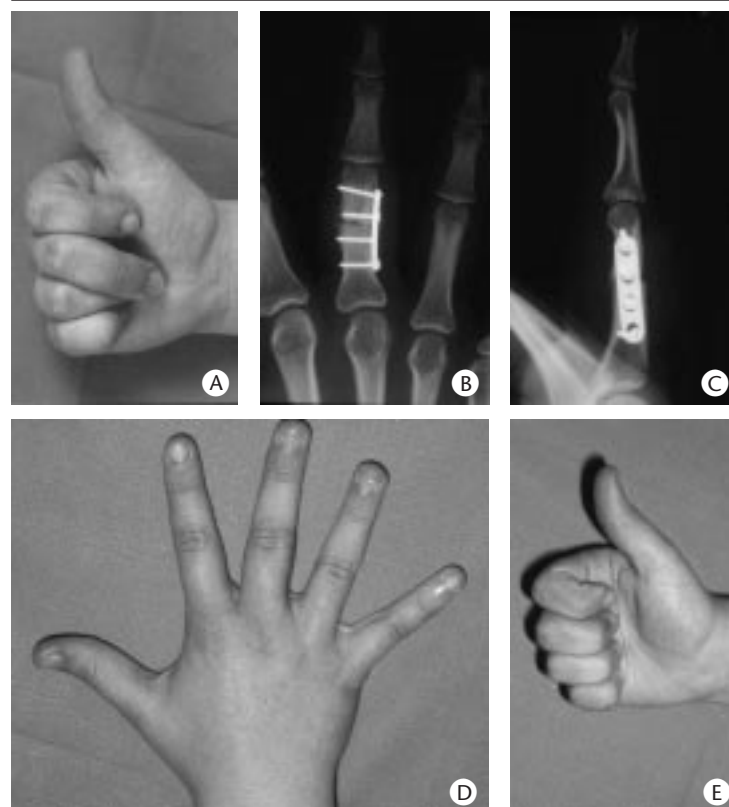
COMPLICATIONS

■ Pseudarthroses

Elles ne sont pas si exceptionnelles dans les fractures très déplacées du col des phalanges moyennes ou proximales. Leur traitement fait appel à un curetage et une ostéosynthèse du foyer de fracture pour les formes vues précocement. Plus tardivement, la greffe osseuse spongieuse s'impose, associée à l'ostéosynthèse [4].

■ Cals vicieux extra-articulaires

Ils sont le plus souvent dans le plan frontal ou transversal. Ils nécessitent des ostéotomies de dérotation ou de soustraction. L'ostéosynthèse est adaptée à l'âge de l'enfant (broches ou synthèse



65 Cal vicieux séquellaire d'une fracture de la première phalange. A. Aspect clinique préopératoire. B, C. Ostéotomie de dérotation montée par plaque. D, E. Résultat clinique.

miniaturisée). Le problème des cals vicieux articulaires est plus complexe, laissant se pérenniser ou s'aggraver une clinodactylie s'accompagnant de rétractions cutanées et de raideur articulaire. Les ostéotomies intra-articulaires sont de réalisation difficile, et le risque de nécrose épiphysaire non négligeable [2] (fig 65).

■ Épiphysiodèses

Elles sont rares, justifiant cependant un contrôle à 1 an du traumatisme. Les parents doivent être prévenus en cas de fracture concernant le cartilage de croissance. Les épiphysiodèses iatrogènes dues à une infection sur broche sont en revanche fréquentes et sont prévenues par des brochages uniques au moteur à vitesse lente.

■ Destructrions articulaires

Elles posent de difficiles problèmes de reconstruction secondaire où peuvent se discuter les transferts articulaires autologues vascularisés ou non [31].

Références ➤

Références

- [1] Allieu Y. L'utilisation du tuteur externe en chirurgie de la main. *Acta Orthop Belg* 1973 ; 39 : 98-101
- [2] Alnot JY, Dubert T. Epiphysio-diaphyseal unicondylar reduction osteotomy for the treatment of clinodactyly due to proximal interphalangeal joint malunion. *Ann Chir Main Memb Super* 1993 ; 12 : 165-172
- [3] Al-Qattan MM. Juxta-epiphyseal fractures of the base of the proximal phalanx of the fingers in children and adolescents. *J Hand Surg [Br]* 2002 ; 27 : 24-30
- [4] Al-Qattan MM, Cardoso E, Hassanain J, Hawary MB, Nandagopal N, Pitkanen J. Nonunion following subcapital (neck) fractures of the proximal phalanx of the thumb in children. *J Hand Surg [Br]* 1999 ; 24 : 693-698
- [5] Barton N. Fractures of the phalanges of the hand. *Hand* 1977 ; 9 : 1-10
- [6] Barton NJ. Fractures of the hand. *J Bone Joint Surg [Br]* 1984 ; 66 : 159-167
- [7] Clifford RH. Intramedullary wire fixation of hand fractures. *Plast Reconstr Surg* 1953 ; 11 : 366-371
- [8] Comtet JJ. Place du traitement non chirurgical des fractures de la main (carpe exclus). In : Cahiers d'enseignement de la Société Française de Chirurgie de la main. Paris : Expansion scientifique française, 1994 : 51-64
- [9] Corcella D. Fractures récentes de la base du premier métacarpien. In : Cahiers d'enseignement de la Société Française de chirurgie de la main. Paris : Elsevier, 2001 : 35-47.
- [10] Crick JC, Franco RS, Connors JJ. Fractures about the interphalangeal joints in children. *J Orthop Trauma* 1987 ; 1 : 318-250
- [11] Cugola L, Testoni R. Bone fixation with shape memory staples. In : Saffar PH, Amadio P, Foucher G ed. Current practice in hand surgery. London : Martin Dunitz, 1999 : 85-93
- [12] De Soras X, De Mourges P, Guinard D, Moutet F. Pins and rubbers traction system. *J Hand Surg [Br]* 1997 ; 22 : 730-735
- [13] Dixon G, Moon N. Rotational supracondylar fractures of the proximal phalanx in children. *Clin Orthop* 1972 ; 83 : 151-156
- [14] Dumontier C, Dap F, Sautet A. Les lésions traumatiques de l'appareil unguéal de l'adulte. In : Dumontier C éd. L'ongle. Monographie du GEM n° 27. Paris : Elsevier, 2000 : 129-141
- [15] Eaton RG, Littler JW. Joint injuries and their sequelae. *Clin Plast Surg* 1976 ; 3 : 85-98
- [16] Fitzgerald JA, Khan MA. The conservative management of fractures of the shafts of the phalanges of fingers by combined traction splinting. *J Hand Surg [Br]* 1984 ; 9 : 303-306
- [17] Foucher G. L'ostéosynthèse des fractures des phalanges et des métacarpiens. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française, 1988 : 213-231
- [18] Foucher G, Chemorin C, Sibilly A. Nouveau procédé d'ostéosynthèse original dans les fractures du tiers distal du 5^e métacarpien. *Nouv Presse Méd* 1976 ; 5 : 1139-1140
- [19] Foucher G, Merle M. Intérêt de l'ostéosynthèse dans la stabilisation des fractures du squelette métacarpien-phalangien. *Ann Chir* 1977 ; 31 : 1065-1069
- [20] Foucher G, Merle M, Michon J. L'ostéosynthèse bilboquet. *Ann Chir* 1977 ; 31 : 1107-1108
- [21] Foucher G, Merle M, Van Genechten F, Denuit P. La synthèse unguéale. *Ann Chir Main* 1984 ; 3 : 168-169
- [22] Gazarian A, Comtet JJ, Urien JP. Traumatisme de P3 et de l'IPD. In : Comtet JJ éd. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 47. Traumatismes ostéo-articulaires fermés des doigts. Paris : Expansion scientifique française, 1994 : 90-96
- [23] Gedda KO, Moberg E. Open reduction and osteosyntheses of the so called Bennet fracture in the carpo-metacarpal joint of the thumb. *Acta Orthop Scand* 1953 ; 22 : 249-257
- [24] Goudot B, Voche PH, Bour C, Merle M. Ostéosynthèse par mini-plaque en L des fractures épiphysaires des métacarpiens et des phalanges. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 : 130-134
- [25] Green DP, Anderson JM. Closed reduction and pin fixation of fracture phalanges. *J Bone Joint Surg [Am]* 1973 ; 55 : 1651-1654
- [26] Grundberg AB. Intramedullary fixation for fractures of the hand. *J Hand Surg [Am]* 1981 ; 6 : 568-573
- [27] Hastings H, Carroll C. Treatment of closed articular fractures of the metacarpal and proximal interphalangeal joint. *Hand Clin* 1988 ; 4 : 503-527
- [28] Hastings H, Ernst JM. Dynamic external fixation for fractures of the proximal interphalangeal joint. *Hand Clin* 1993 ; 9 : 659-674
- [29] Hennrikus WL, Cohen MR. Complete remodelling of displaced fractures of the neck of the phalanx. *J Bone Joint Surg [Br]* 2003 ; 85 : 273-278
- [30] Iselin M. Fractures de la base du premier métacarpien. *Mem Acad Chir* 1956 ; 82 : 771-774
- [31] Ishida O, Tsai T. Free vascularised whole joint transfer in children. *Microsurgery* 1991 ; 12 : 196-206
- [32] Jehanno P, Iselin F, Frajman JM, Pennecot GF, Glicenstein J. Fractures of the base of the first metacarpal in children. Role of K-wire stabilisation. *Chir Main* 1999 ; 18 : 184-190
- [33] Kapandji A. Ostéosynthèse à foyer fermé des fractures proximales non articulaires du premier métacarpien : double brochage croisé ascendant. *Ann Chir Main* 1983 ; 2 : 179-195
- [34] Landsmeer JMF. The coordination of finger joint motions. *J Bone Joint Surg [Am]* 1963 ; 45 : 1654-1662
- [35] Leclercq C, Korn W. Articular fractures of the fingers in children. *Hand Clin* 2000 ; 16 : 523-534
- [36] Lister G. Intraosseous wiring of the digital skeleton. *J Hand Surg [Am]* 1978 ; 3 : 427-435
- [37] Livesley P. The conservative management of Bennett's fracture dislocation: a 26-year follow-up. *J Hand Surg [Br]* 1990 ; 15 : 291-294
- [38] McElfresh EC, Dobyns JH. Intra articular metacarpal head-fracture. *J Hand Surg [Am]* 1983 ; 8 : 383-393
- [39] McElfresh EC, Dobyns JH, O'Brien ET. Management of fracture dislocation of the proximal interphalangeal joint by extension block splinting. *J Bone Joint Surg [Am]* 1972 ; 54 : 1705-1711
- [40] Maitra A, Burdett-Smith P. Conservative management of proximal phalangeal fractures. *J Hand Surg [Br]* 1992 ; 17 : 332-336
- [41] Malerich MM, Eaton RG. The volar plate reconstruction for fracture dislocation of the proximal interphalangeal joint. *Hand Clin* 1994 ; 10 : 251-260
- [42] Maréchal E. Traumatismes fermés récents de l'articulation interphalangienne proximale des doigts longs. In : Comtet JJ éd. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 47. Traumatismes ostéo-articulaires fermés des doigts. Paris : Expansion Scientifique Française, 1994 : 77-89
- [43] Merle M, Foucher G, Mole D, Michon J. Résultats fonctionnels des fractures ostéosynthèses de la première phalange des doigts longs. *Ann Chir* 1981 ; 35 : 765-770
- [44] Newington D, Craig M, Benet G. Children's proximal phalangeal neck fractures with 180° rotational deformity. *J Hand Surg [Br]* 1995 ; 20 : 353-356
- [45] Rajesh A, Basu A, Vaidhyanath R, Finlay D. Hand fractures; a study of their site and type in childhood. *Clin Radiol* 2001 ; 56 : 667-669
- [46] Richard JC, Latouche X, Lemerle JP, Le Viet D, Mitz V, Vilain R. La place du fixateur externe dans le traitement en urgence des traumatismes graves ouverts de la main. *Ann Chir* 1980 ; 34 : 679-701
- [47] Salter R, Harris W. Injuries involving the epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg [Am]* 1963 ; 45 : 587-622
- [48] Savage R. Complete detachment of the epiphysis of the distal phalanx. *J Hand Surg [Br]* 1990 ; 15 : 126-128
- [49] Schenck RR. Dynamic traction and early passive movement for fractures of the proximal interphalangeal joint. *J Hand Surg [Am]* 1986 ; 11 : 850-858
- [50] Seymour N. Juxta epiphyseal fractures of the terminal phalanx of the fingers. *J Bone Joint Surg* 1940 ; 22 : 436-441
- [51] Simonetta C. The use of AO plates in the hand. *Hand* 1970 ; 2 : 43-45
- [52] Smith JH Jr. Avulsion of a profundus tendon with simultaneous intra-articular fracture of the distal phalanx. Case report. *J Hand Surg [Am]* 1981 ; 6 : 600-601
- [53] Stern PJ, Roman RJ, Kiefhaber TR. Pilon fracture of the proximal interphalangeal joint. *J Hand Surg [Am]* 1991 ; 16 : 844-850
- [54] Suzuki Y. The pins and rubbers traction system for treatment of comminuted intra articular fractures and fractures dislocations in the hand. *J Hand Surg [Br]* 1994 ; 19 : 98-107
- [55] Thomine JM, Gibon Y, Bendjedou MS, Biga N. L'appareillage fonctionnel dans le traitement des fractures diaphysaires des phalanges proximales des quatre derniers doigts. *Ann Chir Main* 1983 ; 2 : 298-306
- [56] Torre BA. Epiphyseal injuries in the small joints of the hand. *Hand Clin* 1988 ; 4 : 113-120
- [57] Tubiana R. 8 propos du traitement chirurgical des fractures des métacarpiens et des phalanges. *Ann Chir* 1981 ; 35 : 757-758
- [58] Tubiana R. La mobilisation précoce des fractures des métacarpiens et des phalanges. *Ann Chir Main* 1983 ; 2 : 293-297
- [59] Tubiana R. Positions d'immobilisation de la main. In : Traité de chirurgie de la main. tome II. Paris : Masson, 1984 : 387-392
- [60] Vichard PH. Les luxations et les fractures-luxations carpo-métacarpiennes des doigts longs. In : Cahiers d'enseignement de la Société Française de chirurgie de la main. Paris : Éditions scientifiques et médicales Elsevier, 1988 : 47-54
- [61] Weeks PM, Wray RC. Management of acute hand injuries: a biological approach. St Louis : CV Mosby, 1973
- [62] Zook E. Nail bed injuries. *Hand Clin* 1985 ; 1 : 701-716

Implants digitaux

P. Ledoux

Résumé. – La mise en place de prothèses articulaires au niveau de la main trouve ses indications dans le traitement de la polyarthrite rhumatoïde, l'arthrose et les séquelles traumatiques. Cette chirurgie doit être très précise en raison de l'équilibre délicat entre les structures osseuses, ligamentaires, la position des points d'appui et la longueur précise des bras de levier tendineux. Pour l'articulation trapézo-métacarpienne, le remplacement par prothèse totale donne de très bons résultats en termes d'indolence, de mobilité et de mouvements de prises diverses. La possibilité de réaliser des remplacements de prothèse en cas de descellement rend cette chirurgie plus sûre et fiable à long terme. Pour les articulations métacarpophalangiennes et interphalangiennes, il existe des prothèses rigides à deux composants articulés et des implants en silicone.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Main ; Articulation trapézo-métacarpienne ; Articulation métacarpophalangienne ; Articulation interphalangienne ; Arthrose ; Arthrite rhumatoïde ; Remplacement articulaire ; Prothèse

Introduction

On peut diviser les implants digitaux en deux groupes distincts : ceux destinés à l'articulation trapézo-métacarpienne, et ceux destinés aux articulations métacarpophalangiennes et interphalangiennes. En effet, tant pour les indications opératoires que pour les types d'implants, les différences sont importantes.

L'articulation trapézo-métacarpienne est essentiellement concernée par les problèmes d'arthrose. Les prothèses totales, articulées, à l'image des prothèses totales de hanche, reproduisent assez fidèlement le mouvement physiologique de la colonne du pouce. La possibilité de faire des révisions de prothèse avec remplacement de celle-ci (cf. infra) donne à cette chirurgie la maturité qui lui manquait jusqu'à présent et offre une réponse plausible à la question du devenir de l'articulation trapézo-métacarpienne en cas d'échec.^[1]

Les prothèses métacarpophalangiennes et interphalangiennes proximales trouvent le principal de leurs indications dans l'arthrite rhumatoïde. Les indications de ces prothèses dans l'arthrose idiopathique ou post-traumatique sont plus rares.

Prothèse totale trapézo-métacarpienne

L'atteinte de l'articulation trapézo-métacarpienne peut être gênante fonctionnellement parce que le pouce est le seul doigt qui soit opposable aux autres dans les mouvements de préhension. La colonne du pouce intervient à la fois dans les mouvements de prise en force, mais aussi dans les prises digitales fines. L'atteinte est très souvent bilatérale et touche préférentiellement les femmes aux alentours et après la ménopause.

Il existe des formes post-traumatiques, plus rares, touchant plus fréquemment les hommes. Il s'agit le plus souvent de séquelles de fractures de Bennett mal réduites.

Il n'y a pas de corrélation nette entre l'importance de l'atteinte radiologique et l'importance des plaintes. Il faut donc surtout prendre en compte les plaintes fonctionnelles et douloureuses pour décider d'un geste chirurgical, après avoir tenté les traitements conservateurs (anti-inflammatoires, orthèses, infiltration de corticoïdes) qui sont cependant rarement efficaces, même à moyen ou court terme.

INDICATIONS OPÉRATOIRES

■ Interrogatoire et examen clinique

L'écoute des plaintes et l'interrogatoire sont de première importance dans la décision de prise en charge chirurgicale d'une arthrose trapézo-métacarpienne.

Les plaintes douloureuses dominent le tableau clinique. La douleur est située à la base du pouce et siège en région tant dorsale que palmaire. Elle irradie souvent distalement et proximale. Elle est vive lors des mouvements de prise d'objets larges, lors d'efforts de serrage accompagnant une torsion (ouvrir un bocal) et lors de prises pulpolatérales (clé).

À l'examen clinique, on évalue la saillie de la base du premier métacarpien. L'ouverture de la première commissure est comparée à celle du côté opposé. Le pouce se place parfois en légère antéposition, ce qui ne permet plus de poser la main à plat. Lorsque l'évolution est plus marquée, une hyperextension de l'articulation métacarpophalangienne peut apparaître. Elle est souvent proportionnelle à l'importance de la saillie de la base du premier métacarpien.

Dans les formes plus avancées, on note une amyotrophie thénarienne qui est plus importante que l'amyotrophie du court abducteur observée dans les syndromes du canal carpien à composante motrice.

La pression antérieure et postérieure sur l'articulation est douloureuse. À la face antérieure du poignet, il faut faire la

P. Ledoux

Adresse e-mail: pascal.ledoux@skynet.be

Centre de chirurgie de la main, Clinique du parc Léopold, 38, rue Froissart, 1040 Bruxelles, Belgique.

Clinique Louis Caty, rue Louis-Caty, 7331 Baudour, Belgique.

Polyclinique du Parc, 48 bis, rue Henri-Barbusse, 59880 Saint-Saulve, France.

Tableau 1. – Caractéristiques des différents modèles de prothèse.

| Prothèse | Type d'articulation | Type de queue | Fixation | Centre de rotation | Col modulaire | Tailles de cupule | Tailles de queue | Arc de mobilité |
|--|---------------------|---------------|----------------|----------------------|--|-------------------|------------------|-----------------|
| Arpe | Rotule | anatomique | hydroxyapatite | trapèze | deux longueurs, cols droits et cols obliques | 2 | 2 | 120° |
| Carat de La Caffinière II Guepar II Aventa | Rotule | anatomique | céramique | trapèze | non | 3 | 4 | 90° |
| | Rotule | anatomique | ciment | trapèze | trois longueurs | 1 | 2 | 90° |
| | Rotule | anatomique | ciment | trapèze | deux longueurs | 1 | 4 | 50° |
| | Double selle | tige | ciment | Deux, physiologiques | | | | 75° |
| Roseland | Rotule | en forme de T | hydroxyapatite | trapèze | non | 2 | 2 | 90° |
| Rubis II | Rotule inversée | anatomique | | métacarpien | non | 3 | 2 | 110° |

différence entre une douleur trapézométacarpienne et une douleur scapho-trapézo-trapézoïdienne qui est un peu plus proximale, et apparaît à la pression sur le tubercule du scaphoïde.

Le mouvement de tiroir antéropostérieur du métacarpien sur le trapèze peut donner une sensation de rabot et être douloureux. Le *grinding test* (mise en compression du métacarpien sur le trapèze tout en effectuant un mouvement de rotation de la colonne du pouce) déclenche la douleur habituelle du patient.

Enfin, on évalue les phénomènes de tendinite (de de Quervain, pouce à ressaut) plus ou moins frustes, surajoutés, qui peuvent en imposer pour des douleurs d’arthrose trapézométacarpienne, mais dont le traitement suffit parfois à faire disparaître les plaintes.

Il faut éviter de poser une prothèse trapézométacarpienne chez un patient déjà porteur d’une arthrodèse métacarpophalangienne du pouce en raison de la longueur du bras de levier qui s’exercerait sur la prothèse.^[2]

La pose d’une prothèse trapézométacarpienne est contre-indiquée chez les patients qui ont l’intention de reprendre une activité manuelle lourde.

■ Examens radiologiques

Le bilan radiologique a toute son importance pour l’évaluation de la situation anatomique de l’articulation et en particulier pour vérifier si la hauteur trapézienne reste suffisante pour recevoir une cupule. Il faut également évaluer l’importance des ostéophytes qui peuvent soit limiter le mouvement soit provoquer des effets de came avec un risque de luxation de la prothèse.

On doit être attentif aux dysplasies trapéziennes, avec une surface articulaire trapézienne distale très oblique qui peut rendre difficile, voire impossible, l’implantation d’une cupule avec la bonne orientation.

On doit apprécier l’existence éventuelle d’une arthrose scapho-trapézo-trapézoïdienne surajoutée, même si de l’avis de beaucoup d’auteurs cela ne représente pas une contre-indication formelle à la mise en place d’une prothèse.

On évalue le ratio de longueur entre le premier et le deuxième rayons mesurés à partir du sommet du scaphoïde.^[3] Ce ratio vaut 0,79 chez la femme et 0,81 chez l’homme. Il permet d’apprécier la perte de longueur de la colonne du pouce avant l’intervention. Pour les contrôles postopératoires, il permet d’évaluer l’enfoncement progressif de l’implant au fil du temps.

Kapandji^[4] a bien précisé les incidences radiologiques standards de l’articulation trapézométacarpienne.

Sur les clichés du pouce en profil (sésamoïdes superposés, en avant de la tête du premier métacarpien et base du premier métacarpien montrant qu’une concavité continue), on peut prendre des clichés en flexion, en position neutre et en extension dans cette position.

Sur les clichés dynamiques en flexion, on remarque, tôt dans l’évolution, un pincement entre le bec du métacarpien et le trapèze.

Sur les clichés de pouce de face (interligne trapézométacarpien dégagé, les deux sésamoïdes se projetant sur la tête métacarpienne et formant une image de « tête de hibou »), on peut évaluer la mobilité en antépulsion et en rétropulsion.

Cette incidence permet aussi d’apprécier le pincement articulaire trapézométacarpien et l’importance de l’ostéophyte trapézien interne qui maintient l’éventuelle subluxation externe de la base du premier métacarpien. C’est encore sur cette incidence que l’on peut voir, de manière inconstante, un petit ostéophyte à la face externe de la base du deuxième métacarpien, pathognomonique des arthroses trapézométacarpiennes débutantes.

TYPE DE PROTHÈSES TOTALES TRAPÉZOMÉTACARPIENNES

Il existe des différences importantes entre les modèles de prothèses à la disposition des chirurgiens (Tableau 1).

Le premier choix qui se pose est celui du cimentage. Le fait d’utiliser du ciment assure une bonne adéquation de l’ensemble ciment-prothèse avec l’os environnant. L’inconvénient du ciment est le risque de brûlure de l’os lors de la polymérisation et les difficultés techniques de reprise chirurgicale. Le choix d’un implant non cimenté implique plus de rigueur dans la préparation des cavités osseuses destinées à recevoir les composants prothétiques.

Un deuxième choix est celui d’un implant de forme physiologique comme la prothèse Avanta ou celui d’un implant de type rotule. La conception de la prothèse Avanta est séduisante puisqu’elle reproduit l’anatomie. Malheureusement, l’arthrose trapézo-métacarpienne s’accompagne presque toujours d’une distension des ligaments qui assurent la cohésion articulaire.

Les prothèses de type rotule permettent de compenser la contrainte ligamentaire par une contrainte entre les éléments prothétiques.

Parmi les prothèses de type rotule, il faut encore choisir en fonction du secteur de mobilité. Un secteur de mobilité important entraîne un risque de luxation plus important, mais les petits défauts d’orientation de la cupule dans le trapèze lors de la pose peuvent être compensés par la mobilité.

Il existe enfin le choix entre les prothèses dont la partie métacarpienne est modulaire, avec des longueurs de col différentes et pour certaines la possibilité d’avoir un col décalé pour faciliter l’alignement du métacarpien avec le trapèze. Le fait d’avoir un col emboîté dans la queue métacarpienne facilite les reprises chirurgicales lorsqu’il s’agit d’opérer une conversion vers une trapézectomie dans la mesure où il n’est pas nécessaire d’extraire la queue, ce qui n’est pas toujours simple.

On trouve enfin une prothèse inversée, avec la rotule implantée dans le trapèze et la cupule au niveau de la queue métacarpienne.

■ Prothèses cimentées

La prothèse de de la Caffinière est la première prothèse totale trapézométacarpienne.^[5]

Sa première version était conforme aux conceptions de l’époque : la queue était de faible volume et se retrouvait incluse dans une quantité plus ou moins grande de ciment. Il était recommandé de lâcher le garrot après avoir introduit le ciment et avant sa polymérisation qui est assez fortement exothermique, de manière à éviter une brûlure osseuse.^[6]

Ultérieurement, de la Caffinière a développé un implant de seconde génération, dont la queue métacarpienne remplit beaucoup mieux

la cavité diaphysaire, ce qui limite la quantité de ciment. Avec ce nouvel implant, il introduit également une modularité par la possibilité d'utiliser des cols de longueur différente.

L'angle de débattement angulaire de cette prothèse est de 90°.

La prothèse Guepar^[7, 8] est apparue peu après et elle a suivi la même évolution de forme, avec un meilleur remplissage de la cavité métacarpienne. Le débattement angulaire est faible (25°) et l'implant est surtout utilisé dans sa version indissociable.

La prothèse Avanta vise à un resurfaçage des surfaces articulaires de manière à obtenir une articulation qui fonctionnerait de la même manière que l'articulation physiologique, avec deux centres de rotation.^[9]

■ Prothèses non cimentées

La prothèse Carat que nous avons développée et que nous utilisons depuis 1990 est la première prothèse trapézométacarpienne non cimentée retrouvée dans la littérature.^[10]

La nécessité d'un ancrage immédiat de l'implant, et de sa stabilité à terme, obligeait à une modification importante de la forme de la queue métacarpienne de manière à ce qu'elle remplisse la diaphyse. L'ancrage de la cupule est obtenu par un effet *press-fit*.

La prothèse Roseland se démarque de la tendance actuelle qui consiste à avoir une queue métacarpienne remplissant la cavité médullaire. Ses concepteurs ont conçu un implant qui en coupe a une forme en T pour augmenter sa surface de contact avec l'os receveur.^[11]

La prothèse Arpe est la plus modulaire actuellement disponible.^[12] Elle est composée de trois éléments : une queue métacarpienne recouverte d'hydroxyapatite, existant en quatre tailles, des cols de deux longueurs et de deux angulations (cols droits et cols décalés) qui s'emboîtent dans la queue par cône morse, et enfin deux tailles de cupule composées de métal recouvert d'hydroxyapatite et contenant un insert de polyéthylène.

C'est la prothèse qui possède le plus grand arc de mobilité (120°) ce qui permet, selon son concepteur, de s'adapter à des variations anatomiques dans l'orientation du trapèze.^[13] Un secteur de mobilité plus important expose toutefois à un risque de luxation plus important.

La prothèse Rubis est une prothèse inversée. L'articulation trapézométacarpienne présente deux centres de rotation^[14, 15] : l'un dans le trapèze, pour la flexion-extension, et l'autre à la base du premier métacarpien pour les mouvements d'antépulsion et de rétropulsion. La conception d'une prothèse inversée, situant son centre de rotation à la base du premier métacarpien, est donc aussi pertinente que la conception classique.^[16]

La prothèse Rubis est aussi la seule prothèse métal-métal (titane). La partie trapézienne est vissée et comporte un épaulement. La tige métacarpienne est anatomique et comporte donc une cupule destinée à recevoir la tête trapézienne.

■ Prothèses en silicone

Ces prothèses ont été introduites par Swanson et ont connu un grand succès jusqu'à ce que les problèmes de siliconite réduisent le nombre d'implants posés. D'autres modèles basés sur le même principe existent, mais il s'agit de modifications mineures par rapport à l'implant original.

Il ne s'agit pas véritablement de prothèses au sens où elles ne visent pas à reproduire partiellement ou totalement un mouvement physiologique, mais plutôt à maintenir un espacement entre deux structures osseuses. Le mouvement articulaire reste possible grâce à l'élasticité du matériau dans lequel l'implant est réalisé, mais aussi grâce au fait qu'un espacement suffisant ait pu être maintenu entre les deux pièces osseuses.

Les problèmes de siliconite^[17] ont fait que ces implants ne sont presque plus employés.

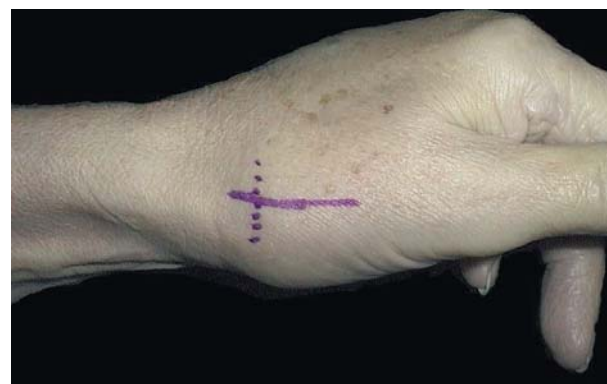


Figure 1 Incision cutanée longitudinale. Le niveau de l'interligne articulaire est indiqué en pointillés.

TECHNIQUE OPÉRATOIRE

■ Voie dorsale

Nous utilisons notre modèle de prothèse pour illustrer la technique opératoire. Les différences avec les autres implants sont minimes et en général les ancillaires accompagnent bien le chirurgien dans son intervention. Les points importants concernant les autres modèles sont mentionnés au fur et à mesure.

La queue métacarpienne est autobloquante ; il est donc indispensable qu'elle remplisse la diaphyse de manière à ne pas migrer. Il faut donc utiliser la plus grande taille possible.

Une bonne orientation du composant trapézien est indispensable pour éviter le risque de luxation de l'implant et pour éviter le contact avec le col de l'implant métacarpien avec le noyau en polyéthylène, ce qui aurait pour effet de provoquer une usure prématurée du polyéthylène avec un risque important de descellement par réaction inflammatoire sur débris de polyéthylène.

Habituellement, nous utilisons une anesthésie locorégionale et l'intervention se déroule sous garrot pneumatique à la racine du membre.

■ Incision cutanée

L'incision de 3 cm est rectiligne, longitudinale, à la face dorsale de l'articulation trapézométacarpienne, un tiers en amont et deux tiers en aval de l'interligne articulaire (Fig. 1). Cette incision se situe entre des tendons de l'extensor pollicis brevis (EPB) et de l'extensor pollicis longus (EPL). Cet abord permet d'éviter les filets nerveux du nerf radial ainsi que l'artère radiale.

Plan sous-cutané

Dans le plan sous-cutané, on repère les tendons de l'EPB et de l'EPL. On réalise une section longitudinale du fascia qui relie les deux tendons à la face dorsale du premier métacarpien de manière à pouvoir bien mobiliser les deux tendons. En dedans du tendon de l'EPL, au sommet de la première commissure, on repère l'artère radiale qui plonge à cet endroit vers la face palmaire de la main. On dégage l'artère de manière à pouvoir la charger sur un écarteur lors des manœuvres de coupe osseuse afin d'éviter de la léser.

L'étape suivante consiste à réaliser une arthrotomie transversale et à lever un lambeau synovio périosté aux dépens de la face dorsale du premier métacarpien sur environ 1 cm.

Coupe osseuse

L'ostéotomie se fait à l'aide d'une scie oscillante, à 6 mm de l'interligne articulaire, perpendiculaire à la face dorsale du premier métacarpien (Fig. 2). Il arrive, après cette section, qu'il reste un bec antérieur important qui nécessite une seconde coupe oblique à 45° par rapport à la première pour réséquer ce bec.

Une fois la coupe osseuse métacarpienne réalisée et la base réséquée, il faut enlever soigneusement les ostéophytes sur le trapèze et le



Figure 2 Ostéotomie transversale du premier métacarpien. À noter le lambeau capsulopériosté dorsal tenu dans une pince.

premier métacarpien pour éviter un effet de came lors des mouvements ultérieurs du pouce. À ce stade, la mobilité de la colonne du pouce doit être complète. Il peut arriver qu'une rétraction ligamentaire antérieure ou interne limite le secteur de mobilité. Il faut alors impérativement sectionner ces ligaments de manière à ce qu'ils ne contraignent pas la prothèse après sa mise en place.

Préparation du trapèze

La préparation du trapèze est la partie la plus délicate de l'intervention. Un bon accès à la surface articulaire est indispensable. Pour cela, il est nécessaire que le premier métacarpien ait retrouvé une mobilité normale.

Un écarteur contre-coudé est placé sous la face palmaire du trapèze et ensuite rabattu vers le bas de manière à repousser la base du premier métacarpien vers la paume de la main. Dans certains cas, la surface articulaire du trapèze est très courbe, présentant une crête transversale importante. Il faut alors réaliser une ostéotomie à la scie oscillante pour aplanir la surface osseuse de manière à ce que la cupule puisse être complètement insérée et que l'épaule repose sur toute la surface trapézienne.

Pour les prothèses Rubis et Arpe, une ostéotomie enlevant l'os cortical sous-chondral du trapèze doit être systématiquement réalisée.

Le centre de la surface articulaire trapézienne est repéré en prenant garde aux ostéophytes dorsaux et internes qui pourraient fausser le repérage. En cas de doute, il est prudent de recourir à un repérage sous amplificateur de brillance. Un prétrou est réalisé à la pointe carrée. L'axe de préparation de la cavité osseuse est primordial pour éviter les luxations ou le contact indésirable entre le col de la partie métacarpienne et le noyau en polyéthylène en cas de malposition importante.

L'axe de cette préparation doit être de 45° externe par rapport à l'axe du deuxième métacarpien et 45° antérieur par rapport au plan des métacarpiens des doigts longs.

Après le forage du prétrou, la préparation de la cavité se fait manuellement à l'aide de curettes de tailles progressivement croissantes jusqu'à approcher de la taille du trépan calibré sur l'anneau de la cupule. L'usage de fraises sur moteur est à proscrire pour éviter une brûlure osseuse ou une fracture du trapèze en raison du couple du moteur et de la dureté parfois importante de l'os sous-chondral à cet endroit (Fig. 3).

La préparation du trapèze est achevée avec l'utilisation du trépan calibré sur la cupule à implanter. Ce trépan est monté sur un



Figure 3 Préparation du trapèze à la curette. Le premier métacarpien est refoulé vers le bas par un écarteur prenant appui à la face antérieure du trapèze.



Figure 4 La préparation du trapèze est terminée à l'aide du trépan calibré sur l'implant.

mandrin de Jacob de manière à nouveau à éviter l'usage du moteur (Fig. 4). L'anneau métallique trapézien est ensuite introduit dans la cavité trapézienne. Le noyau en polyéthylène est introduit après la préparation du métacarpien afin d'éviter de l'abîmer.

Préparation du métacarpien

L'axe de la diaphyse est repéré avec la pointe carrée. La base du métacarpien est en partie vidée de son os spongieux à l'aide d'une curette. Les râpes sont ensuite introduites, de la taille n° 1 à la plus grande taille possible (Fig. 5). L'usage d'un marteau pour faire progresser la râpe est nécessaire. On procède par enfoncements et retraits successifs pour éviter l'enclavement de la râpe. La tonalité sonore des coups de marteau sur la râpe change lorsque cette dernière commence à se bloquer dans la cavité diaphysaire et il importe alors d'effectuer des retraits plus fréquents de la râpe.

La plupart des implants non cimentés ayant subi un traitement de surface qui les rend très peu glissants, il faut repasser plusieurs fois avec la râpe définitive, une fois celle-ci complètement enfoncée pour qu'il y ait un peu de jeu lors de l'enfoncement de la prothèse, sous peine de voir celle-ci se bloquer avant d'être totalement enfoncée.

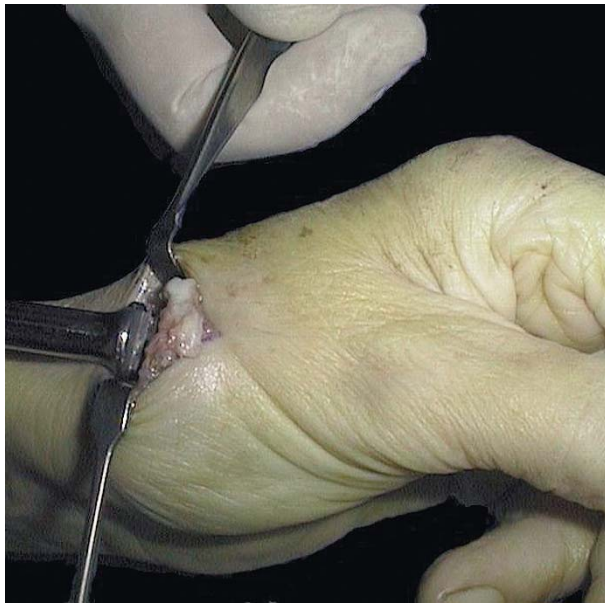


Figure 5 Préparation de la cavité diaphysaire du premier métacarpien à l'aide des râpes calibrées sur les implants.

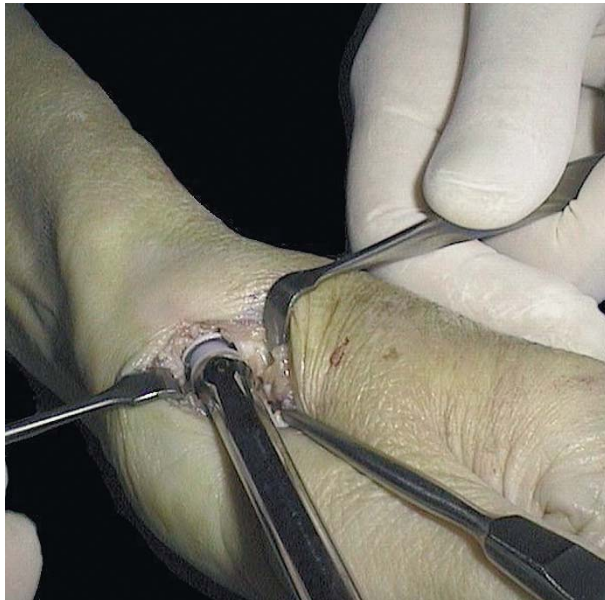


Figure 6 Mise en place de la cupule trapéziennne.

Une astuce technique pour éviter le blocage de la progression de l'implant consiste à refroidir les queues prothétiques par une mise dans un réfrigérateur proche de 0 °C pendant 24 heures, ce qui provoque une contraction du matériau.

Mise en place de la prothèse

Le noyau en polyéthylène est introduit à l'aide de l'impacteur à noyau (Fig. 6). En général, cela peut se faire à la main, mais il est parfois nécessaire de donner quelques coups de maillet pour terminer d'introduire l'implant. Le noyau doit être complètement épaulé sur l'anneau métallique. L'introduction du noyau provoque l'évasement des ailettes de l'anneau et assure l'ancrage.

Pour les autres modèles de prothèse, où les deux parties trapéziennes sont livrées assemblées, l'insertion se fait à l'aide de l'impacteur prévu dans l'ancillaire.

La queue est ensuite introduite dans le métacarpien à l'aide de son impacteur (Fig. 7). En général, quelques coups de maillet sont nécessaires pour que l'enfoncement de la queue soit complet.

Pour les prothèses cimentées, il est recommandé de lâcher le garrot après l'introduction du ciment et avant sa polymérisation, qui est



Figure 7 Mise en place de la queue prothétique.

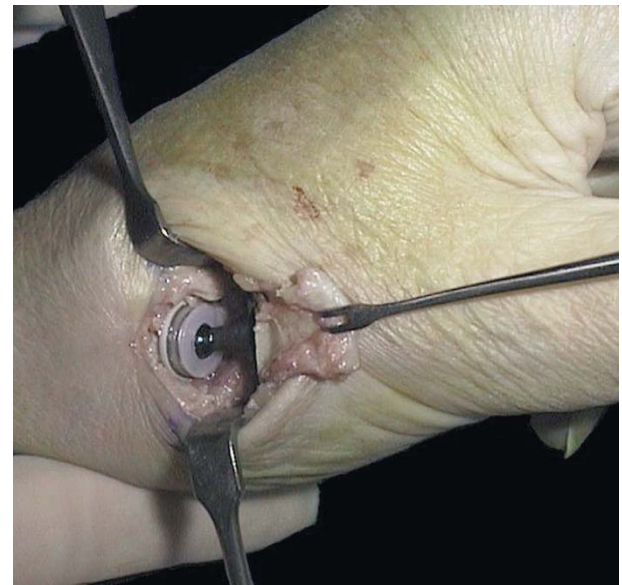


Figure 8 Vue de la prothèse en place, après réduction.

fortement exothermique, pour que le flux sanguin absorbe cette augmentation de chaleur et évite une brûlure osseuse que de la Caffinière a observé au début de son expérience.^[6]

On vérifie ensuite qu'il n'existe pas de fragments osseux ou de tissus interposés dans la cavité du noyau en polyéthylène et on procède à la réduction de la prothèse (Fig. 8).

La bonne mobilité de la prothèse est vérifiée. Un défaut de mobilité peut être dû à deux causes : la présence d'ostéophytes non réséqués limitant mécaniquement le mouvement, ou un excès de longueur de la colonne du pouce par résection osseuse insuffisante ou lorsque la prothèse est trop peu enfoncée. Dans les deux cas, la longévité de la prothèse est fortement compromise et il faut donc pallier ce défaut.

Fermeture et pansement

La néoarticulation est fermée par suture du lambeau capsulopériosté. La fermeture cutanée est réalisée sans qu'un drainage ne soit habituellement nécessaire. Une antibiothérapie n'est pas utile dans notre expérience. Une attelle plâtrée maintenant la première commissure ouverte et le pouce en antépulsion est placée pour une durée de 3 semaines. Ensuite, le port intermittent d'une orthèse dans la même position du pouce est conseillé pour 6 semaines, avec pour consigne de la porter pour la réalisation d'efforts.

■ Voie antérieure

Cette voie a été décrite initialement par Gedda et Moberg en 1954 pour le traitement des fractures de la base du premier métacarpien. C'est la voie que recommande Comtet pour la mise en place de la prothèse Arpe.^[12]

Incision cutanée

L'incision part de l'intersection entre le pli de flexion distal du poignet et le tendon du grand palmaire. Elle se dirige vers l'insertion du tendon du long abducteur du pouce à la base du premier métacarpien et se prolonge distalement de 2 cm le long du bord externe du métacarpien.

Plan sous-cutané

Le tissu sous-cutané est peu abondant et ne contient pas de structure noble susceptible d'être lésée. L'aponévrose recouvrant les muscles thénariens est incisée près de son insertion sur le métacarpien. Un écarteur contre-coudé est glissé sous les muscles thénariens pour dégager la face externe et la face antérieure de l'articulation trapézométacarpienne. Le tendon du long abducteur du pouce est désinséré de la base du métacarpien pour dégager le plan capsulaire. L'arthrotomie est réalisée à l'interligne articulaire. Le repérage de l'interligne n'est pas toujours facile et il peut être utile de s'aider d'une aiguille pour ce faire.

Ostéotomie

La résection osseuse se fait à la scie oscillante, terminée au ciseau à frapper, sur les deux os en commençant par le métacarpien, à la jonction ostéocartilagineuse. Elle est perpendiculaire à la face dorsale du métacarpien. L'ostéotomie du trapèze répond aux mêmes principes. Elle débute à la jonction ostéocartilagineuse et est parallèle au plan d'ostéotomie métacarpienne. Cette ostéotomie doit impérativement emporter l'ostéophyte interne lorsqu'il existe.

Préparation du métacarpien

Le pouce est placé en adduction maximale pour extérioriser sa base. L'axe osseux est repéré à l'aide d'une pointe carrée et la base métacarpienne est partiellement vidée de son os spongieux. Les râpes calibrées sur les implants à utiliser sont passées par ordre de taille croissant jusqu'à la plus grande taille possible.

Deux trous sont forés dans la corticale externe du métacarpien pour assurer la réinsertion du tendon du long abducteur.

Dans le cas d'une prothèse Arpe, la queue d'essai est introduite et la pointe de centrage mise en place pour repérer l'emplacement le plus favorable à l'implantation de la cupule. On enfonce légèrement la pointe dans le spongieux du trapèze et on effectue des essais en flexion, extension, abduction et adduction.

Préparation du trapèze

La pointe de centrage est enlevée. À ce stade, la queue d'essai est laissée en place pour protéger l'os cortical d'un enfoncement pendant la suite de la préparation. La base du premier métacarpien est refoulée vers le deuxième métacarpien pour faciliter l'accès au trapèze.

Le prétrou trapézien est agrandi initialement à la curette dans toutes les directions avant de passer à la fraise calibrée sur la cupule. La cupule d'essai est mise en place pour vérifier qu'elle ne dépasse pas du plan de coupe osseuse. Si c'est le cas, il faut fraiser un peu plus profondément dans le trapèze.

Mise en place des implants

Les pièces d'essai sont retirées. Les cavités osseuses et l'espace interosseux sont rincés au sérum physiologique.

La tige métacarpienne montée sur son impacteur est introduite, concavité vers la face antérieure, et enfoncée de manière à affleurer le plan de coupe osseux.

La cupule est introduite à l'aide de son impacteur. Elle ne doit pas dépasser du plan de la surface osseuse.

Le col d'essai est mis en place en choisissant sa longueur mais aussi entre un col droit et un col décalé de manière à aligner sans difficulté le métacarpien et le trapèze. Il ne doit pas y avoir d'excès de longueur qui se traduirait par une attitude en flexion de l'articulation, ni de déficit de longueur qui rendrait la décoaptation trop aisée.

Le col définitif est mis en place et impacté avec l'impacteur.

Fermeture et pansement

La suture capsulaire n'est pas possible à cause du manque de tissu. Le tendon du long abducteur du pouce est réinséré par des points transosseux, ce qui assure une couverture partielle de l'implant.

Le plan aponévrotique est suturé, de même que le plan cutané.

Une attelle plâtrée d'ouverture de la première commissure est portée jusqu'à l'ablation des sutures, suivie pendant 6 semaines d'une orthèse amovible.

Rééducation postopératoire

La récupération de la mobilité trapézométacarpienne est en général aisée et ne nécessite pas une longue rééducation. Il s'agit d'une rééducation au mouvement qui peut être débutée dès que le patient est porteur d'une attelle amovible.

RÉSULTATS DES PROTHÈSES TOTALES TRAPÉZOMÉTACARPIENNES

L'analyse de la littérature est rendue difficile par le fait que beaucoup de séries présentent des résultats incomplets, manquant de mesures de mobilité et de force, souvent avec des reculs courts, et ne mentionnant pas toujours le résultat sur la douleur.

Certaines tendances semblent toutefois se dégager. Les résultats des différents implants présentés par leurs promoteurs présentent une bonne cohérence quant à leur qualité.^[11, 12, 18, 19]

Ce n'est pas toujours le cas lorsque les séries sont présentées par d'autres chirurgiens.^[20, 21]

Il est évidemment difficile de faire la part des choses dans cette disparité apparente de résultats, d'autant plus que le corps médical, très rigoureux dans les critères de sélection des séries cliniques pour ne pas introduire de biais, oublie systématiquement une variable importante qui va influencer le résultat clinique : l'opérateur.^[22]

En général, la satisfaction des patients opérés est très bonne, cette intervention permettant un retour à une utilisation indolore du pouce dans tous les mouvements et en particulier ceux de prise pollicidigitale.

L'avantage d'une prothèse articulée nous paraît être la restitution d'un point d'appui mécanique suffisant entre les deux composants de l'articulation, et c'est vraisemblablement ce qui explique que les bons résultats que nous observons sur la récupération de la force et de la mobilité dans notre série homogène de prothèses revues par un observateur indépendant.^[19]

Les résultats cliniques de la prothèse Aventa semblent de moins bonne qualité, avec un taux relativement élevé de patients présentant des douleurs. Les auteurs relèvent également un taux important de patients présentant des difficultés à réaliser les mouvements de prise pollicidigitale (écrire, prendre de la monnaie, tricoter, ouvrir un pot). Il se pourrait que cela provienne de la laxité ligamentaire qui n'est pas résolue par ce type de prothèse.

On peut se poser la question de l'avantage de cimenter ou non les prothèses trapézométacarpiennes. Pour Masméjean, avec la prothèse Guepar^[23], le cimentage de l'implant diminue le risque de descellement. Le délai de révision est très court dans cette série dans laquelle les auteurs retrouvent malgré tout six lésés radiologiques périprothétiques et une dépose de prothèse pour descellement, sur un nombre total de 64 implants.

Dans une série de prothèses revues à 10 ans, de la Caffinière^[24] relève 17 bons résultats sur 22 évaluable. Au total, sur 34 cas, il relève sept descellements dont quatre ont été repris par une arthrodeuse.



Figure 9 Descellement complet des deux composants prothétiques.

Chakrabarti [25] a revu 93 prothèses de la Caffinière avec un recul de 6 à 16 ans et qui ont nécessité 11 révisions, le plus souvent pour descellement trapézien.

REPRISE DE PROTHÈSE TOTALE TRAPÉZOMÉTACARPIENNE

Deux écoles se font face dans le traitement chirurgical de l'arthrose trapézométacarpienne symptomatique : les partisans des prothèses totales et les partisans de la trapézectomie.

Un des arguments majeurs et pertinents de ces derniers est la difficulté technique devant laquelle se trouve le chirurgien au moment où l'implant est descellé et où le pouce redevient douloureux.

Le descellement prothétique peut avoir une cause biologique (réactions granulomateuses macrophagiques, à l'interface os-prothèse, sur débris d'usure, surtout de polyéthylène) (Fig. 9) ou une cause mécanique (effet de déviation de contrainte).

Dans notre expérience, une prothèse descellée est douloureuse et nécessite une intervention, contrairement à ce qui est souvent retrouvé dans la littérature.

Nous avons utilisé une procédure de remplacement prothétique calquée sur ce qui se fait en matière de reprise de prothèse totale de hanche.

Une autre possibilité consiste en la conversion en une trapézectomie.

■ Technique opératoire de remplacement prothétique

L'incision se fait à la face dorsale de l'articulation trapézométacarpienne, médiane entre les tendons de l'EPL et de l'EPB. En général, les tissus sous-cutanés sont inflammatoires, souvent tatoués de noir à cause des débris d'usure métalliques. Il faut réaliser une exérèse aussi soignée et complète que possible de ces tissus. Cela permet de mettre à jour la néoarticulation.

On procède à la luxation de l'implant. Ce geste nécessite souvent une résection plus ou moins large du tissu fibreux périprothétique afin de faire sortir la tête de la cupule.

Il faut enlever en premier lieu la queue métacarpienne qui reste le plus souvent fixée dans sa partie distale. On introduit un ostéotome fin et étroit entre la prothèse et le métacarpien, et par petits coups de maillet successifs, en tournant tout autour de la prothèse, on désolidarise l'implant de l'os. Cette manœuvre est souvent délicate car il faut éviter de fracturer le métacarpien qu'il faudrait alors cercler si le montage ultérieur s'avérait instable.

Une fois la queue métacarpienne extraite, il faut procéder à un curetage très soigné et des rinçages de la cavité médullaire pour enlever tout le tissu inflammatoire d'interposition et les débris métalliques et de polyéthylène qu'il contient.

L'ablation de la cupule trapézienne est en général plus aisée. Dans la cavité trapézienne, il faut également réaliser un curetage soigné de tous les tissus inflammatoires d'interposition.

Des greffons spongieux sont ensuite prélevés, en général à l'épiphyse radiale distale par une voie dorsale longitudinale dans l'axe du tubercule de Lister.

Ces greffons spongieux sont disposés dans la moitié proximale du métacarpien puisque c'est en général à cet endroit que la déperdition osseuse a été la plus importante. La queue prothétique vient ainsi reposer sur un lit de greffons qui se tassent lors de l'impaction de l'implant.

Le reste des greffons est disposé dans la cavité trapézienne et ils sont de la même manière tassés lors de la mise en place de la nouvelle cupule, par effet *press fit*. Cette manœuvre suffit en général à assurer une stabilité suffisante de la cupule.

Il peut arriver qu'une fracture du trapèze survienne lors de l'ablation de la cupule trapézienne. Si cette fracture n'est pas trop importante, il est possible de reconstruire le trapèze à l'aide d'un greffon corticospongieux qui reconstitue la partie du mur trapézien qui s'est détachée.

Dans ce cas, il est nécessaire de réaliser un embrochage temporaire de type Iselin visant à immobiliser la première commissure en position d'ouverture pour décharger la cupule des contraintes axiales transmises par la queue métacarpienne.

Dans tous les cas, une immobilisation plâtrée de 6 semaines au minimum doit être respectée pour assurer l'intégration des greffons osseux.

■ Choix de l'implant à utiliser pour les reprises

Après avoir utilisé notre implant pour les remplacements de prothèse, nous donnons actuellement la priorité à la prothèse Arpe pour sa modularité et parce qu'elle est recouverte d'hydroxyapatite. Il s'agit de la solution la plus souple, permettant de faire face à une large plage de situations avec ses cols droits et décalés, et de longueurs différentes. En outre, pour les reprises de prothèse sur greffons spongieux, le recouvrement de l'implant par l'hydroxyapatite est un atout supplémentaire pour une bonne ostéo-intégration.

■ Résultats

Nous avons réalisé neuf reprises de prothèse selon cette procédure avec à chaque fois un retour au niveau antérieur d'activité. [1] Dans un cas de reprise précoce pour luxation de l'implant et fracture corticale externe du trapèze, nous avons dû recourir à un embrochage de la première commissure après reconstruction de la corticale externe du trapèze par un greffon corticospongieux. Cette procédure a permis la consolidation du trapèze et le retour à une mobilité et une fonction normales (Fig. 10).

Les résultats de ces reprises sont largement supérieurs à ceux que nous avons pu obtenir en réalisant des ablations simples de prothèse avec trapézectomie, où effectivement la perte de force est importante et où des douleurs persistent fréquemment.

■ Technique de conversion en trapézectomie

L'incision reprend la cicatrice de mise en place de la prothèse. En général, les tissus sous-cutanés sont inflammatoires, souvent tatoués de noir en raison des débris d'usure métalliques. Il faut réaliser une exérèse aussi soignée et complète que possible de ces tissus. On veille à conserver le tissu fibreux non inflammatoire qui sert de matelassage au moment de la fermeture.

On peut commencer par la fragmentation du trapèze à l'aide d'une pince gouge. On peut choisir de laisser en place la corticale proximale du trapèze pour éviter de laisser un espace trop important à la base du premier métacarpien.

L'accès est alors plus aisé pour procéder à l'exérèse de la queue métacarpienne.

Dans le cas d'une prothèse Arpe, on peut n'enlever que la tête et le col en laissant la queue en place si elle n'est pas descellée, ce qui permet d'éviter une extraction souvent difficile.

Pour les autres prothèses dont la queue est monobloc, il faut enlever celle-ci de manière très progressive, à l'aide d'un ostéotome de 5 mm de large introduit entre la prothèse et le métacarpien. Il faut procéder par touches successives pour ne pas fracturer le métacarpien.

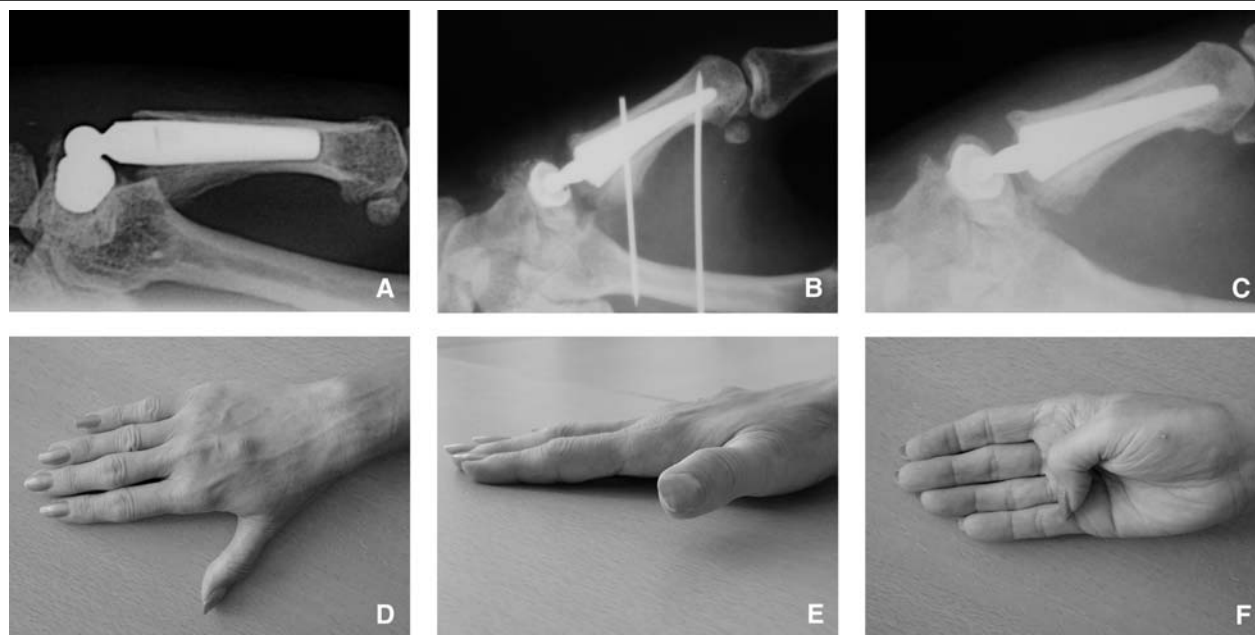


Figure 10 A. Luxation de la prothèse par défaut d'orientation de la cupule suite à une fracture du trapèze.
B. Remplacement de la prothèse avec reconstruction du trapèze par greffon cortico-épongieux. La reconstruction est protégée par un brochage temporaire.

C. Cliché à 1 an : bonne intégration du greffon et de l'implant.
D, E, F. Mobilité du pouce 1 an après la reconstruction.

Une fois la queue enlevée, on procède à un nettoyage soigneux, à la curette, de la cavité médullaire pour enlever tout le tissu inflammatoire qui pourrait s'y trouver.

Dans le cas d'une prothèse cimentée, il faut également enlever tout le ciment de la diaphyse métacarpienne.

Après un rinçage abondant au sérum physiologique, on procède à la fermeture du site opératoire en interposant le tissu fibreux restant entre le pôle distal du scaphoïde (ou la corticale proximale du trapèze si elle a été laissée en place) par des points de suture à l'aide d'un fil résorbable.

La fermeture cutanée se fait sur un drain.

Une attelle d'ouverture de la première commissure est gardée durant 4 semaines.

Prothèses métacarpophalangiennes

INTRODUCTION

Le but de l'arthroplastie est de restaurer l'alignement digital, de restaurer les bras de levier musculotendineux pour retrouver la mobilité, et de restaurer la stabilité articulaire pour permettre les mouvements de prises digitales.

Comme nous l'indiquons en préambule, l'indication principale de la pose de prothèses métacarpophalangiennes est l'arthrite rhumatoïde au stade où les destructions articulaires et des tissus mous périarticulaires sont importantes. Dans ces conditions, il est fréquent que des corrections des tissus mous doivent également être réalisées.

Les structures ligamentaires sont fréquemment touchées par l'atteinte synoviale articulaire, ce qui peut conduire à une subluxation voire une luxation antérieure de la base de la première phalange. Par ailleurs, on note de manière quasi systématique une déviation ulnaire des doigts liée à une détente ligamentaire sur le versant radial de l'articulation et une contracture ligamentaire sur le versant ulnaire de l'articulation.

Cette déviation ulnaire des doigts s'accompagne dans un certain nombre de cas d'une luxation des tendons extenseurs dans les vallées intermétacarpiennes du côté ulnaire. L'appareil extenseur est maintenu centré sur l'articulation métacarpophalangienne par un

système de bandelettes sagittales qui s'insèrent de part et d'autre de l'articulation sur une jonction fibreuse entre la plaque palmaire et le ligament transverse interglénoïdien, tout en recouvrant les ligaments latéraux. Lorsque le tendon est luxé sur le versant ulnaire de l'articulation, il y a à la fois une rétraction de la bandelette sagittale ulnaire et une distension de la bandelette radiale.

Enfin, on peut encore avoir une rétraction des muscles interosseux sur le versant ulnaire des articulations métacarpophalangiennes.

Ces différentes modifications anatomiques, distensions et retractions, ont tendance à fixer les déformations articulaires, voire à les accentuer. Lors de l'intervention, il faut passer en revue les différentes structures périarticulaires et corriger les déformations de manière à obtenir une réaxation et une fonction correcte des doigts opérés.

Dans ce contexte, il faut donc voir le remplacement articulaire comme une partie d'un traitement dont le but est de rétablir un équilibre fonctionnel entre les différentes structures ostéoligamentaires et tendineuses du doigt.

L'arthrose idiopathique ou l'arthrose post-traumatique sont également des indications de remplacement articulaire. Souvent, dans ces indications, l'atteinte est monoarticulaire.

Dans les atteintes post-traumatiques, il convient de faire un bilan de l'état des structures périarticulaires. Une atteinte non réparable de l'appareil tendineux fléchisseur ou extenseur du doigt est une contre-indication à la pose d'une prothèse. En effet, il est inutile de rendre sa mobilité à une articulation dépourvue de « moteur » pour la faire bouger.

La stabilisation latérale de l'articulation (testée en flexion) doit être suffisante sous peine de nécessiter la reconstruction du ligament latéral déficient.

TYPE DE PROTHÈSE

■ Prothèse de Swanson

Cet implant est utilisé depuis une quarantaine d'années. Le principe développé par Swanson reprend celui de la résection-arthroplastie^[26] où l'interposition d'un implant en silicone remplace l'interposition de la plaque palmaire et sert de support au processus de cicatrisation. La réaction d'encapsulation fait partie intégrante du traitement. Ce type de traitement a connu et connaît toujours un

succès important dans le traitement de la polyarthrite rhumatoïde. Cet implant et la technique chirurgicale développée par Swanson permettent en effet de corriger les déviations axiales liées aux problèmes tendineux et aux éventuelles luxations métacarpophalangiennes, tout en supprimant la douleur et en rendant une petite mobilité à des articulations qui en étaient souvent dépourvues. Le fait que l'implant soit monobloc permet de compenser au moins partiellement l'instabilité ligamentaire.

■ Prothèse Neuflex

Il s'agit également d'un implant en silicone dont le dessin a été modifié par rapport à celui de Swanson de manière à ce que l'axe de flexion de l'implant soit plus palmaire, dans le but de diminuer le pistonnage de l'implant lors du mouvement.

■ Prothèse DJOA

Cette prothèse a été développée en 1985 pour apporter une solution aux problèmes observés avec les implants en silicone (raideur, rupture d'implants, synovite et manque de force). La partie métacarpienne de l'implant comporte une queue en polyéthylène et une tête en acier s'articulant avec la partie phalangienne qui est totalement en polyéthylène, avec un petit cerclage métallique distal pour le repérage radiologique de l'implant. Cette prothèse en est actuellement à sa troisième version.

■ Prothèse Ascension-MCP

Cet implant réalisé en carbone a un coefficient d'élasticité proche de celui de l'os cortical, et le traitement des surfaces de frottement limite de manière très importante le phénomène d'usure et donc la production de débris générateurs de réactions biologiques pouvant aboutir au descellement de l'implant. Dans la première version de l'implant [27], les queues avaient une forme peu anatomique, ce qui a été corrigé dans la deuxième version, de même que les zones d'appui de la tête métacarpienne (devenue rectiligne oblique alors qu'initialement elle était angulée) et de la base de la première phalange (devenue oblique de haut en bas et de distal en proximal pour préserver l'insertion des ligaments collatéraux).

■ Prothèse SR-MCP

Il s'agit d'une prothèse que ses auteurs qualifient d'implant de resurfacement (*surface replacement meta carpo phalangeal*). La partie métacarpienne est en alliage chrome-cobalt et la partie phalangienne en polyéthylène. Les promoteurs utilisent une fixation par ciment mais semblent laisser la possibilité de poser l'implant sans ciment. [28]

TECHNIQUE OPÉRATOIRE

Pour les articulations métacarpophalangiennes, nous utilisons l'implant en silicone pour modèle de technique opératoire, en spécifiant les points particuliers liés à la pose des prothèses articulées.

■ Incision

En cas de pose d'une prothèse à toutes les articulations métacarpophalangiennes des doigts longs, il convient de réaliser soit une incision transversale droite (Fig. 11) ou brisée, soit deux incisions longitudinales, l'une dans le deuxième espace intermétacarpien, l'autre dans le quatrième espace intermétacarpien. En cas de pose sur une seule articulation, on réalise une incision arciforme partant de la face dorsale du métacarpien en regard de son col, passant dans la vallée intermétacarpienne sur le versant ulnaire de l'articulation et revenant vers le centre de la face dorsale de la première phalange.

Quel que soit l'abord, il faut être soigneux dans la dissection des tissus sous-cutanés pour ne pas léser le réseau veineux ni les rameaux nerveux qui, dans cette zone, passent dans les vallées intermétacarpiennes.

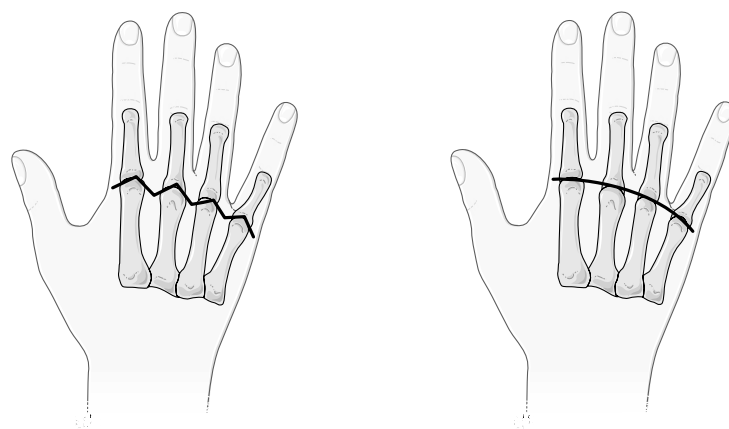


Figure 11 Incision brisée (A) ou droite (B) pour pose de prothèses aux quatre articulations métacarpophalangiennes des doigts longs.

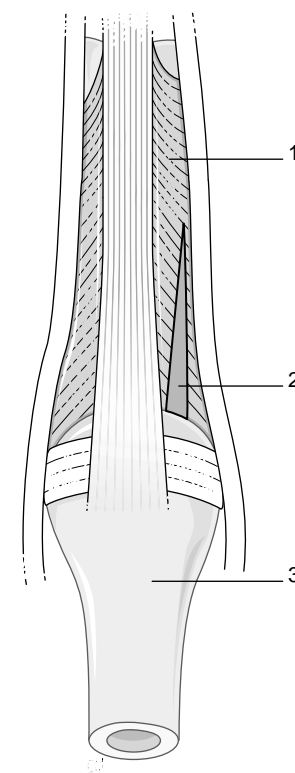


Figure 12 Incision longitudinale de la moitié proximale du versant ulnaire de la dossière des interosseux. 1. Première phalange ; 2. incision de la dossière des interosseux ; 3. métacarpien.

■ Abord articulaire

Dans les cas d'arthrose, les tendons extenseurs n'étant généralement pas luxés dans l'espace intermétacarpien, la meilleure approche de l'articulation est longitudinale transtendineuse. L'avantage de cet abord est de pouvoir réaliser une suture solide permettant une mobilisation rapide, tout en ayant un accès large à l'articulation métacarpophalangienne.

Dans les cas de polyarthrite, les tendons extenseurs étant généralement luxés sur le versant ulnaire de l'articulation, les différents auteurs [29, 30] sauf Beckenbaugh [31] s'accordent pour préconiser une incision de la dossière des interosseux sur le bord ulnaire du tendon central. Cette incision s'arrête à mi-hauteur de la première phalange, respectant l'insertion distale de la dossière (Fig. 12). En cas d'atteinte polydigitale, il faut commencer par l'auriculaire et sectionner si nécessaire le tendon de l'abductor digiti minimi tout en préservant le tendon du flexor digiti minimi brevis. Lorsque la libération permet le recentrage tendineux sans contrainte, on passe à l'annulaire puis au médus et l'index, en réalisant à chaque fois une incision de la dossière des interosseux sur le versant ulnaire du tendon central.

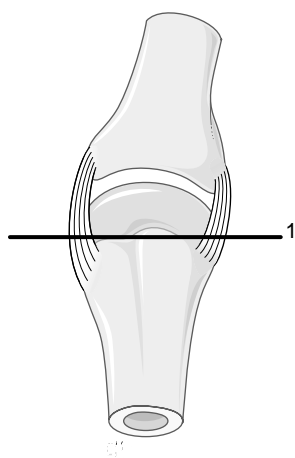


Figure 13 Niveau de l'ostéotomie (1) de la tête du métacarpien.

Pour chacune des articulations, le tendon est alors écarté du côté radial, la capsule articulaire est séparée de l'appareil extenseur et, lorsque l'indication chirurgicale est une polyarthrite, une synovectomie est réalisée.

■ Ostéotomie

Pour une prothèse de Swanson, la section osseuse est verticale, perpendiculaire à l'axe longitudinal du métacarpien, réalisée à la scie oscillante, en principe au niveau des tubercules d'insertion des ligaments latéraux (Fig. 13). Il peut arriver que la résection osseuse doive être plus importante, si la luxation antérieure et la rétraction proximale de la base de la première phalange sont importantes. Dans ce cas, les tubercules d'insertion ligamentaires sont emportés par la coupe et il faut réaliser une réinsertion du ligament latéral sur le versant radial de l'articulation, comme dans les cas de désinsertion liés à l'atteinte synoviale de l'articulation. Les ostéophytes éventuels sont enlevés à la pince gouge. La synovectomie est complétée à la face palmaire de l'articulation.

À ce stade de l'intervention, la libération des tissus mous et la résection de la tête métacarpienne doivent permettre une mobilité normale et sans contrainte de l'articulation. Si ce n'est pas le cas, il faut rechercher l'élément qui s'y oppose. C'est le plus souvent la rétraction du muscle interosseux sur le versant ulnaire de l'articulation, ce qui nécessite une ténotomie.

Pour les prothèses totales, le plan de coupe osseuse métacarpienne étant souvent oblique, l'ancillaire contient les guides adéquats. Ils consistent en une tige à introduire au travers de la tête dans la diaphyse métacarpienne. Sur cette tige vient s'adapter le guide de coupe qui permet à celle-ci d'avoir la bonne obliquité pour un contact optimal entre la prothèse et l'os. Une fois le plan de coupe réalisé jusqu'au contact du guide intramédullaire, on enlève celui-ci pour continuer la coupe selon la même direction.

■ Préparation osseuse

C'est en général la taille de la cavité métacarpienne qui détermine la taille de l'implant à utiliser. Il convient donc de commencer la préparation diaphysaire par le métacarpien. On introduit une pointe carrée dans la tranche de section osseuse, après avoir au préalable repéré la direction de l'os, et en agissant prudemment pour ne pas causer de perforation corticale. Les zones métaphysaire et diaphysaire sont ensuite évidées à l'aide d'une curette en réalisant une cavité de forme rectangulaire. Les fantômes sont utilisés pour adapter la préparation de la cavité. Celle-ci doit être bien remplie tout en utilisant l'implant de la plus grande taille possible.

Pour les prothèses totales, la préparation métacarpienne se fait à l'aide des râpes calibrées sur les queues prothétiques. Les râpes sont passées par ordre de taille croissant jusqu'à la plus grande taille possible.

La base de la première phalange est ensuite perforée à la pointe carrée, en son centre. Comme pour le métacarpien, il est prudent de

bien repérer l'axe diaphysaire pour éviter les fausses voies lors de la préparation osseuse, surtout dans les indications de polyarthrite rhumatoïde où les corticales sont parfois très fines. On essaye régulièrement la taille de l'implant déterminée lors de la préparation métacarpienne pour éviter de créer une cavité trop grande dans la première phalange et avoir de ce fait une queue prothétique qui flotte.

Pour l'auriculaire, Swanson^[26] recommande de réaliser l'orifice rectangulaire légèrement oblique, plus haut du côté radial et plus bas du côté cubital pour favoriser une légère pronation du doigt.

Pour les prothèses totales, la diaphyse est préparée à l'aide des râpes calibrées comme pour le métacarpien. Il faut faire cette préparation avec le doigt en flexion maximale pour protéger la tête du métacarpien pour éviter de l'abîmer avec la râpe introduite dans la première phalange.

Les cavités osseuses et la plaie sont ensuite largement irriguées au sérum physiologique.

■ Pose de l'implant

En cas d'instabilité latérale de l'articulation métacarpophalangienne, surtout pour l'index, il faut réinsérer le ligament collatéral radial par des points transosseux sur le col métacarpien avant la pose de l'implant. Si le ligament collatéral radial n'est plus utilisable, il faut prendre une bandelette de plaque palmaire pour réaliser une plastie ligamentaire.

Cette stabilisation est primordiale à l'index pour assurer une stabilité suffisante à la prise pouce-index.

Il faut procéder une dernière fois à l'essai de l'implant sélectionné pour vérifier la stabilité de celui-ci, mais aussi le fait que la flexion-extension de l'articulation s'effectue sans difficulté. En particulier, il faut que l'extension du doigt soit complète et se fasse sans difficulté, ce qui témoignerait d'une résection osseuse insuffisante ou d'un défaut de libération des tissus mous. La partie transversale de l'implant doit avoir un bon contact, sur toute sa longueur, tant avec le col métacarpien qu'avec la base phalangienne.

Pour les implants en silicone, il est normal d'avoir un pistonnage de la queue dans les diaphyses lors de la flexion-extension de l'articulation, mais il ne faut pas qu'il y ait de rotation de l'implant.

Pour la pose des implants en silicone, il est important de ne pas les toucher avec les gants à cause des propriétés électrostatiques du silicone qui a tendance à fixer les corps étrangers et en particulier le talc. L'implant est donc sorti de son emballage avec une pince atraumatique et placé en s'aidant d'instruments mousses pour éviter de l'abîmer.

On introduit d'abord la queue métacarpienne, ensuite on place la première phalange en flexion et à l'aide d'une pince moustique, en fléchissant l'implant, on introduit la queue distale dans la première phalange.

L'utilisation de *grommets* en titane est recommandé depuis 1987 pour éviter les phénomènes d'usure du silicone sur l'os, dans la zone qui combine le pistonnage de la queue et sa flexion, provoquant une friction entre le rebord osseux et l'implant.

Les *grommets* sont bien entendu introduites dans le métacarpien et la phalange avant l'introduction de la prothèse.

Pour les prothèses totales, l'ancillaire comprend des impacteurs qui permettent d'introduire l'implant jusqu'au contact osseux. On introduit en premier la partie phalangienne en mettant le doigt en flexion maximale et ensuite on introduit la partie métacarpienne. Les implants sont impactés jusqu'à ce que le contact os/prothèse soit complet. À ce stade, on vérifie que la mobilité de l'articulation est complète.

■ Fermeture

Lorsqu'elle a été incisée en début d'intervention, la partie ulnaire de la dossière des interosseux n'est pas refermée. Une suture réalisant une plicature en paletot de la partie radiale de la dossière est réalisée pour maintenir le tendon extenseur bien centré à la face dorsale de la néoarticulation.

Le plan cutané est refermé éventuellement en laissant un drain lamellaire pour éviter la formation d'un hématome qui pourrait provoquer des nécroses cutanées.

■ **Pansement**

Le pansement est aéré, composé de compresses chiffonnées, ce qui évite la formation de placards cartonnés par le sang coagulé et séché, et rend les premiers pansements plus aisés. Il faut également placer une compresse dépliée dans chaque espace interdigital pour séparer chaque rayon et éviter une macération cutanée.

Une attelle est posée, maintenant le poignet en légère extension et les articulations métacarpophalangiennes en rectitude. Le patient est encouragé à maintenir la main en position surélevée pour lutter contre l'œdème. La mobilisation des articulations interphalangiennes est encouragée.

■ **Soins postopératoires**

Le drain est enlevé au bout de 48 heures, lors de la réalisation du premier pansement.

Au bout de 1 semaine, l'attelle initiale est remplacée par des attelles dorsales semi-rigides permettant une certaine flexion avec un bon rappel en extension. Ces attelles sont fixées à la première phalange et doivent être placées correctement dans l'axe de chaque doigt pour éviter les contraintes en rotation ou en déviation latérale. Le patient est encouragé à effectuer des exercices de flexion active, l'extension étant assurée par le rappel des attelles.

Des soins de kinésithérapie, visant à mobiliser les articulations métacarpophalangiennes sous contrôle, sont entamés 1 semaine après l'intervention. La mobilisation est précédée de massages visant à lutter contre l'œdème.

Progressivement, les exercices portent sur la prise d'objets de plus en plus petits.

En fonction de l'œdème et des progrès de la rééducation, les attelles peuvent être abandonnées entre la quatrième et la sixième semaine.

RÉSULTATS

■ **Prothèses articulées**

D'autres implants que ceux mentionnés au paragraphe spécifique ont été ou sont encore utilisés. Certains implants ont été présentés dans des publications [32, 33] mais n'ont pas fait l'objet d'une publication de série clinique, d'autres n'ont jamais fait l'objet de publication.

L'implant DJOA [34], avec un recul moyen de 29 mois, donne des résultats très moyens dans les indications de polyarthrite rhumatoïde (98 cas), avec en particulier 20 % de luxations et la présence d'un granulome périprothétique visible à la radiographie dans 30 cas.

Le secteur de mobilité dans cette série est passé de 39° en préopératoire à 53° après l'intervention.

En revanche, les résultats sont nettement meilleurs pour les 18 patients pour lesquels l'indication était une arthrose post-traumatique (pas de luxation, pas de granulome radiologique). Il est probable que la qualité osseuse est insuffisante pour recevoir ce type d'implant dans les arthrites rhumatoïdes.

Pour la prothèse en carbone pyrolytique [27], 71 implants sur 151 ont été revus avec un recul de 140 mois. Le gain de mobilité est similaire à celui de la série précédente (39° en préopératoire à 52° en postopératoire). Il y a sept luxations et 18 reprises chirurgicales. Une sclérose osseuse est retrouvée autour de l'implant dans la moitié des cas. Les auteurs de cette série notent également que les implants subissent un enfoncement progressif dans 60 % des cas à la première phalange et dans 40 % des cas au métacarpe.

■ **Prothèses en silicone**

La série de prothèses NeuFlex [30] souffre d'un recul de seulement 14 mois. Le secteur de mobilité postopératoire est de 61°, mais on

sait que pour les implants digitaux la mobilité a tendance à diminuer au fil du temps. Cela explique peut-être les résultats meilleurs que pour les deux séries précédentes. Il n'y a pas de fracture d'implant relevée dans cette série, ni de reprise chirurgicale.

Les prothèses de Swanson font l'objet de séries nettement plus importantes dans la littérature. [35, 36, 37, 38] Avec des reculs de 5 à 8 ans, le secteur de mobilité est de l'ordre de 50°, le taux de fracture de l'implant va de 7 à 14 % en fonction du recul. La grosse majorité des patients sont indolores (54 %) ou ne présentent que de faibles douleurs (39 %). Des signes de siliconite sont retrouvés dans près de la moitié des cas. [36]

L'utilisation de *grommets* diminue de manière drastique le nombre de fracture d'implants. [39, 40]

Prothèses interphalangiennes

INTRODUCTION

Aux articulations interphalangiennes proximales, les destructions articulaires pouvant justifier une arthroplastie sont surtout arthrosiques idiopathiques ou post-traumatiques, et dans le cadre de la polyarthrite rhumatoïde.

Le but de l'arthroplastie est de restaurer un alignement digital, de restaurer les bras de levier musculotendineux pour retrouver la mobilité, et de restaurer la stabilité articulaire pour permettre les mouvements de prises digitales.

L'indication idéale nous paraît être une articulation fort douloureuse, avec un secteur de mobilité inférieur à 50°.

Un appareil tendineux intact et non adhérent est une condition préalable à la pose d'un implant. Il faut y être particulièrement attentif en cas d'antécédent de traumatisme pénétrant de l'articulation.

Habituellement, dans les indications d'arthrose idiopathique ou post-traumatique fracturaire, il n'y a pas d'atteinte des tissus mous périarticulaires, alors que dans l'arthrite rhumatoïde l'appareil ligamentaire peut être partiellement distendu et l'on peut observer des lésions ostéolytiques.

Swanson [26] a également utilisé les implants en silicone dans la prise en charge de lésions dégénératives accompagnées de déformation en col de cygne ou de boutonnière. Herren [41] recommande de ne pas placer de prothèse lorsque ces déformations sont très importantes et de réaliser une arthrodèse.

Pour l'index, et dans une moindre mesure pour le médus, il faut tenir compte de la nécessité d'avoir une stabilité latérale suffisante pour les prises pollicidigitales pulpolatérales et certains auteurs [26, 42] considèrent qu'il s'agit là d'une relative contre-indication à la pose de prothèse. Herren [41] ne partage pas cette position.

TYPE D'IMPLANTS

Il s'agit des mêmes implants que ceux proposés pour l'articulation métacarpophalangienne, de plus petite taille, avec une adaptation de la forme de la tête de la première phalange qui devient bicondylienne pour les prothèses articulées (DJOA, SR-PIP, pyrocarbone).

TECHNIQUE OPÉRATOIRE

Nous utilisons l'implant de Swanson pour servir de support à la description de la technique opératoire, en mentionnant les gestes spécifiques aux autres implants au fur et à mesure de la description. Un abord dorsal, palmaire ou latéral peut être envisagé.

■ **Abord dorsal**

Incision

L'abord dorsal est le plus couramment utilisé. L'incision est incurvée, contournant l'articulation sur son bord cubital ou radial de manière à ce que l'incision cutanée ne se superpose pas avec la

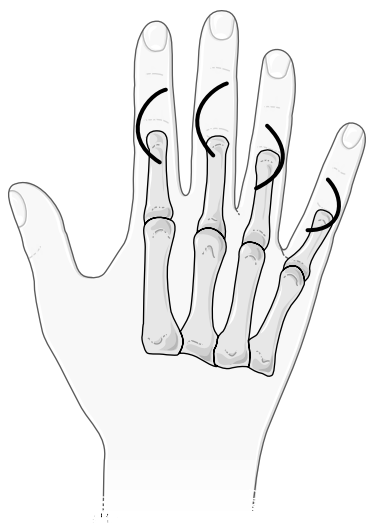


Figure 14 Incisions arciformes pour l'abord dorsal des articulations interphalangiennes proximales.

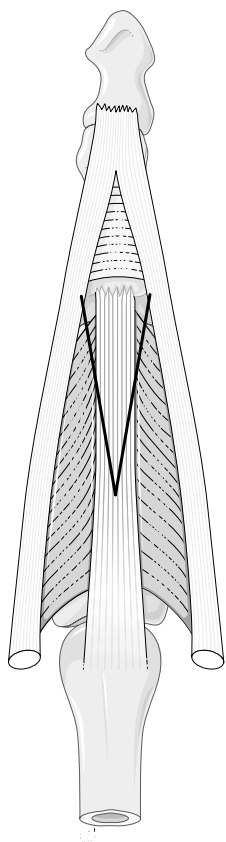


Figure 15 Incision en V du tendon central et de la dossière des interosseux (voie de Chamay).

suture tendineuse après la fermeture (Fig. 14). Le plan tendineux est abordé en réclinant en monobloc la peau et le tissu sous-cutané contenant le réseau veineux, en faisant attention à ne pas léser ce dernier puisqu'il constitue l'essentiel du retour veineux du doigt.

Abord articulaire

L'abord de l'articulation se fait en réalisant le lambeau tendineux dorsal triangulaire à pédicule distal décrit par Chamay^[43] (Fig. 15). Cette approche permet, avec la longue zone de suture qu'elle implique, d'avoir d'emblée une résistance suffisante pour permettre une mobilisation rapide après l'intervention, sans devoir se préoccuper de la cicatrisation tendineuse.

Un abord longitudinal transtendineux de l'extenseur entraîne un risque nettement plus important de désinsertion de la bandelette médiane à la base de la deuxième phalange.

Le lambeau tendineux est récliné distalement, ce qui permet d'avoir un bon accès à l'articulation. Les éventuels ostéophytes dorsaux sont

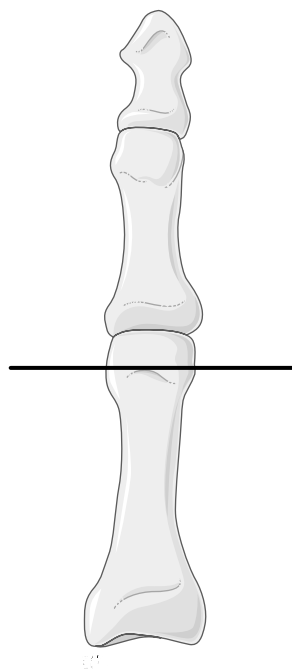


Figure 16 Niveau de l'ostéotomie de la tête de la première phalange.

réséqués à la pince gouge, avec précaution à la base de la deuxième phalange, pour ne pas désinsérer la bandelette médiane.

Ostéotomie

La coupe osseuse de la tête de la première phalange se fait en utilisant un fantôme des cinq tailles disponibles pour repérer le niveau d'ostéotomie. Il faut, dans la mesure du possible, respecter les ligaments collatéraux ; à défaut, il faut les réinsérer (Fig. 16).

Si l'articulation est très enraidie, la résection osseuse doit être plus importante pour permettre de retrouver une mobilité satisfaisante. Si la mobilité reste insuffisante, une désinsertion proximale des ligaments latéraux et de la plaque palmaire peut être nécessaire. Ces structures sont réinsérées par des points transosseux en fin d'intervention.

La suite de la préparation osseuse nécessite de pouvoir placer l'articulation à 90° de flexion.

Pour la prothèse SR-PIP, le cartilage et l'os sous-chondral sont abrasés à l'aide d'une fraise cylindrique montée sur moteur et dirigée par un guide introduit entre les deux condyles. La préparation doit s'étendre jusqu'à la partie la plus palmaire des condyles.

La pose de la prothèse DJOA requiert une ostéotomie verticale et une seconde coupe à 90° pour réséquer la partie antérieure des condyles de manière à s'adapter à la forme du composant proximal de la prothèse.

Pour la prothèse Ascension, on introduit la broche montée sur un manche de l'ancillaire dans la gorge entre les deux condyles, à la jonction entre le tiers dorsal et le tiers moyen de manière à s'aligner sur le canal médullaire. Une fois la broche enfoncée, on fixe le guide de coupe sur le manche. La coupe osseuse est réalisée à la scie oscillante jusqu'à la broche. Le dispositif est alors enlevé de manière à terminer la coupe dans le même plan jusqu'à la partie palmaire de l'articulation. Le fragment osseux est enlevé.

Les ostéophytes restants sont enlevés à la pince gouge.

La base de la deuxième phalange est aplanie, de manière à faire disparaître la crête verticale centrale.

Préparation des cavités médullaires

Elle se fait à l'aide d'une pointe carrée et des râpes de l'ancillaire pour la prothèse de Swanson. On procède à des essais successifs à l'aide du fantôme de la taille initialement choisie, jusqu'à ce qu'il y ait une bonne adéquation avec la taille et la forme de la cavité

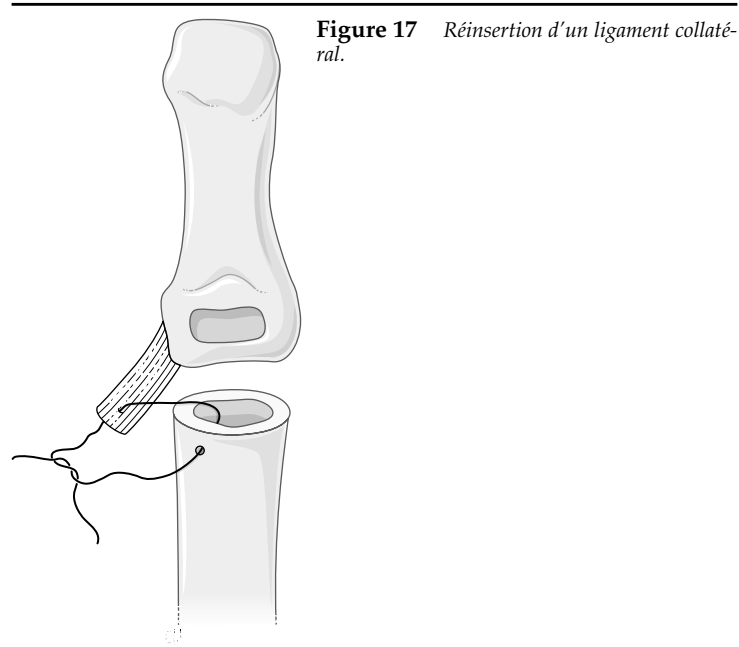


Figure 17 Réinsertion d'un ligament collatéral.

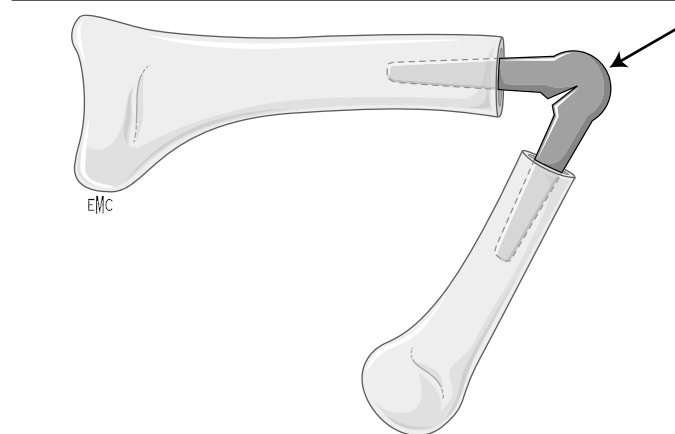


Figure 18 Mise en place de l'implant en silicone.

osseuse. Il doit y avoir un bon contact entre la partie transversale de l'implant et la tête de la première phalange d'une part, et la base de la seconde phalange d'autre part. La mise en extension de l'articulation doit se faire sans difficulté. Dans le cas contraire, il faut réséquer un peu plus d'os.

Pour les prothèses articulées, il existe également dans leur ancillaire des râpes calibrées sur les implants.

Pour la prothèse DJOA, pour la première phalange, une seconde coupe à 90° de la première est réalisée pour enlever la partie palmaire des condyles.

La prothèse Ascension nécessite une seconde coupe à 45° qui est réalisée après avoir introduit un guide de coupe dans la cavité médullaire.

Mise en place de l'implant

Si les ligaments latéraux et/ou la plaque palmaire ont été désinsérés au cours de la préparation, on commence par réaliser des trous à l'aide d'une broche de 1 mm dans la phalange proximale pour procéder aux réinsertions ligamentaires à l'aide d'un fil tressé lentement résorbable (Fig. 17). L'articulation est mise en flexion maximale et l'implant est introduit en place en le fléchissant au niveau de sa charnière et en glissant les queues dans les cavités médullaires (Fig. 18). Cette opération doit s'effectuer en évitant le contact des gants avec la prothèse pour éviter la fixation de talc à sa surface.

Les prothèses articulées possèdent dans leurs ancillaires les impacteurs destinés à introduire les implants sans abîmer les

surfaces de frottement. On introduit en premier la partie distale et ensuite la partie proximale tout en maintenant l'articulation en flexion maximale.

Fermeture

Le lambeau tendineux est remis en place et suturé à l'aide d'un fil lentement résorbable. La longueur de la suture garantit sa solidité et permet une mobilisation rapide après l'intervention. La peau est suturée au Nylon® par points séparés et un bandage aéré est placé. Le doigt opéré est appareillé avec une lame dorsale souple de type Levame.

■ Abord palmaire

L'abord palmaire apparaît moins directement évident, mais il présente certains avantages par rapport à la voie dorsale.

Cet abord respecte le retour veineux et évite donc les nécroses cutanées dorsales parfois observées^[44], mais diminue aussi l'œdème postopératoire.

En cas de déficit d'extension important, il est plus facile de réaliser l'arthrolyse nécessaire à l'obtention d'un résultat satisfaisant sur la mobilité.^[45]

Techniquement, l'abord palmaire est plus difficile, avec un risque de lésion des pédicules vasculonerveux et un accès plus étiqué pour l'implantation de la prothèse.

Incision

On utilise une incision de Brunner partant du versant radial du pli de flexion palmaire métacarpophalangien, se dirigeant vers l'extrémité ulnaire du pli de flexion cutané interphalangien pour rejoindre le versant radial du pli de flexion interphalangien distal. Pour les doigts cubitiaux, il est plus aisé d'inverser l'incision, en partant de l'extrémité ulnaire de l'interligne métacarpophalangien.

Le plan graisseux sous-cutané est disséqué en prenant garde aux pédicules vasculonerveux qui sont situés de part et d'autre de la gaine des tendons fléchisseurs. Le pédicule radial reste solidaire de la base du lambeau triangulaire.

Abord articulaire

La gaine des tendons fléchisseurs est incisée transversalement jusqu'à son insertion osseuse sur col de la deuxième phalange, en passant juste en amont de la poulie A3. L'incision est prolongée latéralement sur les deux côtés de la phalange, sectionnant le ligament collatéral accessoire et en décollant en monobloc toutes les structures fibreuses antérieures.

Les pédicules vasculonerveux sont délicatement écartés et l'articulation interphalangienne proximale placée en hyperextension, ce qui donne un bon abord sur la tête de la première phalange qui peut ainsi être réséquée.

Préparation osseuse

Elle se fait à l'aide d'une pointe carrée et de curettes pour la prothèse de Swanson, en tenant compte de la forme pyramidale à base rectangulaire des queues. On procède à des essais successifs à l'aide du fantôme de la taille initialement choisie, jusqu'à ce qu'il y ait une bonne adéquation avec la taille et la forme de la cavité osseuse. Il doit y avoir un bon contact entre la partie transversale de l'implant et la tête de la première phalange d'une part, et la base de la seconde phalange d'autre part. La mise en extension de l'articulation doit se faire sans difficulté. Dans le cas contraire, il faut réséquer un peu plus d'os.

Pour les prothèses totales, la préparation osseuse se fait à l'aide des râpes de l'ancillaire.

Mise en place de l'implant

L'articulation est mise en extension et l'implant est introduit en place en le mettant également en extension au niveau de sa charnière et

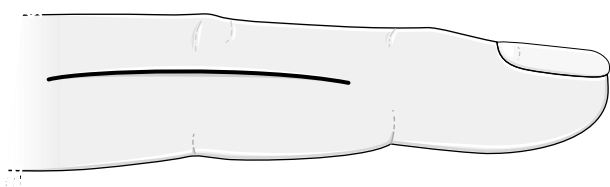


Figure 19 Incision latérale au sommet du pli de flexion interphalangien.

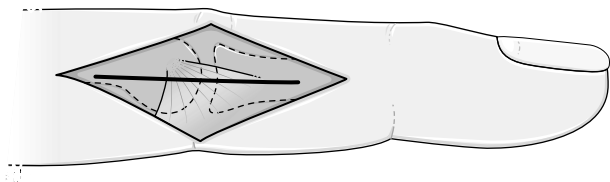


Figure 20 Incision du plan capsuloligamentaire.

en glissant les queues dans les cavités médullaires. Cette opération doit s'effectuer en évitant le contact des gants avec la prothèse pour éviter la fixation de talc à sa surface.

L'articulation est remise en rectitude puis testée en flexion, qui doit s'effectuer sans difficulté.

Fermeture

Les structures fibreuses antérieures sont suturées par des points séparés au fil tressé lentement résorbable, le doigt étant placé en rectitude. Ce geste étant effectué, la mobilité est à nouveau testée. Le flessum initial s'il existait doit être corrigé, mais l'articulation ne doit pas atteindre l'hyperextension.

Après fermeture de l'incision cutanée, un pansement aéré est placé et le doigt est maintenu en extension par une lame dorsale souple de type Levame.

■ Abord latéral

Nous détaillons l'abord chirurgical latéral et sa fermeture sans revenir sur les détails des temps osseux de préparation des cavités et de mise en place des implants pour lesquels nous renvoyons le lecteur à la technique de pose par voie dorsale.

Incision

Pour l'index et le médius, on aborde préférentiellement le côté radial de l'articulation et pour les deux derniers doigts le côté cubital. L'incision cutanée se fait à la frontière entre la peau dorsale et la peau palmaire du doigt, au sommet du pli de flexion palmaire (Fig. 19).

Plan sous-cutané

On accède directement au plan tendineux avec la bandelette latérale. Le ligament rétinaculaire transverse est incisé de manière à permettre d'écarter la bandelette tendineuse latérale vers la face dorsale du doigt, de dégager la face latérale de l'articulation interphalangienne proximale et d'exposer le ligament collatéral.

Arthrotomie

Le plan capsuloligamentaire est incisé longitudinalement à mi-hauteur du condyle de la tête de la première phalange (Fig. 20). Les deux versants du plan capsuloligamentaire sont désinsérés au bistouri pour être réclinés vers le haut et vers le bas, ce qui met à jour l'articulation et la plaque palmaire. Il est possible à ce stade de libérer des adhérences de la plaque palmaire ou de la désinsérer si nécessaire pour corriger un éventuel flessum articulaire.

Ostéotomie

Si le plan ligamentaire a été suffisamment libéré, il est possible à ce stade de luxer latéralement l'articulation et d'avoir une exposition complète tant de la tête de la première phalange que de la base de la deuxième phalange.

Pour le reste de la préparation et de la pose de l'implant, nous renvoyons le lecteur à la section sur l'abord dorsal (cf. supra).

Fermeture

Les deux versants du plan capsuloligamentaire désinsérés en début d'intervention sont rabattus sur la face latérale de l'articulation et suturés à l'aide d'un fil lentement résorbable. À ce stade, l'articulation est d'emblée stable.

■ Soins postopératoires

La rééducation est entamée le lendemain ou le surlendemain de l'intervention, sous contrôle d'un kinésithérapeute.

En cas d'abord dorsal, les exercices de flexion-extension sont réalisés sous contrôle du kinésithérapeute et l'on place volontiers une attelle dorsale semi-rigide autorisant la flexion active et réalisant passivement l'extension.

En cas d'abord palmaire ou latéral, les exercices de flexion-extension peuvent être entamés de manière plus soutenue d'emblée et ne nécessitent pas le port d'attelles de rappel en extension. On immobilise plutôt les doigts en position intrinsèque plus tout en encourageant le patient à effectuer des exercices de flexion-extension entre les séances de kinésithérapie.

En cas de réparation ligamentaire (surtout sur le versant radial), il faut protéger l'articulation des stress latéraux durant 6 semaines après l'intervention. Une syndactylisation avec le doigt voisin est en général une bonne protection dès que le doigt opéré est suffisamment dégonflé.

Entre les séances de kinésithérapie, l'attelle doit continuer à être portée.

RÉSULTATS

Les implants en silicone sont utilisés depuis plusieurs décades avec des résultats qui sont d'autant plus satisfaisants que l'affection était douloureuse. En effet, sur le plan de la mobilité, les résultats restent éloignés du secteur physiologique tout en se situant dans un secteur utile, avec en général un flessum d'une trentaine de degrés et une flexion atteignant 80°.

Plus récemment, plusieurs tentatives d'implants de conception plus actuelle, de type prothèse totale articulée, ont vu le jour, mais les résultats ne semblent pas sensiblement meilleurs que ceux des implants en silicone. [32, 35, 46, 47] On note d'ailleurs depuis une quinzaine d'années l'apparition temporaire d'implants interphalangiens qui disparaissent avant même d'avoir fait l'objet de la publication d'une série clinique.

Linscheid [47] relève que les résultats ne sont pas à la hauteur de ceux obtenus dans les grosses articulations et attribue cela à la complexité des mouvements, avec en particulier un rayon de courbure variable des condyles phalangiens, une géométrie articulaire complexe, une congruence variable en fonction du degré de rotation angulaire, et des problèmes de stabilisation ligamentaire et de moments d'action des tendons en fonction de leur distance par rapport au centre de rotation. Il est à noter que ce type de situation est fort similaire à celle rencontrée au genou où ces problèmes ont pu être réglés à partir du moment où les prothèses ont été des prothèses de resurfaçage.

Certaines prothèses interphalangiennes proximales sont une tentative de resurfaçage, mais elles comportent une queue intramédullaire. Les principes qui ont prévalu à l'élaboration des prothèses totales non contraintes de genou, et qui ont fait leur succès clinique, ne sont donc pas respectés. En particulier, la présence de la queue intramédullaire rend inévitable l'effet de déviation de contrainte qui aboutit à un défaut de mise en contrainte de la zone de contact para-articulaire de la prothèse, et explique probablement l'ostéolyse et l'enfoncement progressif que l'on retrouve dans toutes les séries d'implant. Cet enfoncement progressif explique l'altération progressive des résultats sur la mobilité qui est bonne durant les premiers mois pour s'altérer ensuite et aboutir à un enraidissement

progressif de l'articulation. [35] L'enfoncement progressif aboutit également à l'apparition progressive d'un déséquilibre des structures ligamentaires et tendineuses qui provoque une aggravation inéluctable.

Conclusion

Le remplacement de l'articulation trapézométacarpienne par une prothèse articulée est de plus en plus utilisé, surtout en Europe. Les résultats de ces implants, certes perfectibles, sont suffisamment bons pour convaincre un nombre croissant de chirurgiens. Même s'il est difficile de faire une synthèse de la littérature, tant les séries sont inhomogènes entre elles, les différents implants disponibles semblent afficher des résultats similaires. Les avantages de ce type de traitement sont la sédation des douleurs, une très bonne mobilité, une force permettant un retour à des activités qualifiées de normales dans la majorité des cas. Ces résultats, en dépit d'un fonctionnement mécanique un peu différent de l'articulation normale, sont à mettre en relation avec le rétablissement d'un point d'appui stable à la base de la colonne du pouce. Or, le manque d'appui mécanique lié à une

défaillance ligamentaire importante conduit dans bon nombre de cas aux troubles de l'arthrose trapézométacarpienne : subluxation externe de la base du premier métacarpien suivie d'une hyperextension métacarpophalangienne s'accroissant dans les prises pollicidigitales pour aboutir in fine à un pouce en Z.

Il reste bien entendu des points améliorables, comme les descellements qui surviennent plus précocement que dans les grandes articulations. Toutefois, la possibilité d'une reprise chirurgicale de ces patients par une dépose de la prothèse suivie de la pose d'une nouvelle prothèse avec un bon résultat clinique permet de proposer ce type de traitement avec plus de sérénité.

Les implants métacarpophalangiens et interphalangiens continuent à poser des problèmes de stabilité du couple os-prothèse. Il existe des tentatives multiples pour solutionner les problèmes rencontrés et améliorer les résultats. Il est probable cependant qu'il faille attendre une nouvelle génération d'implants, dont le concept prendrait de la distance par rapport à celui des implants des grosses articulations, pour observer une avancée dans ce domaine.

Comme pour tous les implants, on peut aussi espérer que l'utilisation de nouveaux matériaux permettra de diminuer les phénomènes d'usure et les réactions biologiques que cela entraîne.

Références

- [1] Ledoux P. Reprise de prothèse totale trapézo-métacarpienne. *Chir Main* 2002; 21: 399
- [2] de la Caffinière JY. Factors influencing the long-term outcome of trapeziometacarpal prostheses. In: Simmen BR, Allieu Y, Lluch A, Stanley J, eds. *Hand arthroplasties*. London: Martin Dunitz, 2000; 243-248
- [3] de la Caffinière JY. Facteurs de longévité des prothèses totales trapézo-métacarpiennes. *Ann Chir Main* 2001; 20: 63-67
- [4] Kapandji IA. La radiographie spécifique de l'articulation trapézo-métacarpienne. In: Saffar P, ed. *La rhizarthrose*. Paris: Expansion Scientifique Française, 1990; 52-60
- [5] de la Caffinière JY. Prothèse totale trapézo-métacarpienne. *Rev Chir Orthop* 1973; 59: 299-308
- [6] de la Caffinière JY. Prothèse totale trapézo-métacarpienne. In: Tubiana R, ed. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson, 1984; 505-511
- [7] Alnot JY. Les prothèses trapézo-métacarpiennes. *Ann Radiol* 1982; 4: 294-296
- [8] Alnot JY, Lafosse L. L'arthroplastie trapézo-métacarpienne Guépar. In: Saffar P, ed. *La rhizarthrose*. Paris: Expansion Scientifique Française, 1990; 149-153
- [9] Bainbridge LC, Linscheid RL, Raine RA, Rostek M. Surface replacement prostheses: preliminary experience with Aventa prostheses. In: Simmen BR, Allieu Y, Lluch A, Stanley J, eds. *Hand arthroplasties*. London: Martin Dunitz, 2000; 285-292
- [10] Ledoux P. Cementless total trapeziometacarpal total joint prosthesis, principle of anchorage. In: Schuind F, An KN, Cooney WP, Garcia Elias M, eds. *Advances in the biomechanics of the hand and wrist*. New York: Plenum Press, 1994; 25-30
- [11] Moutet F, Lebrun C, Massart P, Sartorius P. La prothèse Roseland. *Ann Chir Main* 2001; 20: 79-84
- [12] Comtet JJ. Arpe prostheses. In: Simmen BR, Allieu Y, Lluch A, Stanley J, eds. *Hand arthroplasties*. London: Martin Dunitz, 2000; 249-256
- [13] Comtet JJ, Rumelhart C. Prothèses totales trapézo-métacarpiennes : concepts et essai de classification. *Chir Main* 2001; 20: 48-54
- [14] Chèze L, Doriot N, Eckert M, Rumelhart C, Comtet JJ. Étude cinématique in vivo de l'articulation trapézométacarpienne. *Chir Main* 2001; 20: 23-30
- [15] Hollister A, Buford WL, Myers LM, Giurintano DJ, Novick A. The axes of rotation of the thumb carpometacarpal joint. *J Orthop Res* 1992; 10: 454-460
- [16] Dunaud JL, Moughabghab M, Benaïssa S, Vimont E, Degandt A. Prothèse trapézométacarpienne Rubis 2 : concept, technique opératoire. *Chir Main* 2001; 20: 85-88
- [17] Creighton JJJr, Steichen JB, Strickland JW. Long-term evaluation of Silastic trapezial arthroplasty in patients with osteoarthritis. *J Hand Surg [Am]* 1991; 16: 510-519
- [18] Braun R. Total joint arthroplasty at the metacarpal joint of the thumb. *Clin Orthop* 1985; 195: 161-167
- [19] Ledoux P. Carat prostheses: the use of a new method for progress in implant design. In: Simmen BR, Allieu Y, Lluch A, Stanley J, eds. *Hand arthroplasties*. London: Martin Dunitz, 2000; 261-268
- [20] Schuhl JF. La prothèse Roseland dans le traitement de la rhizarthrose. Une expérience homogène de cinq années. *Ann Chir Main* 2001; 20: 75-78
- [21] Wachtl SW, Guggenheim PR, Sennwald GR. Cemented and non cemented replacement of trapeziometacarpal joint. *J Bone Joint Surg [Br]* 1998; 80: 121-125
- [22] Ledoux P. Échec de prothèses totales trapézo-métacarpiennes non cimentées : étude multicentrique. *Ann Chir Main* 1997; 16: 215-221
- [23] Masmejean E, Alnot JY, Chancelot C, Beccari R. La prothèse trapézo-métacarpienne anatomique Guepar. *Chir Main* 2003; 22: 30-36
- [24] de la Caffinière JY. Prothèse totale trapézo-métacarpienne. Résultats à dix ans. In: Saffar P, ed. *La rhizarthrose*. Paris: Expansion Scientifique Française, 1990; 144-148
- [25] Chakrabarti AJ, Robinson AH, Gallagher P. De la Caffinière thumb carpometacarpal replacements. 93 cases at 6 to 16 years follow-up. *J Hand Surg [Br]* 1997; 22: 695-698
- [26] Swanson A, Swanson G. Implants articulaires. In: Tubiana R, ed. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson, 1984; 446-481
- [27] Cook SD, Beckenbaugh RD, Redondo J, Popich LS, Klawitter JJ, Linscheid RL. Long-term follow-up of pyrolytic carbon metacarpophalangeal implants. *J Bone Joint Surg [Am]* 1999; 81: 635-648
- [28] Linscheid RL. Metacarpophalangeal arthroplasties: prosthetic design considerations. In: Simmen BR, Allieu Y, Lluch A, Stanley J, eds. *Hand arthroplasties*. London: Martin Dunitz, 2000; 301-313
- [29] Lluch A. Metacarpophalangeal arthroplasties. *Encycl Méd Chir* 2002; (Elsevier SAS, Paris), Surgical Techniques in Orthopaedics and Traumatology, 55-320-C-10, 5 p.
- [30] Weiss AP. Neuflex prostheses. In: Simmen BR, Allieu Y, Lluch A, Stanley J, eds. *Hand arthroplasties*. London: Martin Dunitz, 2000; 315-322
- [31] Beckenbaugh RD. Pyrolytic carbon implants. In: Simmen BR, Allieu Y, Lluch A, Stanley J, eds. *Hand arthroplasties*. London: Martin Dunitz, 2000; 323-327
- [32] Saffar P. Metacarpal and proximal interphalangeal joint replacement: history and perspectives. In: Schuind F, An KN, eds. *Recent advances in upper extremity arthroplasty*. Singapore: World Scientific Publishing, 1997; 71-75
- [33] Sennwald GR, Zdravkovic V, Fischer M. Finger joint replacement: a challenge for the next century. In: Schuind F, An KN, eds. *Recent advances in upper extremity arthroplasty*. Singapore: World Scientific Publishing, 1997; 51-57
- [34] Condamine JL. Digital arthroplasties using the DJOA prosthesis. In: Simmen BR, Allieu Y, Lluch A, Stanley J, eds. *Hand arthroplasties*. London: Martin Dunitz, 2000; 339-348
- [35] Gellman H, Stetson W, Brumfield RH Jr, Costigan W, Kuschner SH. Silastic metacarpophalangeal joint arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1997; 342: 16-21
- [36] Hansraj KK, Ashworth CR, Ebrahmdadeh E, Todd AO, Griffin MD, Ashley EM et al. Swanson metacarpophalangeal joint arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1997; 342: 11-15
- [37] Kirschenbaum D, Schneider LH, Adams DC, Cody RP. Arthroplasty of the metacarpophalangeal joints with use of silicone-rubber implants in patients who have rheumatoid arthritis. Long-term results. *J Bone Joint Surg [Am]* 1993; 75: 3-12
- [38] Wilson YC, Sykes PJ, Niranjana NS. Long-term follow-up of Swanson's silastic arthroplasty of the metacarpophalangeal joints in rheumatoid arthritis. *J Hand Surg [Br]* 1993; 18: 81-91
- [39] Schmidt K, Willburger R, Ossowski A, Miehlke RK. The effect of the additional use of grommets in silicone implant arthroplasty of the metacarpophalangeal joints. *J Hand Surg [Br]* 1999; 24: 561-564
- [40] Swanson AB, de Groot Swanson G, Ishikawa H. Use of grommets for flexible implant resection arthroplasty of the metacarpophalangeal joint. *Clin Orthop* 1997; 342: 22-33
- [41] Herren DB, Simmen BR. Arthroplasty of the proximal interphalangeal joint. *Encycl Méd Chir* 2000; (Elsevier SAS, Paris), 55-320-D-10, 4 p.
- [42] Pellegrini V, Burton RI. Osteoarthritis of the proximal interphalangeal joint of the hand. Arthroplasty or fusion? *J Hand Surg [Am]* 1990; 15: 194-209
- [43] Chamay A. Le lambeau tendineux triangulaire dorsal inversé: porte ouverte sur l'articulation interphalangienne proximale. *Ann Chir Main* 1988; 7: 179-183
- [44] Condamine JL, Marcucci L, Bisson P, Lebreton L. DJOA arthroplasty. Ten years of experience and introducing the DJOA 3. In: Schuind F, An KN, eds. *Recent advances in upper extremity arthroplasty*. Singapore: World Scientific Publishing, 1997; 76-90
- [45] Lin HH, Wyrick JD, Stern PJ. Proximal interphalangeal joint silicone replacement arthroplasty: clinical results using an anterior approach. *J Hand Surg [Am]* 1995; 20: 123-132
- [46] Chamay A, Meythiaz AM. Proximal interphalangeal joint replacement with Swanson implant or DJOA prosthesis: a comparative study. In: Schuind F, An KN, eds. *Recent advances in upper extremity arthroplasty*. Singapore: World Scientific Publishing, 1997; 91-98
- [47] Linscheid RL, Beckenbaugh RD, Cooney WC. Proximal interphalangeal joint arthroplasties. In: Simmen BR, Allieu Y, Lluch A, Stanley J, eds. *Hand arthroplasties*. London: Martin Dunitz, 2000; 349-356

Implants et prothèses du poignet et du carpe

P. Ledoux

Résumé. – Les remplacements partiels ou totaux du poignet ne font pas encore partie de la chirurgie courante. Les prothèses totales de poignet sont loin de donner des résultats cliniques aussi satisfaisants que les implants de hanche ou de genou. Les taux de révision des implants de Swanson sont élevés en raison du nombre important de fractures de la prothèse, du collapsus carpien et des problèmes de synovite. Les résultats semblent toutefois meilleurs avec l'utilisation de grommets. Dans ces conditions, certains auteurs continuent à utiliser ce type d'implant chez des patients souffrant d'arthrite rhumatoïde. Les premières prothèses totales de poignet ont vu leur forme se modifier pour faire coïncider leur centre de rotation avec celui de l'articulation normale. Ces prothèses sont une bonne solution pour retrouver un secteur de mobilité utile, une indolence et une fonction satisfaisante chez des patients de plus de 50 ans n'ayant pas d'activités trop lourdes. Cependant, les descellements de prothèse restent un problème préoccupant. L'utilisation d'une prothèse de tête cubitale pourrait apporter une solution aux problèmes d'instabilité, de douleur et de perte de mobilité après échec de chirurgie de l'articulation radiocubitale inférieure. Les prothèses de scaphoïde et de semi-lunaire en silicone sont abandonnées. Elles ont été remplacées par des implants en titane, mais les séries cliniques sont peu nombreuses. En outre, ce type de traitement ne prend pas en compte l'instabilité carpienne associée.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Poignet ; Tête cubitale ; Scaphoïde ; Lunatum ; Arthrose ; Polyarthrite rhumatoïde ; Prothèse ; Implant ; Articulation radiocubitale ; Instabilité

Introduction

Historiquement, c'est à Themistocles Gluck que revient la première implantation d'une prothèse articulaire du poignet en ivoire en 1890. Le remplacement articulaire du poignet est ensuite tombé dans l'oubli au profit des arthroplasties d'interposition.

Durant les années 1960, Swanson développe des *spacers* en silicone destinés à être le support interne guidant le processus de cicatrisation dans le cadre d'une résection arthroplastie. Ces *spacers* permettent le mouvement grâce à l'élasticité du matériau utilisé et à un effet piston de l'implant dans la diaphyse osseuse, mais ils ne peuvent pas être considérés mécaniquement comme des prothèses. Ces implants ont été largement utilisés de par le monde et conservent encore des adeptes, même si les complications de siliconite ont fait reculer beaucoup de chirurgiens.

Le succès des prothèses articulaires de hanche et puis de genou a encouragé certains chirurgiens à concevoir des implants de remplacement articulaire pour les articulations du poignet et de la main.

Ces implants articulaires plus complexes, véritables prothèses articulaires, ont commencé à voir le jour dans les années 1970. Ces premiers implants ont été conçus sans que l'on tienne compte de la cinématique du poignet. La non-concordance des centres de rotation physiologiques avec les centres de rotation prothétiques a conduit à

des échecs en raison de perturbations trop importantes dans la transmission du mouvement et des efforts au sein d'une chaîne polyarticulaire complexe.

L'étude de la cinématique articulaire ^[1] a fait de grands progrès dans les dernières décennies et les prothèses ont subi des modifications de forme qui permettent d'espérer que l'évolution future de ces implants sera à la hauteur de ce que la chirurgie prothétique a pu être pour le membre inférieur.

En dehors des implants visant à remplacer toute l'articulation du poignet, il existe également des implants pour des remplacements partiels. Il s'est d'abord agi d'implants en silicone pour le scaphoïde et le semi-lunaire. Par la suite, ces implants ont été réalisés en titane.

Il existe depuis peu un nouveau type de *spacers*, en pyrocarbone, destinés à des remplacements partiels de scaphoïde et à l'articulation scapho-trapézo-trapézoidienne.

Lorsque l'on pose une prothèse, il existe un risque de descellement. Par conséquent, il faut envisager la mise en place d'un implant en ayant à l'esprit la solution technique que l'on adoptera lorsque le descellement sera présent.

Comme pour les autres arthroplasties prothétiques, il semble que les améliorations les plus significatives à attendre dans les années à venir seront des améliorations concernant les matériaux et leurs caractéristiques mécaniques.

Les implants destinés au poignet étant le plus souvent non cimentés, la cinématique articulaire étant précise et complexe, la technique chirurgicale de pose des implants doit être rigoureuse et bon nombre des échecs à court ou moyen terme ont probablement une cause technique.

P. Ledoux

Adresse e-mail: pascal.ledoux@skynet.be
Centre de chirurgie de la main, Clinique du parc Léopold, 38, rue Froissart, 1040 Bruxelles, Belgique,
Clinique Louis Caty, rue Louis-Caty, 7331 Baudour, Belgique, Polyclinique du Parc, 48 bis, rue Henri-Barbusse, 59880 Saint-Saulve, France.

Tableau 1. – Principales caractéristiques des prothèses

| Prothèse | Type de prothèse monobloc/articulée | Matériau | Ciment | Degrés de liberté | Type d'articulation |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------|-------------------|---------------------|
| Swanson | monobloc | silicone | non | | |
| Meuli | articulée | titane/polyéthylène | non | 3 | rotule inversée |
| Volz ^a | articulée | chrome-cobalt/ polyéthylène | oui ou non | 2 | condylienne |
| Guepar | articulée | acier/polyéthylène | non | 2 | condylienne |
| Destot | articulée | acier/polyéthylène | non | 3 | condylienne |
| Biaxiale | articulée | chrome-cobalt/polyéthylène | oui ou non | 2 | condylienne |
| RWS | articulée | vitallium/polyéthylène | non | 2 | condylienne |

a n'est plus commercialisée.

Indications chirurgicales

La question d’une arthroplastie se pose devant une perte fonctionnelle liée à la douleur, à une diminution de mobilité et à une perte de force.

La pose d’une prothèse est souvent l’alternative à une arthrodèse ou à une résection de la première rangée du carpe. La question à se poser est donc de savoir si le gain fonctionnel lié à la mobilité offerte par la prothèse compense les complications de descellement que l’on sait inéluctables. Si la réponse à cette question est positive, on peut envisager les autres critères.

Un critère important est l’âge du patient, sachant que l’on peut raisonnablement espérer une durée de vie d’une dizaine d’années pour une prothèse totale de poignet. Il faut toutefois nuancer ce critère dans la mesure où un poignet mobile est plus utile à 60 ans qu’à 80 ans. Les activités que souhaite avoir le patient après la pose de l’implant entrent également en ligne de compte. Il est évidemment hasardeux de poser une prothèse articulaire pour pouvoir reprendre des activités manuelles lourdes qui étaient devenues impossibles compte tenu de la douleur.

Il est important de faire la distinction entre l’arthrite rhumatoïde et les autres atteintes dégénératives articulaires.

Dans l’arthrite rhumatoïde, il y a une déperdition osseuse souvent importante, avec en particulier des corticales osseuses affaiblies et fragilisées, ce qui va poser un problème de fixation de la prothèse. Si l’arthrite rhumatoïde s’accompagne de problèmes ligamentaires et tendineux avec des déviations axiales importantes, une prothèse totale est d’autant plus contre-indiquée. En cas de subluxation antérieure importante du carpe, le poignet a subi une perte de hauteur significative, ce qui rend impossible la pose d’une prothèse totale.

Dans ces cas, en dépit des risques de siliconite, un implant de Swanson reste une solution à mettre en balance avec la réalisation d’une arthrodèse du poignet selon Mannerfeld. Il faut toutefois éviter la solution de l’arthrodèse si le poignet controlatéral a déjà subi une arthrodèse.

L’arthrose du poignet est le plus souvent post-traumatique. Il s’agit d’une pathologie de plus en plus prise en compte, au fur et à mesure de la compréhension des mécanismes conduisant à la dégénérescence arthrosique de l’articulation radiocarpienne et médiocarpienne. Le traumatisme initial est souvent ancien, en général oublié par le patient. Une cause fréquente est la pseudarthrose du scaphoïde qui entraîne des modifications importantes dans le comportement mécanique du poignet,^[2] avec des répercussions en cascade sur les différents interlignes osseux. Une autre cause est l’existence d’une lésion ancienne du ligament scapholunaire qui provoque progressivement une arthrose sévère du poignet.^[3] Dans les cas d’arthrose, la qualité de l’os reste bonne et lui permet d’accueillir une prothèse rigide avec plus de chances de succès que dans les cas de polyarthrite.

Les implants carpiens partiels n’ont que peu d’indications. S’ils permettent de remplacer un os malade dans le cadre d’une pseudarthrose du scaphoïde ou d’une maladie de Kienböck, ils ne résolvent pas le problème de la perte ligamentaire associée à l’excision de l’os remplacé.

Les *spacers* articulaires en pyrocarbone permettent de conserver la hauteur du carpe, mais pour l’implant destiné à remplacer le pôle supérieur du scaphoïde la question du ligament scapholunaire n’est pas résolue.

Prothèses

Les principales caractéristiques des prothèses sont reprises dans le Tableau 1.

PROTHÈSES TOTALES DU POIGNET

La première prothèse de poignet est le *spacer* de Swanson. C’est Meuli^[4] qui a proposé la première prothèse articulée du poignet. D’autres modèles ont suivi, basés sur le même principe d’un composant à implanter dans le radius et d’un composant métacarpien avec des tiges d’ancrage plus ou moins longues pour les deuxième et troisième métacarpiens.

■ Types de prothèses

Prothèse de Swanson

Il s’agit d’un implant en silicone monobloc composé de deux tiges pyramidales de section rectangulaire reliées entre elles par un élément transversal cylindrique qui comporte dans sa partie palmaire une tranchée triangulaire destinée à faciliter la flexion de l’implant à cet endroit. Cet implant a été beaucoup employé pour le traitement des polyarthrites rhumatoïdes, jusqu’à ce que les problèmes de siliconite ne restreignent son utilisation.

Prothèse de Meuli

C’est la première prothèse totale de poignet, apparue en 1970.^[4, 5, 6] Il s’agit d’un implant en titane et polyéthylène à deux composants, l’un radial et l’autre carpométacarpien avec une articulation sphérique (de type rotule) non contrainte. La tête, sphérique, est située du côté radial, la cupule en polyéthylène est insérée dans la partie distale. Les tiges du composant carpien sont introduites dans les deuxième et troisième métacarpiens. Côté radial, la fixation osseuse se fait également par un système de doubles tiges solidarisées dans la moitié distale de l’implant.

Il s’agit d’une prothèse inversée puisque l’élément convexe est solidaire de la partie radiale et non de la partie métacarpienne.

L’implant était cimenté dans ses deux premières versions, mais ne l’est plus dans la troisième, Meuli ayant observé une bonne ostéo-intégration de son implant à condition que le stock osseux soit suffisant.^[6]

Prothèse biaxiale

Cette prothèse en chrome-cobalt bénéficie d’un traitement de surface de la portion juxta-articulaire de chaque composant de manière à favoriser leur ostéo-intégration. Une cavité de type glénoïde, en polyéthylène, est sertie dans la partie radiale de l’implant. La partie carpienne est composée d’un condyle prolongé par une queue qui

s'insère dans le grand os et le quart proximal du troisième métacarpien. Il existe un petit ergot, latéral par rapport à la queue, qui s'implante dans le trapézoïde. La pose de la prothèse biaxiale nécessite obligatoirement la résection de la tête cubitale. En raison de la forme condylienne de l'articulation, il n'y a pas de possibilité de rotation axiale au sein de l'articulation et il faut donc considérer cette prothèse comme légèrement contrainte.

Prothèse Guepar

Cette prothèse est formée d'un composant radial en polyéthylène destiné à être cimenté et d'un composant métacarpien (en acier) lui-même composé d'une base fixée par des vis centromédullaires dans les deuxième et troisième métacarpiens. Sur cette base vient se fixer un condyle dont les différentes tailles permettent de s'adapter à la configuration anatomique du patient. Pour la même raison que pour la prothèse biaxiale, la prothèse Guepar est légèrement contrainte.

Prothèse Destot

La prothèse Destot a été conçue par un groupe de chirurgiens français et belges en 1991 pour être utilisée préférentiellement pour le traitement de l'arthrose post-traumatique. Il s'agit d'un implant non contraint en acier et polyéthylène. Les surfaces en contact avec l'os ont subi un traitement de surface pour optimiser l'ostéo-intégration. L'implant radial est constitué d'une queue métallique sertie d'un élément en polyéthylène présentant une cavité glénoïdienne qui va répondre au condyle métallique de la partie carpienne.

Cette dernière comprend une queue légèrement courbe destinée au troisième métacarpien et est stabilisée par une vis dans le deuxième métacarpien. La forme du condyle est telle que le pyramidal est laissé en place. Le condyle est articulé sur un pivot qui permet sa rotation, en particulier lors des mouvements de déviation latérale, ce qui contribue à rendre la prothèse moins contrainte que la plupart des autres modèles. Le fait de conserver le pyramidal et la tête cubitale représente vraisemblablement un avantage dans la mesure où la transmission physiologique des contraintes de la main vers l'avant-bras est mieux respectée.

Prothèse RWS

Il s'agit d'une prothèse en vitallium et polyéthylène légèrement contrainte parce que n'autorisant pas la rotation. La styloïde radiale est laissée en place lors de la pose de l'implant.

La forme des composants articulés fait que l'axe de rotation de la flexion-extension est plus proximal que celui de la déviation latérale.

■ Technique opératoire des prothèses totales

Pour la technique opératoire, nous nous référons à la prothèse Destot dont nous avons l'expérience. La technique chirurgicale pour les autres implants reprend les mêmes principes. Les différences importantes sont mentionnées.

La technique opératoire pour les prothèses de Swanson est traitée séparément (cf. infra).

L'intervention est planifiée à l'aide des calques pour ce qui est du choix a priori de la taille des implants ainsi que du choix des niveaux de coupes osseuses.

L'intervention se déroule sous garrot pneumatique à la racine du membre.

Incision et plan sous-cutané

L'incision d'environ 8 cm est dorsale, longitudinale, dans l'axe de l'espace de Poirier et du troisième métacarpien, de part et d'autre de l'interligne radiocarpien (Fig. 1). Le plan sous-cutané est incisé en préservant autant que possible le réseau veineux dorsal et en prenant soin de ne pas léser les filets nerveux terminaux radiaux et cubitaux.

Le retinaculum dorsal est incisé longitudinalement entre les troisième et quatrième compartiments, et les tendons extenseurs des



Figure 1 Incision cutanée dorsale, longitudinale, dans l'axe de l'espace de Poirier et du troisième métacarpien, de part et d'autre de l'interligne radiocarpien.



Figure 2 Le ligament annulaire dorsal est ouvert longitudinalement, les tendons extenseurs des doigts longs sont réclinés. Le nerf interosseux dorsal (pris dans la pince) est réséqué.

doigts longs sont écartés du côté ulnaire. Le tendon de l'extensor pollicis longus est écarté du côté radial. Le nerf interosseux postérieur est repéré dans l'espace interosseux radiocubital, juste en amont de l'articulation radiocubitale, et il est réséqué (Fig. 2).

Lorsque la pose d'une prothèse est justifiée par une arthrite rhumatoïde, il faut réaliser une synovectomie soignée des tendons extenseurs après l'ouverture du retinaculum postérieur.

Lorsque la polyarthrite s'accompagne de ruptures tendineuses, elles siègent en général entre la métaphyse radiale et l'interligne carpométacarpien. L'atteinte tendineuse est plus fréquente aux doigts cubitaux. Les tendons qui nécessitent une éventuelle réparation sont identifiés, mais celle-ci est réalisée après la pose de l'implant, juste avant la fermeture du retinaculum postérieur.

Arthrotomie

L'arthrotomie est longitudinale, dans le prolongement de l'axe du troisième métacarpien. Latéralement, on désinsère le plan capsuloligamentaire de la face dorsale du radius, ce qui expose largement l'extrémité distale du radius, les os carpiens et la base du troisième métacarpien (Fig. 3).

Le scaphoïde et le semi-lunaire sont réséqués par fragmentation à la pince gouge. Pour la prothèse Destot, on garde le pyramidal, alors que pour la plupart des autres prothèses totales il est nécessaire de l'enlever.

Dans le cas d'une polyarthrite rhumatoïde, une arthrotomie radiocubitale inférieure et une synovectomie sont également réalisées.

Pour cela, il faut inciser le plan capsuloligamentaire en réalisant un lambeau qui sert à stabiliser l'articulation radiocubitale inférieure en fin d'intervention.^[7] Ce lambeau est courbe à concavité médiale.

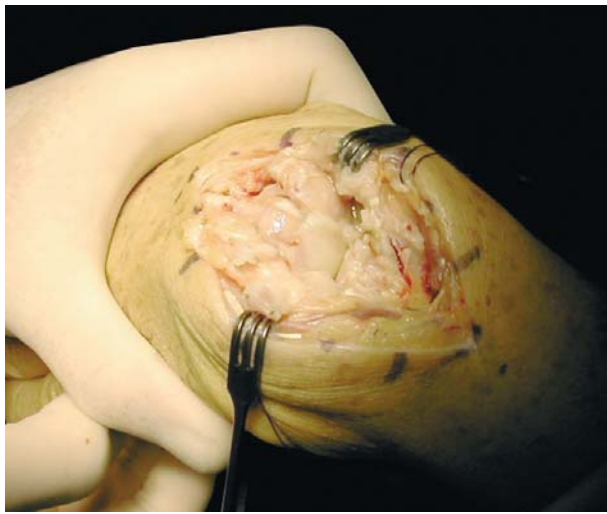


Figure 3 La mise en flexion du poignet expose la première rangée du carpe, le grand os et la base du métacarpien.



Figure 4 Niveau d'ostéotomie du grand os après la résection du semi-lunaire et du scaphoïde.

Il débute au bord médial du col du cubitus, part en direction du radius de manière à réaliser une désinsertion au bistouri sur la crête dorsale de la cavité sigmoïde et revient ensuite en direction médiale vers la pointe de la styloïde cubitale où il s'arrête (cf. infra). Ce lambeau capsuloligamentaire contient l'extensor carpi ulnari à sa base.

Pour les prothèses nécessitant la résection de la tête cubitale ou en cas de subluxation dorsale de celle-ci dans les polyarthrites rhumatoïdes, l'ostéotomie cubitale est réalisée juste au-dessus de la cavité sigmoïde du radius pour préserver l'insertion du carré pronateur qui contribue à la stabilisation du cubitus distal.

Ostéotomie et préparation des cavités osseuses

Une ostéotomie transversale pour réséquer le quart proximal du grand os est réalisée à la scie oscillante (Fig. 4). Dans certains cas, la pointe proximale de l'os crochu remonte haut et il est alors nécessaire de la réséquer dans le prolongement de l'ostéotomie de la tête du grand os. Le poignet est mis en flexion forcée et une pointe carrée est introduite au milieu de la tranche de section osseuse du grand os en direction du troisième métacarpien ; les corticales distale du grand os et proximale du troisième métacarpien sont perforées (Fig. 5). La bonne position de la pointe carrée est vérifiée à l'écran de brillance. La râpe courbe, reprenant la forme de la queue métacarpienne et épousant la concavité de l'ensemble grand os/troisième métacarpien, est ensuite passée dans le trou ainsi réalisé, la convexité dirigée vers le dos de la main (Fig. 6). On

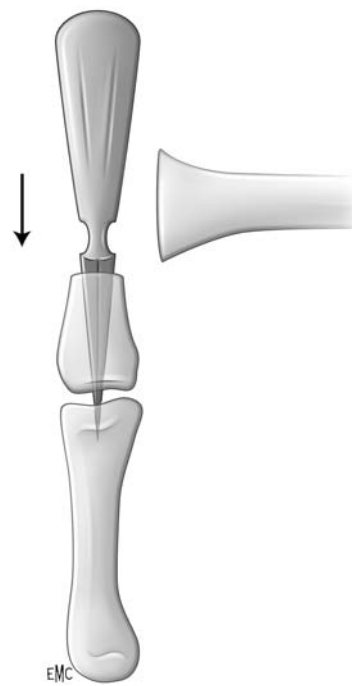


Figure 5 Pré-trou à la pointe carrée en préparation de l'alésage du grand os et du troisième métacarpien.



Figure 6 Râpe en place dans le grand os et le troisième métacarpien.

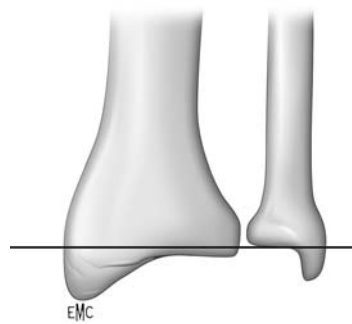


Figure 7 Niveau de l'ostéotomie transversale du radius.

pourrait discuter du fait de réaliser systématiquement une arthrodèse de l'espace carpométacarpien du troisième rayon pour supprimer toute mobilité à ce niveau et de cette manière limiter le risque de fracture de la queue métacarpienne que l'on observe dans certains cas.^[8] Dans les cas de subluxation palmaire du carpe, on procède en premier lieu à l'ostéotomie radiale distale de manière à disposer de davantage d'espace pour réaliser la résection des os du carpe.

Pour la coupe du radius, l'extrémité distale du cubitus est repérée et sert de repère. L'ostéotomie est réalisée à la scie oscillante, transversale, perpendiculaire à l'axe du radius et dans le prolongement de la surface articulaire distale du cubitus (Fig. 7).

Pour la prothèse Destot, la tête du cubitus est conservée.

Le poignet est mis en flexion forcée et une pointe carrée est introduite dans la cavité médullaire du radius. Il est utile, en début

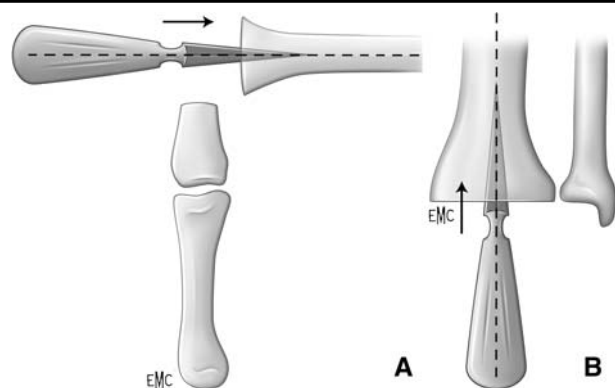


Figure 8 Repérage de l'axe diaphysaire du radius à la pointe carrée.

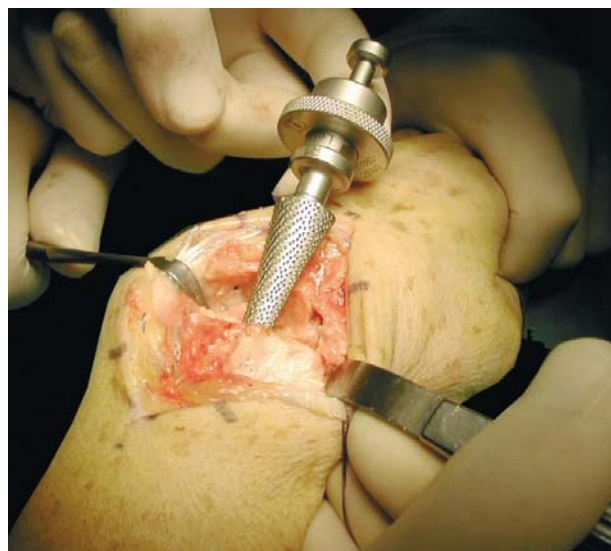


Figure 9 Préparation de la diaphyse du radius à l'aide de la râpe.

d'expérience avec ce type d'implant, de vérifier à l'amplificateur de brillance la bonne position de la pointe carrée. L'axe de la pointe carrée doit correspondre à celui du radius dans sa partie diaphysaire, ce qui n'est pas toujours facile au départ de l'épiphyse distale du radius qui présente des évasements plus marqués du côté palmaire et radial (Fig. 8).

L'os spongieux est enlevé proximement, à la curette. Ensuite, les râpes de taille croissante sont passées dans la cavité médullaire jusqu'à l'obtention d'un contact avec les corticales dorsale et palmaire (Fig. 9).

Lorsque la prothèse est posée dans une indication de polyarthrite rhumatoïde, il ne faut pas enlever l'os spongieux à la curette, mais plutôt le tasser progressivement en introduisant les râpes successives de manière à avoir un stock osseux suffisant entourant la prothèse et assurant son ostéo-intégration.

Mise en place de l'implant

Le composant radial de la taille de la dernière râpe est introduit dans la cavité préparée au niveau du radius.

L'implant carpien est introduit distalement. La platine sur le versant radial de l'implant vient reposer sur le socle trapézo-trapézoïdien. Il est parfois nécessaire de faire un ajustement de longueur au niveau du grand os pour avoir un bon appui de la platine. Un prétrou est réalisé au travers du trou de la platine dans le trapézoïde. Le trou est ensuite réalisé à l'aide d'une mèche sous contrôle de l'amplificateur de brillance (Fig. 10). Une vis de 4,5 mm de diamètre est vissée dans la diaphyse.

Le condyle carpien est placé sur l'axe longitudinal de l'implant carpien, après pose d'un coussinet de polyéthylène dont la hauteur est choisie en fonction de la tension dans la prothèse et d'une bonne

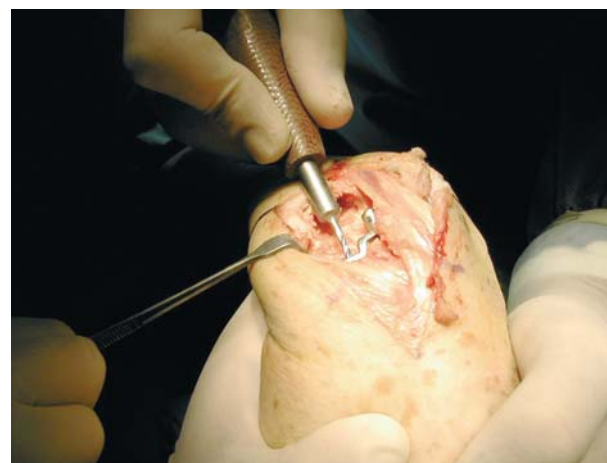


Figure 10 Forage du trou d'introduction de la vis dans le trapézoïde et le deuxième métacarpien.

mobilité de l'implant. Un excès de longueur (et l'excès de tension qui en résulte) va se traduire par une mise en flexion spontanée du poignet et un déficit d'extension passive. Une tension insuffisante se manifeste par la possibilité de décoapter trop facilement l'implant.

Fermeture

Le plan capsulaire est fermé au-dessus de l'implant de manière à ce que les tendons extenseurs ne soient pas directement en contact avec la prothèse. Si l'état du plan capsulaire ne permet pas la couverture de l'implant, on peut utiliser la moitié distale du ligament annulaire dorsal que l'on passe sous le plan des tendons.

Dans le cadre d'une polyarthrite rhumatoïde, il faut réaliser les réparations tendineuses.

Cette réparation doit être précédée en début d'intervention par une synovectomie soigneuse des extenseurs des doigts longs.

Dans les atteintes isolées d'un tendon extenseur, il est le plus souvent possible de réaliser une ténodèse du tendon sur celui d'un rayon voisin, ce qui permet d'éviter le sacrifice du tendon de l'extenseur propre de l'index.

Dans les atteintes multiples, on peut recourir à des greffes tendineuses (petit palmaire) pour combler la perte de substance entre les moignons proximaux et distaux des différents tendons.

En cas de rupture ancienne, et si l'on craint que le muscle moteur soit devenu insuffisant, on peut réaliser un transfert du tendon de l'extenseur propre de l'index pour réanimer l'extension des doigts déficitaires.

En présence d'une déviation cubitale de la main, on divise longitudinalement le tendon du long extenseur radial du poignet. Une moitié est sectionnée proximement et reste pédiculée sur son insertion distale. Cette languette tendineuse est passée sous les tendons extenseurs des doigts longs en direction cubitale, puis rabattue sur la face dorsale des tendons et enfin suturée sur le tendon du court extenseur radial du poignet de manière à recentrer les tendons extenseurs.

Si l'articulation radiocubitale inférieure a été ouverte pour réaliser une synovectomie, le plan ligamentaire est soigneusement suturé pour éviter une instabilité de la tête du cubitus. Il faut recourir à deux points transosseux au rebord radial postérieur de la cavité sigmoïde pour refixer le lambeau ligamentaire.

Le retinaculum postérieur est soigneusement suturé pour éviter toute luxation dorsale des tendons lors des mouvements d'extension du poignet.

Si des réparations tendineuses ont été réalisées, on peut utiliser la moitié distale du ligament annulaire dorsal pour la passer sous le plan tendineux et éviter des adhérences avec la zone de suture de la capsulotomie. La moitié proximale du ligament doit être suturée au-dessus du plan tendineux pour éviter la luxation postérieure des tendons lors des mouvements d'extension.

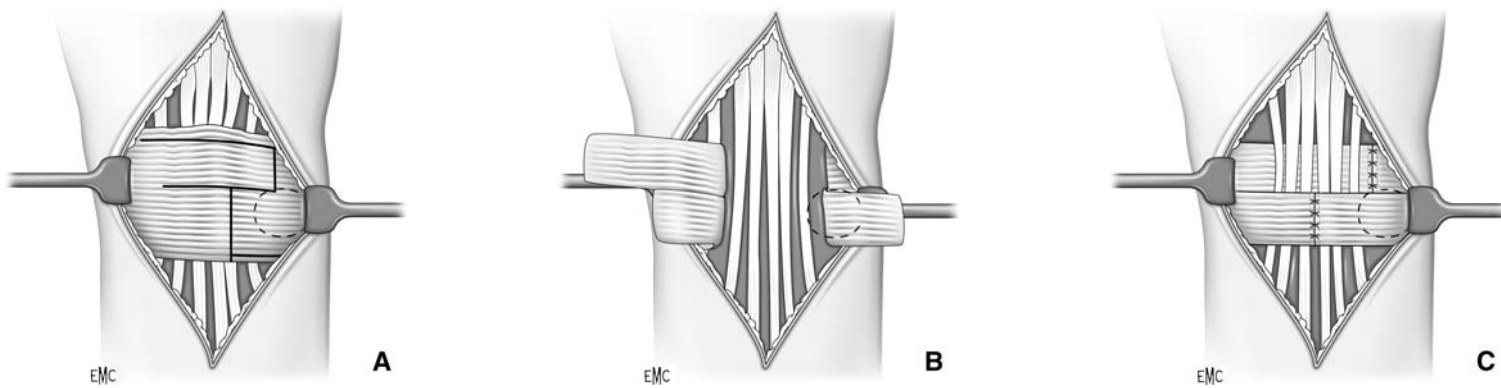


Figure 11 Incision en chevron du ligament annulaire dorsal permettant la mise au jour des tendons extenseurs et de l'articulation radiocubitale inférieure. Lors de la fermeture, la partie proximale est suturée au-dessus des tendons extenseurs pour préserver l'effet poulie et la partie distale est suturée sous les tendons pour isoler ceux-ci de l'implant.

Un drain aspiratif est mis en place, et les plans sous-cutané et cutané sont suturés.

Une attelle plâtrée plaçant le poignet en extension de 15° est posée.

Si des réparations tendineuses ont été effectuées, l'attelle est prolongée jusqu'aux doigts.

Soins postopératoires

Le drain est enlevé au bout de 24 à 48 heures suivant sa production. Nous ne donnons pas d'antibiothérapie pendant ni après l'intervention, mais cette attitude n'est pas partagée par tous les auteurs.

L'immobilisation en attelle est maintenue de manière continue durant 2 semaines au terme desquelles un programme de mobilisation passive et active est progressivement appliqué. Si des réparations tendineuses ont été effectuées, l'immobilisation dure de 3 à 4 semaines.

Durant la première semaine de rééducation, on ne permet pas d'extension active du poignet pour éviter que la tension des tendons extenseurs ne sollicite la suture du ligament annulaire dorsal. Durant cette première semaine et pour les mêmes raisons, le port d'une attelle doit être permanent entre les séances de kinésithérapie. L'utilisation d'un arthromoteur est une aide précieuse. Il faut régler l'arthromoteur pour ne pas dépasser un arc de mobilité de 60° également réparti entre la flexion et l'extension.

Au-delà de la troisième semaine, l'attelle est progressivement abandonnée.

Il faut bien entendu moduler la rééducation en fonction de la situation de chaque patient. La persistance de douleurs incite à maintenir une immobilisation de plus longue durée. L'existence de réparations tendineuses rend obligatoire une rééducation à la mobilité des doigts longs.

Dans le cas d'un implant de Swanson, l'immobilisation est un peu plus longue pour obtenir l'encapsulation de la prothèse. La kinésithérapie est entamée après 2 à 4 semaines, avec maintien de l'attelle entre les séances de kinésithérapie.

Dans tous les cas, il faut entre 3 et 4 mois pour retrouver une activité journalière normale.

■ Implant en silicone

On peut discuter de l'utilisation d'un implant de Swanson dans les cas de subluxation palmaire importante du poignet parce que la perte de hauteur du poignet rend impossible l'utilisation d'une prothèse totale. En outre, dans ces cas, le capital osseux résiduel est souvent faible, ce qui compromet la tenue d'une prothèse métallique. Dans ces situations, l'alternative à l'implant de Swanson est l'arthrodèse du poignet, avec la restriction qu'il est contre-indiqué de réaliser une arthrodèse bilatérale du poignet pour des raisons fonctionnelles évidentes.

Les principes de l'intervention sont identiques à ceux de la mise en place des prothèses totales et nous n'indiquons que les points particuliers à la pose de cet implant.

Le ligament annulaire dorsal est incisé en chevron (Fig. 11). Un premier lambeau à pédicule cubital, à l'aplomb de la tête cubitale, est réalisé par incision longitudinale en regard du quatrième compartiment se prolongeant par une incision transversale à hauteur de l'extrémité distale de la tête cubitale. Le second lambeau est réalisé par la section de la partie restante du ligament annulaire au niveau du sixième compartiment. Le lambeau ligamentaire est ensuite levé en restant pédiculé sur son versant radial.

Le plan capsuloligamentaire est désinséré à la face dorsale du radius et reste pédiculé distalement.

Le semi-lunaire, le pyramidal et la moitié proximale du scaphoïde sont réséqués à la pince gouge. On laisse en place la moitié distale du scaphoïde.

L'usage des *grommets* est recommandé pour prolonger la durée de vie de l'implant.

La *grommet* distale est placée dorsalement dans le grand os et la *grommet* proximale est placée du côté palmaire dans le radius.

Lors de la mise en place de l'implant, il faut éviter le contact direct entre les gants et l'implant en silicone pour éviter que des grains de talc ne s'adsorbent sur sa surface, ce qui pourrait être à l'origine de réactions locales. Il est donc conseillé de tenir l'implant à l'aide d'une compresse.

Le plan capsuloligamentaire est réinséré par des points transosseux à la face dorsale du radius.

■ Résultats

Avec les matériaux dont nous disposons actuellement, en fonction de nos connaissances actuelles et de celles des ingénieurs, il n'est pas possible de concevoir une prothèse qui offre le secteur de mobilité d'un poignet sain. En effet, on remplace un système composé de deux niveaux articulaires (radiocarpien et médiocarpien) par un système à une articulation. Il ne faut donc pas comparer les résultats des prothèses de poignet avec la mobilité ou la force d'un poignet normal ; cela aboutirait à condamner définitivement cette chirurgie parce que, dans cette optique, les résultats seraient jugés inacceptables.

En revanche, si l'on se réfère à la situation préopératoire des patients et en l'absence de complications (cf. infra), la pose d'une prothèse permet de conserver, voire d'améliorer, le secteur de mobilité et surtout de supprimer la douleur dans la grosse majorité des cas. Vu sous cet angle, et de l'aveu même des patients opérés, la mise en place d'une prothèse leur apporte un gain de confort de vie appréciable.

Murphy^[9] a réalisé une étude de satisfaction (*disabilities of the arm, shoulder and hand* [DASH] score) visant à comparer un groupe de patients porteurs d'une prothèse de poignet à un groupe de patients ayant une arthrodèse de poignet. Il ne trouve pas de différence significative entre les deux groupes, même s'il relève que les patients porteurs d'une prothèse ont plus de facilité pour les gestes d'hygiène et d'habillement. Par ailleurs, le taux de complications est identique dans les deux groupes. Il conclut donc à l'absence de supériorité

Tableau 2. – Résultats de quelques séries des différents implants. [8, 10-18]

| Auteur | Type de prothèse | Nombre | Recul Extrêmes (ans) | Arc de mobilité Flexion/extension | Fractures de l'implant | Descellements Radial/carpien | Reprises |
|-------------------|------------------|--------|----------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------|
| Stanley (1993) | Swanson | 50 | 8 (6 à 12) | 56° 25°/31° | 22 % | | 7 (14 %) |
| Schill (2001) | Swanson | 82 | 10 | 52° 31°/21° | 31 % | | 11 (13 %) |
| Meuli (1997) | Meuli | 38 | 5,5 (3,9 à 9,5) | 70° 30°/40° | | 6 2/6 | 10 (26 %) |
| Takwale (2002) | Biaxial | 76 | 4,3 | | | 14 | 5 (6,5 %) |
| Cobb (1996) | Biaxial | 57 | 6,5 (5-9,9) | 65° (29°/36°) | | 8 0/8 | 11 (19 %) |
| Rahimtoola (2003) | RWS | 27 | 4 (2-8) | 59° 35°/24° | | 14 3/8 | 1 (4 %) |
| Fourastier (1996) | Guepar | 72 | 4 (1-10) | 39° 20°/19° | | 6 4/2 | 11 (15 %) |
| Bosco (1994) | Volz | 18 | 8,6 (3,5-12,5) | 49° 32°/17° | | 5 1 / 4 | 1 (5,5 %) |
| Menon (1998) | Universal | 37 | 6,7 (4-10) | 73° 37°/36° | | 2 2/0 | 9 (24 %) |
| Levadou (2003) | Destot | 28 | 4 (1-6) | 89° 48°/41° | 2 | 3 0/3 | 5 (14 %) |

d’une intervention par rapport à l’autre, mais il souligne que cela ne signifie pas que les patients porteurs d’une arthrodèse ne sont pas demandeurs de plus de mobilité.

Takwale [10] relève que, dans sa série de 66 prothèses biaxiales revues, plus de la moitié des 27 patients qui avaient une arthrodèse du côté opposé auraient préféré une prothèse à leur arthrodèse.

Les résultats de quelques séries [8, 10-18] des différents implants existants sont repris dans le Tableau 2. Il est évidemment parfois difficile de comparer des séries cliniques qui n’ont pas toujours été revues avec les mêmes critères, ou de comparer des séries de prothèses posées par un opérateur avec des séries posées par des opérateurs multiples et qui cumulent donc la phase d’apprentissage de chaque opérateur.

Les indications opératoires ont été différentes en fonction des séries, la plupart s’adressant essentiellement à des patients rhumatoïdes, celle de Levadou [8] s’adressant uniquement à des patients présentant une arthrose post-traumatique.

Douleur

Le résultat sur la douleur est en général excellent, surtout dans les premiers temps après la pose de l’implant. Des douleurs réapparaissent en cas de descellement d’un des composants.

Pour les implants de Swanson, la douleur réapparaît dans environ la moitié des cas de rupture de l’implant.

Mobilité

Le secteur de mobilité se situe en général dans le secteur utile aux gestes de la vie quotidienne. Il va, pour la flexion-extension, de 39° (prothèse Guepar) à 89° (prothèse Destot), avec environ 55° pour les implants de Swanson. Les déviations latérales sont de l’ordre de la moitié du secteur de mobilité normale.

Force

Les résultats sur la force ne sont que très rarement donnés dans les séries publiées. Dans la série de Levadou, [8] la force mesurée au dynamomètre de Jamar passe de 20 kPa avant l’intervention à 35 kPa (recul moyen : 4 ans). Le facteur principal permettant ce gain de force est selon toute vraisemblance lié à l’indolence que retrouvent les patients opérés.

Complications

Les complications diffèrent en fonction du type de prothèse.

Costi [19] a réalisé une étude des différents types de prothèses et arrive à la conclusion que les prothèses de Swanson se fracturent, et que les prothèses métalliques connaissent des problèmes de

résorption osseuse et de descellement. Il souligne le fait que les résultats sont inférieurs à ceux observés pour les implants des grosses articulations.

Prothèses de Swanson. Les implants de Swanson souffrent d’un taux élevé de fracture, qui augmente avec le recul. [7, 18, 20, 21, 22] Le collapsus du poignet, la récidence de la déviation cubitale de la main et les signes de siliconite augmentent également en fonction du temps.

L’usage des *grommets* semble limiter les risques de fracture de l’implant. [23, 24]

En dépit de ces résultats, la satisfaction des patients est notable.

Prothèses totales. La revue de différentes séries de prothèses totales confirme un taux élevé de complications. Les premières générations de prothèses ne tenant pas compte des centres de rotation physiologique du poignet ont rapidement vu leur dessin modifié pour pallier une déviation ulnaire de la main après pose de l’implant.

Actuellement, les problèmes de descellement, d’enfoncement ou de fracture d’implant touchent surtout la partie carpienne de l’implant. [8, 10, 11, 13, 14, 15, 25]

Menon [14] pense que la mobilité carpométacarpienne pourrait être la cause des fractures de queue de l’implant métacarpien. Nous partageons ce point de vue et il nous semble qu’une solution possible, mais que nous n’avons pas encore testée, pourrait être de réaliser une arthrodèse capitométacarpienne du troisième rayon.

En dépit de ces complications, le taux de satisfaction de ces patients est élevé, en particulier le taux de patients qui seraient prêts à subir à nouveau la même intervention.

En cas d’échec, il est parfois possible de remplacer la prothèse, [26, 27] mais dans d’autres cas il faut recourir à une arthrodèse du poignet dont la consolidation n’est pas toujours facile à obtenir. [28]

Il nous semble donc que les prothèses totales de poignet devraient connaître un avenir plus prometteur pour autant que les problèmes de stabilité, en particulier de la partie carpienne, puissent être réglés. Contrairement à ce qui a été la tendance jusqu’à l’heure actuelle, l’utilisation des prothèses totales de poignet devrait concerner davantage les atteintes arthrosiques où la prothèse totale est une bonne alternative à l’arthrodèse chez des patients de plus de 60 ans qui ne désirent plus effectuer de travaux lourds.

Pour les polyarthrites rhumatoïdes, où le capital osseux est médiocre, il convient d’être prudent dans les indications de prothèses totales et certains auteurs continuent à préconiser la pose d’implants de Swanson.

Dans les indications de polyarthrite rhumatoïde, l’arthrodèse unilatérale reste une bonne alternative à la pose d’un implant.

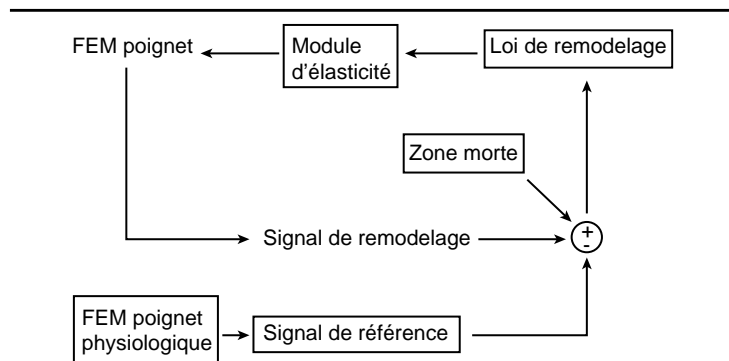


Figure 12 Algorithme de remodelage osseux. FEM : force électromotrice.

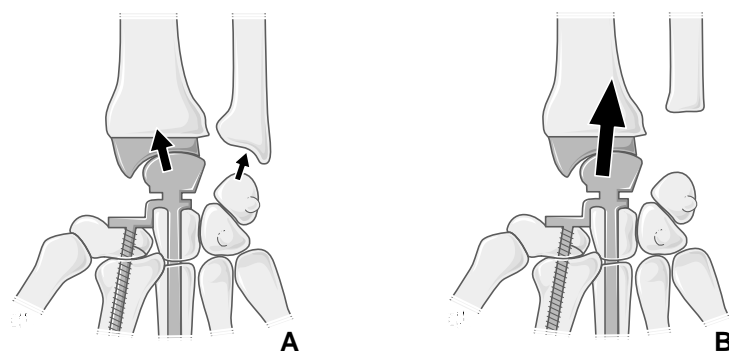


Figure 13 Modélisation de la partie radiale de la prothèse Destot. Répartition des contraintes entre le radius et le cubitus. Augmentation des contraintes et modification de leur direction en cas de résection de la tête cubitale (A, B).

■ Comportement os-prothèse : simulations numériques

La mise en place d'une prothèse au sein d'un os en modifie le comportement mécanique ; c'est un phénomène déjà bien connu pour les prothèses de hanche. Sachant que le métabolisme osseux, la structure et l'orientation de l'os spongieux sont très dépendants des stimulations mécaniques, on perçoit intuitivement que la mise en place d'un implant intraosseux peut entraîner des modifications.

Nous avons réalisé des simulations numériques de comportement os-prothèse appliqué au composant radial de la prothèse Destot, en collaboration avec la Faculté Polytechnique de Mons.^[29]

Le modèle permet, en fonction du niveau de contrainte en chaque point de l'os, de calculer la modification locale de densité osseuse sur la base des principes de remodelage osseux. La modification de densité osseuse entraîne une modification du module d'élasticité local selon l'algorithme de la Figure 12.

Les résultats de ces simulations confirment le bénéfice qu'il y a à conserver la tête cubitale et le pyramidal. Dans le modèle avec tête cubitale, 12,3 % des efforts transmis de la main à l'avant-bras transitent par la tête cubitale. La résection de la tête cubitale augmente donc les contraintes sur l'implant radial. Outre une modification quantitative de la transmission de contraintes, la suppression de la tête cubitale modifie la direction de l'effort transmis au radius (Fig. 13).

La simulation du comportement os-prothèse confirme l'existence d'un effet de déviation de contrainte qui aboutit à une déminéralisation osseuse en zone para-articulaire et en une apposition osseuse en bout de prothèse. On note une diminution de densité osseuse sur le versant cubital du radius dans la zone para-articulaire, et une apposition osseuse en bout de queue et dans une moindre mesure sur le versant radial en zone para-articulaire (Fig. 14).

Cette simulation numérique confirme l'effet de déviation de contrainte observé cliniquement par l'évolution radiologique.

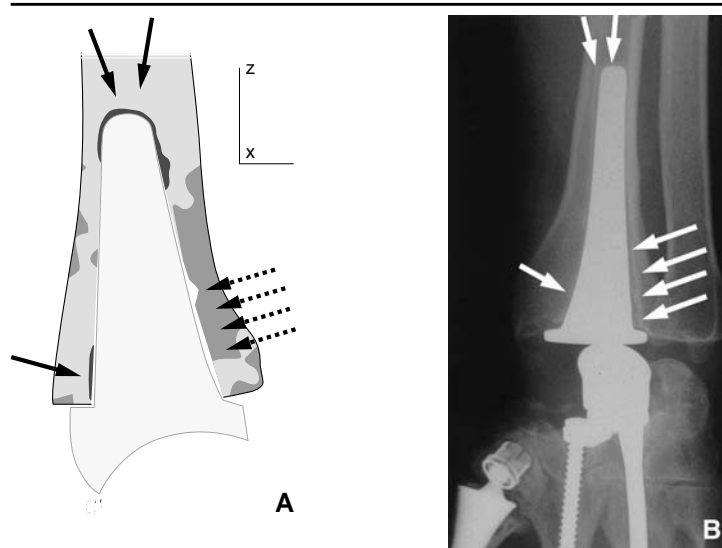


Figure 14 Visualisation des zones de déminéralisation et de densification osseuse autour de la queue de l'implant (A, B).

PROTHÈSE DE TÊTE CUBITALE

Le mouvement de pronosupination est souvent altéré dans les séquelles de fracture du poignet. La perte de supination est très gênante fonctionnellement.

Les arthroplasties de résection (opération de Darrach,^[30] opération de Sauvé-Kapandji,^[31] opération de Bowers^[32]) donnent des résultats inconstants et il n'est pas rare de rencontrer des phénomènes d'instabilité du moignon cubital.

Une prothèse de tête cubitale représente une solution intéressante pour pallier les échecs de ces procédures.

Comme le propose Hagert,^[33] il faut considérer la tête cubitale comme le point fixe, mais aussi le point d'appui autour duquel tourne l'extrémité radiale. L'exérèse de la tête cubitale ou l'interruption de continuité du cubitus provoque donc un désordre mécanique important du poignet.

Herbert et al.^[27] ont développé un implant de tête cubitale destiné à être inséré dans la diaphyse cubitale. La queue intramédullaire est en titane, avec un traitement de surface visant à la rendre poreuse pour assurer une bonne ostéo-intégration. La tête qui s'emboîte sur la queue est en céramique.

Pour les indications liées à des séquelles de fracture du poignet, il est capital de faire un bilan complet des désordres radio-cubito-carpiens avant d'envisager la pose d'une prothèse de tête cubitale. Il faut planifier le niveau de coupe en fonction de la configuration radiocubitale inférieure, puisque l'on observe souvent un tassement radial après les fractures de l'extrémité radiale distale. Il faut également être attentif aux éventuels cals vicieux du radius puisqu'il faut obtenir une bonne congruence entre la cavité sigmoïde et la tête prothétique. Il peut donc s'avérer nécessaire de réaliser une ostéotomie radiale dans un premier temps.

Scheker^[34] a développé un implant plus complexe, composé d'une plaque à visser destinée à la face interne du radius et terminée par une cupule qui reçoit une tête sphérique située au bout d'une queue implantée dans le cubitus.

■ Technique opératoire pour arthrose primitive ou post-traumatique

Nous utilisons comme modèle de pose la prothèse de Herbert, qui est actuellement la seule prothèse simple reprenant le principe de la prothèse de Swanson pour tête cubitale.

Il existe d'autres modèles,^[34] plus complexes, de prothèses totales avec un composant radial et un composant cubital qui s'articulent. Mais les séries sont courtes et le recul faible.

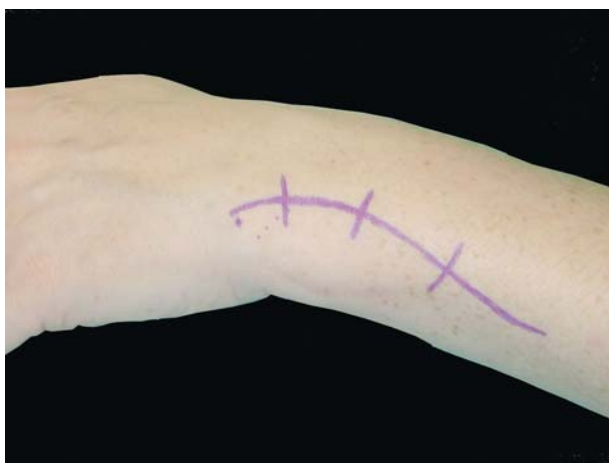


Figure 15 Incision cutanée pour la prothèse de tête cubitale.



Figure 16 Repérage du tendon de l'extensor digiti minimi.

Incision et tissus sous-cutanés

L'incision de 8 cm est dorsale, centrée sur l'articulation radiocubitale inférieure, légèrement courbe à concavité médiale (Fig. 15). En cas de chirurgie itérative, l'incision doit tenir compte des cicatrices existantes.

Les tissus sous-cutanés sont incisés verticalement jusqu'au retinaculum dorsal et sont ensuite décollés de celui-ci en monobloc de manière à ce que la branche sensitive dorsale du nerf cubital fasse partie de ce lambeau cutanéograsseux.

Plan capsuloligamentaire

Le cinquième compartiment dorsal du poignet est ouvert au bord externe de la tête cubitale, mettant au jour le tendon extensor digiti minimi qui est écarté latéralement (Fig. 16).

L'étape suivante consiste à inciser le plan capsuloligamentaire en réalisant un lambeau qui sert à stabiliser la nouvelle articulation radiocubitale inférieure en fin d'intervention.^[7] Ce lambeau est courbe à concavité médiale. Il débute au bord médial du col du cubitus, part en direction du radius de manière à réaliser une désinsertion au bistouri sur la crête dorsale de la cavité sigmoïde et revient ensuite en direction médiale vers la pointe de la styloïde cubitale où il s'arrête (Fig. 17). Ce lambeau capsuloligamentaire contient l'extensor carpi ulnari à sa base. Si la gaine du tendon est endommagée, il importe de la suturer pour éviter un contact direct entre le tendon et la tête prothétique.

À ce stade de la dissection, le ligament triangulaire est exposé dans la partie distale du champ opératoire.

Ostéotomie

Le col du cubitus est exposé à l'aide de deux écarteurs contre-coudés et le niveau d'ostéotomie est repéré en utilisant le guide gradué de résection. Ce guide de résection permet d'obtenir une

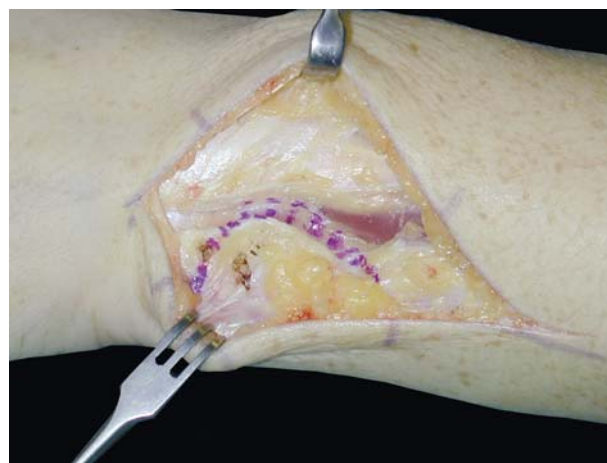


Figure 17 Tracé de l'incision du plan capsuloligamentaire.

ostéotomie telle que la tête prothétique se trouve 2 mm plus proximale que le ligament triangulaire. Si au départ le poignet a une variance ulnaire positive ou excessivement négative, il faut aménager le niveau d'ostéotomie en fonction du résultat souhaité.

L'ostéotomie est réalisée à la scie oscillante au niveau déterminé par le guide et la tête est enlevée en réséquant ses attaches avec les tissus mous voisins.

Le ligament triangulaire est complètement exposé sur sa face proximale. Il est soigneusement inspecté et suturé s'il présente une déchirure périphérique. En cas de lésion centrale, on peut utiliser un lambeau local de tissus mous pour le réparer de manière à avoir une interposition entre la prothèse et le carpe.

La cavité sigmoïde est ensuite inspectée. Les éventuels ostéophytes sont réséqués. En fonction de la morphologie de la cavité sigmoïde,^[35] on peut être amené à l'approfondir à l'aide d'une fraise sur moteur pour assurer une stabilité mécanique à la tête prothétique.

Préparation de la cavité diaphysaire

L'écarteur (gauche ou droit) est introduit dans l'espace laissé libre par l'ablation de la tête cubitale et glissé sous la face palmaire du col du cubitus de manière à protéger le pédicule vasculonerveux cubital et la cavité sigmoïde lors de la préparation de la diaphyse à l'aide des râpes. On débute par la plus petite taille de râpes en l'enfonçant progressivement à l'aide du marteau et en la retirant régulièrement de manière à éviter un enclavement. Il existe une encoche sur le marteau de l'ancillaire de la prothèse qui permet de l'utiliser comme marteau rétracteur.

Lorsque la râpe risque de s'enclaver, il y a une modification caractéristique de la tonalité du son provoqué par le choc du marteau sur l'extrémité de la râpe.

La râpe est enfoncée complètement avant de passer à la taille supérieure, pour autant que la progression de la précédente ait été aisée.

La queue d'essai correspondant à la taille de la dernière râpe complètement enfoncée est introduite dans la diaphyse cubitale et les têtes d'essai sont posées en choisissant celle qui s'adapte le mieux à la taille et la forme de la cavité sigmoïde, mais aussi qui permet d'être recouverte par le lambeau capsuloligamentaire réalisé en début d'intervention.

Deux trous sont percés dans la crête dorsale de la cavité sigmoïdienne pour assurer l'ancrage du lambeau capsuloligamentaire.

Mise en place de l'implant

La queue définitive est introduite dans la diaphyse et enfoncée en s'aidant de l'impacteur.

Il est possible, à ce stade, de régler la longueur relative du cubitus par rapport à celle du radius en utilisant les queues à collerette courte (2 mm) ou longue (4 mm).

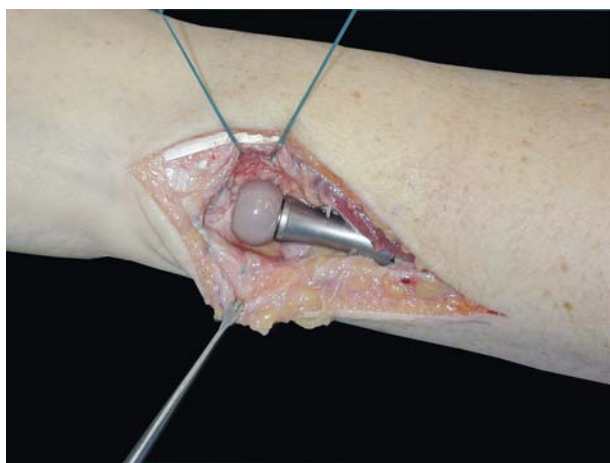


Figure 18 Prothèse en place (dans ce cas pour pallier une résection haute dans le cadre d'une procédure de Darrach).



Figure 19 Fermeture du lambeau capsulaire.

La bonne longueur de l'implant est vérifiée à l'amplificateur de brillance. Il faut que la tête prothétique soit 2 mm en retrait par rapport au radius lorsque l'avant-bras est en pronation (Fig. 18).

La mobilité en pronation et supination est ensuite testée et, si elle est insuffisante, il faut rechercher si un ostéophyte résiduel ou un excès de tension de la membrane interosseuse est la cause du problème et y remédier.

Fermeture

Le lambeau capsuloligamentaire est fixé au radius par des points transosseux et est suturé sur tout son pourtour aux tissus mous (Fig. 19).

La fermeture cutanée est réalisée sur drain aspiratif.

Une immobilisation plâtrée dans une attelle bras/avant-bras est mise en place durant 10 jours, jusqu'à l'ablation des sutures cutanées, et ensuite remplacée par un plâtre fermé bras/avant-bras pour 3 semaines.

Au terme de l'immobilisation, de la kinésithérapie de mobilisation et de récupération progressive de la force est entamée.

■ Technique opératoire pour révision après chirurgie de résection

L'implant développé par Herbert peut également être utilisé pour les échecs de la chirurgie de résection totale (Darrach)^[30] ou partielle (Bowers)^[32] de la tête cubitale, ou d'arthrodèse radiocubitale distale avec pseudarthrose volontaire du cubitus (Sauvé-Kapandji).^[31]

La technique chirurgicale ressemble très fort à celle pour les indications dégénératives, à ceci près qu'il faut tenir compte du niveau de résection du cubitus et de la qualité des tissus mous. Il existe pour ces indications un implant avec un col de 17 mm (contre 2 ou 4 mm pour les autres indications) qui nécessite une ostéotomie au niveau 3 du guide de résection lorsque la partie distale de celui-ci repose contre la face proximale du ligament triangulaire. Si la résection osseuse lors de la première intervention a été trop importante pour utiliser l'implant de révision, il faut recourir à un implant sur mesure que le fournisseur peut fabriquer sur la base des clichés radiographiques.

■ Résultats

La prothèse de tête cubitale de Herbert est utilisée depuis 1995 et commercialisée depuis 1998. Van Schoonhoven^[27] fait état de 150 implantations avec des résultats très encourageants sur la douleur et l'amélioration de la mobilité. Herbert insiste sur la correction préalable d'un éventuel cal vicieux du radius et sur la nécessaire qualité des tissus mous pour réaliser la couverture de la tête cubitale qui agit comme un véritable ligament stabilisant celle-ci dans la cavité sigmoïde du radius.

Les complications ont été une infection dans un cas de reprise de procédure de Darrach et un cas ayant nécessité une réintervention d'accourcissement à cause d'un syndrome cubitocarpien par excès de longueur du cubitus. Il y a par ailleurs eu une fracture de la queue prothétique dans un cas de prothèse sur mesure.

Herbert note que dans pratiquement tous les cas il y a une résorption osseuse sous l'épaule de la prothèse, que l'auteur attribue à un effet de déviation de contrainte.

Enfin, deux descellements sont à déplorer dans cette série.

Conclusion

Au terme de cet article et en fonction des données de la littérature, les conclusions sont en demi-teintes. Pour tous les implants, les résultats obtenus sont loin de la fonction normale de l'articulation concernée. Cependant, dans la majorité des séries publiées, les auteurs constatent qu'en dépit de ce fait les patients sont majoritairement satisfaits, ce qui ne se mesure ni au goniomètre ni au dynamomètre ni à la radiographie, mais bien à l'absence de douleur et à la restauration d'une fonction jugée suffisante par le patient.

Le secteur de mobilité normal du poignet est excédentaire pour une activité journalière normale. Un déficit de mobilité n'est donc pas souvent ressenti comme un handicap, d'autant plus que les gestes sont souvent réalisés d'une autre manière, la main opposée venant en aide à la main handicapée.

En dehors des résultats fonctionnels moyens, les taux de complications et de reprises chirurgicales en fonction du recul sont excessifs.

Les améliorations dans le futur devraient venir de nouveaux matériaux, mais aussi des concepteurs de prothèses qui devraient s'affranchir des principes qui valent en matière d'implants de grosses articulations et développer des concepts innovants adaptés aux exigences spécifiques des articulations du poignet et de la main.

Références

- [1] Youm Y, McMurtry RY, Flatt AE, Gillespie TE. Kinematics of the wrist. *J Bone Joint Surg [Am]* 1978; 60: 423-431
- [2] Ledoux P, Lamblin D, Targowski R. Modifications to the mechanical behavior of the wrist after fracture of the scaphoid. Modelisation by finite element analysis. *Acta Orthop Belg* 2001; 67: 236-241
- [3] Watson HK, Weinzweig J, Zeppieri J. The natural progression of scaphoid instability. *Hand Clin* 1997; 13: 39-49
- [4] Meuli HC. Arthroplastie du poignet. *Ann Chir* 1973; 27: 527-530
- [5] Meuli HC. Total wrist arthroplasty. *Clin Orthop* 1997; 342: 77-83
- [6] Meuli HC. Meuli prostheses. In: Simmen BR, Allieu Y, Lluch A, Stanley J, eds. *Hand arthroplasties*. London: Martin Dunitz, 2000; 201-207
- [7] Stanley D, Herbert TJ. The Swanson ulnar head prosthesis for post-traumatic disorders of the distal radio-ulnar joint. *J Hand Surg [Br]* 1992; 17: 682-688
- [8] Levadou M, Legre R. Total wrist arthroplasty with Destot prostheses in patients with posttraumatic arthritis. *J Hand Surg [Am]* 2003; 28: 405-413
- [9] Murphy DM, Khoury JG, Imbriglia JE, Adams BD. Comparison of arthroplasty and arthrodesis for the rheumatoid wrist (1). *J Hand Surg [Am]* 2003; 28: 570-576
- [10] Takwale VJ, Nuttall D, Trail IA, Stanley JK. Biaxial total wrist replacement in patients with rheumatoid arthritis. Clinical review, survivorship and radiological analysis. *J Bone Joint Surg [Br]* 2002; 84: 622-629
- [11] Bosco JA, Bynum DK, Bowers WH. Long-term outcome of Volz total wrist arthroplasties. *J Arthroplasty* 1994; 9: 25-31
- [12] Cobb TK, Beckenbaugh RD. Biaxial total-wrist arthroplasty. *J Hand Surg [Am]* 1996; 21: 1011-1021
- [13] Fourastier J, Le Breton L, Alnot Y, Langlais F, Condamine JL, Pidhorz L. La prothèse totale radiocarpienne Guépar dans la chirurgie du poignet rhumatoïde. *Rev Chir Orthop* 1996; 82: 108-115
- [14] Menon J. Total wrist replacement using the modified Volz prosthesis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1987; 69: 998-1006
- [15] Menon J. Universal total wrist implant, experience with a carpal component fixed with three screws. *J Arthroplasty* 1998; 13: 515-523
- [16] Rahimtoola ZO, Rosing PM. Preliminary results of total wrist arthroplasty using the RWS prosthesis. *J Hand Surg [Br]* 2003; 28: 54-60
- [17] Schill S, Thabe H, Mohr W. Long-term outcome of Swanson prosthesis management of the rheumatic wrist joint. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2001; 33: 198-206
- [18] Stanley JK, Tolat AR. Long-term results of Swanson silastic arthroplasty in the rheumatoid wrist. *J Hand Surg [Br]* 1993; 18: 381-388
- [19] Costi J, Krishnan J, Percy M. Total wrist arthroplasty: a quantitative review of the last 30 years. *J Rheumatol* 1998; 25: 451-458
- [20] Comstock CP, Louis DS, Eckenrode JF. Silicone wrist implant: long-term follow-up study. *J Hand Surg [Am]* 1988; 13: 201-205
- [21] Fatti JF, Palmer AK, Greenky S, Mosher JF. Long-term results of Swanson interpositional wrist arthroplasty: Part II. *J Hand Surg [Am]* 1991; 16: 432-437
- [22] Jolly SL, Ferlic DC, Clayton ML, Dennis DA, Stringer EA. Swanson silicone arthroplasty of the wrist in rheumatoid arthritis: a long-term follow-up. *J Hand Surg [Am]* 1992; 17: 142-149
- [23] Capone RA Jr. The titanium grommet in flexible implant arthroplasty of the radiocarpal joint: a long-term review of 44 cases. *Plast Reconstr Surg* 1995; 96: 667-672
- [24] Rossello MI, Costa M, Pizzorno V. Experience of total wrist arthroplasty with silastic implants plus grommets. *Clin Orthop* 1997; 342: 64-70
- [25] Divilbiss BJ, Sollerman C, Adams BD. Early results of the Universal total wrist arthroplasty in rheumatoid arthritis. *J Hand Surg [Am]* 2002; 27: 195-204
- [26] Rettig ME, Beckenbaugh RD. Revision total wrist arthroplasty. *J Hand Surg [Am]* 1993; 18: 798-804
- [27] van Schoonhoven J, Fernandez DL, Bowers WH, Herbert TJ. Salvage of failed resection arthroplasties of the distal radioulnar joint using a new ulnar head prosthesis. *J Hand Surg [Am]* 2000; 25: 438-446
- [28] Carlson JR, Simmons BP. Wrist arthrodesis after failed wrist implant arthroplasty. *J Hand Surg [Am]* 1998; 23: 893-898
- [29] Ledoux P, Lamblin D, Targowski R, Guerlement G. Biomechanics of the wrist, multidisciplinary approach. In: Schuind F, An KN, eds. *Recent advances in upper extremity arthroplasty*. Singapore: World Scientific Publishing, 1997; 213-222
- [30] Darrach W. Anterior dislocation of the head of the ulna. *Ann Surg* 1912; 56: 802-803
- [31] Sauvé L, Kapandji M. Nouvelle technique de traitement chirurgical des luxations récidivantes isolées de l'extrémité inférieure du cubitus. *J Chir* 1936; 47: 589-594
- [32] Bowers WH. Distal radioulnar joint arthroplasty: the hemiresection-interposition technique. *J Hand Surg [Am]* 1985; 10: 169-178
- [33] Hagert CG. The distal radioulnar joint in relation to the whole forearm. *Clin Orthop* 1992; 275: 56-64
- [34] Scheker LR. Distal radioulnar joint prostheses to rescue the so called salvage procedure. In: Simmen BR, Allieu Y, Lluch A, Stanley J, eds. *Hand arthroplasties*. London: Martin Dunitz, 2000; 151-158
- [35] De Smet L, Fabry G. Orientation of the sigmoid notch of the distal radius: determination of different types of the distal radioulnar joint. *Acta Orthop Belg* 1993; 59: 269-272

Lésions anciennes des tendons fléchisseurs des doigts

D Della Santa

Résumé. — Dans cet article, nous traitons des techniques qui nous paraissent les plus appropriées en fonction de la lésion et de la zone topographique considérées telles que réinsertion, greffe, transfert, reconstruction de poulies. Nous nous contentons de citer les procédures utilisées plus rarement, comme la greffe pédiculée, la greffe du tendon fléchisseur superficiel ou la greffe libre d'unités musculaires.

Les traitements spécifiques du pouce, tels que l'allongement du long fléchisseur, sont discutés séparément. Les complications des réparations secondaires, en particulier les erreurs de réglage, la rupture et les blocages des tendons réparés et leur traitement sont également évoqués.

Nous complétons cet article en décrivant les opérations palliatives que sont la ténodèse et l'arthrodèse.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : tendon fléchisseur, réinsertion, greffe, transfert, ténolyse.

Introduction

L'indication d'une reconstruction secondaire des tendons fléchisseurs et le choix de la technique dépendent de l'état du ou des tendons concernés et de la zone topographique de la lésion, mais également du genre d'activités du patient et de sa motivation. Nous décrivons donc les méthodes réparatrices des lésions des tendons fléchisseurs, mais également leurs traitements palliatifs.

Compte tenu de la grande variété des techniques proposées par les différents auteurs, nous nous bornons à la description des procédés qui, selon notre expérience, nous ont paru les plus pertinents pour chaque situation. Nous nous contentons d'évoquer les autres méthodes.

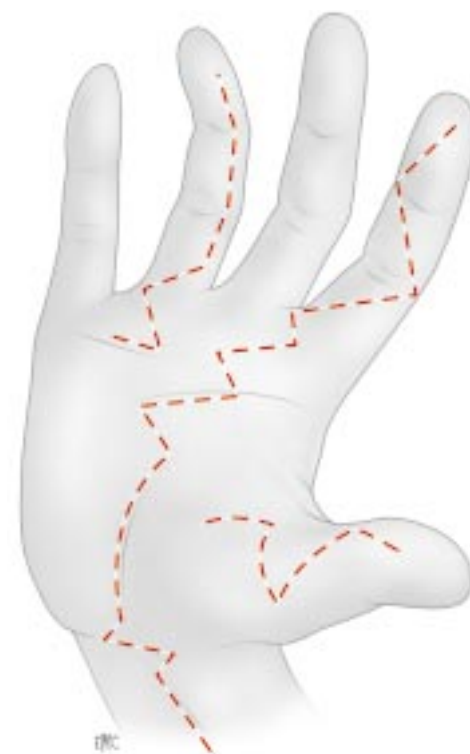
Enfin, pour la clarté de l'exposé, les techniques particulières, les lésions spécifiques du pouce, les complications et leur traitement ainsi que les traitements palliatifs sont traités à part.

Réparation secondaire des tendons fléchisseurs des doigts

RÉINSERTION DISTALE

Si, à la suite d'une plaie franche ou d'une avulsion (*jersey finger*) en zone 1, le tendon est présent dans le canal digital (vinculum court ou vinculum long intact) et libre dans sa gaine, une réinsertion secondaire peut être tentée, même plusieurs semaines après le traumatisme. Elle doit être préférée à une suture simple, techniquement possible mais moins solide^[17].

L'incision cutanée s'étend en ligne brisée^[3] du centre de la pulpe à la face palmaire de la deuxième phalange (fig 1).

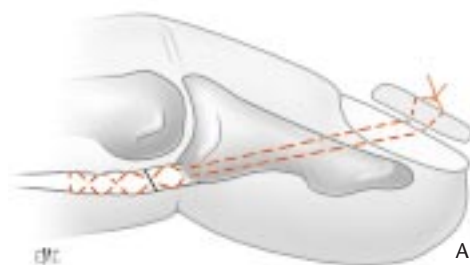


1 Voies d'abord. L'abord de l'appareil fléchisseur par voie palmaire en ligne brisée de Bruner est la plus rationnelle. Elle doit épargner la face radiale de la phalange distale de l'index et du médium et les faces ulnaires de la phalange distale du pouce, de l'annulaire et de l'auriculaire. La voie médio-latérale peut être utilisée pour certains gestes limités (arthrolyse interphalangienne proximale, ténarthrolyse totale antérieure).

Remarque : les cicatrices sur l'hémipulpe radiale de l'index et du médium et l'hémipulpe ulnaire du pouce et des deux doigts internes doivent être évitées.

Le tissu cicatriciel de l'extrémité du canal digital est excisé. Une fois repéré, le bout proximal du tendon est chargé sur un fil et ramené au contact de la troisième phalange. Le tendon est bloqué avec une aiguille passée à travers la poulie A4. L'extrémité proximale et, s'il s'agit d'une section, le moignon distal du tendon sont avivés.

Dominique Della Santa : Docteur, département de chirurgie, unité de chirurgie de la main, hôpital Cantonal, 24, rue Michel-du-Crest, CH-1211 Genève 11, Suisse.



2 Réinsertion distale.

A. En présence d'un moignon tendineux distal, la réinsertion du tendon fléchisseur profond peut se faire sous forme d'une suture par traction externe paraosseuse appuyée sur l'ongle.

B. En cas d'avulsion du tendon fléchisseur profond à son insertion osseuse, on fore un tunnel intraosseux permettant de réinsérer l'extrémité du tendon également maintenue par traction externe (Bunnell).

Au moyen d'un fil non résorbable de 3.0 à double aiguille droite, on pratique un laçage de l'extrémité proximale du tendon ^[4]. On passe ensuite chaque aiguille à travers le moignon distal, puis le long de chacune des faces latérales de la troisième phalange. Les aiguilles sont dirigées au centre de la tablette unguéale, puis extraites à sa surface.

Après avoir retiré l'aiguille de blocage, la traction sur les fils de suture amène le tendon proximal au contact de son moignon distal. Les fils sont alors noués sous tension sur un bouton à la surface de l'ongle. L'amarrage est renforcé par un surjet péri-tendineux antérieur de 5.0 (fig 2A).

En cas d'avulsion, le moignon distal est absent. Un canal osseux antéropostérieur est alors foré à travers la troisième phalange. Après laçage du tendon, les fils sont passés en transosseux, puis extraits à la surface de l'ongle. Enfin, l'extrémité du tendon est attirée dans le tunnel osseux où elle est fixée (fig 2B).

Le doigt retrouve alors sa position spontanée de semi-enroulement, en cascade avec ses voisins. L'opérateur étend passivement le doigt afin de s'assurer du libre coulisement du tendon dans le canal digital.

La peau est refermée au fil de 4.0 sur un drain. La main est immobilisée sur une attelle de flexion (poignet 30°, métacarpophalangiennes 60°).

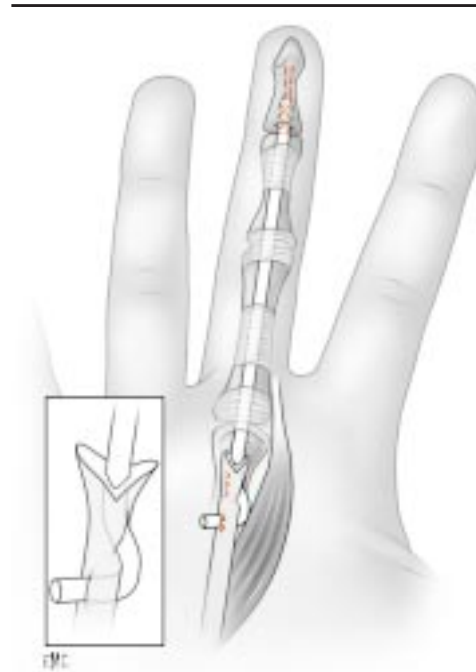
Si l'on est confronté à une contre-indication à une réparation tendineuse secondaire en zone 1 (dystrophie cutanée, raideur articulaire) ou générale (patient non collaborant, artisan souhaitant un traitement simple et définitif), on peut avoir recours à un geste palliatif tel que la ténodèse ou l'arthrodèse. L'amputation doit être réservée aux doigts exclus en raison d'une dystrophie majeure.

SUTURE SECONDAIRE

En zone 2, une suture secondaire, techniquement identique à la suture primaire, est encore réalisable quelques semaines après la section d'un commun non réparée. Il doit toutefois s'agir d'une plaie franche, le tendon étant présent dans le canal digital (vinculum long intact) et la mobilité articulaire conservée.

L'incision est palmaire, en ligne brisée, s'étendant du tiers moyen de la troisième phalange au pli de flexion digitopalmaire. On met en évidence les pédicules vasculonerveux, qui sont protégés. La gaine tendineuse est incisée en créneau et le tissu cicatriciel du canal digital réséqué en préservant les poulies A2 et A4. Le moignon proximal est repéré en aval de la poulie A2. Le bout distal est récupéré en amont de la poulie A4, le plus souvent après flexion de l'interphalangienne distale. Chacune des deux extrémités tendineuses sont affrontées, puis bloquées par une aiguille passée dans leur poulie respective. Après avivement à minima de ses extrémités, le tendon est suturé par un point en cadre ^[9] de monofil de 4.0 complété d'un surjet de 6.0. Si elle est présente, la gaine est refermée et la peau suturée sur un drain.

La main est immobilisée sur une attelle dorsale de flexion (poignet à 30°, métacarpophalangiennes à 60°). Enfin, un programme de rééducation précoce est mis en route.



3 Greffe du tendon fléchisseur profond. Dans les cas favorables, la greffe est réalisée en un temps. Après incision cutanée et préparation de la greffe, celle-ci est passée dans le canal digital. Son bout distal est fixé à la troisième phalange par traction externe. Son extrémité proximale est ensuite entrelacée puis fixée au tendon moteur après ajustement de sa longueur.

GREFFE EN UN TEMPS

La greffe en un temps (fig 3) est indiquée dans les cas de lésions anciennes dans lesquelles le ou les tendons fléchisseurs ont dégénéré, mais où les doigts ont conservé leur trophicité avec une sensibilité pulpaire utile et récupéré une mobilité articulaire complète ^[1, 13, 18, 26].

À l'exploration, la gaine doit être perméable et les poulies principales A2 et A4 préservées.

L'incision distale palmaire est en ligne brisée sur les deux dernières phalanges et prolongée en proximal à la demande. Les pédicules vasculonerveux sont repérés et réclinés latéralement. Après incision de la gaine, le tissu cicatriciel est excisé. L'extrémité distale du tendon fléchisseur profond est repérée et recoupée à environ 1 cm de son point d'insertion.

L'absence de lésion cicatricielle à la paume permet d'effectuer une greffe courte. Après une contre-incision à ce niveau, les éléments vasculonerveux sont repérés et protégés, le tendon fléchisseur superficiel est préservé s'il est intact, ou réséqué s'il est lésé. Le tendon fléchisseur profond est préparé à son tour. Si celui-ci n'a pas été avulsé à la paume (vinculum long intact), il doit être recherché dans le canal digital. On prolonge alors l'incision digitale jusqu'à la paume, ce qui donne un accès aux poulies proximales. Une fois le tendon fléchisseur profond libéré, il est extrait à la paume et recoupé à l'extrémité distalement à l'insertion de son muscle lombrial.

Avant sa mise en place, l'implant doit être débarrassé de ses enveloppes synoviales. Cette préparation doit toutefois être minutieuse et éviter les entailles de l'épithénon qui sont autant de points d'adhérence potentiels.

Le passage du greffon dans le canal digital est effectué grâce à un passe-tendon ou à une tige de silicone qui est introduite de manière rétrograde dans le canal digital.

Après laçage de l'extrémité du greffon au moyen d'un monofil de 3.0, celui-ci est chargé sur le passe-tendon ou amarré à la tige de Silastic®, puis tracté dans le canal digital jusqu'au contact de la troisième phalange.

Selon les écoles, la greffe peut être fixée initialement, soit en proximal, soit en distal. Il nous paraît cependant plus physiologique et techniquement plus aisé de procéder à un amarrage initial à l'extrémité du doigt et de réaliser le réglage de la tension et l'amarrage proximal à la paume.

L'insertion distale de la greffe doit être solide. La technique transosseuse, appuyée par un amarrage unguéal, décrite pour la réinsertion en zone 1 répond le mieux à ce critère.

Lorsque le réglage de la tension du greffon est pratiqué à son niveau distal (greffe pédiculée, transfert), celui-ci est passé en paraosseux, en avant de la troisième phalange. La greffe est alors extraite par une petite incision horizontale au sommet de la pulpe, puis amarrée à la tension voulue à l'extrémité de la tablette unguéale^[28]. Cette méthode a toutefois pour inconvénients d'exposer le greffon et de créer une cicatrice pulpaire potentiellement gênante.

Concernant le choix du muscle moteur, pour autant qu'il soit fonctionnel et qu'après libération de ses adhérences sa course soit d'au moins 50 % (3 cm) de celle de sa course initiale, on choisit le muscle fléchisseur profond du doigt concerné. Le second choix est le tendon fléchisseur superficiel du même doigt ou celui d'un doigt voisin. Sa course légèrement moindre est compensée par son indépendance par rapport aux autres doigts.

Le réglage de la tension doit être aussi précis que possible. C'est la raison pour laquelle il faut suturer préalablement la peau du doigt. Le poignet stabilisé en rectitude, on procède à la fixation proximale du greffon à la paume. On réalise deux à trois entrelacs tendineux entre l'extrémité proximale du greffon et le tendon moteur^[22]. Une pince fine est placée sur chaque extrémité tendineuse, puis celles-ci sont tractées en sens opposé jusqu'à ce que le doigt greffé soit légèrement plus fléchi que ses voisins (10 à 15°). L'entrelacs est alors bloqué par quelques points en « U » de monofil non résorbable de 3 ou 4.0. L'excès de greffon est recoupé à l'extrémité proximale de l'entrelacs et son moignon enfoui dans une fente du tendon moteur. De même, à l'extrémité distale de l'entrelacs, le bout du tendon moteur est enfoui au sein du greffon.

Les plaies restantes sont refermées sur un drain et la main immobilisée dans une attelle dorsale de flexion. Sauf contre-indication, un programme de rééducation est instauré dès le lendemain de l'intervention.

GREFFE EN DEUX TEMPS

Lorsque le canal digital est collabé en raison d'une ancienne avulsion tendineuse à la paume, ou qu'il a été détruit à la suite d'une lacération ou d'un phlegmon des gaines, celui-ci doit être reconstitué avant la mise en place de la greffe proprement dite. L'insertion préalable d'une tige de silicone^[8] au sein du canal digital a pour but de permettre la formation d'une néogaine destinée à faciliter le coulissement du futur greffon.

Dans le cas où la paume est préservée, on choisit une greffe courte. Si elle est cicatricielle, on opte pour une greffe longue.

Le premier temps de la greffe consiste en une préparation du canal digital telle qu'elle est décrite pour la greffe en un temps.

Si l'on prévoit une greffe longue, une contre-incision à la paume permet d'exciser le muscle lombrical et le tissu cicatriciel environnant. On pratique ensuite une deuxième contre-incision axiale au poignet. Le tendon fléchisseur concerné y est repéré, extrait, puis recoupé à sa jonction musculotendineuse.

Le choix du diamètre de la tige de silicone (3-6 mm) dépend de la largeur du canal, et en particulier de celle des poulies restantes. L'implant choisi doit coulisser librement dans le canal.

La tige de silicone est introduite dans le canal digital et amenée au contact de la troisième phalange. Elle est amarrée par quelques points de monofil non résorbable de 3.0 au moignon distal du tendon fléchisseur profond ou, à défaut, par un point transosseux.

Si l'on prévoit une greffe courte, la tige est recoupée en biseau à la paume. S'il s'agit d'une greffe longue, elle est recoupée au poignet après son passage dans le tunnel carpien. Celle-ci doit à la fois occuper toute la longueur de la future gaine lorsque le doigt est en extension et pouvoir coulisser librement en proximal quand le doigt est fléchi.

Remarque : c'est à l'occasion de ce premier temps opératoire que l'on pratique, à la demande, une réparation des lésions associées éventuelles telle que reconstruction de poulie, greffe nerveuse ou lambeau de couverture.

Le deuxième temps de la greffe peut être envisagé dès cicatrisation de la plaie et récupération de la mobilité passive du doigt. Dans la pratique, celle-ci est habituellement réalisée aux alentours de la huitième semaine postopératoire, date d'achèvement de la formation de la néogaine.

Après prélèvement du greffon tendineux selon la technique décrite plus loin, on reprend l'incision proximale à la paume ou au poignet. La queue de la tige de silicone est repérée et extraite à la peau. Une éventuelle synovite localisée est excisée. L'extrémité du greffon est amarrée à la tige de Silastic® par laçage avec un monofil de 3.0. On reprend ensuite l'incision à l'extrémité distale du doigt. Les pédicules vasculonerveux sont à nouveau repérés et protégés, puis on détache la tige de silicone amarrée sur la base de la troisième phalange. La greffe est ensuite tractée à travers la néogaine. Après libération du bout proximal de la tige de silicone, on procède à la fixation distale transosseuse selon la technique décrite pour la greffe en un temps. L'extrémité proximale du greffon est ensuite entrelacée au tendon moteur choisi, la tension réglée et la fixation assurée selon la technique décrite plus haut.

Les soins postopératoires et la rééducation sont les mêmes que pour la greffe en un temps.

CHOIX DE L'IMPLANT

Concernant le choix du tendon donneur, il s'agit de prélever un greffon adapté au site receveur, à la fois solide et suffisamment long pour autoriser un amarrage adéquat. Celui-ci ne doit cependant pas être trop gros, afin de faciliter son coulissement, en particulier lorsque le tendon fléchisseur superficiel est conservé. Dans un tel cas, la greffe du tendon fléchisseur profond peut être justifiée si le patient souhaite retrouver une pince pouce-index de précision ou un verrouillage efficace des doigts ulnaires.

Si le tendon fléchisseur superficiel est lésé distalement, celui-ci peut en principe être utilisé pour une greffe courte.

Le tendon palmaire long (absent chez 15 % des sujets) est le greffon de choix. Situé dans le champ opératoire, mesurant 12 à 13 cm chez l'adulte, il permet une greffe courte d'un doigt ou une greffe du tendon long fléchisseur du pouce.

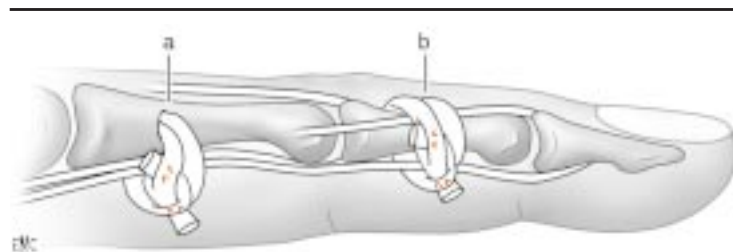
Le plantaire grêle (absent dans 20 % des cas), dont l'avantage essentiel est sa longueur, permet précisément de réaliser une greffe longue ou éventuellement deux greffes courtes.

Le prélèvement des extenseurs des orteils, dont la fonction est compensée par le muscle pédieux, peut être réalisé en série en cas de greffes multiples. Le long extenseur du gros orteil peut également être utilisé en vue d'une greffe longue.

Il existe encore la possibilité de prélever les tendons fléchisseurs superficiels des doigts sains adjacents, ainsi que les tendons extenseurs propres de l'index ou de l'auriculaire.

Quel que soit le site donneur, les greffes tendineuses peuvent être prélevées, soit par incisions étagées, soit au moyen du dissecteur à tendon ou *stripper*^[2]. La technique ne variant que peu d'un site de prélèvement à l'autre, nous prenons comme exemple, le plus fréquent, celui du palmaire long.

Après repérage du tendon au pli de flexion du poignet, on pratique une incision cutanée transversale à l'aplomb de la structure



4 Reconstruction de poulies.

a. Reconstruction de la poulie A2 : elle est réalisée par le passage transosseux à travers la première phalange d'une double boucle tendineuse ; b. reconstruction de la poulie A4 : elle est effectuée au moyen d'une double boucle tendineuse passée autour de l'appareil extenseur au niveau de la deuxième phalange.

tendineuse. Le tendon est alors chargé sur une pince et sectionné distalement. Après avoir repéré par palpation le tendon maintenu sous tension, une contre-incision transversale est réalisée quelques centimètres en amont de la première. Libéré en sous-cutané à la demande, le tendon est alors extrait à la peau. La séquence est répétée jusqu'à sa jonction musculotendineuse, où le tendon est sectionné.

RECONSTRUCTION DES POULIES

Afin que le tendon fléchisseur puisse fonctionner correctement, le canal digital doit posséder au moins ses deux éléments rétentifs essentiels, les poulies A2 et A4. Habituellement, celles-ci sont reconstruites à l'occasion d'un premier temps de greffe ou lors d'une ténolyse. Cette réparation peut également être nécessaire en cas de ruptures isolées de poulies telles qu'on les rencontre chez les grimpeurs [6, 17, 28].

La structure destinée à la reconstruction de la poulie doit être à la fois solide et posséder une bonne surface de glissement. Le choix se porte entre un tendon ou une bandelette du ligament annulaire dorsal du carpe.

Concernant la poulie A2, il est souhaitable qu'elle offre une surface suffisante afin d'optimiser son efficacité. Lorsque les bords de la poulie A2 subsistent, ceux-ci servent de point d'amarrage pour y entrelacer un greffon tendineux [10].

En leur absence, on utilise une technique transosseuse à la fois simple et efficace [20] (fig 4 [a]).

Après préparation du canal digital, les faces latérales de la première phalange sont dégagées, puis un tunnel transversal est foré au tiers proximal de la diaphyse. Le greffon est introduit dans le canal osseux au moyen d'un passe-fil, puis enroulé en avant du tendon ou de la tige de silicone. Celui-ci est ensuite à nouveau passé à travers la phalange, puis en avant du tendon ou de l'implant. Enfin, les deux extrémités du greffon sont solidarifiées par un entrelacs assuré par quelques points en « U » de fil de 4.0.

Si la poulie A4 doit être reconstruite, celle-ci étant plus étroite, sa confection est réalisée par technique paraosseuse (fig 4 [b]).

Une double boucle de tendon ou de ligament annulaire est passée successivement à la surface de l'appareil extenseur, puis en avant de l'appareil fléchisseur [12].

Lorsque les bandelettes d'insertion du tendon fléchisseur superficiel persistent sur une certaine distance, elles peuvent être utilisées pour reconstruire une poulie A3 ou A4 [28]. Dans ce cas, la languette restée amarrée sur la deuxième phalange est croisée en avant du tendon fléchisseur, puis fixée au reste de la poulie A2 ou au col de la première phalange.

Quelle que soit la technique utilisée, la mobilisation immédiate du doigt est rendue possible par le port permanent d'une bague sur la ou les phalanges concernées durant 6 à 8 semaines à la suite de l'intervention.

Dans les zones 3-4 et 5, la facilité d'accès aux structures tendineuses, leur bonne vascularisation et l'atmosphère cellulograissee qui les entoure réunissent les conditions favorables à la fois à leur

réparation primitive, à leur guérison per primam, ainsi qu'à une excellente récupération fonctionnelle. Ce n'est que dans des circonstances particulières telles que délabrement majeur ou suppuration chronique de la plaie, que l'on a recours à une chirurgie secondaire. Il s'agit le plus souvent d'une perte de substance liée à la dégénérescence des extrémités tendineuses et à une rétraction du corps musculaire. Deux techniques peuvent alors être envisagées : la greffe en pont et la suture terminolatérale.

GREFFE EN PONT

Bien qu'utilisable pour la réparation d'un nombre limité de tendons, la greffe en pont est particulièrement indiquée dans les lésions tendineuses multiples. Dans un tel cas, on est le plus souvent amené à réparer les tendons fléchisseurs profonds des doigts, ainsi que le long fléchisseur du pouce, aux dépens des tendons fléchisseurs superficiels qui sont utilisés comme greffons.

Nous prenons l'exemple d'une lésion négligée des tendons fléchisseurs en zone 5.

L'incision cutanée reprend les cicatrices initiales, généralement transversales, du poignet, qui sont prolongées axialement à la demande, donnant ainsi un jour satisfaisant sur les structures intéressées. On met en évidence le nerf médian qui est récliné s'il est intact. S'il est lésé, celui-ci est réparé à la suite des tendons fléchisseurs. Les extrémités tendineuses endommagées sont repérées et chargées sur des pinces fines. Celles-ci sont ensuite libérées de leurs adhérences jusqu'à obtention, en aval, d'un enroulement digital complet, et en amont, de la récupération d'une course tendineuse suffisante.

En cas de lésion d'un nombre limité de tendons, le prélèvement du ou des greffons tendineux est réalisé aux dépens du tendon palmaire long, d'une languette du tendon fléchisseur radial ou du fléchisseur ulnaire du carpe (50 % du diamètre du tendon donneur). En cas de sections multiples, on prélève la partie distale des tendons fléchisseurs superficiels lésés.

Afin de permettre un amarrage efficace, la longueur des greffons doit excéder de 4 à 6 cm la perte de substance après recoupe du tendon receveur en zone saine. La suture de la greffe en pont est réalisée à chacune de ses extrémités par entrelacs. Une fois la suture distale terminée, on procède à la fixation proximale. Les extrémités entrelacées sont distractées jusqu'à obtention de la position d'enroulement voulue du ou des doigts concernés. Le laçage est alors assuré par quelques points en « U » de monofil de 3.0.

SUTURE TERMINOLATÉRALE

Lorsque la lésion est unique ou qu'elle ne concerne qu'un nombre limité de tendons, ou encore s'il s'agit d'un patient débilité ou n'ayant que peu d'exigences manuelles (polyarthrite rhumatoïde), les tendons sectionnés peuvent être réanimés par branchement terminolatéral sur un tendon voisin intact.

Nous avons choisi l'exemple d'une rupture des deux tendons fléchisseurs de l'auriculaire, lésion fréquemment rencontrée après une pseudarthrose de l'apophyse de l'os crochu. Dans ce cas, la lésion se situe en zone 4 et nécessite l'ouverture du canal carpien. L'incision antébrachiale à l'aplomb du palmaire long est brisée au pli de flexion du poignet et prolongée au tiers proximal de la paume dans le pli d'opposition du pouce. Le ligament annulaire palmaire du carpe, une fois repéré, est sectionné sur son versant ulnaire. Le nerf médian est récliné du côté radial. On repère l'extrémité distale du tendon fléchisseur profond de l'auriculaire, puis le corps du tendon fléchisseur profond de l'annulaire. On procède ensuite à l'entrelacement du bout distal du tendon fléchisseur profond de l'auriculaire sur le fléchisseur profond de l'annulaire. Après réglage de la tension, le laçage est assuré par quelques points en « U » de monofil de 4.0. On effectue une reconstruction du ligament annulaire. La peau est ensuite refermée sur un drain.

La main est stabilisée sur une attelle dorsale de flexion immobilisant le poignet et les métacarpophalangiennes pour 4 semaines.

La mobilisation active immédiate des interphalangiennes est en revanche encouragée.

Techniques particulières

GREFFE PÉDICULÉE

Afin de faciliter la mobilisation de l'implant après une greffe en deux temps, on peut avoir recours à une astuce technique consistant en une suture bout à bout de l'extrémité du tendon moteur choisi au futur greffon, palmaire long ou fléchisseur superficiel, durant le premier temps opératoire [21]. Cette technique rend obligatoire le réglage de la tension et la fixation de l'extrémité du greffon par la technique transpulpaire.

GREFFE DU TENDON FLÉCHISSEUR SUPERFICIEL

Le principe de la greffe de tendon s'applique en principe au tendon fléchisseur profond. Toutefois, lorsque la situation ne se prête pas à une telle reconstruction (raideur de l'interphalangienne distale, amputation de la troisième phalange), on peut être amené à réanimer le tendon fléchisseur superficiel. Les principes techniques d'amarrage du greffon restent les mêmes que pour les reconstructions du tendon fléchisseur profond. La seule modification concerne le point de fixation distal, qui est réalisé en transosseux de la deuxième phalange.

TRANSFERT DU TENDON FLÉCHISSEUR SUPERFICIEL

Le principe de transfert est couramment utilisé pour la réanimation de la flexion du pouce lorsque son tendon long fléchisseur est détruit. Compte tenu des excellents résultats obtenus par cette technique, nous avons proposé récemment le transfert des tendons fléchisseurs superficiels pour les lésions tardives des tendons fléchisseurs profonds des doigts longs en zone 2 [31]. En dehors de l'auriculaire dont le tendon fléchisseur superficiel est à la fois trop court et trop grêle, le tendon fléchisseur superficiel de chacun des trois rayons médians peut potentiellement remplacer un tendon fléchisseur profond détruit, le plus souvent au prix d'un allongement à sa jonction musculotendineuse [14, 25, 30].

GREFFE LIBRE VASCULARISÉE

L'autogreffe vascularisée d'un tendon avec un transfert du tendon fléchisseur superficiel de l'annulaire avec sa vascularisation en place d'un tendon fléchisseur profond a été proposée [7]. Le même auteur a réalisé le transfert libre vascularisé de l'appareil fléchisseur dans sa totalité sous forme d'homogreffe vascularisée. L'avantage théorique du transfert de l'intégrité de l'appareil fléchisseur avec sa vascularisation devrait permettre au doigt receveur une récupération optimale de sa fonction. L'homogreffe nécessite le sacrifice de l'artère ulnaire et inflige au patient un traitement immunosuppresseur, ce qui rend son indication discutable.

GREFFE LIBRE D'UNITÉS MUSCULAIRES

Certains auteurs [15] effectuent des transferts d'unités musculaires libres (gracilis, grand dorsal) visant à réanimer une flexion globale des tendons fléchisseurs profonds des doigts et du tendon long fléchisseur du pouce. Ces techniques sont indiquées dans les cas de délabrement musculaire majeur de l'avant-bras ou dans les séquelles du syndrome de Volkmann. Elles nécessitent par ailleurs, comme pour les reconstructions tendineuses classiques, une bonne sensibilité pulpaire, une mobilité digitale suffisante, ainsi que la présence d'extenseurs antagonistes fonctionnels du poignet et des doigts.

Réparations spécifiques du pouce

Le fait que le pouce ne possède que deux phalanges et un seul tendon fléchisseur simplifie en principe la réparation de cette structure. Comme pour les doigts, nous passons en revue les traitements spécifiques du premier rayon en fonction des différentes zones topographiques.



5 Allongement du fléchisseur long du pouce. Après préparation de la zone d'insertion du fléchisseur, l'extrémité du tendon est lacée puis réinsérée par traction externe. Par une contre-incision au poignet, le tendon du long fléchisseur est sectionné en « baïonnette » à sa jonction musculotendineuse. Le réglage de la longueur est effectué par une extension passive du pouce jusqu'à obtention d'un contact pulpopulpaire pouce-index en rectitude du poignet. La fixation intertendineuse proximale en latérolatéral est assurée par plusieurs points en « U » multiples.

RÉINSERTION

Concernant la zone T1, les principes de réparation restent les mêmes que pour le tendon fléchisseur profond d'un doigt. L'intérêt est qu'une section, même relativement proximale, peut être réparée par simple réinsertion du moignon proximal. En effet, le fléchisseur long du pouce tolère un avancement légèrement plus important (1,5 cm) que les doigts. Par ailleurs, si cela s'avère nécessaire, on peut procéder à un allongement à sa jonction musculotendineuse [23].

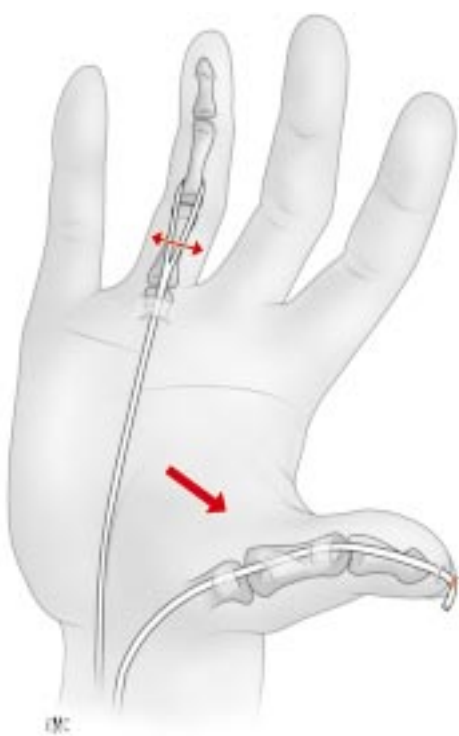
ALLONGEMENT

Après la réinsertion distale du tendon en vue de l'allongement (fig 5), on pratique une contre-incision cutanée axiale à l'aplomb du fléchisseur radial du carpe. Ce tendon est récliné du côté ulnaire, ce qui donne accès au long fléchisseur du pouce qui est préparé. Celui-ci est alors discisé axialement en regard de sa jonction musculotendineuse, sur 5 à 6 cm, puis est sectionné en baïonnette. Le pouce est ensuite étendu passivement, ce qui entraîne la séparation des deux segments tendineux. Le réglage correct du tendon doit permettre un contact pulpopulpaire du pouce et de l'index lorsque le poignet est stabilisé en rectitude. Les deux languettes de tendon sont alors solidarisées en latérolatéral par des points en « U » de monofil de 3.0.

La zone T2 est le lieu de section le plus fréquent. Si la plaie est franche et que le canal digital est resté perméable, on peut, ici également, procéder à une réinsertion associée à un allongement, l'alternative étant une greffe ou un transfert en un temps. Si le canal digital est au contraire cicatriciel, on opte pour l'une de ces techniques mais en deux temps.

GREFFE

Les greffes courtes ou en pont n'étant pas sans inconvénients, nous préconisons plutôt la greffe longue s'étendant de la base de la deuxième phalange à la jonction musculotendineuse du long



6 Transfert du tendon fléchisseur superficiel. La zone d'insertion du fléchisseur long du pouce est préparée. Le tendon fléchisseur superficiel de l'annulaire est sectionné au tiers moyen de la première phalange. Après contre-incision au poignet, le moignon proximal du fléchisseur long, puis le fléchisseur superficiel de l'annulaire sont extraits à la peau. Après résection du fléchisseur long, le fléchisseur superficiel est passé dans le canal digital, puis extériorisé à l'extrémité du pouce en transpulpaire. La longueur est réglée par l'obtention d'un contact pulpopulpaire pouce-index en rectitude du poignet. L'amarrage de la greffe sur l'ongle est assuré par quelques points en « U ».

fléchisseur à l'avant-bras. La voie d'abord, le prélèvement du greffon, ainsi que sa mise en place sont réalisés selon la même technique que celle décrite pour les tendons fléchisseurs des doigts. Le réglage de la tension effectué en rectitude du poignet doit permettre un contact de la pulpe du pouce avec celle de l'index.

TRANSFERT

Le pouce étant à la fois plus proximal et plus court que les doigts, celui-ci se prête particulièrement au transfert du tendon fléchisseur superficiel. L'avantage de cette technique sur la greffe est la présence d'une seule suture distale, solide, autorisant une mobilisation active précoce avec un minimum de risque de formation d'adhérences ou de rupture. On utilise habituellement le tendon fléchisseur superficiel de l'annulaire comme donneur (fig 6).

L'abord et la préparation du site d'insertion en zone T1 se font selon la technique décrite pour les doigts. Le fléchisseur superficiel est abordé en regard de la première phalange de l'annulaire par une incision oblique. La gaine est ouverte en aval de la poulie A2. Le tendon fléchisseur profond est récliné et les bandelettes du fléchisseur superficiel sectionnées.

Une troisième incision axiale est réalisée à l'aplomb du tendon palmaire long, à l'extrémité de l'avant-bras. On y repère le nerf médian qui est récliné du côté radial. Le tendon fléchisseur superficiel de l'annulaire est repéré à son tour et extrait à la peau. On met ensuite en évidence le chef proximal du tendon long fléchisseur du pouce qui est à son tour extériorisé. Au cas où des synéchies bloquent son moignon proximal dans le canal digital, l'abord distal est prolongé à la demande en ligne brisée en direction de la paume. Les pédicules collatéraux du pouce étant protégés, le tendon est alors libéré puis réséqué au poignet.

Si le canal digital est détruit, le transfert se pratique en deux temps, selon la technique décrite pour la greffe.

Concernant le transfert proprement dit, un passe-tendon ou une tige de silicone est introduite de manière rétrograde dans le canal digital.

Passé en arrière du nerf médian, le fléchisseur superficiel est amarré au passe-tendon ou à la tige de silicone, puis attiré à l'extrémité distale du canal. Une petite incision horizontale, pratiquée au sommet de la pulpe, permet le passage d'une pince fine en avant de la phalange distale. L'extrémité du transfert est chargée sur la pince puis tractée distalement jusqu'à obtention d'un contact pulpopulpaire pouce-index, le poignet étant stabilisé en rectitude. La portion tendineuse située à l'extrémité pulpaire est alors solidarisée au bord libre de l'ongle par quelques points en « U » de fil 3.0. Enfin, l'excès de tendon est recoupé à distance du point d'ancrage. Cette technique a pour inconvénients une perte d'indépendance de la flexion du quatrième doigt et une diminution relative de la force de serrage.

RECONSTRUCTION DE POULIE

Pour fonctionner efficacement, le fléchisseur long du pouce doit posséder au moins une des deux poulies transversales ou sa poulie oblique. Si celles-ci n'existent plus, la poulie A1 doit être reconstruite. Une plastie réalisée au moyen d'une languette du tendon de l'adducteur est proposée [11].

La bandelette, prélevée aux dépens de la moitié latérale du tendon, est sectionnée près de son point d'insertion sur le sésamoïde interne, discisée dans le plan horizontal et réclinée jusqu'à sa jonction musculotendineuse. Elle est ensuite passée sous une bride confectionnée aux dépens du versant ulnaire de la plaque palmaire de la métacarpophalangienne, enroulée sur le tendon, puis amarrée sur le versant radial de l'articulation.

Comme pour la reconstruction des poulies digitales, la mobilisation du pouce est autorisée immédiatement, sous protection d'une bague placée sur la première phalange, à porter 6 semaines au moins.

Les techniques de reconstruction préconisées pour les lésions tardives des zones 3-4 et 5 du tendon long fléchisseur du pouce sont les mêmes que celles de la zone 2. On a donc recours à une greffe longue ou à un transfert en un ou deux temps.

Quelle que soit la technique utilisée, à l'issue de l'intervention, le premier rayon est immobilisé dans une attelle dorsale, en légère flexion du poignet, associant une antépulsion et une semi-flexion du premier rayon. Un programme de rééducation précoce est en principe appliqué dès les premiers jours postopératoires.

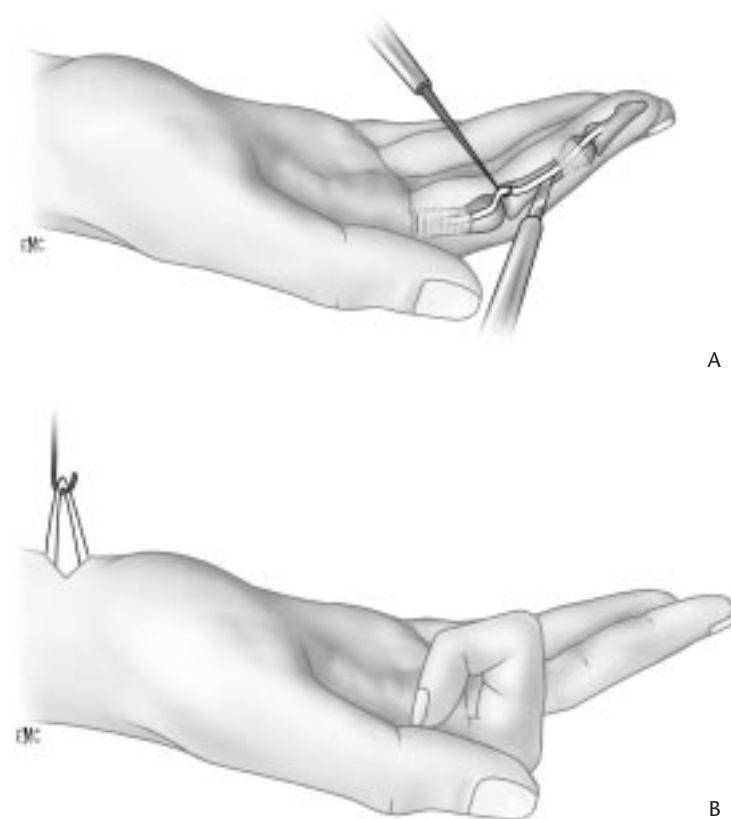
Complications et traitement

Les complications consécutives à une reconstruction secondaire de l'appareil fléchisseur sont pratiquement identiques à celles observées après une réparation primaire. En dehors de l'infection ou de l'algoneurodystrophie inhérentes à toute intervention sur la main, elles sont essentiellement d'ordre mécanique : le défaut de longueur, la rupture et le blocage du tendon.

Une *insuffisance* ou un *excès de longueur* est la conséquence d'une erreur de réglage au moment de la mise en place de la greffe ou de la réinsertion du tendon. L'insuffisance de longueur occasionne une attitude du doigt en crochet, initialement réductible. Cet excès de tension est corrigé par un allongement du tendon à sa jonction musculotendineuse. L'excès de longueur d'une greffe courte favorise une rétraction du muscle lombrical correspondant (syndrome lombrical plus). L'ajustement de la longueur du greffon est réalisé par son raccourcissement au niveau de son insertion distale.

La *rupture tendineuse* est la conséquence d'une technique inappropriée ou, le plus souvent, d'une mobilisation intempestive du doigt réparé. En fonction du contexte, le traitement consiste en une reprise chirurgicale de la réparation initiale ou en un traitement palliatif (ténodèse, arthrodèse).

Le *blocage tendineux* peut être lié à un environnement péri-tendineux défavorable ou à un traitement physique inefficace ou absent. Son traitement comprend une rééducation visant essentiellement à maintenir une mobilité articulaire. À 6 mois de la première intervention, on peut envisager une ténolyse. Un blocage tendineux



7 Ténolyse.

A. Après incision en ligne brisée en regard du canal digital et protection des pédicules vasculonerveux, on résèque le tissu cicatriciel du canal digital tout en ménageant les poulies A2 et A4.

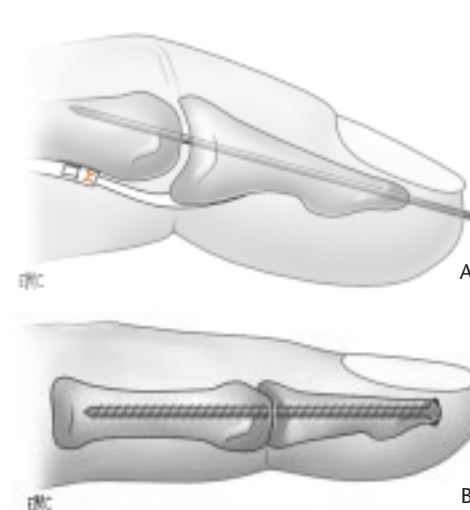
B. Une contre-incision au poignet permet une traction des fléchisseurs libérés pour vérifier leur coulissement. La traction du fléchisseur superficiel doit produire une flexion complète de l'interphalangienne proximale et de la métacarpophalangienne. La traction du fléchisseur profond doit conduire à une flexion complète de la troisième phalange sur la deuxième et un enroulement complet du doigt.

persistant peut se solder par une raideur articulaire secondaire, en particulier de l'interphalangienne proximale [19].

TÉNOLYSE SIMPLE

Dans la majorité des cas, la ténolyse est indiquée en raison d'un blocage en zone 2 (fig 7). Concernant les doigts, certains auteurs préconisent la voie médiolatérale afin de limiter les problèmes inhérents à la cicatrization palmaire rencontrés lors de la mobilisation postopératoire. Nous préférons toutefois la voie antérieure, qui permet à la fois une visualisation globale de l'appareil fléchisseur, un contrôle des pédicules vasculonerveux et un éventuel accès articulaire.

Après incision à la paume (greffe courte) ou au poignet (greffe longue), on repère le ou les tendons fléchisseurs concernés. Ceux-ci sont successivement chargés sur un crochet mousse, puis tractés. En présence de synéchies, la flexion du doigt est limitée à la flexion de la métacarpophalangienne. Après contre-incision et excision du tissu cicatriciel du doigt, on pratique un décollement systématique du ou des tendons, en alternant section des synéchies au ténolyseur et traction des tendons au crochet. La ténolyse ne peut être considérée comme complète qu'au moment où la traction du tendon fléchisseur superficiel entraîne une flexion complète de la deuxième phalange sur la première, accompagnée d'une flexion de la métacarpophalangienne, ou si la traction proximale du tendon fléchisseur profond permet une flexion de la troisième phalange sur la deuxième suivie d'un enroulement complet du doigt. Pour le pouce, la traction sur le long fléchisseur doit provoquer une flexion de la deuxième phalange sur la première et celle de la première phalange sur le métacarpien.



8 Ténodèse et arthrodèse.

A. Ténodèse. Elle est réalisée au moyen du bout distal du tendon fléchisseur profond. Après brochage axial de l'interphalangienne distale à la position souhaitée, le tendon est amarré à la poulie A4 ou fixé en transosseux à la deuxième phalange.

B. Arthrodèse. Elle consiste en un avivement des surfaces articulaires de l'interphalangienne distale, suivi de sa fixation par une vis ou un haubanage à l'angle désiré. Ici, vissage à compression rétrograde.

Il peut arriver qu'en raison de l'importance des adhérences, on soit amené à réséquer partiellement, voire complètement le tendon fléchisseur superficiel. Il en va de même de certaines poulies. Le cas échéant, les poulies A2 et A4 sont reconstruites aux doigts et la poulie A1 sur le pouce, selon les techniques décrites plus haut.

La ténolyse est suivie, dès le lendemain de l'intervention, d'une rééducation intensive d'une durée de 6 semaines au moins.

TÉNOARTHROLYSE TOTALE ANTÉRIEURE

Dans les cas de crochet invétéré gênant, on peut tenter une ténoarthrolyse totale antérieure [24]. Il s'agit de la libération de l'ensemble de l'appareil fléchisseur que l'on sépare du squelette sous-jacent. Le doigt peut alors être étendu passivement. Sous appareillage dynamique d'extension et rééducation quotidienne, en 3 à 4 semaines l'appareil fléchisseur adhère à nouveau au squelette en position plus proximale. Le doigt retrouve alors progressivement une flexion active d'une amplitude semblable à l'amplitude préopératoire, mais dans un secteur de mobilité plus fonctionnel.

Opérations palliatives

Nous l'avons vu, le succès de la reconstruction d'un tendon dépend d'une trophicité, d'une mobilité optimale, d'une rééducation parfaitement adaptée, ainsi que de la motivation manifeste du patient. Lorsque ces conditions ne sont pas réunies, on peut avoir recours à des opérations de sauvetage dont le but est de préserver une certaine fonction du rayon concerné. Il s'agit de la ténodèse et de l'arthrodèse. L'une et l'autre ont pour but de bloquer l'articulation distale du doigt dans une position favorable à la prise. Relevons que chacune de ces techniques peut être utilisée lors d'une ténolyse ou à l'occasion d'une reconstruction du tendon fléchisseur superficiel. Enfin, en cas de raideur invétérée de l'articulation interphalangienne proximale ou de dystrophie majeure du doigt, l'amputation peut être envisagée [15, 27].

TÉNODÈSE

La ténodèse (fig 8A) exige la présence d'un moignon distal du tendon fléchisseur profond d'une longueur d'au moins 1 cm. L'articulation intéressée est bloquée dans la position choisie, allant de la rectitude pour le pouce et l'index à 30° de flexion pour

l'auriculaire, par une broche de 9 ou de 10/10. Le moignon du tendon est ensuite amarré, soit au canal digital restant au moyen d'un point en « U » de monofil de 4.0, soit en transosseux à travers le col de la deuxième phalange. La broche de contention est retirée à la sixième semaine postopératoire. Le patient est dès lors autorisé à réutiliser son doigt. L'intérêt de cette technique est sa simplicité et sa réversibilité. Son inconvénient est la possible élongation du montage avec le temps, nécessitant le recours à l'arthrodèse.

Cette méthode peut également être utilisée sur l'interphalangienne proximale, dans le cadre d'une greffe du tendon fléchisseur profond associée à une résection du tendon fléchisseur superficiel. Les bandelettes d'insertion du fléchisseur superficiel sont alors amarrées en transosseux au col de la première phalange après brochage de l'articulation en légère flexion.

ARTHRODÈSE

L'arthrodèse (fig 8B) se pratique par un abord dorsal en « H » en regard de l'articulation distale du doigt. L'incision cutanée emporte l'appareil extenseur, qui est sectionné transversalement, donnant accès à l'articulation. La troisième phalange est positionnée en hyperflexion, exposant ainsi les surfaces articulaires qui sont avivées parcimonieusement à la pince-gouge. Il est en effet recommandé de conserver le relief articulaire afin de permettre un réglage de la position de l'articulation au moment du blocage. L'avivement achevé, l'articulation est réduite dans la position désirée et stabilisée par une vis axiale intramédullaire rétrograde de 2 mm en cas d'immobilisation en rectitude, ou par une vis antérograde si l'articulation est positionnée en légère flexion. En présence d'un os de moindre qualité, la stabilisation peut se faire par un haubannage.

Références

- [1] Boyes JH, Stark HH. Flexor tendon grafts in the fingers and thumb. *J Bone Joint Surg Am* 1971 ; 53 : 1332-1342
- [2] Brand P. Principles of free tendon grafting, including a new method of tendon suture. *J Bone Joint Surg Br* 1959 ; 41 : 208
- [3] Bruner JM. The zigzag volar digital incision for flexor tendon injury. *Plast Reconstr Surg* 1967 ; 40 : 571-574
- [4] Bunnell S. Surgery of the hand. Philadelphia : JB Lippincott, 1994
- [5] Chase RA. Functional level of amputation in the hand. *Surg Clin North Am* 1960 ; 40 : 415-423
- [6] Gabl M, Rangger C, Lutz M, Fink C, Rudisch A, Pechlaner S. Disruption of the finger flexor pulley system in elite rock climber's. *Am J Sports Med* 1998 ; 26 : 651-655
- [7] Guimberteau JC, Baudet J, Panconi B, Bolleau R, Potaux L. Human allotransplant of a digital flexion system vascularized on the ulnar pedicle: a preliminary report and 1-year follow-up of two cases. *Plast Reconstr Surg* 1992 ; 89 : 1135-1147
- [8] Hunter JM, Salisbury RE. Flexor tendon reconstruction in severely damaged hands: a two stage procedure using a silicone-dacron reinforced gliding prothesis prior to tendon grafting. *J Bone Joint Surg Am* 1971 ; 53 : 829-858
- [9] Kessler I, Nissim F. Primary repair without immobilisation of flexor tendon division within digital sheath. An experimental and clinical study. *Acta Orthop Scand* 1969 ; 40 : 587-601
- [10] Kleinert HE, Bennett JB. Digital pulley reconstruction employing the always present rim of the previous pulley. *J Hand Surg Am* 1978 ; 3 : 297-298
- [11] Le Viet D, Ebelin M. Un procédé de reconstruction de la poulie annulaire métacarpo-phalangienne du pouce. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 347-350
- [12] Lister GD. Reconstruction of pulleys employing extensor retinaculum. *J Hand Surg Am* 1979 ; 4 : 461-464
- [13] Littler JW. Principles of reconstructive surgery of the hand. In : Converse JM ed. Reconstructive plastic surgery. Philadelphia : WB Saunders, 1964 ; vol 4 : 1612-1674
- [14] Malerich MM, Baird RA, McMaster W, Erickson JM. Permissive limits of flexor digitorum profundus tendon advancement: an anatomic study. *J Hand Surg Am* 1987 ; 12 : 30-33
- [15] Manktelov RT, Zuker RM, McKee NH. Functioning free muscle transplantation. *J Hand Surg Am* 1984 ; 9 : 32-38
- [16] Mansat M. Avulsion du fléchisseur commun profond en pratique du rugby : « Jersey Finger » . *Ann Chir Main* 1985 ; vol 4
- [17] Marco RA, Sharkey NA, Smith TS, Zissimos AG. Pathomechanics of closed rupture of the flexor tendon pulleys in rock climbers. *J Bone Joint Surg Am* 1998 ; 80 : 1012-1019
- [18] Merle M. Chirurgie des tendons fléchisseurs. In : Merle M, Dautel G éd. La main traumatique. Vol 2 : Chirurgie secondaire. Paris : Masson, 1992 : 55-92
- [19] Merle M, Dap F. Lésions traumatiques des tendons fléchisseurs de la main. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-056-A-10, 1992 : 1-12
- [20] Michon J. État actuel de la chirurgie des tendons fléchisseurs des doigts. In : Cahier d'enseignement de la SOFCOT. Conférence d'enseignement. Paris : Expansion Scientifique Française, 1984 : 67-79
- [21] Paneva-Holevich E. Résultats des lésions multiples des tendons fléchisseurs des doigts par greffes effectuées en deux temps. *Rev Chir Orthop* 1972 ; 58 : 481-487
- [22] Pulvertaft RG. Experience in flexor tendon grafting in the hand. *J Bone Joint Surg Br* 1959 ; 41 : 629-630
- [23] Rouhier F. La restauration du tendon LFP sans sacrifice du tendon primitif. *Chirurgie* 1950 ; 66 : 25-32
- [24] Saffar PH. La ténolyse totale antérieure. *Ann Chir Main* 1983 ; 2 : 345-350
- [25] Stahl S, Goldberg JA, Lerner A. Flexor tendon lengthening in zone II injuries. *Ann Plast Surg* 1999 ; 43 : 265-267
- [26] Taras JS. Flexor tendon tendon injuries. In : Light TR ed. Hand surgery optade 2. Rosemont : American academy of orthopedie surgeons, 1999
- [27] Tubiana R. Lésions des tendons fléchisseurs. In : Tubiana R éd. Traité de chirurgie de la main. Paris : Masson, 1986 ; vol 3 : 181-318
- [28] Tubiana R. Plaies des tendons de la main. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-395, 1986 : 1-24
- [29] Tubiana R, Gilbert A, Masquelet AC. An atlas of surgical techniques of the hand and wrist. London : Dunitz, 1999 : 227-253
- [30] Verdan C. Chirurgie des tendons de la main. Monographie du GEM. Paris : Expansion Scientifique Française, 1976
- [31] Zuber CH, Della Santa D. Remplacement des tendons fléchisseurs profonds des doigts longs par transfert des tendons fléchisseurs superficiels. *Ann Chir Main* 1997 ; 16 : 235-244

Lésions des tendons extenseurs de la main et des doigts (récentes et anciennes)

M Ebelin
S Levante
P Roure
R Jalil

Résumé. – Après un rappel d'anatomie, de physiologie et des principes généraux de traitement, les différentes lésions (ouvertes ou fermées) sont détaillées en fonction de leur topographie, de proximal (traumatismes tendinomusculaires) en distal (traumatismes digitaux). Les indications et les techniques de traitement sont exposées pour les lésions fraîches puis pour les lésions anciennes. Les lésions de l'appareil extenseur du pouce sont détaillées dans un paragraphe particulier.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : lésions des tendons, extenseurs, main, avant-bras, doigt en maillet, boutonnière, pouce, chirurgie.

Introduction

Les tendons extenseurs, peu protégés par la finesse de la peau dorsale, sont particulièrement exposés aux plaies, mais également aux traumatismes fermés entraînant leur rupture ou avulsion sous-cutanée, particulièrement en pratique sportive.

Si les lésions traitées en urgence permettent d'obtenir classiquement de bons résultats fonctionnels, il n'en est pas de même des lésions méconnues dont le traitement secondaire est plus aléatoire.

Après un rappel d'anatomie, de physiopathologie et des principes généraux de traitement, les différentes lésions sont présentées en fonction de leur topographie et de leur traitement, discuté pour les lésions fraîches puis pour celles vues secondairement.

Anatomie. Physiologie

L'anatomie descriptive et fonctionnelle de l'appareil extenseur des doigts est relativement simple si l'on considère sa portion dite « extrinsèque », en amont des métacarpophalangiennes (MP). Sa complexité augmente considérablement en aval des MP, en sa portion digitale dite « intrinsèque ».

ANATOMIE

■ Système extrinsèque

Les muscles extenseurs du carpe et des doigts sont tous situés à la face postérieure de l'avant-bras. Certains sont biarticulaires et s'insèrent sur l'épicondyle huméral latéral. Ce sont, de proximal en distal : le long extenseur radial du carpe (extensor carpi radialis



1 Les six coulisses du rétinaculum dorsal des extenseurs. 1. Long abducteur (abductor pollicis longus [APL]) et court extenseur du pouce (extensor pollicis brevis [EPB]) ; 2. long extenseur du carpe (extensor carpi radialis longus [ECRL]) et court extenseur du carpe (extensor carpi radialis brevis [ECRB]) ; 3. long extenseur du pouce (extensor pollicis longus [EPL]) ; 4. extenseur propre de l'index (extensor indicis proprius [EIP]) et extenseur commun des doigts (extensor digitorum communis [EDC]) (plus superficiels) ; 5. extenseur propre du cinquième doigt (extensor digiti minimi [EDM]) ; 6. cubital postérieur (extensor carpi ulnaris [ECU]).

longus [ECRL] ou premier radial), le court extenseur radial du carpe (extensor carpi radialis brevis [ECRB] ou deuxième radial), l'extenseur commun des doigts (extensor digitorum communis [EDC]), l'extenseur propre de l'auriculaire (extensor digiti minimi [EDM]). Les autres, plus distaux et monoarticulaires, s'insérant à la face postérieure de l'ulna, de la membrane interosseuse et du radius, sont, de proximal en distal : l'extenseur ulnaire du carpe (extensor carpi ulnaris [ECU] ou cubital postérieur), le long abducteur du pouce (abductor pollicis longus [APL]), le court extenseur du pouce (extensor pollicis brevis [EPB]), le long extenseur du pouce (extensor pollicis longus [EPL]), l'extenseur propre de l'index (extensor indicis proprius [EIP]).

Au poignet, les tendons cheminent dans des coulisses ostéofibreuses cloisonnées en arrière par le rétinaculum dorsal des extenseurs (fig 1). À ce niveau uniquement, ils sont entourés d'une véritable gaine synoviale comparable à celle des fléchisseurs : la première contient les tendons APL et EPB ; la deuxième l'ECRL et l'ECRB ; la troisième est séparée de la deuxième par le tubercule de Lister et contient l'EPL ; la quatrième les quatre tendons de l'EDC ; la cinquième uniquement l'EDM ; enfin la sixième l'ECU.

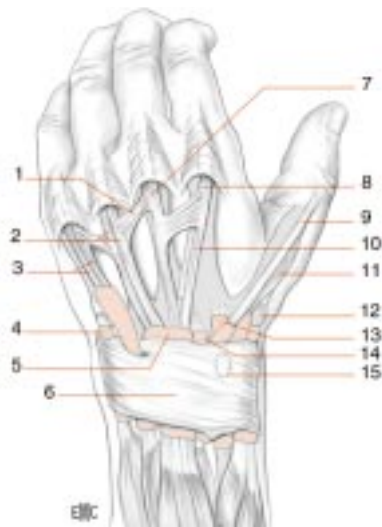
Michel Ebelin : Ancien chef de clinique-assistant.

R Jalil : Résident.

Centre chirurgical des Peupliers, Croix-Rouge Française, place de l'Abbé-Hénocque, 75013 Paris, France.

S Levante : Chef de clinique-assistant, service de chirurgie orthopédique, CHU de Bicêtre, 78, avenue du Général-Leclerc, 94275 Le-Kremlin-Bicêtre, France.

P Roure : Chef de clinique-assistant, service de chirurgie orthopédique, hôpital européen Georges Pompidou, 20, rue Leblanc, 75015 Paris, France.



2 Appareil extenseur au dos de la main et du poignet (configuration habituelle). 1. Junctura tendinum ; 2. extensor digitorum communis (EDC) ; 3. extenseur propre de l'auriculaire (EDMP) ; 4. extenseur ulnaire du carpe (extensor carpi ulnaris [ECU]) ; 5. extenseurs communs (EDC) ; 6. rétinaculum dorsal des extenseurs ; 7. EDC du troisième doigt ; 8. extenseur propre de l'index (extensor indicis proprius [EIP]) ; 9. long extenseur du pouce (extensor pollicis longus [EPL]) ; 10. EDC de l'index ; 11. court extenseur du pouce (extensor pollicis brevis [EPB]) ; 12. long abducteur du pouce (abductor pollicis longus [APL]) ; 13. extenseur radial du carpe (extensor carpi radialis longus [ECRL]) ; 14. court extenseur radial du carpe (extensor carpi radialis brevis [ECRB]) ; 15. tubercule de Lister.

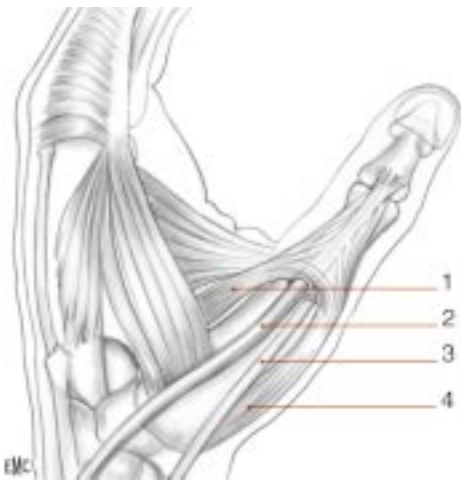
Doigts longs

Au dos de la main (fig 2), les tendons extenseurs sont solidarisés, juste en amont des MP, par des bandelettes fibreuses transversales, les juncturae tendinum (JT). Dans la majorité des cas, ces JT naissent du tendon de l'annulaire et se dirigent obliquement en distal vers ceux des troisième et cinquième doigts, alors qu'une quatrième JT part de l'extenseur du médius vers l'EIP. Cette dernière passe sous l'EIP, qui est dépourvu de JT.

Contrairement à la notion classique [61], la disposition anatomique la plus commune des extenseurs au dos de la main semble être, selon Von Schoeder et Botte [67] : un tendon EDC et un EIP ulnaire pour le II, un tendon EDC pour le III, deux tendons EDC pour le IV, pas de tendon EDC pour le V, mais deux EDM, avec les fréquences décrites dans le tableau I.

Ainsi, les variations anatomiques au dos de la main sont nombreuses ; de même, plusieurs muscles extenseurs surnuméraires peuvent être observés :

- muscles radiaux : l'extenseur intermédiaire radial du carpe (extensor carpi radialis intermedius), muscle indépendant, existe dans 12 à 24 % des cas [3, 73] et se termine entre les tendons des deux radiaux ; indépendamment, il existe des connexions tendineuses croisées entre les terminaisons des ECRB et ECRL dans environ un tiers des cas ; ces anomalies ne semblent pas être à l'origine de situations pathologiques, mais peuvent limiter la course d'un tendon radial lors d'un transfert ;
- extenseurs des doigts longs :
 - l'extenseur propre du médius (extensor manus brevis) est présent dans environ 12 % des cas à la face profonde de l'EIP et s'insère alors sur le bord ulnaire du tendon du médius [67] ;



3 Appareil extenseur du pouce au dos de la métacarpophalangienne. 1. court adducteur ; 2. long extenseur ; 3. court extenseur ; 4. court abducteur.

- l'extenseur commun de l'index et du médius donne un tendon bifide commun aux deux doigts ; c'est plutôt une variation de l'EIP ;
- le court extenseur des doigts, retrouvé dans 3 % des cas, s'insère sur les métacarpiens (M) 2 et 3 et peut être pris pour un kyste synovial ; il se termine sur le tendon de l'EIP (auquel il se substitue parfois) ou sur celui du médius [48].

Pouce

Les trois muscles extenseurs de la colonne du pouce occupent, avec l'EIP la loge postérieure profonde à la moitié distale de l'avant-bras [56]. Leurs variations anatomiques sont très fréquentes.

- L'APL, le plus radial des trois, se termine toujours sur la base de M1. Son insertion distale n'est en fait unique que dans 2 à 18 % des cas [21], le nombre de faisceaux tendineux pouvant aller jusqu'à cinq, multipliant ainsi les insertions terminales supplémentaires vers le trapèze, la capsule trapézométacarpienne, l'opposant ou l'adducteur du pouce [30]. Un second muscle distinct, plus proximal, peut également s'observer dans un tiers des cas [30].
 - L'EPB est plus distal. Son tendon, grêle, passe dans la première coulisse du rétinaculum dorsal, sur le bord ulnaire de l'APL. L'insertion distale classique (unique sur la base de la première phalange [P1]) est contestée [8, 15], car sa terminaison sur la dossière, ou celle mixte, serait prédominante. Il peut parfois se terminer sur P2, ou être absent.
 - L'EPL possède un tendon plus volumineux que l'EPB et chemine seul dans la deuxième coulisse. Il semble moins variable et se terminerait toujours sur P2. Il peut néanmoins se dédoubler et parfois donner une expansion sur P1 [30, 56].
- Au dos de la MP, ces tendons s'organisent avec les muscles intrinsèques du pouce (adducteur sur le versant ulnaire et court abducteur en radial) en un appareil fibreux stabilisateur, la dossière. Celle-ci est constituée de fibres, d'abord transversales en amont de la MP puis obliques et enfin parallèles à l'EPL au dos de P1. Une couche superficielle, formée par le fascia terminal de l'adducteur, enveloppe l'EPL, l'EPB étant situé dans une deuxième couche plus profonde, au-dessus de la capsule articulaire [7, 35] (fig 3).

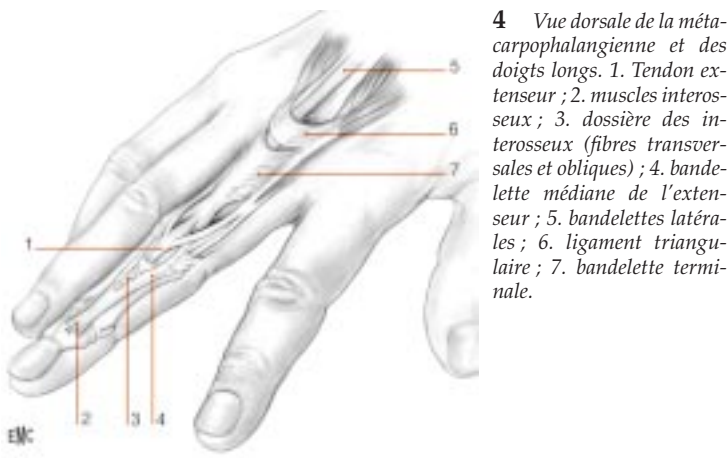
■ Système intrinsèque

Au doigt, l'appareil extenseur s'étale en une lame tendineuse aplatie et fine. On lui distingue des structures pellucides et des renforcements, les « bandelettes », qui sont organisées en un réseau complexe (fig 4).

Tableau I.

| Tendon | EIP | | | EDC II | | | EDC III | | | EDC IV | | | EDC V | | | EDQ | | |
|---------------------|-----|----|----|--------|----|---|---------|----|----|--------|----|----|-------|----|----|-----|----|---|
| Nombre | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| Pourcentage des cas | 0 | 77 | 16 | 0 | 98 | 2 | 51 | 28 | 16 | 12 | 63 | 16 | 54 | 19 | 26 | 2 | 84 | 7 |

EIP : extensor indicis proprius (extenseur propre de l'index) ; EDC : extensor digitorum communis (extenseur commun des doigts) ; EDQ : extensor digiti quinti.



En aval de la MP, le tendon extenseur donne une insertion profonde, dorsale, à la base de P1 puis se divise en trois au dos de P1 : une bandelette médiane, qui se termine au dos de la base de P2, et deux bandelettes dites latérales. Celles-ci se réunissent au dos de P2 par le fin ligament triangulaire et fusionnent en distal en un tendon terminal s’insérant sur la base de P3.

Connexions avec les muscles intrinsèques de la main

Au doigt, le tendon extenseur reçoit latéralement des expansions des intrinsèques. Les interosseux dorsaux et palmaires se terminent en une structure triangulaire, la dossière, organisée à trois niveaux : les fibres les plus proximales, quasi transversales, renforcent la bandelette sagittale au dos de la MP et forment juste en aval la dossière des interosseux ; les fibres moyennes se terminent sur la bandelette médiane de l’extenseur au dos de P2 ; enfin, en regard de P1, le contingent distal s’unit au tendon terminal du lombrical, s’insère sur la bandelette latérale de l’extenseur et atteint par cet intermédiaire le dos de P3 [17, 22].

Structures stabilisatrices

L’appareil extenseur est stabilisé par des sangles transversales qui empêchent sa luxation latérale lors de la flexion :

- au dos de la MP, il est maintenu passivement par les bandelettes sagittales qui se tendent de part et d’autre de la tête métacarpienne et s’insèrent en avant sur la plaque palmaire MP ; la dossière des interosseux, qui prolonge les bandelettes sagittales, constitue également un système de recentrage, mais celui-ci dynamique ;
- de part et d’autre de l’interphalangienne proximale (IPP), les bandelettes médiane et latérales sont stabilisées par le ligament rétinaculaire transverse ; au dos de P2, le ligament triangulaire solidarissant les deux bandelettes latérales en prévient la luxation latérale.

PHYSIOLOGIE DE L’EXTENSION

■ Doigts longs

Schématiquement, l’extension MP d’un doigt long résulte de l’action de son extenseur propre et/ou commun (par son insertion profonde sur P1), alors que l’extension digitale est sous la seule dépendance des muscles intrinsèques. En effet, la course de l’extenseur diminue à chaque niveau de la chaîne digitale (tableau II), rendant celle-ci insuffisante pour vaincre en distal le tonus des fléchisseurs [13]. Les muscles lombricaux, véritables mécanorécepteurs, tendent à contrôler ce déséquilibre. Les interosseux entraînent, par leurs connexions sur P2 et P3, une extension active IPP et interphalangienne distale (IPD), ainsi qu’une flexion MP simultanée, la dossière étant palmaire par rapport au centre de rotation de la MP. Ainsi, l’extension globale du doigt nécessite l’action conjointe des tendons extenseurs extrinsèques et des muscles intrinsèques.

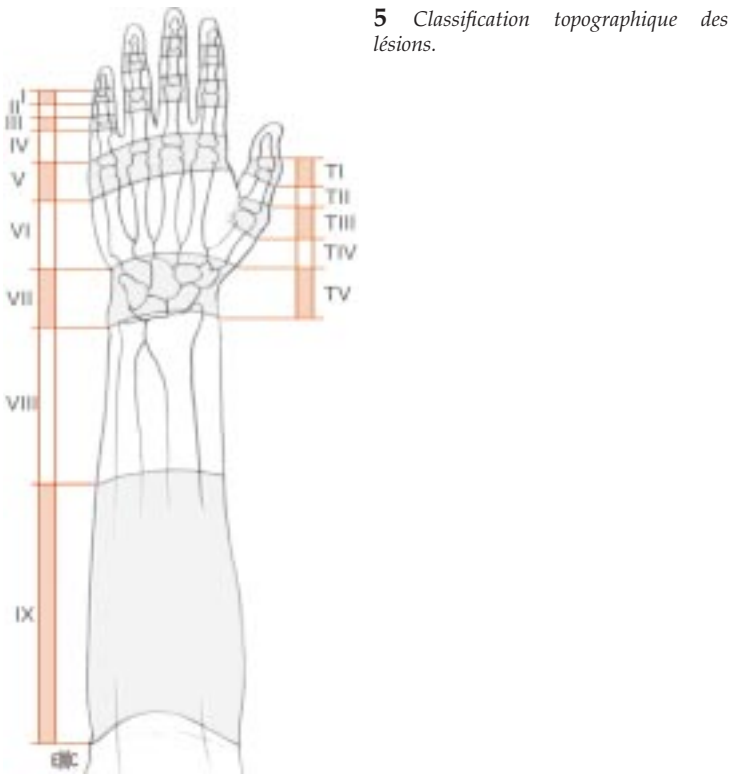
■ Pouce

L’extension de la colonne du pouce résulte également de l’action conjointe des muscles extrinsèques et intrinsèques.

Tableau II. – Valeurs moyennes de l’excursion des tendons extenseurs à la main (d’après [18]).

| Niveau | I | II | III | IV | V |
|--------------------|----|----|-----|----|----|
| Poignet | 19 | 23 | 25 | 25 | 17 |
| MP | 6 | 17 | 17 | 16 | 11 |
| IPP | 6 | 7 | 8 | 7 | 6 |
| IPD | - | 4 | 5 | 4 | 4 |
| Course totale (mm) | - | 51 | 55 | 52 | 38 |

MP : métacarpophalangienne ; IPP : interphalangienne proximale ; IPD : interphalangienne distale.



5 Classification topographique des lésions.

L’abduction de M1 est assurée par les court et long abducteurs. L’opposant peut alors placer le premier métacarpien en antépulsion, le long extenseur assurant exclusivement sa rétropulsion.

Au niveau MP, l’extension de P1 serait sous la seule dépendance du court extenseur (EPB) [59]. Cette notion classique est cependant remise en question [8] : l’insertion de l’EPB sur P1 ne se retrouverait que dans 20 % des cas. En outre, l’EPB serait également inefficace une fois sur cinq.

L’extension de P2 est produite par l’action du tendon du long extenseur. En cas d’inefficacité de celui-ci (rupture proximale du tendon ou paralysie radiale), les muscles thénariens court abducteur et adducteur peuvent produire, grâce à leurs expansions dorsales sur la dossière et donc sur l’EPL, une certaine extension IP, mais faible.

Classification topographique

Selon la classification de la Fédération internationale des Sociétés de chirurgie de la main, inspirée de celle de Verdan [66], les lésions des tendons extenseurs sont localisées en neuf zones pour les doigts longs et cinq pour le pouce [17]. Elles sont numérotées de distal en proximal ; les zones impaires sont périarticulaires, les zones paires sont diaphysaires. Cela permet d’en préciser le siège, de codifier les indications et de comparer les résultats (fig 5).

Physiopathologie

LÉSIONS OUVERTES

Il faut distinguer plaie simple et traumatisme complexe. Une plaie dorsale en apparence bénigne nécessite une exploration systématique du fait de la possibilité de section partielle, non décelable cliniquement, car sans déficit actif et pouvant se rompre secondairement, mais également d'une effraction de l'articulation, juste sous-jacente.

En cas de plaie complexe ou contuse, le traitement chirurgical doit assurer la couverture cutanée (pouvant justifier la réalisation de lambeau de couverture) et la stabilisation d'une éventuelle lésion du squelette, sans entraver les capacités de glissement du tendon extenseur après sa réparation.

TRAUMATISMES FERMÉS

Ils correspondent soit à des accidents domestiques, soit plus souvent à des accidents sportifs.

L'avulsion à la jonction musculotendineuse est tout à fait exceptionnelle à la partie basse de l'avant-bras.

La rupture tendineuse survient le plus souvent sur un tendon fragilisé (fracture ou cal vicieux du poignet pour les extenseurs des doigts radiaux, maladie rhumatoïde pour les doigts cubitaux).

Enfin, au doigt, un traumatisme en extension contrariée par une flexion brutale peut entraîner, soit une lésion de la dossière au dos de la MP (luxation du tendon extenseur), soit une avulsion de la bandelette médiane au dos de P2 (syndrome de la boutonnière), soit enfin une avulsion de la bandelette terminale au dos de P3 (doigt en maillet). Ces lésions entraînent progressivement des déformations fixées et autoaggravées de flexion irréductible de la MP pour la première, de déformation en boutonnière pour la seconde, enfin de « col de cygne » secondaire pour le doigt en maillet.

FRACTURES-LUXATIONS DE DOIGT

Dans leur variété palmaire, en particulier pour l'IPP, elles s'accompagnent d'une avulsion tendineuse à la phalange luxée, pouvant rendre la luxation irréductible par incarceration de la lésion tendineuse (bandelette médiane rompue ou bandelette latérale luxée), justifiant une réduction sanglante pour réparation simultanée de la lésion tendineuse et stabilisation de la luxation.

Principes du traitement

La lésion fermée par rupture sous-cutanée doit être prise en charge précocement et son traitement est le plus souvent orthopédique. La plaie de l'appareil extenseur est une urgence chirurgicale, surtout en cas de suspicion d'ouverture articulaire, de fracture ouverte associée ou de plaie souillée.

TRAITEMENT ORTHOPÉDIQUE

En zone I, une attelle prémoulée de type « sabot », de taille adaptée, ou une attelle palmaire en légère extension, isolée de la peau par une épaisseur de mousse, sur P2 et P3, peuvent être utilisées pour immobiliser l'IPD.

En zone III, une orthèse thermoformée, palmaire plutôt que dorsale, doit laisser libres les articulations MP et IPD. Une orthèse dynamique de Capener, permettant une flexion active de l'IPP et un rappel élastique en extension, est un relais utile de l'attelle statique, protégeant la cicatrice tendineuse.

Dans tous les cas, ce traitement, qui doit être rigoureux, justifie une surveillance régulière, au moins hebdomadaire.

TRAITEMENT CHIRURGICAL

Le traitement d'une plaie de l'appareil extenseur nécessite un geste chirurgical de parage, réparation tendineuse et couverture cutanée, suivi d'une rééducation appropriée et bien comprise. Sa réalisation aseptique et atraumatique a une influence considérable sur les

résultats, justifiant l'utilisation d'instruments fins ainsi que de grossissement optique, comme pour toute chirurgie de la main.

■ Voie d'abord

En zone I

Il faut veiller à ne pas léser la matrice unguéale et éviter tout décollement cutané en raison des risques de nécrose cutanée postopératoire. L'abord de l'insertion distale du tendon se fait par une incision en « baïonnette » ou en « H », comprenant une incision transversale dorsale dans le pli d'extension IPD, prolongée à chaque extrémité par une incision en « V ».

En zones III et IV

Nous conseillons une voie longitudinale sinusoïde dorsale. En cas de plaie, il convient de prolonger l'incision en voie sinusoïde ou en baïonnette si la plaie est transversale. S'il existe une perte de substance prévisible après parage, il faut préparer dès la voie d'abord la réalisation d'un lambeau de couverture locale.

En zone V

Nous privilégions les incisions sinusoïdes intermétacarpiennes respectant le système veineux, permettant de décaler la cicatrice cutanée de la réparation de l'appareil extenseur. Si plusieurs articulations MP sont atteintes, un abord transversal en regard de l'ensemble des articulations concernées peut remplacer plusieurs incisions intermétacarpiennes.

En zones VI, VII et VIII

Nous utilisons des incisions sinusoïdes longitudinales décalées par rapport aux tendons, ménageant au maximum le rétinaculum dorsal des extenseurs.

■ Suture tendineuse

De grandes différences morphologiques différencient l'appareil extenseur en amont et en aval de l'articulation MP. En proximal, la section tendineuse est en effet ovalaire (environ 1,5 mm de diamètre), alors qu'en distal le tendon est une lame fibreuse de faible épaisseur (en moyenne 0,6 mm) [12, 20].

Ainsi, en proximal, la réparation de l'appareil extenseur peut se faire par une suture axiale de type Tsuge [58] ou en cadre de type Kessler [31], utilisant du fil de Nylon 3/0 ou 4/0, complété éventuellement par un surjet épitendineux. En distal, il est préférable d'affronter les extrémités tendineuses par des points en « U » ou un surjet de 4/0 ou 5/0.

■ Technique du « barb-wire » de Jennings

La technique du *barb-wire* de Jennings [4] a été longtemps utilisée pour réparer l'appareil extenseur et favoriser une mobilisation précoce.

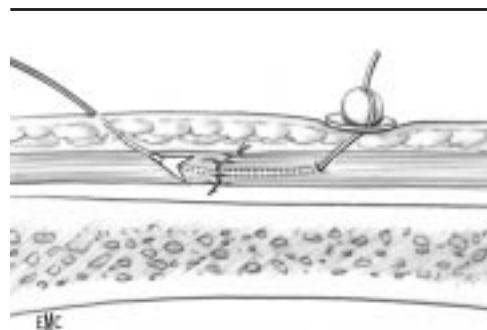
Un fil d'acier muni d'un ardillon est introduit en amont de la plaie pour en sortir distalement après avoir traversé les deux extrémités tendineuses (fig 6). L'ardillon vient s'appuyer sur le bout proximal du tendon, le fil est mis en tension, venant ainsi affronter les extrémités tendineuses qui sont suturées par des points en « U ». La partie distale du fil est appuyée sur un plomb séparé de la peau par une rondelle de caoutchouc.

La mobilisation précoce est autorisée, le fil métallique est retiré à 1 mois, en tenant compte du sens de l'ardillon.

Ce procédé permet également une réinsertion tendineuse ou la synthèse d'un fragment osseux, mais nous lui préférons désormais les systèmes d'ancre miniaturisée, aux complications, en particulier infectieuses, moindres.

■ Réinsertion tendineuse

En cas de section au ras de l'insertion osseuse du tendon ou d'avulsion de celui-ci, plusieurs techniques de réinsertion peuvent être utilisées :



6 Technique du « barb-wire » de Jennings.



7 Réinsertion tendineuse par mini-ancre de Mitek® (plastie de Snow).

- réalisation d'un point en cadre s'il persiste un moignon tendineux, qui peut s'appuyer sur un tunnel transosseux transversal ;
- technique du *pull-out*, fixé sur un bouton pulpaire en zone I, désormais peu usité ;

– mini-ancre type Mitek®, qui représente actuellement la meilleure solution, mais dont l'emploi reste limité par son coût ; le logement de l'ancre est préparé obliquement à travers la corticale dorsale, à l'aide de la mèche adaptée, puis l'ancre y est introduite grâce à son ancillaire ; le système de parapluie se déploie alors facilement dans la cavité médullaire et l'extrémité tendineuse est amarrée par un point en « U » après avivement de la corticale osseuse (fig 7).

En cas de réinsertion à proximité d'une articulation, telle celle de la bandelette terminale sur P3 ou de la bandelette médiane sur P2, un brochage oblique temporaire peut être nécessaire.

■ Réparation des pertes de substance tendineuse

Les pertes de substance de l'appareil extenseur doivent être idéalement réparées en urgence après couverture cutanée. Leur réparation peut faire appel à des techniques de plastie, de greffe ou de transfert tendineux, utilisables également pour les réparations secondaires.

Plasties tendineuses

Nous utilisons principalement les techniques de Snow, Foucher, Burkhalter et Aiache.

– *Plastie de Snow* [53]. Il s'agit d'une plastie de retournement à charnière distale visant à reconstituer la bandelette médiane. Un lambeau tendineux médian à charnière distale est prélevé sur l'appareil extenseur en zone IV, retourné à 180°, puis suturé à la partie distale de la bandelette médiane ou réinséré à la base de P2 par une mini-ancre.

– *Plastie de Foucher* [23]. Cette plastie de retournement s'adresse aux grandes pertes de substance en zones III, IV et V. L'extenseur commun est dédoublé en zone proximale en ménageant une charnière distale, puis la bandelette est retournée à 180° pour venir ponter la perte de substance et être fixée distalement sur la base de P2 par une mini-ancre.

– *Plastie de Burkhalter et Aiache* [1, 10]. Elle vise à reconstruire la bandelette médiane à partir des bandelettes latérales. Une section longitudinale de chaque bandelette est pratiquée, puis les hémibandelettes médiales sont suturées bord à bord pour venir couvrir l'IPP.

Grefte tendineuse

De préférence courte, elle fait appel au petit palmaire (palmaris longus) ou à un hémigrand palmaire (flexor carpi radialis).

Pour une perte de substance tendineuse en aval de l'articulation MP, une greffe ou un *patch* de rétinaculum dorsal, plus plat, peuvent être indiqués, mais nous leur préférons le plus souvent une plastie tendineuse.

Transfert tendineux

En traumatologie « lourde » de la main, il peut être réalisé en urgence à partir d'un doigt « banque » ou consister en une anastomose latérotérminale à partir du tendon adjacent en zone VI-VII. Le transfert le plus classique reste celui de l'EIP sur l'EPL en cas de rupture de ce dernier. Tout transfert justifie une immobilisation postopératoire de 5 semaines comprenant le poignet.

■ Suites opératoires

Immobilisation

Pour les doigts longs, l'immobilisation postopératoire est préférable pour les lésions siégeant en zones I, II et IX. Ailleurs, l'immobilisation peut être aussi indiquée en fonction du terrain, en particulier chez les patients peu disciplinés et les enfants.

Pour les zones V à VIII, et même pour les zones III et IV, des protocoles de mobilisation passive contrôlée ont été récemment préconisés.

Mobilisation postopératoire passive

La mobilisation précoce passive postopératoire, sous couvert d'une orthèse dynamique, a été introduite par Allieu dès 1972 [5], dans le but d'améliorer la qualité du cal tendineux et de limiter les adhérences. L'orthèse est mise en place dès le deuxième jour, poignet à 40° d'extension et avec rappel sous P1, pour une durée de 4 à 5 semaines. Elle autorise une mobilisation de la MP sans mise en tension de la suture.

Mobilisation active précoce

Initié par Evans [19], ce protocole s'adresse aux lésions siégeant en zones III et IV. Il consiste en une mobilisation active progressive en flexion et extension de l'IPP et de l'IPD, sous couvert d'orthèse de protection. Ainsi, une flexion de 30° de l'IPP permet une excursion tendineuse de 4 mm, suffisant à limiter les adhérences, avec une faible contrainte au tendon, supportable par la suture. Une orthèse statique IPP en extension est gardée par le patient en dehors de la rééducation.

Évaluation des résultats

DÉLAI

Dès l'ablation de l'attelle, l'efficacité de la réparation tendineuse peut être appréciée, permettant d'entreprendre la rééducation. Le résultat acquis par la rééducation et d'éventuelles attelles dynamiques ne peut être considéré comme définitif qu'à partir du quatrième mois et l'indication d'une ténolyse ne doit être portée qu'après ce délai.

MÉTHODES D'ÉVALUATION

■ Doigts longs

La mesure des mobilités actives et passives globales (*total active motion* [TAM] et *total passive motion* [TPM]), préconisée par la Société

américaine de chirurgie de la main, est un bon reflet de la fonction du doigt^[46] mais ne permet pas de distinguer le secteur de mobilité atteint.

Ainsi, le bilan d'extension digitale doit être quantifié en degrés, par le défaut segmentaire d'extension MP, IPP, IPD. Un défaut isolé d'extension active, faisant craindre une rupture ou un allongement du cal, est à distinguer d'un déficit mixte, actif et passif, orientant plutôt vers des adhérences tendineuses (fréquentes en cas de fracture associée).

La mesure de la distance pulpe-paume apprécie le fréquent défaut d'enroulement digital, séquelle la plus gênante d'un doigt le plus souvent enraidie en extension^[46].

En revanche, le bilan dynamométrique n'est diminué que dans 5 à 30 % des cas^[28, 39, 46].

■ Pouce

L'extension, et surtout la rétropulsion, sont quantifiées par la distance pulpe-table, main à plat^[36].

L'enroulement peut être apprécié par la distance pulpe du pouce-pli de flexion MP de l'auriculaire^[5] ou plus simplement grâce au score de Kapandji^[51].

Rupture proximale sous-cutanée

Les ruptures ou avulsions sous-cutanées proximales de l'appareil extenseur peuvent s'observer à trois niveaux de l'avant-bras et du poignet.

LA JONCTION MUSCULOTENDINEUSE

Elle est exceptionnelle et se rencontre en pratique sportive^[38, 55], par un mécanisme indirect d'étirement passif, violent et brutal sur un muscle préalablement contracté qui provoque la rupture à la partie basse de l'avant-bras^[25]. Le diagnostic est clinique devant un défaut d'extension active digitale et une tuméfaction douloureuse de la face dorsale de la partie basse de l'avant-bras correspondant à la rétraction des tendons extenseurs rompus. La réparation est chirurgicale, mais la suture directe rarement possible du fait de la rétraction des extrémités rompues et du siège de la rupture. Le plus souvent, une suture-ténodèse du tendon rompu à un tendon voisin ayant une fonction similaire est préférable à un transfert tendineux.

AU SEIN D'UN TENDON

Sa rupture suppose une structure préalablement affaiblie par un processus pathologique : ischémie du mésotendon sous le rétinaculum dorsal après fracture peu déplacée du poignet, irritation par saillie osseuse^[42] (luxation postérieure de la tête cubitale, déformation de Madelung, cal vicieux du poignet, vis ou matériel d'ostéosynthèse, surtout arthrite rhumatoïde radiocubitale inférieure), ou médicamenteux (corticoïdes, quinolones).

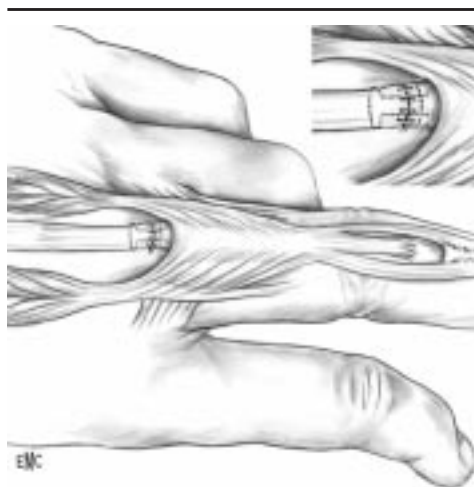
AU SITE DE L'INSERTION OSSEUSE D'UN EXTENSEUR DU POIGNET

Elle est secondaire à une flexion forcée de celui-ci, pouvant intéresser l'ECRL ou l'ECRB, ou les deux tendons simultanément. Elle s'accompagne d'un défaut d'extension active complet ou partiel du poignet, d'un point douloureux dorsoradial et d'une éventuelle avulsion osseuse radiologique ou tomodensitométrie de la base de M2 ou M3. Elle justifie une réinsertion chirurgicale en urgence, suivie d'une immobilisation postopératoire de 5 à 6 semaines^[65].

Plaies de l'appareil extenseur au dos du poignet et de la main

AU DOS DE LA MÉTACARPOPHALANGIENNE (ZONE V)

L'atteinte tendineuse s'y accompagne en règle d'une ouverture articulaire qu'il convient de rechercher en peropératoire et de laver. Selon l'épaisseur du tendon, il est soit réparé par un point en cadre



8 Réparation de l'appareil extenseur au dos d'une métacarpophalangienne.

complété par un surjet, soit simplement par un surjet bord à bord (fig 8). Pour l'index et l'auriculaire, extenseurs commun et propre doivent être réparés séparément.

Une lésion éventuelle de la dossière est recherchée et suturée simultanément pour éviter une luxation du tendon. Le patient est immobilisé 4 à 5 semaines, poignet à 40° d'extension, MP à 20 ou 30° de flexion, mais les IPP et IPD sont laissées libres pour permettre leur mobilisation précoce.

La mobilisation précoce passive assistée (par rappel élastique) donne de bons résultats (92 % pour Allieu^[5]), mais nécessite une équipe spécialisée pour la confection et le suivi des orthèses. Enfin, la mobilisation active sous couvert d'une orthèse bloquant la flexion est une méthode plus simple et qui donnerait les mêmes bons résultats pour cette localisation^[32].

AU DOS DE LA MAIN ET DU POIGNET (ZONES VI ET VII)

En proximal, la course des tendons est deux fois plus importante qu'au niveau MP^[18] et toute adhérence y est donc plus symptomatique, à l'origine d'un syndrome « extenseur plus »^[60] : flexion IPP impossible MP fléchie, mais possible MP étendue. La mobilisation précoce minimise le risque d'adhérences ; elle impose la réalisation de sutures résistantes, mais non raccourcissantes, type Kessler^[47], rendues possibles par l'épaisseur des tendons à ce niveau. Celles-ci sont renforcées par un surjet épitendineux au fil fin pour améliorer le passage du tendon sous le rétinaculum. L'absence de conflit avec celui-ci en fin de course tendineuse est vérifiée, pouvant justifier l'incision partielle de la partie distale du rétinaculum. L'immobilisation postopératoire est identique à celle d'une lésion de zone V.

Luxation de l'appareil extenseur au dos de la métacarpophalangienne

RAPPEL ANATOMIQUE

Les tendons extenseurs commun et propre des doigts longs sont stabilisés à l'articulation MP par une structure aponévrotique solide, mobile et stable, constituée par les bandelettes sagittales dont le bord proximal est libre et le bord distal se confond avec la dossière des interosseux. Ces bandelettes sagittales sont placées transversalement des bords latéraux de l'appareil extenseur jusqu'au ligament intermétacarpien, glissant de part et d'autre de la MP en flexion-extension, tendues en flexion et détendues en extension de la MP. Ce système de centrage de l'extenseur est bilatéral, assurant la stabilité frontale du tendon. Cette sangle a pour effet principal de maintenir le tendon extenseur en équilibre sur le dos de la tête métacarpienne correspondante, situation instable lorsque P1 est fléchie, les forces ulnaires déviantes augmentant en flexion-inclinaison cubitale de la MP, pour être maximales à 60° de flexion.

ÉTIOLOGIE

La cause la plus habituelle de luxation de l'appareil extenseur reste la maladie rhumatoïde, mais il n'est pas rare de rencontrer, chez le sujet âgé, un défaut d'extension souvent pluridigital de cause dégénérative. À l'inverse, les causes traumatiques sont rares et se rencontrent alors plutôt chez le sujet jeune. Exceptionnellement, la lésion de la bandelette sagittale fait suite à une plaie para-articulaire, méconnue car en apparence bénigne, diagnostiquée secondairement devant une instabilité de l'extenseur au dos de l'articulation [52].

PHYSIOPATHOLOGIE

Plus fréquemment, il s'agit d'un traumatisme fermé par rupture sous-cutanée, soit par choc direct en pratique sportive (coup de poing du boxeur), soit par mécanisme indirect de flexion active brutale de la MP sur un poignet en flexion-inclinaison cubitale ou par inclinaison cubitale forcée d'une MP étendue.

Le siège de la rupture intéresse en règle la bandelette sagittale radiale, se prolongeant en distal vers la partie proximale de la dossière correspondante. En proximal, la déchirure peut se prolonger vers la JT. Les ruptures de la bandelette cubitale entraînant une luxation radiale de l'appareil extenseur sont, à l'inverse, exceptionnelles.

C'est le médus qui est le plus souvent atteint, sans doute du fait de sa plus grande vulnérabilité au choc, de la configuration asymétrique de la tête de M3 augmentant les forces déviantes et parce que sa dossière apparaît la plus faible des doigts longs. Alors que l'auriculaire est en fréquence le deuxième doigt atteint, il existe des possibilités d'atteintes digitales multiples, en particulier du médus et de l'annulaire [71].

À part, la dissociation traumatique longitudinale des tendons extenseurs propre et commun de l'auriculaire [64] de part et d'autre de l'articulation MP réalise une pseudoboutonnière avec défaut d'extension active réductible de la première phalange et inclinaison cubitale spontanée du cinquième doigt.

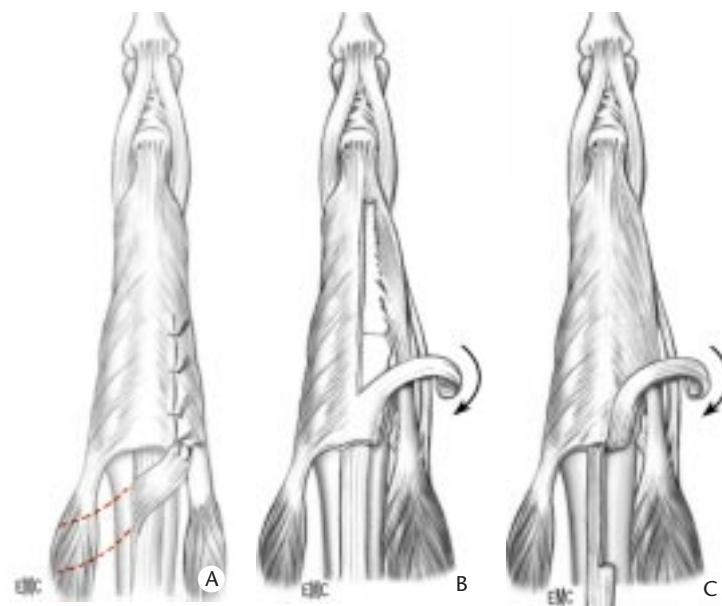
CLINIQUE

Le diagnostic repose sur le seul examen clinique d'un patient qui consulte pour des phénomènes de pseudoressaut digital, s'accompagnant d'un glissement latéral visible du tendon, responsable d'un déficit d'extension active de la MP et d'une inclinaison spontanée cubitale du doigt. Cette déformation est réductible avec conservation d'une extension active de l'IPP. De plus, l'articulation MP est facilement étendue passivement, réduisant la luxation tendineuse et restituant une extension complète, même contre résistance. Aucun examen complémentaire n'est nécessaire au diagnostic, mais les radiographies de l'articulation de face et de profil doivent être systématiques pour éliminer une lésion osseuse ou un arrachement ligamentaire associé et vérifier l'intégrité de l'interligne articulaire [34].

TRAITEMENT

Si certains ont pu proposer un traitement orthopédique simple par immobilisation stricte de 4 à 6 semaines dans les rares formes vues tôt [6], l'attitude reste résolument chirurgicale pour une réparation directe dans les lésions considérées comme fraîches jusqu'à 1 mois du traumatisme, où les déchirures de la bandelette sagittale et de la dossière peuvent être suturées directement par un surjet d'adossement. Après une immobilisation postopératoire de 3 à 4 semaines, l'articulation est mobilisée en syndactylie avec le doigt radial voisin jusqu'à la sixième semaine postopératoire.

En fait, le diagnostic est souvent fait tardivement, au stade de rétraction des lésions. Au-delà de 1 mois, le traitement fait appel, soit à la réalisation d'un paletot de renforcement de la dossière radiale, soit à une plastie de dossière quand les lésions de la sangle sont trop affaiblies. Dans tous les cas, il faut réaliser simultanément une libération de la dossière controlatérale (sectionnée le plus palmaire possible au ras du ligament intermétacarpien), parfois un renfort par raccourcissement ou ténodèse de la junctura, enfin, pour l'auriculaire, en cas d'abductum prononcé de celui-ci, une ténotomie distale de l'abducteur du V sur P1.



9 Plasties de dossière.

A. Wheeldon.

B. Mac Coy.

C. Michon.

Parmi les procédés visant à reconstituer une sangle externe, différentes techniques ont été décrites (fig 9) :

- utilisation d'une junctura déroutée en néodossière [71] ;
- transfert de la bandelette sagittale radiale placée au bord cubital de l'extenseur [43] ;
- prélèvement d'une languette d'extenseur à pédicule distal pour reconstituer une néodossière, passée selon la technique sous la bandelette sagittale, sous le ligament intermétacarpien ou sous le ligament collatéral radial [33, 45].

Dans tous les cas, cette plastie doit être suffisamment longue pour ne pas entraver la course de l'appareil extenseur et limiter la flexion de la MP, le réglage de la suture se faisant en tension à 50° de flexion, qui est la position d'immobilisation postopératoire de 5 semaines [33]. En peropératoire, un *testing* de la stabilité de l'appareil extenseur en flexion-extension doit permettre de vérifier le maintien du tendon sur la convexité de la tête métacarpienne, quel que soit le degré de flexion de l'articulation.

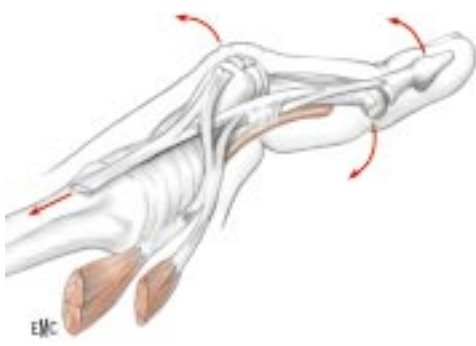
En fait, en traumatologie, ces différentes plasties sont peu utilisées, d'une part parce que le diagnostic de la lésion doit être fait dans les premiers jours et conduire rapidement à la chirurgie, d'autre part parce que, même tardivement, bandelettes sagittales et dossières restent réparables chez des sujets le plus souvent jeunes.

Syndrome de la boutonnière

La lésion de la bandelette médiane du tendon extenseur, associée à une déchirure ou à une distension du ligament triangulaire, entraîne progressivement une luxation latérale puis palmaire des bandelettes latérales, constituant une « boutonnière » à travers laquelle fait saillie l'IPP. Cette déformation associe alors une attitude en flexion de l'IPP et une hyperextension secondaire de l'IPD. Souple et réductible à sa phase initiale, elle s'enraidit progressivement, compliquant à la fois traitement et résultats.

PHYSIOPATHOLOGIE

La rupture ou l'avulsion de la bandelette médiane sur P2 entraîne un recul de l'appareil extenseur. Faute d'extension active, l'IPP se fléchit sous l'action du fléchisseur commun superficiel, alors que le ligament triangulaire se distend. Les ligaments rétinaculaires transverses se rétractent progressivement, entraînant les bandelettes latérales en avant du centre de rotation de l'IPP qui deviennent ainsi



10 Physiopathologie de la « boutonnière ».

fléchisseurs. L'articulation IPP s'insinue alors entre les bandelettes latérales, tel un bouton de chemise dans une boutonnière (fig 10). L'IPD, sous la traction de la bandelette terminale, se met en hyperextension, progressivement fixée par la rétraction des ligaments rétinaculaires obliques.

Le protocole de traitement de cette déformation autoaggravée dépend de la souplesse de cette boutonnière. Il est différent si celle-ci est réductible ou fixée par la rétraction des ligaments rétinaculaires obliques.

DIAGNOSTIC

Essentiellement clinique, il doit idéalement être fait en urgence pour permettre une prise en charge précoce, gage de bon résultat.

La lésion de la bandelette médiane de l'appareil extenseur peut être ouverte, dans le cadre d'une plaie dorsale de l'IPP entraînant une section tendineuse, associée en règle à une effraction articulaire.

Elle peut également être fermée, par avulsion de la bandelette médiane. Cette lésion se rencontre principalement dans trois circonstances, souvent de pratique sportive :

- luxation palmaire de l'IPP ;
- flexion forcée de l'IPP, doigt en extension ;
- choc direct sur la face dorsale d'une IPP fléchie.

Outre l'examen pouvant retrouver une douleur éventuellement associée à un hématome de la face dorsale de l'IPP, différents tests ont été proposés pour permettre un diagnostic précoce de rupture de la bandelette médiane [40] :

- perte de 15° à 20° d'extension active de l'IPP, poignet et articulations MP fléchis ;
- diminution de la force d'extension active contre résistance ;
- défaut de flexion passive de l'IPD quand l'IPP est maintenue en extension complète.

La radiographie de face et de profil du doigt reste le plus souvent normale, mais peut mettre en évidence l'arrachement d'un fragment osseux dorsal à la base de P2, parfois de très petite taille.

TRAITEMENT

Le traitement est fonction de l'importance de la déformation et de la gêne fonctionnelle, du délai et du stade évolutif de la lésion.

■ Lésion fraîche

En cas de plaie avec section de la bandelette médiane, celle-ci doit être réparée selon son épaisseur, soit par un point en « U » au fil non résorbable, soit par un surjet. Préalablement, une attention particulière est portée au parage, au lavage d'une éventuelle plaie articulaire associée, ainsi qu'à la fermeture cutanée après réparation. La suture tendineuse est protégée éventuellement par un brochage temporaire articulaire oblique, et de toute façon par une attelle palmaire pour 5 semaines.

En cas de rupture sous-cutanée de la bandelette médiane, le traitement est soit chirurgical selon les mêmes modalités, soit le plus souvent orthopédique. Il associe une immobilisation stricte en extension de l'articulation IPP par attelle (ou par brochage temporaire), avec un programme de mobilisation précoce de l'articulation IPD visant à dorsaliser les bandelettes latérales de l'appareil extenseur.

En cas d'avulsion d'un fragment osseux de la base de P2, le traitement est chirurgical : selon sa taille, le fragment est réinséré par une technique de *pull-out*, de brochage ou de synthèse par minivis.

■ Lésion ancienne

Le traitement à distance au stade de boutonnière « vraie » a la réputation d'être difficile et décevant. Il faut faire la différence entre boutonnière souple, où la simple réparation de la bandelette médiane suffit, et boutonnière fixée, où il est indispensable de débiter par un premier temps d'assouplissement associant rééducation et port discontinu d'une attelle dynamique d'extension pendant un minimum de 2 à 3 mois. Le but est de lutter contre la raideur en flexion de l'IPP et de favoriser la mobilisation des bandelettes latérales par des exercices actifs de l'IPD, IPP bloquée en extension.

Dans les cas les plus favorables, les amplitudes passives sont retrouvées et la possible rétraction cicatricielle de la bandelette médiane lui permet à nouveau d'assurer une extension suffisante. Ce résultat est stabilisé par le port d'une orthèse d'extension de l'IPP laissant libre l'IPD pendant une durée minimale de 2 à 3 mois.

S'il persiste une déformation gênante du doigt, le traitement chirurgical peut être alors envisagé.

Boutonnière réductible ou récente

L'appareil extenseur est abordé par une voie d'abord arciforme au dos de P1 et P2, permettant habituellement d'exposer un cal tendineux cicatriciel interposé entre la bandelette médiane et son insertion osseuse sur P2. Ce tissu est excisé au bistouri, et les différents éléments de l'appareil extenseur sont individualisés et mobilisés après avoir été décollés à la rugine de la phalange osseuse sous-jacente. La bandelette médiane reconstituée peut être ensuite suturée directement s'il persiste un moignon tendineux distal de taille suffisante (fig 11A). Dans le cas contraire, la réinsertion peut se faire au moyen d'une technique de *pull-out*, d'un tunnel transosseux ou d'un micro-ancrer type parapluie ou vis.

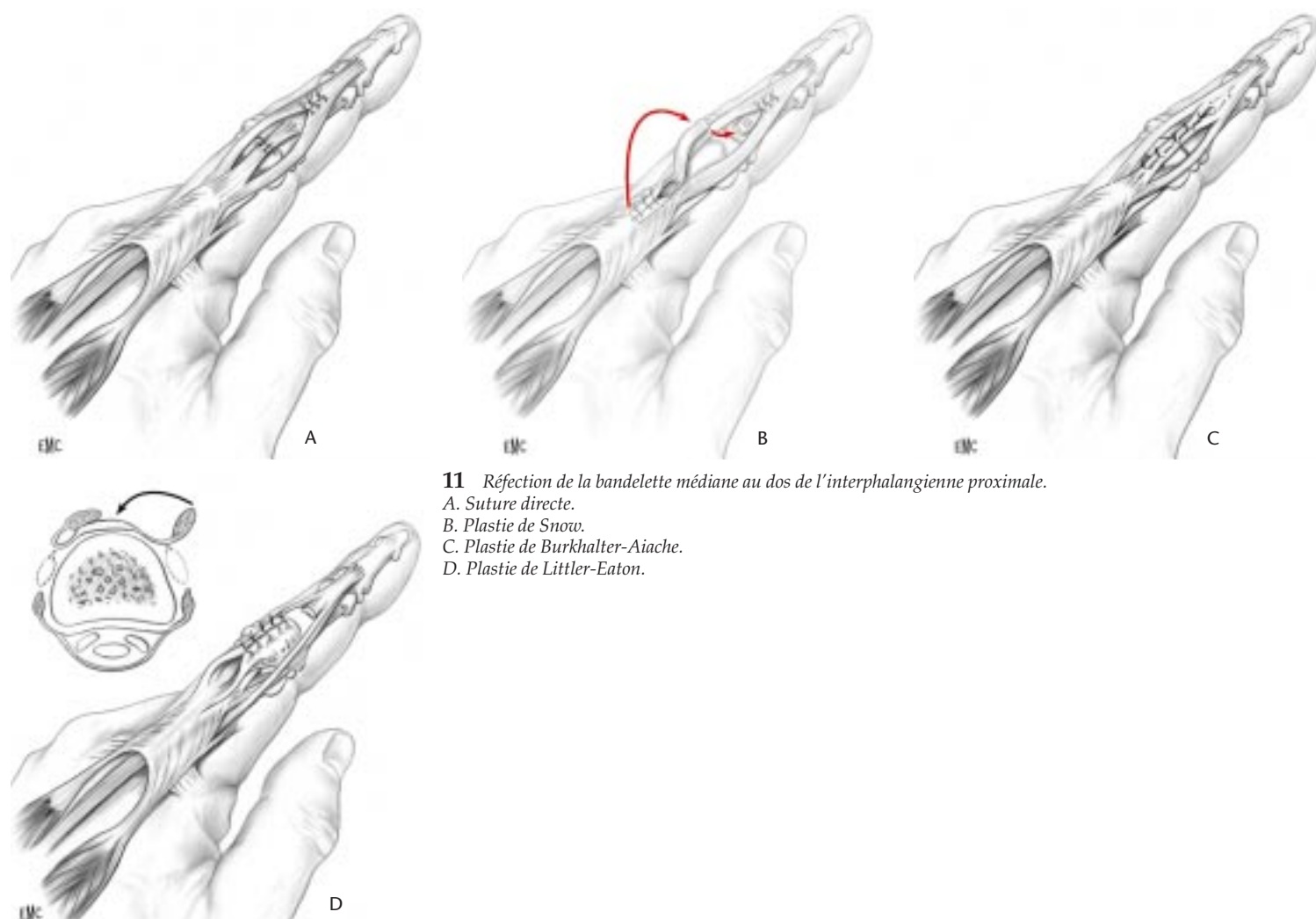
La réinsertion transosseuse se fait au moyen d'un tunnel horizontal fait à la mèche de petit diamètre à la base de P2. La surface proximale dorsale de P2 est avivée, puis l'extrémité du tendon y est appuyée par un fil non résorbable passé en cadre dans le tendon et s'insérant dans le tunnel transosseux.

Nous préférons actuellement l'utilisation de micro-ancrer intraosseux. La corticale de la face dorsale de P2 est perforée à l'aide d'une mèche à butée de diamètre adapté, puis l'ancre est introduite dans la cavité médullaire. Le tendon est alors faufilé avec le fil fixé à l'ancre, venant ainsi s'appuyer sur la corticale osseuse. Les bandelettes latérales sont solidarifiées par la réfection du ligament triangulaire faisant appel à quelques points de rapprochement des bandelettes.

En règle, cette réparation est protégée par la fixation temporaire de l'IPP en extension avec une broche oblique de Kirschner 10/10 ou 12/10 maintenue 5 semaines. La rééducation immédiate de l'IPD est autorisée afin de mobiliser les bandelettes latérales.

En cas de perte de substance importante, nous n'utilisons pas le tissu cicatriciel tendineux pour réaliser une plastie tendineuse, en raison de ses médiocres qualités mécaniques, et nous évitons de recourir aux greffes de bandelettes médianes en raison de ses résultats aléatoires. Il devient alors nécessaire de réaliser une plastie tendineuse [63]. Plusieurs techniques ont été proposées :

- la plastie de Snow [63] (fig 11B), la plus courante, consiste à retourner à 180° un lambeau rétrograde de portion proximale de la bandelette médiane pour recouvrir l'articulation IPP ; il est fixé à la base de P2 au mieux à l'aide d'une ancre micro-Mitek® ;
- la plastie de Burkhalter et Aiache [1, 10] (fig 11C) dédouble longitudinalement les deux bandelettes latérales et les suture sur la ligne médiane au dos de l'IPP ;
- la plastie de Littler-Eaton [37] (fig 11D), que nous utilisons dans les formes les plus sévères de boutonnière fixée avec enraidissement



11 Réfection de la bandelette médiane au dos de l'interphalangienne proximale.

- A. Suture directe.
B. Plastie de Snow.
C. Plastie de Burkhalter-Aiache.
D. Plastie de Littler-Eaton.

important ; les bandelettes latérales sont sectionnées en regard de P2, proximale à l'insertion des ligaments rétinaculaires obliques du tendon terminal du lombrical ; elles sont retournées sur elles-mêmes, dorsalisées et suturées bord à bord par des points séparés de PDS ou de prolène ; cette néobandelette médiane est fixée sur P2 par un micro-ancrer.

Dans tous les cas, l'IPP est maintenue en extension pendant 5 semaines par une broche oblique, mais l'IPD reste mobile grâce à l'action du lombrical et des ligaments rétinaculaires obliques.

Boutonnière fixée ou ancienne

S'il persiste un déficit d'extension supérieur à 30° malgré rééducation et attelle, ce flectum doit être corrigé avant tout geste de réparation de l'appareil extenseur.

En fonction de l'ancienneté de la lésion et de l'importance du flectum, l'intervention se fait en un ou deux temps, le premier temps consistant alors à réaliser l'arthrolyse palmaire de l'IPP, corrigée par un geste antérieur de section des freins proximaux de la plaque palmaire, éventuellement associée à une ténolyse de l'appareil fléchisseur et à une excision des faisceaux palmaires des ligaments latéraux.

– En cas d'intervention en deux temps, nous utilisons pour l'arthrolyse une voie d'abord palmaire brisée. Le deuxième temps de réparation tendineuse est effectué après plusieurs mois, un programme de rééducation quotidien et d'appareillage discontinu permettant dans l'intervalle de récupérer une mobilité IPP optimale.

– En cas d'intervention en un temps, nous utilisons une large voie d'abord arciforme dorsale à cheval sur l'IPP venant jusqu'au bord latéral du doigt, permettant l'abord simultané des structures dorsales et palmaires. Les deux ligaments rétinaculaires transverses rétractés sont sectionnés afin de permettre aux bandelettes latérales

de retrouver leur position physiologique. Lorsque l'hyperextension IPD persiste, nous réalisons une ténotomie distale de la bandelette terminale selon Dolphin^[16], pratiquée en amont de l'insertion distale du ligament rétinaculaire oblique, pour conserver en partie l'extension active de la phalange distale. Le recul de la partie proximale des bandelettes latérales ainsi libérées permet de reconstruire une bandelette médiane selon la technique de Littler-Eaton^[37].

Doigt en maillet

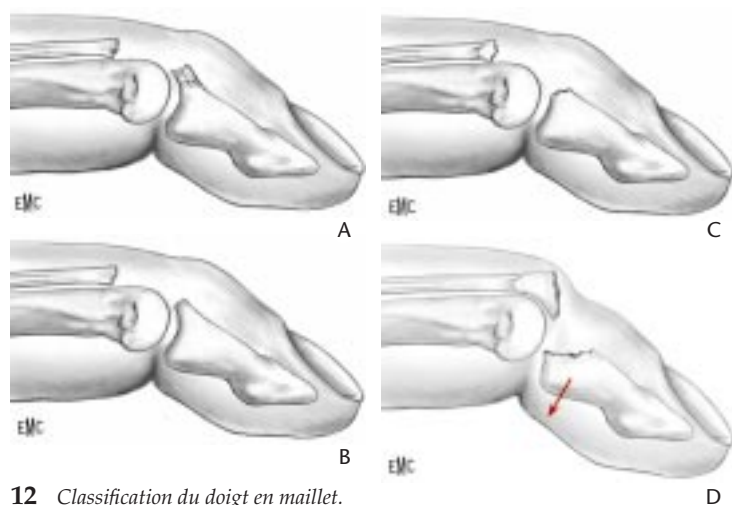
Il correspond à une déformation en flexion de la phalange distale consécutive à une lésion de l'appareil extenseur au dos de l'IPD. Très fréquent, il succède plus souvent à un traumatisme fermé qu'à une plaie du dos de l'articulation. L'atteinte des doigts longs (*mallet finger*) est beaucoup plus fréquente que celle du pouce (*mallet thumb*).

RAPPEL ANATOMIQUE

La bandelette terminale de l'extenseur, réunion des deux bandelettes latérales au dos de P2, s'insère sur presque toute la largeur de la face dorsale de la base de la phalangette, y contractant des rapports très étroits avec la capsule dorsale de l'IPD. À ce niveau, la course tendineuse est d'environ 3 à 4 mm, sachant que la première partie de l'extension active de l'IPD reste solidaire de celle de P2 par l'intermédiaire du ligament rétinaculaire entre 90° et 45° de flexion. Warren^[68] localise une zone « critique » avasculaire située de 11 à 16 mm de l'insertion ostéotendineuse.

PHYSIOPATHOLOGIE

La lésion de la bandelette terminale peut être due à des causes variées : traumatisme fermé chez le sujet jeune (accident sportif, accrochage de vêtement, accident ménager). Chez l'enfant, la lésion



12 Classification du doigt en maillet.

A. Rupture.

B. Avulsion.

C. Avulsion-fracture.

D. Fracture-subluxation.

est rare, correspondant le plus souvent à une fracture-décollement épiphysaire de P3. À l'inverse, elle peut se voir chez le sujet âgé au tendon fragilisé par une arthrose avec ostéophytose dorsale de l'IPD ou par une atteinte rhumatoïde.

CLASSIFICATION

Wilson [72] distingue quatre types de lésions (fig 12) :

- la rupture sous-cutanée du tendon extenseur quelques millimètres en amont de son insertion, entraînant un déficit d'extension active de l'IPD, incomplet en cas de continuité du ligament rétinaculaire oblique, supérieur à 45° si la rupture comprend latéralement le ligament oblique ;
- l'avulsion tendineuse au ras de son insertion sur P3 avec parfois un fragment osseux de très petite taille n'intéressant pas la surface articulaire ;
- l'avulsion-fracture avec arrachement osseux ne dépassant pas le tiers de la surface articulaire ;
- la fracture-subluxation, où le volume du fragment osseux, emportant plus du tiers de la surface articulaire dorsale de la base de P3, entraîne une subluxation palmaire de l'IPD sous l'effet du fléchisseur commun profond.

ÉVOLUTION

L'appareil extenseur possède des capacités spontanées de cicatrisation. Du fait de la rétraction du bout proximal, pouvant atteindre 10 mm, le cal tendineux fibreux entraîne :

- un défaut d'extension active de P3 par cal tendineux trop long, qui peut cependant s'améliorer spontanément progressivement [69] ;
- une hyperextension d'adaptation de l'IPP, toute l'action de l'appareil extenseur se concentrant sur cette articulation, réalisant une déformation en « col de cygne », plus marquée chez le sujet hyperlaxe ;
- tardivement, du fait de l'organisation définitive des lésions, ce col de cygne devient fixé, associant une raideur en flexion de l'IPD, une limitation de la flexion active de l'IPP dont les premiers degrés s'accompagnent d'un pseudoressaut au passage de l'hyperextension à la position neutre.

CLINIQUE

En cas de traumatisme ouvert avec plaie dorsale, le diagnostic peut être évident devant un défaut d'extension active de l'IPD. Même si cela n'est pas le cas, une exploration chirurgicale s'impose pour réparation d'une plaie partielle et lavage de l'articulation sous-jacente très fréquemment ouverte.

Les ruptures sous-cutanées ou avulsions distales fermées de la bandelette terminale entraînent un défaut d'extension active de l'IPD

et une flexion permanente de P3, souvent peu ou non douloureuses, expliquant certains retards de consultation.

La possibilité de fracture associée de P3 [70] impose une radiographie systématique de l'articulation de face et surtout de profil afin de rechercher un arrachement osseux volumineux qui s'accompagnerait d'une subluxation palmaire de l'IPD.

TRAITEMENT

Malgré son caractère banal, voire anodin, le traitement d'un doigt en maillet reste exigeant dans sa réalisation et surtout sa surveillance.

■ Réparation primitive

Traumatisme ouvert

Toute plaie au dos de l'IPD nécessite une exploration chirurgicale systématique du fait de l'éventuelle effraction articulaire associée, ainsi que de la possibilité de plaie partielle de la bandelette terminale qui se complèterait secondairement à la faveur d'un traumatisme forcé.

La réparation chirurgicale de l'extenseur nécessite d'agrandir en baïonnette la plaie initiale, généralement transversale ou discrètement oblique, tout en respectant la matrice unguéale toute proche. La suture tendineuse est assurée rarement par un point en cadre, plus souvent du fait du caractère étalé de la bandelette terminale par un surjet bord à bord. En l'absence de risque infectieux (plaie contuse), cette suture est protégée par un brochage préalable axial ou oblique, en extension ou discrète hyperextension de l'IPD, conservé 6 semaines postopératoires, de même que l'attelle palmaire de complément laissant libre l'IPP.

Lorsque la plaie est contuse, la primauté doit être laissée à la couverture cutanée, protégeant la suture tendineuse par un lambeau local. Parfois, les conditions sont telles que toute réparation tendineuse est impossible, obligeant à maintenir l'articulation en extension pendant 6 semaines postopératoires, comptant sur la formation d'un cal tendineux d'efficacité suffisante pour éviter une intervention secondaire.

Enfin, une arthrodèse de l'IPD peut être préférée d'emblée en cas de lésion complexe avec perte de substance ostéocartilagineuse, tendineuse et/ou cutanée.

Traumatisme fermé

• Traitement orthopédique

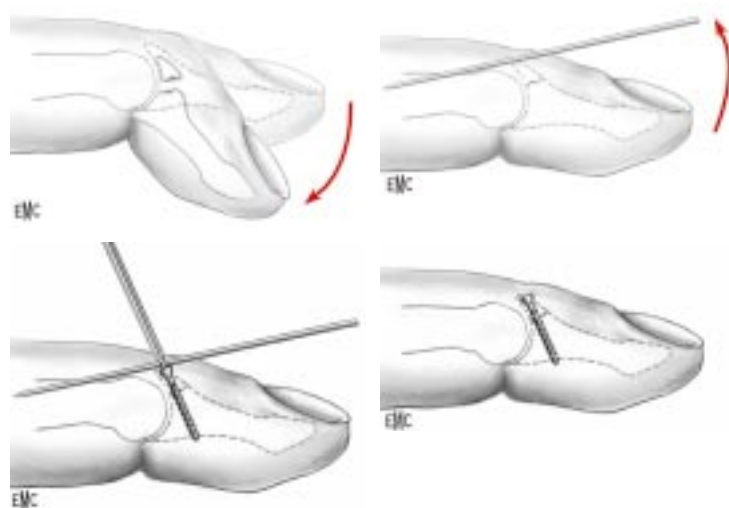
Il consiste en l'immobilisation stricte de l'IPD pendant la durée de cicatrisation spontanée de l'appareil extenseur par une attelle P2-P3, plus souvent palmaire que dorsale en raison de la fragilité du revêtement cutané dorsal et du risque d'escarre [14].

Elle est positionnée en discrète hyperextension de l'IPD distale, contrôlée idéalement par le praticien lui-même de façon hebdomadaire pendant les 6 semaines d'immobilisation stricte. L'articulation IPP doit être laissée libre, bien que certains préfèrent l'immobiliser en flexion pendant les 2 à 3 premières semaines. Cette attelle « artisanale » peut être remplacée par une attelle « sabot » [54], qui a le double inconvénient de ne pas assurer une extension stricte et de favoriser la macération. Après 6 semaines d'immobilisation, des exercices d'autorééducation sont entrepris, protégés par la mise en place d'une attelle nocturne pour 2 semaines complémentaires. Il persiste souvent à ce stade un déficit d'extension active d'environ 10° à 15° qui se corrige spontanément par rétraction du cal tendineux [9].

• Traitement chirurgical

En urgence, certains proposent, pour assurer une meilleure immobilisation de l'IPD, un brochage percutané oblique ou longitudinal en légère hyperextension [11].

Sinon, les indications de réparation chirurgicale en urgence d'un doigt en maillet restent exceptionnelles, limitées à la fracture articulaire avec fragment volumineux et surtout subluxation palmaire de l'IPD qui est alors l'indication d'une reposition à ciel



13 Brochage percutané de Yamanaka.

ouvert. Évitant toute ostéosynthèse volumineuse, de nombreux procédés de réinsertion osseuse ont été proposés :

- pull-out palmaire ;
- suture assistée utilisant le procédé du *barb-wire* de Jennings, dont l'ardillon prend appui sur le tendon et le fragment osseux ;
- brochage percutané, dont la technique de Yamanaka^[74] (fig 13) utilisant une broche d'arthrorise dorsale provisoire permet d'appliquer le fragment osseux sur P3 lors de la mise en extension de l'IPD, broche qui est retirée après brochage ou vissage percutané de ce fragment ; cette technique paraît intéressante pour la réduction et la synthèse de la fracture, ce qui autoriserait, selon les auteurs, une rééducation rapide de l'IPD ;
- fixation osseuse par micro-ancre.

Réparation secondaire

L'abstention thérapeutique peut être raisonnablement préférée devant une déformation peu marquée et une gêne fonctionnelle modérée, a fortiori s'il existe un enraidissement articulaire associé.

Le traitement orthopédique par immobilisation digitale distale reste proposé jusqu'à la quatrième semaine suivant le traumatisme, sachant cependant qu'à partir de la troisième semaine, le risque d'échec de ce traitement conservateur augmente considérablement.

Le traitement chirurgical, de réalisation précise, n'est indiqué que dans les déformations en maillet entraînant une gêne fonctionnelle. La multiplicité des procédés préconisés est le témoin de la difficulté de ce traitement et du caractère souvent incomplet des résultats :

- plicature et greffe tendineuse (de petit ou grand palmaire ou de ligament rétinaculaire dorsal), actuellement abandonnées ;
- exérèse simple du cal tendineux, par une voie d'abord en baïonnette dorsale, complétée par un surjet transversal bord à bord



15 Technique SORL (spiral oblique retinacular ligament) de Littler et Thompson.

et protégée par un brochage en va-et-vient transarticulaire en extension de l'IPD distale conservé 6 semaines, qui est la technique la plus anatomique ;

- ténodermodèse (fig 14), réséquant largement et simultanément, en quartier d'orange, cal tendineux-peau et tissu sous-cutané, suivie d'une suture « monobloc » prenant peau et tendon, éventuellement protégée par un brochage postopératoire et de toute façon par une immobilisation de 5 à 6 semaines (ténodermodèse de Brooks-Graner)^[2] qui est une alternative à la résection-suture ;
- ténotomie de la bandelette moyenne de l'extenseur en amont de l'IPD (procédé de Fowler^[24, 29]), qui permet de rééquilibrer l'appareil extenseur par rétraction proximale de la bandelette terminale et du cal fibreux trop long. Cette intervention, simple, réalisée par une courte incision oblique au dos de P2 et suivie d'une mobilisation immédiate, est indiquée dans les doigts en maillet anciens avec déficit modéré d'extension active de l'IPD et col de cygne réductible et souple ; en cas de col de cygne plus sévère, Littler et Thompson^[57] proposent une greffe de petit palmaire en spirale (*spiral oblique retinacular ligament* [SORL]), dont le trajet à travers deux tunnels transosseux réalise une ténodèse active en reconstruisant le ligament rétinaculaire oblique, qui corrige simultanément flexion de l'IPD et hyperextension de l'IPP (fig 15) ;
- enfin, arthrodèse en position physiologique (réglée, de l'index à l'auriculaire, de 5° à 20° de flexion) réservée en cas d'articulation distale douloureuse, enraidie en position vicieuse, a fortiori s'il existe une subluxation palmaire invétérée de l'IPD.

INDICATIONS

Au total, le doigt en maillet reste en urgence l'indication d'un traitement orthopédique correctement réalisé et régulièrement suivi pendant les 6 semaines de cicatrisation tendineuse spontanée.

La chirurgie se limite :

- aux traumatismes ouverts, du fait du risque de plaie articulaire associée ;
- aux fractures articulaires avec gros fragment déplacé et surtout subluxation palmaire de l'IPD ;



14 Ténodermodèse de Brooks-Graner.

– dans les formes tardives, aux échecs du traitement orthopédique fonctionnellement gênants ; la résection-suture du cal tendineux protégée par brochage est pour nous la solution la plus simple préférable à la ténodermodèse ; en cas de col de cygne modéré, la simple ténotomie de la bandelette médiane de l'extenseur selon Fowler est le procédé de choix car le plus économique, alors que les cols de cygne plus sévères exigent des techniques plus sophistiquées de type SORL ; enfin, l'arthrodèse devient indiquée dans les formes anciennes enraidies et surtout douloureuses.

Cas particulier du pouce

ZONES T1 ET T2

La dossière de l'adducteur limitant la rétraction de l'EPL, toutes les lésions siégeant en distal par rapport à la MP et à la dossière sont assimilables.

L'avulsion sous-cutanée distale du LEP, réalisant un pouce en maillet, est une lésion rare contrairement à sa plaie au dos de l'IP. Dans les deux cas, toute extension active de l'IP est rendue impossible.

En cas de pouce en maillet, le traitement généralement admis est orthopédique, assuré par une attelle d'extension du poignet et de la colonne du pouce pour 3 semaines, puis n'immobilisant que l'IP en extension pour 3 semaines complémentaires. Enfin, l'attelle est portée la nuit et lors des activités à risque jusqu'à la fin de la huitième semaine. Pour certains, le traitement peut être chirurgical, comparable à la réparation d'une lésion ouverte :

– en cas de plaie très distale, la suture est réalisée par un fin surjet « bord à bord », protégé par un brochage temporaire de 6 semaines ;

– au dos de P1, le tendon est suturé par un point en cadre complété par un surjet, mais sans brochage ; l'immobilisation complémentaire est systématique, identique à celle d'un pouce en maillet.

Les lésions anciennes ne diffèrent pas de celles des doigts longs et sont traitées de façon identique.

ZONE T3

Ce sont les plaies dorsales les plus fréquentes du pouce, associant à des degrés variables une lésion de l'EPL, de l'EPB et de leurs structures stabilisatrices au dos de la MP. L'EPB est suturé séparément de l'EPL ou réinséré sur la base de P1. Si besoin, la dossière est réparée afin d'éviter une déformation en boutonnière en rapport avec une luxation latérale de l'EPL. Le poignet et la MP sont immobilisés en extension pour 5 semaines, de même que l'IP en cas de lésion de l'EPL.

ZONES T4 ET T5

On distingue, comme en distal, plaie et rupture sous-cutanée.

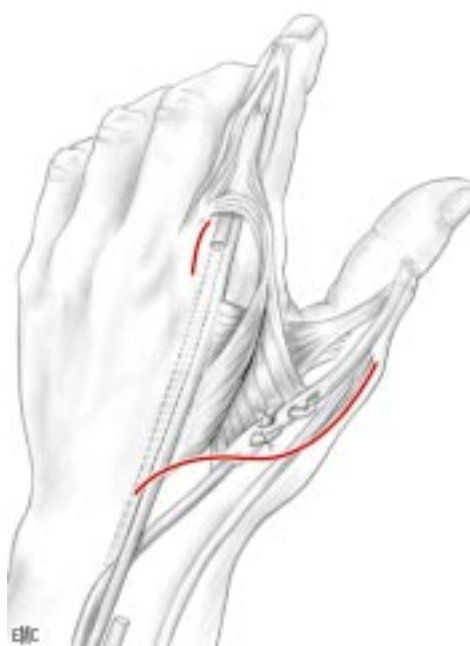
■ Plaies

À ce niveau, toute plaie présente trois particularités :

– l'atteinte simultanée de la branche antérieure sensitive du nerf radial ou de ses divisions est particulièrement fréquente et peut être la source de névromes rebelles et invalidants ;

– les tendons (EPL, EPB et APL) sectionnés conjointement peuvent se rétracter loin sous le rétinaculum dorsal ou en amont de celui-ci ; ils doivent alors être recherchés dans leurs compartiments respectifs, ou plus en amont, sous l'EDC, par une contre-incision dorsale à l'avant-bras ; en fin d'intervention, un éventuel accrochage de la suture à l'entrée de sa coulisse ostéofibreuse peut obliger à ouvrir la partie distale du compartiment correspondant, mais le rétinaculum dorsal ne doit pas être incisé sur toute sa longueur, du fait du double risque d'instabilité tendineuse et d'adhérences postopératoires ;

– les pertes de substance de l'EPB en zones T4 et T5 doivent être traitées préférentiellement par ténodèse de l'EPL sur l'EPB ; en cas de lésion ancienne conjointe des deux tendons, on privilégie toujours la réparation de l'EPL par suture secondaire directe, greffe ou éventuel transfert tendineux.



16 Transfert de l'extensor indicis proprius (EIP) sur l'extensor pollicis longus (EPL).

■ Rupture sous-cutanée de l'EPL

Elle siège habituellement en regard du tubercule de Lister, où l'EPL possède une portion vulnérable car peu vascularisée^[44]. La rupture peut survenir dans le cadre d'une ténosynovite rhumatismale ou tuberculeuse, ou d'une hyperutilisation (microtraumatismes), mais la cause la plus fréquente est traumatique. Elle succède à un choc direct sur le dos du poignet ou à une fracture du radius distal, même peu ou pas déplacée^[26], l'œdème ou l'hématome formé dans sa gaine étanche étant source d'ischémie puis de rupture du tendon. Celle-ci peut passer inaperçue, retardant le diagnostic, et ne donner qu'une faiblesse à l'extension de l'IP assurée partiellement par les dossières. Le signe clinique constant de rupture est le défaut de rétropulsion active : décoller le pouce, main posée à plat, devient impossible.

La rétraction et la mauvaise qualité des extrémités tendineuses empêchent la suture directe de l'EPL. Sa réparation doit être faite par greffe, ou mieux par transfert tendineux, qui semble donner les meilleurs résultats^[41, 50].

Grefte tendineuse

On utilise habituellement comme greffon libre le petit palmaire (palmaris longus), fixé selon Pulvertaft^[49] aux deux extrémités tendineuses de part et d'autre du rétinaculum dorsal, en vérifiant que les sutures volumineuses ne viennent pas en butée. Pour redonner une rétropulsion au pouce, la greffe doit emprunter le trajet le plus anatomique, au mieux dans le troisième compartiment.

Transfert tendineux

L'EIP possède une course comparable à celle de l'EPL et surtout une synergie naturelle, rendant son transfert tout particulièrement intéressant chez les personnes âgées. La vérification clinique préopératoire de la présence de l'EIP, en demandant au patient de « faire les cornes » avec l'index et l'auriculaire, reste classique, bien que ce tendon semble constant^[27, 67].

L'EIP est prélevé par une contre-incision sur le bord ulnaire de la MP, strictement en amont de la dossière de l'interosseux qui est respectée. Par une incision sinueuse centrée au dos de M1, le tendon est récupéré à la base M2, puis suturé au moignon distal de l'EPL selon Pulvertaft (fig 16). La tension du transfert doit donner une rétropulsion automatique du pouce en flexion du poignet et permettre une flexion passive de l'IP en extension du poignet. Une attelle plâtrée palmaire immobilise la totalité de la colonne du pouce en extension et rétropulsion, poignet en extension, pour 5 semaines.

Références

- [1] Aiache A, Barsky AJ, Weiner DL. Prevention of boutonnière deformity. *Plast Reconstr Surg* 1970 ; 46 : 164-167
- [2] Albertini VM. Procédé de Brooks-Graner. In : Tubiana R éd. Traité de chirurgie de la main. Paris : Masson, 1986 ; tome 3 : 121-125
- [3] Albright JA, Linburg RM. Common variations of the radial wrist extensors. *J Hand Surg Am* 1978 ; 3 : 134-138
- [4] Allieu Y. L'utilisation du *barb-wire* de Jennings en chirurgie de la main. Notes de catamnèse. *Ann Chir* 1977 ; 31 : 359-361
- [5] Allieu Y, Asencio G, Gomis R, Tessier J, Rouzeaud JC. Suture des tendons extenseurs de la main avec mobilisation assistée : à propos de 120 cas. *Rev Chir Orthop* 1984 ; 70 (suppl II) : 68-73
- [6] Araki S, Ohtani T, Tanaka T. Acute dislocation of the extensor digitorum communis tendon at the metacarpophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Am* 1987 ; 69 : 616-619
- [7] Bade H, Krolak C, Koebke J. Fibrous architecture of the dorsal aponeurosis of the thumb. *Anat Rec* 1995 ; 243 : 524-530
- [8] Brunelli GA, Brunelli GR. Anatomy of the extensor pollicis brevis muscle. *J Hand Surg Br* 1992 ; 17 : 267-269
- [9] Brzeziński MA, Schneider LH. Extensor tendon injuries at the distal interphalangeal joint. *Hand Clin* 1995 ; 11 : 373-386
- [10] Burkhalter WE, Carneiro RS. Correction of the attritional boutonnière deformity in high ulnar nerve paralysis. *J Bone Joint Surg Am* 1979 ; 61 : 131-134
- [11] Casscells SW, Strange TB. Intramedullary wire fixation of mallet finger. *J Bone Joint Surg Am* 1969 ; 51 : 1018-1019
- [12] Chammas M. Lésions traumatiques récentes de l'appareil extenseur digital au poignet et à la main. In : Cahiers d'enseignement du GEM n° 11. Paris : Expansion Scientifique Française, 1999 : 33-51
- [13] Cheveigné (de) C. Anatomie et physiologie des chaînes digitales. In : Cahiers d'enseignement du GEM n° 3. Paris : Expansion Scientifique Française, 1991 : 1-15
- [14] Crawford GP. The moulded polyethylene splint for mallet finger deformities. *J Hand Surg Am* 1984 ; 9 : 231-237
- [15] Dawson S, Barton N. Anatomical variations of the extensor pollicis brevis. *J Hand Surg Br* 1986 ; 11 : 378-381
- [16] Dolphin JA. Extensor tenotomy for chronic boutonnière deformity of the finger: report of two cases. *J Bone Joint Surg Am* 1965 ; 47 : 161-164
- [17] Doyle JR. Extensor tendons. Acute injuries. In : Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC eds. Green's operative hand surgery. New York : Churchill Livingstone, 1999 : 1950-1987
- [18] Elliot D, McGrouther DA. The excursions of the long extensors tendons of the hand. *J Hand Surg Br* 1986 ; 11 : 77-80
- [19] Evans R. Immediate active short arc motion following extensor tendon repair. *Hand Clin* 1995 ; 11 : 483-512
- [20] Evans RB, Burkhalter WE. A study of the dynamic anatomy of extensor tendons and implications for treatment. *J Hand Surg Am* 1986 ; 11 : 774-779
- [21] Fabrizio PA, Clemente FR. A variation in the organization of abductor pollicis longus. *Clin Anat* 1996 ; 9 : 371-375
- [22] Fontaine C. Muscles intrinsèques de la main. In : Cahiers d'enseignement du GEM n° 11. Paris : Expansion Scientifique Française, 1999 : 1-15
- [23] Foucher G, Debry R, Merle M, Dury M. Le traitement des pertes de substances dorsales au niveau de l'articulation interphalangienne proximale des doigts. *Ann Chir Plast Esthét* 1986 ; 31 : 129-136
- [24] Fowler SB. The management of tendon injuries. *J Bone Joint Surg Am* 1959 ; 41 : 579-580
- [25] Garrett WE, Nikolaou PK, Ribbeck BM, Glisson RR, Seaber AV. The effect of muscle architecture on the biomechanical failure properties of skeletal muscle under passive extension. *Am J Sports Med* 1988 ; 16 : 7-12
- [26] Gomis R. Complications tendineuses des fractures du radius distal. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 67 : Fractures du radius distal de l'adulte. Paris : Expansion Scientifique Française, 1998 : 280-290
- [27] Gonzalez MH, Weinzeig N, Kay T, Grindel S. Anatomy of the extensor tendons to the index finger. *J Hand Surg Am* 1996 ; 21 : 988-991
- [28] Guinard D, Lantuejoul JP, Gerard PH, Moutet F. Mobilisation précoce protégée par appareillage de Levame après réparation primaire des tendons extenseurs de la main. *Ann Chir Main* 1993 ; 12 : 342-351
- [29] Harris C. The Fowler operation for mallet finger. *J Bone Joint Surg Am* 1966 ; 48 : 613
- [30] Kenesi C, Deroide JP, Lepinard V. Les tendons extenseurs du pouce : étude anatomique de 100 dissections. *Arch Anat Pathol* 1969 ; 17 : 264-268
- [31] Kessler I. The « grasping » technique for tendon repair. *Hand* 1973 ; 5 : 253-255
- [32] Khandwala AR, Webb J, Harris SB, Foster AJ, Elliot D. A comparison of dynamic extension splinting and controlled active mobilization of complete divisions of extensor tendons in zones V and VI. *J Hand Surg Br* 2000 ; 25 : 140-146
- [33] Kilgore ES, Graham WP, Newmeyer WL, Brown L. Correction of ulnar subluxation of the extensor communes. *Hand* 1975 ; 7 : 272
- [34] Le Viet D, Ebelin M, Loy S. Luxation traumatique de l'appareil extenseur au dos de l'articulation métacarpophalangienne de l'auriculaire. *Ann Chir Main* 1991 ; 10 : 273-279
- [35] Le Viet D, Lantieri L. Luxation cubitale du long extenseur du pouce. Étude anatomique et clinique. *Ann Chir Main* 1993 ; 12 : 173-181
- [36] Lemmen MH, Schreuders TA, Stam HJ, Hovius SE. Evaluation of restoration of extensor pollicis function by transfer of the extensor indicis. *J Hand Surg Br* 1999 ; 24 : 46-49
- [37] Littler JW, Eaton RG. Redistribution of forces in the correction of the boutonnière deformity. *J Bone Joint Surg Am* 1967 ; 49 : 1267-1274
- [38] Loy S, Ebelin M, Nordin JY. Rupture sous-cutanée des tendons extenseurs de l'index à la jonction musculotendineuse chez un jeune gymnaste. *La Main* 1997 ; 2 : 25-31
- [39] Lung LK. Early controlled active mobilization with dynamic splintage for treatment of extensor tendon injuries. *J Hand Surg Am* 1990 ; 15 : 251-257
- [40] Mansat M, Chaffai MA, Delprat J. Lésions traumatiques des tendons extenseurs de la main. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-058-A-10, 1989 : 1-12
- [41] Masméjan E, Le Bellec Y, Alnot JY. Lésions traumatiques des tendons extenseurs de la main. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-058-A-10, 2000 : 1-12
- [42] Mason ML. Rupture of tendons of the hand. *Surg Gynecol Obstet* 1930 ; 50 : 611
- [43] McCoy FJ, Winsky AJ. Lumbrical loop operation for luxation of the extensor tendons of the hand. *J Plast Reconstr Surg* 1969 ; 44 : 142-146
- [44] McMaster PE. Late ruptures of extensor and flexor pollicis longus after Colle's fractures. *J Bone Joint Surg* 1932 ; 14 : 93-101
- [45] Michon J. Les déséquilibres de l'appareil extenseur dans la région métacarpophalangienne. *Ann Chir* 1971 ; 25 : 19-20-981-986
- [46] Newport ML, Blair WF, Steyer CM. Long-term results of extensor tendon repair. *J Hand Surg Am* 1990 ; 15 : 961-966
- [47] Newport ML, Pollack GR, Williams CD. Biomechanical characteristics of suture techniques in extensors zone IV. *J Hand Surg Am* 1995 ; 20 : 650-656
- [48] Ogura T, Inoue H, Tanabe G. Anatomic and clinical studies of the extensor digitorum brevis manus. *J Hand Surg Am* 1987 ; 12 : 100-107
- [49] Pulvertaft RG. Tendon grafts for flexor tendons injuries in the finger and thumb: a study of techniques and results. *J Bone Joint Surg Br* 1954 ; 36 : 175-194
- [50] Rizzo C, Alnot JY, Rostoucher P. Résultats du traitement chirurgical des ruptures de l'extensor pollicis longus. *La Main* 1999 ; 4 : 243-251
- [51] Rouzeaud JC. L'appareillage et la rééducation dans les lésions traumatiques des tendons fléchisseurs et extenseurs à la main. In : Cahiers d'enseignement du GEM n° 3. Paris : Expansion Scientifique Française, 1991 : 17-36
- [52] Saldana MJ, McGuire RA. Chronic painful subluxation of the metacarpal phalangeal extensor tendons. *J Hand Surg Am* 1986 ; 11 : 420-423
- [53] Snow JW. Use of retrograde tendon flap in repairing a severed extensor tendon in the PIP joint area. *Plast Reconstr Surg* 1973 ; 51 : 555-558
- [54] Stark HH, Boyes JH, Wilson JN. Mallet finger. *J Bone Joint Surg Am* 1962 ; 44 : 1061-1068
- [55] Takami H, Takahashi S, Ando M, Suzuki K. Traumatic rupture of the extensor tendon at the musculotendinous junction. *J Hand Surg Am* 1995 ; 20 : 474-477
- [56] Testut L, Jacob O. Traité d'anatomie topographique. Paris : Doin, 1909 : tome 2 : 758-760
- [57] Thompson JS, Littler JW, Upton J. The spiral oblique retinacular ligament (SORL). *J Hand Surg Am* 1978 ; 3 : 482-487
- [58] Tsuge K, Ikuta Y, Matsuishi Y. Repair of flexor tendons by intratendinous suture. *J Hand Surg Am* 1977 ; 2 : 436-440
- [59] Tubiana R. Les mouvements de la main. In : Tubiana R éd. Traité de chirurgie de la main. Paris : Masson, 1980 ; tome 1 : 67-104
- [60] Tubiana R. Lésions des tendons extenseurs au niveau du dos du poignet et de la main. In : Tubiana R éd. Traité de chirurgie de la main. Paris : Masson, 1983 ; tome 3 : 168-173
- [61] Tubiana R, Valentin P. The anatomy of the extensor apparatus of the finger. *Surg Clin North Am* 1964 ; 44 : 897-918
- [62] Vaienti L, Merle M. Lésions de l'appareil extenseur. In : Merle M, Dautel G éd. La main traumatique. Paris : Masson, 1997 : 233-250
- [63] Vaienti L, Merle M. Chirurgie secondaire de l'appareil extenseur des doigts. In : Merle M, Dautel G éd. La main traumatique. Paris : Masson, 1995 ; vol 2 : 93-114
- [64] Van Meirhaeghe J, Vercauteren M. Traumatic dislocation of the extensor tendons over the fifth metacarpal joint. *J Hand Surg Br* 1989 ; 14 : 350-351
- [65] Van deputte G, De Smet L. Avulsion of both extensor carpi radialis tendons: a case report. *J Hand Surg Am* 1999 ; 24 : 1286-1288
- [66] Verdan C, Michon J. Le traitement des plaies des fléchisseurs des doigts. *Rev Chir Orthop* 1961 ; 47 : 285-425
- [67] Von Schoeder HP, Botte MJ. Anatomy of the extensor tendons of the fingers: variations and multiplicity. *J Hand Surg Am* 1995 ; 20 : 27-31
- [68] Warren RA, Kay NR. The microvascular anatomy of the distal digital extensor tendon. *J Hand Surg Br* 1988 ; 13 : 161-163
- [69] Warren RA, Kay NR, Ferguson DG. Mallet finger: comparison between operative and conservative management in those cases failing to be cured by splintage. *J Hand Surg Br* 1988 ; 13 : 159-160
- [70] Wehbe MA, Schneider LH. Mallet fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1984 ; 66 : 658-669
- [71] Wheelton FT. Recurrent dislocation of extensors tendons in the hand. *J Bone Joint Surg Br* 1954 ; 36 : 612-617
- [72] Wilson RL, Fleming F. Treatment of acute extensor tendon injuries. In : Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ eds. Tendon and nerve surgery in the hand, a third decade. St Louis : CV Mosby, 1997 : 567-576
- [73] Wood VE. The extensor carpi radialis intermedius tendon. *J Hand Surg Am* 1988 ; 13 : 242-245
- [74] Yamanaka K, Sasaki T. Treatment of mallet fractures using compression fixation pins. *J Hand Surg Br* 1999 ; 24 : 358-360

Lésions récentes des fléchisseurs des doigts

T Dubert
P Voche
N Osman
A Dinh

Résumé. – Les plaies des tendons fléchisseurs continuent à poser des problèmes thérapeutiques difficiles, notamment en zone 2. Au cours des 30 dernières années, les modalités de traitement ont considérablement évolué. Ces progrès ont été liés d'abord à une meilleure compréhension de la physiologie de la cicatrisation et il est maintenant unanimement accepté que la réparation des fléchisseurs doit être réalisée en urgence, par une suture directe primitive, et doit être suivie d'une rééducation précoce.

Le bénéfice de la rééducation active d'emblée est apparu plus récemment : la mise en tension axiale de la suture favorise la cicatrisation, diminue le risque d'adhérences et atténuerait la fragilisation temporaire du cal pendant les 3 premières semaines. Toutefois, les contraintes exercées sur la suture sont plus importantes qu'avec les protocoles de mobilisation passive. La résistance initiale de la suture est donc apparue comme le paramètre déterminant, ce qui a suscité de très nombreuses études *in vitro* et chez l'animal ces 2 dernières années. Ces études ont précisé les modalités tridimensionnelles du passage du fil et la supériorité des points à quatre segments longitudinaux. Ces résultats expérimentaux ne peuvent plus être ignorés par les chirurgiens appelés à réaliser des sutures de tendons fléchisseurs.

© 2003 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : tendons fléchisseurs, réparation primitive, cicatrisation tendineuse, rééducation active.

Physiologie de la cicatrisation des tendons fléchisseurs

INTRODUCTION

Les plaies des tendons fléchisseurs conservent encore, et à raison, une mauvaise réputation, principalement en zone 2. Cette réputation a longtemps reposé sur la méconnaissance de la nutrition, des modalités de cicatrisation tendineuse et des facteurs les influençant. Les progrès effectués ces deux dernières décennies sur la connaissance du métabolisme physiopathologique et traumatique des tendons fléchisseurs devraient aboutir à une attitude thérapeutique plus objective, garante de l'obtention de meilleurs résultats.

RAPPEL ANATOMIQUE

Les tendons fléchisseurs ont une structure fasciculaire hélicoïdale à section grossièrement hexagonale. Ces fascicules sont séparés entre eux par des canalicules ou sillons interfasciculaires dans lesquels chemine la nutrition vasculaire, lymphatique et synoviale [14, 25, 31].

NUTRITION

La nutrition tendineuse comprend l'apport vasculaire, le réseau lymphatique et la diffusion synoviale. Le rôle important de cette diffusion synoviale a été plus récemment mis en évidence.

■ Vascularisation

Les tendons ne sont pas des structures avasculaires. Il faut distinguer la distribution vasculaire intratendineuse de l'apport vasculaire extratendineux (fig 1).

Conception classique

Elle repose sur des travaux anatomiques et physiologiques déjà anciens [110].

• Distribution intratendineuse

Réseau interfasciculaire : Edwards [31] a montré que chaque fascicule est entouré par une série de vaisseaux longitudinaux de type artériolaire cheminant dans les canalicules et sillons interfasciculaires.

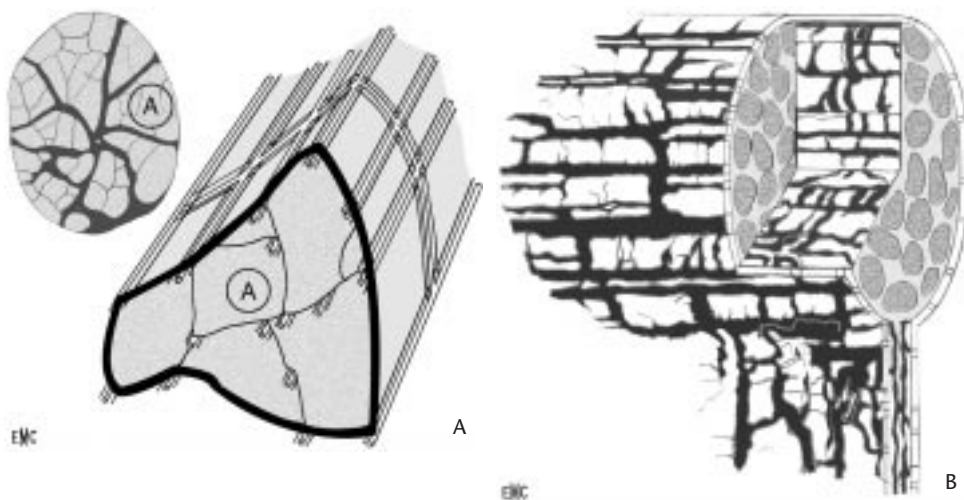
Réseau périfasciculaire : les vaisseaux interfasciculaires sont reliés au réseau superficiel par des vaisseaux de même taille de direction transversale cheminant autour et entre les fascicules. De ce plexus artériolaire naissent des boucles capillaires qui se distribuent dans les fascicules mais sans pénétrer les amas collagènes. Il existe donc une certaine pauvreté vasculaire au plus profond du tendon.

• Distribution extratendineuse

Si la distribution vasculaire intratendineuse est assez uniforme tout le long du tendon, la variation se situe au niveau extratendineux pour lequel quatre zones ont été classiquement décrites [14]. Nous avons distingué au sein de la portion intrasynoviale le système spécifique aux gaines digitales.

– Jonction musculotendineuse : le réseau capillaire entourant chaque fibre musculaire (qui devient une fibre collagène tendineuse) ne se

Thierry Dubert : Ancien interne des hôpitaux de Paris, ancien chef de clinique.
Philippe Voche : Ancien interne des hôpitaux de Paris, ancien chef de clinique.
Nicolas Osman : Ancien interne des hôpitaux de Paris, ancien chef de clinique.
Antonio Dinh : Ancien interne des hôpitaux de Paris, ancien chef de clinique.
Clinique la Francienne, 16, avenue de l'Hôtel-de-Ville, 77340 Pontault-Combault, France.



1 Vascularisation intratendineuse interfasciculaire (A) et périfasciculaire (B).

prolonge pas dans le tendon. En revanche, les artérioles situées sur le périmysium s'anastomosent avec les vaisseaux interfasciculaires, de même pour les vaisseaux de l'épimysium avec ceux de l'épitenon [31, 132].

– Jonction ostéotendineuse : les vaisseaux interfasciculaires ne reçoivent pas d'apport supplémentaire. Après un coude de 90°, ils s'anastomosent avec le réseau plexique des fins vaisseaux périostés. Les fibres collagènes se poursuivent dans le tissu osseux [31].

– Zones extrasynoviales : le tendon est entouré d'un tissu conjonctif lâche appelé paratendon dont les propriétés naturelles sont la plasticité, la flexibilité et la pliability. À la partie proximale du tendon, les vaisseaux paratendineux sont en continuité avec le réseau musculaire superficiel. Entre les extrémités, un apport transversal étagé provient des vaisseaux des membres.

– Gaines synoviales carpiennes : le paratendon est ici remplacé par une gaine synoviale à deux feuillets appelée mésotendon. L'apport vasculaire externe est assuré par de fins vaisseaux. Zbrodowski et al [132] ont montré que ces vaisseaux sont issus pour les doigts longs du réseau anastomotique carpien, de l'arcade palmaire profonde et des artères intermétacarpiales. La gaine synoviale comporte elle-même un fin réseau capillaire en surface alimenté plus en profondeur par un réseau plexique artériolaire. Le mésotendon reçoit une vascularisation étagée segmentaire (tous les 2 à 3 cm environ) se distribuant par des arcades vasculaires. L'apport majeur de la gaine carpienne des doigts longs est assuré par l'artère ulnaire.

– Gaines synoviales digitales [7, 70, 89, 119, 132] : le feuillet pariétal est alimenté par des branches des artères collatérales, le feuillet viscéral et les tendons par le système des vincula. Le feuillet viscéral est très intimement lié à la surface du tendon. Les vincula abordent les tendons par leur face dorsale, d'où une certaine pauvreté vasculaire palmaire et un apport segmentaire laissant quelques zones de faiblesse vasculaire (deux zones pour le fléchisseur profond ; l'une en amont et l'autre en aval du vinculum longum et une zone pour le fléchisseur superficiel en amont du chiasma). Pour le pouce, l'apport est issu de l'artère pollicis princeps, des artères mésotendineuses proximale et distale issues de l'arcade palmaire profonde et de deux vinculas ; l'une proximale à l'articulation métacarpophalangienne et l'autre distale au niveau de l'articulation interphalangienne [6, 8, 132].

La distribution vasculaire intratendineuse est donc assez uniforme. Seul l'apport vasculaire extratendineux est variable selon le site considéré. Rapportées à leur faible longueur, les jonctions ostéotendineuses et musculotendineuses ne sont pas plus richement vascularisées. Le long de leur trajet, le caractère segmentaire de l'apport externe doit être pris en compte pour évaluer le potentiel de cicatrisation intrinsèque et la nutrition vasculaire du tendon. Néanmoins, dans les conditions traumatiques, la suppléance d'un apport segmentaire via les vaisseaux interfasciculaires longitudinaux

aux zones voisines ayant perdu cet apport est inconnue. Ceci représente une donnée manquante majeure pour l'évaluation du potentiel de cicatrisation tendineuse.

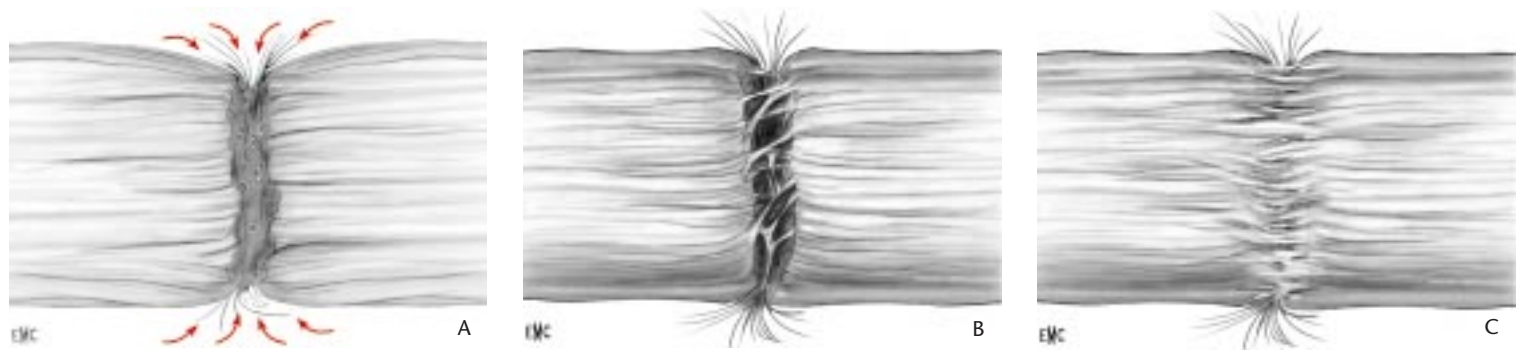
Enfin, s'il a été observé et décrit, le rôle des lymphatiques est assez méconnu, notamment dans les infections où leur implication devrait être majeure.

Conception moderne

Elle repose sur les travaux microanatomiques de Guimberteau [49]. Cet auteur ne remet pas en cause la description de la vascularisation intrinsèque mais, par une approche essentiellement fonctionnelle et biomécanique, explique que l'appareil de glissement et la vascularisation extrinsèque forment un tout qui constitue une interface entre le tendon et les tissus environnants puisque en réalité il n'existe pas de vide ou d'espace virtuel dans l'organisme mais seulement des interfaces tissulaires de glissement ou de fixité selon les cas. Les différents plans classiquement décrits correspondent en fait à des plans artificiellement créés par l'opérateur ou le dissecteur à travers ces interfaces.

Guimberteau distingue deux zones : la zone proximale incluant les zones 3 à 5 de la classification internationale et une zone distale comprenant les zones 1 et 2.

– En zone proximale, le paratendon et/ou le mésotendon (il n'existe pas de différence pour cet auteur) se composent d'un enchevêtrement de manchons permettant la mobilité du tendon par rapport aux tissus environnants tout en préservant la vascularisation. Chaque manchon est constitué d'une multitude de microvacuoles à forme polyédrique. Chaque vacuole comprend une armature fibrillaire collagénique de gradients différents. Ces vacuoles à pression interne variable se comportent comme un système d'amortissement hydraulique. L'ensemble forme ainsi un système multimicrovacuolaire. Dans chaque manchon, les vaisseaux ont une distribution longitudinale étagée et sont reliés avec ceux des autres manchons par des vaisseaux à direction transversale oblique. En périphérie, l'apport vasculaire est étagé comme décrit classiquement. Au carpe il n'existe pas deux feuillets mais une multitude de couches plus épaisses qui a fait décrire cette structure comme différente du paratendon alors qu'elle est similaire. Lors de la mobilisation, les structures les plus proches du tendon se mobilisent en premier, puis le dépliement se poursuit progressivement à distance du tendon. La vascularisation est ainsi parfaitement adaptée au glissement tendineux, et le glissement tendineux est adapté à la transmission des forces et à l'absorption des pressions. Ce modèle correspond à une organisation chaotique de type fractal, conception qui correspond aux idées les plus récentes sur l'organisation des formes dans la nature.



2 Différentes phases de la cicatrisation extrinsèque (d'après Strickland).
A. 10 à 15 jours.

B. 4 semaines.
C. 8 semaines.

– En zone distale, le modèle est assimilé à une macrovacuole, le liquide synovial assurant les propriétés de glissement et d'amortissement. À ce niveau, conceptions classique et moderne ne diffèrent guère.

■ Nutrition synoviale

Le liquide synovial possède un rôle mécanique de lubrifiant, mais aussi une fonction nutritive par imbibition. Les mouvements tendineux réalisent une pompe synoviale. Le liquide synovial est pompé à la surface palmaire du tendon puis emprunte les sillons interfasciculaires pour diffuser en profondeur et nourrir les cellules tendineuses. L'évacuation se fait par le système vasculaire et lymphatique à la face dorsale. En zone 2, nutrition synoviale et vasculaire sont associées, avec en situation physiologique expérimentale un rapport nutrition synoviale/nutrition vasculaire de 2/1 pour le fléchisseur superficiel et 5/1 pour le fléchisseur profond comme l'a montré l'étude de Manske et al ^[76] sur des singes. Expérimentalement, la nutrition synoviale seule peut suffire, mais comme celle-ci dépend beaucoup de la mobilité tendineuse, on comprend aisément qu'en situation pathologique son efficacité soit moindre. Ceci milite en faveur de la mobilisation précoce et de la réparation de la gaine synoviale. Enfin, précisons que la gaine n'est pas hermétique et étanche comme le montrent les travaux sur les modalités d'action de l'anesthésie digitale intrathécale ^[98].

CICATRISATION

On sait actuellement que deux modalités de cicatrisation existent : la cicatrisation extrinsèque qui se réalise par colonisation fibroblastique du tendon par les tissus environnants, et la cicatrisation intrinsèque utilisant la capacité propre des cellules tendineuses à réparer les lésions. Selon la nature et le site de la lésion, ces deux modalités de cicatrisation vont plus ou moins être impliquées.

Pendant longtemps il a été considéré que seule la cicatrisation extrinsèque permettait la cicatrisation tendineuse ^[92, 94]. C'était le concept de « une plaie, une cicatrice » ^[25]. Mais le fait qu'en l'absence de suture, les extrémités tendineuses restent libres dans la gaine sans présence d'adhérences majeures, pouvait laisser supposer que cicatrisation et adhérences n'étaient pas obligatoirement associées. Matthews et Richards ont été les premiers à étudier et montrer cette capacité de cicatrisation intrinsèque du tendon ^[82].

Les descriptions suivantes s'appliquent bien sûr aux extrémités tendineuses qui ont fait l'objet d'un rapprochement et d'une suture chirurgicale (fig 2).

■ Cicatrisation extrinsèque

Elle résulte d'une invasion conjonctivovasculaire extrinsèque. Elle se déroule en trois phases successives : inflammatoire, fibroblastique et de remodelage ^[113].

Durant la phase inflammatoire, il se produit pendant les 48 à 72 premières heures une migration de fibroblastes issus des tissus

périphériques environnants que sont la gaine synoviale, le tissu cellulaire sous-cutané ou les tissus péri-tendineux en dehors des gaines. Ces cellules sont à l'origine des adhérences si longtemps considérées comme facteur essentiel à la cicatrisation tendineuse. Ces fibroblastes migrent dans la zone de suture, prolifèrent et phagocytent initialement les débris cellulaires et les fragments de collagène.

À partir du 5^e jour, une intense activité de sécrétion de collagène de type 1 se développe avec des fibres de collagène orientées dans tous les plans. L'activité fibroblastique est à son maximum au 10^e jour. Autour de la 2^e semaine, les fibres de collagène s'orientent perpendiculairement à l'axe longitudinal du tendon ^[40, 113].

À partir de la 4^e semaine, débute la phase de remodelage et de réaligement des fibres dans l'axe du tendon. À la 8^e semaine, le collagène est mature et les fibres réalignées. Il n'est pas précisé si la cicatrice ainsi formée reste purement fibreuse et si elle est recolonisée ou non par les vaisseaux interfasciculaires.

Dans ce mode de cicatrisation on ne peut espérer lutter contre les adhérences « bénéfiques » à la cicatrisation mais « contraires » à la fonction que par la mobilisation progressive à partir de la 4^e semaine, et plus tard par la ténolyse si besoin. Enfin ces adhérences qui sont nécessaires à ce mode de cicatrisation se forment au niveau de la suture et de la plaie mais pas tout le long de la gaine et du tendon.

■ Cicatrisation intrinsèque

Elle se déroule à peu près selon les mêmes phases que précédemment. Mais ce sont les cellules tendineuses qui sont responsables de la cicatrisation ^[29].

Dans un premier temps se produit un épaississement de l'épiténdon près de la plaie. Puis, à partir du 2^e jour, les cellules épiténdineuses (épiténoyces) migrent au sein de la suture où elles phagocytent les débris puis prolifèrent. Elles synthétisent du collagène de type I à partir du 4^e jour. Au 8^e jour, la suture est complètement entourée et remplie par des épiténoyces. Il se développe une néovascularisation tendineuse puis des cellules intratendineuses (endoténocytes) migrent vers la zone de suture et participent aussi à l'élaboration du collagène. Mais les endoténocytes n'interviennent qu'à partir de la 3^e semaine. L'étude de Kakar et al ^[59] sur des lapins, prolongée jusqu'à la 12^e semaine, montre qu'à cette date les endoténocytes augmentent encore leur activité alors que l'épiténdon reste encore épaissi, mais ses cellules sont au repos, les fibres de collagène étant matures et bien orientées.

Le mécanisme biologique intime de cette cicatrisation est mal connu, mais certains facteurs sont parfaitement identifiés comme nous le verrons.

La différence essentielle avec la cicatrisation extrinsèque vient donc de l'origine des fibroblastes.

■ Facteurs influençant la cicatrisation

Avant tout, il serait naïf de croire que cliniquement la cicatrisation est soit entièrement extrinsèque, soit entièrement intrinsèque. Il

existe toujours une combinaison des deux. Mais spontanément, en l'absence de conditions spécifiques, c'est toujours la cicatrisation extrinsèque qui prédomine. Ce mode de cicatrisation est celui qui prévaut pour les zones 3 à 5 car les tissus environnants sont lâches et l'on peut espérer une récupération de la mobilité sans geste chirurgical secondaire. En revanche, en zone 2, le challenge consiste pour le chirurgien et le rééducateur à faire pencher la balance en faveur de la cicatrisation intrinsèque si la nature du traumatisme et les conditions postopératoires adéquates sont réunies.

Facteurs mécaniques

- *Traumatisme*

Sa nature conditionne pour beaucoup le protocole postopératoire car pour nous les protocoles les plus sophistiqués de mobilisation active précoce ne s'appliquent qu'à des situations cliniques bien sélectionnées, qui sont idéalement les plaies franches sans lésions associées, soit une faible proportion des traumatismes.

Les facteurs d'adhérences sont directement proportionnels à l'importance de la réaction inflammatoire. C'est pourquoi l'existence d'un mécanisme d'écrasement, d'une section contuse (ex : scie circulaire), une dévascularisation des extrémités tendineuses (arrachement des vinculas), la présence de lésions associées (fracture du squelette phalangien dans le canal digital, une plaie des artères collatérales, un éclatement ou une perte de substance de la gaine synoviale et des lésions cutanées associées) sont des facteurs majeurs d'adhésions et d'augmentation des résistances tissulaires au glissement.

- *Technique chirurgicale*

Les principaux facteurs chirurgicaux d'adhérences sont liés à une technique chirurgicale agressive avec abords extensifs, hémostase imparfaite, manipulation traumatique des tendons, excision et ouverture inadéquate de la gaine synoviale et suture trop serrée ischémiant les extrémités tendineuses.

Quel que soit le protocole postopératoire envisagé, il est impératif que la technique chirurgicale soit la plus atraumatique possible de façon à limiter les adhérences au seul niveau de la suture. L'agrandissement cutané est limité au nécessaire, les extrémités tendineuses doivent être récupérées avec des instruments mousses et pincées une seule fois avant d'être fixées à la gaine par de petites aiguilles intradermiques. Le lavage de la gaine reste discuté.

Plus surprenants sont les résultats de l'étude de Hatano et al [56] sur tendons de poulet. Ils montrent que l'utilisation de la pince bipolaire ou du laser CO₂ à des fins d'hémostase au sein de la gaine tendineuse est un facteur d'adhérences. Nous en concluons que ces instruments ne sont pas à bannir mais à utiliser avec parcimonie et à faible intensité.

- *Respect de la gaine synoviale*

Bien qu'aucune série clinique n'ait montré de résultats supérieurs en cas de fermeture de la gaine, celle-ci doit être préservée au mieux pour limiter les facteurs d'adhérences avec les tissus sous-cutanés [41, 73]. Si possible, la gaine est refermée en s'assurant que le tendon réparé coulisse librement à l'intérieur. Si besoin, l'agrandissement doit être effectué par des incisions latérales près de l'insertion osseuse de façon à pouvoir refermer la gaine sans perturber le coulissement tendineux après réparation. Si la fermeture de la gaine entrave le coulissement du tendon, il est préférable de la laisser ouverte [115]. L'apport d'une greffe synoviale ou veineuse pour fermer une gaine qui ne peut l'être directement n'a pas fait la preuve de sa supériorité.

- *Immobilisation*

Elle est facteur d'adhérences car l'absence de mécanisation ne libère pas le tendon de la gaine synoviale et la pompe synoviale n'est pas stimulée. C'est ainsi que les anciennes études sur tendon réparé immobilisé ont fait conclure à tort au caractère « obligatoire » des

adhérences péri-tendineuses [94]. Expérimentalement et en pratique, il est reconnu que c'est l'association de plusieurs facteurs qui favorise les adhérences (immobilisation, non-respect de la gaine, technique chirurgicale traumatique) plutôt que la présence d'un seul [81].

- *Mobilisation*

À l'inverse, une mobilisation précoce et douce stimule la cicatrisation intrinsèque et renforce la résistance tendineuse à la traction [114]. Gelberman et al [39] ont montré sur un modèle expérimental canin qu'un tendon fléchisseur mobilisé passivement est, à 3 semaines, deux fois plus résistant à la traction que le même tendon immobilisé.

Facteur temporel

L'étude de Gelberman et al [37] sur modèle canin a montré que les meilleurs résultats étaient obtenus lorsque la réparation tendineuse était effectuée immédiatement, contrairement aux réparations différées à 7 et 21 jours. Ceci confirme les données et pratiques cliniques actuelles.

Facteurs biologiques

- *Fluide synovial*

Le respect de la gaine synoviale a un rôle mécanique, mais aussi biologique en préservant le rôle nutritif du fluide synovial qui participe à la cicatrisation intrinsèque.

Lundborg et al [72, 74] ont montré le rôle du fluide synovial dans un modèle poussé à l'extrême puisque les sutures tendineuses ont été laissées dans une cavité articulaire, excluant ainsi tout apport vasculaire intrinsèque et extrinsèque. Dans ces conditions, l'analyse macroscopique a montré qu'aucune adhérence ne se forme et qu'à 3 semaines la surface de la suture est parfaitement lisse et régulière. L'analyse microscopique montre une prolifération des ténocytes avec production de collagène dans la zone périphérique, puis une colonisation progressive vers la zone centrale. À 3 semaines, la zone de suture est entièrement comblée. À 6 semaines, il en est de même mais les fibres de collagène sont bien mieux orientées dans l'axe du tendon. Néanmoins, la zone la plus centrale reste généralement nécrotique et non comblée. Les mêmes travaux réalisés en enrobant le tendon d'une membrane empêchant la migration de cellules germinales depuis le milieu articulaire ont montré des résultats identiques. Les travaux de Lundborg et al [72, 74] sur le lapin ont pour mérite d'avoir prouvé le potentiel de cicatrisation intrinsèque du tendon. Mais ils s'éloignent trop de la réalité clinique et laissent supposer que cette cicatrisation intrinsèque repose principalement sur l'apport nutritionnel du fluide synovial, puisqu'ils excluent volontairement l'apport vasculaire intrinsèque et l'interférence avec les tissus environnants. Les travaux de Mass et Tuel [80] et ceux de Manske et al sur cultures de tendon dans des milieux acellulaires [77] ont confirmé les travaux de Lundborg et al mais sans montrer de nécrose centrale.

- *Hyaluronidase*

L'acide hyaluronique est un lubrificateur tendineux constitutif du fluide synovial. L'utilisation locale de sodium hyaluronate a montré des résultats contradictoires selon les études. L'étude de St Onge et al [111] sur tendons de singes immobilisés montre des résultats significatifs sur l'amélioration de la mobilité à 3 mois. L'étude d'Amiel et al [3] sur le chien montre des résultats évidents sur l'amélioration de la surface de glissement du tendon et sur l'augmentation de la migration cellulaire. Son action varierait selon sa masse moléculaire. En revanche, l'étude clinique récente de Hagberg [51] réalisée en double aveugle ne montre aucune efficacité.

- *Fibronectine*

Cette glycoprotéine de poids moléculaire 220 000 Da est présente dans le plasma et à la surface des cellules. Elle interfère avec de nombreuses substances telles que le collagène, l'acide hyaluronique

et la fibrine. Dans l'épitenon, le taux de fibronectine augmente à proximité de la suture et varie parallèlement à l'activité des épitenocytes, soit du 5^e au 17^e jour avec un maximum entre le 7^e et le 10^e jour. Son taux n'augmente que très peu dans l'endotendon. Pour Gelberman et al [38] la fibronectine interviendrait dans les liaisons de l'acide hyaluronique pour restaurer la surface de glissement. Elle aurait aussi un rôle dans la migration cellulaire et le chimiotactisme des fibroblastes. Il semblerait que fibronectine et acide hyaluronique agissent en coopération.

- *Facteurs de croissance* [28, 60, 61, 106]

Divers facteurs interviendraient, notamment le *transforming growth factor-beta* (TGF-β1) et le *basic fibroblast growth factor* (bFGF). Le TGF-β1 est sécrété par les macrophages. Il régule les interactions entre les fibroblastes et les matrices extracellulaires. Il agirait plus spécifiquement sur les épitenocytes et les cellules de la gaine synoviale. Le bFGF apparaît comme le seul facteur agissant sur les endoténocytes. Il favorise, de plus, la néoangiogenèse. D'autres facteurs de croissance jouent probablement un rôle dans ces phénomènes de chimiotactisme cellulaire.

- *Origine cellulaire*

Tous les travaux montrent que les fibroblastes les plus actifs sont les épitenocytes et les cellules de la gaine synoviale alors que l'activité des endoténocytes est faible et tardive [36, 37, 40, 59, 72, 74, 75, 77, 113]. Le pourquoi de ces faits n'est pas connu, et aucun élément biologique ne permet de distinguer ces populations cellulaires [38]. Seul le microscope le permet. Certains auteurs [60] évoquent dans l'avenir la possibilité d'un ciblage spécifique des cellules pour améliorer la réponse souhaitée.

- *Colle biologique*

Frykman et al [33] ont montré que l'enrobage de la suture par du Tissucol® améliore la qualité morphologique et biomécanique de la suture à 6 semaines sur des tendons mobilisés précocement chez le lapin. Mais cette technique n'a aucun effet sur des tendons immobilisés.

- *Liquide amniotique*

Ozgenel et al [90] ont montré l'efficacité d'une application locale de liquide amniotique humain sur la réduction des adhérences et l'augmentation de la résistance à la traction sur sutures de tendons fléchisseurs de lapins.

- *Autres facteurs*

L'avenir peut laisser présager la découverte ou la mise au point de molécules favorisant le glissement tendineux sans compromettre la cicatrisation, voire idéalement en la favorisant. D'éventuels dérivés de facteurs de croissance peuvent de même être envisagés.

Agents pharmacologiques

Les anti-inflammatoires stéroïdiens utilisés in situ diminuent la formation des adhérences. Néanmoins, comme ils peuvent compromettre la cicatrisation ils ne sont pas utilisés en traumatologie. Certains les emploient dans les ténolyses.

L'action d'anti-inflammatoires inhibiteurs des prostaglandines tels l'indométacine, l'ibuprofène et les antihistaminiques a été rapportée [75].

5-Fluorouracil (5-FU) : le 5-FU est un antimétabolite utilisé en chirurgie du glaucome. Moran et al ont montré qu'une application peropératoire pendant 5 minutes de 5-FU à la concentration de 25 mg/mL est effective sur la réduction d'adhésions de tendons de poulet immobilisés pendant 3 semaines [87]. Une concentration plus élevée n'améliore pas les résultats.

Aprotinine : Komurcu et al [66] ont montré l'efficacité chez le lapin de l'aprotinine lorsqu'elle est associée à une réparation primaire de la gaine. L'aprotinine, qui est un inhibiteur de protéinase, agit en limitant la formation de fibrine.

Facteurs physiques

Ultrasons : l'étude de Gan et al [35] sur tendons de poulet immobilisés, a montré qu'un traitement local pluriquotidien (10 fois par jour) par ultrasons institué précocement durant la 1^{re} semaine diminue les phénomènes inflammatoires, accélère la cicatrisation et améliore la mobilité.

Stimulation électrique : plusieurs études ont montré l'efficacité d'un courant électrique continu de faible ampérage (0,5 à 7 μA) sur l'amélioration de la cicatrisation de tendons étudiés en culture in vitro [34, 88]. Le mode d'action n'est pas vraiment connu. Ce courant agirait en favorisant la transformation de proline en hydroxyproline, donc en stimulant la synthèse de collagène.

Champs électromagnétiques pulsés : l'étude de Greenough sur le lapin [46] conclut à l'absence d'efficacité et de nocivité. L'étude de Robotti et al sur le poulet [96] montre une augmentation des adhésions péri-tendineuses et une diminution de la résistance à la traction, donc un effet négatif.

Autres agents

De nombreux autres agents ont été étudiés dans l'espoir de limiter les adhésions postopératoires [94]. Nous citerons essentiellement les enrobements de suture par des films de silicone, de polyéthylène, de cellophane, de métal souple. Tous ces produits limitent effectivement l'adhésion du site de suture mais présentent les défauts majeurs de perturber la cicatrisation intrinsèque, le glissement tendineux et de laisser en place un corps étranger. L'utilisation de Gore-Tex® (polytétrafluoroéthylène expansé) dans la reconstruction de la gaine synoviale chez le lapin est néfaste, puisqu'il réduit la synthèse protéique des cellules impliquées dans la cicatrisation tendineuse [52].

■ Aspects mécaniques de la cicatrisation

Quel que soit le mode de cicatrisation, il existe entre le 5^e jour et la 3^e semaine une période pendant laquelle la résistance mécanique du tendon à la traction est minimale. Ce doit être la phase de prudence extrême. Néanmoins, Strickland [114], se basant sur les travaux d'Urbaniak et al [126], affirme qu'une contrainte de 900 g/m peut être appliquée par un programme de mobilisation précoce. Mesurées lors de l'ouverture du canal carpien chez des sujets volontaires, la flexion et l'extension passive des doigts appliquent une contrainte de 200 à 300 g/m sur les tendons au poignet. La mobilisation active sans résistance n'excède pas 900 g/m. Même si cette étude ne tient pas compte des résistances liées aux autres tissus impliqués dans le traumatisme, les fourchettes de force restent compatibles avec un programme de mobilisation précoce passive et/ou active. En revanche, Schuind et al [102], utilisant une méthode d'analyse comparable à celle d'Urbaniak et al, ont mesuré des contraintes de 100 à 900 g/m pour la mobilisation passive des doigts longs et des contraintes variant de 400 à 3500 g/m pour la mobilisation active des doigts longs sans résistance. Les chiffres de cette dernière sont très supérieurs à la première. Ils imposent des sutures mécaniquement très résistantes pour appliquer un programme de mobilisation précoce passive et/ou active. On peut penser que le caractère plus récent de cette étude la rend plus proche de la réalité.

Il est admis qu'un certain degré d'écartement des extrémités tendineuses peut se produire [26, 102, 115]. Le risque de rupture est important au-delà de 3 mm. Le type de suture, la nature du fil utilisé, une traction excessive et la dévascularisation des extrémités tendineuses sont les facteurs essentiels de cet écartement. Seradge [105] a montré que l'ancienne suture en *criss-cross* de Bunnell favorise plus l'écartement qu'une suture de type Kessler. Savage [99] a montré que sa suture, comparée aux techniques précédentes (Bunnell, Kleinert, Kessler et ses modifications), est beaucoup plus résistante à la traction et à l'élongation. Plus récemment, d'autres types de suture résistantes et non ischémiantes ont été décrits comme il est rapporté plus loin.

■ Limites des données théoriques

Gardons néanmoins un œil critique sur les travaux expérimentaux. Certains modèles *in vivo* peuvent être considérés comme très éloignés de l'homme, tel que le poulet. Enfin, certaines études sur la cicatrisation intrinsèque et le rôle des substances chimiques ont été effectuées uniquement *in vitro*.

CONCLUSION

Sur le plan fonctionnel, il est actuellement souhaitable de considérer un « ensemble vasculo-tendino-nutritionnel de glissement » plutôt que la simple anatomie descriptive d'une structure tendineuse isolée assimilable à un simple câble transmetteur de force et effecteur de mouvement.

Sur le plan pratique, la recherche de la cicatrisation intrinsèque ne doit pas faire oublier que la complication la plus importante en chirurgie tendineuse primaire est la rupture et non l'adhérence. C'est pourquoi, chaque cas doit faire l'objet d'une analyse spécifique et l'attitude thérapeutique adaptée en fonction.

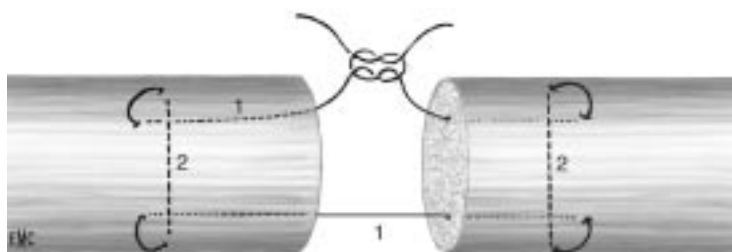
Techniques actuelles de suture primitive des tendons fléchisseurs

INTRODUCTION

La façon de réaliser les points eux-mêmes a beaucoup progressé ces dernières années, grâce à de nombreuses études expérimentales.

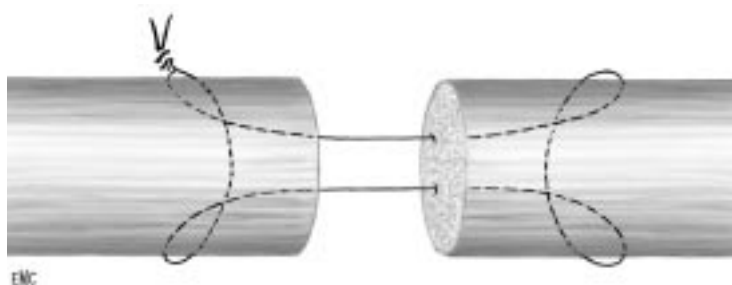
Il est maintenant admis qu'il faut associer un point central (*core suture*) et un surjet périphérique (*peripheral suture*). Pour bien comprendre les descriptions, il faut définir précisément la toponymie (fig 3). Le point central est lui-même composé de segments longitudinaux qui assurent la continuité entre les extrémités tendineuses et de segments transversaux qui assurent l'ancrage dans les moignons tendineux de chaque côté de la section. Le surjet épitendineux assure le contact périphérique, facilite le passage sous les poulies et renforce l'ensemble de la suture.

Le point habituel ou « Kessler modifié » fait référence au point de Kessler modifié par Kirchmayr [62] (fig 4). Par rapport à la description

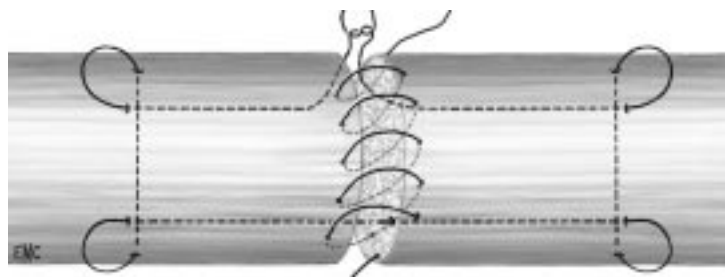


3 Toponymie du point de suture central.

Le point central associe toujours des segments longitudinaux (1) qui assurent la continuité entre les extrémités tendineuses, et des segments transversaux (2) qui assurent l'ancrage dans les moignons tendineux de chaque côté de la section.



4 Dessin original de Kirchmayr : c'est un point en cadre à deux segments longitudinaux, avec le nœud extériorisé.



5 Point actuellement le plus utilisé (Kessler modifié) : il comporte deux segments longitudinaux parallèles, le nœud est enfoui dans la tranche de section. Le tout est complété par deux hémisurjets périphériques.

Avec un fil simple non doublé, il existe une grande variété de disposition pour les segments longitudinaux.

initiale de Kirchmayr, la technique est habituellement un peu modifiée, car le nœud est placé dans la tranche de suture et le point central est complété par un surjet péri-tendineux (fig 5). Ainsi remodifié, c'est le point de référence, et il a fait une certaine unanimité jusqu'à ce qu'on établisse de façon certaine l'intérêt de la mobilisation précoce [4, 24, 57, 69, 109, 125]. À présent, ce point apparaît insuffisant car sa résistance (14 à 48 N suivant les études) est inférieure aux forces qui s'exercent lors de la mobilisation active [11, 12, 44, 47, 65, 127, 130].

Pour améliorer la résistance de la suture à la rupture et à l'élongation du cal, de nombreuses modifications ont été proposées. Ces modifications portent sur le type de fil utilisé, la position et le nombre de nœuds, le nombre et la direction des segments longitudinaux, les rapports entre les segments longitudinaux et transversaux et sur le surjet périphérique.

Les études « *in vitro* » donnent des indications essentielles, mais qui demandent à être confirmées par les résultats d'études cliniques dans les années à venir.

Enfin, il est intéressant de faire le point sur la conduite à tenir en cas de plaie partielle.

TYPE DE FIL

■ Pour le point central

Le fil de nylon monobrin de 4-0 ou 3-0 est généralement utilisé. Chez l'adulte, il faut recommander du 3-0 [11, 105, 121]. Un fil moins résistant risque de casser. L'utilisation d'un fil plus fort (2-0) entraîne une augmentation de la résistance de la suture, quel que soit le type de point utilisé [55], mais risque de poser un problème d'encombrement et de rigidité. Les fils tressés ne sont pas utilisés à cause de leur coefficient de friction plus élevé [86].

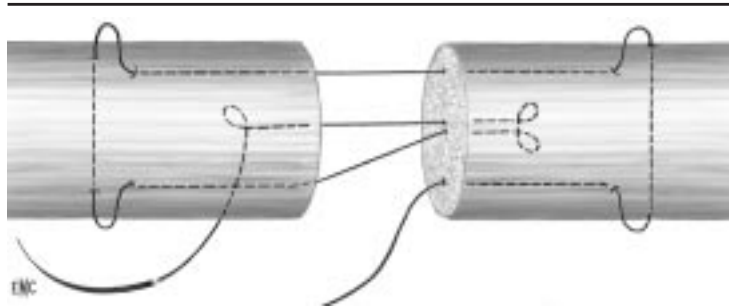
■ Pour le surjet périphérique

On utilise habituellement un fil de nylon monobrin plus fin et plus souple (Prolène 5-0 ou 6-0) que celui qui est utilisé pour le point central.

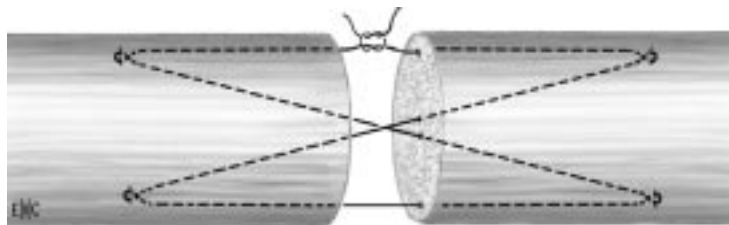
SEGMENTS LONGITUDINAUX

Contrairement à ce qui était la règle jusqu'à ces dernières années, deux segments longitudinaux sont insuffisants si l'on veut procéder à une rééducation active en postopératoire. Les points à quatre segments longitudinaux sont recommandés par la plupart des auteurs [11, 12, 24, 68, 121, 128]. Les points à six ou huit segments longitudinaux [12, 28, 99, 101] confèrent une résistance significativement plus élevée par rapport aux points à quatre brins. Ils sont pourtant rarement utilisés, soit à cause de leur difficulté technique, soit à cause de l'encombrement [12, 120] qu'entraîne le supplément de matériel.

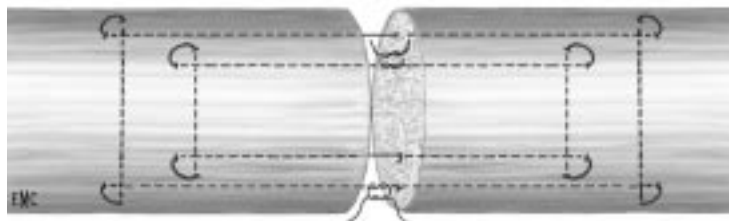
Le nombre de segments longitudinaux peut être augmenté sans modifier le trajet de l'aiguille en utilisant un fil double. Ces fils



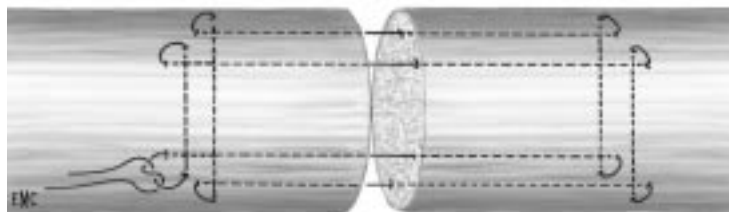
6 Segments parallèles dans deux plans orthogonaux (Dinopoulos 2000).



7 Segments croisés (McLarney 1999).



8 Les points à quatre segments longitudinaux peuvent être réalisés avec deux fils. C'est une sécurité si un des deux fils casse. C'est aussi un risque supplémentaire car les fils sont fragilisés au niveau des nœuds. C'est surtout une difficulté supplémentaire car il faut parfaitement équilibrer la tension sur les quatre brins.

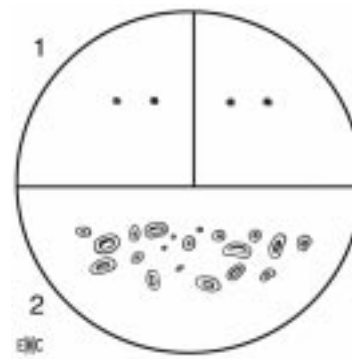


9 Point central à quatre segments longitudinaux, un seul nœud extériorisé (Barrie 2000).

doubles sont d'utilisation facile [28, 44]. Toutefois, à moins d'utiliser un fil plus petit, la taille du nœud risque d'être gênante dans la tranche de cicatrisation.

L'augmentation du nombre de segments longitudinaux avec un fil simple permet une grande variété de techniques, puisque chaque segment longitudinal peut emprunter une trajectoire différente : disposition dans deux plans orthogonaux [28, 68] (fig 6), fils parallèles [67] ou croisés [12, 84] (fig 7). Le croisement améliore la résistance par rapport à un cadre classique non croisé en diminuant l'allongement du cal [12].

Quel que soit le nombre de segments longitudinaux, on peut utiliser un nombre variable de fils. C'est un paramètre qui a une certaine importance car si le point est réalisé avec un seul fil, il n'y aura qu'un seul nœud. Au contraire, si plusieurs fils sont utilisés, il y aura autant de nœuds que de fils. Dans le cas le plus fréquent d'un point à quatre brins, l'utilisation de deux fils rend difficile l'équilibrage parfait de la tension sur les quatre brins [118] (fig 8). Il y a donc un avantage probable à utiliser une technique qui permette le passage de quatre brins (ou plus) avec un seul fil [12, 68] (fig 9).



10 Les fils doivent toujours être passés dans l'hémicirconférence antérieure du tendon si l'on veut préserver la vascularisation tendineuse.

On considère habituellement que les segments longitudinaux doivent occuper uniquement la moitié antérieure du tendon de façon à éviter de perturber la vascularisation tendineuse (fig 10).

ANCORAGE TRANSVERSAL

Les segments transversaux doivent passer à une distance de 7 à 10 mm de la tranche de section [55].

Les points en cadre sont tous inspirés de la technique de Kessler modifiée.

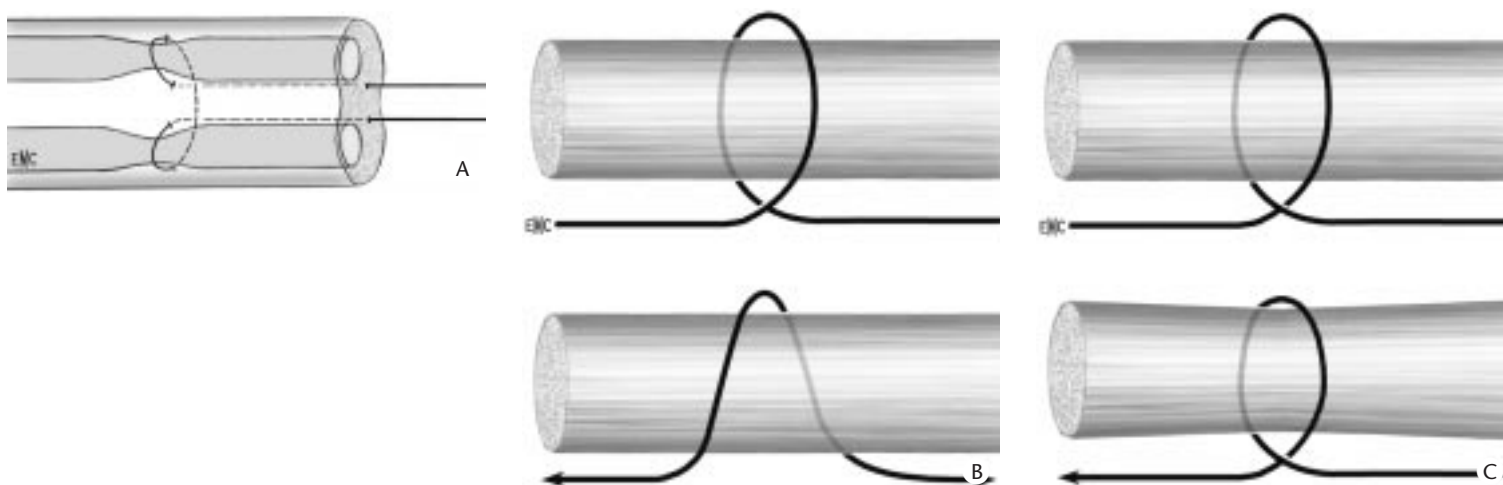
L'efficacité de l'ancrage transversal dépend essentiellement de ses rapports dans l'espace avec les segments longitudinaux. Nous proposons une terminologie qui permet de distinguer trois types de rapports entre les segments transversaux et longitudinaux : le point peut être non appuyé (ce qui est insuffisant), appuyé (ce qui est indispensable) ou bloqué (ce qui est optionnel).

L'appui (*locking suture*) est défini par le fait que lorsque le fil est mis en tension, la boucle se serre autour des faisceaux collagènes [55, 93] (fig 11). Dans l'appui simple, il n'y a pas de véritable blocage, ce qui autorise un certain glissement du fil dans le tendon. En pratique, lorsque le tendon est abordé par voie antérieure, le segment transversal doit passer en avant du segment longitudinal [58, 93] et en avant du point de pénétration maximale par rapport à la tranche de section tendineuse (fig 12). Si, au contraire, le segment transversal passe en arrière des segments longitudinaux (fig 13), ou au-delà du point de pénétration maximale (fig 14), le point n'est pas appuyé (*grasping suture*) : lors de sa mise en traction, le fil va dissocier le tendon longitudinalement au lieu de se resserrer sur les faisceaux « captifs » (fig 12).

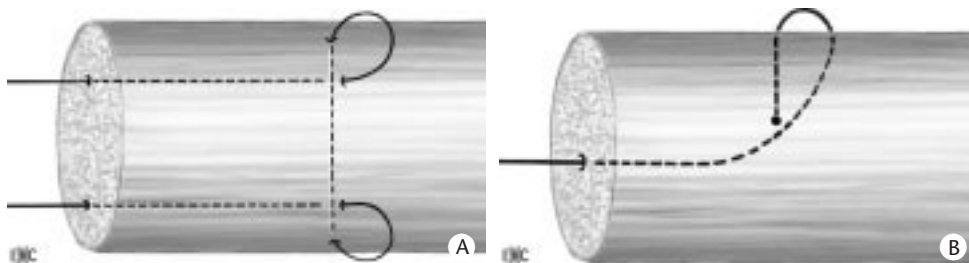
Il faut enfermer une quantité suffisante de fibres tendineuses dans la boucle, de façon à éviter l'effet de cisaillement [55, 131]. En pratique, il faut que le segment transversal passe très près des segments longitudinaux [93] et au niveau du plus grand diamètre.

Le blocage est une forme d'appui - puisqu'il y a serrage des faisceaux de collagène à la jonction entre les segments longitudinaux et transversaux - mais il se distingue par le fait que le fil est bloqué sur lui-même à certains endroits, où il ne peut plus du tout coulisser dans le tendon. Ce blocage peut être réalisé soit avec un fil ordinaire, soit avec un fil monté en boucle.

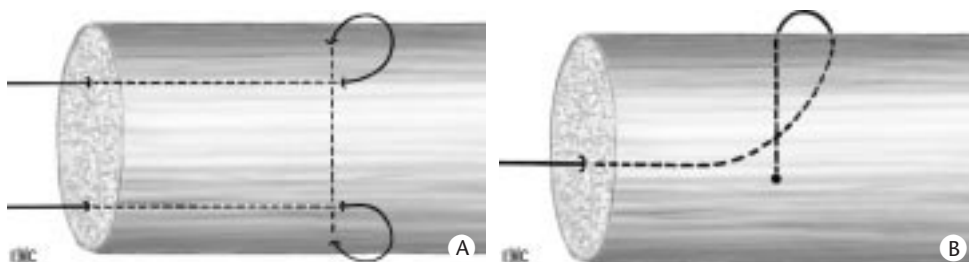
– Avec un fil ordinaire, plusieurs procédés ont été décrits : ils comportent tous un ou plusieurs passage(s) du fil sous lui-même [84, 101] (fig 15). De nombreuses études expérimentales ont montré que le blocage renforce la suture et diminue le risque d'allongement du cal [11, 12, 19, 47, 91]. Cette amélioration est d'autant plus efficace que le fil est plus épais, et c'est un argument pour utiliser du 2-0 [55]. Les points verrouillés lâchent plus souvent par rupture de fil que par déchirure du tendon [12, 129]. Il semble inutile de verrouiller chaque brin longitudinal à plusieurs niveaux [58]. Un autre avantage des points avec verrouillage tient au fait que l'on peut éviter l'hyperpression sur la zone de suture (source d'épaississement et de gêne au passage sous les poulies) en ne concentrant les forces que sur les segments longitudinaux du point [12]. La réalisation des points verrouillés est cependant plus difficile, car la tension doit être parfaitement équilibrée sur chacun des segments ; si ce n'est pas le cas, le fil étant bloqué peut casser au niveau où les contraintes sont maximales.



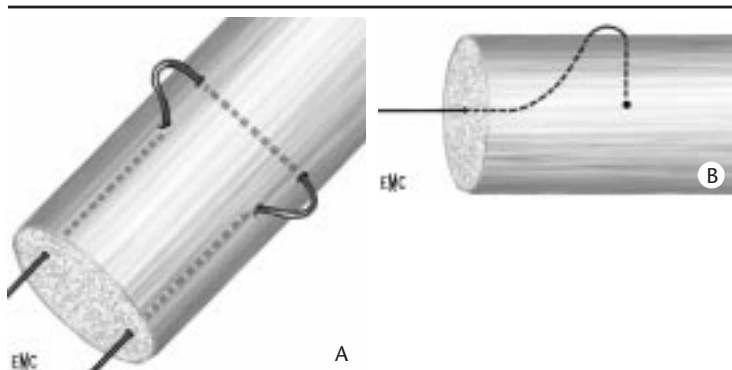
- 11 A. Le point appuyé est défini par le fait que la traction sur les segments longitudinaux serre le fil autour des faisceaux collagènes. Le segment transversal doit passer en avant des segments longitudinaux.
 B. Le point non appuyé s'ouvre lors de la traction, et coupe le tendon longitudinalement par un mécanisme de fil à couper le beurre.
 C. Le point appuyé serre un faisceau collagène et ne peut lâcher que par rupture du fil ou du tendon.



- 12 En pratique, le segment transversal doit passer en avant des segments longitudinaux et en avant du point de pénétration maximale par rapport à la tranche de section tendineuse.



- 13 Si le segment transversal passe en arrière des segments longitudinaux, le point n'est pas appuyé.



- 14 Si le segment transversal passe au-delà du point de pénétration maximale, le point n'est pas appuyé.

– Avec un fil en boucle (type fil de Tsuge). Décrit initialement par Tsuge^[123, 124], c'est le moyen le plus simple de réaliser un point bloqué. Le segment transversal est court, ce qui aurait l'avantage de limiter l'effet de strangulation au niveau des passages transversaux, et donc de mieux préserver la vascularisation (fig 16).

On peut utiliser deux ou trois fils en boucle (fig 17), ce qui réalise des points à quatre ou six segments longitudinaux^[120, 128].

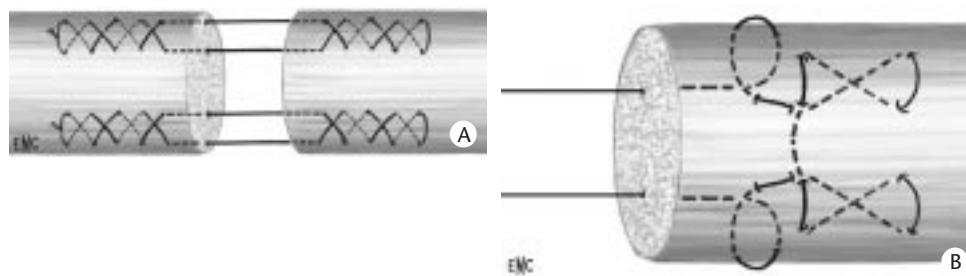
Avec ce matériel, le nœud est placé à l'extérieur du tendon, sauf en utilisant la technique décrite par Gill^[44] qui permet de réaliser un point bloqué à six segments longitudinaux croisés et deux nœuds enfouis (fig 18).

NŒUD

C'est le point faible du fil car les ruptures de fil se produisent en général au niveau du nœud en raison des forces de cisaillement. Il faut faire deux nœuds plats (quatre demi-nœuds inversés) (fig 19). La grosseur et le nombre de nœuds sont des facteurs limitants, car ils diminuent la déformabilité de la zone de suture^[4]. En pratique, on préfère généralement placer le nœud dans la tranche de section de façon à éviter un conflit avec les poulies^[86]. Toutefois, les études « in vitro » montrent que la résistance est supérieure lorsque le nœud est placé à l'extérieur du tendon^[5, 67, 84]. L'augmentation du frottement liée à l'extériorisation du nœud serait négligeable si la rééducation active est instaurée d'emblée.

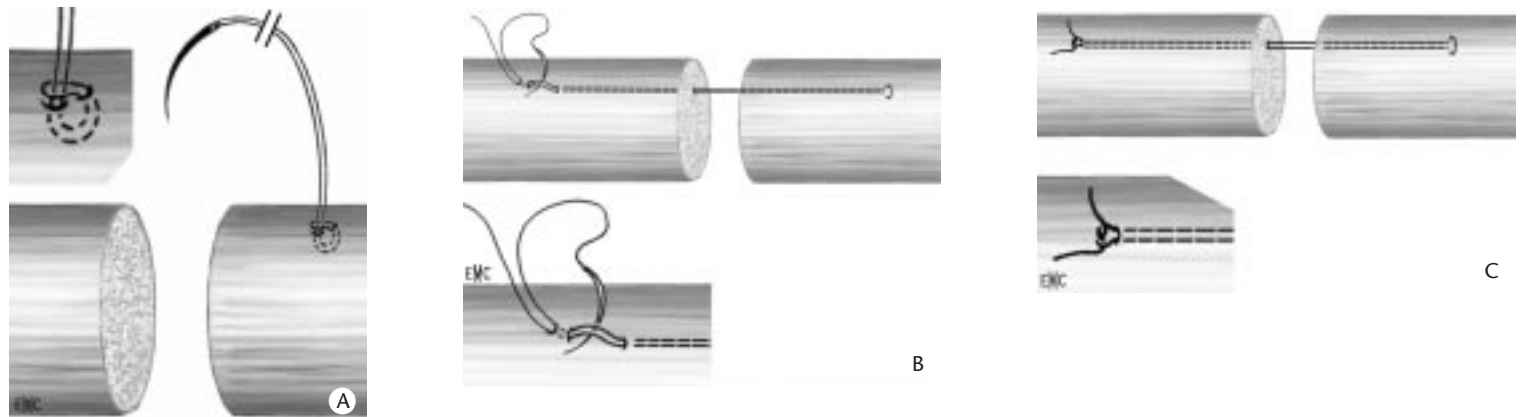
SURJET PÉRIPHÉRIQUE

Le surjet était initialement utilisé pour régulariser la surface extérieure du tendon dans la zone de suture. Il est apparu secondairement que le surjet avait un deuxième avantage en augmentant de façon significative la résistance à la rupture. Le fil utilisé doit être plus fin que pour la suture centrale. On utilise le plus souvent du nylon monobrin 5-0^[121] ou 6-0^[55].

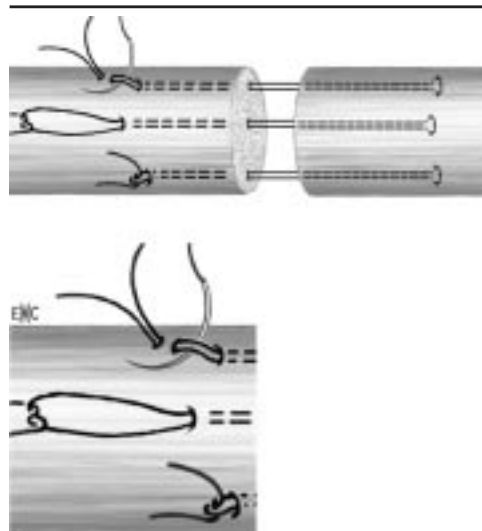


15 Les points verrouillés sont des points appuyés mais avec un blocage du fil sur lui-même empêchant le fil de coulisser. De nombreux procédés ont été décrits.

A. Procédé de Becker.
B. Procédé d'Aslam.



16 Les fils en boucle permettent de réaliser facilement des points verrouillés.



17 Deux ou trois fils en boucle permettent de réaliser des points à quatre ou six segments longitudinaux.

zone de réparation ^[22]. Au stade expérimental, des facteurs de croissance ont été inclus dans les prothèses de renforcement ^[97]. La photo-irradiation par laser ne semble pas capable de favoriser une véritable cicatrisation du collagène ^[16].

PRINCIPES DE RÉPARATION DU FLÉCHISSEUR COMMUN SUPERFICIEL

Les contraintes enregistrées au niveau du fléchisseur commun superficiel lors de la mobilisation active sont de 17 N environ ^[102]. Les points simples sont insuffisants pour autoriser la mobilisation active d'emblée, il faut recommander au minimum le point de Kessler modifié, mais c'est le point de Becker modifié qui semble le plus résistant à ce niveau ^[47, 85].

PLAIES EN ZONE 1 PROCHES DE L'INSERTION DISTALE

Pour les plaies très distales, on recommande habituellement une réinsertion distale transosseuse. On considère que l'appui sur la phalange distale est plus solide que sur une extrémité tendineuse. Il est vrai que cette technique autorise l'utilisation d'un fil plus gros (2-0), car il y a moins de matériel au niveau de la suture elle-même ^[27, 50]. Toutefois, ce principe n'est valable que si la prise du côté tendineux est très solide. L'utilisation de fils métalliques munis d'ardillons (*barb-wire*) a été proposée ^[78]. Avec un fil ordinaire, la technique de Bunnell est supérieure aux techniques de Kessler et Kleinert (fig 21). Toutefois, aucune de ces techniques n'est aussi résistante qu'une suture à quatre brins ou plus avec un surjet péri-tendineux ^[107]. Pour l'arrimage distal, les fils peuvent passer à travers P3 ou en transpulpaire ^[15] (fig 22). S'ils sont passés à travers P3, le point de sortie dorsal peut se situer soit à travers l'ongle, soit en amont de la matrice unguéale ^[103]. Lorsqu'on choisit ce type de réparation, le surjet périphérique est impossible à réaliser. On perd ainsi un élément important du renforcement de la suture. Cette technique a aussi l'inconvénient majeur de ne pas créer les conditions de mise en tension physiologique de la suture, puisque l'appui se fait en distal. En pratique, il y a des arguments expérimentaux pour déconseiller une rééducation active après réinsertion transosseuse et préférer une suture tendon-tendon quand elle est possible.

La profondeur des prises ^[27] et le nombre de passage ^[67, 71, 79] du surjet modifient sa résistance.

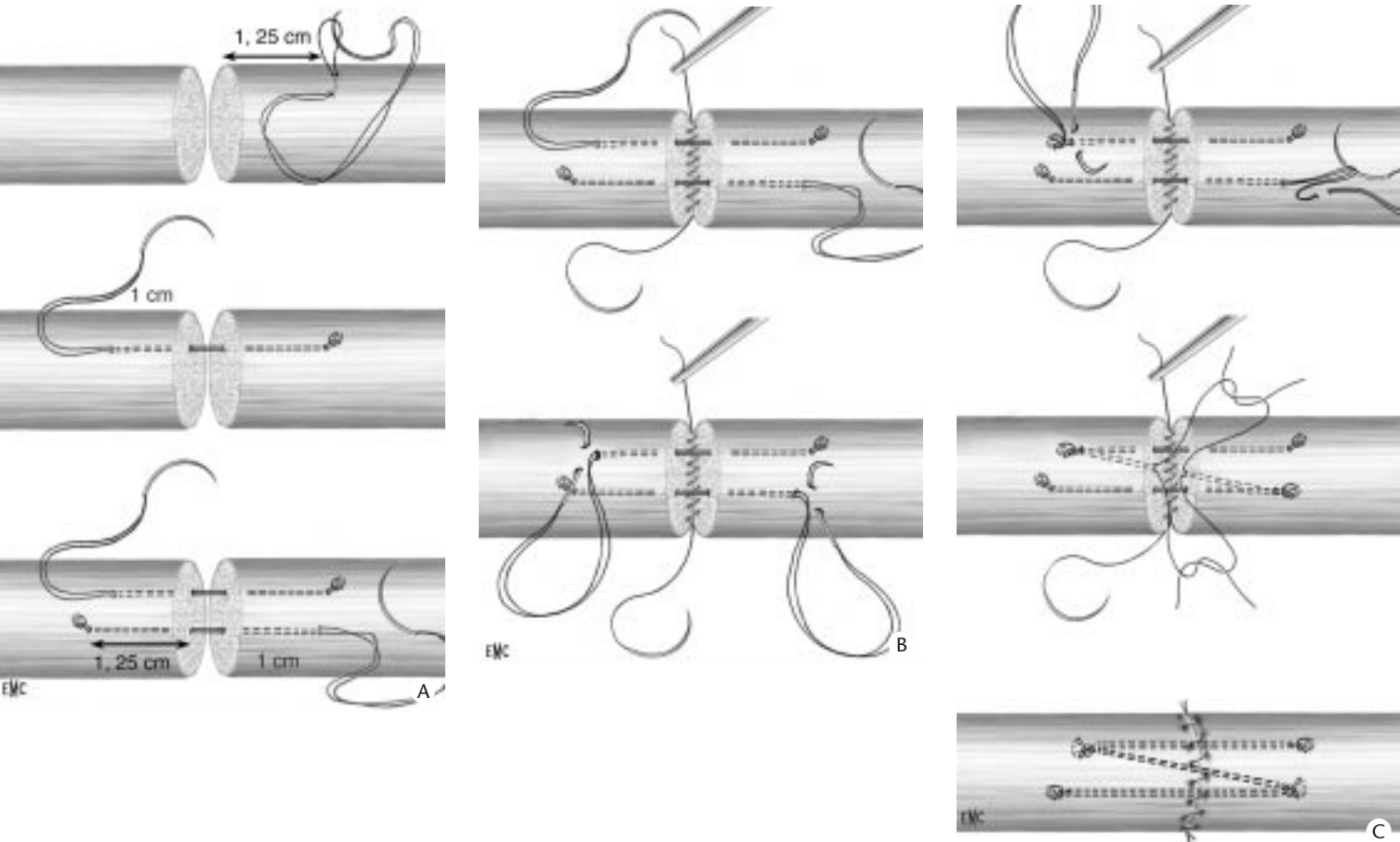
Le surjet simple est moins résistant que le surjet de Halsted ^[129, 131] (fig 20).

Le surjet croisé de Silfverskiöld ^[91, 108] est très résistant et a été proposé isolément, sans point central ; toutefois dans ce cas, sa résistance semble insuffisante ^[13].

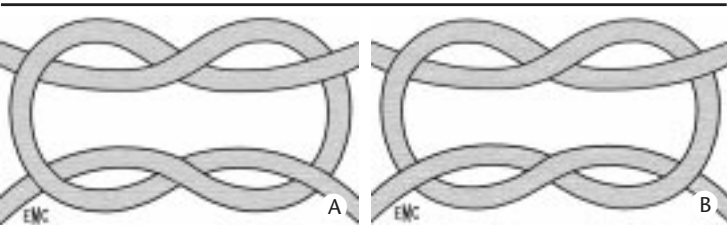
SUTURES RENFORCÉES PAR PROTHÈSES

Les prothèses internes ont pour but de permettre un ancrage solide dans les extrémités tendineuses à l'aide d'un barbillon, c'est-à-dire une petite pointe comme on en trouve à l'extrémité des hameçons ^[122]. Ce sont peut-être des voies d'avenir, mais les résultats cliniques sont plutôt décevants pour l'instant. Plusieurs prothèses de renforcement ont été proposées. Ces prothèses sont en acier ^[45] en Dacron® ^[5], en Gore-Tex® ^[95] ou en Mersilène® ^[108]. Ces prothèses pourraient doubler la résistance de la suture ^[45].

Un autre procédé consiste à ponter la zone de suture par un fragment de retinaculum des extenseurs introduit au centre de la



18 La technique de Gill permet de réaliser un point à six segments longitudinaux croisés avec trois fils en boucle, le nœud étant enfoui.



19 A. Deux demi-nœuds plats. Ce nœud ne se défera pas spontanément. On fait généralement un troisième demi-nœud par prudence.
B. Deux demi-nœuds inversés. Ce nœud va se défaire spontanément en cas de traction asymétrique.

PLAIES PARTIELLES

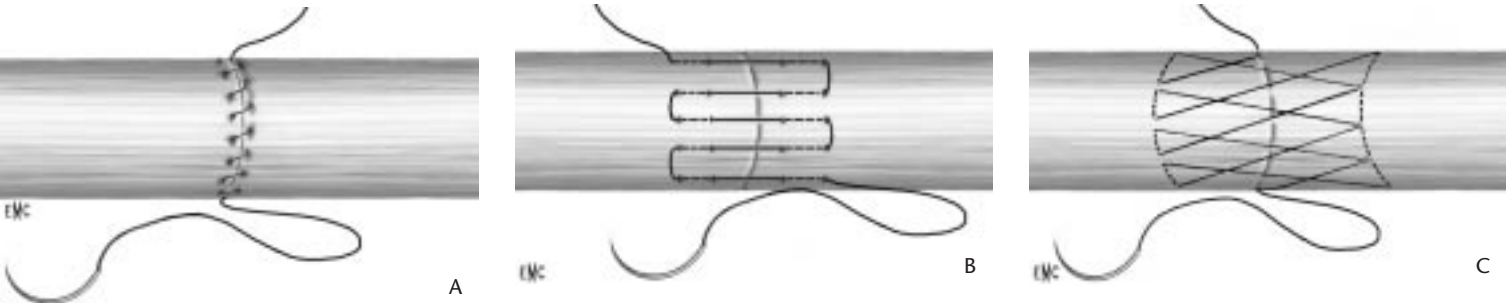
Les plaies partielles posent des problèmes de fragilisation tendineuse avec risque de rupture d’une part, et de conflit avec accrochage sous le bord libre des poulies d’autre part. Leur diagnostic clinique est parfois impossible en préopératoire, ce qui justifie une exploration chirurgicale de toutes les plaies palmaires traversant le plan cutané, même en l’absence de tout déficit clinique.

Lorsque la plaie intéresse moins de 50 % de la largeur, il est admis qu’il ne faut pas faire de suture. Après exploration chirurgicale, on se contente d’une régularisation des berges de la plaie tendineuse, avec soit ouverture partielle d’une poulie ou une fermeture du canal digital, de façon à assurer un glissement tendineux sans ressaut [104].

Pour les plaies dépassant 50 %, on conseille habituellement une suture de renforcement. Toutefois, le fait de réaliser une suture entraîne un traumatisme supplémentaire, qui affaiblit l’unité tendineuse et risque de favoriser les adhérences. Certains conseillent l’absence de suture jusqu’à 60 % [83], 75 % [53] ou même 90 % [2]. Si on opte pour une consolidation par suture, le plus sage est probablement de se contenter d’un surjet de 6-0 limité à la portion atteinte du tendon (fig 23).

CHEZ L’ENFANT

Il n’y a pas de différence fondamentale concernant la technique de suture en dehors de l’utilisation d’un fil plus fin proportionnellement à la taille du tendon [13, 32].

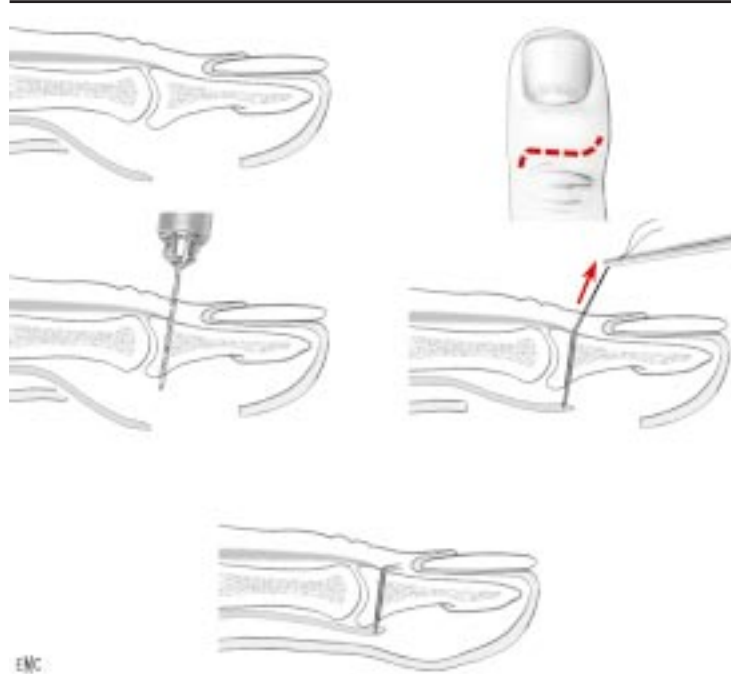


20 Les surjets péri-tendineux.
A. Surjet simple.
B. Surjet de Halsted.
C. Surjet croisé de Silfverskiöld.

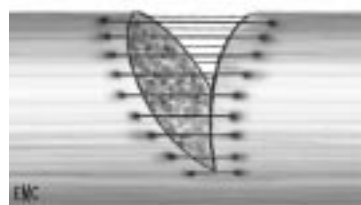


21 Pour les réinsertions transosseuses en zone 1 distale, c'est la technique de Bunnell qui est la plus résistante.

- A. Technique de Bunnell.
B. Technique de Kessler.
C. Technique de Kleinert.



22 Technique de réinsertion transosseuse pour les réinsertions transosseuses en zone 1 distale. Noter le passage transosseux en amont de la matrice unguéale.



23 Réparation d'une plaie partielle par un surjet péritendineux.

AU TOTAL

La tendance actuelle est de recommander une suture centrale appuyée ou bloquée à quatre ou six brins, associée à un surjet périphérique croisé. Ce type de réparation est deux à trois fois plus résistant qu'une suture traditionnelle [121], et la résistance initiale dépasse 66 N [12], ce qui est suffisant pour recommander une rééducation active précoce. Il faut toutefois se souvenir que le résultat final dépend autant de la rééducation et du comportement du patient que de la suture elle-même [54].

Techniques de réparation primitive

INTRODUCTION

En 1983, le comité de la Fédération internationale des sociétés de chirurgie de la main, présidé par Kleinert et Verdan a adopté les définitions suivantes :

- réparation primitive = dans les 24 premières heures ;
- réparation primitive retardée = j1 à j13 ;

– réparation secondaire précoce = j14 à j44 (fin de 5^e semaine), date limite classique d'une réparation par suture directe ;

– réparation secondaire tardive = à partir de j45.

Les techniques que nous avons en vue concernent donc théoriquement les trois premières catégories, en sachant que dans des cas de grands délabrements, on peut avoir recours en urgence à des techniques habituellement utilisées en « secondaire tardif » (greffes, reconstruction de poulies...).

DIAGNOSTIC

Anamnèse

Sont envisagés : heure et type d'accident, nature de l'agent vulnérant, position en flexion ou en extension du doigt (laissant présager une rétraction respectivement plus ou moins à distance de la plaie du moignon proximal), importance de la contamination, état des vaccinations (antitétanique, antirabique chez un éventuel animal mordeur en région concernée...), heure de la dernière prise buccale (incluant chewing-gum, bonbon et tabac), antécédents généraux et éventuellement traumatiques sur le ou les membres considérés.

Examen physique

La simple inspection permet parfois d'affirmer une section complète des deux fléchisseurs devant un doigt long restant en extension complète. Pour les doigts longs, l'examen peut permettre de diagnostiquer une lésion d'un fléchisseur superficiel (FCS) ou profond (FCP).

– Pour tester le FCS, on demande une flexion du doigt examiné en maintenant les interphalangiennes proximales et distales (IPP et IPD) des autres doigts en extension : si l'IPP du doigt examiné se plie en actif, c'est que le FCS n'est pas complètement sectionné.

– Pour tester le FCP, on maintient l'IPP du doigt examiné en extension : si la flexion active de l'IPD est possible, c'est que le FCP n'est pas complètement sectionné.

– Pour le long fléchisseur du pouce (LFP), on demande une flexion contre résistance de l'interphalangienne.

Il y a des pièges diagnostiques à connaître : le FCS est parfois déficient ou absent (33 % des cas pour l'auriculaire, 25 % pour l'annulaire). Dans ce cas, le défaut de flexion indépendante de l'IPP pourrait être faussement attribué à une section tendineuse. Mais il y a deux pièges qui pourraient faire négliger une lésion grave :

– en cas de section partielle, l'examen clinique peut être strictement normal ;

– même en cas de section complète, une flexion active reste parfois possible (mais sans force) par la conservation d'une continuité vinculaire.

Chez les patients inconscients, cet examen peut être remplacé par des mouvements passifs du poignet en flexion/extension vérifiant l'extension/enroulement des doigts par effet ténodèse. L'enroulement des doigts peut encore être obtenu par pression des corps charnus des fléchisseurs à l'avant-bras.

L'examen doit rechercher une lésion associée (nerveuse, artérielle...). Rappelons que l'examen de la sensibilité superficielle doit se faire

par le test de discrimination de Weber ou, à défaut, par le test d'effleurement à la compresse, de façon comparative (hémipulpe par hémipulpe et par comparaison au côté opposé). Cet examen est parfois difficile du fait de facteurs locaux post-traumatiques ou préexistant de façon asymétrique (œdème, hyperkératose, asymétrie de température cutanée...).

La ou les plaies (dont le site, la nature, ...sont consignés précisément) doivent être explorées aux urgences sous anesthésie locale et garrot brachial. Systématiquement lorsque le plan dermique a été franchi (tissu sous-cutané visible), au moindre doute et d'autant plus volontiers chez l'enfant, l'oligophrène, le dément... l'exploration au bloc s'impose.

Voie d'abord

En cas de plaie transversale, l'élargissement se fait en L proximale ou distale selon que l'accident a eu lieu doigt en extension ou en flexion. Une plaie oblique est agrandie en zig-zag (Bruner). Rappelons que les pointes doivent en être latérales, situées à la terminaison des plis de flexion, afin d'éviter la médialisation ou l'axialisation d'une cicatrice, source de raideur en flexion. L'agrandissement est le plus limité possible. Il tient compte d'une éventuelle perte de substance cutanée (afin de ne pas interférer avec la mise en œuvre d'éventuels lambeaux locaux), de l'exposition nécessaire pour des réparations associées (os, nerf, artère,...).

OUVERTURE DU CANAL DIGITAL

En cas de plaie, ses caractéristiques (niveau quant aux poulies, longueur, direction...) sont notées, ainsi que le niveau de section(s) tendineuse(s) doigt en extension. L'agrandissement du canal est fréquemment nécessaire pour exposer les extrémités tendineuses et réaliser les sutures. On respecte toujours, si possible, les poulies fonctionnellement importantes (A2, A4 et aussi A0 en cas d'abord ou d'agrandissement en paume).

Cet agrandissement de la gaine est fait par des incisions latérales ou des petits lambeaux quadrangulaires à la façon de Hueston qui permettent d'être resuturés en fin d'intervention avec un effet d'élargissement.

En l'absence de plaie, des incisions transversales épargnant les poulies annulaires suffisent le plus souvent.

RÉCUPÉRATION DES EXTRÉMITÉS TENDINEUSES

Les manœuvres nécessaires à l'extraction des moignons tendineux doivent être atraumatiques de façon à limiter la formation d'adhérences cicatricielles. Ainsi, la traction en attrapant les moignons à l'aveugle par une pince devrait être évitée. Le moignon proximal (MP) ou le moignon distal (MD) du FCP est repéré en introduisant par la plaie ou l'ouverture du canal un cathéter souple (tige de Hunter ou Redon dans sa partie dépourvue de trou). La butée contre le MP en signale le niveau ; en cas de doute, une 2^e tige de longueur strictement égale à la première permet un repérage précis. Le MD peut être repéré par transparence ou palpation douce à travers A4.

Pour le MP, deux techniques s'opposent. La première consiste à faire le 2^e abord proximal sur son niveau de rétraction ; mais si celui-ci siège sous A2 cette poulie importante doit être incisée, avec un risque ultérieur d'adhérences en pleine zone de décussation.

La seconde préconise l'ouverture délibérée dans le pli palmaire distal et la récupération par traction proximale ; cette technique nous paraît ne devoir être employée que si le niveau de rétraction est très proximal, correspondant à un niveau de section tendineuse également proximal ou avec arrachement traumatique de la vincula longue. Le MP est suturé de façon atraumatique à l'extrémité du cathéter et par traction refaîlé sous A2. Une variante, seulement possible avec une technique à deux nœuds pour le point principal,

propose de réaliser ce point en paume et de faufler les deux brins par le cathéter (une technique à un nœud exigerait de faire passer l'aiguille sous A2).

Si le MP est rétracté sous A2, nous recommandons la technique de Sourmelis et McGrouthers (1987) qui proposent un court abord en paume. Le cathéter (ici de petite taille) remonte et dépasse le niveau du MP. Il est récupéré à la paume où une suture latérolatérale cathéter-tendons est faite, permettant par traction distale de récupérer les deux tendons au niveau de la plaie.

Parfois (section en grande flexion), la zone de section siège à grande distance (pour le FCP sous la partie la plus distale de A4) de la zone d'ouverture du canal digital et la suture ne peut y être réalisée.

TECHNIQUES DE SUTURE

Les deux moignons ayant été extériorisés, ils peuvent être maintenus par une fixation temporaire transfixiante au moyen de deux aiguilles (artifice de Verdan). On peut alors passer à la suture proprement dite.

La suture doit être anatomique (sans marche d'escalier perturbant le glissement tendineux), physiologique (respectant la vascularisation tendineuse et la circulation synoviale) et résistante (suffisamment solide pour permettre une cicatrisation de première intention).

En dehors de certaines plaies nettes (par verre, en particulier), un parage ou une recoupe la plus nette possible des moignons est souvent nécessaire. Celle-ci peut être effectuée à la façon de Meyer pour les nerfs, en usant de son instrumentation spécifique (outil préhenseur avec fente permettant le passage d'une lame de rasoir ou de bistouri).

■ Attitude sur la gaine

De nombreux arguments militent en faveur d'une fermeture du canal digital. Celle-ci est relativement facile en l'absence de perte de substance mais reste très difficile dans la plupart des cas, malgré le glissement de lambeaux quadrangulaires. La fermeture du canal digital améliore l'étanchéité (importante pour la cicatrisation intrinsèque et barrière contre la cicatrisation extrinsèque), rétablit un plan de glissement avec la peau, isole le tendon en cas de désunion cutanée et diminue le risque de blocage. La plupart des travaux expérimentaux confirment le bénéfice d'un canal digital fermé. Il faut de toute façon vérifier si la fermeture ou son absence n'entravent pas le coulissement tendineux.

■ Réparation des lésions associées

Comme l'avaient prôné Vilain et Michon, toutes les lésions associées doivent être réparées dans le même temps opératoire, car une négligence involontaire ou délibérée va retentir sur le résultat fonctionnel. Ainsi, l'ostéosynthèse « exacte, solide et stable » permet une mobilisation rapide sinon immédiate, la réparation des artères améliore la vascularisation tendineuse, la suture des nerfs sensitifs influence favorablement la récupération de l'enroulement. Le « doublage » de la zone de suture par un point de suture postérieur purement épi-épineural (de Medinacelli) ou par un court manchon veineux retourné peut permettre une rééducation immédiate sans arrière-pensée de rupture de la suture nerveuse, ni de tractions sur cette suture dont on sait le caractère néfaste sur la repousse axonale.

■ Fermeture cutanée

Elle est réalisée au fil non résorbable, sauf éventuellement chez le petit enfant. Les éventuelles pertes de substances sont réglées par des lambeaux locaux ou à distance dont le choix tient compte du type de rééducation envisagé. L'intervention se termine par la confection du pansement comprenant une première couche de Corticotulle® et par la mise en place de l'attelle, postérieure, antibrachio palmaire, poignet fléchi à 30°, métacarpophalangienne à 60°, IP en extension. Certains proposent une extension proximale de l'attelle au-dessus du coude, non point tant du fait des insertions proximales des fléchisseurs, que pour éviter un glissement distal de

l'attelle. Cette extension nous semble surtout utile chez les patients non coopérants (petits enfants, agitation pathologique, dont psychiatrique...)

Le plus souvent, cette attelle est avantageusement remplacée ultérieurement par une orthèse thermoformée permettant après ablation rapide et isolée d'une bande de Velcro® des mouvements d'enroulement.

CAS PARTICULIERS

■ Aux doigts longs

Zone 1

Seul le FCP est sectionné ou désinséré. Le cas idéal est représenté par un vincula court en continuité. Dans les cas où les vinculas ont été arrachés ou sectionnés, le MP se rétracte fréquemment dans la décussation d'où il doit être extrait de la façon la moins traumatique possible (cf supra). La suture est du type *pull-out* ou sur ancre, la rééducation plus volontiers de type actif protégé.

Zone 2

Rappelons que l'excision du FCS ne se justifie qu'en cas de délabrement important, car pouvant être source de flexum IPD, voire de col-de-cygne en cas d'hyperlaxité. L'excision d'une des deux bandelettes de FCS est parfois nécessaire si le volume des sutures gêne le coulissement. C'est surtout dans cette zone difficile que l'on utilise les raffinements techniques cités plus haut.

Zone 3

Il s'agit d'une zone facile, sans poulie, hormis A0 qui doit être respectée et A1 qui peut être ouverte en cas d'interférence avec les sutures afin d'éviter la constitution d'un doigt à ressaut.

Zone 4

Il existe plusieurs obstacles anatomiques dans cette zone : l'arcade (artérielle) palmaire superficielle, l'arborisation du nerf médian (lesquelles sont bien sûr respectées) et enfin le retinaculum des fléchisseurs (RF ou ligament annulaire antérieur du carpe) qui, lui, est le plus souvent sectionné de nécessité, de préférence à son bord ulnaire. En l'absence de compression du nerf médian retrouvée macroscopiquement ou à l'interrogatoire, il est licite de recourir à une suture du RF après réparation tendineuse, en utilisant une plastie d'élargissement.

Zone 5

C'est sans doute à l'avant-bras que des réparations directes peuvent être réalisées le plus longtemps après l'accident. Les surjets épitendineux n'y sont pas indispensables. Les tendons n'y sont parfois pas encore individualisés (lame tendineuse commune), ce qui peut poser des problèmes de repérage en secondaire.

La réparation des autres structures artérielles (artères radiale et ulnaire) et nerveuses (nerfs médian et ulnaire) est primordiale, ainsi que celle des fléchisseurs du poignet.

■ Au pouce

Zone T1 = cf Zone 1

Dans la mesure du possible, la poulie A2 doit être respectée ou réparée au prix d'une plastie d'élargissement.

Zone T2

En cas de rétraction importante dans l'éminence thénar ou le canal carpien, un abord à l'avant-bras type Henry est réalisé, permettant d'y récupérer le MP, de le suturer à un cathéter introduit de façon rétrograde pour le tracter dans le canal digital. À ce niveau, on épargne ou agrandit la poulie oblique, A1 peut être ouverte dans les mêmes circonstances qu'aux doigts longs.

Zone T3

Le problème est ici à l'abord (muscles thénariens) et aux branches de division du nerf médian (collatéraux du pouce, radial de l'index, branche thénarienne).

Plus en amont

Les caractéristiques sont communes aux doigts longs.

CONCLUSION

Sans même évoquer les différentes techniques de rééducation, il apparaît que de nombreux points techniques offrent encore matière à discussion. Par ailleurs, une bonne connaissance de l'anatomie, des techniques vues plus haut et de celles réalisables en secondaire, une réelle dextérité en zone 2, la pratique de la microchirurgie alourdissent le cahier des charges pour une réparation de qualité... hélas non forcément suffisante pour un résultat satisfaisant.

Rééducation postopératoire

Après une réparation primitive, plusieurs attitudes peuvent être adoptées.

IMMOBILISATION

Elle comporte 4 semaines dans une attelle plâtrée dorsale, poignet et métacarpophalangiennes fléchis, en position de détente de l'appareil fléchisseur. Elle est abandonnée en raison de l'importance de raideurs digitales et des adhérences qu'elle entraîne. Elle est utilisée essentiellement chez l'enfant de moins de 10 ans.

MOBILISATION POSTOPÉRATOIRE

Strickland^[117] a montré la supériorité nette de la mobilisation par rapport à l'immobilisation en zone 2 et Gelberman^[42] l'a confirmé à la suite d'expérimentation sur le chien. Dès le lendemain, le pansement est enlevé et, si l'état cutané et l'œdème de la main l'autorisent, l'attelle plâtrée laisse la place à une attelle réalisée en matériau thermoformable facilitant la réalisation des techniques de mobilisation. Le poignet est stabilisé en flexion à 30°, les métacarpophalangiennes à 60° et les interphalangiennes en extension. L'attelle doit dépasser l'extrémité digitale pour éviter tout accrochage accidentel, source de rupture tendineuse.

■ Mobilisation activopassive de Kleinert (1967)

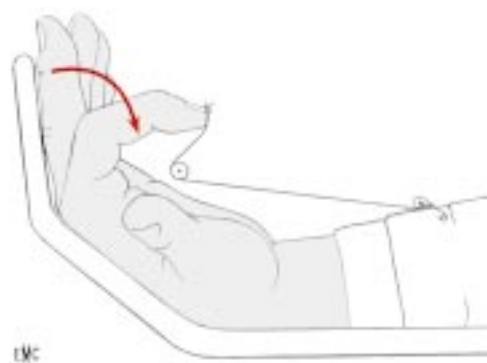
Elle repose sur l'association de mobilisations passives vers la flexion du fait d'un rappel élastique, et actives vers l'extension^[63, 64].

L'élastique est fixé à la partie antérieure de l'avant-bras à la partie proximale de l'attelle dans l'axe de convergence des doigts, c'est-à-dire le tubercule du scaphoïde (fig 24). Une poulie de réflexion est placée au niveau du pli palmaire distal, permettant la flexion la plus complète du doigt, la mobilisation de l'IPD et donc la dissociation fléchisseur profond/fléchisseur superficiel.

Cette mobilisation nécessite l'éducation de l'opéré par le kinésithérapeute qui installe le patient face à lui sur une table de rééducation, le coude fléchi, l'avant-bras et la main en pronation pour obtenir le maximum de détente des fléchisseurs. Quand la technique est parfaitement assimilée par le patient, ce dernier poursuit seul la rééducation et il est revu une fois par semaine pour contrôle clinique et vérification de l'attelle.

Par ailleurs, il a été démontré expérimentalement qu'entre le 5^e et le 10^e jour, la suture était plus fragile^[127] et c'est donc pendant cette période qu'il faut freiner l'enthousiasme du patient.

À partir du début de la 5^e semaine, la mobilisation active est débutée, l'élastique est enlevé et l'attelle est gardée pendant 2 semaines supplémentaires. À partir de la fin de la 6^e semaine, une orthèse dynamique d'extension est confectionnée et est portée essentiellement la nuit.



24 Technique de mobilisation activopassive de Kleinert.

La poulie de réflexion est placée au niveau du pli palmaire distal, ce qui permet un enroulement complet du doigt et donc la dissociation des secteurs de glissement des fléchisseurs superficiel et profond.

La technique de Kleinert est une technique très exigeante [9, 112]. Les risques de complications sont importants en cas de technique défectueuse : ruptures, adhérences, déficit d'extension interphalangien proximal et doigt en crochet. Les contre-indications de cette technique peuvent être liées au traumatisme (écrasement, lésion de l'appareil extenseur, réimplantation digitale), au patient (absence de coopération, enfant) ou à l'absence d'un bon suivi postopératoire. En effet, lorsque le patient est inaccessible à cette technique, il est préférable de se diriger vers une mobilisation passive.

■ **Mobilisation passive**

La technique de Duran-Houser (1975) est la plus connue [30]. C'est le kinésithérapeute qui alternativement va mobiliser IPP et IPD pour mobiliser les fléchisseurs superficiel et profond (fig 25), l'un par rapport à l'autre et par rapport aux structures de voisinage. Cette technique peut être modulée en fonction des difficultés de cicatrisation cutanée.

À partir du début de la 5^e semaine, le programme initial est complété par des mouvements actifs, sans résistance et l'orthèse est gardée pour 2 semaines supplémentaires. À partir de la 7^e semaine, la mobilisation active analytique est autorisée et une orthèse dynamique d'extension est confectionnée en cas de besoin.

La technique de Cooney (1987) utilise l'effet ténodèse passif poignet-doigts pour favoriser le glissement tendineux au niveau des zones de suture [23].

L'avantage de la mobilisation passive pure est sa simplicité. Elle a contribué à réduire le taux de rupture postopératoire et le flessum interphalangien proximal.

Alnot [1] a amélioré cette technique dans les plaies en zone II. Il a adopté la mobilisation passive analytique et plus globale débordant les segments digitaux. La mobilisation se fait hors attelle et concerne toutes les articulations sous- et sus-jacentes à la lésion tendineuse depuis l'IPD jusqu'au coude.

Chow [20, 21] combine la mobilisation passive selon Duran et la mobilisation activopassive selon Kleinert, ce qui a l'avantage de permettre dès la première semaine une extension passive complète de l'IPP, évitant ainsi le flessum souvent rencontré.

L'inconvénient de ces deux méthodes est de mobiliser faiblement les zones de suture (3 à 5 mm), ce qui est insuffisant pour réduire les adhérences.

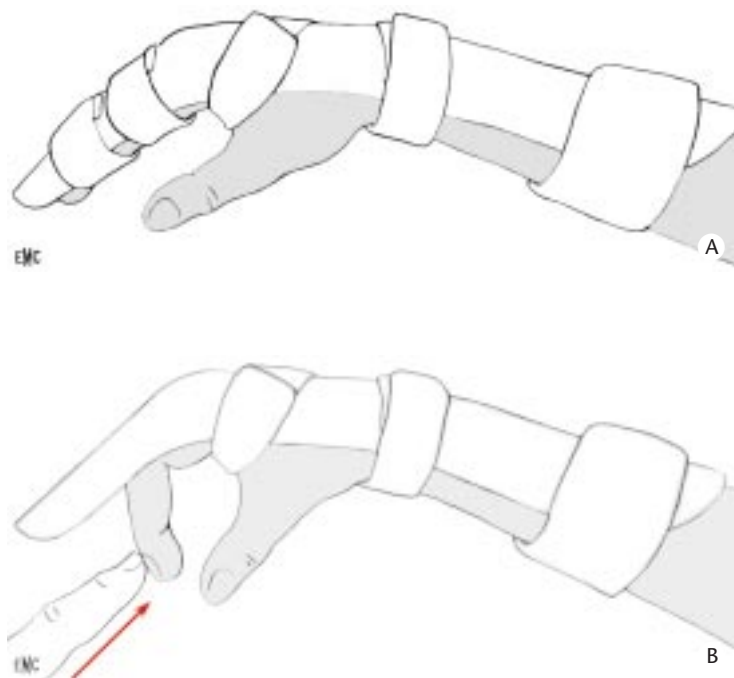
■ **Mobilisation active immédiate**

Les premières séries publiées remontent à une vingtaine d'années. Les résultats laissaient apparaître des pourcentages de ruptures secondaires élevés mais ces complications semblent diminuer dans des séries plus récentes [9, 10, 17, 43, 48]. La mobilisation active immédiate doit concilier deux impératifs apparemment contradictoires : protéger la suture tendineuse et mobiliser le tendon.

Cette mobilisation a pour objectifs de limiter les adhérences en augmentant le rapport cicatrisation intrinsèque/extrinsèque et d'augmenter la résistance du cal tendineux en le soumettant à un glissement et à une légère tension. Elle favorise la nutrition du tendon en le faisant coulisser dans sa gaine, et entretient le schéma cortical du doigt opéré, évitant ainsi son exclusion. Le problème essentiel est lié à la résistance du tendon, de la suture et donc au risque de rupture tendineuse. Cette sollicitation plus importante de la suture fait que les protocoles actifs ne peuvent être applicables à tous les types de suture, comme c'est le cas pour la rééducation passive de Duran ou activopassive de Kleinert.

Les sutures les plus utilisées permettant la mobilisation active protégée sont celles de Becker [13], Savage [101], le double point de Tajima-Kessler modifié par Strickland [112, 116], les deux points axiaux et parallèles de Tsuge, renforcés par un surjet épitendineux [43, 48, 69] et les sutures en *pull-out* lorsque la section tendineuse est située en zone 1.

Savage [100, 101] propose la mobilisation active postopératoire immédiate après réalisation de son propre point de suture, l'attelle



25 Technique de mobilisation passive selon Duran-Houser.

A. Une attelle en matériau thermoformable stabilise le poignet en flexion à 30°, les métacarpophalangiennes à 60° et les interphalangiennes en extension.

B, C. L'interphalangienne proximale et l'interphalangienne distale sont mobilisées passivement.

dorsale maintient le poignet en position neutre, avec des métacarpophalangiennes à 90°, les IP étant en extension. Cette attelle est maintenue 3 semaines. Pendant les 6 premières semaines, le patient cherche à récupérer une mobilité active complète des doigts par une mobilisation douce. Ce n'est qu'à partir de la fin de la 6^e semaine que la mobilisation vigoureuse des doigts est autorisée.

Strickland^[112, 116] utilise la rééducation protégée active en amplifiant la course des fléchisseurs grâce à l'effet ténodèse du poignet. Une orthèse dorsale articulée est confectionnée. Le poignet est fixé à 30° d'extension, métacarpophalangienne fléchie passivement à 60°, IPP et IPD enroulées en fonction de l'œdème. Le patient doit maintenir avec la plus faible contraction musculaire cette position appelée

« placé-tenu » pendant 5 secondes. Cet exercice est enseigné au patient et répété six fois par jour pendant 4 semaines. Entre les séances, le poignet est immobilisé à 20° de flexion, métacarpophalangienne à 50° et IP en extension totale.

L'apprentissage de la technique nécessite une hospitalisation courte, inférieure à 1 semaine, pour être mis en place. Elle est proposée aux sujets jeunes et motivés ayant accepté les enjeux, mais également les contraintes. En effet, la rééducation active peut être à l'origine d'une rupture tendineuse allant de 0 à 10 % selon les séries^[13, 43, 101, 112], ou tout au moins une élévation du cal tendineux^[10, 19], mais le résultat final est supérieur à celui de la rééducation passive selon Duran ou activopassive de Kleinert^[9, 10, 18].

Références

- [1] Alnot JY, Azzi A, Lericolais A, Ovieve JM. Sections récentes des tendons fléchisseurs des doigts et du pouce. *Ann Chir Main* 1993 ; 12 : 302-312
- [2] Al-Qattan MM. Conservative management of zone II partial flexor tendon lacerations greater than half the width of the tendon. *J Hand Surg Am* 2000 ; 25 : 1118-1121
- [3] Amiel D, Ishizue K, Billings E, Wiig M, Vandeberg J, Akeson WH et al. Hyaluronan in flexor tendon repair. *J Hand Surg Am* 1989 ; 14 : 837-843
- [4] Aoki M, Kubota H, Pruitt DL, Manske PR. Biomechanical and histologic characteristics of canine flexor tendon repair and early postoperative mobilization. *J Hand Surg Am* 1997 ; 22 : 107-114
- [5] Aoki M, Pruitt DL, Kubota H, Manske PR. Effect of suture knots on tensile strength of repaired canine flexor tendons. *J Hand Surg Br* 1995 ; 20 : 72-75
- [6] Armenta E, Fisher J. Anatomy of flexor pollicis longus vinculum system. *J Hand Surg Am* 1984 ; 9 : 210-212
- [7] Armenta E, Lehrman A. The vincula to the flexor tendons of the hand. *J Hand Surg Am* 1980 ; 5 : 127-134
- [8] Azar CA, Culver JE, Fleeger EJ. Blood supply of the flexor pollicis longus tendon. *J Hand Surg Am* 1983 ; 8 : 471-475
- [9] Bainbridge LC, Robertson C, Gillies D, Elliot D. A comparison of post-operative mobilization of flexor tendon repairs with and technique. *J Hand Surg Br* 1994 ; 19 : 517-521
- [10] Baktir A, Turk CY, Kabak S, Sahin V, Kardas Y. Flexor tendon repair in zone 2 followed by early active mobilization. *J Hand Surg Br* 1996 ; 21 : 624-628
- [11] Barrie KA, Tomak SL, Cholewicki J, Merrell GA, Wolfe SW. Effect of suture locking and suture caliber on fatigue strength of flexor tendon repairs. *J Hand Surg Am* 2001 ; 26 : 340-346
- [12] Barrie KA, Wolfe SW, Shean C, Shenbagamurthi D, Slade J 3rd, Panjabi MM. A biomechanical comparison of multi-strand flexor tendon repairs using an in situ testing model. *J Hand Surg Am* 2000 ; 25 : 499-506
- [13] Becker H, Orak F, Duponselle E. Early active motion following a beveled technique of flexor tendon repair: repair on fifty cases. *J Hand Surg Am* 1979 ; 4 : 454-460
- [14] Brockis JG. The blood supply of the flexor and extensor tendons of the fingers in man. *J Bone Joint Surg Br* 1953 ; 35 : 131-138
- [15] Brunelli G, Monini L. Technique personnelle de suture des tendons fléchisseurs des doigts avec mobilisation immédiate. *Ann Chir Main* 1982 ; 1 : 92-96
- [16] Burt JD, Siddins M, Morrison WA. Low irradiation in digital flexor tendon repair. *Plast Reconstr Surg* 2001 ; 108 : 688-694
- [17] Cannon NM. Post flexor tendon repair motion protocol. *The Indiana Hand Center New Lett* 1993 ; 1 : 13-17
- [18] Chanbon X, Paysant J, Gavillot C, Petry D, Andre JM, Dap F et al. Protocoles de rééducation après réparation des tendons fléchisseurs de la main en zone 2 : présentation et indications. *Chir Main* 2001 ; 20 : 368-377
- [19] Choueca J, Heminger H, Mass DP. Cyclical testing of zone II flexor tendon repairs. *J Hand Surg Am* 2000 ; 25 : 1127-1134
- [20] Chow JA, Thomas LJ, Dovel SW, Milnor WH, Seyfer AE, Smith AC. A combined regimen of controlled motion following flexor tendon repair in. *Plast Reconstr Surg* 1978 ; 79 : 447-453
- [21] Chow JA, Thomas LJ, Dovel SW, Monsivais J, Milnor WH, Jackson JP. Controlled motion rehabilitation after flexor tendon repair and grafting. A multicentre study. *J Bone Joint Surg Br* 1988 ; 70 : 591-595
- [22] Churei Y, Yoshizu T, Maki Y, Tsubokawa N. Flexor tendon repair in a rabbit model using a "core" of extensor retinaculum with synovial membrane. *J Hand Surg Br* 1999 ; 24 : 267-271
- [23] Cooney WP, Lin GT, An KN. Improved tendon excursion following flexor tendon repair. *J Hand Ther* 1989 ; 2 : 106-162
- [24] Cullen KW, Tohurst P, Lang D, Page RE. Flexor tendon repair in zone 2 followed by controlled active mobilisation. *J Hand Surg Br* 1989 ; 14 : 392-395
- [25] Dap F. Lésions traumatiques récentes des tendons fléchisseurs à la main. In : Conférence d'enseignement du GEM. Paris : Expansion Scientifique Française, 1992 : 1-32
- [26] Defino HL, Barbieri CH, Goncalves RP, Paulin JB. Studies on tendon healing. A comparison between suturing techniques. *J Hand Surg Br* 1986 ; 11 : 444-450
- [27] Diao E, Hariharan JS, Soejima O. Effect of peripheral suture depth on strength of tendon repairs. *J Hand Surg Am* 1996 ; 21 : 234-239
- [28] Dinopoulos H, Boyer MI, Burns ME, Gelberman RH, Silva MJ. The resistance of a four- and eight-strand suture technique to gap formation during tensile testing: a experimental study of repaired canine flexor tendons after 10 days of in vivo healing. *J Hand Surg Am* 2000 ; 25 : 489-498
- [29] Duffy FJ, Seiler JG, Hergueter CA, Kandel J, Gelberman RH. Intrinsic mitogenic potential of canine flexor tendons. *J Hand Surg Br* 1992 ; 17 : 275-277
- [30] Duran RJ, Houser RG. Controlled passive motion following flexor tendon repair in zones two and three. In : AAOS. Symposium on tendon surgery in the hand. St Louis : CV Mosby, 1975 : 105-111
- [31] Edwards DA. The blood supply and lymphatic drainage of tendons. *J Anat* 1946 ; 80 : 147-154
- [32] Fitoussi F, Mazda K, Frajman JM, Jehanno P, Penneçot F. Repair of the flexor pollicis longus tendon in children. *J Bone Joint Surg Br* 2000 ; 82 : 1177-1180
- [33] Frykman E, Jacobson S, Widenkalk B. Fibrin sealant in prevention of flexor tendon adhesions: an experimental study in the rabbit. *J Hand Surg Am* 1993 ; 18 : 68-75
- [34] Fujita M, Hukuda S, Doida Y. The effect of constant direct electrical current on intrinsic healing in the flexor tendon in vitro. An ultrastructural study of differing attitudes in epitenon cells and tenocytes. *J Hand Surg Br* 1992 ; 17 : 94-98
- [35] Gan BS, Huys S, Sherebin MH, Scilley CG. The effects of ultrasound treatment on flexor tendon healing in the chicken limb. *J Hand Surg Br* 1995 ; 20 : 809-814
- [36] Garner WL, MacDonald JA, Kuhn C, Weeks PM. Autonomous healing of chicken flexor tendons in vitro. *J Hand Surg Am* 1988 ; 13 : 697-700
- [37] Gelberman RH, Siegel DB, Woo SL, Amiel D, Lee D. Healing of digital flexor tendons: Importance of the interval from injury to repair. *J Bone Joint Surg Am* 1991 ; 73 : 66-75
- [38] Gelberman RH, Steinberg D, Amiel D, Akeson W. Fibroblast chemotaxis after tendon repair. *J Hand Surg Am* 1991 ; 16 : 686-693
- [39] Gelberman RH, Vandeberg JS, Lundborg GN, Akeson WH. Flexor tendon healing and restoration of the gliding surface. *J Bone Joint Surg Am* 1983 ; 65 : 70-80
- [40] Gelberman RH, Vandeberg JS, Manske PR, Akeson WH. The early stages of flexor tendon healing: A morphologic study of the first fourteen days. *J Hand Surg Am* 1985 ; 10 : 776-784
- [41] Gelberman RH, Woo SL, Amiel D, Horibe S, Lee D. Influences of flexor sheath continuity and early motion on tendon healing in dogs. *J Hand Surg Am* 1990 ; 15 : 69-77
- [42] Gelberman RH, Woo SL, Lothringer K, Akeson WH, Amiel D. Effects of early intermittent passive mobilization on healing canine flexor tendons. *J Hand Surg Am* 1982 ; 7 : 170-175
- [43] Gerard F, Garbuio P, Obert L, Tropet Y. Immediate active mobilisation after flexor tendon repairs in Verdan's zone I and II. *Ann Chir Main* 1998 ; 17 : 127-132
- [44] Gill RS, Lim BH, Shatford RA, Toth E, Voor MJ, Tsai TM. A comparative analysis of the six-strand double-loop flexor tendon repair and three other techniques: a human cadaveric study. *J Hand Surg Am* 1999 ; 24 : 1315-1322
- [45] Gordon L, Dysark FA, Venkateswara KT, Mok AP, Ritchie RO, Rabinowitz S. Flexor Tendon repair using a stainless steel external splint. *J Hand Surg Br* 1999 ; 24 : 654-657
- [46] Greenough CG. The effect of pulsed electromagnetic fields on flexor tendon healing in the rabbit. *J Hand Surg Br* 1996 ; 21 : 808-812
- [47] Greenwald DP, Hong HZ, May JW. Mechanical analysis of tendon suture techniques. *J Hand Surg Am* 1994 ; 19 : 641-647
- [48] Groth GN, Bechtold LL, Young VL. Early active mobilization for flexor tendons repaired using double loop locking suture technique. *J Hand Ther* 1995 ; 8 : 206-211
- [49] Guimberteau JC, Panconi B, Boileau R. Mesovascularized island flexor tendon: New concepts and techniques for flexor tendon salvage surgery. *Plast Reconstr Surg* 1993 ; 92 : 88-903
- [50] Guinard D, Montanier F, Thomas D, Corcella D, Moutet. The Mantero flexor tendon repair in zone 1. *J Hand Surg Br* 1999 ; 24 : 148-151
- [51] Hagberg L. Exogenous hyaluronate as an adjunct in the prevention of adhesions after flexor tendon surgery: A controlled clinical trial. *J Hand Surg Am* 1992 ; 17 : 132-136
- [52] Hanff G, Abrahamsson SO. Matrix synthesis and cell proliferation in repaired flexor tendon within E-PTFE reconstructed flexor tendon sheaths. *J Hand Surg Br* 1996 ; 21 : 642-646
- [53] Hariharan JS, Soejima E, Lotz JC. Partial lacerations of human digital flexor tendons: A biomechanical analysis. *J Hand Surg Am* 1997 ; 22 : 1011-1015
- [54] Harris SB, Harris D, Foster AJ, Elliot D. The aetiology of acute rupture of flexor tendon repairs in zones 1 and 2 of the fingers during early mobilization. *J Hand Surg Br* 1999 ; 24 : 275-280
- [55] Hatanaka H, Manske PR. Effect of suture size on locking and grasping flexor tendon repair techniques. *Clin Orthop* 2000 ; 375 : 267-274
- [56] Hatano I, Suga T, Diao E, Peimer CA, Howard C. Adhesions from flexor tendon surgery. An animal study comparing surgical techniques. *J Hand Surg Am* 2000 ; 25 : 252-259
- [57] Hitchcock TF, Light TR, Bunch WH, Knight GW, Sartori MJ, Patwardhan AG et al. The effect of immediate constrained digital motion on the strength of flexor tendon repairs in chicken. *J Hand Surg Am* 1987 ; 12 : 590-595
- [58] Hotokezaka S, Manske PR. Difference between locking loops and grasping loops: effects on 2-strand core suture. *J Hand Surg Am* 1997 ; 22 : 995-1003
- [59] Kakar S, Khan U, McGrouther DA. Differential cellular response within the rabbit tendon unit following tendon injury. *J Hand Surg Br* 1998 ; 23 : 627-932
- [60] Khan U, Edwards JC, McGrouther DA. Patterns of cellular activation after tendon injury. *J Hand Surg Br* 1996 ; 21 : 813-820
- [61] Khan U, Occleston NL, Khaw PT, McGrouther DA. Differences in proliferative rate and collagen lattice contraction between endotenon and synovial fibroblasts. *J Hand Surg Am* 1998 ; 23 : 266-273
- [62] Kirchmayr L. Zur technik der sehnennaht. *Zentralbl Chir* 1917 ; 40 : 906-907
- [63] Kleinert HE, Kutz JE, Ashbell TS, Martinez E. Primary repair of lacerated flexor tendons in. *J Bone Joint Surg Am* 1967 ; 49 : 577
- [64] Kleinert HE, Lubahn JD. Current state of flexor tendon surgery. *Ann Chir Main* 1984 ; 3 : 7-17

- [65] Komanduri M, Phillips CS, Mass DP. Tensile strength of flexor tendon repairs in a dynamic cadaver model. *J Hand Surg Am* 1996 ; 21 : 605-611
- [66] Komurcu M, Akkus O, Basbozkurt M, Gur E, Akkas N. Reduction of restrictive adhesions by local aprotinin application and primary sheath repair in surgically traumatized flexor tendons of the rabbit. *J Hand Surg Am* 1997 ; 22 : 826-832
- [67] Kubota H, Aoki M, Pruitt DL, Manske PR. Mechanical properties of various circumferential tendon suture techniques. *J Hand Surg Br* 1996 ; 21 : 474-480
- [68] Le Nen D, Hu W, Rossignol B, Stindel E. Étude expérimentale de la résistance en traction de sutures tendineuses. Analyse de 3 types de points sur 69 fléchisseurs. *La Main* 1998 ; 3 : 119-128
- [69] Lee H. Double loop locking suture: a technique of tendon repair for early active mobilization. *J Hand Surg Am* 1990 ; 15 : 953-958
- [70] Leffert RD, Weiss C, Athanasoulis CA. The vincula with particular references to their vessels and nerves *Bone Joint Surg Am* 1974 ; 56 : 1191-1198
- [71] Lin GT, An KN, Amadio PC, Cooney WP. Biomechanical studies of running suture for flexor tendon repair in dogs. *J Hand Surg Am* 1988 ; 13 : 553-558
- [72] Lundborg G. Experimental flexor tendon healing without adhesion formation - A new concept of tendon nutrition and intrinsic healing mechanisms. A preliminary report. *The Hand* 1976 ; 8 : 235-238
- [73] Lundborg G, Rank F. Experimental studies on cellular mechanism involved in healing of animal and human flexor tendon in synovial environment. *The Hand* 1980 ; 12 : 3-11
- [74] Lundborg G, Hansson HA, Rank F, Rydevik B. Superficial repair of severed flexor tendons in synovial environment. An experimental, ultrastructural study on cellular mechanisms. *J Hand Surg Am* 1980 ; 5 : 541-461
- [75] Manske PR. Flexor tendon healing. *J Hand Surg Br* 1988 ; 13 : 237-245
- [76] Manske PR, Lesker PA. Nutrient pathways of flexor tendons in primates. *J Hand Surg Am* 1982 ; 7 : 436-444
- [77] Manske PR, Lesker PA, Gelberman RH, Rucinsky TE. Intrinsic restoration of the flexor tendon surface in the nonhuman primate. *J Hand Surg Am* 1985 ; 10 : 632-637
- [78] Marin-Braun F, Foucher G, Buch-Jaeger N, Sammut D. Réparation du fléchisseur profond et du long fléchisseur du pouce par la « fixation en rappel ». Résultats à propos d'une série de soixante-dix-sept cas. *Ann Chir Main* 1991 ; 10 : 13-21
- [79] Mashadi ZB, Amis AA. Strength of the suture in the epitendon and within the tendon fibres: development of stronger peripheral suture technique. *J Hand Surg Br* 1992 ; 17 : 171-175
- [80] Mass DP, Tuel RJ. Intrinsic healing of the laceration site in human superficialis flexor tendons in vitro. *J Hand Surg Am* 1991 ; 16 : 24-30
- [81] Matthews P, Richards H. Factors in the adherence of flexor tendon after repair. *J Bone Joint Surg Br* 1976 ; 58 : 230-236
- [82] Matthews P, Richards H. The repair potential of digital flexor tendons. *J Bone Joint Surg Br* 1974 ; 56 : 618-625
- [83] McGeorge DD, Stilwell JH. Partial flexor tendon injuries: to repair or not. *J Hand Surg Br* 1992 ; 17 : 176-177
- [84] McLarny E, Hoffman H, Wolfe SW. Biomechanical analysis of the cruciate four-strand flexor tendon repair. *J Hand Surg Am* 1999 ; 24 : 295-301
- [85] Miller L, Mass DP. A comparison of four repair techniques for Chamber's chiasma flexor digitorum superficialis lacerations: tested in an in vitro model. *J Hand Surg Am* 2000 ; 25 : 1122-1126
- [86] Momose T, Amadio P, Zhao C, Zobitz ME, An KN. The effect of knot location, suture material, and suture size on the gliding resistance of flexor tendons. *J Biomed Mater Res* 2000 ; 53 : 806-811
- [87] Moran SL, Tyan CK, Orlando GS, Pratt CE, Michalko KB. Effects on 5-Fluorouracil on flexor tendon repair. *J Hand Surg Am* 2000 ; 25 : 242-251
- [88] Nessler JP, Mass DP. Direct-current electrical stimulation of tendon healing in vitro. *Clin Orthop* 1987 ; 217 : 303-312
- [89] Ochiai N, Matsui T, Miyaji N, Merklin AJ, Hunter JM. Vascular anatomy of flexor tendons. I. Vascular system and blood supply of the profundus tendon in the digital sheath. *J Hand Surg Am* 1979 ; 4 : 321-330
- [90] Ozgenel GY, Samli B, Ozcan M. Effect of human amniotic fluid on peritendinous adhesion formation and tendon healing after flexor tendon surgery in rabbits. *J Hand Surg Am* 2001 ; 26 : 332-339
- [91] Papaloizos MY, Schärer N, Rehart S, Stüssi E, Meyer VE. Cross stitch peripheral tendon repair: a mechanical comparison with core stitch techniques. *Chir Main* 2000 ; 19 : 128-133
- [92] Peacock EE. A study of circulation in normal tendons and healing grafts. *Ann Surg* 1959 ; 415-429
- [93] Pennington DG. The locking loop tendon suture. *Plast Reconstr Surg* 1979 ; 63 : 648-652
- [94] Potenza AD. Critical evaluation of flexor-tendon healing and adhesions formation within artificial digital sheaths. *J Bone Joint Surg Am* 1963 ; 45 : 1217-1233
- [95] Raposio E, Cella A, Barabino P, Santi PL. Two modified techniques for flexor tendon repair. *Plast Reconstr Surg* 1999 ; 103 : 1691-1695
- [96] Robotti E, Zimblar AG, Kenna D, Grossman JA. The effect of pulsed electromagnetic fields on flexor tendon healing in chickens. *J Hand Surg Br* 1999 ; 24 : 56-58
- [97] Rohrich RJ, Trott SA, Love M, Beran SJ, Orenstein HH. Mersilene suture as a vehicle for delivery of growth factors in tendon repair. *Plast Reconstr Surg* 1999 ; 104 : 1713-1717
- [98] Sarhadi NS, Shaw-Dunn J. Translational digital nerve block. An anatomical appraisal. *J Hand Surg* 1998 ; 23 : 490-493
- [99] Savage R. In vitro studies of a new method of flexor tendon repair. *J Hand Surg Br* 1985 ; 10 : 135-141
- [100] Savage R. The influence of the wrist position on the minimum force required for active movement of the interphalangeal joint. *J Hand Surg Br* 1988 ; 13 : 262-268
- [101] Savage R, Risitano G. Flexor tendon repair using a six strand method of repair and early active mobilization. *J Hand Surg Br* 1989 ; 14 : 369-399
- [102] Schuind F, Garcia-Elias M, Cooney WP 3rd, An KN. Flexor tendon forces: in vivo measurements. *J Hand Surg Am* 1992 ; 17 : 291-298
- [103] Schultz RO, Drake DB, Morgan RF. A new technique for the treatment of flexor digitorum profundus tendon avulsion. *Ann Plast Surg* 1999 ; 42 : 46-48
- [104] Seiler JG 3rd, Leversedge FJ. Digital flexor sheath: repair and reconstruction of the annular pulleys and membranous sheath. *J South Orthop Assoc* 2000 ; 9 : 81-90
- [105] Seradge H. Elongation of the repair configuration following flexor tendon repair. *J Hand Surg Am* 1983 ; 8 : 182-185
- [106] Shao F, Sasaki K, Tsuchida H, Takayanagi M, Watanabe Y. Effect of basic fibroblast growth factor on angiogenesis in rabbit flexor digitorum profundus tendons lacerated and repaired in the avascular area. *Hand Surg* 1997 ; 2 : 35-43
- [107] Silva MJ, Hollstien SB, Brodt MD, Boyer MI, Tetro AM, Gelberman RH. Flexor digitorum profundus tendon-to-bone repair: An ex vivo biomechanical analysis of 3 pullout suture techniques. *J Hand Surg Am* 1998 ; 23 : 120-126
- [108] Silfverskiöld KL, May EJ, Tornvall AH. Gap formation during controlled motion after flexor tendon repair in zone II: A prospective clinical study. *J Hand Surg Am* 1992 ; 17 : 539-546
- [109] Small JO, Brennen MD, Colville J. Early active mobilisation following flexor tendon in zone 2. *J Hand Surg Br* 1989 ; 14 : 537-543
- [110] Smith JW. Blood supply to tendons. *Am J Surg* 1965 ; 109 : 272-276
- [111] St Onge R, Weiss C, Denlinger JL, Balazs EA. A preliminary assessment of Na-Hyaluronate injection into "no man's land" for primary flexor tendon repair. *Clin Orthop* 1980 ; 146 : 269-275
- [112] Strickland JW. Results of flexor tendon surgery in zone II in flexor tendon surgery. *Hand Clin* 1985 ; 1 : 167-179
- [113] Strickland JW. Flexor tendon surgery. Part I: Anatomy, physiology, biomechanics, healing and adhesion formation around a repaired tendon. *Orthop Rev* 1986 ; XV : 632-645
- [114] Strickland JW. Biologic rationale, clinical application, and results of early motion following flexor tendon repair. *J Hand Ther* 1989 ; 2 : 71-83
- [115] Strickland JW. Flexor tendon surgery. Part I: Primary flexor tendon repair. *J Hand Surg Br* 1989 ; 14 : 261-272
- [116] Strickland JW. Flexor tendon injuries in the hand. In : Strickland JW ed. Master technique in orthopaedic surgery. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 : 473-489
- [117] Strickland JW, Glogovac SV. Digital function following flexor tendon repair in zone II: a comparison of immobilization and controlled passive motion techniques. *J Hand Surg Am* 1980 ; 5 : 537-543
- [118] Tajima T. History, current status and aspects of hand surgery in Japan. *Clin Orthop* 1984 ; 184 : 41-49
- [119] Takasugi H, Akahori O, Nishihara K, Tada K. Three-dimensional architecture of blood vessels of tendons demonstrated by corrosion casts. *The Hand* 1978 ; 10 : 9-15
- [120] Tang JB, Shi D, Gu YQ, Chen JC, Zhou B. Double and multiple looped suture tendon repair. *J Hand Surg Br* 1994 ; 19 : 699-703
- [121] Tang JB, Wang B, Chen F, Pan CZ, Xie RG. Biomechanical evaluation of flexor tendon repair techniques. *Clin Orthop* 2001 ; 386 : 252-259
- [122] Towfigh H. Entwicklung einer neuen, übungsstabilen Sehnennaht. *Unfallchirurg* 1982 ; 8 : 226-229
- [123] Tsuge K, Ikuta Y, Matsuiski Y. Intra-tendinous tendon suture in the hand: A new technique. *Hand* 1975 ; 7 : 250-255
- [124] Tsuge K, Ikuta Y, Matsuiski Y. Repair of flexor tendons by intra-tendinous tendon suture. *J Hand Surg Am* 1977 ; 2 : 436-440
- [125] Tubiana R, Gordon S, Grossman J, McMeniman P. Évaluation des résultats après réparation des tendons fléchisseurs des doigts. In : Tubiana R éd. Traité de chirurgie de la main. Paris : Masson, 1986 : 281-286
- [126] Urbaniak JR. Tendon suturing methods: Analysis of tensile strength. In : Symposium of tendon surgery in the hand. Park Ridge : American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1974 : 1-307
- [127] Urbaniak JR, Cahill JD, Mortenson R. Tendon suturing methods: analysis of tensile strengths. In : Hunter JM, Schneider LH eds. AAOS Symposium on tendon surgery in the hand. St Louis : CV Mosby, 1975 : 70-80
- [128] Veitch A, Firoozbakhsh K, Pribyl CR, McNally T. In vitro biomechanical evaluation of the double loop suture for flexor tendon repair. *Clin Orthop* 2000 ; 377 : 228-234
- [129] Wada A, Kubota H, Hatanaka H, Hotokezaka S, Miura H, Iwamoto Y. The mechanical properties of locking and grasping suture loop configurations in four-strand core suture techniques. *J Hand Surg Br* 2000 ; 25 : 548-551
- [130] Wagner WF Jr, Carroll C 4th, Strickland JW, Heck DA, Toombs JP. A biomechanical comparison of techniques of flexor tendon repair. *J Hand Surg Am* 1994 ; 19 : 979-983
- [131] Zatiti SC, Mazzer N, Barbieri CH. Mechanical strengths of tendon sutures. *J Hand Surg Br* 1998 ; 23 : 228-233
- [132] Zbrodowski A, Gajsin S, Grodecki J. Mesotendons of digital flexor muscles and their vasculature. *The Hand* 1981 ; 3 : 231-238

Main de l'hémiplégique

Y. Allieu
P. Denormandie
J.-N. Goubier

Résumé. – La main de l'hémiplégie est une main spastique et paralytique par atteinte neurologique centrale. Il faut différencier deux tableaux tout à fait différents : la main de l'hémiplégie cérébrale infantile souvent « chirurgicale » et qui a fait l'objet de la quasi-totalité des travaux sur la chirurgie de la main hémiplégique et la main du cérébrolésé adulte (après hémiplégie vasculaire ou traumatisme crânien). Dans ce second tableau, les indications à visée fonctionnelle sont beaucoup plus rares, du fait des troubles cérébraux des fonctions supérieures associés. Cependant, les indications dans un but d'hygiène et esthétique y sont fréquentes et font de cette chirurgie, souvent mal connue et qui cependant peut améliorer grandement la fonction globale de ces malades, une chirurgie gagnante. Les indications chirurgicales sont fondées sur une étude clinique précise de la main complétée par l'utilisation de blocs anesthésiques, une étude électromyographique et l'utilisation de la toxine botulique. Outre ce bilan lésionnel, elles doivent tenir compte d'un bilan général et cognitif. Il est ainsi possible de distinguer deux types de main : une main potentiellement fonctionnelle pouvant récupérer après traitement des possibilités fonctionnelles qui ne sont jamais totales mais permettent de retrouver une « main d'appoint » ; une main potentiellement non fonctionnelle, qui reste fonctionnellement inutilisable. Le but de la chirurgie est de corriger des déséquilibres musculaires entre agonistes et antagonistes et les déformations ostéoarticulaires qu'ils engendrent. Pour ce faire, on peut agir sur le nerf (hyponeurotisation, neurectomie, intervention neurochirurgicale) ou sur le muscle, en relâchant les muscles agonistes (désinsertion musculaire, allongement tendineux) ou en renforçant l'action des muscles antagonistes par transferts tendineux. La stabilisation articulaire du poignet, des chaînes digitales et du pouce en bonne position fait appel aux arthrodèses ou aux ténodèses.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Hémiplégie ; Main spastique ; Transfert tendineux ; Chirurgie de la main ; Main neurologique ; Neurotomies

Introduction

La main de l'hémiplégique est une main spastique et paralytique par atteinte neurologique centrale.

Il faut différencier deux tableaux tout à fait différents :

- la main de l'hémiplégie cérébrale infantile souvent « chirurgicale » [5, 13, 15, 17, 23, 24, 27, 37, 41, 42, 45] et qui a fait l'objet de la quasi-totalité des travaux sur la chirurgie de la main hémiplégique ;
- la main du cérébrolésé adulte [11, 18, 20, 31] (après hémiplégie vasculaire ou traumatisme crânien). Dans ce second tableau, les indications à visée fonctionnelle sont beaucoup plus rares, du fait des troubles cérébraux des fonctions supérieures associés. Cependant, les indications dans un but d'hygiène et esthétique y sont fréquentes et font de cette chirurgie, souvent mal connue et qui cependant peut améliorer grandement la fonction globale de ces malades, une chirurgie gagnante.

Bases et principes du traitement chirurgical

ÉVALUATION D'UNE MAIN SPASTIQUE

L'examen de la main est indissociable de celui du membre supérieur, sur le plan fonctionnel ; c'est ce dernier qui permet l'orientation de la main dans l'espace : épaule, coude, pronosupination. [13]

Le bilan de la main hémiplégique doit intégrer l'évaluation neuro-orthopédique sur le plan lésionnel au niveau de la main (commande motrice, sensibilité, spasticité) mais aussi l'évaluation cognitive globale du patient. L'attitude en pronation, en particulier, doit être préalablement traitée (transferts tendineux, ostéotomie, arthrodèse radio-ulnaire distale). Nous ne traitons pas ici la correction de l'épaule et du coude hémiplégiques, dont l'attitude est en adduction-rotation interne de l'épaule et en pronation de l'avant-bras.

Le bilan lésionnel, qui peut guider le geste chirurgical si celui-ci est indiqué après bilan général du patient, ne peut être intégré, chez l'adulte cérébrolésé, dans une des classifications utilisées dans l'hémiplégie cérébrale infantile (classifications de Zancolli, [42, 43] de House [15] et de Tonkin [38, 40]). Il n'est pas possible d'envisager une classification unique qui prenne en compte tous les paramètres, surtout chez l'adulte cérébrolésé, après hémiplégie vasculaire ou traumatisme crânien. Les tableaux sont extrêmement complexes et varient d'un sujet à l'autre. Seul un bilan précis débouchant sur un arbre décisionnel peut guider l'intervention thérapeutique.

On peut différencier la main spastique extrinsèque portant sur les pronateurs, les fléchisseurs des doigts et du poignet, le long

Y. Allieu (Professeur de chirurgie orthopédique et traumatologie à la faculté de médecine de Montpellier)

Adresse e-mail: yves.allieu@wanadoo.fr

Institut de chirurgie de la main de Montpellier, 1133, rue des Bouisses, 34070 Montpellier, France.

P. Denormandie (Chirurgien, neuro-orthopédiste)

Service de chirurgie orthopédique du professeur T. Judet, hôpital Raymond Poincaré, 104, rue Raymond-Poincaré, 92380 Garches, France.

J.-N. Goubier (Chirurgien de la main et du membre supérieur, attaché à l'hôpital Saint Antoine)

Service de chirurgie de la main, clinique La Francilienne, 16, avenue de l'Hôtel-de-Ville, 77340 Pontault-Combault, France.

fléchisseur propre du pouce (flexor pollicis longus : FPL) et la *main spastique intrinsèque*, soit des doigts longs (muscles interosseux), soit du pouce (adducteur du pouce et 1^{er} interosseux dorsal mais aussi thénariens externes). Outre la main spastique extrinsèque et la main spastique intrinsèque, le problème se complique, chez l'adulte cérébrolésé, par l'existence de *main mixtes*, spastiques extrinsèques et intrinsèques.

Cet arbre décisionnel doit faire la part de la spasticité et de la rétraction musculaire. Pour cela, l'intérêt des blocs anesthésiques nerveux préopératoires est primordial et doit faire partie de l'examen clinique. Il est donc fondé sur :

- l'examen clinique, en tenant compte de :
 - la possibilité ou non d'extension active des doigts, le poignet étant à moins de 20° de flexion ;
 - la possibilité ou non d'abduction active du pouce ;
 - l'état fonctionnel des muscles interosseux digitaux (spastiques ou rétractés) ;
- les blocs nerveux anesthésiques, qui permettent de différencier spasticité et rétraction.

L'examen peut être aussi complété par une électromyographie dynamique pour préciser les muscles à transférer.

Par ailleurs, un traitement par toxine botulique préopératoire peut être indiqué de manière à renforcer ou à révéler les muscles antagonistes et permettre de se rendre compte de l'effet du traitement ultérieur.

■ Arbre décisionnel

Si l'extension active des doigts est possible, le poignet étant à moins de 20° de flexion, ou impossible, on se tourne vers l'extension active du poignet qui est soit possible soit impossible. On peut alors différencier une spasticité (ou une rétraction) des fléchisseurs des doigts, une spasticité (ou une rétraction) des fléchisseurs du poignet, une paralysie ou non-fonction des extenseurs du poignet.

Si elle est impossible, on apprécie le caractère réductible (poignet étendu ou fléchi) ou irréductible du flectum des doigts et l'on peut alors différencier les tableaux de spasticité de fléchisseurs des doigts, de rétraction des fléchisseurs des doigts, de déficit d'extension des doigts.

L'étude de l'*abduction active du pouce*, possible ou impossible, se fait le poignet en flexion ou en extension, et étudie la possibilité de réduction ou non, permettant de différencier la spasticité de la rétraction du FPL, la faiblesse des extenseurs du pouce, la spasticité ou la rétraction de l'adducteur du pouce.

Le bilan est complété par une étude analytique des muscles thénariens externes.

On recherche par ailleurs l'atteinte (spasticité ou rétraction) des *muscles intrinsèques digitaux*.

Les « *main mixtes* », chez le cérébrolésé, associent une atteinte (spasticité ± rétraction) des muscles extrinsèques et intrinsèques. Le diagnostic n'est alors possible, en préopératoire, que par les blocs nerveux anesthésiques ou en peropératoire après libération des extrinsèques. Le traitement de la spasticité extrinsèque démasque ainsi souvent une main intrinsèque, qui n'est visible qu'en postopératoire, lorsque les extrinsèques ont été corrigés.

■ Résultat

Ce bilan lésionnel doit être intégré dans le bilan général et cognitif permettant de distinguer deux types de mains : [20, 30]

- une *main potentiellement fonctionnelle* pouvant récupérer après traitement des possibilités fonctionnelles qui ne sont jamais totales mais permettent de retrouver une « main d'appoint » ;
 - une *main potentiellement non fonctionnelle*, qui reste fonctionnellement inutilisable.
- Lorsque l'orientation de la main est impossible vu l'état du membre

supérieur proximal, en cas de syndrome associé (cérébelleux et extrapyramidal), en cas de troubles cognitifs importants, la main est potentiellement non fonctionnelle. Il n'en demeure pas moins que l'indication chirurgicale peut être proposée pour améliorer l'aspect esthétique et hygiénique de cette main. Souvent, les patients désirent une amélioration esthétique, surtout les femmes, en raison de l'attitude en hyperflexion des doigts et en flexion-pronation du poignet ; par ailleurs, si l'attitude en flexion des doigts est importante, elle entraîne une macération et des difficultés hygiéniques, qui font que l'intervention améliore grandement ces patients.

BUT DE LA CHIRURGIE

Le but de la chirurgie est de corriger les déséquilibres musculaires et les déformations ostéoarticulaires qu'ils engendrent.

■ Correction des déséquilibres musculaires

Pour corriger les déséquilibres musculaires, il faut :

- avant tout, affaiblir les muscles spastiques (ou corriger leur rétraction, secondaire à la spasticité) ;
- secondairement, augmenter l'action de leurs antagonistes dont la force est insuffisante car ils sont détendus ou paralysés.

Déformation spastique

Quand la déformation est purement spastique, pour affaiblir le muscle spastique, on privilégie une intervention sur le nerf. La prise en charge est, dans une première étape, médicale par l'utilisation de la toxine botulique au niveau des muscles spastiques, associée à de la rééducation qui vise en particulier le renforcement des antagonistes. Les gestes chirurgicaux sur le nerf sont soit des hyponeurotisations sélectives, soit des neurectomies.

Déformation par rétraction

Quand la déformation est essentiellement en rapport avec une rétraction du complexe musculotendineux, on pratique un raccourcissement du muscle ou du tendon.

Déformation mixte

Quand la déformation est mixte, à la fois spastique et par rétraction, la priorité est donnée à l'intervention sur le muscle ou le tendon, d'autant que cette intervention, en diminuant le réflexe d'étirement, modifie la spasticité du muscle.

■ Correction des déformations articulaires

La correction des déformations articulaires fait appel à des ténodèses ou à des arthrodèses stabilisant l'articulation en bonne position.

Intervention sur le nerf

MUSCLES EXTRINSÈQUES SPASTIQUES : HYPONEUROTISATION SÉLECTIVE (Fig. 1) [3]

Le nerf médian est repéré au coude. Le corps musculaire du rond pronateur (pronator teres : PT) est récliné afin d'observer ses différentes branches motrices. Celles-ci sont identifiées par stimulations répétées. L'hyponeurotisation est réalisée au microscope, elle consiste à réséquer – sur 1 cm, afin d'éviter une cicatrisation spontanée – les deux tiers ou les trois quarts du volume du nerf, soit par résection d'un certain nombre des branches quand il en existe plusieurs, soit par résection de certains fascicules après dissection intrafasciculaire lorsqu'il n'existe qu'une branche. La dénervation doit alors intéresser un ou deux tiers des fascicules.

Puis, le PT est récliné en haut et en dehors pendant que le fléchisseur radial du carpe (flexor carpi radialis : FCR) est récliné en bas et en

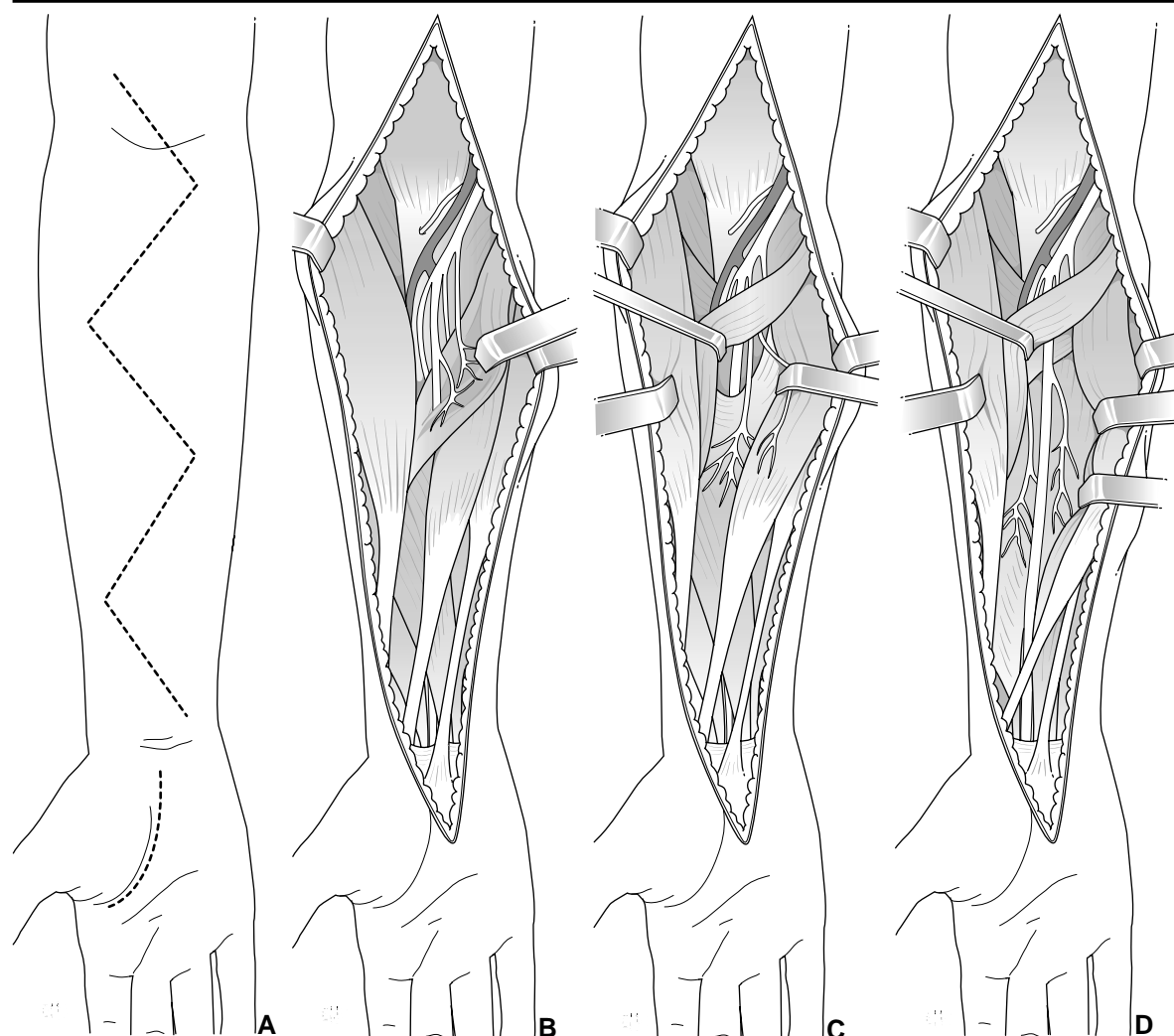


Figure 1 Hyponeurotisation sélective : G. Brunelli.

dedans, afin de voir apparaître les branches motrices du FCR et du fléchisseur superficiel des doigts (flexor digitorum superficialis : FDS) qui peuvent être alors dénervées.

Le FDS est alors écarté en dedans, permettant de découvrir les rameaux pour le fléchisseur commun profond des doigts (flexor digitorum profundus : FDP), le long fléchisseur du pouce (flexor pollicis longus : FPL) ou nerf interosseux antérieur. Puis, le FDP est écarté en dedans afin de montrer le nerf destiné au muscle carré pronateur (pronator quadratus : PQ). S'il existe une spasticité associée, intéressant les fléchisseurs profonds des 4^e et 5^e doigts, on peut associer une hyponeurotisation de la branche motrice issue du nerf ulnaire. On repère la branche motrice en exposant le nerf ulnaire au tiers supérieur de l'avant-bras en passant entre les FDS et le cubital antérieur (flexor carpi ulnaris : FCU). La branche est repérée au bord externe du nerf ulnaire, 3 à 4 cm en dessous de la gouttière épitrochléo-olécraniennne.

MUSCLES INTRINSÈQUES SPASTIQUES

■ **Neurectomie du nerf de l'adducteur du pouce (adductor pollicis)**

L'incision est pratiquée dans le pli d'opposition du pouce. Les tendons fléchisseurs et les pédicules artérioveineux sont écartés en dehors, de façon à laisser apparaître le muscle adductor pollicis (AP) et son rameau nerveux. La branche destinée à l'adducteur peut être sectionnée lorsqu'elle est visible. Cependant, le rameau nerveux présente parfois une situation intramusculaire qui est difficilement repérable. Dans ce cas, une myoectomie peut être réalisée.

■ **Hyponeurotisation ou neurectomie de la branche profonde du nerf ulnaire** ^[19]

Incision au niveau de la loge de Guyon et se prolongeant dans la paume sur 2 cm pour exposer les différentes branches du nerf ulnaire. On expose successivement en dedans la branche motrice destinée aux hypothénariens, la branche sensitive puis la branche profonde destinée aux intrinsèques, interosseux et thénariens. Le repérage des branches est facilité par la stimulation. Suivant le cas, on peut envisager une hyponeurotisation des trois quarts ou des quatre-cinquièmes sous microscope.

Dans le cadre de correction à visée purement hygiénique, une neurectomie simple de la branche motrice peut être réalisée.

■ **Neurectomie des branches thénariennes du nerf médian**

Lorsqu'une neurectomie des branches thénariennes du nerf médian doit être associée, l'abord permet l'ouverture du réticulum des fléchisseurs, afin de visualiser le nerf médian et son rameau thénarien.

INTERVENTIONS NEUROCHIRURGICALES ^[4]

Elles ont peu de place dans le traitement du membre supérieur spastique, si ce n'est la DREZtomie cervicale unilatérale proposée dans certaines formes sévères et douloureuses.

Elles découlent de la radiculotomie postérieure. Cette intervention, initialement proposée par Forster, est affinée en France par Gros puis Sindou, qui introduit le terme de radicellotomie et décrit la technique d'interruption des radicelles à leur pénétration médullaire,

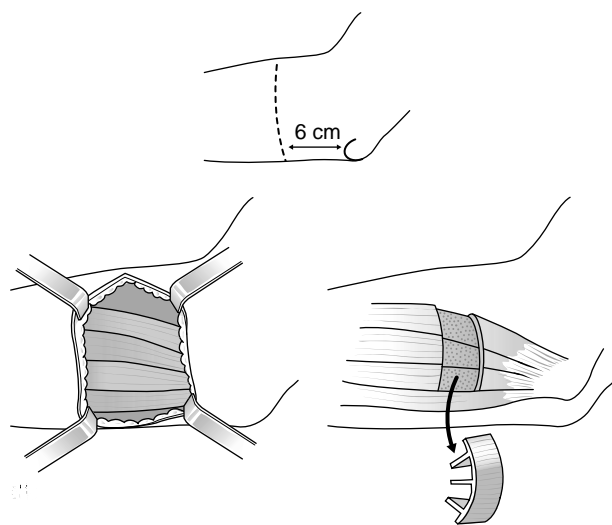


Figure 2 Aponévrotomie des épitrochléens (Zancolli).

technique qui deviendra la DREZtomie, selon la terminologie anglo-saxonne (section de la zone d'entrée radicellaire dorsale).

Corriger les muscles rétractés

MUSCLES EXTRINSÈQUES

■ Relâchement proximal

Aponévrotomie proximale des muscles épitrochléens [42, 43]

Cette intervention est menée par une voie transversale 5 à 6 cm au-dessous de l'épitrochlée. L'aponévrose des épitrochléens et ses cloisons sagittales sont excisées sur 2 cm. Elle permet un relâchement suffisant des fléchisseurs du carpe et des doigts dans les formes modérées chez l'enfant (Fig. 2).

■ Désinsertion proximale des muscles épitrochléens [1, 7, 16, 29, 34]

Elle s'adresse aux formes plus sévères, pour lesquelles l'aponévrotomie proximale simple est insuffisante.

L'incision cutanée est antéromédiale, longitudinale, s'étendant du tiers moyen du bras jusqu'au tiers distal de l'avant-bras. Puis

l'incision des aponévroses brachiale et antibrachiale est réalisée, plus en dehors que l'incision cutanée, avec un décroché horizontal au niveau du pli de flexion. Le nerf ulnaire est repéré après ouverture de la gouttière épitrochléo-olécraniennne ainsi que le nerf médian dans la gouttière bicipitale médiale. Puis, les muscles épitrochléens sont progressivement libérés au bistouri et à la rugine de l'épitrochlée, du radius de l'ulna et de la membrane interosseuse où il faudra se méfier du tronc commun des artères interosseuses. L'ensemble des muscles épitrochléens est désinséré et repoussé vers la partie distale de l'avant-bras, de 4 à 5 cm. Il peut être suturé au périoste de l'ulna. Il faut vérifier que l'ouverture de la gouttière épitrochléo-olécraniennne n'entraîne pas d'instabilité lors de la flexion du coude. Si c'est le cas, une transposition antérieure du nerf ulnaire est nécessaire. Une immobilisation plâtrée est réalisée pour une durée de 1 mois.

En cas de rétraction isolée des fléchisseurs des doigts, la voie d'abord est la même, il convient de repérer en distal le plan entre le FDS et le FCR. On désinsère progressivement l'aponévrose interne musculaire, les fibres du FDS jusqu'à l'insertion épitrochléenne. On peut ne pas désinsérer le FCU qui est alors sectionné distalement et transposé dorsalement sur l'ECR. La désinsertion peut être associée à une section de l'insertion distale du pronator teres (PT), afin de compléter la correction de l'attitude en pronation (Fig. 3).

En cas de flessum du coude associé par rétraction, on peut traiter dans le même temps et par la même voie d'abord le flessum du coude. L'insertion distale du brachial antérieur (brachialis) est exposée, après avoir relevé les muscles épitrochléens. Une ténotomie des fibres blanches périphériques du brachial antérieur (brachialis) peut être pratiquée de même qu'un allongement en Z du tendon terminal du biceps. Seul le flessum du coude par rétraction du brachioradialis (BR) ne peut être traité par cette voie d'abord.

■ Allongement distal [24]

Jonction musculotendineuse (Fig. 4A, B, C)

L'allongement des muscles fléchisseurs se fait principalement à la jonction musculotendineuse afin d'éviter les adhérences tendineuses postopératoires. Le segment intramusculaire du tendon est repéré puis celui-ci est réséqué uniquement dans la zone musculaire en conservant une continuité. Lorsque le tendon intramusculaire est réséqué, une extension passive des doigts est pratiquée, afin de réaliser l'allongement intramusculaire.

Allongement intratendineux (Fig. 4D)

Lorsque la rétraction est trop importante (supérieure à 50 mm), et que ne peut être pratiqué un allongement à la jonction musculotendineuse ou une intervention de désinsertion proximale,

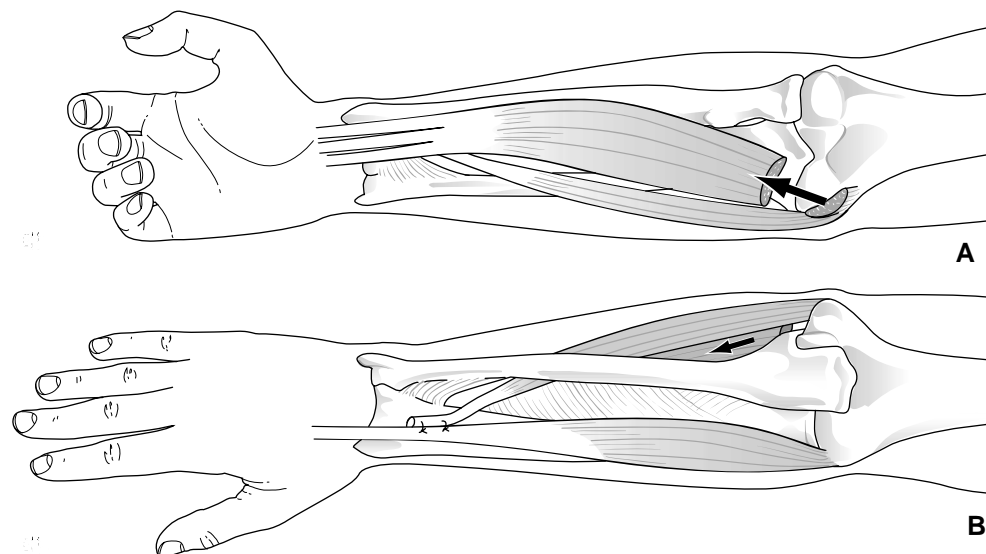


Figure 3 Intervention de Page et Green avec désinsertion des épitrochléens à l'exception du cubital antérieur (flexor carpi ulnaris [FCU]) (A) qui est transféré sur le 2° radial (extensor carpi radialis brevis [ECRB]) à travers la membrane interosseuse (B).

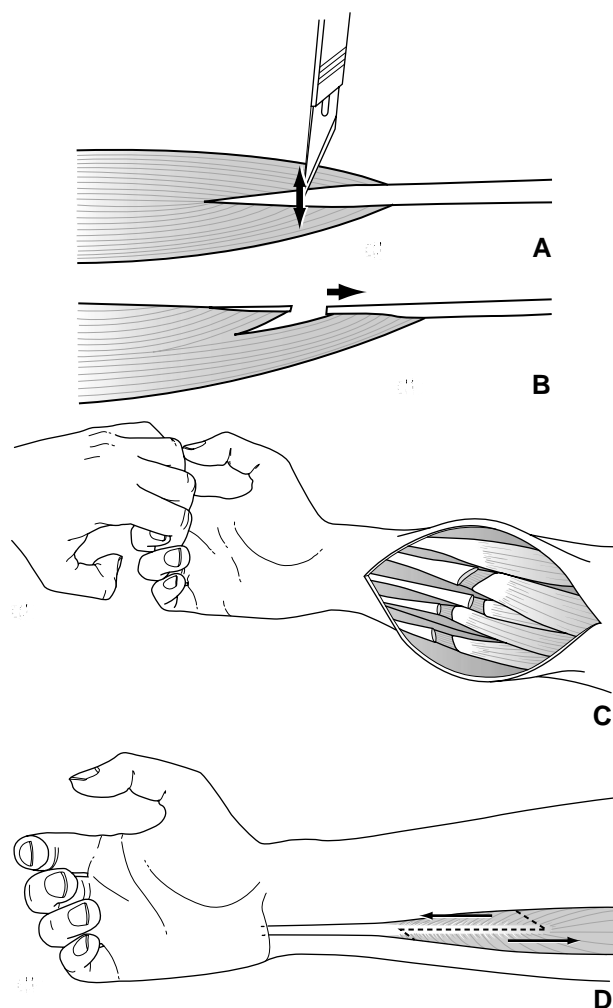


Figure 4 A,B,C. Allongement tendineux à la jonction musculotendineuse par ténotomie. D. Allongement tendineux, par plastie en Z.

on peut pratiquer un allongement en Z intratendineux. Les tendons rétractés sont repérés successivement, un allongement est réalisé par une ténotomie en Z. La suture se fait par un point en cadre, complété d'un surjet, le poignet et les doigts en rectitude.

Transfert flexor digitorum superficialis sur flexor digitorum profundus : intervention de Braun^[2] (Fig. 5)

L'allongement tendineux peut aussi être réalisé en transférant les tendons des muscles fléchisseurs superficiels sur les fléchisseurs profonds des doigts. Les tendons des fléchisseurs profonds sont sectionnés au niveau de la partie moyenne de l'avant-bras, puis les superficiels sont sectionnés plus distalement. Une extension passive des doigts est réalisée en mobilisant les superficiels par rapport aux tendons des fléchisseurs profonds. L'extrémité proximale des tendons des FDS est alors suturée à l'extrémité distale des tendons du FDP.

MUSCLES INTRINSÈQUES

■ Chaînes digitales

Relâchement proximal des intrinsèques^[42-44, 46] (cols de cygnes intrinsèques avec flexion des métacarpophalangiennes)

L'incision est longitudinale dans les vallées des métacarpiens, permettant d'accéder aux interosseux radiaux et ulnaires des articulations adjacentes. Une dissection simple permet de mettre en évidence la dossière des interosseux avec la réunion des tendons

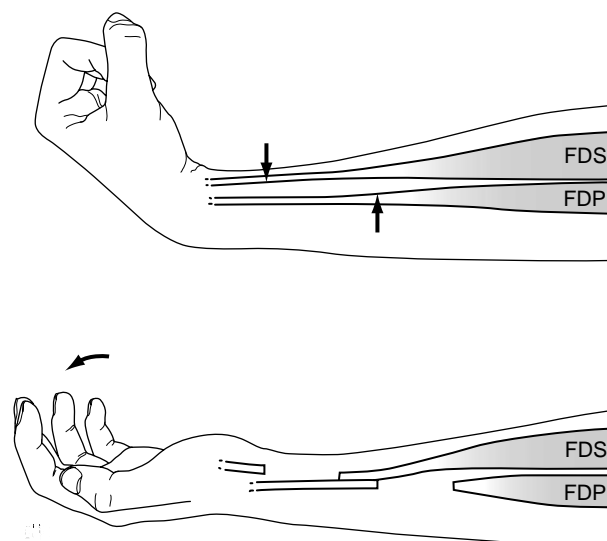


Figure 5 Intervention de Braun : transfert du flexor digitorum superficialis (FDS) (A) sur le flexor digitorum profundus (FDP) (B).

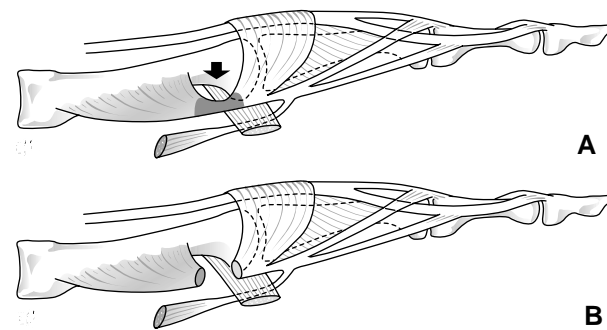


Figure 6 A,B. Relâchement des intrinsèques au niveau proximal (Zancolli) (in Revol).

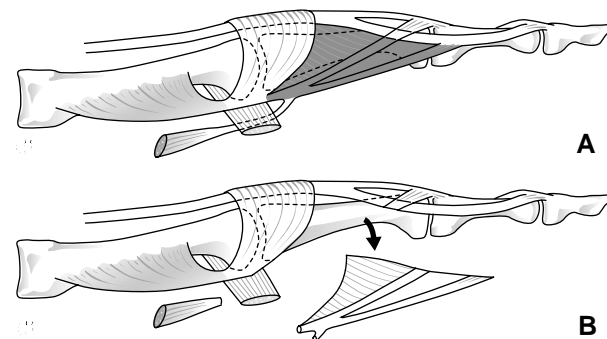


Figure 7 A,B. Relâchement des intrinsèques au niveau distal d'après Zancolli (in Revol).

interosseux palmaires et dorsaux qui doivent être libérés jusqu'à visualiser la terminaison des corps musculaires. Ceux-ci sont sectionnés et réséqués en aval de la dossière qui doit être conservée afin de ne pas déstabiliser l'appareil extenseur. La mobilisation des doigts doit être immédiate afin d'éviter une cicatrisation tendineuse précoce (Fig. 6).

Relâchement distal des intrinsèques^[21, 22]

Isolée, cette intervention s'adresse aux formes légères avec hyperextension réductible de l'interphalangienne proximale (IPP) et sans déformation en flexion de la MP. Elle est conduite par voie latérale digitale. Un brochage provisoire de l'IPP ou une orthèse limitant son extension à -20° est mise en place pour 4 semaines en postopératoire (Fig. 7).

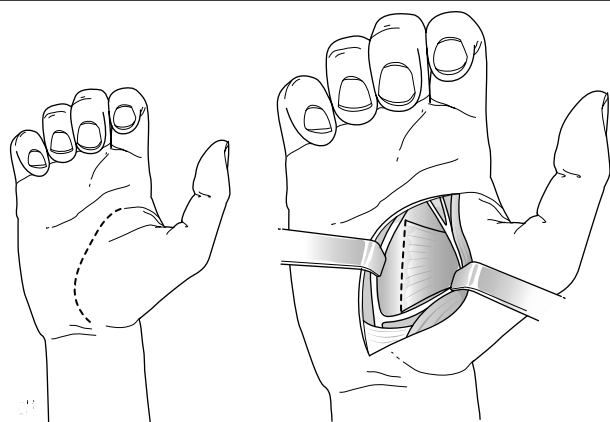


Figure 8 Pouce spastique intrinsèque. Opération de Matev : désinsertion de l'adducteur du pouce du 3^e métacarpien par voie palmaire.

Section distale des bandelettes des interosseux (hyperextension de l'interphalangienne distale) par rétraction des bandelettes distales)

La correction de l'hyperextension de l'interphalangienne distale (IPD), après section sur P2 du système extenseur, doit être complétée par un brochage de l'IPD durant 4 semaines.

■ Pouce

On effectue la désinsertion proximale des thénariens et du 1^{er} dorsal : [25]

- le court fléchisseur, opposant, court adducteur ;
- l'adducteur et l'interosseux du 1^{er} dorsal (Fig. 8).

La désinsertion des muscles thénariens est réalisée par voie palmaire, l'incision se trouvant dans le pli d'opposition du pouce. Après avoir ouvert l'aponévrose palmaire, les tendons fléchisseurs et l'arcade palmaire sont réclinés en dedans de façon à laisser apparaître l'AP, le court fléchisseur (flexor pollicis brevis : FPB) et le court abducteur (abductor pollicis brevis : APB). Ceux-ci sont désinsérés du ligament annulaire antérieur (retinaculum flexorum : RF), du 2^e et 3^e métacarpien et des os du carpe. Il faut se méfier de la branche profonde du nerf ulnaire qui ne doit pas être lésé lors de la désinsertion de l'adducteur. L'ouverture distale du RF est possible, afin de diminuer la traction des muscles thénariens.

Enfin, par ce même abord, la désinsertion du 1^{er} interosseux dorsal sur le 1^{er} métacarpien est possible.

Renforcer ou suppléer l'action des muscles antagonistes : transferts tendineux

Le relâchement des agonistes spastiques doit être complété, pour être pérennisé, par le rétablissement des antagonistes.

ANTAGONISTES PRÉSENTS

Les antagonistes peuvent être présents mais ils sont détendus ou « masqués » ; ils peuvent être révélés et renforcés par la rééducation après traitement de la spasticité. Dans certains cas, les déformations les empêchaient de s'exprimer (luxation des extenseurs dans les vallées intermétacarpiennes, par exemple).

TRANSFERTS TENDINEUX

Lorsque les antagonistes sont paralysés, il faut faire appel aux transferts tendineux. [5]

Dans le cadre des mains déficitaires d'origine centrale, on peut réaliser des transferts tendineux, les muscles transférables devant

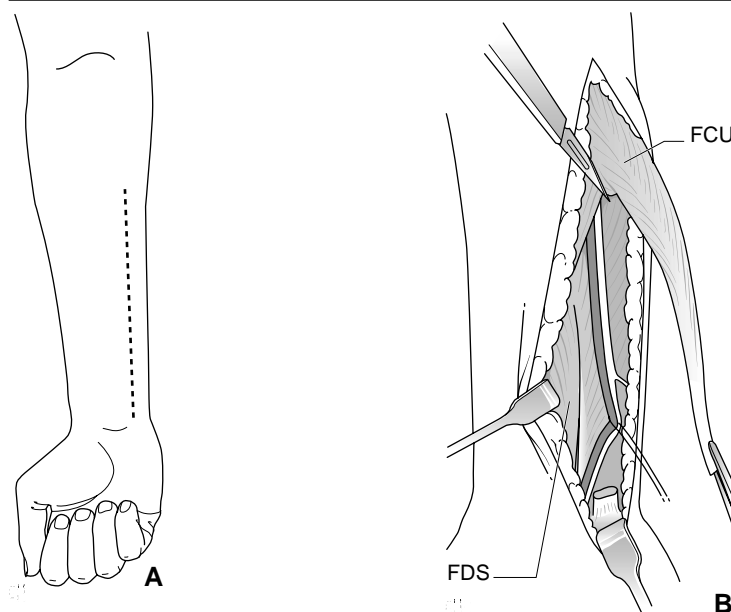
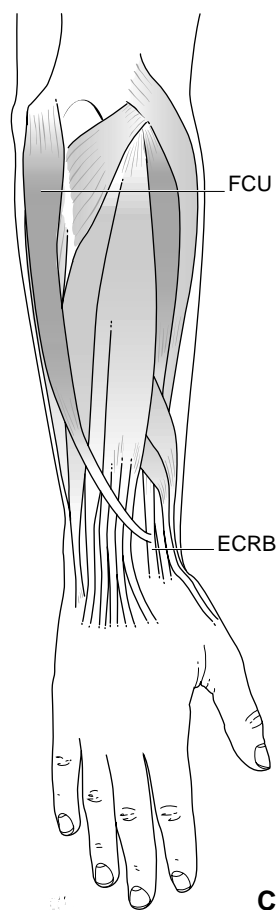


Figure 9 A,B,C. Transfert du flexor carpi ulnaris (FCU) sur l'extensor carpi radialis brevis – (ECRB) (Green).



avoir une force musculaire cotée au moins à 4 mais surtout devant se contracter lors des mouvements recherchés. L'évaluation, difficile cliniquement, peut être complétée par l'électromyogramme dynamique.

■ Transfert du flexor carpi ulnaris sur l'extensor carpi radialis brevis (Fig. 9) [9, 10]

Indications

Les radiaux doivent être totalement paralysés et non pas masqués, pour éviter un risque d'hypercorrection. Le relâchement des agonistes spastiques doit être complet. La radiocarpienne doit être stable. Le FCU doit être coté au moins à 4 et synergique de

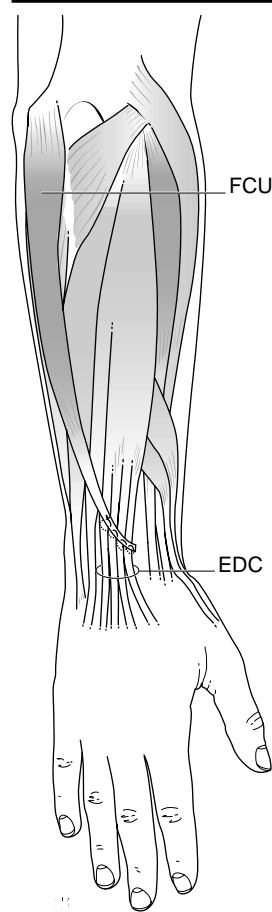


Figure 10 Transfert du flexor carpi ulnaris (FCU) sur l'extensor digitorum communis (Hoffer).

l'extension du poignet. Le flexor carpi ulnaris, transféré autour du cubitus, et non à travers la membrane interosseuse, a une action supinatrice.

L'incision est réalisée sur la face antérieure et médiale de l'avant-bras s'étendant sur les deux tiers distaux. Le nerf ulnaire et sa branche dorsale sont protégés et le fléchisseur ulnaire du carpe est sectionné à son insertion sur le pisiforme puis isolé jusqu'au tiers supérieur de l'avant-bras. Une incision dorsale, longitudinale, est réalisée, permettant de récupérer le fléchisseur ulnaire du carpe. Le tendon est transféré soit à travers la membrane interosseuse lorsque seul un mouvement de réanimation de la flexion dorsale est recherché, soit transféré au bord interne du cubitus en sous-cutané, lorsqu'un mouvement de flexion dorsale et de supination est recherché. Puis, le tendon est suturé en amont du rétinaculum des extenseurs sur le tendon de l'ECRB. La tension du transfert doit permettre d'obtenir une extension de 20° du poignet.

Une attelle brachio-antibrachio-palmaire est réalisée coude fléchi à 90°, poignet en supination, en extension de 20° pour une durée de 1 mois en permanence. Puis la rééducation est entreprise, le membre supérieur est remis en attelle en dehors des séances jusqu'à une forte contraction du transfert (en moyenne 2 semaines supplémentaires). Enfin, une attelle d'extension du poignet est portée, pendant environ 3 mois, selon la rapidité d'installation de la fonction du transfert.

■ **Transfert du flexor carpi ulnaris sur l'extenseur commun des doigts (extensor digitorum communis) (Fig. 10)** [13, 14]

Le FCU peut aussi être transposé sur l'extenseur commun des doigts (extensor digitorum communis [EDC]). La technique de prélèvement est identique au transfert sur le court extenseur du carpe. Le trajet du tendon contourne le bord ulnaire de l'avant-bras ou traverse la membrane interosseuse. Cependant, ce dernier trajet est source

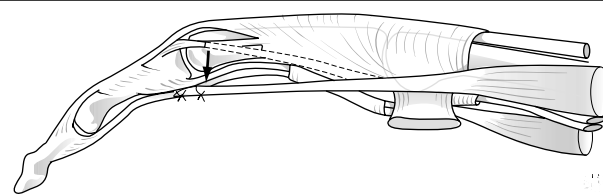


Figure 11 Traitement de la déformation en « col de cygne » de la main spastique par transfert des muscles intrinsèques sur le flexor digitorum superficialis (FDS) (J. Gousheh).

d'adhérences importantes et ne permet pas de donner une action supinatrice au transfert. L'anastomose se fait en amont du rétinaculum des extenseurs, le tendon du fléchisseur ulnaire étant passé au travers des tendons des extenseurs des doigts. Enfin, la suture est pratiquée en supination de l'avant-bras.

■ **Transfert « abducteur » du long fléchisseur propre du pouce (flexor pollicis longus)** [32]

Une incision latérale sur le bord radial du pouce est pratiquée, permettant d'exposer l'articulation interphalangienne et l'insertion du tendon du flexor pollicis longus (FPL). Une seconde incision est pratiquée le long du tendon du FCR, permettant de récupérer le tendon du FPL. Le tendon est alors sectionné à la partie moyenne de la 1^{re} phalange, de façon à pouvoir réaliser une ténodèse du moignon distal (chez l'enfant) ou une arthrodèse (chez l'adulte). L'extrémité distale est récupérée au poignet et passée en sous-cutané puis réinsérée sur la face latérale de la 1^{re} phalange. Le tendon du FPL a ainsi un trajet abducteur.

■ **Transfert du brachioradialis sur l'abductor pollicis longus** [26]

L'incision est longitudinale, centrée sur le 1^{er} compartiment et s'étendant jusqu'à la partie proximale de l'avant-bras. Les branches superficielles du nerf radial sont repérées, puis les tendons de l'abductor pollicis longus (APL) et du court extenseur du pouce (extensor pollicis brevis : EPB) sont identifiés. Le tendon du brachioradialis (BR) est alors détaché de la styloïde radiale au ras de l'os afin de conserver le maximum de longueur puis il est détaché par sa face profonde en remontant jusqu'à son insertion proximale afin d'augmenter sa course de glissement. Son tendon est alors faufilé dans les tendons des muscles APL et EPB. La tension doit être telle qu'il existe une abduction spontanée du pouce, car la course du muscle BR est faible et qu'il ne faut pas compter sur une grande amplitude lors de sa contraction. L'immobilisation se fait pouce en abduction pour une durée de 1 mois dans une attelle brachio-antibrachio-palmaire.

■ **Transfert des muscles interosseux (interossei palmares et dorsales) (Fig. 11)** [18]

Pour corriger la déformation en « col de cygne » due à la spasticité des muscles interosseux, on aura recours au transfert des muscles interosseux sur le FDS (correction par extension de l'IPP). [18]

L'incision est latérale, sur la face radiale des doigts III, IV et V, et sur la face ulnaire du II, étendue jusqu'à la commissure afin de repérer la dossière des interosseux. Les tendons interosseux et lombicaux sont disséqués en proximal jusqu'à visualiser le corps musculaire afin de le libérer. Puis, le tendon est sectionné à son insertion distale sur l'appareil extenseur, il est alors transféré et fixé solidement sur la bandelette du fléchisseur superficiel. La tension doit être suffisante afin d'obtenir une flexion de 15° de l'interphalangienne proximale (IPP). Si le patient contrôle correctement sa main, une rééducation précoce peut être débutée, dans le cas contraire, une attelle en flexion de 15° de l'interphalangienne proximale est placée pour 3 semaines.

Stabilisation articulaire

POIGNET

■ Résection de la première rangée [28, 39]

Indications

Elle est indiquée en cas de flexion fixée importante du poignet non corrigée par le relâchement des fléchisseurs. La radiocarpienne doit être stable, sans déformations des os de la première rangée (séquelles de l'hémiplégie cérébrale infantile vues à l'âge adulte où il existe une déformation des os lors de la croissance).

L'incision est dorsale, elle se fait légèrement en dehors du tubercule de Lister, avec un décroché au niveau du pli de flexion du poignet. Puis, on isole les bords supérieur et inférieur du rétinaculum dorsal des extenseurs. Celui-ci est ouvert longitudinalement entre le 4^e et le 5^e compartiment. Les extenseurs des doigts longs sont alors réclinés en dedans. Le nerf interosseux postérieur est réséqué de principe en amont de la branche destinée à l'articulation radio-ulnaire distale. Puis, la capsule radiocarpienne est ouverte longitudinalement et décollée de part et d'autre, de façon à obtenir deux lambeaux capsulaires. L'aspect du cartilage de la surface articulaire du radius et du carpe est alors apprécié. Dans le cadre de l'étiologie neurologique, la résection peut débiter par le lunatum, après traction et flexion du poignet. Le lunatum est scindé en deux prudemment à l'aide de ciseaux à frapper afin de faciliter son extraction. Puis les fragments sont réséqués en sectionnant les attaches capsuloligamentaires au bistouri. L'utilisation d'une pince à champs peut s'avérer utile pour permettre une traction des os à réséquer. Après l'extraction du lunatum, le triquetrum et le scaphoïde sont réséqués. Ce dernier est souvent plus difficile à retirer et une fragmentation est souvent nécessaire. Après un lavage destiné à éliminer les débris osseux et hémostase, un drain est placé dans l'articulation puis la capsule et le rétinaculum dorsal sont refermés soigneusement. Une attelle antalgique est posée pour 10 jours, suivie d'une rééducation active.

■ Arthrodèse du poignet [12, 33]

Préférée par certains auteurs, elle a l'avantage d'obtenir une correction définitive sans risque de récurrence. Elle nécessite un relâchement important des agonistes.

La voie d'abord de l'arthrodèse est similaire à celle d'une résection de la 1^{re} rangée des os du carpe. Les différents interlignes radiocarpiens et médiocarpiens sont avivés, la tête ulnaire est réséquée juste au niveau du col afin d'éviter une instabilité du moignon ulnaire et est utilisée pour combler les interlignes. La synthèse est confiée à une plaque postérieure suffisamment épaisse, chantournée à 10° d'extension, s'étendant du 3^e métacarpien jusqu'à la partie moyenne du radius. D'autres techniques peuvent être utilisées, comme l'utilisation d'un greffon corticospongieux apposé et fixé par vis.

■ Résection de la 1^{re} rangée et arthrodèse raccourcissante du poignet par enchevillement du grand os et du radius (Fig. 12)

Indications

Elle permet le relâchement des agonistes et complète celui de leur désinsertion. Elle peut être utilisée en cas de récurrence de la déformation après résection simple de la première rangée des os du carpe.

La surface articulaire inférieure du radius est creusée d'une logette où est impactée en force la tête du grand os, qui est aussi avivé sur son revêtement cartilagineux. L'os spongieux recueilli lors du creusement de la loge radiale et de la tête ulnaire réséquée est tassé dans les interstices. Une ostéosynthèse stable par broches et hauban ou plaque fixe le poignet à 15-20° d'extension. Le montage, très solide, permet de réduire l'immobilisation du poignet à 5 semaines maximum.

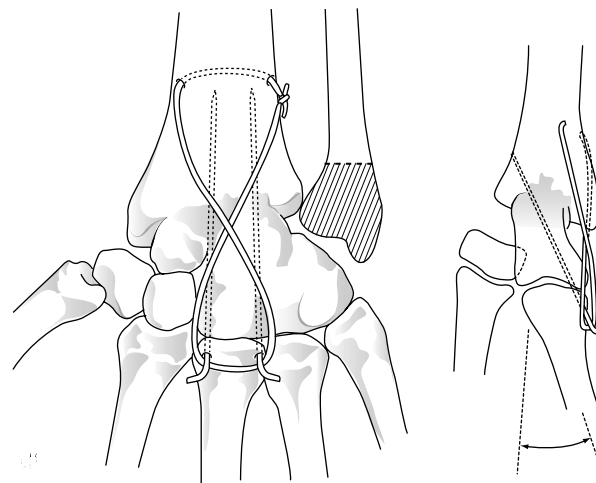


Figure 12 Arthrodèse raccourcissante du poignet par enchevillement grand os-radius après résection de la première rangée des os du carpe.

■ Ténodèse des radiaux sur le radius

Indications

Elle nécessite une articulation radiocarpienne stable et est préférée par certains auteurs [20] à l'arthrodèse car elle stabilise le poignet en bonne position tout en permettant une mobilité passive. Son risque est la récurrence de la déformation en flexion.

Pour la voie d'abord dorsale au quart inférieur de l'avant-bras avec incision médiane longitudinale, on isole les radiaux (extensor carpi radialis longus et brevis [ECRL et ECRB]) au bord externe de l'incision sous le long extenseur du pouce (EPL). Puis on pratique une ouverture large de la gaine du 2^e radial pour faciliter sa translation interne, puis une ténotomie proximale du tendon du 2^e radial, 2 cm après la jonction musculotendineuse. Ensuite on réalise un tunnel transosseux à la face postérieure du radius, les deux points étant séparés d'environ 1,5 cm, afin de conserver un pont osseux suffisant. On assure le passage du tendon de bas en haut dans le tunnel transosseux. On place le poignet en flexion dorsale à 15°.

CHAÎNES DIGITALES

■ Correction de la déformation en « col de cygne »

Elle est effectuée par ténodèse d'une bandelette du FCS sur la phalange proximale, limitant l'extension de l'IPP et la fixant en légère flexion (15 à 20°) (Fig. 13). [35, 36]

La fixation de la bandelette du FCS peut être facilitée pour sa fixation transosseuse grâce à une ancre Mitek.

■ Ténodèse des extenseurs des doigts (extensor digitorum)

Pour éviter la chute de chaînes digitales en cas de paralysie des extenseurs, on peut fixer l'extrémité proximale des extenseurs sectionnés sur le ligament annulaire dorsal du carpe.

POUCE

■ Arthrodèse métacarpophalangienne du pouce [6]

La voie d'abord est dorsale, longitudinale, centrée sur l'articulation métacarpophalangienne. Cet abord permet la libération des rétractions musculotendineuses par la désinsertion métacarpienne du muscle 1^{er} interosseux dorsal et la section ou l'allongement du tendon de l'adducteur du pouce. Puis, le tendon court extenseur est ouvert longitudinalement ou transversalement. La résection osseuse doit être minime pour ne pas raccourcir la colonne du pouce de

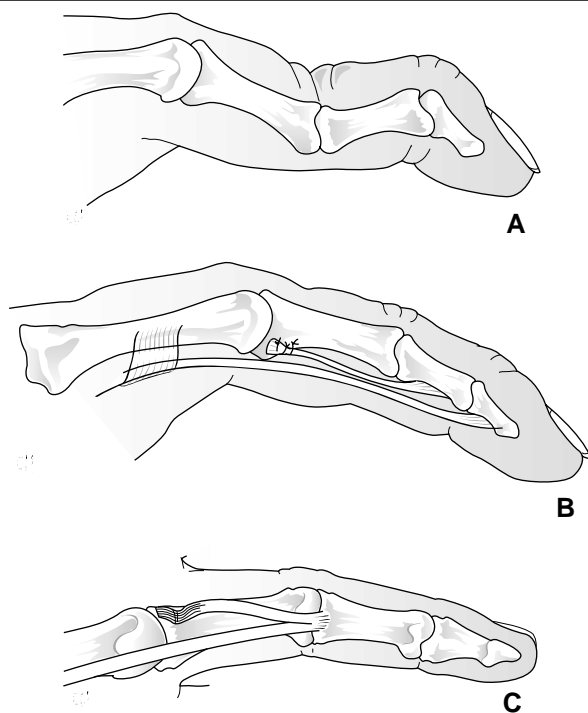


Figure 13A, B Déformation des doigts en « col de cygne ». Ténodèse d'une bandelette FDS sur la phalange proximale (A. Swanson). C. Déformation des doigts en col de cygne. La fixation d'une bandelette du FCS sur la phalange proximale peut utiliser une ancre Mitek.

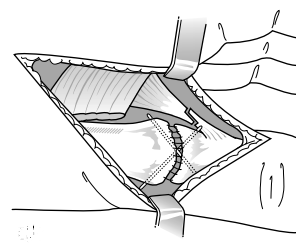


Figure 14 Arthrodèse de la métacarpophalangienne (MCP).

façon trop importante. Lorsque les surfaces sont avivées, deux broches en croix sont placées en va-et-vient. La position de l'arthrodèse doit être en flexion de 10 à 20°, en pronation de 10°. Ensuite, on immobilise par attelle commissurale durant 6 à 8 semaines (Fig. 14).

■ Arthrodèse de l'interphalangienne

L'arthrodèse de l'interphalangienne peut être réalisée avec la même technique. Cependant, une voie d'abord cutanée en H peut être réalisée afin de ne pas léser la matrice unguéale. De plus, la position

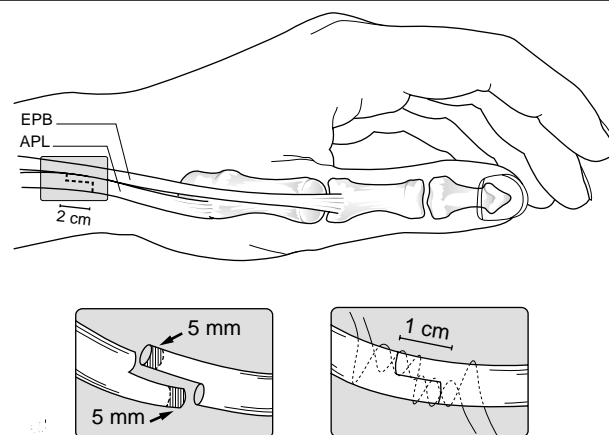


Figure 15 Plicature de l'abductor pollicis longus (Matev).

de l'arthrodèse doit être axée, sans rotation ni flexion ni varus ou valgus. L'ostéosynthèse par une broche axiale et une broche oblique est plus facilement réalisable.

■ Ouverture de la 1^{re} commissure par plicature de l'abductor pollicis longus [24, 25]

La fermeture de la 1^{re} commissure due à la spasticité ou rétraction des adducteurs du pouce doit être préalablement corrigée par désinsertion de ceux-ci. Elle doit ensuite être maintenue ouverte par transferts tendineux sur l'APL ou, plus simplement, par plicature de l'APL (Fig. 15).

Regroupement des différentes techniques chirurgicales

L'affaiblissement des agonistes et le renforcement des antagonistes peuvent être effectués en deux (ou plusieurs temps) ou en un temps lors de la même opération. La conduite chirurgicale est choisie de façon éclectique après un examen analytique précis, chaque cas étant un cas particulier.

Nous donnons deux exemples de traitement en un temps.

- chirurgie en un temps associant affaiblissement des muscles spastiques par aponévrotomie et renforcement des antagonistes par transferts tendineux, d'après Zancolli (Fig. 16) ;
- traitement du pouce spastique extrinsèque par :
 - allongement du FPC ;
 - transfert du brachioradialis sur le FPC ;
 - translocation de l'EPL du 3^e compartiment au 1^{er} compartiment ;
 - transfert du FPS sur l'EPL ;
 - ténodèse de l'APL ; et de l'EPL (Fig. 17).

Figures 16, 17 et références ➤

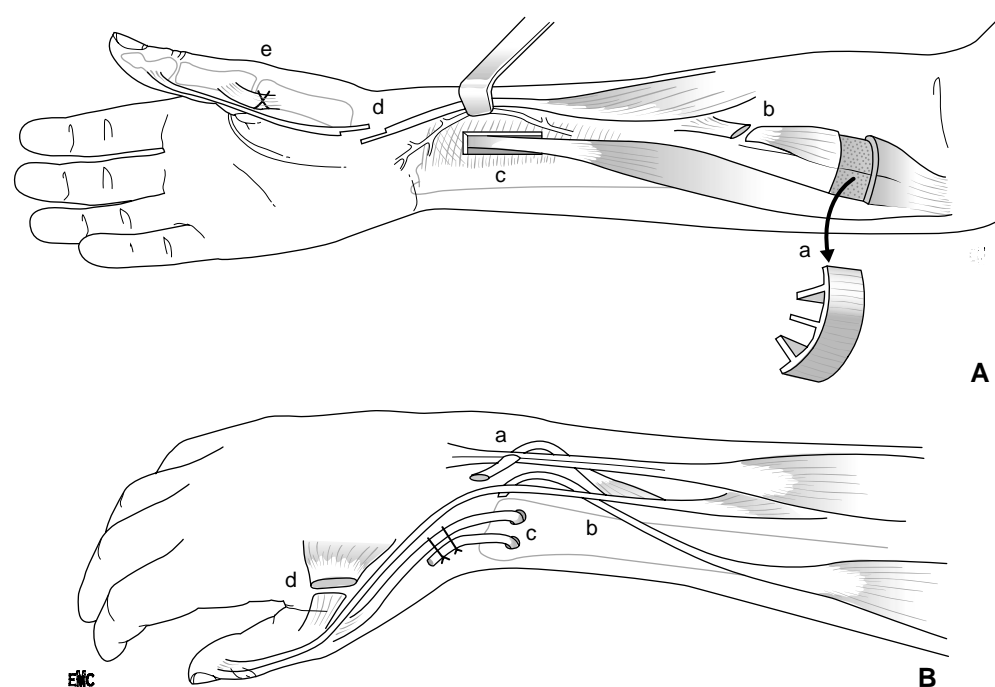


Figure 16 Chirurgie en 1 temps associant affaiblissement des muscles spastiques par aponévrotomie et ténotomie et renforcement des antagonistes par transferts tendineux (Zancolli). A. a. Libération aponévrotique au niveau des muscles épicondylaires. La continuité de la plupart des fibres musculaires est respectée. Les septa sont excisés en totalité. Cette technique est utilisée dans les cas où la spasticité est modérée. b. Ténotomie du tendon terminal du rond pronateur, indiquée quand il existe plus de 20° de rétraction en pronation. c. Transfert du cubital antérieur (FCU) sur le 2^e radial, à travers la membrane interosseuse, au bord proximal du muscle carré pronateur. d. Allongement du tendon du long fléchisseur du pouce (FPL) à la partie distale de l'avant-bras dans les déformations du pouce en flexus-adductus. e. Capsuloplastie métacarpophala-

ngienne dans les cas d'hyper-extension passive supérieure à 20°. Ce geste chirurgical améliore la pince. B. a. Fixation du tendon du cubital antérieur au 2^e radial. Il faut éviter une tension excessive. Le poignet doit rester à 20° de flexion dorsale après la suture tendineuse. b. Déroutage du long extenseur du pouce au bord radial du poignet et transfert du long supinateur (b) dans les déformations du pouce en flexus-adductus et dans les cas où l'évaluation préopératoire montre un long extenseur totalement paralysé. c. Ténodèse d'abduction à l'aide d'une bandelette du long abducteur du pouce (APL). d. Ténotomie de l'insertion distale de l'abducteur du pouce dans les rétractions en adductus et en flexus-adductus du pouce.

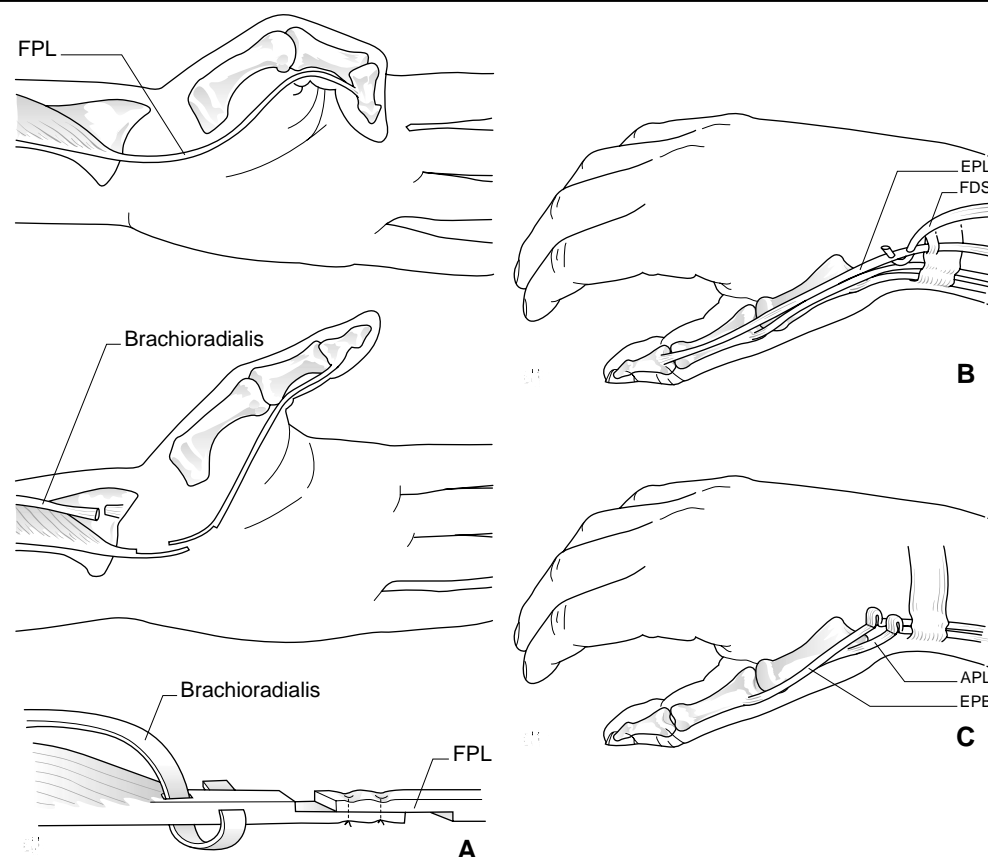


Figure 17 Traitement du pouce spastique extrinsèque. A. Allongement du flexor pollicis ploncus (FPL) et transfert du brachioradialis. B. Translocation de l'extensor pollicis longus (EPL) dans le 1^{er} compartiment : transfert du flexor digitorum superfi-

cialis (FDS) sur EPL. C. Ténodèse de l'extensor pollicis brevis (EPB) et de l'abductor pollicis longus (APL).

Références

- [1] Braun RM, Mooney V, Nickel V. Flexor origin release for pronation-flexion deformity of the forearm and hand in the stroke patient. *J Bone Joint Surg Am* 1970; 52: 907-920
- [2] Braun RM, Vise GT, Roper B. Preliminary experience with superficialis to profundus tendon transfers in the hemiplegic upper extremity. *J Bone Joint Surg Am* 1974; 56: 466-472
- [3] Brunelli G, Brunelli F. Hyponeurotisation sélective micro-chirurgicale dans les paralysies spastiques. *Ann Chir Main* 1983; 2: 277-280
- [4] Frèrebeau P. Traitement neurochirurgical. Neurochirurgie et spasticité. In: La spasticité Paris: Masson, 2001; 158-163
- [5] Goldner J. Upper extremity tendon transfers in cerebral palsy. *Orthop Clin North Am* 1974; 5: 389-414
- [6] Goldner J, Koman L, Gelberman R, Levin S, Goldner R. Arthrodesis of the metacarpophalangeal joint of the thumb in children and adults. *Clin Orthop* 1990; 253: 75-89
- [7] Gosset J. La désinsertion chirurgicale des muscles de la loge antérieure de l'avant-bras dans le traitement des contractures et rétractions ischémiques. *Sem Hop Paris* 1956; 32: 509-515
- [8] Gousheh J, Mafi P. A new active transfer for the treatment of spastic swan-neck finger deformity. *La Main* 1997; 2: 19-24
- [9] Green WT, Banks H. Flexor carpi ulnaris transplant and its use in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1962; 44: 1343-1352
- [10] Green WT. Tendon transplant of the flexor carpi ulnaris for pronation flexion deformity of the wrist. *Surg Gynecol Obstet* 1942; 75: 337-342
- [11] Gschwind C, Tonkin M. Surgery for cerebral palsy: Part 1. Classification and operative procedures for pronation deformity. *J Hand Surg [Br]* 1992; 17: 391-395
- [12] Hargreaves D, Warwick D, Tonkin M. Changes in hand function following wrist arthrodesis in cerebral palsy. *J Hand Surg [Br]* 2000; 25: 193-194
- [13] Hoffer MM. Cerebral palsy. In: Green DPOperative hand surgery New York: Churchill Livingstone, 1993; 215-223
- [14] Hoffer MM, Lehman M, Mitani M. Long term follow-up on tendon transfers to the extensors of the wrist and fingers in patients with cerebral palsy. *J Hand Surg [Am]* 1986; 11: 836-840
- [15] House JH, Gwathmey FW, Fidler MO. A dynamic approach to the thumb-in-palm deformity in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1981; 63: 216-225
- [16] Inglis AE, Cooper W. Release of the flexor-pronator origin for flexion deformities of the hand and wrist in spastic paralysis. A study of eighteen cases. *J Bone Joint Surg Am* 1966; 48: 847-857
- [17] Iselin F. Indications chirurgicales dans le traitement de la main spastique. *Ann Chir Main* 1986; 5: 74-84
- [18] Keenan MA, Kauffman DL, Garland DE, Smith CW. Ulnar neuropathy in the brain injured adult. *J Hand Surg [Am]* 1988; 13: 120-124
- [19] Keenan MA, Todderud EP, Henderson R, Botte MJ. Management of intrinsic spasticity in the hand with phenol injection or neurectomy of the motor branch of the ulnar nerve. *J Hand Surg [Am]* 1987; 12: 734-739
- [20] Kiefer C, Denormandie P, Laffont I, Denys P, Judet T, Bussel B. Traitement orthopédique et membre supérieur du cérébro-lésé. In: La spasticité Paris: Masson, 2001; 175-183
- [21] Littler JW. Principles of reconstructive surgery of the hand. In: Converse JMReconstructive plastic surgery Philadelphia: WB Saunders, 1964; 1624-1630
- [22] Littler JW. The finger extensor mechanism. *Surg Clin North Am* 1967; 47: 415-432
- [23] Manske PR. Cerebral palsy of the upper extremity. *Hand Clin* 1990; 6: 697-709
- [24] Matev I. Chirurgie de la main spastique. In: Chirurgie de la main Paris: Masson, 1991
- [25] Matev I. Surgery of the spastic thumb-in-palm deformity. *J Hand Surg [Br]* 1991; 16: 127-132
- [26] McCue F, Honner R, Chapman W. Transfer of the brachoradialis for hand deformed by cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1970; 52: 1171-1180
- [27] Nylander G, Carlström C, Adolfsson L. 4.5 year follow-up after surgical correction of upper extremity deformities in spastic cerebral palsy. *J Hand Surg [Br]* 1999; 24: 719-723
- [28] Omer G, Capen D. Proximal bone carpectomy with muscle transfers for spastic paralysis. *J Hand Surg [Am]* 1976; 1: 197-204
- [29] Page C. An operation for the relief of flexion-contraction in the forearm. *J Bone Joint Hand Surg* 1923; 5: 233-234
- [30] Pomerance JF, Keenan MA. Correction of severe spastic flexion contractures in the non-functional hand. *J Hand Surg. [Am]* 1996; 21: 828-833
- [31] Romain M, Benaim C, Allieu Y, Pelissier J, Chammas M. Assessment of hand after brain damage with the aim of functional surgery. *Ann Chir Main* 1999; 18: 28-37
- [32] Smith RJ. Flexor pollicis longus abductor-plasty for spastic thumb-in-palm deformity. *J Hand Surg [Am]* 1982; 7: 327-334
- [33] Sorial R, Tonkin M, Gschwind C. Wrist arthrodesis using a sliding radial graft and plate fixation. *J Hand Surg [Br]* 1994; 19: 217-220
- [34] Swanson A. Surgery of the hand in cerebral palsy and muscle origin release procedures. *Surg Clin North Am* 1968; 48: 1129-1138
- [35] Swanson A. Treatment of the swan neck deformity in cerebral palsied hand. *J Bone Joint Surg Am* 1966; 48: 167-171
- [36] Swanson A. Surgery of the hand in cerebral palsy and the swan neck deformity. *J Bone Joint Surg Am* 1960; 42: 951-964
- [37] Tachdjian M, Minear W. Sensory disturbances in the hands of children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1958; 40: 85-86
- [38] Tonkin M. Thumb deformity in the spastic hand: classification and surgical techniques. *Tech Hand Upper Extrem Surg* 2003; 7: 18-25
- [39] Tonkin M, Gschwind C. Surgery for cerebral palsy. Part 2: flexion deformity of the wrist and fingers. *J Hand Surg [Br]* 1992; 17: 396-400
- [40] Tonkin M, Hatrick NC, Eckersley JR, Couzens G. Surgery for cerebral palsy Part 3: classification and operative procedures for thumb deformity. *J Hand Surg [Br]* 2001; 26: 465-470
- [41] Van Heest AE, House JH, Cariello C. Upper extremity surgical treatment of cerebral palsy. *J Hand Surg [Am]* 1999; 24: 323-330
- [42] Zancolli EA, Zancolli ER Jr.. Surgical management of the hemiplegic spastic hand in cerebral palsy. *Surg Clin North Am* 1981; 61: 395-406
- [43] Zancolli EA, Zancolli ER Jr.. Indications opératoires et traitement de la main spastique infantile. *Ann Chir Main* 1984; 3: 66-75
- [44] Zancolli EA. In: Structural and dynamic bases of hand surgery Philadelphia: JB Lippincott, 1979; 262-283
- [45] Zancolli EA, Goldner LJ, Swanson AB. Surgery of the spastic hand in cerebral palsy: report of the committee on spastic hand evaluation. *J Hand Surg [Am]* 1983; 8 SP12: 766-772
- [46] Zancolli EA, Zancolli ER Jr. In: The paralysed hand Edinburgh: Churchill Livingstone, 1987; 163-165

Maladie de Dupuytren

J.-P. Moermans

Résumé. – La maladie de Dupuytren est caractérisée par une prolifération de tissu fibreux rétractile dans la paume et à la face palmaire des doigts. Son origine, son évolution et les mécanismes physiopathologiques impliqués dans son développement demeurent obscurs. Les choix thérapeutiques restent donc incertains comme en témoigne la multiplicité des techniques chirurgicales et des traitements conservateurs qui ont été proposés. Nous développons succinctement les aspects étiologiques, épidémiologiques et physiopathologiques qui interviennent dans le choix du traitement le plus approprié ou qui ont une valeur pronostique. Nous étudions plus en détail l'anatomie et la microanatomie des brides et nodules fibreux qui caractérisent la maladie et ont une grande importance dans la technique chirurgicale. Nous analysons les options thérapeutiques et les critères de choix de la solution la plus appropriée en fonction du stade évolutif de la maladie et d'éventuelles pathologies associées.

© 2003 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Maladie de Dupuytren ; Brides ; Nodules fibreux

Introduction

Depuis sa description détaillée par le baron G. Dupuytren en 1831,^[13] la rétraction de l'aponévrose palmaire fait l'objet de nombreuses discussions. Son origine et les processus physiopathologiques impliqués dans son développement demeurent obscurs. Sans une bonne compréhension des facteurs causaux, les choix thérapeutiques restent d'autant plus incertains que la maladie fait preuve d'une extrême variabilité d'un patient à l'autre et probablement aussi selon les aires géographiques, ce qui rend illusoire la simple transposition des résultats publiés.^[29]

ÉVOLUTION DES TECHNIQUES CHIRURGICALES

Les premières interventions pour maladie de Dupuytren étaient de simples fasciotomies. Sans anesthésie, à une époque où l'infection était un risque majeur, les candidats pour une chirurgie électorale n'étaient certainement pas nombreux alors que l'affection est indolore. Ces interventions limitées étaient suivies de nombreuses récurrences. Avec les progrès de l'anesthésie, les interventions devinrent plus agressives, les fasciectomies plus étendues. L'objectif de réduction du nombre de récurrence ne fut que partiellement atteint au prix d'une augmentation du risque de complications et de pertes fonctionnelles inacceptables comme les raideurs avec perte de flexion des doigts. Ainsi, les fasciectomies radicales^[53] qui furent à une époque recommandées ont depuis été condamnées.^[8] Des fasciectomies plus limitées ont donc été proposées, les brides étant abordées soit par des incisions palmaires en zigzag soit par des incisions longitudinales secondairement converties en plasties en Z. Des études comparatives portant sur l'incidence des complications^[18] ont cependant confirmé des travaux antérieurs^[23, 80] et démontré un taux de nécrose des lambeaux d'environ 10 % que

seule la technique de la paume ouverte popularisée par McCash^[40] permettait de réduire. Cette dernière technique n'est cependant pas dépourvue d'inconvénients puisqu'elle ne permet pas de résoudre le difficile problème des envahissements digitaux et qu'elle impose des pansements pendant 4 à 6 semaines.

La revue multicentrique de 990 interventions publiée par McFarlane^[42] illustre bien le risque de complications après fasciectomie limitée : 19 % de complications toutes formes confondues et perte de flexion et algoneurodystrophie survenant ensemble ou séparément dans 10 % des cas.

CONCEPTIONS ACTUELLES DU TRAITEMENT CHIRURGICAL

Le nombre élevé de complications, la relation quasi directe entre l'étendue de la chirurgie et la morbidité postopératoire^[19, 82, 83] et la fréquence des récurrences quel que soit le type de fasciectomie^[78] posent clairement les problèmes liés à la chirurgie de la maladie de Dupuytren :

- bien que les récurrences soient fréquentes, la maladie de Dupuytren n'est pas un cancer ;
 - la plupart des patients sont opérés pour une rétraction des doigts qui ne provoque que peu de déficit fonctionnel ce qui rend les complications et les risques de raideur qu'elles entraînent d'autant moins acceptables ;
 - les fasciectomies simples^[9, 10] sans résection de l'aponévrose, telles qu'elles furent proposées initialement par Dupuytren, n'entraînent que peu de complications mais ne permettent généralement pas une correction complète de la rétraction et sont habituellement suivies de récurrences précoces.
- Ces constatations expliquent le développement plus récent de techniques chirurgicales moins agressives qui visent à réduire le nombre de complications sans augmenter le risque de récurrence :
- la fasciectomie segmentaire ;^[62, 66]
 - la fasciotomie à l'aiguille, simple actualisation des fasciotomies anciennes ;^[5, 34]

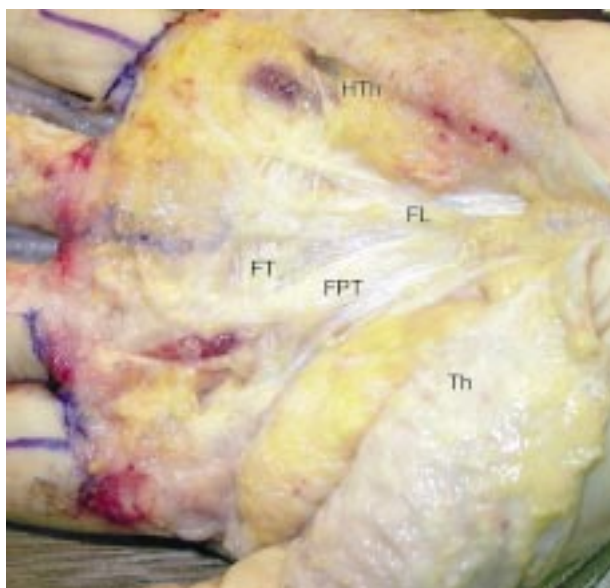


Figure 1 Aponévrose palmaire superficielle. FL : fibres longitudinales ; FPT : fibres prétendineuses ; FT : fibres transversales ; Th : éminence thénar ; HTh : éminence hypothénar.

– la fasciotomie chimique proposée beaucoup plus récemment. Ces techniques sont largement développées dans la suite de ce chapitre.

Rappels anatomiques

Le tissu conjonctif de la main forme un fascia continu, une sorte de squelette fibreux dont on ne peut dissocier les différents éléments constitutants que pour les besoins de la description.

APONÉVROSE PALMAIRE SUPERFICIELLE

Elle se compose de trois parties : une partie moyenne ou aponévrose palmaire moyenne et deux latérales qui recouvrent les éminences thénar et hypothénar. La zone centrale est, sur le plan pathologique, la plus importante. C'est une lame fibreuse triangulaire à sommet proximal qui recouvre les tendons fléchisseurs et les pédicules vasculonerveux des doigts. Elle est constituée de fibres longitudinales, transversales et sagittales qui présentent certaines zones de condensation.

■ Fibres longitudinales

Globalement

Elles sont disposées en éventail. Quatre épaissements, un pour chaque rayon, sont identifiables et forment les fibres prétendineuses comme le montre la Figure 1. Elles semblent souvent en continuité anatomique avec le tendon du petit palmaire (palmaris longus) au-dessus du ligament annulaire antérieur du carpe (Fig. 2) mais ont une origine embryologique différente et se colorent différemment comme l'ont montré les travaux de Caughell et al. [7] Elles subsistent d'ailleurs en l'absence de ce tendon.

Au-delà des fibres transversales

Les fibres prétendineuses se divisent en trois niveaux qui ont des insertions distales différentes [52] (Fig. 3).

Les fibres les plus superficielles ont une insertion dans le derme à mi-chemin entre le pli palmaire distal et le pli cutané de la base du doigt (Fig. 4). [51, 52] Cette insertion est importante dans la maladie de Dupuytren puisque, attirée en direction du pli palmaire distal, une ombilication peut se former accompagnée d'un renflement de la peau intermédiaire. Cette bride prétendineuse peut secondairement



Figure 2 Connexions entre l'aponévrose palmaire superficielle et le tendon du petit palmaire. PL : petit palmaire ; FPT : fibres prétendineuses.

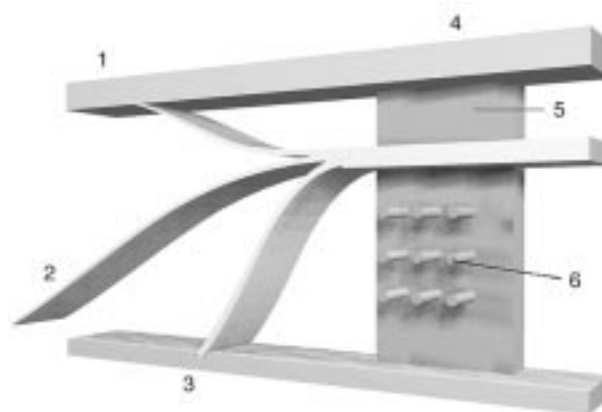


Figure 3 Insertion distale des fibres prétendineuses. 1 : pli digital proximal ; 2 : vers le doigt ; 3. gaine du tendon ; 4. pli palmaire distal ; 5. fibres verticales ; 6. fibres transversales.



Figure 4 Insertion dermique des fibres superficielles. FL : fibres longitudinales prétendineuses ; FS : fibres superficielles.

envahir le ligament natatoire. Si cette rétraction est isolée, il n'y a pas de déplacement du pédicule neurovasculaire.

Les fibres de ce niveau passent en dessous du ligament natatoire puis sous le pédicule neurovasculaire en direction du doigt. Normalement elles forment un réseau lâche dans la commissure mais, dans la maladie de Dupuytren, elles peuvent s'orienter et devenir parallèles. Cette transformation a été bien décrite par Gosset [20, 21] et McFarlane. [41] Quand une telle bride se développe, elle déplace le pédicule vasculonerveux de la base du doigt et augmente le risque de lésion chirurgicale.

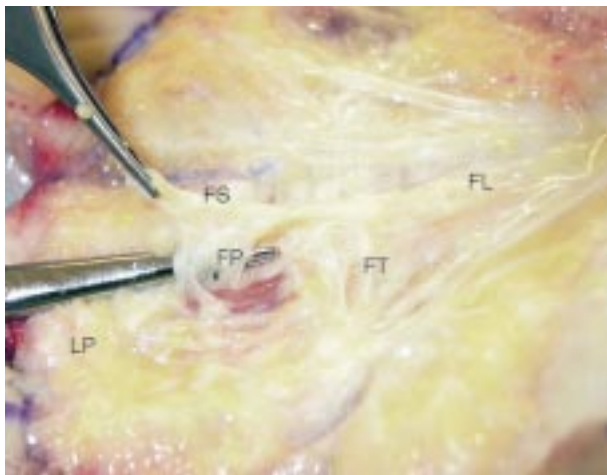


Figure 5 Niveau profond de la division des fibres prétendineuses. FL : fibres longitudinales ; FT : fibres transversales ; FS : fibres superficielles qui normalement se perdent dans le derme ; FP : fibres profondes ; LP : ligament palmant.

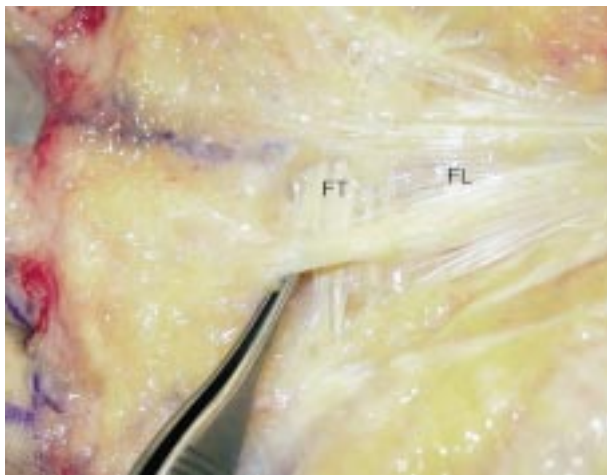


Figure 6 Fibres transversales. FL : fibres longitudinales prétendineuses ; FT : fibres transversales.

Les fibres les plus profondes passent sur les côtés des gaines des tendons fléchisseurs, perforent le ligament intermétacarpien, passent autour de l'articulation métacarpophalangienne et rejoignent les expansions des tendons extenseurs.^[71] Il ne faut pas les confondre avec les septa de Legueu et Juvara. Les fibres profondes sont en continuité avec les fibres prétendineuses et elles plongent en profondeur distalement par rapport aux fibres transversales de l'aponévrose (Fig. 5). Les septa de Legueu et Juvara sont situés sous les fibres transversales.

■ Fibres transversales

On distingue les fibres transversales de l'aponévrose palmaire et les ligaments natatoires ou palmants, encore appelés ligaments interdigitaux. Il faut aussi parler du ligament transverse profond qui correspond à l'épaississement de l'aponévrose palmaire profonde en avant des têtes métacarpiennes.

Fibres transversales de l'aponévrose palmaire

Elles sont bien individualisables, juste sous les fibres prétendineuses (Fig. 6) auxquelles elles ne sont que lâchement adhérentes. Les septa de Legueu et Juvara naissent à la face profonde des fibres transversales, se dirigent perpendiculairement à la surface palmaire, encerclent les tendons fléchisseurs et se mêlent aux fibres du ligament transverse profond (Fig. 7). Le bord distal des fibres transversales est situé à l'aplomb du pli palmaire distal. Manske^[37] leur attribue un rôle de poulie de l'appareil fléchisseur. Latéralement, les fibres s'étendent jusqu'au fascia qui recouvre les

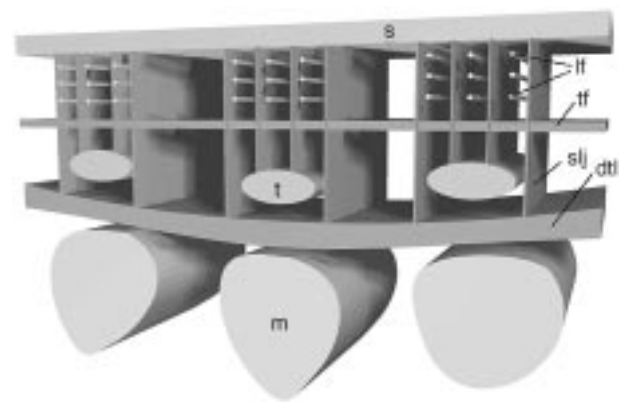


Figure 7 Coupe transversale de la paume au niveau des fibres transversales. Les fibres longitudinales vues en section courent entre la peau en surface, les fibres transversales en profondeur et les fibres verticales latéralement. s : peau ; lf : fibres longitudinales ; tf : fibres transversales ; slj : septa de Legueu et Juvara ; t : tendon ; dtl : ligament transverse profond ; m : métacarpien.^[65]



Figure 8 Ligaments commissuraux. FL : fibres longitudinales prétendineuses ; FT : fibres transversales ; LP : ligament palmant ; FDL : fascia digital latéral.

éminences thénar et hypothénar. Defrenne^[12] et Tubiana^[79] ont donné le nom de ligament commissural proximal à une extension des fibres vers le premier rayon.

Ligament transverse profond

C'est une extension distale de l'aponévrose palmaire profonde qui s'étend de la deuxième à la cinquième articulation métacarpophalangienne. Elle est formée de fibres épaisses en continuité avec les plaques palmaires.

Ligaments natatoires ou palmants

Ces ligaments occupent la partie distale de la paume à la jonction avec les doigts (Fig. 8). Leurs fibres soutiennent la peau des commissures interdigitaux. L'équivalent du ligament natatoire dans la première commissure est aussi appelé ligament commissural distal.^[79]

DOIGT

■ Fibres verticales

Le terme vertical, bien qu'anatomiquement imprécis, signifie perpendiculaire à la peau palmaire. Ces fibres sont nombreuses sur les éminences thénar et hypothénar de même que dans la paume centrale où elles sont concentrées de part et d'autre des plis palmaires. Elles sont séparées par de petits lobules graisseux qui contribuent à l'effet amortisseur de la paume.

Notre compréhension de l'anatomie des fascia digitaux doit beaucoup aux travaux de Gosset,^[20, 21] Landsmeer,^[32] Stack^[71] et Thomine.^[72, 73]

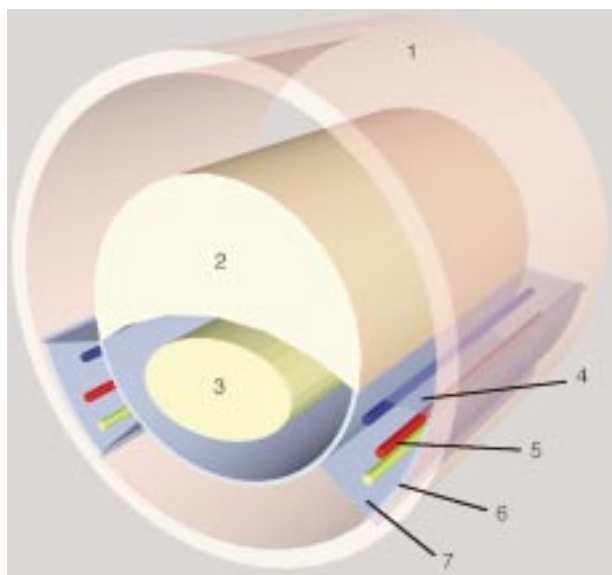


Figure 9 Fascias digitaux ^[65] 1. Peau ; 2. phalange ; 3. tendon fléchisseur ; 4. ligament de Cleland ; 5. pédicule neurovasculaire ; 6. fascia digital latéral ; 7. ligament de Grayson.

■ Base des doigts

Comme nous l'avons vu précédemment, les fibres les plus superficielles des bandes prétendineuses de l'aponévrose palmaire ont une insertion dans le derme distalement par rapport au pli palmaire distal. Les fibres intermédiaires passent sous les pédicules neurovasculaires de part et d'autre des articulations pour rejoindre les côtés des doigts et éventuellement former les brides spirales. Au même niveau, le ligament natatoire est constitué de fibres qui croisent la paume distale mais aussi de fibres qui s'entrecroisent au sommet de la commissure pour rejoindre le versant latéral du doigt, se mélanger aux fibres spirales et finalement former le fascia latéral digital (Fig. 8). Une structure tridimensionnelle à travers laquelle passent nerfs et vaisseaux est donc créée.

■ Fascia digital

En surface, il est plus ou moins cylindrique, graisseux dans ses parties dorsale et palmaire mais plus dense sur les côtés. Plus profondément, on observe des condensations fibreuses, les ligaments de Cleland et Grayson (Fig. 9). Seules certaines de ces structures peuvent être envahies par la maladie de Dupuytren.

Ligaments de Cleland

Ce sont des structures fibreuses assez épaisses qui s'étendent des bords des phalanges jusqu'à la peau en regard des articulations interphalangiennes (Fig. 10). Les pédicules vasculonerveux sont antérieurs par rapport aux ligaments de Cleland qui ne sont jamais entrepris par la maladie de Dupuytren. ^[43]

Ligaments de Grayson

Ils sont plus fins que les précédents. Ils s'étendent de la gaine des tendons fléchisseurs à la peau latérale du doigt en passant en avant des pédicules neurovasculaires (Fig. 11). Ils se trouvent dans le même plan que les ligaments natatoires, ils ont la même origine embryologique et tout comme eux peuvent être envahis par la maladie de Dupuytren.

BORD RADIAL DE LA MAIN

Seuls quelques auteurs se sont intéressés à cette région et les descriptions qu'ils donnent de l'anatomie des aponévroses de la première commissure sont un peu confuses, sans doute parce que les structures sont mal définies. ^[12, 22, 79] Il y a trois structures aponévrotiques.

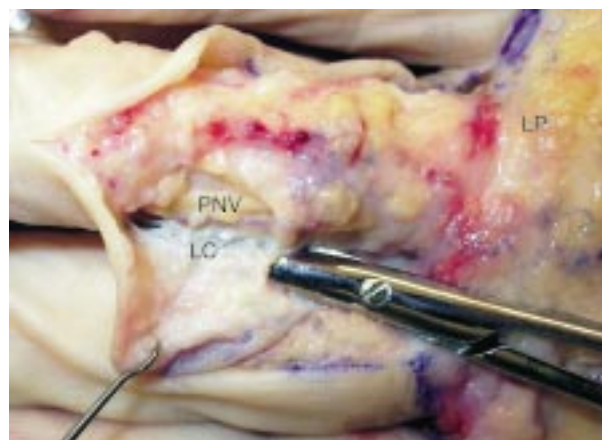


Figure 10 Ligament de Cleland. PNV : pédicule neurovasculaire ; LC : ligament de Cleland ; LP : ligament palmar.

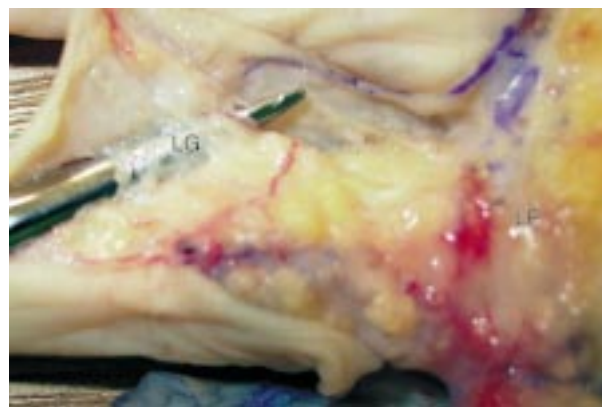


Figure 11 Ligament de Grayson (LG). LP : ligament palmar.

■ Fibres prétendineuses

Seules quelques fibres, souvent indistinctes, se dirigent vers la base du pouce. Elles correspondent aux fibres longitudinales les plus externes du fascia palmaire superficiel. Les unes, profondes, vont s'attacher des deux côtés de la gaine fibreuse du long fléchisseur du pouce. Les autres, plus superficielles, s'attachent au derme.

La bande prétendineuse destinée à l'index est plus dense, s'étend sur le bord radial de la main en envoyant de très nombreuses fibres cutanées sur tout son trajet. Elles forment les plis cutanés de la base de l'éminence thénar.

■ Fibres transversales de l'aponévrose palmaire

Elles se dirigent, en formant un arc régulier, du côté radial de l'index pour s'insérer sur le pli cutané à la base du pouce. Elles forment le ligament commissural proximal.

■ Ligament natatoire

Certaines fibres se prolongent au-delà de l'index, croisent la commissure en suivant le pli cutané et rejoignent le pouce. Elles forment ce que Tubiana et Defrenne ^[12, 77] ont appelé le ligament commissural distal (cf. Fig. 13).

BORD CUBITAL DE LA MAIN

C'est certainement une région anatomique très importante parce que souvent envahie par la maladie de Dupuytren. Les récidives y sont fréquentes et probablement liées à des atteintes méconnues centrées sur l'aponévrose des muscles hypothénariens. ^[6] L'extrémité tendineuse de l'abducteur du 5^e doigt est le point de rencontre de fibres aponévrotiques qui irradiant dans toutes les directions :

– proximale, les fibres tendineuses se mêlent à des fibres provenant de l'aponévrose des muscles hypothénariens ;

- du côté radial, le tendon de l'abducteur est attaché à la plaque palmaire de l'articulation métacarpophalangienne qui se prolonge vers le ligament transverse profond ;
- du côté cubital, de fines fibres se dirigent vers la face profonde de la peau et sont à l'origine de nombreux nodules qui se forment à ce niveau ;
- dorsalement, des fibres rejoignent l'expansion de l'extenseur ;
- du côté palmaire, des fibres bien développées rejoignent le ligament palmant et le ligament de Grayson en passant en avant du pédicule neurovasculaire.

Anatomie de l'aponévrose pathologique

La maladie de Dupuytren provoque la formation de nodules, d'ombilications cutanées, de déformations des plis palmaires et de brides responsables de rétractions et de perte d'extension des doigts. Malgré les multiples associations et permutations des lésions qui peuvent être observées, leur distribution ne se fait pas au hasard mais peut au contraire s'expliquer sur la base d'un raccourcissement pathologique de structures aponévrotiques normalement présentes. [41, 43, 45, 51, 52] Toutes les structures aponévrotiques ne sont pas atteintes avec la même fréquence, certaines ne le sont jamais.

APONÉVROSE PALMAIRE

Elle est presque toujours atteinte. Les fibres prétendineuses superficielles qui s'insèrent dans le derme profond sont responsables de la formation de nodules, d'ombilications cutanées et surtout du déficit d'extension des articulations métacarpophalangiennes. Comme nous l'avons vu précédemment, la bande prétendineuse pour le pouce est habituellement mal individualisée et celle de l'index s'insère essentiellement sur le bord radial de la paume. Ceci explique pourquoi le déficit d'extension métacarpophalangienne dans ces deux rayons est inhabituel et généralement peu important. Pour le chirurgien, quelques considérations dérivées de l'anatomie sont importantes :

- les nodules palmaires sont fréquents et leur disposition est constante, soit proximement par rapport aux fibres transversales soit distalement par rapport au pli palmaire distal dans la zone d'insertion dermique des fibres prétendineuses superficielles (Fig. 12) ;
- le nodule distal est donc très adhérent à la peau, sa dissection est difficile et le risque de dévascularisation des petits lambeaux cutanés levés à ce niveau est grand ;
- le nodule proximal n'est pas adhérent et sa dissection est aisée ;
- la dissection des bandes prétendineuses est aisée puisque leur rétraction ne déplace pas les pédicules neurovasculaires ;
- le pronostic des corrections des rétractions métacarpophalangiennes est donc bon.

■ Fibres transversales

Comme Skoog [70] l'a montré, ces fibres ne sont jamais envahies et doivent donc être préservées lors des corrections chirurgicales. L'extension de ces fibres vers la première commissure est parfois pathologique et peut imposer une correction chirurgicale.

■ Ligaments natatoires

Ils sont fréquemment atteints. Leur rétraction entraîne la fermeture des commissures et limite l'écartement des doigts. Leurs fibres participent à la formation du fascia digital latéral. L'atteinte de ces ligaments peut donc mener à une rétraction des articulations interphalangiennes proximales (IPP).

L'extension radiale du ligament natatoire vers le pouce et la première commissure (ligament commissural distal) peut aussi être notée (Fig. 13). La bride qui se développe alors rejoint fréquemment le fascia digital du côté radial de l'index.



Figure 12 Brides prétendineuses et nodules palmaires. Le nodule proximal est profond et la peau est peu envahie. Les nodules distaux sont superficiels et fort adhérents au derme.



Figure 13 Ligament commissural distal.



Figure 14 Base de l'auriculaire : point de rencontre entre les fibres du ligament natatoire, les fibres de l'aponévrose hypothénarienne et le tendon de l'abducteur du 5^e doigt.

L'interaction complexe entre les fibres cubitales du ligament natatoire, l'aponévrose hypothénarienne et l'abducteur du 5^e doigt a été décrite précédemment. Leur point de rencontre est souvent le siège d'un volumineux nodule (Fig. 14).

LOCALISATIONS DIGITALES

Quatre brides jouent un rôle, seules ou en association, dans le déficit d'extension de l'articulation IPP. Chacune se développe dans du tissu aponévrotique normalement présent. [43, 45]

Les lésions peuvent donc être symétriques mais habituellement elles prédominent nettement sur un versant du doigt, ce qui est un argument de plus en faveur du rôle des contraintes biomécaniques dans la progression de la maladie.

Les brides rétractées déplacent les pédicules neurovasculaires et une bonne compréhension de l'anatomie des lésions est donc indispensable pour éviter les complications chirurgicales.



Figure 15 Bride digitale centrale. En tension maximale, on observe un léger déficit d'extension métacarpophalangienne et un déficit plus important de l'interphalangienne proximale. On devine une extension de la bride sur le versant cubital de la première phalange.



Figure 16 Bride digitale centrale. En flexion métacarpophalangienne, ce qui détend la bride, l'interphalangienne proximale peut être étendue complètement. On observe aisément le gros nodule dans la partie distale de la première phalange.

■ Bride centrale

La discontinuité anatomique observée dans la main normale entre les fibres longitudinales du fascia superficiel et le fascia digital n'est qu'apparente, le relais étant assuré par les attaches cutanées à hauteur du bourrelet digitopalmaire.

La bride centrale est donc une extension directe de la bride prétendineuse palmaire qui reste sous-cutanée sur la longueur de la phalange proximale. Elle court entre les pédicules neurovasculaires et est intimement fixée à la peau en amont de l'IPP où un nodule est presque toujours observé de même d'ailleurs qu'à la base du doigt. Plus distalement, sur la deuxième phalange, elle s'attache à la gaine tendineuse et au périoste mais n'a plus de contact avec la peau (Fig. 15).

Quelques fibres du ligament de Grayson sont souvent atteintes, ce qui attire le pédicule neurovasculaire en position plus centrale.

C'est une cause fréquente de rétraction de l'IPP. La correction chirurgicale est de bon pronostic l'articulation n'étant pas fixée en flexion, ce que confirme la possibilité de réextension un fois que la bride est détendue par la flexion de la métacarpophalangienne (Fig. 16).

■ Bride spirale

Elle se développe au départ soit de la couche moyenne des fibres prétendineuses du fascia palmaire soit du tendon de l'abducteur du 5^e doigt. Dans les deux cas, elle court en arrière du pédicule neurovasculaire juste en aval de l'articulation métacarpophalangienne et rejoint le fascia digital latéral. De là, elle s'étend en avant du pédicule et se fixe sur la gaine des fléchisseurs à hauteur de la deuxième phalange par l'intermédiaire du ligament de Grayson. Elle s'enroule donc autour du pédicule d'où son nom.



Figure 17 Bride prétendineuse pour l'index : elle s'insère principalement sur le bord radial de la paume.

■ Bride latérale

Elle provient de l'envahissement du fascia latéral digital par la maladie. Elle est presque toujours associée à des lésions du ligament natatoire. Elle a peu d'impact sur la position du pédicule neurovasculaire et ne provoque que peu de rétraction.

■ Bride rétrovasculaire

Cette bride a été décrite par Thomine.^[72, 73] Son existence, distincte du ligament de Cleland, n'est pas certaine. C'est une condensation de fibres longitudinales en arrière du pédicule neurovasculaire qui pourrait être responsable d'une rétraction interphalangienne distale.

CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIQUES DE CHAQUE DOIGT

Le pouce, l'index et l'auriculaire présentent quelques particularités.

■ Pouce

L'atteinte du pouce et de la première commissure est fréquente. Elle ne devient que rarement très invalidante.

Habituellement, le premier signe en est l'apparition d'un nodule dans le pli de flexion proximal de la base du pouce. Ce nodule peut être connecté à toutes les bandes aponévrotiques décrites précédemment : fibres prétendineuses, ligaments commissuraux proximal et distal.^[41]

L'atteinte prétendineuse ne provoque que rarement un déficit d'extension de l'articulation métacarpophalangienne mais elle peut limiter l'extension et l'abduction du doigt.

Les brides pathologiques restent toujours superficielles par rapport aux pédicules vasculonerveux qui ne sont donc pas déplacés.

L'envahissement de la première commissure provoque sa rétraction mais aussi, parfois, un déficit d'extension de l'IPP de l'index.

■ Index

Il n'est pas souvent atteint. La rétraction métacarpophalangienne est rare puisque la bride prétendineuse est faible et s'insère plutôt sur le bord radial de la paume comme nous l'avons vu (Fig. 17). La rétraction de l'IPP est habituellement peu importante et est rarement due à une bride centrale. Le plus fréquemment, la bride se développe en continuité avec le ligament commissural distal qui rejoint le fascia digital du côté radial (Fig. 18).

■ Auriculaire

Les variations y sont les plus fréquentes. C'est surtout sur ce doigt que l'on rencontre des lésions digitales isolées, sans continuité avec l'aponévrose palmaire car si la rétraction métacarpophalangienne est souvent uniquement due aux fibres prétendineuses, toutes les autres brides peuvent être responsables d'une rétraction de l'IPP (Fig. 14). Ceci explique sans doute pourquoi la correction des déformations

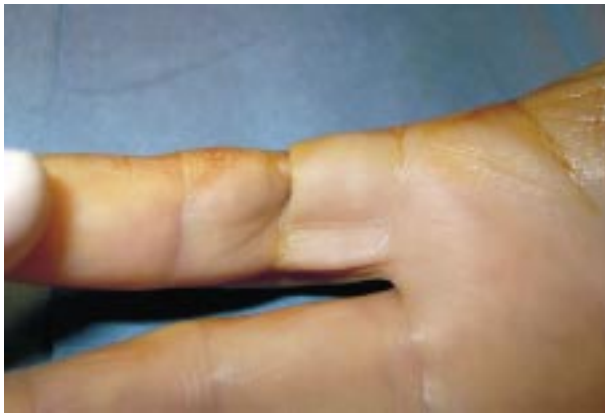


Figure 18 Bride digitale de l'index : elle se développe presque toujours sur le bord radial du doigt en continuité avec le ligament commissural distal (cf. Figure 13).



Figure 19 Coussinets des phalanges : ces épaissements cutanés dorsaux peuvent précéder l'apparition des premiers signes de maladie de Dupuytren.

est moins satisfaisante à ce niveau.^[62, 65] C'est aussi sur le 5^e doigt que l'on observe les rétractions les plus importantes dépassant parfois 90° sur l'IPP.

L'hyperextension de la phalange distale se voit surtout sur le 5^e doigt associée à une rétraction sévère de l'IPP. Elle peut cependant se développer en l'absence de rétraction métacarpophalangienne. La déformation est le plus souvent fixée mais parfois elle se corrige spontanément lorsque le patient fléchit le doigt. L'hyperextension persiste souvent après la correction de la rétraction IPP. Deux mécanismes sont responsables de son apparition. Le plus rare a été décrit par Huesto :^[28] une plaque fibreuse indurée au dos de la 2^e phalange limite l'excursion du tendon extenseur. Le mécanisme le plus fréquemment invoqué est celui d'une fixation des bandelettes latérales du tendon extenseur par le tissu fibreux palmaire. Comme l'a montré Thomine,^[72, 73] les brides latérales et rétrovasculaires sont en contact étroit avec ces structures tendineuses. L'aggravation de la rétraction IPP est responsable d'un relâchement de l'appareil extenseur au dos de l'IPP, dû à la distension de son insertion centrale sur la base de la 2^e phalange. Les lésions ressemblent alors beaucoup à celles observées dans les déformations en boutonnière traumatiques ou rhumatismales et ne correspondent donc pas à un envahissement des structures dorsales du doigt par du tissu pathologique.^[44]

LOCALISATIONS DORSALES ET COUSSINETS DES PHALANGES (KNUCKLE PADS DES AUTEURS ANGLO-SAXONS)

Des épaissements cutanés au dos des articulations sont souvent observés (Fig. 19). Leur présence a été associée à une évolution plus agressive de la maladie et à un risque plus élevé de récurrence^[29] mais il n'y a pas unanimité sur le sujet.^[58, 65]

Ces épaissements peuvent être observés dans des doigts non rétractés et précèdent parfois de plusieurs années l'apparition des

symptômes caractéristiques de la maladie de Dupuytren. Ils peuvent aussi rester isolés. Ceci semble confirmer que la maladie est une affection plus générale du tissu conjonctif que ne le laisserait prévoir le seul examen de la paume de la main.

Histopathologie du tissu conjonctif

Certaines caractéristiques histopathologiques de la maladie de Dupuytren ont des conséquences pratiques importantes pour le choix du traitement le plus approprié et pour la compréhension de l'évolution de la maladie, notamment celle des récurrences. Nous les résumons brièvement.

HISTOPATHOLOGIE

La maladie de Dupuytren n'est pas seulement une maladie de l'aponévrose palmaire mais elle entretient toutes les structures, de la peau à la gaine tendineuse.^[57] La caractéristique essentielle de la maladie est la prolifération de fibroblastes dans des nodules se formant dans l'aponévrose qui se rétracte. Il n'y a pas de démarcation nette entre ces nodules et le fascia qui les entoure. Contrairement à ce que l'on observe dans les tumeurs desmoïdes, il n'y a jamais d'invasion du tissu musculaire.^[1] La cellularité des nodules est indicatrice de l'activité des changements dans le tissu conjonctif ce qui a permis à Luck^[36] de définir trois stades évolutifs :

- prolifératif : à ce stade, les fibroblastes se multiplient sans organisation claire et ne sont pas alignés avec les lignes de tension ;
- involution : les fibroblastes s'orientent selon les lignes de tension qui traversent le nodule. Les brides qui apparaissent alors dans l'aponévrose peuvent d'ailleurs être considérées comme représentant une hypertrophie réactionnelle en réponse aux tensions répétées sur la main ;

- résiduel : les nodules disparaissent laissant seulement une zone d'adhérences serrées et la bride proximale réactionnelle qui à ce stade est quasi acellulaire et ressemble à un tendon.

Ces stades peuvent coexister dans le même fascia^[67] et différentes populations cellulaires prédominent dans chacune des trois phases :

- prolifératif : nombreux fibroblastes, quelques myofibroblastes, quelques fibrilles de collagène ;
- involution : prédominance de myofibroblastes entourés de faisceaux de matériel fibrillaire (fibronectine) ;^[74]
- résiduel : le tissu est composé de fibrilles de collagène et de quelques fibroblastes.

De manière générale, la cellularité des nodules est grande alors que les brides, constituées de fibres de collagène disposées en faisceaux denses, sont presque acellulaires.

MYOFIBROBLASTE

Le rôle des fibroblastes paraît donc essentiel dans la genèse des lésions. Les observations publiées par Gabbiani et Majno en 1972^[17] montrant la présence de myofibroblastes dans la maladie de Dupuytren, semblables à ceux observés dans le tissu de granulation où ils sont considérés comme responsables de la contraction des plaies, ont donné une explication plausible à la rétraction de l'aponévrose. Le terme de myofibroblaste s'applique à un type particulier de fibroblastes mis en évidence en microscopie électronique.

La contraction in vitro de tissus contenant des myofibroblastes en réponse à des substances connues pour provoquer la contraction de muscles lisses suggère fortement qu'ils sont responsables de la rétraction des plaies et de l'aponévrose dans la maladie de Dupuytren.

MYOFIBROBLASTES ET MALADIE DE DUPUYTREN

La présence et le rôle des myofibroblastes dans la maladie de Dupuytren ont été étudiés indépendamment par de nombreux auteurs. Schürch et al.^[69] et Gabbiani^[16] résument ainsi les nombreuses publications sur le sujet :

- le type cellulaire principal trouvé dans les nodules de Dupuytren est non seulement capable de se contracter mais est également capable de synthétiser du collagène de type III ; les mêmes caractères sont présents dans les myofibroblastes retrouvés dans le tissu de granulation de plaies qui cicatrisent ;
- il est donc hautement probable que les myofibroblastes des nodules soient responsables de la rétraction de l'aponévrose ;
- le même type de myofibroblastes est retrouvé dans les cicatrices hypertrophiques et dans d'autres fibromatoses ;
- dans le nodule, les cellules qui expriment les marqueurs cytosquelettiques des muscles lisses sont plus nombreuses au centre, dans la région proliférative, qu'en périphérie ;
- quand du tissu de granulation se résorbe après fermeture d'une plaie, les myofibroblastes disparaissent et du collagène de type I est mis en évidence ; de même, dans la phase involutive de la maladie de Dupuytren, les myofibroblastes sont remplacés par des fibrocytes qui n'expriment plus les caractéristiques des muscles lisses et le collagène de type III est remplacé par du collagène de type I.

Il faut cependant noter que des myofibroblastes sont normalement présents dans l'aponévrose palmaire en dehors de l'existence d'une maladie de Dupuytren [68] mais leur nombre augmente très fortement en cas de maladie.

On a également pu montrer que la prolifération myofibroblastique dans la maladie de Dupuytren dépasse largement les limites du fascia pour atteindre le derme et même l'épiderme. [38] Ceci explique sans doute le nombre important de récidives après fasciectomy simple.

FACTEURS D'INITIATION ET DE PROPAGATION DE LA MALADIE DE DUPUYTREN

L'hypoxie locale a été évoquée comme facteur déclenchant de la différenciation des myofibroblastes et donc comme facteur favorisant dans l'apparition de la maladie de Dupuytren. D'autres études [3, 33] ont montré le rôle joué par plusieurs facteurs de croissance.

Lappi et al. [33] ont développé un modèle qui associe des microhémorragies liées à une maladie vasculaire ischémique, à une pathologie hépatique ou à des traumatismes locaux, tous facteurs connus pour augmenter l'incidence de la maladie de Dupuytren, et la production de facteurs de croissance. Ce schéma incorpore tout ce qui est connu au point de vue de l'étiologie, de l'histologie et de la biochimie de la maladie et ouvre de nouvelles perspectives pour un traitement médical plutôt que chirurgical de l'affection.

IMPLICATIONS POUR LE TRAITEMENT

Les différents éléments qui viennent d'être développés ont de nombreuses implications pratiques :

- il est impensable de pouvoir réséquer chirurgicalement tout le tissu pathologique ;
- puisque l'activité de la maladie est concentrée dans les nodules, c'est sur eux, essentiellement, que doit porter le traitement ;
- la bride, qui est réactionnelle, ne fait que fixer la rétraction et ne joue aucun rôle dans l'évolution de la maladie ;
- grâce à une meilleure compréhension des mécanismes cellulaires impliqués, il sera peut-être un jour possible d'interférer dans la production de collagène ou de bloquer soit la production de facteurs de croissance soit celle de leurs récepteurs ;
- le traitement définitif de la maladie de Dupuytren sera donc probablement médical mais pour le moment l'approche ne peut être que symptomatique, visant essentiellement à corriger les rétractions.

Épidémiologie, facteurs pronostiques et diathèse

Pour pouvoir conseiller efficacement les patients dans le choix du traitement le plus adapté, il est important d'avoir une idée assez précise des résultats que l'on peut espérer. En dehors de la qualité de la chirurgie, certaines caractéristiques propres au patient jouent manifestement un rôle.

DIATHÈSE

Hueston [27, 29] a cru pouvoir mettre en évidence certaines caractéristiques de la maladie de Dupuytren qui entraînent une évolution plus agressive de la rétraction ainsi qu'une plus grande propension à développer des récidives après intervention. Il a regroupé ces caractéristiques sous le terme de diathèse. En dehors de la race, il isole quatre facteurs importants : le jeune âge du patient, la bilatéralité de l'atteinte, un histoire familiale positive et l'atteinte d'autres localisations.

■ Race

À de très rares exceptions près, la maladie n'est observée que chez les Européens et leurs descendants émigrés dans le monde. Le climat, la température, l'humidité ne semblent donc pas jouer de rôle. Même en Europe, la distribution n'est pas homogène puisque la maladie est beaucoup plus fréquente dans le nord que dans le sud. Un gène répandu par les Celtes ou, selon des études plus récentes, par les Vikings a été invoqué mais n'a, jusqu'à présent, jamais été identifié.

■ Atteinte bilatérale et autres localisations

Les épaississements cutanés au dos des articulations (coussinets phalangiens ou *knuckle pads*), la fibromatose plantaire (maladie de Ledderhose) et la fibromatose pénienne (maladie de La Peyronie) sont souvent, isolément ou non, associés à la maladie de Dupuytren. Ces dépôts ectopiques de tissu fibroblastique sont interprétés par Hueston comme des signes aggravants mais il n'a publié aucune donnée chiffrée pour confirmer cette affirmation. Il en est de même pour l'atteinte bilatérale.

■ Début précoce des symptômes

Déterminer l'âge de début d'une maladie habituellement lentement progressive n'est pas aisé. Un début avant 45 ans est cependant interprété par Hueston comme de mauvais pronostic.

■ Antécédents familiaux

De nombreux auteurs ont noté la présence d'une maladie de Dupuytren chez plusieurs membres de la même famille mais la nature exacte de cette relation familiale reste incertaine. L'analyse la plus détaillée du sujet a été réalisée par Ling [35] qui a examiné 832 membres de la famille de 50 patients. Alors que par simple interrogatoire, seulement 16 % des patients connaissaient des membres de la famille atteints par la maladie, l'étude a montré que ce pourcentage passait à 68 % après examen systématique démontrant ainsi le peu de fiabilité de l'information recueillie auprès du patient. Cette étude n'est cependant pas dépourvue de biais statistiques dans la mesure où l'auteur a dû introduire des facteurs de correction pour tenir compte du fait que certains membres des familles examinées pouvaient être soit trop jeunes pour avoir déjà la maladie soit être décédés sans que l'on sache s'ils étaient atteints ou non.

La présence d'antécédents familiaux de la maladie est souvent interprétée comme un signe aggravant. Il s'agit cependant d'un signe douteux car, comme l'a mis en évidence l'étude de Ling, on ne peut tirer aucune conclusion de l'absence d'information sur une maladie non létale apparaissant généralement à un âge avancé et pour laquelle beaucoup de patients ne cherchent pas à être traités.

FACTEURS PRONOSTIQUES

Le terme de diathèse ou prédisposition est difficile à définir et baser un index de sévérité de la maladie sur des critères aussi peu fiables que l'histoire familiale ou l'âge d'apparition des symptômes ne clarifie pas la situation. Des études statistiques plus fouillées ont permis de définir de manière plus objective les relations significatives entre plusieurs variables supposées avoir une valeur pronostique. [47, 60, 65] Nous ne pouvons en présenter ici que les

Tableau 1. – Relations entre variables individuelles (0 dénote l'absence de relation statistique significative, + une corrélation positive, - une corrélation négative)

| | Sexe masculin | Âge début | Histoire familiale | Lésions ectopiques | Lésions bilatérales |
|---------------------|---------------|-----------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Âge début | - | | | | |
| Activité manuelle | | 0 | | | |
| Histoire familiale | 0 | - | | | |
| Lésions ectopiques | 0 | 0 | + | | |
| Lésions bilatérales | 0 | 0 | 0 | + | |
| Traumatisme local | 0 | + | 0 | 0 | - |
| Alcoolisme | 0 | 0 | 0 | 0 | + |
| Diabète | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Épilepsie | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tableau 2. – Relations avec l'atteinte des mains (0 dénote l'absence de relation statistique significative, + une corrélation positive, - une corrélation négative)

| | Déficit d'extension | Nombre de rayons atteints | Rayons radiaux |
|----------------------|---------------------|---------------------------|----------------|
| Sexe masculin | + | + | + |
| Histoire familiale | 0 | 0 | 0 |
| Âge | 0 | 0 | 0 |
| Durée de l'évolution | + | + | + |
| Atteinte bilatérale | + | + | 0 |
| Sites ectopiques | + | + | + |
| Traumatisme local | - | - | 0 |
| Alcoolisme | + | + | 0 |

conclusions. Bien que ces trois études aient été faites sur des populations différentes, leurs conclusions sont convergentes, ce qui confirme la valeur de leurs observations.

Les Tableaux 1 et 2 résument nos observations personnelles sur 538 patients. ^[65]

De l'analyse de ces tableaux, de nos chiffres personnels et de ceux publiés par les autres auteurs, nous pouvons tirer quelques conclusions concernant les prédispositions à la maladie de Dupuytren :

- les femmes représentent entre 20 et 25 % des patients ;
- les hommes ont un déficit d'extension plus important, plus de rayons atteints, plus d'atteintes des rayons radiaux (pouce, index) et un début de la maladie plus précoce même en tenant compte de l'incertitude de cette mesure ; même si le sexe n'est pas lié aux autres variables, il est clairement lié à l'agressivité de la maladie ;
- la présence d'antécédents familiaux, variable dont le manque de fiabilité a déjà été discuté, n'est liée à aucune autre variable excepté l'âge d'apparition des premiers symptômes (pas très fiable non plus) et la présence de lésions ectopiques de la maladie ; en se basant sur ces données, l'histoire familiale n'est certainement pas un bon indicateur de la sévérité de la maladie ;
- la présence de sites ectopiques est positivement liée à un déficit d'extension plus important, plus de rayons atteints, plus d'atteintes des rayons radiaux, plus d'atteintes des deux mains ; c'est certainement un bon indicateur de la sévérité de la maladie ;
- l'atteinte des deux mains, observée chez trois quarts des patients, est liée à un plus grand déficit d'extension et à un plus grand nombre de rayons atteints mais pas à une atteinte des rayons radiaux ; comme elle est fréquente, ce n'est pas un bon indicateur ;
- les patients qui lient l'apparition de leurs symptômes à un traumatisme local ont une maladie qui débute plus tard, moins d'atteinte des deux mains, un déficit d'extension moins important et moins de rayons atteints ; à partir des données disponibles, il est impossible de savoir si le traumatisme local joue seulement le rôle de déclencheur d'une maladie préexistante ou si nous sommes face à une autre forme de maladie ; les données de la littérature sont d'ailleurs très contradictoires (cf. les travaux de Mikkelsen, ^[59, 60] Fisk, ^[14] de la Caffinière, ^[11] McFarlane, ^[48] Meagher ; ^[54])
- le diabète est habituellement associé dans la littérature à une forme plus douce de la maladie, l'épilepsie à une forme plus agressive ; nos observations ne confirment pas ces opinions ;

- la forte consommation d'alcool, certainement sous-estimée dans notre étude, est associée avec plus d'atteintes des deux mains, plus de déficit d'extension et plus de rayons atteints ; c'est certainement un facteur aggravant important ;
- l'atteinte des rayons radiaux, vue plus souvent chez les hommes et en présence de lésions ectopiques, pourrait être un indicateur d'une maladie plus sévère.

En résumé : deux facteurs sont clairement liés à la sévérité de la maladie de Dupuytren, à savoir le sexe et la présence de lésions ectopiques. Trois sont peut-être liés, l'atteinte des rayons radiaux, l'alcoolisme et des antécédents de traumatismes locaux. Le début précoce de la maladie, l'atteinte bilatérale et des antécédents familiaux connus, que Hueston considère comme des signes d'une forte diathèse, ne nous semblent au contraire pas être de bons indicateurs de la sévérité de la maladie.

Traitements : principes généraux

Il n'existe pas de traitement curatif de la maladie de Dupuytren, son origine restant inconnue. Le traitement symptomatique local vise donc uniquement à corriger les rétractions ou au minimum à limiter leur progression. Il ne peut pas empêcher la progression de la maladie qui peut se manifester sous forme de récides ou d'extensions, ces deux termes devant être définis.

Récides : c'est la réapparition de manifestations de la maladie, brides ou nodules, dans une zone déjà traitée. La réapparition d'un déficit d'extension ne signifie pas nécessairement qu'il y a récidive. Elle peut n'être, simplement, qu'un indicateur de la formation de tissu cicatriciel, facilitée par la dissection, surtout sur la face palmaire de l'IPP. La récidive de la rétraction à ce niveau n'est pas spécifique de la maladie de Dupuytren (elle se voit après de simples entorses) et est facilitée par les caractéristiques anatomiques :

- la capsule articulaire est en tension maximale en extension du doigt ;
- le tendon fléchisseur superficiel est beaucoup plus puissant que l'extenseur ;
- la bandelette centrale de l'extenseur peut être affaiblie par la flexion prolongée de l'IPP.

Le diagnostic de récurrence doit donc se baser sur la présence de nodules et de brides, le déficit d'extension n'étant pas pathognomonique.

Extensions : c'est bien sûr l'apparition de manifestations de la maladie dans une zone non traitée.

TRAITEMENTS NON SANGLANTS

Le concept de traitement non chirurgical de la maladie de Dupuytren, qui est séduisant, a été testé sans succès.

Les infiltrations de corticoïdes peuvent avoir un effet favorable sur l'irritation douloureuse provoquée par certains nodules en formation. Nous en réalisons exceptionnellement après avoir prévenu le patient de l'absence d'effets à long terme.

Les produits administrés par voie générale, tels que certaines vitamines, n'ont pas d'effet démontré à long terme. Les patients s'inquiètent souvent du rôle possible de l'alimentation dans le développement de la maladie. Aucune étude sérieuse n'a mis en évidence une telle influence en dehors de l'effet délétère de l'alcool.

La radiothérapie locale a depuis longtemps été abandonnée.

Des fasciotomies dites enzymatiques visant à rompre les brides en utilisant un mélange de trypsine, de hyaluronidase et de lidocaïne ont été tentées dans le passé. [25, 39] Les résultats, très satisfaisants au début, ont montré 75 % de récurrences dans les 2 à 3 ans après l'injection. Des travaux plus récents explorent les possibilités des fasciotomies enzymatiques en utilisant une collagénase. [2, 4] Les résultats publiés sont très encourageants mais sont encore au stade expérimental.

Les lacérations des brides à l'aide d'aiguilles, souvent présentées comme des traitements non sanglants sont en fait une forme particulière de fasciotomie. Elles seront traitées dans la discussion des traitements chirurgicaux.

TRAITEMENTS CHIRURGICAUX

Il existe de très nombreuses manières d'opérer une maladie de Dupuytren et tellement de variations individuelles quant à l'étendue de la résection, l'hémostase, les programmes de soins postopératoires, que probablement il n'y a pas deux chirurgiens qui adoptent le même plan de traitement.

La multiplication des techniques chirurgicales indique qu'aucune n'est satisfaisante dans tous les cas et qu'au-delà des préférences du chirurgien, il faut adapter le choix des gestes à entreprendre à chaque cas. Le choix doit tenir compte du patient, de la physiologie de la main et de la distribution des rétractions.

En ce qui concerne le moment le plus approprié pour entreprendre une correction chirurgicale, un certain consensus existe. La correction des déficits métacarpophalangiens est généralement aisée et complète quel que soit le déficit d'extension. Au contraire, l'évolution de la rétraction IPP est moins prévisible, généralement moins favorable et dépendante du déficit d'extension préopératoire. [46, 65] Il est donc habituellement recommandé d'intervenir lorsque le déficit d'extension atteint 30°.

Pour tenter de résumer les différentes approches chirurgicales, nous séparerons les gestes sur la peau, l'aponévrose et les articulations IPP.

■ Temps cutanés

Les très nombreux types d'incisions qui ont été décrits peuvent être associés aux différents degrés de décollement souhaités et le choix entre des incisions continues ou discontinues dépend de la résection aponévrotique prévue.

Incisions longitudinales

La règle principale à observer est d'éviter les incisions linéaires qui croisent les plis de flexion perpendiculairement de manière à éviter les rétractions secondaires. Les incisions sur les faces latérales des

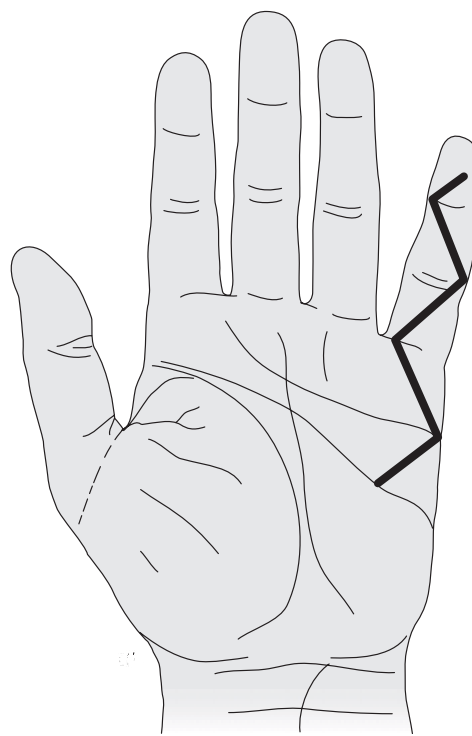


Figure 20 Incisions en zigzag.

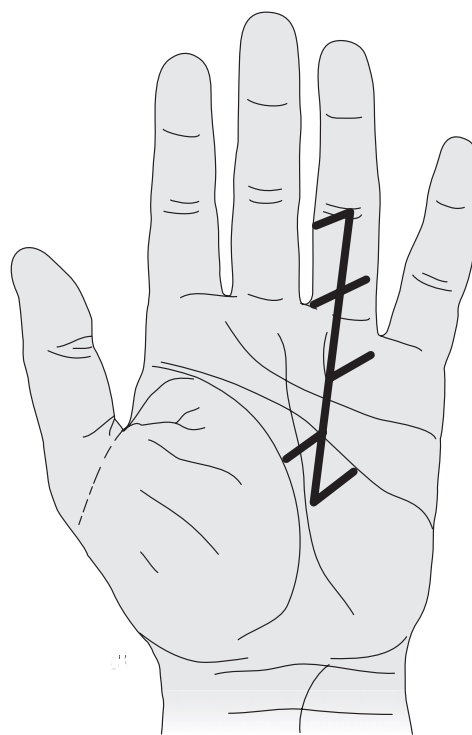


Figure 21 Plasties en Z.

doigts doivent aussi être évitées car elles impliquent trop de décollement et donc de risques de souffrance cutanée.

Les incisions en zigzag encore appelées de Bruner (Fig. 20) offrent un bon accès aux brides tout en évitant les rétractions secondaires des cicatrices. Elles ne permettent cependant que très peu d'allongement cutané ce qui est souvent jugé nécessaire par les chirurgiens.

Pour permettre cet allongement, de multiples variantes de plasties en Z ont été proposées (Fig. 21). Il est préférable de commencer par une incision linéaire et de dessiner les Z lorsque la fasciectomie est réalisée pour tenir compte au mieux des zones cutanées fragilisées ou des petites perforations de la peau qui ne sont pas exceptionnelles car il n'existe pas de plan de clivage entre le derme et le tissu pathologique.

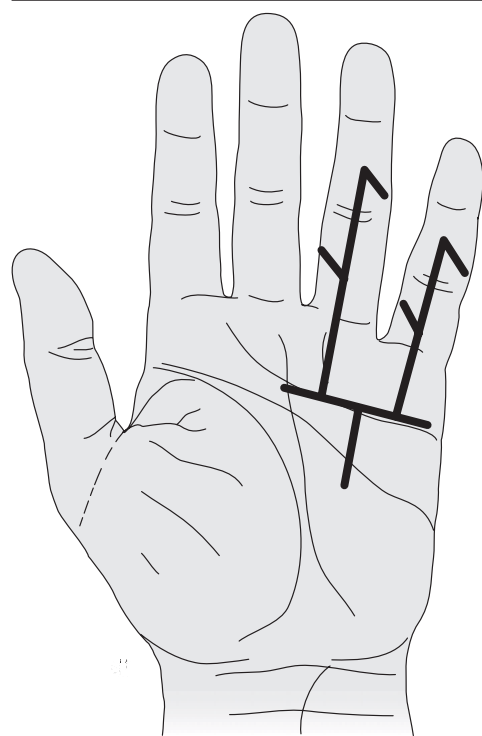


Figure 22 Incisions proposées par Skoog.

Un désavantage des incisions en zigzag et des plasties en Z est le risque de nécrose des petits lambeaux triangulaires dû au décollement cutané obligatoirement réalisé au ras du derme. Cette souffrance cutanée, même si elle ne mène pas à la nécrose, a tendance à provoquer une rétraction cicatricielle indésirable.

Lorsque plusieurs rayons adjacents sont atteints, il est souvent préférable de combiner une incision transversale palmaire complétée par des plasties en Z sur les doigts comme l'a proposé Skoog^[70] (Fig. 22).

Incisions transversales

Elles ont été proposées pour des résections limitées ou au contraire fort étendues. Plus la résection du fascia est large, plus le décollement est étendu. Des incisions transversales étagées ont été proposées dans les doigts mais elles ne donnent forcément qu'une vue limitée en particulier sur les pédicules neurovasculaires.

McCash^[40] a proposé une technique appelée « de la paume ouverte » basée sur des incisions transversales. Après avoir constaté que les greffes cutanées posaient de nombreuses difficultés notamment à cause du risque d'hématome et de l'immobilisation qu'elles imposaient, il a suggéré une approche différente permettant une mobilisation immédiate :

- incisions transversales dans les plis cutanés ;
- avancement des ponts cutanés soulevés proximale et distalement de telle sorte que tout le déficit cutané se retrouve à hauteur du pli palmaire distal qui est laissé largement ouvert ;
- il n'y a donc pas de nécessité de plasties cutanées d'allongement et la plaie palmaire ouverte permet d'éviter la formation d'hématomes ;
- la mobilisation spontanée par le patient est commencée après quelques jours ;
- les pansements sont renouvelés toutes les semaines jusqu'à guérison complète après 4 à 6 semaines.

Les études comparatives de Gelberman et al^[18] ont montré une réduction du nombre de complications en utilisant cette technique plutôt que des plasties d'allongement.

L'inconvénient majeur de la technique est qu'elle impose des pansements réguliers et donc une incapacité fonctionnelle prolongée. Les patients peuvent aussi être très inquiets de cette plaie largement ouverte.



Figure 23 Dermofasciectomy : la résection large met en évidence les pédicules neurovasculaires et la gaine des fléchisseurs.

Greffes cutanées

Il s'agit obligatoirement de greffes de peau totale, les greffes de peau fine ayant tendance à se rétracter.

Elles ont été proposées pour trois indications :

- pour compenser un déficit cutané, soit peropératoire soit après nécrose d'un ou plusieurs lambeaux ;
- pour créer une sorte de coupe-feu séparant des segments de fascia rétracté comme l'a proposé entre autres McGregor ;^[50]
- après excision cutanée élective étendue afin de limiter le nombre de récurrences.^[24, 26]

C'est l'observation empirique que la maladie de Dupuytren ne récidive pas sous une greffe cutanée qui a conduit Hueston à proposer une excision élective de la peau envahie par la maladie en supposant que le derme joue un rôle dans le contrôle du processus évolutif. L'idée a depuis été adoptée par d'autres auteurs.^[30, 31, 75, 76]

L'intervention telle que proposée par Hueston consiste à réaliser l'ablation en un bloc du tissu pathologique de la maladie de Dupuytren et de la peau sus-jacente ce qui expose les pédicules et la gaine des fléchisseurs (Fig. 23). Initialement, l'intervention a été proposée comme premier geste opératoire pour certains patients à hauts risques de récurrences, les réinterventions étant toujours nettement plus difficiles. En effet, les récurrences de maladie de Dupuytren se développent au départ du tissu fibroadipeux restant et s'étendent pour envahir non plus des structures aponévrotiques préexistantes comme dans la maladie initiale mais l'épinière des nerfs collatéraux, les vaisseaux, la gaine des tendons fléchisseurs et les capsules articulaires. Il est donc techniquement beaucoup plus difficile de préserver ces structures anatomiques essentielles lors d'une intervention pour récurrence que lors d'une première correction.

Il est depuis établi que la maladie peut récidiver sous une greffe cutanée mais cela reste rare et les observations empiriques de Hueston ont globalement été largement vérifiées.

Quelques difficultés techniques liées aux greffes empêchent d'utiliser les dermofasciectomies de manière systématique malgré leur effet protecteur démontré :

- l'exposition large et la dissection extensive augmentent le risque de complications postopératoires, notamment d'hématome et d'algoneurodystrophie ;
- la prise de la greffe n'est pas assurée et, en fait, la plupart des complications sont secondaires à une nécrose partielle de la greffe ; quelques précautions techniques permettent cependant de limiter ce risque ;
- les pansements et l'immobilisation indispensables rendent les soins postopératoires plus difficiles ;
- les greffes cutanées offrent une moins bonne résistance mécanique que la peau normale ce qui peut poser problème chez certains travailleurs manuels.

Lambeaux cutanés

Quelques lambeaux ont été proposés : latérodigitaux de rotation ou en *cross-finger*. Ils imposent des dissections supplémentaires dans des doigts dont la vascularisation est déjà précaire et doivent à notre avis, sauf situation exceptionnelle, être évités.

■ Temps aponévrotiques

Fasciotomies

La place des fasciotomies a beaucoup évolué avec le temps. C'était l'intervention proposée par Dupuytren à une époque où une chirurgie rapide était indispensable mais des critiques sont rapidement apparues, dénonçant le nombre important de récurrences. Pourtant, plusieurs cas de correction durable de la rétraction après rupture traumatique de brides ont été rapportés, démontrant que la fasciotomie pouvait avoir une place dans l'arsenal thérapeutique.

Les fasciotomies ont entre autres été défendues par Colville^[9, 10] pour des situations bien sélectionnées :

- le type de bride : il faut que les fibres longitudinales du fascia palmaire soient seules entreprises ce dont on peut s'assurer par la présence d'un effet de corde d'arc à la mise sous tension de l'aponévrose ;

- la peau : il faut que la peau soit peu adhérente à la bride puisque pour que la fasciotomie soit efficace il faut que la bride puisse glisser par rapport aux autres tissus.

Ces deux exigences peuvent être rencontrées chez des patients habituellement âgés dont la maladie de Dupuytren n'évolue plus, ce que confirme l'absence de nodule. Au contraire, un envahissement cutané important associé à des brides diffuses constitue une contre-indication à la fasciotomie.

Plus récemment, les fasciotomies ont bénéficié d'un regain d'intérêt.^[5, 34] Ces fasciotomies dites à l'aiguille ont suscité un certain enthousiasme surtout en France, peu ailleurs, lié certainement à l'apparente facilité d'exécution au cabinet et non en salle d'opération. Elles soulèvent cependant quelques difficultés :

- que la fasciotomie soit réalisée à l'aiguille ou au bistouri par voie percutanée comme l'ont fait Colville et d'autres ne change rien, ni au risque de récurrence ni aux difficultés techniques rencontrées ;

- les limites des indications devraient donc être les mêmes ;

- les risques pour les pédicules neurovasculaires liés à des fasciotomies à l'aveugle dans les doigts sont loin d'être négligeables ;

- aucune publication récente n'établit de façon claire le risque de récurrence alors que c'est l'importance de ce risque qui avait fait abandonner la technique précédemment.

Il paraît donc prudent, jusqu'à la publication de résultats qui confirmeraient le bien-fondé de la technique à long terme, de la limiter aux indications habituelles des fasciotomies : patients âgés, maladie de Dupuytren peu évolutive, peau souple et peu adhérente.

Fasciectomy radicales

Elles consistent en l'exérèse complète du fascia palmaire même de ses parties saines dans l'espoir de prévenir une extension de la maladie à leur niveau.^[53] Elle ne s'étend pas aux doigts et une aponévrectomie totale n'est jamais réalisée. L'exérèse des formations fibreuses digitales est toujours élective.

Cette extension de la résection aux parties apparemment saines du fascia palmaire a fait la preuve de son inefficacité prophylactique et des risques élevés de complications qu'elle faisait courir. Elle est actuellement abandonnée par la majorité des chirurgiens.

Fasciectomy limitées

Elles consistent en l'exérèse élective des tissus conjonctifs macroscopiquement pathologiques dans la paume et les doigts. Les variantes de ces aponévrectomies (avec ou sans paume ouverte) sont les interventions les plus populaires depuis environ 40 ans.

L'étendue de la résection aponévrotique à réaliser pour trouver le meilleur équilibre entre les risques de récurrence et les risques de complications chirurgicales est diversement appréciée par les auteurs.

Fasciectomy segmentaires

La revue multicentrique de 990 interventions publiée par McFarlane^[42] illustre bien le risque de complication après fasciectomy limitée : 19 % de complications, toutes formes confondues, et perte de flexion et algoneurodystrophie survenant ensemble ou séparément dans 10 % des cas. Les risques de récurrence ont eux été diversement appréciés par les auteurs mais dans la seule étude à très long terme, Tubiana et Leclercq^[78] trouvent un taux de récurrence de 66 %.

Ces chiffres plaident en faveur d'interventions peu agressives. C'est dans ce contexte que nous avons développé le concept de fasciectomy segmentaire dont le principe est d'interrompre l'aponévrose rétractée en excisant de courts segments. L'intervention est donc située à mi-chemin entre une simple fasciectomy et une fasciectomy élective.

Le postulat de base qui sous-tend l'intervention est que si nous pouvons interrompre le fascia rétracté par une excision limitée, sans dissection étendue et sans décollement sous-cutané, la bride dont la tension a été éliminée disparaît ou tout au moins cesse d'agir.^[61, 62, 66] Cette régression du tissu cicatriciel a été largement démontrée dans les cicatrices hypertrophiques après réduction de la tension^[15, 49] et l'idée a été étendue à la maladie de Dupuytren.^[19, 50, 81]

Nous avons pu démontrer une diminution importante du nombre de complications qui passe de 19 % dans l'étude de McFarlane à 4,9 %.^[65] Nous avons aussi pu montrer que le taux de récurrences restait comparable à celui décrit par Tubiana,^[63, 64, 65] nous assurant ainsi que le bénéfice postopératoire immédiat n'était pas perdu à plus long terme.

■ Articulations interphalangiennes proximales

Curieusement, l'essentiel de la littérature chirurgicale consacrée à la maladie de Dupuytren est centré sur la paume alors que les difficultés les plus grandes concernent la correction des IPP et le maintien de cette correction.

Dans les cas les plus graves de rétraction, après de multiples récurrences et presque toujours sur le 5^e doigt, une amputation peut être nécessaire. Dans la plupart des cas, il est cependant possible de l'éviter.

Trois possibilités peuvent être envisagées selon la qualité des tissus mous.

- La *ténoarthrolyse totale antérieure* : elle consiste à faire avancer tous les tissus antérieurs du doigt, en un bloc, grâce à un large décollement sous-périosté et à une désinsertion de la plaque palmaire. Dans un doigt multiopéré aux vaisseaux fragilisés pris dans du tissu cicatriciel dense, cette technique n'est pas sans danger.

- L'*élongation continue* : cette technique proposée par Messina^[55, 56] consiste à appliquer une traction continue sur le tissu conjonctif rétracté au moyen d'un fixateur externe. C'est un geste préparatoire avant la chirurgie de correction. Comme la ténoarthrolyse totale antérieure, elle suppose un doigt dont la viabilité n'est pas compromise et des tissus mous de qualité suffisante.

- L'*arthrodèse* : elle doit être associée à une résection large de la tête de la 1^{re} phalange et de la base de la 2^e pour permettre de redresser suffisamment le doigt sans apport cutané. L'absence d'abord palmaire en fait la technique de choix sur un doigt déjà fortement abîmé et cicatriciel.

Pour les situations moins dramatiques, un geste articulaire a été conseillé lorsque la résection du tissu aponévrotique et l'allongement cutané ne permettent pas d'obtenir la correction souhaitée de l'extension. Cette situation est souvent due à une rétraction de la plaque palmaire et des ligaments palmaires accessoires (*check-rein*). Le décollement ou la section de ces ligaments permet habituellement

d'obtenir une réextension satisfaisante mais il est aussi source de gonflement articulaire et par conséquent de raideur postopératoire. De plus, une bonne partie du gain de mobilité peropératoire se perd assez rapidement par fibrose cicatricielle de la capsule. Il n'est donc pas certain qu'il y ait un bénéfice à réaliser cette libération.

Si l'extension passive de l'IPP est satisfaisante mais qu'activement elle est insuffisante, il faut penser à l'atténuation de la bandelette centrale de l'extenseur que nous avons déjà évoquée. Une possibilité de correction est de réaliser, comme cela a été proposé pour la correction des boutonnières, une plastie de l'extenseur par retournement d'une bandelette d'extenseur prélevée sur la 1^{re} phalange.

Techniques chirurgicales

CHOIX DE L'INTERVENTION

Il est basé sur :

- la condition générale du patient : âge, état général, pathologies aggravantes associées, diabète ou alcoolisme par exemple, activité manuelle... ;
- la situation locale : maladie évolutive ou non, atteinte métacarpophalangienne, IPP, envahissement cutané... ;
- l'existence de récidives : première intervention ou réintervention.

■ **Maladie peu ou pas évolutive (peu d'envahissement cutané et bride peu fixée en profondeur)**

L'absence d'évolutivité est synonyme d'absence de nodules. Le faible envahissement se traduit par une peau peu adhérente à la bride sous-jacente qui prend la corde de l'arc lors de sa mise sous tension. C'est l'indication claire d'une *fasciotomie* mais peu de patients consultent à ce stade de la maladie.

■ **Première intervention chez un patient de plus de 45 ans avec une évolution habituelle**

L'évolution habituelle s'étend sur plusieurs années.

C'est le domaine des *fasciectomies limitées* ou des *fasciectomies segmentaires* qui, pour les raisons évoquées précédemment, ont notre préférence.

■ **Intervention secondaire ou évolution très rapide de la maladie ou patient de moins de 45 ans**

Il s'agit de situations nettement plus difficiles, soit parce que le risque de récurrence est très fortement augmenté, soit parce que les difficultés techniques augmentent fort.

C'est l'indication typique de la *dermofasciectomie*.

GÉNÉRALITÉS QUEL QUE SOIT LE TYPE D'INTERVENTION

■ **Anesthésie et installation du patient**

L'intervention est presque toujours réalisée en chirurgie ambulatoire, avec un séjour de quelques heures en clinique de jour.

Anesthésie

L'intervention se fait sous anesthésie régionale soit par voie intraveineuse (bloc de Bier) soit par bloc axillaire. Au-delà des querelles d'école et de l'expérience de l'anesthésiste dans la technique des blocs, le choix de la méthode repose sur plusieurs éléments objectifs.

Durée d'intervention

L'anesthésie intraveineuse n'est indiquée que pour des interventions qui ne dépassent pas 1 heure, les blocs assurent une anesthésie de plusieurs heures ce qui contribue à rendre la période postopératoire immédiate plus confortable.

Importance de l'hémostase

De nombreux chirurgiens trouvent indispensable de lâcher le garrot avant la fin de l'intervention afin de pouvoir repérer et coaguler les petits points de saignement. Nous ne le faisons jamais pour plusieurs raisons :

- la vidange sanguine avant l'intervention n'étant jamais complète, les points de saignement qui justifient une coagulation sont parfaitement visibles lors d'une dissection soigneuse ;
- au lâcher du garrot, il y a toujours un saignement diffus et abondant qui masque les points importants mais qui est bien contrôlé par une légère compression.

Le chirurgien expérimenté, sûr de sa technique et de la durée de son intervention, a donc le choix. Les habitudes personnelles jouent ici un grand rôle. Le chirurgien plus débutant a toutes les raisons d'opter pour un bloc axillaire.

Dessins

Il est prudent de dessiner la voie d'abord qui doit tenir compte des nécessités d'exposition et de fermeture avant le gonflement du garrot. Ce dessin demande réflexion et prend du temps. Dans les rétractions les plus sévères, il ne peut être complété avant la correction du déficit d'extension métacarpophalangien. Le dessin préopératoire se limite donc à prévoir les incisions palmaires. Après réextension métacarpophalangienne et clarification de la situation, il peut être adapté pour permettre la correction du déficit interphalangien.

Garrot

Le garrot pneumatique est placé à la partie proximale du bras, le plus haut possible laissant libre accès pour la prise éventuelle d'une greffe cutanée sur sa face interne. Il est gonflé à une pression qui n'est que légèrement supérieure à la pression sanguine de manière à limiter les risques liés à la compression nerveuse. Il peut rester en place pendant 1 heure et demie au moins, ce qui donne largement le temps de terminer une intervention même difficile.

■ **Chirurgie**

Les risques principaux liés à la chirurgie de la maladie de Dupuytren sont la nécrose cutanée et les lésions des pédicules neurovasculaires.

Peau

Elle est toujours adhérente à la bride et il n'existe pas de plan de clivage entre les deux. Le décollement cutané doit donc presque toujours se faire au bistouri, le plus près possible du derme, en évitant les perforations qui malheureusement surviennent surtout si les adhérences sont serrées. Une petite perforation ne pose pas de problème et doit être laissée ouverte. Elle sert de trou de drainage. Une perforation plus large peut compromettre un lambeau !

Dès que l'on a quitté les zones de forte adhérence dermique, il faut poursuivre la dissection aux ciseaux, en dissociant les fibres, plutôt qu'en les coupant. De manière générale, il faut s'efforcer de respecter les tissus graisseux non envahis dans lesquels circulent les vaisseaux perforants.

Pédicules neurovasculaires

Un grossissement optique facilite leur dissection et diminue le risque de lésion surtout du pédicule vasculaire, nettement plus fragile que le pédicule nerveux, qui doit dans toute la mesure du possible être préservé.

Lors d'une première intervention, les pédicules neurovasculaires ne sont jamais envahis par le processus fibromateux. Dans les doigts, ils sont souvent déplacés par les brides. Une bonne connaissance de l'anatomie normale et de la distribution topographique des brides permet d'éviter des lésions qui à ce stade de la maladie sont inacceptables. Quelques astuces facilitent le travail.



Figure 24 *Lame d'extension collée.*

– Dissection.

Elle est toujours faite aux ciseaux à bouts mousses, en dissociant progressivement les attaches fibreuses, jamais en les coupant. Dans la paume, le pédicule neurovasculaire est toujours profond par rapport aux fibres transversales qui constituent donc un bon repère. Plus distalement, les pédicules se repèrent assez facilement sur les muscles lombricaux. Il faut juste se rappeler que la division nerveuse est plus proximale que l'artérielle. Les pédicules passent ensuite sous les ligaments natatoires mais comme ceux-ci peuvent être envahis, il faut se méfier d'un déplacement éventuel. Dans le doigt il n'y a pas de repère fixe si ce n'est que tout à la base de la 2^e phalange, latéralement, le ligament de Grayson fournit un point d'ancrage au pédicule qui à ce niveau a donc moins de chances d'être déplacé. Attention, il ne s'agit que d'un point de repère et le pédicule qui est très superficiel à ce niveau peut être facilement lésé lors de la dissection du fascia digital latéral.

– Section des brides.

Elle est très facilitée par la mise sous tension de la bride par traction sur le doigt. C'est le rôle de l'assistant. La section doit toujours se faire au bistouri avec une nouvelle lame, de manière très progressive ce qui permet de sentir le relâchement progressif de la bride. Le nerf qui n'est pas adhérent dans une première intervention s'écarte de la lame et est donc beaucoup moins menacé qu'avec l'usage de ciseaux. Dans une réintervention ce n'est pas le cas et il faut doubler de prudence.

■ Soins postopératoires

Ils ont une importance essentielle sur la qualité et la rapidité de la récupération fonctionnelle. En fin d'intervention, il est exceptionnel que nous mettions un drain. La main est enveloppée dans un volumineux pansement modérément compressif qui prend le poignet et laisse dépasser les extrémités digitales. Nous n'appliquons pas de plâtre ni d'attelle rigide. En revanche, nous plaçons au dos de chaque doigt opéré une lame d'extension qui se fixe simplement sur le pansement avec une bande adhésive et sur l'extrémité du doigt par un Velcro® (Fig. 24). Ce montage offre plusieurs avantages : il est léger, il maintient sans traction excessive l'extension qui a été obtenue en cours d'intervention et il permet une mobilisation douce et régulière des doigts en défaisant simplement le Velcro®. Le patient peut gérer cela tout seul, sans l'aide d'un kinésithérapeute.

Le pansement est ouvert et la plaie contrôlée dans les premières 48 heures, jamais au-delà, par le chirurgien qui a pratiqué l'intervention. Un pansement plus léger est appliqué et les lames d'extension sont refixées.

Les fils sont enlevés après 9 à 10 jours. L'usage normal de la main est encouragé à ce moment. Le port de l'attelle est stoppé.

Dans le cas d'une dermofasciectomy, les fils sont gardés plus longtemps et la lame d'extension est conservée pendant 2 à

3 semaines, même si la greffe a parfaitement pris, pour éviter un décollement secondaire par le cisaillement inévitable en début de mobilisation.

Certains auteurs conseillent le port d'une attelle nocturne pendant plusieurs mois. Nous n'en avons jamais senti la nécessité.

La kinésithérapie est exceptionnellement nécessaire sauf si un geste articulaire a été réalisé pendant l'intervention. Elle sera très rapidement commencée devant des signes d'algodystrophie débutante.

Après quelques semaines, il arrive dans la maladie de Dupuytren avec extension digitale que la première phalange soit le siège d'une réaction fibreuse assez intense accompagnée d'une tendance à la rétraction. Il ne s'agit pas là d'une récurrence précoce mais d'une réaction cicatricielle qu'il faut cependant contrôler. Une attelle d'extension de doigt de type Capener est alors indispensable. Elle doit être portée la nuit et la journée par périodes de 2 heures pour ne pas compromettre l'enroulement du doigt.

FASCIOTOMIES

L'usage du garrot n'est pas indispensable, l'intervention étant très peu sanglante et se faisant plus au toucher qu'à la vue. Elle peut se faire sous anesthésie locale.

Le chirurgien est assis du côté cubital de la main. Le doigt est mis en extension pour tendre la bride.

Une bride adhérente à la peau proximale par rapport au point de division le plus proximal de la bride ne limite pas l'extension et ne constitue donc pas une limitation à l'emploi de la méthode. Plus distalement, la peau doit bien sûr permettre le glissement de la bride. Si ce n'est pas le cas, une fasciectomy serait plus indiquée.

La fasciectomy est réalisée soit avec une lame de bistouri pointue soit avec le biseau d'une aiguille. Ceci ne peut être réalisé avec sécurité que dans la paume. Dans le doigt où la disposition anatomique des pédicules est trop imprévisible, c'est certainement contre-indiqué. La peau peut parfois se déchirer là où elle était encore adhérente ou dans le pli palmaire distal où elle est assez fine. Cette déchirure en forme de losange peut être suturée longitudinalement^[10] ou laissée ouverte et couverte par un pansement gras.

Les soins postopératoires suivent les principes généraux décrits précédemment mais sont généralement fort simples.

FASCIECTOMIES LIMITÉES

Nous pratiquons peu de fasciectomy limitées qui, dans notre activité, ont été remplacées par des fasciectomy segmentaires. Nous sommes cependant parfois obligés de joindre les incisions cutanées d'une approche segmentaire quand la dissection s'avère trop difficile et fait courir des risques. Ceci transforme l'intervention en fasciectomy limitée.

Trois principes doivent gouverner l'intervention : une approche anatomique ; une dissection minimale pour limiter le traumatisme chirurgical ; une résection minimale des brides.

■ Approche anatomique

Comme nous l'avons souligné précédemment, une bonne connaissance de la topographie des lésions permet de limiter les risques de lésions des pédicules neurovasculaires. Elle permet aussi de concentrer la dissection sur les zones importantes et de limiter la dévascularisation tissulaire.

■ Dissection minimale

Il n'y a aucune raison de disséquer proximale dans la paume au-delà des fibres transversales qui doivent être préservées puisqu'elles ne sont jamais touchées par la maladie. Les fibres prétendues peuvent être repérées à ce niveau et levées de proximal en distal en les libérant des fibres transversales



Figure 25 Fasciectomy segmentaire : incisions arciformes étagées.

auxquelles elles ne sont que peu fixées. Les expansions profondes résultant de la division des fibres prétendineuses doivent être sectionnées. À ce moment, la rétraction métacarpophalangienne est corrigée ce qui facilite grandement le reste de la dissection.

Il ne faut pas disséquer de manière extensive les pédicules. Un repérage à proximité des lombricaux suffit puisqu'il ne faut pas craindre un changement brutal de leur course. Le tissu graisseux non envahi doit être préservé.

Dans le doigt, la dissection est moins systématisable, mais là aussi, il faut se souvenir qu'il ne faut pas disséquer inutilement le pédicule. Un contrôle visuel en quelques points est suffisant.

■ Résection minimale des brides

La résection de la bride ne doit pas être complète puisqu'il a été prouvé que cela ne modifiait pas le risque de récurrence.^[65] Une approche plus fonctionnelle est indiquée où l'on excise le fascia pour permettre une correction de la rétraction. Il n'est pas nécessaire, et il est même probablement déconseillé d'en faire plus.

Dans le même ordre d'idée, il ne faut pas faire par principe des plasties cutanées qui augmentent les risques de complications.

La réextension métacarpophalangienne est simple, celle de l'IPP peut poser problème. Les avis divergent sur les indications d'arthrolyse antérieure par libération des *check-reins*. Nous n'en faisons jamais car il nous semble que le bénéfice de mobilité obtenu en fin d'intervention est rapidement reperdu à cause de la fibrose cicatricielle qui s'installe malgré la kinésithérapie et le port d'orthèses. De plus, le risque de perdre par ce geste la flexion complète de l'IPP n'est pas négligeable ce que confirme la revue multicentrique de McFarlane.^[46]

FASCIECTOMIES SEGMENTAIRES

Elles ne s'appliquent qu'aux interventions primaires.

Les principes en ont déjà été énoncés. Il n'y a pas de différence fondamentale entre une fasciectomy très limitée et une fasciectomy segmentaire. Les incisions sont différentes mais permettent une conversion facile vers la fasciectomy limitée. Plus fondamentalement, on ne cherche plus à réaliser l'excision en continuité de la bride palmaire et des brides digitales.

De petites incisions courbes d'environ 1,5 cm sont étagées dans la paume et éventuellement le doigt (Fig. 25). Elles sont placées à l'aplomb des nodules pour en permettre l'excision puisqu'ils constituent la partie active de la maladie. Cette excision peut se faire avec un décollement cutané limité. Centrés sur ces incisions, de courts segments d'aponévrose de 1-1,5 cm sont réséqués en commençant dans la paume (Fig. 26, 27, 28). La dissection est minimale ce qui peut rendre la visualisation des pédicules difficile. Une bonne connaissance de l'anatomie et le respect des règles de dissection énoncées plus haut sont indispensables : dissection prudente aux ciseaux, section des brides sous tension, petit à petit, au bistouri.



Figure 26 Fasciectomy segmentaire : début de la dissection dans la paume.



Figure 27 Fasciectomy segmentaire : résection de courts fragments d'aponévrose.



Figure 28 Fasciectomy segmentaire : suture directe sans tension.

Dans le doigt, il faut parfois allonger la peau. Ceci est obtenu en réalisant un avancement en V-Y du lambeau convexe résultant de l'incision (Fig. 29, 30), sans autre dissection et donc avec moins de risques qu'avec une plastie en Z.

DERMOFASCIECTOMIES

Elles n'ont de réelle indication que dans le doigt où les récurrences sont plus fréquentes. En outre, la résection en bloc de la peau, de la bride et du tissu fibreux qui l'entoure crée dans la paume des dépressions qui, couvertes d'une greffe, restent très handicapantes.

Hueston recommande de réaliser une longue incision longitudinale qui s'étend du pli de flexion palmaire distal jusqu'à la 2^e phalange. Il lève ensuite la peau puis résèque le tissu fibromateux pathologique. La peau est ensuite réséquée, après s'être assuré que la gaine digitale est intacte, jusqu'au niveau de la ligne médiodigitale latérale. La perte de substance est ensuite couverte par une greffe de peau totale.



Figure 29 Fasciectomy segmentaire : plastie d'avancement en V-Y. L'incision prévue pour l'allongement est dessinée.



Figure 30 Fasciectomy segmentaire : plastie d'avancement en V-Y. L'avancement est possible sans autre décollement.



Figure 31 Dermofasciectomy : tracé de la résection en bloc.

En fait une greffe de peau totale peut parfaitement prendre sur un tendon exposé à condition bien sûr que la brèche dans la gaine soit petite. Il est donc beaucoup plus facile de réséquer la peau et le fascia pathologique en un bloc (Fig. 31, 32).

On recommande habituellement de prendre la greffe sur la face interne du bras ou de l'avant-bras. Ceci laisse habituellement des



Figure 32 Dermofasciectomy : la résection en bloc met en évidence la gaine des fléchisseurs et les pédicules.



Figure 33 Dermofasciectomy : la greffe est suturée. Les fils qui servent à fixer le bourdonnet sont en place.

cicatrices assez visibles même si la fermeture cutanée primaire du site de prélèvement est faite avec soin. Nous préférons prendre les greffes dans le pli de flexion du coude où la cicatrice devient presque invisible dans la mesure où elle se confond avec les plis cutanés naturels. Compte tenu de la largeur de greffe à prélever (2,5-3 cm), la fermeture per primam se fait sans difficulté. Un autre avantage du prélèvement à ce niveau est que la peau y est plus fine ce qui facilite la prise de la greffe.

Après un dégraissage soigné, la greffe est suturée sur le doigt (Fig. 33). Il est important de maintenir une pression constante sur la greffe pour en assurer la prise. Nous la fixons donc par un bourdonnet qui n'est enlevé qu'après 10 jours.

Le pansement en fin d'intervention est assez volumineux. Il est complété par une attelle d'extension, indispensable pendant au moins 2 semaines.

Remerciements. – Les dissections des fascias de la main ont été réalisées avec le professeur P. Willock, chef du service de chirurgie plastique à la Vrije Universiteit Brussel, auquel j'adresse tous mes remerciements.

Références

- [1] Allen PW. The fibromatosis: a clinico-pathologic classification based on 140 cases. *Am J Surg Pathol* 1977; 1: 255-270
- [2] Badalamente MA, Hurst LC. Enzyme injection as nonsurgical treatment of Dupuytren's disease. *J Hand Surg [Am]* 2000; 25: 629-636
- [3] Badalamente MA, Hurst LC, Grandia SK, Sampson S. Platelet derived growth factor in Dupuytren's disease. *J Hand Surg [Am]* 1992; 17: 317-323
- [4] Badalamente MA, Hurst LC, Hentz VR. Collagen as a clinical target: nonoperative treatment of Dupuytren's disease. *J Hand Surg [Am]* 2002; 27: 788-798
- [5] Badois F J, Lermusiaux J L, Masse C, Kuntz D. Nonsurgical treatment of Dupuytren's disease using needle fasciotomy. *Rev Rhum [Engl ed]* 1993; 60: 692-697
- [6] Barton N J. The ulnar side of the hand. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 176-183
- [7] Caughell KA, McFarlane RM, McGrouther DA, Martin AH. Developmental anatomy of the palmar aponeurosis and its relationship to the palmaris longus tendon. *J Hand Surg [Am]* 1988; 13: 485-493
- [8] Clarkson P. The radical fasciectomy operation for Dupuytren's disease: a condemnation. *Br J Plast Surg* 1963; 16: 273-279
- [9] Colville J. Dupuytren's contracture: the role of fasciotomy. *Hand* 1983; 15: 162-166
- [10] Colville J. Fasciotomy. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 333-337
- [11] de la Caffinière JY. Travail manuel et maladie de Dupuytren. Tubiana R, Hueston JT, eds. *La maladie de Dupuytren* Paris: Expansion Scientifique Française, 1986; 92-97
- [12] Defrenne HA. Les structures aponévrotiques au niveau de la première commissure. *Ann Chir* 1977; 31: 1017-1019
- [13] Dupuytren G. De la rétraction des doigts par suite d'une rétraction de l'aponévrose palmaire : description de la maladie, opération chirurgicale qui convient dans ce cas : compte rendu de la clinique chirurgicale de l'Hôtel-Dieu par MM. les docteurs Alexandre Paillard et Marx. *J Universel Hebdomadaire de Médecine et Chirurgie* 1831; 5: 349-365
- [14] Fisk G. The relationship of manual labour and specific injury to Dupuytren's disease. Hueston JT, Tubiana R, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985; 104-105
- [15] Flint MH. Connective tissue biology. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 13-24
- [16] Gabbiani G. Modulation of fibroblastic cytoskeletal features during Dupuytren's disease. Berger A ed. *Dupuytren's disease - Pathobiochemistry and clinical management* Berlin: Springer-Verlag, 1993; 222-226
- [17] Gabbiani G, Majno G. Dupuytren's contracture: fibroblast contraction? An ultrastructural study. *Am J Pathol* 1972; 66: 131-146
- [18] Gelberman RH, Panagis JS, Hergenroeder P, Zakaib GS. Wound complications in the surgical management of Dupuytren's contracture: a comparison of operative incisions. *Hand* 1982; 14: 248-254
- [19] Gonzalez RI. Open fasciotomy and full thickness skin graft in the correction of digital flexion deformity. Hueston JT, Tubiana R, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985; 158-163
- [20] Gosset J. Maladie de Dupuytren et anatomie des aponévroses palmo-digitales. Groupe d'étude de la main ed. *Maladie de Dupuytren* Paris: Expansion Scientifique Française, 1966
- [21] Gosset J. Dupuytren's disease and the anatomy of the palmodigital aponeuroses. Hueston JT, Tubiana R, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985; 13-26
- [22] Hall-Findlay EJ. The radial side of the hand. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 172-175
- [23] Hueston JT. Limited fasciectomy for Dupuytren's contracture. *Plast Reconstr Surg* 1961; 27: 569-585
- [24] Hueston JT. Digital wolfe grafts in recurrent Dupuytren's contracture. *Plast Reconstr Surg* 1962; 29: 342
- [25] Hueston JT. Enzymatic fasciotomy. *Hand* 1971; 3: 38-40
- [26] Hueston JT. Dermofasciectomy: skin replacement in Dupuytren's disease. Hueston JT, Tubiana R, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985; 149-153
- [27] Hueston JT. Diathesis as a guide to the timing and extent of surgery in Dupuytren's disease. Hueston JT, Tubiana R, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985
- [28] Hueston JT. The extensor apparatus in Dupuytren's disease. *Ann Chir Main* 1985; 4: 7
- [29] Hueston JT. Dupuytren diathesis. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 246-249
- [30] Iselin M. Dermofasciectomy for recurrent Dupuytren's disease. Hueston JT, Tubiana R, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985; 172-176
- [31] Iselin M. Fasciectomy and dermofasciectomy. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 328-333
- [32] Landsmeer JM. Atlas of anatomy of the hand. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1976
- [33] Lappi DA, Martineau D, Mahler PA. Basic fibroblast growth factor in cells derived from Dupuytren's contracture: synthesis, presence and implications for treatment of the disease. *J Hand Surg [Am]* 1992; 17: 324-332
- [34] Lermusiaux JL, Lellouche H, Badois F, Kuntz D. Le traitement de la maladie de Dupuytren en 1997. *Rev Rhum Mal Ostéartic* 1997; 64: 889-891
- [35] Ling RS. The genetic factor in Dupuytren's disease. *J Bone Joint Surg [Br]* 1963; 45: 709-718
- [36] Luck JV. Dupuytren's contracture: a new concept of the pathogenesis correlated with surgical management. *J Bone Joint Surg [Am]* 1959; 41: 635-664
- [37] Manske PR, Lesker PA. Palmar aponeurosis pulley. *J Hand Surg [Am]* 1983; 8: 259-263
- [38] McCann BG, Logan A, Belcher H, Warn A, Warn RM. The presence of myofibroblasts in the dermis of patients with Dupuytren's contracture. *J Hand Surg [Br]* 1993; 18: 656-661
- [39] McCarthy DM. The long-term results of enzymatic fasciotomy. *J Hand Surg [Br]* 1992; 17: 356
- [40] McCash CR. The open palm technique in Dupuytren's contracture. *Br J Plast Surg* 1964; 17: 271-280
- [41] McFarlane RM. Pattern of the diseased fascia in the fingers in Dupuytren's contracture. *Plast Reconstr Surg* 1974; 53: 31
- [42] McFarlane RM. The current status of Dupuytren's disease. *J Hand Surg [Am]* 1983; 8 SPT2: 703-708
- [43] McFarlane RM. The anatomy of Dupuytren's disease. Hueston JT, Tubiana R, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985; 55-72
- [44] McFarlane RM. Distal joint hyperextension en flexion. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 364-367
- [45] McFarlane RM. The finger. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 155-167
- [46] McFarlane RM, Botz JS. The results of treatment. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 387-412
- [47] McFarlane RM, Botz JS, Cheung H. Epidemiology of surgical patients. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 201-238
- [48] McFarlane RM, Shum DT. A single injury to the hand. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 265-273
- [49] McGregor IA. The z-plasty in hand surgery. *J Bone Joint Surg [Br]* 1967; 49: 448-457
- [50] McGregor IA. Fasciotomy and graft in the management of Dupuytren's contracture. Hueston JT, Tubiana R, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985; 164-171
- [51] McGrouther DA. The microanatomy of Dupuytren's contracture. *Hand* 1982; 14: 215-236
- [52] McGrouther DA. Anatomy of the palm. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 127-135
- [53] McIndoe Sir A, Beare RL. The surgical management of Dupuytren's contracture. *Am J Surg* 1958; 95: 197-203
- [54] Meagher SW. Manual work and industrial injury: a personal commentary. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 261-264
- [55] Messina A. The continuous elongation technique in Dupuytren's disease. Berger A, Brenner P, Hinzmann R, Delbrück A, eds. *Dupuytren's disease* Berlin: Springer-Verlag, 1994; 291-296
- [56] Messina A, Messina J. The TEC treatment (continuous extension technique) for severe Dupuytren's contracture of the fingers. *Ann Hand Surg* 1991; 10: 247-250
- [57] Meyerding HW, Black JR, Broders AC. The etiology and pathology of Dupuytren's contracture. *Surg Gynecol Obstet* 1941; 72: 582-590
- [58] Mikkelsen OA. Knuckle pads in Dupuytren's disease. *Hand* 1977; 9: 301-305
- [59] Mikkelsen OA. Dupuytren's disease: the influence of occupation and previous hand injuries. *Hand* 1978; 10: 1-8
- [60] Mikkelsen OA. Epidemiology of a norwegian population. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 191-200
- [61] Moermans JP. Segmental aponeurectomy. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 352-356
- [62] Moermans JP. Segmental aponeurectomy in Dupuytren's disease. *J Hand Surg [Br]* 1991; 16: 243-254
- [63] Moermans JP. Long-term results after segmental aponeurectomy for Dupuytren's disease. *J Hand Surg [Br]* 1996; 21: 797-800
- [64] Moermans JP. Recurrences after surgery for Dupuytren's disease. *Eur J Plast Surg* 1997; 20: 240-245
- [65] Moermans JP. Place of segmental aponeurectomy in the treatment of Dupuytren's disease. 1997 [thesis].
- [66] Moermans JP, Duchateau J. La maladie de Dupuytren : résultats d'une technique simplifiée. *Rev Méd Brux* 1984; 5: 467-471
- [67] Mohr W, Wessinghage D. Morphology of Dupuytren's disease. Berger A, Brenner P, Hinzmann R, Delbrück A, eds. *Dupuytren's disease* Berlin: Springer-Verlag, 1994; 3-15
- [68] Murell GA, Francis MJ, Bromley L. The collagen changes in Dupuytren's contracture. *J Hand Surg [Br]* 1991; 16: 263-266
- [69] Schürch W, Skalli O, Gabbiani G. Cellular biology. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 31-47
- [70] Skoog T. The transverse elements of the palmar aponeurosis in Dupuytren's contracture. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1967; 1: 51
- [71] Stack HG. The palmar fascia and the development of deformities and displacements in Dupuytren's disease. Hueston JT, Tubiana R, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985; 27-37
- [72] Thomine JM. Conjonctif d'enveloppe des doigts et squelette fibreux des commissures interdigitales. *Ann Chir Plast* 1965; 10: 194-203
- [73] Thomine JM. The development and anatomy of the digital fascia. Hueston JT, Tubiana R, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985; 3-12
- [74] Tomasek JJ, Schultz RJ, Haaksma CJ. Extracellular matrix-cytoskeletal connections at the surface of the specialized contractile fibroblast (myofibroblast) in Dupuytren's disease. *J Bone Joint Surg [Am]* 1987; 69: 1400-1407
- [75] Tonkin MA, Burke FD, Varian JPW. Dupuytren's contracture: a comparative study of fasciectomy and dermofasciectomy in 100 patients. *J Hand Surg [Br]* 1984; 9: 156-162
- [76] Tubiana R. Les temps cutanés dans le traitement chirurgical de la maladie de Dupuytren. *Ann Chir Plast* 1963; 8: 157-168
- [77] Tubiana R, DeFrenne H. Localisation de la maladie de Dupuytren à la partie radiale de la main. *Chirurgie* 1976; 102: 989-993
- [78] Tubiana R, Leclercq C. Recurrent Dupuytren's disease. Hueston JT, Tubiana R, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985; 200-203
- [79] Tubiana R, Simmons BP, DeFrenne HA. Location of Dupuytren's disease on the radial aspect of the hand. *Clin Orthop* 1982; 168: 226-229
- [80] Tubiana R, Thomine JM, Brown S. Complications in surgery of Dupuytren's contracture. *Plast Reconstr Surg* 1967; 39: 603-612
- [81] Watson JD. Fasciotomy and Z-plasty in the management of Dupuytren's contracture. *Br J Plast Surg* 1984; 37: 27-30
- [82] Zacharie L. Extensive versus limited fasciectomy for Dupuytren's contracture. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1967; 1: 150-153
- [83] Zacharie L. Evolution of a surgical technique. McFarlane RM, Flint MH, McGrouther DA, eds. *Dupuytren's disease* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1990; 344-348

Méthodes thérapeutiques : arthroscopie du poignet

L. De Smet

L'arthroscopie est l'examen de référence pour diverses pathologies intra-articulaires. Le développement d'un matériel adapté a également permis de mettre au point des procédures thérapeutiques. C'est particulièrement le cas dans la pathologie du complexe fibrocartilagineux triangulaire – dégénérative ou aiguë – corps étrangers et l'arthrite septique. Pour les fractures intra-articulaires du radius distal, l'arthroscopie est un excellent moyen pour évaluer le bon alignement de la surface radiale. La résection du styloïde radial et des ganglions dorsaux et palmaires est rendue possible grâce aux techniques arthroscopiques.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Arthroscopie ; Synovectomie ; Fracture intra-articulaire ; Radius distal ; Scaphoïde ; Complexe triangulaire fibrocartilagineux (CFCC) ; Cartilage ; Styloïdectomie

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Compression du CFCT et de l'ulna | 1 |
| ■ Techniques arthroscopiques de suture des avulsions ulnaires du CFCT | 2 |
| ■ Débridement du CFCT dégénératif et résection ulnaire distale | 2 |
| ■ Lésions des ligaments médiocarpiaux : diagnostic, classification, traitement | 2 |
| ■ Fractures | 3 |
| Radius distal | 3 |
| Scaphoïde | 4 |
| ■ Arthrose et lésions cartilagineuses | 5 |
| ■ Résection du processus styloïde du radius | 5 |
| ■ Kystes | 6 |
| Kystes dorsaux | 6 |
| Kystes palmaires | 7 |
| ■ Autres gestes | 7 |
| Souris articulaires (arthrophytes) | 7 |
| Biopsie | 7 |
| Synovite septique | 7 |
| Gestes divers | 7 |

■ Introduction

Lorsque, dans les années 1980, les premières arthroscopies du poignet ont été effectuées et que les premiers articles ont été publiés, la plupart des chirurgiens se sont montrés sceptiques sur l'avenir de cette technique. Les conséquences thérapeutiques n'apparaissaient pas de manière évidente et la valeur ajoutée pour le diagnostic ne semblait pas d'un intérêt immédiat. L'histoire a démontré le contraire. La valeur diagnostique a été confirmée par plusieurs auteurs, et pour de nombreuses pathologies intra-articulaires, l'arthroscopie constitue la méthode de

référence. Pour les pathologies du complexe fibrocartilagineux triangulaire (CFCT ou TFCC des Anglo-Saxons) – dégénératives ou aiguës –, les souris articulaires (arthrophytes) ou l'arthrite septique, cela ne fait aucun doute. Toutefois, la technique s'impose de plus en plus comme la norme pour les fractures intra-articulaires du radius distal, la résection de la styloïde radiale, et même pour le traitement arthroscopique des kystes. Des perfectionnements sont encore attendus.

■ Compression du CFCT et de l'ulna

Le CFCT est le disque fibrocartilagineux qui solidarise le processus styloïde de l'ulna au bord ulnaire du radius, et qui est placé entre l'extrémité distale de l'ulna et les os carpiens ulnaires (semi-lunaire et pyramidal). L'anatomie a été étudiée en détail, en particulier sa vascularisation [1-3]. Les lésions du complexe fibrocartilagineux triangulaire (CFCT) ont été décrites et classées par Palmer [4], qui a établi une distinction entre les ruptures traumatiques (de type 1) et dégénératives (type 2) (Tableau 1). Plusieurs auteurs ont souligné l'importance de l'arthroscopie dans le diagnostic, la classification et le traitement des lésions du CFCT [5, 6]. La réparation des avulsions ulnaires du CFCT est généralement suivie d'une bonne cicatrisation à cause de la bonne vascularisation de la région. Les lésions dégénératives du CFCT sont généralement provoquées par une variance ulnaire positive. Une compression constante ou dynamique du CFCT par la tête de l'ulna ou par le semi-lunaire entraîne une usure excessive du CFCT. Outre le débridement du CFCT, la cause du conflit – l'ulna long – doit également être traitée. Des ostéotomies de raccourcissement de l'ulna ont abouti à des résultats considérés comme satisfaisants et fiables [7]. La morbidité de la procédure est cependant importante avec des périodes de rééducation prolongées. Une autre approche de ce type de pathologies est l'exérèse de la partie distale de la tête de l'ulna, désignée par le terme de *wafer procedure*. Celle-ci peut être effectuée sous arthroscopie.

Tableau 1.

Classification des lésions du CFCT selon Palmer.

| |
|---|
| Classe 1 : lésions traumatiques |
| A - perforation centrale |
| B - avulsion ulnaire |
| C - avulsion distale |
| D - avulsion radiale avec ou sans fracture du sigmoïde |
| Classe 2 : lésions dégénératives (syndrome de conflit ulnocarpien) |
| A - usure du CFCT |
| B - usure du CFCT avec chondromalacie lunaire et/ou ulnaire |
| C - perforation du CFCT avec chondromalacie lunaire et/ou ulnaire |
| D - perforation du CFCT avec chondromalacie lunaire et/ou ulnaire et perforation du ligament lunotriquéral |
| E - perforation du CFCT avec chondromalacie lunaire et/ou ulnaire, perforation du ligament lunotriquéral, et arthrite ulnocarpienne |

CFCT : complexe fibrocartilagineux triangulaire.

■ Techniques arthroscopiques de suture des avulsions ulnaires du CFCT

La voie 3-4 est utilisée pour l'observation, la voie 6U pour le drainage et la voie 6R pour l'instrumentation. Après diagnostic d'une lésion périphérique de la berge du ménisque homologue, la même technique que celle employée pour les déchirures périphériques du ménisque du genou est utilisée. Le tissu cicatriciel est retiré au *shaver*, mettant en évidence une nouvelle surface hémorragique favorisant la formation d'un nouveau tissu cicatriciel. Ensuite, deux aiguilles de calibre 26, à partir de la voie 6U de la partie méniscale du CFCT, sont insérées. À travers chacune de ces aiguilles, une suture résorbable PDS 3/0 (Ethicon®) est passée dans l'articulation. Ces deux sutures sont récupérées à l'aide d'une pince à corps étrangers au niveau de la voie 6R. Plusieurs techniques sont ensuite possibles [8-25] :

- un nœud est effectué et amené dans l'articulation, en tirant sur l'extrémité des sutures au niveau de la voie 6U. Sous observation arthroscopique directe, une réduction de la partie méniscale contre le ménisque homologue peut être observée. Les deux extrémités des fils de suture sont nouées dans le tissu sous-cutané au niveau de la voie 6U [8, 25] (Fig. 1A, 2A) ;
- les deux fils peuvent être noués à l'extérieur de l'articulation et tirés à l'intérieur du poignet, réduisant ainsi le CFCT. Les deux extrémités des sutures sont nouées dans le tissu sous-cutané au niveau de la voie 6U (Fig. 1B, 2B) ;
- les deux sutures peuvent être récupérées à travers une nouvelle voie, située 1 cm distalement aux aiguilles 6U ; chaque suture est nouée dans le tissu sous-cutané ;
- au lieu d'une suture, une boucle est amenée à l'intérieur de l'articulation, le fil unique est pris avec l'anse et amené à l'extérieur par la voie 6U. La suture est nouée en sous-cutané (Fig. 1C, 2C).

Une broche de Kirschner insérée de l'ulna vers le radius est laissée en place pendant six semaines pour protéger la réparation. Un plâtre au-dessus du coude est appliqué pendant trois semaines en pronation indifférente. Un plâtre au-dessous du coude est mis en place pendant trois semaines supplémentaires. Après six semaines, la broche de Kirschner est retirée et une rééducation est mise en œuvre.

Dans les autres cas de lésions traumatiques, un débridement est généralement recommandé, bien que certains auteurs aient décrit une technique de suture pour les avulsions radiales et carpiennes [26, 27].

La structure la plus vulnérable, qui risque d'être lésée au cours de cette technique, est la branche dorsale du nerf cubital [28, 29].

■ Débridement du CFCT dégénératif et résection ulnaire distale

La voie 3-4 est toujours utilisée pour l'observation, la voie 6U pour le drainage et la voie 6R pour l'instrumentation. Des résecteurs synoviaux sont utilisés pour éliminer la partie ulnaire du poignet, et éliminer les débris et l'hypertrophie synoviale. Le CFCT est palpé. Avec des pinces et des résecteurs synoviaux, la part centrale dégénérative ou perforée du CFCT peut être retirée, en prenant soin de préserver les ligaments radio-ulnaires distaux antérieur et postérieur. En rinçant avec une solution saline sous pression, la plupart des débris peuvent être éliminés. Des bords stables doivent être obtenus à la fin de l'arthroscopie [30-33]. Certains auteurs ont utilisé des sondes de radiofréquence et des dispositifs thermoélectriques pour débrider le CFCT [34, 35].

Ensuite, la partie distale de la tête ulnaire peut être inspectée. Généralement le cartilage est usé. Lorsque l'assistant déplace passivement le poignet d'une pronation complète à une supination complète, la totalité de la tête ulnaire peut être observée à travers le CFCT débridé. En commençant avec les résecteurs synoviaux et en continuant avec une fraise, il est possible de retirer 2 mm de la partie distale de la tête ulnaire. À ce stade, il est intéressant de prendre une radiographie afin de déterminer si toutes les pointes osseuses ont été éliminées (Fig. 3). Une mobilisation complète est possible immédiatement après l'intervention [36-40].

■ Lésions des ligaments médiocarpiens : diagnostic, classification, traitement

Jusqu'à présent, une réparation ou une reconstruction directe avec un greffon tendineux des ruptures des ligaments médiocarpiens reste difficile sous arthroscopie. Néanmoins, il est possible d'effectuer une investigation endoscopique en cas de suspicion de lésions des ligaments scapholunaire et lunotriquéral.

Avant tout, il est nécessaire de confirmer le diagnostic clinique ou radiographique [41-45].

L'autre indication de l'arthroscopie est l'évaluation de l'ampleur de la lésion et de ses effets sur l'alignement carpien, sur la stabilité des os carpiens et sur les lésions des cartilages dues à des lésions chroniques. En cas de fracture radiale distale, il est obligatoire d'effectuer un inventaire correct des lésions associées, dans la mesure où, en cas de fractures intra-articulaires, l'incidence des lésions ligamentaires est très élevée [46].

Les lésions du ligament scapholunaire ont été classées par Geissler [47] (Tableau 2).

Dans les situations aiguës, il est possible de mettre en place une broche sous arthroscopie directe dans l'articulation scapholunaire. Le plus souvent, les voies médiocarpiennes sont utilisées pour aligner les surfaces cartilagineuses : ces voies permettent de mieux observer une non-congruence [48-59]. Sur la série de cas la plus importante, Whipple [59] a rapporté des résultats satisfaisants chez 80 % des patients, lorsque la lésion ne remontait pas à plus de trois mois et lorsque le décalage était inférieur à 3 mm.

Pour les lésions subaiguës, de grade Geissler 1 et 2, le ligament scapholunaire peut être débridé jusqu'à la suffusion sanguine, et l'articulation scapholunaire peut être embrochée par voie percutanée. L'endoscope peut alterner entre la voie médiocarpienne radiale et la voie 4-5, le résecteur et la fraise se trouvant dans les voies 3-4. Plusieurs broches de Kirschner sont préférables dans la mesure où est recherchée une cicatrisation fibreuse de l'interligne scapholunaire. La direction correcte des broches de Kirschner doit être vérifiée sous radioscopie ou par visualisation directe du point d'entrée dans le scaphoïde par l'intermédiaire de la voie 3-4. Certains auteurs ont proposé d'effectuer une rétraction électrothermique du collagène [50, 54].

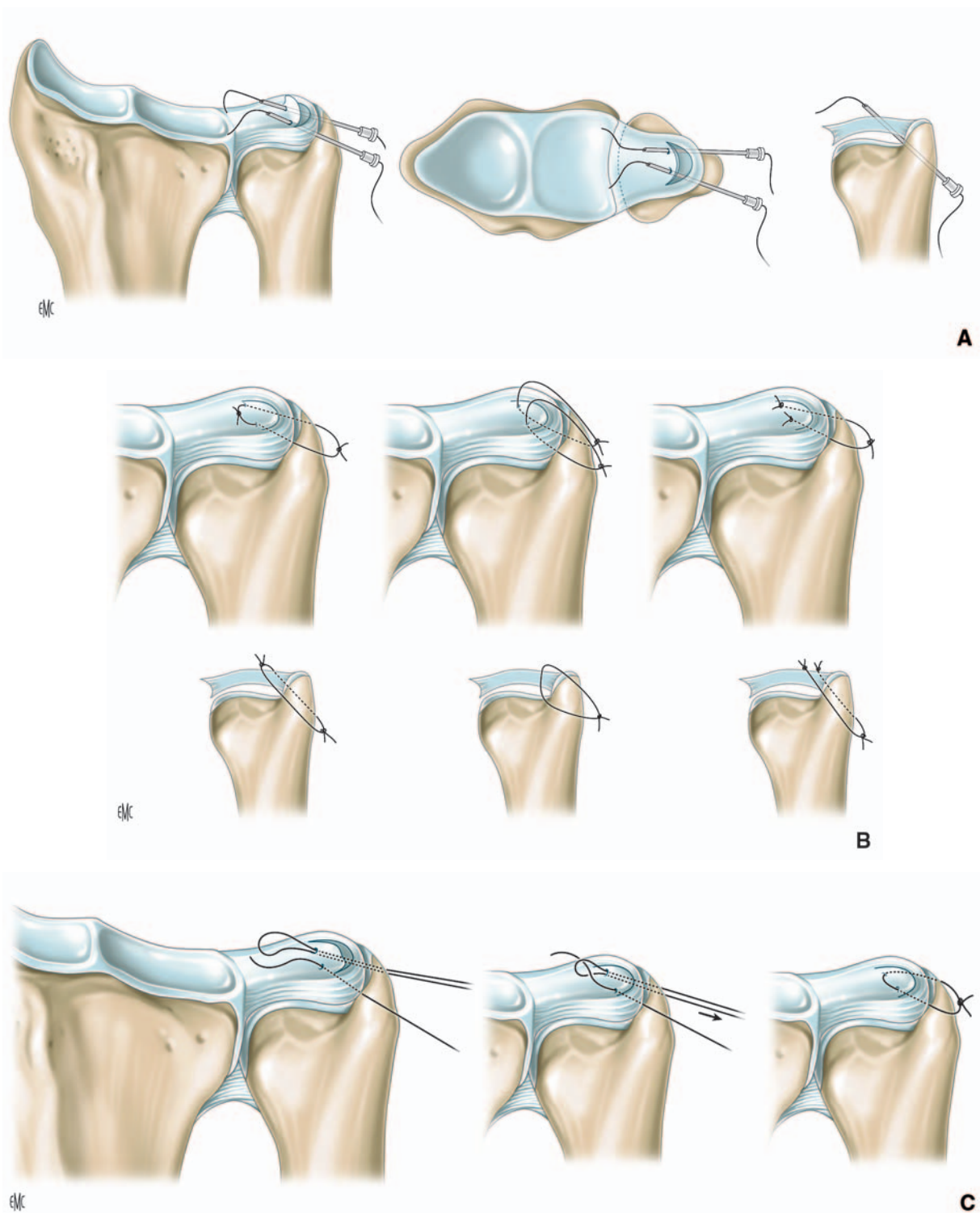


Figure 1. Réparation du complexe fibrocartilagineux triangulaire (CFCT).
A. Introduction des aiguilles de l'extérieur vers l'intérieur.
B. Différentes techniques de nouage.
C. Méthode que nous privilégions.

La même technique peut être réalisée pour l'articulation lunotriquétrale, avec une fraise dans la voie 6R, et l'endoscope dans la voie médiocarpienne ulnaire ou radiale [60-63]. Osterman et Seidman ont fait état des résultats obtenus par cet abord [63].

■ Fractures

Radius distal

Le traitement des fractures de l'extrémité distale du radius est encore un sujet de controverse. Pour les fractures intra-articulaires,

de nombreux auteurs soutiennent qu'une réduction scrupuleuse de la surface articulaire est obligatoire pour retrouver une fonction satisfaisante et indolore, et pour empêcher une arthrose ultérieure. Un décalage de plus de 2 mm entraînera le développement d'une arthrose dans un délai de 5 ans [64]. La plupart de ces fractures (multifragmentaires) sont également associées à des lésions des ligaments intrinsèques – médiocarpiens – et du CFCT [65-68]. L'arthroscopie du poignet peut apporter des informations supplémentaires sur la précision de la réduction. La visualisation directe restant la seule méthode (pratique) pour surveiller l'état des surfaces intra-articulaires (Fig. 4).

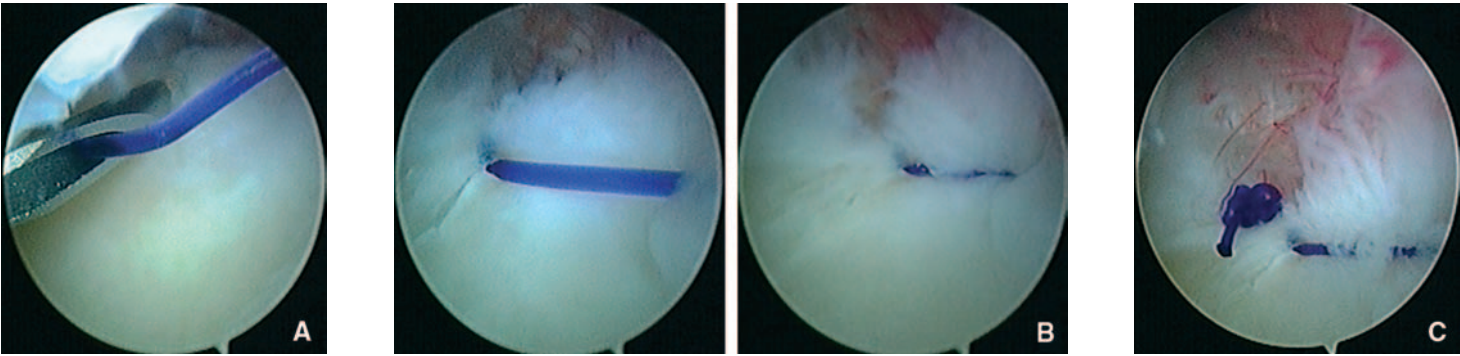


Figure 2.
A. Introduction de l’aiguille et du fil.
B. Avant et après serrage de la suture en lasso.
C. Technique de nouage.



Figure 3. *Wafer procedure* ou technique arthroscopique de résection.

Pour la plupart des auteurs, l’installation standard est recommandée, tandis que d’autres (Lindau et al.) [69] préfèrent une position horizontale. Del Pinal [70] préconise une arthroscopie sèche et une transition de la traction verticale commune par tour à une position horizontale afin d’achever l’ostéosynthèse.

Dans tous les cas, il est important que l’arthroscopie ainsi qu’un amplificateur puissent être utilisés dans ces fractures difficiles. Les lésions ligamentaires associées peuvent être traitées au cours de la même intervention.

Normalement, une phase de 48 heures après la fracture est préférable pour éviter une fuite liquidienne dans les tissus mous, et ainsi prévenir les syndromes de compartiment. Généralement, l’installation standard est préférable, mais en prenant garde de pouvoir positionner le bras en C pour la radioscopie préopératoire. Une manipulation externe peut restaurer plus ou moins les poignets déformés. Les broches d’un fixateur externe peuvent être introduites dans le radius et le second métacarpien, sauf si elles empêchent une vision radiographique claire. Il faut commencer par la voie 3-4. Un examen rapide – à sec – permet de vérifier que l’endoscope est en position correcte avant de commencer le rinçage de l’articulation avec une solution saline. À ce stade, la surface articulaire peut être inspectée (Fig. 4). Par pression externe ou en introduisant des broches de Kirschner dans les différents fragments de fractures, une surface plate doit être recherchée et fixée temporairement par des broches de Kirschner. Une broche de Kirschner peut être introduite dans le fragment le plus important de la styloïde radiale et utilisée comme manette. Lorsqu’une réduction correcte est obtenue, la broche de Kirschner est avancée jusqu’à la tête ulnaire. Les espaces peuvent être réduits à l’aide de vis canulées sur les

Tableau 2.
Classification arthroscopique des lésions des ligaments interosseux carpiens d’après Geissler.

| Grade | Description | Traitement |
|-------|---|--|
| I | Atténuation et/ou hémorragie d’un ligament interosseux observé au niveau de l’articulation radio-carpienne. Aucune non-congruence de l’alignement carpien dans l’interligne médiocarpien. | Immobilisation ou embrochage |
| II | Atténuation et/ou hémorragie d’un ligament interosseux observé au niveau de l’articulation radio-carpienne. Non-congruence et/ou décalage observé au niveau de l’interligne médiocarpien. Un faible espace (inférieur à la largeur du palpateur) peut être présent entre les os carpiens. | Réduction arthroscopique et embrochage |
| III | Une non-congruence et/ou un décalage de l’alignement carpien sont observés à la fois au niveau de l’interligne radiocarpien et de l’interligne médiocarpien. Le palpateur peut être passé à travers l’espace entre les os carpiens. | Réduction arthroscopique et/ou ouverte et embrochage |
| IV | Une non-congruence et/ou un décalage de l’alignement carpien sont observés à la fois au niveau de l’interligne radiocarpien et de l’interligne médiocarpien. Un arthroscope de 2,7 mm peut être passé dans l’espace entre les os carpiens. | Réduction et réparation ouverte ou ligamentoplastie |

broches de Kirschner. Une radiographie peropératoire est effectuée. Une stabilisation complémentaire par une plaque (palmaire) ou un fixateur externe est obtenue conformément aux techniques standards et aux préférences du chirurgien [71-86] (Fig. 4B, C).

Scaphoïde

Le traitement chirurgical des fractures du scaphoïde, peu ou pas déplacées, fait encore l’objet d’une forte controverse. Le traitement chirurgical est recommandé chez les patients actifs, qui ne souhaitent pas être immobilisés pendant une période prolongée. Malgré un aspect rassurant des radiographies standards, le déplacement réel peut être de façon surprenante plus sévère. Dans tous les cas, une réduction minutieuse est nécessaire pour éviter un cal vicieux ou une arthrose ultérieure.

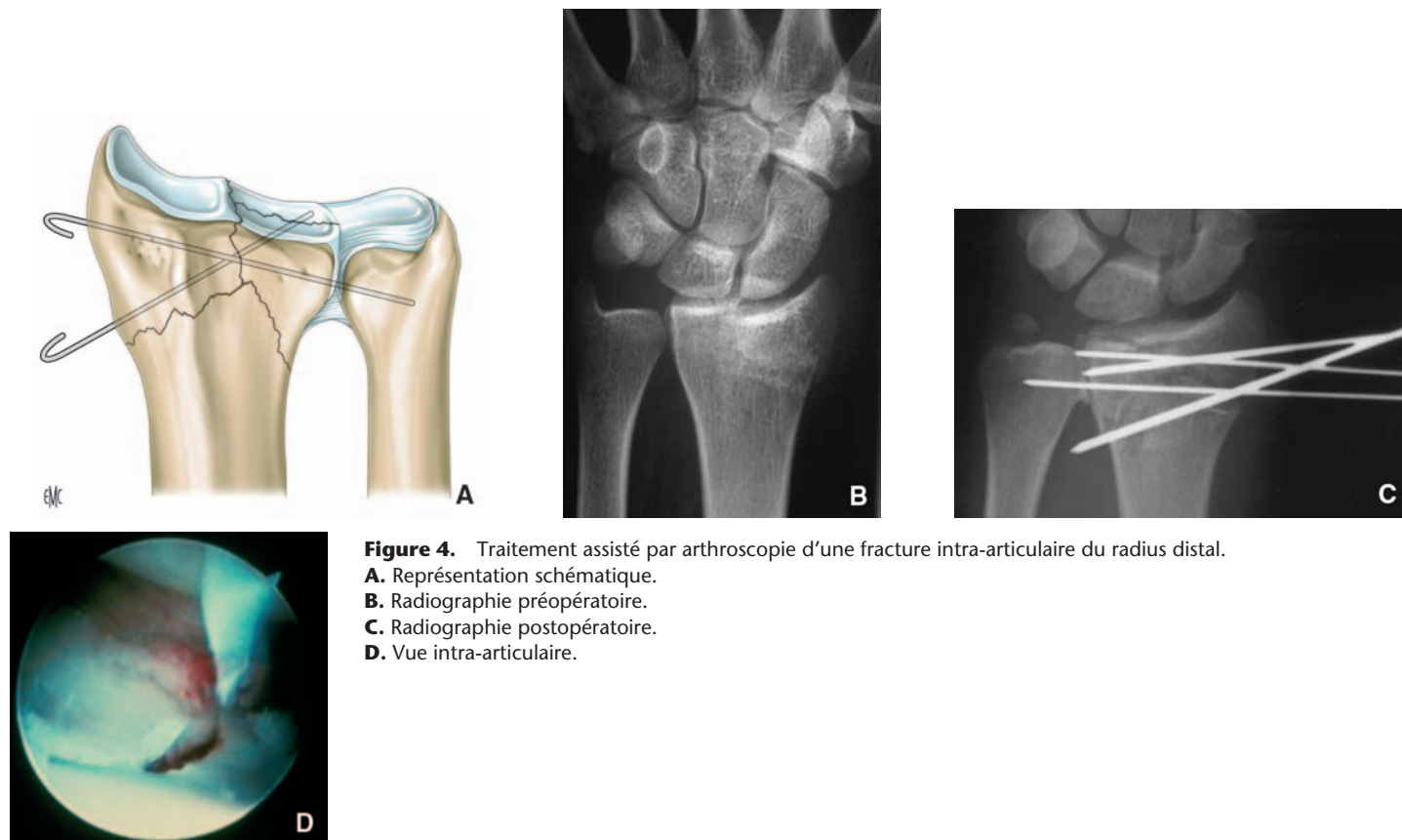


Figure 4. Traitement assisté par arthroscopie d'une fracture intra-articulaire du radius distal.

- A.** Représentation schématique.
B. Radiographie préopératoire.
C. Radiographie postopératoire.
D. Vue intra-articulaire.

Tableau 3.

Indications du traitement arthroscopique des fractures du scaphoïde.

| |
|--|
| Fractures instables non déplacées |
| Fractures faiblement déplacées mais pouvant être réduites |
| Consultation retardée |
| Fractures des pôles proximaux |
| Non-union fibreuse sans nécrose aseptique |
| Fractures déplacées du radius distal avec fractures homolatérales du scaphoïde |
| Fractures du scaphoïde avec lésion ligamentaire associée |

Pour ces fractures, les techniques mini-invasives sont devenues de plus en plus employées. Les indications d'une approche arthroscopique des fractures du scaphoïde sont cependant limitées (Tableau 3).

La mise en place de vis par voie percutanée constitue la méthode de choix pour les fractures peu déplacées. L'apparition des vis canulées a profondément changé l'approche thérapeutique de ces fractures. L'association de l'imagerie radiographique peropératoire et de l'évaluation arthroscopique permet de maintenir la fracture du scaphoïde en position réduite et de placer correctement la vis [87-93].

L'endoscope est placé alternativement dans la voie 3-4 et dans la voie médiocarpienne radiale afin de visualiser la forme du scaphoïde. Les vis perforantes intra-articulaires peuvent être découvertes et retirées. Les fragments proximaux avasculaires ne nécessitent pas de fixation, et peuvent être retirés puis remplacés par un *spacer*.

■ Arthrose et lésions cartilagineuses

Des lésions des cartilages articulaires peuvent provoquer des douleurs chroniques du poignet. La cause est souvent traumatique. Le diagnostic est souvent tardif. Les techniques d'imagerie

classique ne permettent généralement pas de mettre en évidence ces lésions. L'arthroscopie peut révéler de façon plus fiable ces lésions que les autres techniques (Fig. 5A, B). Les lésions les plus petites peuvent être débridées (chondroplastie) tandis que celles de taille plus importante (et plus profondes) nécessitent un débridement plus invasif, non seulement du cartilage, mais également de l'os sous-chondral. Il peut être utile de fraiser l'os sclérotique afin de favoriser la formation d'un tissu de réparation.

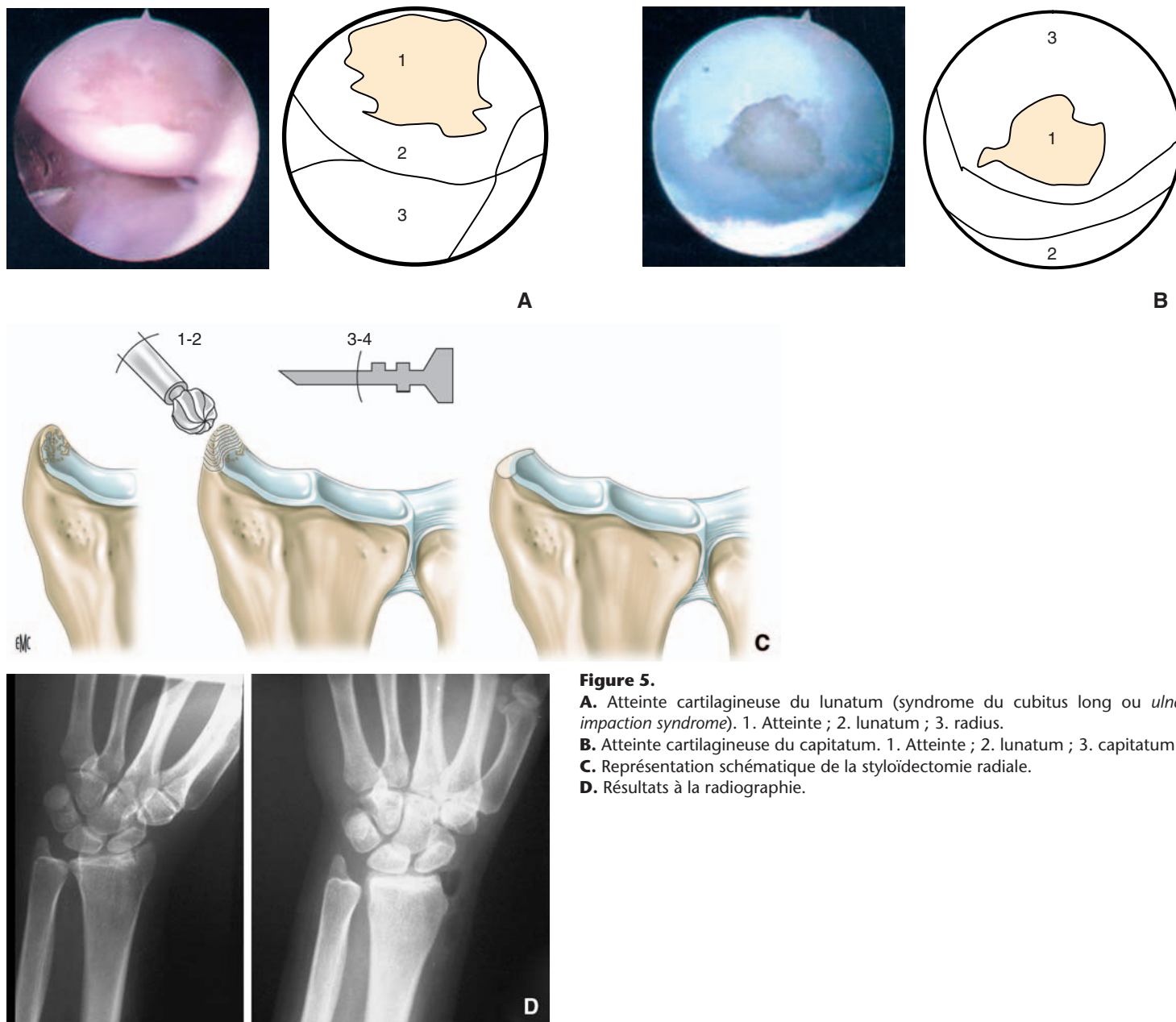
Des lésions dégénératives du cartilage sont souvent observées dans les poignets présentant un collapsus scapholunaire (SLAC : *scapholunate advanced collapse* des Anglo-Saxons ou collapsus carpien) avancé ou une non-union du scaphoïde (SNAC : *scapho non-union collapse*) ; un traitement arthroscopique ne peut être effectué que dans les stades précoces [94-96]. Des lésions traumatiques et dégénératives du cartilage peuvent être mises en évidence dans d'autres localisations, et parfois une simple résection osseuse destinée à retirer les ostéophytes [97] peut être envisagée, par exemple la « queue » proximale de l'os crochu [98], et le processus styloïde du radius et du cubitus [99].

■ Résection du processus styloïde du radius

La première zone de dégénérescence du cartilage dans les poignets présentant un collapsus scapholunaire avancé ou une non-union du scaphoïde est la surface articulaire entre le processus styloïde du radius et le scaphoïde.

Certaines techniques de sauvetage comme la carpectomie proximale et la scaphoïdectomie avec arthrodèse des quatre os ne sont désormais plus indiquées, mais les symptômes peuvent être suffisamment sévères pour justifier une intervention chirurgicale. La procédure de choix est la résection de la styloïde radiale. Celle-ci peut être effectuée facilement sous arthroscopie [99] (Fig. 5C, D).

La styloïde radiale présentant une dégénérescence du cartilage peut être visualisée par la voie 3-4 (parfois par la voie 4-5). Le

**Figure 5.**

A. Atteinte cartilagineuse du lunatum (syndrome du cubitus long ou *ulna impaction syndrome*). 1. Atteinte ; 2. lunatum ; 3. radius.

B. Atteinte cartilagineuse du capitatum. 1. Atteinte ; 2. lunatum ; 3. capitatum.

C. Représentation schématique de la styloïdectomie radiale.

D. Résultats à la radiographie.

résecteur est introduit par la voie 1-2, et l'articulation styloscapoïdienne est débarrassée du tissu synovial hypertrophique. Ensuite, la fraise peut être amenée à l'intérieur, et la styloïde peut être progressivement retirée jusqu'à ce qu'une zone de cartilage sain soit atteinte.

Une autre technique consiste à introduire une broche de Kirschner dans la styloïde, de l'extrémité proximale vers l'extrémité distale, et de vérifier lorsqu'elle apparaît dans l'articulation à la transition entre le cartilage pathologique et le cartilage sain. Lorsque la broche de Kirschner est en position correcte, un ostéotome est glissé par une petite incision le long de la broche, et la partie du processus styloïde atteinte d'arthrose peut être réséquée.

L'évolution postopératoire est considérée comme très simple avec une mobilisation immédiate et un retour rapide aux activités professionnelles.

■ Kystes

Les kystes ou ganglions synoviaux constituent sans aucun doute les tumeurs les plus fréquentes du poignet [100]. Ils sont la plupart du temps bénins, et une intervention chirurgicale est souvent nécessaire pour soulager la douleur (rarement),

corriger les problèmes esthétiques, la gêne mécanique interférant avec les mouvements du poignet ou apaiser la crainte d'un cancer. Les kystes douloureux sont souvent associés à une pathologie intra-articulaire [101].

Il n'existe aucune véritable raison médicale justifiant la résection, mais souvent le patient souhaite que cette masse lui soit retirée. Les méthodes non chirurgicales, comme l'écrasement, la ponction ou l'injection de substances entraînent un taux élevé de récurrence. Même la résection chirurgicale avec capsulectomie partielle ne présente pas une garantie totale de succès permanent. La récurrence peut atteindre 10 % ou plus dans certaines séries d'observations. La récurrence est due à la présence de microkystes dans la capsule, qui se trouvent à proximité du pédoncule du kyste principal. En outre, le patient développe une cicatrice, et parfois une certaine raideur, qui nécessitent une kinésithérapie prolongée pour retrouver une amplitude complète de mouvement.

Les techniques mini-invasives, comme la résection sous arthroscopie, peuvent être proposées [102-112].

Kystes dorsaux

Le patient doit être installé comme pour toutes les arthroscopies, le kyste doit être dessiné sur la peau avant d'introduire du

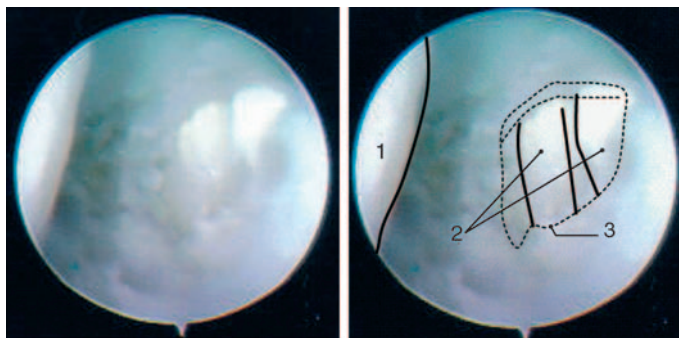


Figure 6. État après synovectomie partielle (3) et résection du collet du kyste synovial, en face du capitatum (1), exposant les tendons extenseurs (2).

liquide dans l'articulation. Contrairement à une arthroscopie de routine, l'endoscope est introduit dans la voie 4-5 ou 6R afin d'étudier l'articulation radiocarpienne. Dans un certain pourcentage de cas (en fonction des auteurs), des pathologies intra-articulaires sont associées à la présence de kystes du poignet. Une attention particulière doit être portée à la capsule dorsale et à la synoviale ; le plus souvent, le pédicule du kyste peut être mis en évidence. Si cela n'est pas le cas, les articulations médiocarpiales doivent être inspectées. Une aiguille est placée dans le kyste le long du pédicule, et son point d'entrée dans l'articulation doit être mis en évidence. L'aiguille est remplacée par un résecteur, et un orifice est effectué dans la capsule dorsale. Cette brèche est élargie jusqu'à environ 1 à 2 cm², afin de retirer le pédicule du kyste. À la fin de l'intervention, les tendons extenseurs sont visibles à travers la brèche (Fig. 6). Une pression sur le ganglion viderait son contenu dans l'articulation. En postopératoire, un pansement compressif est appliqué et une mobilisation immédiate est possible [102-110].

Kystes palmaires

Ils peuvent être retirés par la face interne [105, 111, 112]. L'installation habituelle est mise en œuvre. L'articulation est inspectée par la voie 3-4. Le pédicule du kyste est souvent observé entre le ligament radioscapophcapital et le ligament radiolunaire. L'application d'une certaine pression sur le kyste entraînerait l'évacuation de son contenu dans l'articulation, altérant partiellement le champ opératoire. Un résecteur peut être introduit par les voies 1-2 ou 4-5 pour retirer le pédicule du kyste, en augmentant la surface de cette brèche progressivement jusqu'à 1 ou 2 cm². En postopératoire, un pansement compressif est appliqué et une mobilisation immédiate est possible.

■ Autres gestes

Souris articulaires (arthrophytes)

Avant que les arthroscopies du poignet soient effectuées en routine, les corps étrangers articulaires (Fig. 7) n'étaient pas fréquemment mis en évidence. Le blocage du poignet était un signe rare, mais très spécifique. Si les techniques d'imagerie actuelles constituent une aide, l'arthroscopie est néanmoins préférable. Grâce à elle, non seulement le diagnostic peut être confirmé, mais les autres causes possibles de blocage peuvent être mises en évidence, et le traitement (qui s'impose de lui-même) peut être instauré immédiatement. Les souris articulaires peuvent être éliminées avec une résolution généralement bonne des symptômes [113, 114].

Biopsie

Les monosynovites d'origine inconnue peuvent s'avérer difficiles à traiter. Le plus souvent, les rhumatologues doivent

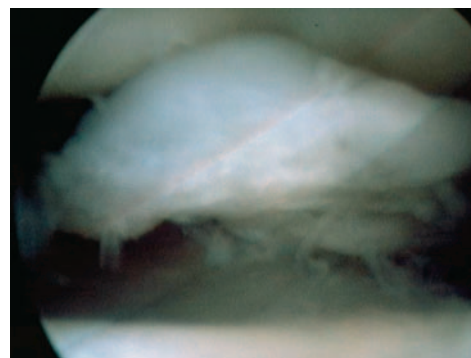


Figure 7. Corps étranger.

s'appuyer sur un examen histologique pour commencer à poursuivre un traitement. Une exploration complète de l'articulation radiocarpienne et des articulations médiocarpiales est nécessaire. Grâce aux pinces et aux résecteurs synoviaux, un fragment de synoviale peut être recueilli et envoyé pour analyse. Lorsque le tissu synovial est abondant, une synovectomie (partielle) peut être effectuée lors de la même intervention.

Synovite septique

En cas d'arthrite septique, le nettoyage sous arthroscopie constitue la technique de choix. De larges canules peuvent être introduites sous arthroscopie dans l'articulation, qui est ensuite rincée sous pression avec au moins 10 litres de solution saline. Cette technique peut être renouvelée ou associée à une synovectomie.

Gestes divers

L'évolution des techniques se poursuit, et plusieurs communications occasionnelles démontrent que, dans un certain nombre de pathologies rares ou pas, les techniques arthroscopiques peuvent être mises en œuvre.

Dans les pathologies inflammatoires, une synovectomie peut être effectuée [115].

Dans la maladie de Kienböck [116, 117] et le syndrome de Preiser (nécrose du scaphoïde) [118], la classification et la résection des débris cartilagineux constituent une option dans l'arsenal thérapeutique. La partie nécrotique proximale du scaphoïde peut être retirée et remplacée par une petite quantité de produit de comblement en céramique.

Des fragments osseux (grand os, mais également processus styloïde ulnaire) [119] peuvent être retirés.

Plus récemment, certains auteurs ont proposé l'utilisation d'une arthrololyse sous arthroscopie dans les cas (sévéres) d'arthrofibrose des articulations radiocarpienne et médiocarpiales [120-122].

Le lecteur peut être renvoyé aux articles originaux pour la description de ces techniques, dans la mesure où, pour ce qui concerne la plupart d'entre elles, une seule observation est disponible, sans suivi, ni séries importantes.



■ Références

- [1] Bednar M, Arnocsky S, Weiland A. The microvasculature of the triangular fibrocartilage complex: its clinical significance. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:1101-5.
- [2] Chidgey L, Paul C, Bittar E, Spanier S. Histological anatomy of the triangular fibrocartilage. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:1084-100.
- [3] Mikic Z. The blood supply of the human distal radioulnar joint and the microvasculature of its articular disk. *Clin Orthop Relat Res* 1992;**275**: 19-28.
- [4] Palmer AK. Triangular fibrocartilage complex lesions: a classification. *J Hand Surg [Am]* 1989;**14**:594-606.

- [5] Osterman AL, Terrill RG. Arthroscopic treatment of TFCC lesions. *Hand Clin* 1991;**7**:277-81.
- [6] Palmer AK. Triangular fibrocartilage disorders: injury patterns and treatment. *Arthroscopy* 1990;**6**:125-32.
- [7] Loh YC, Van Den Abbeele K, Stanley JK, Trail IA. The results of ulnar shortening for ulnar impaction syndrome. *J Hand Surg [Br]* 1999;**24**:316-20.
- [8] Warren R. Arthroscopic meniscus repair. *Arthroscopy* 1985;**1**:170-2.
- [9] Bernstein MA, Nagle DJ, Martinez A, Stogin Jr. JM, Wiedrich TA. A comparison of combined arthroscopic triangular fibrocartilage complex debridement and arthroscopic wafer distal ulna resection versus arthroscopic triangular fibrocartilage complex debridement and ulnar shortening osteotomy for ulnocarpal abutment syndrome. *Arthroscopy* 2004;**20**:392-401.
- [10] Tomaino MM. Results of the wafer procedure for ulnar impaction syndrome in the ulnar negative and neutral wrist. *J Hand Surg [Br]* 1999;**24**:671-5.
- [11] Wnorowski DC, Palmer AK, Werner FW, Fortino MD. Anatomic and biomechanical analysis of the arthroscopic wafer procedure. *Arthroscopy* 1992;**8**:204-12.
- [12] Chen AC, Hsu KY, Chang CH, Chan YS. Arthroscopic suture repair of peripheral tears of triangular fibrocartilage complex using a volar portal. *Arthroscopy* 2005;**21**:1406.
- [13] Chou CH, Lee TS. Peripheral tears of triangular fibrocartilage complex: results of primary repair. *Int Orthop* 2001;**25**:392-5.
- [14] Chou KH, Sarris IK, Sotereanos DG. Suture anchor repair of ulnar-sided triangular fibrocartilage complex tears. *J Hand Surg [Br]* 2003;**28**:546-50.
- [15] Conca M, Conca R, Dalla Pria A. Preliminary experience of fully arthroscopic repair of triangular fibrocartilage complex lesions. *Arthroscopy* 2004;**20**:e79-e82.
- [16] Corso SJ, Savoie FH, Geissler WB, Whipple TL, Jimenez W, Jenkins N. Arthroscopic repair of peripheral avulsions of the triangular fibrocartilage complex of the wrist: a multicenter study. *Arthroscopy* 1997;**13**:78-84.
- [17] de Araujo W, Poehling GG, Kuzma GR. New Tuohy needle technique for triangular fibrocartilage complex repair: preliminary studies. *Arthroscopy* 1996;**12**:699-703.
- [18] Degreef I, Welters H, Milants P, Van Ransbeeck H, De Smet L. Disability and function after arthroscopic repair of ulnar avulsions of the triangular fibrocartilage complex of the wrist. *Acta Orthop Belg* 2005;**71**:289-93.
- [19] Haugstvedt JR, Husby T. Results of repair of peripheral tears in the triangular fibrocartilage complex using an arthroscopic suture technique. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1999;**33**:439-47.
- [20] Millants P, De Smet L, Van Ransbeeck H. Outcome study of arthroscopic suturing of ulnar avulsions of the triangular fibrocartilage complex of the wrist. *Chir Main* 2002;**21**:298-300.
- [21] Trumble TE, Gilbert M, Vedder N. Arthroscopic repair of the triangular fibrocartilage complex. *Arthroscopy* 1996;**12**:588-97.
- [22] Trumble TE, Gilbert M, Vedder N. Ulnar shortening combined with arthroscopic repairs in the delayed management of triangular fibrocartilage complex tears. *J Hand Surg [Am]* 1997;**22**:807-13.
- [23] Tunnerhoff HG, Haussmann P. What are the indications for arthroscopic repair of ulnar tears of the TFCC? *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2001;**33**:239-44.
- [24] Westkaemper JG, Mitsionis G, Giannakopoulos PN, Sotereanos DG. Wrist arthroscopy for the treatment of ligament and triangular fibrocartilage complex injuries. *Arthroscopy* 1998;**14**:479-83.
- [25] Zachee B, De Smet L, Fabry G. Arthroscopic suturing of TFCC lesions. *Arthroscopy* 1993;**9**:242-3.
- [26] Fellingner M, Peicha G, Seibert FJ, Grechenig W. Radial avulsion of the triangular fibrocartilage complex in acute wrist trauma: a new technique for arthroscopic repair. *Arthroscopy* 1997;**13**:370-4.
- [27] Jantea CL, Baltzer A, Ruther W. Arthroscopic repair of radial-sided lesions of the triangular fibrocartilage complex. *Hand Clin* 1995;**11**:31-6.
- [28] McAdams TR, Hentz VR. Injury to the dorsal sensory branch of the ulnar nerve in the arthroscopic repair of ulnar-sided triangular fibrocartilage tears using an inside-out technique: a cadaver study. *J Hand Surg [Am]* 2002;**27**:840-4.
- [29] Tsu-Hsin Chen E, Wei JD, Huang VW. Injury of the dorsal sensory branch of the ulnar nerve as a complication of arthroscopic repair of the triangular fibrocartilage. *J Hand Surg [Br]* 2006;**31**:530-2.
- [30] Husby T, Haugstvedt JR. Long-term results after arthroscopic resection of lesions of the triangular fibrocartilage complex. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2001;**35**:79-83.
- [31] Minami A, Ishikawa J, Suenaga N, Kasashima T. Clinical results of treatment of triangular fibrocartilage complex tears by arthroscopic debridement. *J Hand Surg [Am]* 1996;**21**:406-11.
- [32] Osterman AL. Arthroscopic debridement of triangular fibrocartilage complex tears. *Arthroscopy* 1990;**6**:120-4.
- [33] Roth JH, Poehling GG. Arthroscopic "ectomy" surgery of the wrist. *Arthroscopy* 1990;**6**:141-7.
- [34] Blackwell RE, Jemison DM, Foy BD. The holmium:yttrium-aluminum-garnet laser in wrist arthroscopy: a five-year experience in the treatment of central triangular fibrocartilage complex tears by partial excision. *J Hand Surg [Am]* 2001;**26**:77-84.
- [35] Darlis NA, Weiser RW, Sotereanos DG. Arthroscopic triangular fibrocartilage complex debridement using radiofrequency probes. *J Hand Surg [Br]* 2005;**30**:638-42.
- [36] Sorene E, Lunn P. Re: arthroscopic triangular fibrocartilage complex debridement using radiofrequency probes, and arthroscopic electrothermal collagen shrinkage for symptomatic laxity of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg [Br]* 2006;**31**:458-9.
- [37] Feldkamp G. The arthroscopic "wafer procedure" in degenerative disc ulnocarpal tears with ulnocarpal compression syndrome. Techniques, indications, results. *Orthopade* 2004;**33**:685-91.
- [38] Leclercq C. Arthroscopic treatment of the ulnar impaction syndrome. *Chir Main* 2006;**25**(suppl1):S209-S213.
- [39] Mathoulin C, Pagnotta A. Arthroscopic distal ulna resection after post traumatic ulno carpal abutment. *Chir Main* 2006;**25**(suppl1):S202-S208.
- [40] Tomaino MM, Weiser RW. Combined arthroscopic TFCC debridement and wafer resection of the distal ulna in wrists with triangular fibrocartilage complex tears and positive ulnar variance. *J Hand Surg [Am]* 2001;**26**:1047-52.
- [41] Adolfsson L. Arthroscopic diagnosis of ligament lesions of the wrist. *J Hand Surg [Br]* 1994;**19**:505-12.
- [42] Sennwald G, Fischer M, Jacob HA. Radio-carpal and medio-carpal arthroscopy in instability of the wrist. *Ann Chir Main Memb Super* 1993;**12**:26-38.
- [43] Viegas SF. Arthroscopic assessment of carpal instabilities and ligament injuries. *Instr Course Lect* 1995;**44**:151-4.
- [44] Abe Y, Katsube K, Tsue K, Doi K, Hattori Y. Arthroscopic diagnosis of partial scapholunate ligament tears as a cause of radial sided wrist pain in patients with inconclusive x-ray and MRI findings. *J Hand Surg [Br]* 2006;**31**:419-25.
- [45] Richards RS, Bennett JD, Roth JH, Milne Jr. K. Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *J Hand Surg [Am]* 1997;**22**:772-6.
- [46] Schadel-Hopfner M, Iwinska-Zelder J, Bohringer G, Braus T, Klose KJ, Gotzen L. MRI or arthroscopy in the diagnosis of scapholunate ligament tears in fractures of the distal radius? *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2001;**33**:234-8.
- [47] Geissler WB. Arthroscopic management of scapholunate instability. *Chir Main* 2006;**25**(suppl1):S187-S196.
- [48] Aviles AJ, Lee SK, Hausman MR. Arthroscopic reduction-association of the scapholunate. *Arthroscopy* 2007;**23**(105):e1-e5.
- [49] Darlis NA, Kaufmann RA, Giannoulis F, Sotereanos DG. Arthroscopic debridement and closed pinning for chronic dynamic scapholunate instability. *J Hand Surg [Am]* 2006;**31**:418-24.
- [50] Darlis NA, Weiser RW, Sotereanos DG. Partial scapholunate ligament injuries treated with arthroscopic debridement and thermal shrinkage. *J Hand Surg [Am]* 2005;**30**:908-14.
- [51] Dautel G, Goudot B, Merle M. Arthroscopic diagnosis of scapho-lunate instability in the absence of X-ray abnormalities. *J Hand Surg [Br]* 1993;**18**:213-8.
- [52] Dreant N, Dautel G. Development of a arthroscopic severity score for scapholunate instability. *Chir Main* 2003;**22**:90-4.
- [53] Earp BE, Waters PM, Wyzykowski RJ. Arthroscopic treatment of partial scapholunate ligament tears in children with chronic wrist pain. *J Bone Joint Surg [Am]* 2006;**88**:2448-55.
- [54] Hirsh L, Sodha S, Bozentka D, Monaghan B, Steinberg D, Beredjiklian PK. Arthroscopic electrothermal collagen shrinkage for symptomatic laxity of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg [Br]* 2005;**30**:643-7.

- [55] Peicha G, Seibert FJ, Fellingner M, Grechenig W, Schippinger G. Lesions of the scapholunate ligaments in acute wrist trauma-arthroscopic diagnosis and minimally invasive treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997;**5**:176-83.
- [56] Ruch DS, Poehling GG. Arthroscopic management of partial scapholunate and lunotriquetral injuries of the wrist. *J Hand Surg [Am]* 1996;**21**:412-7.
- [57] Slutsky DJ. Arthroscopic dorsal radiocarpal ligament repair. *Arthroscopy* 2005;**21**:1486.
- [58] Weiss AP, Sachar K, Glowacki KA. Arthroscopic debridement alone for intercarpal ligament tears. *J Hand Surg [Am]* 1997;**22**:344-9.
- [59] Whipple TL. The role of arthroscopy in the treatment of scapholunate instability. *Hand Clin* 1995;**11**:37-40.
- [60] Bottcher R, Mutze S, Lautenbach M, Eisenschenk A. Diagnosis of lunotriquetral instability. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2005;**37**:131-6.
- [61] Mooney JF, Poehling GG. Disruption of the ulnolunate ligament as a cause of chronic ulnar wrist pain. *J Hand Surg [Am]* 1991;**16**:347-9.
- [62] Moskal MJ, Savoie 3rd FH, Field LD. Arthroscopic capsulodesis of the lunotriquetral joint. *Clin Sports Med* 2001;**20**:141-53.
- [63] Osterman AL, Seidman GD. The role of arthroscopy in the treatment of lunatotriquetral ligament injuries. *Hand Clin* 1995;**11**:41-50.
- [64] Abe Y, Doi K, Kuwata N, Yamamoto H, Sunago K, Kawai S. Surgical options for distal radial fractures: indications and limitations. *Arch Orthop Trauma Surg* 1998;**117**:188-92.
- [65] Geissler WB, Fernandez DL, Lamey DM. Distal radioulnar joint injuries associated with fractures of the distal radius. *Clin Orthop Relat Res* 1996;**327**:135-46.
- [66] Kordasiewicz B, Pomianowski S, Orlowski J, Rapala K. Interosseous ligaments and TFCC lesions in intraarticular distal radius fractures - radiographic versus arthroscopic evaluation. *Ortop Traumatol Rehabil* 2006;**8**:263-7.
- [67] Lindau T. Treatment of injuries to the ulnar side of the wrist occurring with distal radial fractures. *Hand Clin* 2005;**21**:417-25.
- [68] Richards RS, Bennett JD, Roth JH, Milne Jr. K. Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *J Hand Surg [Am]* 1997;**22**:772-6.
- [69] Lindau T. Wrist arthroscopy in distal radial fractures using a modified horizontal technique. *Arthroscopy* 2001;**17**:E5.
- [70] del Pinal F, Garcia-Bernal FJ, Pisani D, Regalado J, Ayala H, Studer A. Dry arthroscopy of the wrist: surgical technique. *J Hand Surg [Am]* 2007;**32**:119-23.
- [71] Adolfsson L, Jorgsholm P. Arthroscopically-assisted reduction of intra-articular fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Br]* 1998;**23**:391-5.
- [72] Auge 2nd WK, Velazquez PA. The application of indirect reduction techniques in the distal radius: the role of adjuvant arthroscopy. *Arthroscopy* 2000;**16**:830-5.
- [73] Catalano 3rd LW, Barron OA, Glickel SZ. Assessment of articular displacement of distal radius fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2004;**423**:79-84.
- [74] Culp RW, Osterman AL. Arthroscopic reduction and internal fixation of distal radius fractures. *Orthop Clin North Am* 1995;**264**:739-48.
- [75] Doi K, Hattori Y, Otsuka K, Abe Y, Yamamoto H. Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius: arthroscopically assisted reduction compared with open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1999;**81**:1093-110.
- [76] Duncan SF, Weiland AJ. Minimally invasive reduction and osteosynthesis of articular fractures of the distal radius. *Injury* 2001;**32**(suppl1):SA14-SA24.
- [77] Geissler WB, Freeland AE. Arthroscopically assisted reduction of intraarticular distal radial fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1996;**327**:125-34.
- [78] Guofen C, Doi K, Hattori Y, Kitajima I. Arthroscopically assisted reduction and immobilization of intraarticular fracture of the distal end of the radius: several options of reduction and immobilization. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2005;**9**:84-90.
- [79] Levy HJ, Glickel SZ. Arthroscopic assisted internal fixation of volar intra-articular wrist fractures. *Arthroscopy* 1993;**9**:122-4.
- [80] Lindau T, Arner M, Hagberg L. Intraarticular lesions in distal fractures of the radius in young adults. A descriptive arthroscopic study in 50 patients. *J Hand Surg [Br]* 1997;**22**:638-43.
- [81] Mathoulin C, Sbihi A, Panciera P. Interest in wrist arthroscopy for treatment of articular fractures of the distal radius: report of 27 cases. *Chir Main* 2001;**20**:342-50.
- [82] Mehta JA, Bain GI, Heptinstall RJ. Anatomical reduction of intra-articular fractures of the distal radius. An arthroscopically-assisted approach. *J Bone Joint Surg [Br]* 2000;**82**:79-86.
- [83] Peicha G, Seibert FJ. Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius: arthroscopically assisted reduction compared with open reduction and internal fixation. *Unfallchirurg* 2000;**103**:89-92.
- [84] Ruch DS, Vallee J, Poehling GG, Smith BP, Kuzma GR. Arthroscopic reduction versus fluoroscopic reduction in the management of intra-articular distal radius fractures. *Arthroscopy* 2004;**20**:225-30.
- [85] Shih JT, Lee HM, Hou YT, Tan CM. Arthroscopically-assisted reduction of intra-articular fractures and soft tissue management of distal radius. *Hand Surg* 2001;**6**:127-35.
- [86] Wolfe SW, Easterling KJ, Yoo HH. Arthroscopic-assisted reduction of distal radius fractures. *Arthroscopy* 1995;**11**:706-14.
- [87] Bohringer G, Schadel-Hopfner M, Lemke T, Gotzen L. Arthroscopically controlled minimal invasive screw fixation of scaphoid fractures. A pilot study. *Unfallchirurg* 2000;**103**:1086-92.
- [88] Geissler WB, Hammit MD. Arthroscopic aided fixation of scaphoid fractures. *Hand Clin* 2001;**17**:575-88.
- [89] Martinache X, Mathoulin C. Percutaneous fixation of scaphoid fractures with arthroscopic assistance. *Chir Main* 2006;**25**(suppl1):S171-S177.
- [90] Ruch DS, Chang DS, Poehling GG. The arthroscopic treatment of avascular necrosis of the proximal pole following scaphoid nonunion. *Arthroscopy* 1998;**14**:747-52.
- [91] Slade 3rd JF, Geissler WB, Gutow AP, Merrell GA. Percutaneous internal fixation of selected scaphoid nonunions with an arthroscopically assisted dorsal approach. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**(suppl4):20-32.
- [92] Taras JS, Sweet S, Shum W, Weiss LE, Bartolozzi A. Percutaneous and arthroscopic screw fixation of scaphoid fractures in the athlete. *Hand Clin* 1999;**15**:467-73.
- [93] Toh S, Nagao A, Harata S. Severely displaced scaphoid fracture treated by arthroscopic assisted reduction and osteosynthesis. *J Orthop Trauma* 2000;**14**:299-302.
- [94] Dautel G, Merle M. Chondral lesions of the midcarpal joint. *Arthroscopy* 1997;**13**:97-102.
- [95] Mathoulin C, Messina J. Arthroscopic management of articular cartilage defect. *Chir Main* 2006;**25**(suppl1):S231-S243.
- [96] Savoie 3rd FH, Field LD. The role of arthroscopy in the diagnosis and management of cartilaginous lesions of the wrist. *Hand Clin* 1999;**15**:423-8.
- [97] Da Rin F, Mathoulin C. Arthroscopic treatment of osteoarthritis of scaphotrapezotrapezoid joint. *Chir Main* 2006;**25**(suppl1):S254-S258.
- [98] Harley BJ, Werner FW, Boles SD, Palmer AK. Arthroscopic resection of arthrosis of the proximal hamate: a clinical and biomechanical study. *J Hand Surg [Am]* 2004;**29**:661-7.
- [99] Levadoux M, Cognet JM. Arthroscopic styloidectomy. *Chir Main* 2006;**25**(suppl1):S197-S201.
- [100] Nahra ME, Bucchieri JS. Ganglion cysts and other tumor related conditions of the hand and wrist. *Hand Clin* 2004;**20**:249-60.
- [101] Povlsen B, Peckett WR. Arthroscopic findings in patients with painful wrist ganglia. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2001;**35**:323-8.
- [102] Bienz T, Raphael JS. Arthroscopic resection of the dorsal ganglia of the wrist. *Hand Clin* 1999;**15**:429-34.
- [103] Chassat R, Nourissat G, Chaumeil G, Dumontier C. Arthroscopic treatment of dorsal ganglion cyst at the wrist. About 54 cases. *Chir Main* 2006;**25**:146-51.
- [104] Luchetti R, Badia A, Alfarano M, Orbay J, Indriago I, Mustapha B. Arthroscopic resection of dorsal wrist ganglia and treatment of recurrences. *J Hand Surg [Br]* 2000;**25**:38-40.
- [105] Mathoulin C, Hoyos A, Pelaez J. Arthroscopic resection of wrist ganglia. *Hand Surg* 2004;**9**:159-64.
- [106] Nishikawa S, Toh S, Miura H, Arai K, Irie T. Arthroscopic diagnosis and treatment of dorsal wrist ganglion. *J Hand Surg [Br]* 2001;**26**:547-9.
- [107] Osterman AL, Raphael J. Arthroscopic resection of dorsal ganglion of the wrist. *Hand Clin* 1995;**11**:7-12.
- [108] Rizzo M, Berger RA, Steinmann SP, Bishop AT. Arthroscopic resection in the management of dorsal wrist ganglions: results with a minimum 2-year follow-up period. *J Hand Surg [Am]* 2004;**29**:59-62.
- [109] Shih JT, Hung ST, Lee HM, Tan CM. Dorsal ganglion of the wrist: results of treatment by arthroscopic resection. *Hand Surg* 2002;**7**:1-5.

- [110] Slater Jr. RR. Arthroscopic ganglionectomy? *J Hand Surg [Am]* 2004;**29**:957-8.
- [111] Viegas SF. Intraarticular ganglion of the dorsal interosseous scapholunate ligament: a case for arthroscopy. *Arthroscopy* 1986;**2**:93-5.
- [112] Ho PC, Lo WN, Hung LK. Arthroscopic resection of volar ganglion of the wrist: a new technique. *Arthroscopy* 2003;**19**:218-21.
- [113] Koh S, Nakamura R, Horii E, Nakao E, Shionoya K, Yajima H. Loose body in the wrist: diagnosis and treatment. *Arthroscopy* 2003;**19**:820-4.
- [114] Zachee B, De Smet L, Fabry G. A snapping wrist due to a loose body. Arthroscopic diagnosis and treatment. *Arthroscopy* 1993;**9**:117-8.
- [115] Adolfsson L, Frisen M. Arthroscopic synovectomy of the rheumatoid wrist. A 3. 8 year follow-up. *J Hand Surg [Br]* 1997;**22**:711-3.
- [116] Bain GI, Begg M. Arthroscopic assessment and classification of Kienbock's disease. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2006;**10**:8-13.
- [117] Menth-Chiari WA, Poehling GG, Wiesler ER, Ruch DS. Arthroscopic debridement for the treatment of Kienbock's disease. *Arthroscopy* 1999;**15**:12-9.
- [118] Menth-Chiari WA, Poehling GG. Preiser's disease: arthroscopic treatment of avascular necrosis of the scaphoid. *Arthroscopy* 2000;**16**:208-13.
- [119] Bain GI, Bidwell TA. Arthroscopic excision of ulnar styloid in stylocarpal impaction. *Arthroscopy* 2006;**22**(677):e1-e3.
- [120] Hattori T, Tsunoda K, Watanabe K, Nakao E, Hirata H, Nakamura R. Arthroscopic mobilization for contracture of the wrist. *Arthroscopy* 2006;**22**:850-4.
- [121] Luchetti R, Atzei A, Fairplay T. Arthroscopic wrist arthrolysis after wrist fracture. *Arthroscopy* 2007;**23**:255-60.
- [122] Verhellen R, Bain GI. Arthroscopic capsular release for contracture of the wrist: a new technique. *Arthroscopy* 2000;**16**:106-10.

L. De Smet, Professeur des Universités, praticien hospitalier (luc.desmet@uz.kuleuven.ac.be).
UZ Pellenberg, Weligerveld 1, 3212 Pellenberg, Belgique.

Toute référence à cet article doit porter la mention : De Smet L. Méthodes thérapeutiques : arthroscopie du poignet. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-350, 2008.

Disponibles sur www.em-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Replantations digitales

G. Dautel, S. Faivre

De nombreux progrès techniques et technologiques ont été réalisés en matière de replantation microchirurgicale digitale depuis la première replantation d'un pouce en 1965 par Komatsu et Tamai. L'expérience des équipes pratiquant cette chirurgie a permis de sérier les indications licites pour obtenir un résultat fonctionnel utile. D'autre part, la chirurgie expérimentale au laboratoire et l'expérience empirique acquise en clinique ont permis de mieux apprécier les durées totales d'ischémie, et d'optimiser les conditions de transport des fragments amputés et le conditionnement du moignon proximal. La revue à distance des résultats fonctionnels de ces replantations permet aujourd'hui de porter avec rigueur les indications. La replantation microchirurgicale d'un doigt ne doit pas être seulement une prouesse technique, mais un geste chirurgical mesuré, d'indication réfléchi et concertée, de déroulement réglé et de devenir prévisible, et enfin profitable pour le patient. En effet, une replantation digitale n'est légitime que si elle aboutit à un résultat fonctionnel utile.

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Indications ; Microchirurgie ; Séquence opératoire ; Techniques ; Hétéroreplantation ; Doigt banque ; Traumatismes spécifiques

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Bilan des lésions | 1 |
| Conditions d'acheminement | 1 |
| Tolérance à l'ischémie | 2 |
| Mécanisme lésionnel | 2 |
| Examens complémentaires | 2 |
| ■ Préparation à la replantation | 2 |
| Préparation du doigt à replanter | 2 |
| Préparation de la main | 3 |
| ■ Différents temps de la replantation : cas typique | |
| d'une replantation en P2 d'un doigt long | 4 |
| Ostéosynthèse | 4 |
| Réparation des tendons fléchisseurs | 4 |
| Suture nerveuse | 5 |
| Réparation artérielle | 5 |
| Réparation de l'appareil extenseur | 6 |
| Suture veineuse | 6 |
| Fermeture cutanée. Pansement | 6 |
| ■ Replantations particulières | 6 |
| Replantation du pouce | 6 |
| Replantations très distales | 7 |
| Replantations avec perte de substance cutanée | 9 |
| Replantations de doigts avulsés | 10 |
| Hétéroreplantation et doigt-banque | 12 |
| ■ Soins et surveillance postopératoire | 13 |
| ■ Complications. Reprises | 14 |
| ■ Indications : règles générales | 14 |
| ■ Contre-indications | 15 |
| ■ Conclusion | 15 |

■ Bilan des lésions

De ce bilan dépend l'indication chirurgicale. Celle-ci ne se résume pas à l'alternative replantation-régularisation. Au contraire, dès ce stade doit être programmé l'ensemble de la stratégie de reconstruction, y compris les éventuels temps ultérieurs de chirurgie réglée secondaire qui vont être nécessaires. Confronté à des lésions multidigitales, le choix technique le plus judicieux peut en effet faire appel à une hétéroreplantation, à une pollicisation en urgence, au transfert selon le principe du doigt banque d'une unité tissulaire microchirurgicale prélevée sur l'un des doigts amputés ou non conservables.

Conditions d'acheminement

Les conditions idéales de transport d'un doigt amputé et le conditionnement du moignon proximal sont précisément établis. Le fragment amputé est placé sur un lit de glaçons, isolé du contact direct par une enveloppe hermétiquement close (simple sac plastique étanche, boîte hermétique...). Le contact direct sur la glace est nuisible, occasionnant des lésions de gelures. Tout aussi péjorative est l'immersion directe dans un liquide, même réfrigéré. En effet, tout conditionnement immergeant le fragment amputé dans un liquide quel qu'il soit est à bannir ; il se produit un œdème des tissus et une infiltration cellulaire rendant difficile et délicate la dissection, et parfois responsable de l'échec de la replantation. Les antiseptiques locaux sont bannis lors du conditionnement, a fortiori ceux d'entre eux qui, colorés, gênent la dissection et le repérage des éléments pédiculaires. Un simple pansement humide et compressif est appliqué sur la main blessée. Aucun garrot ne doit être mis en place.

Tolérance à l'ischémie

L'absence aux doigts de tissu musculaire accroît leur tolérance à l'ischémie. Au-delà de 6 heures d'ischémie chaude (à température ambiante), l'involution fibreuse des muscles, conséquence inéluctable de l'anoxie, grève lourdement le pronostic fonctionnel des replantations plus proximales. Des délais de 6 heures et bien plus restent donc compatibles avec une replantation digitale [1]. En ischémie froide, la replantation digitale peut être tentée jusqu'à la vingt-quatrième heure environ. Quoi qu'il en soit, il est formellement interdit de compléter une amputation subtotale, même avec un infime pont cutané, sous prétexte de se mettre dans des conditions d'ischémie froide.

Mécanisme lésionnel

Section nette

Le plus favorable est celui qui occasionne une section nette, sans composante d'écrasement ou d'avulsion. Ces sections en guillotine, dues à des massicots ou à des cisailles industrielles, sont cependant les moins rencontrées.

Écrasement

Une composante d'écrasement ou d'attrition tissulaire se rencontre dans certaines amputations dues à des outils moins tranchants. La replantation reste possible au prix d'un raccourcissement et de pontages vasculaires.

Les amputations par presse industrielle occasionnent des lésions de *crush* sur toute l'étendue du doigt. Le bilan radiographique objective le plus souvent une comminution importante et étagée, les téguments sont « lie de vin », siège d'ecchymoses sous-épidermiques. Le plus souvent, aucune replantation n'est possible dans ce contexte où tout ou partie du segment digital est écrasé. A contrario, une replantation peut être tentée en cas d'écrasement localisé sur la hauteur du segment digital.

Avulsion

Lorsque l'amputation procède d'une traction violente dans l'axe du doigt, le bilan lésionnel est stéréotypé. Les tendons se rompent souvent à la jonction myotendineuse ; la continuité squelettique est interrompue à un niveau variable, mais le plus souvent de siège distal par rapport à la plaie cutanée. Il existe donc une composante de « dégantage » entraînant une avulsion partielle ou totale du fourreau cutané digital. La chaîne ostéoarticulaire, dénudée, paraît alors intacte, même si le plus souvent la partie distale de la tubérosité phalangienne reste solidaire de la peau avulsée. Le pronostic de ces amputations par avulsion est péjoratif, aussi bien sur le résultat vasculaire immédiat que sur le résultat fonctionnel à long terme. Les lésions étendues et étagées des structures vasculaires obligent à de longs pontages, la dévascularisation du squelette est probablement source de raideur et la réparation nerveuse par suture directe est rarement possible.

Mécanisme mixte : écrasement et avulsion

Il arrive fréquemment qu'une amputation soit le résultat d'un mécanisme associant une composante d'écrasement à une composante d'avulsion. Ce type de mécanisme est largement représenté par le « doigt de portière » qui est le grand pourvoyeur d'amputation digitale distale, notamment dans la population pédiatrique.

Examens complémentaires

Seuls un bilan biologique préopératoire et un bilan de radiologie standards sont nécessaires. En effet, le contrôle de la crase sanguine et la numération formule sanguine sont des

éléments de référence importants à connaître. Les radiographies standards des fragments proximal et distal identifient le type de fracture et orientent parfois sur le mécanisme lésionnel. Ce bilan d'imagerie permet surtout de planifier l'acte d'ostéosynthèse.

■ Préparation à la replantation

(Fig. 1)

La main mutilée et le doigt amputé font l'objet d'un broissage chirurgical attentif et soigneux, ne risquant pas de surajouter des lésions mécaniques aux paquets vasculonerveux, utilisant du sérum additionné d'un antiseptique non colorant. Cette préparation doit être réalisée au mieux par le chirurgien lui-même ou sous son contrôle rapproché. En effet, cet acte lui permet souvent une appréciation de l'état local, un repérage de certaines structures et une planification de sa chirurgie.

Préparation du doigt à replanter

Elle débute alors que le patient subit une anesthésie locorégionale.

Sous loupe binoculaire ou sous microscope si besoin, les éléments pédiculaires, artères et nerfs, sont repérés après parage de la peau. Cette exposition nécessite un court abord, le plus souvent médiolatéral. Cet abord permet, en réclinant les valves cutanées correspondantes, d'exposer aussi bien les éléments dorsaux que les palmaires. Des fils de traction noués sur la peau maintiennent la rétraction des valves cutanées. Artères et nerfs sont disséqués et séparés. Le bleu de méthylène colore les nerfs collatéraux, un microfil repère l'artère collatérale. Cette identification évite les recherches itératives de ces éléments en cours d'intervention, recherches particulièrement frustrantes, surtout si le garrot a dû être lâché. Il est parfois possible d'explorer, toujours sous grossissement, les plexus sous-dermiques à la recherche de veines dorsales. Cette dissection sur un fragment amputé exsangue est cependant difficile. Lorsqu'elle est infructueuse, il est préférable de ne pas s'acharner, risquant de compromettre par une dissection « aveugle » l'intégrité des veines utilisables. Il est alors préférable de reporter cette dissection à un temps ultérieur. En effet, après le lâcher du garrot qui fait suite à la suture artérielle, la mise en charge des veines de retour facilite leur recherche et de fait leur sélection.

Le parage osseux est un temps important car il permet de simplifier l'ostéosynthèse et, par le raccourcissement qu'il occasionne, peut dispenser d'un pontage sur les vaisseaux, d'une greffe sur les nerfs et d'un temps difficile de couverture cutanée. Il est tout de même à noter que ce parage osseux n'est pas

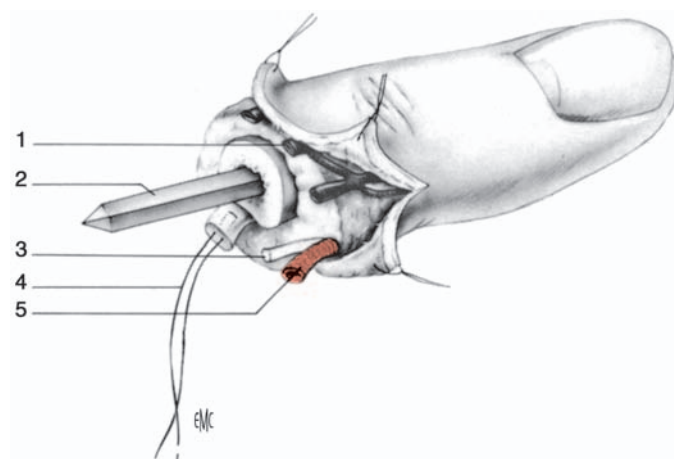
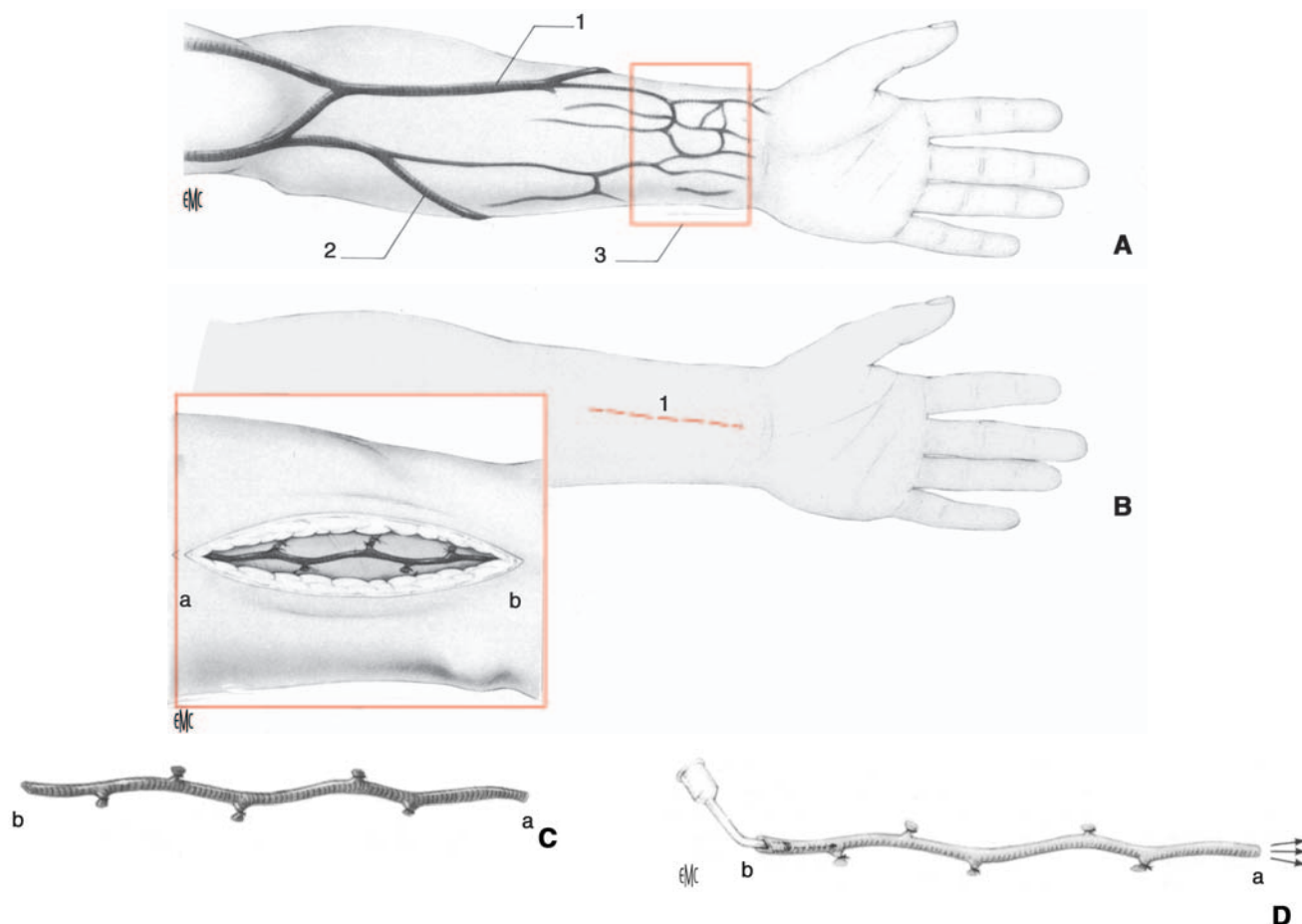


Figure 1. Préparation du doigt à replanter. 1. Réseau veineux dorsal ; 2. bilboquet ; 3. nerf collatéral ; 4. Tsugé/fléchisseur ; 5. artère collatérale.

**Figure 2.**

- A.** Prélèvement d'un greffon veineux en vue de la réalisation d'un pontage artériel. Les veines céphaliques (1) et basiliques (2) n'ont pas le calibre requis. Les veines palmaires superficielles de la face antérieure du poignet et de l'avant-bras (3) représentent le site donneur électif.
- B.** Tracé de l'incision cutanée (1). En cartouche : ligature élective de toutes les branches communicantes.
- C.** Retournement de 180°.
- D.** Lavage du greffon au sérum salé hépariné.

systématique aux doigts. En revanche, il est impératif de réaliser un raccourcissement osseux dans les amputations proximales du membre supérieur (avant-bras et bras).

En zone diaphysaire, ce raccourcissement a peu de conséquences fonctionnelles. Le doigt replanté est souvent moins mobile que les doigts voisins sains, son défaut de longueur minimisant la gêne inhérente à ce défaut de mobilité.

En zone épiphysaire, ce raccourcissement peut conduire à une arthrodèse définitive. Pour les doigts longs, une telle arthrodèse n'est envisageable que pour l'interphalangienne distale. Pour l'interphalangienne proximale et a fortiori pour la métacarpophalangienne, un blocage articulaire définitif est lourd de conséquences fonctionnelles et doit remettre en cause le bien-fondé de la replantation. Une solution d'exception consiste à réaliser une arthroplastie utilisant un implant en Silastic® de type Swanson ou Neuflex à condition d'avoir des plans ligamentaires collatéraux intacts ou réparables. Mais ceci ne se conçoit que s'il s'agit d'amputations multidigitales, ou d'un patient aux très fortes exigences fonctionnelles, ou encore à une femme avec une très importante demande esthétique.

À l'inverse des doigts longs, le pouce dispose d'un statut particulier de prépondérance fonctionnelle à la main justifiant des audaces techniques et un acharnement chirurgical surajoutés. En effet, la replantation devient ici impérative si elle est techniquement possible, fût-ce au prix d'une arthrodèse conjointe des articulations métacarpophalangienne et interphalangienne. L'articulation trapézo-métacarpienne suffit à conférer à ce pouce replanté une opposition utile.

Préparation de la main

Le même type de préparation est réalisé sur la main elle-même, comportant également là aussi un parage cutané, un raccourcissement-parage osseux mesuré si nécessaire et un repérage des éléments pédiculaires vasculonerveux. Comme sur le doigt sectionné, l'inspection des vaisseaux, sous moyens grossissants, est essentiel. Après recoupe de l'extrémité contuse, il faut s'assurer de la béance et de la vacuité du vaisseau, au besoin évacuer un caillot en une manœuvre d'expression douce à l'aide d'une micropince sans griffe. Chaque fois, en particulier, que le mécanisme comporte une composante d'avulsion et/ou d'écrasement, il est recommandé, au terme de cette préparation pédiculaire, de lâcher le garrot pour juger du flux sanguin. Seule l'obtention de jets artériels vigoureux, dont l'amplitude ne s'atténue pas au fur et à mesure des pulsations, permet d'affirmer que la recoupe artérielle a été effectuée en zone saine.

Dans le cas contraire, il faut user de moyens locaux tels que l'irrigation de sérum chaud, l'instillation intraluminale de sérum hépariné, et s'assurer ensuite qu'il n'existe pas de facteurs généraux susceptibles d'expliquer un bas débit (température du patient, pression artérielle, acidose ...). Il est également nécessaire de vérifier l'absence d'une compression extrinsèque en amont. Après avoir contrôlé toutes les composantes d'un éventuel spasme, et en cas d'échec, force est de recourir à une recoupe plus proximale. La réparation de l'axe artériel par pontage est alors nécessaire. Planifiée dès ce stade et non pas réalisée en seconde intention, après échec d'une première anastomose, elle ne grève pas la durée de l'intervention (Fig. 2).

■ Différents temps de la replantation : cas typique d'une replantation en P2 d'un doigt long (Fig. 3, 4)

Les différentes séquences techniques décrites ci-dessous sont classées dans l'ordre chronologique du protocole opératoire lors d'une replantation digitale classique [2-4].

Ostéosynthèse

Le choix du type d'ostéosynthèse dépend du niveau lésionnel et du degré de comminution.

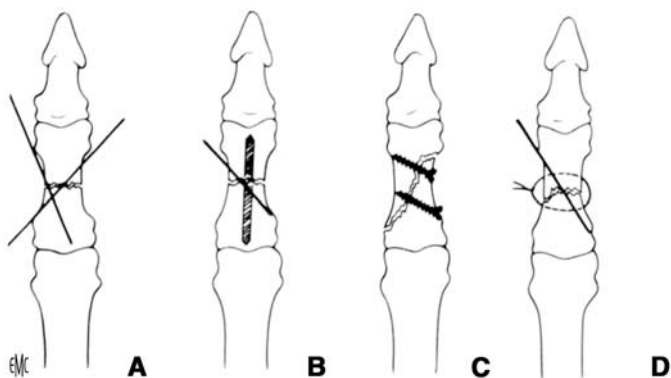


Figure 3. Différents types d'ostéosynthèse.

- A.** Broches de Kirschner.
- B.** Bilboquet ou « clou bloqué » endomédullaire.
- C.** Ostéosynthèse par vis.
- D.** Ostéosynthèse par broche et cerclage.

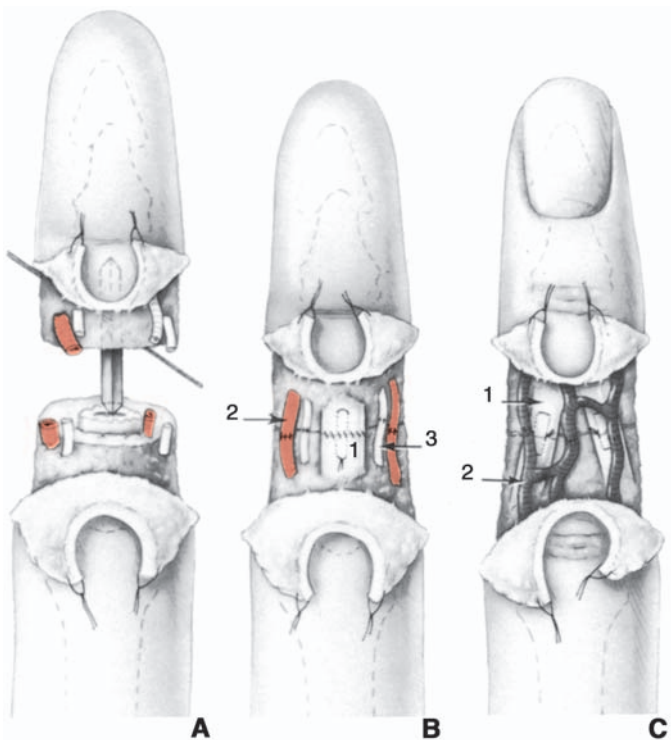


Figure 4.

- A.** Préparation de l'ostéosynthèse et dissection pédiculaire.
- B.** Temps palmaire. 1. Tendon fléchisseur ; 2. artère ; 3. nerf.
- C.** Temps dorsal. 1. Tendon extenseur ; 2. veine.

“ Points essentiels

Ordre chronologique des réparations des différentes structures tissulaires en cas de replantation digitale

- Temps opératoire palmaire
 - ostéosynthèse
 - tendon(s) fléchisseur(s)
 - nerfs
 - artère, geste de revascularisation
- Temps opératoire dorsal
 - tendon extenseur
 - veine(s)
 - suture cutanée

Ostéosynthèse par matériel endomédullaire

Les avantages sont sa rapidité de mise en place et son contrôle précis de la rotation. Elle fait appel à un clou ou bilboquet centromédullaire, la rotation étant contrôlée par une broche de Kirschner oblique. Cette méthode n'est applicable qu'en l'absence de comminution marquée du foyer de fracture et lorsqu'on dispose sur chacune des deux extrémités d'un appui diaphysaire de longueur suffisante. Cette méthode ne s'applique donc pas aux amputations métaphysaires ou juxtaépiphysaires.

Ostéosynthèse par broches de Kirschner

Elle reste la méthode « reine » car la plus utilisée eu égard à la multiplicité des lésions rencontrées et à sa faculté d'adaptabilité. Dans l'idéal et dans la majorité des cas, deux broches en croix suffisent à une ostéosynthèse stable, peu encombrante et rapide.

Lorsqu'une telle ostéosynthèse est planifiée, il est préférable d'introduire d'abord les broches dans le doigt amputé selon la méthode du « va-et-vient », permettant une mise en place facile et précise des deux broches de Kirschner, à distance des trajets pédiculaires.

Ostéosynthèse par vis

Elle ne s'applique qu'aux rares cas d'amputation réalisant un biseau fracturaire oblique long. Elle utilise le matériel miniaturisé adapté à la main.

Association broches-cerclage

Il faut garder à l'esprit cette technique d'ostéosynthèse dans l'arsenal thérapeutique, mais elle est de réalisation plus exigeante sur le plan technique. De fait, elle est très peu employée.

Quant à l'utilisation d'une miniplaque d'ostéosynthèse, elle ne trouve pas d'indication dans les réimplantations digitales.

Quoi qu'il en soit, l'ostéosynthèse doit être rapide et stable pour permettre le passage aux autres temps opératoires de réparation dans un confort optimal.

Réparation des tendons fléchisseurs (Fig. 4)

La méthode de choix est pour nous la technique de Tsugé. Le fil-boucle de Tsugé a été mis en place sur l'extrémité proximale dès le stade de repérage des structures. Lorsque l'amputation passe en plein canal digital, la réparation conjointe des tendons superficiel et profond n'est pas une obligation et peut être délétère sur la mobilité ultérieure du rayon digital. C'est pourquoi seul le fléchisseur profond est réparé. Lorsque le parage osseux a créé un raccourcissement notable du doigt replanté, il est nécessaire de recouper en zone saine le tendon

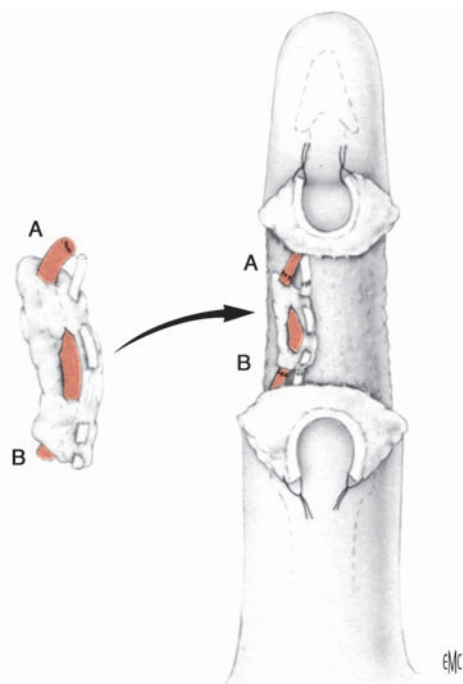


Figure 5. Utilisation du principe du « doigt-banque ». Greffon monobloc artère et nerf provenant d'un doigt amputé.

fléchisseur, adaptant ainsi sa longueur. L'instrumentation de Meyer optimise la qualité de cette recoupe. Lorsque les moignons du tendon fléchisseur profond à réparer sont de bonne qualité et que leur circonférence l'autorise, un double cadre de Kessler accompagné d'un surjet épitendineux peut se concevoir.

Suture nerveuse

L'ordre dans lequel on procède (artère-nerf ou nerf-artère) a peu d'importance. Toutefois, la qualité de la réinnervation entre, pour une bonne part, dans le résultat fonctionnel global final [5, 6]. Il convient donc d'apporter toute l'attention requise à ces sutures nerveuses. Les meilleures conditions techniques sont obtenues dans un champ exsangue, avant lâcher du garrot.

Les deux nerfs collatéraux doivent être réparés. Lorsqu'une perte de substance interdit toute suture primaire directe, une greffe secondaire est envisagée (non sans avoir toutefois reposé la question du bien-fondé de la replantation ...). Une greffe de nerf en urgence est légitime, en particulier lorsqu'il existe des lésions multidigitales et qu'un doigt non replantable est voué à l'amputation. Il peut alors, selon le principe du doigt-banque, devenir un site donneur de choix pour un greffon nerveux, voire pour une greffe nerveuse « vascularisée » en prélevant en monobloc l'artère collatérale et son nerf correspondant (Fig. 5). On peut également concevoir de réaliser lors de l'urgence une greffe nerveuse à l'aide d'un prélèvement aux dépens du nerf interosseux postérieur au dos du poignet, site peu morbide pouvant permettre d'éviter une chirurgie secondaire risquée. Par ailleurs, si la perte de substance est inférieure à 2-3 cm de longueur, il est possible d'envisager la mise en place d'un tuteur de repousse nerveuse type greffon veineux prélevé sur la face antérieure du poignet. Ce prélèvement reste peu morbide et ne compromet pas une chirurgie secondaire de greffe nerveuse en cas d'échec.

Réparation artérielle [7, 8]

Le temps initial de préparation a dû permettre de sélectionner l'axe artériel le plus propice à une réparation. Dans les amputations nettes où une suture terminotermineale est possible, nous conseillons la réparation de l'artère collatérale dominante si possible (statistiquement, l'artère collatérale ulnaire pour le

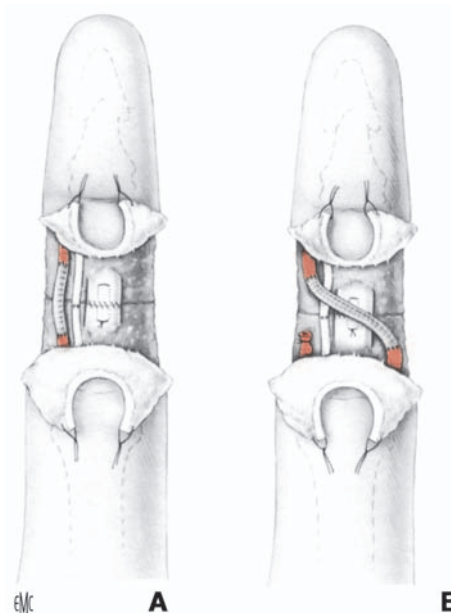


Figure 6. Rétablissement de la continuité sur l'axe artériel par pontage.
A. Pontage direct.
B. Pontage croisé.

pouce, l'index et le majeur, l'artère collatérale pour les quatrième et cinquième doigts). La situation peut parfois obliger à réaliser une suture directe croisée des artères collatérales ; dans ce cas, il est nécessaire de stipuler clairement cet acte technique dans le compte-rendu opératoire pour éviter tout risque en cas de chirurgie secondaire, lors d'une ténolyse des fléchisseurs par exemple.

Lorsque aucune suture artérielle directe n'est possible, la réalisation d'un pontage est la règle (Fig. 2). Ce pontage veineux utilise une des veines superficielles longitudinales de l'avant-bras [9]. Prélevé sous moyens grossissants, avec une ligature élective et soigneuse des collatérales, il dispose d'un calibre adéquat (de 1 à 2 mm de diamètre). Lavé au sérum hépariné, retourné, il est intercalé par sutures terminotermineales entre les deux artères sélectionnées pour la revascularisation du doigt. Il peut s'agir d'un pontage croisé aussi dans ce cas de figure, les moignons artériels les plus sains ne se trouvant pas sur le même côté du doigt.

Le détournement d'artères saines provenant d'un doigt sain adjacent, pour éviter le recours à un pontage, n'a pas lieu d'être utilisé pour un doigt long et peut dans certains cas être employé pour le pouce, mais ni le gain de temps, ni l'amélioration discutable de la fiabilité ne justifient ce sacrifice dans tous les cas. Les solutions techniques faisant appel à des pontages sont fiables et de moindre morbidité que le détournement d'une artère saine issue d'un doigt voisin (Fig. 6).

Toutes les sutures vasculaires sont réalisées pour ce niveau lésionnel au fil 10/0 monobrin non résorbable. L'emploi de micro-clamps de Tamaï (simples et doubles) facilite les anastomoses.

Lorsqu'il s'agit d'un doigt unique, le temps de garrot offre toute latitude de réaliser le temps palmaire dans un champ exsangue. En cas de replantations multidigitales, nous n'hésitons pas à regonfler pour le court laps de temps nécessaire à une anastomose.

Tout autant que la qualité des sutures, le choix exact de la longueur du pontage est un facteur déterminant de la perméabilité à brève échéance et à long terme. Une fois sévré du site donneur, ces pontages veineux se rétractent et le risque majeur est de surdimensionner leur longueur. Inapparent tout d'abord, l'excès de longueur apparaît à la mise en charge du pontage avec un effet « king-king », préjudiciable à la perméabilité.

La réalisation de l'anastomose proximale dans un premier temps peut permettre une mise en charge du pontage avant de réaliser la seconde suture distale, testant ainsi la perméabilité et

facilitant le réglage de la longueur du pontage en le mettant ainsi en charge. Ceci permet également de limiter le risque de troubles rotatoires ou « twist » du pontage ou des anastomoses.

Réparation de l'appareil extenseur

Une fois le temps palmaire terminé (ostéosynthèse-fléchisseurs-nerfs-artère), l'installation est modifiée pour accéder à la face dorsale. Il faut au préalable disposer quelques points de protection des structures réparées sur la face palmaire ; la réparation de l'appareil extenseur s'effectue à ce stade. Pour une amputation à la seconde phalange, la réparation s'effectue par suture individuelle de chacune des deux bandelettes latérales, utilisant un point en cadre de fil lentement résorbable, monobrin type PDS®. Pour les amputations plus distales qui débouchent sur une arthrodèse de l'interphalangienne distale, aucune réparation de l'appareil extenseur n'est bien entendu nécessaire.

Suture veineuse

Si les veines de retour ont pu être repérées au début de l'intervention, il est plus simple de réaliser les sutures sous garrot. En effet, après lâchage du garrot, le fragment replanté est le site d'un œdème relatif, et d'une suffusion sanguine qui peut rendre difficile et pénible le geste de réparation veineuse. Dans quelques cas, et en particulier dans les replantations distales, le repérage n'est possible sur le fragment distal qu'au prix du lâcher de garrot. Une fois sélectionnées la ou les veines à suturer, le regonflage du garrot peut se justifier pour faciliter sa ou leur réparation.

Lorsque la réparation par anastomose terminotermine directe est impossible, le recours à un pontage veineux est de rigueur. La règle est de suturer deux veines pour une artère collatérale réparée. La réparation d'un seul axe veineux peut être suffisante à condition bien sûr que cette suture soit fiable. En effet, la multiplication des anastomoses veineuses diminue le débit sanguin à travers chacune d'entre elles et accroît le risque de thrombose. Quoi qu'il en soit, dans le cas où deux anastomoses peuvent être réalisées dans de bonnes conditions, leur réparation diminue le risque de thrombose veineuse et est ainsi un atout supplémentaire pour la réussite vasculaire de la replantation. Cette double réparation veineuse est encore plus vraie et nécessaire dans les amputations plus proximales où le fragment replanté est de taille plus importante et donc où le volume sanguin à drainer est conséquent.

Fermeture cutanée. Pansement

L'hémostase rigoureuse par coagulation bipolaire doit précéder le temps de fermeture cutanée. Cette hémostase vise, non seulement à limiter la déperdition sanguine, mais aussi à favoriser le flux veineux à travers la ou les anastomoses de retour.

La fermeture cutanée s'effectue à points séparés sans tension. L'étanchéité n'est pas recherchée et l'on peut, sans risque, laisser partiellement ouvertes les incisions médiolatérales utilisées pour l'exposition.

En cas de replantation très distale où le retour veineux est confié à un saignement dirigé postopératoire, la fermeture cutanée doit être soignée et presque étanche, avec des berges cutanées bien affrontées pour faciliter la formation des néoconnexions veineuses.

Un pansement gras est appliqué sur le doigt de manière non circonferentielle, recouvert de compresses disposées longitudinalement. Un pansement cotonné est ensuite appliqué par une bande Velpeau® lâche ; une attelle complète le tout, évitant toute sollicitation intempestive des structures réparées. Ce pansement ne doit pas être délégué ; il est réalisé par l'opérateur, de même que sa première réfection. Ce pansement laisse libre accès à la pulpe du doigt reposé en vue du monitoring postopératoire. L'opérateur installe le patient dans son lit et communique les consignes de surveillance à l'équipe

paramédicale. Il vérifie cette installation à l'arrivée du patient dans le secteur d'hospitalisation, et explique le protocole de surveillance et son rythme (toutes les demi-heures pendant 3 heures, puis toutes les heures). Le fragment replanté doit être surveillé toujours de la même façon, conditions d'éclairage de la pièce, position de l'observateur, etc.

■ Replantations particulières

Replantation du pouce (Fig. 7)

Le pouce doit bénéficier d'une priorité absolue dans la hiérarchie des indications, car la replantation de ce doigt reste fonctionnellement utile, même lorsqu'il est raccourci et arthrodésé à l'interphalangienne et/ou à la métacarpophalangienne [10-12]. Toutes les audaces techniques ou presque sont permises. L'indication de replantation est poussée le plus loin possible compte tenu de la prépondérance fonctionnelle de ce doigt. Les contre-indications relatives à la chirurgie de replantation digitale que sont entre autres l'âge, le tabagisme, le caractère proximal de l'amputation, le délai à la prise en charge ou encore le mécanisme péjoratif de l'amputation, sont largement dépassées pour le pouce.

Dans le cas d'amputations multidigitales où le pouce n'est pas replantable, il est légitime et indiqué d'effectuer une hétéroreplantation pour restaurer une pince pollicidigitale. Celui des doigts longs qui est utilisable à cet effet est donc replanté en position de pouce.

Sur le plan technique, tous les gestes réalisés à la face palmaire du pouce sont rendus difficiles par la position de ce doigt. L'installation est donc primordiale et l'on peut s'aider de champs roulés ou d'un support malléable pour présenter au mieux les éléments de la face palmaire du pouce. Certains préconisent une installation du patient en décubitus ventral pour faciliter la réparation des éléments palmaires du pouce ; dans notre pratique, nous ne requérons pas à cet artifice.

Pour ce doigt, la nécessité d'un pontage rend parfois plus facile la revascularisation en réalisant avant l'ostéosynthèse la suture terminotermine sur l'artère collatérale ulnaire. Puis ce pontage est tunnalisé et anastomosé en terminolatéral sur l'artère radiale au sommet du premier espace interosseux [13]. Dans certains cas (amputation proximale de l'index) ou en

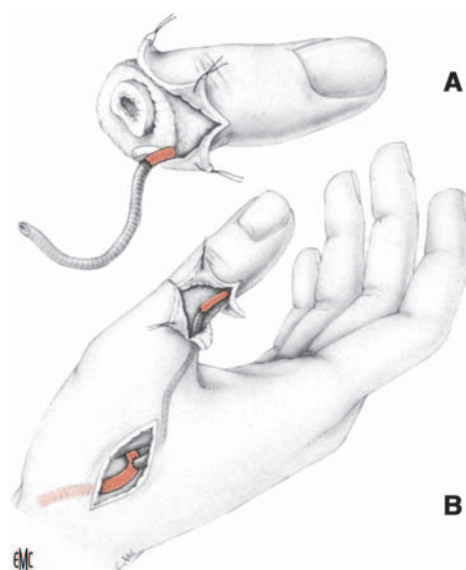


Figure 7. Cas particulier du pouce.

A. Réalisation première d'un pontage terminoterminal sur l'artère collatérale ulnaire (ici pouce droit amputé en P1).

B. Ostéosynthèse puis tunnélisation du pontage. Branchement en terminolatéral sur l'artère radiale au sommet du premier espace interosseux dorsal.

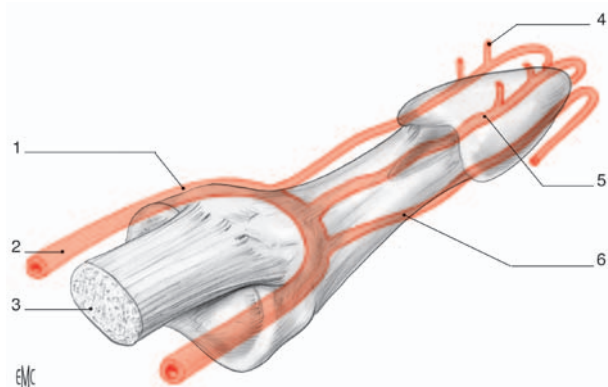


Figure 8. Vascularisation de P3. 1. Arcade anastomotique pulpaire ; 2. artère collatérale palmaire ; 3. tendon fléchisseur ; 4. branche terminale à destinée pulpaire ; 5. artère centrale de la pulpe ; 6. branche collatérale de l'arcade pulpaire.

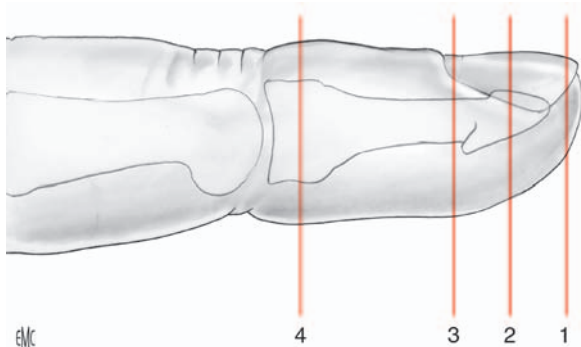


Figure 9. Topographie des amputations digitales distales : classification d'Ishikawa (zones 1 à 4) basée sur des particularités techniques et pronostiques propres à chaque niveau d'amputation. Zone 1 : amputation très distale ne concernant pas la phalange ; il ne s'agit pas d'une indication de replantation microchirurgicale. Zone 2 : amputation transunguéal ménageant la moitié du lit unguéal ou plus de la moitié du lit unguéal. Zone 3 : amputation laissant persister moins de la moitié du lit unguéal. Zone 4 : amputation en amont de la base de l'ongle.

dernier recours, on peut détourner l'artère collatérale radiale de l'index mais ceci doit rester exceptionnel, cet artifice technique pouvant être largement évité par la réalisation d'un pontage, tout aussi fiable techniquement.

La replantation du pouce est parfois sujette à une chirurgie secondaire, comme pour les doigts longs. Il peut s'agir notamment d'un transfert tendineux pour réanimer l'opposition du pouce dans les cas de délabrement de la musculature thénarienne, d'arthrodèse définitive de l'interphalangienne ou de la métacarpophalangienne, d'une ouverture de la première commissure ...

Replantations très distales ^[14-19] (Fig. 8-11)

La présence d'une artère, de siège généralement pulpaire, est la condition sine qua non à la réalisation des replantations très distales. En général, cette artère est de siège pulpaire, de petit calibre (0,5 mm de diamètre) (Fig. 8).

En revanche, l'absence de structure veineuse réparable chirurgicalement n'est pas une contre-indication à ces replantations. Un saignement dirigé pendant les 5 ou 6 premiers jours postopératoires peut suppléer à cet absence de retour veineux direct. Ce délai est nécessaire pour que des néoconnexions veineuses s'établissent. Chez l'enfant, le délai moyen est de 3 à 4 jours alors que chez l'adulte ce délai passe à 6-7 jours. Ces replantations distales sont les plus fréquentes et ce sont elles qui donnent les meilleurs résultats esthétiques et fonctionnels. En

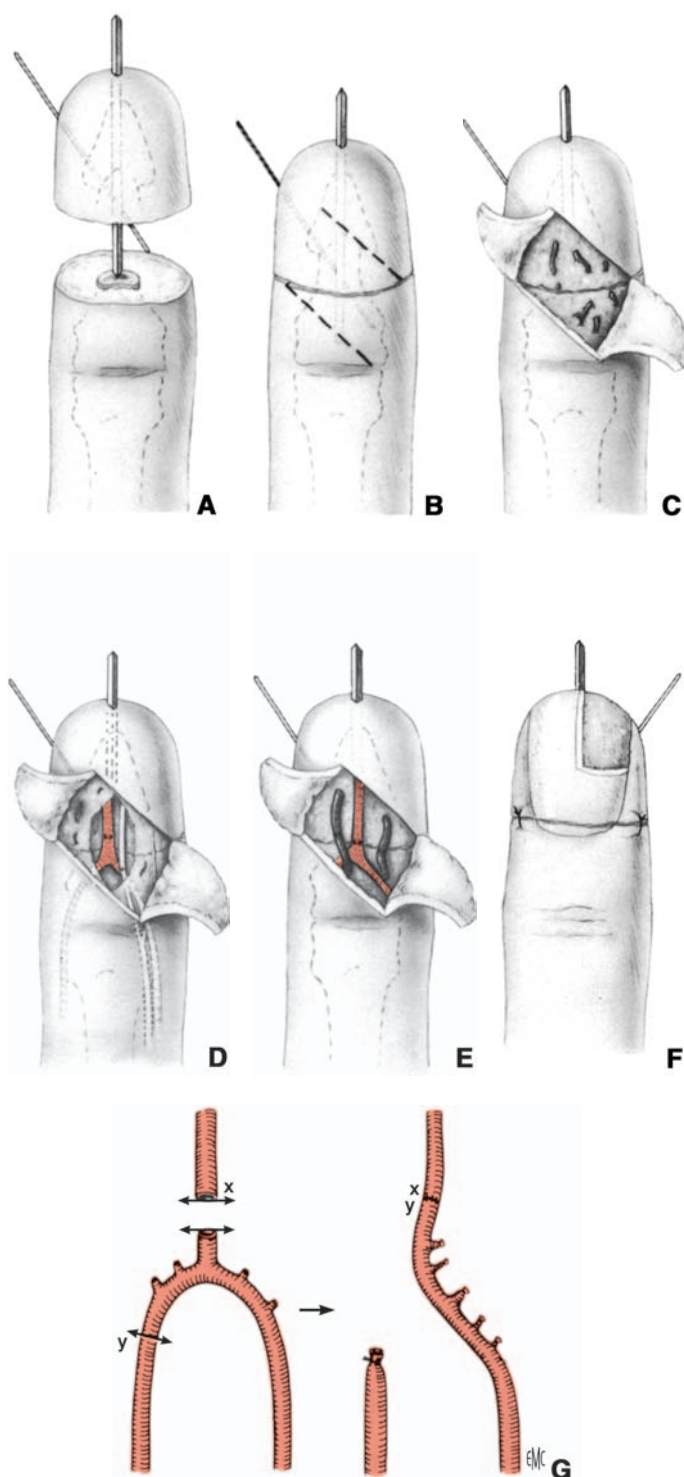


Figure 10.

A. Préparation à l'ostéosynthèse par broches de Kirschner. Placement des broches en va-et-vient.

B. Ostéosynthèse effectuée sans bloquer l'interphalangienne distale. Tracé des incisions cutanées.

C. Soulèvement de deux lambeaux triangulaires dans le plan sous-épidermique, exposant le plan superficiel du tissu pulpaire, où siège le plexus veineux.

D. Le tissu pulpaire est récliné pour autoriser la réparation d'une artère centrale de la pulpe de siège profond. Sutures des branches de division du nerf collatéral.

E. Retour au plan pulpaire superficiel : le réseau veineux est mis en charge par le passage anastomotique. Sutures des veines pulpaire.

F. Si aucune veine pulpaire n'a pu être réparée, résection d'un couvercle unguéal et scarification du lit pour conduire le saignement dirigé.

G. Détournement de l'arcade pulpaire pour combler une perte de substance sur l'artère centrale de la pulpe.

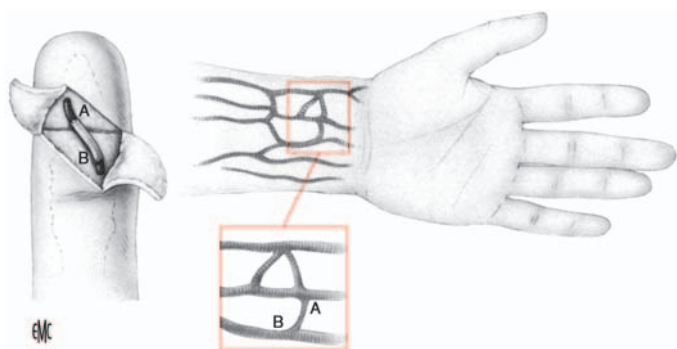


Figure 11. Pontage sur une veine pulpaire. Seuls les rameaux obliques communicants (AB) ont le calibre adéquat.

effet, à ce niveau, la récupération de la fonction est le retour à une sensibilité de protection et au mieux de discrimination.

Un certain nombre de points techniques les concernant méritent d'être soulignés.

La préparation première séparée de chacune des deux extrémités décrite pour les replantations plus proximales n'est pas aussi efficace en termes de gain de temps ou de confort.

La hauteur du trait d'amputation dicte non seulement l'aspect technique de la replantation, mais également le pronostic de cette dernière. Nous faisons appel à la classification d'Ishikawa qui nous semble la plus appropriée pour apprécier ces deux aspects du geste de replantation digitale (Fig. 9).

Après un simple parage cutané à minima et un parage osseux infime, le fragment distal est d'emblée ostéosynthésé à l'aide d'une broche de Kirschner (ou deux au mieux et au maximum) en recherchant l'approximation la plus exacte possible. L'arthrodèse interphalagienne distale transitoire ou définitive n'est nécessaire qu'en cas d'amputation juxta-articulaire ou transarticulaire. Ailleurs, l'ostéosynthèse tente de ménager la mobilité articulaire de cette articulation.

Lorsque l'amputation est transversale et passe à travers la tablette unguéale, il est possible d'assurer cette ostéosynthèse par un haubanage pris sur l'ongle, utilisant une aiguille courbe à suture 4/8°, comme l'a proposé Foucher.

À l'ostéosynthèse succède la réparation artérielle et éventuellement celle de la veine. En l'absence de toute veine dorsale réparable, il est souhaitable d'assurer la réparation des veines palmaires. Ces veines sont très superficielles, directement sous-cutanées. Pour obtenir une exposition optimale du réseau veineux pulpaire, deux incisions obliques strictement cutanées permettent de soulever deux lambeaux dermiques triangulaires selon Tsai [19].

Le temps microchirurgical commence par la réparation artérielle. À la phalange distale, les deux artères collatérales palmaires se réunissent en une arcade anastomotique appelée arcade palmaire distale. De cette arcade naissent des branches longitudinales et obliques destinées à la pulpe proprement dite. Lorsque la solution de continuité se trouve en amont de cette arcade, les deux artères collatérales sont encore individualisables et accessibles à une suture.

En revanche, lorsque l'amputation se situe à un niveau distal par rapport à cette arcade anastomotique, la revascularisation est encore possible en utilisant l'une des branches longitudinales issues de cette arcade. Le plus souvent, du sommet de la convexité de cette arcade pulpaire est issue une branche plus volumineuse que les autres, appelée artère centrale de la pulpe et c'est elle qui fait l'objet d'une anastomose terminotermine (Fig. 10D).

Enfin, si la nature de l'amputation s'oppose à cette anastomose directe terminotermine, il est possible de tirer parti de la continuité de l'arcade pulpaire pour obtenir un effet d'allongement sur le moignon artériel proximal. Pour ce faire, l'arcade est sectionnée au point de jonction avec l'une des collatérales, puis détournée vers la ligne médiane (Fig. 10G). Un autre

artifice de détournement d'axe artériel peut être utilisé ; ce dernier fait appel à une dissection encore plus distale à la recherche d'une bifurcation artérielle autorisant un détournement, cette fois-ci rétrograde, d'un des deux axes pulpaire très distaux pour autoriser une suture artérielle directe terminotermine. Il est également à relever une particularité anatomique des artères de la phalange distale ; ces dernières ont un trajet flexueux et de fait, après dissection et déplissement de ces flexuosités, il devient parfois possible de réaliser une suture directe. Dans le cas où ces artifices ne sont plus valables, le recours à un pontage veineux est de rigueur. Il est réalisé selon les règles édictées ci-avant.

La réparation nerveuse dans ce type d'amputation très distale ne présente pas de point particulier ; cependant, à ce niveau, chacun des deux nerfs collatéraux a déjà subi sa trifurcation terminale (*tuft level* chez les Anglo-Saxons). Il est rare qu'une anastomose nerveuse distincte puisse être réalisée sur toutes les branches de division digitale, mais un certain degré de neurotisation de contiguïté [20, 21] de l'extrémité s'opère indiscutablement, si bien que, même en l'absence de suture nerveuse, le retour à une sensibilité de protection voire de discrimination peut être attendu. Les résultats obtenus sont supérieurs dans la population pédiatrique, ceci étant dû principalement à une plasticité corticale meilleure chez l'enfant [21].

La réparation veineuse reste le point délicat de ces replantations distales. Lorsque l'amputation se situe en deçà du sillon unguéal proximal, la dissection sous microscope y retrouve parfois une ou deux veines dorsales de très petite taille, autorisant tout de même une anastomose microchirurgicale. Lorsque l'amputation passe par le lit unguéal lui-même, la suture veineuse réalisable ne peut être que palmaire. L'identification de ces veines palmaires reste difficile, car elles sont de paroi fine, particulièrement fragile et de petit calibre. Leur vacuité, au cours de cette chirurgie qui s'effectue sous garrot, complique encore leur repérage. On peut donc proposer comme une aide à leur individualisation de s'abstenir en début d'intervention de l'exsanguination du membre qui précède la mise en place du garrot. Dans ces conditions, lorsque la suture artérielle a été réalisée, il se produit, à travers cette anastomose, et ce en dépit de la présence du garrot, un passage sanguin suffisant pour mettre en charge le réseau veineux pulpaire. On peut, de plus, augmenter quantitativement cette mise en charge en réalisant des manœuvres d'expression manuelle de la paume et du doigt opéré. Ainsi mis en charge, ce réseau veineux superficiel devient plus facilement disséquable et se prête alors à la réalisation d'anastomoses directes en utilisant du fil de suture 11/0 monté sur une aiguille de 50 µm de diamètre.

Le recours à un pontage n'est pas exclu sur les veines pulpaire. Si cette solution s'impose, un greffon est prélevé sur l'avant-bras. Il ne s'agit plus là d'une veine longitudinale superficielle, mais d'un des rameaux obliques communicants, de très petit calibre, qui réunissent ces veines longitudinales sur la face antérieure de l'avant-bras au voisinage du poignet (Fig. 11).

Dans la majorité des cas toutefois, aucune suture veineuse ne s'avère possible dans ces repositions très distales. La survie du doigt en postopératoire est obtenue par un saignement dirigé [20, 21] suppléant à cette absence de retour veineux pendant les premiers jours nécessaires à l'établissement des néoconnexions veineuses. L'intervention se termine alors par une suture soigneuse des berges cutanées. Un opercule pulpaire est préféré à une scarification du lit unguéal pour conduire le saignement dirigé. Ce dernier est entretenu par des applications de compresses héparinées qui s'espacent selon l'évolution clinique du fragment replanté. Un contrôle de la formule sanguine est parfois nécessaire et en aucun cas ce type de replantation ne doit conduire à une transfusion sanguine. Par ailleurs, le saignement dirigé ne peut pas remplacer le drainage qu'assurerait une réparation veineuse d'un fragment distal équivalent à la moitié ou plus de la phalange. De plus, le succès vasculaire n'est prononcé qu'à partir de la troisième semaine environ. Pour finir, il est responsable des troubles trophiques à



Figure 12. Replantation d'une amputation très distale du pouce à biseau palmaire.

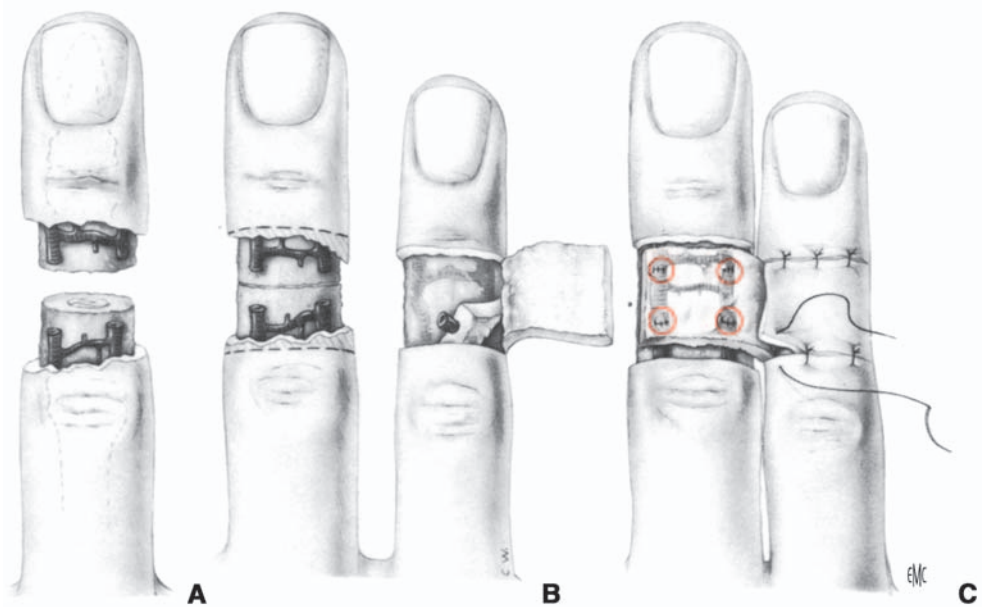


Figure 13. Lambeau désépidermisé retourné porte-veine.

A. Reposition avec perte de substance de peau et veines dorsales.

B. Désépidermisation monobloc soulevant un volet cutané. Soulèvement du lambeau à ras du périnysium de l'extenseur.

C. Repose du volet cutané sur le site donneur. Double série de microanastomoses (proximales et distales) sur le site receveur.

distance, ombilication cicatricielle, pulpe effilée et perte du surplomb pulpaire distal, et parfois responsable d'une dystrophie unguéale.

Les replantations très distales du pouce souffrent des difficultés d'exposition propres à ce doigt et déjà mentionnées. Il n'est cependant pas concevable ici de les contourner en réalisant de longs pontages. Un artifice utile consiste à réaliser les sutures microchirurgicales à travers la tranche de section osseuse, par une voie dorsolatérale. Pour ce faire, une broche axiale est poussée dans l'extrémité digitale en ménageant un diastasis de quelques millimètres. La suture est réalisée sous une discrète tension en jouant sur les flexuosités de cette artère pulpaire, puis le diastasis est réduit. Ce type d'artifice s'avère particulièrement utile en cas d'amputation en biseau palmaire, réalisant une coupe sur l'artère plus distale que la solution de continuité cutanée et osseuse (Fig. 12).

Pour finir, ces replantations distales sont les meilleures indications de replantations digitales.

Elles aboutissent dans la majorité des cas à un résultat fonctionnel utile et elles sont supérieures à toute autre technique de resurfaçage de la tranche de section distale ou de reconstruction en termes de résultat esthétique.

Replantations avec perte de substance cutanée

En dépit d'un raccourcissement osseux, certaines replantations laissent persister au terme de la revascularisation une perte de substance cutanée, soit palmaire soit dorsale. Les solutions retenues pour assurer la couverture de ces defects cutanés doivent être mesurées, en particulier celles qui prétendent faire appel à un doigt sain voisin. La morbidité inhérente au prélèvement de lambeau sur un doigt sain doit être en effet mise en balance avec le bien-fondé de la replantation et son risque d'échec.

Pertes de substance dorsale

Les petites pertes de substance dorsales d'étendue limitée sont couvertes par une greffe de peau dermoépidermique mince, même si celle-ci doit recouvrir une suture ou un pontage veineux. Les pertes de substance plus étendues requièrent, en revanche, l'utilisation d'un lambeau de couverture. En fait, le plus souvent, le problème posé est celui, conjointement, d'un defect cutané associé à une perte de substance du réseau veineux superficiel dorsal. Ces deux problèmes peuvent être réglés de manière élégante en un seul temps opératoire en utilisant un lambeau dit « porte-veine ». Plusieurs types ont été décrits pouvant résoudre ce double problème.

Le lambeau « *cross finger* » ou lambeau « doigts croisés » désépidermisé-retourné offre une bonne sécurité de couverture et la possibilité de réaliser plusieurs anastomoses veineuses au prix, il est vrai, d'une syndactylisation transitoire de nécessité (Fig. 13). Il peut avoir, par ailleurs, l'inconvénient d'imposer la réalisation d'une double série d'anastomoses, proximales et distales [22].

Le lambeau hétérodactyle à pédicule proximal rend le même genre de service. Sa vascularisation est cependant plus précaire et son rôle d'aide trophique plus contestable. En revanche, une seule anastomose distale est nécessaire.

Enfin, Honda et al. [23] ont proposé d'utiliser, dans ces circonstances, des lambeaux libres cutanés veineux purs. Il s'agit de greffes composites comportant en monobloc peau, tissu sous-cutané et réseau veineux. Une double série d'anastomoses proximales et distales est nécessaire. Le prélèvement de lambeaux de ce type est possible sur la face dorsale d'un doigt voisin, sur la face palmaire de l'avant-bras ou sur le dos du pied. Ces lambeaux n'échappent pas à une phase de souffrance initiale, commune aux lambeaux veineux [24], mais ne compromettant pas la perméabilité des anastomoses (Fig. 14).

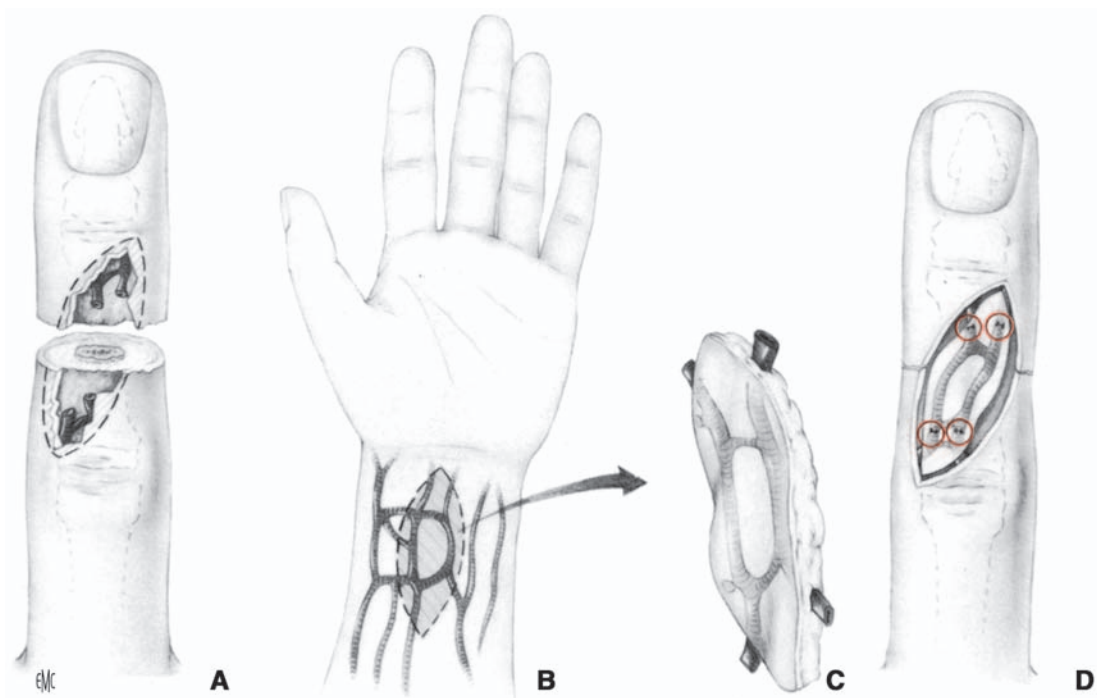


Figure 14. Lambeau veineux libre « porte-veine ».

A. Reposition avec perte de substance cutanée et veineuse.

B, C. Prélèvement à la face palmaire de l'avant-bras d'un îlot cutanéoveineux.

D. Insertion au site receveur. Double série d'anastomoses proximales et distales.

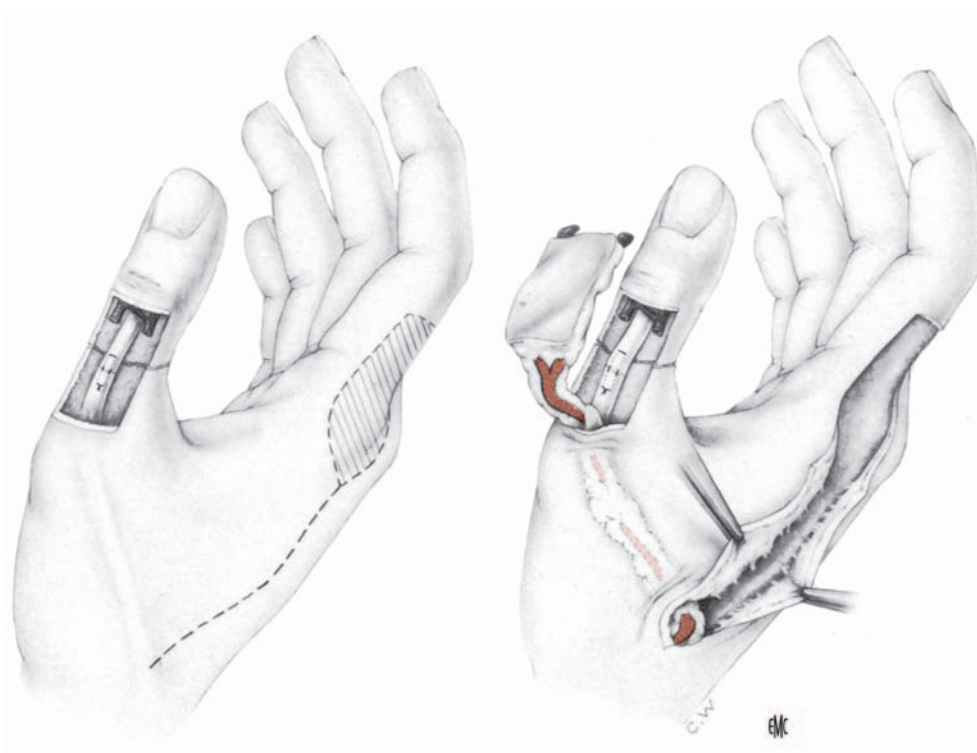


Figure 15. Indication d'un lambeau cerf-volant de Foucher en porte-veine.

A. Replantation d'un pouce amputé à l'interphalangienne. Perte de substance de peau et de veine de retour.

B. Tunnellisation du lambeau. Une seule série d'anastomoses veineuses distales est nécessaire.

En dehors des doigts longs, le pouce peut nécessiter, lors d'une replantation, l'utilisation d'un lambeau porte-veine. Le lambeau cerf-volant de Foucher réunit toutes les qualités requises pour ce type d'indication (Fig. 15).

Pertes de substance palmaire

Le raccourcissement osseux, le recours à une greffe de peau d'étendue limitée ou un simple lambeau d'avancement-rotation suffisent à régler la plupart des problèmes.

Les grandes pertes de substance cutanée palmaire sont rares dans ce contexte de replantation. En cas de perte de substance palmaire concernant la première ou la deuxième

phalange, et lorsqu'un doigt voisin est utilisable, le lambeau « cross finger » dorsopalmaire est la solution de couverture la plus appropriée.

Replantations de doigts avulsés

Règles générales [25]

Lorsqu'une composante d'élongation axiale ou « avulsion » participe au mécanisme de l'amputation, elle vient compliquer chacun des aspects de la replantation.

La revascularisation doit alors faire appel à des pontages. Un examen sous microscope des vaisseaux est déterminant pour situer le niveau de recoupe en zone saine, en région tant

proximale que distale. Différents aspects ont été décrits qui, lors de l'examen peropératoire, témoignent de lésions pariétales. Le « *ribbon sign* » est un des plus classiques : il s'agit d'un aspect tortueux d'un vaisseau dont la course normale est rectiligne. Ces flexuosités témoignent de lésions irréversibles de la paroi, imposant une résection à distance. Des pétéchies pariétales intraluminales peuvent être constatées sous microscope, témoignant de lésions à distance du site de section artérielle ; il est alors nécessaire d'exclure du segment artériel les portions d'artère comprenant ce type de lésions. Si un doute persiste sur le niveau de recoupe proximale, il est impératif de lâcher le garrot pour s'assurer de la qualité du flux obtenu.

L'avulsion des tendons fléchisseurs et extenseurs pose également de difficiles problèmes techniques. La solution de continuité sur le tendon est plus ou moins proximale, souvent située, en fait, à la jonction musculotendineuse à l'avant-bras. Pour l'interphalangienne distale des doigts longs et pour l'interphalangienne du pouce, l'arthrodèse définitive est possible, rendant inutile toute reconstruction tendineuse. Lorsque les impératifs fonctionnels du patient contre-indiquent cette arthrodèse ou lorsque le fléchisseur superficiel est lui aussi concerné, il est possible de planifier, dès ce stade de l'urgence, la reconstruction ultérieure du fléchisseur en incluant une tige de silicone dans la gaine digitale.

L'avulsion nerveuse est un des facteurs qui doit limiter les indications de replantation d'un doigt long. Lorsque l'examen du doigt amputé montre que la rupture nerveuse s'est effectuée loin en amont du site d'amputation, le résultat sensitif est médiocre, voire nul. Pour un doigt long, il peut s'agir là d'un facteur majeur de contre-indication à la replantation, fonction de l'âge, de la demande et du contexte professionnel du patient.



Cas particuliers d'avulsion digitale



Avulsions du pouce [26]



La reposition doit toujours être tentée en dépit de la nature péjorative du mécanisme. La revascularisation fait le plus souvent appel à un pontage réalisé d'emblée, branché en distal sur la collatérale ulnaire, statistiquement dominante, et en proximal sur l'artère radiale en terminolatéral. Lorsque l'avulsion concerne le long fléchisseur, le choix doit s'effectuer entre une arthrodèse définitive de l'interphalangienne et une reconstruction différée par transfert du fléchisseur superficiel de l'annulaire, après inclusion primaire d'une tige de silicone dans la gaine digitale. Lorsque aucune réparation nerveuse n'est possible en urgence, du fait de l'avulsion, il est possible secondairement de resensibiliser ce pouce par le transfert d'un îlot sensible pédiculé de type Littler ou par une greffe nerveuse dans un second temps, une fois le succès vasculaire assuré.



« Ring finger » (Fig. 16)



Les amputations de type « *ring finger* » réalisent une avulsion « expérimentale ». Leur pronostic est sombre, tant en ce qui concerne le taux de succès des replantations que par les résultats fonctionnels obtenus. Il reste toutefois licite de tenter la replantation, en particulier lorsque la section osseuse se situe au-delà de l'interphalangienne proximale, ménageant l'insertion du fléchisseur superficiel et de la bandelette médiane de l'extenseur.



Les modalités de la revascularisation ont été codifiées par Foucher et al. [27]. Par un court abord médiolatéral en regard de l'interphalangienne distale, on aborde l'artère collatérale en choisissant le côté où cette artère est la plus courte. Ce même abord autorise le raccourcissement osseux et la préparation de l'ostéosynthèse par l'introduction de broches de Kirschner en va-et-vient (Fig. 16). L'ouverture du fourreau cutané par une incision de type « héli-Brünner » peut se concevoir si la situation technique l'exige, notamment les exigences de fixation osseuse. Le parage ou le raccourcissement osseux ne sont pas obligatoires. L'ostéosynthèse fait appel à différentes techniques

selon la situation rencontrée, celle par broches de Kirschner étant la plus facile et la plus répandue.

Un long pontage utilisant une veine longitudinale palmaire superficielle de l'avant-bras est alors suturé en terminoterminal sur cette collatérale. Ce pontage est ensuite introduit dans le fourreau cutané (Fig. 16C). Le doigt avulsé vient alors « coiffer » le moignon digital et l'ostéosynthèse est complétée. Une arthrodèse de l'interphalangienne distale règle, le plus souvent, le problème posé par l'avulsion du fléchisseur profond. La suture artérielle proximale s'effectue dans la paume en ne gardant, le plus souvent, que les premiers millimètres de l'artère collatérale palmaire. Au terme de cette réparation, la revascularisation du fourreau cutané et de la partie distale du squelette s'effectue grâce à l'artère collatérale non disséquée, réalimentée à contre-courant à partir des anastomoses distales. Il est donc essentiel de ne jamais la disséquer. Le branchement du pontage peut se faire d'abord en proximal et être tunnalisé si besoin une fois en charge, permettant d'éviter entre autres les phénomènes de « *twist* » et de vérifier la mise en charge de ce pontage. La suture terminoterminal distale peut alors être réalisée sans garrot à l'aide d'un clamp double de Tamaï. La revascularisation du fourreau cutané se fait alors de distal en proximal par des anastomoses artérielles distales et l'artère collatérale controlatérale, mais aussi par des microanastomoses cutanées. Ces dernières peuvent suffire à revasculariser l'ensemble du fourreau cutané d'un doigt en l'absence de l'artère collatérale controlatérale qui serait le siège d'une avulsion très distale. Le temps de charge de la partie proximale du fourreau est variable en fonction de l'existence ou non de cette artère collatérale controlatérale. L'avulsion complète de cette dernière ne contre-indique donc pas la replantation, la revascularisation du fourreau se faisant alors par un réseau anastomotique artériel a contrario des artères cutanées et sous-cutanées.

Le temps nerveux de la replantation peut, dans ce contexte, faire appel à une greffe nerveuse primaire favorisant l'hémipulpe dominante (ulnaire pour l'annulaire) en prélevant sur le nerf controlatéral irréparable la longueur requise selon le concept d'« auto-doigt-banque ». En effet, un prélèvement à distance d'un nerf ne se justifie pas dans ce contexte d'avulsion digitale où seuls 40 à 50 % des replantations se soldent de succès. Il est parfois possible, cependant, de réaliser une réparation directe en faisant appel à une suture croisée. Il suffit, pour ce faire, de sélectionner en proximal comme en distal le moignon nerveux le plus long. L'excès relatif de longueur obtenue autorise alors une suture croisée.

La fermeture cutanée achève ce temps palmaire ; elle est le plus souvent aisée même en l'absence de raccourcissement osseux.

À la face dorsale, de nombreux cas permettent une suture directe des veines, mais une greffe de peau s'avère souvent nécessaire. Dans le cas d'une perte de substance mixte peau et veines, l'utilisation d'un des lambeaux « porte-veine » précédemment décrits est alors la solution de choix.

Plusieurs classifications ont été proposées dans la littérature pour tenter de codifier ce type d'amputation digitale par avulsion due à une bague [28]. Outre la description de la nature et de la sévérité des lésions, une classification en chirurgie a aussi pour but de dicter la conduite thérapeutique. C'est pourquoi elle doit être simple, facilement mémorisable, mais aussi reproductible pour une utilisation dans le contexte de l'urgence. Pour nous, seule la classification de Michon et Merle (1979) remplit ce cahier des charges, introduisant une notion de pronostic fonctionnel dans la description du niveau lésionnel. Aujourd'hui, nous utilisons une classification Michon-Merle 1979 modifiée Faivre-Gaston 2004 qui redistribue le stade IV pour obtenir une adéquation entre la gravité croissante des lésions et le pronostic fonctionnel péjoratif des traumatismes de ce stade (Tableau 1) [29].

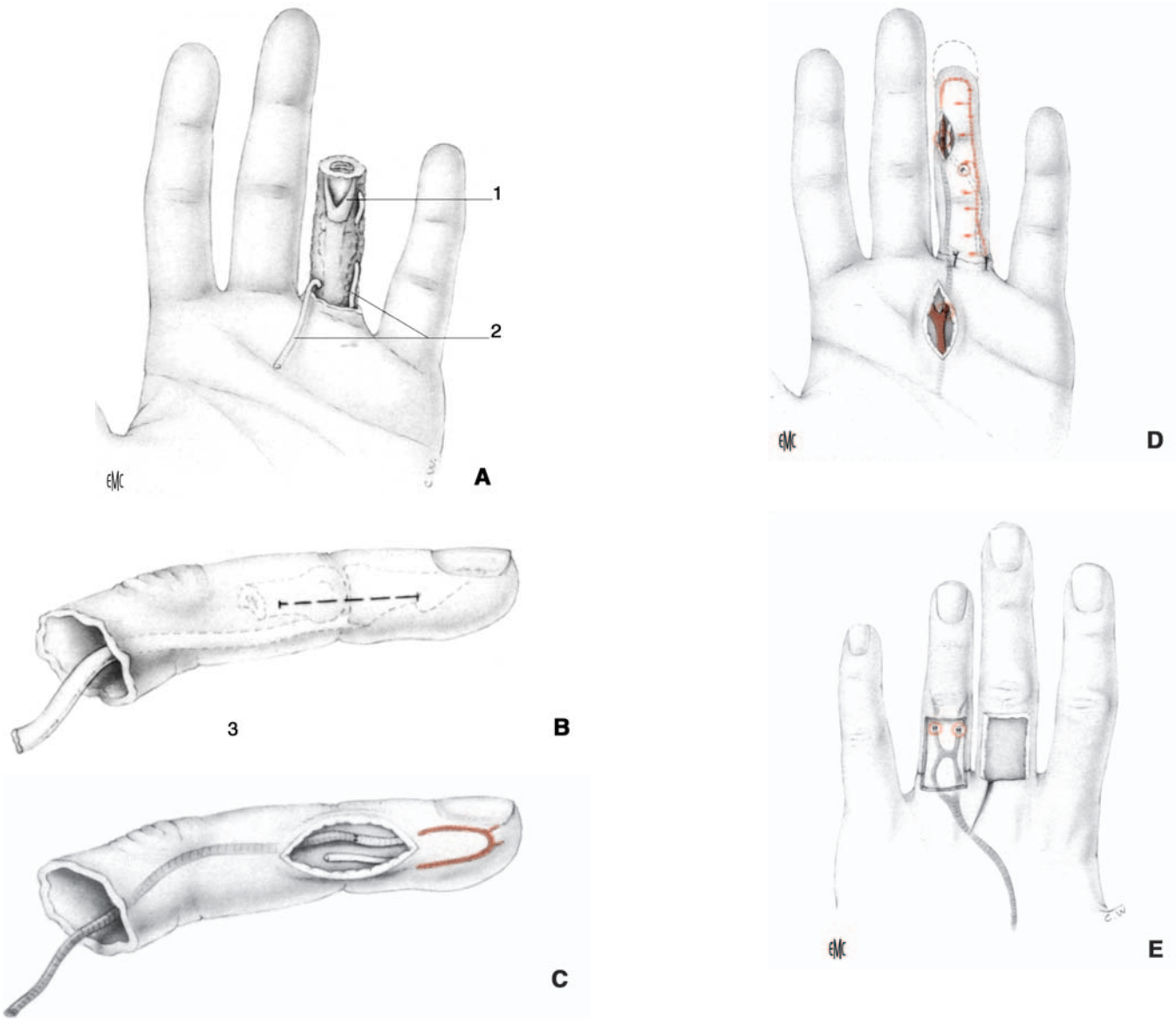


Figure 16. Replantation des doigts avulsés : « ring finger ».
A. Moignon digital proximal. 1. Fléchisseur superficiel ; 2. nerf collatéral palmaire.
B. Voie d'abord médiolatérale en regard de l'interphalangienne distale. 3. Fléchisseur profond avulsé.
C. Branchement premier du greffon veineux en terminoterminal sur l'artère collatérale palmaire.
D. Suture proximale du greffon veineux sur l'artère collatérale palmaire à la bifurcation. Suture croisée du nerf.
E. Lambeau en drapeau hétérodactyle (III/IV) porte-veine.

Tableau 1.
Classifications des « ring fingers » ou « doigts de bague ».

| Michon et Merle 1979 | | Michon-Merle modifiée Faivre-Gaston 2004 |
|----------------------|---|--|
| Stade I | Lésions cutanées pures | Lésions cutanées pures |
| Stade II | Lésions vasculaires partielles | Lésions vasculaires partielles |
| Stade III | Dévascularisation totale | Dévascularisation totale |
| Stade IV | IV A Amputation complète : désarticulation proximale | Amputation complète : déshabillage cutané sans lésion squelettique ni lésion tendineuse |
| | IV B Amputation complète : fracture du col de P2 ou IPD | Amputation complète : fracture de P2 en aval de l'insertion du FCS, ou désarticulation IPD, ou fracture de P3 |
| | IV C Amputation complète : déshabillage cutané sans lésion squelettique | Amputation complète : fracture de P1, désarticulation IPP, fracture en base de P2 en amont de l'insertion du FCS |

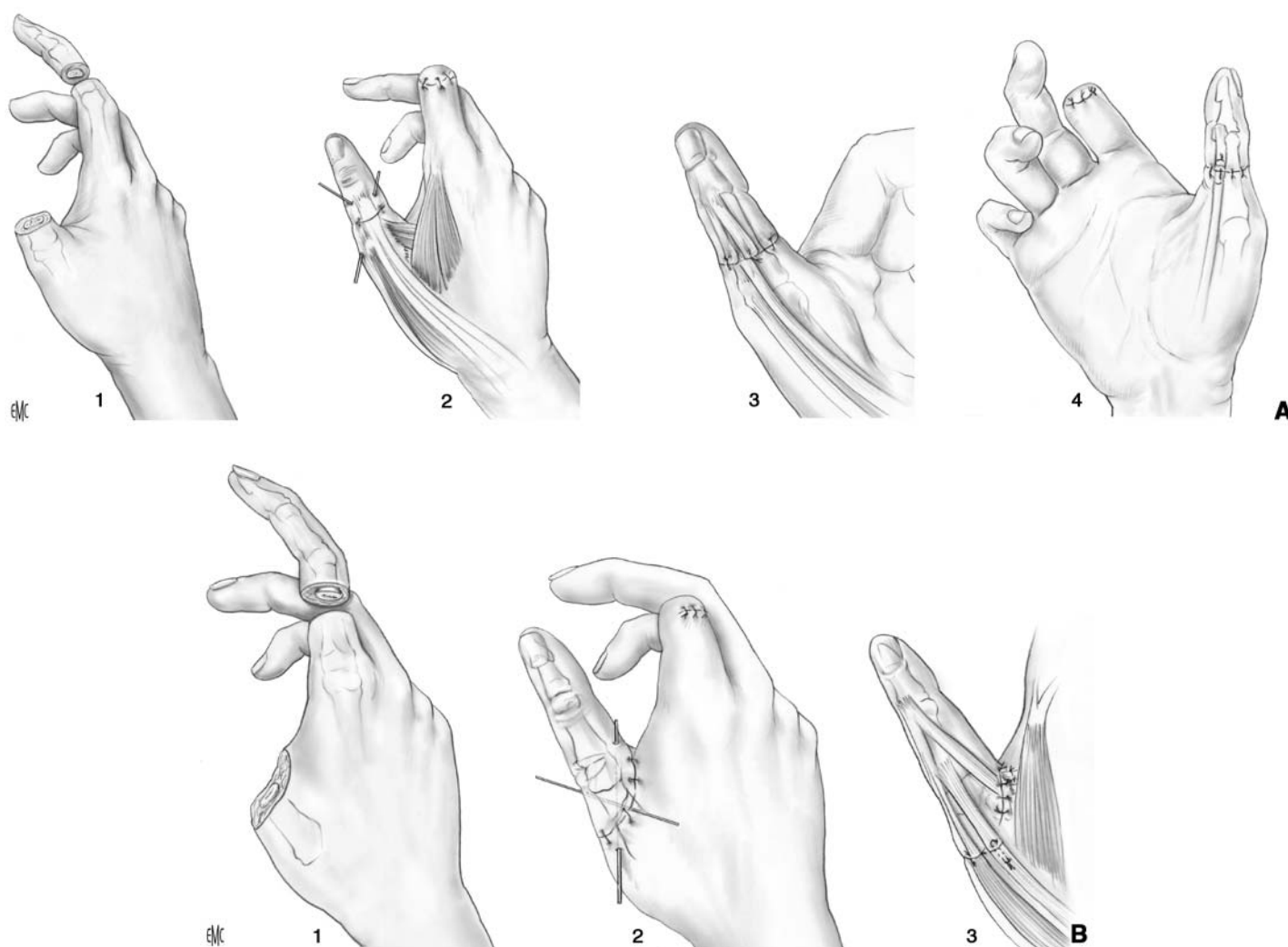
FCS : fléchisseur commun superficiel ; IPD : interphalangienne distale ; IPP : interphalangienne proximale.

Hétéroreplantation et doigt-banque [30, 31]

Confrontés à des lésions multidigitales, ces deux principes du D« doigt-banque » et de l'hétéroreplantation doivent être gardés à l'esprit au moment de planifier la reconstruction.

Reconstruction du pouce par hétéroreplantation (Fig. 17)

Les scies circulaires et toupies occasionnent souvent des lésions multidigitales. L'indication la plus évidente d'une

**Figure 17.**

A. Replantations hétérotopiques. 1. Amputation proximale du pouce à hauteur de la base de P1, amputation de l'index au niveau de P2 ; 2. hétéroreplantation de l'index en position de pouce ; ostéosynthèse entre la base de P1 du pouce et P2 de l'index ; 3. les bandelettes latérales de l'appareil extenseur de l'index sont solidarisées au long extenseur du pouce ; 4. le fléchisseur profond de l'index est suturé au long fléchisseur du pouce.

B. Replantations hétérotopiques. 1. Amputation proximale de la colonne du pouce à hauteur du métacarpien et amputation de l'index en amont de l'interphalangienne proximale ; 2. ostéosynthèse entre P1 de l'index et le premier métacarpien ; 3. suture de la bandelette médiane de l'extenseur au moignon proximal du long extenseur du pouce. Utilisation des bandelettes latérales de l'extenseur de l'index pour reconstruire les thénariens externes et l'expansion aponevrotique de l'adducteur.

reconstruction du pouce par hétéroreplantation se rencontre lorsque ce doigt n'a pas été retrouvé ou est le siège d'un délabrement interdisant sa replantation. Si l'index ou un autre doigt long est lui-même amputé, l'indication de la replantation hétérotopique est alors absolue. Dans ces conditions, le bénéfice que l'on peut attendre de cette stratégie est double : d'une part, en reconstruisant le pouce, on restaure l'aptitude aux pinces pollicidigitales, atout fonctionnel inestimable, d'autre part, cette « redistribution » digitale confère au doigt replanté en situation de pouce un intérêt fonctionnel bien supérieur à celui que l'on peut attendre de la reposition proximale d'un doigt long. En particulier, la raideur de l'interphalangienne proximale, source d'échec fonctionnel des replantations proximales des doigts longs, devient tolérable lorsque celle-ci se trouve en situation de métacarpophalangienne du pouce.



Principe du doigt-banque

En cas de lésions multidigitales, un doigt non replantable doit être, a priori, considéré comme site donneur d'unités tissulaires transférables, susceptible de contribuer à la reconstruction d'un doigt voisin. La liste des possibilités techniques pratiques exploitant ce principe est pratiquement infinie. Selon les cas, il peut s'agir de transferts non vascularisés, sous forme

de greffes conventionnelles, ou bien d'authentiques « lambeaux libres » rebranchés par microanastomoses sur le site receveur. Le [Tableau 2](#) rapporte les plus courantes de ces applications du « doigt-banque ».

Soins et surveillance postopératoire ^[32]

Avant toute tentative de replantation, des explications simples et claires doivent être données au patient. Il est vrai que le caractère stressant de l'urgence, le traumatisme psychologique et le contexte affectif de l'accident ne facilitent pas cette discussion. Dès ce stade, le patient doit être prévenu du risque de reprise chirurgicale précoce et du risque d'échec vasculaire. Le patient doit se soumettre aux règles d'hygiène et de bonne conduite en postopératoire, et en accepter les contraintes. L'arrêt total du tabac est impératif (chez le patient fumeur, l'arrêt total et immédiat du tabac doit être établi par contrat tacite avec le chirurgien avant le geste de replantation lui-même). Cette chirurgie requiert en effet une participation totale du patient et une observance des consignes en per- et en postopératoire. En effet, la quasi-totalité

Tableau 2.

Doigt-banque : applications pratiques.

| Nature du greffon | Grefte conventionnelle | Transplant tissulaire vascularisé libre ou pédiculé |
|-------------------|---|---|
| Peau | Grefte peau mince Grefte peau totale | |
| Pulpe | | Lambeau libre pulpaire |
| Lit unguéal | Grefte conventionnelle | |
| Vaisseaux | Greffon artériel pour pontage Greffon veineux pour pontage | Grefte composite |
| Nerf | Grefte nerveuse conventionnelle | Artère + nerf (greffe de nerf vascularisé ?) |
| Tendon | Grefte tendineuse | |
| Os | Greffon osseux conventionnel | |
| Articulation | | Transfert articulaire vascularisé libre ou pédiculé |

des interventions est menée sous anesthésie locorégionale et des reprises précoces au bloc opératoire peuvent s'imposer.

L'examen clinique du doigt replanté est le critère essentiel et suffisant de la surveillance postopératoire. Il apprécie la coloration et la température locale, mais surtout la rapidité du pouls cutané, et aussi la tonicité de la pulpe, sa capacité à se réexpandre spontanément lorsqu'on la déprime, bon gage de la vascularisation artérielle.

Nous n'utilisons le saignement dirigé que dans les cas d'amputations très distales, c'est-à-dire les zones 2 voire 3 d'Ishikawa. En amont, une suture veineuse est nécessaire pour assurer le succès vasculaire de la replantation. L'utilisation de sangsues est devenue anecdotique dans notre service, voire inexistante en matière de replantation. Leur utilisation ne se conçoit que dans le cas de reprise chirurgicale contre-indiquée, refusée ou impossible.

Nous n'utilisons aucun moyen paraclinique pour le monitoring des gestes microchirurgicaux. Seule l'expérience du personnel qui assure la surveillance régulière et rapprochée est pour nous le garant d'une détection précoce des complications. L'habitude du service est d'adopter pour le chirurgien responsable une astreinte morale pendant les 48 à 72 premières heures suivant le geste de replantation.

Cette chirurgie de replantation digitale ne se conçoit que dans un service spécialisé, avec une équipe chirurgicale rompue à ces techniques, assistée d'une équipe paramédicale expérimentée et entraînée à la surveillance postopératoire des premiers jours.

■ Complications. Reprises ^[32]

Une reprise chirurgicale n'a de chances d'être couronnée de succès qu'effectuée précocement (c'est-à-dire dans les 3 premières heures) suivant l'apparition des signes de souffrance, qu'il s'agisse de signes d'ischémie ou de stase. L'insuffisance de la perfusion est diagnostiquée cliniquement, l'examen permettant d'orienter vers une insuffisance veineuse (cyanose, accélération du pouls cutané) ou artérielle (pâleur, froid, ralentissement voire absence de pouls, pulpe vide). Les causes locales doivent être éliminées au lit du malade par le chirurgien responsable (compression du pansement, points à lâcher) avant de renvoyer le malade au bloc opératoire. L'exploration chirurgicale identifie la cause vasculaire, qu'elle soit d'origine extrinsèque (hématome compressif par exemple) ou intrinsèque, c'est-à-dire liée au vaisseau lui-même ou à une anastomose. La révision vasculaire s'impose souvent. Par ailleurs, il est possible mais peu fréquent que la simple réfection d'une anastomose suffise à régler le problème. Souvent, un échelon supplémentaire dans l'arsenal thérapeutique doit être franchi au cours de cette reprise, en

“ Points essentiels

Replantations digitales : protocole postopératoire et monitoring clinique

- Pansement fait au bloc par l'équipe chirurgicale (chirurgien)
 - Surveillance 1 heure en salle de réveil en vue d'une reprise précoce : installation au lit du patient, lampe chauffante. Retour dans le service d'hospitalisation après accord du chirurgien
 - Revue de l'installation dans le service : équipe chirurgicale (chirurgien) + équipe d'infirmiers diplômés d'État, consignes expliquées à l'équipe soignante responsable de la surveillance postopératoire
 - Patient à jeun la première nuit en prévision d'une reprise chirurgicale précoce
 - Arrêt total du tabac
 - Alitement strict 5 jours
 - Lampe chauffante
 - Membre surélevé (coussin, attelle plâtrée de confort)
 - Médication :
 - vasodilatateur (Fonzyline[®]) par voie intraveineuse débuté au bloc lors des sutures vasculaires puis une injection intraveineuse par 24 heures pendant 5 jours et relais per os 1 mois
 - héparine de bas poids moléculaire à dose iso-coagulante. Arrêt à j6
 - antiagrégant plaquettaire (Kardégic[®] 75 mg) : un sachet par 24 heures débuté à j1 et poursuivi 1 mois
 - anxiolytique (Tranxène[®]) par voie intraveineuse lente (de 20 à 50 mg) en fonction du patient
 - antalgie (selon le protocole des anesthésistes)
 - protecteur gastrique (inhibiteur de la pompe à protons) par voie intraveineuse la première nuit puis relais per os
 - Premier lever, lit-fauteuil à j5. Sortie du service à j7
 - Surveillance clinique horaire initiale (une fois par heure pendant 48 heures puis espacement des contrôles) :
 - pouls capillaire
 - coloration du fragment replanté
 - température cutanée
- Appel du chirurgien à la moindre modification (astreinte morale de 5 jours)

réalisant un pontage en remplacement de la suture primaire qui s'est thrombosée. En revanche, la révision après replantation très distale où aucune suture veineuse n'a pu être réalisée est inutile. Dans les heures, voire les jours qui suivent l'intervention, les spasmes sont fréquents dans ce contexte et souvent ils sont spontanément résolutifs. De plus, la petite taille et la brièveté du vaisseau pulpaire distal laissent peu de place pour une révision anastomotique et un éventuel pontage.

■ Indications : règles générales ^[10, 33, 34]

Si chaque cas est à considérer individuellement, un certain nombre de règles générales doivent être observées.

Certaines situations sont des indications absolues : c'est le cas du pouce où la replantation doit pratiquement toujours être tentée, quel que soit le mécanisme, y compris l'avulsion. C'est également le cas des amputations chez l'enfant, chez qui les résultats de cette chirurgie de replantation bénéficient d'une qualité de réinnervation bien supérieure et surtout de qualités adaptatives probablement dues à une plasticité corticale chez

l'enfant, lui permettant de transformer un pronostic péjoratif en résultat fonctionnel utile [35].

Dans les amputations multidigitales, la notion classique qui contre-indique la replantation en cas d'amputation en amont de l'interphalangienne proximale ne s'applique plus. Cette fois, la priorité est à la reconstruction d'une pince pollicidigitale et la replantation d'un ou plusieurs doigts est licite, les conditions locales pouvant requérir une hétéroreplantation et/ou faire appel au concept du doigt-banque.

Toutes les amputations au-delà de l'interphalangienne proximale doivent être considérées comme des indications potentielles à une réimplantation [36]. La mobilité conservée (et précocement entretenue) de cette articulation est le garant d'un résultat fonctionnel acceptable. Les contre-indications, dans ce cas, viennent du bilan lésionnel local (*crush*-avulsion, lésions multifocales du fragment amputé) ou encore général (patient âgé, fumeur ...).

Les plus distales de ces amputations digitales (à l'interphalangienne distale et au-delà) représentent les meilleures indications de réimplantation. Lorsque la section passe au-delà de l'interligne articulaire de l'interphalangienne distale, la mobilité de cette articulation peut souvent être conservée. De plus, l'aspect esthétique a tout à gagner de la conservation de la longueur du doigt et du lit unguéal. À cet égard, une replantation réussie donne un résultat supérieur à celui obtenu par un lambeau local de couverture. Lorsque aucun nerf n'a pu être suturé, un certain degré de neurotisation de contiguïté suffit à donner une sensibilité pulpaire utile, allant d'une sensibilité de protection jusqu'à une sensibilité discriminative. Ailleurs, un lambeau sensible d'avancement à partir de la pulpe proximale peut être utilisé secondairement pour resensibiliser la pulpe distale. La replantation a alors pour mérite essentiel de conserver un appareil unguéal intact.

La possibilité d'un échec vasculaire doit être gardée en mémoire lors du geste technique. En effet, en cas d'échec, la tentative de réimplantation ne doit pas se solder par une amputation plus proximale que celle qui aurait pu être réalisée en première intention. Ceci est particulièrement vrai pour les amputations très distales où, en l'absence de suture veineuse, le taux d'échec avoisine les 40 % : il est exceptionnel qu'un pontage artériel soit licite pour ces replantations très distales. L'abord pédiculaire qu'il impose risque, en cas d'échec ultérieur, de rendre impossible tout lambeau local de couverture du moignon, imposant une amputation plus proximale.

■ Contre-indications

Les contre-indications d'ordre général à cette chirurgie de replantation sont facilement délimitées. Ce sont celles où l'intérêt vital du patient prime (polytraumatisme par exemple), automutilation dans un contexte psychiatrique connu ou inaugural.

La reposition d'une amputation proximale unique d'un doigt long ne saurait être entreprise que poussée par des impératifs particuliers : enfants ; femme jeune surtout préoccupée de l'aspect esthétique ; patient aux très fortes motivations fonctionnelles. Dans ce cas, le patient doit être prévenu du résultat fonctionnel prévisible de ces replantations, de la durée de rééducation exigée et de la forte probabilité de gestes chirurgicaux ultérieurs [37-39].

■ Conclusion [40]

Les amputations digitales sont des lésions graves devant être prises en charge dans des services spécialisés, avec une équipe chirurgicale affirmée sur les indications et rompue aux techniques microchirurgicales de replantation, aidée d'une équipe paramédicale expérimentée pour la surveillance postopératoire.

C'est la condition essentielle pour une prise en charge adaptée, garante du résultat vasculaire et fonctionnel dans ce cadre de traumatologie hyperspécialisée.



■ Références

- [1] Rose EH. Revascularisation of digits after prolonged warm ischemia. *J Reconstr Microsurg* 1988;**4**:137-8.
- [2] Buck-Gramcko D. Indikation und Technik der Replantation. *Langenbecks Arch Chir* 1978;**347**:97-104.
- [3] Buncke HJ, Alpert BS, Johnson-Giebink R. Digital replantation. *Surg Clin North Am* 1981;**61**:383-94.
- [4] Dautel G, Voche P. Replantations digitales. In: Merle M, Dautel G, editors. *La main traumatique, l'urgence*. Paris: Masson; 1992. p. 249-81.
- [5] Banzet P, Le Quang C, Beres J, Mitz V, Lorenceau P, Dufourmentel C, et al. Analyse des résultats à un an d'une série de réimplantations digitales. *Ann Chir* 1977;**31**:1041-6.
- [6] Weiland AJ, Villarreal-Rios A, Kleinert HE, Kutz J, Atasoy E, Lister G. Replantation of digits and hands. Analysis of surgical techniques and functional results in 71 patients with 86 replantations. *J Hand Surg [Am]* 1977;**2**:1-2.
- [7] Lenday PG, Owen ER. Microvascular repair of completely severed digit. Fate of digital vessels after six months. *Med J Aust* 1970;**2**:818-20.
- [8] O'Brien BM, Miller GD. Digital reattachment and revascularization. *J Bone Joint Surg Am* 1973;**55**:714-24.
- [9] Alpert BS, Buncke HJ, Brownstein M. Replacement of damaged arteries and veins with vein grafts when replanting crushed, amputated fingers. *Plast Reconstr Surg* 1978;**61**:17-22.
- [10] Merle M, Michon J, Foucher G. Utilisation d'une cotation dans la reposition des doigts. *Nouv Presse Med* 1976;**5**:2392.
- [11] Merle M, Dap F, Foucher G, Bouchon Y, Michon J. Réimplantation et revascularisation du pouce. Problèmes techniques et résultats. À propos de 125 cas. *Chirurgie* 1984;**110**:255-65.
- [12] Komatsu S, Tamai S. Successful replantation of a completely cut-off thumb. Case report. *Plast Reconstr Surg* 1968;**42**:374-7.
- [13] Earley MJ. Microsurgical revascularisation of the thumb pulp with a discussion of the venous drainage of the thumb. *J Hand Surg [Br]* 1985;**10**:347-50.
- [14] Foucher G, Henderson HR, Maneau M, Merle M, Braun FM. Distal digital replantation: is one of the best indication for microsurgery. *Int J Microsurg* 1981;**3**:263-70.
- [15] Koshima I, Yamashita S, Sugiyama N, Ushio S, Tsutsui T, Nanba Y. Successful delayed venous drainage in 16 consecutive distal phalangeal replantations. *Plast Reconstr Surg* 2005;**115**:149-54.
- [16] Kubo T, Ikita Y, Watari S, Okuhira N, Tsuge K. The smallest digital replant yet? *Br J Plast Surg* 1976;**29**:313-4.
- [17] Matsuzaki H, Yoshizu T, Maki Y, Tsubokawa N. Functional and cosmetic results of fingertip replantation: anastomosing only the digital artery. *Ann Plast Surg* 2004;**53**:353-9.
- [18] Rose EH, Norris MS, Kowalski TA. Microsurgical management of complex fingertip injuries: comparison to conventional skin grafting. *J Reconstr Microsurg* 1988;**4**:89-98.
- [19] Tsai TM, McCabe SJ, Maki Y. A technique for replantation of the finger tip. *Microsurgery* 1989;**10**:1-4.
- [20] Dautel G, Ferreira AP, Corcella D, Merle M. Replantations digitales distales : à propos d'une série de 61 cas. *La Main* 1997;**2**:329.
- [21] Faivre S, Lim A, Dautel G, Duteille F, Merle M. Adjacent and spontaneous neurotization after distal digital replantation in children. *Plast Reconstr Surg* 2003;**111**:159-65.
- [22] Martin DL, Kaplan IB, Kleinert JM. Use of a reverse cross-finger flap as a vascularised vein graft carrier in ring avulsion injuries. *J Hand Surg [Am]* 1990;**15**:155-9.
- [23] Honda T, Nomura S, Yamauchi S, Shimamura K, Yoshimura M. The possible applications of composite skin and subcutaneous vein graft in the replantation of amputated digits. *Br J Plast Surg* 1984;**37**:607-12.
- [24] Tsai TM, Matiko JD, Breidenbach W, Kutz JE. Venous flaps in digital revascularisation and replantation. *J Reconstr Microsurg* 1987;**3**:113-9.
- [25] Tamai S, Hori Y, Fukui A, Shimizu T. Finger replantation. *Int Surg* 1981;**66**:9-12.

- [26] Bieber EJ, Wood MB, Cooney WP, Amadio PC. Thumb avulsion: results of replantation and revascularisation. *J Hand Surg [Am]* 1987;**12**:786-9.
- [27] Foucher G, Citron N, Merle M, Dury M. La revascularisation des arrachements digitaux par bagues. *Ann Chir Main* 1986;**5**:256-9.
- [28] Kay S, Werntz J, Wolff TW. Ring avulsion injuries: classification and prognosis. *J Hand Surg [Am]* 1989;**14**:204-13.
- [29] Gaston A. Doigts de bague : techniques chirurgicales, résultats et indications. À propos d'une série de 33 cas. [thèse médecine], Toulouse III, 2004.
- [30] Michon J, Merle M, Foucher G. Traumatismes complexes de la main, traitement tout en un temps avec mobilisation précoce. *Chirurgie* 1977;**103**:956-64.
- [31] Michon J, Merle M, Foucher G. La microchirurgie en traumatologie de la main. *Rev Chir Orthop* 1978;**64**:315-7.
- [32] Braga-Silva J. Single digit replantations in ambulatory surgery. 85 cases. *Ann Chir Plast Esthet* 2001;**46**:74-83.
- [33] Biemer E. Definitions and classifications in replantation surgery. *Br J Plast Surg* 1980;**33**:164-8.
- [34] Chen ZW, Meyer VE, Kleinert HE, Beasley RW. Present indications and contra indications for replantation as reflected by long term functional result. *Orthop Clin North Am* 1981;**12**:849-54.
- [35] Cheng GL, Pan DD, Zhang NP, Fang GR. Digital replantation in children: a long-term follow-up study. *J Hand Surg [Am]* 1998;**23**:635-46.
- [36] Goldner RD, Stevanovic MV, Nunley JA, Urbaniak JR. Digital replantation at the level of the distal interphalangeal joint and the distal phalanx. *J Hand Surg [Am]* 1989;**14**:214-20.
- [37] Ross DC, Manktelow RT, Wells MT, Boyd JB. Tendon function after replantation: prognostic factors and strategies to enhance total active motion. *Ann Plast Surg* 2003;**51**:141-6.
- [38] Wang H. Secondary surgery after digit replantation: its incidence and sequence. *Microsurgery* 2002;**22**:57-61.
- [39] Yu JC, Shieh SJ, Lee JW, Hsu HY, Chiu HY. Secondary procedures following digital replantation and revascularisation. *Br J Plast Surg* 2003;**56**:125-8.
- [40] Soucacos PN. Indications and selection for digital amputation and replantation. *J Hand Surg [Br]* 2001;**26**:572-81.

G. Dautel, Professeur de chirurgie, Chef de service (gilles.dautel@wanadoo.fr).

S. Faivre, Chef de Clinique, assistant des Hôpitaux.

Service de chirurgie plastique et reconstructrice de l'appareil locomoteur, SOS mains, CHU Nancy, Hôpital Jeanne d'Arc, 54201 Dammartin-lès-Toul cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Dautel G., Faivre S. Replantations digitales. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-380, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Replantations distales du membre supérieur

G. Dautel, S. Faivre

Le caractère proximal des amputations distales du membre inférieur leur confère en apparence une exigence technique moindre de par la taille des différents fragments tissulaires à réparer. Il n'en est rien, avec en plus la notion du délai qui devient ici crucial. En effet, la durée d'ischémie et les conditions d'acheminement du membre amputé deviennent critiques. Les mêmes moyens de réfrigération doivent être utilisés, la main amputée environnée de glace mais sans contact direct avec celle-ci. Une telle réfrigération est impossible dans les amputations subtotaux où persiste un pont cutané. Dans tous les cas, au-delà de 6 heures, à température ambiante, l'involution fibreuse des muscles intrinsèques due à l'ischémie ajoute ses effets à ceux de la dénervation. La période initiale de prise en charge de ces blessés offre une opportunité unique de réaliser toutes les réparations nécessaires dans des conditions techniques optimales qui ne se représenteront plus ultérieurement. Le raccourcissement osseux prend ici un caractère quasi systématique. Pour le reste, les règles édictées dans le chapitre des replantations digitales sont identiques.

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Ischémie ; Microchirurgie ; Indications ; Replantation ; Replantations distales du membre supérieur ; Raccourcissement osseux

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Préparation des deux extrémités | 2 |
| ■ Choix et technique de l'ostéosynthèse | 3 |
| Amputation au poignet à travers le squelette antibrachial | 3 |
| Amputation à travers le massif carpien | 3 |
| Amputations transmétacarpiennes | 4 |
| ■ Temps palmaire de la replantation | 4 |
| Réparation des tendons fléchisseurs | 4 |
| Réparation nerveuse | 4 |
| Réparation artérielle | 4 |
| ■ Temps dorsal de la replantation | 5 |
| Réparation de l'appareil extenseur | 5 |
| Réparation veineuse | 5 |
| ■ Couverture cutanée | 5 |
| ■ Soins et surveillance postopératoires | 6 |
| ■ Complications. Reprises | 6 |
| ■ Indications | 6 |
| Bilan général | 7 |
| Bilan local | 7 |

■ Introduction

Le bilan initial doit préciser le mécanisme lésionnel, section franche, avulsion et écrasement se rencontrant isolément ou en association. De ce mécanisme lésionnel et de l'état d'attrition vont dépendre la stratégie, la nécessité de recourir à des pontages, le choix du type d'ostéosynthèse et l'importance d'un

éventuel raccourcissement osseux. L'état général du patient, l'existence de lésions associées et l'importance de la déperdition sanguine sont également évalués à ce stade. Soulignons qu'un garrot n'est pratiquement jamais nécessaire lors du transport. Un simple pansement compressif suffit à maîtriser le saignement d'une artère radiale ou ulnaire sectionnée au poignet [1-5].

La présence à la main et à l'avant-bras de tissu musculaire diminue leur tolérance à l'ischémie, contrairement au segment digital. Au-delà de 6 heures d'ischémie chaude (à température ambiante), l'involution fibreuse des muscles, conséquence inéluctable de l'anoxie, grève lourdement le pronostic fonctionnel des replantations plus proximales. Des délais de 6 heures et bien plus restent donc compatibles avec une replantation digitale ; en revanche, dès que le niveau lésionnel comporte des muscles, ce délai est important à considérer et tout doit être mis en œuvre pour le minimiser. En ischémie froide, la replantation est plus favorable si le fragment amputé a bénéficié d'un conditionnement optimal. Quoi qu'il en soit, il est formellement interdit de compléter une amputation subtotale, même avec un infime pont cutané, sous prétexte de se mettre dans des conditions d'ischémie froide. En effet, en ischémie chaude, il est bien plus difficile de conditionner le fragment distal pour le refroidir.

Seuls un bilan biologique préopératoire et un bilan de radiologie standard sont nécessaires. En effet, le contrôle de la crase sanguine et la numération formule sanguine sont des éléments de référence importants à connaître. Les radiographies standards des fragments proximal et distal identifient le type de fracture et orientent parfois sur le mécanisme lésionnel. Ce bilan d'imagerie permet surtout de planifier l'acte d'ostéosynthèse.

La stratégie adoptée est univoque [2]. Une fois arrêtée l'indication de reposition, l'intervention débute par une préparation

de chacune des deux extrémités. L'ostéosynthèse est alors réalisée, suivie de la réparation des différentes structures palmaires. Un changement d'installation est nécessaire dans un second temps pour réparer l'appareil extenseur et les veines dorsales, voire les rameaux nerveux sensitifs. Éventuellement, à ce stade, une couverture cutanée par lambeau pédiculé ou libre peut être réalisée [6] ; pour nous, il est préférable de différer de quelques jours ce geste de couverture cutanée, permettant de contrôler la réussite vasculaire du geste et une évolution septique éventuelle. Bien entendu, la couverture cutanée est assurée en urgence lorsqu'il est nécessaire de couvrir un pontage ou un site de réparation vasculaire exposés [7-10].

■ Préparation des deux extrémités

(Fig. 1)

Un brossage chirurgical utilisant un antiseptique non colorant constitue le premier temps de préparation. Des solvants (éther) peuvent être utilisés pour ces extrémités maculées de graisse après amputation dans une machine industrielle ou machine-outil. Le parage et la préparation de l'extrémité proximale sont menés sous garrot et anesthésie locorégionale.

Le parage cutané élimine les berges contuses ou dévitalisées. Dans les lésions de dégantage dues à l'avulsion, la peau décollée et ne gardant qu'une charnière distale doit être sacrifiée.

Les incisions cutanées nécessaires à l'exposition des structures à réparer sont réalisées à ce stade. La rétraction des berges est pérennisée par des fils noués sur la peau. Ces incisions utilisent les tracés usuels : dans les amputations au poignet, l'ouverture du canal carpien et du canal de Guyon donne accès au médian, aux fléchisseurs et au pédicule ulnaire. L'artère radiale est abordée, suivant le niveau d'amputation, dans la gouttière du

pouls ou au sommet du premier espace interosseux dorsal. Les incisions dans la paume elle-même s'effectuent selon des tracés brisés de type « Brunner », évitant de croiser les plis de flexion à angle droit.

Chaque structure à réparer est identifiée et repérée à ce stade. Un clamp simple, à usage microchirurgical, dont la taille et la pression de serrage sont adaptées au vaisseau considéré, est utilisé pour repérer les éléments artériels. Au poignet, les artères radiale et ulnaire sont ainsi identifiées. Pour les amputations plus distales, la dissection isole l'arcade palmaire superficielle elle-même ou ses branches de division. Les nerfs sont à leur tour disséqués et repérés. Au poignet, cette dissection porte sur les nerfs médian et ulnaire, la branche sensitive du radial et du nerf ulnaire. Dans les amputations transmétacarpiennes, ce sont les nerfs digitaux communs ou les nerfs collatéraux eux-mêmes qui doivent être repérés. Le repérage des tendons fléchisseurs s'effectue en plaçant d'emblée sur chaque tendon identifié le fil-boucle résorbable de Tsugé qui sert ultérieurement à la suture. Au préalable, chaque tendon est recoupé en zone saine, en utilisant l'instrumentation de Meyer et en tenant compte du futur parage osseux (raccourcissement osseux). Chaque fil est ensuite « mis sur pince ». Il est commode de séparer à ce stade tendons fléchisseurs superficiels et profonds en utilisant une famille distincte de pinces repères pour chacun de ces deux groupes. La traction sur l'extrémité distale de chacun des tendons fléchisseurs différencie aisément les superficiels des profonds. Sur l'extrémité proximale, en revanche, les seuls repères sont d'ordre anatomique. La morphologie des tendons et leur disposition spatiale constituent toutefois un guide supplémentaire utile pour les identifier. Veines dorsales et tendons extenseurs sont repérés de la même manière. Ce repérage des tissus mous à anastomoser doit être méthodique,

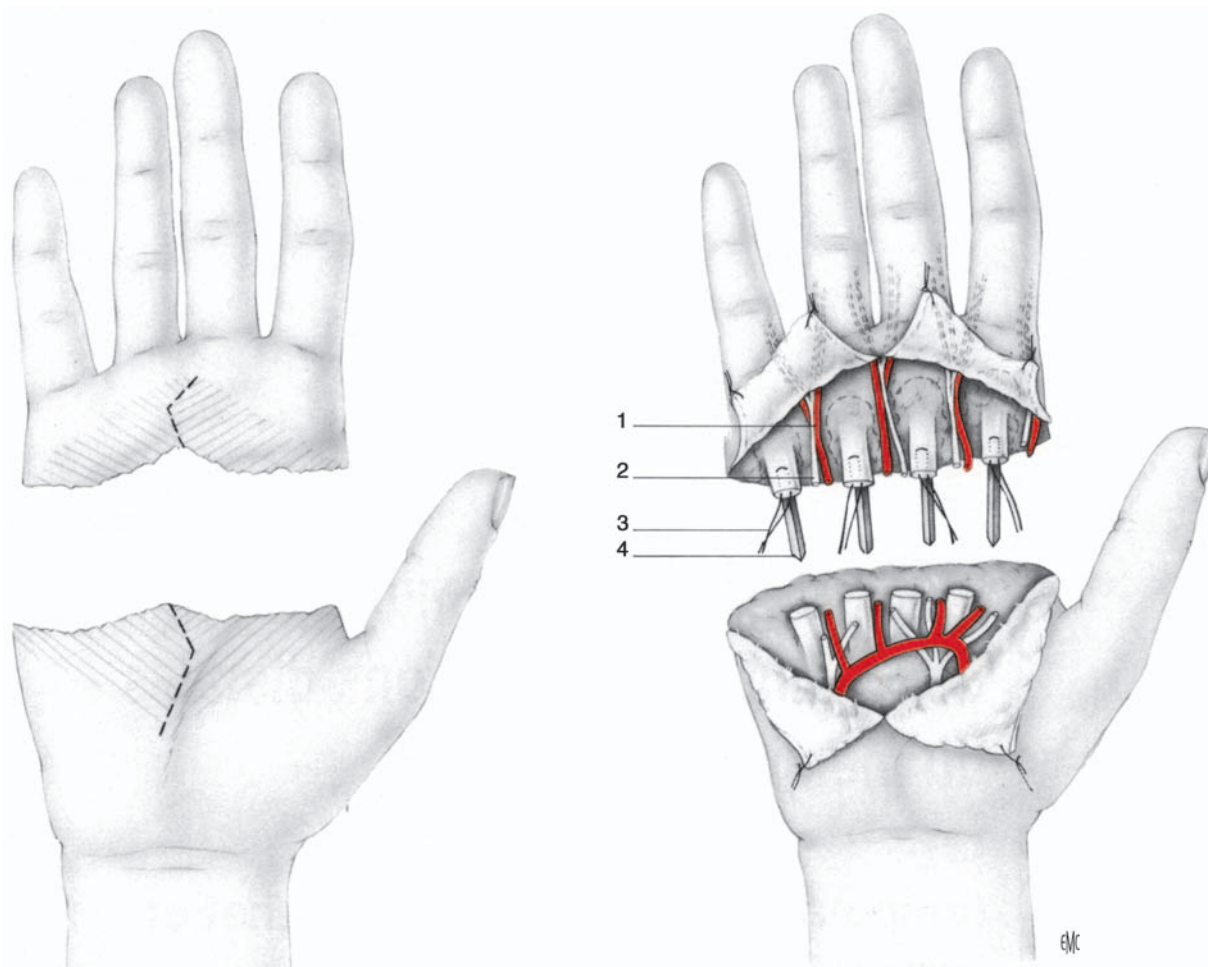


Figure 1. Préparation des deux extrémités en cas de replantation transmétacarpienne. Artères (1) et nerfs (2) disséqués et repérés ; 3. fils de Tsugé repérant les tendons fléchisseurs ; 4. bilboquets en place dans la cavité médullaire des métacarpiens.

précis et soigneux pour s'affranchir d'une nouvelle préparation ou d'un nouveau repérage après l'ostéosynthèse.

Le parage osseux doit tenir compte du type d'ostéosynthèse réalisable et de l'existence ou non d'un problème de couverture cutanée. Le raccourcissement du squelette dispense, le plus souvent, d'un pontage vasculaire ou d'un lambeau cutané, mais, s'il est sans conséquence pour la fonction du membre supérieur, en revanche il doit être discuté avec économie au membre inférieur.

Lorsque l'amputation concerne le squelette antibrachial, l'ostéosynthèse fait appel, le plus souvent, à une plaque vissée. Le raccourcissement s'effectue à la scie oscillante, aux dépens de l'une ou l'autre des deux extrémités, en conservant toutefois au fragment épiphysaire la longueur nécessaire pour autoriser l'appui d'une plaque d'ostéosynthèse.

Lorsque la section traverse le massif carpien lui-même, les possibilités de raccourcissement sont limitées. Une comminution de la première rangée conduit à sa résection, ce qui permet de gagner 10 à 15 mm. Dans de rares cas, une comminution globale peut conduire à une carpectomie totale.

Enfin, si la section passe à travers la diaphyse des métacarpiens, un raccourcissement osseux est possible tout en autorisant une ostéosynthèse endomédullaire.

■ Choix et technique de l'ostéosynthèse

Amputation au poignet à travers le squelette antibrachial (Fig. 2)

La solution électorale est représentée par l'utilisation de plaques vissées, plaque en trèfle antérieure pour la synthèse du radius distal, plaque « moyens fragments » voire « tiers de tube » pour l'ulna. On débute par la synthèse du radius. La plaque est d'abord vissée sur l'une des deux extrémités après avoir effectué le raccourcissement osseux. Puis, la main est amenée in situ et la synthèse complétée. Le recours à un faisceau de broches ou à un clou de Rush centromédullaire pour l'ulna peut présenter l'inconvénient d'un blocage imparfait de la rotation et conduit souvent à la pseudarthrose.

Amputation à travers le massif carpien (Fig. 3)

Aucune de ces amputations traumatiques au poignet ne réalise de véritable désarticulation radiocarpienne. Il existe donc toujours un certain degré de comminution des os du carpe.

La résection de la première rangée du carpe est la solution idéale lorsque la comminution la concerne exclusivement. L'ostéosynthèse peut alors s'effectuer par un montage en

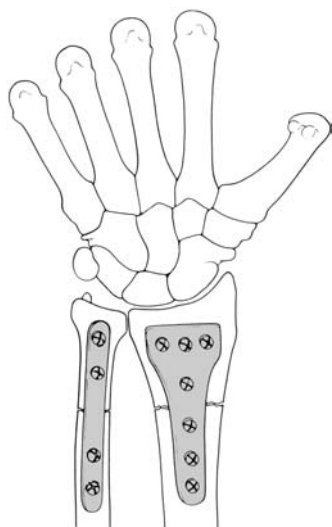


Figure 2. Replantation au poignet (squelette antébrachial). Ostéosynthèse par plaque vissée.

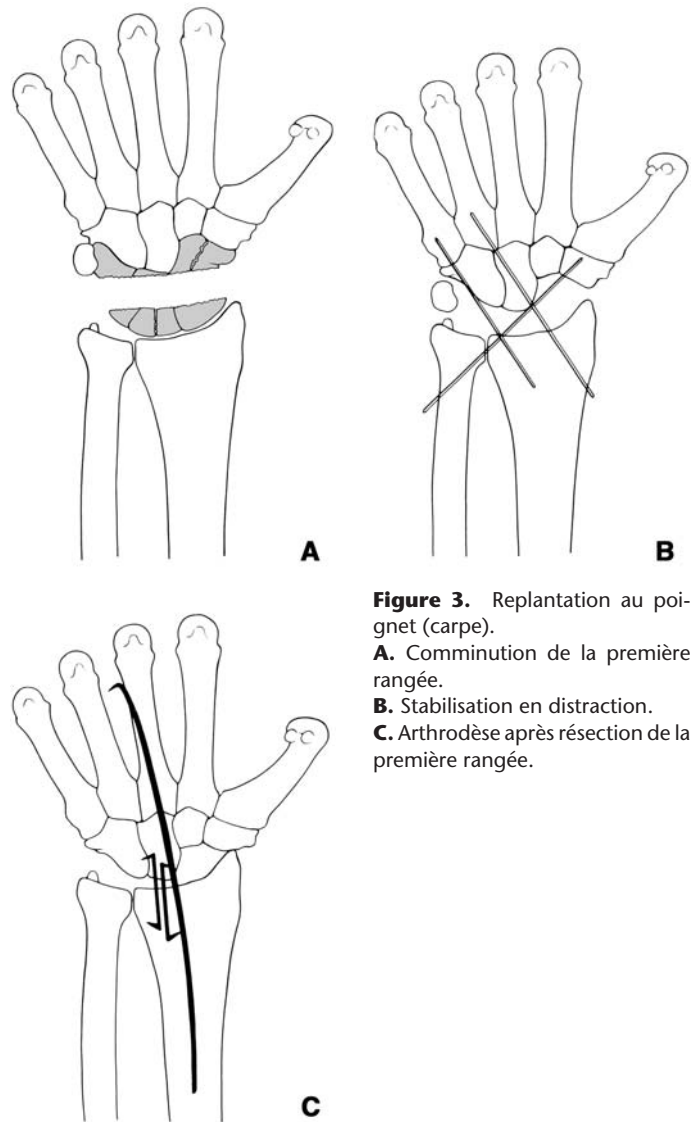


Figure 3. Replantation au poignet (carpe).

A. Comminution de la première rangée.

B. Stabilisation en distraction.

C. Arthrodèse après résection de la première rangée.

distraction utilisant des broches de Kirschner, dans le but ultérieurement de restaurer un certain degré de mobilité à cette néoarticulation (Fig. 3 B).

Si une arthrodèse définitive de la radiocarpienne s'avère secondairement nécessaire, l'ostéosynthèse après résection de la première rangée des os du carpe peut s'effectuer par un montage de type « Mannerfelt ». Un clou de Rush est introduit dans la diaphyse du troisième métacarpien, extériorisé à la tête du grand os (capitatum), puis fiché dans le radius. Cette cintrage du carpe permet de donner la dorsiflexion désirée à cette arthrodèse radiocarpienne. Une et parfois deux agrafes de Blount complètent le montage et bloquent la rotation (Fig. 3 C).

L'arthrodèse radiocarpienne définitive par greffon iliaque conventionnel et plaque vissée postérieure n'a aucune place dans ce contexte de replantation en urgence. En revanche, elle peut se justifier lors de l'évolution à distance, par exemple dans le cas d'une dégradation arthrosique d'une résection de la première rangée ou encore dans le cas d'une pseudarthrose avec l'ostéosynthèse réalisée en urgence.

Certaines comminutions diffuses imposent une carpectomie totale ou subtotale. L'ostéosynthèse est alors assurée par des broches centromédullaires de gros calibre passant dans la diaphyse des métacarpiens et permettant d'implanter l'éventail des métacarpiens dans la cavité articulaire du radius. L'utilisation d'un « spacer » de ciment peut être utile pour ménager la loge de greffe osseuse ultérieure. Secondairement, un apport osseux est nécessaire pour compléter cette arthrodèse atypique. Dans ce cas, un greffon iliaque conventionnel associé à une plaque vissée postérieure peut être le recours pour combler la

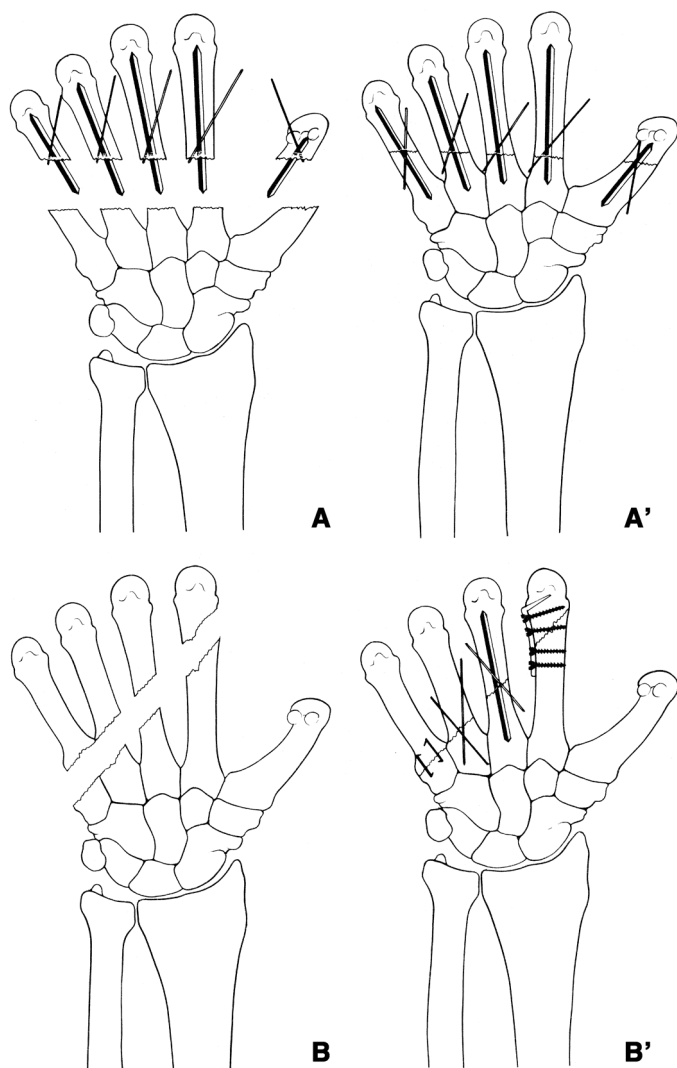


Figure 4. Replantation d'une amputation transmétacarpienne.
A, A'. Ostéosynthèse par bilboquet centromédullaire. Blocage de la rotation par une broche de Kirschner oblique.
B, B'. Amputation transmétacarpienne oblique : plaque en « L » vissée sur M2 ; bilboquet bloqué sur M3 ; broches de Kirschner sur M4 ; agrafage de la métaphyse de M5.

perte de substance osseuse et assurer l'ostéosynthèse en arthro-dèse définitive. Ailleurs, lorsque la perte de substance osseuse s'étend aux diaphyses des métacarpiens, le recours à un greffon osseux vascularisé type crête iliaque antérieure libre peut être proposé si le « gap » osseux est important.

Amputations transmétacarpiennes (Fig. 4)

Lorsque le trait de section passe à travers la diaphyse des métacarpiens, l'ostéosynthèse est assurée par des bilboquets centromédullaires, complétés par une broche oblique antirrotation (Fig. 4 A). Cette ostéosynthèse multiple peut être assurée par des plaques vissées.

À la base des métacarpiens ou à la jonction carpométacarpienne, les broches de Kirschner, en complément d'un agrafage, assurent un montage stable (Fig. 3 B).

Si le trait d'amputation concerne le col d'un ou plusieurs métacarpiens, le montage par bilboquet centromédullaire n'est plus possible. Le choix doit s'effectuer entre un montage par broche de Kirschner ou une plaque en « L » vissée.

Celles de ces amputations qui détruisent l'articulation métacarpophalangienne peuvent justifier de l'emploi en urgence d'un implant en Silastic® de type Swanson.

Il faut souligner que rares sont les amputations transmétacarpiennes qui sont strictement transversales. Un degré variable d'obliquité du trait d'amputation est souvent rencontré, de sorte

que la lésion peut se situer sur chaque métacarpien à un niveau différent, imposant des méthodes distinctes d'ostéosynthèse (Fig. 4 B).

Quels que soient le niveau et le type de fractures, l'ostéosynthèse doit être la plus simple, la plus rapide et la plus stable possible pour envisager rapidement le temps de revascularisation.

Temps palmaire de la replantation

Réparation des tendons fléchisseurs

Chacun des deux plans tendineux (fléchisseurs profonds - fléchisseurs superficiels) est réparé successivement en utilisant le fil-boucle de Tsugé déjà placé lors du temps de repérage. Une morphologie parfaite de la suture n'a pas ici l'importance qu'elle revêt en zone II du canal digital (« no man's land »). Toutefois, le fil de Tsugé seul ne suffit pas, ses deux brins constituant un axe de rotation. Si un surjet épitendineux circonférentiel n'est pas réalisé, au minimum des points en cadre complémentaires améliorent l'affrontement en bloquant la rotation.

La réparation des deux plans tendineux, superficiel et profond, est de règle, non pas tant pour assurer à terme une indépendance de flexion interphalangienne proximale et interphalangienne distale que pour permettre, dans un temps second, d'utiliser ces tendons superficiels dans d'éventuels transferts tendineux (transfert d'opposition, d'adduction ...).

Une fois cette réparation de tendons fléchisseurs effectuée, la position spontanée de la main replantée comporte une flexion accusée des doigts. Si cette position s'avère gênante pour la poursuite du temps palmaire, il est préférable de procéder, dès ce stade, à la réparation de l'appareil extenseur, nécessitant un changement d'installation. Ainsi, la restauration de la « cascade » naturelle des doigts facilite la poursuite du temps palmaire.

Réparation nerveuse

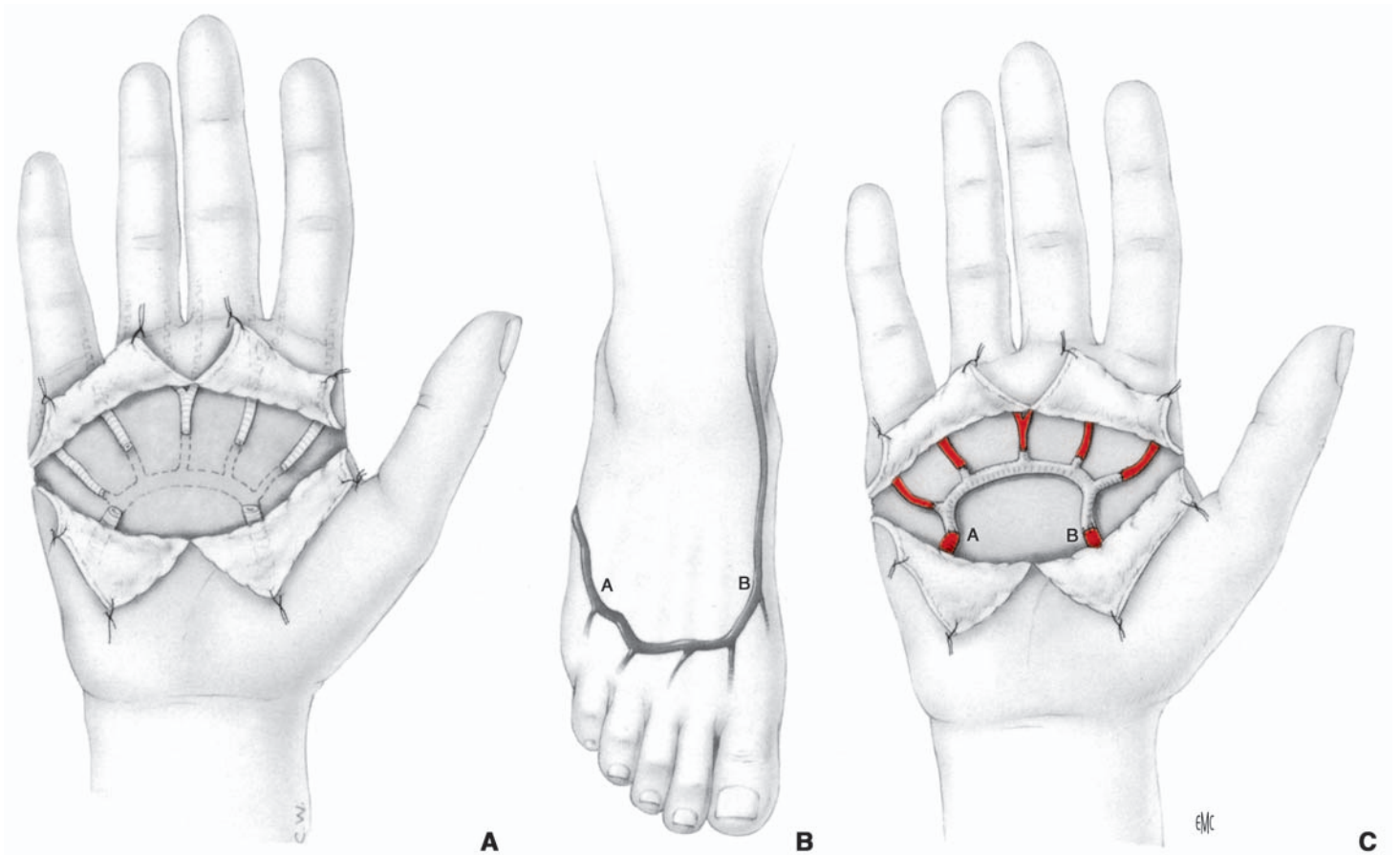
Les différents nerfs repérés lors du temps de préparation sont suturés par les méthodes microchirurgicales classiques. Au poignet, les deux contingents du nerf ulnaire sont aisément individualisés. En revanche, il est plus difficile de différencier la branche thénarienne du nerf médian. Si une recoupe de ce nerf est nécessaire, la correspondance fasciculaire devient aléatoire.

Réparation artérielle

Les vaisseaux à réparer ont été disséqués et repérés lors du temps de préparation. Avant de procéder à la suture microchirurgicale proprement dite, un lavage au sérum hépariné est nécessaire en amont et en aval ; les éventuels caillots sont expulsés. Si un doute existe quant à la qualité du flux, en particulier dans les mécanismes d'avulsion, le garrot doit être lâché à ce stade. L'obtention d'un flux vigoureux dont les pulsations ne s'épuisent pas spontanément est la condition sine qua non pour procéder à la suture. Les sutures sont réalisées sous microscope, au fil 9/0 ou 10/0.

Au poignet, la réparation des artères radiale et ulnaire est favorable. En effet, même si la dominance ulnaire de la vascularisation de la main est la règle habituelle, rien ne permet de préjuger du type anatomique en cause en préopératoire. De plus, un deuxième axe artériel perméable représente ultérieurement un atout, en vue d'un transfert tissulaire libre.

Lorsqu'un pontage vasculaire est nécessaire, sur l'artère radiale ou ulnaire au poignet, on utilise un des axes veineux de gros calibre (veine céphalique ou basilique à l'avant-bras). Lorsque ces sites donneurs ne sont pas utilisables ou lorsqu'un pontage veineux de très grande longueur est nécessaire, il est possible de prélever une veine saphène au membre inférieur, électivement dans la moitié distale de son trajet où elle présente le calibre requis.

**Figure 5.**

A. Amputation transmétacarpienne. Perte de substance sur l'arcade palmaire superficielle.

B. Prélèvement de l'arcade veineuse dorsale du pied.

C. Utilisation de cette arcade veineuse pour rétablir la continuité artérielle.

Dans la paume de la main, lors d'amputations transmétacarpiennes, le temps artériel porte sur les branches de l'arcade palmaire superficielle. Dans l'idéal, chacun des vaisseaux sectionnés est réparé. Toutefois, ce schéma est modulable : lorsqu'on a pu réaliser une suture d'une artère digitale commune de premier espace, il est licite de surseoir à un pontage sur l'artère collatérale radiale de l'index, fonctionnellement mineure.

Dans certains cas, chacune des branches de division de l'arcade palmaire superficielle doit être pontée, mais pour éviter ces pontages et anastomoses multiples, il est possible de prélever l'arcade veineuse superficielle du dos du pied avec ses branches de division. Ce greffon permet alors de reconstituer la continuité de l'arcade palmaire superficielle au prix d'un nombre limité d'anastomoses (Fig. 5).

■ Temps dorsal de la replantation

Réparation de l'appareil extenseur

Un changement d'installation permet d'exposer la face dorsale. Chaque tendon extenseur est réparé en utilisant des points en cadre. La recoupe préalable des extrémités tendineuses doit tenir compte du raccourcissement osseux. Au terme de cette réparation, la cascade naturelle des doigts est restaurée. Ce réglage de la balance tendineuse est primordial, notamment pour les extenseurs qui ont une adaptabilité médiocre voire nulle de leur corps musculaire en cas d'excès de longueur.

Réparation veineuse

Deux veines superficielles dorsales sont anastomosées. Lorsque la durée de l'intervention l'exige, le garrot peut être

lâché avant ce temps veineux. Si une perte de substance l'impose, le rétablissement de continuité sur le réseau veineux s'effectue par greffon veineux interposé. Les veines de retour non anastomosées sont liées pour faciliter la réorganisation du retour veineux vers les veines dorsales qui ont été réparées.

■ Couverture cutanée

Elle s'effectue à points séparés lâches, réalisant une suture non étanche, après un éventuel complément d'hémostase. Dans l'idéal, l'ostéosynthèse a été planifiée avec le raccourcissement osseux optimal, de manière à autoriser cette fermeture cutanée sans tension.

Lorsqu'il existe une perte de substance cutanée, différentes solutions sont disponibles suivant l'étendue du defect et la nature des structures à couvrir.

Une simple greffe de peau suffit, sur une surface limitée, à relâcher la tension d'une suture cutanée. Sur un court trajet, cette même greffe mince peut couvrir avec succès un pontage vasculaire.

À la face dorsale, un lambeau bipédiculé suffit à couvrir un defect de 1 à 2 centimètres. Il peut être réalisé aussi bien sur le dos de la main qu'au poignet et couvre efficacement la réparation de l'appareil extenseur ainsi que d'éventuels pontages veineux.

La peau fixée de la face palmaire se prête mal à la réalisation de lambeaux locaux. La planification de la replantation doit à tout prix éviter de pérenniser une large perte de substance cutanée palmaire, qui nécessiterait alors le recours à un lambeau plus complexe.

Si les solutions locales ne suffisent pas à assurer la couverture, un tel lambeau devient nécessaire. Les techniques utilisables sont peu nombreuses.

Lorsque l'amputation est de siège distal, le lambeau interosseux postérieur est utile pour couvrir une perte de substance dorsale, à condition bien sûr que les anastomoses interosseuses antérieures et postérieures au dos du poignet soient présentes.

Le lambeau dit « chinois » n'a pas de place dans le cadre de cette chirurgie de replantation, car sa survie dépend de la perméabilité de l'arcade palmaire profonde. Par ailleurs, il est incompatible avec la règle de réparation conjointe des deux axes artériels radial et ulnaire.

Le lambeau de Mac Gregor ou inguinal pédiculé assure la couverture de larges défauts palmaires, dorsaux ou circonférentiels. Fiable, réalisable en urgence, il complique le *nursing* et augmente l'inconfort du patient. Il a surtout l'inconvénient de se nourrir aux dépens du site receveur. Il n'a aucun effet d'aide trophique locale, se comportant plutôt comme un lambeau « voleur vasculaire ».

Les lambeaux libres peuvent représenter une solution utile pour les larges pertes de substance : lambeaux scapulaire ou parascapulaire, inguinal libre, fascia temporalis superficialis libre en face dorsale de main et poignet ; grand dentelé en paume de main. Il est prudent d'effectuer un tel transfert libre 48 heures après la replantation.

■ Soins et surveillance postopératoires ^[5]

Avant toute tentative de replantation, des explications simples et claires doivent être données au patient. Il est vrai que le caractère stressant de l'urgence, le traumatisme psychologique et le contexte affectif de l'accident ne facilitent pas cette discussion. Dès ce stade, le patient doit être prévenu du risque de reprise chirurgicale précoce et du risque d'échec vasculaire. Le patient doit se soumettre aux règles d'hygiène et de bonne conduite en postopératoire, et en accepter les contraintes. L'arrêt total du tabac est impératif (chez le patient fumeur, l'arrêt total et immédiat du tabac doit être établi par contrat tacite avec le chirurgien avant le geste de replantation lui-même). Cette chirurgie requiert une participation totale du patient et une observance des consignes en per- et en postopératoire. En effet, la quasi-totalité des interventions est menée sous anesthésie locorégionale et des reprises précoces au bloc opératoire peuvent s'imposer. Le protocole de médication établi dans le service et les règles d'hygiène des premiers jours postopératoires sont les suivants.

L'examen clinique du fragment replanté est le critère essentiel et suffisant de la surveillance postopératoire. Il apprécie la coloration et la température locale, mais surtout la rapidité du pouls cutané, et aussi la tonicité de la pulpe, sa capacité à se réexpandre spontanément lorsqu'on la déprime, bon gage de la vascularisation artérielle.

L'utilisation de sangsues est devenue anecdotique dans notre service, voire inexistante en matière de replantation. Leur utilisation ne se conçoit que dans le cas de reprise chirurgicale contre-indiquée, refusée ou impossible.

Nous n'utilisons aucun moyen paraclinique pour le monitoring des gestes microchirurgicaux. Seule l'expérience du personnel qui assure la surveillance régulière et rapprochée est pour nous le garant d'une détection précoce des complications. L'habitude du service est d'adopter pour le chirurgien responsable une astreinte morale pendant les 48 à 72 premières heures suivant le geste de replantation.

Cette chirurgie de replantation distale de membres ne se conçoit que dans un service spécialisé, avec une équipe chirurgicale rompue à ces techniques assistée d'une équipe paramédicale expérimentée et entraînée à la surveillance postopératoire des premiers jours.

■ Complications. Reprises ^[5, 11]

Une reprise chirurgicale n'a de chance d'être couronnée de succès qu'effectuée précocement (c'est-à-dire dans les 3 premières heures) suivant l'apparition des signes de souffrance, qu'il

“ Points essentiels

Protocole postopératoire et monitoring clinique.

- Pansement fait au bloc par l'équipe chirurgicale (chirurgien)
- Surveillance 1 heure en salle de réveil en vue d'une reprise précoce : installation au lit du patient, lampe chauffante. Retour dans le service d'hospitalisation après accord du chirurgien
- Revue de l'installation dans le service : équipe chirurgicale (chirurgien) + équipe d'infirmiers diplômés d'État, consignes expliquées à l'équipe soignante responsable de la surveillance postopératoire
- Patient à jeun la première nuit en prévision d'une reprise chirurgicale précoce ;
- Arrêt total du tabac ;
- Alitement strict 5 jours ;
- Lampe chauffante ;
- Membre surélevé (coussin, attelle plâtrée de confort) ;
- Médication :
 - vasodilatateur (Fonzylane®) par voie intraveineuse débuté au bloc lors des sutures vasculaires puis une injection intraveineuse par 24 heures pendant 5 jours et relais per os 1 mois
 - héparine de bas poids moléculaire à dose isocoagulante. Arrêt à j6
 - antiagrégant plaquettaire (Kardégic® 75 mg) : un sachet par 24 heures débuté à j1 et poursuivi 1 mois
 - anxiolytique (Tranxène®) par voie intraveineuse lente (de 20 à 50 mg) en fonction du patient
 - antalgie (selon protocole des anesthésistes)
 - protecteur gastrique (inhibiteur de la pompe à protons) par voie intraveineuse la première nuit puis relais per os
- Premier lever, lit-fauteuil à j5. Sortie du service à j7
- Surveillance clinique horaire initiale (une fois par heure pendant 48 heures puis espacement des contrôles) :
 - pouls capillaire
 - coloration du fragment replanté
 - température cutanée

Appel du chirurgien à la moindre modification (astreinte morale de 5 jours).

s'agisse de signes d'ischémie ou de stase. L'inadéquation de la perfusion est diagnostiquée cliniquement, l'examen permettant d'orienter vers une insuffisance veineuse (cyanose, accélération du pouls cutané) ou artérielle (pâleur, froidure, ralentissement voire absence de pouls, pulpe vide). Les causes locales doivent être éliminées au lit du malade par le chirurgien responsable (compression du pansement, points à lâcher) avant de renvoyer le malade au bloc opératoire. L'exploration chirurgicale identifie la cause vasculaire, qu'elle soit d'origine extrinsèque (hématome compressif par exemple) ou intrinsèque, c'est-à-dire liée au vaisseau lui-même ou à une anastomose. La révision vasculaire s'impose souvent. Par ailleurs, il est possible mais peu fréquent que la simple réfection d'une anastomose suffise à régler le problème. Souvent, un échelon supplémentaire dans l'arsenal thérapeutique doit être franchi au cours de cette reprise, en réalisant un pontage en remplacement de la suture primaire qui s'est thrombosée.

■ Indications

Il existe peu de contre-indication formelle à la replantation dans ces amputations distales du membre supérieur. Il est licite d'attendre de ces replantations distales un résultat utile, même

si chez l'adulte le retour de la sensibilité n'est souvent que de protection et la récupération motrice des intrinsèques aléatoire [12-18]. Tout patient présentant une amputation au poignet ou au-delà est donc, a priori, candidat à une réimplantation, la discussion devant alors prendre en considération le bilan lésionnel local et général pour mesurer le bien-fondé de l'indication [19-22].

Bilan général

L'existence d'un polytraumatisme, de lésions crâniennes, abdominales ou thoraciques, est la première des contre-indications relatives. Le traitement de ces lésions prime bien entendu sur celui de l'amputation. Une fois celles-ci maîtrisées, la replantation, si elle est encore possible compte tenu du délai d'ischémie, doit être discutée en appréciant le risque supplémentaire que fait courir à ces patients une anesthésie de longue durée et une déperdition sanguine supplémentaire.

Bilan local

Les lésions associées sur le membre mutilé lui-même constituent un facteur décisionnel important. Un éventuel foyer de fracture proximal, sus-jacent au site d'amputation doit être stabilisé avant de débiter la replantation. Des lésions étagées sur le fragment amputé peuvent conduire d'emblée à une contre-indication formelle de replantation.

L'avulsion, lorsqu'elle constitue le mécanisme lésionnel prédominant, est également un facteur pronostique péjoratif. Si elle constitue une contre-indication vraie dans les amputations proximales, elle ne contre-indique pas formellement la réimplantation de ces lésions au poignet et au-delà.

Il est illusoire de compter sur la récupération fonctionnelle d'unités musculaires rompues à la jonction métacarpophalangienne. Ces muscles doivent être sacrifiés et le bilan lésionnel s'attache alors, en cours de replantation, à préciser les muscles épargnés restant disponibles pour d'éventuels transferts tendineux ultérieurs.

Les lésions de forte contusion (ou *crush*) ne contre-indiquent pas formellement la replantation à condition que puisse être maîtrisé le problème de la couverture cutanée. Le raccourcissement squelettique initial ne suffit pas toujours et la replantation ne doit alors débiter qu'en ayant planifié le geste de couverture associé.

Enfin, l'adhésion du patient au programme de longue durée qu'inaugure la replantation doit être obtenue. Il doit être prévenu des risques d'échec vasculaire et du résultat fonctionnel à distance qu'il est en droit d'escompter, au prix parfois de gestes chirurgicaux secondaires palliatifs [23] et d'un programme rééducatif long et exigeant [20, 21].

Références

[1] Baudet J, Goumain AJ. Réimplantation d'une main. *Ann Chir* 1975;**29**: 491-8.

[2] Biemer E. Definitions and classifications in replantation surgery. *Br J Plast Surg* 1980;**33**:164-8.

[3] Brown PW. The rational selection of treatment for upper extremity amputations. *Orthop Clin North Am* 1981;**12**:843-8.

[4] Buck-Gramcko D. Indikation und Technik der Replantation. *Langenbecks Arch Chir* 1978;**347**:97-104.

[5] Chen ZW, Meyer VE, Kleinert HE, Beasley RW. Present indications and contra indications for replantation as reflected by long term functional result. *Orthop Clin North Am* 1981;**12**:849-54.

[6] Ozcelik D, Ugurlu K, Turan T. Reconstruction of the replanted hand with latissimus dorsi muscle and serratus anterior fascia combined flap. *J Reconstr Microsurg* 2003;**19**:153-6.

[7] Lendvay PG, Owen ER. Microvascular repair of completely severed digit. Fate of digital vessels after six months. *Med J Aust* 1970;**2**: 818-20.

[8] Lutz BS, Klauke T, Dietrich FE. Late results after microvascular reconstruction of severe crush and avulsion injuries of the upper extremity. *J Reconstr Microsurg* 1997;**13**:423-9.

[9] May JW, Rothkopf DM, Savage RC, Atkinson R. Elective cross-hand transfer: a case report with a five-year follow-up. *J Hand Surg [Am]* 1989;**14**:28-34.

[10] Thomas BP, Katsarma E, Tsai TM. Replantation of total degloving of the hand: case report. *J Reconstr Microsurg* 2003;**19**:217-20.

[11] Michon J, Merle M, Foucher G. Traumatismes complexes de la main, traitement tout en un temps avec mobilisation précoce. *Chirurgie* 1977;**103**:956-64.

[12] Hegazi MM. Hand and distal forearm replantation-immediate and long-term follow-up. *Hand Surg* 2000;**5**:119-24.

[13] Tamai S. Twenty years experience of limb replantation. Review of 293 upper extremity replants. *J Hand Surg [Am]* 1982;**7**:549-56.

[14] Tark KC, Kim YW, Lee YH, Lew JD. Replantation and revascularisation of hands. Clinical analysis and functional results of 261 cases. *J Hand Surg [Am]* 1989;**14**:17-27.

[15] Tropet Y, Garbuio P, Obert L, Vichard P. Hand replantation: long-term functional results (apropos of 8 cases). *Chirurgie* 1998;**123**:189-94.

[16] Yoshizu T, Katsumi M, Tajima T. Replantation of untidily amputated fingers, hand, and arm: experience of 99 replantations in 66 cases. *J Trauma* 1978;**18**:194-200.

[17] Wang SH, Young KF, Wei JN. Replantation of severed limbs: clinical analysis of 91 cases. *J Hand Surg [Am]* 1981;**6**:311-8.

[18] Weiland AJ, Villarreal-Rios A, Kleinert HE, Kutz J, Atasoy E, Lister G. Replantation of digits and hands. Analysis of surgical techniques and functional results in 71 patients with 86 replantations. *J Hand Surg [Am]* 1977;**2**:1-2.

[19] Michon J, Merle M, Foucher G. La microchirurgie en traumatologie de la main. *Rev Chir Orthop* 1978;**64**:315-7.

[20] Paysant J, Beyaert C, Berhili-Lansac H, Martinet N, Dautel G, Dap F, et al. Clinical and three-dimensional kinematic features of the upper limb after replantation of the hand. *Ann Readapt Med Phys* 2004;**47**: 119-27.

[21] Scheker LR, Cheshner SP, Netscher DT, Julliard KN, O'Neill WL. Functional results of dynamic splinting after transmetacarpal, wrist, and distal forearm replantation. *J Hand Surg [Br]* 1995;**20**:584-90.

[22] Waikukul S, Vanadurongwan V, Unnanuntana A. prognostic factors for major limb re-implantation at both immediate and long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Br* 1998;**80**:1024-30.

[23] Vucetic CS. Forearm elongation after hand replantation. A case report. *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**:181-6.

G. Dautel, Professeur de chirurgie, Chef de service (gilles.dautel@wanadoo.fr).

S. Faivre, Chef de Clinique, Assistant des Hôpitaux.

Service de chirurgie plastique et reconstructrice de l'appareil locomoteur, SOS mains, CHU Nancy, Hôpital Jeanne d'Arc, 54201 Dommarin-lès-Toul cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Dautel G., Faivre S. Replantations distales du membre supérieur. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-378, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Synovectomie des extenseurs et des fléchisseurs

E. Roulot, M. Ebelin

Les synovectomies tendineuses, qu'elles concernent les fléchisseurs ou les extenseurs, sont fréquemment nécessaires à la main ou au poignet et méritent de ce fait une bonne connaissance, non seulement des indications chirurgicales mais également de leurs techniques de réalisation. Elles peuvent être isolées et concernent alors un tendon ou un groupe de tendons atteints par une pathologie mécanique ou inflammatoire ponctuelle. Le traitement permet en général de résoudre définitivement le problème mais pour cela impose parfois un geste osseux associé afin de supprimer la cause de l'irritation téno-synoviale. Sinon, les synovectomies des extenseurs et des fléchisseurs entrent dans le cadre de pathologies inflammatoires plus générales comme la polyarthrite rhumatoïde et sont alors plus étendues, associant à l'atteinte téno-synoviale une atteinte ostéoarticulaire ou des lésions tendineuses parfois complexes. La téno-synovectomie entre alors dans une stratégie chirurgicale plus large visant à résoudre dans un même temps opératoire, qu'il soit dorsal ou palmaire, tous les problèmes provoqués par la pathologie d'origine et impose alors une bonne connaissance, non seulement des techniques de synovectomie mais également des gestes osseux ou de réparation tendineuse associés.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Synovite ; Tendons ; Téno-synovite ; Polyarthrite rhumatoïde

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Rappel anatomique | 2 |
| Généralités | 2 |
| ■ Anatomie topographique de l'appareil fléchisseur | 2 |
| Canal carpien | 2 |
| Région de la paume | 2 |
| Gaines digitocarpiales | 2 |
| Gaines digitales | 3 |
| Système des poulies | 3 |
| ■ Appareil extenseur au dos du poignet | 3 |
| Coulisse du long abducteur (abductor pollicis longus : APL) et du court extenseur du pouce (extensor pollicis brevis : EPB) ou première coulisse | 4 |
| Coulisse des extenseurs radiaux du carpe (extensor carpi radialis longus : ECRL et brevis : ECRB) | 4 |
| Coulisse du long extenseur du pouce (extensor pollicis longus : EPL) | 4 |
| Coulisse de l'extenseur commun des doigts longs et de l'extenseur propre de l'index | 4 |
| Coulisse de l'extenseur propre de l'auriculaire | 4 |
| Coulisse de l'extenseur ulnaire du carpe | 4 |
| ■ Anatomopathologie | 4 |
| Atteinte synoviale | 4 |
| Autres étiologies | 4 |
| Autres formes | 5 |
| ■ Synovectomie des extenseurs | 5 |
| Synovectomie du poignet dorsal | 5 |
| Téno-synovite de De Quervain | 7 |
| Syndrome de l'intersection | 8 |
| Téno-synovite du long extenseur du pouce | 8 |

| | |
|--|----|
| ■ Synovectomie des fléchisseurs | 8 |
| Au poignet | 8 |
| Dans le canal digital | 9 |
| Tendinite du fléchisseur radial du carpe | 11 |

■ Introduction

Les affections téno-synoviales (tendinite, synovite ou téno-synovite) sont très variées en pathologie de la main. La synovectomie (ou excision chirurgicale du tissu synovial) est ainsi fréquemment indiquée, qu'elle soit réalisée dans un but diagnostique ou thérapeutique, et de façon isolée ou associée à un autre geste chirurgical, dorsal ou palmaire.

Ses différents objectifs sont nombreux :

- elle fait disparaître les symptômes liés à la distension causée par la prolifération synoviale et soulage donc avant tout les douleurs ;
- elle prévient les destructions et les déformations ostéoarticulaires, en particulier dans le cadre de la maladie rhumatoïde où elle rompt, en excisant le pannus synovial, le cercle vicieux autoentretenu des lésions ;
- elle est indispensable et même urgente pour libérer un nerf comprimé ou mettre à l'abri des tendons menacés de rupture par des saillies osseuses ;
- sans négliger l'amélioration esthétique de la main, en particulier après synovectomie dorsale.

Après son excision, la synoviale se reconstitue par métaplasie des cellules du tissu conjonctif. Cette « récidence » n'est pas inflammatoire, car la néosynoviale est moins perméable et son activité enzymatique ainsi diminuée ^[1].

La synovectomie doit répondre aux principes généraux de la chirurgie de la main : garrot pneumatique, anesthésie locorégionale le plus souvent, respect des éléments nobles, examen histologique de principe et si besoin bactériologique, prophylaxie antibiotique sur les terrains fragilisés. Il faut également rappeler les précautions préopératoires (bilan radiographique systématique permettant d'apprécier une éventuelle atteinte ostéoarticulaire associée) et postopératoires (nécessité d'une mobilisation immédiate d'autant plus importante que la synovectomie comporte un risque majeur d'adhérences tendineuses).

■ Rappel anatomique

Généralités

La gaine synoviale participe à la fois à la nutrition du tendon et à son glissement. Le tendon, au voisinage d'une portion squelettique mobile (appareil fléchisseur au canal digital, appareil extenseur au poignet), ou s'il change de direction (long extenseur du pouce en regard du tubercule de Lister), est maintenu contre le squelette par des poulies de réflexion qui sont des gaines fibreuses denses. Celles-ci permettent de transmettre sans perte de force la contraction musculaire, en évitant au tendon de prendre la « corde de l'arc ». Ces gaines fibreuses (rétinaculum des extenseurs, des fléchisseurs et poulies digitales) s'insèrent tantôt sur le squelette, tantôt sur la capsule articulaire avec, pour les articulations digitales, son renforcement antérieur, la plaque palmaire (ou plaque glénoïdienne).

Dans la poulie, les frottements sont amoindris par la présence de la gaine synoviale. Celle-ci constitue une cavité virtuelle en forme de manchon cylindrique lubrifié par le liquide synovial. Elle est composée d'un feuillet viscéral qui tapisse le tendon, et d'un feuillet pariétal. Ces deux feuillets sont réunis par une zone de réflexion longitudinale qui permet le passage d'une lame porte-vaisseaux, le mésotendon. Les deux extrémités de la gaine forment ses culs-de-sac, proximal et distal.

La majorité des apports nutritionnels tendineux est assurée par le mésotendon, mais le liquide synovial joue également un rôle nutritif par diffusion, notamment pour les segments tendineux avasculaires situés en regard des poulies. Lorsqu'il chemine dans un espace élargi, en pratique dans une zone fixe du squelette, la gaine synoviale n'est plus nécessaire au tendon qui est alors entouré d'une simple couche de tissu conjonctif, le paratendon. La vascularisation du tendon est indépendante du paratendon, lequel joue le rôle d'amortisseur vis-à-vis des tissus voisins.

■ Anatomie topographique de l'appareil fléchisseur

Canal carpien (Fig. 1)

Son plancher ostéoaponévrotique correspond, à sa partie supérieure, aux deux os de l'avant-bras réunis par la membrane interosseuse et l'articulation radio-ulnaire distale (ARUD), recouverts par les fibres transversales basses du muscle carré pronateur ; plus bas, la partie inférieure du canal carpien est constituée par les os du carpe tapissés par la capsule radiocarpienne palmaire. La berge radiale s'insère sur le tubercule du scaphoïde et le trapèze, la cubitale sur le pisiforme et le crochet de l'hamatum. Sur ces deux berges se fixe une lame fibreuse épaisse, le rétinaculum des fléchisseurs, renforcé en avant par les fibres transversales du muscle palmaire cutané et les fibres longitudinales prolongeant le long palmaire (absent dans 10 % des cas).

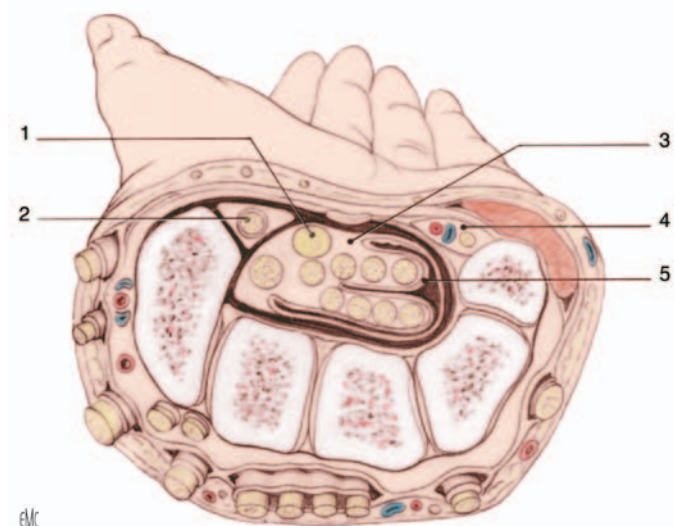


Figure 1. Coupe transversale du poignet. 1. Nerf médian ; 2. fléchisseur radial du carpe ; 3. canal carpien ; 4. loge de Guyon ; 5. gaine digitocarpienne interne.

Première poulie de réflexion des tendons fléchisseurs, le rétinaculum des fléchisseurs est épais de 3 à 5 mm, long de 3,5 cm et ferme la gouttière carpienne la transformant en un canal inextensible, le tunnel carpien, lequel subit des variations de pression importantes en flexion-extension du poignet. Il est divisé par une cloison sagittale en deux coulisses ostéofibreuses distinctes et de tailles très différentes, l'une radiale où chemine le fléchisseur radial du carpe, entourée par une courte gaine synoviale (qui ne dépasse que de 1 cm en proximal le niveau supérieur du rétinaculum des fléchisseurs), et l'autre ulnaire plus large, canal carpien proprement dit où cheminent le nerf médian et tous les tendons fléchisseurs des doigts.

Ces derniers se répartissent en son sein en deux plans :

- le plan profond comprenant le long fléchisseur du pouce, seul rapport externe du nerf médian, et les quatre tendons du fléchisseur commun profond en dedans ;
- le plan superficiel du fléchisseur commun superficiel.

La synoviale entourant ces différents tendons est celle des gaines digitocarpiennes interne et externe dont elle constitue la partie proximale.

Signalons à ce niveau la possibilité d'anomalies anatomiques parmi lesquelles on peut rencontrer : un tendon accessoire du fléchisseur profond de l'index ou du médius, un long palmaire intracanalair, une anastomose basse entre fléchisseur profond de l'index et du pouce, ou des muscles lombricaux remontant anormalement vers le poignet.

Région de la paume (Fig. 2)

Encadrée par les deux éminences thénar et hypothénar, elle s'étend de la sortie du canal carpien jusqu'à l'entrée des canaux digitaux. De forme triangulaire, elle est recouverte en avant par l'aponévrose palmaire moyenne et offre passage aux tendons fléchisseurs des doigts longs et à leur paratendon, sauf pour le 5^e rayon où l'appareil fléchisseur est entouré de sa propre gaine digitocarpienne interne.

Gaines digitocarpiennes

- La gaine synoviale digitocarpienne externe enveloppe le long fléchisseur du pouce et s'étend de 30 à 40 mm au-dessus du bord supérieur du rétinaculum des fléchisseurs jusqu'à la base de la dernière phalange du pouce.
- La gaine digitocarpienne interne entoure, dans le canal carpien, les tendons fléchisseurs de tous les doigts longs, passant en arrière des fléchisseurs profonds, entre les deux

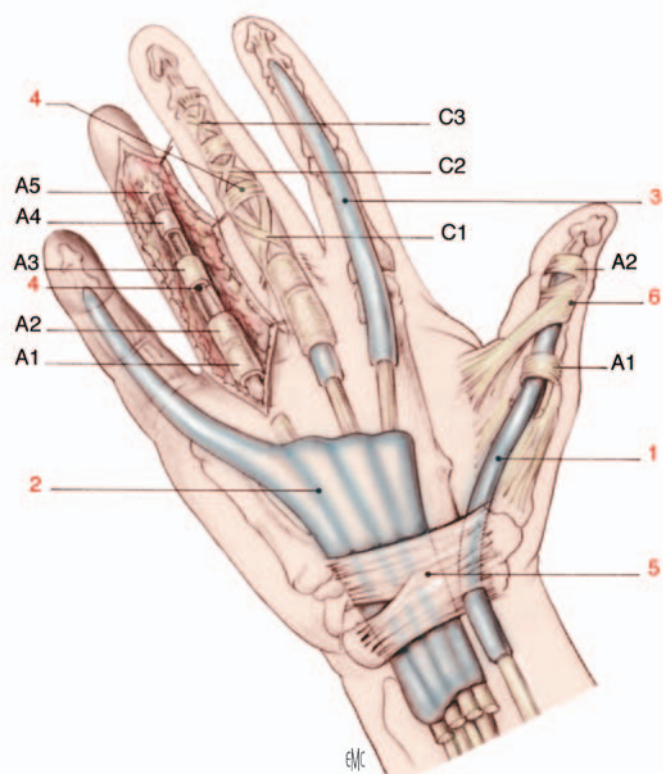


Figure 2. Gains synoviales palmaires et appareil fléchisseur. 1. Gaine digitocarpienne externe ; 2. gaine digitocarpienne interne ; 3. gaine digitale ; 4. canal digital ; 5. rétinaculum des fléchisseurs ; 6. poulie oblique du pouce.

plans tendineux superficiel et profond, et recouvrant les fléchisseurs superficiels des quatrième et cinquième doigts en un cul-de-sac prétendineux. Elle s'étend également de 30 à 40 mm au-dessus du bord supérieur du rétinaculum des fléchisseurs jusqu'à la base de la troisième phalange de l'auriculaire.

En fait, cette disposition ne correspond qu'à 75 % des cas. En effet, les deux gaines digitocarpennes peuvent communiquer au poignet expliquant la survenue de phlegmons à bascule ou en « fer à cheval ». Plus rarement, il existe une gaine moyenne annexée à l'appareil fléchisseur de l'index, de même qu'il peut n'y avoir aucune communication entre la gaine de l'auriculaire et la gaine carpienne des doigts médians.

Gaines digitales

Annexées aux trois doigts médians, leur cul-de-sac proximal débute à 1 cm au-dessus de l'articulation métacarpophalangienne, alors que le distal siège à la base de leur troisième phalange. Une gaine fibreuse épaisse, fixée sur les bords latéraux des phalanges, entoure chaque appareil fléchisseur et sa gaine synoviale en le maintenant appliqué contre le squelette.

Système des poulies

Au doigt, les tendons fléchisseurs coulisent ainsi dans un tunnel ostéofibreux constitué tantôt de fibres annulaires, tantôt de fibres cruciformes, permettant ainsi de différencier deux types de poulies digitales [2], annulaires et cruciformes.

Pour les doigts longs, deux poulies annulaires revêtent une importance particulière :

- la poulie proximale, située en regard de l'articulation métacarpophalangienne et les deux tiers proximaux de la première phalange. Elle est parfois divisée en deux parties distinctes, métacarpophalangienne (A1) s'insérant sur les faces latérales de l'appareil capsuloligamentaire de la métacarpophalangienne, et phalangienne (A2) plus longue, se fixant sur les faces latérales de la première phalange ;

- la poulie distale (A4), implantée sur la partie moyenne de la deuxième phalange, à mi-distance entre les deux articulations interphalangiennes.

Les autres poulies digitales se répartissent en poulies annulaires A3 et A5, situées respectivement en regard des interphalangiennes proximale et distale sur les plaques palmaires desquelles elles s'insèrent. Entre ces poulies annulaires, trois poulies cruciformes moins résistantes sont individualisées. Enfin, la poulie proximale AO [3] est formée par les fibres transversales distales de l'aponévrose palmaire superficielle.

Pour le pouce, on retrouve trois poulies constantes : deux poulies annulaires A1 et A2 situées en regard des articulations métacarpophalangienne et interphalangienne de part et d'autre d'une poulie oblique à la face palmaire de la première phalange.

■ Appareil extenseur au dos du poignet (Fig. 3)

Celui-ci est plaqué contre l'articulation du poignet par un épaissement de la partie basse de l'aponévrose antébrachiale postérieure, le rétinaculum des extenseurs qui joue le rôle de poulie de réflexion des tendons extenseurs au poignet. Ce dernier s'insère en dehors sur la partie externe de la styloïde radiale, et en dedans (après avoir contourné le bord cubital du poignet) sur le triquetrum et le pisiforme d'une part, et sur le rétinaculum des fléchisseurs d'autre part, fermant ainsi le canal de Guyon. Long de 3 cm, sa face profonde émet des cloisons sagittales qui se fixent sur le radius, délimitant six coulisses ostéofibreuses pour le passage des tendons, entourés à ce niveau d'une gaine synoviale. Celles-ci sont décrites classiquement du bord radial au bord cubital du poignet.

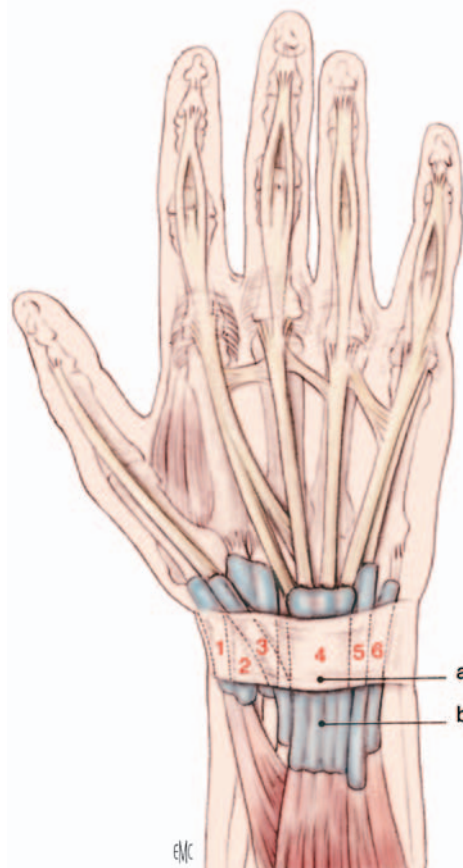


Figure 3. Gains synoviales dorsales et appareil extenseur. a. Rétinaculum des extenseurs et ses six coulisses ostéofibreuses (1 à 6) ; b. gaines synoviales des extenseurs.

Coulisse du long abducteur (abductor pollicis longus : APL) et du court extenseur du pouce (extensor pollicis brevis : EPB) ou première coulisse

Ces deux tendons forment la limite externe de la tabatière anatomique et sont entourés d'une gaine synoviale commune qui remonte en haut à 2 ou 3 cm au-dessus du bord supérieur du rétinaculum des extenseurs et descend jusqu'à l'interligne radiocarpien. Elle peut être dédoublée, séparant court extenseur (en principe unique) et long abducteur (souvent plurifasciculé à ce niveau).

Coulisse des extenseurs radiaux du carpe (extensor carpi radialis longus : ECRL et brevis : ECRB)

Les deux tendons radiaux sont entourés d'une gaine synoviale commune remontant en haut à 3 cm au-dessus du bord supérieur du ligament annulaire dorsal et s'écartant progressivement vers le bas pour s'insérer soit sur la base du deuxième métacarpien (ECRL) soit sur celle du 3^e métacarpien (ECRB) après avoir cheminé sous le long extenseur du pouce.

Coulisse du long extenseur du pouce (extensor pollicis longus : EPL)

Ce tendon forme la berge dorsale de la tabatière anatomique et est entouré d'une gaine synoviale qui peut communiquer en haut avec celle des radiaux.

Coulisse de l'extenseur commun des doigts longs et de l'extenseur propre de l'index

Ces tendons sont entourés d'une gaine synoviale commune qui dépasse d'environ 1 cm le bord supérieur du rétinaculum des extenseurs pour descendre jusqu'à la partie moyenne des métacarpiens.

Coulisse de l'extenseur propre de l'auriculaire

Sa gaine synoviale s'étend de la tête cubitale jusqu'à la partie moyenne du cinquième métacarpien.

Coulisse de l'extenseur ulnaire du carpe

Elle est la seule à être complètement séparée du rétinaculum des extenseurs sous lequel elle se situe. Elle est constituée d'une sangle aponévrotique insérée de part et d'autre de la gouttière de l'extenseur ulnaire du carpe, elle-même creusée à la face postérieure de la tête de l'ulna, offrant à la coulisse ainsi constituée une possibilité de rotation avec la tête de l'ulna indépendante dans son mouvement du rétinaculum des extenseurs.

■ Anatomopathologie

Atteinte synoviale

Elle est le dénominateur commun de toutes les lésions rhumatismales, parmi lesquelles la polyarthrite rhumatoïde occupe la première place de par son modèle physiopathologique et par la fréquence de ses localisations à la main.

L'atteinte dorsale est la plus typique, liée à la gravité de la maladie et non à son ancienneté, mais il existe également des synovites rhumatoïdes prolifératives dans le canal carpien (Fig. 4) ou au canal digital.

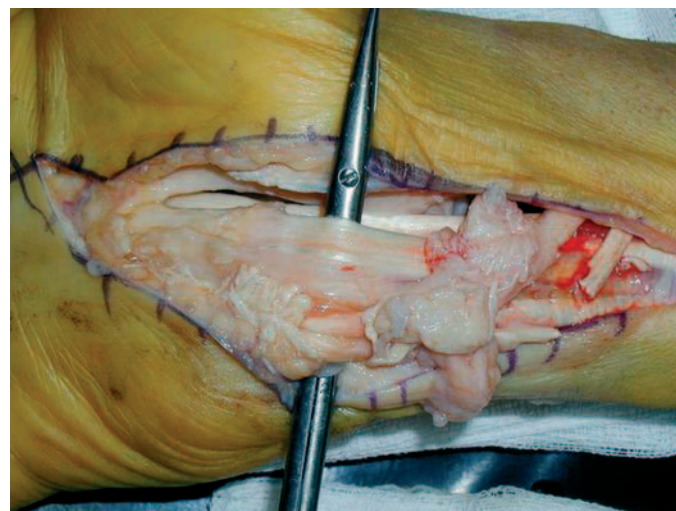


Figure 4. Importantes altérations tendineuses des fléchisseurs dans le canal carpien au cours d'une polyarthrite rhumatoïde avec infiltrations intratendineuses par la synovite.



Figure 5. Ruptures tendineuses multiples sur importante synovite des fléchisseurs dans le cadre d'une polyarthrite rhumatoïde sévère.

On peut classer en six degrés l'atteinte tendineuse rhumatoïde [4] :

- épaissement de la synoviale du tendon n'adhérant pas à sa surface qui reste lisse ;
- inflammation de la synoviale du tendon laissant deviner une atteinte superficielle du tendon lorsque la synovite est excisée ;
- lésions granulomateuses s'étendant dans le tendon avec rupture de certaines fibres tendineuses ;
- présence de matériel nécrotique intratendineux à sa périphérie ;
- amincissement et élongation du tendon ;
- rupture tendineuse (dont la fréquence est estimée à 5/1 000), dont la cause est à rechercher dans l'inflammation synoviale proliférative (Fig. 5) mais aussi dans les altérations osseuses associées (*ulnar caput syndrome* par luxation postérieure de la tête cubitale).

Autres étiologies

En dehors de la polyarthrite rhumatoïde, l'étiologie d'une atteinte ténosynoviale à la main est variée [5] :

- rhumatismale : dans le cadre d'un rhumatisme psoriasique, d'une sarcoïdose (canal digital), d'un lupus érythémateux aigu

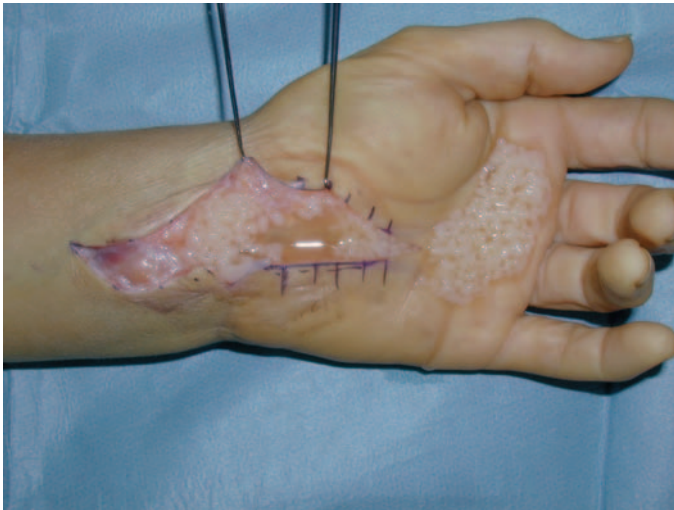


Figure 6. Importante synovite des fléchisseurs, suintante, avec nombreux grains riziformes, dans le cadre d'une synovite à mycobactéries atypiques.



Figure 7. Importante augmentation du volume du cul-de-sac synovial distal des extenseurs dans le cadre d'une polyarthrite rhumatoïde non contrôlée par le traitement médical et justifiant une synovectomie du poignet dorsal.

disséminé. En fait le plus souvent, la synovite est aspécifique, primitive, ce qui est le cas dans la majorité des syndromes du canal carpien [6] ;

- infectieuse : phlegmon des gaines à germe banal (staphylocoque doré, streptocoque bêta-hémolytique) mais aussi synovite tuberculeuse ou à mycobactérie atypique (Fig. 6). Signalons dans ce groupe la possibilité de synovite réactionnelle à piquants, après piqûre végétale ou animale (poisson, oursin) ;
- métabolique : synovite rencontrée dans la maladie goutteuse, la chondrocalcinose et surtout l'amylose (fréquente chez le dialysé rénal) ;
- tumorale : la tumeur à cellules géantes (également appelée tumeur à myéloplaxe, ou mieux ténosynovite villonodulaire pigmentée) est la tumeur bénigne la plus fréquente de la main après le kyste synovial.

Autres formes

Outre ces différentes formes de synovite proliférative, l'affection synoviale à la main peut également se présenter sous la forme d'une ténosynovite sténosante dont nous envisageons les principes du traitement chirurgical selon la localisation : doigt et pouce à ressaut, ténosynovite sténosante de De Quervain, syndrome de l'intersection, ténosynovite du long extenseur du pouce.

■ Synovectomie des extenseurs

Synovectomie du poignet dorsal

Elle concerne principalement les patients atteints d'une pathologie rhumatismale inflammatoire avec synovite responsable d'une destruction plus ou moins étendue en dorsal pouvant atteindre les tendons extenseurs (Fig. 7), l'ARUD et selon les cas les articulations radio- et médiocarpienne. Dans le cas d'une polyarthrite rhumatoïde, le principe de l'intervention vise à traiter de préférence en un temps l'ensemble des problèmes présents ou à venir provoqués par l'atteinte rhumatismale et donc à évaluer en préopératoire l'étendue de la synovectomie à réaliser [7]. La voie d'abord peut être soit oblique longue (Fig. 8) partant de la diaphyse ulnaire à 4 cm en amont de la tête ulnaire et s'étend vers la base du deuxième métacarpien [8], soit longitudinale dans l'axe du cinquième compartiment des extenseurs partant du même point que la précédente et s'étendant vers la base du quatrième métacarpien.

- La première de ces deux incisions limite plus les possibilités de conservation du réseau veineux dorsal. Elle est plus

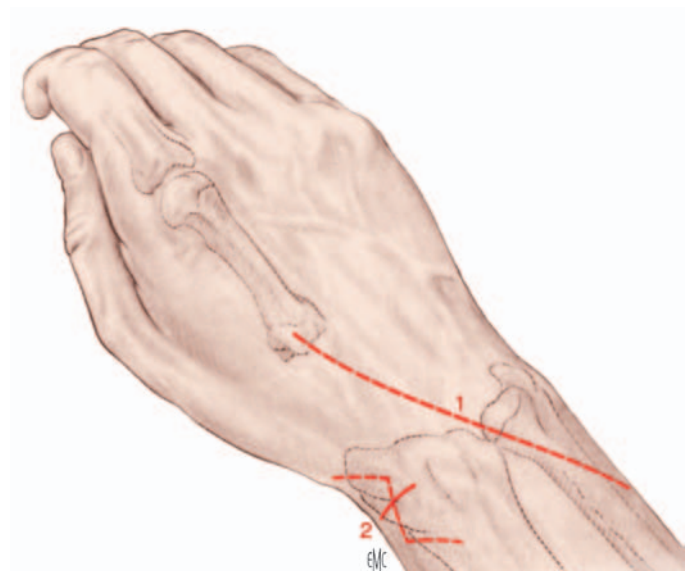


Figure 8. Incisions cutanées dorsales pour synovectomie des extenseurs (1) et pour tendinite de De Quervain (2).

extensive, plus disgracieuse et menace plus de souffrance cutanée, et doit donc être de préférence réservée aux interventions de type arthrodèse radiocarpienne partielle ou totale.

- La seconde incision reste plus adaptée aux interventions nécessitant une synovectomie des extenseurs et une stabilisation de l'ARUD, que l'on y associe ou pas une synovectomie des interlignes radio- et médiocarpiens. Le premier temps consiste, après avoir ligaturé les quelques veines transversales qui barrent le passage, à repérer systématiquement le rameau cutané dorsal du nerf ulnaire à la partie basse et interne de l'incision que l'on peut protéger sur un lacs. Les branches du nerf radial en externe ne doivent en revanche pas être recherchées. Les limites inférieures et supérieures du rétinaculum des extenseurs doivent être bien visualisées avant la section de celui-ci dans l'axe du cinquième compartiment. Le rétinaculum est ensuite soulevé de cubital en radial en sectionnant successivement les différents cloisons sagittales et en prenant bien soin de ne pas léser les extenseurs souvent très grêles dans un contexte de polyarthrite. L'ouverture des différents compartiments est conditionnée par l'étendue de la polyarthrite et les deuxième et premier compartiments souvent laissés intacts. Le sixième compartiment est, quant à

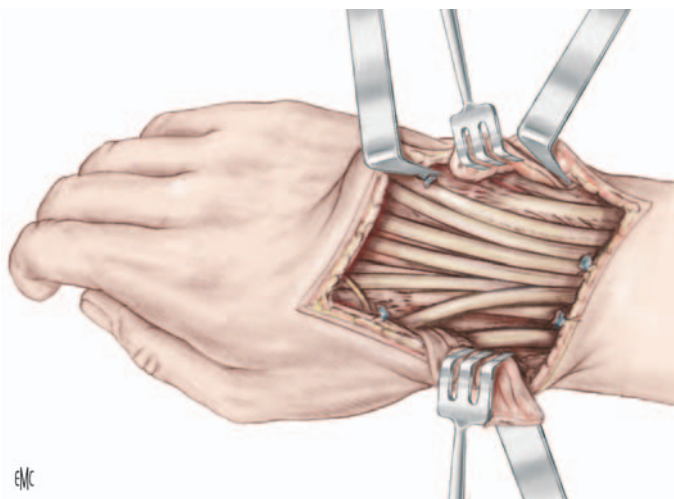


Figure 9. Synovectomie élargie des extenseurs après ouverture du rétinaculum dorsal.

lui, ouvert individuellement puisque contenu dans une coulisse séparée. Les tendons sont ainsi largement exposés permettant une synovectomie complète réalisée du cul-de-sac proximal au cul-de-sac distal (Fig. 9). La synovectomie est plus ou moins facile, tantôt très simple avec une gaine synoviale qui s'enlève presque d'un seul tenant, tantôt difficile car adhérente et associée à des inclusions synoviales intratendineuses d'extraction difficile. La synovite peut être considérable, suintante et de coloration brunâtre avec parfois de très nombreuses granulations riziformes assez caractéristiques. La synovectomie doit impérativement être complète et méthodique du sixième au troisième compartiment inclus. La synovectomie du deuxième compartiment, lorsqu'elle est modérée, peut être effectuée en va-et-vient sans ouverture de la coulisse. Le premier compartiment est en général épargné. En cas d'atteinte, un abord complémentaire longitudinal en regard de la styloïde radiale est nécessaire.

La synovectomie dorsale des extenseurs peut rarement être nécessaire isolément soit au cours d'un conflit mécanique direct avec le rétinaculum, soit dans certaines pathologies avec dépôts de microcristaux (en cas de sclérodémie par exemple) ou de causes infectieuses locales.

Dans la polyarthrite, elle n'a isolément plus guère d'indication [9] mais doit être associée à des gestes complémentaires qui dépendent des lésions :

- la dénervation du nerf interosseux postérieur est logique à visée antalgique dans ces pathologies chroniques. Celui-ci est réséqué sur 1 cm après électrocoagulation ;
- la synovectomie articulaire des articulations radio- et médiocarpienne est de réalisation courante et systématique à visée antalgique pour beaucoup d'auteurs. Elle serait enraidissante et n'empêche toutefois pas la récurrence de la synovite qu'elle vise cependant à amoindrir. Elle est de réalisation simple par deux incisions transversales médianes, chacune centrée sur l'interligne à nettoyer. Un abord longitudinal est plus adapté en cas de geste osseux associé. Le soulèvement d'un lambeau en « U » à pédicule distal permet, sinon, une large exposition des deux interlignes.

Le traitement de l'ARUD est extrêmement fréquent et parfois la raison déterminante de l'indication chirurgicale. La synovectomie articulaire isolée n'est, à ce niveau, pas réalisable de façon correcte par le seul abord dorsal. En effet, le maximum de synovite se situe dans le récessus antérieur de l'articulation. En pratique, lorsque l'indication est posée, l'instabilité de l'ARUD doit être supprimée dans le même temps opératoire (Fig. 10) [10] soit par la résection de la tête ulnaire, soit par sa stabilisation par la technique de Sauvé-Kapandji [11]. On peut ainsi, dans les deux cas, obtenir une large exposition de l'ensemble de la

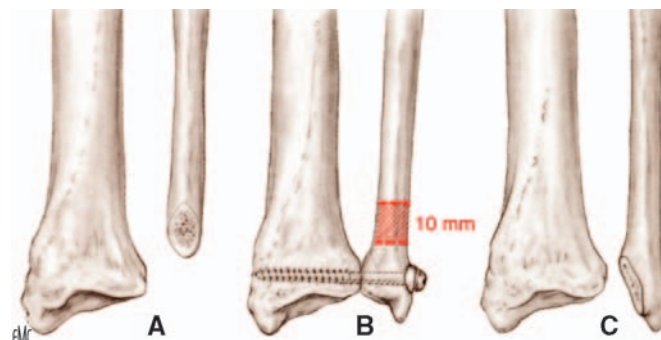


Figure 10. Chirurgie de l'articulation radio-ulnaire distale.

- A.** Résection de la tête ulnaire (Darrach).
B. Sauvé-Kapandji.
C. Hémirésection arthroplastique (Bowers).

synoviale que l'on peut ainsi complètement réséquer. Il faut, dans la mesure du possible, conserver au maximum le complexe fibrocartilagineux triangulaire.

Les résections de tête ulnaire peuvent consister en :

- un simple émondage dorsal supprimant les aspérités vulnérantes chez un patient âgé ayant une ARUD stable ;
- une hémirésection arthroplastique de la tête ulnaire [12] conservant la styloïde en continuité avec la diaphyse en proximal et le plan capsuloligamentaire ulnocarpien en interne ;
- une résection complète de la tête ulnaire [13] réalisée à la scie oscillante avec une coupe oblique de haut en bas et d'arrière en avant laissant un moignon assez long pour ne pas être trop instable.

L'intervention de Sauvé-Kapandji [11] consiste en une arthrodèse de l'ARUD fixée par une vis transversale de diamètre 3,5 en position de réduction de la tête ulnaire et après avivement des deux surfaces articulaires. La restitution de la pronosupination ainsi entravée nécessite la résection économique d'environ 1,5 cm de métaphyse ulnaire qui doit être éventuellement complétée par une stabilisation du moignon proximal, celle-ci restant le plus souvent confiée à une simple retension capsulo-périostée dorsale ou au transfert de l'hémitendon d'extenseur ulnaire du carpe laissé pédiculé en distal puis passé en transosseux dans le moignon pour être ensuite resuturé à lui-même.

Ces différentes interventions sur l'ARUD ont en commun la restitution d'une pronosupination complète et indolore rarement présente en préopératoire. La résection simple de la tête ulnaire est logique dès que l'on envisage une arthrodèse radiocarpienne, qu'elle soit partielle ou totale. L'intervention de Sauvé-Kapandji est logique dans les autres cas, permettant d'obtenir un poignet plus esthétique et une relative protection contre la translation ulnaire du carpe, toujours redoutée dans la polyarthrite rhumatoïde.

L'arthrodèse radiocarpienne devient nécessaire en cas de désaxation carpienne menaçante. L'étendue de l'arthrodèse est variable en fonction de l'importance de la translation ulnaire et antérieure de la première rangée et de la destruction par la carpite. Au minimum, elle fixe l'interligne radiolunarien [14] dont la surface d'arthrodèse reste petite, justifiant parfois de la coupler à l'arthrodèse radio-ulnaire distale de Sauvé-Kapandji pour augmenter la surface de contact à arthrodésier. En cas d'atteinte plus étendue, elle comprend l'ensemble radio-scapho-lunarien, voire dans les luxations importantes la totalité de la radiocarpienne.

La reconstruction capsulaire en cas d'arthrodèse doit être très soignée pour limiter toute adhérence des extenseurs. En l'absence d'arthrodèse, on réalise classiquement une solide retension ligamentaire radiocarpienne interne visant à empêcher la translation ulnaire de la première rangée des os du carpe en corrigeant l'inclinaison radiale exagérée du bloc radiocarpien. Les tendons sont ensuite réparés (Fig. 11, 12) en se servant des tendons restants pour réaliser les greffes tendineuses ou les transferts nécessaires au pontage des pertes de substance

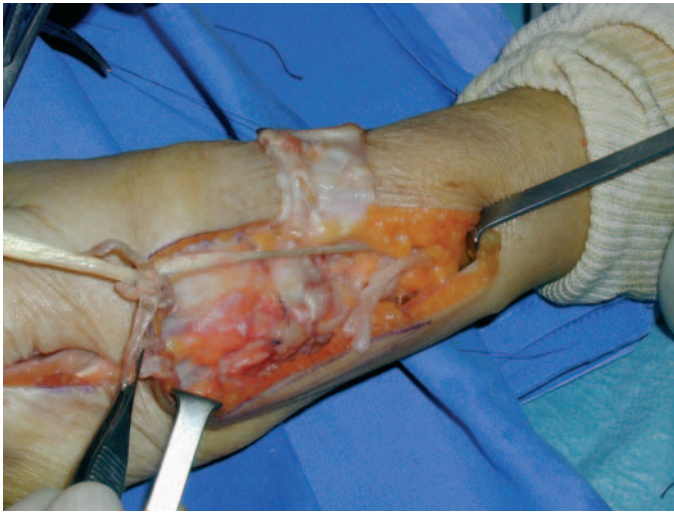


Figure 11. Ruptures tendineuses multiples au cours d'une polyarthrite rhumatoïde sévère.



Figure 12. Réparations tendineuses multiples par transferts et greffes tendineuses, puis resanglage des extenseurs par reconstruction du rétinaculum des extenseurs (même patient que sur la figure 11).

inhérentes à ces ruptures tendineuses avec dilacération. Les premiers tendons concernés sont ceux soumis à la saillie postérieure de la tête ulnaire et donc les extenseurs des doigts cubitaux. Cependant, le long extenseur du pouce peut aussi se rompre précocement sur la saillie du tubercule de Lister (Fig. 13) en cas de synovite avec désaxation radiocarpienne. Les tendons extenseurs sont en général réparés par transfert de l'extenseur propre de l'index ou adossement tendineux [15]. En cas de ruptures multiples, il faut parfois y adjoindre une greffe tendineuse de long palmaire, voire un transfert du fléchisseur ulnaire du carpe ou du fléchisseur superficiel du médius [16], heureusement rarement nécessaire car de réglage complexe en cas de traitement de l'ARUD. La rupture du long extenseur du pouce, en règle au contact du tubercule de Lister, justifie, si l'articulation interphalangienne n'est pas détruite (ce qui imposerait alors la réalisation d'une arthrodèse interphalangienne), un transfert de l'extenseur propre de l'index, suturé selon Pulvertaft [15].

Le résultat des réparations tendineuses est très pénalisé par la réalisation conjointe d'une arthrodèse radiocarpienne qui neutralise la possibilité d'effet ténodèse en bloquant la possibilité de flexion-extension du poignet. Il reste donc, au cours de la polyarthrite rhumatoïde, indispensable de poser l'indication chirurgicale de la ténosynovectomie dorsale avant toute rupture tendineuse des extenseurs.

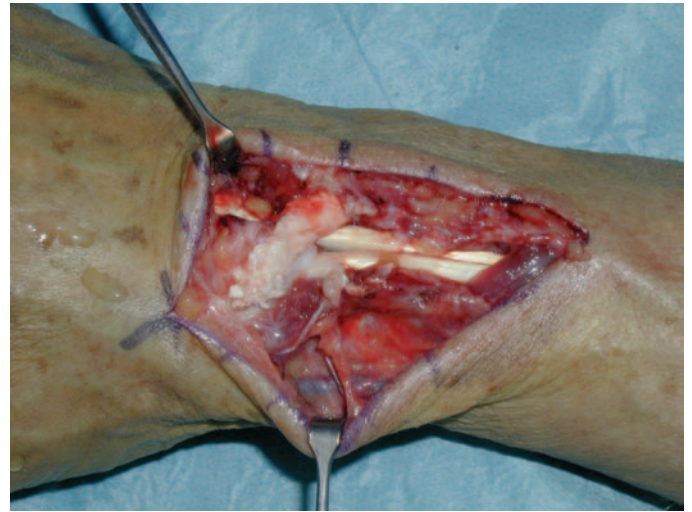


Figure 13. Attrition sévère du long extenseur du pouce au contact du tubercule de Lister.

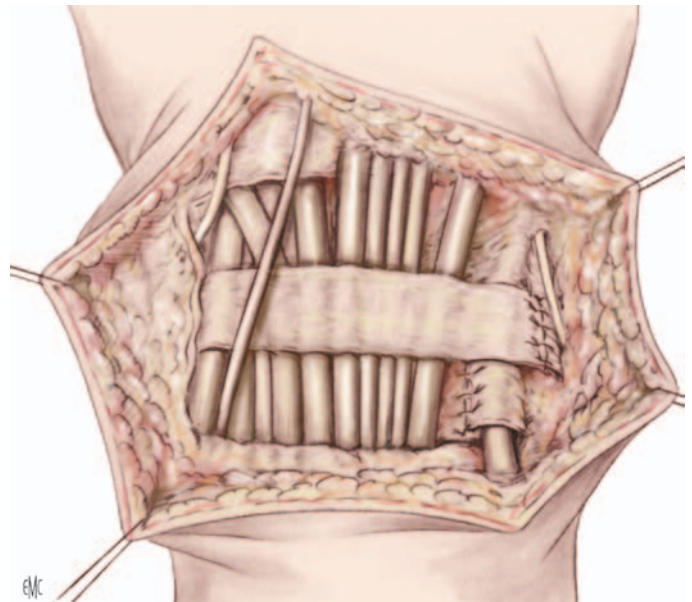


Figure 14. Plastie de stabilisation de l'extenseur ulnaire du carpe (utilisant la moitié proximale du rétinaculum des extenseurs passé au préalable sous les tendons extenseurs).

En fin d'intervention, la réparation du rétinaculum des extenseurs (Fig. 14) est importante pour préserver un espace de glissement et réaxer les tendons extenseurs. Si les tendons reposent sur une surface cruentée, il faut idéalement subdiviser en deux le rétinaculum pour tapisser la face profonde des extenseurs qui sont ainsi protégés. Le reste du rétinaculum est soigneusement reconstruit pour resangler les tendons en prenant soin d'éviter tout conflit avec les éventuelles sutures tendineuses. En général, la simple reconstruction du rétinaculum suffit à dorsaler l'extenseur ulnaire du carpe ; sinon, on peut utiliser une languette de rétinaculum pour resangler individuellement ce tendon en évitant de créer ainsi une angulation trop importante du trajet tendineux. Une immobilisation postopératoire est nécessaire pendant 3 semaines, prenant volontiers le coude et le poignet, et à adapter en fonction de la stabilité obtenue pour le moignon ulnaire et de l'éventuelle réalisation d'une réparation tendineuse.

Ténosynovite de De Quervain

La ténosynovite du premier compartiment associe, à la face externe du poignet, douleur, tuméfaction, palpation éventuelle

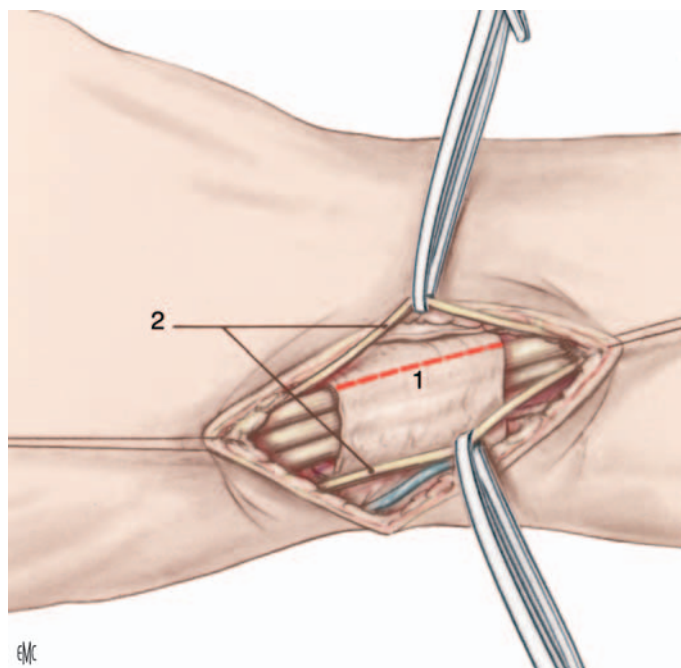


Figure 15. Ténosynovite de De Quervain. 1. Ouverture dorsale de la coulisse ostéofibreuse ; 2. rameaux sensitifs du radial mis sur un lacs.

d'un microkyste synovial de surface, parfois phénomènes de ressaut à l'extension active de la colonne du pouce, et surtout douleur provoquée à la mise en inclinaison cubitale du poignet, pouce dans la paume sollicité en extension contrariée (test de Finkelstein) [17]. Le traitement chirurgical n'est indiqué qu'après échec du traitement médical (infiltrations, attelle de posture).

L'incision cutanée est variable (Fig. 8) : soit en « Z », soit longitudinale (avec risque de cicatrice hypertrophique), soit plutôt transversale, longue de 25 mm dans le pli d'inclinaison radiale du poignet situé en pratique à 1 cm en amont de la pointe de la styloïde radiale. Sous-jacents, la branche antérieure du nerf radial ou ses rameaux de division sont immédiatement protégés. Parfois, il existe d'ailleurs des signes d'irritation clinique associés de la branche antérieure du nerf radial (chéiralgies paresthésiantes) qui pourraient justifier de prolonger l'incision vers le haut pour une éventuelle libération associée du nerf à son émergence du long supinateur où il présente alors une striction dynamique.

L'ouverture de la première coulisse ostéofibreuse (Fig. 15) est faite à son bord dorsal ménageant une charnière palmaire pour éviter toute luxation tendineuse en flexion du poignet [18].

La libération des tendons long abducteur et court extenseur du pouce est complète, de part et d'autre de la coulisse ostéofibreuse ouverte sous laquelle il existe souvent une striction de ces tendons. La fréquence [19] des variations anatomiques (plus de 30 % : long abducteur ou court extenseur du pouce aberrants, court extenseur absent, dédoublement de la coulisse ostéofibreuse), oblige à vérifier la normalité des tendons et l'existence d'éventuels septa intracompartimentaux qu'il faudrait ouvrir et réséquer. Après libération tendineuse et synovectomie, certains excisent la coulisse ostéofibreuse, d'autres laissent la poulie en place, pouvant même la fixer par son bord libre à la suture cutanée. L'immobilisation postopératoire en extension du poignet et de la colonne du pouce est de 15 jours jusqu'à l'ablation du surjet intradermique et suivie d'une autorééducation.

Syndrome de l'intersection

Longtemps considéré comme une ténosynovite des tendons extenseurs radiaux du carpe, il correspond en fait à une bursite développée entre les tendons extenseurs radiaux du carpe, le long abducteur du pouce et la face postéroexterne du radius au tiers inférieur de l'avant-bras, à 6 cm de la styloïde radiale où

se situe une bourse séreuse anatomiquement constante. L'examen clinique associe une tuméfaction allongée au tiers inféro-postérieur de l'avant-bras à une douleur et une impression de crépitation lors des mouvements de flexion-extension et de pronosupination du poignet. L'indication opératoire est exceptionnelle, et doit être portée de toute façon après échec du traitement médical [20]. L'incision cutanée est longitudinale, centrée sur la tuméfaction. Les branches sensitives du nerf radial sont repérées et écartées, puis on excise la bourse séreuse bien visible et inflammatoire qui s'insinue entre les tendons extenseurs radiaux du carpe, le long abducteur du pouce et la face postérieure du radius. Il n'est pas nécessaire de descendre jusqu'au rétinaculum des extenseurs qui est situé bien plus bas que la bourse. Les tendons sont en général de bel aspect. La fermeture cutanée est effectuée par un surjet intradermique et le poignet immobilisé à visée antalgique pour 2 semaines.

Ténosynovite du long extenseur du pouce

C'est une tendinite mécanique par conflit du long extenseur du pouce sur le tubercule de Lister (Fig. 13). Elle associe douleurs, tuméfaction, et éventuel microkyste synovial de surface, à un stade précédant la rupture tendineuse [21]. Une cause mécanique, en particulier osseuse, est à rechercher (cal vicieux du poignet, saillie anormale du tubercule). L'incision est soit longitudinale, soit transversale centrée sur le tubercule permettant la libération du long extenseur du pouce hors de sa gaine. Celui-ci prend alors naturellement un trajet sous-cutané hors de sa coulisse, trajet plus radial qui est dégagé par dissection sous-cutanée. La coulisse ostéofibreuse est refermée après résection du tubercule de Lister pour éviter au tendon long extenseur de reprendre sa place car il est laissé définitivement en situation sous-cutanée.

Une courte immobilisation postopératoire sur attelle palmaire du poignet, autorisant la mobilisation de l'interphalangienne du pouce, est conservée 8 à 15 jours.

■ Synovectomie des fléchisseurs

Au poignet

Description

Elle impose l'ouverture systématique du canal carpien et est en fait indiquée le plus souvent en complément de la libération du nerf médian.

Trois impératifs guident la voie d'abord [22] (Fig. 16) : ne pas créer de bride en sectionnant transversalement le pli de flexion du poignet, permettre une exposition suffisante du contenu du canal carpien, enfin ne pas léser le nerf médian et ses deux rameaux importants qui sont, en proximal, le rameau cutané palmaire sensitif et en distal, le rameau thénarien moteur.

L'incision part du pli de flexion du poignet, se dirige longitudinalement un peu en dedans du pli d'opposition du pouce pour s'arrêter en amont ou en regard du pli palmaire proximal. Pour une synovectomie élargie, l'incision est prolongée en proximal sur 3 cm en dedans du long palmaire après un décroché dans le pli de flexion du poignet, le tendon long palmaire étant laissé en continuité avec la berge radiale d'ouverture du rétinaculum des fléchisseurs [8]. La section du rétinaculum des fléchisseurs (Fig. 17) est réalisée progressivement de la superficie à la profondeur sous contrôle de la vue. En distal, elle doit respecter l'arcade artérielle palmaire transverse superficielle et les branches de division du nerf médian, dont le rameau thénarien qui est repéré.

Puis le ligament carpi volare (ou partie basse de l'aponévrose antébrachiale antérieure) est sectionné au ciseau en sous-cutané, le long du bord ulnaire du long palmaire. Le nerf médian est facilement individualisé sous la lèvre externe du rétinaculum des fléchisseurs et sa simple libération permet le plus souvent de se passer d'une épineurotomie antérieure (qui n'est indiquée qu'en cas de rétrécissement sévère du nerf en « sablier ») et surtout

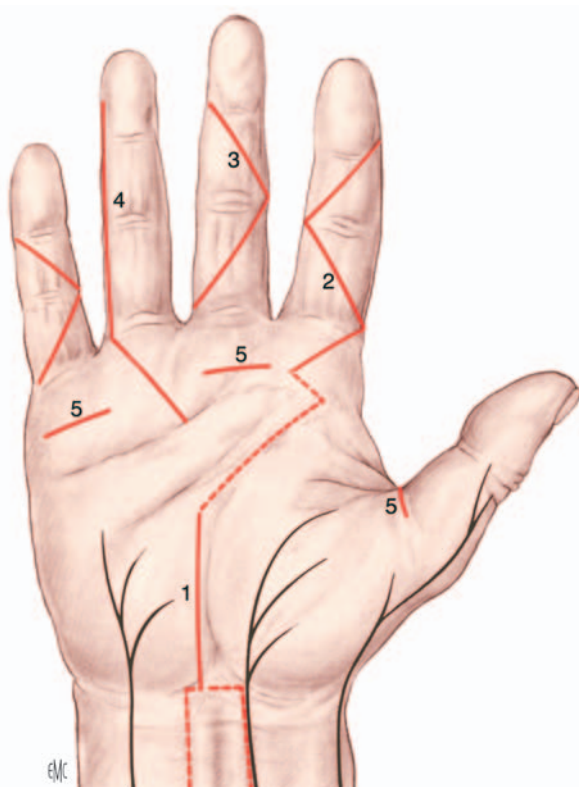


Figure 16. Incisions cutanées palmaires : 1. du canal carpien avec extension au poignet et aux doigts ; 2. en zigzag digitopalmaire (Bruner) ; 3. en zigzag digital (Bruner) ; 4. latérodigital prolongé à la paume ; 5. de doigt à ressaut.

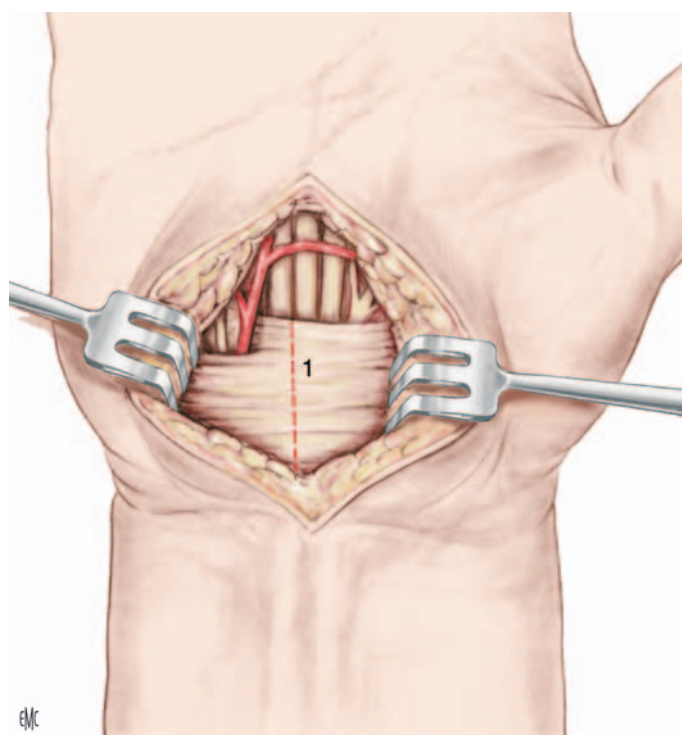


Figure 17. Voie d'abord du canal carpien. 1. Incision du rétinaculum des fléchisseurs.

d'une neurolyse intrafasciculaire, actuellement abandonnée car source de dévascularisation et de fibrose intraneurale.

Après neurolyse, la synovectomie (Fig. 18) est pratiquée à la demande d'abord sur le versant radial du nerf médian qui est protégé, puis sur son bord cubital. Elle consiste en l'excision à la demande des gaines synoviales intracanalaires de tous les

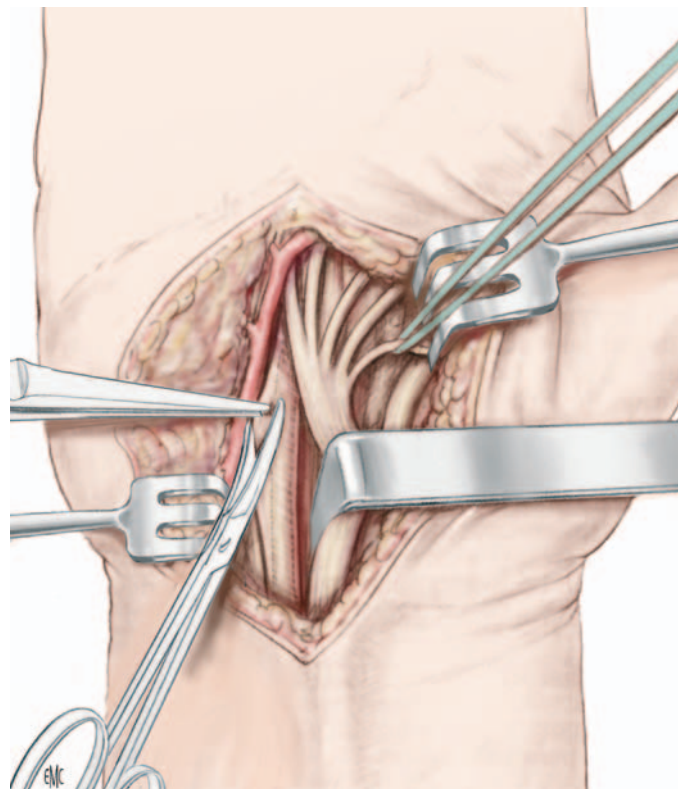


Figure 18. Synovectomie des fléchisseurs associée à une libération du nerf médian.

tendons fléchisseurs. Elle doit être totalisée en cas de synovite importante qui justifie un abord élargi au poignet pour exciser les culs-de-sac proximaux. En fin de synovectomie, le plancher du canal carpien doit être vérifié au doigt et à la vue.

Certains auteurs [23] proposent, par crainte d'une diminution de force musculaire, la confection d'une plastie d'agrandissement du ligament annulaire antérieur (Fig. 19). D'autres, au contraire, résèquent la berge interne du ligament, comptant sur sa reconstitution lors de la cicatrisation. En fait, la plupart réalisent une simple fermeture cutanée en un plan, avec drainage aspiratif en cas de synovectomie élargie.

Gestes complémentaires

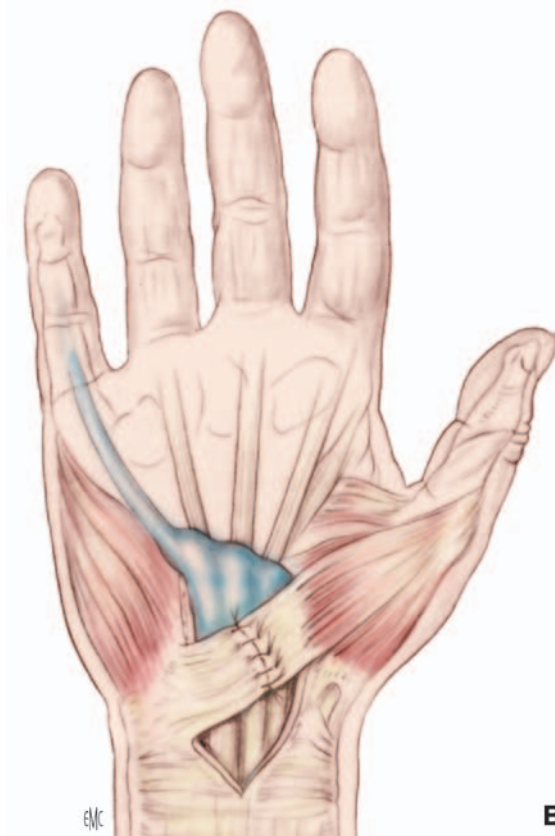
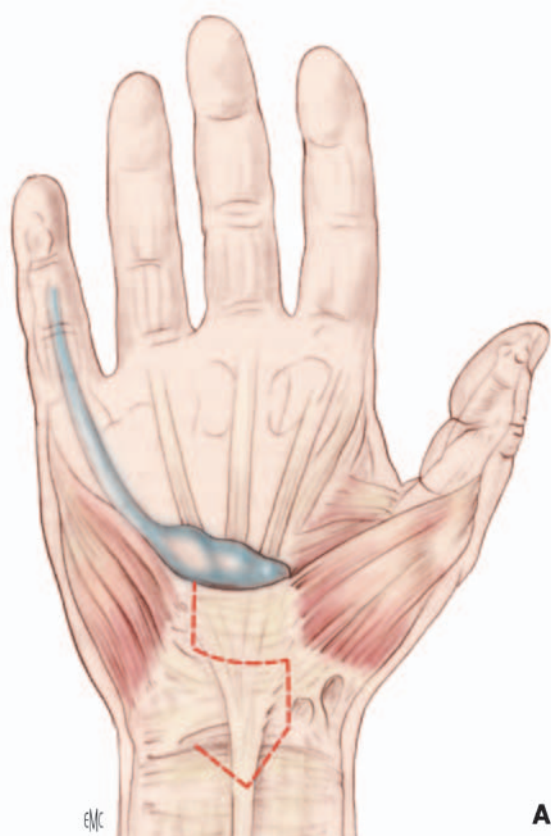
Ils sont fonction des lésions associées :

- le doigt à ressaut est fréquent (20 à 30 % des syndromes du canal carpien), imposant son dépistage préopératoire systématique et son traitement chirurgical spécifique ;
- en revanche, les ruptures de l'appareil fléchisseur sont rares en dehors de certaines causes particulières (osseuse ou rhumatologique). La rupture simple d'un fléchisseur superficiel doit conduire à son excision, celle d'un fléchisseur profond d'un doigt long à une ténodèse au tendon voisin, tandis que la rupture du long fléchisseur du pouce (le plus souvent en regard de l'interligne scaphotrapézien par arthropathie scapho-trapézo-trapézoïdienne oblige à la réalisation d'une greffe d'interposition ou d'un transfert direct du long palmaire.

Dans le canal digital

Doigt à ressaut

Ténosynovite sténosante localisée à l'entrée du canal digital, son traitement chirurgical n'est indiqué qu'après échec d'un traitement par infiltration préalable. Dans la forme primitive, la voie d'abord (Fig. 9) est soit transversale (à 5 mm en aval du pli palmaire distal pour les trois doigts médians ou à mi-distance entre ce pli et le pli de flexion métacarpophalangien pour

**Figure 19.**

A, B. Plastie d'agrandissement du rétinaculum des fléchisseurs.

l'auriculaire), soit oblique ou mieux longitudinale en regard de la métacarpophalangienne. Celle-ci permet une meilleure exposition et est indiquée systématiquement si l'on envisage une exposition plus complète du canal digital (polyarthrite rhumatoïde, dialysé rénal).

Après repérage des deux pédicules vasculonerveux de part et d'autre du canal digital, la poulie annulaire A1 est sectionnée sur son bord radial. Elle doit être ouverte en totalité au bistouri puis au ciseau pour prolonger l'incision du canal digital en proximal jusqu'à l'aplomb du pli palmaire distal et en distal jusqu'à celui du pli de flexion métacarpophalangien. Certains ont proposé une plastie en « Z » de cette poulie permettant sa reconstitution de façon élargie en décalant les deux lambeaux de poulie, d'autres pratiquent à l'inverse son excision complète. Le plus souvent, sa section simple suffit au traitement du ressaut et permet l'exploration de l'appareil fléchisseur où l'on constate en règle un rétrécissement plus ou moins marqué prédominant sur le fléchisseur superficiel avec parfois des ulcérations de surface qui sont alors régularisées. La traction successive sur les deux tendons superficiel puis profond facilite une éventuelle synovectomie localisée s'il existe une synovite associée, et doit permettre l'enroulement complet du doigt.

En fin d'intervention, le lambeau de poulie à charnière cubitale est remplacé à la surface de l'appareil fléchisseur. La rééducation est immédiatement entreprise dès le premier pansement du lendemain.

Certaines situations particulières obligent à modifier ce traitement standardisé :

- la possibilité d'atteintes digitales multiples (fréquentes chez le diabétique) nécessite d'adapter les incisions qui sont de préférence longitudinales en regard des différentes articulations métacarpophalangiennes ;
- chez le dialysé rénal, il faut se préparer à une voie d'abord éventuellement élargie car les phénomènes de ressaut peuvent se situer au-delà de la poulie A2, qui est alors inspectée ;
- les doigts à ressaut sont également fréquents dans la maladie rhumatoïde du fait de la présence de nodules intratendineux et de la synovite exubérante. Afin d'éviter l'accentuation de

la déviation cubitale des doigts créée par l'ouverture de la poulie A1, certains préfèrent l'excision de la bandelette cubitale du fléchisseur commun superficiel sans toucher à la poulie proximale [24]. En cas d'atteinte multiple, on opte pour une incision transversale dans le pli palmaire distal associée à des incisions (de type Bruner) digitales multiples [25].

En cas de renflement localisé du tendon fléchisseur profond au-delà de A2, certains réalisent une ténorrhaphie d'amincissement longitudinale [26] fermée par un surjet au 7/0 pour permettre une rééducation immédiate.

Pouce à ressaut

Cette ténosynovite nodulaire peut se voir chez le très jeune enfant, avec possibilité dans au moins trois cas sur quatre d'une récupération spontanée en l'absence de laquelle l'intervention n'est indiquée que vers l'âge de 3 ou 4 ans. En fait, la forme la plus fréquente est celle de l'adulte, touchant surtout la femme.

La voie d'abord est ici transversale (Fig. 9), dans le pli de flexion métacarpophalangien n'atteignant pas à son extrémité la crête de la première commissure. Après repérage des pédicules vasculonerveux, à ce niveau très superficiels, la poulie métacarpophalangienne A1 est repérée comme un épaississement du canal digital. Elle est incisée en son milieu. L'incision du canal digital est prolongée au ciseau en amont jusque dans l'éminence thénar vers les fibres charnues du court fléchisseur et en aval jusqu'à la poulie oblique qui est respectée. Après expertise du long fléchisseur présentant le plus souvent un rétrécissement sous la poulie A1, la liberté de glissement du tendon est vérifiée par traction sur celui-ci, devant entraîner une flexion complète de l'interphalangienne. Le plancher du canal digital est également inspecté avant la fermeture cutanée, qui est suivie d'une mobilisation immédiate.

Synovectomie élargie du canal digital

Ses indications sont rares, infectieuses (phlegmon évolué intéressant la totalité du canal digital) ou rhumatismales [24] (la polyarthrite rhumatoïde peut prendre l'aspect d'une

synovite digitale où le maximum des lésions siège alors en regard de la première phalange).

La voie d'abord (Fig. 9) est soit médiolatérale, c'est-à-dire longitudinale joignant les extrémités des plis de flexion du doigt, soit antérieure et en zigzag de type Bruner [25] ou mieux hémi-Bruner. Celle-ci permet une exposition plus facile du canal digital, et est brisée obliquement en regard de chaque pli de flexion pour éviter toute bride rétractile. Pour la même raison, le sommet métacarpophalangien de l'incision est placé du côté opposé à la commissure pour l'index et l'auriculaire, c'est-à-dire au bord libre du pli de flexion métacarpophalangien.

Les pédicules vasculonerveux sont repérés latéralement en particulier, en regard de l'interphalangienne proximale où ils sont très superficiels et de l'interphalangienne distale où ils se médialisent. Par transparence, les différentes poulies annulaires sont devinées pour être respectées lors de la synovectomie élargie du canal digital [24]. Cette synovectomie est complétée au contact des tendons fléchisseurs superficiel et profond, totalement libérés jusqu'à leur insertion respective aux bases des deuxième et troisième phalanges.

En principe, toutes les poulies annulaires sont conservées mais si elles devaient être sacrifiées, il faudrait s'efforcer de préserver A2 et A4 et ouvrir les autres poulies sur leur bord latéral pour les reposer ensuite à la surface de l'appareil fléchisseur. Après fermeture cutanée, la mobilisation immédiate est impérative car le risque de raideur par adhérences devient majeur après synovectomie élargie.

Tendinite du fléchisseur radial du carpe

Décrite par Fitton et Shea [27], la tendinite du fléchisseur radial du carpe est la conséquence de microtraumatismes répétés sur un tendon long et grêle réalisant une modification de trajet de 30° au carpe, tendon irrité dans sa coulisse ostéofibreuse au contact de l'articulation scaphotrapézienne. Cliniquement, il existe une synovite douloureuse (voire un kyste synovial) à l'entrée de la coulisse ostéofibreuse, associée à des douleurs siégeant sur le trajet intracarpien du tendon, exagérées par la flexion contrariée du poignet [28]. L'intervention s'adresse aux formes résistantes à un traitement médical correct (orthèse de repos, traitement anti-inflammatoire et infiltration de la gaine du tendon ou de l'interligne scaphotrapézien lorsqu'il existe une arthrose scapho-trapézo-trapézoïdienne radiologique associée).

La voie d'abord est antibrachio palmaire (Fig. 20) suivant, sur 4 cm, le relief du fléchisseur radial du carpe, brisée au pli de flexion du poignet pour se poursuivre à la paume en dedans du pli d'opposition du pouce.

Le rameau cutané palmaire du nerf médian (qui prend naissance à sa surface antéroexterne entre 2 et 6 cm en amont du pli de flexion du poignet et se dirige obliquement vers un dédoublement du bord interne de la gaine du fléchisseur radial du carpe) est repéré dès l'incision cutanée. Sa protection permet l'ouverture du rétinaculum des fléchisseurs prolongée en proximal par celle de la gaine du fléchisseur radial du carpe. Une pince fine et mousse est introduite dans l'orifice de la coulisse ostéofibreuse du tendon, pour permettre son incision au bistouri sur la berge externe du canal carpien (Fig. 13).

La libération progressive du fléchisseur radial du carpe est réalisée de proximal en distal. Elle autorise la luxation du tendon libéré de ses adhérences, en particulier en regard de l'interligne scaphotrapézien souvent déhiscent par ulcération capsulaire. À ce niveau, d'éventuels ostéophytes sont réséqués avec prudence. Le calibre du tendon y est parfois considérablement diminué, il peut même être rompu en regard de l'interligne scaphotrapézien obligeant alors à sa résection. Le canal carpien est systématiquement ouvert en prolongeant en distal l'incision du rétinaculum des fléchisseurs, ce d'autant qu'il existe cliniquement ou à l'électromyogramme des signes d'atteinte associée du nerf médian, éventualité fréquente même si la tendinite est au premier plan. En fin d'intervention, le tendon du fléchisseur radial du carpe est replacé dans sa gaine

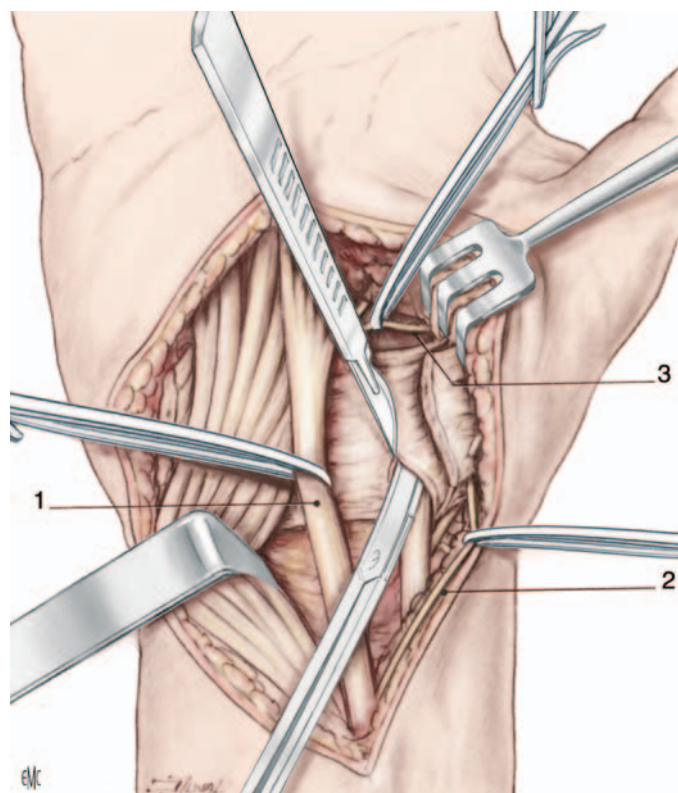


Figure 20. Libération du fléchisseur radial du carpe (ouverture de sa coulisse ostéofibreuse). 1. Nerf médian récliné (canal carpien associé) ; 2. rameau cutané palmaire ; 3. rameau thénarien.

qui est laissée ouverte, à l'exception d'un point proximal en regard du pli de flexion du poignet qui évite au tendon de se luxer en inclinaison cubitale. Après fermeture cutanée, une attelle plâtrée à 20° d'extension du poignet est laissée en place pour 2 à 3 semaines, autorisant la mobilisation active immédiate des doigts.



Références

- [1] O'Brien ET. Surgical principles and planning for the rheumatoid hand and wrist. *Clin Plast Surg* 1996;**23**:407-20.
- [2] Doyle JR, Blythe WF. Anatomy of the flexor tendon sheath and pulleys of the thumb. *J Hand Surg [Am]* 1977;**2**:149-51.
- [3] Manske PR, Lesker PA. Palmar aponeurosis pulley. *J Hand Surg [Am]* 1983;**8**:259-63.
- [4] Simmen BR, Gschwend N. Tendon diseases in chronic rheumatoid arthritis. *Orthopade* 1995;**24**:224-36.
- [5] Lermusiaux JL. Pathologie abarticulaire de la main et du poignet : téno-synovite des fléchisseurs et des extenseurs. In: Bardin T, Kuntz D, editors. *Thérapeutique rhumatologique*. Paris: Flammarion; 1995. p. 763-6.
- [6] Sud V, Freeland AE. Biochemistry of carpal tunnel syndrome. *Microsurgery* 2005;**25**:44-6.
- [7] Wynn Parry CB, Stanley JK. Synovectomy of the hand. *Br J Rheumatol* 1993;**32**:1089-95.
- [8] Tubiana R. Technique de la synovectomie dorsale du poignet rhumatoïde. *Ann Hand Surg* 1990;**9**:138-45.
- [9] Dumontier CH. Les synovectomies chirurgicales de la face dorsale du poignet dans la polyarthrite rhumatoïde de l'adulte. In: *Monographie des Annales de Chirurgie de la Main (vol 2)*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1990. p. 33-44.
- [10] Alnot JY. Surgery of the rheumatoid polyarthritis of the upper limb in adults. Review of current data. *Chirurgie* 1990;**116**:194-200.
- [11] Sauvé L, Kapandji IA. Une nouvelle technique du traitement chirurgical des luxations récidivantes isolées de l'extrémité cubitale inférieure. *J Chir (Paris)* 1936;**47**:4.
- [12] Bowers WH. Distal radioulnar joint arthroplasty: the hemiresection-interposition technique. *J Hand Surg [Am]* 1985;**10**:169-78.

- [13] Darrach W. Anterior dislocation of the head of the ulnar. *Ann Surg* 1912;**56**:802-3.
- [14] Chamay A, Della Santa D, Vilaseca A. Radiolunate arthrodesis, factor of stability for the rheumatoid wrist. *Ann Chir Main* 1983;**2**:5-17.
- [15] Pulvertaft RG. Tendon grafts for flexor tendon injuries in the fingers and thumb. *J Bone Joint Surg Br* 1956;**38**:175.
- [16] Nalebuff EA, Patel MR. Flexor digitorum superficialis transfer for multiple extensor tendon ruptures. *Plast Reconstr Surg* 1973;**52**:530-3.
- [17] Finkelstein H. Stenosing tendovaginitis at the radial styloid process. *J Bone Joint Surg* 1930;**12**:509-40.
- [18] Burton RI, Littler JW. Tendon entrapment syndrome of first extensor compartment (De Quervain's disorder). *Curr Prol Surg* 1975;**12**:32-4.
- [19] Shiraishi N, Matsumura G. Anatomical variations of the flexor pollicis brevis tendon and abductor pollicis longus tendon-relation to synovectomy. *Okajimas Folia Anat Jpn* 2005;**82**:25-9.
- [20] Grundberg AB, Reagan DS. Pathologic anatomy of the forearm: intersection syndrome. *J Hand Surg [Am]* 1985;**10**:299-302.
- [21] Anwar I, Owers KL, Eckersley R. Spontaneous rupture of the extensor pollicis longus tendon. *J Hand Surg [Br]* 2006;**31**:457-8.
- [22] Tubiana R, McCullough CJ, Masquelet A. *Voies d'abord chirurgicales du membre supérieur*. Paris: Masson; 1992.
- [23] Narakas AO. Les syndromes canauxaux du membre supérieur. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1992. p. 163-79.
- [24] Olat AR, Stanley JK, Evans RA. Flexor tenosynovectomy and tenolysis in longstanding rheumatoid arthritis. *J Hand Surg [Br]* 1996;**21**:538-43.
- [25] Bruner JM. The zigzag volar digital incision for the flexor tendons surgery. *Plast Reconstr Surg* 1967;**40**:571-4.
- [26] Seradge H, Kleinert HE. Reduction flexor tenoplasty. Treatment of stenosing flexor tenosynovitis distal to the first pulley. *J Hand Surg [Am]* 1981;**6**:543-4.
- [27] Fitton JM, Shea FW, Goldie W. Lesions of the flexor carpi radialis tendon and sheath causing pain at the wrist. *J Bone Joint Surg Br* 1968;**50**:359-63.
- [28] Gazarian A, Foucher G. La tendinite du grand palmaire : à propos de 24 cas. *Ann Chir Main* 1992;**11**:14-8.

E. Roulot, Ancien interne et ancien chef de clinique des hôpitaux de Paris (eroulot@free.fr).

Institut de la main, Clinique Jouvenet, 6, Square Jouvenet, 75016, Paris, France.

Centre chirurgical des Peupliers, 8, place de l'Abbé-Hénocque, 75013, Paris, France.

M. Ebelin, Ancien interne et ancien chef de clinique des hôpitaux de Paris.

Centre chirurgical des Peupliers, 8, place de l'Abbé-Hénocque, 75013, Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Roulot E., Ebelin M. Synovectomie des extenseurs et des fléchisseurs. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-360, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Traumatisme de l'appareil unguéal

C. Conso, C. Dumontier

L'ongle est non seulement un élément fonctionnel important de la partie distale du doigt, il est aussi une interface cosmétique avec le milieu extérieur. Les séquelles post-traumatiques sont doublement mal vécues par les patients. Les traumatismes de l'appareil unguéal sont des pathologies fréquentes dont la prise en charge initiale, en général assez simple, doit être minutieuse. Les séquelles de traumatisme sont en effet bien plus difficiles à traiter et les résultats de la chirurgie des séquelles sont moins bons. Le traitement des traumatismes de l'appareil unguéal passe d'abord par une bonne connaissance de l'anatomie et de la physiologie normale de l'ongle.

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Ongle ; Périonychie ; Matrice ; Amputation ; Greffe

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Anatomie et physiologie de l'appareil unguéal | 1 |
| Matrice | 1 |
| Lit unguéal | 1 |
| Hyponychium | 2 |
| Paronychie | 2 |
| Apport artériel | 2 |
| Retour veineux | 2 |
| Innervation | 2 |
| Physiologie | 2 |
| ■ Mécanisme | 3 |
| ■ Différentes lésions | 3 |
| Hématome | 3 |
| Avulsion simple de la tablette unguéale | 3 |
| Lésions du lit unguéal | 3 |
| Lésions de la matrice | 6 |
| Dystrophies unguéales post-traumatiques | 7 |
| ■ Conclusion | 8 |

■ Introduction

L'ongle a non seulement un rôle fonctionnel important, il est aussi une interface cosmétique avec le milieu extérieur dont toute anomalie est mal vécue par les patients. L'ongle protège la partie dorsale du doigt, mais par un effet de contre-appui sur la pulpe digitale il facilite la prise d'objets fins en augmentant la sensation tactile. Les traumatismes de la partie distale des doigts sont très fréquents et peuvent léser non seulement l'ongle mais également la pulpe. Le traitement des lésions unguéales dépend de l'élément atteint. C'est pourquoi, avant de prendre en charge les lésions traumatiques de l'appareil unguéal, il convient d'en connaître l'anatomie et la physiologie. La qualité du traitement en urgence doit permettre de limiter les séquelles dystrophiques dont le traitement secondaire est beaucoup plus aléatoire.

■ Anatomie et physiologie de l'appareil unguéal (Fig. 1, 2, 3)

Les dénominations des différentes structures composant l'appareil unguéal que nous utilisons sont définies ci-dessous. Attention car elles varient parfois en fonction de l'origine des publications [1-5].

Matrice

C'est la zone de production de la tablette unguéale. Elle est divisée en deux parties :

- une partie superficielle à la tablette qui correspond à la partie la plus profonde du repli proximal. Cette partie donne le tiers superficiel ou dorsal de la tablette ;
- une partie profonde, située sous la tablette et qui se termine de façon nette et convexe par la lunule, toujours visible au pouce, zone de démarcation avec le lit de l'ongle. Cette partie donne les deux tiers profonds ou palmaires de la tablette.

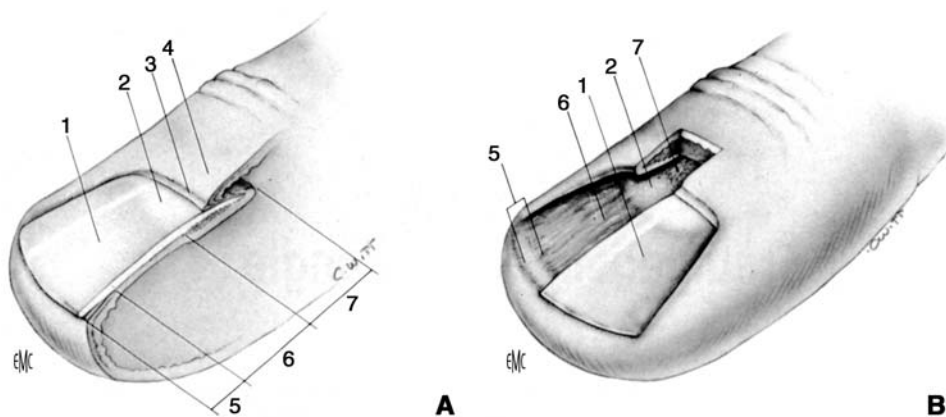
La partie proximale de la matrice est fixée à la base de la phalange par des structures ligamentaires qui la stabilisent et peuvent participer à certaines déformations.

Au niveau de la matrice, la tablette est très peu adhérente et elle est facilement décollée par les hématomes sous-unguéaux ou par les infections (la tourniole est la diffusion le long du repli d'un paronchie latéro-unguéal).

La matrice est recouverte dans sa partie dorsale par un repli épidermique, le repli proximal (parfois appelé éponychium) dans lequel vient s'enchâsser la tablette. L'adhérence entre la tablette et le repli proximal est assurée par une structure kératinisée, la cuticule, qui assure l'étanchéification du repli, qui est rompue par les soins de manucure.

Lit unguéal

Il fait suite à la matrice et se termine au niveau de l'hyponychie. Il repose intégralement sur la phalange sous-jacente. La tablette unguéale au cours de la croissance adhère

**Figure 1.**

A, B. Anatomie de l'ongle. 1. Tablette unguéale ; 2. lunule ; 3. cuticule ; 4. éponychium ; 5. hyponychium ; 6. lit de l'ongle ; 7. matrice unguéale.

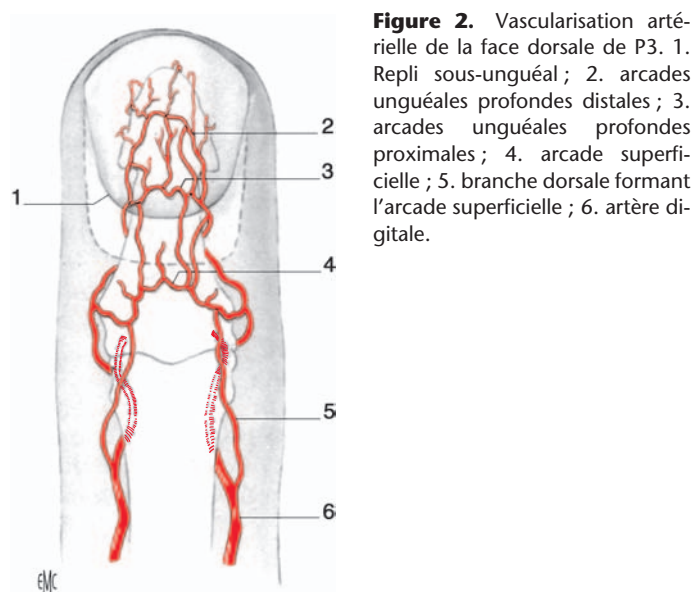


Figure 2. Vascularisation artérielle de la face dorsale de P3. 1. Repli sous-unguéal ; 2. arcades unguéales profondes distales ; 3. arcades unguéales profondes proximales ; 4. arcade superficielle ; 5. branche dorsale formant l'arcade superficielle ; 6. artère digitale.

Apport artériel

L'appareil unguéal est très richement vascularisé. La vascularisation provient des deux branches terminales des artères collatérales digitales. Quatre réseaux successifs, anastomotiques et anastomotiques entre eux, participent à la vascularisation des replis, de la matrice et du lit unguéal.

Retour veineux

Il est assuré par des arcades, les veines provenant des sillons et des bourrelets forment une arcade sur la phalange distale qui entoure l'appareil unguéal à sa partie proximale.

Dans le cas d'une amputation au-delà de l'articulation interphalangienne distale, il est difficile de retrouver une veine suturable. Le drainage veineux des réimplantations distales est assuré temporairement par un saignement provoqué de l'appareil unguéal au niveau de l'hyponychium.

Innervation

Elle est sous la dépendance des nerfs collatéraux digitaux.

Physiologie

La tablette unguéale sert de protection à la face dorsale des doigts. Elle participe à la finesse des prises, d'une part dans le ramassage des petits objets grâce aux prises pulpo-unguéales ou unguéo-unguéales, d'autre part par sa rigidité et son effet de contre-pression pulpaire. Elle augmente aussi la sensibilité pulpaire, et la perte de la tablette diminue les capacités de préhension. Il est impossible ou très difficile de boutonner une chemise avec un doigt dépourvu de tablette. Par sa richesse vasculaire, il est vraisemblable que l'ongle participe à la régulation thermique. Enfin, l'ongle participe à la beauté cosmétique des doigts.

La vitesse de croissance d'un ongle est variable selon le sexe, l'âge, les doigts et les habitudes du patient, et peut être modifiée par de nombreuses maladies [4]. Elle est de l'ordre d'un dixième de millimètre par jour à la main. L'ongle des pieds croît trois à quatre fois moins vite [1, 4-6]. Après un traumatisme, il existe un arrêt de croissance de 21 jours durant lesquels l'ongle s'épaissit en amont de la lésion. On observe ensuite une augmentation de sa production pendant 50 jours et un ralentissement pendant 30 jours. La croissance unguéale ne revient pas à la normale avant 100 jours.

L'ongle pousse à partir de la matrice germinale et celle-ci semble être responsable de la totalité de la production de la tablette. Selon Lewis [2], la matrice dorsale participe peu à la formation de la tablette. Une lésion de cette zone serait surtout responsable de la perte du brillant de l'ongle. C'est la partie ventrale de la matrice qui est responsable de l'épaisseur de l'ongle. L'épaisseur de la tablette dépend de la longueur de la matrice.

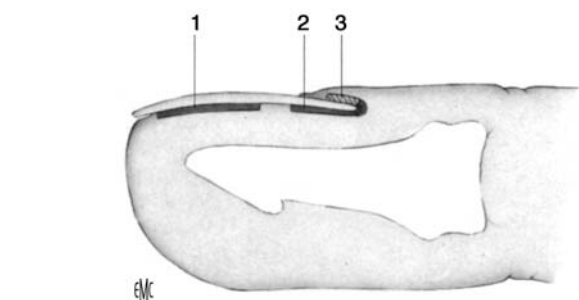


Figure 3. Les trois zones de la formation de l'ongle. 1. Ongle ventral ; 2. ongle intermédiaire ; 3. ongle dorsal.

et glisse sur cette zone. Le lit de l'ongle est richement vascularisé (pouls capillaire) et innervé.

Hyponychium

C'est la partie distale du lit unguéal, elle est peu différenciée de l'épiderme cutané. Il s'agit en fait d'une extension sous-unguéale de ce dernier. C'est à ce niveau que la tablette cesse d'être adhérente.

Paronychium

On désigne sous ce nom les replis de l'ongle. Il existe un repli proximal qui entasse la tablette et deux replis latéraux. Les replis participent à la protection de la tablette et guident sa croissance.

Il faut 2 mois pour qu'un ongle des doigts quitte le repli sus-unguéal et il faut compter de 4 à 6 mois pour qu'un nouvel ongle repousse entièrement, la première tablette est souvent irrégulière, inesthétique. Il faut en pratique attendre 12 mois pour juger du résultat définitif d'une repousse unguéale.

■ Mécanisme

Les traumatismes digitaux représentent environ 10 % des traumatismes et concernent l'appareil unguéal une fois sur quatre. Le traitement initial des lésions de l'appareil unguéal donne de loin les meilleurs résultats fonctionnels et esthétiques.

Les portes sont la source d'accident la plus fréquente, suivie par l'écrasement entre deux objets, les lacerations par scie ou tondeuse à gazon. Les lésions surviennent chez des patients en moyenne entre 4 et 30 ans. Les deux mains sont atteintes avec la même fréquence. Le majeur est le doigt le plus exposé parce que le plus long, dans l'ordre suivent l'annulaire, l'index, l'auriculaire et le pouce.

Les types de lésions les plus fréquentes sont les lacerations, suivies par les plaies stellaires, enfin les écrasements et les arrachements unguéaux [7].

Les lésions du lit unguéal sont rarement isolées. Une fracture de la houppe phalangienne est retrouvée dans 50 à 60 % des cas. Les lésions associées de la pulpe sont six fois plus fréquentes que les lésions unguéales isolées [7].

Les lésions du lit résultent d'un traumatisme localisé entraînant une compression du lit entre la tablette tordue ou cassée et l'os. Ce mécanisme est la cause d'une lésion nette ou stellaire du lit. Lorsque l'ongle est comprimé par un objet de plus grande taille, il en résulte une plaie stellaire ou une plaie plus complexe, voire une fragmentation du lit unguéal.

■ Différentes lésions

Hématome (Fig. 4)

Le lit unguéal est très vascularisé, aussi un écrasement de l'extrémité distale du doigt peut entraîner un saignement du lit ou de la matrice. L'hématome ainsi formé ne peut s'évacuer si les berges de la plaie restent adhérentes à la tablette unguéale. La douleur intense pulsatile est le principal motif de consultation, elle est calmée par l'évacuation de l'hématome. L'évacuation de l'hématome ne doit cependant pas être systématique [8, 9].

Il est classiquement admis qu'un hématome de petite taille ne dépassant pas 25 % de la surface visible de la tablette est habituellement peu ou pas douloureux et ne nécessite pas de traitement.

Les hématomes douloureux de plus de 25 % nécessitent une évacuation.

Celle-ci est réalisée au moyen d'un trombone chauffé au rouge au moyen d'un briquet, plus simplement une aiguille de gros calibre utilisée comme une tréphine est aussi un bon outil facilement accessible dans tous les services d'urgence, plus rarement on a à sa disposition un bistouri électrique. Deux orifices sont réalisés permettant l'évacuation de l'hématome par une pression douce sur la tablette unguéale. Pour éviter que celui-ci ne se reproduise on place une contention autocollante sur l'ongle laissant les orifices de tréphination libres [8]. Aucune antibiothérapie n'est préconisée.

Si certains auteurs, dont Zook [7], préconisent l'ablation de la tablette unguéale et la réparation du lit dans les hématomes faisant plus de 50 % de la surface visible de la tablette, des travaux récents de bonne qualité scientifique ont montré :

- que la lésion n'était pas accessible à une suture une fois sur deux ;
- que la simple tréphination de l'ongle intact suffisait à obtenir une guérison sans séquelles chez l'enfant comme chez l'adulte [8] ;
- qu'il n'existait pas de différence dans les résultats entre les deux options, mais que la chirurgie était plus coûteuse [9] ;



Figure 4. Hématome sous-unguéal : l'hématome doit être entièrement évacué pour reposer l'ongle sur son lit.

- que l'existence d'une fracture de phalange sous-jacente ne modifiait pas les indications.

C'est pourquoi il est raisonnable de recommander l'évacuation par tréphination simple des hématomes douloureux de plus de 25 % de la surface, dans les cas où la tablette unguéale est intacte.

Avulsion simple de la tablette unguéale

Elle est le plus souvent associée à une lésion du lit unguéal. En cas d'avulsion simple de l'ongle et lorsque celui-ci a pu être conservé, il faut reposer la tablette en réalisant une petite fenêtre au milieu de celle-ci pour éviter la formation d'un hématome [1, 10] (Fig. 5). Après nettoyage antiseptique, la tablette est replacée sous le repli unguéal proximal et les replis latéraux, et fixée par des Stéri-Strips® ou par un point entre les replis unguéaux (Fig. 6). Il est préférable de réaliser ces gestes simples sous anesthésie locale pour un meilleur confort surtout si l'ongle est refixé par des points de suture.

Un substitut unguéal peut être utilisé en cas de perte de la tablette, comme un fragment de film radiographique, mais la kératinisation simple du lit permet le plus souvent la repousse unguéale.

Lésions du lit unguéal

Nous excluons, dans ce paragraphe les lésions matricielles qui doivent être individualisées car leur pronostic et leurs conséquences sont différents.

Lésions simples

Ce groupe est constitué par les plaies simples peu contuses (par opposition aux plaies stellaires), linéaires. Ce sont les plus fréquentes (Fig. 7).

Pour bien visualiser les lésions du lit, il est nécessaire de travailler sous garrot avec un grossissement optique.

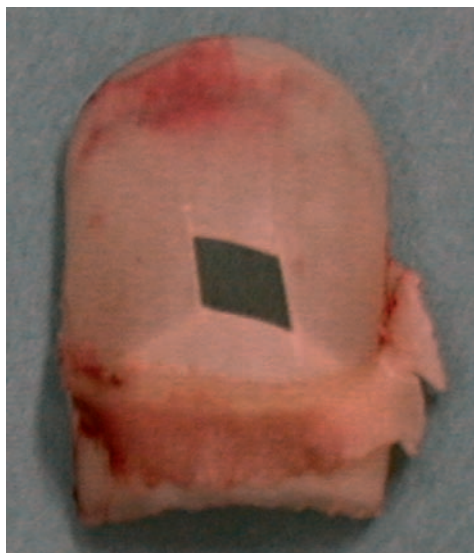


Figure 5. Fenêtré dans la tablette unguéale. La fenêtré doit être suffisamment large pour laisser passer le sang et éviter un hématome sous-unguéal.

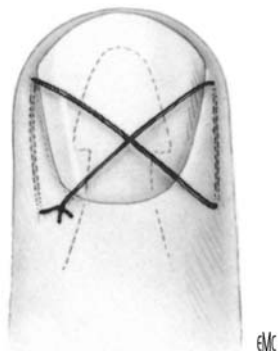


Figure 6. Fixation de la tablette par un point en cadre, le point ne doit pas être trop serré, ou par des Stéri-strips®.



Figure 7. Plaie simple du lit unguéal avec fracture de la houppe de P3.

La tablette unguéale restante est décollée avec précaution en veillant à ne pas abîmer le lit. On s'aide d'une spatule mousse ou de ciseaux à bouts mousses passés entre le lit et la tablette. Cette dernière est nettoyée et trempée dans une solution antiseptique pour être réutilisée en fin d'intervention.

Après l'ablation de la tablette, on réalise un nettoyage au sérum physiologique sans parage (grâce à la qualité de la vascularisation de l'appareil unguéal) puis une suture au fil incolore de taille 6/0 ou 7/0 avec une courbure de petit rayon

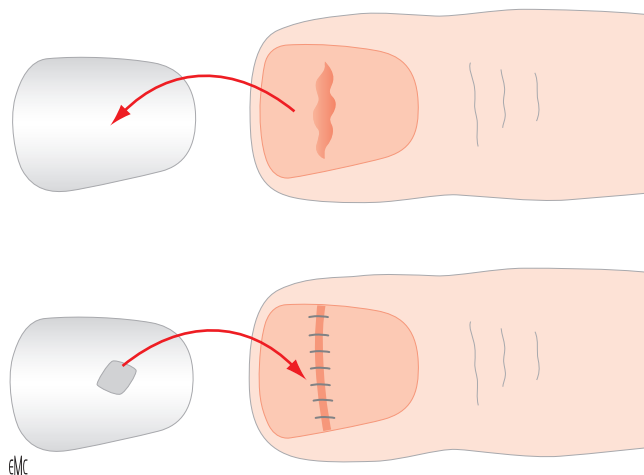


Figure 8. Suture de lit unguéal : on peut faire des points séparés ou un surjet affrontant le plus parfaitement possible les berges de la plaie.



Figure 9. Lésion contuse du lit unguéal.

afin de rapprocher les berges de la plaie. Les points séparés comme le surjet peu serré sont suffisants ^[1, 11] (Fig. 8).

La tablette unguéale est reposée après avoir été fenêtrée. Pour fixer la tablette nous préconisons un point en X prenant les bords latéraux de la pulpe et croisé sur la tablette. Ceci évite de transpercer le lit de l'ongle qu'on vient de réparer...

On réalise alors un pansement avec un tulle non adhérent le plus petit possible laissant l'articulation interphalangienne proximale libre. Au besoin une petite attelle est placée immobilisant l'articulation interphalangienne distale.

Le pansement est refait le lendemain ou le surlendemain, pour vérifier l'absence d'hématome sous-unguéal ou d'infection précoce, puis une fois par semaine.

Les sutures maintenant l'ongle sont retirées à 3 semaines.

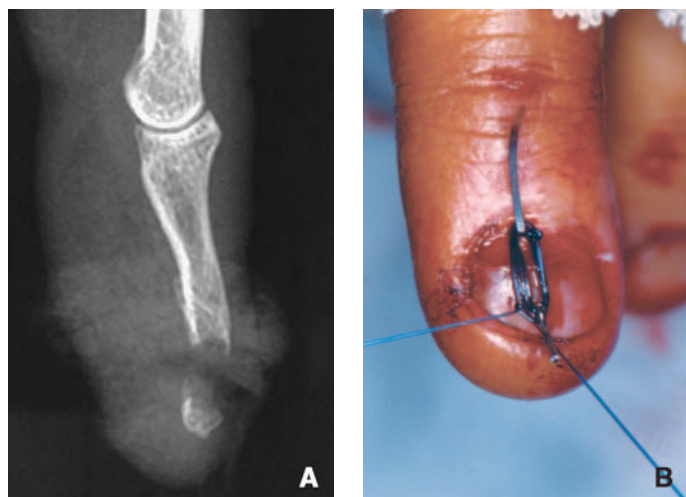
L'ongle reste adhérent durant 1 à 3 mois et est progressivement remplacé par la repousse du nouvel ongle.

Dans plus de 90 % des cas, ces sutures du lit donnent un très bon résultat avec des ongles normaux.

Si la tablette unguéale n'est pas disponible ou trop détériorée, on utilise des substituts unguéaux en silicone ou tout matériel stérile suffisamment courbe pour être façonné à la taille voulue.

Lésions contuses

Le principe de la suture est identique, le parage des tissus dévascularisés doit être particulièrement économe ^[1] (Fig. 9).

**Figure 10.****A.** Fracture de P3.**B.** Artifice de Foucher, suture de la tablette unguéale par une aiguille laissée en place.

Lésions associées à une fracture (Fig. 10)

Environ 50 % des lésions du lit unguéal sont associées à une fracture de la phalange distale.

Si la fracture n'est pas déplacée le lit unguéal est réparé et la tablette ou le substitut servent d'attelle pour maintenir la réduction.

Au besoin s'il existe une plaie transversale du lit avec une fracture, on peut utiliser une suture appuyée de la tablette. Une aiguille de 20 mm est placée à travers la tablette et le lit unguéal perpendiculairement à la plaie et le fil est utilisé comme hauban pour rapprocher les deux fragments (artifice de Foucher) [12].

Une fracture déplacée est réduite et synthésée, s'il existe une instabilité, par une aiguille ou une broche fine oblique ou longitudinale.

Pertes de substance isolées du lit unguéal

Cas idéal

Le cas idéal est celui où le lit de l'ongle arraché est resté attaché à la tablette unguéale. Dans ce cas, deux possibilités :

- le lit est détaché de la tablette de façon très soignée et celui-ci est suturé sur le périoste de P3 [10] ;
- le lit est laissé sur la tablette et l'ensemble est remplacé, après parage économe, comme greffe.

Cette dernière solution a notre préférence. Les greffes prennent parfaitement sur le périoste ou l'os cortical phalangien.

Lit unguéal non conservé

Si le lit unguéal n'a pas pu être conservé, plusieurs solutions ont été proposées.

Cicatrisation dirigée. Elle entraîne l'apparition d'un tissu de granulation irrégulier responsable d'une mauvaise repousse unguéale avec perte de l'adhérence de la tablette. Cette technique doit être abandonnée.

Greffe de peau. Elles peuvent être de plusieurs types, greffe de peau mince, greffe dermique inversée... Ces greffes ne permettent pas l'adhérence entre l'ongle et le nouveau lit unguéal et ne doivent pas être utilisées dans la mesure du possible.

Greffe épaisse de lit unguéal. Aucune des techniques précédentes ne permet d'obtenir un ongle normal car le remplacement du tissu spécialisé qu'est le lit unguéal ne peut se faire que par du lit unguéal. Le prélèvement concerne la totalité de l'épaisseur du lit unguéal ce qui suppose le sacrifice de l'appareil unguéal du doigt ou de l'orteil donneur [13]. Cette technique est en fait utilisée quand existe un doigt amputé non réimplantable qui sert de « doigt-banque ».

Greffe mince de lit unguéal [5, 14] (Fig. 11, 12). Elle est prélevée aux dépens du lit unguéal restant ou aux dépens du lit unguéal du gros orteil. La greffe prélevée est 1 mm plus grande que la perte de substance car la greffe se rétracte. Elle est prélevée au bistouri avec une lame de 15 et sous grossissement optique de manière à voir la lame en transparence à travers la greffe (environ 0,3 mm d'épaisseur). La prise de greffe ne doit pas être trop épaisse au risque d'entraîner une dystrophie unguéale séquellaire. Cet artifice n'est utilisable sur un doigt qu'en cas de perte de substance de petite taille. En cas de defect plus important on prélèvera sur le gros orteil. Sur le premier orteil, l'ongle est décollé en distal et légèrement soulevé, la base unguéale restant en place. La greffe est alors prélevée selon les modalités déjà énoncées. Le greffon est ensuite suturé sur la perte de substance par des points séparés de fil résorbable incolore 7/0. L'orientation de la greffe de lit unguéal ne semble pas avoir d'importance puisque la réalisation de lambeaux de lit unguéal ne perturbe pas le sens de la repousse.

Il est possible de faire glisser un lambeau latéral comprenant lit et repli latéral pour couvrir une petite perte de substance (2-3 mm). Ce lambeau peut également être associé aux techniques précédentes.

Les pertes de substance du lit unguéal sont rarement isolées et s'associent à un traumatisme distal du doigt associant des lésions pulpaire osseuses et unguéales. Toutes ces lésions doivent être traitées dans le même temps.

Amputations distales passant par le lit unguéal

Les amputations distales des doigts sont classées en trois types en fonction de la zone lésée. Les indications dépendent de ce niveau d'amputation et sont résumées dans la Figure 13.

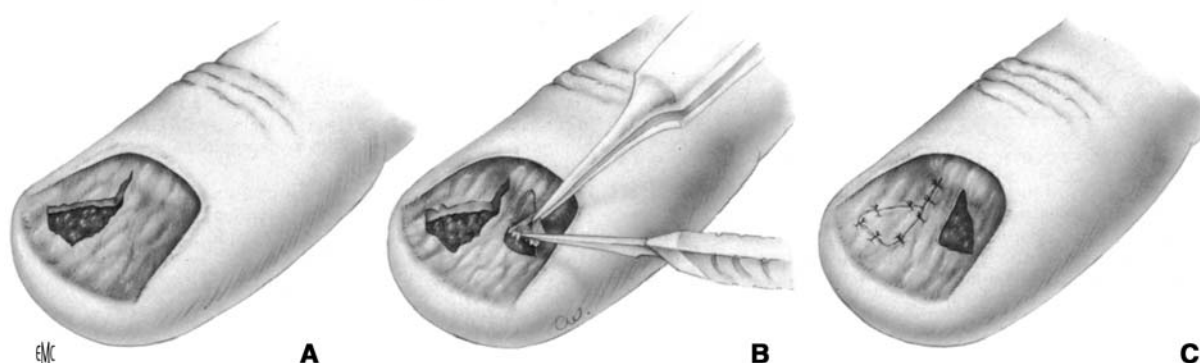
**Figure 11.** Prélèvement d'une greffe mince homodigitale de lit unguéal (d'après Shepard).**A.** Perte de substance traumatique du lit unguéal.**B.** Prélèvement à la lame de bistouri, sous loupe binoculaire, d'une greffe mince à partir du lit unguéal restant.**C.** Suture de la greffe dans la perte de substance, avant mise en place d'un ongle.



Figure 12. Aspect d'une greffe fine de lit unguéal. On voit la lame de bistouri par transparence à travers la greffe.

La plupart des amputations passent par le lit en préservant la matrice unguéale. Les réimplantations sont parfois possibles et restent le meilleur traitement. Si le fragment n'est pas réimplantable, on reconstruit le lit avec une greffe ou en reposant le fragment de lit prélevé sur le fragment amputé. L'appareil unguéal reconstruit est soutenu par le lambeau pulpaire qui doit être assez volumineux afin d'éviter la déformation de l'ongle en crochet et/ou un hyponychium douloureux [15-17].

Les amputations en zone II passent à la jonction du lit et de la matrice laissant celle-ci intacte. La réimplantation est difficile, mais reste le meilleur traitement de conservation de l'ongle.

En cas d'impossibilité, on s'oriente vers une reconstruction non vascularisée composite utilisant l'os et le lit unguéal associée à un lambeau pulpaire.

Si l'amputation siège dans la moitié distale du lit, qu'elle s'accompagne d'une lésion pulpaire à biseau dorsal, il est possible d'utiliser un lambeau pulpaire dont la partie distale est désépidermée pour combler la perte de substance du lit unguéal.

Il n'y a pas de contre-indication à la réimplantation digitale distale en dehors d'un risque vital associé à une autre pathologie. Le chirurgien prenant en charge ce type de pathologie doit

posséder une compétence en microchirurgie, l'artère centrale de pulpe mesurant entre 0,2 et 0,5 mm de diamètre. Il est préférable de l'adresser à un collègue expérimenté dans ce domaine pour la prise en charge chirurgicale si tel n'est pas le cas.

Lésions de la matrice

Elles sont individualisées car les séquelles sont toujours plus importantes, entraînant une fissure, un sillon, voire une absence d'ongle selon leur gravité.

Déchaussement de la partie proximale de la matrice

C'est une lésion de bon pronostic puisqu'il suffit de replacer la matrice dans le repli proximal (Fig. 14).

La partie proximale de la zone matricielle est parfois décollée et basculée au-dessus du repli proximal. Des points en U prenant appui sur le bourrelet proximal suffisent à reposer la matrice sur le périoste avec de bons résultats. La remise en place d'un ongle ou d'un substitut est indispensable.

Plaies simples de la matrice

Devant une plaie linéaire, la suture de la matrice reste le meilleur traitement. La matrice sera mieux visualisée par deux contre-incisions latérales dans le prolongement des replis unguéaux (Fig. 15). La matrice étant moins vascularisée que le lit, ceci peut expliquer des résultats moins satisfaisants.

Perte de substance de la matrice unguéale

Si la perte de substance du lit unguéal peut être traitée par greffe de lit, les greffes libres de matrice non vascularisées ne peuvent être recommandées.

Devant une perte de substance qui ne peut être comblée par un lambeau local (Fig. 16) il faut parfois proposer aux patients des greffes vascularisées d'appareil unguéal [13]. En branchant un pédicule court au niveau de l'interphalangienne proximale, les résultats sont fonctionnellement satisfaisants sans être parfaits sur le plan esthétique.

Pour les pertes de substance complexes de la partie dorsale du pouce avec pulpe intacte, le transfert partiel du premier orteil autorise une véritable reconstruction du pouce dorsal. Cette intervention apporte sur mesure le complexe unguéal et un

| Type d'amputation | Palmaire oblique | Transverse | Dorsale oblique |
|-------------------|--|--|---|
| Zone d'amputation | | | |
| Zone I | <ul style="list-style-type: none">• Lambeau palmaire | <ul style="list-style-type: none">• Lambeau palmaire désépidermé ou• Lambeau palmaire et greffe de lit d'ongle | <ul style="list-style-type: none">• Greffe de lit d'ongle +/- lambeau palmaire• Lambeau palmaire désépidermé |
| Zone II | <ul style="list-style-type: none">• Replantation si possible, sinon• Lambeau de recul du lit unguéal +/- lambeau palmaire• Lambeau d'avancement palmaire | <ul style="list-style-type: none">• Replantation si possible, sinon• Reposition ou• Lambeau palmaire +/-• Greffe de lit d'ongle | <ul style="list-style-type: none">• Reposition ou• Lambeau palmaire et greffe de lit d'ongle |
| Zone III | <ul style="list-style-type: none">• Replantation | <ul style="list-style-type: none">• Replantation si possible, sinon• Lambeau de reposition | <ul style="list-style-type: none">• Replantation si possible, sinon• Lambeau de reposition |

Figure 13. Tableau récapitulatif de la conduite à tenir dans une amputation distale d'un doigt.

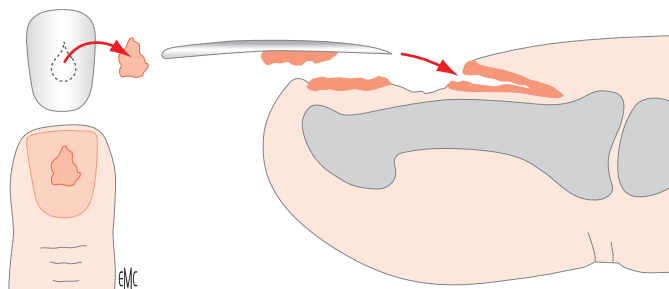


Figure 14. Reposition de lit unguéal resté adhérent à la tablette.

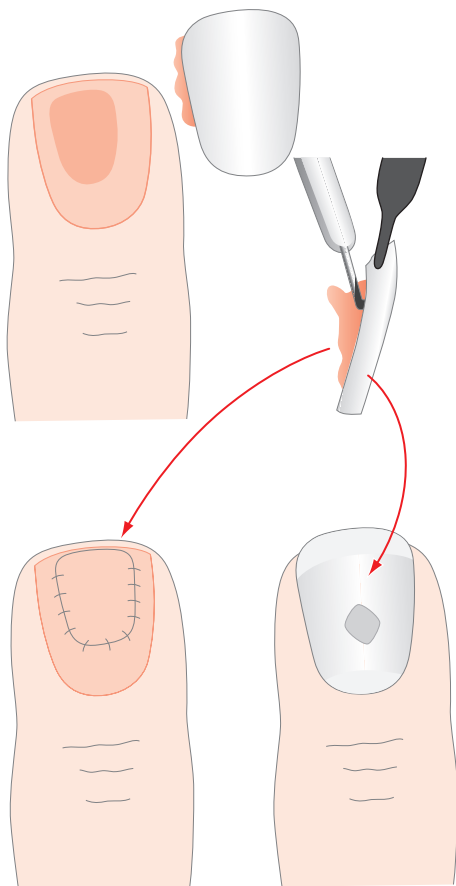


Figure 15. Incision des replis sus-unguéaux pour exposer la matrice.

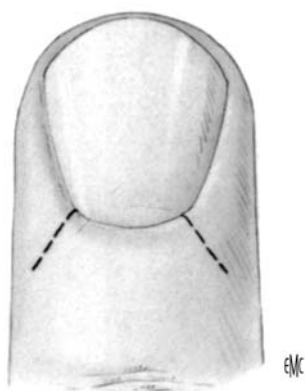


Figure 16. Lambeau bipédiculé de Johnson proposé dans le traitement des pertes de substance du lit unguéal.

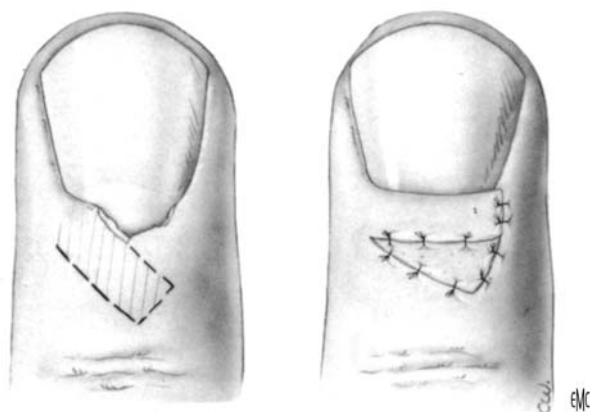


Figure 17. Lambeau de rotation pour perte de substance du repli sus-unguéal.

Dystrophies unguéales post-traumatiques

Elles sont malheureusement encore fréquentes, à cause bien sûr de l'importance du traumatisme initial, mais aussi d'une prise en charge initiale inadaptée. Les dystrophies unguéales entraînent des douleurs, une gêne fonctionnelle (l'ongle dystrophique s'accroche), et une gêne esthétique parfois au premier plan des plaintes.

L'examen d'un ongle dystrophique doit, avant tout, essayer de préciser la structure anatomique (matrice, lit, repli, ...) en cause. Une radiographie est indispensable, aucune reconstruction n'étant possible sur un socle absent ou instable. Les plaintes des patients doivent être bien analysées lors de la consultation afin d'apporter au patient les informations les plus précises possibles sur les résultats escomptés. En effet ceux-ci sont dans un nombre non négligeable de cas partiels et source de déception. Nous citons ensuite quelques dystrophies parmi les plus couramment rencontrées et accessibles à un traitement chirurgical.

Sillons longitudinaux

Il s'agit de la déformation la plus rencontrée en pratique clinique. Si la matrice est intacte, seul le lit doit être reconstruit et les résultats sont meilleurs. Si le sillon remonte sur la

fragment osseux vascularisé. Il est ainsi possible de restaurer en un seul temps la longueur du pouce et constituer un gain esthétique. La difficulté technique est réelle et la morbidité du site donneur (perte de l'ongle) est à mettre en balance. L'indication du transfert vascularisé est plus rare pour les doigts longs.

Perte de substance du repli unguéal

Celle-ci peut être recouverte par un lambeau de rotation (Fig. 17) mais il faut y associer une reconstruction de la matrice.

matrice, les résultats sont plus péjoratifs. Le repli proximal joue un rôle de protection de la matrice. Celle-ci est donc moins souvent touchée. En revanche, l'association atteinte du repli et de la matrice réalise une cicatrice longitudinale (le ptérygium) de traitement très difficile.

Pour toutes les lésions dystrophiques l'ablation première de la tablette unguéale permet un examen du lit. Des incisions latérales du repli proximal permettent l'examen de la matrice sous grossissement optique.

Après examen des lésions, les zones pathologiques sont excisées. L'épaisseur du tissu à exciser est variable. On excise toute la largeur du sillon sur au maximum 0,5 mm d'épaisseur. De petite taille, un sillon longitudinal peut être comblé par la translation de deux lambeaux latéraux d'hémi-ongle. Sinon, le sillon est comblé par une greffe fine de lit unguéal prélevée sur le lit adjacent [18] ou sur un orteil selon la technique précédemment décrite et suturée au fil fin. Si la tablette n'est pas réutilisable on utilise un substitut unguéal pour séparer le repli proximal de la matrice afin de prévenir l'apparition de synéchies. Une greffe fine de lit unguéal sur la face profonde du repli proximal limiterait le risque de synéchies (ptérygium).

Absence d'adhérence de l'ongle distal

Elle est due à une hyperkératinisation de l'épithélium distal empêchant l'adhérence distale. On peut alors pratiquer l'ablation de la tablette et l'excision du tissu hyperkératinisé pour le remplacer par une greffe fine de lit unguéal prélevée sur le même doigt selon la même technique.

Ongle en griffe

Il s'agit d'une déformation post-traumatique du lit unguéal entraînant une courbure de la tablette vers la pulpe. Cette courbure est due à la perte de support pulpaire ou osseux distal. En l'absence de perte osseuse, cette déformation peut être observée lors des rétractions pulpaire sur des zones laissées en cicatrisation dirigée. Le plus souvent c'est la perte de substance osseuse et donc du support du lit unguéal qui détermine l'importance de cette déformation.

Plusieurs techniques sont décrites pour le traitement de l'ongle en griffe. Elles peuvent être regroupées en plusieurs catégories :

- l'ablation de l'ongle, surtout adaptée aux pertes de substance osseuse importantes ;
- l'apport de parties molles par les différents lambeaux pulpaire [15, 17, 19] permet un meilleur matelassage de la pulpe apportant un soutien au lit unguéal. Il est donc nécessaire dans ce cas de relever le lit et de réaliser le lambeau sur la perte de substance. Une des techniques proposées consiste en une ou deux incisions transversales de la tablette et du lit permettant le relèvement puis un brochage temporaire axial, enfin un lambeau homodigital en îlot latéral [19] ;
- le recul unguéal décrit par Dufourmentel puis modifié par Cantero et Foucher [20] consiste à déplacer en proximal tout l'appareil unguéal redressé pour lui donner un support osseux ;
- la greffe composite d'orteil qui est réservée à des patients très motivés jeunes pour une motivation fonctionnelle et esthétique.

Conclusion

Fréquentes, les lésions de l'appareil unguéal ne posent pas de problèmes techniques insurmontables dans la plupart des cas. Cependant, sous-estimées ou négligées, elles conduisent à des séquelles qui sont non seulement inesthétiques (et très mal vécues) mais également fonctionnellement gênantes car l'ongle est un élément important de l'extrémité digitale. La principale particularité de cet organe est d'être constitué de tissus hautement spécialisés qu'il faut réparer (ou remplacer) indépendamment les uns des autres. Une bonne connaissance de l'anatomie

“ Points essentiels

Seule la matrice produit de la tablette unguéale. Cachée sous le repli unguéal proximal elle est le plus souvent respectée dans les traumatismes digitaux.

Le lit de l'ongle est responsable de l'adhérence. Structure spécialisée, très bien vascularisée, il doit être suturé dès qu'existe une plaie pour limiter la perte d'adhérence unguéale, très gênante. Lorsqu'il est absent, une greffe de lit unguéal doit être réalisée.

L'hématome sous-unguéal doit être évacué rapidement (< 24 h) par simple trombonisation de la tablette.

La plupart des lésions unguéales procèdent d'un mécanisme d'écrasement. La tablette, souvent intacte, cache les lésions. Elle doit être enlevée pour toute réparation chirurgicale et remplacée à la fin car elle protège la réparation tout en favorisant la qualité de la cicatrisation.

La très bonne vascularisation de l'appareil unguéal permet de limiter le parage. Les fragments de lit, même complètement détachés, peuvent être reposés comme une greffe.

Dans les amputations digitales distales, la réimplantation du fragment est la meilleure technique pour limiter les séquelles unguéales. En cas d'impossibilité la reconstruction du support (osseux et/ou pulpaire) est indispensable.

et de la physiologie unguéale, un peu de bon sens et d'application, permettent de limiter les séquelles et d'obtenir de bons résultats fonctionnels et esthétiques.



■ Références

- [1] Zook EG. Anatomy and physiology of the perionychium. *Hand Clin* 1990;**6**:1-7.
- [2] Lewis BL. Microscopic studies of fetal and mature nail and surrounding soft tissue. *AMA Arch Derm Syphilol* 1954;**70**:733-47.
- [3] Ditre CM, Howe NR. Surgical anatomy of the nail unit. *J Dermatol Surg Oncol* 1992;**18**:665-71.
- [4] Fleckman P, Allan C. Surgical anatomy of the nail unit. *Dermatol Surg* 2001;**27**:257-60.
- [5] Zook EG. Understanding the perionychium. *J Hand Ther* 2000;**13**:269-75.
- [6] Zook EG. Anatomy and physiology of the perionychium. *Clin Anat* 2003;**16**:1-8.
- [7] Zook EG, Guy RJ, Russell RC. A study of nail bed injuries: causes, treatment, and prognosis. *J Hand Surg [Am]* 1984;**9**:247-52.
- [8] Seaberg DC, Angelos WJ, Paris PM. Treatment of subungual hematomas with nail trephination: a prospective study. *Am J Emerg Med* 1991;**9**:209-10.
- [9] Roser SE, Gellman H. Comparison of nail bed repair versus nail trephination for subungual hematomas in children. *J Hand Surg [Am]* 1999;**24**:1166-70.
- [10] Schiller C. Nail replacement in finger tip injuries. *Plast Reconstr Surg* 1957;**19**:521-30.
- [11] Ashbell TS, Kleinert HE, Putcha SM, Kutz JE. The deformed finger nail, a frequent result of failure to repair nail bed injuries. *J Trauma* 1967;**7**:177-90.
- [12] Foucher G, Merle M, Van Genechten F, Denuit P. Ungual synthesis. *Ann Chir Main* 1984;**3**:168-9.
- [13] Saito H, Suzuki Y, Fujino K, Tajima T. Free nail bed graft for treatment of nail bed injuries of the hand. *J Hand Surg [Am]* 1983;**8**:171-8.
- [14] Dumontier C. Distal replantation, nail bed, and nail problems in musicians. *Hand Clin* 2003;**19**:259-72.

- [15] Venkataswami R, Subramanian N. Oblique triangular flap: a new method of repair for oblique amputations of the fingertip and thumb. *Plast Reconstr Surg* 1980;**66**:296-300.
- [16] Atasoy E, Ioakimidis E, Kasdan ML, Kutz JE, Kleinert HE. Reconstruction of the amputated finger tip with a triangular volar flap. A new surgical procedure. *J Bone Joint Surg Am* 1970;**52**:921-6.
- [17] Hueston J. Local flap repair of fingertip injuries. *Plast Reconstr Surg* 1966;**37**:349-50.
- [18] Shepard GH. Perionychial grafts in trauma and reconstruction. *Hand Clin* 2002;**18**:595-614.
- [19] Dumontier C, Gilbert A, Tubiana R. Hook-nail deformity. Surgical treatment with a homodigital advancement flap. *J Hand Surg [Br]* 1995;**20**:830-5.
- [20] Foucher G, Lenoble E, Goffin D, Sammut D. Escalator flap in the treatment of claw nail. *Ann Chir Plast Esthet* 1991;**36**:51-3.

C. Conso (christel.conso@club-internet.fr).
Hôpital Foch, 40, rue Worth, 92150 Suresnes, France.

C. Dumontier.
Hôpital Saint-Antoine Paris, Clinique Jouvenet, Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Conso C., Dumontier C. Traumatisme de l'appareil unguéal. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-400, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Chirurgie des fractures complexes du cotyle par voie externe de Senegas

Alain Lortat-Jacob : Professeur des Universités, praticien hospitalier
Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital Ambroise-Paré, 9, avenue Charles-De-Gaulle, 92104 Boulogne cedex France

Résumé

Résumé. — Les lésions complexes du cotyle nécessitent une vision en avant et en arrière ; les voies d'abord classiques sont dépassées.

En 1973, Senegas décrivait une voie d'abord inspirée de la tabatière d'Ollier. Cette technique a pris une place prépondérante puisque à l'heure actuelle, dans notre expérience, plus de la moitié des fractures du cotyle sont opérées par cette voie.

© 1997 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

[Haut de page](#)

TECHNIQUE

Voie d'abord (fig 1)

Installation

Le malade est installé sur table ordinaire. La position est dorsolatérale, un gros coussin sous la fesse mettant à 45° en oblique. L'incision est transversale, elle part de l'épine iliaque postéro-inférieure, passe au niveau de la crête intertrochantérienne et se recourbe vers l'avant en direction de l'épine iliaque antéro-inférieure. Le plan cutané franchi, la dissection est menée d'arrière en avant, de proche en proche. En arrière, on discise le grand fessier (**fig 2**), on présente le trochanter, on dégage la crête sous-trochantérienne et on rugine les cinq premiers centimètres de la diaphyse fémorale.

Temps suivant

C'est la trochantérotomie (**fig 3**).

Celle-ci est faite après avoir repéré le bord postérieur et le bord antérieur du trochanter, deux ciseaux introduits par l'arrière et par l'avant du trochanter repèrent la fossette digitale. La trochantérotomie est faite au ciseau frappé. Elle n'a pas besoin d'être très large. On a intérêt à la faire asymétrique, enlevant plus en avant qu'en arrière, laissant un véritable petit mur osseux postérieur qui protège le hile vasculaire. Le trochanter est saisi par une pince de Museux. Il est tiré vers le haut (**fig 4**). Au bistouri, on trouve le passage entre les muscles fessiers et la capsule. On aborde ainsi la totalité de la face supérieure et antérieure de la capsule. Les broches écartantes réclinent le trochanter. En avant, la conduite à tenir vis-à-vis du tenseur du fascia lata n'est pas univoque. Dans un certain nombre de cas, on peut le respecter, se contentant de le récliner. On peut être amené à sectionner simplement son aponévrose, ce qui permet d'écarter davantage (**fig 5**). Enfin, on peut sectionner le tenseur du fascia lata. Ce geste n'a pas de conséquences, le nerf du tenseur du fascia lata étant laissé au-dessus (**fig 6**). En arrière, on voit les tendons des muscles pelvitrochantériens (**fig 7**).

Incision articulaire (**fig 8**)

On incise la capsule, en arbalète, au ras du toit du cotyle, et dans l'axe du col. La vision articulaire est améliorée par une traction dans l'axe du membre. On porte le membre en flexion (**fig 9 A, B**) ou en extension (**fig 10 A, B**) pour exposer la partie antérieure ou postérieure du cotyle. On respecte le ligament rond. On fait dès lors, par voie intra-articulaire, le bilan précis des lésions. C'est ainsi que l'on verra s'il existe un fragment antérieur ou postérieur qui nécessitera de s'agrandir vers l'avant ou vers l'arrière :

- l'agrandissement vers l'arrière est fait par la section des pelvitrochantériens. Les muscles pelvitrochantériens sont sectionnés comme dans la voie de Kocher-Landenbeck, à mi-chemin entre le trochanter et l'ischion. Ils sont rabattus vers l'arrière, une broche écartante est mise en place dans la pointe de l'ischion, réclinant le sciatique. On évite soigneusement d'aller vers le hile vasculaire. On rugine la colonne postérieure, exposant toute la face exocotyloïdienne de l'ischion ;
- l'exposition vers l'avant est faite en ruginant la branche iliopubienne le plus loin possible. Ce temps est souvent difficile et on a là les limites de la voie de Senegas.

Réduction

Elle est faite habituellement facilement, sous contrôle d'un jour endoarticulaire. Les fragments sont mobilisés un par un, tel un puzzle. Ils sont épinglés par des broches. Ils sont ostéosynthésés soit par des vis directes, soit par une plaque.

Ostéosynthèse

Elle est faite par plaque le plus souvent (fig 11). Les plaques prémoulées à cotyle sont habituellement très utiles pour la synthèse de la colonne postérieure. Malheureusement, elles s'adaptent mal à la courbure du toit du cotyle. À ce niveau, nous utilisons des plaques prémoulées (plaque de Apoil) que nous inversons. Les plaques droites sont mises à gauche. On modifie le prémoulage en chantournant la plaque qui s'adapte parfaitement jusqu'à la colonne antérieure. On parvient ainsi à faire une prise osseuse dans la colonne antérieure ; à ce niveau, le jour n'est pas très large, la mise en place d'une plaque sur la colonne antérieure est souvent impossible. On peut pratiquer un vissage direct partant du toit du cotyle, et « enquillant » la branche iliopubienne sous contrôle de la vue. La visée est difficile à faire par le champ opératoire. On peut être amené à faire une contre-incision dans les muscles fessiers.

Fermeture (fig 12)

La capsule est laissée ouverte. Les pelvitrochantériens sont suturés au fil à résorption lente. Le trochanter est fixé le plus souvent par vissage simple. Cette fixation est habituellement très satisfaisante en raison de la largeur du contact osseux. L'aponévrose du muscle grand fessier est rapprochée par quelques points de fil à résorption lente. Deux drains de Redon® sont mis en place. Les aponévroses superficielles sont refermées. On referme soigneusement l'aponévrose du tenseur du fascia lata. Lorsqu'on a sectionné le muscle du tenseur du fascia lata, deux points en X réparent. La fermeture cutanée est effectuée de façon conventionnelle.

Avantages

Le jour intra-articulaire est inégalé et permet de comprendre des fractures extrêmement complexes.

L'absence d'impaction de la tête dans le fond du cotyle rend la réduction particulièrement aisée. La mobilisation des fragments est tout à fait facilitée par l'absence de pression de la tête. Au besoin, une pince écartante de Méary posée entre le toit du cotyle et la tête permet de maintenir un écart intra-articulaire permettant la réduction des fragments.

Inconvénients

Cette voie est une voie élargie, relativement traumatisante. Elle expose comme toute trochantérotomie à des ossifications sur la capsule. Dans notre expérience, il existe toujours une prolifération osseuse au bord supérieur du col. Elle est exceptionnellement enraidissante et gênante. Nous n'avons pas observé d'ostéome nécessitant une reprise.

Nécrose de la tête fémorale

Nous avons observé des nécroses de la tête fémorale. Il s'agissait de fractures à haut potentiel de nécrose. Il est impossible de savoir si la nécrose est le fait de la fracture ou de la voie d'abord.

Haut de page

INDICATIONS

Les fractures transversales sont pour nous la meilleure indication. En effet, en dehors d'un jour intra-articulaire, il est souvent très difficile d'apprécier la réduction de ces fractures, le vrillage étant assez souvent possible. Par ailleurs, la voie d'abord permet une ostéosynthèse très satisfaisante. Les fractures transversales en T sont une indication excellente, car la réduction et la synthèse y sont tout à fait facilitées. Les fractures transversales avec volumineuse paroi postérieure ne sont pas une excellente indication car lorsque la paroi postérieure est très volumineuse, en la réclinant, on peut avoir un jour intra-articulaire largement suffisant. En revanche, lorsque la paroi postérieure n'est pas très volumineuse, ce jour effectué en le réclinant est insuffisant pour avoir la vision articulaire correcte, la voie de Senegas a donc tout son intérêt.

Pour les fractures complexes bicolennes, la voie de Senegas a un intérêt lorsque les lésions antérieures ne sont pas trop basses. En fait, même si l'accès extra-articulaire des fragments est limité, leur vision intra-articulaire permet de les réduire et on peut arriver à obtenir une reconstruction intra-articulaire satisfaisante, quitte à ce que les fragments extra-articulaires ne soient pas parfaitement réduits.

Technique relativement difficile, la voie de Senegas a toute sa place dans la panoplie des fractures du cotyle. Elle est au mieux adaptée aux fractures transversales et aux fractures en T qui représentent, depuis quelques années, la majorité des fractures complexes du cotyle.

Références

- [1] Dinh A, Lortat-Jacob A Fractures du cotyle opérées par voie de Senegas. À propos de 33 cas. *Rev Chir Orthop* 1990 ; 76 : 460-467
- [2] Duquennoy A, Senegas J Fractures du cotyle. Résultats à plus de 5 ans. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 (suppl 2) : 46-82
- [3] Letournel E Acetabulum fractures : classification and management. *Clin Orthop* 1980 ; 151 : 81-106
- [4] Letournel E. Traitement chirurgical des fractures du cotyle. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales Orthopédie-Traumatologie*, 44-520, 1991 : 30 p
- [5] Senegas J Résultats à long terme de la chirurgie dans les fractures du cotyle. *Acta Orthop Belg* 1984 ; 50 : 366-380
- [6] Senegas J, Liorzou G Ostéosynthèse des fractures complexes du cotyle par une voie d'abord externe élargie. *Rev Chir Orthop* 1974 ; 60 (suppl 2) : 259-261
- [7] Senegas J, Liorzou G, Yates M Complex acetabular fractures. A transtrochanteric surgical approach. *Clin Orthop* 1980 ; 151 : 107-114

© 1997 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Fig. 1 :

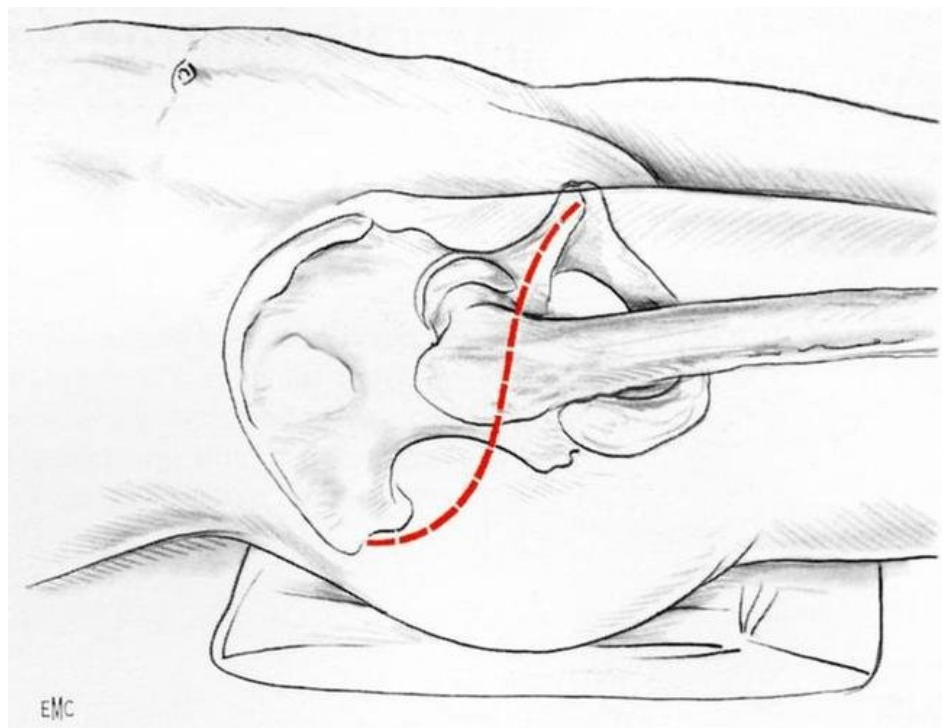
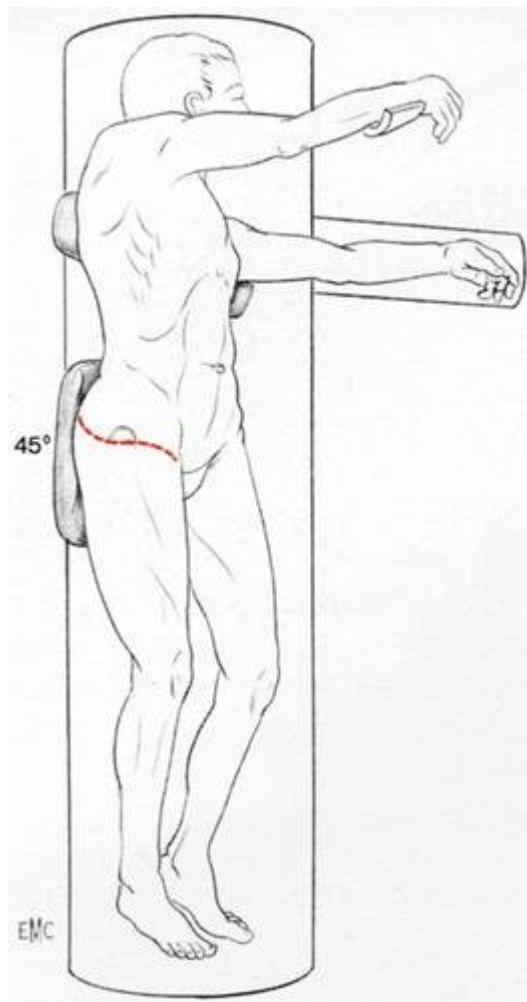


Fig. 1

Fig 2 :

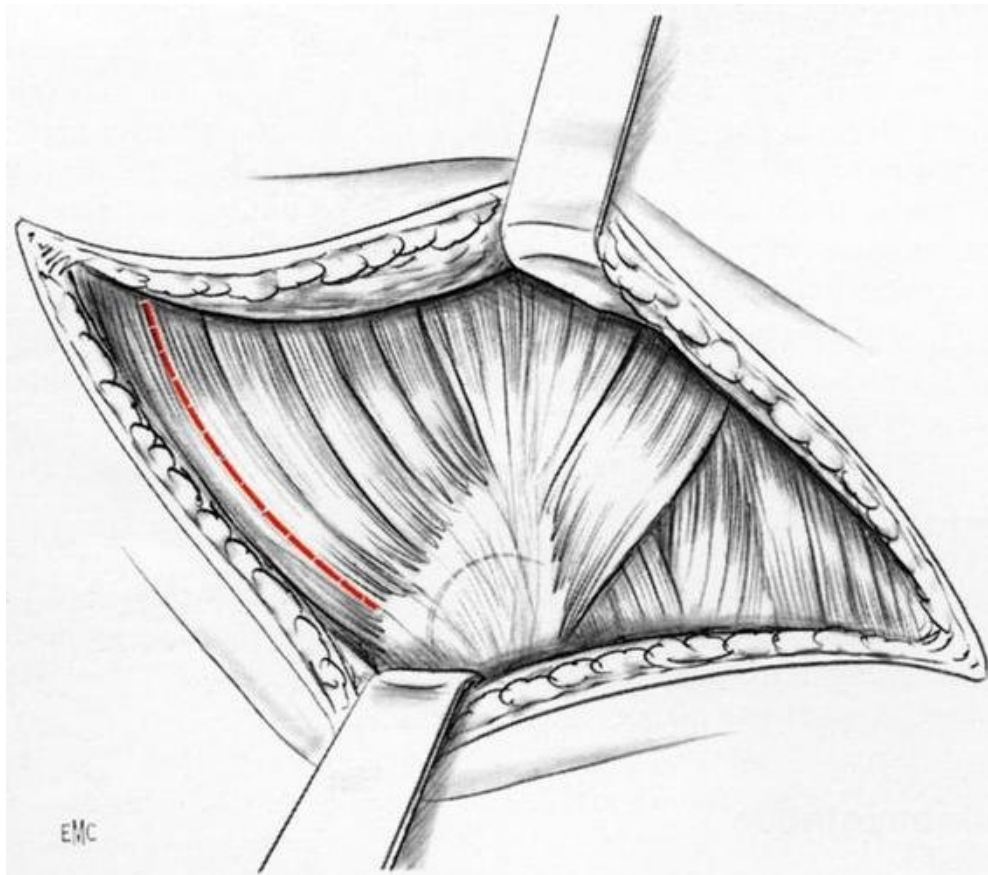


Fig 2

Fig 3 :

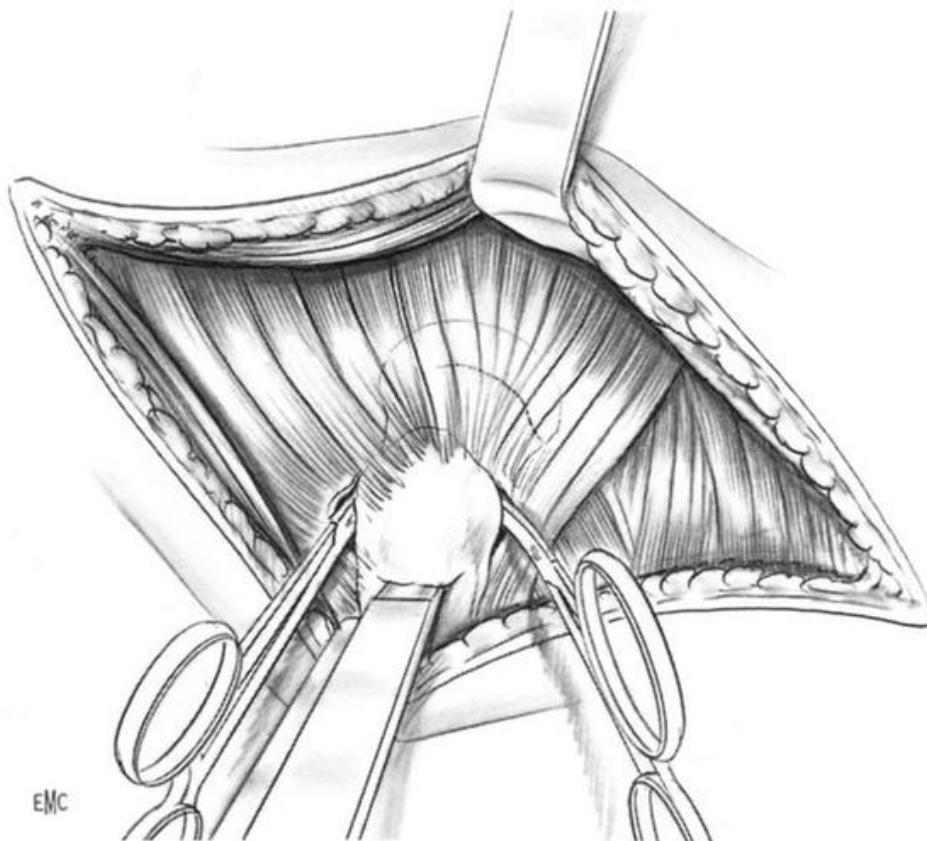


Fig 3

Fig 4 :

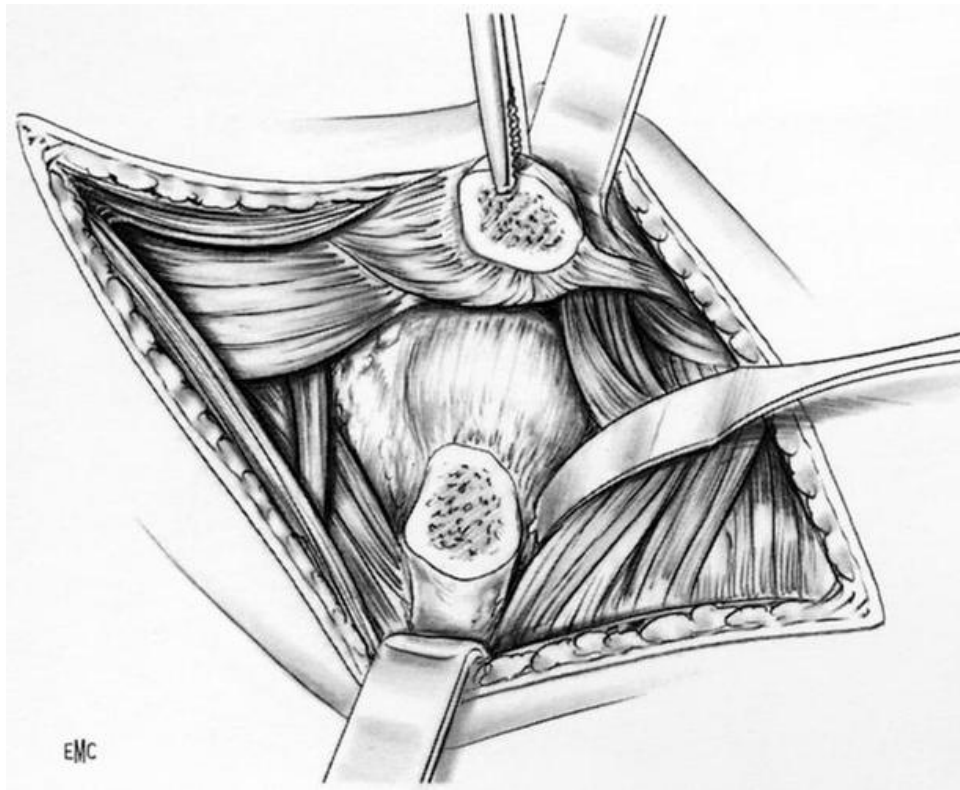


Fig 4

Fig 5 :

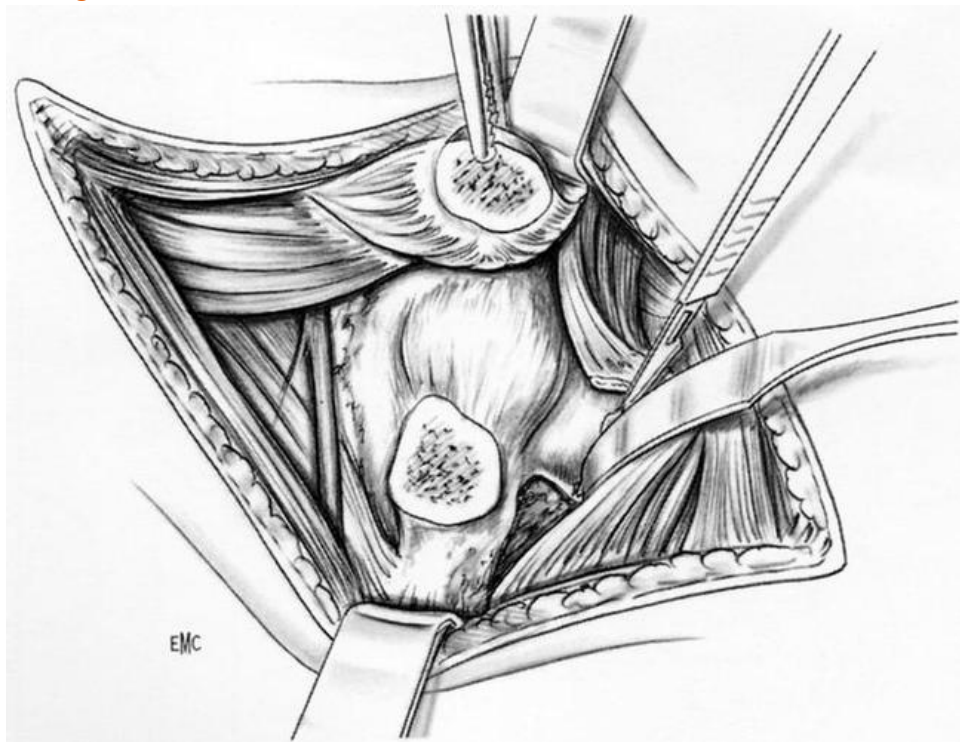


Fig 5

Fig 6 :

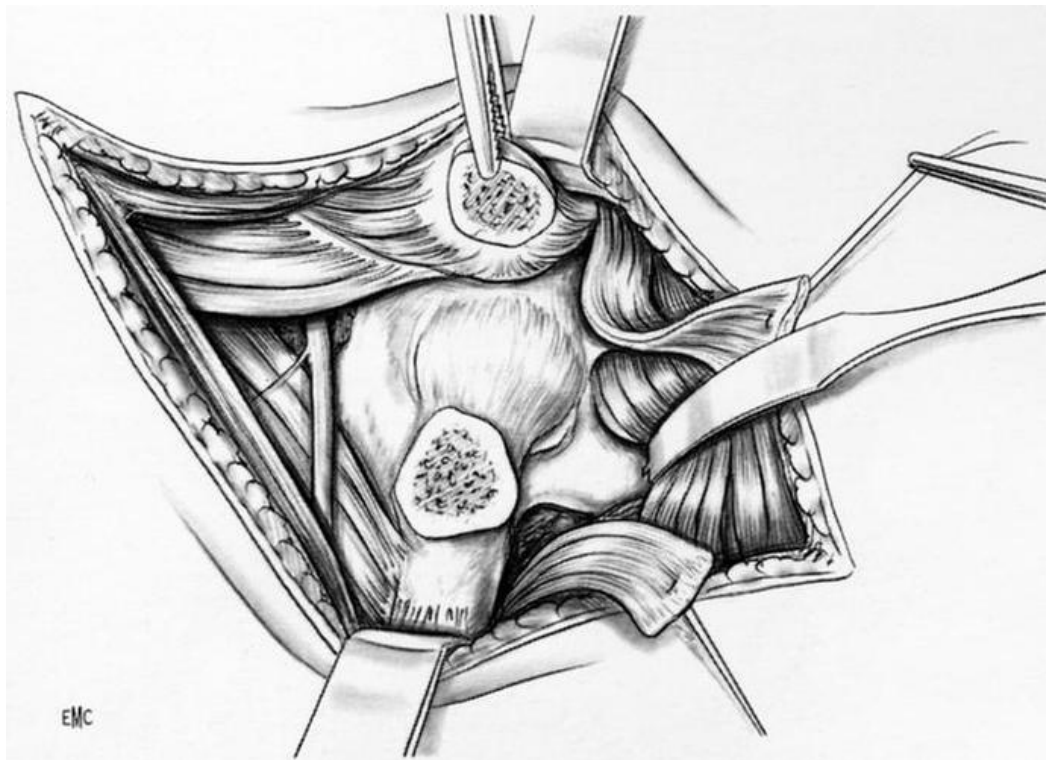


Fig 6

Fig 7 :

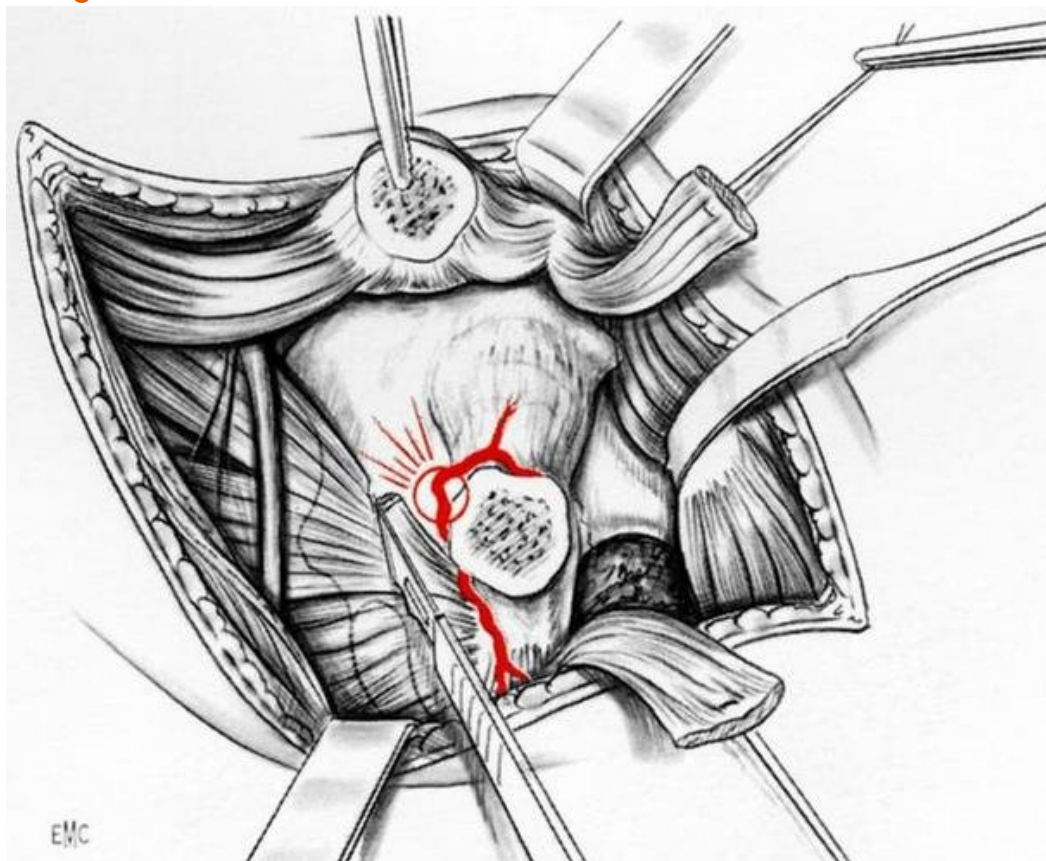


Fig 7

Fig 8 :

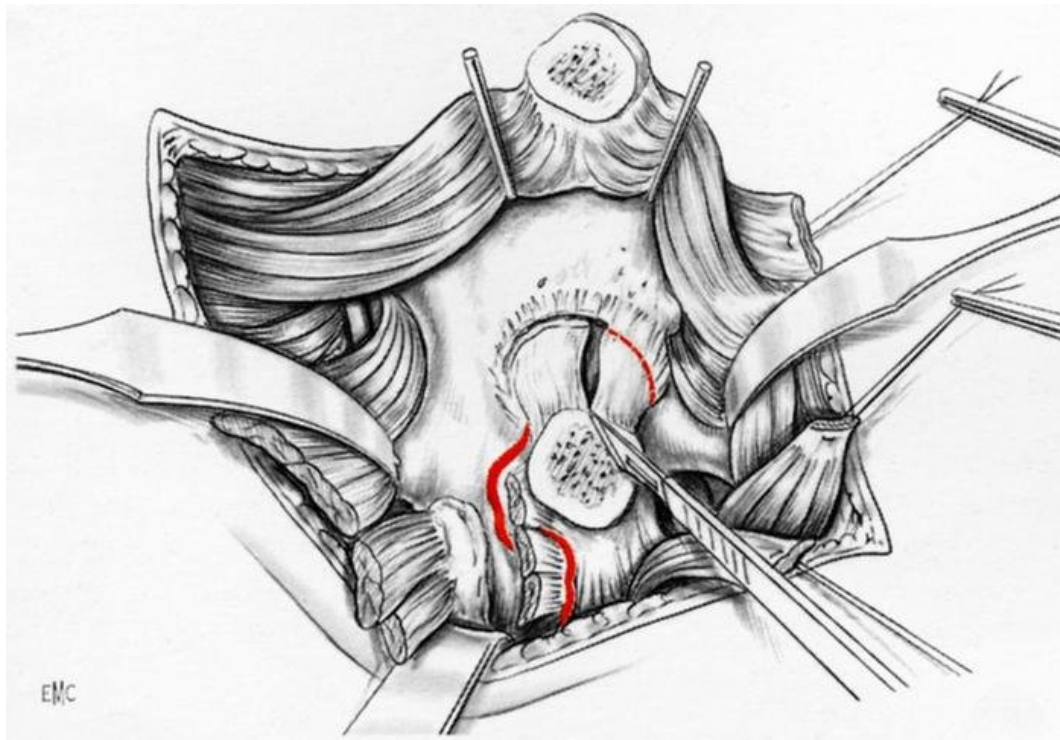
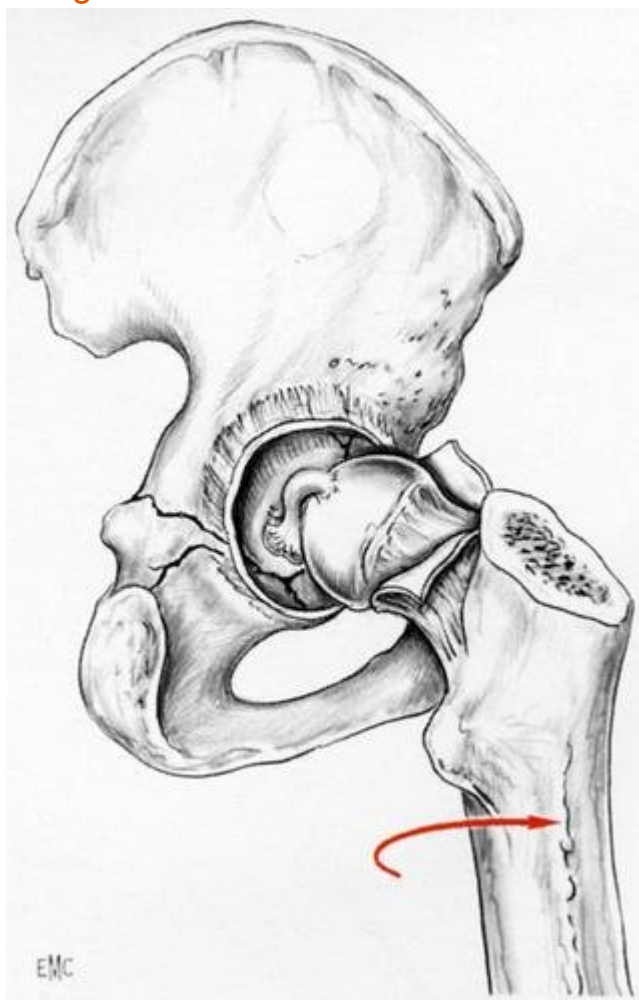


Fig 8

Fig. 9 :



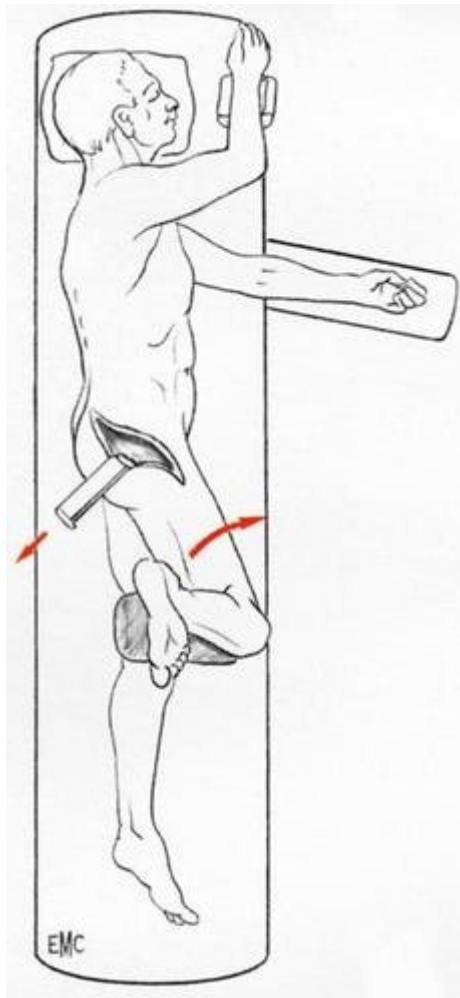


Fig. 9

Fig. 10 :

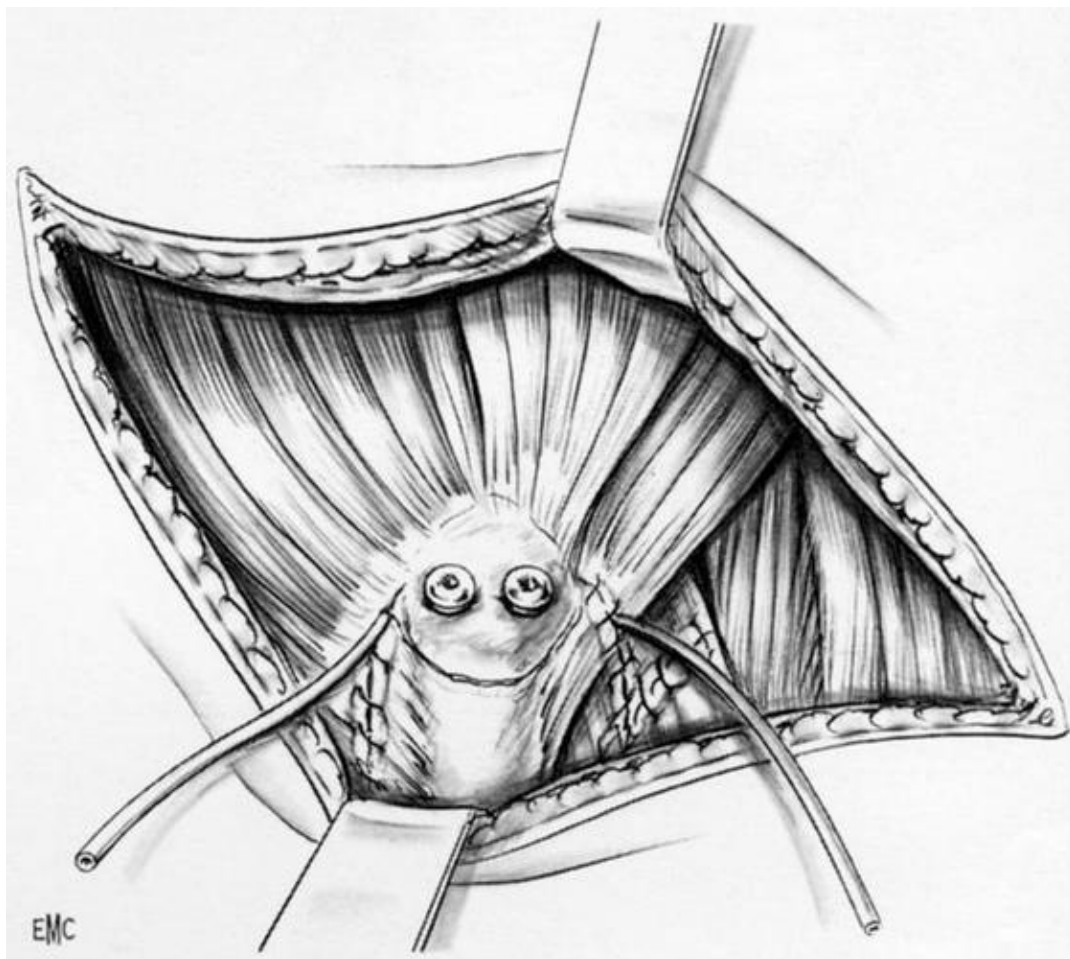
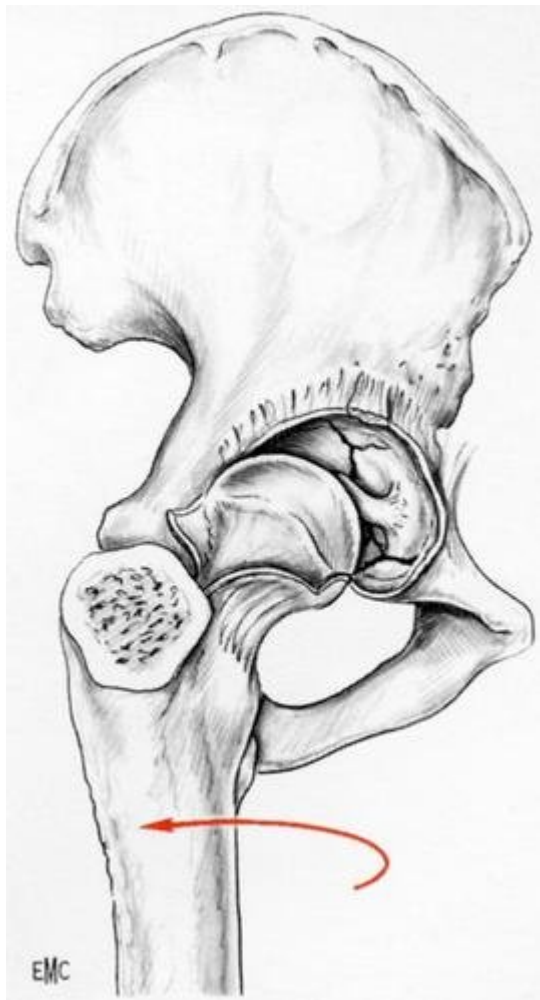


Fig. 10

Fig 11 :

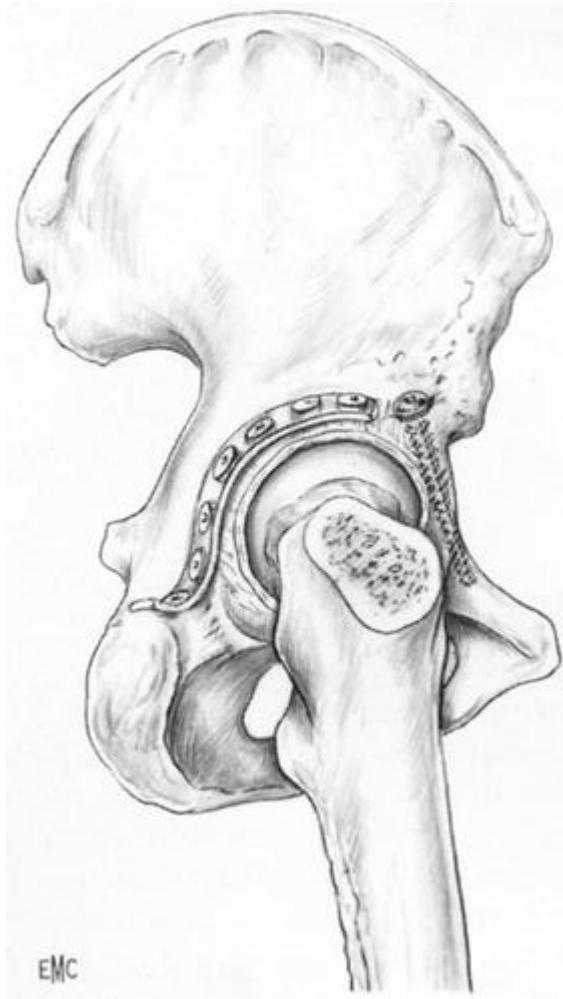


Fig 11

Fig 12 :

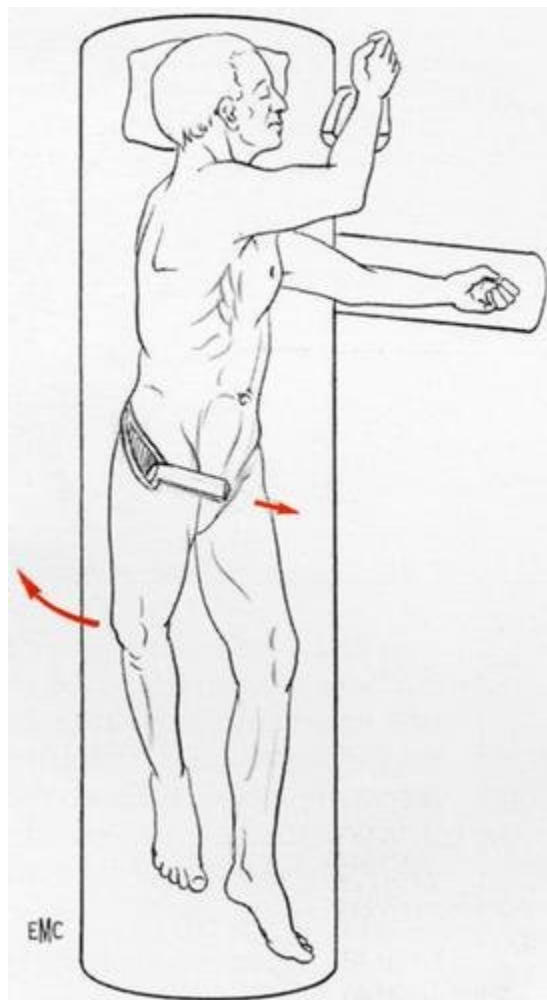


Fig 12

Techniques chirurgicales dans les fractures du bassin

P Jouffroy
A Raoult

Résumé. – La classification de Letournel concernant les fractures du bassin a été choisie comme référence car elle rend plus aisée la description des techniques chirurgicales. Ce choix ne doit en aucun cas faire ignorer la classification de Tile qui tient compte de l’instabilité des lésions et de leur complexité, permettant au mieux de poser les indications opératoires.
La description des différentes voies d’abord utilisées est exposée succinctement.
L’étude des techniques chirurgicales est faite par lésion unitaire et leurs différentes approches sont détaillées. Les associations lésionnelles sont envisagées ensuite. Elles peuvent amener à utiliser des voies d’abord successives avec des installations différentes ou parfois de choisir un seul abord ilio-inguinal pour réduire l’ensemble des lésions. Tout dépend de la localisation et du déplacement des différentes lésions.
Le traitement des fractures du bassin est complexe et nécessite une équipe entraînée.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : bassin, fractures, disjonctions, réduction, ostéosynthèse.

Introduction

L’exposé des techniques chirurgicales concernant les fractures du bassin demande une schématisation simple des lésions.

La classification de Tile est admise dans l’ensemble des publications ; elle a l’avantage de tenir compte de l’instabilité rotatoire et verticale des différents types de fractures. Cette instabilité joue un rôle important dans le pronostic et elle intervient clairement dans l’indication thérapeutique. On ne saurait l’ignorer car elle tient compte de la gravité des différentes lésions et de leurs associations. Cependant, pour l’exposé des techniques chirurgicales, elle est trop complexe (tableau I).

La classification de Letournel, purement anatomique, rend plus aisée la description des techniques chirurgicales ; elle ne correspond pas à la réalité clinique des fractures mais elle a l’avantage d’une schématisation lésion par lésion. C’est pourquoi, malgré ces défauts, nous avons choisi de nous en servir.

Les techniques chirurgicales décrites concernent les fractures déplacées pour lesquelles l’indication opératoire est formelle.

La description des différentes voies d’abord utilisées nous a paru indispensable. Nous en avons fait un exposé succinct afin que le lecteur puisse s’y référer facilement. Le choix d’une voie d’abord plutôt qu’une autre varie en fonction des différentes associations lésionnelles.

Pomme Jouffroy : Chef de service adjoint.
Agnès Raoult : Interne des hôpitaux de Paris.
Département des pathologies de l’appareil locomoteur, hôpital Saint-Michel, 33, rue Olivier-de-Serres, 75015 Paris, France.

Tableau I. – Classification de Tile.

| | |
|--------|--|
| Type A | Stable |
| | A1 Fractures du bassin n’interrompant pas la continuité de l’anneau pelvien (aile iliaque-tubérosités) |
| | A2 Fractures stables peu déplacées de l’anneau pelvien |
| Type B | Instabilité rotatoire isolée |
| | B1 Disjonction pubienne (<i>open book</i>) - stade 1 : disjonction < 2,5 cm ; - stade 2 : disjonction > 2,5 cm avec lésion unilatérale des ligaments sacrosciatiques et sacro-iliaque antérieur ; - stade 3 : disjonction > 2,5 cm avec lésion bilatérale des ligaments |
| | B2 Lésions, par compression latérale, homolatérales B2 Lésions, par compression latérale, hétérolatérales |
| Type C | Instabilité rotatoire et verticale |
| | C1 Lésions unilatérales C2 Lésions bilatérales C3 Lésions associées à une fracture de cotyle |

Voies d’abord des fractures du bassin

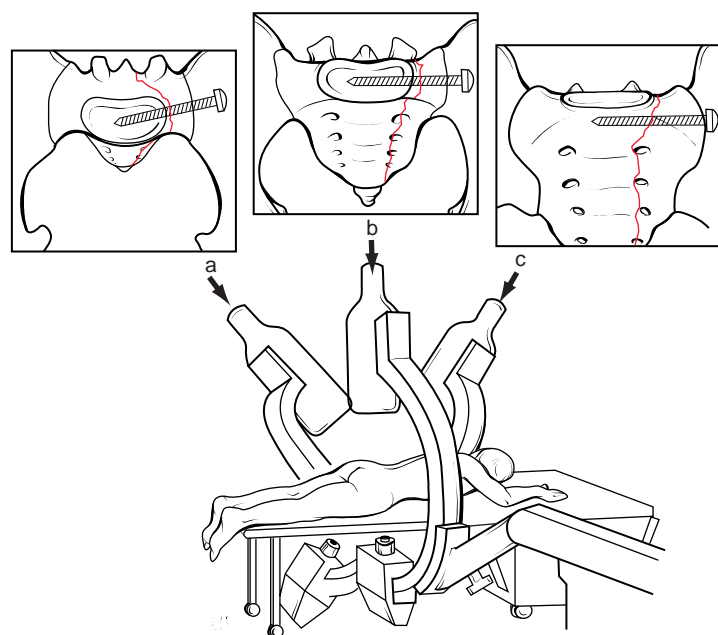
ABORD POSTÉRIEUR DU BASSIN

Il permet l’abord des fractures du sacrum, des disjonctions sacro-iliaques pures et des fractures-luxations de la sacro-iliaque.

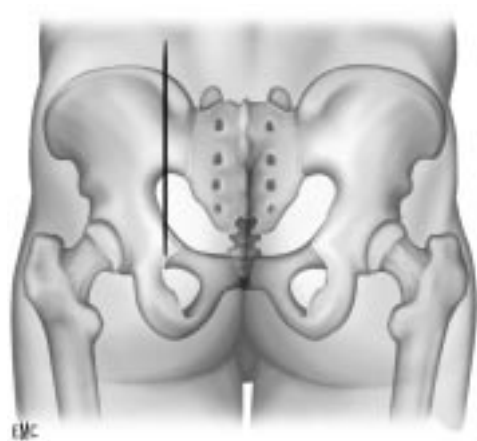
Le patient est installé en décubitus ventral sur une table radiotransparente. Au cours de l’installation, on s’assure que le pied de la table ne gêne pas la mobilisation de l’amplificateur de brillance pour l’obtention des incidences obliques du bassin (fig 1).

L’amplificateur de brillance permet de contrôler la réduction et de guider le trajet des vis.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Jouffroy P et Raoult A. Techniques chirurgicales dans les fractures du bassin. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-510, 2002, 10 p.



1 Position de l'amplificateur de brillance pour les incidences de Pennal. a. Inclinaison caudale ; b. vue antéropostérieure ; c. inclinaison crâniale.



2 Voie postérieure : incision cutanée.

L'incision cutanée est verticale, 2 cm en dehors de l'éminence de l'épine iliaque postérosupérieure pour éviter que la zone cicatricielle ne se situe au niveau du point d'appui (fig 2). Elle débute 3 cm au-dessus de l'épine iliaque postérosupérieure et se prolonge environ sur 15 cm.

En pratique, le déplacement de la fracture à la fois en hauteur et latéralement ne permet pas toujours de repérer l'épine iliaque postérosupérieure ; on peut alors s'aider du côté sain en mesurant la distance de l'épine iliaque postérosupérieure à la ligne médiane.

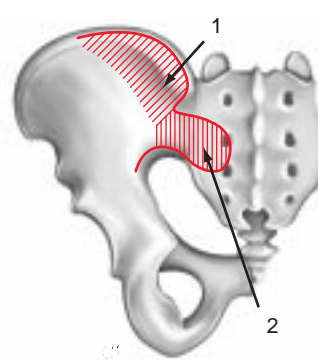
Au total, cette incision cutanée doit permettre d'exposer la zone allant du sommet de la crête iliaque à la grande échancrure sciatique.

Après incision de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané, il est nécessaire de désinsérer les muscles recouvrant la sacro-iliaque :

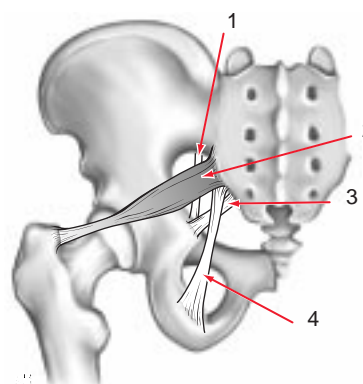
- à la partie haute de l'incision, on désinsère les muscles fessiers de la fosse iliaque externe ;
- à la partie basse de l'incision, les fibres du grand fessier (digitation postérieure iliaque et sacrée du grand fessier) qui s'insèrent sur le sacrum doivent être également désinsérées de l'aponévrose des muscles lombaires. En soulevant cette digitation, on accède à la grande échancrure sciatique et à l'articulation sacro-iliaque (fig 3).

Il faut ensuite dégager la face inférieure de la jonction sacro-iliaque en ruginant le grand et le petit ligaments sacrosciatiques, ainsi que le pyramidal (fig 4).

Cette désinsertion est prudente pour ne pas risquer de léser le pédicule fessier supérieur. En cas de lésion veineuse ou artérielle, il



3 Voie postérieure : désinsertion des muscles fessiers. 1. Désinsertion de la fosse iliaque externe ; 2. digitation du grand fessier, postérieure et sacrée.



4 Voie postérieure : sommet de la grande échancrure sciatique. 1. Pédicule fessier supérieur ; 2. pyramidal ; 3. petit ligament sacrosciatique ; 4. grand ligament sacrosciatique.

faut se garder de toute tentative de coagulation ou de ligature pour éviter la lésion du nerf fessier supérieur qui aurait des conséquences fonctionnelles fâcheuses. Il est conseillé de faire l'hémostase par tamponnement.

C'est à ce niveau que l'on contrôle la réduction des luxations sacro-iliaques.

En cas de fracture du sacrum, pour exposer le trait à la face postérieure de celui-ci, les muscles paravertébraux sont détachés de la face postérieure du sacrum de dehors en dedans en commençant par le bord externe du sacrum.

Après réduction et ostéosynthèse, la fermeture se fait par réparation plan par plan des différents muscles désinsérés : le multifide, la digitation du grand fessier et les muscles de la fosse iliaque externe sur un drainage aspiratif.

ABORD ANTÉRIEUR DE LA SACRO-ILIAQUE ET DE L'AILE ILIAQUE

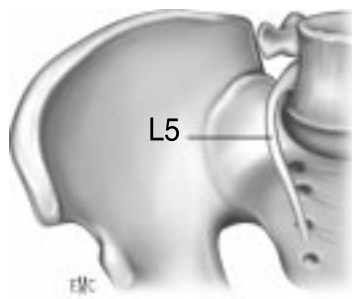
Il permet l'abord des fractures alaires et de l'articulation sacro-iliaque par en avant.

Le patient est installé en décubitus dorsal sur une table radiotransparente. Il doit être parfaitement curarisé.

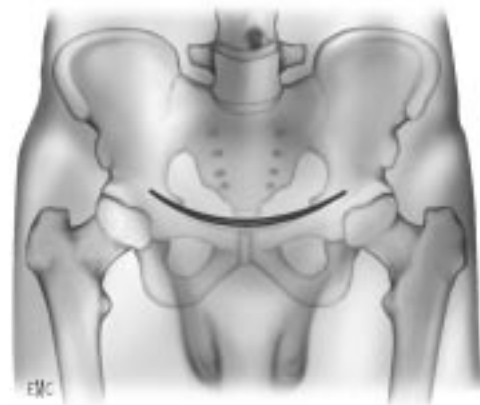
L'incision cutanée débute au-dessus de l'épine iliaque antérosupérieure, longe la crête et s'étend en arrière sur toute la zone où l'aile iliaque est palpable. On incise ensuite au milieu de la crête pour ne léser ni les muscles fessiers ni les muscles abdominaux. Les muscles abdominaux sont détachés et le muscle iliaque est ruginé en sous-périosté de la fosse iliaque interne jusqu'à la sacro-iliaque. La partie postérieure de la crête iliaque est exposée de proche en proche en désinsérant les attaches musculaires. On prend garde à la racine L5 qui croise en avant l'aileron sacré à 2 cm en dedans de l'articulation sacro-iliaque. Pour obtenir une meilleure exposition, on peut mettre deux écarteurs de Hohmann ou deux broches de Steinmann sur l'aileron sacré, 15 mm en dedans de l'interligne sacro-iliaque (fig 5). La fermeture se fait en réinsérant les muscles abdominaux sur la crête iliaque avec un drainage aspiratif.

ABORD DE LA SYMPHYSE PUBIENNE

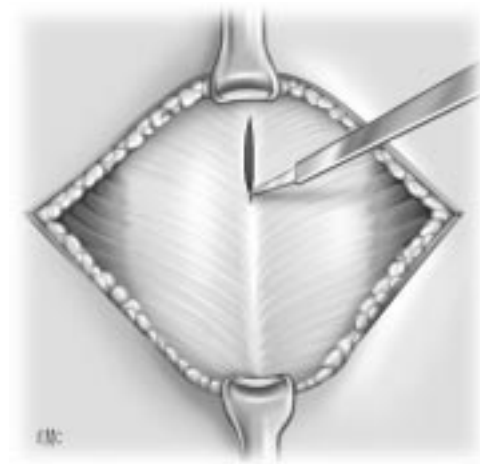
Il permet l'abord des disjonctions pubiennes et des fractures verticales antérieures dont le trait sur la branche horizontale du pubis est suffisamment médian.



5 Voie antérieure : racine L5.



6 Pfannenstiel : incision cutanée.



7 Pfannenstiel : incision de la ligne blanche.

Le patient est installé en décubitus dorsal. Une sonde urinaire est mise en place ; la vacuité de la vessie est indispensable. L'attention des anesthésistes doit être attirée sur la curarisation du patient car cette chirurgie s'apparente à la chirurgie abdominale pour la détente musculaire. C'est une voie d'abord de Pfannenstiel ; l'incision cutanée est horizontale à 2 cm au-dessus de la symphyse pubienne et doit être d'environ 15 cm (fig 6). La ligne blanche est repérée et incisée verticalement entre les deux muscles grands droits (fig 7). En cas de traumatisme récent, l'un des muscles est habituellement arraché de son insertion, réalisant un « déshabillage complet de la symphyse ». Après incision de la ligne blanche, on rencontre le plus souvent le petit muscle pyramidal de l'abdomen qui est incisé verticalement en son milieu. On trouve alors la graisse péritonéale puis la vessie. Dans les lésions récentes, la vessie se détache de la paroi postérieure du pubis dès que l'on pénètre dans l'espace de Retzius. Ce dernier est le siège d'un volumineux hématome qui maintient la vessie à distance du pubis. On met en place une valve malléable vers le haut pour récliner les viscères. On visualise alors le plus souvent le pédicule obturateur et surtout le nerf qui rejoint le trou obturateur.

Dans les lésions anciennes, il peut exister des adhérences à la symphyse qu'il faut ruginer avec soin.



8 Pfannenstiel : dégagement des grands droits.

Les grands droits sont désinsérés de la face supérieure de la symphyse, en préservant la partie antérieure et externe de leur insertion (fig 8). Le périoste, dans cette région, est très épais et doit être incisé et ruginé pour obtenir une bonne exposition du foyer de fracture. En ruginant la partie supérieure du pubis et de ses branches horizontales, on obtient une exposition suffisante pour mettre en place une plaque à six trous (trois trous de part et d'autre de la symphyse) sans avoir besoin de se prolonger en voie ilio-inguinale.

Quand il s'avère nécessaire d'aborder la portion la plus externe de la branche horizontale du pubis, il ne faut pas hésiter à prolonger l'abord en ilio-inguinal, ouvrir la bandelette iliopectinée, mettre les vaisseaux sur une lame de Delbet. En effet, le risque qu'il y aurait à prolonger en sous-périosté l'incision précédente est double : premièrement, léser les vaisseaux dans une situation difficile ; deuxièmement, mettre une vis dans le cotyle par défaut d'exposition.

À la fin de l'intervention, un drainage aspiratif est placé dans l'espace de Retzius. La fermeture se fait en rapprochant les grands droits le long de la ligne blanche. Si l'un des grands droits a été sectionné, il doit être réinséré.

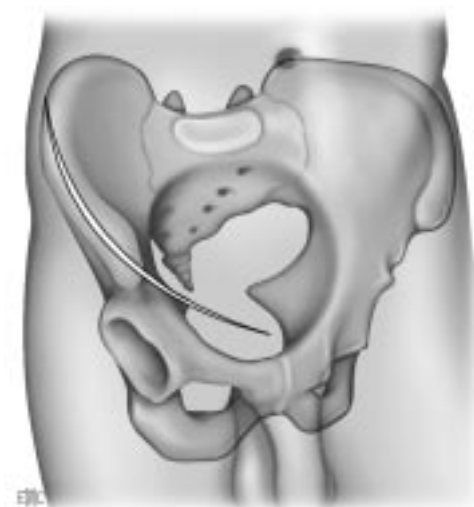
ABORD ILIO-INGUINAL

Nécessaire dans certaines lésions unitaires comme les lésions verticales antérieures qui rasant le cotyle que nous venons de voir, il devient indispensable pour résoudre en une seule installation et un seul abord des associations telles que disjonction de la symphyse pubienne et fracture alaïre, a fortiori quand il existe une fracture du cotyle associée.

Le patient est installé en décubitus dorsal sur table orthopédique radiotransparente avec une sonde urinaire et dans les conditions anesthésiques déjà expliquées.

L'incision cutanée commence en dedans sur la ligne médiane à deux travers de doigt au-dessus de la symphyse pubienne ; elle se dirige en dehors vers l'épine iliaque antérosupérieure puis longe la crête iliaque dans la partie où elle est palpable (fig 9).

On incise au milieu de la crête pour ne léser ni les fessiers ni les muscles abdominaux. Les muscles abdominaux sont détachés et le muscle psoas est ruginé en sous-périosté, de la fosse iliaque interne jusqu'à la sacro-iliaque et au détroit supérieur. La partie postérieure de la crête iliaque est exposée de proche en proche en désinsérant les attaches musculaires. À ce stade, la fenêtre externe de l'abord ilio-inguinal est exposée ; on tasse un champ pendant le reste de la dissection (fig 10). À la partie interne de l'incision, le premier plan que l'on rencontre est l'aponévrose du grand oblique et la gaine du grand droit. À noter que dans les traumatismes graves du bassin, le tissu cellulaire sous-cutané est le siège à la fois d'un œdème et d'un hématome important. Cependant, l'aponévrose du grand oblique et ses fibres bien reconnaissables sont toujours intactes. On incise l'aponévrose du grand oblique à l'aplomb de l'incision cutanée. On



9 Voie ilio-inguinale : incision cutanée.



10 Voie ilio-inguinale : fenêtre externe.



11 Voie ilio-inguinale : bandelette iliopectinée.



12 Voie ilio-inguinale : fenêtre moyenne.



13 Voie ilio-inguinale : fenêtre interne.



individualise le cordon spermatique chez l'homme et le ligament rond chez la femme que l'on met sur une lame de Delbet de 2 cm de large. On récline vers le bas la partie inférieure de l'aponévrose du grand oblique et on incise dans la zone fibreuse le tendon conjoint. Cette incision permet l'ouverture de la gaine du psoas par une petite moucheture que l'on prolonge ensuite vers la crête iliaque avec prudence afin de ne pas léser le nerf fémorocutané. Dans la partie plus interne, l'ouverture de l'arcade crurale donne accès aux vaisseaux.

Entre le muscle psoas en dehors et les vaisseaux en dedans se trouve la fameuse bandelette iliopectinée qui se situe dans un plan sagittal. Elle s'insère sur l'éminence iliopectinée et elle se prolonge jusqu'à la sacro-iliaque. Elle constitue donc un cloisonnement au milieu du bassin qui empêche l'accès en continuité de l'anneau pelvien.

Pour la sectionner dans de bonnes conditions, on place un écarteur sur le psoas en dehors et un écarteur sur les vaisseaux en dedans. On coupe la bandelette aux ciseaux dans un geste continu, tout d'abord d'avant en arrière jusqu'à l'os, puis vers la sacro-iliaque (fig 11).

Il faut prendre garde, avant la section, de repérer l'existence d'une anastomose entre les vaisseaux iliaques et obturateurs qui traverse la bandelette, et d'en faire l'hémostase préventive.

On peut dès lors, après avoir détaché le psoas de l'épine iliaque antérosupérieure, en faire le tour avec une lame de Delbet de 6 cm de large (lame en caoutchouc ondulée utilisée par les chirurgiens viscéraux). Cette lame sert d'écarteur pendant l'intervention ; elle a comme avantage d'être peu traumatisante, en particulier pour le nerf crural qui descend au flanc interne du muscle.

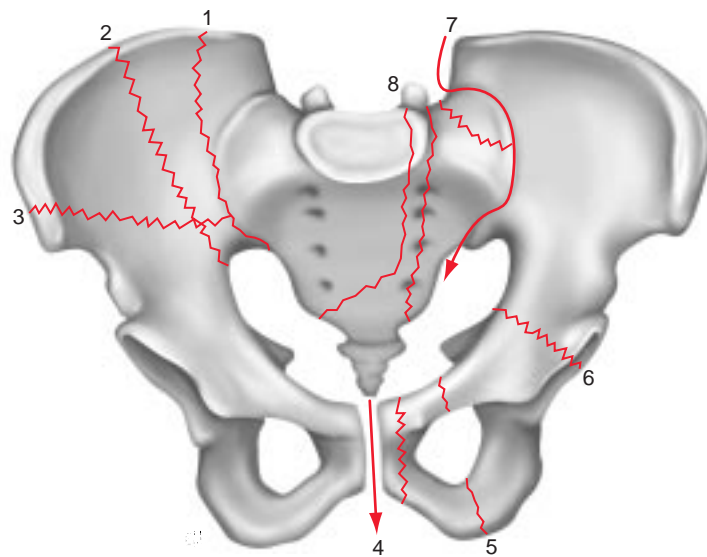
À ce stade, la fenêtre moyenne de l'ilio-inguinale est exposée. Elle correspond à la paroi antérieure du cotyle en avant et à l'arrière-fond à la face endopelvienne (fig 12).

La fenêtre interne s'expose en ouvrant l'espace de Retzius, soit en désinsérant le grand droit si l'abord de la symphyse est nécessaire, soit en ouvrant l'espace aux ciseaux le long du bord externe du grand droit (fig 13).

On peut alors passer autour des vaisseaux une lame de Delbet de 4 cm de large en respectant l'atmosphère celluloadipeuse du pédicule. Cette lame sert également d'écarteur avec les mêmes avantages atraumatiques.

Dans les fenêtres moyenne et interne, le périoste est particulièrement épais. Pour avoir accès aux différents foyers de fracture, il est indispensable d'inciser ce périoste, de le ruginer et de l'exciser.

La fermeture de la voie ilio-inguinale se fait sur deux drains de Redon aspiratifs : un dans la fosse iliaque interne et l'autre dans



14 Lésions unitaires selon Letournel. 1. Disjonction-fracture de la sacro-iliaque ; 2. fracture verticale de l'aile ; 3. fracture horizontale de l'aile ; 4. disjonction de la symphyse pubienne ; 5. fractures verticales antérieures ; 6. fracture du cotyle ; 7. disjonction de la sacro-iliaque ; 8. fractures verticales du sacrum.

le Retzius et sous les vaisseaux. Il faut réparer l'arcade crurale par un surjet sur toute sa longueur en prenant garde de ne pas stranguler le cordon spermatique. On suture l'aponévrose du grand oblique. On réinsère les muscles abdominaux et psoas iliaque sur la crête.

Lésions unitaires

Elles sont explicitées de façon détaillée sur la figure 14.

Techniques chirurgicales par lésion

LÉSIONS DE L'ARC ANTÉRIEUR DU BASSIN

■ Disjonctions symphysaires pubiennes

Par la voie de Pfannenstiel, dès l'ouverture de la ligne blanche, on tombe sur une dilacération de la région avec des dégâts asymétriques : un des côtés de la symphyse est totalement déshabillé ; de l'autre côté, le ménisque et les insertions musculoaponévrotiques sont normaux.

Le déplacement est souvent dans deux plans de l'espace, à la fois écarté et décalé d'avant en arrière.

La réduction est obtenue en plaçant une vis dite « de réduction » antérieure dans chaque pubis. Il s'agit de vis de 3,5 mm de diamètre et de 25 mm de long, dont il faut laisser dépasser la tête et 3 mm de filetage afin de pouvoir accrocher dessus un davier de Farabeuf à crémaillère qui assure la réduction pendant la mise en place de la plaque supérieure.

L'utilisation des vis pour appuyer les daviers permet de faire un décollement antérieur peu important et de laisser libre la face supérieure du pubis sur laquelle on positionne la plaque. Cependant, on peut aussi utiliser des daviers à pointes pour fermer la disjonction.

L'ostéosynthèse peut se faire selon deux techniques.

– Plaque à cotyles à six trous (fig 15) : elle est posée sur la face supérieure du pubis, concave en arrière, en recourbant les extrémités pour qu'elle soit parfaitement appliquée sur l'os. Les deux vis internes font 40 à 45 mm ; la troisième vis doit être plus courte (25 mm) afin de ne pas risquer d'être dans le cotyle.



15 Plaque à six trous.

Conseils pratiques : pour pouvoir visser dans l'axe du pubis, le moteur se trouve parallèle à l'abdomen. Chez les sujets corpulents, cela représente une réelle difficulté. Il faut l'aide d'un bon anesthésiste pour les curares et d'un aide attentif pour repousser le contenu abdominal afin de permettre à l'opérateur de viser dans de bonnes conditions.

– Deux plaques à quatre trous : une plaque supérieure et une plaque antérieure, la plaque supérieure selon le même principe que la plaque de Letournel. On enlève le davier de Farabeuf et les vis de réduction. La mise en place de la plaque antérieure nécessite un décollement plus important ; il s'agit d'une plaque droite. La stabilité du montage est bonne.

Conseils pratiques : il est commode d'utiliser des plaques avec des écartements de trous différents. Sinon, il faut « viser entre les vis » en décalant légèrement les trous de la plaque antérieure par rapport à ceux de la plaque supérieure. Il faut prendre bien garde à ne pas mettre des vis trop longues dans la plaque antérieure car elles pourraient léser la vessie ultérieurement.

■ Fractures verticales antérieures

On se retrouve devant deux cas de figure.

Fracture proche de la symphyse

Elle relève alors d'une ostéosynthèse par plaque supérieure par voie de Pfannenstiel. La plaque est centrée sur le foyer de fracture, avec trois vis de part et d'autre. La réduction de la fracture est faite selon le principe des vis de réduction.



16 Double verticale antérieure.

Conseils pratiques : on prend soin de positionner les vis de réduction de telle manière qu'elles ne gênent pas la mise en place de la plaque. Il faut les décaler vers l'avant en sachant que contrairement à celles que l'on met au pubis, à ce niveau, elles ne sont pas perpendiculaires à celles de la plaque car les parties molles ne le permettent pas.

Fracture proche du cotyle (fig 16)

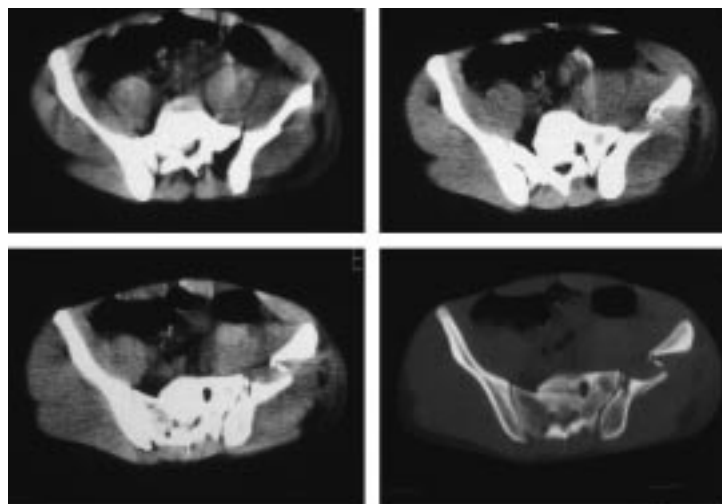
Sa réduction et son ostéosynthèse sont alors impossibles sans utiliser la voie ilio-inguinale. La réduction et l'ostéosynthèse se font sur les mêmes principes d'une plaque à six trous.

Conseils pratiques : dans cette ostéosynthèse, les trois vis supérieures de la plaque se trouvent exactement en regard du cotyle. La prudence conseille de décaler légèrement la plaque en dehors du détroit supérieur et de mettre des petites vis très obliques qui prennent juste le coin du détroit, d'où l'intérêt d'utiliser toujours, pour ce type d'ostéosynthèse, des vis de 3,5 mm permettant un débattement important dans les trous de la plaque.

Le contrôle radiologique peropératoire de ces vis est difficile à réaliser car il faudrait faire une face et deux vues obliques pour s'assurer que les vis ne sont pas intra-articulaires.

L'avenir dans ce domaine est certainement à la chirurgie assistée par ordinateur : quand on pourra viser avec un contrôle permanent (échographique ou scanner) le trajet en fonction du point d'entrée de la mèche et de son orientation, cette difficulté aura disparu.

Cela dit, quand on est débutant dans cette chirurgie et que l'on craint de mettre une vis dans l'articulation, on peut éviter la



17 Fracture alaire, ostéosynthèse par 3 plaques et 1 vis.

difficulté : la vis qui est potentiellement « dans » le cotyle est celle qui est juste entre les vaisseaux et le psoas. On ne la met pas, on utilise une plaque plus longue avec un trou de plus vers le haut. La stabilité du montage est parfaite et aucun risque n'a été pris.

LÉSIONS DE L'ARC POSTÉRIEUR DU BASSIN

■ Fractures alaires

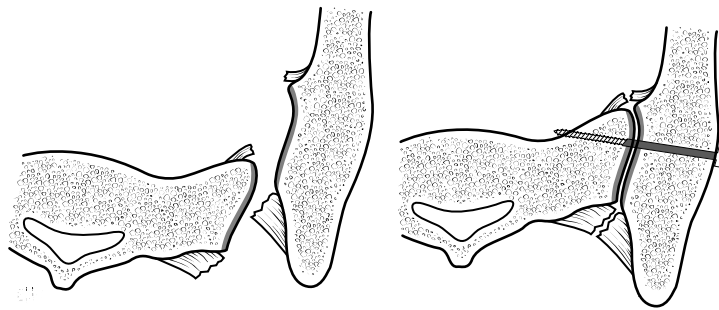
Si la fracture alaire est associée à une disjonction de la symphyse ou une verticale antérieure homolatérale, elle est abordée par voie ilio-inguinale. Si en revanche elle est associée aux mêmes lésions controlatérales, elle est abordée par une voie alaire séparée (fig 17).

La réduction se fait suivant les mêmes principes avec des vis temporaires qui peuvent être positionnées sur la crête iliaque ou dans la fosse iliaque interne de part et d'autre de la fracture.

L'ostéosynthèse est de deux types :

- plaque à quatre trous sur la crête ou dans la fosse iliaque interne ;
- vis de 3,5 mm perpendiculaire au trait de fracture, visée à partir de la crête entre les deux tables de l'os iliaque.

Conseils pratiques : la texture et l'architecture de l'ailé iliaque rendent la réduction et l'ostéosynthèse plus difficiles qu'on ne croit. En effet, l'ailé iliaque se voile. Parfois, la réduction est plus aisée si l'on complète aux ciseaux-marteau une fracture qui respecte partiellement la crête iliaque plus solide que l'ailé. Il est souvent nécessaire d'avoir recours à deux systèmes de vis de réduction : un sur la crête et un dans la fosse iliaque. De la même manière, deux



18 Ostéosynthèse ilio-sacrée.

ostéosyntheses s'avèrent souvent utiles : soit deux plaques, soit une plaque et une vis. Il faut toujours prendre soin de retirer les vis de réduction.

■ Disjonctions sacro-iliaques pures

Elles rompent les connexions fibreuses entre les deux os. Très instables, elles nécessitent une synthèse (fig 18).

Ostéosynthèse iliosacrée transarticulaire

On aborde par la voie postérieure. Dès que l'on soulève la digitation du grand fessier, on tombe dans la déchirure des ligaments postérieurs ; l'articulation est souvent béante. La réduction se contrôle au doigt au sommet de la grande échancrure sciatique : le bord supérieur de la grande échancrure doit se continuer avec le bord latéral du sacrum. Cette réduction s'obtient par la conjonction de la traction dans l'axe du membre grâce à la table orthopédique et la mise en place d'un système de vis de réduction : une vis dans le sacrum et une dans l'épine iliaque postérosupérieure. L'ostéosynthèse se fait par deux vis de 6,5 mm qui vont de la face externe de l'os iliaque jusque dans le corps de S1.

Plusieurs techniques ont été proposées pour réaliser cette ostéosynthèse difficile :

- la technique princeps employée par Émile Letournel consistait à tracer une ligne parallèle au bord postérieur de l'ala, 2 cm en dessous. Sur cette ligne, on pointe la première vis à 2 cm de la grande échancrure et la deuxième 2 cm au-dessus. La visée se faisant horizontalement, une main sur le pied du malade pour vérifier que la mèche n'enroule pas les racines L5 et S1...

- la visée sous contrôle de l'amplificateur de brillance, selon les deux incidences de Pennal, *inlet* et *outlet*, donne une meilleure sécurité pour le positionnement des vis.

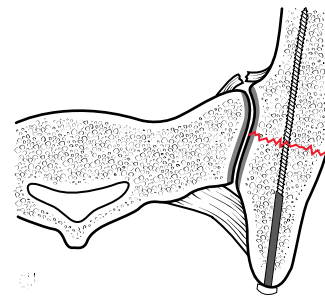
Ostéosynthèse antérieure (par voie ilio-inguinale ou voie alaire pure)

Au moment de la réduction, le contrôle de la rotation de l'os iliaque est plus difficile que par voie postérieure. Le maintien de la réduction est également difficile. Cet abord de la sacro-iliaque s'adresse à des lésions peu déplacées et ouvertes en avant, associées à des lésions de la symphyse ou des verticales antérieures abordées dans la même voie.

L'ostéosynthèse se fait par une petite plaque à trois trous appliquée sur la face antérieure de la sacro-iliaque avec deux trous dans l'ala et un trou dans le sacrum. Cette dernière vis étant mise en place prudemment car la racine L5 chemine à ce niveau à la face antérieure du sacrum.

Chirurgie percutanée

La réduction sur table orthopédique sous contrôle de l'amplificateur de brillance avec les trois vues du bassin, face, *outlet* et *inlet*, est un préalable indispensable au vissage percutané. On utilise des broches de 25 (suffisamment rigides) que l'on positionne sous contrôle de l'amplificateur, puis on mèche grâce à un foret canulé et on emploie des vis également canulées afin d'obtenir une ostéosynthèse de



19 Ostéosynthèse d'une fracture-luxation sacro-iliaque.

qualité. Le point d'entrée et l'orientation des vis sont contrôlés grâce à l'amplificateur de brillance ainsi que la longueur des vis.

Conseils pratiques : lors de la réduction par voie postérieure, la vis temporaire que l'on positionne dans le sacrum n'a pas une bonne tenue. Il faut savoir manipuler le davier de Farabeuf avec délicatesse. Lors d'une tentative de vissage percutané, si la réduction obtenue sur la table n'est pas satisfaisante, il faut savoir aborder la lésion.

Chirurgie assistée par ordinateur

Dans l'avenir, l'assistance par ordinateur nous permettra certainement une précision de visée bien plus grande que celle de l'amplificateur de brillance. Le scanner préopératoire intégré dans l'ordinateur donne un repérage parfait ; les instruments équipés de repères, eux aussi, permettent de visualiser le trajet fictif des broches. Grâce à cette technique, nous devrions développer plus aisément la chirurgie percutanée.

■ Disjonction-fracture de la sacro-iliaque

L'abord est le même que précédemment. Le dégagement de la face postérieure de l'ala permet de voir le trait alaire dans sa totalité et de le réduire parfaitement, en le maintenant par des davier appuysés sur des vis temporaires. La qualité de la réduction du trait alaire garantit celle de la sacro-iliaque.

L'ostéosynthèse se fait grâce à deux ou trois vis de 4,5 mm qui pénètrent dans le segment d'ala encore fixé au sacrum et qui cheminent dans l'épaisseur de l'os iliaque (fig 19).

■ Fractures verticales du sacrum

Elles nécessitent une ostéosynthèse iliosacrée par voie postérieure selon les mêmes principes que pour une lésion sacro-iliaque, grâce à des vis de 6,5 mm spongieuses. La réduction est contrôlée à la fois en arrière de visu et en avant au doigt. Le contrôle sous amplificateur de brillance reste une bonne sécurité.

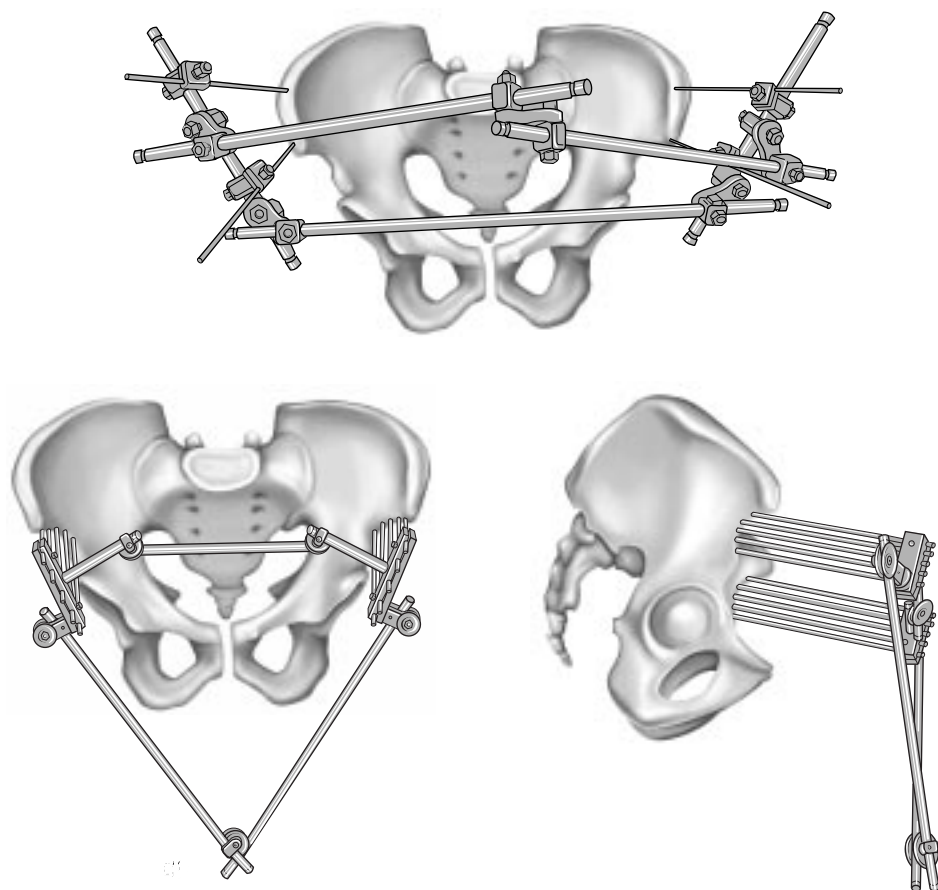
Conseils pratiques : le risque majeur au moment du serrage des vis est l'impaction de l'os qui peut étrangler les racines sacrées au niveau des trous. La longueur des vis peut être beaucoup plus grande et ponter le corps de S1 quand cela s'avère nécessaire.

Associations lésionnelles

PLACE DU FIXATEUR EXTERNE

Tout le monde s'accorde aujourd'hui à considérer le fixateur externe comme un mode de réduction temporaire chez les grands polytraumatisés pour lesquels l'ostéosynthèse interne s'avère impossible. Même s'il s'agit d'une solution d'attente, les conditions de mise en place de ce fixateur doivent être rigoureuses. Le malade endormi doit être installé sur table orthopédique pour aider à la réduction des lésions. Il faut impérativement s'aider de l'amplificateur de brillance.

20 Fixateur externe.



La pose des fiches dans les deux crêtes iliaques n'est pas toujours facile en percutané ; il faut savoir aborder la crête iliaque pour introduire les fiches dans l'épaisseur de l'os. C'est la garantie de leur bonne tenue (fig 20). On peut également mettre des fiches entre les deux épines iliaques antérieures, ce qui permet d'avoir deux trains de fiches perpendiculaires. La grosseur des fiches dépend essentiellement de l'épaisseur de l'os du patient. On peut s'aider des fiches pour obtenir une meilleure réduction, en particulier en ce qui concerne la fermeture du bassin. La solidarisation des trains de fiches alaires se fait par des tiges rigides de fixateur classique. Il est relativement aisé de maintenir une fermeture d'un bassin ouvert ; en revanche, il est plus difficile de fixer un déplacement vertical.

L'indication majeure en urgence est la fermeture des lésions de type B1 de Tile. Ce geste vital diminue la cavité hémorragique et permet la stabilisation hémodynamique. Parfois, les lésions viscérales associées et l'état du patient ne permettent pas d'envisager l'ostéosynthèse interne et le fixateur posé en urgence devient le moyen d'ostéosynthèse définitif de la fracture du bassin. C'est pourquoi il faut d'emblée que la réduction obtenue soit correcte.

ASSOCIATIONS LÉSIONNELLES ET VOIES D'ABORD

Les techniques chirurgicales que nous avons décrites ne sont pas modifiées par les différentes associations lésionnelles possibles.

En revanche, les voies d'abord peuvent varier ainsi que la tactique opératoire. L'ordre dans lequel on fixe les différentes lésions peut même évoluer au cours de l'intervention. Le bassin est un anneau rigide, le déplacement d'une fracture implique nécessairement une double lésion (fig 21).

■ Doubles lésions antérieures

Disjonction de la symphyse et fracture verticale antérieure ou double fracture verticale antérieure : l'étendue des lésions amène souvent à utiliser la voie ilio-inguinale, voire la voie ilio-inguinale bilatérale.

■ Lésions symphysaires

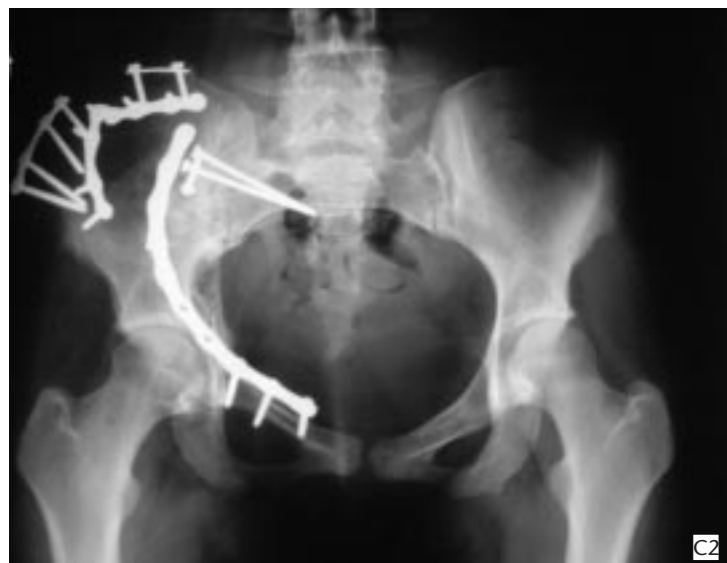
Elles peuvent être associées en arrière avec :

- une fracture alaire, ce qui nécessite deux voies d'abord (Pfannenstiel et alaire) et une installation ou une voie d'abord ilio-inguinale ;
- une luxation-fracture de la sacro-iliaque, ce qui nécessite deux voies (Pfannenstiel et voie postérieure) et deux installations en commençant par l'arrière ;
- une disjonction sacro-iliaque pure qui nécessite deux voies d'abord (Pfannenstiel et voie postérieure) et deux installations, sauf si on synthèse la sacro-iliaque par une plaque en avant et par voie ilio-inguinale. Quand l'atteinte sacro-iliaque est une ouverture pure sans aucun décalage vertical, on peut obtenir sa réduction parfaite par fermeture de la symphyse et se contenter de l'ostéosynthèse antérieure ;
- une fracture du sacrum qui nécessite deux voies d'abord (Pfannenstiel et voie postérieure) et deux installations, sauf si on synthèse le sacrum en percutané ;
- l'association avec une fracture du cotyle peut rendre la décision encore plus difficile en fonction du type de fracture et de la voie d'abord qu'elle demande.

Les lésions verticales antérieures peuvent être associées avec les mêmes lésions postérieures que la symphyse pubienne, avec une difficulté supplémentaire. En effet, la lésion postérieure peut être homo- ou controlatérale, rendant le choix de la voie d'abord plus compliqué encore.

■ Doubles lésions postérieures

L'ouverture ou la disjonction-fracture des deux sacro-iliaques, plus ou moins associée à une lésion antérieure, est une lésion possible.



- 21** A1. Disjonction sacro-iliaque gauche + fracture verticale antérieure gauche + fracture des deux colonnes droites.
 A2. Synthèse sacro-iliaque gauche par voie postérieure ; synthèse du cotyle droit par voie ilio-inguinale.
 B1. Disjonction sacro-iliaque droite ; fracture du cotyle droit.

- B2. Synthèse sacro-iliaque par voie postérieure ; synthèse du cotyle par voie ilio-inguinale.
 C1. Disjonction sacro-iliaque droite ; fracture iliaque droite ; fracture transversale du cotyle droit ; disjonction symphysaire verticale antérieure gauche.
 C2. Intervention par une seule voie d'abord ilio-inguinale avec ostéosynthèse sacro-iliaque en « profitant » de la fracture iliaque.

Quand la décision est prise d'aborder les deux sacro-iliaques, il vaut mieux pratiquer un abord de chaque côté, en restant bien en dehors des épines pour éviter la nécrose cutanée en zone d'appui.

Conclusion

La complexité des fractures du bassin nécessite l'expérience d'une équipe au complet : réanimateur, anesthésiste, chirurgien et radiologue

entraînés. Il faut savoir prendre les décisions urgentes en cas de grande instabilité hémodynamique et fixer rapidement un bassin par un fixateur externe quand le pronostic vital est en jeu. En revanche, l'indication de la fixation interne ne doit jamais se faire en urgence. Les examens radiologiques standards et le scanner de bonne qualité sont indispensables pour analyser et comprendre parfaitement l'ensemble des lésions. Il s'agit toujours d'une chirurgie longue et hémorragique ; il faut que l'état clinique du patient permette de l'envisager. Le délai idéal pour opérer les malades se situe entre le quatrième et le dixième jour post-traumatique. Pendant cette période, les fractures sont encore fraîches et la mobilisation des fragments reste aisée ; par ailleurs, l'hémostase des tranches osseuses s'est faite et le saignement peropératoire est réduit. Cependant, il arrive souvent que le

patient ne puisse être opéré dans ces délais ; le report de l'intervention au-delà du 21^e jour rend la réduction d'autant plus difficile que la consolidation est entamée. Le matériel utilisé pour mettre en œuvre les techniques chirurgicales est éclectique. Il faut avoir à disposition des vis échelonnées de 3,5 à 6,5 mm, des plaques courbes et des plaques droites. La chirurgie percutanée demande du matériel spécifique. Quant à la chirurgie assistée par ordinateur, elle réclame un équipement onéreux et expérimental. En conclusion, cette chirurgie difficile, chez des malades souvent polytraumatisés nécessitant une réanimation post-traumatique et postopératoire, ne doit s'envisager que dans des centres équipés à cet effet.

Références

[1] Borrelli J Jr, Koval KJ, Helfet DL. Operative stabilization of fracture dislocations of the sacroiliac joint. *Clin Orthop*1996 ; 329 : 141-146

[2] Catonné Y, Delattre O, Rouvillain JL, Richard F, Bahuet F. Disruption of the pubic symphysis with overriding impacted symphysis. A case report. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 : 458-461

[3] Judet R, Judet J, Lord J, Orlandini J. Étude critique du traitement chirurgical de 20 observations de disjonction traumatique de la symphyse pubienne. *Presse Méd* 1965 ; 73 : 1787-1792

[4] Judet R, Letournel E. Les fractures du cotyle. Paris : Masson, 1974

[5] Letournel E. Traitement chirurgical des traumatismes du bassin en dehors des fractures isolées du cotyle. *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 771-782

[6] Letournel E. L'ostéosynthèse des fractures du bassin. In : Judet R éd. Actualité de chirurgie orthopédique de Raymond Poincaré. Tome VIII. Paris : Masson, 1970 : 157-177

[7] Matta JM. Indications for anterior fixation of pelvic fractures. *Clin Orthop* 1996 ; 329 : 88-96

[8] Matta JM, Tornetta P 3rd. Internal fixation of unstable pelvic ring injuries. *Clin Orthop* 1996 ; 329 : 129-140

[9] Mears DC, Fu F. External fixation in pelvic fractures. *Orthop Clin NorthAm* 1980 ; 11 : 465-479

[10] Mears DC, Rubash HE. External and internal fixation of the pelvic ring. *Instr Course Lect*1984 ; 33 : 144-158

[11] Nordin JY. Fractures de l'anneau pelvien. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOTn° 38. Paris : Expansion Scientifique Française, 1990 : 187-203

[12] Pennal GF, Tile M. Pelvic disruption: principles of management. *Clin Orthop* 1980 ; 151 : 56-64

[13] Pennal GF, Tile M, Waddell JP, Garside H. Pelvic disruption: assessment and classification. *Clin Orthop* 1980 ; 151 : 12-21

[14] Tile M. Acute pelvic fractures: I. Causation and classification. *J Am Acad Orthop Surg* 1996 ; 4 : 143-151

[15] Tile M. Acute pelvic fractures: II. Principles of management. *J Am Acad Orthop Surg* 1996 ; 4 : 152-161

Techniques de synthèse lombopelvienne et sacropelvienne

E. Hoffmann, D. Breitel, C. Dauzac, R. Leroux, L. Rillardon, P. Guigui

Les auteurs décrivent différentes techniques de fixation lombo-iliaque ou sacro-iliaque dans le traitement chirurgical des lésions postérieures instables de l'anneau pelvien. On distingue les fixations sacropelviennes qui pontent l'articulation sacro-iliaque des fixations lombopelviennes qui pontent l'articulation sacro-iliaque et la charnière lombosacrée. Les fixations sacropelviennes ont leur indication dans les lésions de l'interligne sacro-iliaque et de l'aileron sacré avec un pédicule de S1 intact. Les fractures en U du sacrum, les fractures sacrées en zone II ou III de Denis sont volontiers des indications aux montages lombopelviens.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Traumatisme de l'anneau pelvien ; Articulation sacro-iliaque ; Vissage pédiculaire ; Fixation sacro-iliaque

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Montages sacropelviens | 1 |
| Montage sacro-iliaque à charnière de Beaujon | 1 |
| Montage sacro-iliaque type Galveston | 4 |
| Montage pédiculo-iliaque de Sar | 4 |
| Montage par plaque iliaque et tige-vis sacrée de Esenkaya | 5 |
| ■ Montages lombopelviens | 6 |
| Montage lombo-bi-iliaque de Norotte | 6 |
| Montage en triangulation de Schildauer | 7 |
| ■ Conclusion | 8 |

■ Introduction

Les ruptures de l'anneau pelvien avec instabilité verticale et horizontale (type C de la classification de Tile ^[1, 2]) sont des indications classiques à une stabilisation chirurgicale des lésions postérieures et parfois antérieures ^[3-6]. Si les modalités de la fixation antérieure sont peu discutées, en revanche de nombreuses techniques de fixation postérieures ont été décrites : vissage sacro-iliaque à foyer ouvert ou percutané sous contrôle scopique ou tomodensitométrie ^[7-21], plaque antérieure sacro-iliaque ^[22], barre sacrée en compression s'appuyant latéralement sur les deux massifs iliaques postérieurs ^[23-25]. Le vissage sacro-iliaque connaît des limites en particulier dans les disjonctions sacro-iliaques pures (43 % de non-fusion de l'interligne dans la série de Keating ^[26] dans sept cas de lésions ligamentaires instables sur 11).

Certaines équipes chirurgicales ^[24, 27, 28] fortes de leur expérience dans la chirurgie de la scoliose utilisent des techniques de fixation lombo-iliaque ou sacro-iliaque dans le traitement chirurgical des lésions postérieures instables de l'anneau pelvien. L'utilisation de matériels d'ostéosynthèse postérieure fixés au sacrum rend nécessaire la bonne connaissance morphologique de l'os sacré pour préciser les zones de plus grande résistance et choisir le meilleur site d'implantation des vis.

On distingue les fixations sacropelviennes qui pontent l'articulation sacro-iliaque des fixations lombopelviennes qui pontent l'articulation sacro-iliaque et la charnière lombosacrée. Les fixations sacropelviennes ont leur indication dans les lésions de l'interligne sacro-iliaque et de l'aileron sacré avec un pédicule de S1 intact. Les fractures en U du sacrum, les fractures sacrées en zone II ou III de Denis ^[29] sont volontiers des indications aux montages lombopelviens. L'extension de l'instrumentation rachidienne au pelvis a pour conséquence de fixer de manière définitive la position du bassin par rapport au tronc. Le choix de cette position doit être particulièrement rigoureux pour ne pas compromettre le confort de la station assise.

Les risques infectieux des montages postérieurs ne sont pas nuls, comme l'ont souligné certains auteurs. Goldstein ^[30] rapporte 27 % de complications septiques après ostéosynthèse postérieure chez des patients opérés au-delà du 3^e jour contre 18 % chez ceux opérés avant le 3^e jour. Leurs inconvénients (ablation du matériel à distance, risque infectieux) semblent largement contrebalancés par leurs avantages dans les indications : fracture sacrée justifiant une libération radiculaire, lésions instables à composante rotatoire et surtout verticale, polytraumatisme ou association lésionnelle (fracture du rachis ou du cotyle associée).

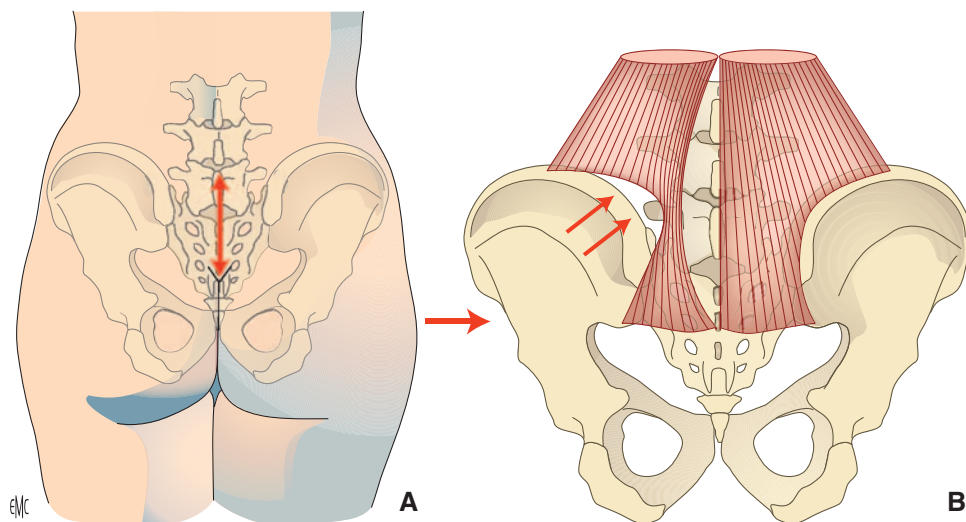
■ Montages sacropelviens

Montage sacro-iliaque à charnière de Beaujon ^[27]

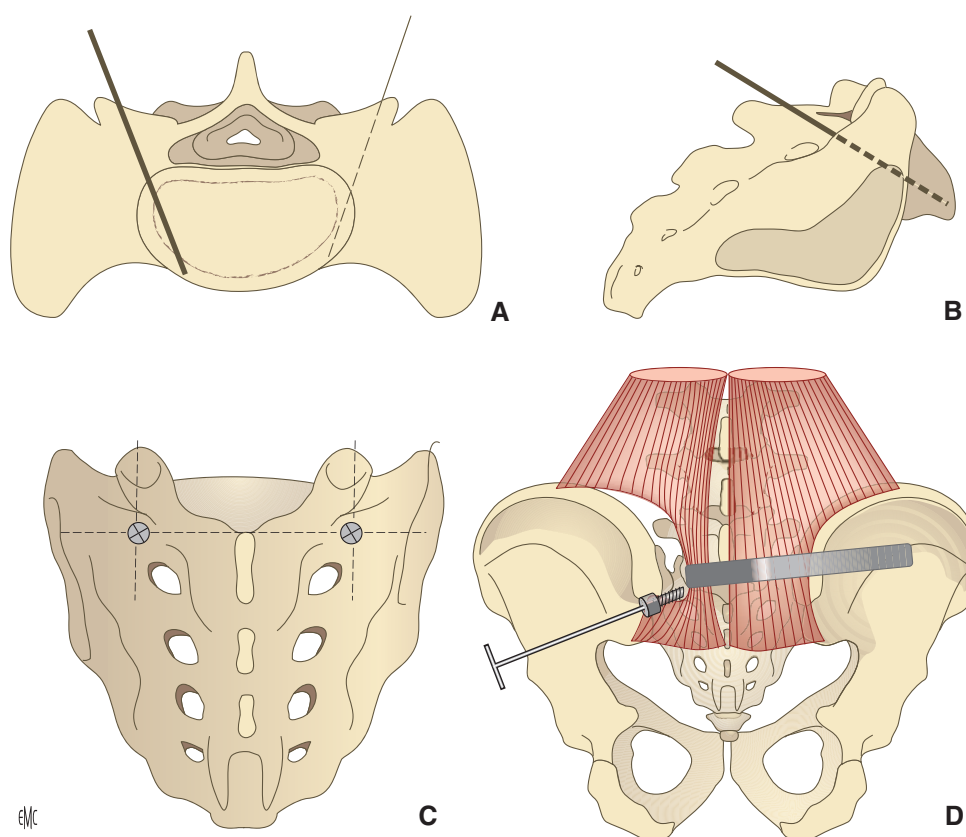
Cette technique présente l'originalité d'un contrôle des déplacements verticaux de l'hémibassin tout en autorisant, si besoin est, un certain degré de mobilité dans le plan horizontal afin de faciliter la réduction des lésions antérieures associées. Seule l'articulation sacro-iliaque traumatisée est exposée par un abord chirurgical unilatéral.

Installation

Le patient est installé en décubitus ventral sur table ordinaire, un billot sous le thorax et deux appuis sous les deux crêtes iliaques. Les hanches ainsi que les genoux sont légèrement

**Figure 1.**

A, B. Voie d'abord de la boutonnière. Voie d'abord médiane centrée sur l'épineuse de L5 et S1, unilatérale du côté de la lésion de la sacro-iliaque.

**Figure 2.**

A à D. Mise en place de la vis pédiculaire en S1.

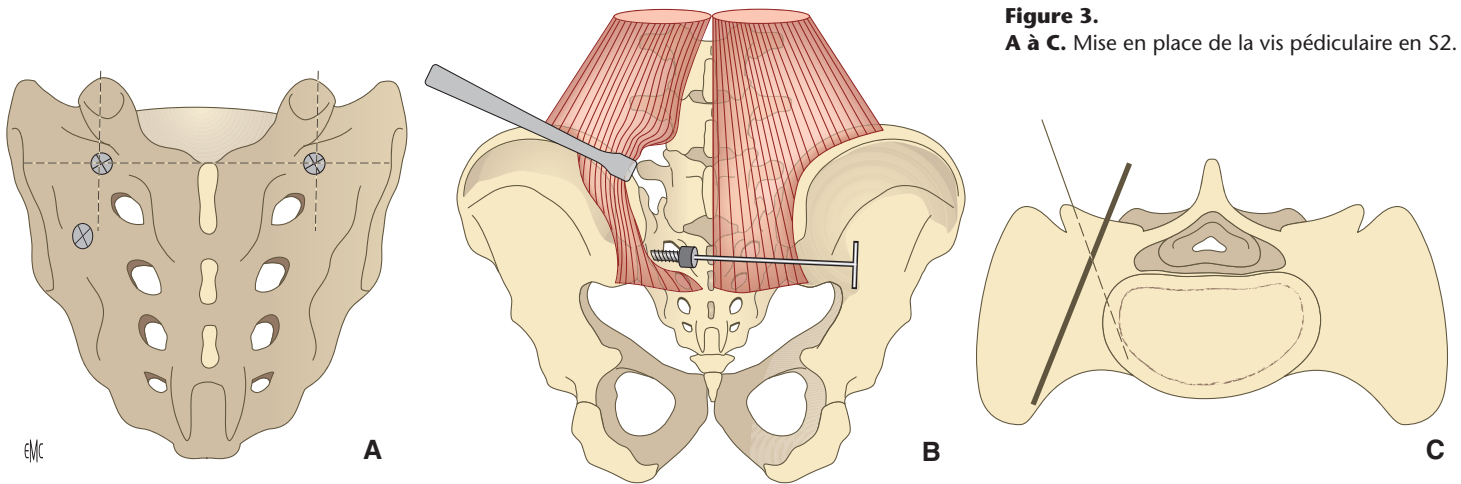
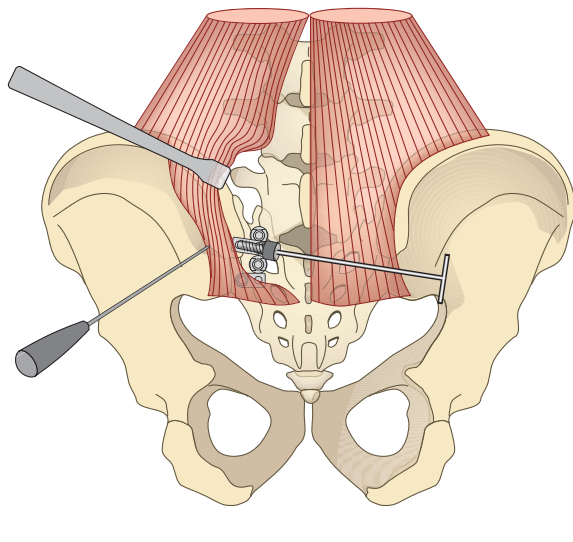
fléchis. L'utilisation d'une table orthopédique dans le but de faciliter la réduction d'une ascension importante ou ancienne d'un hémibassin est possible.

Voie d'abord de la « boutonnière »

La voie d'abord est médiane postérieure centrée sur l'épineuse de L5 (Fig. 1A). Le tissu sous-cutané est décollé jusqu'à la crête iliaque postérieure du côté de la lésion de la sacro-iliaque. L'articulation L5-S1 ainsi que la face postérieure du sacrum de S1 à S3 sont exposées par l'incision médiane. Plus latéralement, les insertions de l'erector spinae sur la crête iliaque postérieure sont sectionnées sur une longueur de 5 cm et ruginées à partir de l'épine iliaque postérieure. Cet artifice de la boutonnière permet ainsi de disposer de deux fenêtres anatomiques, l'une latérale donnant un jour sur l'articulation L5-S1 et la face postérieure de la crête iliaque, et l'autre médiale exposant l'articulation sacro-iliaque et la face postérieure du sacrum (Fig. 1B). Un écarteur contre-coudé chargeant la masse musculaire paravertébrale et s'appuyant sur la face externe de l'aile iliaque postérieure peut être mis en place afin de faciliter l'exposition de l'articulation sacro-iliaque.

Ostéosynthèse et réduction

Les stabilisations sont effectuées avec du matériel de type CD Horizon Titane 5.5. Cette stabilisation débute par la mise en place de deux vis de diamètre 5 mm, l'une insérée dans le pédicule de S1 et l'autre dans l'aileron sacré en S2. La vis en S1, mise en place par la fenêtre externe, a un trajet oblique en haut, en avant et en dedans (Fig. 2A à D), la vis S2 mise en place par la fenêtre interne a, elle, un trajet oblique en dehors (Fig. 3A à C). Une tige de diamètre 5,5 mm munie de deux connecteurs sacro-iliaques réunit les deux vis sacrées. La réduction des lésions postérieures est obtenue par manœuvres externes et est maintenue temporairement par une pointe carrée (Fig. 4). Deux vis de diamètre 7 mm sont ensuite mises en place dans la crête iliaque postérieure à travers les deux connecteurs sacro-iliaques (Fig. 5A, B). La première a un trajet ascendant et la seconde un trajet légèrement descendant vers l'échancrure sacro-iliaque. Leur longueur est variable de 60 à 80 mm. Le serrage progressif de ces deux vis va permettre de compléter la réduction des lésions postérieures. Ce montage prévient ainsi l'ascension de l'hémibassin car les connecteurs viennent en butée sur les têtes

**Figure 3.****A à C.** Mise en place de la vis pédiculaire en S2.**Figure 4.** Réduction de la disjonction sacro-iliaque et mise en place des vis d'extension iliaques.

des deux vis S1 et S2. Au besoin, il est possible de conserver une certaine mobilité (uniquement dans le plan horizontal) au niveau de l'articulation sacro-iliaque afin de traiter les lésions antérieures, en laissant libres les deux connecteurs placés sur la tige reliant les deux vis sacrées. Les masses musculaires et la crête iliaque postérieure recouvrent les implants, évitant ainsi toute saillie de ceux-ci sous la peau. La voie d'abord est drainée

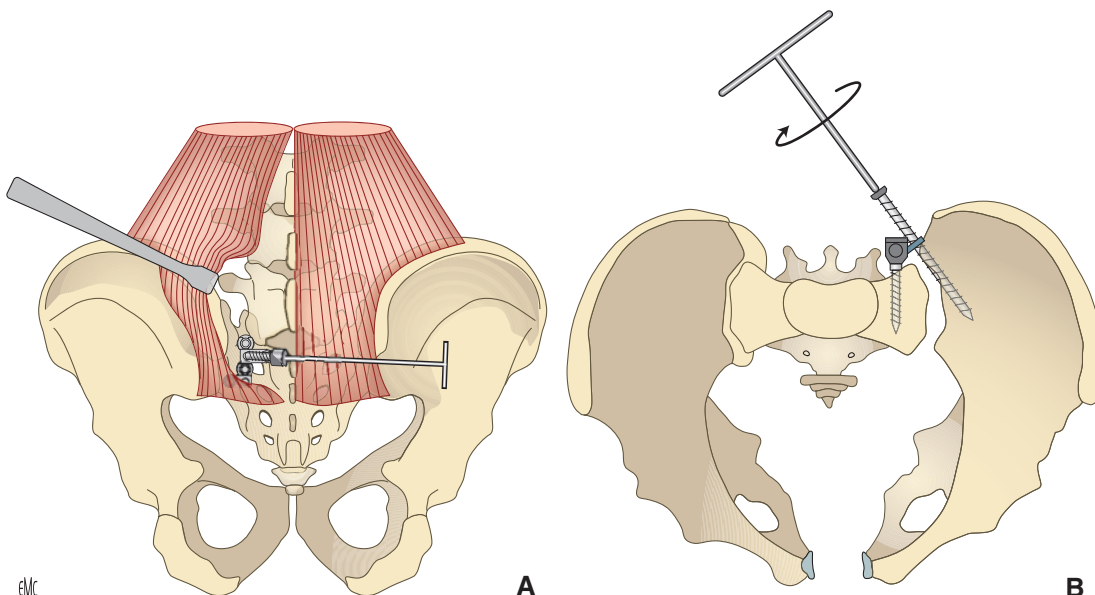
sur un Redon aspiratif. La qualité de la fixation ainsi obtenue autorise une reprise rapide de la position assise et une reprise précoce de la marche en appui complet (Fig. 6A à F).

Discussion

Cette technique s'adresse aux ruptures de l'anneau pelvien de type C1-2 de la classification de Tile, c'est-à-dire associant une rupture complète de l'arc postérieur passant à travers l'articulation sacro-iliaque à une lésion antérieure. Elle trouve évidemment sa limite dans les fractures du sacrum intéressant la zone II de Denis, c'est-à-dire la zone des trous sacrés, en raison d'une fréquente lésion du pédicule de S1 ou de l'aileron sacré (Fig. 7, 8).

Entre mai 2002 et mars 2003, sept patients souffrant d'une rupture de l'anneau pelvien ont eu leurs disjonctions sacro-iliaques stabilisées par cette technique opératoire [31]. Tous présentaient des lésions associées ; aux membres inférieurs pour trois, au rachis pour deux, à l'acétabulum pour deux. Dans six cas étaient associées des lésions antérieures de l'anneau pelvien. L'âge moyen de la série était de 36,3 ans. La réduction du déplacement vertical combiné était jugée bonne ou excellente (inférieur à 10 mm) pour tous les patients.

En tenant compte de son principe et de l'installation en décubitus ventral, l'un des risques de cette technique serait de trop fermer en arrière l'articulation sacro-iliaque et en conséquence de l'ouvrir en avant. Les réductions de l'interligne sacro-iliaque ont toutes été contrôlées par une tomodensitométrie (TDM) à distance de l'intervention (6 mois). Dans tous les cas, les réductions ont été considérées comme anatomiques, aucune

**Figure 5.****A, B.** Mise en place de deux vis de diamètre 7 mm dans la crête iliaque postérieure à travers les deux connecteurs sacro-iliaques.

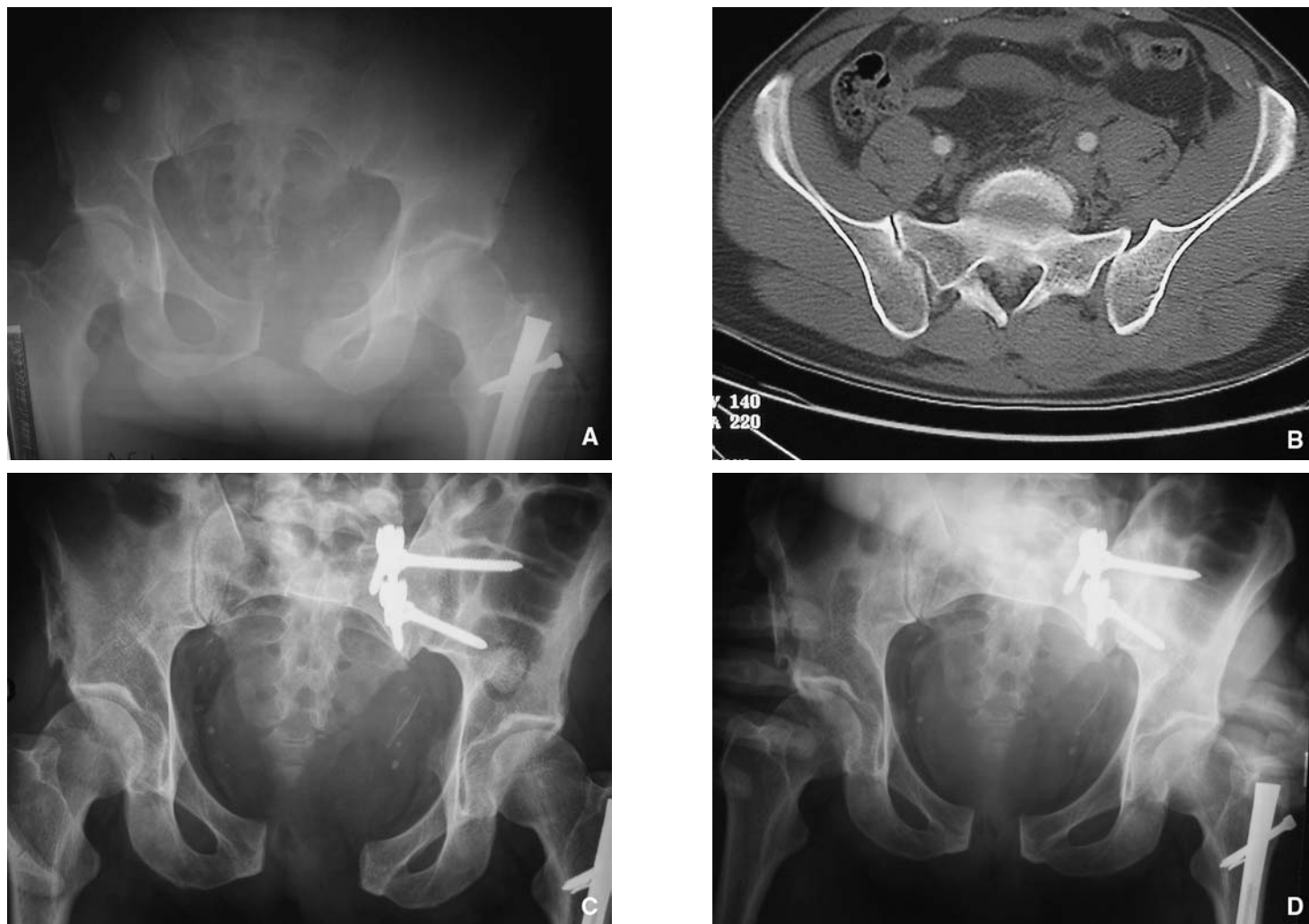


Figure 6.
A. Fracture C1.2 de Tile avec disjonction symphysaire. Radiographie standard du bassin après ostéosynthèse de la fracture de la diaphyse fémorale.
B. Coupe tomodensitométrique passant par les articulations sacro-iliaques.
C. Radiographie standard du bassin après ostéosynthèse des lésions postérieures.
D. On observe la possibilité de mobilisation de l'hémibassin dans le plan horizontal.

mobilité secondaire du matériel d'ostéosynthèse ni déplacement secondaire n'ont été constatés. L'évaluation TDM de la sacro-iliaque a révélé des ponts d'ossification dans tous les cas.

Montage sacro-iliaque type Galveston

Dans la méthode originale de Luque [32], la fixation pelvienne est assurée par l'amarrage du bras court de la tige en L dans l'épine iliaque postérosupérieure, avec un passage bicortical comparable à celui de la barre sacrée de Harrington.

Le balayage des tiges dans les ailes iliaques est habituel (effet « essuie-glace ») et est responsable de douleurs et de l'apparition de chambres d'ostéolyse fragilisant le cadre pelvien. Les insuffisances et échecs de ce procédé ont amené Allen et Fergusson à proposer la technique de Galveston [33], qui est devenue la méthode standard d'extension des tiges de Luque au pelvis. La portion courte, doublement courbée, est introduite dans l'épaisseur de l'ilion, au-dessus de la grande échancrure sciatique, là où l'épaisseur osseuse est habituellement maximale. Une technique employant les principes de la fixation pelvienne du Galveston est proposée par Abumi [34] dans le traitement des ruptures de l'anneau pelvien de type C de la classification de Tile.

Technique opératoire

La voie d'abord est horizontale exposant la face postérieure du sacrum et les deux articulations sacro-iliaques. La tige est fixée, d'une part au sacrum par l'intermédiaire de deux vis S1 pédiculaires (une de chaque côté), et d'autre part à l'aile iliaque selon la technique de Galveston. Les deux vis sont

introduites dans les pédicules de S1 selon un trajet oblique en haut et en dedans. La tige cintrée est introduite dans l'aile iliaque postérieure à travers les deux corticales de l'aile iliaque. La tige est alors amarrée aux deux vis sacrées en réduisant l'ascension de l'hémibassin (Fig. 9A, B).

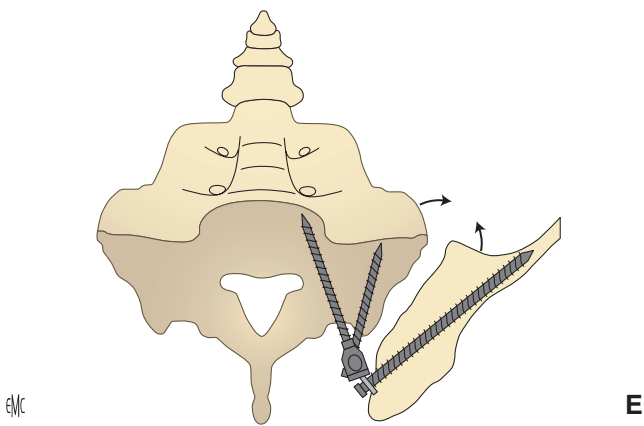
Discussion

Les auteurs rapportent leur expérience à propos d'une série de sept patients. Dans cinq cas, la réduction du déplacement vertical a été jugée satisfaisante et celle du déplacement rotatoire dans quatre cas seulement. Une infection du site opératoire est à déplorer dans un cas. Les auteurs soulignent la résistance du montage ainsi obtenu et la possibilité en fonction des lésions associées d'une reprise immédiate de la position assise et d'une reprise rapide à la troisième semaine postopératoire de la marche en appui complet. Néanmoins, une simple tige intraosseuse ne contrôle pas tous les mouvements de rotation de l'hémibassin comme en témoigne l'apparition d'une chambre de mobilité autour de la tige iliaque rapportée chez tous les patients. Ce type de fixation pelvienne limite également le prélèvement d'autogreffe au niveau du bassin.

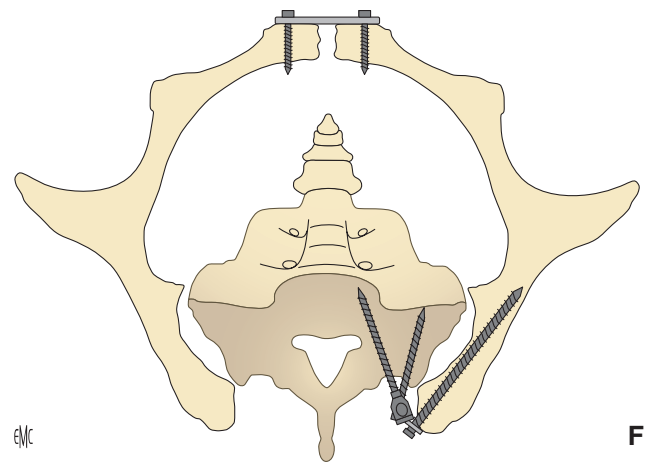
Montage pédiculo-iliaque de Sar [35]

Technique opératoire

Le patient est installé en décubitus ventral, la voie d'abord est verticale de 6 à 7 cm de longueur, décalée de 2 cm par rapport à l'aile iliaque postérieure. Une vis de 7 mm de diamètre est insérée dans le pédicule de S1 homolatéral. Une vis de 8 mm de diamètre est insérée dans l'aile iliaque postérieure. La vis



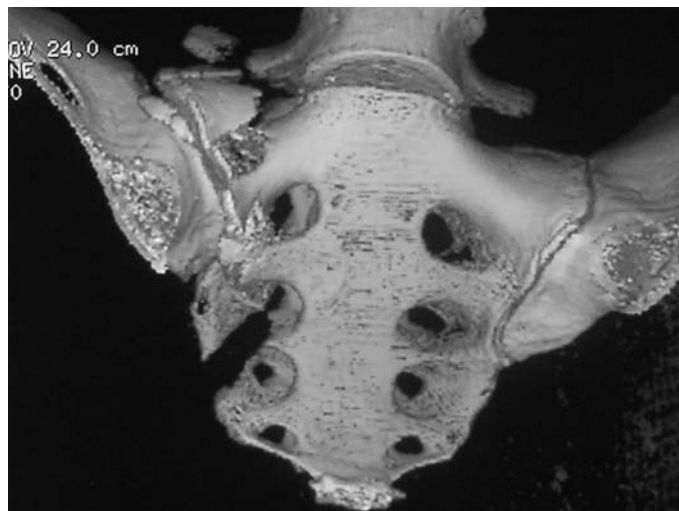
E



F

Figure 6. (suite)**E.** Mobilité de la fixation dans le plan horizontal.**F.** Fermeture de l'anneau pelvien et de l'interligne sacro-iliaque.**G.** Contrôle radiographique à 12 mois du traumatisme.

G

**Figure 7.** Fracture-disjonction sacro-iliaque ; le trait sacré passe à distance du pédicule de S1 à droite.

iliaque est enfouie dans une logette faite préalablement dans la crête iliaque postérieure pour éviter toute saillie sous la peau en fin d'intervention. Deux petites tiges couissant à l'équerre réunissent les deux vis. En appliquant une distraction entre la vis pédiculaire et l'intersection des deux tiges, on abaisse l'hémibassin, alors que la contraction entre les tiges et la vis iliaque rapproche l'hémibassin au contact du sacrum (Fig. 10A à D).

Discussion

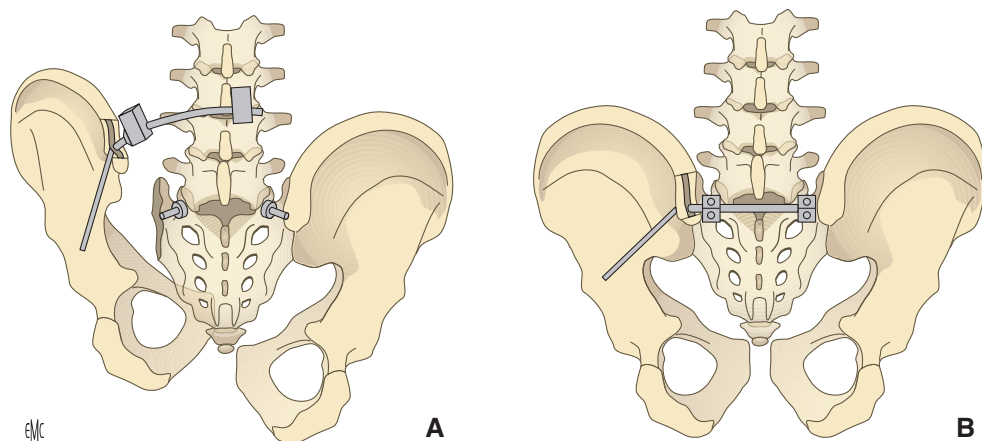
Ce type de fixation ne peut être réalisé que si le pédicule de S1 et la crête iliaque postérieure sont intacts (disjonction sacro-

**Figure 8.** Modification de la fixation sacro-iliaque à charnière, fixation pédiculaire S1 bilatérale et vis d'extension iliaque.

iliaque et fracture unilatérale du sacrum en zone 1 de Denis). Ce montage autorise la compression et la distraction du foyer de fracture à tout moment de la réduction. Le contrôle de la rotation de l'hémibassin autour de l'unique vis iliaque reste un point faible du montage en l'absence de synthèse complémentaire antérieure.

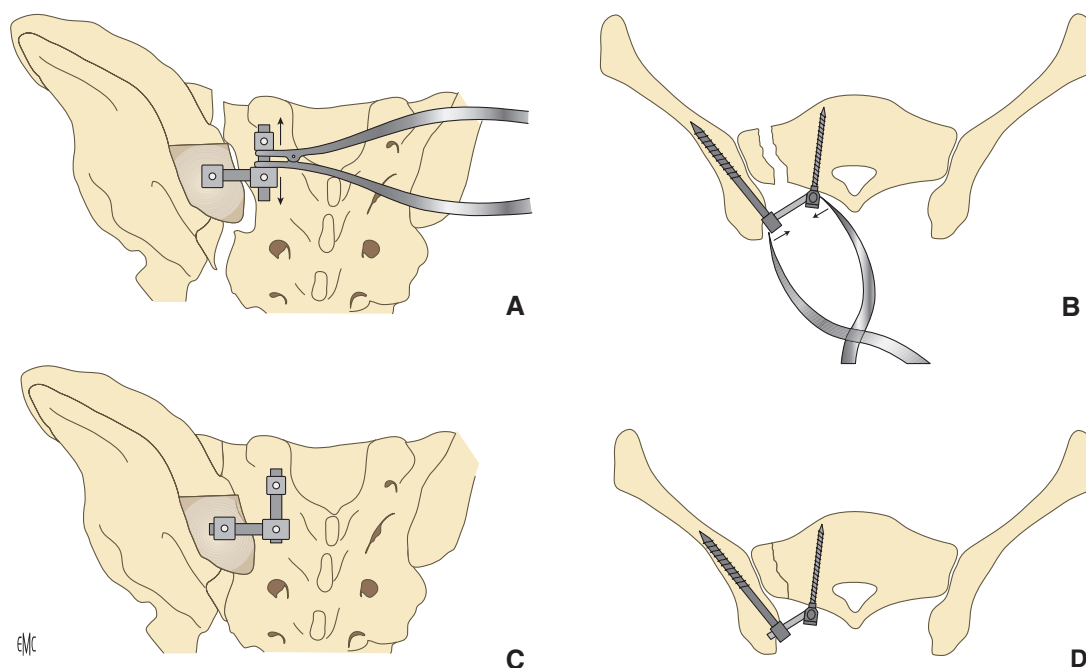
Montage par plaque iliaque et tige-vis sacrée de Esenkaya [36]

Le montage associe une prise pédiculaire en S1 à plusieurs vis transarticulaires passant au travers d'une plaque posée sur la face postérieure et latérale de l'aile iliaque postérieure. La

**Figure 9.**

A. La tige est fixée d'une part au sacrum par l'intermédiaire de deux vis S1 pédiculaires, d'autre part à l'aile iliaque selon la technique de Galveston.

B. La tige est amarrée aux deux vis sacrées réduisant ainsi l'ascension de l'hémibassin.

**Figure 10.**

A à D. La vis iliaque est enfouie dans une loquette faite préalablement dans la crête iliaque postérieure pour éviter toute saillie sous la peau en fin d'intervention. Deux petites tiges couissant à l'équerre réunissent les deux vis.

plaque est réunie à la vis pédiculaire par une tige traversant la crête iliaque postérieure.

Voie d'abord et montage

La voie d'abord verticale expose la face postérieure du sacrum, l'interligne sacro-iliaque et la face exopelvienne de l'aile iliaque postérieure. La synthèse débute par la mise en place de la vis pédiculaire en S1. La plaque est ensuite positionnée sur la face externe de l'aile iliaque en se projetant sur la partie supérieure de la surface articulaire sacro-iliaque. La plaque est maintenue temporairement jusqu'à la réduction par une vis unicorticale. La réduction de l'ascension de l'hémibassin se fait par manœuvre de traction sur le membre inférieur et par mobilisation par un davier de l'aile iliaque. La réduction ainsi obtenue est maintenue en solidarissant la plaque à la vis pédiculaire par une tige boulonnée perforant l'aile iliaque postérosupérieure. En serrant l'écrou sur la plaque, on rapproche les deux fragments osseux jusqu'au contact. Trois à quatre vis iliosacrées de 4,5 mm de diamètre sont vissées à travers la plaque en passant l'interligne sacro-iliaque (Fig. 11A, B).

Discussion

Ce montage ne peut être réalisé que si la crête iliaque postérieure est intacte. L'ensemble du montage est stable par la triangulation des implants. Mais la mise en place des vis iliosacrées est tributaire de la position de la plaque sur l'aile iliaque postérieure.

■ Montages lombopelviens

Montage lombo-bi-iliaque de Norotte ^[37]

Technique opératoire

Le patient, sous anesthésie générale, est installé en décubitus ventral, billot-mousse sous les épaules antérieures et sous les épaules, évitant toute compression de la paroi abdominale et du thorax. Un appui pelvien est fixé entre les cuisses, permettant d'abaisser le membre inférieur du côté de l'hémibassin fracturé.

L'amplificateur de brillance est placé perpendiculairement à la table, centré sur le sacrum avec le maximum d'agrandissement. Il peut être mis de profil par simple bascule sous la table pour la visée pédiculaire.

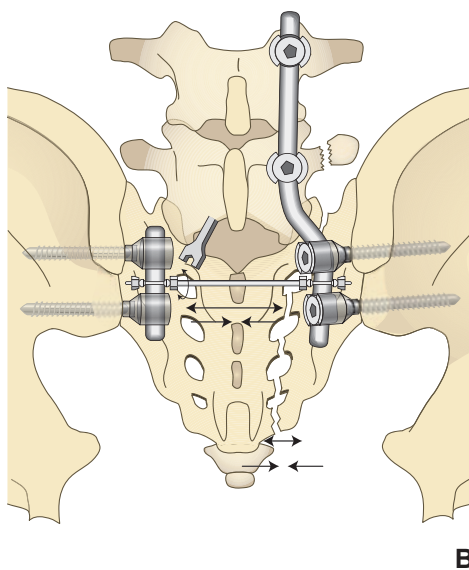
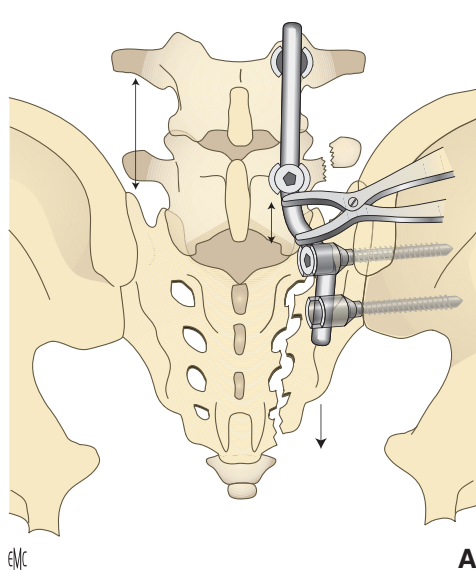
Lors de l'abaissement de la jambe (de 20 à 30°), on observe la réduction de la composante verticale des lésions, spontanément ou en s'aidant d'un maintien de l'autre jambe et d'une légère traction manuelle de l'hémibassin fracturé (l'appui pelvien empêchant la descente du patient).

Voie d'abord et technique

L'abord postérieur dégage la face postérieure du sacrum et la gouttière paravertébrale du côté de la lésion. La visée pédiculaire en L4 et L5 est verrouillée, la distraction est effectuée entre L5 et la vis iliaque supérieure (il est préférable de distraire sur la vis L5, et non pas L4 pour ne pas entraîner d'inclinaison frontale au niveau du rachis lombaire bas) (Fig. 12A). Le contrôle à vue du trait peut être complété, avant verrouillage

**Figure 11.**

A, B. Montage par plaque iliaque et tige-vis sacrée d'Esenkaya.

**Figure 12.**

A. Distraction sur la tige du matériel de Cotrel-Dubousset (correction du cisaillement vertical).
B. Compression du trait (ou décompression) par vissage du premier dispositif de traction transverse.

définitif des vis, d'un contrôle par amplificateur de brillance, de face, avec une légère inclinaison pour bien voir les ailerons sacrés, et de profil. La composante « rotatoire » est ensuite traitée. Deux dispositifs de traction transverses sont positionnés pour unir les deux épines iliaques postérieures. En agissant par un effet de rapprochement ou d'écartement des boulons, on peut régler la réduction du trait postérieur sacré (Fig. 12B). Cette manœuvre autorise certes un déplacement plus horizontal que rotatoire des ailes iliaques l'une par rapport à l'autre. Mais elle permet d'améliorer la réduction du trait fracturaire en fonction de la nature de la composante rotationnelle (rapprochement si composante interne, écartement si composante externe). Elle augmente la stabilité du montage. Elle peut influencer sur le degré de liberté de racine dans les trous sacrés en évitant l'hypercompression ; en cas de troubles neurologiques préexistants, la libération radiculaire par laminectomie sacrée est effectuée avant la mise en place de dispositifs de traction transverses. En cas de lésions bilatérales des ailerons sacrés, le montage est réalisé symétriquement. Un dernier contrôle à l'amplificateur est réalisé, vérifiant la réduction des branches ilio- et ischiopubiennes.

Discussion

Ce type de montage lombo-bi-iliaque a plusieurs avantages : il répond au mécanisme physiopathologique de ces lésions, par la correction des déplacements élémentaires : cisaillement vertical (distraction sur la tige), « rotation » à un moindre degré (par action sur les dispositifs de traction transverses). Sa solidité évite la mise en place d'un fixateur externe en complément, et permet une mobilisation précoce et facile, intéressante chez ces patients souvent polytraumatisés. Il ne s'adresse qu'aux fractures

du bassin à lésions postérieures sacrées ou iliosacrées préservant les épines iliaques postérosupérieures. L'ablation du matériel est rendue nécessaire à la consolidation des lésions, pour restituer la mobilité du rachis lombaire bas.

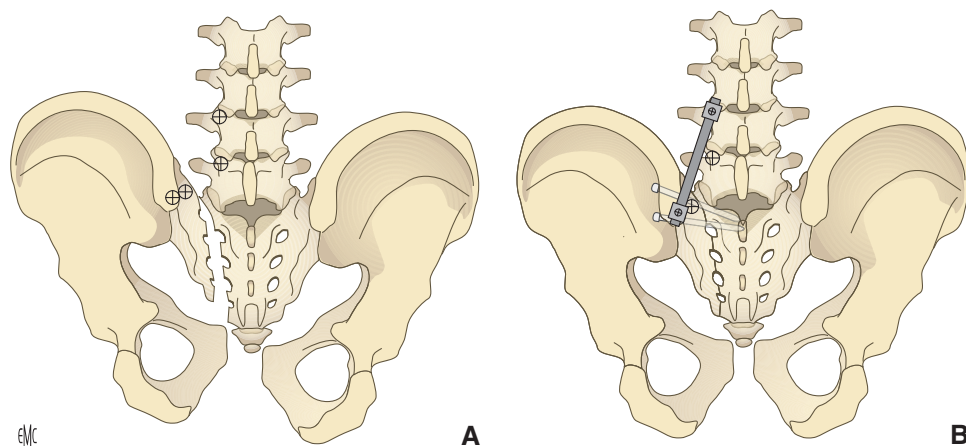
Montage en triangulation de Schildauer [38]

Schildauer présente une série de 34 patients présentant une fracture verticale du sacrum. Les montages en triangulation utilisent une combinaison d'une synthèse lombopelvienne en distraction à laquelle est associé un vissage sacro-iliaque unilatéral ou une plaque transsacrée. Ce montage extrêmement solide autorise un lever immédiat.

Voie d'abord et technique

L'intervention est réalisée idéalement dans les 15 jours qui suivent le traumatisme. Le patient est installé en décubitus ventral. La voie d'abord est, soit verticale, soit horizontale légèrement convexe vers la tête. La libération nerveuse est effectuée avant la mise en place des implants pour éviter une éventuelle incarcération des racines nerveuses lors des manœuvres de réduction.

Le montage en triangulation débute par la réalisation de la fixation lombopelvienne. Mise en place de la vis pédiculaire en L5, voire en L4. Une seconde vis est implantée, soit dans l'aileron sacré, soit dans la crête iliaque postérieure homolatérale. La réduction de l'ascension du bassin s'effectue en distraction sur les deux implants réunis par une tige de 4,5 mm de diamètre. La réduction dans le plan horizontal s'effectue à l'aide d'un davier de Farabeuf en appui sur deux vis temporaires mises de part en part du foyer de fracture (Fig. 13A, B).

**Figure 13.**

A, B. Le montage en triangulation débute par la réalisation de la fixation lombopelvienne. La réduction dans le plan horizontal s'effectue à l'aide d'une ou deux vis sacro-iliaques.



Figure 14. Montage en triangulation associant un vissage sacro-iliaque et un montage lombopelvien unilatéral.

Une plaque transsacrée est utilisée en complément dans les fractures sacrées bilatérales ou les fractures sacrées unilatérales à fort déplacement des structures antérieures. La plaque réunit les deux crêtes iliaques postérieures. L'extrémité de la plaque est fixée dans l'aile iliaque par deux vis orientées de telle sorte qu'elles traversent l'articulation sacro-iliaque. Pour prévenir tout conflit sous-cutané, la plaque doit être recouverte par les muscles paraspinaux.

Les plaques transsacrées sont remplacées par une ou deux vis iliosacrées quand le déplacement de l'hémibassin ou des éléments antérieurs est limité. Les deux vis contrôlent la rotation de l'hémibassin. Si une synthèse antérieure est réalisée, seule une vis iliosacrée est mise en place (Fig. 14).

■ Conclusion

L'intérêt des montages lombopelviens et sacropelviens dans les fractures de l'anneau pelvien est de répondre aux mécanismes élémentaires des déplacements de ces lésions : cisaillement vertical par distraction, rotation par ouverture ou fermeture des épines iliaques postérieures. Ils permettent ainsi une réduction et une fixation solide des lésions complexes du bassin en agissant sur les lésions postérieures. Aucun des montages décrits ne permet de résoudre tous les cas de figures rencontrés en traumatologie de l'anneau pelvien. La fixation à charnière a son indication idéale dans les disjonctions sacro-iliaques avec ou sans rupture des structures osseuses ou ligamentaires antérieures. Les autres fixations sacropelviennes peuvent être utilisées dans les fractures avec un trait transsacré unilatéral ou lors d'une fracture de l'aileron sacré en l'absence de lésion du pédicule de S1. Les montages lombopelviens sont largement utilisés dans les fractures

bilatérales du sacrum et les fractures en U ; un vissage sacro-iliaque peut y être associé lorsqu'une lésion majeure de l'arc antérieur est également présente.



■ Références

- [1] Tile M. Classification. In: Media PA, editor. *Fracture of the pelvis and acetabulum*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1995. p. 66-101.
- [2] Tile M. Pelvic ring fractures: should they be fixed? *J Bone Joint Surg Br* 1988;**70**:1-2.
- [3] Kabak SI, Halici M, Tuncel M, Avsarogullar L, Baktir A, Basturk M. Functional outcome of open reduction and internal fixation for completely unstable pelvic ring fractures (Type C): A case report of 40 cases. *J Orthop Trauma* 2003;**17**:555-62.
- [4] Kellam JF, McMurtry RY, Paley D, Tile M. The unstable pelvic fracture. Operative treatment. *Orthop Clin North Am* 1987;**18**:25-41.
- [5] Majeed SA. Grading the outcome of pelvic fracture. *J Bone Joint Surg Br* 1989;**71**:304-6.
- [6] Sagi HC, Ordway NR, DiPasquale T. Biomechanical analysis of fixation for vertically unstable sacroiliac dislocations with iliosacral screws and symphyseal plating. *J Orthop Trauma* 2004;**18**:138-43.
- [7] Griffin DR, Starr AJ, Reinert CM, Jones AL, Whitlock S. Vertically unstable pelvic fractures fixed with percutaneous iliosacral screws: does posterior injury pattern predict fixation failure? *J Orthop Trauma* 2003;**17**:399-405.
- [8] Jacob AL, Messmer P, Stock KW, Suhm N, Baumann B, Regazzoni P, et al. Posterior pelvic ring fractures: closed reduction and percutaneous CT-guided sacroiliac screw fixation. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1997;**20**:285-94.
- [9] Letournel E. Traitement chirurgical des traumatismes du bassin en dehors des fractures isolées du cotyle. *Rev Chir Orthop* 1981;**67**:771-82.
- [10] Matta JM, Tornetta P. Internal fixation of unstable pelvic ring injuries. *Clin Orthop Relat Res* 1996;**329**:129-40.
- [11] Matta JM. Indications for anterior fixation of pelvic fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1996;**329**:88-96.
- [12] Moed BR, Karges DE. Techniques for reduction and fixation of pelvic ring disruptions through the posterior approach. *Clin Orthop Relat Res* 1996;**329**:102-14.
- [13] Nelson DW, Duwelius PJ. CT-guided fixation of sacral fractures and sacroiliac joint disruptions. *Radiology* 1991;**180**:527-32.
- [14] Routt Jr. ML, Simonian PT, Mills WJ. Iliosacral screw fixation: early complications of the percutaneous technique. *J Orthop Trauma* 1997;**11**:584-9.
- [15] Routt Jr. ML, Nork S, Mills W. Percutaneous fixation of pelvic ring disruptions. *Clin Orthop Relat Res* 2000;**375**:15-29.
- [16] Starr AJ, Walter JC, Harris RW, Reinert CM, Jones AL. Percutaneous screw fixation of fractures of the iliac wing and fracture-dislocations of the sacro-iliac joint (OTA Types 61-B2.2 and 61-B2.3, or Young-Burgess « lateral compression type II » pelvic fractures). *J Orthop Trauma* 2002;**16**:116-23.
- [17] Tornetta P, Dickson K, Matta JM. Outcome of rotationally unstable pelvic ring injuries treated operatively. *Clin Orthop Relat Res* 1996;**329**:147-51.
- [18] Tornetta P, Matta JM. Outcome of operatively treated unstable posterior pelvic ring disruptions. *Clin Orthop Relat Res* 1996;**329**:186-93.

- [19] Van den Bosch EW, Van Zwienen CM, van Vugt AB. Fluoroscopic positioning of sacroiliac screws in 88 patients. *J Trauma* 2002;**53**:44-8.
- [20] Van Zwienen CM, Van den Bosch EW, Snijders C, Kleinrensink G, van Vugt AB. Biomechanical comparison of sacroiliac screw techniques for unstable pelvic ring fractures. *J Orthop Trauma* 2004;**18**:589-95.
- [21] Yinger K, Scalise J, Olson SA, Bay BK, Finkemeir CG. Biomechanical comparison of posterior pelvic ring fixation. *J Orthop Trauma* 2003;**17**:481-7.
- [22] Simpson LA, Waddell JP, Leighton RK, Kellam JF, Tile M. Anterior approach and stabilization of the disrupted sacroiliac joint. *J Trauma* 1987;**27**:1332-9.
- [23] Dabezies EJ, Millet CW, Murphy CP, Acker JH, Robicheaux RE, D'Ambrosia RD. Stabilization of sacroiliac joint disruption with threaded compression rods. *Clin Orthop Relat Res* 1989;**246**:165-71.
- [24] Deligianni D, Korovessis P, Baikousis A, Misirlis Y. Factor analysis of the effectiveness of transfixation and rod characteristics on the TSRH screw-rod instrumentation. *J Spinal Disord* 2000;**13**:50-7.
- [25] Gorczyca JT, Varga E, Woodside T, Hearn T, Powell J, Tile M. The strength of iliosacral lag screws and transiliac bars in the fixation of vertically unstable pelvic injuries with sacral fractures. *Injury* 1996;**27**:561-4.
- [26] Keating JF, Werier J, Blachut P, Broekhuysen H, Meek RN, O'Brien PJ. Early fixation of vertically unstable pelvis: the role of iliosacral screw fixation of the posterior lesion. *J Orthop Trauma* 1999;**13**:107-13.
- [27] Hoffmann E, Levassor N, Rillardon L, Lavelle G, Guigui P. Une nouvelle technique de fixation sacro-iliaque dans les ruptures traumatiques de l'anneau pelvien. *Rev Chir Orthop* 2003;**89**:725-9.
- [28] Korovessis P, Stamatakis M, Baikousis A. Posterior stabilization of unstable sacroiliac injuries with the Texas Scottish Rite Hospital spinal instrumentation. *Orthopedics* 2000;**23**:323-7.
- [29] Denis F, Davis S, Comfort T. Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases. *Clin Orthop Relat Res* 1988;**227**:67-81.
- [30] Goldstein A, Phillips T, Sclafani SJ, Scalea T, Duncan A, Golstein J, et al. Early open reduction and internal fixation of the disrupted pelvic ring. *J Trauma* 1986;**26**:325-33.
- [31] Hoffmann E, Levassor N, Morel E, Lenoir T, Rillardon L, Guigui P. A new sacroiliac fixation for vertically unstable pelvic injuries (Tile C1-2). *J Orthop Trauma* 2004;**18**:S31.
- [32] Luque ER. The anatomic basis and development of segmental spinal instrumentation. *Spine* 1982;**7**:256-9.
- [33] Allen BL, Fergusson RL. The Galveston technique of pelvic fixation with L-rod instrumentation of the spine. *Spine* 1984;**9**:388-94.
- [34] Abumi K, Saita M, Iida T, Kaneda K. Reduction and fixation of sacroiliac joint dislocation by the combined use of S1 pedicle screws and the Galveston technique. *Spine* 2000;**25**:1977-83.
- [35] Sar C, Kilicoglu O. S1 pediculoiliac screw fixation in instabilities of the sacroiliac complex: biomechanical study and report of two cases. *J Orthop Trauma* 2003;**17**:262-70.
- [36] Esenkaya I. A morphologic evaluation of the sacroiliac joint and plate fixation on a pelvic model using a S1 pedicular screw, transiliosacral screws, and a compression rod for sacroiliac joint injuries. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;**36**:432-41.
- [37] Norotte G, Galouye P, Razafimanpiandra JP. Montage lombo-bi-iliaque par matériel de Cotrel-Dubousset dans les fractures du bassin. À propos de 3 cas. *Rev Chir Orthop* 1994;**80**:445-9.
- [38] Schildauer TA, Ledoux WR, Chapman JR, Henley MB, Tencer AF, Routh Jr. ML. Triangular osteosynthesis and iliosacral screw fixation for unstable sacral fractures. A cadaveric and biomechanical evaluation under cyclic loads. *J Orthop Trauma* 2003;**17**:22-31.

E. Hoffmann, Praticien hospitalier (ehoffmann@freesurf.fr).

D. Breitel, Interne des hôpitaux de Paris.

C. Dauzac, Chef de clinique-assistant.

R. Leroux, Chef de clinique-assistant.

L. Rillardon, Praticien hospitalier.

P. Guigui, Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service.

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, Hôpital Beaujon, 100, boulevard du Général-Leclerc, 92118 Clichy, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Hoffmann E., Breitel D., Dauzac C., Leroux R., Rillardon L., Guigui P. Techniques de synthèse lombopelvienne et sacropelvienne. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-512, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-520]

Traitement chirurgical des fractures du cotyle

E Letournel : Professeur d'orthopédie et de traumatologie, chirurgien des hôpitaux de Paris
Service d'orthopédie et de traumatologie, CMC de la Porte-de-Choisy, 6, place de Port-au-Prince,
75013 Paris France

© 1991 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

[Haut de page](#)

INTRODUCTION

Notre maître le professeur Judet a commencé à opérer les fractures du cotyle avec déplacement dès 1955. Depuis 1960, avec lui, en même temps que lui et après lui, nous avons opéré systématiquement toutes les fractures du cotyle avec déplacement. En France, cette chirurgie nous semble avoir peu progressé dans l'ensemble, elle y est réalisée de manière irrégulière. A l'étranger, il en est un peu de même, mais, en particulier aux Etats-Unis ou au Canada, ainsi que dans certains pays d'Europe et d'Asie, se sont spécialisés dans le traitement de ces fractures des centres chirurgicaux auxquels sont référées les fractures, comme elles l'ont été dans le service de M. Judet, puis dans le nôtre depuis 1963. Ainsi, progressivement le traitement chirurgical des fractures du cotyle avec déplacement est de plus en plus largement réalisé.

D'ici un an et demi ou deux ans, un symposium international fera le bilan du traitement chirurgical de ces fractures traitées dans différents centres du monde. Seule la chirurgie permet, après un traumatisme, le rétablissement parfait de la congruence articulaire et on ne voit pas pourquoi on refuserait à la hanche cette restauration anatomique que l'on juge si utile au niveau des autres articulations. La profondeur de la hanche, les difficultés de l'acte opératoire ne sont pas des arguments valables à opposer à cette attitude.

On a coutume d'opposer le résultat du traitement orthopédique et du traitement

chirurgical des fractures du cotyle. Nous pensons que cette comparaison n'est pas valable car les séries de traitement orthopédique étudiées à long terme ne sont pas grandes et les critères utilisés pour juger tant la fracture initiale que les résultats ne sont pas les mêmes que ceux que nous utilisons pour étudier les résultats du traitement chirurgical. Mais surtout en raison de l'absence de documents initiaux radiographiques suffisamment valables il est souvent difficile d'apprécier le type exact de la fracture traitée.

Il n'est pas douteux, et ceci a été démontré par l'école lilloise en particulier, que le traitement orthopédique, c'est-à-dire la traction continue, permet d'obtenir, dans quelques cas, une réduction satisfaisante ou très satisfaisante. Le problème est de maintenir cette réduction, ce qui implique l'utilisation d'une traction importante et prolongée, qui est souvent très difficile à supporter surtout lorsqu'elle est transtibiale.

Le traitement orthopédique n'a de chance de réaliser une réduction parfaite que si la capsule articulaire est intacte, car c'est par l'intermédiaire de cette capsule que la traction réalise la réduction. La pratique systématique de l'abord des fractures du cotyle avec déplacement nous a montré que l'état de la capsule articulaire ne peut absolument pas être présumé quel que soit le type anatomique de la fracture.

Nous laisserons totalement sous silence le traitement orthopédique pour ne discuter que le traitement chirurgical des fractures du cotyle. Précisons d'emblée quelques points :

- c'est un acte chirurgical souvent très difficile, long et que l'on ne parvient parfois à résoudre qu'avec beaucoup de patience ;
- il ne saurait être mené à bien que si la voie d'abord est parfaitement choisie ;
- il ne se justifie que si l'ostéosynthèse est parfaite, les défauts de réduction chirurgicale sont des erreurs à mettre à notre passif et non pas à celui de la méthode ;
- une ostéosynthèse parfaite, une réduction anatomique assurent plus de 80 % de résultats parfaits, c'est-à-dire des hanches absolument normales ;
- un apprentissage de cette chirurgie est nécessaire car il n'est pas utile que nous refassions tous successivement les mêmes erreurs, et nous continuons à penser qu'il ne faut pas commencer son expérience dans le traitement de ces fractures par les cas difficiles et que les fractures complexes devraient être traitées dans des centres spécialisés et entraînés à ce genre de chirurgie.

[Haut de page](#)

COTYLE CHIRURGICAL

Pour pouvoir rétablir une congruence de la tête et du cotyle, il faut s'astreindre à restaurer parfaitement les massifs osseux qui limitent la cavité cotyloïde, et pour cela apprendre à connaître leur morphologie.

Le cotyle est compris dans la concavité d'une arche que limitent deux colonnes osseuses (**fig. 1**).

La colonne postérieure est formée en haut par un peu d'ilion, en bas par le corps et la branche descendante de l'ischion ; elle est volumineuse, triangulaire, offre une bonne prise aux agents de synthèse ; de morphologie assez simple, elle porte sur sa face antéroexterne la partie postérieure du croissant articulaire.

La colonne antérieure : nous la concevons, maintenant, d'une manière tout à fait différente de celle que nous avons dans la première édition de ce chapitre. Les différents types de fracture de la colonne antérieure que nous avons eu à traiter nous ont obligé à concevoir celle-ci comme s'étendant de la partie antérieure de l'aile jusqu'au milieu de la branche ischiopubienne. Cette colonne est donc formée, en haut par l'ilion, et en bas par le pubis. Elle est donc très étendue, plus grêle et de relief beaucoup plus tourmenté que la colonne postérieure. Elle offre néanmoins une très bonne prise aux agents de synthèse lorsque l'on sait bien les placer. Sa description est difficile et nous oblige à considérer qu'elle est faite de trois parties :

- une partie supérieure, ou iliaque, qui représente la moitié ou le tiers antérieur de l'aile iliaque ;
- une partie moyenne, ou cotyloïdienne, qui est grossièrement prismatique,

triangulaire, et porte sur sa face postéroexterne la paroi antérieure du croissant articulaire ;

et une partie inférieure, ou pubienne, formée par le corps du pubis, la branche horizontale du pubis et la partie haute de la branche ischiopubienne.

A l'union des faces supérieure et interne des segments cotyloïdien et pubien, de cette colonne se dessine la ligne innommée, qui contribue à former le détroit supérieur et qui reste le repère clinique et radiologique fondamental de la colonne antérieure.

Ainsi le cotyle apparaît situé entre les deux branches d'un Y renversé. L'angle supérieur de l'arche est arrondi par une lame de tissu compact, qui est le toit anatomique du cotyle (**fig. 2**). Radiologiquement, on définit aussi un toit de cotyle, mais il s'agit de quelque chose de tout à fait différent et qui ne peut en aucun cas être comparé au toit anatomique, que nous venons de décrire. Le toit radiologique est produit par la tangence des rayons, à la partie la plus élevée de la sphère cotyloïdienne. Il s'agit donc d'une tranche optique, qui correspond à une bande très étroite du toit anatomique, située dans un plan parallèle à la plaque radiologique et ne représentant en fait que la largeur du toit anatomique. Un toit radiologique intact ne présume en aucun cas de l'étendue de la portion du toit anatomique qui est restée en place. Ce toit radiologique ne peut donc servir de base à la classification des fractures du cotyle, comme certains auteurs américains ont tenté de le faire.

L'architecture des deux colonnes du cotyle est reliée à la surface iliaque de l'articulation sacro-iliaque par une zone osseuse extrêmement épaisse, à corticale très solide, l'éperon sciatique de Rouvière, que cet auteur considérait comme la diaphyse de l'os iliaque.

Haut de page

TRAITEMENT CHIRURGICAL DES FRACTURES RÉCENTES DU COTYLE

Les fractures du cotyle méritent le nom de récentes au maximum jusqu'au vingt et unième jour. Au-delà de cette date, l'ostéogenèse réparatrice est telle que nous avons affaire à des lésions anciennes du cotyle, pour lesquelles il est beaucoup plus difficile de réaliser un nettoyage parfait du ou des traits de fracture et l'obtention d'une réduction anatomique nécessitera alors l'utilisation d'abord beaucoup plus larges.

Nos conclusions résultent de l'étude de 910 cas de fractures du cotyle, dont 840 ont été opérées.

Indications opératoires

Nos indications opératoires sont simples. Les fractures sans aucun déplacement seront bien entendu respectées. Elles justifient la simple immobilisation au lit, l'abstention de tout appareil plâtré ou de tout appareil d'extension continue et elles consolident dans des délais extrêmement rapides avec des résultats anatomiques et fonctionnels excellents.

Par contre, les fractures du cotyle avec déplacement doivent être opérées, sauf deux catégories :

1° les fractures n'entraînant qu'une faible ou petite incongruence articulaire, telles que :

les petites fractures de la paroi postérieure (toute fracture de la paroi postérieure qui ne peut être fixée que par une ou deux vis isolées peut probablement ne pas être opérée) ;

les fractures transversales infratectales, c'est-à-dire basses, qui n'intéressent que les cornes du cotyle ;

les fractures basses de la colonne antérieure qui n'intéressent que la corne antérieure du cotyle ;

2° les fractures des deux colonnes du cotyle réalisant une congruence secondaire. Voici ce que nous entendons par là (**fig. 3**) : le choc trochantérien qui détermine une fracture des deux colonnes du cotyle sépare la surface articulaire en deux, trois, ou plus de fragments. Ces fragments, qui subissent toujours une translation médiale, accompagnent la luxation centrale de la hanche et subissent en même temps une rotation autour d'un axe variable. Il arrive, dans un certain nombre de cas, que la combinaison de cette translation médiale et de ces rotations axiales fasse que toutes les parties du croissant articulaire déplacées gardent avec la tête fémorale une congruence presque parfaite, sinon parfaite. Certes les fragments sont séparés les uns des autres mais le contact de leur surface articulaire, avec la tête, est pratiquement normal sinon normal, c'est ce que nous appelons la congruence secondaire. Si nous laissons les choses en l'état, les fragments vont se réunir les uns aux autres par des cals, ces cals réaliseront des zones déprimées unissant les différents fragments, mais les différentes parties de la surface articulaire resteront en parfait contact avec la tête et les résultats lointains seront excellents ou très bons fonctionnellement. Ces congruences secondaires correspondent à ce que Rigault avait appelé dans sa thèse « les enfoncements centraux du cotyle ». Ces fractures des deux colonnes, déplacées avec congruence secondaire, doivent être laissées au lit sans aucune traction, car la traction pourrait détruire ce que le traumatisme avait réalisé, la mobilisation au lit peut être commencée au bout de sept à huit jours et les malades peuvent être levés sur béquilles peu après la cinquième semaine. Les résultats fonctionnels à distance sont bons ou excellents en dehors du fait que l'on observe souvent une perte de la rotation externe, qui est liée à ce que la rotation des fragments autour de la tête entraîne un rétrécissement de l'orifice d'entrée du cotyle. Pour affirmer que cette congruence secondaire existe, il faut bien entendu contrôler sur les incidences radiographiques classiques, sur le scanner et sur les tomographies de face, que tous les différents segments du croissant articulaire déplacés sont en parfait parallélisme avec la tête fémorale.

Y a-t-il des contre-indications opératoires ?

En dehors des contre-indications générales, qui ne sont pas le fait de la fracture du cotyle elle-même, mais tiennent à l'état général du patient, en dehors de contre-indications relatives, qui sont liées à des lésions coexistantes et peuvent retarder ou définitivement interdire l'acte opératoire, nous ne connaissons qu'une seule vraie contre-indication, c'est l'ostéoporose du bassin qui n'est pas forcément liée à l'âge du patient. Lorsque cette ostéoporose est confirmée, l'indication opératoire devra être bien réfléchie, car l'ostéoporose empêche d'obtenir une prise solide des vis et peut donc mener à un acte laborieux et difficile sans bénéfice lointain.

L'âge n'est pas une contre-indication opératoire. Nous avons opéré beaucoup de blessés au-delà de 80 ans lorsque leur densité squelettique nous apparaissait satisfaisante. En fait, pour nous, l'ostéoporose importante représente la seule vraie contre-indication du traitement chirurgical des fractures du cotyle.

Date de l'intervention chirurgicale

Elle est conditionnée par la date d'arrivée du blessé en milieu orthopédique.

Seules trois conditions nécessitent, pour nous, la chirurgie d'urgence :

- la luxation postérieure irréductible ;
- la luxation postérieure incoercible ;
- la luxation postérieure de la hanche associée à une fracture de la tête, car toute tentative de réduction, comme l'a montré Merle d'Aubigné, peut dans ces conditions ajouter une fracture sous-capitale.

En dehors de ces cas, la chirurgie est au mieux réalisée entre le deuxième et le sixième jour après l'accident, lorsque l'hémostase des vaisseaux du bassin a été spontanément achevée.

En attendant l'acte opératoire, toute traction est, pour nous, inutile, il suffit de laisser le malade au lit, la jambe en légère abduction, en légère rotation externe lorsqu'on a réduit

une luxation postérieure. Le traitement anticoagulant étant commencé avant l'intervention et le traitement antibiotique précédant de 24 à 48 heures l'acte opératoire.

Le traitement chirurgical comporte plusieurs temps :

- l'examen radiologique, qui doit aboutir au diagnostic topographique précis de la lésion en cause ;
- le choix de la voie d'abord ;
- la réduction et la fixation des fragments ;
- les soins postopératoires.

Examen radiologique

L'importance de cet examen est telle que nous osons le placer en tête du traitement chirurgical de ces fractures. Nous pensons qu'il est très important, avant d'aborder une fracture du cotyle, d'être certain d'avoir reconnu radiographiquement les lésions en cause et d'être capable de représenter sur l'os sec le tracé des différentes lignes fracturaires.

Pour bien comprendre une fracture du cotyle, il faut maintenant posséder :

- quatre clichés standard :
 - le cliché de face du bassin, car il est des lésions bilatérales ;
 - le cliché de face de la hanche traumatisée ;
 - les deux incidences obliques à 45°, que nous avons appelées alaïre et obturatrice ;
- l'examen tomodensitométrique avec des coupes de 10 mm d'épaisseur au niveau de l'aile iliaque, mais qui doivent être beaucoup plus minces, 3 à 5 mm ou moins si possible sur la hauteur du cotyle lui-même et peuvent être de nouveau de 10 mm au niveau du cadre obturateur ;
- il est utile de posséder aussi des coupes tomographiques frontales de la hanche.

Les reconstructions cotyloïdiennes en trois dimensions, à partir des coupes minces de scanner, qui sont maintenant possibles à obtenir dans certains centres, donnent une représentation parfaite de l'os iliaque fracturé. Elles ont confirmé parfaitement la classification que nous avons donnée des fractures du cotyle. En attendant que ces reconstitutions soient partout faciles à obtenir, la lecture soigneuse des clichés standard, conjointement à la lecture des coupes de scanner permettent au chirurgien, *dans tous les cas*, de reconnaître parfaitement la fracture qu'il aura à traiter.

Sur chacun des clichés, on s'astreindra, au besoin en comparant avec des clichés du côté opposé sous les mêmes incidences, à rechercher ce que sont devenus les repères radiologiques du cotyle qu'offre chacune de ces incidences.

Cliché de face classique antéropostérieur

Il faut étudier successivement six éléments (**fig. 4 A**).

La ligne innommée, repère radiologique de la colonne antérieure à (1).

La ligne radiologique ilio-ischiatique (2), expression de la tendance des rayons à la zone ilio-ischiatique (**fig. 4 B**), qui est une zone de la surface quadrilatère, à grand axe vertical d'environ 1 cm de large et situé dans la partie postérieure de la surface quadrilatère. Elle est le repère radiologique fondamental de la colonne postérieure. Normalement elle est tangente à l'U cotyloïdien ou le croise.

L'U radiologique (3) : sa branche externe représente la partie antérieure de l'arrièrefond, sa branche interne représente un petit méplat de la partie tout antérieure de la surface quadrilatère là où elle forme la paroi externe du canal sous-pubien. La boucle inférieure correspond à un court segment du bord supérieur du trou obturateur (voir **fig. 1**).

Le toit du cotyle (4) : nous avons déjà dit ce qu'il représente, il se continue par un segment interne aminci qui rejoint la branche externe de l'U.

Le bord antérieur du cotyle, qui n'est visible que sur des clichés excellents, est reconnaissable à son échancrure caractéristique (5).

Le bord postérieur du cotyle, rectiligne, se continuant par le dessin de la corne postérieure (6).

Obliques

Elles sont obtenues en inclinant l'axe transversal du bassin par rapport à la table d'examen, et donc à la plaque, de 45°. Théoriquement, on pourrait incliner le rayon et non le malade, mais la distorsion des images obtenues par l'inclinaison des rayons en rend la lecture difficile ; on préférera donc, si la douleur est trop importante, attendre l'anesthésie générale pour pouvoir faire ces deux clichés dans d'excellentes conditions.

Oblique obturatrice (fig. 5)

Elle est obtenue en décubitus dorsolatéral, la hanche blessée étant surélevée, le rayon normal tombant à un travers de doigt audessous et en dedans de l'épine iliaque antérosupérieure.

La bonne oblique obturatrice doit montrer la totalité de l'os iliaque, superpose les épines iliaques antérieures et postérieures, mais étale parfaitement le cadre obturateur. Cette incidence permet l'étude parfaite de la colonne antérieure (1) et de son repère radiologique majeur, la ligne innommée (3).

Mais il faut également s'appliquer à l'étude :

- du bord postérieur du cotyle, régulièrement convexe, se continuant par le dessin de la corne postérieure (2) ;
- de la face externe de la région sus-cotyloïdienne de l'aile iliaque (4) ;
- du cadre obturateur dans sa totalité.

Oblique alaire (fig. 6)

Elle est obtenue la hanche saine étant surélevée, le rayon vertical étant centré pratiquement à la hauteur de l'épine iliaque antéro-supérieure, à égale distance de cette épine et de la ligne médiane antérieure.

Une bonne oblique alaire montre la totalité de l'os iliaque, étale l'aile et la crête mais superpose les limites du trou obturateur. C'est sur elle qu'il faut étudier :

- le bord postérieur de l'os iliaque dans sa totalité, et en particulier la grande échancrure sciatique (1) ;
- le bord antérieur du cotyle (2) ;
- la surface quadrilatère (3) ;
- la totalité de l'aile iliaque et de la crête.

Sur ces deux incidences obliques, on voit toujours un toit du cotyle, il continue à représenter la tangence des rayons au segment le plus haut situé de la surface articulaire, et n'est que l'expression de la largeur de la surface articulaire, mais dans une direction oblique à 45° par rapport à la face, dans un sens ou dans l'autre, selon l'oblique considérée. En aucun cas il ne donne une idée de l'étendue du toit anatomique du cotyle restant en place.

Coupes tomodensitométriques à deux dimensions

Elles permettent d'étudier parfaitement la congruence entre la tête fémorale et les parois du cotyle. Elles renseignent beaucoup plus difficilement sur la congruence entre la tête fémorale et le toit du cotyle.

Ces coupes permettent de rechercher avec précision des impactions localisées de la surface articulaire et des fragments osseux incarcérés dans la cavité cotyloïdienne. Mais l'interprétation de l'examen du scanner est souvent difficile : il est vrai que cet examen montre parfois des fractures qui échappaient à l'examen radiologique standard, mais ces coupes donnent souvent aussi l'impression d'une complexité beaucoup plus grande de la fracture, qui ne doit pas nous impressionner. En tout cas il est essentiel que *la lecture de ces coupes de scanner se fasse conjointement avec la lecture des trois clichés standard.*

Les coupes tomographiques, de face, renseignent bien mieux sur la congruence entre la tête fémorale et le toit du cotyle et démontrent aussi la présence de fragments incarcérés et de fragments impactés.

Diagnostic topographique des lésions

L'étude soigneuse systématique et conjointe des clichés standard et du scanner doit permettre d'aboutir à un diagnostic lésionnel précis. Nous avons démontré que les fractures du cotyle forment une seule et même famille, mais, dans un but de clarification, nous avons créé des cadres dans lesquels se rangent toutes nos fractures ; mais aux limites de chacun d'eux existent des formes transitionnelles, qui confirment la parfaite unité des fractures du cotyle.

Ainsi, nous avons distingué des fractures élémentaires au nombre de cinq :

- fracture de la paroi postérieure ;
- fracture de la colonne postérieure ;
- fracture de la paroi antérieure ;
- fracture de la colonne antérieure ;
- fracture transversale.

Ces formes élémentaires sont les plus fréquentes, elles représentent environ 55 % des cas.

Fractures élémentaires

Fractures de la paroi postérieure (fig. 7)

Les fractures pures de la paroi postérieure (fig. 7 A) sont les mieux connues. Elles respectent le toit et la corne postérieure du cotyle, ne rompent, sur le cliché de face (fig. 7 B), que le bord postérieur du cotyle au niveau duquel se dessine une échancrure fracturaire caractéristique. C'est l'oblique obturatrice qui est la meilleure incidence pour l'étude de ces fractures, et montre le mieux le volume et l'importance du déplacement du fragment de paroi postérieure (fig. 7 C). La fracture postérosupérieure (fig. 8 A) se distingue de la précédente en ce que le secteur détaché de la paroi cotyloïdienne emporte la partie haute de la paroi postérieure et la partie postérieure du toit, de telle sorte que sur le cliché de face (fig. 8 B), et sur les incidences obliques, la partie externe du toit est détachée avec le fragment.

A l'opposé, il est des fractures postéro-inférieures (fig. 9 A) qui détachent à la radio (fig. 9 B) la partie basse de la paroi postérieure, la corne postérieure du cotyle et le pôle supérieur de la tubérosité de l'ischion.

Mais surtout, il faut savoir distinguer les deux variétés de ces fractures postérieures (Judet-Letournel). Il s'agit le plus souvent de fractures-séparations pures : la tête, en se luxant en arrière, détache un ou plusieurs fragments de paroi postérieure en les séparant nettement du reste de l'os iliaque (fig. 10 A). D'autres fois, le moins fréquemment, il s'agit de fractures mixtes (fig. 10 B), en quelque sorte la tête passe au travers de la paroi postérieure en séparant un ou plusieurs fragments externes, qui gardent leurs connexions capsulaires, et en enfonçant dans la spongieuse sousjacentes tout ou partie du reste de la paroi

postérieure du cotyle.

Le caractère mixte d'une fracture de la paroi postérieure est quelquefois reconnu sur le cliché de face, parce que la tête en position de luxation est bordée par un secteur de corticale dense, parfaitement parallèle au contour de la tête, ou bien la tête étant réduite, on distingue au-dessus du toit du cotyle, ou dans l'aire cotyloïdienne, un segment de corticale ayant manifestement la courbure de la sphère cotyloïdienne, bien que n'étant plus en place. Mais l'expérience nous a montré qu'un bon nombre de ces fragments impactés échappe à l'examen des radiographies standard. Ils sont bien mieux démontrés par les tomographies et, encore mieux, par l'examen au scanner.

Ces impactions localisées d'un segment de la surface articulaire sont en fait une caractéristique assez fréquente des fractures du cotyle et s'observent dans bien d'autres variétés, qu'il s'agisse de fractures élémentaires ou de fractures complexes et, là encore, c'est l'examen au scanner qui les démontre le mieux.

Il est important de reconnaître l'existence de ces fragments impactés de manière à savoir aller les chercher au cours de l'intervention pour les reposer à leur place, au contact de la tête fémorale.

Sur les coupes de scanner, le ou les fragments de la paroi postérieure sont séparés de la colonne postérieure par un trait qui est toujours oblique en avant et en dehors. On comprend aisément que, de haut en bas, la surface des fragments détachés augmente d'abord et diminue ensuite.

Fractures de la colonne postérieure (fig. 11 A et B) (Judet-Letournel, 1960)

Elles détachent soit la totalité, soit la plus grande partie de la colonne postérieure et elles se caractérisent radiologiquement (fig. 11 C, D et E) par la rupture du bord postérieur du cotyle, de la ligne radiologique ilio-ischiatique et de la partie postérieure du cadre obturateur. La ligne radiologique ilio-ischiatique est détachée avec le fragment, se projette sur lui, et est déplacée en dedans de l'U cotyloïdien ; mais aussi et peut-être surtout le détroit supérieur est intact, ce qui affirme l'intégrité de la colonne antérieure. Si l'U radiologique garde le plus souvent ses rapports avec le détroit supérieur, il peut être, dans quelques cas, détaché avec la colonne postérieure et garde alors des rapports normaux avec la ligne ilio-ischiatique mais se sépare du détroit supérieur.

Au scanner, le trait qui détache la colonne postérieure est situé pratiquement dans un plan frontal sur toutes les coupes qui intéressent la hauteur du cotyle. L'arrière-fond étant divisé soit à peu près sur sa ligne médiane, soit par un trait qui longe la paroi antérieure du cotyle lorsque l'U est détaché avec la colonne postérieure.

Fractures de la paroi antérieure (fig. 12) (Judet-Letournel, 1968)

Elles emportent seulement le segment moyen de la colonne antérieure et avec lui la plus grande partie sinon la totalité de la paroi antérieure du cotyle. Ce segment de colonne antérieure, plus large dans sa partie endopelvienne, va de la gouttière du psoas en haut, à la branche horizontale du pubis en bas. La paroi antérieure mince détache avec elle le segment correspondant du détroit supérieur, et ce fragment de paroi antérieure est souvent refendu longitudinalement ou transversalement. Le déplacement est toujours maximal au niveau de la partie haute et postérieure du trait, tandis que les fragments semblent seulement s'infléchir au niveau de la branche horizontale du pubis. Ces fractures sont les homologues des fractures pures de la paroi postérieure, elles s'accompagnent d'une luxation antérieure de la hanche. Il existe assez souvent une écaille de surface quadrilatère refoulée par la tête et gardant une charnière postérieure (fig. 12 B).

Radiologiquement (fig. 12 C, D et E) les fractures de la paroi antérieure sont caractérisées d'abord par l'intégrité des repères de la colonne postérieure : ligne ilio-ischiatique, bord postérieur du cotyle sur la face et bord postérieur de l'os iliaque sur l'oblique alaire, et par la rupture des repères de la colonne antérieure.

Ainsi le bord antérieur du cotyle est rompu en un point, le détroit supérieur est rompu en deux points dont un au niveau de la branche horizontale du pubis. Mais, la partie haute de la colonne antérieure, c'est-à-dire la partie antérieure de l'aile et la partie basse représentée par le corps du pubis, est intacte. La tête fémorale se déplace en luxation centroantérieure.

Au scanner, le trait qui détache la fracture de la paroi antérieure est oblique en avant et en dedans. Le scanner permet bien souvent de mieux distinguer le fragment de surface quadrilatère, qui accompagne la fracture de la paroi antérieure et qui garde une charnière postérieure tout en se déplaçant en rotation interne.

Fractures de la colonne antérieure (Judet-Letournel, 1960)

Elles emportent un secteur variable de cette colonne. Il peut s'agir soit d'une fracture basse (**fig. 13 A et B**) qui coupe en haut la paroi antérieure du cotyle et en bas la branche ischiopubienne, soit d'une fracture moyenne aboutissant en haut à l'échancrure interépineuse ou innommée, en bas à l'angle du pubis, soit d'une fracture haute (**fig. 14 A et B**) qui coupe en haut la crête iliaque et en bas la branche horizontale ou le corps du pubis.

Elles sont aussi caractérisées radiologiquement (**fig. 13 C, D et E**) par l'intégrité de la ligne radiologique ilio-ischiatique, du bord postérieur de l'os iliaque et du bord postérieur du cotyle, affirmant que la colonne postérieure est intacte. Par contre, sont rompus le bord antérieur du cotyle, le cadre obturateur au niveau de la branche horizontale ou de la branche ischiopubienne, ou de l'angle du pubis ; le détroit supérieur ici n'est rompu qu'en un seul point, en cas de fracture basse, mais en deux points en cas de fracture haute.

Les fractures hautes et moyennes (**fig. 14 C, D et E**) de la colonne antérieure comportent un trait en zigzag qui traverse l'aile iliaque pour aboutir à l'échancrure interépineuse ou à la crête iliaque. Les grands fragments de colonne antérieure sont souvent refendus au niveau de la paroi antérieure du cotyle ou de l'échancrure interépineuse.

Sur les coupes de scanner, les fractures de la colonne antérieure sont détachées par un trait qui est à peu près frontal tant au niveau de l'aile, du toit du cotyle, que de l'arrière-fond cotyloïdien. Le caractère frontal du trait détachant la colonne antérieure avait été déjà rencontré dans les fractures pures de la colonne postérieure, il est caractéristique des traits détachant l'ensemble d'une colonne du cotyle.

*Fractures transversales pures (**fig. 15**)*

La fracture transversale est caractérisée par un trait qui est un plan presque parfait et prolonge en fait un grand cercle de la sphère cotyloïdienne. Ce trait divise l'os iliaque concerné en deux fragments. La position de ce plan varie sagittalement ; il peut être plus haut au niveau de la paroi postérieure qu'au niveau de la paroi antérieure ou inversement, et, frontalement, toutes les obliquités du plan de fracture sont possibles, il est d'autant plus oblique qu'il est plus haut situé sur le cotyle.

Les fractures transversales basses, ou infratectales, sont le plus souvent peu déplacées et coupent la partie basse des parois du cotyle, les fractures transversales moyennes ou juxta-tectales (**fig. 15 A, B, C et D**) sont souvent à grand déplacement et les fractures transversales hautes ou transtectales passent en plein toit du cotyle.

Radiologiquement, ces fractures transversales coupent, de face, tous les éléments verticaux ou obliques de la radiologie cotyloïdienne, c'est-à-dire les bords antérieur et postérieur du cotyle, la ligne ilio-ischiatique, le détroit supérieur. Seul le toit est respecté, sauf dans les fractures hautes qui passent au travers de lui. Sur les obliques, le détroit supérieur et le bord postérieur de l'os iliaque sont coupés à des niveaux variables en fonction du siège du trait. Un caractère fondamental de ces fractures est qu'il existe toujours un secteur de toit

intact, en place et relié à l'aile iliaque par des travées osseuses intactes. L'aile iliaque n'est traversée par aucun trait de fracture ; le cadre obturateur sur le fragment inférieur est intact et, sur ce fragment, la partie inférieure de la ligne ilio-ischiatique et l'U cotyloïdien ont gardé leurs rapports normaux.

Le déplacement du fragment ischiopubien qui se fait en dedans est tantôt global, tantôt plus marqué en avant ou en arrière, et la luxation de la tête est une luxation centrale. C'est sur l'oblique obturatrice que se juge le mieux l'obliquité du trait.

Au scanner, le trait d'une fracture transversale est tout à fait caractéristique, il a une direction pratiquement strictement antéro-postérieure, grossièrement parallèle à la direction de la surface quadrilatère. Et l'on voit, de haut en bas, ce trait antéro-postérieur se déplacer progressivement de dedans en dehors pour finalement couper les bords du cotyle à un niveau qui dépend de son obliquité.

Fractures complexes

Elles représentent à peu près 45 % des cas que nous avons eu à traiter. Elles associent au moins deux des fractures élémentaires et il nous est apparu, avec l'expérience, que ces fractures complexes peuvent être regroupées en cinq catégories :

- les fractures en T ;
- les fractures transversales associées à une fracture de la paroi postérieure ;
- les fractures de la colonne antérieure ou de la paroi antérieure associées à une hémitransversale postérieure ;
- les fractures associées de la paroi et de la colonne postérieures ;
- les fractures des deux colonnes du cotyle.

Il faut tout de suite insister sur le fait que, dans les quatre premières variétés, il persiste toujours, à sa place anatomique, un secteur de surface articulaire contre lequel la tête devra être d'abord reposée. Par contre, les fractures des deux colonnes du cotyle, par définition, sont celles qui détachent la totalité du croissant articulaire en plusieurs fragments, comme nous le verrons, mais aucun secteur de surface articulaire ne reste alors attaché à la partie intacte de l'os iliaque.

Fractures en T (fig. 16)

Le schéma le plus simple correspond à l'association d'une fracture transversale coupant le cotyle à un niveau variable, à un refend vertical du fragment ischiopubien divisant l'arrière-fond cotyloïdien et la branche ischiopubienne (B).

En fait, cette forme type et classique de T est rare, et il nous paraît utile d'étendre cette notion des fractures en T en les comprenant dans un sens beaucoup plus large et en réunissant sous ce terme les fractures qui associent une fracture transversale quel que soit son niveau, ayant les caractères précédemment étudiés, et un trait inférieur, étudié de face et sur l'oblique obturatrice divisant le cadre obturateur, soit verticalement comme dans les formes typiques, soit obliquement, en bas et en avant, coupant alors la partie antérieure du cadre obturateur pour détacher le corps et la branche horizontale du pubis (A), soit obliquement en bas et en arrière (C) descendant soit tangentielllement au bord postérieur du trou obturateur, soit en plein massif ischiatique, détachant ainsi la partie postérieure du fragment inférieur de la colonne postérieure.

Il est fréquent, dans ces fractures en T, que la partie interne du toit soit séparée de la partie intacte, qu'elle s'horizontalise et constitue alors un fragment impacté dans le spongieux sousjacent qu'il faudra reposer lors de la reconstruction.

Au scanner, la fracture transversale, élément fondamental de cette fracture en T, a toujours la direction antéropostérieure que nous avons décrite dans les formes

pures. Il s'y ajoute un trait de direction frontale, qui divise d'abord l'arrièrefond, puis plus bas la branche ischiopubienne ou le massif ischiatique.

Fractures transversales et postérieures (fig. 17)

Celles-ci sont connues depuis fort longtemps. Elles associent une fracture de la paroi postérieure uni- ou plurifragmentaire et une fracture transversale du cotyle. La luxation de la hanche est postérieure ou centrale, sans que cela introduise de distinction formelle entre les deux catégories, puisque, dans le cadre de cette association fracturaire après réduction, une luxation postérieure peut très bien devenir centrale. Le siège de la fracture transversale est variable : basse, elle est en général très peu déplacée ; haute, elle l'est considérablement. Le déplacement des fragments postérieurs est beaucoup plus important dans les formes s'accompagnant de luxation postérieure que de luxation centrale. Radiologiquement, cette association est aisément reconnue car le ou les fragments postérieurs coiffent la tête en luxation postérieure ou accompagnent celle-ci en luxation centrale, et se retrouvent alors chevauchant le bord supérieur du col. La fracture transversale ne pose pas de problème diagnostique, car elle interrompt tous les éléments verticaux ou obliques de la radiologie cotyloïdienne.

Dans certains cas, on note aussi une division verticale du trou obturateur, autrement dit l'association d'une fracture en T à une fracture de la paroi postérieure.

Le sens de la luxation n'a pour nous aucune espèce d'importance du point de vue chirurgical ; il est certain cependant, comme bien des auteurs l'avaient affirmé avant nous, que la luxation postérieure a un pronostic plus grave, en raison des risques de nécrose, que la luxation centrale de la hanche, mais il s'agit là d'un tout autre problème.

Au scanner, la fracture transversale est aisément reconnue car elle a toujours la direction antéropostérieure que nous avons décrite, et il s'y ajoute, sur certaines coupes, un trait de direction oblique en avant et en dehors, qui détache un segment de paroi postérieure de surface variable. Au niveau des coupes passant par la zone compacte du toit du cotyle, on peut confirmer l'impaction et le relèvement de la partie interne du toit que la radiographie de face avait parfois déjà montrés. La fracture de la paroi postérieure peut avoir un caractère mixte.

Fractures associées de la colonne antérieure et d'une hémitransversale postérieure (fig. 18) (Judet-Letournel, 1960)

Il s'agit de l'association d'une fracture antérieure ayant le caractère d'une forme pure et d'un trait de type transversal qui ne coupe que la colonne postérieure à un niveau variable, et que, pour cette raison, nous avons appelé « hémitransversal » ; il est d'autant plus déplacé qu'il est plus haut situé.

La fracture antérieure peut être une fracture de la paroi antérieure du cotyle ou une fracture de la colonne antérieure soit basse (fig. 18 A), soit moyenne, soit haute.

Ces fractures sont reconnues aisément radiologiquement (fig. 18 B), car en plus des caractéristiques des fractures de la colonne antérieure, ou de la paroi antérieure, on aperçoit sur la face un trait de fracture coupant le bord postérieur du cotyle, traversant plus ou moins obliquement la paroi postérieure de celui-ci, et sectionnant la ligne ilio-ischiatique. L'oblique alaïre confirme l'aboutissement de ce trait au niveau de la grande échancrure sciatique.

Au scanner, en cas de fracture de la paroi antérieure, le trait qui sépare celle-ci a une direction oblique en avant et en dehors. En cas de fracture de la colonne antérieure, le trait qui la sépare a une direction à peu près frontale. Il s'ajoute, à ces traits, une fracture qui divise la colonne postérieure et qui a, comme toutes les transversales, une direction à peu près antéropostérieure.

Fractures associées de la colonne postérieure et de la paroi postérieure

La fracture de la paroi postérieure, qui coiffe la tête en luxation postérieure, est généralement aisément reconnue sur la radiographie de face et l'oblique obturatrice, mais il s'y ajoute une fracture de la colonne postérieure, plus ou moins déplacée, dont témoigne sur la radiographie de face la rupture et le déplacement de la ligne ilio-ischiatique en totalité et sur l'oblique alaire la rupture et le déplacement du bord postérieur de l'os iliaque ; c'est cette incidence qui montre le mieux, comme toujours, la colonne postérieure déplacée. Par contre, tous les éléments caractéristiques de la colonne antérieure, bord antérieur et détroit supérieur sont intacts. L'U en général reste à sa place. Il arrive que le trait de la colonne postérieure épargne le trou obturateur et divise en bas le massif ischiatique.

Au scanner, le trait qui sépare la colonne postérieure est évident et a une direction frontale, tandis que sur certaines coupes on voit, se surajoutant au trait précédent, un trait oblique en avant et en dehors, qui sépare comme typiquement un segment de la paroi postérieure du cotyle.

Fractures des deux colonnes du cotyle (Judet-Letournel, 1961)

Formes majeures des fractures du cotyle souvent qualifiées de « comminutives », elles sont caractérisées par le fait que les deux colonnes sont détachées, en totalité chacune en un ou plusieurs fragments avec comme conséquence, que toute la surface articulaire cotyloïdienne se trouve détachée et déplacée avec les fragments. Aucun segment articulaire cotyloïdien ne reste solidaire de la partie intacte du bassin.

La colonne postérieure est détachée, comme dans les formes pures, par un trait coupant en bas la branche ischiopubienne ou de manière caractéristique par un trait concave en haut au niveau de la lame quadrilatère du pubis. Des traits secondaires peuvent diviser la colonne postérieure.

La colonne antérieure est libérée par un trait qui, partant du trait précédent au niveau de la surface rétrocotyloïdienne, va monter :

soit vers le bord antérieur de l'os iliaque (fig. 19) ;
soit vers la crête iliaque qu'il atteint en un point variable (fig. 20).

La colonne antérieure est souvent refendue par un ou plusieurs traits divisant en particulier la paroi antérieure du cotyle. Le toit du cotyle est en général détaché avec la colonne antérieure, mais un trait supplémentaire peut le détacher en un fragment accessoire.

Radiologiquement, ces fractures de deux colonnes sont en fait possibles à reconnaître :

de face, un grand fragment ilio-ischiatique emportant la ligne ilio-ischiatique est détaché et déplacé en dedans. Le détroit supérieur est rompu, le toit détaché en totalité est basculé en dedans. Le cadre obturateur est rompu (fig. 19 et 20). En fait, tous les repères du cotyle sont rompus en un ou plusieurs points ;

sur l'oblique obturatrice, la colonne antérieure détachée emporte en règle avec elle le toit, et l'ensemble du fragment, déplacé en dedans et basculé, continue à cerner de plus ou moins près la tête. La portion sus-cotyloïdienne de la face externe de l'aile iliaque est rompue par un trait qui dessine un éperon osseux tout à fait net, cela correspond à la vue de profil du segment intact postérieur de l'aile iliaque limité en bas par la portion sus-cotyloïdienne du trait de fracture, détachant en haut la colonne antérieure, c'est le signe de l'« éperon » (Judet-Letournel), tout à fait caractéristique (fig. 19 et 20 D) des fractures des deux colonnes ;

sur l'oblique alaire, le fragment ilio-ischiatique détaché avec tout ou partie de la grande échancrure est déplacé en dedans. Parfois, le refend entre les deux colonnes sur la surface quadrilatère est bien visible. Le dessin de la partie alaire du trait est étudié avec soin (fig. 19 et 20 E).

En fait,

le grand fragment ilio-ischiatique isolé, reconnu de face et en incidence
alaire,
la bascule de la totalité du toit de face,
l'« éperon » sur l'oblique obturatrice,
le trait alaire

permettent d'affirmer la fracture des deux colonnes.

Au scanner, le trait qui parcourt l'aile iliaque et donc sépare la colonne antérieure a une direction grossièrement frontale. Au niveau de la zone du toit, ce trait conserve sa direction frontale comme dans le cas des fractures séparant isolément l'une des colonnes du cotyle. Au niveau de la fossa acetabuli, le trait divise frontalement cette zone en passant, le plus souvent, au ras de la paroi antérieure du cotyle. Au niveau de la corne antérieure, il est fréquent de noter une comminution du trait de fracture. Il peut exister des traits secondaires, divisant la paroi antérieure ou la paroi postérieure. Ils ont toujours une allure oblique en avant et en dehors, ou en arrière et en dehors ; mais on ne retrouve jamais, dans ces fractures des deux colonnes, un trait ayant la direction antéropostérieure caractéristique des fractures transversales.

Telles sont les caractéristiques fondamentales des grands types anatomocliniques des fractures du cotyle individualisées dans un but didactique. Entre toutes ces formes schématiques, existent des formes transitionnelles dans lesquelles l'existence d'une fracture élémentaire associée à un autre trait incomplet réalise un trait d'union entre deux des formes associées que nous avons décrites.

Choix de la voie d'abord

Il s'agit là d'un temps fondamental du traitement car, si ce choix est bien fait la chirurgie peut être facile, s'il est mal fait la chirurgie peut être difficile voire impossible.

Le choix de la voie d'abord dépend de quatre éléments :

le type anatomique de la fracture ;
l'ancienneté de cette fracture, car la nécessaire excision du cal va obliger à emprunter des voies d'abord d'autant plus larges que la fracture était plus ancienne ;
l'accès à l'os iliaque procuré par chacune des voies d'abord que nous utilisons ;
enfin nous devons tenir compte de la fréquence des ossifications para-articulaires postopératoires qui dépend largement du type d'abord choisi.

Depuis 1975 nous utilisons trois voies d'abord.

Voie d'abord postérieure de Kocher-Langenbeck (fig. 21 A, B, C et D)

Cette voie d'abord de Kocher-Langenbeck est menée depuis plusieurs années, sur un malade en décubitus ventral, sur table orthopédique. Une broche de traction transcondylienne fémorale de type Steinmann reliée à un étrier permet d'exercer la traction sur le fémur, le genou étant fléchi aux environs de 40 à 50° et maintenu dans cette position par un dispositif spécial. Cette flexion du genou relâche considérablement le sciatique dont le repérage est, il est vrai, plus difficile.

L'incision cutanée a deux branches, dont l'union se fait au sommet du grand trochanter. La branche supérieure suit un trajet allant du sommet du grand trochanter à l'épine iliaque postéro-supérieure, *mais il est impératif qu'elle s'arrête au plus aux deux tiers de la distance séparant le trochanter de l'épine,*

elle suit là le trajet de la voie de Langenbeck. La branche inférieure verticale descend du sommet du grand trochanter selon l'axe de la face externe de la cuisse sur une distance de 15 à 20 cm, elle suit là le trajet de la voie de Kocher. Cette voie postérieure combine donc les avantages de ces deux voies d'abord classiques. C'est la raison pour laquelle nous l'avons appelée « voie de Kocher-Langenbeck ».

En profondeur, la branche supérieure divise les fibres du grand fessier selon leur axe et il est indispensable de s'arrêter dès que l'on rencontre un pédicule vasculaire ou vasculonerveux important. Cela évite de léser les nerfs de la partie supérieure et haute du grand fessier. La branche verticale divise verticalement le fascia lata.

On rencontre alors la bourse séreuse sous-fessière, qui est incisée ou excisée selon les cas et nous donne accès au grand trochanter et au plan des muscles rotateurs externes de la hanche. Il faut d'abord repérer le muscle carré crural et, en suivant sa face postérieure, on tombe inmanquablement sur le nerf grand sciatique qu'il est indispensable de voir mais qu'il n'est pas nécessaire d'isoler ou de mettre sur un lacs. Au-dessus du carré crural, on identifie le tendon du pyramidal et le tendon de l'obturateur interne. Le tendon du pyramidal est divisé à un ou deux centimètres de son insertion fémorale, le bout proximal est repéré par un fil et on l'attache souvent à la lèvre interne du grand fessier pour qu'il ne gêne pas. Sous le muscle pyramidal, on retrouve le nerf grand sciatique émergeant de la grande échancrure sciatique.

Le tendon de l'obturateur interne est alors repéré. Il est souvent plus facile de le sentir au doigt que de le voir car les fibres des jumeaux tendent à le recouvrir. Ce tendon, d'abord repéré par un fil puissant, est sectionné, lui aussi, à un ou deux centimètres de la ligne intertrochantérienne. Puis, il est relevé et l'on dissèque sa face profonde, progressivement, de dehors en dedans, au ras de l'os, ce faisant on ouvre inmanquablement la bourse séreuse qui lui est sous-jacente et qui a deux culs-de-sac (fig. 22), l'un exopelvien, celui que l'on vient d'ouvrir, et l'autre endopelvien, situé de l'autre côté de la petite échancrure sciatique. Dès que l'on a ouvert le cul-de-sac exopelvien, on aperçoit le tissu fibro-cartilagineux qui recouvre la petite échancrure sciatique et on a ainsi accès à la cavité pelvienne. On peut dès lors introduire l'écarteur à sciatique dans la petite échancrure sciatique. La traction sur le tendon de l'obturateur interne éloignera encore le nerf de l'écarteur, et constituera une protection pour celui-ci pendant toute la durée de l'intervention. Il est essentiel que l'écarteur à sciatique s'appuie très étroitement sur l'os de manière à ne pas « avaler » le nerf et à ne pas le léser. L'aide devra en permanence veiller à ce que son écarteur s'appuie parfaitement sur l'os et devra tirer sur l'obturateur interne pour éloigner le nerf sciatique des dangers.

On continuera la libération de la face postérieure de la colonne postérieure, tout le long de la surface rétrocotyloïdienne, jusqu'au bord antérieur de la grande échancrure sciatique. Le long de la grande échancrure sciatique, on pourra inciser l'aponévrose de l'obturateur interne et ruginer la surface quadrilatère jusqu'au détroit supérieur.

La voie de Kocher-Langenbeck donne, en fait, accès à la totalité de la colonne postérieure. On peut encore, par rugination de la partie basse de l'aile iliaque, avoir un accès sur la fosse iliaque externe, mais nous n'aimons pas beaucoup ces désinsertions étendues de la fosse iliaque externe qui sont la source possible d'ossifications para-articulaires et de délabrements considérables des muscles fessiers. S'il est besoin d'avoir un complément d'abord, il nous semble préférable de sectionner au ras du trochanter la partie tendineuse des fessiers. Quant à l'accès endopelvien permis par cette voie d'abord, il est assez étendu ; on peut avoir un accès digital ou instrumental sur toute la surface quadrilatère jusqu'au détroit supérieur. Cet accès est amélioré soit par la section de l'épine sciatique, comme l'a proposé Virenque, soit par la section du petit ligament sacrosciatique au ras de l'épine sciatique.

Dangers de cette voie d'abord

Ils sont au nombre de deux.

Le nerf sciatique peut être blessé opératoirement :

soit directement au niveau de son tronc, dans le champ opératoire, par un écarteur acéré ou tout autre instrument, d'où l'utilité d'écarteurs adaptés, tel notre écarteur à sciatique qui est une valve de Leriche modifiée offrant une face convexe au nerf, et se terminant par un crochet pouvant prendre un appui dans l'une ou l'autre des échancrures sciatiques ;

soit par élévation au niveau du plexus, en raison des fortes tractions exercées sur le nerf récliné ; dans ce cas, le nerf reste d'aspect normal, mais l'atteinte plexique semble prouvée par l'atteinte concomitante des nerfs du quadriceps révélée par l'électromyogramme postopératoire.

Ces lésions sciatiques ont beaucoup diminué de fréquence depuis l'utilisation de la traction transcondylienne.

Les vaisseaux fessiers courent de gros risques quand on est amené à dégager le bord supérieur de la grande échancrure sciatique, ou la pointe supérieure acérée d'une colonne postérieure très déplacée. Leur hémostase est souvent difficile, peut nécessiter plusieurs ligatures, et alors met en danger le nerf fessier qu'il est pratiquement impossible de disséquer des vaisseaux surtout lorsqu'une hémorragie a déjà pris naissance. En cas d'hémorragie artérielle nous préférons toujours essayer d'abord le tamponnement prolongé. Les hémorragies d'origine veineuse s'arrêtent rarement spontanément et il est judicieux d'en faire l'hémostase au fil vasculaire appuyé au besoin sur des éponges, de répéter les différents points de suture plutôt que de réaliser une ligature en masse du pédicule.

Voie ilio-inguinale (Judet-Letournel, 1965) (fig. 23)

Cette voie d'abord a la particularité d'ouvrir en totalité le canal inguinal dont la reconstitution anatomique est beaucoup plus facile qu'on ne pouvait le penser.

Le malade est installé en décubitus dorsal franc soit sur table orthopédique, ce qui permet de bénéficier de la traction, si la fracture du cotyle est isolée, soit sur table ordinaire s'il existe une fracture de l'arc antérieur du bassin du côté opposé. Cette dernière fracture contre-indique, en effet, l'utilisation de la traction qui risque de mobiliser le bloc antérieur du bassin, de l'enfoncer dans le pelvis et de contrarier peut-être d'une manière irrémédiable la réduction de la fracture cotyloïdienne.

L'incision suit la crête iliaque dans ses deux tiers antérieurs environ (il faut toujours dépasser le point le plus convexe de la crête pour pouvoir récliner facilement les muscles larges), puis de l'épine iliaque antérosupérieure se dirige légèrement concave en haut et en dedans jusqu'à un ou deux travers de doigt au-dessus de la symphyse pubienne (fig. 23 A).

Les muscles larges sont désinsérés de la crête iliaque et la fosse iliaque interne est ruginée jusqu'à la sacro-iliaque et au détroit supérieur ; un champ est momentanément tassé dans le décollement.

L'aponévrose du grand oblique est incisée depuis l'épine jusqu'à la ligne médiane, l'opérateur ayant soin de passer nettement audessus de l'orifice superficiel du canal inguinal, qui est ainsi totalement respecté. L'aponévrose du grand oblique, décollée des plans profonds et réclinée vers le bas, met à nu le tendon conjoint et l'insertion de sa partie musculaire sur l'arcade crurale. Le tendon conjoint est séparé de l'arcade crurale au bistouri en coupant non pas sur le muscle, mais sur les fibres aponévrotiques qui unissent tendon conjoint et arcade crurale, en emmenant avec le conjoint une bandelette fibreuse de un à deux millimètres, qui facilitera la réparation. L'incision sur le fibreux permet de pénétrer directement dans la gaine du psoas iliaque qui adhère à ce niveau à l'arcade. Cette incision est prudente en dehors pour repérer sans l'atteindre le fémorocutané dont la situation est en effet variable (fig. 23 B).

Le nerf crural dans son lit musculaire est repéré mais il n'est en aucun cas

disséqué.

Le fascia iliaca étant totalement ouvert, dans sa partie adhérente à l'arcade, il reste encore à le sectionner entre l'arcade et l'éminence iliopectinée (ce segment est généralement appelé la « bandelette iliopectinée »), puis le long du détroit supérieur, depuis l'éminence iliopectinée jusqu'à la sacro-iliaque. Cette libération du fascia iliaca est un temps fondamental de l'incision ilio-inguinale. S'il n'est pas parfaitement réalisé, l'accès à la cavité pelvienne sera difficile, sinon impossible. Pour ce faire, l'index gauche est placé dans la gaine du fascia iliaca (fig. 23 C) contre l'aponévrose, et on dissèque aux ciseaux la face médiale ou interne du fascia iliaca, en passant au ras de l'artère iliaque externe, que l'on voit le plus souvent. La bandelette iliopectinée ayant été parfaitement isolée, on la sectionne depuis l'arcade jusqu'à l'éminence iliopectinée et on retourne alors les ciseaux pour commencer sa section le long du détroit supérieur, et on termine généralement au doigt, par discision, la section du fascia iliaca jusqu'à la sacroiliaque (fig. 23 D et E).

Le muscle psoas iliaque, le nerf crural et le fémorocutané qui a été repéré et libéré sur quelques centimètres en sectionnant les fibres aponévrotiques qui le brident, sont placés sur un lacs (lame de caoutchouc ondulée) (fig. 23 F).

On se porte alors en dedans pour mettre sur un lacs le cordon inguinal chez l'homme et le ligament rond chez la femme. Ainsi est exposé le tendon conjoint fibreux formant la paroi postérieure du canal inguinal. Ce tendon conjoint est incisé à quelques millimètres de la crête pectinéale, ce qui nous ouvre aisément le Retzius, toujours siège d'un hématome important, et où l'on tasse une « mèche à prostate ». Si l'on pense avoir besoin d'une action très interne jusqu'à la symphyse ou même au-delà, le grand droit est sectionné à un centimètre de son insertion inférieure soit dans sa partie externe seulement, soit dans sa totalité. On peut même aller au-delà de la ligne médiane en cas de disjonction pubienne associée par exemple. Mais dans ce cas, on se contentera de ruginer le bord supérieur du pubis opposé pour récliner le grand droit en avant en conservant la continuité des fibres antérieures.

Il ne reste plus alors qu'à mobiliser les vaisseaux iliaques externes dont la face externe a été clivée en libérant la bandelette iliopectinée. Les vaisseaux sont disséqués, ou plutôt libérés au doigt de manière à conserver autour d'eux le maximum de tissu celluleux pour préserver les vaisseaux lymphatiques profonds qui les accompagnent et qu'une dissection menée de trop près risquerait de sectionner. Les vaisseaux ainsi libérés sur quelques centimètres sont placés sous un troisième lacs en évitant de blesser, ce qui est peut-être l'obstacle vasculaire majeur de cette voie d'abord, une éventuelle anastomose rétropubienne de l'iliaque externe à l'obturatrice, dont nous reparlerons.

Tous les éléments passant sous l'arcade crurale ayant été ainsi libérés, et mis sur des lacs, la voie d'abord est terminée (fig. 23 F).

C'est en mobilisant transversalement ces éléments que l'on gagnera accès à l'os iliaque. Ainsi on peut dire que la voie d'abord ilioinguinale permet l'accès à l'os iliaque au travers de trois fenêtres :

- la fenêtre externe lorsque le psoas iliaque est refoulé en dedans ;
- la fenêtre moyenne, comprise entre le psoas iliaque refoulé en dehors et les vaisseaux refoulés en dedans ;
- et la fenêtre interne, comprise entre les vaisseaux iliaques externes refoulés en dehors et le cordon refoulé en dedans.

Par la fenêtre externe, nous accédons (fig. 23 G) :

- à toute la crête iliaque, car on peut prolonger l'incision vers l'arrière ;
- à toute la fosse iliaque interne ;
- à la sacro-iliaque au-delà de laquelle on peut aller dégager une bande de 1 à 2 cm de largeur de l'aileron sacré pour y appuyer une plaque si la sacro-iliaque est disjointe ;
- à la moitié postérieure du détroit supérieur ;
- au bord antérieur de l'os, pratiquement jusqu'à l'éminence iliopectinée.

Par la fenêtre moyenne, accès à la colonne antérieure depuis l'éminence iliopectinée jusqu'à la partie moyenne de la branche horizontale du pubis. Au-delà du détroit supérieur, nous avons par cette fenêtre un accès digital et instrumental à toute la surface quadrilatère, jusqu'à la grande échancrure sciatique et à l'épine sciatique, donc à la colonne postérieure du cotyle dont les fractures peuvent assez souvent être réduites et fixées par cette voie.

Par la fenêtre interne (**fig. 23 H et I**), on accède à la partie interne de la branche horizontale du pubis, à la lame quadrilatère, à la symphyse pubienne et, éventuellement, au pubis de l'autre côté.

Au total donc, par la voie ilio-inguinale, on a un accès à toute la colonne antérieure, un accès plus difficile, mais efficace sur la colonne postérieure, un accès facile à la symphyse pubienne, un contrôle facile de la sacro-iliaque.

Au cours de cet abord, la traction longitudinale sert à extraire la tête de sa position de luxation centrale, mais très tôt est apparue, dans notre pratique, la nécessité d'une traction latérale ou plutôt d'une traction dans l'axe du col fémoral. Nous avons depuis plusieurs années abandonné le dispositif d'écarte-cuisses que nous préconisions au début de notre pratique et lorsqu'une traction latérale s'avère nécessaire, nous réalisons maintenant une courte incision externe verticale à cheval sur la crête du vaste externe. Elle nous permet d'introduire, à partir de la crête du vaste externe et dans l'axe du col, un tire-fond de Mathieu. La traction latérale peut être exercée sur ce tire-fond par un aide puissant mais il nous est apparu bien préférable et bien plus commode d'utiliser un dispositif spécial, adapté à la table orthopédique (**fig. 23 J**). C'est alors du côté opposé au côté opéré qu'un collaborateur va exercer la traction mécanique dans l'axe du col et la tête pourra être maintenue soit en position de réduction, soit en position de légère hyperréduction pendant que la reconstruction du cotyle sera effectuée.

La réparation de cette incision large doit être menée avec beaucoup de soin. Les muscles larges de l'abdomen seront d'abord réinsérés en appuyant, au besoin, les points sur l'aponévrose fessière. Cette réinsertion peut être difficile car les muscles se rétractent et elle nécessite une myorésolution. Un drain de Redon est placé dans la fosse iliaque interne (**fig. 23 K**).

La réparation du canal inguinal est menée de la manière suivante : réfection de la paroi postérieure en réinsérant en dehors le tendon conjoint et le fascia iliaca à l'arcade crurale, en un seul plan, à l'aiguille montée, jusqu'au contact des vaisseaux et en dedans d'eux, réinsertion du grand droit, du tendon conjoint et du fascia transversalis. Devant les vaisseaux, le fascia transversalis est suturé à l'arcade. Le cordon étant couché à sa place, l'aponévrose du grand oblique est suturée, et comme l'orifice superficiel a été respecté, le canal inguinal se trouve parfaitement restauré, ses orifices restent décalés.

Un autre drain de Redon a été placé dans le Retzius.

Dangers de la voie d'abord

En peropératoire, trois incidents ont été observés.

La lésion du fémorocutané : certes, il reste parfois apparemment intact, mais souvent il est étiré plus ou moins considérablement. Pour éviter au maximum sa lésion, il faut le libérer suffisamment et penser à lui dans le ballet des écarteurs.

La blessure d'une possible anastomose rétropubienne de l'iliaque externe à l'obturatrice : elle survient lors du dégagement de la face postérieure des vaisseaux. Elle doit être prévenue par la recherche systématique, la libération et la section de l'anastomose entre deux ligatures. Il faut savoir que le rattrapage des veines qui se rétractent dans le canal sous-pubien coûte souvent une grosse perte sanguine.

La veine iliaque externe a été blessée une fois par un écarteur. La suture a pu être réalisée sans ennuis.

Incidents secondaires

A trois ou quatre reprises, au début, lorsque nous disséquions de trop près les vaisseaux, et lorsque nous sectionnions tous les éléments passant par la partie interne de l'anneau crural, nous avons observé des engorgements lymphatiques considérables de la partie haute de la cuisse, limités strictement en haut par la lèvre inférieure de l'incision. Ces phénomènes rétrocedèrent en huit à dix jours non sans nous avoir fait peur. Nous les avons attribués à des engorgements lymphatiques.

Voie latérale ou iliocrurale élargie (fig. 24 A, B, C, D et E) (Judet-Letournel, 1975)

Le blessé est placé en décubitus latéral sur table orthopédique. Une broche de Steinmann transcondylienne fémorale permet d'exercer une traction longitudinale, le genou fléchi à 45° comme dans la voie de Kocher-Langenbeck, pour relâcher le nerf sciatique. Dans cette position, une barre d'appui horizontale est placée entre les cuisses. Il nous est apparu commode, étant donné la fréquente nécessité d'extraire la tête fémorale de sa position de luxation centrale et de la maintenir réduite ou hyperréduite pendant la reconstruction, de faire réaliser un dispositif spécial, adapté à la table orthopédique, qui permet à cette barre horizontale, soutenant la cuisse du côté opéré, d'être levée ou abaissée selon nos besoins (fig. 24 F).

L'incision est très longue, elle commence à l'épine iliaque postéro-supérieure, suit toute la crête iliaque jusqu'à l'épine iliaque antéro-supérieure et, à partir de là, descend verticalement en direction du bord externe de la rotule jusqu'à mi-cuisse environ.

L'aponévrose des muscles fessiers est incisée sur la crête iliaque, puis dégagée à la rugine sur toute l'étendue de la crête jusqu'à l'épine iliaque antérosupérieure. Les fessiers sont ensuite ruginés de la fosse iliaque externe, de haut en bas et d'avant en arrière. On emporte dans le lambeau le corps musculaire du tenseur du fascia lata. Cette élévation des fessiers rencontre quelques difficultés au niveau des aponévroses d'insertion du muscle et surtout au niveau de la lame d'insertion du grand fessier se détachant de la crista glutei à la partie postérieure de la fosse iliaque interne.

Il est besoin d'être extrêmement soigneux et doux lorsque l'on approche du bord supérieur de la grande échancrure sciatique, car, à ce niveau, les vaisseaux fessiers sont très près de l'os, quelquefois attachés à lui par des formations aponévrotiques et il faut les dégager avec grand soin pour ne léser ni les vaisseaux ni le nerf qui les accompagne. C'est à ce niveau que se sont situées les blessures vasculaires ou nerveuses qu'ont connues certains chirurgiens lors de leurs débuts d'utilisation de cette voie.

Lorsque le bord supérieur de la grande échancrure sciatique a été parfaitement libéré, on tasse un champ humide dans la zone de décollement et, si l'on peut, on glisse une « mèche à prostate » au bord supérieur de la grande échancrure sciatique pour protéger encore un peu mieux les vaisseaux.

L'opérateur, qui est placé face à l'abdomen du malade, va alors réaliser la partie verticale de l'incision. Il est bon d'inciser sur l'aponévrose du tenseur du fascia lata, pour essayer de léser le minimum de branches collatérales du nerf du fémorocutané.

Le fascia lata est détaché de son aponévrose, le long de son bord antérieur et de sa face profonde. Le muscle est récliné vers le haut de l'incision. Sous lui, on découvre une aponévrose, mince mais bien individualisée, un peu transparente, qui recouvre le droit antérieur. L'aponévrose est incisée longitudinalement, le droit antérieur est dégagé de sa loge aponévrotique en partant de son bord latéral et en suivant sa face profonde et le muscle est récliné vers le bas. On peut, dès ce moment, après l'avoir individualisé, sectionner le tendon réfléchi du droit antérieur à partir de sa jonction avec le tendon principal et l'exciser en

suivant le bord supérieur de l'insertion de la capsule articulaire de la hanche.

Sous le droit antérieur, que l'on récline vers le bas, on découvre une aponévrose épaisse, pas toujours transparente, qui recouvre le paquet circonflexe antérieur. Cette aponévrose est incisée longitudinalement, sous elle les vaisseaux circonflexes antérieurs sont isolés et sectionnés entre deux ligatures. Ayant réalisé cette section, on trouve une aponévrose mince, pas toujours bien individualisée, qui recouvre la partie basse du muscle psoas iliaque. Le psoas est étalé largement à la face antérieure de l'articulation. Son aponévrose ayant été incisée, le muscle est dégagé de la capsule articulaire en partant de son bord latéral et en suivant sa face profonde. On peut ainsi dégager le bord inférieur de la capsule articulaire de la hanche.

A partir de là, il faut dégager les faces supérieure et antérieure de la hanche de toutes les formations aponévrotiques qui s'y attachent plus ou moins, de manière à monter vers le massif trochantérien pour découvrir l'insertion des muscles fessiers. En suivant les faces antérieure et supérieure de la capsule, on finit par atteindre le tendon du muscle petit fessier qui est déjà retourné sur lui-même par la rétraction du lambeau. Si on a une difficulté à trouver le tendon du petit fessier, il est bon d'aller chercher, dans le bas de l'incision, les fibres aponévrotiques du vaste externe qui vont jusqu'à la ligne intertrochantérienne antérieure, immédiatement au-dessus de laquelle on découvre le tendon du petit fessier. Celui-ci est isolé par un clamp courbe, ses deux bords sont repérés par deux fils de suture que l'on laisse longs et on coupe le tendon du petit fessier à environ 1 cm de son insertion trochantérienne de manière à faciliter ultérieurement la réinsertion.

Lorsque le petit fessier a été sectionné et récliné vers le haut, on rencontre le tendon du moyen fessier, beaucoup plus large que le précédent, attaché à la face externe du grand trochanter. On fait le tour du tendon à l'aide du dissecteur et, une fois le tendon isolé, on marque chacun de ses bords par deux fils entre lesquels le tendon est sectionné, laissant un moignon tendineux d'un centimètre attaché au trochanter.

En réclinant maintenant vers le haut la totalité des muscles fessiers, on découvre les muscles rotateurs externes de la hanche. En suivant la face postérieure du carré crural, on identifie le nerf grand sciatique, que l'on n'isole pas sur un lacs, et les rotateurs externes vont être sectionnés exactement comme nous l'avons décrit dans le chapitre sur la voie de Kocher-Langenbeck, auquel le lecteur pourra se reporter.. Successivement, on coupe le tendon du pyramidal et celui de l'obturateur interne pour placer l'écarteur à sciatique dans la petite échancrure.

Vers le bas, la rétraction du lambeau fessier peut être bridée par le tendon d'insertion fémorale du grand fessier. Si besoin, on coupe ce tendon à 0,5 cm du fémur (en prenant grand soin des vaisseaux qui sont derrière lui). Le tendon sera rattaché lors de la fermeture.

La voie d'abord standard est terminée. Il nous paraît maintenant judicieux de recommander de réaliser une capsulotomie qui sera étendue aux deux tiers ou aux trois quarts supérieurs de l'articulation en la faisant au ras du sourcil cotyloïdien sans y inclure le bourrelet cotyloïdien (celui-ci sera respecté ou excisé selon les besoins).

Il est commode d'attacher aux moignons des muscles fessiers la lèvre de la capsulotomie de manière à pouvoir dégager le col fémoral et avoir une meilleure vue endoarticulaire.

Dans un certain nombre de cas, on sent le besoin de dégager la fosse iliaque interne, de manière à pouvoir parfaire le nettoyage de certains traits de fracture ou à réduire certains éclats osseux. Nous avons longtemps hésité à dégager les deux faces de l'aile iliaque. Nous pouvons maintenant dire que cela a été réalisé suffisamment de fois, par nous-même ou par d'autres auteurs, pour affirmer que cette action est pratiquement sans danger. Donc, en cas de nécessité, on va désinsérer les muscles abdominaux de la crête iliaque, sur une étendue variable en fonction de l'action que l'on a à mener au niveau de la fosse iliaque interne, puis on rugine le muscle iliaque en continuité avec les muscles abdominaux de manière à dégager la fosse iliaque interne, les traits qui la parcourent, et à atteindre le détroit supérieur.

La fermeture d'une telle incision doit être méticuleuse.

La capsule est souvent refermée lâchement par quelques points.

Les rotateurs externes sont rattachés à leurs tendons d'origine pour reconstituer un lit musculaire sous le sciatique.

Les tendons des muscles petit et moyen fessiers sont rattachés à leurs moignons d'origine. Cette réinsertion, facilitée par les fils de repérage, est faite par cinq ou six points de fil non résorbable.

Le lambeau fessier est alors à refixer à la crête iliaque ; si la fosse iliaque interne n'a pas été dénudée, on fixe l'aponévrose fessière aux tissus encore attachés à la crête iliaque et à l'aponévrose des abdominaux. Si la fosse iliaque a été ruginée, la crête iliaque est libre de toute insertion fibreuse ; il faut alors, à la mèche, depuis le sommet de la crête, percer quelques trous de 2 à 2,5 mm de diamètre, les uns en direction de la face externe pour rattacher l'aponévrose fessière, les autres en direction de la fosse iliaque interne pour rattacher les abdominaux et l'iliaque.

La fermeture de la partie antérieure de l'incision ne pose aucun problème, elle est plus aisée à réaliser si la hanche est en rotation interne.

Une telle incision donne accès à toute la face externe de l'aile iliaque, sauf à la partie basse de la colonne antérieure au-dessous de l'éminence iliopectinée et à la branche ischiopubienne, encore qu'on pourrait atteindre la partie toute postérieure de celle-ci comme dans la voie de Kocher-Langenbeck.

On peut aussi, du fait qu'on a dégagé la totalité de la crête iliaque, avoir une action au niveau de l'articulation sacro-iliaque.

Au niveau de la face interne de l'os, en cas d'utilisation de la voie standard, sans dénudation de la fosse iliaque interne, on peut par la grande échancrure sciatique contrôler la totalité de la surface quadrilatère jusqu'au détroit supérieur, comme dans la voie de Kocher-Langenbeck. Si, par contre, on a dénudé la fosse iliaque interne, alors on est capable de faire le tour complet de l'os iliaque, au niveau de l'isthme de celui-ci, et on a un contrôle parfait des fractures transversales ou des fractures complexes intéressant cette région.

La capsulotomie nous permet d'accéder au contrôle de la quasitotalité de la surface articulaire. Seule la partie basse de la corne antérieure du cotyle est difficile à voir.

Dangers de cette voie d'abord

Le pédicule fessier supérieur, vaisseaux et nerfs : on a dit les précautions qu'il fallait prendre pour le dégager ; en cas de blessure artérielle ou veineuse, on essaiera d'obtenir l'hémostase spontanée, sinon l'hémostase sera faite avec grand soin en évitant de prendre en masse le pédicule pour ne pas léser le nerf fessier.

Le nerf sciatique est en danger tout comme dans la voie de Kocher-Langenbeck. On prendra les mêmes précautions pour éviter sa lésion.

En fait le risque qui nous paraît le plus important est la survenue d'ossifications para-articulaires, puisqu'on arrivait, au début de notre expérience, à avoir 8 à 9 % d'ostéomes pratiquement ankylosants. L'indométacine et la radiothérapie semblent avoir très nettement fait régresser ces chiffres.

Voie iliocrurale (fig. 25 A, B, C et D)

rares et précises indications.

La voie iliocrurale diffère quelque peu de l'incision de Smith-Petersen. Elle est réalisée sur un malade en décubitus dorsal, sur table orthopédique. L'incision suit la crête iliaque puis descend depuis l'épine dorsale antérosupérieure sur le relief du couturier sur une quinzaine de centimètres environ. La face externe de l'aile iliaque n'est pas ruginée, mais la crête iliaque est libérée des muscles larges et la fosse iliaque interne libérée du muscle iliaque. Au niveau de l'épine, l'arcade crurale est détachée avec le couturier dont on libère le bord externe en prenant soin de préserver l'innervation du muscle. La flexion de la cuisse facilite la libération du bord latéral et de la face profonde du muscle psoas iliaque dont on peut aisément sectionner à la hauteur de l'anneau crural le tendon, ce qui permet d'écarter la portion musculaire du muscle et donne un accès un peu plus étendu sur la colonne antérieure. On pourrait encore sectionner le tendon du psoas au ras du petit trochanter.

En opérant avec la cuisse légèrement fléchie, le crural n'est pas en danger, les vaisseaux fémoraux sont facilement évités, le seul problème est celui du fémorocutané qui, comme dans toutes ces incisions type Smith-Petersen, constitue un obstacle permanent. Dans la voie iliocrurale, sa branche fessière est toujours sacrifiée, mais les branches fémorales qui suivent le bord latéral du couturier peuvent être épargnées et réclinées en dedans avec le couturier et le psoas iliaque.

Cette voie d'abord donne un très bon jour sur la crête iliaque, la partie haute de la colonne antérieure, le corps du pubis, mais il est pratiquement impossible de dépasser en bas l'éminence iliopectinée. Aucun accès n'est possible au-delà de cette éminence sur la branche horizontale du pubis ; du côté fosse iliaque interne, on peut atteindre la sacro-iliaque, le détroit supérieur et avoir une action endopelvienne limitée, digitale ou instrumentale, sur la surface quadrilatère. Cette voie d'abord donne encore accès sur la partie tout interne de la capsule de la hanche et il a été quelquefois utile de sectionner le ligament de Bertin au ras du cotyle pour obtenir la réduction d'une colonne antérieure.

Cette voie n'est plus utilisée maintenant que pour la fixation des fractures hautes pures et unifragmentaires de la colonne antérieure.

Autres voies d'abord

Parmi les autres abords qui ont été décrits ou proposés pour le traitement des fractures du cotyle, nous ne retiendrons personnellement que la « voie triradiée de Mears », encore ne la réalisons-nous jamais d'emblée.

Mears place son malade sur table ordinaire, en décubitus latéral, en se réservant la possibilité de mobiliser la totalité du membre inférieur. L'incision cutanée est un Y, centrée sur le sommet du grand trochanter, la branche postérieure et la branche verticale de l'Y ont en réalité exactement le tracé de l'incision de la voie de Kocher-Langenbeck et, à partir de l'angle de l'incision, la branche antérieure se dirige vers l'épine iliaque antérosupérieure. En arrière, il réalise la voie de Kocher-Langenbeck, comme nous l'avons proposé en discisant le grand fessier, puis il fait une trochantérotomie au ciseau (elle sera réparée ultérieurement par deux vis) et cela lui permet de soulever l'ensemble des muscles petit et moyen fessiers. Le long de la branche antérieure de l'incision, il passe en dedans du fascia lata, qui est donc inclus dans le lambeau fessier. Les muscles fessiers sont alors ruginés de la fosse iliaque externe, sur une hauteur variable selon les besoins, et, si une action étendue est nécessaire au niveau de l'aile iliaque, Mears n'hésite pas à couper l'aponévrose des muscles fessiers le long de la crête iliaque, en souscutané.

Cette incision donne un accès à l'aile iliaque comparable à celui de la voie latérale que nous avons décrite. Cependant, elle laisse attachée, à la partie postérieure de l'aile iliaque, la partie postérieure du muscle grand fessier et interdit donc toute action au niveau de la sacro-iliaque. S'il en est besoin, on peut là aussi, comme dans la voie latérale que nous utilisons, sectionner temporairement le tendon direct du droit antérieur, ruginer la fosse iliaque

interne et accéder ainsi au détroit supérieur et ainsi faire le tour de l'os iliaque. Mears a même dans certains cas prolongé son incision à partir de l'épine iliaque selon le trajet de l'ilioinguinale jusqu'aux vaisseaux iliaques, ce qui lui permet d'utiliser la fenêtre externe de l'ilio-inguinale.

Nous pensons, et nous l'avons réalisé à plusieurs reprises, que si nous choisissons d'emblée une voie de Kocher-Langenbeck pour une fracture complexe et que cette voie de Kocher-Langenbeck s'avère finalement insuffisante pour réaliser la reconstruction complète de l'os iliaque et du cotyle, on peut, le malade étant à plat ventre sur table orthopédique, transformer l'incision de Kocher-Langenbeck en incision de Mears, en partant de l'angle de l'incision et en rejoignant, comme il le fait, l'épine iliaque antérosupérieure. Pour détacher les fessiers, on peut soit réaliser une trochantérotomie, soit sectionner les tendons des fessiers à peu de distance du grand trochanter. Cette manière de faire évite la réalisation de deux abords successifs.

Ces abords quels qu'ils soient ne donnent pas un accès total et simultané aux deux colonnes du cotyle. C'est sans doute l'utilisation ou la combinaison de la voie ilio-inguinale et de la voie de Kocher-Langenbeck qui permettrait d'avoir l'accès simultané le plus étendu à l'os iliaque. Nous n'avons, personnellement, jamais réalisé ces deux abords simultanément, mais toujours en deux temps successifs, soit le même jour, soit à huit ou dix jours d'intervalle. Certains auteurs étrangers ont utilisé ces deux abords simultanément (Windquist).

Apoil et Gosset ont préconisé, il y a déjà de nombreuses années, l'utilisation simultanée, avec traction transcondylienne fémorale, de la voie de Kocher-Langenbeck et de la voie iliocrurale, le malade étant en décubitus latéral sur table orthopédique.

Nous pensons que l'utilisation des grandes voies latérales, soit l'iliocrurale élargie, soit celle de Mears, donne un accès plus facile à l'os iliaque que ces doubles voies combinées.

Comment choisir la voie d'abord ?

Le choix de l'abord est souvent difficile, mais il est toujours fondamental. Le but doit être d'essayer de choisir la voie d'abord permettant d'effectuer la totalité de la réparation cotyloïdienne, ou tout au moins de choisir comme voie d'abord première, celle qui donnera le maximum de chance de réaliser ce plan. Il faut éviter de prendre une voie d'abord qui, avec certitude, ne permettra pas de réparer toutes les lésions.

Lorsque l'on choisit une voie d'abord menant électivement sur une des colonnes, la postérieure par la Kocher-Langenbeck ou la colonne antérieure par l'ilio-inguinale, on n'est jamais sûr de pouvoir réaliser la totalité de la réparation et un deuxième abord peut s'avérer nécessaire, mais, pour des raisons tenant au malade lui-même, et que nous ne gouvernons pas forcément, nous ne pouvons jamais être certain de pouvoir réaliser ce deuxième abord dans la même séance, et même de pouvoir le réaliser à huit à dix jours d'intervalle, si des complications surviennent.

Néanmoins, la réalisation d'un double abord peut s'avérer et s'avérera encore nécessaire. Si nous sommes par voie de Kocher-Langenbeck, nous avons dit que nous pallierons cela en transformant la voie de Kocher-Langenbeck en voie de Mears ; mais si nous sommes par voie ilio-inguinale, force est de fermer l'ilioinguinale, de mettre le malade à plat ventre et de réaliser la voie de Kocher-Langenbeck.

Aujourd'hui, chaque fois qu'une fracture ne peut avec certitude être traitée par un seul abord, nous préférons utiliser la voie d'abord latérale ou iliocrurale élargie.

Le choix de la voie d'abord s'impose, sans discussion, dans cinq variétés de fracture :

il faut aborder par voie de Kocher-Langenbeck : les fractures de la paroi postérieure, les fractures de la colonne postérieure, les fractures associées de la paroi et de la colonne postérieures ;

il faut aborder par voie ilio-inguinale : les fractures de la paroi antérieure, les fractures de la colonne antérieure, leurs associations ;

la voie ilio-crurale peut être utilisée en cas de fracture haute et unifragmentaire de la colonne antérieure.

Les cinq autres variétés de fracture du cotyle nécessitent la discussion de la voie d'abord.

Trois d'entre elles, les fractures transversales, les fractures en T, les fractures transversales associées à une paroi postérieure, ont une composante transversale et c'est en fonction du siège de cette composante que sera choisie la voie d'abord :

si la fracture transversale est transtectale, la réduction parfaite de cette fracture, qui passe en zone portante, nécessite de contrôler ses deux extrémités ; on choisit donc la voie latérale ou ilio-crurale élargie ;

si la fracture transversale est juxtatectale, ou infratectale, on peut choisir la voie de Kocher-Langenbeck jusqu'au quinzième jour après l'accident ; plus tard il est préférable d'utiliser la voie latérale.

Certaines fractures transversales ou certaines fractures en T ont été abordées par voie ilio-inguinale lorsque le déplacement était considérable en avant et pratiquement nul en arrière.

Les fractures antérieures associées à une hémitransversale postérieure seront traitées par voie ilio-inguinale jusqu'aux environs du quinzième jour après l'accident ; et, plus tard, si l'hémitrait transversal et postérieur est considérablement déplacé, mieux vaut utiliser la voie latérale.

Les fractures des deux colonnes sont opérées par voie ilio-inguinale ou latérale. La voie ilio-inguinale est utilisée dans 75 à 80 % des cas, elle est choisie lorsque la colonne postérieure est détachée en un seul fragment, encore qu'on ait pu négliger une petite paroi postérieure associée. La voie ilio-crurale élargie est par contre choisie lorsque la colonne postérieure est comminutive, lorsqu'il existe une lésion associée de l'articulation sacro-iliaque, lorsque le blessé est opéré au-delà du quinzième jour, car c'est la seule voie qui permettra alors le contrôle de tous les traits de fracture et l'excision du cal déjà formé qui les encombre.

Réduction et fixation

L'ostéosynthèse du cotyle est grandement facilitée par l'utilisation de quelques instruments spéciaux et d'agents d'ostéosynthèse adaptés à l'os iliaque.

Instruments spéciaux

Nous utilisons la table orthopédique radiotransparente dans l'immense majorité des cas, car elle facilite considérablement la réduction. Elle permet d'autre part d'exercer la traction longitudinale genou fléchi dans les voies latérales et postérieures, ce qui relâche le sciatique considérablement.

L'écarteur à sciatique (**fig. 26 A**), qui est une valve de Leriche modifiée, avec un bec s'insérant dans l'une ou l'autre des échancrures sciatiques, a fait diminuer considérablement, sans cependant les faire disparaître totalement, les paralysies sciatiques post-opératoires. Leur taux est tombé de 18 à 6 % et elles sont moins graves qu'auparavant.

Le tire-fond de Mathieu (**fig. 26 B-a**), qui peut être inséré dans la tubérosité ischiatique pour mobiliser un fragment ischiopubien, ou dans l'axe du col grâce à une contre-incision lors de l'utilisation de la voie ilio-inguinale

pour extraire la tête en luxation centrale.

La pointe Picador (fig. 26 B-b), qui est une pointe carrée à laquelle on a adapté une petite rondelle, ce qui permet de pousser sur les fragments sans les refendre.

Le ciseau courbe (fig. 26 B-c), du type MacEven, peut être introduit dans un trait de fracture et agir efficacement comme un levier.

Les broches de Steinmann que l'on peut planter dans la partie postérieure de la fosse iliaque pour qu'elles rétractent les muscles abdominaux de manière stable.

Le distracteur de l'AO peut être utilisé avec ou sans table orthopédique, il nous rend quelquefois de grands services.

L'« écarteur à lames » dit de Meary, qui permet de faire bâiller les traits de fracture pour les dégager au mieux.

Enfin les davieres : ce sont sans doute là nos auxiliaires les plus importants et il est vrai de dire que les davieres parfaitement adaptés à l'os iliaque et convenant pour tous les cas n'ont pas encore été tous dessinés.

Nous aimons beaucoup les davieres de Farabeuf (fig. 26 C), grands, moyens et petits, qui ont été modifiés de manière que leurs mors puissent s'appuyer sur la tête de vis (fig. 26 D et D'), qui ont été temporairement laissées saillantes. Ils sont utilisés dans tous nos cas.

A côté d'eux, les davieres de Verbrugge, qui ont été légèrement modifiées, et surtout une nouvelle série de davieres (fig. 26 E), qui ont été proposées par Matta et que nous avons légèrement modifiées. Ces derniers davieres ont l'avantage d'avoir des mors parallèles très longs qui permettent d'aller saisir et réduire les fragments ou des traits de fracture qui sont très à distance du bord antérieur ou du bord postérieur de l'os iliaque, car ils peuvent chevaucher ces bords sans s'appuyer sur eux. On peut aussi aller réduire, grâce à leur action, la colonne postérieure ou la surface quadrilatère en passant au-delà du détroit supérieur au travers de la fenêtre moyenne de l'ilio-inguinale.

Agents d'ostéosynthèse

Vis

Les vis de 3,5 mm de diamètre, à tête de 5,5 ou 6 mm, conviennent parfaitement à l'ostéosynthèse de l'os iliaque. Elles ont l'avantage que leur tête est complètement enfouie dans les trous des plaques.

Les vis de 4,5 mm à tête de 8 mm sont à notre avis beaucoup trop grosses pour fixer les plaques d'ostéosynthèse. On peut les utiliser à titre isolé, en les faisant cheminer entre les deux tables de l'os iliaque ou dans l'axe des colonnes du cotyle.

Les vis à spongieuse, ou les vis malléolaires sont beaucoup trop grosses pour fixer les parois du cotyle et nous en avons rencontré beaucoup qui avaient été placées au moins partiellement en intraarticulaire.

Les vis de 6,5 mm totalement ou partiellement filetées, dont la longueur va de 60 à 130 mm, sont également nécessaires. On les implante entre les deux tables de l'aile iliaque à partir de la crête ou du bord antérieur ou bien dans l'axe des colonnes postérieure ou antérieure.

Plaques

Après avoir utilisé pendant de longues années les plaques de type Shermann en vitalium, nous avons dû, en fonction de l'évolution des agents d'ostéosynthèse, passer aux plaques en acier inoxydable. Les plaques les meilleures nous paraissent être les plaques du type Shermann, car pour l'ostéosynthèse du cotyle une plaque doit pouvoir être tordue dans tous les sens, selon tous les axes et il est préférable que cette torsion, ou ce changement de courbure, survienne entre les trous de vis, et quand nous avons une plaque rectangulaire ou insuffisamment festonnée, cette torsion survient au niveau des trous et introduit des effets de stress indésirables, qui peuvent aboutir ultérieurement à la fracture de la plaque.

Il est très utile de posséder des plaques (**fig. 26 F**) qui sont précourbées, car la courbure d'une plaque sur le plat est à l'origine de modifications structurales de la plaque tout à fait désagréables et nuisibles. Nous avons mesuré les courbures du détroit supérieur chez l'homme et considéré qu'il en existait deux grands types, dont les rayons étaient précisément de 88 et 108 mm, d'où deux types de plaques courbes dont le nombre de trous varie de 4 à 12.

La plaque idéale, qui conviendrait à tous les cas, n'existe pas là encore. En fait, deux types de plaques seraient probablement nécessaires, les unes épaisses qui conviendraient aux cas où il existe des pertes de substance ou une comminution des traits de fracture, et des plaques plus minces, s'adaptant facilement aux cas où il n'existe pas de perte de substance. La « plaque de reconstruction 3,5 de l'AO » est une plaque très aisément modelable, qui peut être utilisée dans ces cas, mais elle est à notre avis peut-être un peu trop malléable.

Réduction de la luxation

La luxation postérieure est en général assez aisément réduite après nettoyage du cotyle et ablation d'un éventuel fragment incarcerated, grâce à la traction exercée par la table orthopédique, au besoin combinée à des manoeuvres directes sur la tête fémorale.

La luxation centrale de la tête est réduite également par la traction longitudinale, mais une traction latérale est parfois nécessaire ; elle sera exercée sous le col par un crochet de Lambotte dans l'abord postérieur, en cas d'abord ilio-inguinal grâce à une traction latérale et par voie latérale grâce à l'élévation de la barre soutenant la cuisse.

Réduction de la fracture

C'est évidemment affaire de cas particuliers. Il y a de très nombreux procédés, nous rappellerons ceux qui nous sont apparus comme étant les plus efficaces.

La table orthopédique, grâce à la traction qu'elle permet d'exercer en abduction ou en adduction et dans les divers degrés de rotation, permet de mobiliser les différents fragments, elle est d'une grande utilité à la condition, nous l'avons déjà dit, qu'il n'existe pas de fracture double antérieure du bassin.

Les traits qui se chevauchent en cas d'enclavement partiel des fragments sont réduits par la manoeuvre classique du démontepneu, réalisée à l'aide du ciseau courbe de MacEven le plus souvent. Les fragments eux-mêmes peuvent être mobilisés soit à l'aide d'une pointe carrée munie à quelques millimètres de son extrémité d'une rondelle qui évite de s'enfoncer considérablement dans l'os et de faire éclater le fragment, soit à l'aide d'un davier de Farabeuf que l'on place à cheval sur le bord de l'os iliaque.

En appuyant un mors d'un davier de Farabeuf dans la grande échancrure sciatique tandis que l'autre s'appuie sur un fragment ou sur une colonne, on peut fréquemment obtenir une réduction parfaite. Mais, lorsque cette manoeuvre n'est pas possible, il faut connaître un artifice qui permet de sortir de bien des impasses et qui consiste à placer une vis de diamètre 3,5 ou 4,5 de longueur adéquate dans le fragment à mobiliser, une autre dans une zone solide de l'os iliaque non détaché, le davier de Farabeuf appuyant ses mors sur ces deux vis (**fig. 27**).

Lorsque la réduction est obtenue parfaitement, on a souvent intérêt à la maintenir par une, deux ou trois vis isolées et le montage sera renforcé, comme nous le verrons, par une plaque vissée modelée de manière à réaliser une ostéosynthèse très stable.

Dans les fractures complexes du cotyle il y a bien souvent plusieurs traits à réduire. Il est exceptionnel que tous ces traits puissent être réduits et maintenus

réduits par des daviers en même temps. Le plus souvent on aura à procéder à la réduction et à la fixation trait de fracture après trait de fracture. Dans ces conditions, il faut être très exigeant sur la qualité de la réduction du premier trait de fracture que l'on réduit, exiger le caractère anatomique de cette réduction, car il faut se souvenir que si l'on tolère une erreur dans la réduction du premier trait de fracture, celle-ci sera impossible à compenser lors de la réduction des autres traits de fracture, et ainsi une erreur acceptée dans la réduction du premier trait de fracture interdit d'emblée d'obtenir finalement une réduction anatomique de l'os iliaque et du cotyle.

Traitement de chaque cas particulier

Fractures postérieures

Les fractures postérieures de tous types sont abordées par voie de Kocher-Langenbeck.

La fracture-séparation est toujours facilement identifiable, il existe un ou plusieurs fragments de paroi postérieure ayant gardé ou non leurs connexions capsulaires. Ce qu'il faut rechercher, c'est l'existence de fragments impactés ; ce sont des portions de surface articulaire qui se sont impactées dans le tissu spongieux de la colonne postérieure. Ces fragments sont parfois prévus par la radio ou par le scanner, mais il faut de toute manière les rechercher systématiquement car ils peuvent échapper à ces deux examens.

Les fragments incarcérés doivent être délogés (**fig. 28 A₁, A₂ et A₃**), ce n'est pas toujours facile, à la spatule ou au ciseau courbe, de manière à emmener avec eux le maximum du tissu spongieux qu'ils avaient emporté. On les repose contre la tête fémorale, il n'est pas toujours facile de trouver leur place exacte. Dans un certain nombre de cas, ces fragments impactés sont maintenus parfaitement en place lorsqu'on repose les fragments séparés, mais dans d'autres cas, il existe derrière eux une perte de substance du spongieux de la colonne postérieure, qui peut laisser prévoir que la réduction de ces fragments sera instable. On a alors intérêt à les caler en prélevant des greffons corticospongieux ou spongieux purs au niveau du grand trochanter. Chez les gens âgés il nous est arrivé de mettre un peu de ciment acrylique. On a pu aussi, dans certains cas, utiliser des petites vis de diamètre 2,5 ou 2,7 pour maintenir parfaitement en place ces fragments, la tête de ces vis étant complètement noyée par la reposition des fragments séparés.

Dans toutes les manoeuvres de réduction, on fera le maximum pour conserver aux fragments le plus de pédicule musculo-capsulo-aponévrotique possible. L'ostéosynthèse de ces fractures a été longtemps assurée par des vis de 3,6 ou 4 mm de diamètre. Il est encore possible d'utiliser uniquement des vis pour fixer, en les plaçant de manière divergente, les grands fragments uniques de paroi postérieure. Actuellement, cependant, nous préférons recourir aux plaques vissées, qu'elles soient utilisées seules ou qu'elles viennent consolider un vissage (**fig. 28 B**). Les vis, en effet, n'ont un appui que dans la surface quadrilatère et il n'est pas toujours très puissant. La plaque, au contraire, sera aussi longue que nécessaire, elle sera modelée et chantournée pour s'appliquer exactement sur le relief de la colonne postérieure en pontant le ou les fragments, et si les vis moyennes prennent, elles aussi, un appui dans la surface quadrilatère, en traversant le ou les fragments, les vis extrêmes prendront, pour les supérieures, appui dans la partie postérieure de l'aile près de la sacro-iliaque, au-dessus de la grande échancrure sciatique, ou juste au-dessus du toit du cotyle où elles auront une excellente prise, et les inférieures s'appuieront dans le massif ischiatique. La plaque, en effet, sera toujours recourbée à sa partie inférieure pour venir se modeler sur le versant inférieur de la gouttière sous-cotyloïdienne et reposer sur le pôle supérieur de l'ischion où une vis de 35 à 45 mm a la prise excellente. Une mobilisation de la hanche après le vissage vérifiera qu'aucun bruit anormal ne traduit la présence intra-articulaire de l'extrémité d'une vis. Le montage, dont la solidité mécanique parfaite est en même temps vérifiée, permettra une mobilisation passive immédiate.

Certains auteurs ont beaucoup insisté sur le danger de pénétration intra-

articulaire des vis que l'on place soit isolément, soit au travers d'une plaque, au niveau de la paroi postérieure du cotyle. Le danger existe mais il est vraiment minime, à condition que l'on prenne la précaution de bien garder en mémoire l'orientation de la paroi postérieure articulaire par rapport à la surface rétrocotyloïdienne, et en se souvenant que plus on est proche du rebord cotyloïdien, plus la mèche devra être dirigée horizontalement, le malade étant en décubitus ventral. On peut aussi, lorsque l'articulation bâille sous l'effet de la traction ou avant réduction de la luxation, placer une broche de Kirschner de petit calibre, tangente à la surface articulaire et qui indiquera la direction la plus verticale autorisée pour que les vis ne pénétrant pas l'articulation.

Fractures de la colonne postérieure (fig. 29)

Les fractures de la colonne postérieure sont abordées par voie de Kocher-Langenbeck qui donne un jour excellent sur toute la colonne. La réduction est obtenue au davier de Farabeuf, dont l'un des mors s'appuie sur le bord antérieur de la grande échancrure sciatique et l'autre au-dessus du toit du cotyle ou sur une vis temporaire. La synthèse est assurée par une plaque vissée, placée à cheval sur le segment rétrocotyloïdien du trait de fracture ; certaines vis issues de la plaque peuvent aller se ficher dans la surface quadrilatère, en avant du trait qui la parcourt, et réaliser ainsi une fixation parfaite de la colonne (fig. 29 B). Dans certains cas, on utilisera deux plaques, si on a l'impression d'une grande instabilité de cette colonne : une plaque à 4 trous, qui sera située près du bord antérieur de la grande échancrure sciatique et une plaque droite ou courbe, qui empruntera environ l'axe de la surface rétrocotyloïdienne et ira se ficher au-dessus du toit du cotyle.

Fractures transversales pures

Pour les fractures juxta- ou infratectales, la voie d'accès dépend de l'importance du déplacement respectif des parties antérieure et postérieure du trait, appréciée essentiellement sur les incidences obliques.

Si le déplacement prédomine en arrière (éventualité de loin la plus fréquente), la voie d'élection est la Kocher-Langenbeck, on a alors l'avantage immense d'avoir à ostéosynthéser la massive et puissante colonne postérieure, qui recevra une plaque facile à modeler et dont les vis trouveront aisément une prise solide (fig. 30 A).

Si le déplacement prédomine en avant, ce qui est très rare, la voie ilio-inguinale sera choisie en sachant que c'est une voie plus difficile et que la plaque est toujours plus compliquée à appuyer sur la fragile colonne antérieure (fig. 30 B).

Que l'on utilise la voie d'abord antérieure ou la voie d'abord postérieure, il est possible quelquefois, en partant de la plaque ou en dehors d'elle, d'ajouter une ou deux vis cheminant parallèlement à la surface quadrilatère et qui traversent le trait de fracture.

Lorsqu'il s'agit d'une fracture transtectale, il faut utiliser la voie latérale en décubitus latéral.

Cette voie d'abord permet le contrôle des deux extrémités du trait et le contrôle endoarticulaire, elle permet ainsi une réduction parfaite de la zone portante en position debout. Le montage le meilleur nous est apparu (fig. 31), dans ces conditions, constitué par une plaque droite ou courbe, chantournée pour s'appuyer sur la colonne postérieure du cotyle, depuis le pôle supérieur de l'ischion jusqu'à la partie postérieure du toit, et par une vis isolée de 4,5 ou 6,5 mm de diamètre, qui emprunte l'axe de la colonne antérieure. Cette vis, dont la mise en place n'est pas très facile, est introduite à partir d'un point qui est situé à plus de 3 cm au-dessus du point culminant du cotyle, sur la crête ou plus souvent sur le versant postérieur du pilier de l'aile iliaque. A partir de ce point de pénétration haut situé, la mèche emprunte l'axe de la colonne antérieure. Pour trouver cet axe, l'index de l'opérateur s'appuie sur l'éminence iliopectinée et il

sait qu'il aura à passer à 3 ou 4 mm de l'extrémité de ce doigt et doit donc utiliser son sens stéréotaxique. Dans l'autre plan, c'est l'assistant, qui est en face de l'opérateur et a devant lui la colonne antérieure, qui guidera l'introduction de la mèche. On peut ainsi introduire, dans la colonne antérieure, des vis de 90 jusqu'à 120 ou 130 mm. On utilisera soit une vis de 4,5 soit une vis de 6,5 partiellement ou totalement filetée.

Fractures antérieures du cotyle

Les fractures de la paroi antérieure méritent l'abord ilio-inguinal. Il est souvent nécessaire de dénuder partiellement ou totalement la branche horizontale du pubis sur sa face supérieure pour pouvoir vérifier l'exactitude de la réduction (**fig. 32 A**).

La luxation antérieure est réduite grâce à la traction permise par la table et la tête se maintient le plus souvent bien sous ce qui reste de toit, les fragments de paroi antérieure sont alors reposés de même qu'un éventuel fragment de surface quadrilatère. Les différents fragments sont solidarisés entre eux par des vis et une plaque courbe chantournée dans les deux sens pour s'appliquer parfaitement sur la colonne antérieure, le long du détroit supérieur, va ponter la fracture. Elle s'appuie, en haut, sur la fosse iliaque, devant la sacro-iliaque, et, en bas, sur la branche horizontale et au besoin sur l'angle du pubis. L'introduction des vis au niveau de l'éminence iliopectinée doit être prudente, les vis doivent être dirigées très franchement en dedans pour ne pas pénétrer la cavité articulaire. Le point difficile de la mise en place de cette plaque est de lui donner le relief qui convient pour qu'elle épouse parfaitement l'éminence iliopectinée.

Les fractures moyennes et basses de la colonne antérieure dont le trait aboutit, en haut, à l'échancrure innommée ou bien traverse la paroi antérieure du cotyle sont abordées par voie ilioinguinale (**fig. 32 B**). La fixation est assurée par une plaque courbe (6 trous au minimum) modelée sur et le long du versant supérieur du détroit supérieur, ou par l'association vis et plaque vissée.

Les fractures hautes de la colonne antérieure sont celles dont le trait aboutit à la crête iliaque (**fig. 32 C et D**).

S'il s'agit d'un fragment unique, la voie ilio-crurale, facile et simple, peut être utilisée, l'ostéosynthèse étant réalisée par la combinaison d'une petite plaque à 4 trous sur la convexité de l'aile à cheval sur le trait de fracture, et la partie basse du fragment est fixée par des vis isolées ou par une autre plaque. On peut aussi utiliser des vis de diamètre 4,5 ou 6,5 mm que l'on fera cheminer entre les deux tables de l'aile iliaque, les vis partant de la partie antérieure de la crête, de l'échancrure interépineuse ou de l'épine iliaque antéro-inférieure, cette dernière vis cheminant au-dessus du toit du cotyle a une excellente prise.

Dans tous les autres cas et au moindre doute, la voie ilio-inguinale sera préférée.

L'ostéosynthèse varie en fonction de la topographie des traits de fracture. Nous aimons bien fixer le trait qui divise la crête par une plaque à 4 trous, modelée pour s'appliquer sur la convexité de la crête, mais on peut aussi appliquer une courte plaque à la face interne de la crête. L'existence de traits de refend au niveau de la fosse iliaque interne peut justifier l'utilisation d'autres plaques à 4, 6 ou 8 trous et on termine par l'application d'une plaque précourbée le long du versant du détroit supérieur, allant depuis la partie la plus reculée de la fosse iliaque interne jusqu'à l'angle du pubis.

Il est très fréquent qu'existe un volet de surface quadrilatère que la tête avait repoussé ; ce volet, une fois réduit, est fixé soit par des vis partant de la plaque, soit par des vis isolées partant en dehors d'elle.

Il peut être utile de rappeler que lorsque l'on opère par voie ilioinguinale, il faut rechercher à appuyer ces agents d'ostéosynthèse dans les zones épaisses ou solides de l'os iliaque et par cette voie on les trouve :

au niveau de la crête iliaque, sur toute sa longueur, audessous de la crête

le long d'une bande qui n'a pas plus de 1,5 ou 2 cm de largeur ;
devant l'articulation sacro-iliaque, dans une bande étroite de 2 cm où l'on peut insérer des vis de 40 à 45 mm si on les met parallèlement à la surface articulaire de la sacro-iliaque ;
le long du détroit supérieur ;
au niveau de l'angle du pubis ;
et le long du bord antérieur de l'os.

Certains os iliaques permettent l'introduction de vis de 4,5 ou 6,5 mm entre les deux tables de l'aile iliaque, elles peuvent être d'une grande longueur et ont une excellente prise.

Fractures complexes

Fractures associant une fracture transversale et une fracture de la paroi postérieure (fig. 33)

Quand la composante transversale est juxta- ou infratectale, que la luxation soit centrale ou postérieure, ces fractures sont abordées par voie de Kocher-Langenbeck avec traction transcondylienne.

L'écartement des fragments postérieurs dont on conservera au maximum le pédicule, combiné à une traction par l'intermédiaire de la table orthopédique, permet d'avoir un bon accès instrumental et visuel sur la cavité cotyloïde dont le trait transversal peut être réduit sous contrôle de la vue, et de réaliser une toilette articulaire parfaite. En fait, c'est le plus souvent par l'accès pelvien que l'on réalise, vérifie, ou complète la réduction, en particulier au niveau du détroit supérieur.

Il faut, en effet, d'abord réduire la fracture transversale et la fixer. C'est quelquefois possible par une seule vis introduite dans l'angle de la grande échancrure sciatique lorsqu'il est détaché avec la transversale ; plus souvent on a besoin d'utiliser une plaque courte, droite, à 4 ou 6 trous, qui est placée très proche de la grande échancrure sciatique et maintient parfaitement la transversale, puis les fragments postérieurs sont ramenés en place et seront maintenus par des vis isolées ou par une plaque droite ou courbe, qui les pontent, et donne un montage d'une bien plus grande fiabilité.

La réduction de la fracture transversale, dans le cadre de cette association, comme dans le cas des transversales pures, peut être assez difficile. On n'omet jamais d'introduire le doigt par la grande échancrure sciatique pour contrôler la réduction endopelvienne. Si la réduction est parfaite en arrière, ou apparemment parfaite, et qu'il existe un décalage au niveau du détroit supérieur, on a plusieurs moyens pour parfaire la réduction : on peut introduire le tire-fond de Mathieu ou une broche de Steinmann ou une vis de Schrantz dans la tubérosité ischiatique, et cela constituera une espèce de poignée qui permettra de manipuler le fragment ischiopubien. Plus simplement, on peut essayer de pousser en dedans la tubérosité ischiatique, ce qui fera basculer le fragment et permettra quelquefois d'obtenir la réduction parfaite du détroit supérieur. En tout cas l'ostéosynthèse ne sera réalisée que lorsque la réduction du triat en avant sera sûrement anatomique.

Lorsque la composante transversale de cette association est une fracture transtectale, on utilise la voie latérale ou iliocrurale élargie, le malade étant en décubitus latéral. Cette voie d'abord donne un contrôle parfait de la fracture de la paroi postérieure et de la fracture transversale. La fracture transversale est réduite en agissant au niveau des deux extrémités du trait, c'est-à-dire par un davier à cheval sur la grande échancrure sciatique et un davier à cheval sur le bord antérieur de l'os iliaque, la capsulotomie permettant le contrôle endoarticulaire de la réduction. Cette transversale est fixée, comme on l'a préconisé pour les transversales pures, par une grande vis de 4,5 ou 6,5 mm dans l'axe de la colonne antérieure pénétrant toujours à plus de 3 cm du cotyle et une vis de 3,5 mm pour fixer la partie postérieure du trait. La transversale n'est pas très solidement fixée, mais on peut alors remettre la tête à sa place, reposer les fragments postérieurs, les maintenir en place réduits par une ou

deux vis isolées et ensuite on chantourne une plaque, qui va du pôle supérieur de l'ischion au toit du cotyle, en pontant les fragments postérieurs et en améliorant la fixation de la fracture transversale.

Quelle que soit la voie d'abord utilisée, il faut se rappeler que cette association fracturaire peut comporter une fracture postérieure de type mixte et que les fragments impactés doivent être réduits à leur place, fixés ou maintenus en place au besoin par un apport de greffe pour combler la perte de substance spongieuse de la colonne postérieure.

Fractures en T (fig. 34 A, A₁, B, B₁ et C, C₁)

Ces fractures en T nécessitent la reposition parfaite du segment inférieur de chacune des colonnes. Le secteur de toit resté intact et en place sous l'aile iliaque et sous lequel on ramène la tête constitue la clé de la reconstruction.

Beaucoup de nos fractures en T ont été abordées par la voie postérieure. Elle permet de toujours réaliser une ostéosynthèse parfaite du segment de la colonne postérieure et autorise assez souvent la réduction et l'ostéosynthèse parfaite du fragment inférieur de la colonne antérieure grâce à l'accès endopelvien qu'elle donne. Si la réduction du fragment de la colonne antérieure s'avère impossible de façon parfaite par la voie postérieure, on l'abandonne et on se contente de rétablir la colonne postérieure en évitant de mettre des vis trop longues qui risqueraient de gêner la réduction de la colonne antérieure, et ensuite on retourne le malade, et dans le même temps opératoire, par abord ilio-inguinal, on va réaliser la synthèse de la colonne antérieure.

Par cette voie postérieure, les possibilités de réduction varient d'un cas à l'autre. Il s'avère, dans certains cas, plus facile de réduire d'abord le fragment ou le segment de la colonne antérieure, en ayant écarté le segment de la colonne postérieure et, avec le contrôle endoarticulaire qu'autorise la bascule de la colonne postérieure combinée à la traction, on peut assurer une très bonne réduction de la colonne antérieure qui est alors fixée par une vis issue du versant postérieur du toit du cotyle. On repositionne ensuite le fragment de colonne postérieure, qui est maintenu comme à l'habitude.

Lorsque la composante transversale de la fracture en T est transtectale (fig. 34 C et C₁), on utilise la voie latérale et l'on réduira d'abord, en fonction des cas, soit le segment de colonne antérieure, soit le segment de colonne postérieure, et on choisit alors, pour fixer la colonne antérieure, la grosse vis 4,5 ou 6,5 mm introduite dans l'axe de la colonne antérieure et, pour fixer la colonne postérieure, d'abord une ou deux « lag screws » de 3,5 mm et ensuite une plaque qui va du pôle supérieur de l'ischion à la partie postérieure du toit du cotyle.

Quelle que soit la voie utilisée, on cherchera toujours à solidariser les deux fragments de colonne par des vis longues, type Lambotte, qui, isolément ou partant d'une plaque, vont parallèlement à la surface quadrilatère se ficher soit dans la surface rétrocotyloïdienne, soit dans le détroit supérieur, selon leur point de départ. Ces vis longues n'étant placées bien entendu que lorsque la réduction parfaite est obtenue.

Quelques rares fractures en T, très déplacées en avant, ont été abordées par voie ilio-inguinale : une plaque est appliquée le long du détroit supérieur, des vis isolées ou partant de la plaque solidarisent les deux colonnes (fig. 34 B).

Fractures associant une fracture de la colonne antérieure et une fracture hémitransversale postérieure (fig. 35)

Ces fractures sont abordées le plus souvent par une voie ilio-inguinale parce que le maximum des dégâts se trouve situé sur la colonne antérieure. C'est donc elle

négliger car il n'intéresse que la partie tout inférieure de la paroi postérieure du cotyle. Si ce trait est plus haut situé, et s'il est déplacé, on arrive en général par voie ilio-inguinale à le réduire et à le maintenir par des vis partant du détroit supérieur et allant se ficher dans la surface quadrilatère ou parallèlement à elle dans la surface rétrocotyloïdienne, et cela qu'il s'agisse d'une fracture de la paroi antérieure ou d'une fracture de la colonne antérieure du cotyle.

Nous aimons toujours commencer la reconstruction en plaçant des vis isolées, qui maintiennent les fractures réduites de manière précaire et ensuite prendre tout notre temps pour modeler les plaques qui permettent d'obtenir une ostéosynthèse très fiable, le long de la crête iliaque si le trait intéresse la crête, et surtout la plaque courbe le long du détroit supérieur allant de devant la sacro-iliaque jusqu'à l'angle du pubis.

Dans quelques cas, on a pu utiliser des vis de 4,5 à 6,5 mm cheminant entre les deux tables de l'aile iliaque et partant de la crête ou du bord antérieur de l'os pour fixer la partie haute de la colonne antérieure, comme on l'a déjà décrit pour les fractures pures.

Si cette association fracturaire est opérée au-delà du quinzième jour et que l'hémitrait transversal postérieur est très déplacé, on peut être amené à utiliser la voie latérale. On a alors un contrôle parfait de la totalité du trait. L'ostéosynthèse est réalisée par la face externe de l'aile iliaque en combinant vis, plaque vissée, ou vis entre les deux tables de l'aile.

Fractures associées de la paroi postérieure et de la colonne postérieure

Elles sont obligatoirement abordées par voie postérieure de Kocher-Langenbeck (fig. 36).

Il faut d'abord réduire la colonne postérieure. On la fixe quelquefois par une vis introduite dans l'angle de la grande échancrure lorsqu'il est détaché avec la colonne, plus souvent nous utilisons une courte plaque droite, placée juste en avant de l'angle de la grande échancrure sciatique et qui assure une fixation anatomique de la colonne, le caractère anatomique de la réduction étant bien entendu contrôlé par le doigt introduit par la grande échancrure. Le fragment, ou les fragments, de paroi postérieure sont alors reposés et fixés eux aussi le plus souvent par quelques vis isolées et, enfin, une plaque est appliquée depuis le pôle supérieur de l'ischion jusqu'à la partie postérieure de l'aile ou audessus du toit du cotyle, pontant le fragment postérieur et renforçant la fixation de la colonne postérieure.

Fractures des deux colonnes

La complexité du traitement des fractures des deux colonnes est liée au fait que toute la surface articulaire cotyloïdienne est détachée et appartient aux différents fragments.

Il ne reste plus, comme dans les transversales ou les fractures en T, un secteur de toit cotyloïdien sous une aile iliaque intacte et sous lequel on peut ramener la tête et l'y maintenir. Seul persiste, attenant au sacrum, un fragment postérieur d'aile iliaque qui comporte en bas une partie de la grande échancrure sciatique, encore ce segment se trouve-t-il quelquefois disjoint du sacrum par une disjonction sacro-iliaque antérieure qu'il faut savoir chercher et éventuellement traiter.

Nous faisons tout pour essayer de traiter toutes ces lésions par une seule voie d'abord et le problème considérable à résoudre est le choix de celle-ci.

Pour choisir la voie d'abord première, nous nous fondons sur les notions suivantes qui résultent de notre expérience.

Les fractures des deux colonnes dont le trait alaire aboutit au bord

antérieur de l'os iliaque (fig. 37), c'est-à-dire en règle à l'échancrure interépineuse, si le fragment de colonne antérieure n'est pas refendu, peuvent être traitées par voie postérieure pure. Mais il faudra pour parvenir à une réduction complète s'aider de la rugination de la partie basse de la face externe de l'aile iliaque, ce qui risque de détériorer les muscles fessiers, ou bien sectionner temporairement les muscles fessiers au travers de leur tendon près du grand trochanter ou bien faire une trochantéromie, ou bien en cas de difficultés imprévues transformer la voie de Kocher-Langenbeck en une voie triradiée de Mears.

Les fractures dont le trait alaïre aboutit à la crête sont abordées par voie ilio-inguinale, si la colonne postérieure est en un seul fragment (fig. 38). Il est vrai que l'on a négligé quelquefois un petit fragment de paroi postérieure. Cette large voie permet en effet de réduire parfaitement les traits qui parcourent la fosse iliaque interne et éventuellement de ponter par la plaque une disjonction sacro-iliaque.

Il est important par cette voie de toujours penser à restaurer d'emblée la concavité normale de la fosse iliaque interne. Or, dans les fractures des deux colonnes du cotyle, l'éversement de l'aile iliaque est toujours considérable et on commet souvent, au début de l'expérience, l'erreur de restaurer insuffisamment cette concavité, ce qui introduit dès le début de l'ostéosynthèse une erreur qui n'est pas rattrapable lors des réductions des traits ultérieurs. Il faut se rappeler que normalement, en décubitus dorsal, l'épine iliaque antérosupérieure est à peu près à l'aplomb du trou nourricier postérieur de la fosse iliaque interne.

Il est aussi important de ne pas négliger des petits fragments, tels qu'un court segment de la partie postérieure du détroit supérieur, ou un court segment de la corticale interne de l'aile iliaque. Il faut d'abord reposer ces fragments et les maintenir en place par une ou deux vis, car ils vont constituer des points d'appui essentiels pour la réduction de la colonne antérieure.

La colonne antérieure étant réduite, grâce à sa manipulation par des daviers, et à l'action de ciseaux agissant comme des démontepneus, la fixation est assurée de manière très variable en fonction de la configuration du trait de fracture et de la forme de l'os iliaque intéressé. Nous aimons utiliser une petite plaque moulée sur la convexité de la crête, à cheval sur le trait de fracture, et qui est fixée par des vis de 3,5 mm, tandis qu'une vis de 3,5 mm maintient réduit l'angle postéro-interne du fragment au niveau de la fosse iliaque interne.

Nous utilisons de manière constante depuis des années une plaque courbe, qui est appliquée le long du versant supérieur, parfaitement modelée contre ce versant, en particulier au niveau de l'éminence iliopectinée, et la plaque s'étend depuis le devant de la sacro-iliaque jusqu'à l'angle du pubis, voire au-delà sur le pubis opposé si une disjonction pubienne est associée. Il est quelquefois aussi utile de dénuder les insertions pectinéales de la branche supérieure du pubis pour contrôler parfaitement un trait de fracture à ce niveau et appliquer parfaitement la plaque sur l'os.

Il est quelquefois nécessaire d'ajouter une autre plaque, voire deux autres plaques dans la fosse iliaque interne pour ponter, réduire et fixer des traits de refend secondaires. Enfin, l'épaisseur et la forme de l'aile iliaque permettent parfois d'utiliser des vis de 4,5 ou 6,5 mm enfoncées depuis le bord antérieur, entre les deux tables de l'aile iliaque.

Il faut être très exigeant sur la qualité de la réduction de la fracture de la colonne antérieure, et ne pas se soucier pendant ce temps de la fracture de la colonne postérieure que l'on a cependant repérée, étudiée et dont on connaît le dessin. La colonne antérieure étant parfaitement ostéosynthésée, en ayant évité que des vis trop longues ne fixent la colonne postérieure en position vicieuse, on a bien souvent la surprise de constater qu'au doigt ou à bout d'instrument la colonne postérieure se ramène très aisément en place et que l'on rétablit un profil parfait à la grande échancrure sciatique.

La colonne postérieure est alors fixée par des vis longues de 3,5 mm, qui partent soit des orifices de la plaque, située le long du détroit supérieur, soit isolément du versant supérieur du détroit supérieur, et vont prendre appui soit dans la surface quadrilatère de la colonne postérieure, soit au niveau de la surface rétrocotyloïdienne en cheminant parallèlement à la surface quadrilatère. En

plaçant deux ou trois vis convergentes (l'une partant, par exemple, de l'éminence iliopectinée vers l'épine sciatique, l'autre de la partie la plus reculée de la fosse iliaque interne convergeant avec la précédente), on obtient un montage solide de la colonne postérieure, qui dans tous nos cas a résisté à la mobilisation posturale passive immédiate.

Il est utile de rappeler là encore que la manoeuvre de mobilisation de la hanche à la fin de l'ostéosynthèse est très utile. Elle doit être exécutée au milieu d'un silence complet en salle d'opération de manière à pouvoir déceler le moindre indice de frottement intra-articulaire, traduction de la présence insolite de l'extrémité d'une vis. Cette mobilisation permet également d'apprécier la solidité du montage.

Dans un certain nombre de cas, la réduction de la colonne postérieure n'est pas toujours aussi aisée. Les difficultés viennent de deux choses :

non pas tant de l'importance du déplacement initial de la colonne postérieure que de l'existence de refends au niveau de cette colonne, créant des fragments intermédiaires, emportant en particulier la partie haute de la grande échancrure sciatique et rendant difficile à bout de doigt la réduction de ce fragment intermédiaire et le rétablissement du profil de la grande échancrure sciatique ;

ou bien de fragments isolés comportant ou non du cartilage articulaire et qui viennent s'incarcérer et se coincer dans le spongieux de la colonne postérieure ou de la partie postérieure du toit : ces fragments incarcérés et impactés ont pu interdire la réduction de la colonne postérieure et ont entraîné la nécessité d'un deuxième abord.

Nous pensons que la réduction de la colonne antérieure étant effectuée par voie ilio-inguinale, s'il s'avère très difficile de réduire la colonne postérieure, plutôt que de prolonger considérablement un acte opératoire dans des conditions très difficiles et de réaliser une ostéosynthèse qui sera toujours imparfaite, il vaut mieux refermer la voie ilio-inguinale et, si possible, dans le même temps opératoire, réaliser un abord postérieur de Kocher-Langenbeck qui permettra de réduire parfaitement la colonne postérieure et de découvrir le ou les fragments qui en ont empêché la réduction.

Certaines fractures des deux colonnes sont abordées par voie latérale (fig. 39).

Nous choisissons la voie latérale ou iliocrurale élargie pour opérer les fractures des deux colonnes lorsque la comminution apparaît considérable sur les radiographies classiques et sur le scanner, essentiellement lorsque la colonne postérieure est elle-même divisée en plusieurs fragments, lorsque la fracture intéresse l'articulation sacro-iliaque, ou enfin chaque fois que la complexité de la fracture laisse prévoir que l'utilisation d'une voie d'abord élective, l'ilio-inguinale ou la Kocher-Langenbeck, ne permettrait pas avec certitude de résoudre tout le problème. Enfin, toutes les fractures des deux colonnes opérées après le quinzième jour doivent être abordées par voie latérale, car c'est la seule qui permettra de dégager, avec certitude, la totalité des traits de fracture du cal déjà formé.

Par voie latérale, nous abordons toute la face externe de l'aile iliaque et seule est hors d'accès la partie du cadre obturateur, située au-dessous de l'éminence iliopectinée jusqu'au pôle inférieur de la tubérosité ischiatique.

Sauf dans les cas plus qu'exceptionnels où les deux colonnes sont chacune détachées en un seul fragment (on en a rencontré eux cas dans notre série), la face externe de l'aile iliaque est parcourue par plusieurs traits de fracture qu'il est impossible de réduire et de fixer en même temps. Force est donc de réduire les traits de fracture l'un après l'autre, et il est une règle fondamentale, c'est celle d'essayer d'obtenir une réduction anatomique de chacun des traits que nous allons réduire, car une erreur, acceptée au niveau de la réduction de l'un d'entre eux, est impossible à compenser lorsque l'on réduit les traits suivants.

Il est fréquent que le trait qui divise l'aile iliaque ait un trajet en Y. Le plus souvent nous commençons par réduire la branche postérieure de l'Y et celle-ci

est fixée soit par une petite plaque vissée modelée sur la convexité de la crête, soit par une vis de 3,5 ou 4,5 mm qui chemine entre les deux tables de l'aile iliaque en partant de la convexité de la crête, mais il est alors souvent nécessaire de rajouter une petite plaque à 4 trous pour réduire et fixer parfaitement la partie basse de cette branche postérieure de l'Y. On s'attaque ensuite à la branche antérieure de l'Y, qui est un grand trait divisant l'aile iliaque depuis la crête jusqu'à la colonne postérieure ; ce trait est en général fixé par deux plaques, une sur la convexité de la crête, ou le long de son bord externe, parallèle à elle, et une autre à la partie moyenne ou basse de la fosse iliaque externe. La remise en place de ce fragment antérieur d'aile iliaque rétablit le toit dans sa position et permet donc de replacer la tête dans sa position anatomique.

Il reste alors à réduire la colonne postérieure. Il est très fréquent que nous utilisions l'implantation de deux vis temporaires sur lesquelles s'appuie un davier, ce qui permet de maintenir la colonne réduite pendant qu'une plaque est chantournée pour aller du pôle supérieur de l'ischion jusqu'au-dessus du toit du cotyle. On n'oublie pas, lors de la réduction de cette colonne postérieure, de vérifier qu'il ne subsiste pas de malrotation résiduelle, en introduisant le doigt le long de la grande échancrure sciatique, pour juger de la réduction du trait divisant la surface quadrilatère.

Il est cependant des cas où il apparaît plus facile de replacer d'abord la colonne postérieure et de la fixer à la partie intacte de l'aile, d'abord par une ou deux vis en « lag screw », la fixation étant complétée par une plaque vissée.

Très fréquemment un refend divise la colonne antérieure et la paroi antérieure du cotyle en cheminant dans la gouttière du psoas ou un peu en dessous. On doit alors, au besoin en fléchissant la hanche, contrôler ce trait, le réduire et sa fixation est assurée par une vis de 4,5 ou 6,5 mm introduite selon l'axe de la colonne antérieure, comme il a été décrit plus haut.

Il est aussi possible, pour fixer la colonne antérieure, d'utiliser deux vis longues, de 4,5 ou 6,5 mm de diamètre, qui pénètrent l'une la convexité de la crête, l'autre l'épine iliaque antéro-inférieure et cheminent entre les deux tables de l'aile iliaque.

Enfin, dans certains cas, la réduction des fractures des deux colonnes, en utilisant cet abord iliocrural élargi classique ne ruginant que la face externe, s'avère impossible et on ne parvient pas à réduire les traits qui traversent l'aile iliaque. Nous pensons maintenant judicieux de conseiller alors de désinsérer les muscles abdominaux en continuité avec le muscle iliaque, de la crête et de la fosse iliaque interne sur une étendue suffisante pour contrôler la partie endopelvienne des traits qui divisent l'aile iliaque ; on a ainsi le contrôle des traits de fracture sur les deux faces de l'aile et leur réduction et leur ostéosynthèse sont facilitées.

Il existe assez fréquemment un fragment de paroi postérieure, ou postérosupérieure, qui apparaît détaché isolément. Ce fragment devra être reposé et fixé soit par des vis isolées, soit par une plaque qui le pont, et on utilisera soit la plaque, qui maintient la totalité de la colonne postérieure, soit une autre plaque vissée.

Soins postopératoires

Les drains aspiratifs de Jost-Redon sont placés dans toutes les zones des voies d'abord où la collection d'un hématome s'avère possible. Ces drains sont laissés en place jusqu'à ce qu'ils débitent moins de 5 ml par jour, c'est-à-dire de cinq à dix jours. Nous en plaçons en général trois, quelquefois quatre ou cinq. Il est, en effet, essentiel de drainer par voie ilio-inguinale le canal inguinal, l'espace de Retzius et la fosse iliaque interne ; par voie iliocrurale élargie deux ou trois drains sont nécessaires pour drainer les décollements de la face externe de l'aile iliaque, et un pour la fosse iliaque interne, si elle a été dénudée.

Les anticoagulants sont administrés systématiquement, en fonction du risque que présente le patient, nous utilisons les anticoagulants per os ou les

anticoagulants par voie parentérale. Ils sont commencés la veille de l'intervention si celle-ci n'est pas réalisée en urgence, et le contrôle de l'efficacité de ce traitement est très étroitement surveillé. L'intervention peut très bien être faite sous anticoagulants.

Les antibiotiques sont systématiques et ils ont fait diminuer considérablement le taux des sepsis postopératoires, en particulier lors de l'utilisation de la voie ilio-inguinale. Ces antibiotiques, en général deux, une céphalosporine et la Gentalline® par exemple, sont commencés la veille de l'intervention et sont poursuivis jusqu'à deux jours après l'ablation des Redon.

Aucune immobilisation postopératoire n'est nécessaire. L'ostéosynthèse doit être réalisée d'une manière suffisamment solide pour dispenser de tout moyen de contention postopératoire. La solidité du montage est toujours vérifiée en peropératoire.

Les calmants de la douleur sont utilisés autant que nécessaire d'autant plus qu'il s'agit de sujets jeunes, bien portants, qu'il n'y a aucune raison de laisser souffrir car la douleur postopératoire des premiers jours est importante.

La rééducation est commencée très tôt. Nous autorisons la mobilisation active de l'articulation de la hanche et du membre inférieur correspondant autant que le malade le désire ou peut l'effectuer.

La mobilisation passive sur machine est commencée dès le 2^e jour postopératoire, elle va assurer la flexion-extension passive sur un secteur progressivement croissant, partant de 50 à 60° pour aboutir à 90 ou 100° à la fin de la première semaine. Cette mobilisation passive est effectuée en légère abduction, en cas d'utilisation de la voie latérale.

La mobilisation passive est poursuivie tant que l'opéré est au lit, pendant 10 à 15 jours, et elle est ensuite poursuivie lorsque les malades reprennent la marche sans appui. Cette mobilisation passive sera utilement poursuivie en centre de rééducation ou à domicile.

La marche sur béquilles sans appui est autorisée, en général, entre le 10^e et le 15^e jour en fonction de la complexité du cas, de la qualité de l'ostéosynthèse réalisée et de l'allure des suites postopératoires. L'appui est commencé entre le 75^e et le 90^e jour.

La prévention des ossifications para-articulaires est à faire après utilisation de la voie d'abord de Kocher-Langenbeck ou de l'ilio-crurale élargie. Depuis quatre ans, conjointement avec les équipes travaillant en Amérique, nous combinons l'utilisation de l'indométacine et de la radiothérapie. La radiothérapie a d'abord comporté 3 séances de 4 grays, qui étaient délivrés aux 2^e, 3^e et 4^e jours postopératoires. Maintenant nous faisons administrer 7 grays en séance le lendemain de l'opération. L'indométacine est donnée à la dose quotidienne de 75 mg, répartie en 3 prises et étalée sur 1 mois. Les résultats de ce traitement préventif n'ont pas encore été appréciés en détail, mais ils nous paraissent prometteurs.

Complications

Nous nous référons à la dernière analyse complète de nos résultats qui avait été faite en 1979 et 1980.

Après 426 interventions, réalisées au cours des 3 semaines suivant l'accident, nous avons eu :

12 décès postopératoires (1,9 %) : deux seulement sont liés à la chirurgie du cotyle, une septicémie à *Candida albicans* au terme d'une longue suppuration, une nécrose massive de la fesse par thrombose de l'artère iliaque externe chez une femme âgée après voie ilio-inguinale ; les autres causes de décès se rencontrent dans toutes les chirurgies majeures : infarctus, embolie pulmonaire, erreur de réanimation ;

21 infections postopératoires (4,9 %) avec deux grands pics de fréquence : le début de notre pratique, alors que l'erreur de voie d'abord, la méconnaissance de l'anatomopathologie conduisaient à des opérations laborieuses et longues, et les débuts de l'utilisation de la voie ilio-inguinale.

En effet, après les 22 premiers cas de voie ilio-inguinale, réalisés sans couverture antibiotique, nous avons vu 7 infections de la fosse iliaque interne et du Retzius, alors que les 80 suivants, encadrés par une antibiothérapie, n'ont été suivis que de 1 infection ;

32 paralysies sciatiques postopératoires, soit 7,5 %. Elles appartiennent toutes à la voie postérieure, sauf 1 à la voie ilioinguinale (blessure par une mèche). Avant la traction transcondylienne, leur taux était de 18 %. Depuis l'utilisation de la traction transcondylienne, le taux est tombé à 6 %, et elles ne sont que partielles et beaucoup moins graves. Si ces paralysies persistent malgré la traction transcondylienne, c'est que le nerf peut être blessé par le dérapage de l'écarteur de l'aide, qui reste un instrument dangereux, sur lequel le chirurgien doit veiller en permanence. La récupération peut se poursuivre jusqu'à 3 ans et 2 cas sur 3 ont récupéré une activité tout à fait normale.

Complications évolutives

Parmi celles-ci, nous avons eu :

3 pseudarthroses, soit 0,7 % ;

23 ostéonécroses, soit 5,4 %. 14 cas étaient des nécroses isolées de la tête fémorale, d'étendue variable. Dans 5 cas, la nécrose intéressait le fragment de paroi acétabulaire reposé, soit isolément, soit conjointement, avec la tête fémorale. Nous avons eu 4 nécroses cartilagineuses apparemment pures ;

19 luxations postérieures sur 170 se sont compliquées de nécrose aseptique, soit 11,1 %, et nous devons faire remarquer que 5 réductions chirurgicales, effectuées le 5^e jour, et 5 autres du 14^e au 21^e jour, ne se sont pas compliquées de nécrose. Il semble donc que l'influence de l'heure de la réduction sur le pronostic, considérée comme une donnée classique, depuis les publications de Merle d'Aubigné et de Stewart, ne soit pas aussi grande dans les luxations de la hanche avec fracture du cotyle que dans les luxations pures de la hanche ;

4 nécroses ont été observées après 213 luxations centrales, associées à des fractures de tout type, soit 1,8 %, encore comportent-elles 2 nécroses cartilagineuses pures. En fait, ces 4 cas sont difficiles à étiqueter : nous pensons les nécroses exceptionnelles, sinon impossibles, après luxation centrale de la tête. En fait on trouve facile, car c'est l'excuse assurée, de qualifier ainsi ce qui est une usure céphalique sur une fracture mal réduite.

Pour nous, la chirurgie n'a pas augmenté la fréquence des nécroses, mais elle semble pouvoir en modifier l'allure, en induisant des nécroses cotyloïdiennes puisque nous avons observé 4 cas de nécrose de fragment cotyloïdien reposé, soit antérieur, soit postérieur, et nous attribuons ces nécroses à la dévascularisation chirurgicale de ces fragments.

Arthroses

Parmi 350 fractures revues de 2 à 22 ans après l'intervention, 42 sont atteintes de coxarthrose, soit 12 %.

Dans 19 cas, l'arthrose est purement radiologique et va de pair avec un bon ou très bon résultat clinique ; à l'opposé, dans 23 cas, il y a une arthrose clinique et radiologique évidente dont le résultat fonctionnel est médiocre ou mauvais.

Il est surtout intéressant de faire remarquer que, parmi les 259 réductions parfaites, il y a 14 coxarthroses, 7 sont radiologiques pures et 7 cliniques, soit un taux de 5,4 % ; tandis que parmi les 91 réductions imparfaites, quel qu'en soit le degré, 28 se sont compliquées d'arthrose, soit 31 %, un tiers d'entre elles étant radiologiques pures. Cette différence est hautement significative.

Ossifications para-articulaires

Soixante-quinze cas se sont compliqués d'ossifications para-articulaires. Parmi les 14 cas qui ont entraîné une diminution plus ou moins importante de la mobilité, 6 ont été excisés et ont donné 4 très bons, 1 bon et 1 mauvais résultats, ce dernier en raison d'une infection.

Au total, donc, les complications précoces et tardives sont responsables de 6,9 % de résultats médiocres et de 9,1 % de mauvais résultats, soit dans l'ensemble 16 %.

Résultats

Il est important de constater que sur 427 fractures étudiées en 1979-1980, nous avons obtenu 316 reconstructions parfaites du cotyle et de l'os iliaque, soit 74 %. La fréquence des réductions parfaites décroît, comme il est logique, lorsque la complexité du cas augmente : elle est de 91 % dans les parois postérieures et de 63 % dans les fractures des deux colonnes.

Cent dix réductions étaient donc imparfaites, soit 26 %, et cela en raison de la réduction imparfaite ou mauvaise d'une fracture des colonnes ou d'une composante transversale. Le degré d'imperfection varie beaucoup : dans la moitié des cas imparfaits la tête restait centrée sous le toit en place, mais elle était incongruente au reste du cotyle ; dans un quart des cas environ, il y avait une perte du parallélisme de l'interligne supérieur ; 13 cas présentaient une protrusion céphalique résiduelle et 7 cas étaient des échecs techniques complets ; enfin, dans 11 cas nous avons réalisé une congruence secondaire.

A distance, 350 cas ont été revus de 2 à 22 ans après l'opération. Nous avons noté 265 très bons résultats, soit 76 %, qui sont des hanches cliniquement normales et dans 29 cas un bon résultat clinique, soit 8 %. Là encore, il est utile de comparer les résultats à distance avec la qualité de la réduction peropératoire :

sur 259 réductions parfaites, nous avons eu 218 très bons résultats et 16 bons, soit 90 % de résultats satisfaisants ;

sur 91 réductions imparfaites, nous n'avons que 22 excellents résultats sur 46 (soit 48 %), lorsque la tête est parfaitement recentrée sous le toit, 8 excellents résultats sur 22 lorsqu'il persiste une perte de parallélisme de l'interligne supérieur, aucun excellent résultat en cas de protrusion résiduelle ou d'échec technique, mais 7 très bons résultats sur les 9 cas où nous avons recréé une congruence secondaire.

Chirurgie de quelques cas particuliers

Incarcération fragmentaire

Des 12 cas d'incarcération fragmentaire, 11 se situent dans le cadre des fractures de la paroi postérieure, 1 cas était associé à une fracture transversale.

L'incarcération fragmentaire peut être reconnue d'emblée devant l'irréductibilité d'une luxation postérieure de la hanche, alors que sur la radio de face et sur les deux obliques un volumineux fragment se projette dans l'aire cotyloïdienne ; plus souvent, l'incarcération fragmentaire n'est reconnue qu'après réduction de la luxation de la hanche lorsque la pénétration intra-articulaire d'un petit fragment de paroi postérieure entraîne un bâillement, une excentration de la hanche, le fragment se situant soit dans la partie supérieure de l'interligne, soit dans l'arrière-fond.

Il est, en effet, deux types d'incarcération :

l'incarcération d'un fragment de paroi postérieure toujours petit ayant gardé son pédicule capsulaire et qui vient se loger entre la tête et le toit du cotyle : celui-là est en général reconnu précocement ;

l'autre type est constitué par un fragment libre de la paroi postérieure qui vient se loger dans l'arrière-fond et déporte légèrement la tête en dehors jouant contre la tête fémorale le rôle d'un patin de frein : ces fragments incarcerationnés passent généralement inaperçus et ne seront reconnus que secondairement devant l'apparition d'une raideur progressive de la hanche.

Le diagnostic de l'incarcération fragmentaire est quelquefois difficile, sur la radio de face ou même sur les trois incidences. Des tomographies la démontrent plus facilement, mais c'est là où triomphe l'examen au scanner auquel, s'il est bien fait, aucune incarceration ne peut échapper, quelle que soit la taille du fragment.

Quoi qu'il en soit, le diagnostic d'incarcération fragmentaire renforce, si l'on peut dire, l'indication chirurgicale et la nécessité d'une action rapide. La position à adopter vis-à-vis du fragment est variable, les petits fragments libres ont été enlevés. Dès que le fragment est suffisamment volumineux, on réalise son ostéosynthèse. Mais si le fragment est petit, se borne à quelques millimètres et n'est pas ostéosynthésable, il semble préférable de l'enlever plutôt que de le reposer sans fixation. L'incarcération fragmentaire ancienne, négligée, a justifié, dans plusieurs cas, une arthrotomie de hanche qui a presque toujours été réalisée par voie de Hueter, l'ablation du fragment a été simple si le fragment était libre, il a parfois été nécessaire de faire une ostéotomie du fragment qui s'était soudé à l'arrière-fond. Une récupération très importante, voire totale, des mouvements de la hanche a été en général obtenue.

Association d'une fracture de l'extrémité supérieure du fémur

Dans quelques cas, ont été associées une fracture transcervicale et une fracture de la paroi ou de la colonne postérieure du cotyle. Ces lésions ont toujours été traitées chirurgicalement et abordées sur un malade à plat ventre par voie postéroexterne de Kocher-Langenbeck, qui permet dans un premier temps de réaliser l'ostéosynthèse de la fracture du col du fémur par l'association de deux vis de Venable montées en triangulation et, si possible, d'un greffon pédiculé postérieur comme pour toutes les transcervicales. La tête remontée sur la diaphyse ayant été réduite, la fracture de la paroi ou de la colonne postérieure, voire la transversale associée sont alors réduites et ostéosynthésées comme à l'habitude.

Les fractures trochantériennes ont toujours été rencontrées dans le cadre d'une association fracturaire du cotyle justifiant la voie postérieure de Kocher-Langenbeck, c'est dire que l'ostéosynthèse de la fracture trochantérienne et du cotyle a été, là aussi, réalisée par la même voie d'abord. Nous avons, en général, commencé par la reconstruction de l'épiphyse fémorale supérieure, grâce à une vis plaque.

Association d'une fracture du cotyle et d'une fracture de la diaphyse fémorale

Si nous avons affaire à une fracture du cotyle, opérable par voie postérieure ou par voie latérale, et que la fracture fémorale est une fracture diaphysaire, pouvant être ostéosynthésée soit par un clou, soit par une longue plaque vissée, l'abord de Kocher-Langenbeck, prolongé en voie d'abord postéroexterne du fémur, ou la voie latérale, également prolongée en postéroexterne du fémur, permet de traiter les deux lésions par une seule voie. Mais l'ordre du traitement des deux lésions est affaire de cas particuliers.

Le plus souvent, c'est le cotyle qui est le plus aisé à réduire d'abord, mais il nous est arrivé de ne pouvoir réduire le cotyle sans avoir d'abord réduit la fracture fémorale.

Si la fracture du cotyle nécessite un abord antérieur, c'est lui que nous fixons d'abord car c'est toujours le temps chirurgical le plus difficile et le plus long, puis la fracture du fémur est traitée, soit en retournant le malade si son état est extrêmement satisfaisant, soit en réalisant en décubitus dorsolatéral une voie d'abord postéroexterne pour mettre en place sur la diaphyse une plaque vissée.

En cas de fracture ouverte de la diaphyse fémorale, le parage de la plaie est réalisé en urgence, la fracture mise en extension, et dix à quinze jours plus tard, lorsque la plaie est cicatrisée et qu'aucun signe infectieux ne s'est développé, sont traitées dans le même temps la fracture du fémur et la fracture du cotyle.

Association d'une fracture de la paroi postérieure, d'une fracture du col chirurgical et d'une fracture partielle de la tête fémorale

Le mécanisme sur lequel a beaucoup insisté Merle d'Aubigné est toujours le même. On a d'abord eu une fracture partielle polaire inférieure de la tête, le fragment inférieur et interne restant dans l'articulation, et une luxation de ce qui reste d'épiphyse fémorale supérieure associée à une fracture de la paroi postérieure du cotyle. Un essai intempestif de réduction de la luxation postérieure, parfois même sans contrôle radiologique préalable, a entraîné une fracture du col fémoral.

Aussi la constatation d'une fracture partielle et d'une luxation postérieure du reste de la tête fémorale, qu'elle soit associée ou non à une fracture de la paroi postérieure du cotyle, constitue une indication chirurgicale absolue d'urgence et impose le renoncement à toute tentative de réduction orthopédique même sous anesthésie générale.

Par voie d'abord postéroexterne, la réduction grâce à la table orthopédique est aisément obtenue et on peut, en général, réduire facilement les fragments de tête l'un par rapport à l'autre. Cette réduction doit être absolument anatomique, car s'ils se soudent vicieusement, cela introduira un effet de came, gênant le fonctionnement de la hanche.

La conduite à tenir vis-à-vis du petit fragment de tête est variable, si le fragment est très petit, on est obligé de l'extraire pour éviter sa soudure en mauvaise position. Dès que sa taille le permet, on fixe ce fragment par une ou mieux deux vis de calibre 2,5 ou 2,7 mm, les têtes de vis étant enfouies dans le cartilage articulaire. La nécessité de cette fixation est liée au fait que l'ablation d'un fragment de tête fémorale crée une incongruence articulaire qui, comme toutes les incongruences, peut être à l'origine d'une dégénérescence ostéoarthrosique assez rapide.

Après reconstitution de la tête fémorale, la fracture de la paroi postérieure est alors reposée, vissée et, si besoin, pontée par une plaque vissée.

On peut penser que le fragment inférieur de la tête continue à recevoir une certaine irrigation de la part des vaisseaux du ligament rond, mais, bien entendu, les risques de nécrose du fragment supérieur subsistent comme dans tous les autres cas.

Disjonctions symphysaires associées

Avec une certaine fréquence, la fracture du cotyle s'associe à une disjonction symphysaire. Il s'agit beaucoup plus souvent d'une disjonction sacro-iliaque homologue que d'une disjonction pubienne.

La disjonction pubienne à grand déplacement justifiera, par un abord spécial ou par une prolongation en dedans de l'abord ilioinguinal, la mise en place d'une plaque sur la face supérieure du pubis après réduction de la disjonction.

Si elle est importante, la disjonction sacro-iliaque justifie, par voie ilio-inguinale,

la mise en place d'une plaque à cheval sur la sacro-iliaque après avoir dégagé l'aileron sacré, sur une bande de 1 à 2 cm de large et, par voie latérale, un vissage iliosacré transarticulaire.

Polytraumatisés

La fracture du cotyle peut n'être que l'une des multiples fractures présentées par un polytraumatisé.

L'indication chirurgicale n'en est pas moins absolue et nous rappellerons que ces polytraumatisés sont, selon les principes de notre maître le professeur Judet, traités en un seul temps autant que possible. L'intervention chirurgicale sur chacun des foyers, et en particulier sur le cotyle, étant considérée comme un acte chirurgical spécial entraînant le changement de vêtements et de tout le matériel utilisé. Bien entendu, ces actes chirurgicaux multiples ne peuvent être réalisés que sous couvert d'une réanimation parfaite et minutieusement contrôlée.

[Haut de page](#)

TRAITEMENT DES FRACTURES DU COTYLE AU-DELÀ DE 21 JOURS

La fracture du cotyle est une lésion qui vieillit vite tant l'intensité de l'ostéogenèse réparatrice est grande au niveau des os spongieux du bassin.

En pratique, jusqu'aux environs du 120^e jour, on peut retrouver les traits de fracture et nous avons parlé, à l'intérieur de ce délai, de « lésion ancienne du cotyle ». Au-delà du 120^e jour, la fusion est telle que les traits de fracture ne sont plus repérables opératoirement et l'on a affaire à des cals vicieux. Mais parfois, cet état de cal vicieux est atteint dès le 75^e jour.

Il arrive, dans les fractures complexes, que certains traits soient consolidés vicieusement alors que d'autres sont en état de pseudarthrose.

Les problèmes posés sont très difficiles, mais le pronostic chirurgical est cependant moins mauvais qu'on aurait pu le penser.

Nous ne pouvons traiter en détail ce chapitre et nous ne ferons simplement qu'évoquer quelques problèmes.

Luxations postérieures méconnues associées à une fracture de la paroi postérieure du cotyle

Parmi toutes les lésions cotyloïdiennes, c'est peut-être celles qui vieillissent le plus rapidement. C'est dire que lorsque l'on intervient, on est en présence d'une tête fémorale luxée à la partie postérieure et haute de la fesse, encapuchonnée dans un néocotyle dont les parois sont constituées par l'ostéogenèse réparatrice et par les divers fragments de la paroi postérieure. Le cotyle vrai, ou ce qui en reste, étant encombré lui-même par un tissu fibreux.

Etant donné, comme nous l'avons démontré d'après nos statistiques, que le pronostic, quant au risque de survenue d'une nécrose ischémique de la tête fémorale, est beaucoup moins grave que certains auteurs l'avaient prétendu, il faut actuellement tout faire pour conserver la tête fémorale. En fait, dans ces luxations-fractures postérieures méconnues, nous avons trois objectifs :

dégager le cotyle primitif ;
réintégrer la tête fémorale en place au besoin en sectionnant les muscles péri-articulaires de la hanche autant que nécessaire pour pouvoir abaisser la tête ;

reconstituer une paroi postérieure du cotyle, soit à l'aide des vrais fragments de la paroi postérieure si on les découvre, soit à l'aide des fragments de paroi du néocotyle postérieur que l'on applique sur la tête en les taillant et en les modelant pour qu'ils s'adaptent à l'échancrure fracturaire postérieure, et cette nouvelle paroi postérieure est fixée par des vis ou, mieux, pontée par une plaque vissée modelée.

Il faut insister sur le fait que, lors de la reposition de la tête, la manoeuvre essentielle consiste à exercer sur celle-ci le moins de pression possible et ne pas utiliser d'instruments faisant levier. En fait, il faut nettoyer le cotyle primitif, dégager la tête et couper autant de muscles péri-articulaires que nécessaire pour pouvoir abaisser la tête sans pratiquement aucune traction. Cette libération de la tête s'effectue en faisant imprimer à la tête fémorale un mouvement de rotation interne progressif.

Jusqu'à six mois, nous insistons sur le fait qu'en dehors des cas où l'usure de la tête constatée opératoirement a imposé le sacrifice de celle-ci, nous avons toujours réintroduit la tête fémorale dans ce qui restait de cotyle et reconstitué une paroi postérieure, étant donné que nous sommes actuellement dans l'impossibilité d'apprécier les risques de survie d'une tête fémorale reposée.

Si la nécrose de la tête survient, son traitement arthroplastique en tout cas sera considérablement préparé par la reconstitution d'une paroi postérieure. Il sera aisé de réaliser un type quelconque d'arthroplastie, soit céphalique, soit totale, dans un cotyle qui aura retrouvé sa continence.

Dès maintenant l'IRM permet de dépister les têtes nécrosées et que l'on peut donc sacrifier de prime abord dans ses traitements tardifs.

Fractures anciennes du cotyle autres que les fractures de la paroi postérieure

Schématiquement entre le 21^e jour et le 4^e mois, il nous paraît logique de nous attaquer au traitement chirurgical de toutes les lésions anciennes du cotyle. Le problème du choix de la voie d'abord est un peu plus simple que pour les fractures fraîches. En effet, mis à part les fractures isolées des parois ou des colonnes du cotyle, qui justifient, selon leur siège, la voie postérieure ou la voie antérieure, nous devons dans ces fractures anciennes toujours utiliser un abord large, permettant un contrôle le plus étendu possible de l'os iliaque par la face externe et, si besoin, de la fosse iliaque interne pour dégager la totalité des traits, c'est dire que nous aurons recours alors à la voie iliocrurale élargie.

Quant à la technique, le seul problème est d'arriver à obtenir par la voie d'abord choisie le dégagement complet des traits de fracture de l'ostéogénèse réparatrice déjà constituée et qui les encombre.

Ce dégagement sera réalisé minutieusement, lentement, à la curette, aux ciseaux, à la pince-gouge, de manière à retrouver le dessin initial des traits de fracture, et ce n'est que lorsque ce dégagement des traits sera complet que l'on pourra essayer d'obtenir la réduction.

La réduction étant effectuée, l'ostéosynthèse est réalisée comme dans le cas des fractures fraîches.

Cals vicieux vrais

l'heure actuelle, si la tête fémorale, étudiée au scanner, n'est pas le siège de lésions trop importantes, et s'il est encore possible d'identifier les traits de fracture, on peut s'attaquer à certains cals vicieux vrais du cotyle, qui nécessitent une ostéotomie et même la résection d'une tranche de cal pour pouvoir restaurer l'anatomie initiale.

Par voie de Kocher-Langenbeck, on s'attaquera aux cals vicieux de la paroi postérieure ou de la colonne postérieure.

Pour la fracture de la paroi postérieure, il suffit de repérer l'os sain autour du fragment vicieusement consolidé pour pouvoir ostéotomiser la portion néoformée du cotyle et reconstituer la paroi cotyloïdienne en retaillant les fragments à la demande.

Pour les fractures de la colonne postérieure, on retrouve facilement le niveau du trait sur la grande échancrure sciatique, sur la surface rétrocotyloïdienne et l'ostéotomie de l'arrière-fond est aisée à faire après capsulotomie. Au besoin une ostéotomie de la partie postérieure de la branche ischiopubienne juste en avant de la tubérosité ischiatique permet de mobiliser parfaitement la colonne et de la ramener en bonne position, la fixation étant alors assurée par vis et plaque. L'ostéotomie d'une soudure de la colonne postérieure à la face antérieure du sacrum est également possible, mais il faut bien surveiller la fessière pendant son exécution.

Les fractures transversales pures et les fractures transversales associées à une paroi postérieure, consolidées vicieusement, seront abordées par voie iliocrurale élargie. Cette voie permet, au besoin en dénudant la fosse iliaque interne, de contrôler la totalité du trait transversal et de réaliser l'ostéotomie soit d'arrière en avant, soit de dehors en dedans grâce à la capsulotomie, celle-ci permettant de contrôler parfaitement le trait endopelvien et de réaliser l'ostéotomie et l'excision du cal dont nous parlions tout à l'heure en partant du trait traversant la surface articulaire. Ainsi, on parvient à restaurer la sphéricité cotyloïdienne. S'il existe une paroi postérieure associée, celle-ci est d'abord ostéotomisée, ce qui permet un contrôle encore plus aisé du trait transversal et, après fixation de la fracture transversale par une vis dans l'axe de la colonne antérieure et une plaque vissée en arrière, on repose le fragment postérieur, qui est alors fixé pour son propre compte.

Les fractures de la colonne antérieure ou de la paroi antérieure vicieusement consolidées ont été abordées par voie ilio-inguinale. C'est une intervention difficile et une des conditions du succès est l'absence d'ostéoporose importante de cette colonne.

Les fractures des deux colonnes non congruentes et vicieusement consolidées sont celles qui aboutissent le plus rapidement à la détérioration de l'articulation. Très souvent, s'associent des traits vicieusement consolidés et des traits pseudarthrosés. Mais la reconstruction de l'os iliaque et du cotyle, plusieurs mois après une fracture des deux colonnes, a été jusqu'ici le plus souvent impossible et on s'est contenté, lorsque l'indication nous paraissait licite, d'une intervention limitée visant à reconstituer simplement la congruence cotyloïdienne en ostéotomisant et en reposant contre la tête déplacée et congruente au reste du cotyle, la paroi ou la colonne postérieure ; cela n'est possible qu'en acceptant de laisser persister un cal vicieux de l'os iliaque.

Coxarthrose post-traumatique évoluée

Elle est justiciable de la prothèse totale.

Si la consolidation cotyloïdienne a été obtenue partout, même vicieusement, la réalisation de la prothèse totale pose quelques problèmes, mais qui sont en général possibles à résoudre.

Par contre, si la consolidation est inégalement réalisée et que certains traits sont pseudarthrosés, le pronostic de la prothèse totale n'est pas bon si on ne prend pas soin de réaliser une reconstruction de la cavité cotyloïdienne par des greffes

ou de l'os de banque et de fixer solidement avant de mettre en place le cotyle prothétique. La marche sur béquilles sans appui ou en appui partiel peut être indiquée pendant 3 mois.

L'utilisation de cotyles métalliques sphériques perforés de nombreux trous permet la mise en place de vis solidarissant en place ou presque les différents fragments du cotyle. Le cotyle prothétique est ensuite scellé dans ce cotyle métallique.

Nécroses

Les nécroses céphaliques limitées peuvent se stabiliser et être, pendant de très longues années, compatibles avec une activité subnormale et une vie possible. La nécrose peut être ainsi considérée comme tolérée et l'on a le droit d'attendre la phase de décompensation, si elle survient un jour, pour proposer son traitement arthroplastique.

Les nécroses massives de la tête sont justiciables du traitement arthroplastique. Un seul problème se pose : quelle est la nature de l'arthroplastie à réaliser ? Jusqu'à ces dernières années, nous réalisions des arthroplasties céphaliques simples en complétant au besoin celles-ci par une butée postérieure ; actuellement, il nous semble que si l'arthroplastie devient nécessaire, et que les dégâts cotyloïdiens sont un peu marqués, c'est à l'arthroplastie totale qu'il faut avoir recours.

Les nécroses associées de la tête et du cotyle posent beaucoup plus de problèmes. Elles sont heureusement rares et les cas que nous avons observés jusqu'ici ont été traités en cas de nécrose de la paroi postérieure et de la tête soit par arthroplastie céphalique et butée, soit par arthroplastie totale associée à une réfection du segment pariétal cotyloïdien nécrosé.

Pseudarthroses du cotyle

Elles sont rares. Elles sont justiciables de la réduction du déplacement après excision du tissu interfragmentaire et d'une ostéosynthèse solide par vis et plaque vissée.

Sciatiques

Un certain nombre de sciatiques vont justifier ou nécessiter un traitement chirurgical pour leur propre compte, quel qu'ait été le traitement initial.

Deux types d'intervention en fait ont été réalisés : la neurolyse du sciatique qui était parfois entourée d'une gaine scléreuse et/ou l'ostéotomie, puis la reposition d'un fragment cotyloïdien postérieur qui était déplacé en arrière et soulevait le nerf comme un chevalet.

Des interventions palliatives sont parfois nécessaires à la fin des délais normaux de récupération, elles dépendent de l'étendue de la paralysie résiduelle.

Malgré l'expérience déjà acquise, malgré la conception d'instruments et d'agents d'ostéosynthèse mieux adaptés à l'os iliaque, la chirurgie du cotyle reste une chirurgie difficile et parfois pleine d'embûches. Elle nécessite un apprentissage qui commence par celui de la lecture radiologique, qui doit se faire avec un crayon, un papier-calque et un os sec en main. Nul ne devrait aborder un cotyle s'il n'est pas capable de reproduire sur l'os sec la fracture qu'il a à traiter et s'il ne maîtrise pas parfaitement, sur le cadavre, les différentes voies d'abord. Il est vrai que si le scanner à trois dimensions se généralise, la compréhension radiologique des fractures du cotyle sera plus aisée.

Comme la fréquence de ces fractures a un peu diminué ces dernières années, une complète expérience est difficile à acquérir. Certes les fractures élémentaires, si on les étudie bien, sont en général simples à réduire, mais il n'en est pas de même des fractures complexes et nous croyons que ces cas-là mériteraient d'être centralisés. Nous avons bénéficié d'une telle chance quand nous étions les pionniers de cette chirurgie) et c'est grâce à cela que notre taux de réduction parfaite est maintenant si satisfaisant.

Nous croyons qu'il faut suivre cet exemple. C'est ce qui se passe actuellement dans différents centres des Etats-Unis ou du Canada, où les chirurgiens, qui sont venus étudier près de nous, font une chirurgie du cotyle de très bonne qualité et bientôt leurs statistiques nous étonneront.

Références

JUDET R., LETOURNEL E. - Traitement chirurgical des fractures du cotyle - Actualités orthopédiques de Raymond-Poincaré - Tome 5. - Masson et Cie, éd., Paris, 1966.

JUDET R., JUDET J., LETOURNEL E. Fractures of the acetabulum. Classification and surgical approaches for open reduction. Preliminary report. *J. Bone Joint Surg.* 1964 ; 46 A : 1615-1646

JUDET R., LETOURNEL E. - Les fractures du cotyle. - Masson et Cie, éd., Paris, 1974.

LETOURNEL E. - Les fractures du cotyle. - Thèse, Paris, 1960 (Bibliographie antérieure à 1960).

LETOURNEL E. - Anatomie pathologique des fractures du cotyle. - Actualités orthopédiques de Raymond-Poincaré - Tome 5. - Masson et Cie, éd., Paris, 1966.

LETOURNEL E. Acetabulum fractures : classification and management. *Clin. Orthop.* 1980 ; 151 : 81-106

LETOURNEL E., JUDET R. - Fractures of the acetabulum. - Springer Verlag, ed., New York, Berlin, 1981.

MEARS D.C., RUBASH H.E. - Pelvic and acetabular fractures. - Slack, ed., 1986.

TILE M. - Fractures of the pelvis and acetabulum. - Williams & Wilkins, ed., Baltimore, London, 1984.

VACHER D. - L'incarcération fragmentaire au cours des fractures du cotyle. - Thèse, Paris, 1967.

© 1991 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Fig 1 :

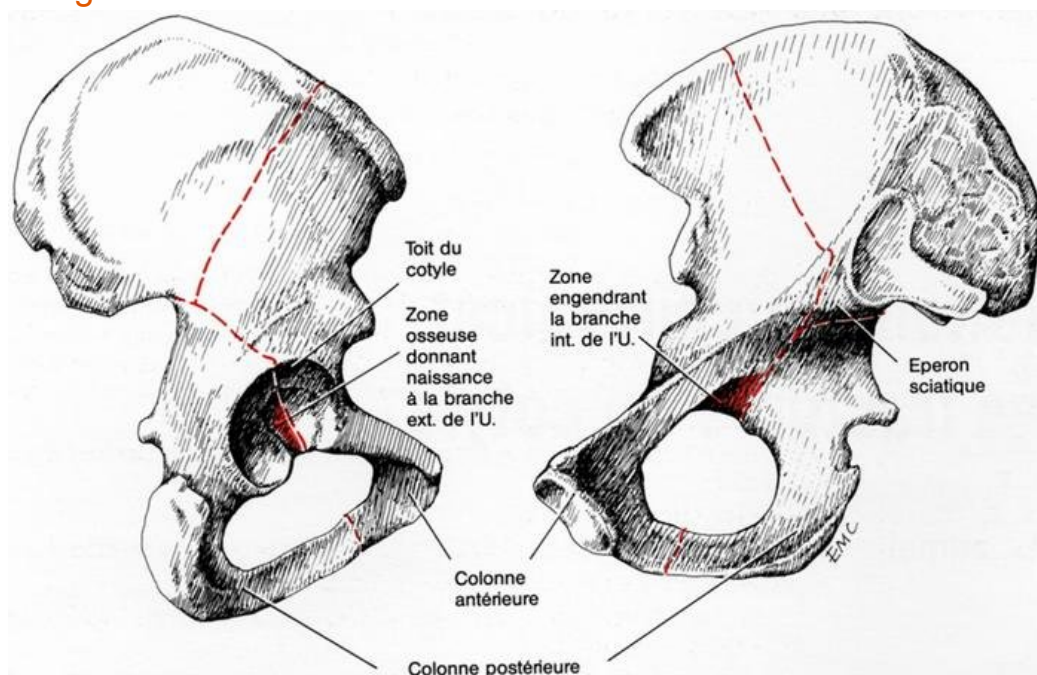


Fig 1 :

Vues exo- et endopelvienne de l'os iliaque avec, en pointillé, les limites des colonnes du cotyle.

Fig 2 :

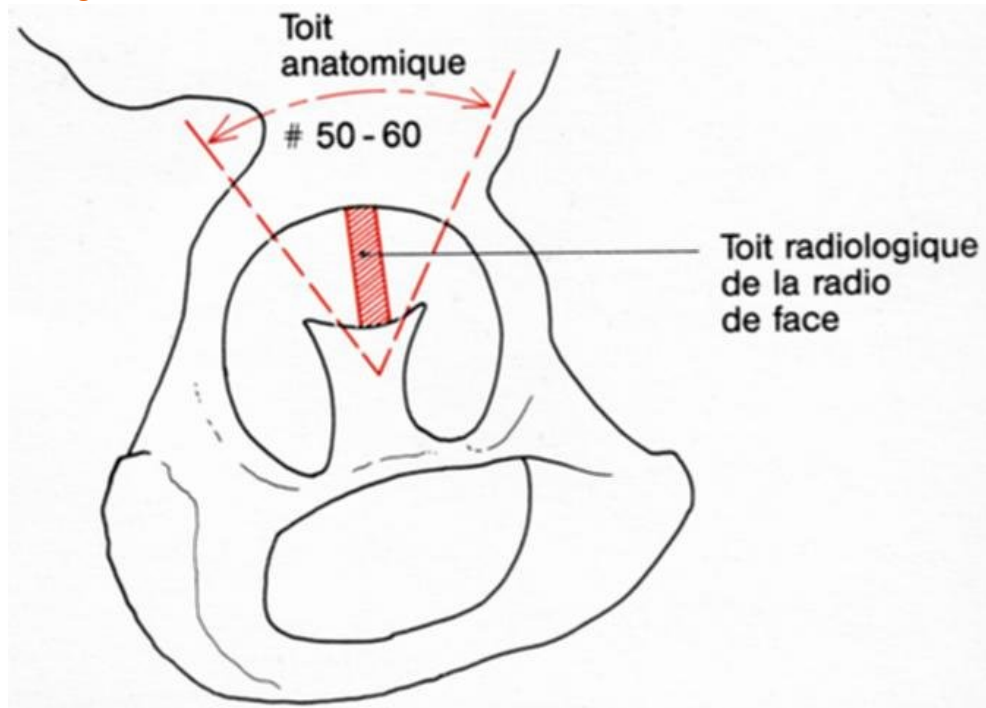


Fig 2 :

Diagramme expliquant la différence entre le toit anatomique et le toit radiologique à la radio de face.

Fig 3 :

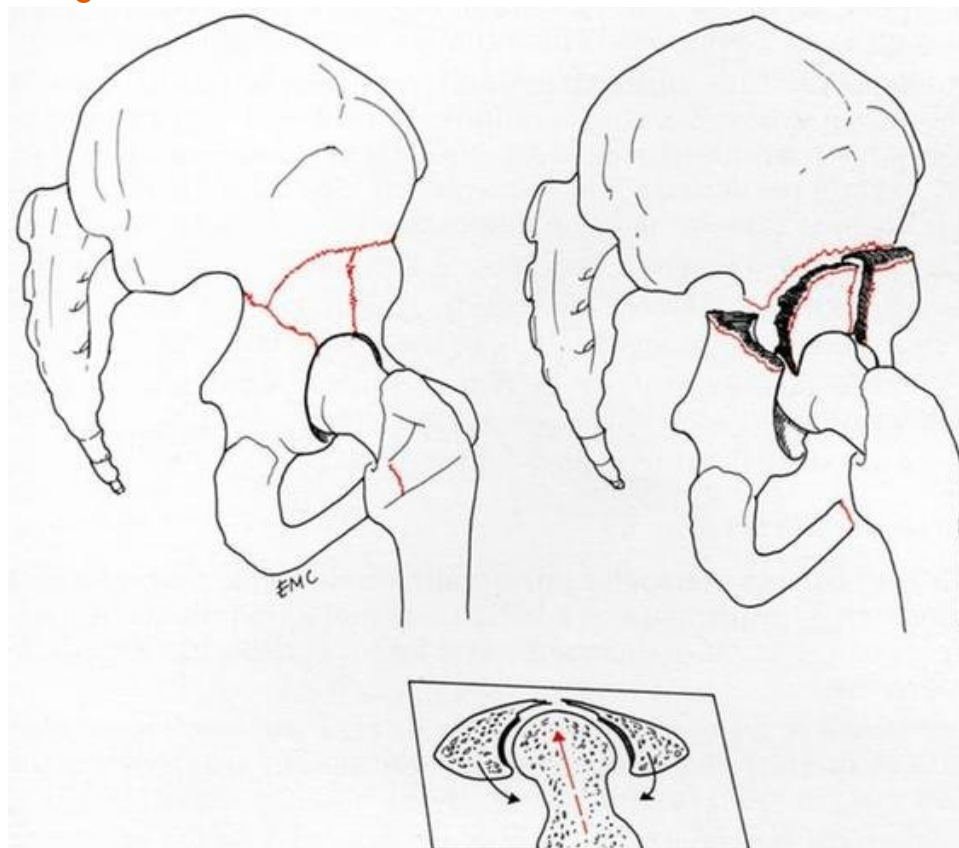


Fig 3 :

Fracture des deux colonnes du cotyle avec déplacement, celui-ci réalisant une congruence chirurgicale secondaire.

Fig 4 :

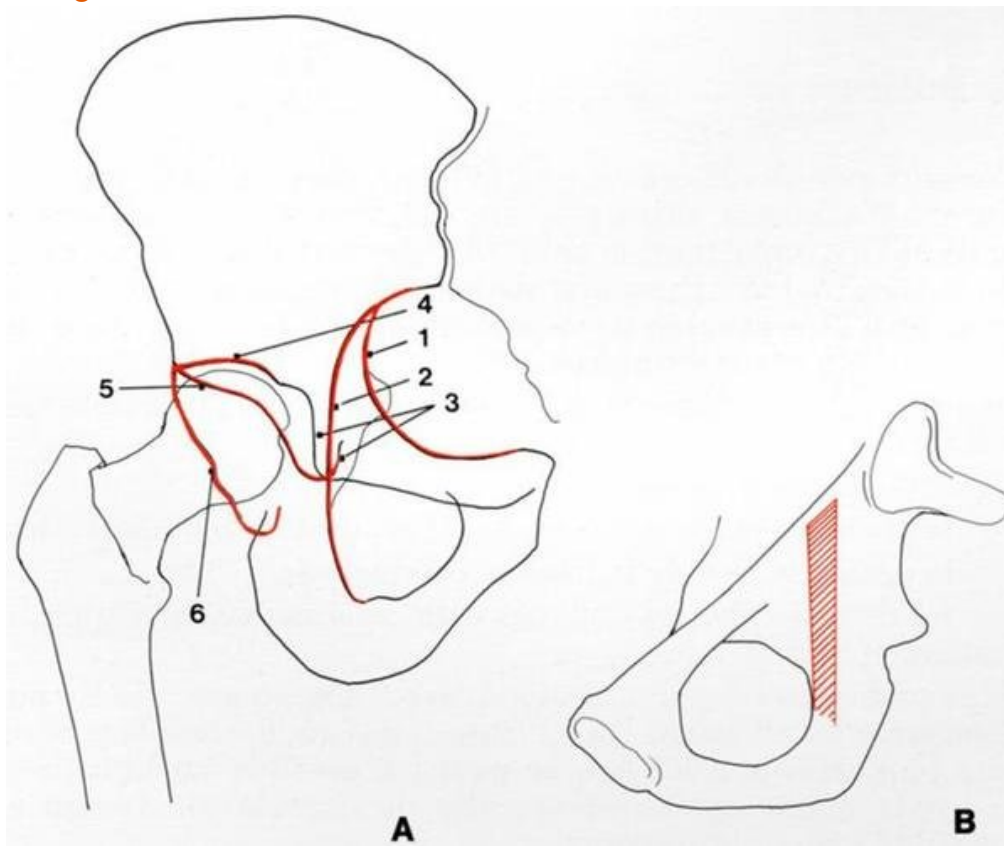


Fig 4 :

A : Radio de face de la hanche avec les six repères radiologiques les plus importants.

B : Vue endopelvienne de l'os iliaque, la surface hachurée est à l'origine de la ligne radiologique ilio-ischiatique sur la radio de face.

Fig 5 :

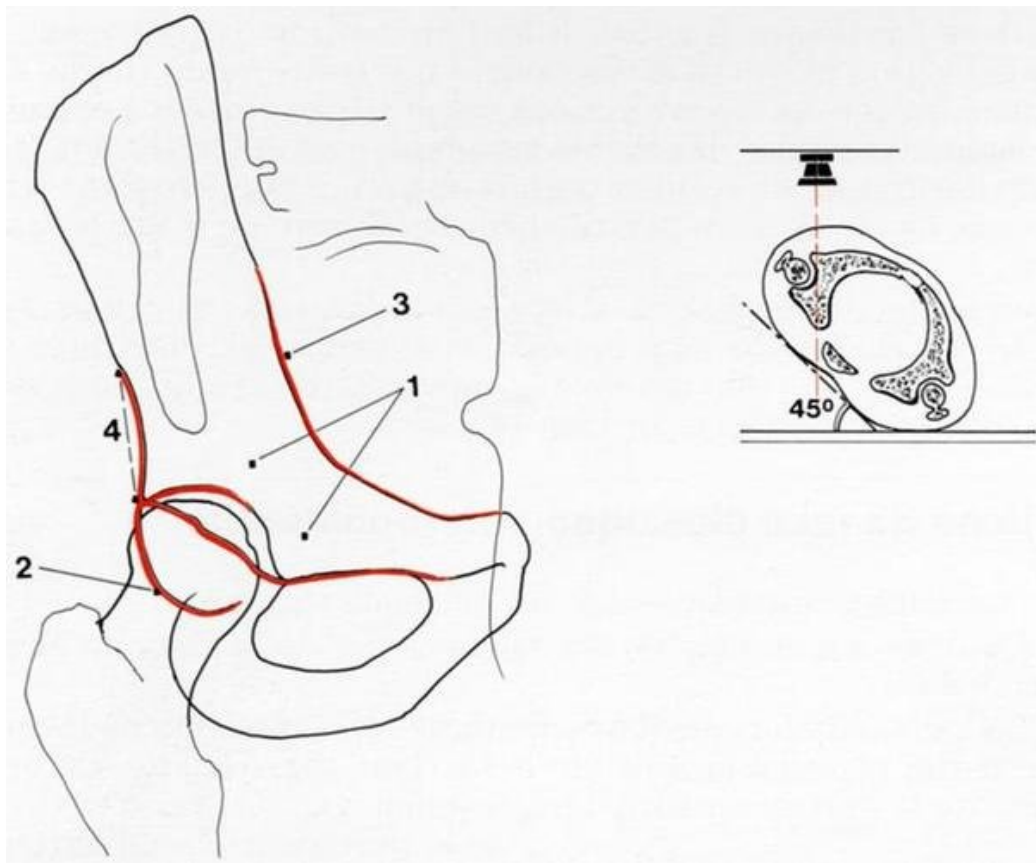


Fig 5 :

L'oblique obturatrice et ses principaux repères radiologiques.

Fig 6 :

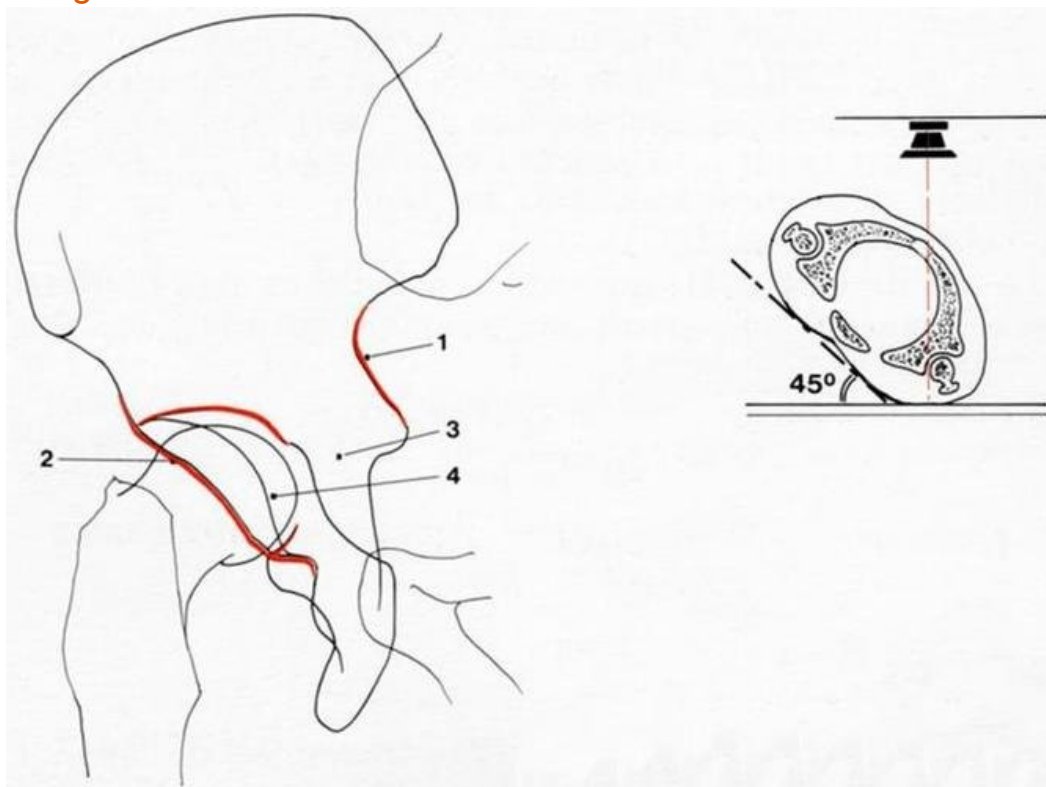


Fig 6 :

L'oblique alaire et ses principaux repères radiologiques.

Fig 7 :

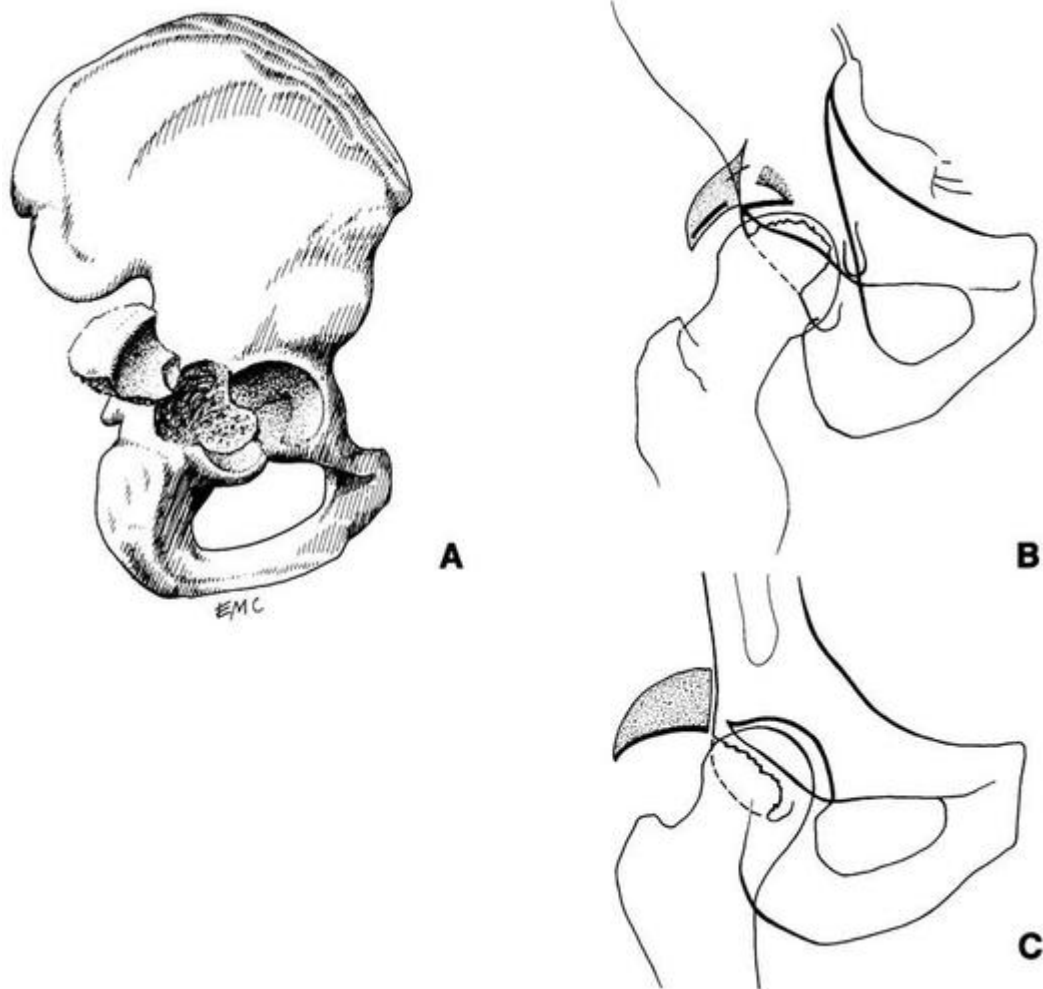


Fig 7 :

Fracture pure de la paroi postérieure.

A : Reproduction sur l'os sec.

B : La radio de face, la luxation étant réduite.

C : L'oblique obturatrice qui montre le mieux le volume du fragment déplacé.

Fig 8 :

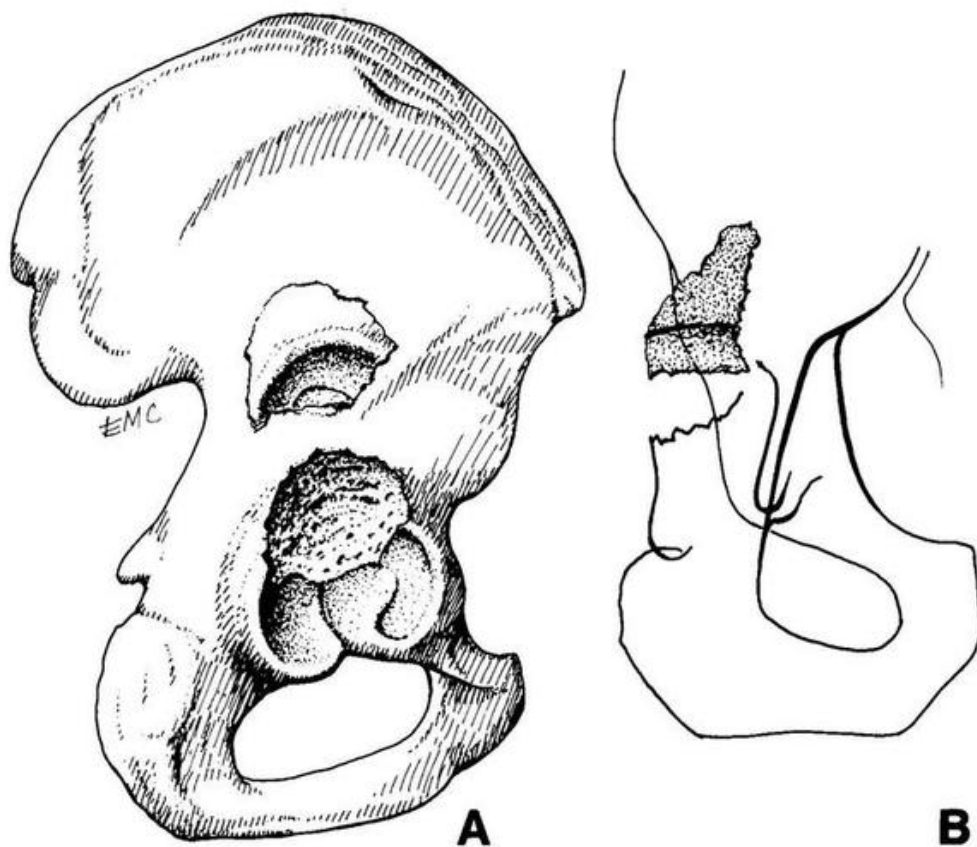


Fig 8 :

A : Fracture postérosupérieure reproduite sur l'os sec.

B : Schéma de la radio de face d'un cas typique.

Fig 9 :

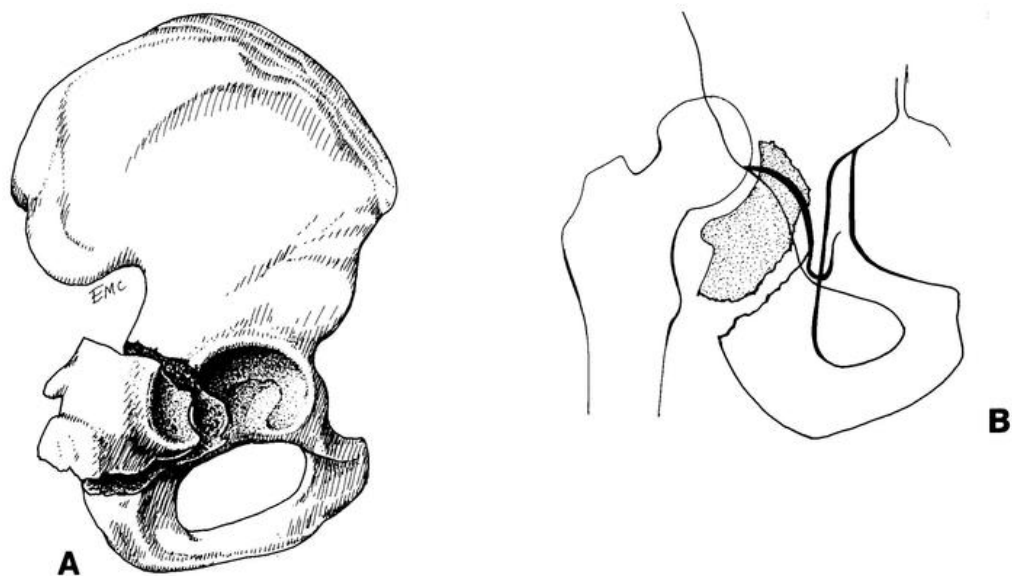


Fig 9 :

A : Fracture postéro-inférieure reproduite sur l'os sec.

B : La radio de face d'un tel cas.

Fig 10 :

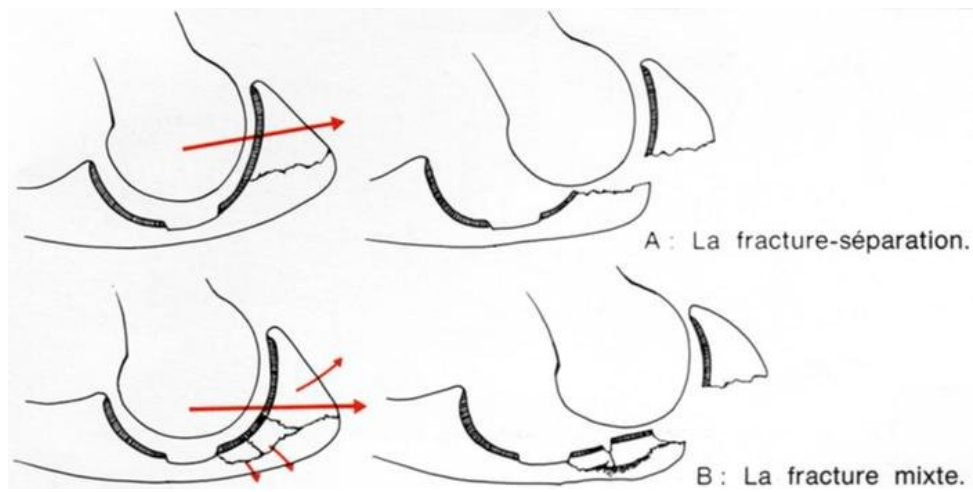


Fig 10 :

Diagrammes des deux types de fracture de la paroi postérieure.

Fig 11 :

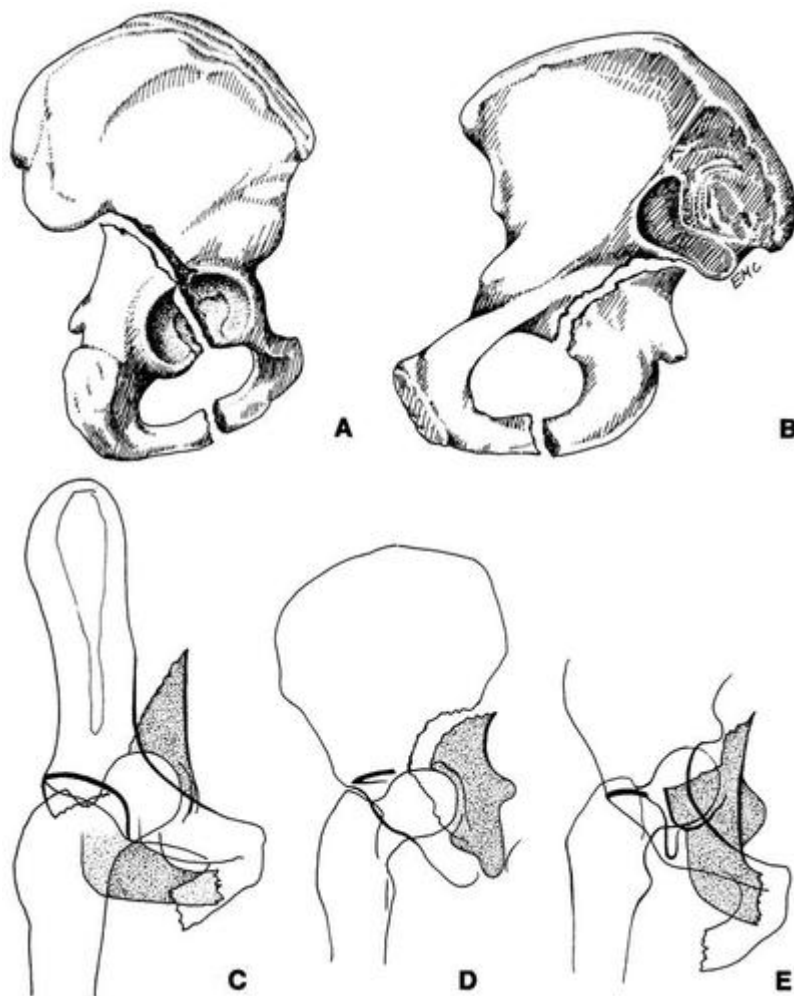


Fig 11 :

A : Vue exopelvienne d'une fracture de la colonne postérieure.

B : Vue endopelvienne.

C : Schéma de la radio de face.

D : Schéma de l'oblique alaire.

E : Schéma de l'oblique obturatrice.

Fig 12 :

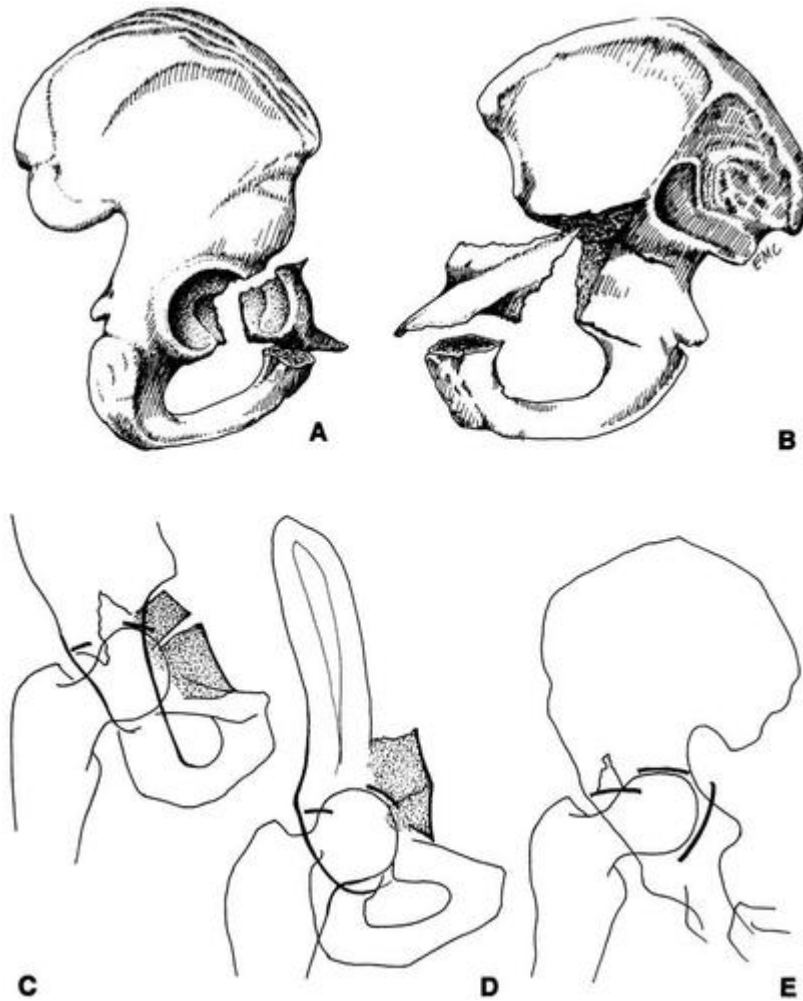


Fig 12 :

A : Vue exopelvienne d'une fracture de la paroi antérieure.

B : Vue endopelvienne.

C : Radio de face.

D : Oblique obturatrice.

E : Oblique alaire.

Fig 13 :

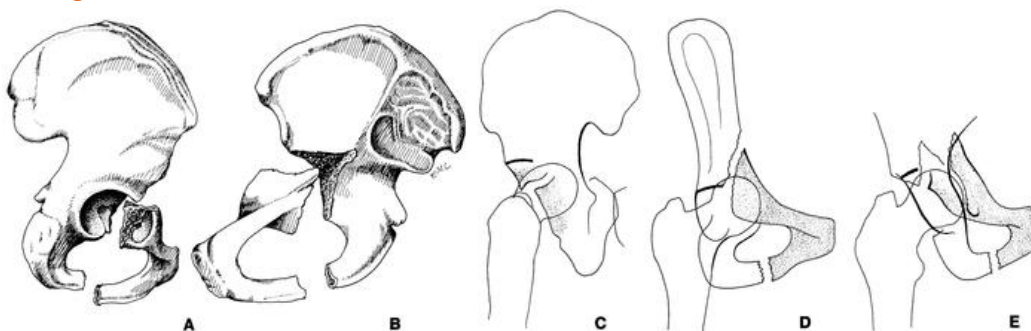


Fig 13 :

A : Vue exopelvienne d'une fracture basse de la colonne antérieure.

B : Vue endopelvienne.

C : Radio de face.

D : Oblique obturatrice.

E : Oblique alaire.

Fig 14 :

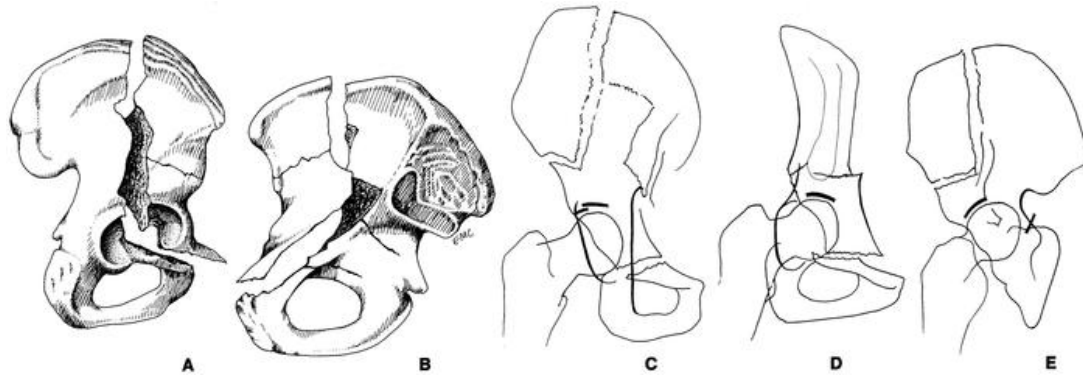


Fig 14 :

A : Vue exopelvienne d'une fracture haute de la colonne antérieure.

B : Vue endopelvienne.

C : Radio de face.

D : Oblique obturatrice.

E : Oblique alaire.

Fig 15 :

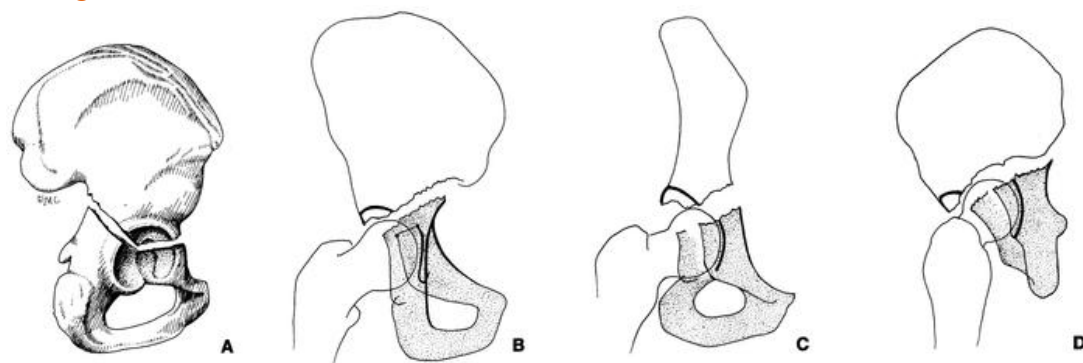


Fig 15 :

A : Fracture transversale juxtatectale.

B : Radio de face.

C : Oblique obturatrice.

D : Oblique alaire.

Fig 16 :

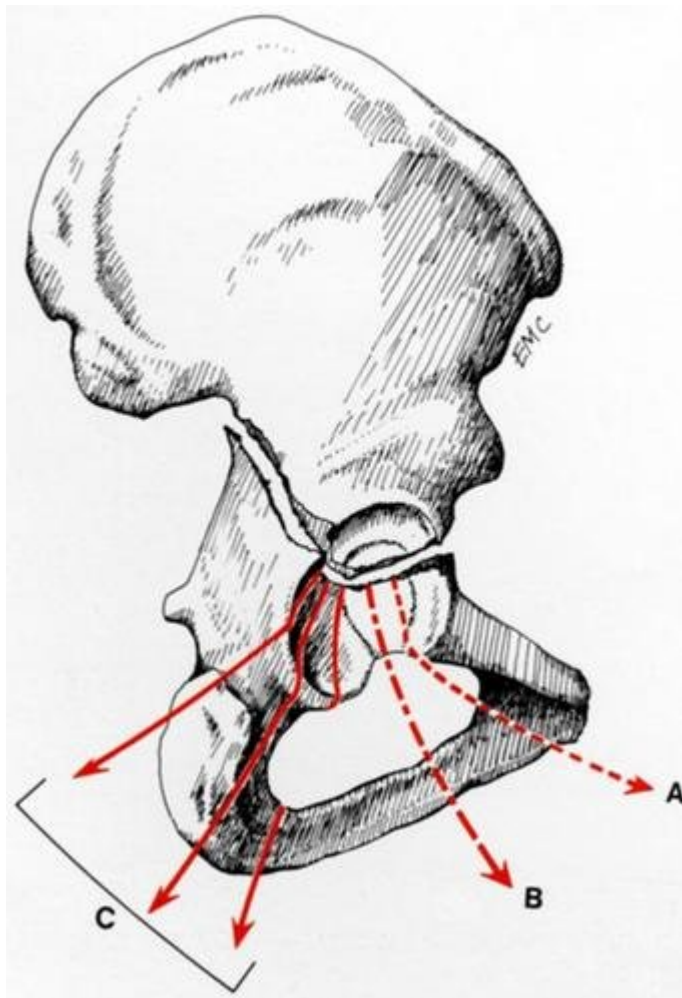


Fig 16 :

Les différentes possibilités de fracture en T.

Fig 17 :

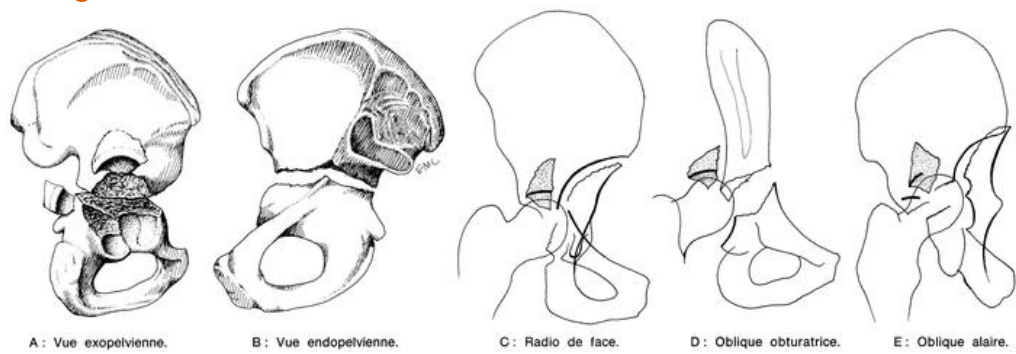


Fig 17 :

Fracture transversale et postérieure.

Fig 18 :

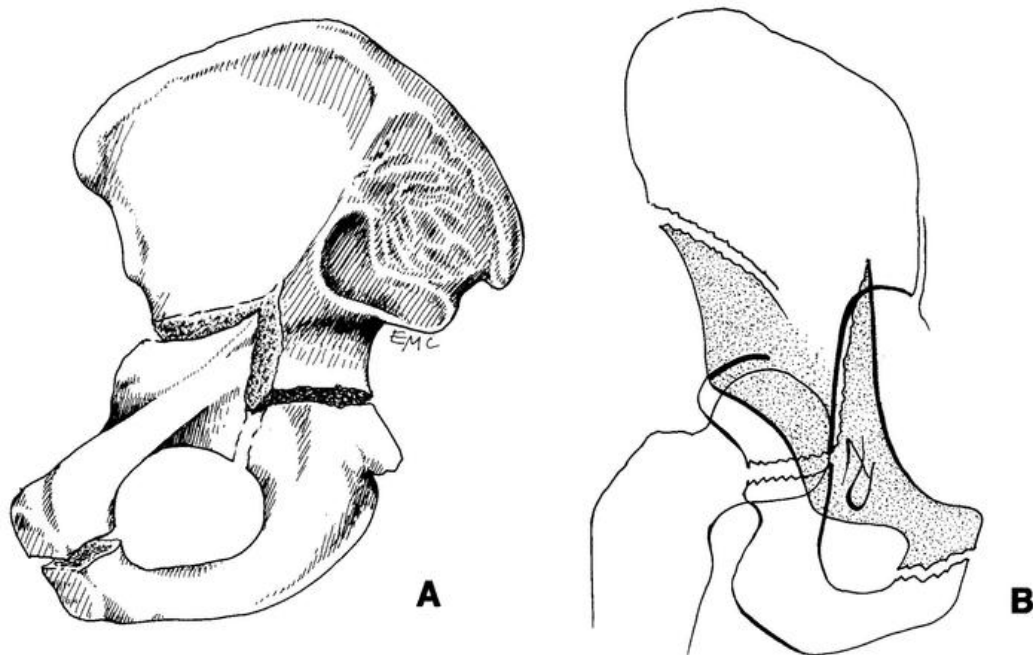


Fig 18 :

A : Fracture associant une colonne antérieure basse et une hémitransversale postérieure.

B : La radio de face d'un tel cas.

Fig 19 :

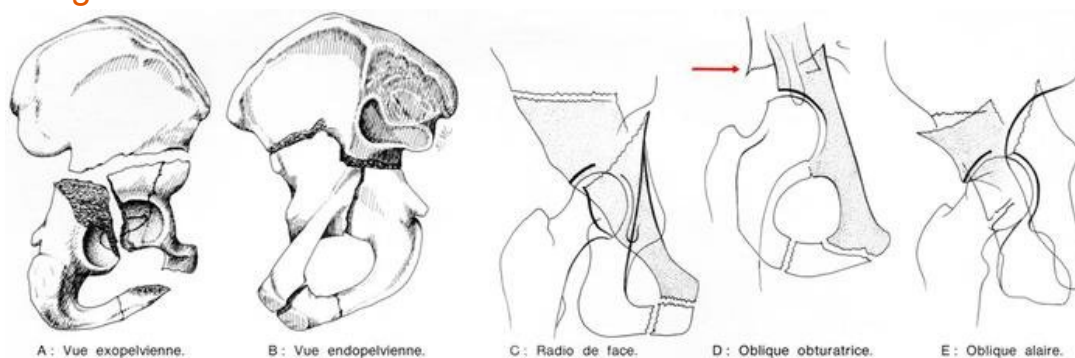


Fig 19 :

Fracture des deux colonnes du cotyle dont le trait aboutit à l'échancrure interépineuse.

Fig 20 :

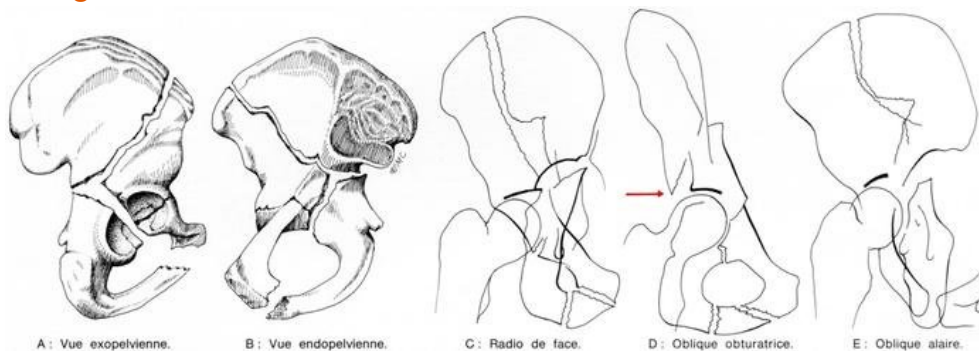


Fig 20 :

Fracture des deux colonnes dont les traits aboutissent à la crête iliaque.

Fig 21 :

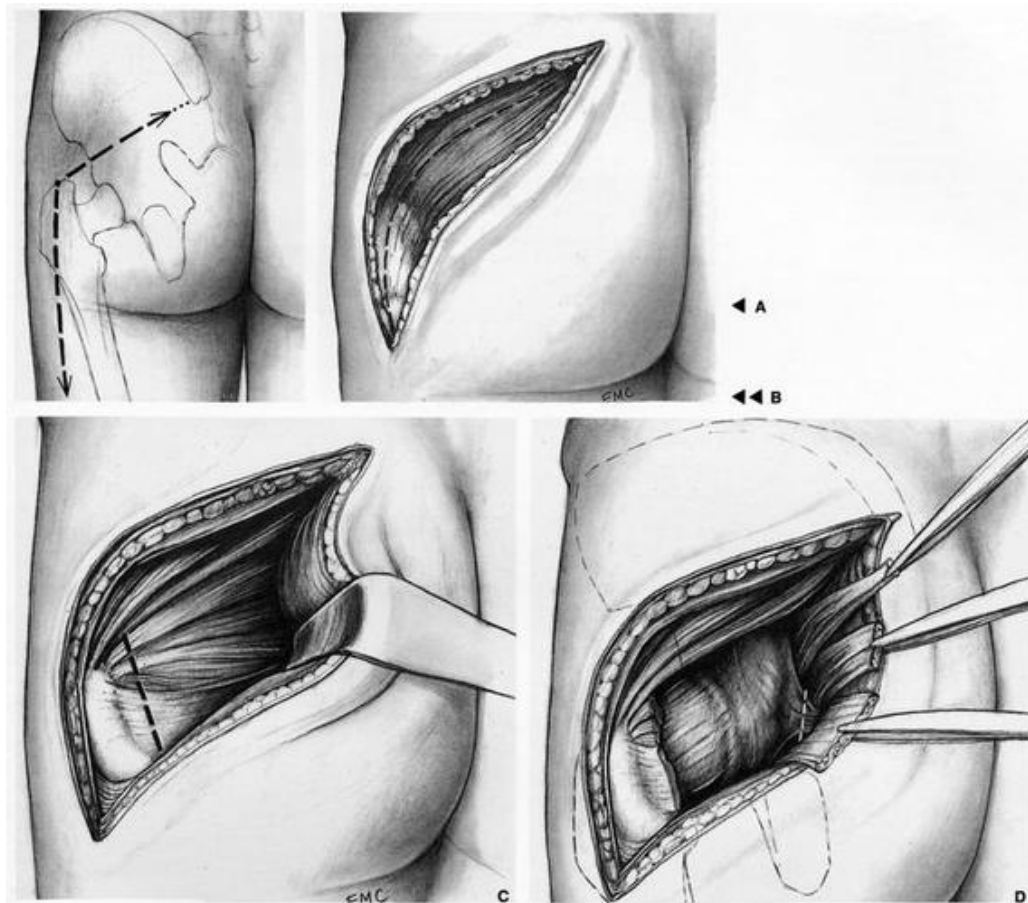


Fig 21 :

Voie de Kocher-Langenbeck.

A : Le tracé de l'incision.

B : Le plan du grand fessier.

C : La section des rotateurs externes.

D : La section de l'épine sciatique et l'abord procuré par cette voie sur la colonne postérieure.

Fig 22 :

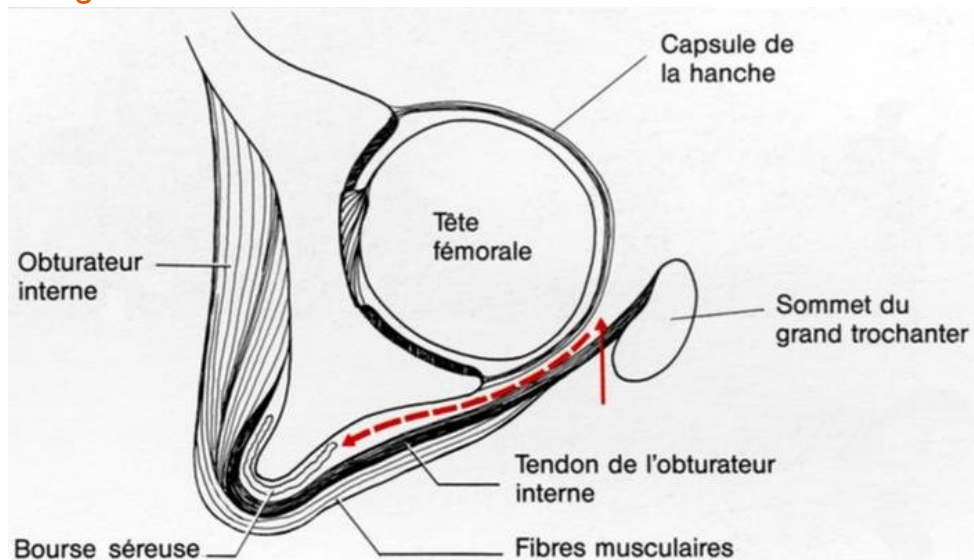
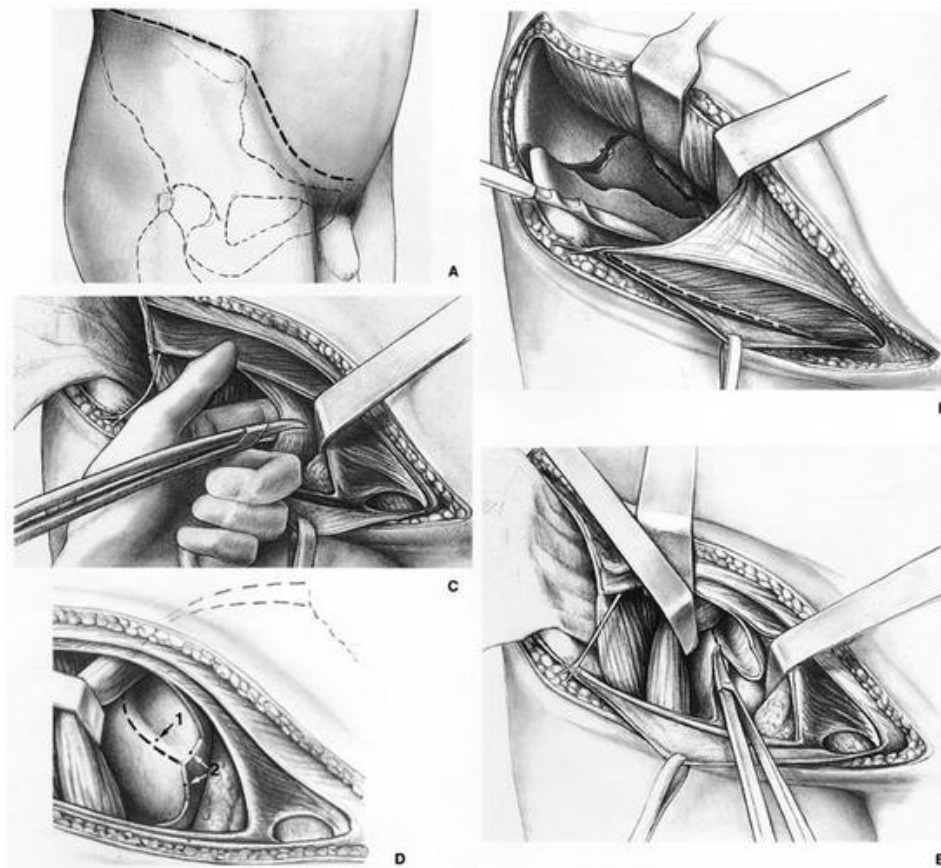


Fig 22 :

Coupe horizontale de la hanche, passant par la petite échancrure sciatique et intéressant tout le trajet de l'obturateur interne.

fig. 23 :



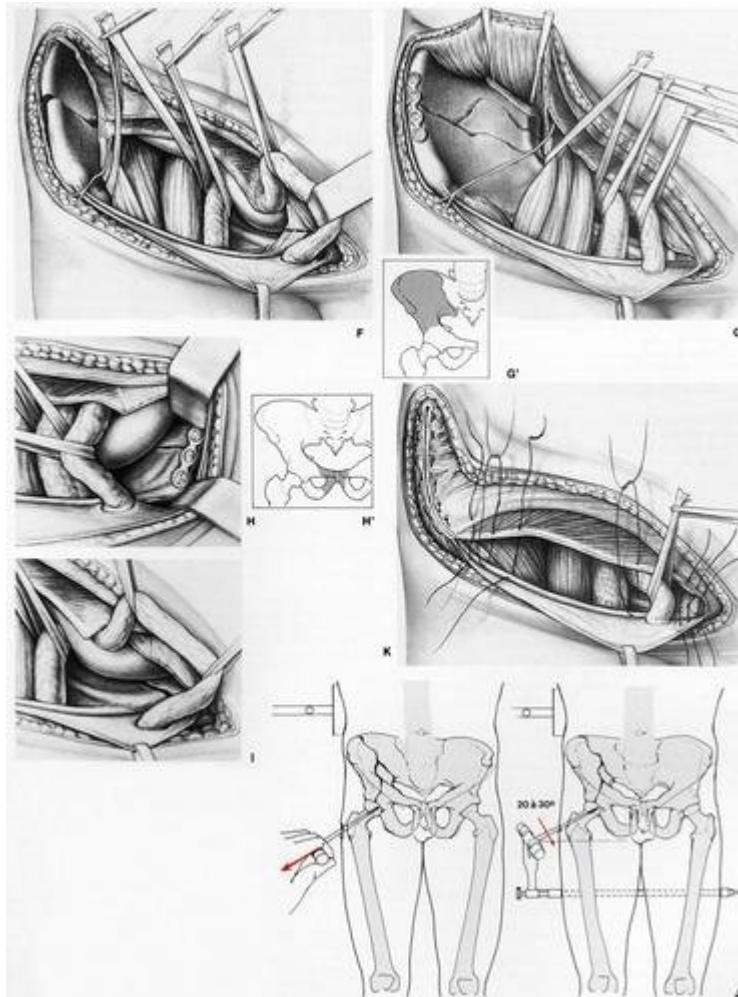


fig. 23 :

A : Tracé de l'incision ilio-inguinale.

B : Exposition de la fosse iliaque interne, section du tendon du grand oblique et de l'origine du tendon conjoint en pointillé.

C : Section de la bandelette iliopectinée.

D et E : Section du fascia iliaca le long du détroit supérieur.

F : Voie ilio-inguinale achevée. Ont été placés sur des lacs, de dehors en dedans, l'iliopectineal et le crural, les vaisseaux iliaques externes, le cordon spermatique.

G : Accès permis à l'os iliaque par la fenêtre externe de l'ilio-inguinale.

G' : Vue schématique de la fenêtre externe de l'ilio-inguinale.

H : Accès permis en dedans du cordon spermatique. Une plaque est placée sur la symphyse.

H' : Diagramme.

I : Accès autorisé entre le cordon spermatique et les vaisseaux.

J : Utilisation de la traction latérale au cours de l'ilio-inguinale pour extraire la tête de sa position en luxation centrale.

K : Fermeture de l'ilio-inguinale.

Fig 24 :

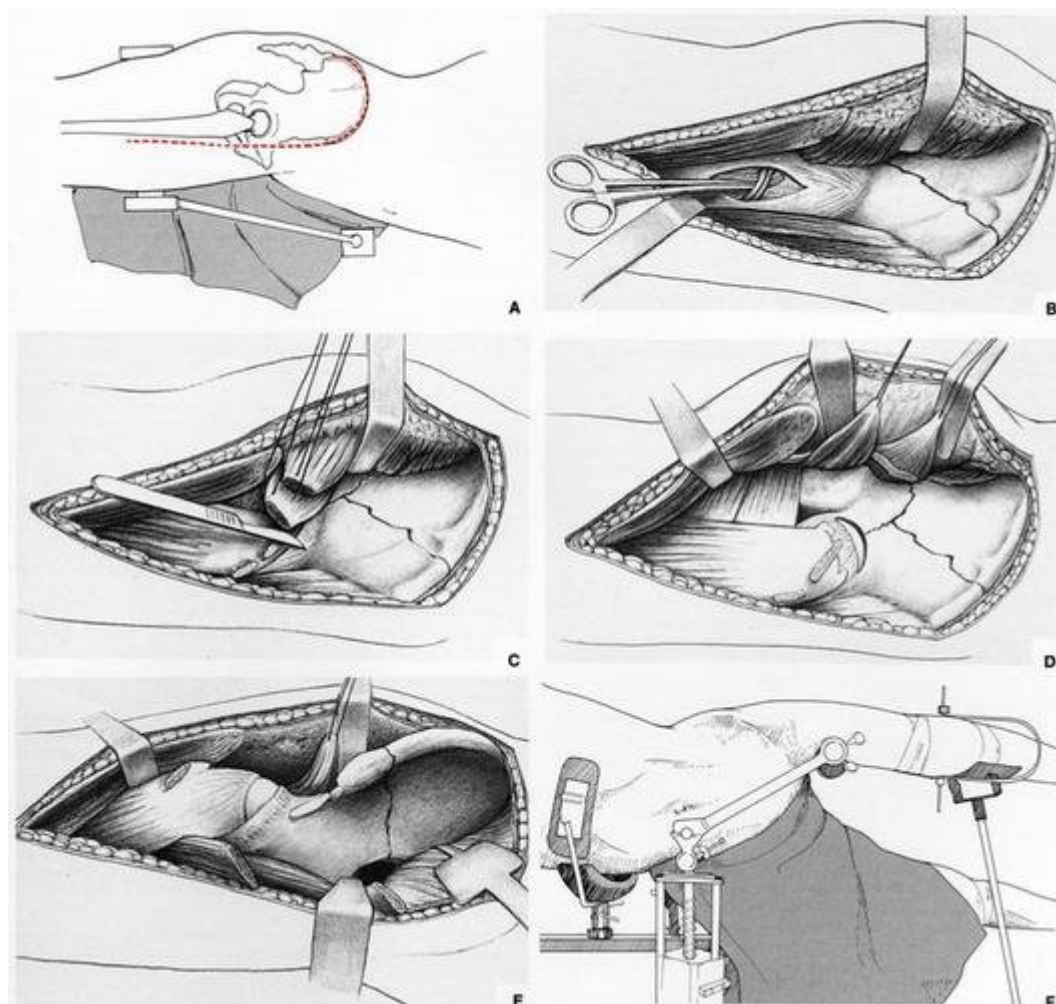


Fig 24 :

A : Tracé de l'incision de la voie latérale.

B : Exposition de la fosse iliaque externe, incision de l'aponévrose située sous le droit antérieur et ligature des vaisseaux circonflexes antérieurs (d'après Matta).

C : Section des tendons petit et moyen fessiers, à 1 cm de leur insertion trochantérienne (d'après Matta).

D : Section des rotateurs externes, obturateur interne et pyramidal et capsulotomie de hanche (d'après Matta).

E : Exposition de la fosse iliaque interne par désinsertion des muscles abdominaux de la crête iliaque et du psoas iliaque de la fosse iliaque interne (d'après Matta).

F : Schéma montrant l'utilisation d'une barre horizontale placée sous la cuisse et qui, pouvant être surélevée ou abaissée, permet de positionner la tête fémorale pendant la reconstruction du cotyle.

Fig 25 :

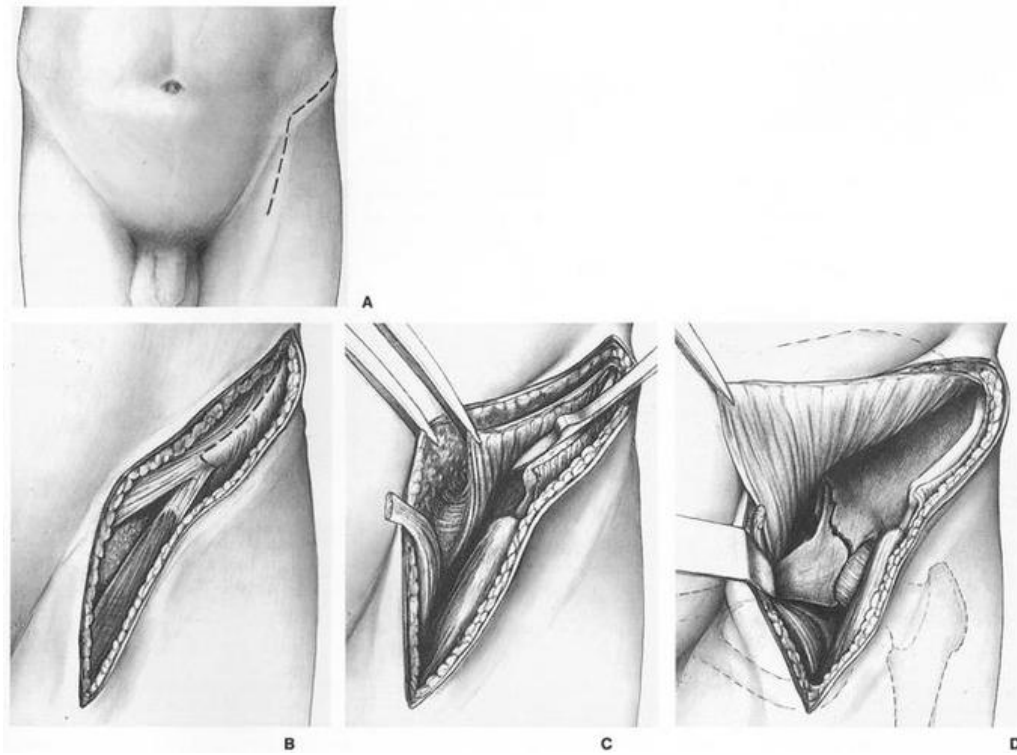


Fig 25 :

A : Tracé de l'incision iliocrurale.

B : Tracé de l'incision de désinsertion de l'iliaque et du couturier.

C : Dégagement de la fosse iliaque interne.

D : Accès permis par cette voie, utilisée pour traiter une fracture basse de la colonne antérieure.

Fig 26 :

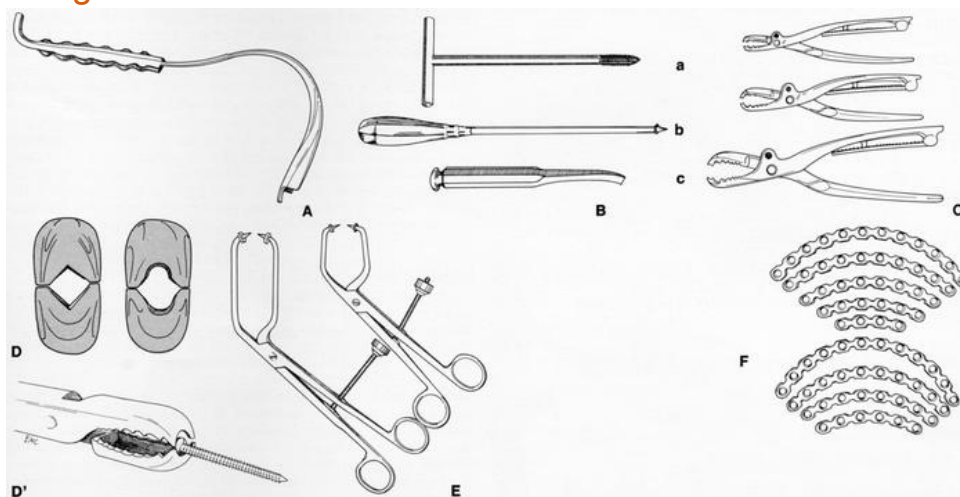


Fig 26 :

A : Ecarteur à sciatique.

Ba : Extracteur de la tête fémorale.

b : La pointe Picador.

c : Le ciseau de MacEwen.

C : Trois types de daviers de Farabeuf.

D et D' : Modification des extrémités des mors des daviers de Farabeuf pour qu'ils s'appuient aisément sur une vis (D').

E : Les daviers de Matta modifiés.

F : Les plaques à cotyle EL dans leurs deux types de courbure.

Fig 27 :

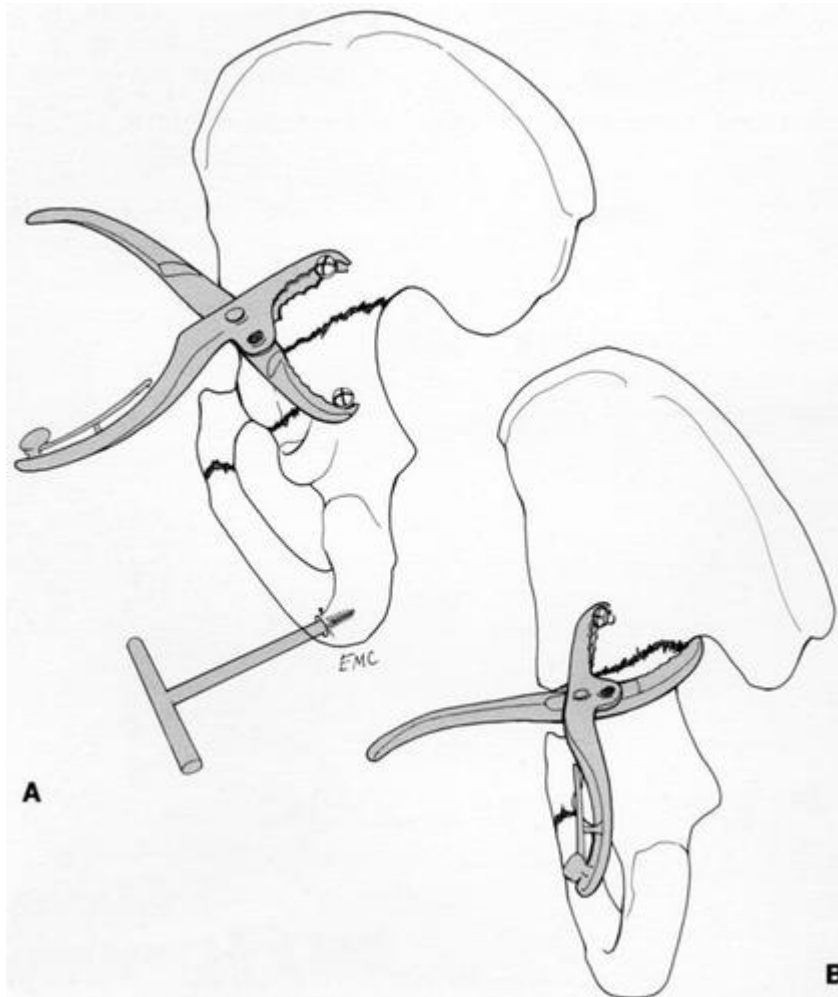


Fig 27 :

La réduction d'une fracture de la colonne postérieure maintenue par un davier de Farabeuf appuyé sur deux vis temporaires (A), sur une vis temporaire dans l'angle de la grande échancrure sciatique (B).

Fig 28 :

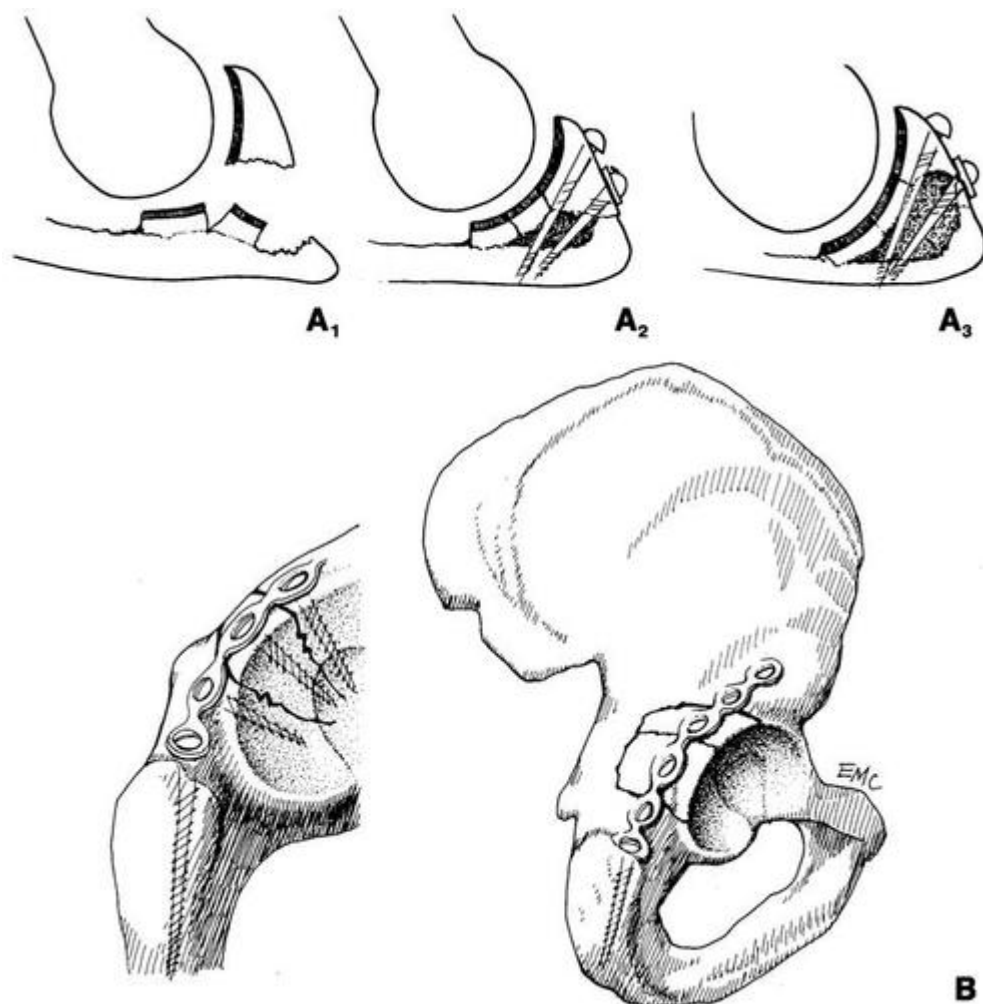


Fig 28 :

A1, A2, A3 : Coupe horizontale de hanche montrant la réduction et la fixation d'une fracture mixte de la paroi postérieure.

B : Ostéosynthèse par plaque d'une fracture postérieure plurifragmentaire.

Fig 29 :

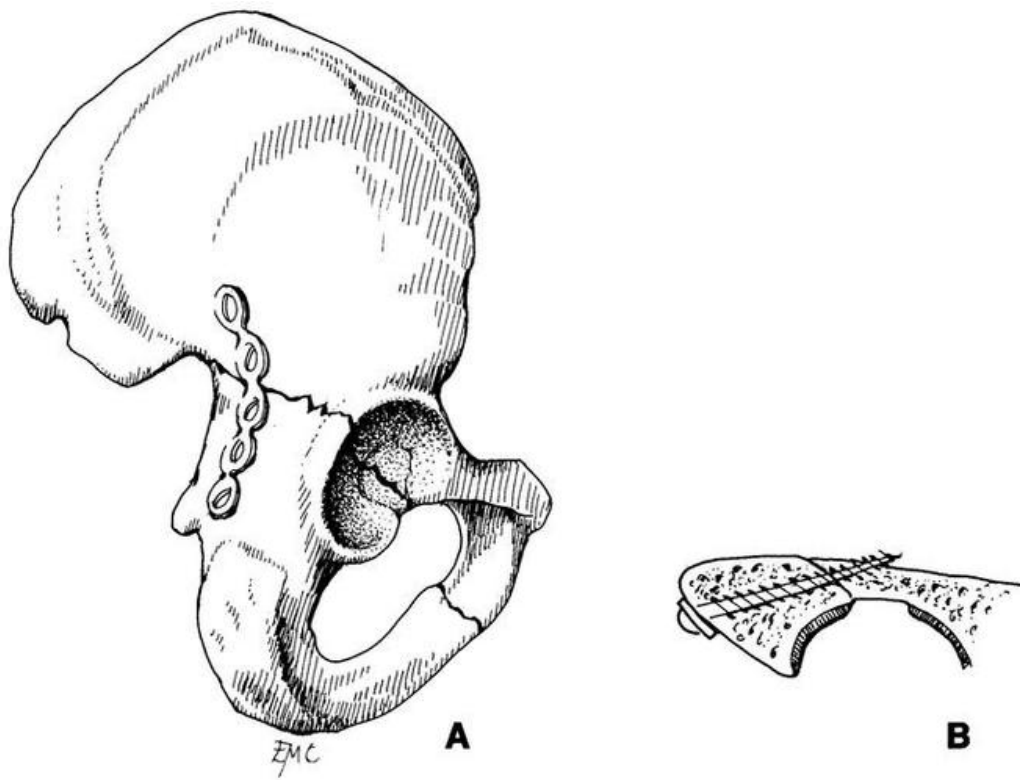


Fig 29 :

Fixation d'une fracture de la colonne postérieure.

Fig 30 :

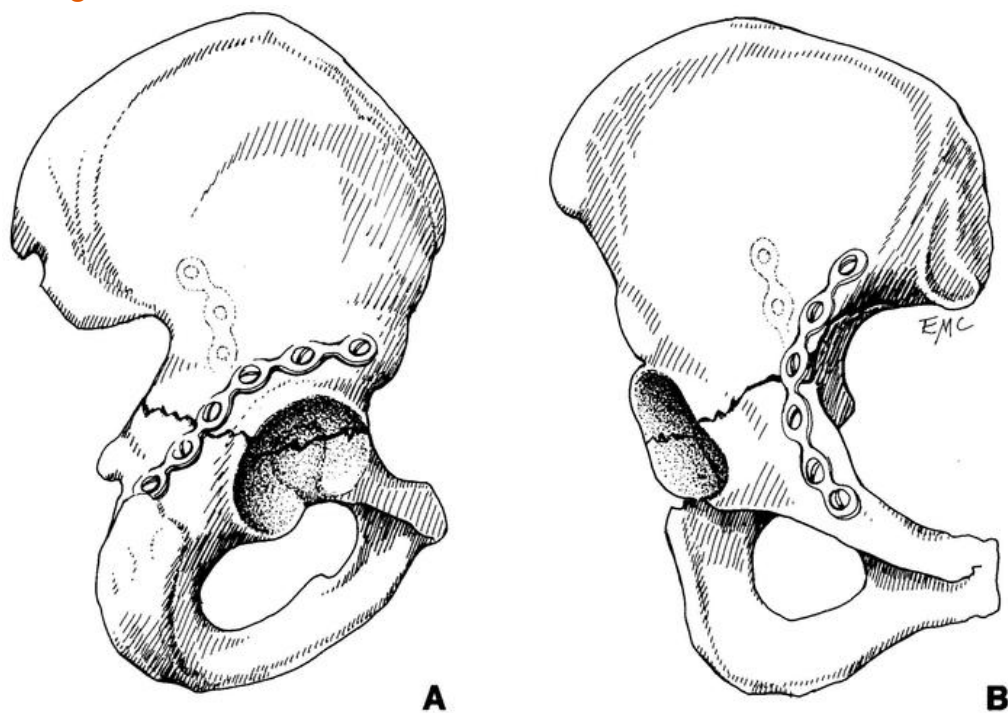


Fig 30 :

Fixation d'une fracture transversale.

A : Par voie postérieure de Kocher-Langenbeck.

B : Par voie ilio-inguinale.

Fig 31 :

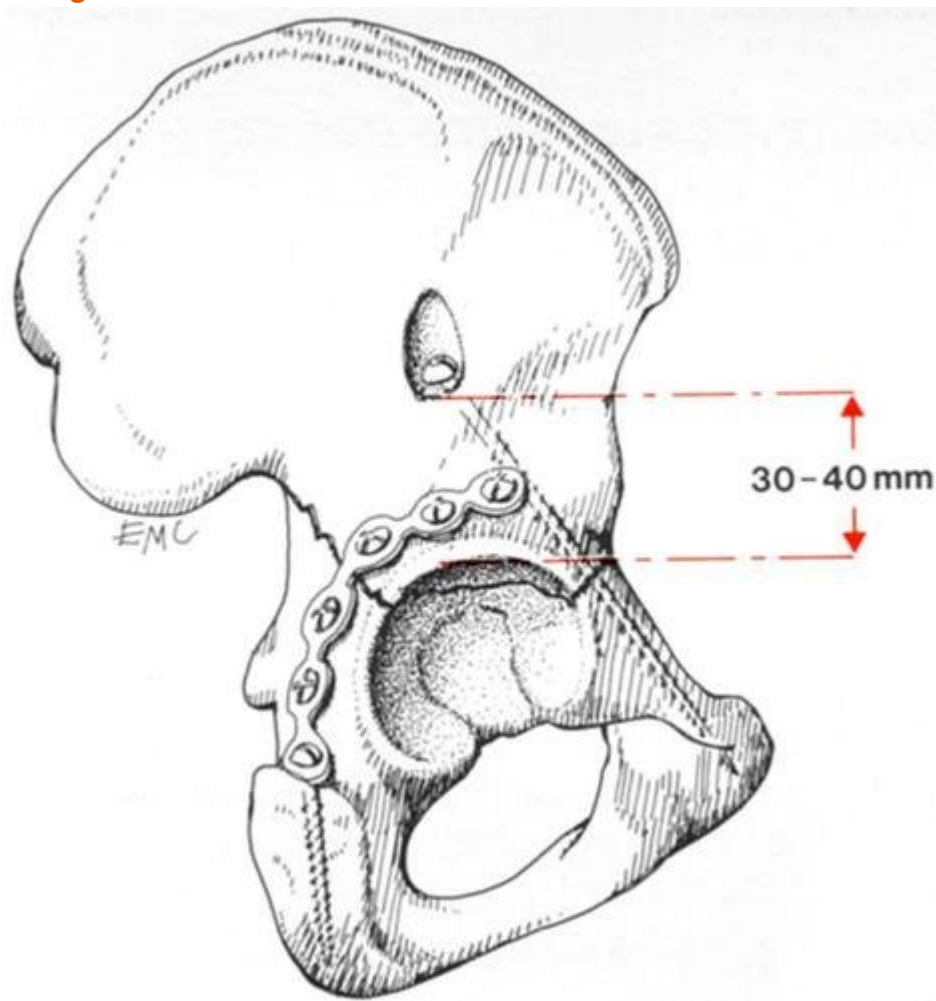


Fig 31 :

Ostéosynthèse d'une fracture transversale par voie latérale associant une plaque sur la colonne postérieure et une grande vis dans l'axe de la colonne antérieure.

Fig 32 :

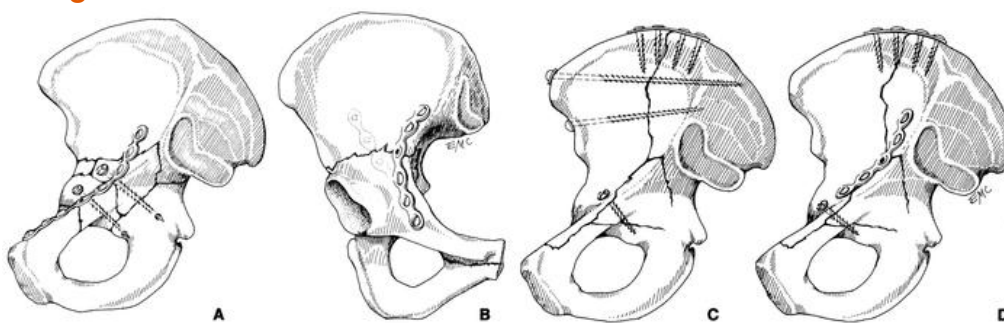


Fig 32 :

A : Fracture de la paroi antérieure ostéosynthésée par plaque et vis par ilioinguinale.

B : Fracture de la colonne antérieure basse fixée par voie ilioinguinale.

C et D : Fracture haute de la colonne antérieure ostéosynthésée de deux manières différentes par voie ilio-inguinale.

Fig 33 :

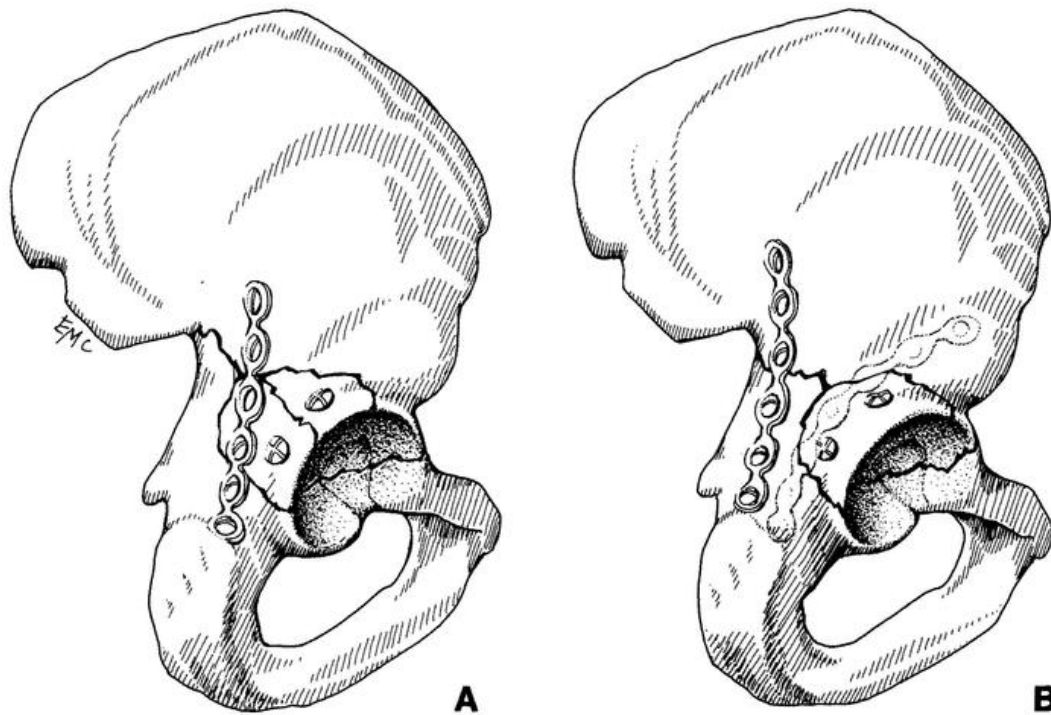


Fig 33 :

A et B : Différents types de synthèse possible d'une fracture transversale et d'une fracture de la paroi postérieure.

Fig 34 :

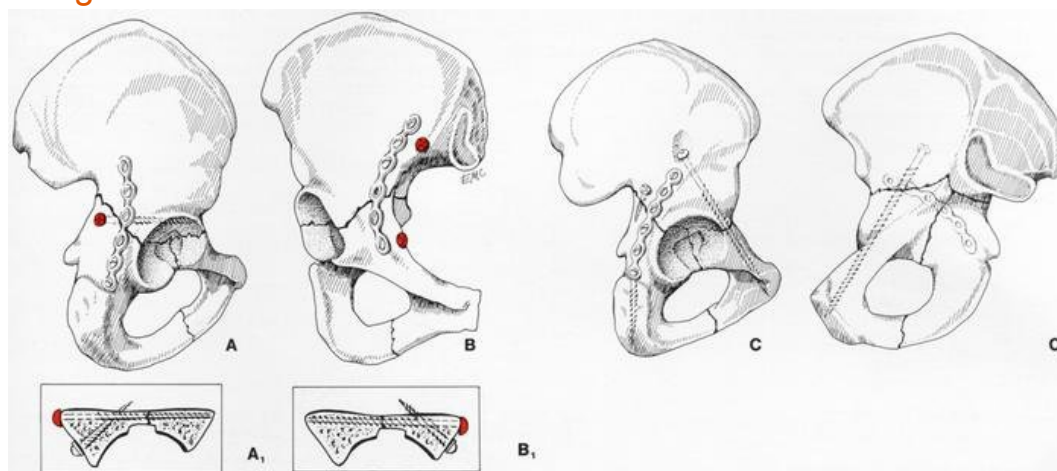


Fig 34 :

A et A₁ : Fracture en T ostéosynthésée par voie de Kocher-Langenbeck.

B et B₁ : Fracture en T ostéosynthésée par voie ilio-inguinale.

C et C₁ : Ostéosynthèse d'une fracture en T par voie latérale.

Fig 35 :

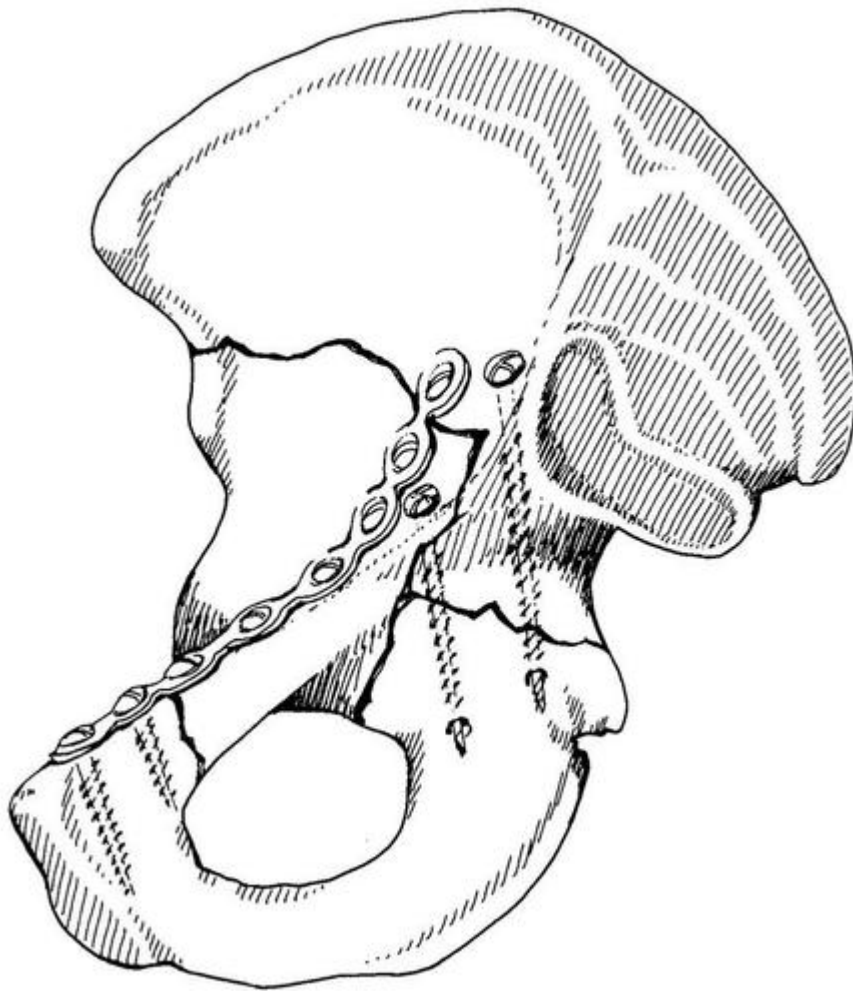


Fig 35 :

Ostéosynthèse d'une fracture de la colonne antérieure moyenne associée à une fracture hémitransversale postérieure par voie ilio-inguinale.

Fig 36 :

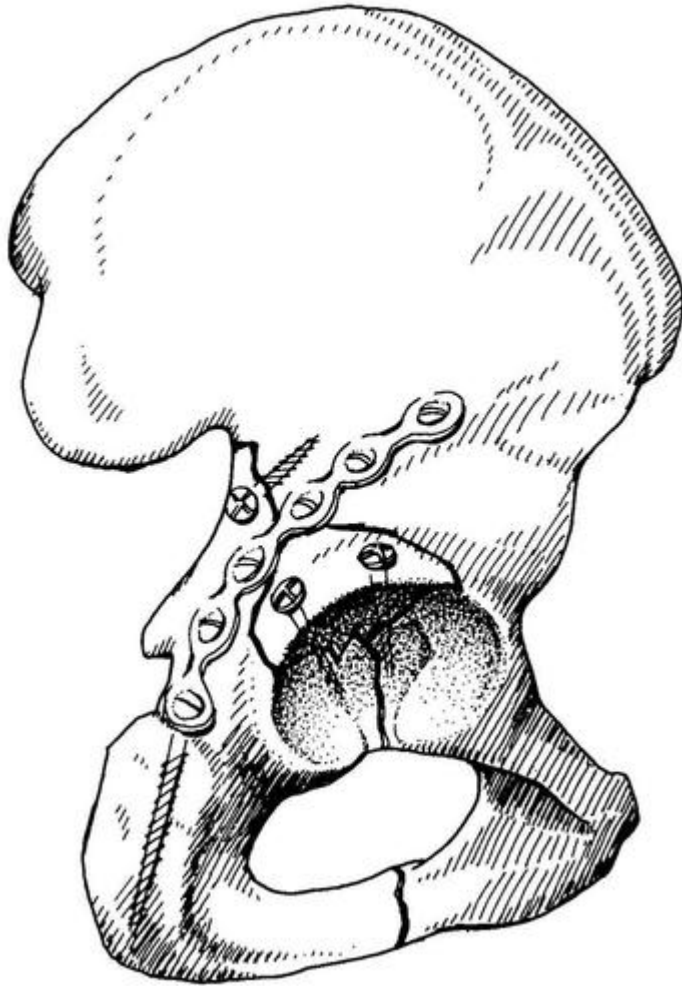


Fig 36 :

Ostéosynthèse par voie de Kocher-Langenbeck de fractures associées de la colonne postérieure et de la paroi postérieure.

Fig 37 :

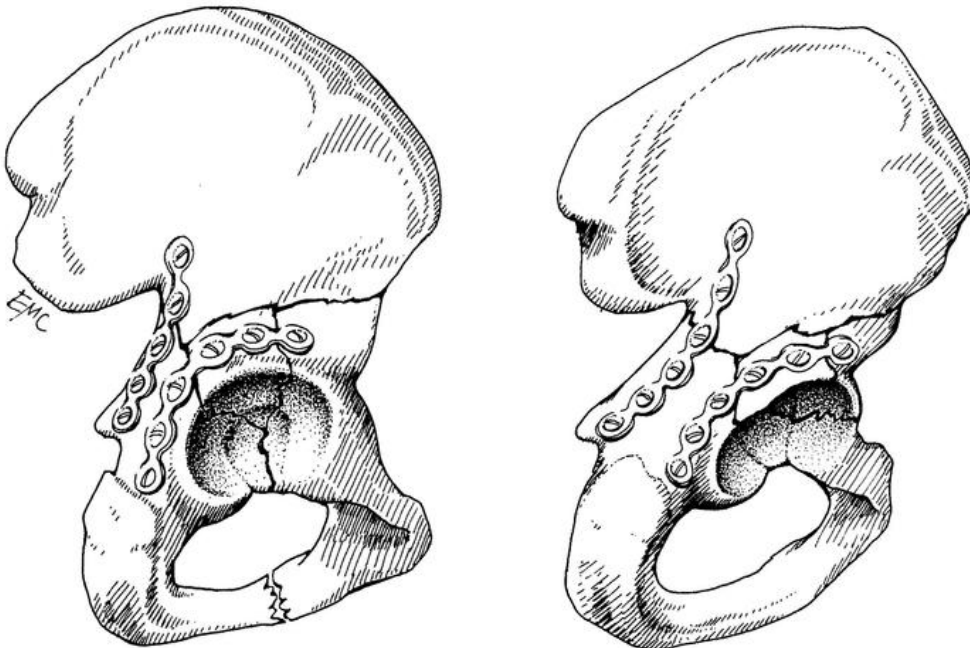


Fig 37 :

Fracture des deux colonnes aboutissant au bord antérieur de l'os iliaque, ostéosynthèse par voie postérieure.

Fig 38 :

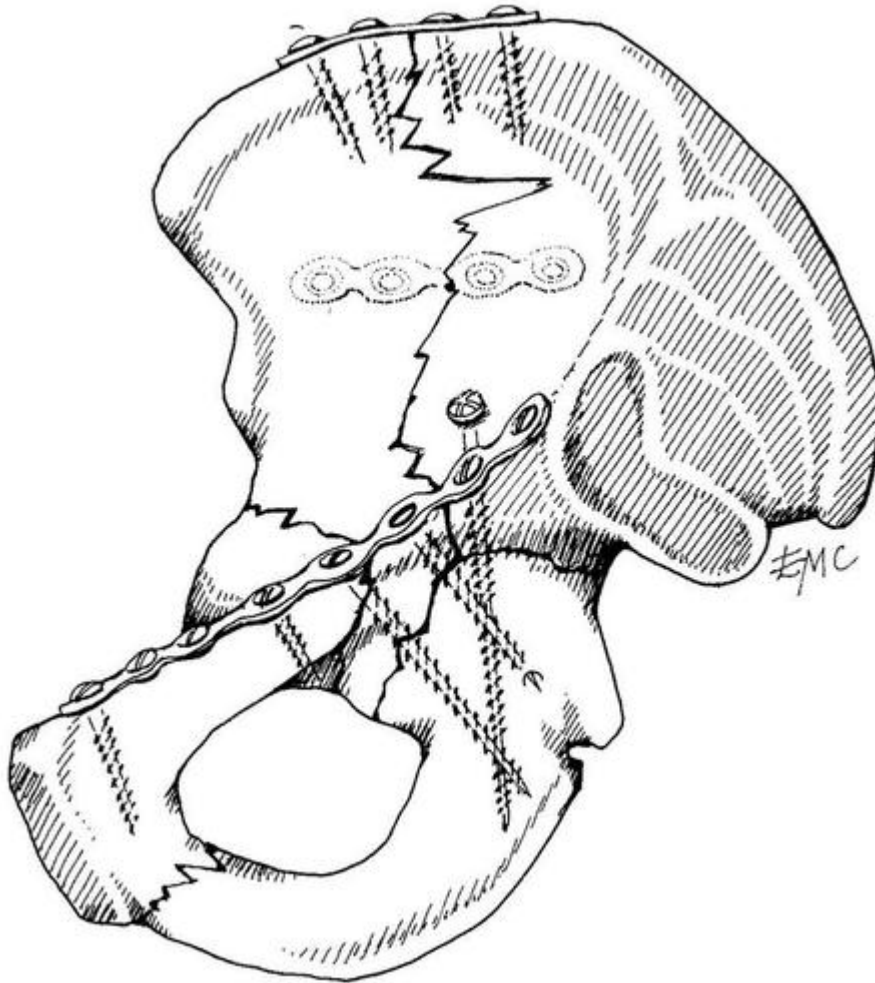


Fig 38 :

Fracture des deux colonnes aboutissant à la crête iliaque. Ostéosynthèse par voie ilio-inguinale.

Fig 39 :

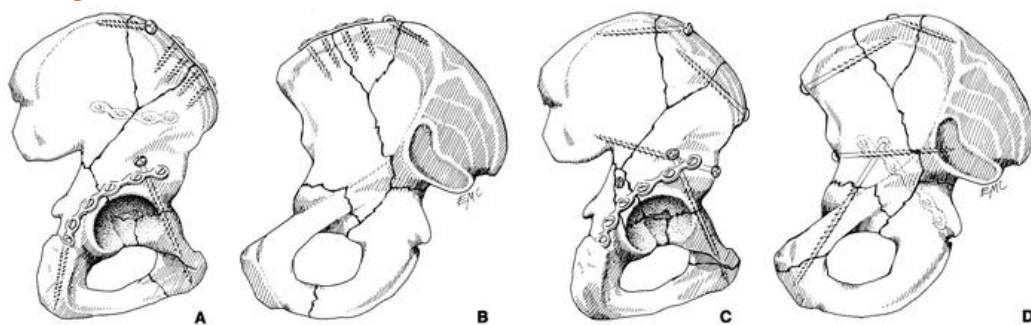


Fig 39 :

Fracture des deux colonnes du cotyle aboutissant à la crête iliaque, isolant un fragment alaire triangulaire, ostéosynthésée par voie latérale.

Voies d'abord des nerfs du membre inférieur

C Chantelot
C Fontaine
G Wavreille
M Baroncini
O Delhaye

Résumé. – Chaque plexus, chaque nerf du membre inférieur susceptible d'être intéressé par une compression ou d'être prélevé comme greffon nerveux vascularisé ou non, est décrit selon le même plan : rappel anatomique, puis abord chirurgical, en précisant l'installation du patient, les sites habituels de compression, les repères à utiliser, les éléments voisins à respecter. Sont ainsi abordés les nerfs suivants : plexus lombosacral, nerf cutané latéral de la cuisse (nerf fémorocutané), nerf obturateur, nerf fémoral (nerf crural), nerf saphène (nerf saphène interne), nerf grand sciatique (nerf ischiatique), nerf fibulaire commun (nerf sciatique poplitée externe), nerf tibial (nerf sciatique poplitée interne et tibial postérieur) et ses branches terminales, les nerfs plantaires, et enfin nerf sural (nerf saphène externe).

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : voies d'abord, traumatisme, nerfs, membre inférieur, greffe nerveuse.

Introduction

Décrites initialement pendant et à la suite immédiate des deux guerres mondiales pour le traitement des plaies nerveuses, les voies d'abord des nerfs du membre supérieur sont aujourd'hui utilisées :

- pour la réparation primaire ou secondaire des plaies et elongations nerveuses ;
- pour la réalisation des neurolyses dans les syndromes canaux (méralgie paresthésique, syndrome du canal tarsien) ou les fibroses postopératoires ;
- pour hyponeurotisation dans la chirurgie de la spasticité ;
- pour le prélèvement des greffons nerveux vascularisés [4, 6, 7] ou non [9].

Chaque nerf ou plexus fait d'abord l'objet d'un court rappel anatomique sur son trajet et son territoire, puis sa ou ses voies d'abord (chirurgicales et percutanées) sont décrites.

Plexus lombosacral

RAPPEL ANATOMIQUE

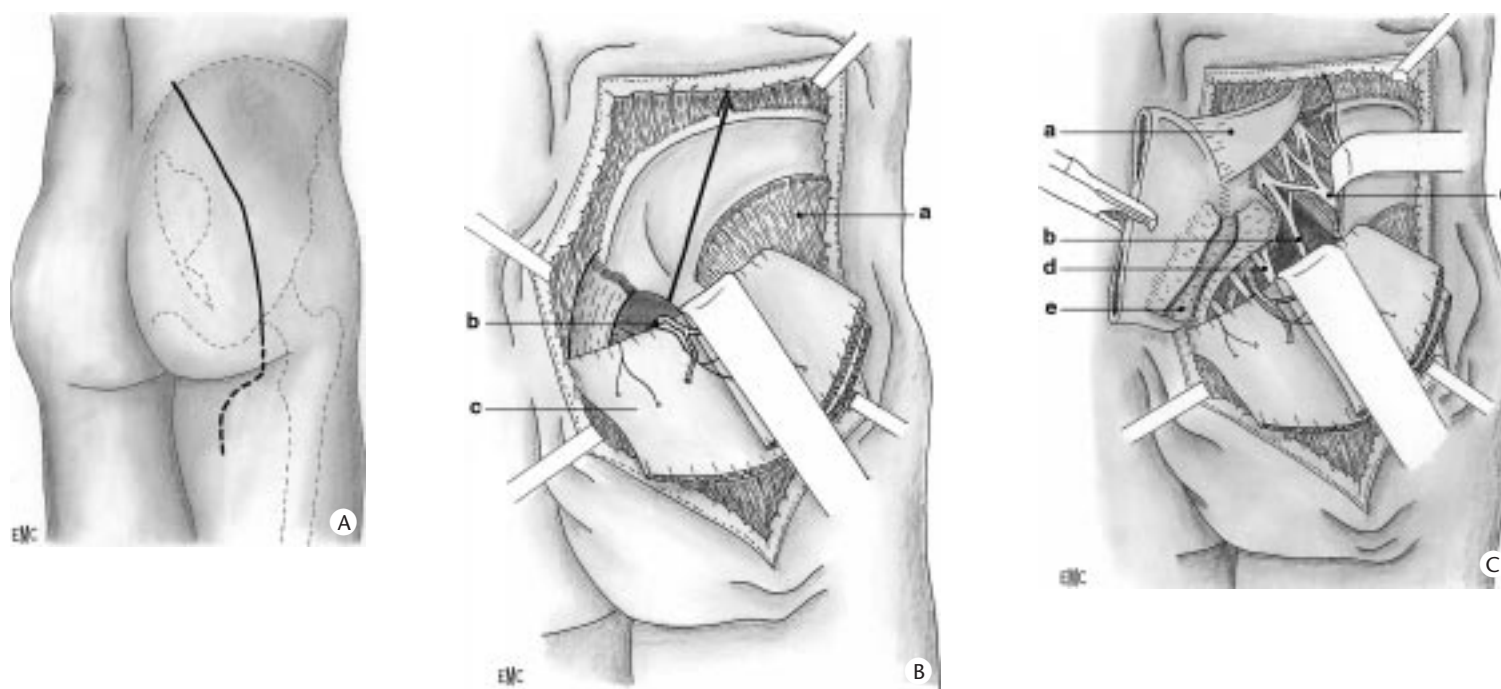
L'innervation du membre inférieur est assurée par le plexus lombosacral. Comme les autres plexus latérovertébraux, il est formé par les rameaux antérieurs des nerfs spinaux, les rameaux postérieurs étant destinés aux muscles érecteurs de la colonne

vertébrale (muscles paravertébraux), à la colonne vertébrale, et notamment aux articulations zygapophysiales (interapophysiales postérieures), et aux téguments dorsaux médians et paramédians. Les rameaux antérieurs de L1, L2 et L3 participent à la formation des nerfs ilio-inguinal (nerf petit abdominogénital), ilio-hypogastrique (nerf grand abdominogénital), cutané latéral de la cuisse (nerf fémorocutané) et génito-fémoral (nerf génito-crural). En L2, L3 et L4, le plexus lombaire est organisé en un plan ventral et un plan dorsal ; le plan ventral donne naissance au nerf obturateur, le plan dorsal au nerf fémoral (nerf crural). Le plexus sacral donne naissance au nerf grand sciatique (ischiatique) par les racines L5, S1 et S2 qui reçoivent des rameaux communicants de L4 (sa fusion avec le rameau antérieur de L5 forme le tronc lombosacral) et S3.

ABORD CHIRURGICAL

Le patient est installé en décubitus latéral avec une légère bascule ventrale. L'incision est postérieure, centrée sur la partie postérieure de la crête iliaque, et elle se prolonge verticalement jusqu'à la partie postérieure du grand trochanter (fig 1A). Les muscles grand et moyen fessiers sont désinsérés de la crête iliaque, puis ruginés de la fosse glutéale de l'os coxal, jusqu'à apercevoir l'articulation sacro-iliaque et l'épine iliaque postérosupérieure. La libération musculaire doit se faire jusqu'à la grande échancrure sciatique. La libération de la face interne de l'aile iliaque doit être réalisée à la rugine en passant en arrière des muscles larges de l'abdomen. Lors de la libération progressive de la grande échancrure sciatique, il faut préserver le paquet vasculonerveux glutéal supérieur (fessier supérieur). Une fois la face interne de l'os coxal libérée, une ostéotomie de l'os coxal est effectuée à la scie oscillante ou à la scie de Gigli (fig 1B). La partie postérieure de l'os coxal est mobilisée avec précaution pour respecter l'articulation sacro-iliaque ; il est souvent nécessaire de sectionner les ligaments sacro-iliaques ventraux et de garder la partie postérieure pédiculée sur les ligaments sacro-iliaques dorsaux. Par cette voie, le plexus lombaire est exposé ainsi qu'une partie du plexus sacral (fig 1C). L'os coxal

Christophe Chantelot : Chirurgien des Hôpitaux, service orthopédie B, hôpital Roger Salengro, CHRU de Lille, 1, place de Verdun, 59037 Lille cedex, France.
Christian Fontaine : Professeur des universités de Lille, chirurgien des Hôpitaux, service orthopédie B, hôpital Roger Salengro, CHRU de Lille, laboratoire d'anatomie et d'organogénèse, faculté de médecine Henri Warembourg, 1, place de Verdun, 59037 Lille cedex, France.
Guillaume Wavreille : Préparateur.
Marc Baroncini : Préparateur.
Olivier Delhaye : Préparateur.
Laboratoire d'anatomie et d'organogénèse, faculté de médecine Henri Warembourg, 1, place de Verdun, 59045 Lille cedex, France.



1 Plexus lumbosacral.

A. Voie d'abord du plexus lumbosacral.

B. Préparation de l'ostéotomie de l'os coxal. Les muscles moyen et grand fessiers ont été ruginés, le paquet vasculonerveux glutéal supérieur a été écarté. Le trajet de l'ostéotomie de l'os coxal est dessiné. a : muscle petit fessier ; b : vaisseaux glutéaux supérieurs ; c : muscle grand fessier.

C. Exposition du plexus lumbosacral. La partie postérieure de l'os coxal est mobilisée autour des ligaments sacro-iliaques dorsaux. a : muscle grand dorsal ; b : nerf fémoral ; c : nerf obturateur ; d : tronc lumbosacré ; e : articulation sacro-iliaque.

est ostéosynthésé et les muscles réinsérés. L'exploration du plexus est indiquée pour les paralysies post-traumatiques, par plaie directe ou par fracture de l'os coxal [15].

Nerf cutané latéral de la cuisse (nerf fémorocutané)

RAPPEL ANATOMIQUE

Il naît de la branche de division ventrale du deuxième nerf lombaire. Il émerge au bord latéral du muscle grand psoas, croise la partie postérieure de la face interne de la crête iliaque et descend sur le muscle iliaque, sous ou en dehors du fascia iliaca. Le nerf cutané latéral de la cuisse quitte l'abdomen en passant sous ou à travers le ligament inguinal (première zone critique selon Peri) [12], médialement à l'épine iliaque antérosupérieure (EIAS), classiquement à 0,5 [12] ou 1,5 cm [17], en fait à une distance variable de 0 à 7 cm selon nos travaux personnels. Il apparaît à la racine de la cuisse sous le fascia fémoral, qu'il traverse obliquement (deuxième zone critique selon Peri) [12] pour devenir superficiel. Il se divise en un rameau glutéal, se recourbant en arrière vers la fesse, et un rameau antérieur vertical, qui se divise rapidement en deux rameaux terminaux antérieur et postérieur. Il assure l'innervation sensitive de la face latérale de la cuisse et de la partie antérieure de la fesse [14, 18].

ABORD CHIRURGICAL

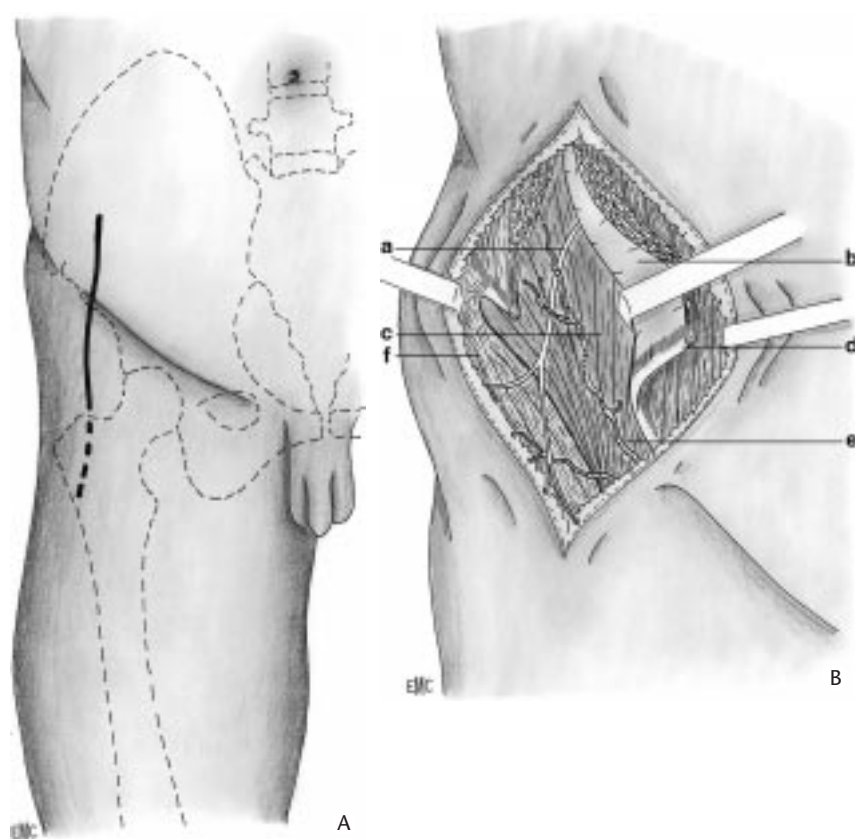
Le nerf cutané latéral de la cuisse peut être le siège d'une irritation mécanique (méralgie paresthésique), ou surtout être lésé lors des voies d'abord antérieures de la cuisse (Hueter ou Watson-Jones), soit lors de l'ouverture de l'interstice entre les muscles tenseur du fascia lata et sartorius, soit lors de la fermeture en rapprochant ces muscles ou le fascia fémoral [5, 19]. Ces lésions peuvent être source de douleurs résiduelles. Dans ces deux hypothèses, il peut être nécessaire de faire une neurolyse [15]. Classiquement, on le trouve au bord inférieur du ligament inguinal, 1 cm médialement et distalement à l'EIAS. La

découverte du nerf à la racine de la cuisse est difficile car ses rapports avec l'EIAS sont très variables, et le nerf est souvent déjà englobé dans la fibrose. Il est alors plus prudent d'aller le chercher en zone saine dans la fosse iliaque (fig 2), de le suivre en divisant la partie latérale du ligament inguinal, et de terminer la neurolyse à la cuisse [1].

Nerf obturateur

RAPPEL ANATOMIQUE

Il naît de la fusion des branches antérieures des nerfs L2, L3 et L4 entre les insertions corporeales et costoïdales du muscle grand psoas. Il apparaît au bord médial du muscle iliopsoas. Il croise la face profonde des vaisseaux iliaques communs, puis internes, latéralement à l'uretère, et descend contre la face interne de l'os coxal, au-dessous de la ligne innommée (défroit supérieur), des vaisseaux iliaques et des nœuds lymphatiques iliaques, au-dessus du muscle obturateur interne et du muscle élévateur de l'anus ; il est rejoint par les vaisseaux obturateurs, branches des vaisseaux iliaques internes, artère au-dessus, veine au-dessous. Il s'engage ensuite dans le canal obturateur, entre le sillon obturateur du pubis (gouttière sous-pubienne) et la membrane obturatrice tapissée en dedans par le muscle obturateur interne, en dehors par le muscle obturateur externe (première zone critique selon Peri) [12] ; il abandonne là son rameau pour le muscle obturateur externe et le rameau acétabulaire. Il émerge dans la cuisse dans la région « obturatrice », et se divise rapidement en deux rameaux terminaux, antérieur et postérieur qui cheminent entre les muscles de la loge médiale, ou muscles adducteurs (au sens large). Le rameau antérieur court entre deux plans musculaires (deuxième zone critique selon Peri) [12], le plan musculaire antérieur, formé par les muscles pectiné et long adducteur (muscle moyen adducteur) et le plan musculaire moyen formé par le muscle court adducteur (muscle petit adducteur) qu'il innerve au passage ; il se termine par un rameau cutané qui émerge entre les muscles long adducteur (muscle moyen adducteur) et gracile (muscle droit interne), qu'il innerve également, et s'épanouit sous les téguments de la face médiale des deux tiers



2 Nerf cutané latéral de la cuisse.

A. Voie d'abord du nerf cutané latéral de la cuisse.

B. Exposition du nerf cutané latéral de la cuisse après section du ligament inguinal et des muscles larges de l'abdomen latéralement à l'anneau inguinal profond. Noter les rapports avec l'artère circonflexe iliaque profonde dans la fosse iliaque. a : nerf cutané latéral de la cuisse ; b : muscles larges de l'abdomen ; c : muscle iliaque ; d : section du ligament inguinal ; e : artère circonflexe iliaque profonde ; f : muscle sartorius.

distaux de la cuisse. Le rameau postérieur court entre deux plans musculaires (troisième zone critique selon Peri)^[12] : le plan musculaire moyen formé par le muscle court adducteur (muscle petit adducteur) et le plan musculaire postérieur formé par les muscles obturateur externe et grand adducteur qu'il innerve au passage ; il se termine par un rameau artériel qui gagne la face postérieure de l'articulation fémorotibiale.

Le nerf assure l'innervation motrice des muscles de la loge médiale, ou muscles adducteurs (au sens large) : muscles court, long et grand adducteurs certes, mais aussi muscle obturateur externe, muscle pectiné et muscle gracile.

ABORD CHIRURGICAL

La partie pelvienne du nerf est rarement abordée chirurgicalement ; elle peut cependant l'être aisément sous coelioscopie, car le nerf est constamment vu au cours du curage lymphatique iliaque externe et obturateur, comme ceux réalisés en chirurgie gynécologique, en complément d'une hystérectomie. Ce pourrait être une voie séduisante pour sa section isolée, quand il n'est pas nécessaire de désinsérer simultanément les muscles adducteurs (chirurgie de la spasticité).

Le trajet dans le canal obturateur (sous-pubien) échappe à l'exploration chirurgicale ou nécessiterait la trépanation du pubis.

L'abord le plus courant est réalisé à la racine de la cuisse. Le patient est en position gynécologique, la cuisse est mise en flexion, abduction et rotation externe. L'opérateur se place entre les deux membres inférieurs du patient, l'aide à la face externe de la cuisse.

Pour une neurotomie associée à une ténotomie des adducteurs, une voie rectiligne parallèle au pli abdominocrural est suffisante. Les muscles adducteurs sont sectionnés du pubis plan par plan et les deux rameaux du nerf obturateur sont successivement découverts et sectionnés.

Pour une dissection du nerf sans désinsertion des muscles adducteurs, il faut une voie plus large (fig 3A). Les repères externes sont le pubis, le trigone fémoral (triangle de Scarpa) et le ligament inguinal (arcade crurale). L'incision cutanée suit une ligne incurvée du pubis à la pointe du trigone fémoral, 10 cm au-dessus du

ligament inguinal. Après l'incision cutanée, il faut ménager et récliner en dehors la veine grande saphène et en lier les affluents. Après ouverture du fascia, il faut trouver l'espace entre les muscles pectiné et long adducteur, dans le fond duquel se trouve le muscle court adducteur ; le rameau antérieur du nerf obturateur est en avant de ce dernier, en arrière du muscle long adducteur, le rameau postérieur est en arrière du muscle court adducteur (fig 3B).

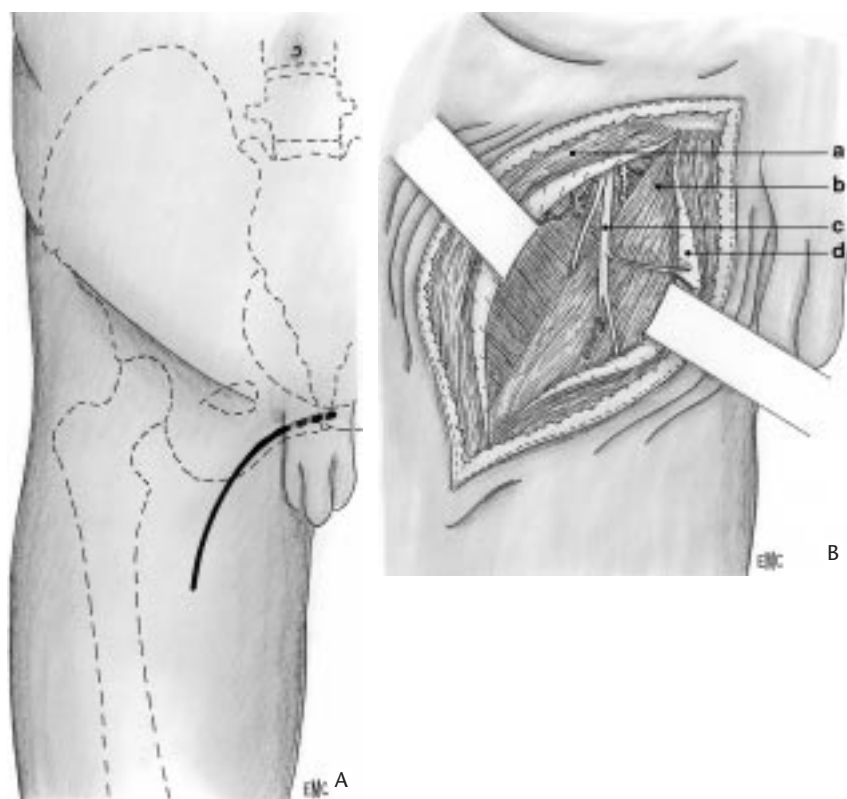
Nerf fémoral (nerf crural)

RAPPEL ANATOMIQUE

Il naît de la fusion des branches postérieures des nerfs L2, L3 et L4 entre les insertions corporeales et costoïdales du muscle grand psoas. Il apparaît au bord latéral du muscle grand psoas, puis descend dans la gouttière formée par le muscle iliaque en dehors, le muscle grand psoas en dedans ; il leur abandonne des branches collatérales. Il est là situé sous le fascia iliaque, inextensible (première zone critique), et un hématome se développant dans cette loge peut l'y comprimer (accident des anticoagulants), entraînant une paralysie du muscle quadriceps fémoral et une abolition du réflexe rotulien. Il s'engage ensuite dans la lacune musculaire, au-dessous du ligament inguinal, en dehors des vaisseaux fémoraux, dont il est séparé par l'arcade iliopectinée, épaissement du fascia iliaque (première zone critique). Avant de s'engager sous le ligament inguinal, il peut abandonner un rameau pour le muscle pectiné^[14, 18]. Il atteint ainsi la face antérieure de la racine de la cuisse, où il se divise précocement. Il donne plusieurs rameaux cutanés antérieurs, destinés aux téguments des trois quarts distaux de la face antérieure de la cuisse, les plus hauts perforant le muscle sartorius (muscle couturier). Il donne aussi des rameaux musculaires destinés aux muscles sartorius et surtout quadriceps, souvent par quatre rameaux destinés aux quatre chefs musculaires : droit fémoral, vaste latéral, vaste intermédiaire (nerf fémoral), et vaste médial. Il donne enfin le nerf saphène (nerf saphène interne) (cf infra).

ABORD CHIRURGICAL

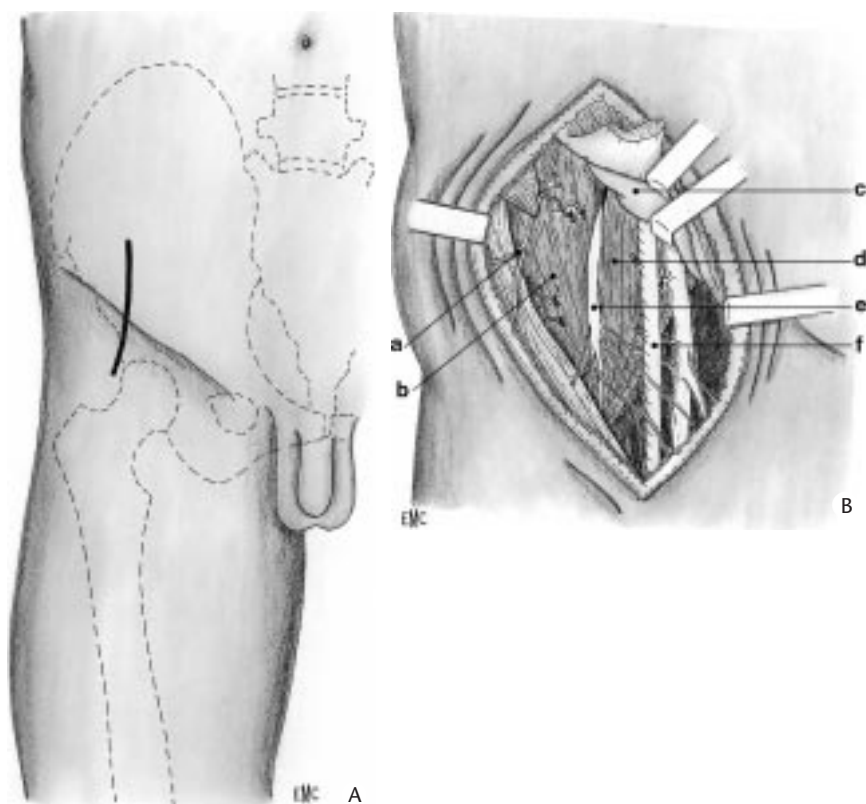
Le patient est installé en décubitus dorsal, un coussin est glissé sous la fesse pour faire saillir l'EIAS.



3 Nerf obturateur.

A. Voie d'abord du nerf obturateur.

B. Exposition du nerf obturateur après avoir écarté le muscle pectiné en haut et en dehors, le muscle long adducteur en bas et en dedans. Le muscle court adducteur sépare les deux branches de division. a : muscle pectiné ; b : muscle court adducteur ; c : rameau antérieur du nerf obturateur ; d : muscle long adducteur.



4 Nerf fémoral.

A. Voie d'abord du nerf fémoral.

B. Exposition du nerf fémoral après section du ligament inguinal. Noter sa division précoce et les rapports de ses rameaux médiaux avec les vaisseaux fémoraux. a : nerf cutané latéral de la cuisse ; b : muscle iliaque ; c : sac péritonéal ; d : muscle grand psoas ; e : nerf fémoral ; f : artère fémorale.

L'exploration de la partie iliaque de son trajet est possible isolément (évacuation des hématomes compressifs) par une incision des muscles larges de l'abdomen, deux ou trois travers de doigts au-dessus du ligament inguinal. Il faut alors refouler ensemble le péritoine de la fosse iliaque et le fascia transversalis, jusqu'à découvrir le fascia iliaque pour l'inciser.

Un abord fémoral est insuffisant, car le nerf est déjà divisé et l'identification de ses branches est difficile et dangereuse si l'on n'a pas déjà repéré le tronc du nerf.

Pour un abord iliofémoral, la voie d'abord est plus large. Les repères externes sont : l'EIAS, l'artère fémorale, le ligament inguinal, et le bord médial du sartorius (muscle couturier). L'incision est décalée à 3 cm du bord médial de l'EIAS, à 4 cm en dehors de l'artère fémorale (fig 4A). Le ligament inguinal est sectionné, en respectant latéralement le nerf cutané latéral de la cuisse (voir plus haut). Les muscles abdominaux (oblique externe, oblique interne et transverse de l'abdomen) sont désinsérés de l'EIAS et réclinés médialement. Le péritoine est refoulé en dedans, laissant apparaître les vaisseaux

circonflexes iliaques profonds qui sont liés. Le nerf repose en profondeur sur le muscle iliopsoas. Pour la fermeture, les muscles abdominaux seront soigneusement réinsérés sur l'os coxal. L'exposition extrapelvienne se prolonge au-delà du ligament inguinal. Le muscle sartorius est écarté latéralement, permettant d'exposer le nerf fémoral qui est séparé de l'artère fémorale et de la partie distale du muscle iliopsoas (fig 4B). Le nerf se termine rapidement par plusieurs branches. On a souvent du mal à retrouver ses branches après plaie traumatique ou iatrogène du trigone fémoral.

Nerf saphène (nerf saphène interne)

RAPPEL ANATOMIQUE

Branche de division profonde et uniquement sensitive du nerf fémoral, il accompagne les vaisseaux fémoraux dans le canal des adducteurs (canal de Hunter). Il atteint la face médiale du genou et devient sous-cutané au niveau du muscle sartorius (muscle couturier) ; selon nos travaux, il en émerge entre 4 et 7 cm en arrière du bord médial du ligament patellaire (ligament rotulien), soit en perforant ses fibres musculaires (15 cas sur 20), soit ses fibres tendineuses, soit à la jonction tendinomusculaire, rarement à son bord postéro-inférieur. Pendant son trajet, il donne un inconstant rameau cutané fémoral (face médiale cuisse et genou), le rameau infrapatellaire, un rameau articulaire du genou, et les rameaux cutanés médiaux de la jambe [14, 18]. Il reçoit deux pédicules artériels ; le premier naît de l'artère fémorale à la partie haute du canal subsartorial ; la seconde naît au genou de l'artère descendante du genou (artère grande anastomotique) et l'accompagne jusqu'à la malléole médiale ; une troisième branche peut naître de l'artère poplitée [6].

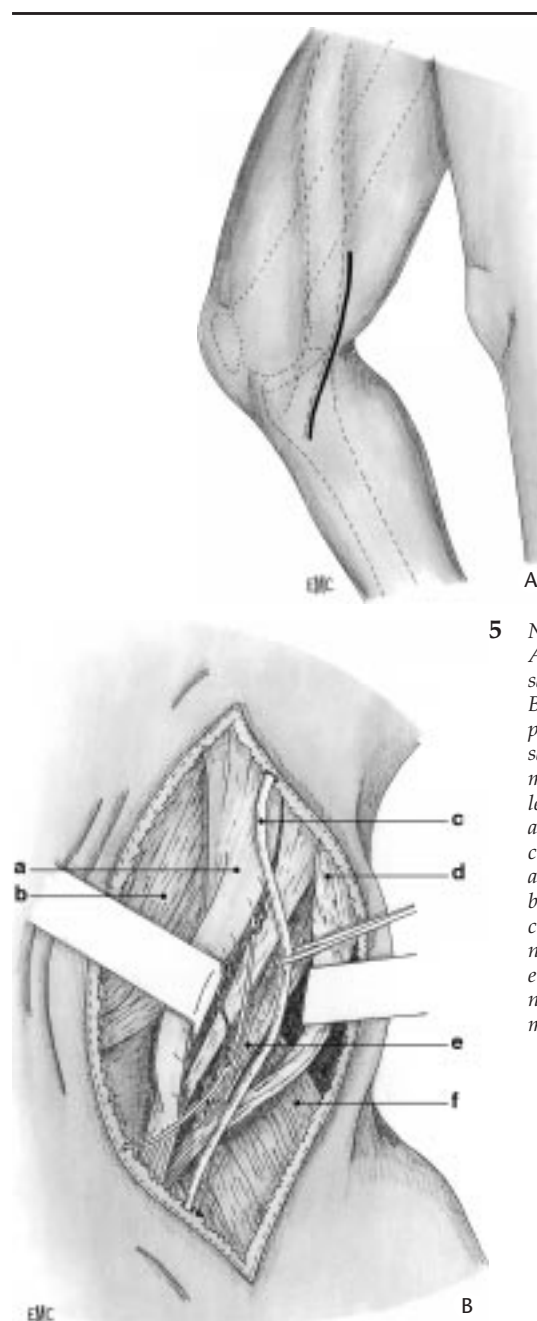
ABORD CHIRURGICAL

Ce nerf peut être utilisé comme greffon vascularisé. À la cuisse, il faut le chercher en arrière du muscle vaste médial, en avant du tendon du muscle grand adducteur ; il y est rejoint par un rameau de l'artère fémorale qui le vascularise. À la jambe, il faut le chercher au bord postéro-inférieur du muscle sartorius, entre 4 et 7 cm en arrière du bord médial du ligament patellaire (fig 5) ; il y est rejoint par une branche de l'artère descendante du genou (artère grande anastomotique).

Nerf grand sciatique (nerf ischiatique)

RAPPEL ANATOMIQUE

Le nerf grand sciatique est la branche principale du plexus sacral. Il sort du bassin par la grande échancrure sciatique. Classiquement, il passe sous le muscle piriforme (muscle pyramidal du bassin) dans le canal infrapiriforme ; en fait, il peut traverser le muscle piriforme où ses racines d'origine peuvent être séparées en deux contingents par ce muscle. À la fesse, il descend en avant du muscle grand fessier et en arrière des muscles pelvitrochantériens, entre le fémur et l'ischium. Il gagne la cuisse en passant en dedans de l'insertion fémorale du muscle grand fessier. À la cuisse, il est situé à distance de la ligne âpre, entre les muscles ischiojambiers médiaux (muscles semi-membraneux et semi-tendineux) en dedans, et le chef court du muscle biceps fémoral en dehors, à la face postérieure du muscle grand adducteur. Il est croisé en arrière par le chef long du muscle biceps fémoral, qui est oblique en bas et en dehors et le croise en « X » allongé, descend vers le genou dans le plan profond de la loge postérieure de la cuisse, situé sous les muscles ischiojambiers. Il croise ainsi le bord inférieur du muscle grand fessier et la face antérieure du chef long du muscle biceps fémoral. Il donne des branches motrices aux muscles postérieurs de la cuisse. Bien avant la fosse poplitée, le nerf grand sciatique se divise pour donner le nerf fibulaire commun et le nerf tibial [14, 18].

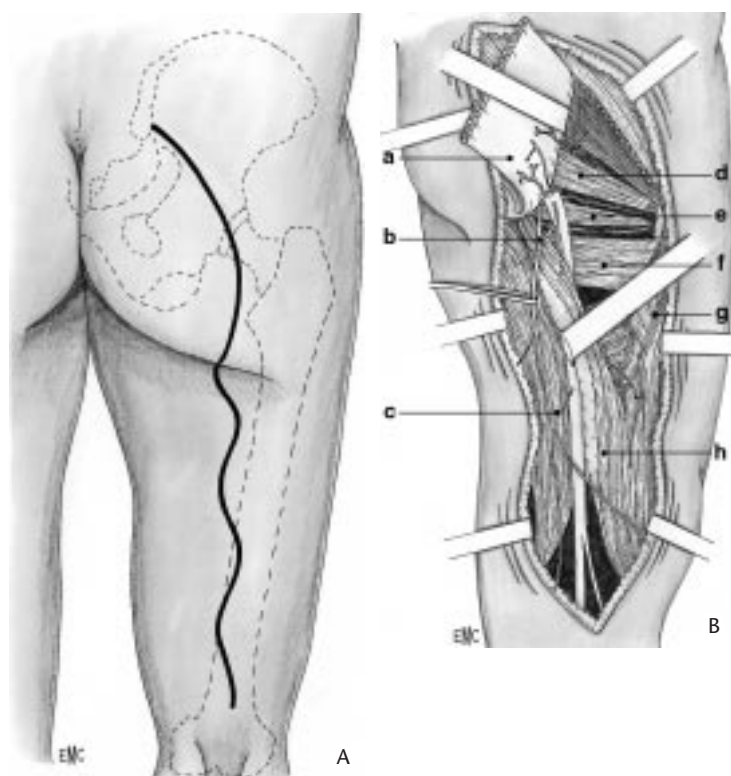


5 Nerf saphène.
A. Voie d'abord du nerf saphène.
B. Exposition du nerf saphène. La veine grande saphène est ménagée, le muscle sartorius est soulevé, le nerf est trouvé en avant des muscles gracile et semi-tendineux.
a : muscle sartorius ;
b : muscle vaste médial ;
c : veine grande saphène ;
d : muscle gracile ;
e : muscle semi-tendineux ;
f : chef médial du muscle gastrocnémien.

ABORD CHIRURGICAL

Les explorations chirurgicales sont indiquées surtout après traumatisme direct, après un hématome compressif (chirurgie de la hanche), ou préalablement à l'ostéosynthèse d'une fracture de l'acétabulum, ou à une arthroplastie totale pour coxarthrose secondaire à une fracture acétabulaire. Lors de la voie d'abord postérieure de la hanche, il faut bien sûr respecter le nerf ischiatique [11, 13, 16].

Lors de l'installation en décubitus ventral, il faut prendre garde aux zones d'appui. Le garrot n'est pas utilisé pour les explorations très proximales. La voie d'abord varie en fonction du segment du nerf à explorer, elle peut être écourtée en fonction de la zone à explorer. L'incision démarre de l'épine iliaque postérosupérieure ; par une ligne courbe, elle rejoint la face postérieure du grand trochanter ; elle se prolonge par une courbe jusqu'à l'aplomb de l'ischium. Ensuite, elle se prolonge par des « S » centrés sur la cuisse jusqu'à la fosse poplitée (fig 6A). Après avoir sectionné le fascia, les fibres du muscle grand fessier sont incisées dans le sens de ses fibres et son tendon terminal est sectionné à 1 cm de son insertion fémorale. La bascule médiale du muscle grand fessier doit se compléter par une hémostase des vaisseaux perforants, et elle permet d'exposer les rotateurs externes de la hanche. Si l'exposition se prolonge



6 Nerf grand sciatique.

A. Voie d'abord du nerf grand sciatique.

B. Exposition du nerf grand sciatique à la fesse et à la cuisse. Le muscle grand fessier a été divisé dans le sens de ses fibres et sa partie médiale réclinée en dedans. Noter le nerf cutané postérieur de la cuisse qui émerge sous le bord inférieur du muscle grand fessier, il doit être ménagé. À la fesse, le nerf grand sciatique repose sur les muscles pelvitrochantériens. Le chef long du muscle biceps fémoral est écarté en dedans ou en dehors selon le segment de nerf grand sciatique à exposer. a : muscle grand fessier ; b : nerf cutané postérieur de la cuisse ; c : muscle semi-membraneux ; d : muscle piriforme ; e : muscle obturateur interne ; f : muscle carré fémoral ; g : insertion fémorale du muscle grand fessier ; h : muscle biceps fémoral.

proximalement, il est nécessaire de sectionner le tendon terminal du muscle piriforme pour exposer la partie proximale du trajet extrapelvien du nerf grand sciatique. La dissection du nerf doit respecter le paquet vasculonerveux glutéal supérieur qui sort du canal suprapiriforme, le paquet vasculonerveux glutéal inférieur (vaisseaux et nerf fessiers inférieurs), l'artère honteuse interne et le nerf pudendal (artère et nerf honteux internes) qui sortent également du canal infrapiriforme, en dedans du nerf grand sciatique. On repère le nerf cutané postérieur de la cuisse qui est posé sur le bord médial du muscle semi-tendineux. La dissection du nerf grand sciatique est faite médialement par rapport au nerf cutané, dans le septum séparant les muscles semi-tendineux et biceps fémoral. Le chef long du muscle biceps fémoral barre obliquement la face postérieure du nerf ischiatique. Il doit être alternativement récliné proximalement et distalement pour exposer le nerf. On peut être amené à le sacrifier en cas de tumeur maligne du nerf ischiatique. Les différentes branches destinées aux muscles doivent être respectées. La dissection doit être conduite jusqu'à la bifurcation en nerf fibulaire commun et en nerf tibial (fig 6B).

Nerf fibulaire commun (nerf sciatique poplitée externe)

RAPPEL ANATOMIQUE

Branche de division du nerf grand sciatique, il longe le bord postérieur du muscle biceps fémoral et chemine le long du bord supérolatéral de la fosse poplitée. Il contourne la tête et le col de la fibula et gagne la loge antérieure de la jambe en perforant le muscle

long fibulaire (muscle long péronier latéral). À l'intérieur du muscle, le nerf se divise en deux branches : le nerf fibulaire superficiel (nerf musculocutané) et le nerf fibulaire profond (nerf tibial antérieur). Le nerf fibulaire superficiel descend entre les muscles long et court fibulaires qu'il innerve, puis perfore le fascia jambier pour former les nerfs cutanés dorsaux médiaux et intermédiaires du pied qui innervent l'essentiel de la face dorsale du pied [3]. Le nerf fibulaire profond est essentiellement moteur pour la loge antérieure de la jambe, qu'il traverse entre les muscles extenseurs communs des orteils et tibial antérieur [14, 18], avec les vaisseaux tibiaux antérieurs qui le vascularisent ; c'est un nerf utilisable comme greffon vascularisé [6]. Il passe sous les rétinaculum supérieur et inférieur des muscles fléchisseurs, et se termine par le nerf du muscle court extenseur des orteils (muscle pédieux) et le nerf cutané dorsal de la première commissure.

Peri [12] lui voit cinq zones critiques, respectivement :

- son orifice dans le septum intermusculaire latéral (entre les loges postérieure et latérale de la jambe) ;
- le bord latéral de la tête et du col de la fibula ;
- l'interstice musculaire entre les fibres d'origine du muscle long fibulaire ;
- l'interstice musculaire entre les muscles long et court fibulaires (pour le nerf fibulaire superficiel) ;
- l'interstice musculaire entre les muscles long fibulaire et long extenseur des orteils (pour le nerf fibulaire profond).

ABORD CHIRURGICAL

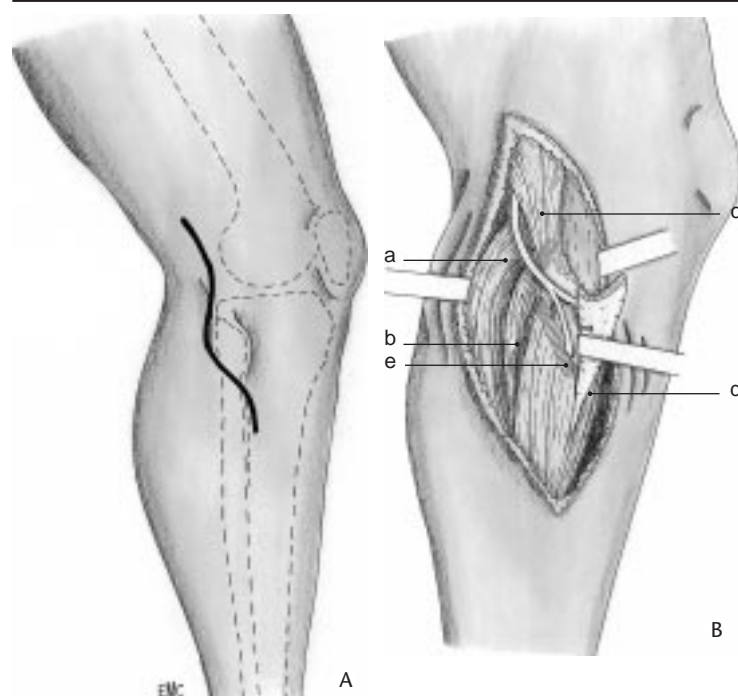
Après entorse grave externe du genou, son exploration est indiquée devant la persistance d'une paralysie des releveurs du pied et des orteils [2, 8, 10]. Elle peut être nécessaire au cours ou au décours d'une ostéotomie du col de la fibula pour ostéotomie de soustraction tibiale supérieure.

Le patient est installé en décubitus dorsal, un coussin sous la fesse pour mettre la jambe en rotation interne. Le garrot est placé à la racine de la cuisse. L'incision est centrée sur le tendon du muscle biceps fémoral, elle contourne le col de la fibula par son bord postérieur et descend 2 cm en avant de la fibula (fig 7A). Après section du fascia, le nerf est repéré en arrière du tendon du biceps fémoral. Au niveau de la face postérieure de la tête de la fibula, le nerf passe sous l'insertion du muscle long fibulaire qui doit être sectionné pour prolonger la dissection (fig 7B). Il est important de respecter à ce niveau les branches de division (nerfs fibulaires superficiel et profond).

Nerf tibial (nerf sciatique poplitée interne et nerf tibial postérieur)

RAPPEL ANATOMIQUE

Il constitue la deuxième branche de division du nerf grand sciatique. Après la bifurcation de celui-ci au sommet du losange poplitée, il chemine au milieu de la fosse poplitée. Il est situé sur la face superficielle des chefs latéral et médial du muscle gastrocnémien. Il passe sous l'arcade tendineuse du muscle soléaire (première zone critique selon Peri [12]) avec les vaisseaux tibiaux postérieurs en avant du nerf, et il s'engage entre le muscle long fléchisseur de l'hallux en dehors, et le muscle long fléchisseur des orteils en dedans, à la face postérieure du muscle tibial postérieur. Il contourne la malléole médiale, abandonne les rameaux calcanéens médiaux, puis pénètre dans le canal calcanéen (deuxième zone critique selon Peri [12]) et s'y divise en deux branches terminales : les nerfs plantaires médial et latéral [14, 18]. Le nerf plantaire médial traverse un interstice entre les muscles adducteur de l'hallux et court fléchisseur des orteils (troisième zone critique selon Peri) [12]. Le nerf plantaire latéral traverse un interstice entre les muscles carré plantaire et court fléchisseur du petit orteil (quatrième zone critique selon Peri) [12].



7 Nerf fibulaire commun.
A. Voie d'abord du nerf fibulaire commun au col de la fibula.
B. Exposition du nerf fibulaire commun au col de la fibula et sa division entre les faisceaux d'insertion du muscle long fibulaire. a : chef latéral du muscle gastrocnémien ; b : muscle soléaire ; c : muscle biceps fémoral ; d : muscle tibial antérieur ; e : muscle long fibulaire.

ABORD CHIRURGICAL

Le patient est installé en décubitus ventral, l'incision démarre dans le creux poplité. Le garrot est mis à la racine de la cuisse. Dans la fosse poplitée, l'incision est toujours brisée pour éviter toute bride rétractile, elle se prolonge distalement de façon rectiligne (fig 8A). Lors de l'incision du fascia, il faut respecter le nerf sural (saphène externe) et la veine petite saphène. L'abord se fait entre les muscles biceps fémoral et semi-tendineux. On trouve le nerf (fig 8B) entre les deux chefs latéral et médial du muscle gastrocnémien (muscles jumeaux). Pour prolonger la dissection, il faut repérer l'espace entre les deux chefs du muscle gastrocnémien et sectionner l'arcade du muscle solaire. Le nerf est disséqué entre le muscle long fléchisseur de l'hallux et le muscle long fléchisseur des orteils.

La pathologie la plus courante est la compression du nerf dans le canal tarsien [20]. Le nerf est alors abordé au niveau de la malléole médiale. Le patient est installé en décubitus dorsal et rotation

externe de la jambe. L'incision contourne la malléole médiale et se poursuit jusqu'à la base du premier métatarsien (fig 8C). Après hémostase sous-cutanée, le rétinaculum des fléchisseurs est ouvert longitudinalement. En arrière des tendons rétromalléolaires médiaux (muscle tibial postérieur, muscle long fléchisseur des orteils), le nerf est repéré avec l'axe vasculaire. Le nerf est séparé des vaisseaux pour poursuivre la dissection jusqu'à sa division. Il peut être libéré jusqu'à sa portion plantaire après section du muscle adducteur de l'hallux (fig 8D).

Nerf sural (nerf saphène externe)

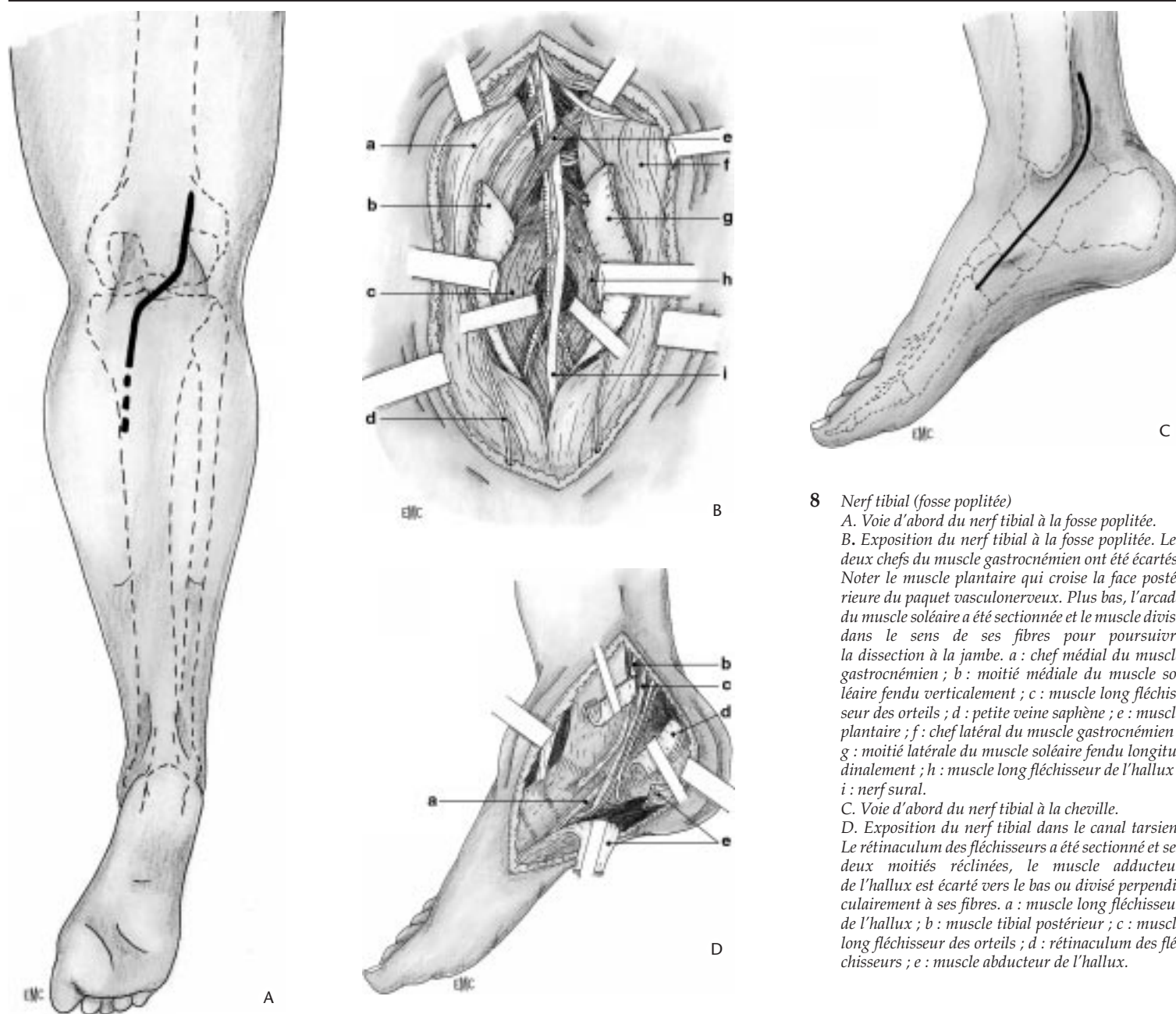
RAPPEL ANATOMIQUE

Il naît de l'union à la jambe de deux nerfs, les nerfs suraux médial (branche du nerf tibial) et latéral (branche du nerf fibulaire commun). En raison de la diversité de la hauteur de la division du nerf grand sciatique, le nerf sural peut avoir une origine variable. Le nerf sural médial naît du nerf tibial, il se situe médialement par rapport à la fosse poplitée, il chemine ensuite dans le septum séparant les deux chefs médial et latéral du muscle gastrocnémien. Au niveau de la terminaison des chefs médial et latéral du muscle gastrocnémien, le nerf sural médial devient superficiel. Il est alors rejoint par le nerf sural latéral, qui émerge au bord inférieur du chef latéral du muscle gastrocnémien. Après avoir perforé l'aponévrose, il devient satellite de la veine petite saphène. Avec elle, il contourne la malléole latérale. Le nerf sural abandonne les rameaux calcaneus latéraux et se termine en nerf cutané dorsal latéral du pied, qui s'épanouit à la face latérale du pied en cinq à huit branches. Il assure ainsi l'innervation de cette zone [14, 18]. Bien qu'il ait été décrit comme un nerf utilisable comme greffon vascularisé [4, 7], cette notion a été récemment mise en doute par El-Barrany et al [6], car le pédicule vasculaire manquerait dans deux tiers des cas.

ABORD CHIRURGICAL

Le nerf sural est utilisé essentiellement comme prélèvement pour effectuer des greffes nerveuses. Le patient est installé en décubitus dorsal, le genou est fléchi à 90° maintenu par un appui au niveau de la cheville. Un garrot est mis en place pendant l'intervention et seulement lâché avant la fermeture. La plupart des opérateurs prélèvent le nerf par de courtes incisions transversales. Il est repéré en arrière de la malléole latérale, la veine petite saphène est préservée. Le plus souvent, les incisions se font de proche en proche en palpant le nerf à travers le plan cutané (fig 9). Le nerf est prélevé jusqu'à la fosse poplitée. Une voie d'abord peut être réalisée sur tout le trajet du nerf, mais le bénéfice sur le prélèvement n'a pas été prouvé [6].

Figures 8, 9 et Références ➤



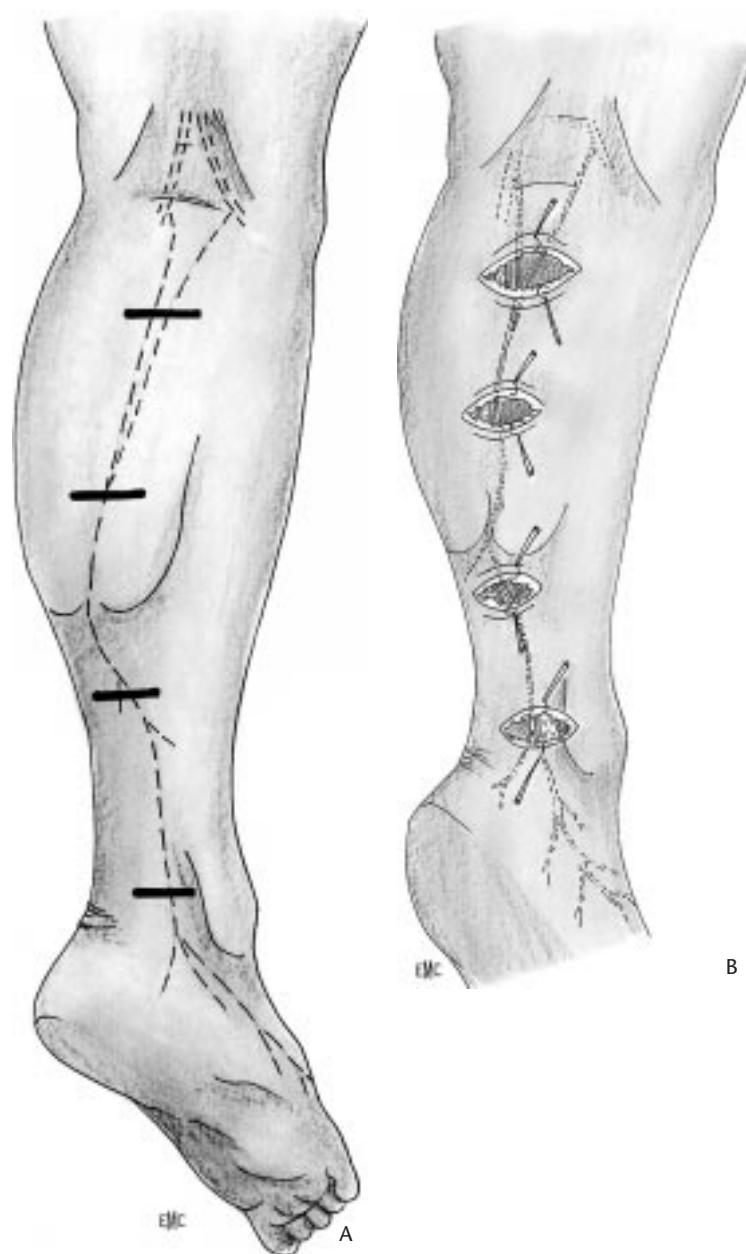
8 Nerf tibial (fosse poplitée)

A. Voie d'abord du nerf tibial à la fosse poplitée.

B. Exposition du nerf tibial à la fosse poplitée. Les deux chefs du muscle gastrocnémien ont été écartés. Noter le muscle plantaire qui croise la face postérieure du paquet vasculonerveux. Plus bas, l'arcade du muscle soléaire a été sectionnée et le muscle divisé dans le sens de ses fibres pour poursuivre la dissection à la jambe. a : chef médial du muscle gastrocnémien ; b : moitié médiale du muscle soléaire fendu verticalement ; c : muscle long fléchisseur des orteils ; d : petite veine saphène ; e : muscle plantaire ; f : chef latéral du muscle gastrocnémien ; g : moitié latérale du muscle soléaire fendu longitudinalement ; h : muscle long fléchisseur de l'hallux ; i : nerf sural.

C. Voie d'abord du nerf tibial à la cheville.

D. Exposition du nerf tibial dans le canal tarsien. Le rétinaculum des fléchisseurs a été sectionné et ses deux moitiés réclinées, le muscle adducteur de l'hallux est écarté vers le bas ou divisé perpendiculairement à ses fibres. a : muscle long fléchisseur de l'hallux ; b : muscle tibial postérieur ; c : muscle long fléchisseur des orteils ; d : rétinaculum des fléchisseurs ; e : muscle abducteur de l'hallux.



- 9 **Nerf sural.**
 A. Voies d'abord du nerf sural à la jambe.
 B. Technique de prélèvement du nerf sural à la jambe.

Références

- [1] Aldrich EF, Van Der Heever CM. Suprainguinal ligament approach for surgical treatment of meralgia paresthetica. *J Neurosurg* 1989 ; 70 : 492-494
- [2] Bleton R, Alnot JY, Oberlin C. Les lésions traumatiques du nerf sciatique : à propos de 40 réparations nerveuses. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 : 153-154
- [3] Canovas F, Bonnel F, Kouloumdjian P. The superficial peroneal nerve at the foot. Organisation, surgical applications. *Surg Radiol Anat* 1996 ; 18 : 241-244
- [4] Doi K, Kuwata N, Kawakami F. The free vascularized sural nerve graft. *Microsurgery* 1984 ; 5 : 175-184
- [5] Edelson JG, Nathan H. Meralgia paresthetica, an anatomical interpretation. *Clin Orthop* 1977 ; 122 : 255-261
- [6] El-Barrany WG, Marei AG, Vallée B. Anatomical basis of vascularised nerve grafts: the blood supply of peripheral nerves. *Surg Radiol Anat* 1999 ; 21 : 95-102
- [7] Franchinelli A, Masquelet AC, Restrepo J. The vascularized sural nerve. *Int J Microsurg* 1981 ; 3 : 57
- [8] Geissler WB, Corso SR, Caspari RB. Isolated rupture of the popliteus with posterior tibial nerve palsy. *J Bone Joint Surg Br* 1992 ; 74 : 811-813
- [9] Magalon G, Sassoon D, Pélissier JF, Bardot J. Les nerfs utilisables comme greffons. In : Les paralysies du plexus brachial. Monographie du GEM, 1998 : 23-25
- [10] Mont MA, Dellon AL, Chen F, Hungerford MW, Krackow KA, Hungerford DS. The operative treatment of peroneal nerve palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1996 ; 78 : 863-869
- [11] Nercessian OA, Piccoluga F, Eftekhari NS. Postoperative sciatic and femoral nerve palsy with reference to leg lengthening and medialization/lateralization of the hip joint following total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1994 ; 304 : 165-171
- [12] Peri G. The « critical zones » of entrapment of the nerves of the lower limb. *Surg Radiol Anat* 1991 ; 13 : 139-143
- [13] Privat JM, Frerebeau P, Benzezech J, Gros C. Traumatic elongation-traction lesions of the roots of the sciatic nerve, secondary to fractures of the pelvis. *Neurochirurgie* 1983 ; 29 : 7-41
- [14] Rouvière R. Anatomie humaine descriptive et topographique. Paris : Masson, 1948
- [15] Sedel L. Le nerf périphérique: pathologie et traitement chirurgical. Paris : Masson, 1988
- [16] Sedel L. The surgical management of the nerve lesions in the lower limb: clinical evaluation, surgical technique and results. *Int Orthop* 1985 ; 9 : 159-170
- [17] Sürücü HS, Govsa F, Unlu HH, Senyilmaz Y. An anatomic study of the lateral femoral cutaneous nerve. *Surg Radiol Anat* 1997 ; 19 : 307-310
- [18] Testut L. Traité d'anatomie humaine. Paris : Doin, 1921
- [19] Williams PH, Trizil KP. Management of meralgia paresthetica. *J Neurosurg* 1991 ; 74 : 76-80
- [20] Wolf K, Posel P, Heimkes B, Hierner R, Schweiberer L. Tarsal tunnel syndrome. Nerve compression syndrome in the foot. *Unfallchirurg* 1991 ; 94 : 291-294

Arthrodèse, coaptation et résection de hanche

S. Marmor, P. Piriou

L'avènement et les progrès actuels des arthroplasties de hanche ont rendu quasi obsolètes les indications d'arthrodèse ou de coaptation sur hanche vierge, même si cette possibilité thérapeutique doit toujours être évoquée chez le sujet très jeune en balance avec les inconnues à long terme des prothèses de hanche. Les indications actuelles de telles techniques sont les échecs ultimes post-traumatiques ou d'arthroplastie de hanche sans recours à une reprise prothétique possible soit pour des raisons mécaniques (destruction majeure du stock osseux), soit pour des raisons infectieuses. Dans ces deux indications, la réalisation d'une arthrodèse de hanche ou d'une coaptation reste délicate et peut orienter vers le choix d'une résection de hanche. Enfin, cette chirurgie garde un champ d'actualité pour des catégories de patients chez qui l'arthroplastie comporte une contre-indication relative ou un rapport bénéfice-risque défavorable à l'arthroplastie : il s'agit des patients neuro-orthopédiques pour lesquels la résection ou la coaptation de hanche permet de libérer un secteur de mobilité, des patients à risque septique important ou à demande fonctionnelle réduite.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Arthrodèse de hanche ; Résection de hanche ; Coaptation de hanche ; Infection de hanche

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Objectifs et orientations thérapeutiques | 1 |
| ■ Arthrodèse de hanche | 1 |
| Résultats à long terme des arthrodèses | 2 |
| Position de l'arthrodèse | 2 |
| Indications | 2 |
| Arthrodèses intra-articulaires | 2 |
| Arthrodèse extra-articulaire | 3 |
| Désarthrodèse de hanche | 5 |
| ■ Résection articulaire de hanche | 5 |
| Résection tête et col sur hanche native pour ostéoarthrite septique | 5 |
| Résection de hanche sur prothèse infectée | 5 |
| Résultats | 6 |
| ■ Coaptation trochantéro-iliaque | 6 |

■ Objectifs et orientations thérapeutiques

Une hanche native présente quatre qualités reproduites par l'arthroplastie : la mobilité, la stabilité, l'indolence et la conservation de la longueur du membre. Chacune des trois techniques développées par la suite répond de façon incomplète à ce cahier des charges. La réflexion avec le patient et son entourage sur les avantages et inconvénients de chacune des techniques permet un choix raisonné et l'établissement d'un contrat d'objectifs avec le patient (Tableau 1).

L'arthrodèse de hanche consiste à obtenir une fusion osseuse entre une partie du bassin et le fémur (arthrodèse coxofémorale ou ischiofémorale). Ses avantages sont l'indolence et la stabilité. Le raccourcissement du membre est parfois évité mais la mobilité est nulle.

Tableau 1.

Avantages et inconvénients des arthrodèses, résections et coaptations de hanche.

| | Stabilité | Indolence | Longueur | Mobilité |
|------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Arthrodèse | Oui | Oui | Souvent | Aucune |
| Résection | Non | Oui | Non | Oui |
| Coaptation | Oui | Souvent | Souvent | Partielle |

La résection articulaire permet d'obtenir une hanche ballante. Ses avantages sont la mobilité et souvent l'indolence ; ses inconvénients sont l'instabilité et le raccourcissement.

La coaptation trochantéro-iliaque encastre le sommet du fémur dans la zone cotyloïdienne. Ses avantages sont de conserver une certaine mobilité (flexion de hanche), une certaine stabilité, la longueur du membre inférieur et souvent l'indolence.

■ Arthrodèse de hanche

À ce jour, l'arthroplastie totale de hanche procure d'excellents résultats, mais le risque de faillite à moyen terme est d'autant plus important que le patient est jeune ; ce qui expose ce dernier à des reprises chirurgicales plus complexes et à des résultats plus aléatoires. L'arthrodèse de hanche doit donc être discutée chez les patients jeunes et actifs présentant une atteinte unilatérale de hanche.

L'arthrodèse de hanche a pour but d'obtenir la fusion entre le fémur proximal et une zone du bassin. On distingue les arthrodèses intra-articulaires (coxofémorales) des arthrodèses extra-articulaires (iliofémorales, ischiofémorales).

Tableau 2.

Résultats des arthrodèses de hanche.

| | Sponseller | Callaghan |
|--|------------|-----------|
| Suivi moyen (années) | 38 | 35 |
| Âge moyen au moment de l'arthrodèse (années) | 14 | 25,3 |
| Âge moyen au dernier recul (années) | 52 | 62,1 |
| Lombalgies (%) | 57 | 61 |
| Gonalgies homolatérales (%) | 45 | 57 |
| Désarthrodèse (PTH) (%) | 13 | 21 |

PTH : prothèse totale de hanche.

Résultats à long terme des arthrodèses

Les études de Sponseller [1] et Callaghan [2] ont montré que, pour la plupart des patients, une activité professionnelle était possible avec une arthrodèse de hanche. Certains présentent une gêne dans la vie quotidienne pour le chaussage et la position assise prolongée. En moyenne, les résultats se dégradent 20 ans après l'intervention, sous forme de lombalgies et de gonalgies homolatérales (Tableau 2).

Position de l'arthrodèse

La position de fusion de l'articulation coxofémorale impose une adaptation statique et dynamique au niveau du rachis et du genou. Un flessus de hanche favorise la position assise, mais est responsable à la marche d'une hyperlordose douloureuse et d'une inégalité de longueur des membres inférieurs. À l'inverse, une arthrodèse de hanche en extension favorise la station verticale plutôt que la position assise. Un excès d'abduction entraîne un allongement fonctionnel responsable d'un flessus du genou sous-jacent. La rotation interne est délétère car elle éloigne le pied du corps lors de la flexion du genou et empêche l'appui monopodal.

Au total, la position d'arthrodèse est un compromis associant :

- une flexion de 20° chez le sujet jeune pour privilégier la position debout ou une flexion de 30° chez le sujet plus âgé pour privilégier la position assise ;
- une légère adduction de 5° à 10° ;
- une rotation neutre ou en légère rotation externe.

Indications

Le candidat idéal pour une arthrodèse de hanche est un travailleur de moins de 30 ans, en bonne santé, souhaitant conserver un travail de force. Il doit être exempt de lombalgie, gonalgie, instabilité du genou et de douleurs de la hanche controlatérale.

Arthrodèses intra-articulaires

De nombreuses techniques ont été décrites. Elles ont pour point commun l'avivement des surfaces articulaires puis une fixation rigide.

Arthrodèse par avivement et vissage

Installation et voie d'abord

Lors de l'installation, les positions du bassin et du rachis lombaire doivent être parfaitement contrôlées pour adapter le positionnement futur de l'arthrodèse. Toutes les voies d'abord de hanches sont utilisables mais la voie antérieure en décubitus dorsal permet un meilleur contrôle du positionnement de l'arthrodèse surtout si l'on utilise une table orthopédique qui permet de positionner de façon stable le membre inférieur et le bassin. Il peut être intéressant de reprendre une ancienne voie d'abord dans le but d'exciser des trajets infectés. La luxation antérieure ou postérieure ne pose aucune difficulté mais l'exposition du cotyle peut être plus délicate en l'absence de

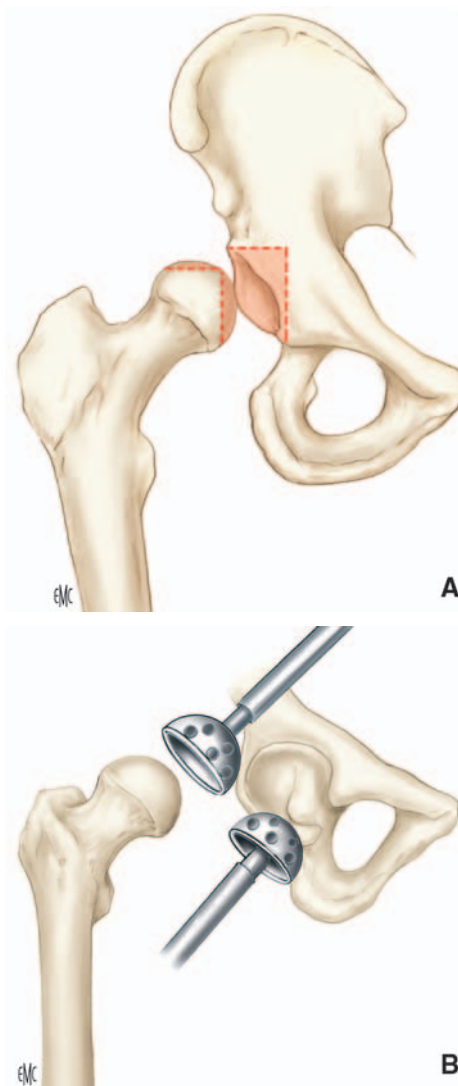


Figure 1. Avivement des surfaces articulaires (A, B).

coupe du col fémoral. Elle requiert donc une préparation fémorale première et une libération périarticulaire dans l'objectif de translater l'épiphyse fémorale vers l'avant ou vers l'arrière selon la voie d'abord pour accéder au cotyle. La conservation de l'éventail fessier doit être toujours privilégiée dans l'éventualité d'une désarthrodèse future, justifiant au besoin une trochantérotomie.

Avivement des surfaces articulaires

L'avivement des surfaces articulaires peut être réalisé à main levée, pour former deux pans de coupes congruents entre la tête fémorale et le cotyle ou bien, à l'aide d'un jeu de fraises concaves et convexes. Souvent, les destructions articulaires sont telles qu'elles interdisent ces deux techniques et un simple avivement des surfaces est réalisé (Fig. 1).

En cas de difficultés d'avivement ou de perte de substance osseuse importante, les zones d'incongruence peuvent être comblées par des greffons corticospongieux prélevés sur l'aile iliaque ou dans le grand trochanter en l'absence d'infection active. L'arthrodèse peut également être renforcée par une greffe pédiculée postérieure (R. Judet) : la baguette intertrochantérienne postérieure pédiculée par le carré crural est détachée puis basculée à la face postérieure de l'articulation pour être fixée au bord postérieur du cotyle et du col fémoral (Fig. 2).

Fixation

Une première fixation est obtenue par double ou triple vissage fémoro-iliaque en direction du toit du cotyle à l'aide de

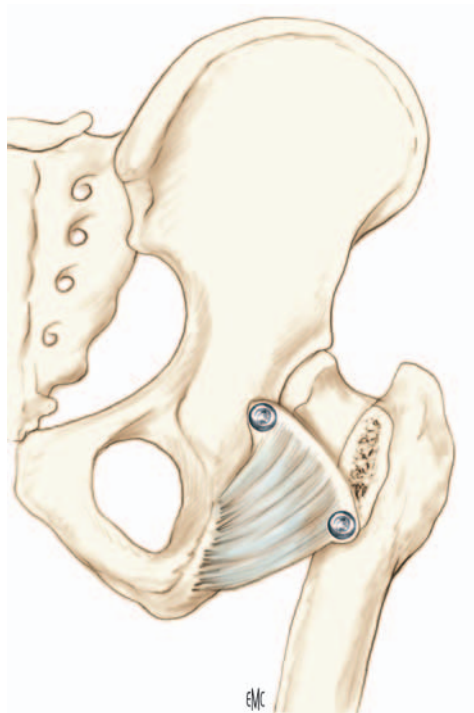


Figure 2. Greffe pédiculée postérieure de Robert Judet.

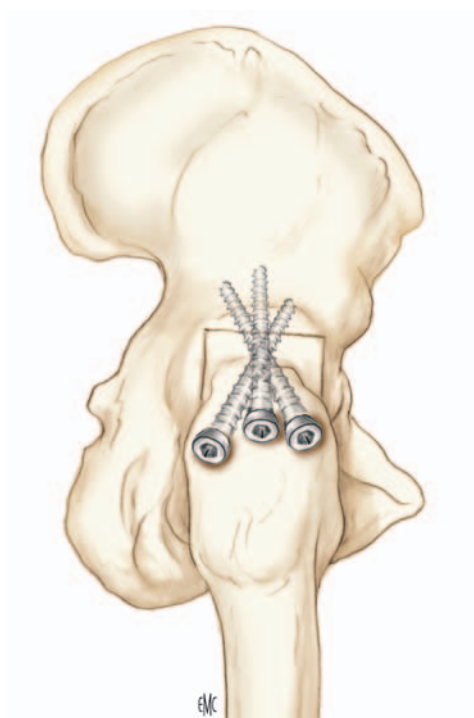


Figure 3. Fixation par vissage trochantéro-iliaque.

vis de gros diamètre (6 ou 7 mm) (Fig. 3). Les contraintes exercées par le ballant du membre inférieur sur l'arthrodèse sont telles qu'une protection complémentaire est systématiquement nécessaire. Elle peut être obtenue par un plâtre pelvipédieux chez l'enfant ou l'adolescent. Chez l'adulte, l'usage d'un fixateur externe iliofémoral est préférable. Ce fixateur doit comporter une prise iliaque constituée de quatre ou cinq fiches fixées dans la crête iliaque antérieure et moyenne et une prise fémorale comportant trois ou quatre fiches postéroexternes, laissant libre le plan de glissement du quadriceps afin de permettre une rééducation précoce du genou (Fig. 4). Le point faible du montage est la tenue pelvienne des fiches qu'il est souhaitable d'améliorer en réalisant des triangulations ou en prenant une prise au niveau du toit du cotyle.

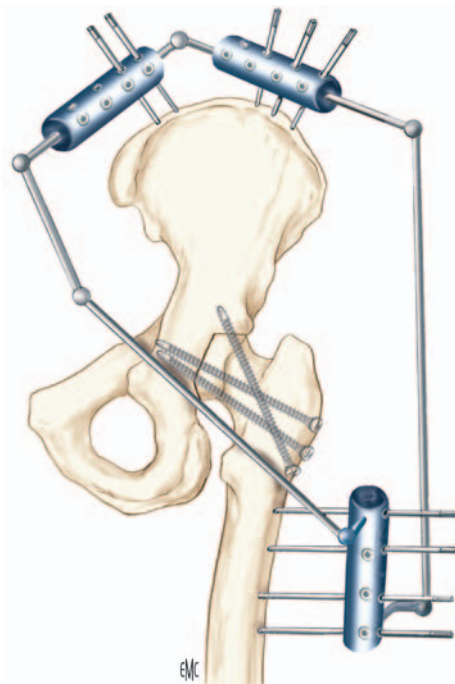


Figure 4. Fixateur externe iliofémoral.

Suites opératoires

Le lever précoce sans appui et la rééducation du genou constituent la première phase de rééducation. L'appui est progressivement autorisé à partir du troisième mois. Le fixateur est retiré lors de cette dernière phase en fonction de son seuil de tolérance. Les pseudarthroses sont fréquentes et mal tolérées car douloureuses.

Fixation par plaque iliofémorale

Une fixation exclusivement interne peut être réalisée à l'aide d'une plaque iliofémorale. Le patient est installé en décubitus latéral ; la voie d'abord est latérale avec trochantérotomie. Après luxation antérieure, les surfaces articulaires sont avivées. En cas de subluxation coxofémorale, une ostéotomie juxtacotyloïdienne de type Chiari est réalisée afin d'augmenter la surface de contact. Cette technique a été décrite par Schneider [3]. Après positionnement de l'arthrodèse, celle-ci est fixée en compression par une plaque iliofémorale. Le grand trochanter est ensuite vissé au travers de la plaque. Si la fixation est stable, le patient est rapidement verticalisé. L'appui est progressivement autorisé à partir du troisième mois (Fig. 5). Cette médialisation de la hanche induit un genu valgum sous-jacent souvent mal toléré, évoluant vers la dislocation du genou à long terme.

Matta [4] propose une fixation iliofémorale par voie de Smith-Petersen sans ostéotomie du bassin ni désinsertion des muscles abducteurs de hanche. Le patient est installé sur une table orthopédique radiotransparente dans le but de contrôler le positionnement de l'arthrodèse. Après avivement des surfaces articulaires et positionnement de l'arthrodèse, une première vis trochantéro-iliaque fixe et comprime le site de l'arthrodèse. Une plaque de 12 à 14 trous est ensuite adaptée puis positionnée de la face endopelvienne de l'os iliaque à la face antérieure du fémur proximal (Fig. 6).

Dans les situations difficiles, il est possible de réaliser une arthrodèse en deux temps, privilégiant, lors d'une première intervention, le contact coxofémoral et la longueur au prix d'un défaut de positionnement du membre inférieur (abduction importante) qui est secondairement corrigé par une ostéotomie fémorale [5].

Arthrodèse extra-articulaire

L'indication de ces arthrodèses reste aujourd'hui très limitée. On distingue les arthrodèses iliofémorales des arthrodèses ischiofémorales. Les arthrodèses iliofémorales, fixant un greffon

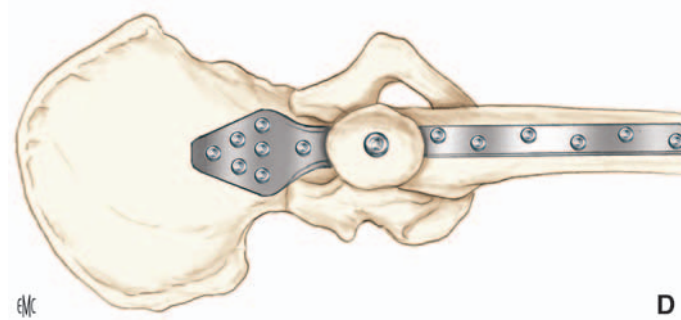
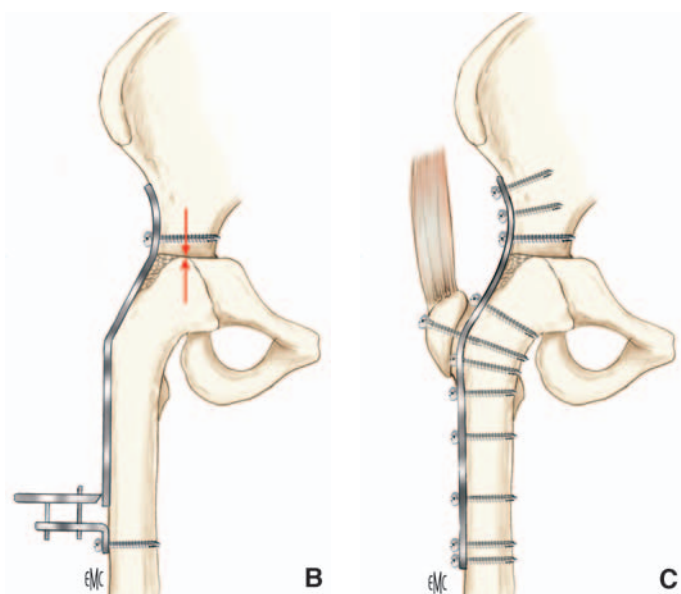
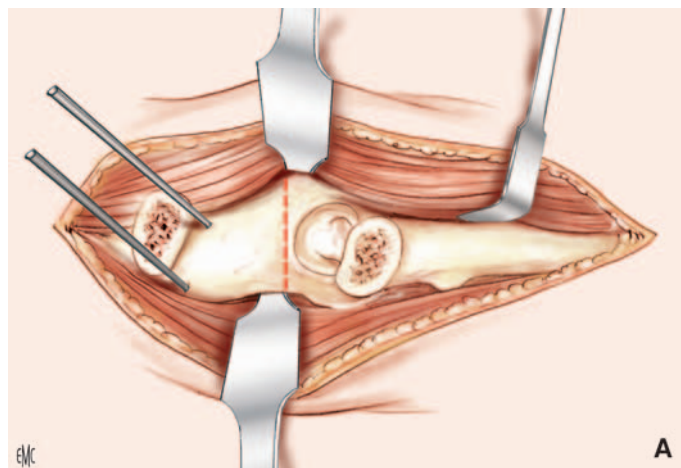


Figure 5. Technique de Schneider.

A. Trochantérotomie puis ostéotomie supracotyloïdienne.

B. Mise en compression.

C, D. Fixation du grand trochanter.

entre l'aile iliaque et le sommet du grand trochanter, ont été abandonnées car leur fusion est extrêmement longue et les échecs nombreux (Fig. 7). Cette technique avait été proposée par Albee [6] en 1915.

L'arthrodèse ischiofémorale garde des indications en cas de destruction articulaire majeure, de destruction métaphysaire proximale du fémur ou de défaut de consolidation d'une arthrodèse intra-articulaire.

La technique de Trumble [7] a pour principe d'encaster un gros greffon entre la face postérieure du grand trochanter et la tubérosité ischiatique. Le patient est installé en décubitus latéral, l'abord est postéroexterne. Le nerf sciatique est repéré et refoulé en arrière puis le carré crural est désinséré du fémur et rabattu en arrière pour protéger le nerf sciatique. La face profonde du carré crural mène à la tubérosité ischiatique qui est avivée. Un

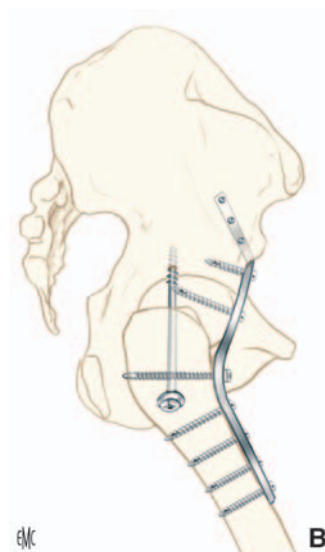
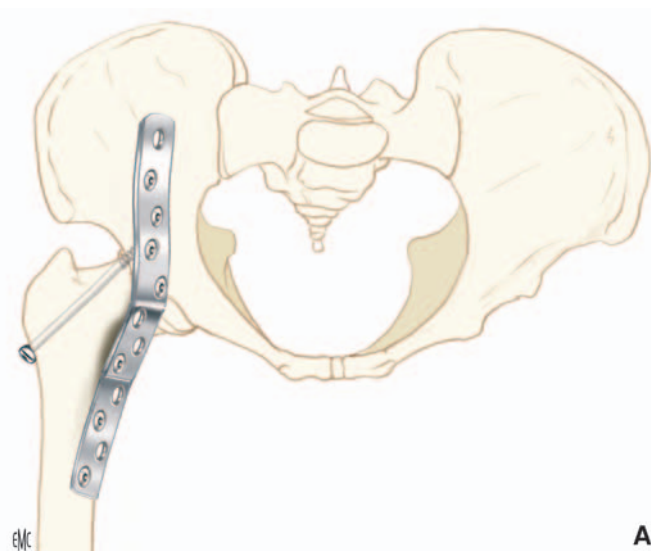


Figure 6. Technique de Matta (A, B).

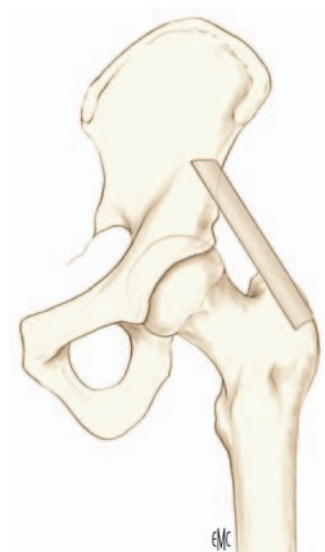


Figure 7. Arthrodèse iliofémorale selon Albee.

volumineux greffon d'aile iliaque est prélevé puis encastré dans une tranchée ischiatique et appliqué à la face postérieure du fémur préalablement avivé. Il est ensuite fixé par une ou deux vis. Une contention complémentaire par fixateur iliofémoral est nécessaire (Fig. 8).

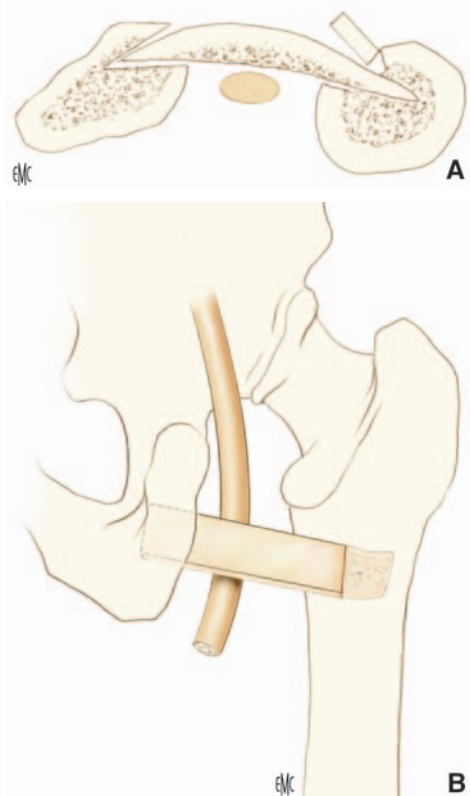


Figure 8. Arthrodèse ischiofémorale selon Trumble (A, B).

Désarthrodèse de hanche

Chez certains patients présentant à long terme une lombarthrose, une gonarthrose sous-jacente ou une atteinte de la hanche controlatérale, une désarthrodèse peut être discutée. C'est également le cas à moyen terme dans les situations de pseudarthrodèses douloureuses ou de malposition de l'arthrodèse. Le risque principal est de transformer une hanche stable et indolore en une hanche instable et non fonctionnelle. L'évaluation prédictive de la fonction des muscles fessiers est délicate. Une contractilité musculaire peut être retrouvée cliniquement, mais les corps musculaires ont souvent été remplacés par une dégénérescence fibreuse et grasseuse. L'électromyogramme (EMG) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) n'ont pas fait la preuve de leur valeur prédictive dans l'analyse de l'efficacité de ces muscles. En cas d'arthrodèse extra-articulaire, il faut vérifier que le nerf sciatique n'est pas incorporé dans la fusion osseuse.

L'abord chirurgical est réalisé par voie transtrochantérienne ou par voie antérieure de Hueter élargie en Smith-Petersen à la demande. Après ostéotomie de l'ancrage en zone de fusion, la zone cotyloïdienne doit être parfaitement repérée entre des écarteurs placés au niveau de la colonne antérieure, de la colonne postérieure et du trou obturateur. Le toit du cotyle est difficile à repérer lorsqu'il correspond à la zone de fusion. Le cotyle est sculpté entre les écarteurs en prenant soin de ne pas s'enfoncer excessivement dans le toit. La préparation fémorale est classique en l'absence de dysplasie.

Ces désarthrodèses améliorent considérablement le niveau des lombalgies, moins souvent celui des gonalgies. Cependant, la moitié de ces patients nécessite l'usage d'une canne à la marche et le taux de complications est important (22 % à 33 %) [8-12].

Résection articulaire de hanche

La résection arthroplastique de la hanche fut popularisée en 1923 par Girdlestone [13] pour le traitement de la tuberculose ou des infections à pyogènes sur hanches natives. Cette technique et ses indications se sont modifiées au fil des années pour

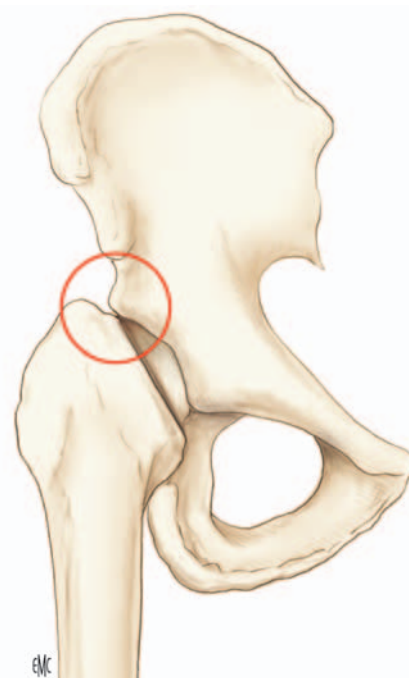


Figure 9. Résection de hanche appuyée.

devenir le premier temps chirurgical du traitement de l'ostéoarthrite de hanche, l'intervention de sauvetage des échecs infectieux sur prothèses totales de hanche ou en cas de faillite mécanique ultime de ces mêmes arthroplasties [14].

Résection tête et col sur hanche native pour ostéoarthrite septique

La voie d'abord est soit une voie classique (antérieure, postérieure, etc.), soit la reprise d'une voie à l'origine de l'infection (infection sur matériel d'ostéosynthèse). Après excision d'éventuels tissus et matériaux extra-articulaires infectés, une synovectomie complète est réalisée. La section du col du fémur est réalisée à sa base à la scie oscillante et le cartilage cotyloïdien enlevé dans son intégralité à l'aide de fraises convexes à cotyle. Le diamètre de fraisage et les lésions cotyloïdiennes sont notés dans le compte rendu opératoire en vue d'une implantation prothétique ultérieure. En postopératoire, une traction appliquée ou transtibiale est souhaitable jusqu'à l'ablation des drains de Redon (Fig. 9). L'appui est d'emblée autorisé avec une semelle de compensation de 4 à 5 cm sous la chaussure. L'entretien quotidien du « piston » de la hanche par traction dans l'axe du membre inférieur par une tierce personne permet de conserver une certaine souplesse périarticulaire et facilite la future implantation prothétique.

Résection de hanche sur prothèse infectée

Il s'agit du premier temps thérapeutique d'une prise en charge en deux temps d'une infection de prothèse totale de hanche (PTH) (premier temps d'excision, dépose de PTH et antibiothérapie puis second temps de réimplantation prothétique).

La difficulté du geste repose sur la qualité de l'excision des tissus infectés et sur l'extraction des pièces prothétiques. C'est pourquoi la voie d'abord est nécessairement élargie et il faut privilégier les voies postéroexternes avec fémorotomie. Le patient est installé en décubitus latéral. La précédente voie d'abord est excisée depuis la peau jusqu'aux tissus profonds puis une synovectomie minutieuse est réalisée. Après luxation de la prothèse, la tige fémorale est extraite en premier. En cas de tige cimentée, l'extraction est souvent aisée après avoir enlevé le premier centimètre de ciment et principalement celui en regard de l'épaule de la prothèse. Si le fourreau de ciment est libéré dans son intégralité avec la prothèse, il faut sursoir à une fémorotomie et réaliser un nettoyage endomédullaire par

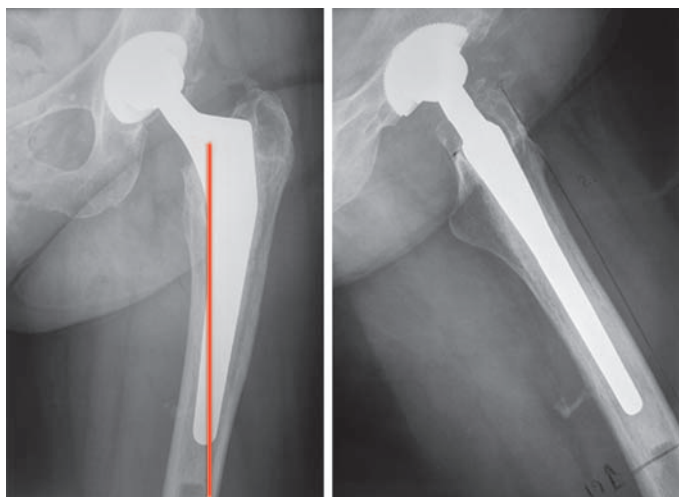


Figure 10. Prothèse totale de hanche infectée, programmation de la fémorotomie.

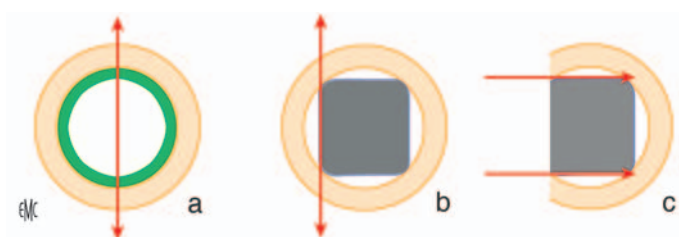


Figure 11. Fémorotomie. a. Après extraction de la prothèse ; b, c. prothèse en place.

alésage. Le plus souvent, le ciment reste adhérent à l'os. Son extraction par voie haute est laborieuse et aléatoire et il faut privilégier une fémorotomie : le fémur est exposé par voie latérale en préservant les insertions du quadriceps. Le trait de fémorotomie est oblique de haut en bas et d'interne en externe. Il part du merkel pour aboutir à la corticale latérale du fémur (Fig. 10). Sa longueur est supérieure à la zone de cimentation (taille extrapolée sur la pièce prothétique retirée). Le fémur est ouvert en deux et exposé en prenant garde d'éviter tout levier avec les écarteurs sur la zone de jonction entre le grand trochanter et la diaphyse qui constitue une zone de fragilité. L'extraction de l'ensemble du ciment et du bouchon par fragmentation est aisée, les géodes endostées curetées. En cas de tige sans ciment réhabilitée l'extraction par voie haute peut être délicate. La tige doit être progressivement dégagée à l'aide de ciseaux fins (Letournel) ou de broches passées à la périphérie de la tige. En cas d'échec, le premier trait de fémorotomie (fémoroclasie) est réalisé et les manœuvres de dégagement répétées. En cas de difficulté, la fémorotomie est poursuivie, prothèse en place, avec un trait de scie passant en dehors de la prothèse (Fig. 11). Une fois le fémur ouvert, la tige est retirée et la diaphyse nettoyée. L'extraction cotyloïdienne est souvent moins difficile. En cas de cupule cimentée, les plots de ciment doivent être excisés. Les cupules cimentées peuvent être constamment arrachées de leur lit de ciment en les perforant par leur bord par un ciseau solide et faisant levier de bas en haut. S'il y a une cupule sans ciment ostéo-intégrée, celle-ci est soit dégagée progressivement à l'aide d'un ciseau courbe, soit maintenue à l'aide d'un ancillaire type Triology® (Zimmer), permettant une découpe à la périphérie du cotyle sans perte de substance osseuse. Le cotyle est ensuite avivé aux fraises motorisées. En fin d'intervention, les lésions cotyloïdiennes et fémorales sont évaluées (perte de substance osseuse cavitaire ou segmentaire, diamètre de fraisage, classifications) et reportées dans le compte rendu opératoire en vue d'une repose prothétique secondaire avec reconstruction. La fémorotomie est refermée et stabilisée par plusieurs cerclages métalliques (Fig. 12). En postopératoire, une traction appliquée ou transtibiale est souhaitable jusqu'à l'ablation des drains de Redon. L'appui n'est pas autorisé avant



Figure 12. Résection de hanche et fermeture de la fémorotomie par cerclages.

la consolidation de la fémorotomie (généralement obtenue autour du troisième mois). L'entretien du « piston » de la hanche par traction dans l'axe du membre inférieur doit être quotidien.

Résultats

La majorité des patients ont besoin d'une canne pour marcher en raison d'une instabilité de la hanche. Celle-ci est moins importante chez les patients qui présentent une « résection appuyée » ; c'est-à-dire lorsque le grand trochanter trouve un appui sous le toit du cotyle (Fig. 9). Le raccourcissement est en moyenne de 5 cm et doit être compensé par une semelle sous la chaussure. Le niveau de douleur et la mobilité sont souvent excellents [15] et le résultat est d'autant meilleur que le tissu fibreux est important à la cicatrisation, permettant une diminution de la sensation de piston au passage du pas.

Le résultat fonctionnel des résections de hanche est donc en général mauvais et environ 15 % des patients ont un échec dû à une infection. Ce taux est directement corrélé à la qualité de l'excision chirurgicale, sans être meilleur que les réimplantations en deux temps. La résection tête et col définitive n'est donc pas justifiée par la recherche d'un meilleur résultat sur l'infection. Elle peut être définitive chez les patients fragiles en échec infectieux multiples qui ne peuvent plus courir le risque d'une réintervention et acceptent un mauvais résultat fonctionnel [16, 17].

■ Coaptation trochantéro-iliaque

La coaptation trochantéro-iliaque fut inventée par Robert Judet en 1964 [18]. L'objectif initial dans l'ostéoartrite de hanche était d'obtenir après l'excision un comblement de la cavité articulaire et une fusion trochantéro-iliaque. En fait, après l'ablation du fixateur externe iliofémoral au cinquième mois, il s'est avéré que « cette technique d'arthrodèse trochantéro-iliaque manquait son but mais laissait au malade une néoarticulation appuyée, un peu mobile et surtout indolore ». Le délai d'immobilisation fut alors ramené de principe à 40 jours, délai suffisant pour obtenir la coaptation [19]. Cette technique de pseudarthrodèse appuyée se justifie par le fait que l'obtention de la fusion articulaire dans l'arthrodèse de hanche est délicate et que 20 % des patients nécessitent un geste secondaire [5].

L'installation est conditionnée par la voie d'abord préalablement utilisée pour l'ostéosynthèse ou l'arthroplastie. Après excision et ablation du matériel étranger, on procède au remodelage articulaire.

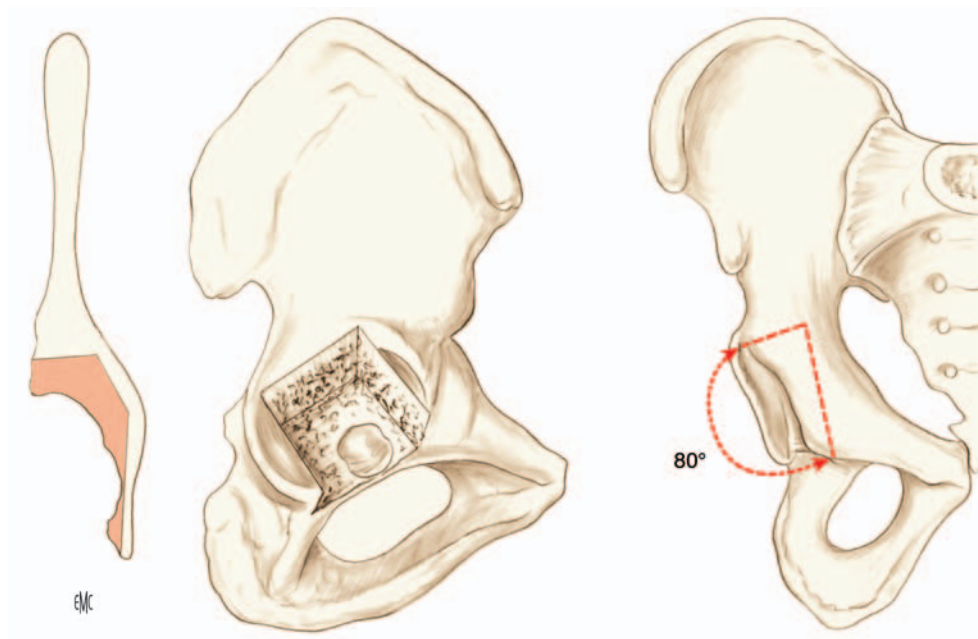


Figure 13. Coaptation trochantéro-iliaque.

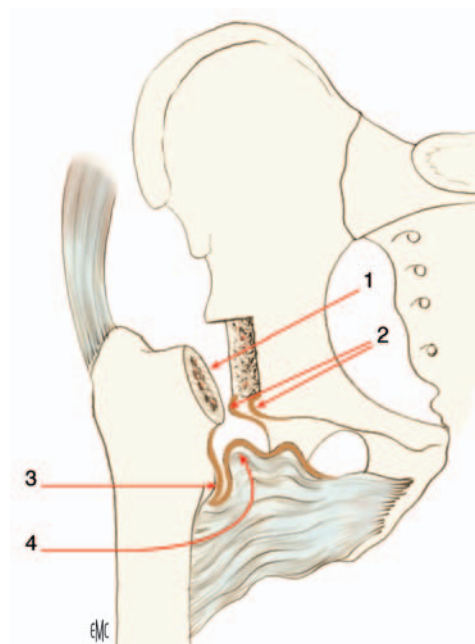


Figure 14. Éléments limitant la coaptation. 1. Moignon de col ; 2. cornes du cotyle ; 3. petit trochanter ; 4. adducteurs.

Au niveau du cotyle, il faut transformer une cavité hémisphérique en une cavité rectangulaire où vient se loger le trochanter. Le toit est retaillé de façon économique afin d'obtenir une surface plane légèrement oblique de dehors en dedans et de bas en haut. Cette pente donnée au toit du cotyle stabilise intrinsèquement la néoarticulation. L'arrière-fond est avivé jusqu'à la lame quadrilatère puis les deux cornes sont réséquées. Une partie de la paroi antérieure est excisée pour permettre la flexion de hanche (Fig. 13).

Au niveau du fémur, le moignon de col est excisé jusqu'à la ligne intertrochantérienne, le sommet du grand trochanter est avivé horizontalement. Les muscles fessiers voient leurs insertions trochantériennes excisées pour permettre au fémur de rentrer dans la « boîte » cotyloïdienne. Le petit trochanter est excisé pour ne pas gêner la translation interne (Fig. 14).

Le grand trochanter est encastré dans le cotyle. Il faut vérifier le bon affrontement et au besoin compléter la résection des

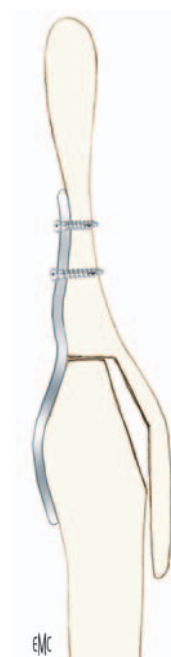


Figure 15. Coaptation trochantéro-iliaque armée par une plaque console empêchant la latéralisation du fémur.

cornes cotyloïdiennes du petit trochanter ou désinsérer les adducteurs en cas de plicature interne. Le membre inférieur est positionné en flexion de hanche de 10°, abduction de 5° et légère rotation externe.

L'utilisation d'une table orthopédique sur un patient installé en décubitus dorsal facilite grandement l'intervention. La stabilisation est assurée par fixateur externe iliofémoral pour une durée de 6 semaines. L'idéal est de démarrer la mobilisation de la hanche en flexion autour du 21^e jour. Certains fixateurs externes et des montages permettent cette mobilisation. L'appui est repris à 6 semaines à l'ablation du fixateur.

En l'absence d'infection chez les patients neuro-orthopédiques, il est possible d'armer la coaptation par une courte plaque en console maintenue par deux vis à la face externe du cotyle dans le but d'assurer la continence cotyloïdienne (Fig. 15).



Références

- [1] Sponseller PD, McBeath AA, Perpich M. Hip arthrodesis in young patients. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1984;**66**: 853-9.
- [2] Callaghan JJ, Brand RA, Pedersen DR. Hip arthrodesis. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1985;**67**:1328-35.
- [3] Schneider R. Hip arthrodesis with the cobra head plate and pelvic osteotomy. *Reconstr Surg Traumatol* 1974;**14**:1-37.
- [4] Matta JM, Siebenrock KA, Gautier E, Mehne D, Ganz R. Hip fusion through an anterior approach with the use of ventral plate. *Clin Orthop Relat Res* 1997;**337**:129-39.
- [5] Stover MD, Beaulé PE, Matta JM, Jeffery WM. Hip arthrodesis: a procedure for the new millennium? *Clin Orthop Relat Res* 2004;**418**: 126-33.
- [6] Albee FH. Extraarticular arthrodesis of the hip for tuberculosis with a report of 31 cases. *Ann Surg* 1929;**89**:404-26.
- [7] Trumble HC. A method of fixation of the hip joint by means of an extra-articular bone graft. *Aust N Z J Surg* 1932;**1**:413.
- [8] Amstutz HC, Sakai DN. Total joint replacement for ankylosed hips. Indications, technique, and preliminary results. *J Bone Joint Surg Am* 1975;**57**:619-25.
- [9] Strathy GM, Fitzgerald Jr. RH. Total hip arthroplasty in the ankylosed hip. A ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1988;**70**:963-6.
- [10] Hamadouche M, Kerboull L, Meunier A, Courprier JP, Kerboull M. Total hip arthroplasty for the treatment of ankylosed hips: a five to twenty-one-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 2001;**83**:992-8.
- [11] Joshi AB, Markovic L, Hardinge K, Murphy JC. Conversion of a fused hip to total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2002;**84**:1335-41.
- [12] Kilgus DJ, Amstutz HC, Wolgin MA, Dorey FJ. Joint replacement for ankylosed hips. *J Bone Joint Surg Am* 1990;**72**:45-54.
- [13] Girdlestone GR. Acute pyogenic arthritis of the hip. *Lancet* 1943;**1**: 419-21.
- [14] Bittar ES, Petty W. Girdlestone arthroplasty for infected total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1982;**170**:83-7.
- [15] Esenwein SA, Robert K, Kollig E, Muhr G. Long-term results after resection arthroplasty according to Girdlestone for treatment of persisting infections of the hip joint. *Chirurg* 2001;**72**:1336-43.
- [16] Schroder JD, Saris D, Besselaar PP, Marti RK. Comparison of the results of the Girdlestone pseudarthrosis with reimplantation of a total hip replacement. *Int Orthop* 1998;**22**:215-8.
- [17] Rosset P, Guery J. Prothèses totales de hanches infectées : résultats de 81 ablations prothétiques avec mise en résection tête-col. *Rev Chir Orthop* 2002;**88**:182-4.
- [18] Letournel E. Trochantero-iliac coaptation. Treatment of suppurative total arthroplasty. *Rev Chir Orthop* 1975;**61**(suppl2):115-9.
- [19] Lord G, Besse JP, Samuel P. La coaptation trochantéro-iliaque. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie, 44-672, 1975.

S. Marmor.

P. Piriou (philippe.piriou@rpc.aphp.fr).

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, Hôpital Raymond Poincaré, 104, boulevard Raymond-Poincaré, 92380 Garches, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Marmor S., Piriou P. Arthrodèse, coaptation et résection de hanche. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-682, 2008.

Disponibles sur www.em-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Arthroplastie de resurfaçage de la hanche

S. Leclercq, D. Richter, P. Lemaréchal

Après l'échec des doubles cupules à friction métal/polyéthylène, le développement des frictions métal/métal a permis l'évolution d'une nouvelle génération de doubles cupules. La survie à 8 ans est de 94 % avec des complications spécifiques à ce type d'implant, fracture du col et descellement fémoral qui peuvent être contrôlés par la sélection des indications et une technique opératoire optimale. Toutes les voies d'abord classiques peuvent être adaptées à cette chirurgie. Les différents ancillaires ont le même but : contrôler l'angle cervicodiaphysaire, centrer la cupule sur le col, de face et de profil, régler l'offset.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Arthroplasties ; Resurfaçage ; Métal/métal ; Hanche

Plan

| | |
|-------------------------------------|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Prothèses | 1 |
| Tribologie | 1 |
| Cupule cotyloïdienne | 1 |
| Cupule fémorale | 1 |
| ■ Voies d'abord | 2 |
| Généralités | 2 |
| Différentes voies d'abord | 2 |
| ■ Préparation des surfaces | 3 |
| Préparation du cotyle | 3 |
| Préparation de la tête fémorale | 4 |
| ■ Indications et contre-indications | 7 |

■ Introduction

L'histoire des cupules de hanche débute en 1923 avec Smith Petersen qui propose initialement d'interposer provisoirement dans une hanche arthrosique une cupule en viscoélastique, espérant induire un tissu fibreux cicatriciel capable de suppléer le cartilage manquant. Ce matériau est remplacé en 1938 par le vitallium. Luck, dans les années 1950, dessine une cupule à appui cylindrosphérique. L'avènement des prothèses totales par MacKee en 1954 et surtout Charnley en 1959 a limité pour certains les indications des cupules céphaliques aux nécroses de hanche sans atteinte cotyloïdienne et celles-ci continuent à être posées pour cette indication jusqu'à la fin des années 1990. Les doubles cupules se développent aux États-Unis, en Europe et au Japon à partir de 1972. Les plus diffusées comprennent une cupule céphalique en CrCo scellée en face d'une cupule cotyloïdienne en polyéthylène (PE), scellée. Elles sont abandonnées en 1985. [1] L'usure du PE en faible épaisseur est responsable d'un nombre inacceptable d'échecs. Les progrès des métallurgistes permettent à Mac Minn, en 1992, de poser une double cupule à friction métal/métal. Amstutz propose un modèle en 1996. [2] La surface de friction Métasul utilisée en Europe depuis 1988 est appliquée à la double cupule en 2001. Puis toutes les sociétés internationales ont développé un produit dont nous

allons voir les particularités. La friction métal/métal et ses conséquences en termes d'usure et de libération ionique sont étudiées et discutées depuis le début des années 1990 pour des frictions en diamètre 28. L'utilisation de grands diamètres pose les mêmes problèmes sans les aggraver car l'usure dépend de la rugosité et de la clairance, et non du diamètre de friction. [3] L'usure du PE qui a condamné les doubles cupules métal/PE est peut-être aujourd'hui contrôlée. Les fractures du col précoces et les nécroses céphaliques postopératoires restent des complications spécifiques de ce type d'implant sous la dépendance en partie de facteurs opératoires.

■ Prothèses (Tableau 1)

Différents modèles sont actuellement utilisés aux États-Unis et en Europe. Tous les implants sont réalisés en chrome/cobalt à haute teneur en carbone forgé pour la prothèse Zimmer, et coulé pour les autres.

Tribologie

Les caractéristiques tribologiques des frictions CrCo/CrCo dépendent des facteurs suivants :

- alliage coulé ou forgé ;
- rugosité ;
- tolérance des diamètres des surfaces concave et convexe ;
- traitement de surface éventuel ;
- teneur en carbure.

Cupule cotyloïdienne

Les cupules cotyloïdiennes sont toujours impactées sans ciment. La tenue primaire est assurée par un « press-fit » plus ou moins complété par des aspérités de surface. La fixation secondaire est assurée par une réhabilitation de la surface qui peut être un titane poreux ou des billes de chrome-cobalt.

Cupule fémorale

Tous les fabricants ont opté pour une cupule céphalique cimentée. Deux d'entre eux proposent en plus une version non

Tableau 1.

Caractéristiques techniques des doubles cupules.

| Nom | | Durom | Conserve+ | BHR | Cormet | Recap | ASR |
|---|-----------------------|-------------------|-----------------|------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Marque | | Zimmer | Wright | Smith-N | Corin | Biomet | Depuy |
| Caractéristiques des surfaces de friction | Alliage | Forgé | Coulé | Coulé | Coulé | Coulé | Coulé |
| | Rugosité | -2-4 nm(Ra) | 11 nm(Ra) | -20 nm(Ra) | < 50 nm(Ra) | < 10 nm(Ra) | 2-5 nm(Ra) |
| | Tolérance | 150 µm | 50-250 µm | 250-350 µm | 200-400 µm | 150-300 µm | 100-160 µm |
| | Traitement de surface | 0 | HIP | 0 | HIP | 0 | 0 |
| | Sphéricité | -5 µm | 2-4 µm | ? | < 10 µm | < 5 µm | -5 µm |
| Caractéristiques de la cupule cotyloïdienne | Traitement de surface | Titane | CoCr | CoCr | Titane | Titane | CoCr |
| | Technique | Projeté sous vide | Billes frittées | Fonderie | Projection plasma | Projection plasma | Billes frittées |
| | Diamètre extérieur | 44-66 | 42-64 | 44-66 | 46-64 | 44-66 | 44-70 |
| Caractéristiques de la cupule céphalique | Épaisseur | 4 mm | 3 mm | 4 et 5 mm | ? | 3 mm | |
| | Épaisseur ciment | 1 mm | 1 mm | ? | ? | 0,5 mm | Cône morse |
| | Ciment | + | + | + | + et - | + et - | + |
| | Diamètre | 38-60 | 36-56 | 38-58 | 40-56 | 38-60 | 39-63 |

HIP : *hip isostatique pressure*, pressage isostatique à chaud pour enlever la porosité résiduelle dans les alliages coulés.

cimentée. Les caractéristiques du manteau de ciment sont variables. Le volume interne est cylindrique, sauf pour un fabricant qui a opté pour un cône à faible pente. Deux prothèses ont été posées par leur promoteur uniquement du côté céphalique dans les nécroses de hanche, [4] mais l'hémiresurfaçage semble aujourd'hui marginal.

■ Voies d'abord

Généralités

Toutes les voies d'abord habituelles de la hanche peuvent être utilisées. Les conséquences des différentes voies sur la vascularisation de la tête sont depuis longtemps discutées. [5, 6] Force est de constater que les voies d'abord postérieures, [7] même lorsqu'elles sont agressives, ne provoquent pas davantage de nécroses postopératoires. La vascularisation médullaire est peut-être capable de suppléer la déficience de l'artère circonflexe postérieure. Quoi qu'il en soit, même par voie postérieure, il est élégant de chercher à adapter sa voie d'abord pour pouvoir exposer correctement le cotyle et préserver au maximum la vascularisation de la tête.

L'exposition du cotyle dépend de plusieurs facteurs.

Anesthésie

Il n'est pas démontré qu'une technique anesthésique particulière permette une meilleure exposition.

Tissus mous

- Antécédents chirurgicaux. Un abord chirurgical préalable peut créer des adhérences et il est souhaitable de reprendre la même voie d'abord, ne serait-ce que pour permettre une éventuelle ablation de matériel.
- Facteurs individuels. Il existe de grandes différences individuelles dans la souplesse des tissus qui expliquent certaines difficultés d'exposition ou au contraire un grand confort chirurgical.

Structures osseuses

La pathologie causale peut être responsable d'une raideur articulaire, mais celle-ci n'augure pas des difficultés d'exposition. Ce sont les déformations osseuses, position de la tête sur le col et surtout les ostéophytes céphaliques et péricotyloïdiens qui peuvent limiter l'exposition. Il est alors souhaitable de les réséquer avant de préparer le cotyle. Du côté céphalique, la solution la plus efficace consiste à commencer par le fémur en passant une scie-cloche d'un diamètre supérieur à celui prévu.

Type d'écarteur

Les écarteurs habituels sont suffisants. Il est confortable de sublaxer le col et la tête en arrière ou en avant à l'aide d'un

écarteur contre-coudé et il faut alors être vigilant sur le point d'appui sur la colonne antérieure ou postérieure. Les fabricants proposent des écarteurs contre-coudés avec lumière froide intégrée. Ils peuvent parfois apporter un confort supplémentaire.

Différentes voies d'abord

Voie d'abord postérieure

Elle est la plus utilisée spécialement par les chirurgiens anglais et nord-américains. On lui reproche une potentielle dévascularisation de la tête par le sacrifice de l'artère circonflexe postérieure. L'expérience clinique ne confirme pas ces craintes. Chiron propose de préserver l'insertion céphalique de la capsule en l'incisant au ras du bourrelet cotyloïdien (communication personnelle) (Fig. 1).

Trochantérotomie

Elle a été très utilisée en France pour la mise en place, dans les années 1970, des doubles cupules métal/PE (Zéphyr, ICLH, Wagner). C'est la voie d'abord habituelle qui était pratiquée avec une ostéotomie trochantérienne plus superficielle et en V inversé. Beaulé utilise une variante de type digastrique qui préserve la continuité moyen fessier-grand trochanter-vaste externe [8] (Fig. 2).

Le défaut de consolidation fait courir un risque d'échec important [9] et la qualité de la synthèse ne doit pas être négligée. Seuls les fils en acier inoxydable ad hoc ou les vis en acier doivent être utilisés. Le bimétallisme est un problème théorique qui ne justifie pas de prendre le moindre risque sur la qualité de la synthèse trochantérienne.

Voie transmusculaire verticale

Que ce soit la voie de Hardinge originale ou l'une de ses nombreuses variantes, elle est adaptée à cette intervention. Le petit fessier peut être incisé exclusivement dans le sens des fibres, ce qui autorise un jour suffisant sur le col et permet une fermeture de très bonne qualité (Fig. 3).

La désinsertion du tendon réfléchi en avant et de la capsule au ras du cotyle en arrière augmente l'exposition du cotyle.

Voie antérieure de Hueter

Elle est pratiquée par l'école de Judet. [10] Elle ne nécessite aucune modification par rapport à celle décrite pour une prothèse standard avec l'utilisation de la table orthopédique. C'est la seule voie d'abord qui permet une évolution vers la chirurgie mini-invasive comme le suggère Piriou (communication orale).

Dans tous les cas, il faut éviter de désinsérer plus que nécessaire la synoviale au niveau de la tête, et la résection des ostéophytes à la base de la tête doit être économique.

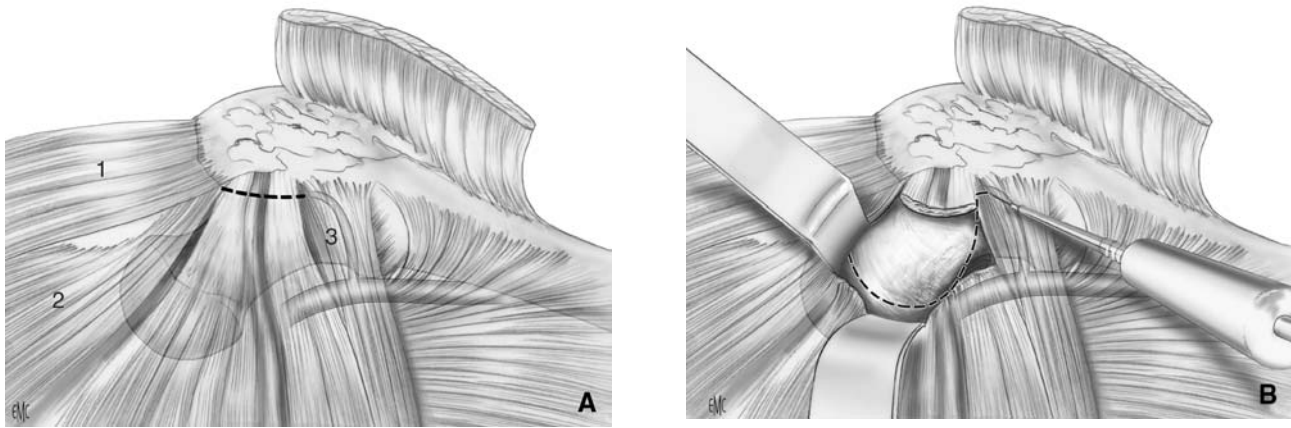


Figure 1. Schéma de la capsulotomie par voie postérieure proposée par Chiron.

A. Section des muscles pelvitrochantériens.

B. Section de la capsule.

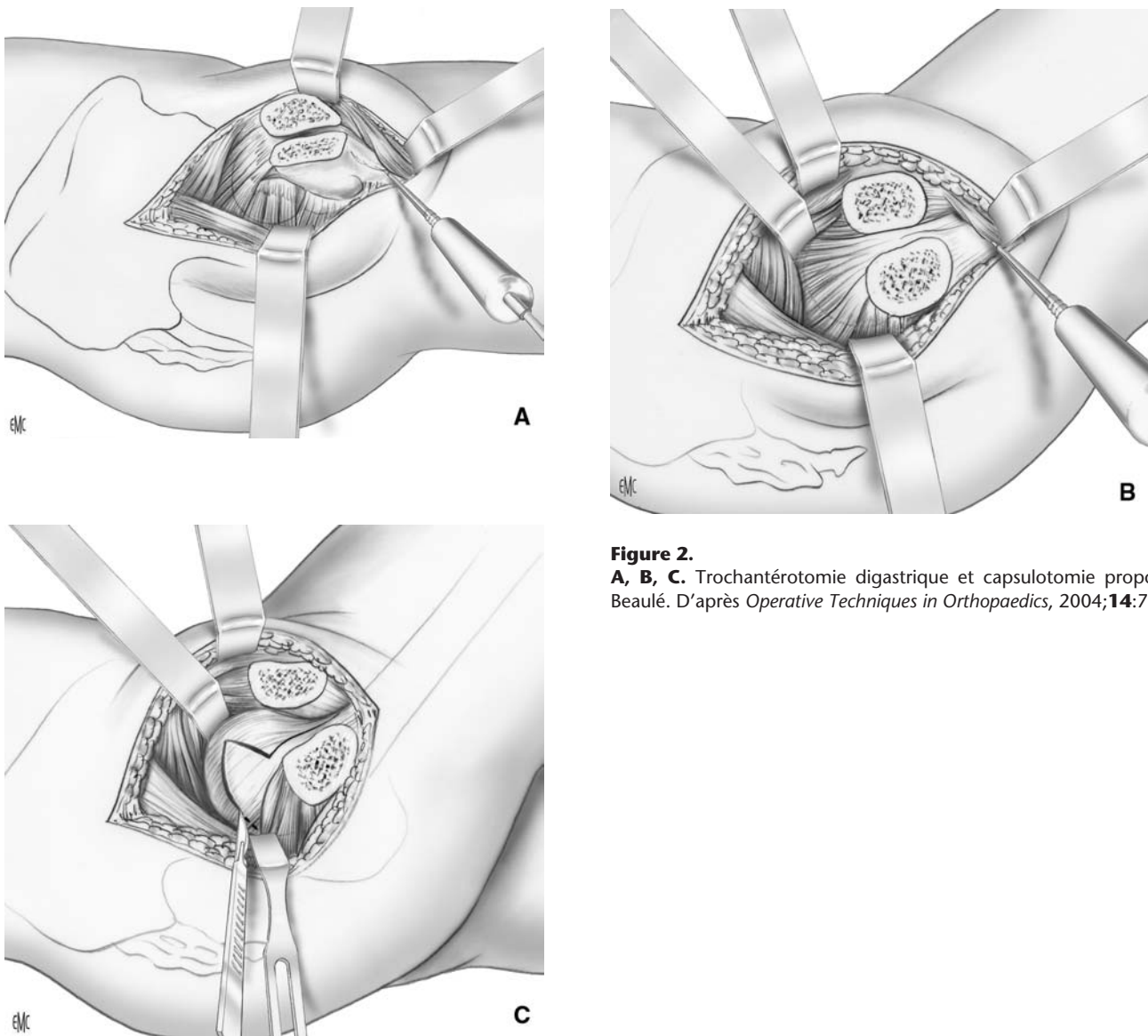


Figure 2.

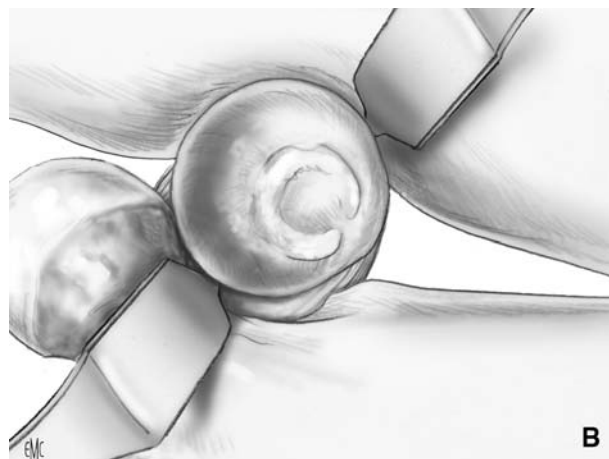
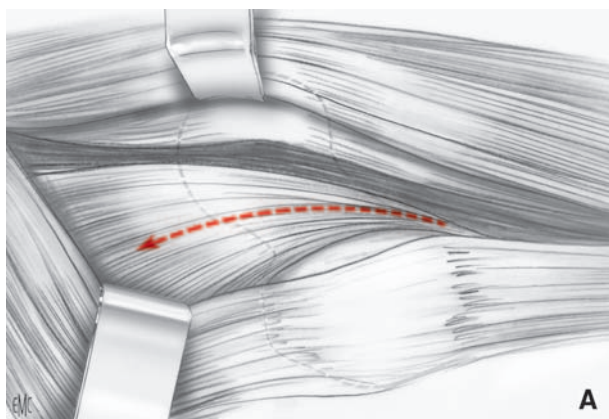
A, B, C. Trochantérotomie digastrique et capsulotomie proposées par Beaulé. D'après *Operative Techniques in Orthopaedics*, 2004;14:75-84.

■ Préparation des surfaces

Préparation du cotyle

C'est le diamètre de la cupule cotyloïdienne qui détermine la taille du couple. Il faut poser la cupule cotyloïdienne avant de préparer définitivement la tête. Le cotyle doit être travaillé

comme pour une prothèse habituelle. Il faut obtenir une surface osseuse saignante, à la limite entre l'os sous-chondral et l'os spongieux. Il ne faut pas surdimensionner le cotyle. La cupule cotyloïdienne une fois impactée, la taille de la cupule fémorale est déterminée. C'est seulement à ce moment que l'on connaît la taille de la scie-cloche qu'il faut utiliser. Si une préparation première de la tête a été nécessaire pour améliorer la visibilité

**Figure 3.**

A, B. Voie d'abord transmusculaire. Incision du petit fessier et capsulotomie proposées par les auteurs.

du champ opératoire, il faut utiliser une taille de fraise d'un diamètre supérieur d'une ou de deux tailles en fonction de ce qui a été prévu sur les calques.

Préparation de la tête fémorale

Objectifs : planification

Il faut viser quatre objectifs.

Respecter un angle cervicodiaphysaire

C'est l'angle de la tige de la cupule avec l'axe diaphysaire. Il doit être pour certains de 140°. [11] Freeman conseille 20° par rapport à la verticale. [12] Pour notre part, nous essayons de respecter l'angle cervicodiaphysaire anatomique augmenté de 5° de valgus.

Régler l'anté- ou la rétroversion de profil

- Lorsque la tête anatomique est dans le prolongement du col, la cupule doit être centrée.
- Lorsque la tête est rétroversée, il faut trouver un compromis :
 - la cupule doit couvrir complètement la surface d'os fraisée ;
 - la tige ne doit pas entrer en contact avec la corticale antérieure du col ;
 - enfin, il faut se rappeler que la rétroversion de la cupule entraîne une diminution de l'offset antérieur avec risque de conflit entre le col et la cupule dans les mouvements de flexion. [8]

Respecter le col

L'ouverture de la cupule ne doit pas entamer le col.

Centre de rotation et offset

Ils doivent être respectés. Dans certains cas, le col peut être raccourci mais jamais allongé.

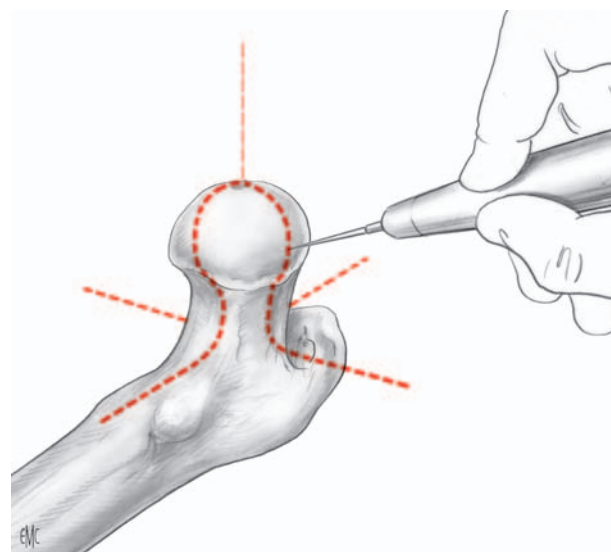
Les trois premiers objectifs sont dépendants de la broche centrocervicocéphalique. Le quatrième est décidé lors de la coupe ou du fraisage céphalique. La mise en place de la broche-guide est le temps essentiel de l'intervention. Plusieurs solutions sont proposées par les fabricants et les concepteurs. Leur fiabilité est variable et exige toujours et constamment une validation de tous les temps par le chirurgien.

Le premier temps consiste à tracer sur le col et la tête, au bistouri électrique, ce que l'œil perçoit comme l'axe idéal de face et de profil.

Plusieurs techniques sont alors possibles pour positionner la broche. Les concepteurs continuent à faire évoluer ce point de la technique car aucune solution n'est à ce jour parfaitement satisfaisante.

Ancillaires

Dans tous les cas, la broche doit être montée sur un moteur réglé à sa vitesse maximale. Elle doit perforer la corticale externe du fémur. On distingue quatre techniques :

**Figure 4.** Repérage de l'axe cervicocéphalique idéal de face et de profil.

- mise en place de la broche à main levée en fonction des axes de face et de profil préalablement repérés au bistouri électrique (Fig. 4) ;
- guidage de la broche par un ancillaire positionné par rapport au col (Fig. 5). L'ancillaire Wright prend appui directement sur le col pour guider la broche (Fig. 5A). L'ancillaire Zimmer (Fig. 5B) suppose une précoupe plane de la tête sur laquelle est impacté l'ancillaire. Celui-ci est orientable dans tous les sens pour permettre le réglage par rapport au col grâce à des palpeurs. L'ancillaire Depuy (Fig. 5C) est posé sur la sphéricité de la tête et réglé avec des palpeurs ;
- guidage de la broche par un ancillaire positionné par rapport au col et par rapport à l'axe diaphysaire (Fig. 6). Dans la technique Smith et Nephew (Fig. 6A), on note sur le calque préopératoire la distance entre le sommet du grand trochanter et le point sur la corticale externe que doit atteindre la broche centrocervicocéphalique. Ce point est reporté sur la corticale externe du fémur où est impactée une pointe. Elle donne appui à l'ancillaire qui permet de guider la broche définitive. Les concepteurs de la prothèse Zimmer® développent un ancillaire prenant appui sur un axe centrodiaphysaire (Fig. 6B). Cette tige de 7 mm de diamètre comprend une vis et une translation de l'axe. Un compas réglable est introduit sur l'axe. La rotation de l'axe permet de régler l'anté- ou la rétroversion. L'angle cervicodiaphysaire est affiché sur le compas. La position du compas sur la tige permet de régler l'offset en fonction des palpeurs ;
- broche introduite de dehors en dedans sous contrôle fluoroscopique de face et de profil. Chiron propose de positionner la

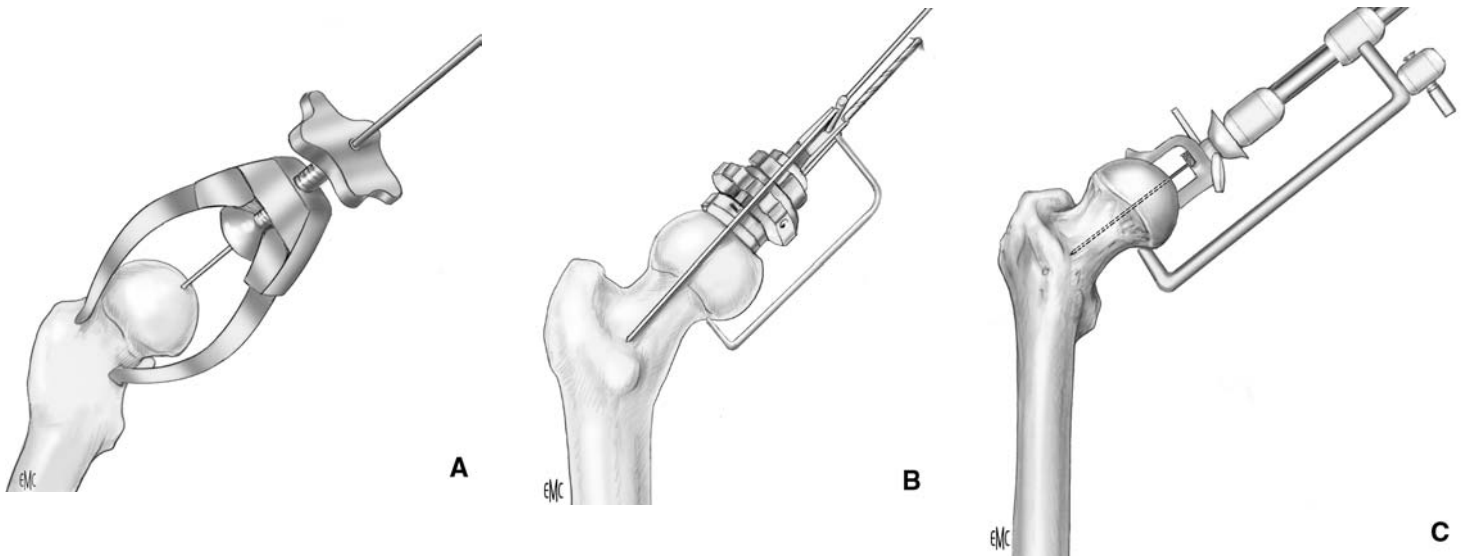


Figure 5.

A, B, C. Mise en place de la broche centrocervicocéphalique en fonction du col.

A. Ancillaire Wright.

B. Zimmer.

C. Depuy.

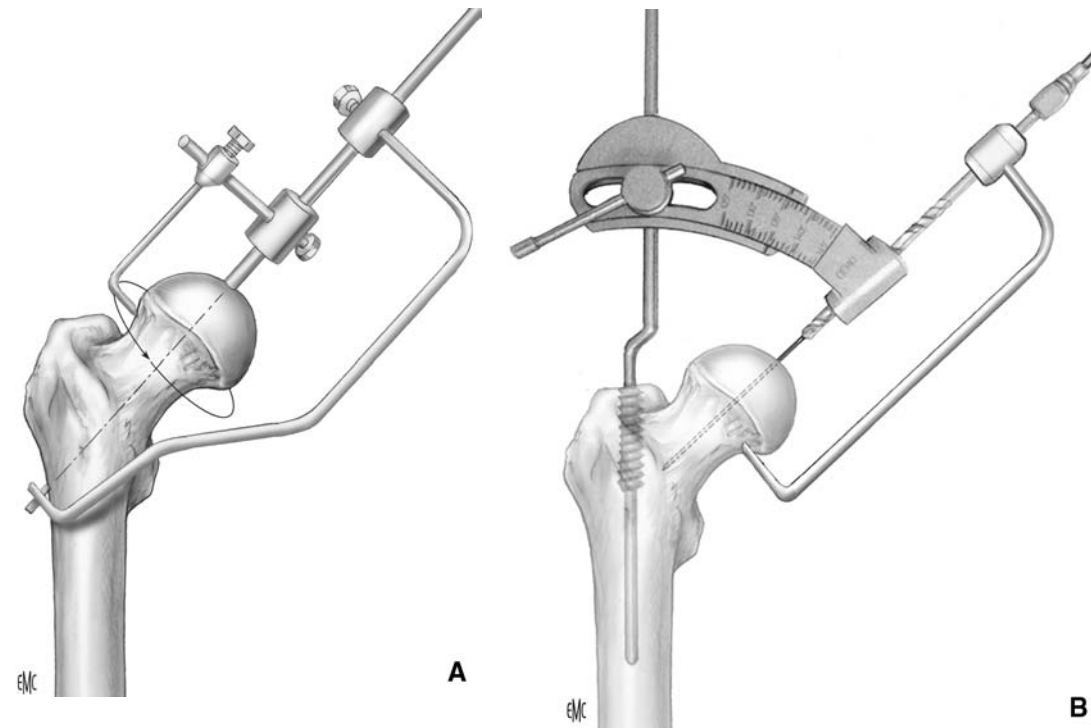


Figure 6. Mise en place de la broche centrocervicocéphalique par rapport au col et par rapport à l'axe diaphysaire.

A. Ancillaire Smith-Nephew et Corin.

B. Zimmer.

broche avant l'arthrotomie comme on le fait pour un forage biopsique ou pour la mise en place d'une vis-plaque (Fig. 7) (communication personnelle).

Les temps suivants sont les mêmes (Fig. 8). Une mèche perforée est introduite sur la broche. Un tuteur remplace la broche. La scie-cloche guidée par le tuteur enlève une couronne de cartilage. On peut passer d'emblée la scie-cloche définitive. Si l'os sous-chondral est trop dur, la tête est préparée avec une scie-cloche d'un diamètre supérieur. Une fraise à méplat prépare la surface céphalique. Le degré d'enfoncement de cette fraise détermine la hauteur de la cupule sur le moignon céphalique et donc l'offset de l'articulation. Le cylindre céphalique doit être complètement couvert par la prothèse ou le fantôme d'essai. Enfin, une fraise à chanfrein finit la préparation du moignon. Une prothèse d'essai est souvent disponible. Elle permet de noter au bistouri électrique le niveau d'enfoncement de la cupule pour savoir jusqu'où impacter la cupule définitive. Elle

permet une réduction d'essai en sachant qu'à ce stade de l'intervention, aucune correction n'est possible.

Certains auteurs proposent de pratiquer à la surface osseuse de nombreux trous à la mèche pour augmenter la pénétration du ciment. Le ciment est introduit dans la cupule. Alors qu'il est encore très fluide, la prothèse est impactée sur le moignon jusqu'au niveau repéré avec la prothèse d'essai. Le ciment en excès est soigneusement retiré. Le cimentage de la tige est discuté. La cupule est refroidie avec du sérum jusqu'à la fin de la phase hyperthermique.

La prothèse est réduite, testée, et l'articulation refermée.

Les suites opératoires ne sont pas spécifiques. Il faut sûrement déconseiller toute activité violente pendant au moins 6 mois et peut-être 12, car la cupule céphalique perturbe le champ de contraintes et il est raisonnable de penser qu'une adaptation est nécessaire pour réduire le risque de fracture du col [13] qui survient toujours dans les mois qui suivent l'intervention.

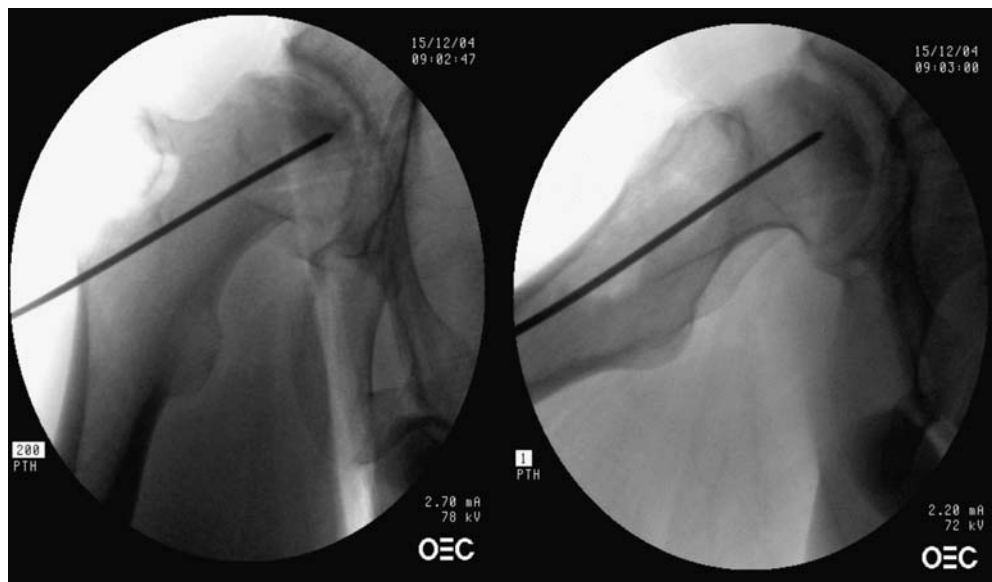


Figure 7. Mise en place de la broche centro-cervicocéphalique sous contrôle radioscopique, proposée par Chiron.

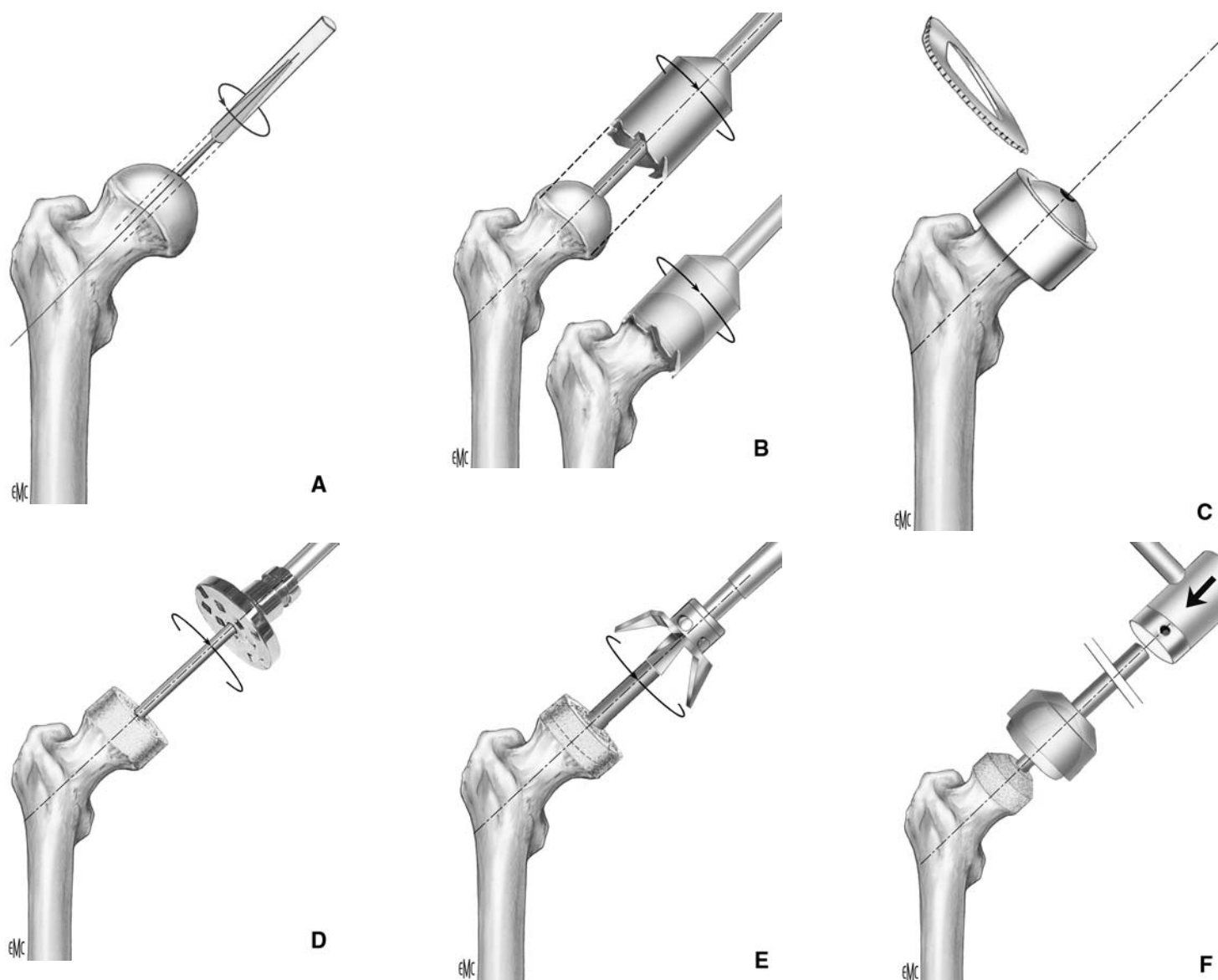


Figure 8. Différents temps de la préparation céphalique.

- A.** Passage d'une mèche perforée et remplacement de la broche par un tuteur.
- B.** Passage de la scie-cloche.
- C.** Repérage de la hauteur de coupe.
- D.** Fraise à méplat.
- E.** Fraise à chanfreins.
- F.** Impaction de la prothèse définitive.

■ Indications et contre-indications

Elles restent, en 2005, discutées et controversées. La double cupule à friction métal/métal présente certains avantages par rapport à une prothèse à appui diaphysaire :

- reprise facile au moins du côté fémoral ;
 - un taux de sepsis particulièrement bas ;
 - l'absence de luxation du fait du grand diamètre.
- Certaines complications sont spécifiques de cette prothèse :
- fracture du col (survenant en règle la première année) (0,83 %) ;
 - descellement fémoral par un mécanisme non encore établi (1,75 %).

Le taux de survie est de 94,4 % à 4 ans. Il est inférieur à celui d'une prothèse classique. L'indication se discute aujourd'hui pour les sujets jeunes pour lesquels une réintervention est probable en permettant la mise en place dans un deuxième temps d'une tige fémorale sur un fémur intact. Elle se discute également dans les « dysplasies fémorales supérieures », post-traumatiques, postchirurgicales ou congénitales, pour lesquelles la mise en place d'une tige fémorale pose des problèmes techniques qui font que la double cupule devient une opération plus fiable que la prothèse classique.

En revanche, les arthropathies inflammatoires, les nécroses par corticothérapie, les nécroses sur terrain transplanté, les nécroses trop volumineuses sont des contre-indications au resurfaçage.



■ Références

- [1] Aubriot JH. Étude expérimentale et clinique des arthroplasties de surface scellées de hanche après un recul minimum de 5 ans. *Rev Chir Orthop* 1987;**73**:241-68.

- [2] Amstutz HC, Beaulé PE, Dorey FJ, Le Duff MJ, Campbell PA, Gruen TA. Metal-on-metal hybrid surface arthroplasty: two to six-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 2004;**86**:28-39.
- [3] Rieker CB, Schon R, Konrad R, Lieberttritt G, Gnepf P, Shen M, et al. Influence of the clearance on in-vitro tribology of large diameter metal-on-metal articulations pertaining to resurfacing hip implants. *Orthop Clin North Am* 2005;**36**:135-42.
- [4] Beaulé PE, Amstutz HC, Le Duff M, Dorey FJ. Surface arthroplasty for osteonecrosis of the hip: hemiresurfacing versus metal-on-metal hybrid resurfacing. *J Arthroplasty* 2004;**19**(8suppl3):54-8.
- [5] Bradley GW, Freeman M, Revell PA. Resurfacing arthroplasty. Femoral head viability. *Clin Orthop* 1987;**220**:137-41.
- [6] Campbell P, Mirra J, Amstutz HC. Viability of femoral heads treated with resurfacing arthroplasty. *J Arthroplasty* 2000;**15**:120-2.
- [7] Daniel J, Pynsent PB, McMinn DJ. Metal on metal resurfacing of the hip in patients under the age of 55 years with osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Br* 2004;**86**:177-84.
- [8] Beaulé PE. A soft tissue-sparing approach to surface arthroplasty of the hip. *Oper Tech Orthop* 2004;**14**:75-84.
- [9] Freeman MA, Cameron HU, Brown GC. Cemented double cup arthroplasty of the hip: a 5-year experience with the ICLH prosthesis. *Clin Orthop* 1978;**134**:45-52.
- [10] Lesur E, Laude F. Arthroplastie totale de hanche par voie antérieure et son évolution mini-invasive. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-667-B, 2004: 6p.
- [11] Beaulé PE, Lee JL, Le Duff MJ, Amstutz HC, Ebrahimzadeh E. Orientation of the femoral component in surface arthroplasty of the hip. A biomechanical and clinical analysis. *J Bone Joint Surg Am* 2004;**86**:2015-21.
- [12] Freeman MA. Some anatomical and mechanical considerations relevant to the surface replacement of the femoral head. *Clin Orthop* 1978;**134**:19-24.
- [13] Amstutz HC, Campbell PA, Le Duff MJ. Fracture of the neck of the femur after surface arthroplasty of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 2004;**86**:1874-7.

S. Leclercq (sylvainleclercq@wanadoo.fr).

D. Richter.

P. Lemaréchal.

Centre hospitalier privé Saint-Martin, 18, rue des Roquemonts, 14000, Caen, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Leclercq S., Richter D., Lemaréchal P. Arthroplastie de resurfaçage de la hanche. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-660, 2005.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Arthroplastie totale de hanche par voie antérieure et son évolution mini-invasive

E. Lesur

F. Laude

Résumé. – Lors de la réalisation d'une arthroplastie totale de hanche, le chirurgien a pour but de reconstruire l'architecture de l'articulation. Dans la majorité des cas, plusieurs voies d'abord lui sont offertes. Celle que nous décrivons a été introduite par Robert Judet et dérivée de la voie de Hueter. Elle impose le plus souvent l'utilisation d'une table orthopédique. Elle est très anatomique car elle respecte l'appareil musculaire périarticulaire et apparaît comme l'abord privilégié pour une implantation prothétique selon un protocole mini-invasif.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Prothèse de hanche ; Chirurgie mini-invasive ; Voie d'abord de la hanche ; Arthrose de la hanche

Introduction

Lors de la réalisation d'une arthroplastie totale de hanche, le chirurgien a le choix entre plusieurs voies d'abord. Nous décrivons celle introduite par Robert Judet^[1] et dérivée de la voie de Hueter.^[2] Elle est réalisée le plus souvent sur table orthopédique.^[3] Très anatomique car respectant l'appareil musculaire périarticulaire, elle apparaît comme l'abord privilégié pour une implantation prothétique selon un protocole mini-invasif.^[4]

Technique opératoire standard

TABLE ORTHOPÉDIQUE

Elle doit permettre de mouvoir l'articulation de la hanche selon les plans de flexion-extension, d'abduction-adduction et selon l'axe de rotation. L'équipe chirurgicale (Fig. 1) comporte au minimum l'opérateur, un aide-instrumentiste et un manipulateur de table qui n'est pas habillé stérilement.

INSTALLATION DE L'OPÉRÉ

Le patient peut porter des chaussettes de contention ou des systèmes dynamiques afin d'éviter la stase veineuse lors de l'intervention. Celle-ci est menée en décubitus dorsal ; un appui périnéal s'oppose à une légère traction axiale. Chaque pied est fixé dans son bottillon orthopédique puis une légère traction est appliquée sur les membres inférieurs afin que le bassin soit équilibré et horizontal. Le membre supérieur homolatéral à la hanche opérée est posé sur la poitrine et stabilisé par une bande collante ou mis sur un support.

INSTALLATION DU CHAMP OPÉRATOIRE

Elle comporte tout d'abord la mise en place d'une tablette qui fait face au chirurgien, fixée à la table. Cela permet à l'opérateur de disposer des instruments face à lui. Après le lavage du site

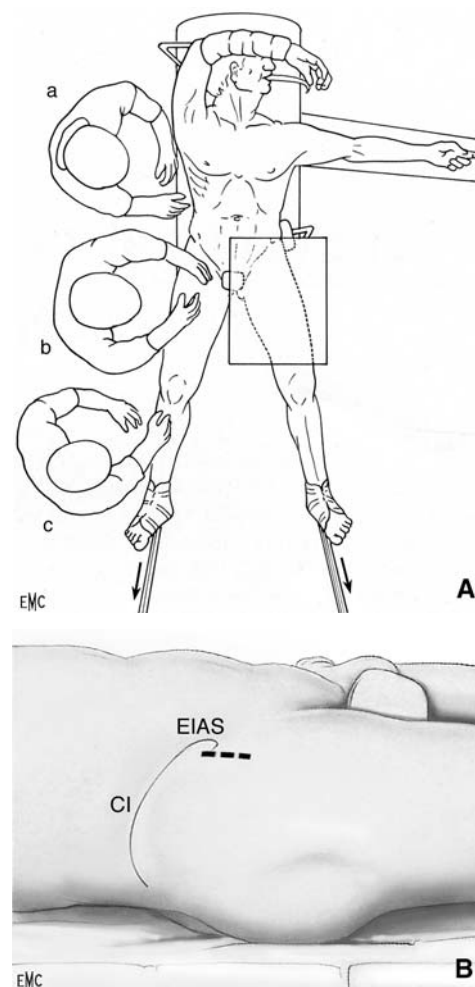


Figure 1 A. Installation afin de réaliser une arthroplastie de hanche droite. Le membre supérieur droit peut être fixé sur un support. a. Aide ; b. opérateur clinique ; c. instrumentiste.
B. EIAS : épine iliaque antérosupérieure ; CI : crête iliaque.

opératoire selon les protocoles recommandés et un double badigeonnage iodé, sont mis en place des champs collés limitant

E. Lesur (Ancien chef de clinique-assistant, attaché au CHU de Nancy)
Adresse e-mail: minfo@club-internet.fr
Polyclinique La Ligne bleue, 9, avenue Rose Poirier, BP 1079, 88060 Épinal cedex, France.
F. Laude (Ancien chef de clinique-assistant, attaché au Groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière)
Clinique des Lilas, 41 à 49 avenue du Maréchal-Juin, 93260 Les Lilas, France.

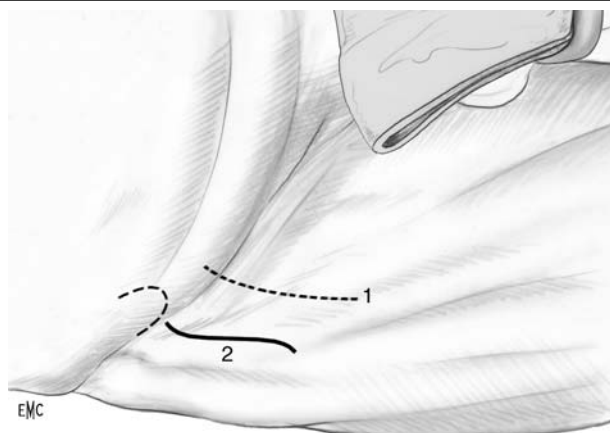


Figure 2 Repères anatomiques selon le protocole mini-invasif.

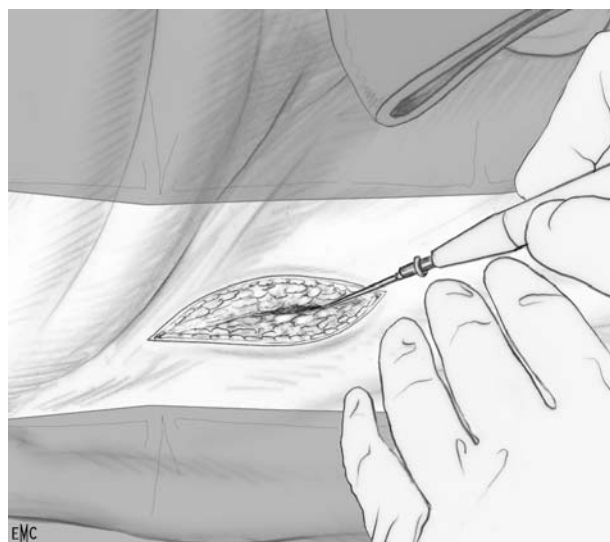


Figure 3 L'ouverture de la gaine du tenseur du fascia lata permet de ménager le nerf fémorocutané.

une zone opératoire incluant l'épine iliaque antérosupérieure, la moitié antérieure de la crête iliaque, la face antéroexterne de la cuisse et s'arrêtant à quatre travers de doigt au-dessus de la rotule.

INCISION CUTANÉE

Elle est longitudinale, d'environ 8 à 10 cm (Fig. 2). Elle est latéralisée d'un travers de doigt par rapport au bord externe de l'épine iliaque antérosupérieure, et descend oblique en bas et légèrement en dehors vers le milieu du condyle externe (il est possible de palper l'interstice du tenseur du fascia lata et du couturier).

ABORD INTERMUSCULAIRE

Après hémostase du tissu sous-cutané, on repère la gaine du tenseur du fascia lata. Cette gaine est incisée longitudinalement (Fig. 3), légèrement oblique en bas et en dehors. L'opérateur est guidé vers l'espace entre le tenseur et le couturier tout en respectant la gaine de ce dernier afin de ne pas léser le nerf fémorocutané dont la branche fessière est le plus souvent sectionnée sans que cela constitue un inconvénient. Afin de faciliter la réparation de cette gaine, nous conseillons de mettre deux ou trois points repères sur la berge médiale. Dès lors, l'espace intermusculaire est abordé à la pointe des ciseaux. Les écarteurs sont mis en place. Le clivage de cet espace fait apparaître l'aponévrose superficielle du muscle droit antérieur (Fig. 4). Celle-ci est incisée longitudinalement, le corps charnu est récliné en dedans et l'on met au jour le plan aponévrotique profond (Fig. 5). Après l'hémostase d'une petite

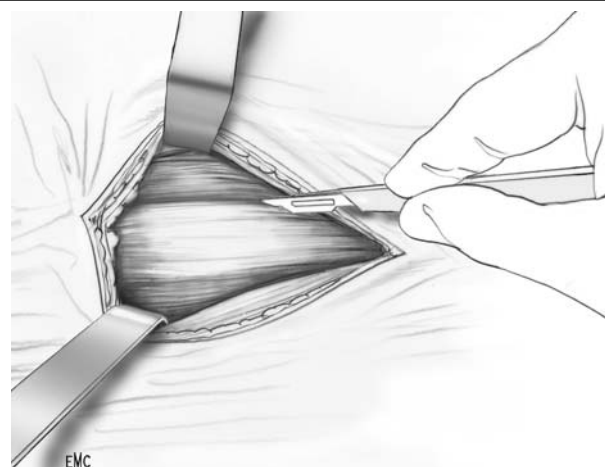


Figure 4 Exposition du tenseur du fascia lata et clivages entre ce dernier et le droit antérieur.

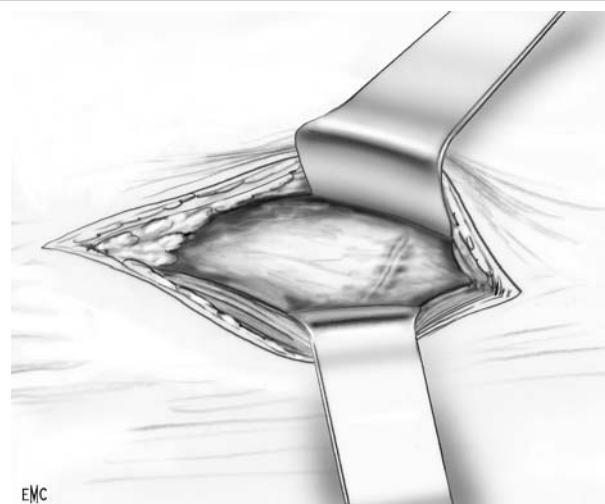


Figure 5 Apparition de l'aponévrose profonde du droit antérieur.

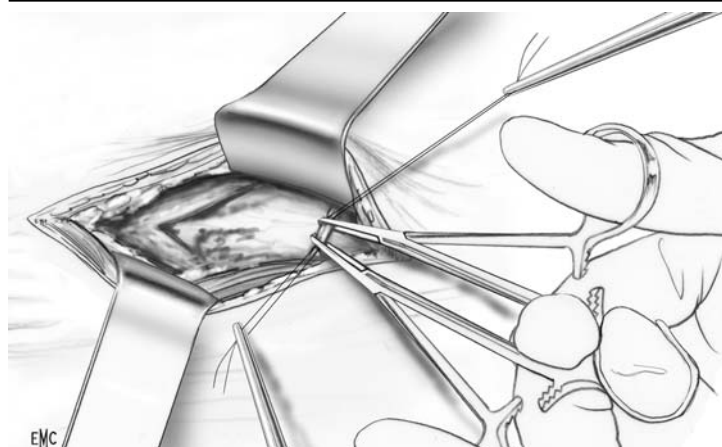


Figure 6 Hémostase par ligature du pédicule circonflexe antérieur.

artériole issue du pédicule circonflexe antérieur, l'aponévrose profonde est ouverte au bistouri, puis le pédicule circonflexe est visualisé à la rugine de Lambotte, disséqué et enfin lié (Fig. 6). Plus haut, on repère le tendon réfléchi droit antérieur (Fig. 7) en le suivant d'avant en arrière à la rugine de Lambotte. Une fois mis sur une pince chevalet, il est sectionné au bistouri électrique (Fig. 8). Le tendon réfléchi du droit antérieur et le pédicule circonflexe constituent les extrémités de cette voie dans sa forme mini-invasive. Le dernier plan musculaire avant l'abord capsulaire est constitué du muscle psoas iliaque. Le plan de clivage d'élection impose l'ouverture de sa gaine. Elle se fait selon une courbe allant du bord

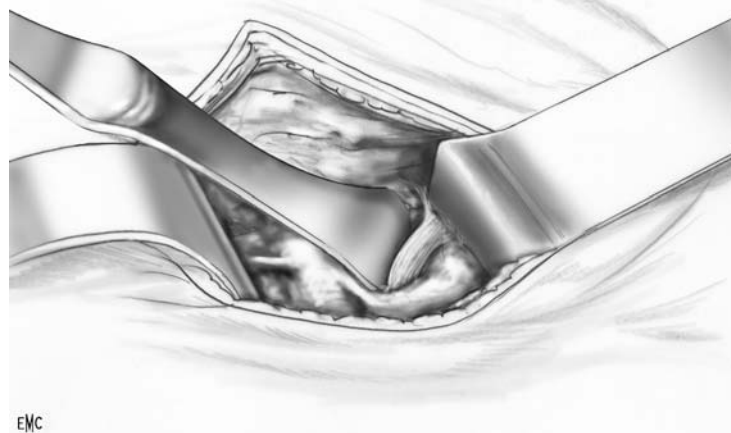


Figure 7 Visualisation du tendon réfléchi du droit antérieur grâce à la rugine de Lambotte.

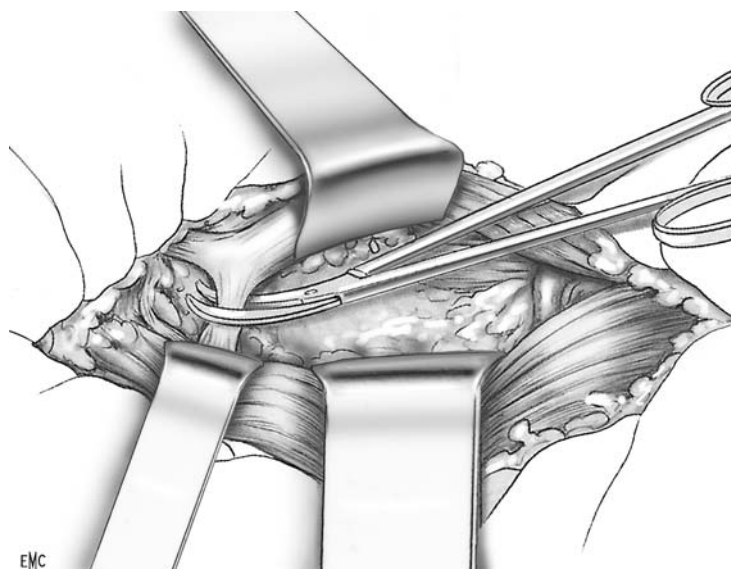


Figure 8 Section du tendon réfléchi du droit antérieur.

antérieur de l'os iliaque au bord inférieur du col fémoral. Elle croise une artériole qui devrait être coagulée. À la rugine de Lambotte, la face profonde du muscle psoas iliaque est clivée de la face antérieure de la capsule articulaire ; en haut et en dehors, il existe quelques tractus fibreux qui peuvent être sectionnés au ciseau. En bas, la rugine contourne le bord inférieur du col fémoral et un écarteur de Homann coudé est mis en place. Cet abord intermusculaire est conservé en plaçant un écarteur autostatique dont une valve récline le psoas iliaque et l'autre latéralise le tenseur du fascia lata. Enfin, un autre écarteur de Homann est mis en place au bord supérieur de la capsule articulaire.

ABORD ARTICULAIRE

Il se fait soit en réalisant une capsulectomie antérieure, soit par une capsulotomie ménageant un lambeau antéro-interne et un lambeau antéroexterne, les deux ayant conservé une charnière périacétabulaire afin de bien visualiser la ligne intertrochantérienne antérieure et la jonction cervicotrochantérienne.

SECTION DU COL FÉMORAL

Après la capsulotomie, les deux écarteurs de Homann sont placés entre le col et la capsule (Fig. 9). Le niveau de section est repéré

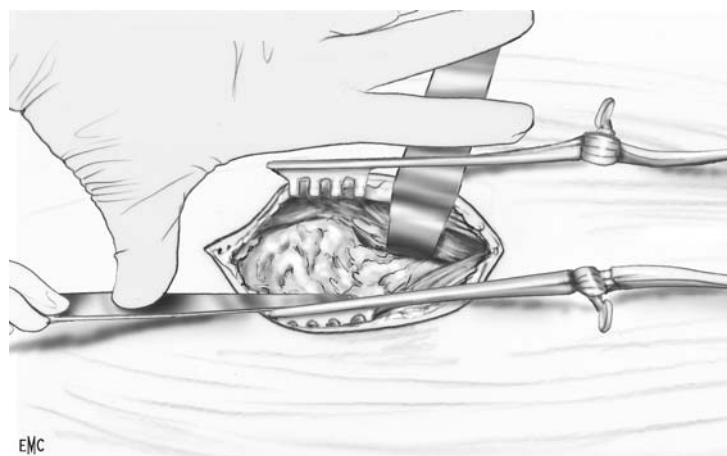


Figure 9 Installation des écarteurs de Homann autour du col et d'un écarteur autostatique en intermusculaire.

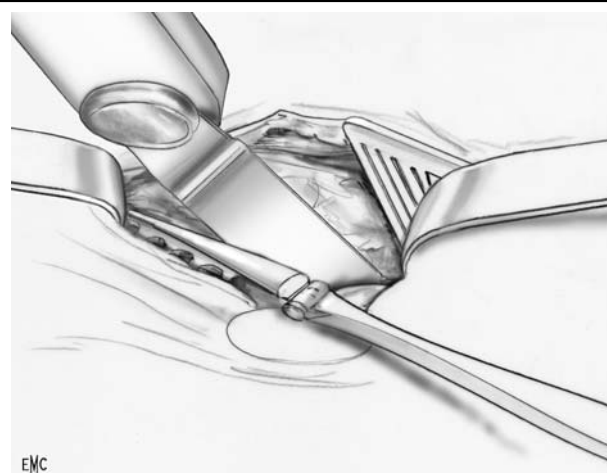


Figure 10 Section du col en place.



Figure 11 Ablation de la tête et du col grâce à un tire-fond.

essentiellement par rapport à l'angle cervicotrochantérien en fonction du schéma préopératoire. Avant de couper le col à la scie oscillante, la position du membre inférieur doit être vérifiée en palpant la rotule. Une légère rotation externe est souhaitable. La section du col en place (Fig. 10) élimine le risque de fracture du fémur qui était possible lors de la luxation coxofémorale sur table orthopédique. Une fois sectionnés à la scie oscillante et au ciseau à frapper à la jonction cervicotrochantérienne, la tête et le col peuvent être extirpés grâce à un tire-fond (Fig. 11). Le contrôle du plan de section peut se faire grâce à un deuxième repère qui est le petit trochanter. Pour cela, le bord inférieur du moignon de col restant est ruginé et le petit trochanter palpé. Le plus souvent, il existe un petit travers de doigt entre sa base et le plan de section.

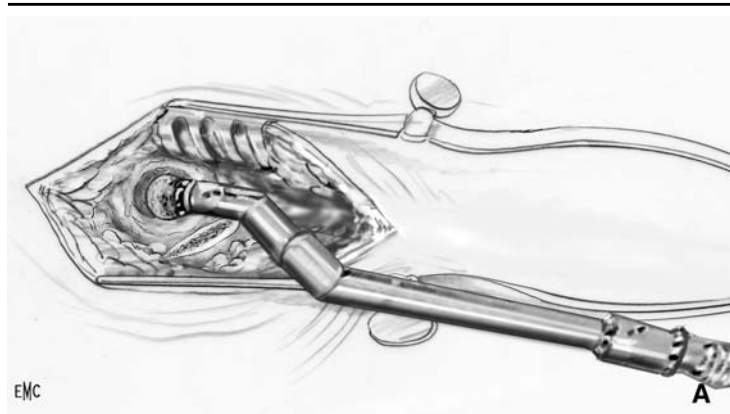


Figure 12 A. Fraisage du cotyle
B. Support de fraise en baïonnette.

PRÉPARATION DU COTYLE

Tout d'abord, la table orthopédique doit être réglée afin que le membre inférieur soit légèrement ascendant et en rotation externe afin de détendre le psoas iliaque et de pouvoir parfaitement positionner l'écarteur autostatique, le sourcil acétabulaire devant être visible ou palpé sur toute sa circonférence. Si la paroi antérieure du cotyle reste difficile à visualiser, il est possible de mettre un écarteur de Homann coudé au pied de l'épine iliaque antéro-inférieure. L'ensemble du croissant articulaire doit être observé, le bourrelet et le ligament rond sont excisés, l'arrière-fond repéré et le ligament transverse de l'acétabulum sectionné. En effet, lors de la réalisation d'un abord mini-invasif, les implants cotyloïdiens utilisés sont le plus souvent sans ciment et impactés. Il est donc impératif que les cornes ischiatique et pubienne puissent s'écarter à l'impaction du cotyle prothétique. Dès lors, le fraisage peut être initié (Fig. 12A) si la section du col a été suffisante ; une fraise circulaire, qui est indispensable, est facilement insérée dans le cotyle ; son support peut être en baïonnette (Fig. 12B) afin d'éviter d'une part tout conflit avec l'extrémité distale de l'incision, qui aurait pour effet d'abîmer les téguments, et d'autre part un effet levier qui viendrait fraiser de façon excessive la paroi antérieure du cotyle. Comme à l'habitude, le fraisage doit respecter l'os sous-chondral et si certaines zones apparaissent peu avivées il est préférable de les faire saigner à l'aide d'une curette agressive plutôt que d'exagérer le fraisage au risque d'implanter un cotyle sur un support trop spongieux. Une fois le cotyle préparé, les cornes respectées et avivées jusqu'à la proximité de l'arrière-fond acétabulaire, un cotyle d'essai est mis en place, tout en sachant que par cette voie d'abord, et notamment dans les protocoles mini-invasifs, il faut veiller à ni verticaliser ni trop antéverser l'implant, qui doit être en tout état de cause sous le sourcil acétabulaire afin de ne pas entraîner de conflit avec le psoas. Le cotyle définitif est impacté (Fig. 13) et soumis à une manœuvre d'arrachement. L'insert acétabulaire est placé (Fig. 14) en privilégiant un couple de friction céramique.^[5] En effet, la conservation de la

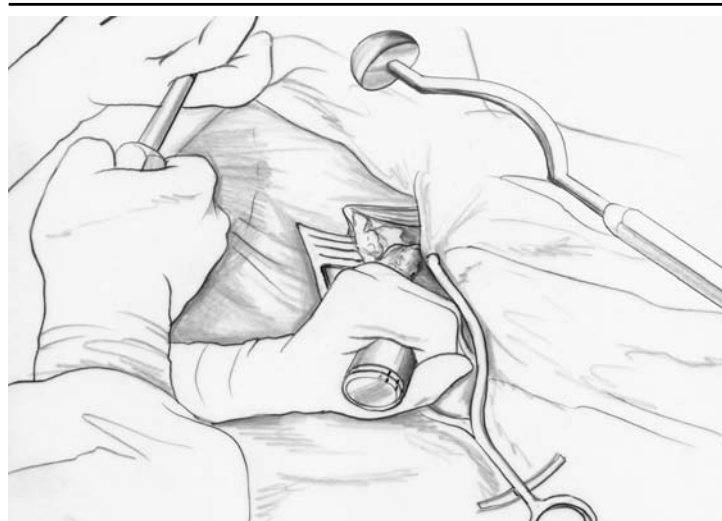


Figure 13 Impaction du cotyle en press-fitt par un impacteur arciforme.

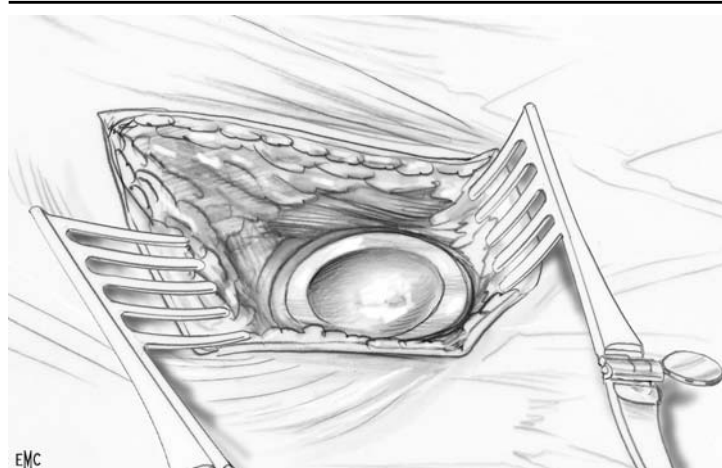


Figure 14 Insert acétabulaire en place (ici, couple de friction céramique-céramique).

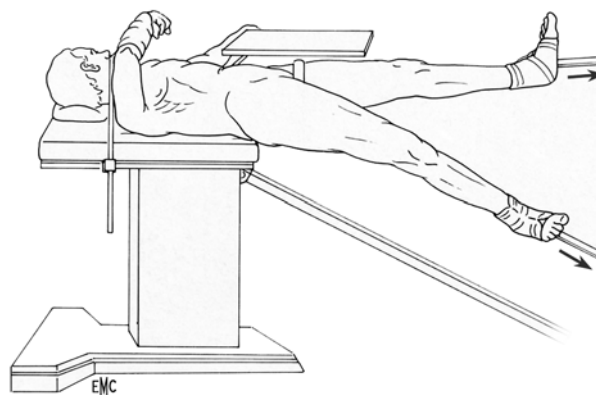


Figure 15 L'extension maximale de hanche est obtenue en mettant le bras de la table orthopédique au sol.

capsule postérieure rend la luxation postérieure impossible.^[6] Le temps cotyloïdien terminé, une compresse vient protéger l'insert.

PRÉPARATION FÉMORALE

Tout d'abord, la table orthopédique doit être réglée. Dans un premier temps, il faut déverrouiller toute traction afin de ne pas étirer le nerf crural, appliquer prudemment au bottillon une rotation externe supérieure à 90°, et enfin descendre le bras de cette table vers le sol et sous le membre inférieur controlatéral (Fig. 15). Dès lors, le plan de section du col fémoral est horizontalisé. La jonction

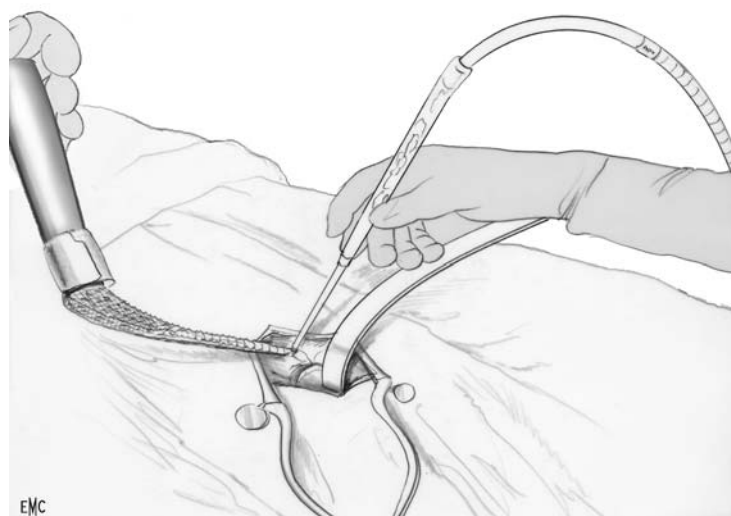


Figure 16 Une râpe anatomique au manche arciforme permet de cathétériser le canal médullaire.



Figure 17 Manche de râpe avec support décalé en latéral et distal afin d'éviter le conflit musculaire dans les abords mini-invasifs.

cervicotrochantérienne est parfaitement libérée au bistouri électrique et à la pince gouge. Un écarteur de Homann coudé est mis en place à la face postérieure du col du fémur, ce qui permet de le latéraliser. Le premier temps de la préparation fémorale comporte la cathétérisation du canal médullaire par un instrument que nous conseillons anatomique, donc latéralisé au manche, extrêmement arciforme (Fig. 16) et dans notre expérience nous n'avons jamais fait de fausse-route avec une extériorisation de l'instrument sous le petit trochanter. Le contrôle de cette perméabilisation du canal médullaire se fait grâce à un aspirateur souple qui permet de palper les corticales tout en conservant un bruit de suction. À ce stade, les râpes adaptées à l'implant choisi, qui ne doit pas comporter d'aileron trochantérien, sont descendues de proche en proche. Là encore, nous suggérons l'utilisation de manche très arciforme, voire décalé (Fig. 17) afin d'éviter tout conflit avec le tenseur du fascia lata. Chaque râpe doit être descendue au maximum afin d'affleurer le plan de section fémorale. Dans les interventions mini-invasives, afin d'éviter toute contrainte de la râpe par son manche, nous suggérons de descendre les derniers millimètres de la râpe au pointeau à la façon de l'impaction de la prothèse définitive (Fig. 18). Cette préparation est considérée comme terminée lorsque la dernière râpe introduite atteint le niveau prévu sur le schéma préopératoire, le repère essentiel étant la palpation du petit trochanter. La prothèse a une antéversion physiologique et, là encore, l'absence de risque de luxation postérieure ne doit pas inciter l'opérateur à modifier la version physiologique du fémur. Une fois la tige mise en place (Fig. 19), une tête fémorale est choisie. Sa hauteur est fonction de la

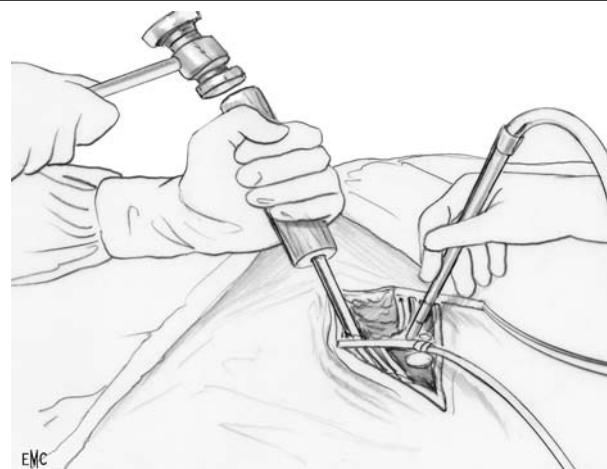


Figure 18 Impaction des derniers millimètres de la râpe au pointeau telle que la mise en place définitive de l'implant.

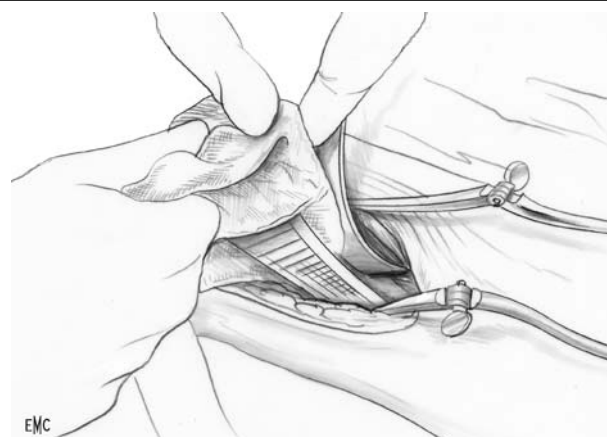


Figure 19 Mise en place de la prothèse définitive et de sa tête céramique.

position des implants par rapport au schéma préopératoire, tout en sachant qu'avec une certaine expérience de cette voie d'abord les essais en fin d'intervention ne sont pas indispensables.

RÉDUCTION

Elle s'effectue en ramenant le membre inférieur dans le plan légèrement ascendant en appliquant sur ce dernier une traction axiale relativement puissante (Fig. 20), et ce d'autant qu'il s'agit d'une technique mini-invasive. En dernier lieu, une rotation interne douce est associée à la manœuvre habituelle de pousser par l'opérateur sur la tête prothétique. Une fois la néoarticulation réduite, l'ensemble des tractions doit être relâché, la rotule placée au zénith et la version du système prothétique analysée. Il est à noter que depuis le développement des couples de friction céramique-céramique le choix de tige fémorale au col de petit diamètre est préférable afin d'éviter tout conflit avec l'insert acétabulaire.

FERMETURE

Elle est précédée d'une hémostase soigneuse. Notamment, il est assez fréquent d'observer de petits saignements se situant à la face antérieure de la capsule postérieure. Après lavage abondant, un drain de Redon est mis en place. Si quelques fibres antérieures du tenseur du fascia lata ont été altérées lors de la préparation fémorale, les tissus contus doivent être excisés sans aucune conséquence fonctionnelle. Cette fermeture s'effectue en trois plans comportant une suture de l'aponévrose, un plan sous-cutané et un plan cutané (Fig. 21).

Les soins postopératoires comportent la poursuite d'une héparinothérapie et d'une antibiothérapie prophylactique, une

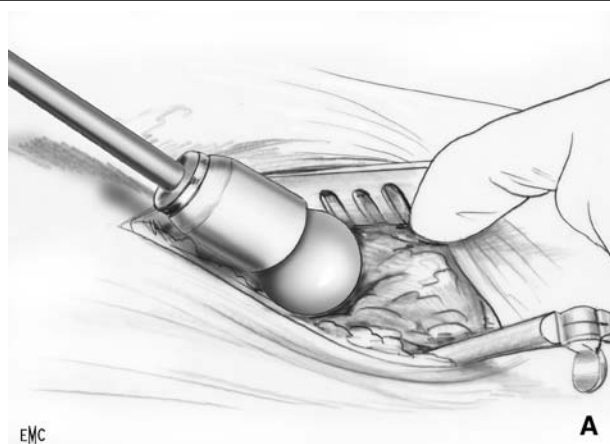


Figure 20 Manœuvres de réduction (A, B).

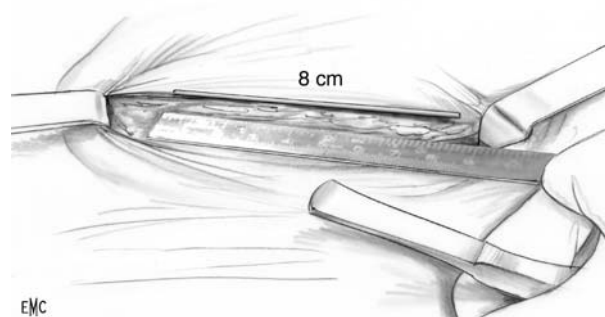


Figure 21 Aspect de l'incision aponévrotique de 8 cm utilisée dans les protocoles mini-invasifs.

surélévation du pied du lit le genou en légère flexion, rotule au zénith. La rééducation comporte un premier lever le lendemain de l'intervention et il est souhaitable d'utiliser très rapidement des cannes anglaises qui n'ont pour but que d'équilibrer les premiers pas du patient afin de conserver une bonne stimulation de l'ensemble des fessiers qui n'ont pas été touchés par la voie d'abord.

Conclusion

Cette technique d'arthroplastie de hanche est intrinsèquement peu invasive, ce qui diminue la fréquence des complications potentielles locales. Au plan plus général, le taux de thromboses veineuses est minoré du fait de la non-interruption du flux sanguin lors de l'intervention.^[7] Enfin, les transfusions deviennent exceptionnelles. L'association de l'innocuité de cette voie d'abord à l'implantation de prothèses sans ciment^[8, 9, 10] à couple de friction alumine-alumine^[11] ou métal-métal, dont les concepts ont subi avec succès l'épreuve du temps, permet d'offrir au patient d'excellentes perspectives à très long terme.

Références

- [1] Judet J, Judet H. Anterior approach in total hip arthroplasty. *Presse Méd* 1985; 14: 1031-1033
- [2] Lesur E, Missenard G. Arthroplastie totale de hanche par voie antérieure. *Encycl Méd Chir* 1992; (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-667-B, 5p.
- [3] Light TR, Keggi KJ. Anterior approach to hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1980; 152: 255-260
- [4] Berger RA. Mini-incisions: two for the price of one. 18th annual current concepts in joint replacement, winter 2001. Orlando, Dec. 12-15, 2001.
- [5] Bos I, Willmann G. Morphologic characteristics of periprosthetic tissues from hip prostheses with ceramic-ceramic couples. *Acta Orthop Scand* 2001; 72: 335-342
- [6] von Knoch M, Berry DJ, Harmsen WS, Morrey BF. Late dislocation after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 2002; 84: 1949-1953
- [7] Warwick D, Martin AG, Glew D, Bannister GC. Measurement of femoral vein blood flow during total hip replacement. *J Bone Joint Surg [Br]* 1994; 76: 918-921
- [8] Bojeskul JA, Xenos JS, Callaghan JJ, Savory CG. Results of porous-coated anatomic total hip arthroplasty without cement at fifteen years. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003; 85: 1079-1083
- [9] Keener JD, Callaghan JJ, Goetz DD, Pederson DR, Sullivan PM, Johnston RC. Twenty-five-year results after Charnley total hip arthroplasty in patients less than fifty years old. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003; 85: 1066-1072
- [10] Kim YH, Oh SH, Kim JS. Primary total hip arthroplasty with a second generation cementless total hip prosthesis in patients younger than fifty years of age. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003; 85: 109-114
- [11] Hamadouche M, Boutin P, Daussange J, Bolander ME, Sedel L. Alumina-on-alumina total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 2001; 84: 69-77

Arthroplastie totale de hanche par voie transtrochantérienne

M. Kerboull

L'arthroplastie totale de hanche est une intervention de remplacement articulaire prothétique dont l'efficacité dépend de la qualité de la reconstruction architecturale et mécanique de la hanche artificielle, de l'intégrité et de l'équilibre de la musculature périarticulaire. Pour atteindre ce double but, deux éléments sont indispensables : un accès à la hanche qui respecte au mieux la musculature et soit capable d'en rétablir l'équilibre, et une prothèse adéquate.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Hanche ; Arthroplastie ; Prothèses de hanche ; Voie transtrochantérienne

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Prothèses | 1 |
| ■ Projet opératoire | 2 |
| ■ Salle d'opération. Préparation du malade | 3 |
| ■ Technique opératoire standard | 4 |
| Installation de l'opéré | 4 |
| Incision cutanée | 4 |
| Section du trochanter | 5 |
| Excision de la capsule articulaire | 5 |
| Luxation | 5 |
| Section du col | 6 |
| Préparation du cotyle | 6 |
| Scellement du cotyle | 6 |
| Préparation fémorale | 8 |
| Réduction | 9 |
| Fixation du trochanter | 9 |
| Fermeture | 9 |
| ■ Soins postopératoires | 9 |

■ Introduction

La prothèse doit avoir un fonctionnement mécanique à basse friction et une petite tête pour ne pas trop solliciter la fixation à l'os de la pièce cotyloïdienne. Le dessin de la pièce fémorale doit reproduire aussi exactement que possible le porte-à-faux fémoral, pour ne pas perturber l'architecture de la hanche. La tige doit s'inclure par ajustage serré dans le canal cervico-diaphysaire pour que sa fixation soit solide et durable.

Nous avons adopté, en 1969, la prothèse de Charnley dont la basse friction acier polyéthylène, la petite tête et le cotyle épais, nous paraissaient des arguments convaincants capables d'assurer à la fixation cotyloïdienne une longévité suffisante. Après 38 ans d'expérience, nous restons fidèles à ces principes, mais nous avons dû, depuis 1972, modifier à trois reprises le dessin de la pièce fémorale pour améliorer son adaptation à l'os, et multiplier les pièces cotyloïdiennes et fémorales pour répondre

au souci d'une reconstruction architecturale aussi parfaite que possible, malgré la diversité des types morphologiques rencontrés.

Nous avons aussi conservé le ciment, malgré ses qualités physiques assez médiocres, car il demeure un excellent matériau d'ajustage qui transmet harmonieusement les contraintes de la prothèse à l'os. Mais il faut le décharger des contraintes nocives de traction et de flexion auxquelles il ne saurait résister longtemps, pour ne le soumettre qu'à des forces de compression. La compréhension de ces notions constitue l'une des bases théoriques de l'arthroplastie totale cimentée de hanche et c'est au respect scrupuleux des principes qui en découlent et à une technique rigoureuse que cette intervention doit sa fiabilité et sa longévité remarquables.

■ Prothèses

La troisième génération actuelle des prothèses totales de hanche, dérivées de la prothèse de Charnley, ne conserve du modèle original que la petite tête de 22,22 mm et les principes essentiels de la basse friction (Fig. 1A). Elle comporte trois séries de prothèses fémorales standard, droite et latéralisée, et une série de pièces cotyloïdiennes.

Les cotyles, au nombre de 11, ont un diamètre extérieur croissant en progression arithmétique de 40 à 60 mm.

Les pièces fémorales ont toutes un col dont la section sous-capitale a été réduite de 13 à 10 mm pour autoriser une amplitude articulaire latérale et, en rotation, supérieure à 100°, et éviter, en position normale d'implantation, tout contact entre le col et la cupule. Elles se présentent en trois séries d'importance inégale.

Une série standard, forte de 18 pièces en sept longueurs de col et quatre degrés de latéralisation, est constituée de six sous-groupes de deux à quatre pièces qui offrent, pour une même longueur de col, des tiges de taille et de section progressivement croissantes. Elle s'adresse aux fémurs de morphologie courante. L'étendue de la gamme permet toujours de trouver la pièce qui s'adapte exactement à l'os et qui reproduit au mieux l'architecture de la hanche (Fig. 1B).

Une série droite de six pièces en cinq longueurs de col est destinée aux fémurs très dysplasiques.



Figure 1.
A. Pièce fémorale et cotyle de la série MK III.
B. Série standard des pièces fémorales.

Une série latéralisée, quatre pièces en deux longueurs de col, dont l'angle cervicodiaphysaire est de 127° , évite la médialisation de la diaphyse lorsque le fémur présente un col long en varus.

Toutes ces pièces sont forgées dans un acier inoxydable austénitique à haute résistance (X4CrNiMnMoN21-9-4). Leur surface est polie brillante ($R_a : 0,04 \mu m$). Elles sont monobloc ou modulaires.

■ Projet opératoire

L'utilisation judicieuse de cette large gamme de prothèses suppose un choix réfléchi des pièces prothétiques. Ce choix est guidé par deux principes essentiels : sélectionner les pièces prothétiques cotyloïdiennes et fémorales qui s'adaptent le mieux à l'os, reproduire une architecture de hanche aussi proche que possible de la normale.

Cette étude préopératoire se fait sur la radiographie du bassin de face à l'aide de calques transparents des pièces prothétiques agrandis de 15 % (Fig. 2). Elle permet de déterminer la situation d'implantation et la taille du cotyle qui va être utilisé, le niveau de la section du col et la taille de la pièce fémorale qui s'adapte le mieux à la morphologie du fémur.

- Si la lésion est unilatérale, la référence est le côté sain. Il n'existe ici aucun droit à l'erreur puisque toute erreur est sanctionnée par une inégalité de longueur définitive des membres inférieurs (Fig. 3A).

La superposition au fémur et au cotyle sains permet de choisir les pièces prothétiques les plus adaptées à la morphologie. La cupule s'inclut dans le cotyle. La pièce fémorale remplit le canal médullaire et le centre de sa tête se superpose à celui de la tête fémorale et du cotyle prothétique. Le niveau théorique de la coupe du col est facilement repéré, situé à une hauteur variable au-dessus du petit trochanter.

Le transfert des calques du côté à opérer se fait de la façon suivante. On inclut d'abord la pièce cotyloïdienne en situation anatomique, au plus bas de la cavité cotyloïdienne, adossée à la ligne de l'arrière-fond. On superpose le calque fémoral à l'image radiologique du fémur en faisant coïncider la base du col prothétique avec le niveau de la section du col osseux défini du côté sain, et après avoir vérifié que la tige fémorale reste dans les limites des corticales diaphysaires. La superposition des centres des têtes fémorales est, ici, rarement obtenue en raison de la rotation externe fixée fréquente qui donne une image de fausse coxa valga. La différence de

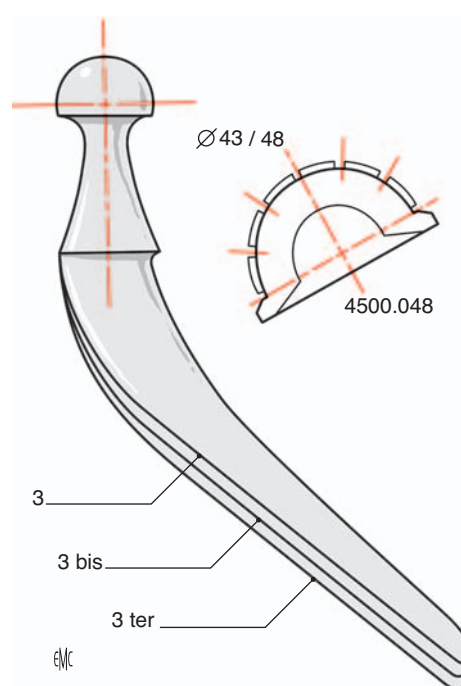
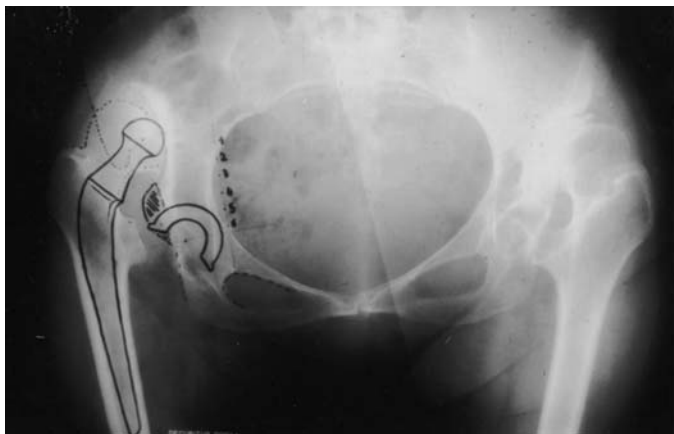
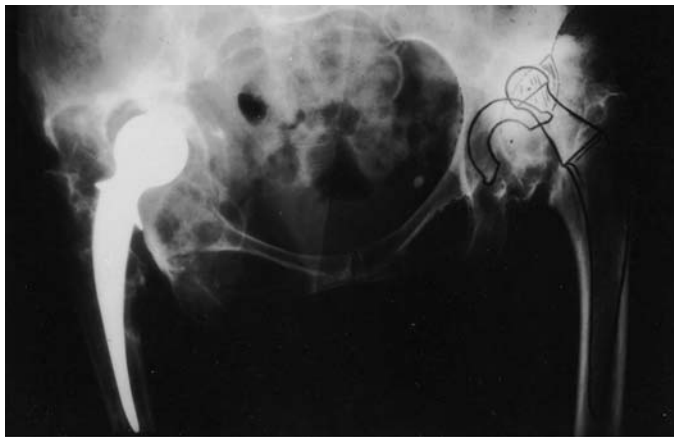
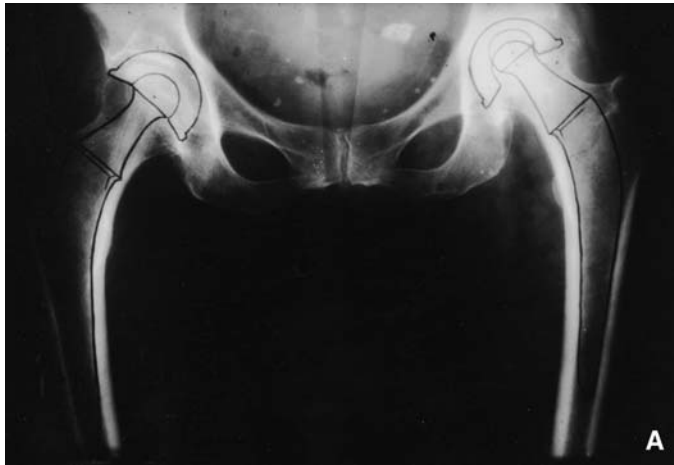


Figure 2. Calques transparents des pièces prothétiques agrandis de 15 %.

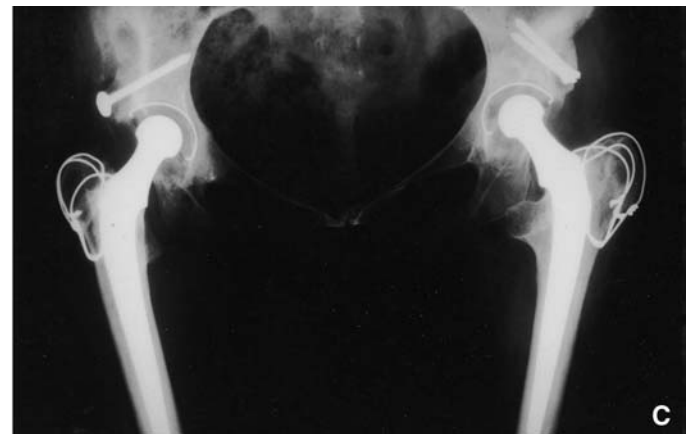
hauteur entre le centre de la tête prothétique et celui de la cupule donne la valeur du raccourcissement à corriger.

On note soigneusement la situation de la tête prothétique par rapport au sommet de la tête fémorale qui permet, en cours d'intervention, de repérer exactement le niveau de la coupe du col.

- Si la lésion est bilatérale avec une destruction importante de chaque côté, il n'y a plus de référence ; le droit à l'erreur existe, et le rattrapage ultérieur est toujours possible du côté opposé. Les principes restent les mêmes (Fig. 3B) : situer idéalement le cotyle prothétique qui paraît le mieux adapté, rechercher la pièce fémorale qui remplit le mieux le canal médullaire. L'écart entre le centre de la tête fémorale et celui du cotyle indique l'allongement du membre que réalisera l'intervention. Dans certains cas de subluxation congénitale ou acquise, une perte de substance cotyloïdienne antérosupérieure apparaît à l'évidence et nécessitera son comblement par un greffon vissé.

**Figure 3.**

- A.** Projet opératoire. Lésion unilatérale.
B. Projet opératoire. Lésion bilatérale.
C. Projet opératoire. Luxation congénitale.



Cette préparation théorique de l'intervention reste naturellement valable quand l'architecture de la hanche est perturbée comme elle peut l'être dans une luxation congénitale invétérée (Fig. 3C). Elle permet d'orienter le choix des pièces prothétiques, mais il va de soi que le choix définitif ne se fait qu'en cours d'intervention.

“ Point fort

Le choix de la pièce prothétique acétabulaire est conditionné par la dimension initiale de la cavité acétabulaire avant toute destruction et non pas par la dimension de la cavité détruite. Ceci conduit parfois à reconstruire par autogreffe, aux dépens de la tête excisée, un toit détérioré ou des parois amincies.

■ Salle d'opération. Préparation du malade

L'infection de la hanche artificielle par contamination opératoire reste la complication la plus redoutable de cette opération. Certes, l'usage systématique d'une antibiothérapie préventive a beaucoup réduit la fréquence et la gravité de ces infections, mais ne les a pas fait disparaître et toutes les techniques d'asepsie pré- et peropératoires conservent leur valeur et leur nécessité.

- La salle d'opération conventionnelle peut assurer une sécurité correcte si elle est strictement réservée à la chirurgie aseptique, mais le flux laminaire, par l'atmosphère pratiquement stérile qu'il crée, est tout de même préférable.
- La préparation du malade est double :
 - générale : c'est la détection et l'éradication, quelques semaines avant l'intervention, des foyers infectieux latents ou patents que recèle fréquemment l'organisme : en

particulier cutanés, stomatologiques, otorhinolaryngologiques (ORL), gynécologiques, urinaires et digestifs ;

- locale : c'est le nettoyage et la désinfection de la peau. Un bain, la veille de l'intervention, suit le rasage du membre inférieur, de la fesse et du pubis. Cette préparation est complétée, juste avant l'intervention, par une désinfection cutanée de la région opératoire et de tout le membre inférieur par une solution de Bétadine® dermique.

Restent également toujours indispensables :

- le lavage et la désinfection des mains et des avant-bras de l'opérateur et de ses aides ;
- l'utilisation d'une double bavette, d'une casaque opératoire stérile et imperméable, et d'une double paire de gants, dont la superficielle est changée fréquemment ;
- les précautions classiques d'asepsie lors de l'installation des champs opératoires et du déroulement de l'intervention.

■ Technique opératoire standard

L'intervention peut être réalisée sous anesthésie générale ou locorégionale.

Installation de l'opéré (Fig. 4)

L'opéré est couché en décubitus latéral strict sur la table d'opération. Un étau pelvien en deux pièces, l'une sacrée, l'autre pubienne, solidaires de la table d'opération, maintient solidement le bassin dans cette position, tandis que le membre inférieur repose à l'horizontale sur deux appuis. L'un soutient la cuisse juste au-dessus du genou légèrement fléchi, l'autre, la jambe dans la région sus-malléolaire. Un bras repose sur une tablette étroite, l'autre sur un appui spécial, la tête sur un coussin (Fig. 4A).

Cette position en décubitus latéral doit être stricte et doit le demeurer tout au long de l'intervention malgré les manœuvres opératoires, car l'orientation du cotyle se fait, en cours d'intervention, suivant les plans de référence de l'espace. Il faut donc apporter le plus grand soin à l'installation de l'opéré. Il faut d'abord vérifier que la table d'opération est bien à l'horizontale, serrer l'étau pelvien suffisamment mais en évitant toute compression vasculaire par la pièce pubienne qui doit être exactement centrée sur l'os, rajouter éventuellement un appui thoracique ou dorsal.

Le membre inférieur, la moitié inférieure du tronc et le périnée sont largement badigeonnés d'une solution désinfectante colorée. Un grand jersey stérile recouvre le membre inférieur en entier. Un grand champ stérile à usage unique est

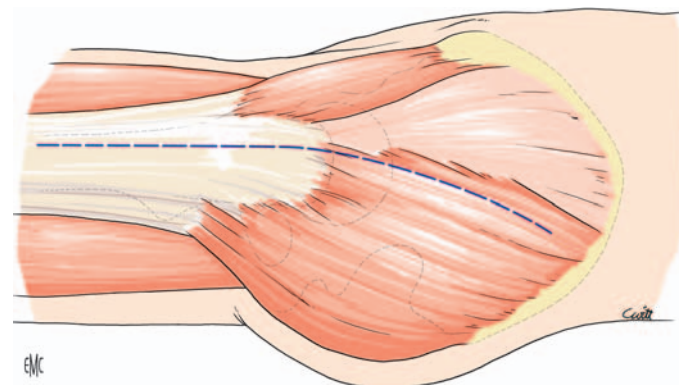


Figure 5. Incision cutanée.

introduit sous le membre inférieur et le sépare de la table et de ses appuis. La découpe supérieure du champ et ses bords autocollants permettent d'isoler parfaitement la zone opératoire des régions voisines. Il doit être suffisamment large pour que ses bords latéraux descendent jusqu'au sol. Un deuxième grand champ dont le bord inférieur est lui aussi autocollant s'applique sur le premier. Son bord supérieur, relevé et fixé à deux potences, isole la zone opératoire de la zone anesthésique. Une botte caoutchoutée ou en plastique imperméable enveloppe le pied, la jambe et le tiers inférieur de la cuisse (Fig. 4B). Le jersey est fendu aux ciseaux en regard de la région opératoire et cette brèche est comblée par un film autocollant transparent.

Deux tables à instruments sont indispensables. L'une en forme de guéridon, habillée d'une housse stérile, est placée à droite de l'opérateur et à portée directe de sa main. L'opérateur se place derrière le malade. Un aide en face de lui, une instrumentiste à sa droite sont indispensables au déroulement harmonieux de l'intervention. Un deuxième aide à sa gauche est souvent utile.

Incision cutanée (Fig. 5)

Elle est longitudinale, externe, longue de 15 cm environ, centrée sur le sommet du grand trochanter, légèrement incurvée en haut vers l'arrière pour suivre la direction des fibres du grand fessier. S'il existe une ancienne cicatrice externe, elle transparaît sous le film plastique, et peut ainsi être excisée proprement en emportant 1 cm de peau de part et d'autre de son tracé.

Après incision du tissu cellulaire sous-cutané, on fait l'hémostase soigneuse des artérioles et des veinules, on incise longitudinalement au bistouri le fascia lata et l'aponévrose superficielle du grand fessier, en respectant soigneusement la direction de ses fibres musculaires. Celles-ci se dissocient facilement par simple élargissement de l'incision entre une paire de ciseaux et la pince à disséquer. À la partie haute et profonde apparaît alors un pédicule vasculaire transversal appliqué sur l'aponévrose du moyen fessier. Il peut généralement être respecté, etc.

Aux deux lèvres musculoaponévrotiques sont cousus deux champs qui vont isoler, jusqu'à la fin de l'intervention, la peau et le tissu cellulaire sous-cutané des plans plus profonds.

Un écarteur récline en arrière le bord postérieur de l'incision tandis que le bistouri dissèque la face postérieure du grand trochanter jusqu'à l'insertion du carré crural. Une collatérale trochantérienne de la circonflexe postérieure appliquée sur l'os émerge à ce niveau. Elle peut être coagulée préventivement. À l'angle postérosupérieur du trochanter, après avoir incisé une mince toile celluleuse et refoulé la graisse en profondeur, on découvre le rideau musculaire des pelvitrochantériens. Sur lui cheminent obliquement une artériole, collatérale de l'ischiatique, et deux veines parfois turgescentes. Plus en profondeur, dans une coulée cellulograsseuse qu'il faut localiser, mais non disséquer, se trouve le nerf sciatique (Fig. 6).

On repère au bord supérieur du carré crural, entre lui et le jumeau inférieur, un interstice musculaire, barré obliquement en profondeur par le tendon de l'obturateur externe et une branche de la circonflexe postérieure.

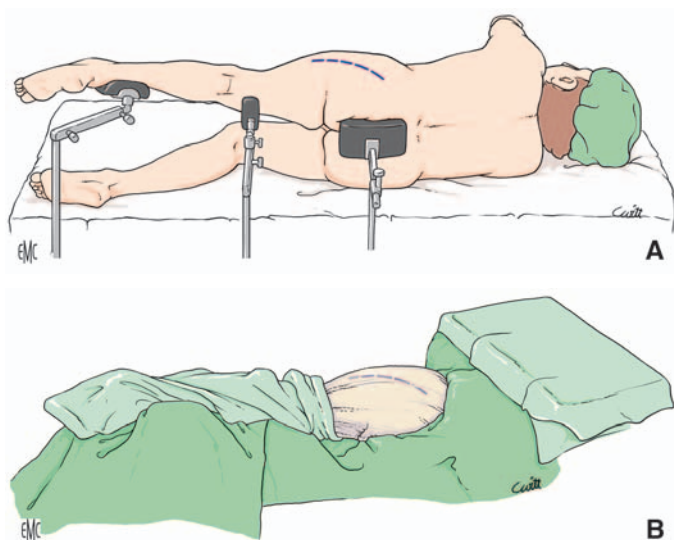


Figure 4. Installation de l'opéré.

A. En décubitus latéral, le bassin fixé dans un étau, le membre inférieur reposant sur deux appuis.

B. Après la mise en place des champs.

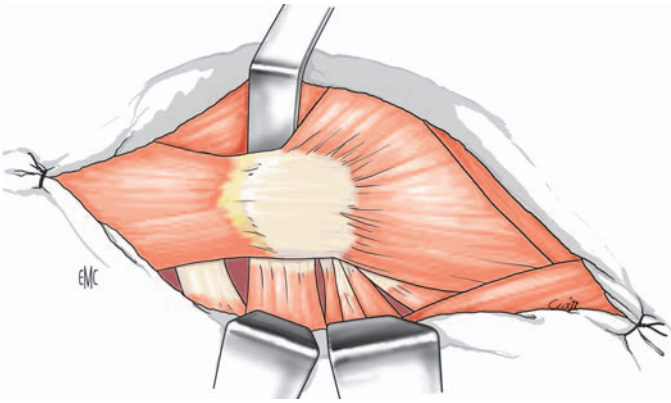


Figure 6. Exposition de la région trochantérienne.

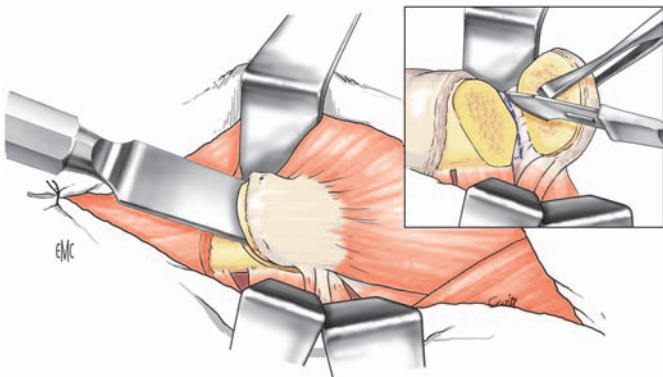


Figure 7. Section du trochanter. Relèvement de l'éventail fessier (cartouche).

En avant, un écarteur étroit soulève le bord inférieur des muscles petit et moyen fessiers et permet de voir l'insertion antérieure du vaste externe. Une collatérale de la circonflexe antérieure perfore le muscle à ce niveau près de son insertion pour aller se distribuer aux fessiers. On peut en faire l'hémostase préventive.

Section du trochanter (Fig. 7)

Deux larges valves en arrière, l'une en regard de la face postérieure du trochanter, l'autre un peu plus haut située, un écarteur plus étroit en avant, réclinant la berge antérieure de l'incision et soulevant le bord antéro-inférieur de l'éventail fessier, permettent d'exposer parfaitement la région trochantérienne et de réaliser la section du trochanter de façon précise. Cette section est faite aux ciseaux de 25 mm (Fig. 7). Celui-ci attache l'os en dehors, à quelques millimètres sous la crête d'insertion du vaste externe, et se dirige en haut et en dedans, ses bords alignés en avant sur l'insertion du vaste externe, en arrière sur l'insertion fémorale du carré crural. La section plane détache un gros fragment sur lequel s'insèrent le petit et le moyen fessiers, le pyramidal, les jumeaux, les obturateurs. Seul le carré crural reste solidaire du fémur. La section se termine en dedans dans la base du col dont elle détache une petite écaille triangulaire (Fig. 7) (cartouche). Une pince de Museux soulève alors le fragment trochantérien et le renverse pour exposer en dehors sa face osseuse cruentée. On coupe l'écaille osseuse cervicale à la pince coupante. Tandis que le trochanter et l'éventail fessier sont attirés vers le haut et l'arrière par un écarteur, à petits coups de bistouri on dissèque la capsule en la libérant de la face profonde du petit fessier et des rotateurs externes. Si la hanche est très serrée, l'ascension directe du trochanter peut être insuffisante, il faut alors l'attirer un peu plus vers l'arrière pour diminuer la tension de l'obturateur externe et fixer le trochanter dans la région sus-cotyloïdienne postérosupérieure. Dans l'espace musculaire carré crural-jumeau inférieur se tend la branche terminale descendante de la

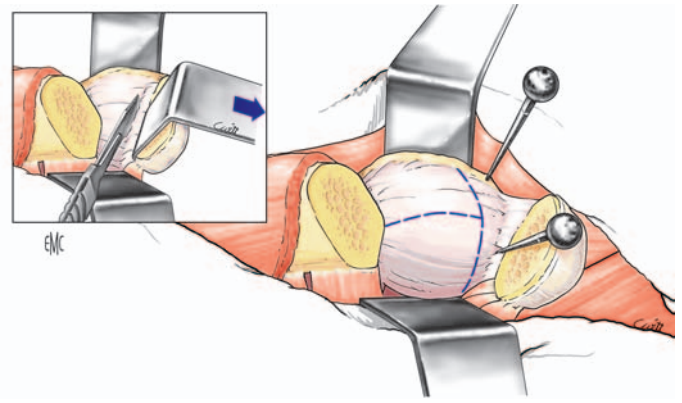


Figure 8. Dissection et excision de la capsule articulaire.

circonflexe postérieure. Il vaut mieux la ligaturer ou la coaguler avant qu'elle ne se déchire.

L'éventail musculaire est séparé de la capsule jusqu'au sourcil cotyloïdien. Deux ou trois clous de Steinmann de 10 à 15 cm à tête ronde (pour ne pas blesser) sont alors plantés au bord supérieur du cotyle. Ils maintiennent relevés le trochanter et son éventail musculaire ; une valve en arrière, l'autre en avant finissent d'exposer la capsule articulaire.

“ Point fort

La section doit être très précise pour ne détériorer aucun muscle. Moyen et petit fessiers, ainsi que pyramidal, jumeaux et obturateurs, doivent rester insérés sur le fragment trochantérien détaché. La tension de l'obturateur externe peut empêcher l'ascension directe du trochanter. Plutôt que de couper le tendon, attirer le trochanter en haut et en arrière pour détendre l'obturateur externe.

Excision de la capsule articulaire (Fig. 8)

Cette capsule est incisée longitudinalement au bistouri et excisée en deux lambeaux postérosupérieur et antérosupérieur. On commence par l'excision du lambeau postérieur. Tandis qu'une pince de Museux l'attire en dehors et en avant, la pointe du bistouri, introduite dans l'articulation au ras de l'os, détache la capsule du rebord cotyloïdien de haut en bas jusqu'à l'union des deux tiers supérieurs et du tiers inférieur. Il ne faut pas descendre plus bas, pour ne pas risquer de blesser la branche ascendante terminale de la circonflexe postérieure. Le bistouri revient alors à angle droit vers l'avant jusqu'à l'insertion fémorale supérieure de la capsule pour finir de détacher le lambeau.

On procède de la même façon pour le lambeau antérieur, qu'on détache au bistouri de son insertion osseuse cotyloïdienne, tandis que la pince de Museux l'attire en dehors et en arrière. La mise du membre inférieur en flexion, abduction, rotation externe, et un écarteur antérieur dégagent parfaitement l'insertion capsulaire jusqu'à la corne antérieure. Arrivé à ce niveau, le bistouri revient transversalement vers l'arrière pour détacher l'insertion fémorale et finir de libérer le lambeau capsulaire. Deux ou trois artéριοles antérieures, branches de la circonflexe antérieure, saignent sur la tranche capsulaire. On en fait l'hémostase par coagulation.

Luxation (Fig. 9)

La hanche peut alors être luxée en portant le membre en flexion, adduction, rotation externe. Si la tête ne sort pas facilement du cotyle, plutôt que de forcer la manœuvre de

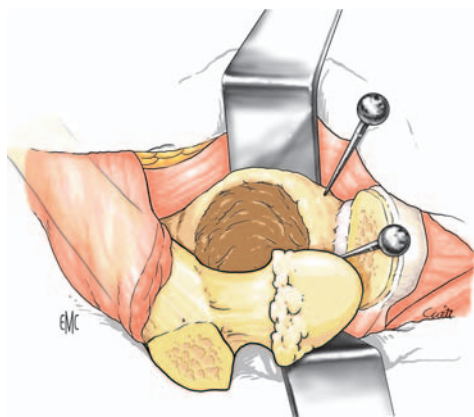


Figure 9. Luxation de la hanche.

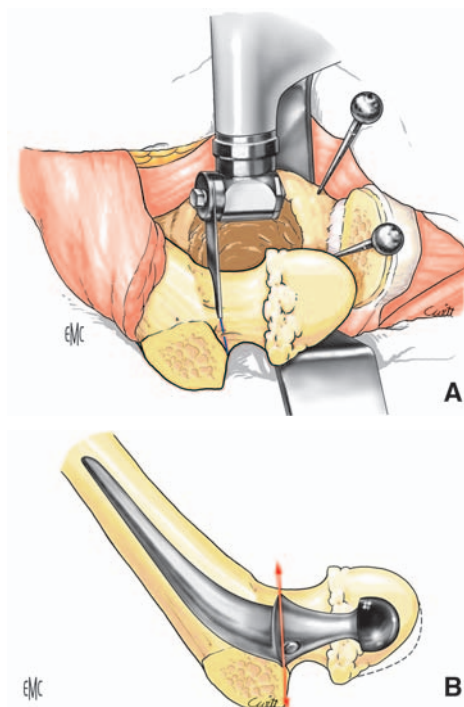


Figure 10.
A, B. Section du col.

luxation (au risque d'une fracture spiroïde d'un fémur très porotique), il vaut mieux introduire un crochet de Lambotte sous le col pour extraire la tête.

Section du col (Fig. 10)

La tête et la moitié supérieure du col fémoral sont alors parfaitement extériorisées. L'aide maintient la jambe verticale et la cuisse horizontale pendant la section du col. Son niveau est déterminé en reproduisant les conditions de superposition du calque prothétique et de la radiographie. On aligne la tige de la prothèse d'essai choisie sur l'axe de la diaphyse fémorale et on donne aux sommets de la tête prothétique et de la tête fémorale les rapports qu'ils avaient sur le projet opératoire. Le col est alors coupé à la scie oscillante, la lame suit sur la face antérieure l'embase du col prothétique et s'incline de 10° pour donner à la section osseuse une légère antéversion.

La pince de Museux saisit alors la tête, l'attire en dehors tandis que le bistouri coupe les frenula capsulae et le repli pectinofovéal qui l'unissent encore à la capsule.

Après excision de la tête, la vue sur la capsule inférieure permet éventuellement son exérèse, mais cela n'est que très rarement nécessaire ; même sur des hanches très enraidies en adduction, il suffit généralement de sectionner son insertion fémorale. Si on doit l'enlever complètement, il faut le faire en

partant de l'insertion fémorale vers le cotyle et se méfier de ne pas blesser la branche terminale postérieure de l'obturatrice qui est volontiers accolée à la capsule inférieure.

Préparation du cotyle (Fig. 11)

Un écarteur à bec introduit au-dessous du ligament transverse de l'acetabulum récline le fémur vers le bas et expose largement le cotyle. Si l'arthrose n'est pas trop évoluée, l'arrière-fond se dégage facilement après excision du tissu cellulograisieux qui le remplit. L'excision du ligament rond, qui contient une artériole dont il faut faire l'hémostase, et celle du ligament transverse de l'acetabulum permettent de découvrir la marge inférieure du cotyle, ou bord supérieur du trou obturateur. Ces deux éléments, arrière-fond et marge inférieure du cotyle, constituent les deux repères essentiels de la préparation de la cavité cotyloïdienne.

Dans le cotyle osseux arthrosique, très souvent ovalisé par l'usure antérosupérieure, déformé par l'ostéophytose périphérique et interne, il faut creuser une cavité hémisphérique qui recentre exactement la hanche prothétique. Si l'ostéophytose, en particulier inférieure et interne, est très développée, il peut être utile de l'exciser avant tout creusement du cotyle pour se retrouver dans des conditions plus anatomiques et repérer l'arrière-fond et la marge inférieure du cotyle. Le creusement doit affleurer l'arrière-fond sans le dépasser et aboutir à une cavité hémisphérique dont le diamètre de référence est le diamètre antéropostérieur du cotyle osseux. On rapporte donc verticalement cette distance à partir de la marge inférieure du cotyle pour déterminer le niveau supérieur d'attaque du ciseau-gouge.

Dans la pratique, au ciseau-gouge convexe de Smith-Petersen, on marque les contours de la future cavité (Fig. 11A). Cette ligne circulaire reste à distance, en haut et en avant du rebord osseux du cotyle arthrosique ovalisé, mais mord volontiers sur la paroi postérieure ostéophytique. Cette gouge amorce le creusement jusqu'à 1 cm de profondeur, puis cède le relais à la gouge à double courbure qui le termine en profondeur (Fig. 11B). Leur maniement nécessite un apprentissage, mais avec un peu d'expérience, la cavité obtenue est d'emblée exacte. À peine a-t-elle besoin d'être régularisée à la gouge concave ou d'un coup de fraise.

Cette cavité osseuse hémisphérique a une face postérieure spongieuse, une face antérosupérieure faite d'os sous-chondral ou d'os scléreux arthrosique, une face interne représentée par l'arrière-fond cotyloïdien, et un bord inférieur qui est la marge inférieure du cotyle.

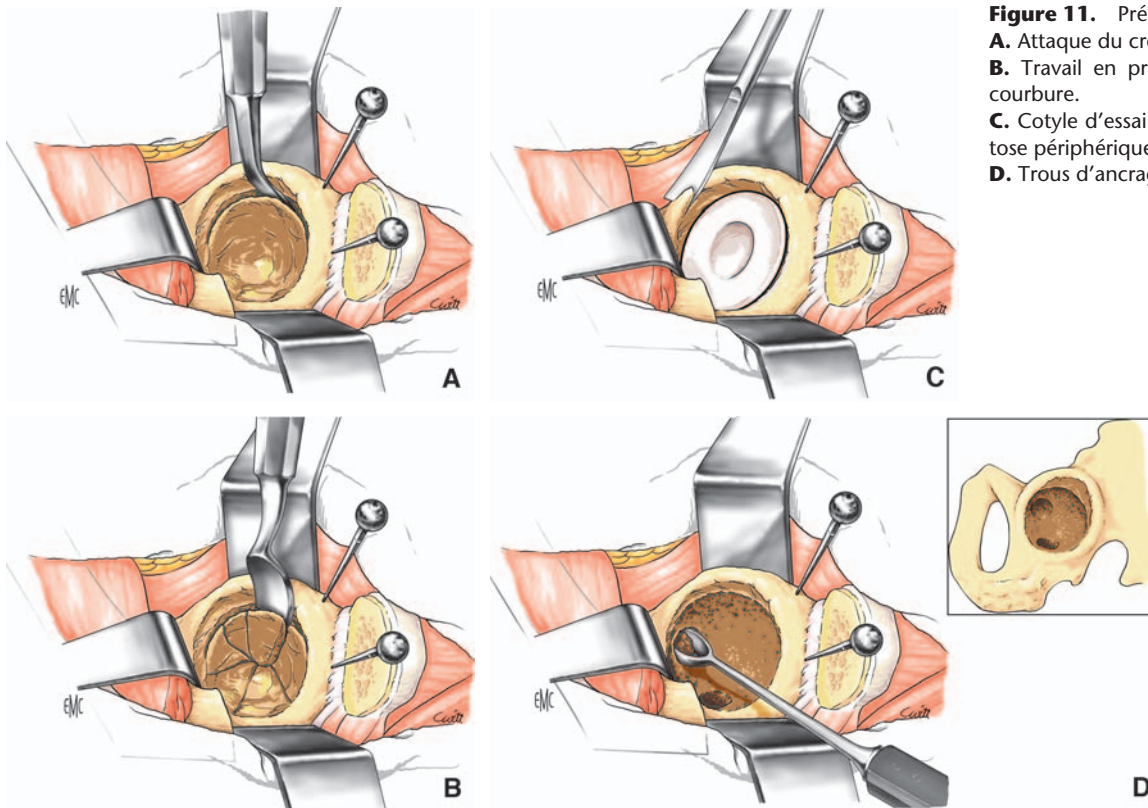
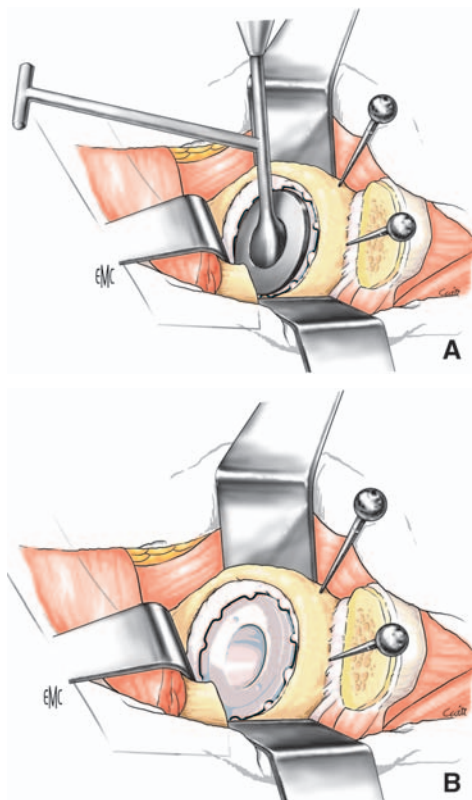
Dans cette cavité, on place la pièce cotyloïdienne prothétique qui lui est adaptée et à qui on donne l'orientation souhaitée (inclinaison à 40-45° sur l'horizontale et antéversion de 10 à 15°) (Fig. 11C). Dans cette position, si la cavité a été creusée au bon endroit, le plan d'ouverture du cotyle prothétique est tangent à la marge inférieure du cotyle. Cette notion tout à fait fiable permet d'orienter correctement le cotyle prothétique, lorsque la hanche controlatérale ankylosée ou enraidie en abduction ou en adduction maintient le bassin oblique sur la table.

On excise, aux ciseaux coudés sur le plat, toute l'ostéophytose qui déborde le plan du cotyle prothétique. Celui-ci s'ajuste partout à la cavité osseuse, sauf dans la zone antérosupérieure où il reste séparé de l'os par un espace de section triangulaire qui a la forme d'un quartier d'orange. Cet espace est comblé par du ciment si son épaisseur ne dépasse pas 1 cm, ou par un greffon taillé en forme et vissé s'il est plus large.

Deux trous d'ancrage amorcés à la gouge fine et complétés à la curette sont faits dans le pubis et l'ischion. Ces trous doivent absolument rester borgnes (Fig. 11D). Si les parois du cotyle sont très scléreuses, quelques écorchures superficielles sont faites à la gouge pour augmenter la rugosité des surfaces osseuses.

Scellement du cotyle (Fig. 12)

Le cotyle est alors lavé et séché, pour le débarrasser de tous les fragments osseux, avant d'y introduire le ciment. Celui-ci,

**Figure 11.** Préparation du cotyle.**A.** Attaque du creusement à la gouge convexe.**B.** Travail en profondeur de la gouge à double courbure.**C.** Cotyle d'essai en place. Excision de l'ostéophytose périphérique.**D.** Trous d'ancrage.**Figure 12.** Scellement de la pièce cotyloïdienne.**A.** Celle-ci est orientée par le porte-implant.**B.** Le cotyle prothétique est recentré à la partie basse et postérieure de la cavité osseuse ovalisée par l'arthrose.

dont la préparation a été commencée quelques minutes plus tôt par mélange dans une grande cupule du polymère et du monomère, est utilisé dès qu'il ne colle plus aux gants mouillés. La boule pâteuse est introduite dans la cavité osseuse ; on bourre soigneusement, au doigt, les diverticules d'ancrage

“ Point fort

La référence pour creuser dans le cotyle arthrosique ovalisé une cavité hémisphérique est le petit diamètre de l'ovale ou diamètre transversal, pour ne pas altérer l'os scléreux du toit ni amincir les parois antérieure et postérieure.

inférieurs, et on remonte l'ensemble vers le haut en tapissant les différentes faces du cotyle. Une compresse en boule au bout d'une pince permet, en malaxant le ciment, d'aspirer tout le sang qui s'est mêlé à lui. Quand sa surface est sèche, on enlève l'écarteur à bec inférieur, l'aide soulève le genou, pousse légèrement la cuisse vers l'arrière, pour corriger une éventuelle bascule du bassin vers l'avant entraîné par le poids du membre. La pièce cotyloïdienne prothétique montée sur le porte-implant à deux branches est introduite dans le ciment où elle s'enfonce par poussée sur les deux branches de l'instrument (Fig. 12A). La branche verticale doit rester verticale, la branche oblique est dirigée vers l'avant de 10 à 15°. Il est illogique et inutile de taper à coups de marteau sur le porte-implant ; une poussée insistante amène sans difficulté la cupule en bonne place. La couche de ciment doit être mince dans la moitié inférieure de la cavité osseuse, zone déformable du cotyle osseux. Elle peut être plus épaisse au niveau du toit, en particulier en haut et en avant en zone d'appui (Fig. 12B). Dans cette zone en compression, peu déformable, une plus grande épaisseur de ciment, tassé à l'aide d'un instrument spécial entre l'os scléreux dense et la cupule en polyéthylène, a l'avantage de rigidifier localement celle-ci. Dès que l'orientation de la cupule est acquise, le porte-implant est remplacé par une boule en plastique de 20 mm de diamètre qui maintient une pression axiale sur le cotyle pendant qu'on enlève toutes les bavures latérales et inférieures de ciment. Dès qu'il est dur, on remet en place l'écarteur à bec inférieur, on vérifie qu'il n'y a pas de fuite de ciment dans le trou obturateur ou en avant. On régularise tout le pourtour osseux du cotyle et on lave abondamment pour

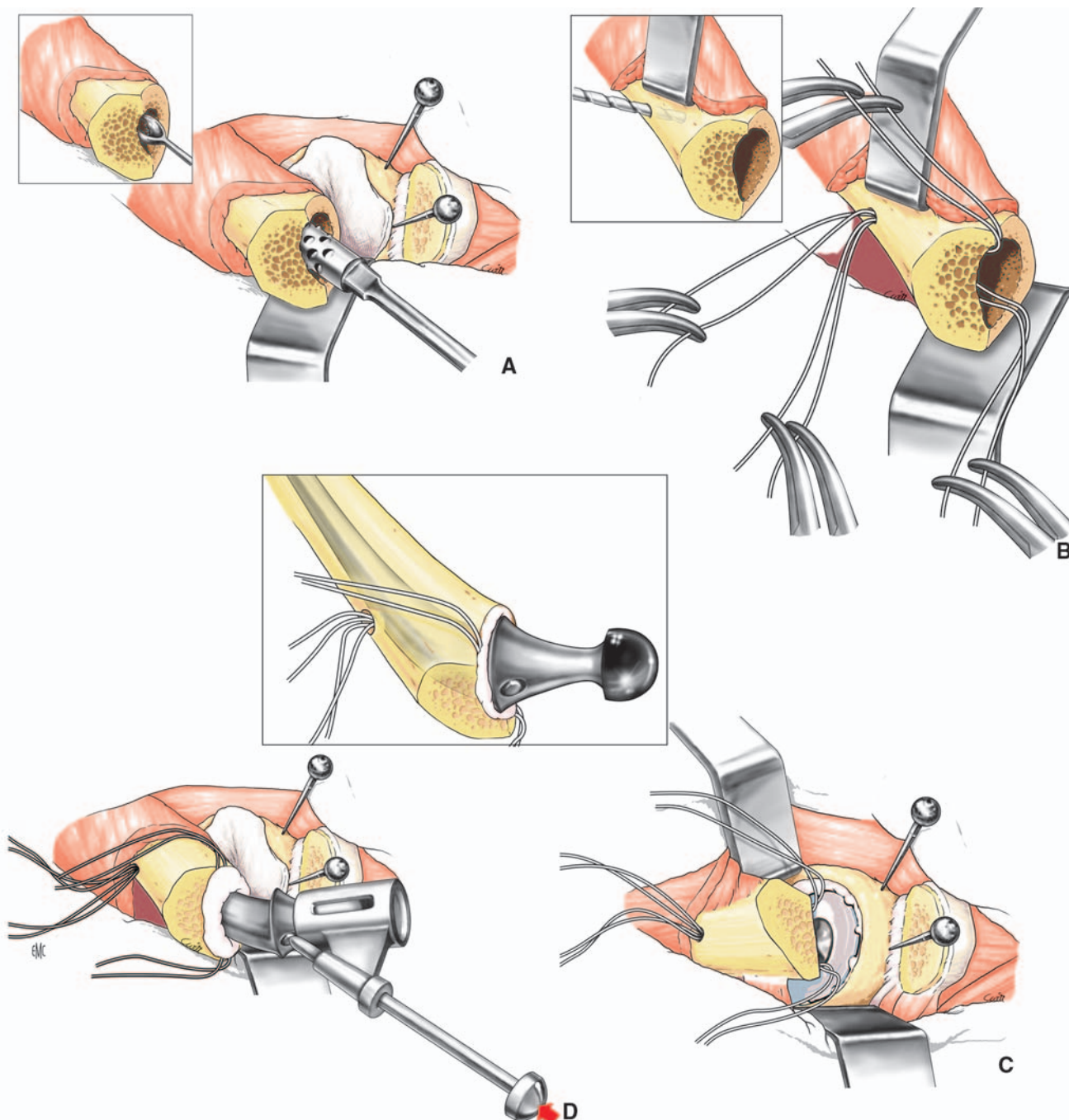


Figure 13. Préparation du fémur.

- A.** Ablation du spongieux cervical à la curette et du spongieux diaphysaire à la fraise cylindrique.
B. Forage d'un orifice cortical externe pour le passage des fils de fixation du trochanter.
C. Fils de réinsertion trochantérienne en place.
D. Introduction fémorale de la pièce prothétique montée sur le porte-implant.

débarrasser le champ de tout fragment de ciment. Le cotyle est alors protégé par une grande compresse humide. On enlève définitivement l'écarteur à bec inférieur et on passe au temps fémoral.

Préparation fémorale (Fig. 13)

Le spongieux cervical et métaphysaire, prélevé à la curette, est conservé et sert plus tard à obturer la diaphyse fémorale sous la prothèse (Fig. 13A).

Le canal cervicodiaphysaire est évidé de tout son spongieux à la fraise cylindrique mue par un moteur à rotation lente.

L'utilisation de pièces de taille croissante, mais qu'on introduit de moins en moins loin dans le canal médullaire, permet de faire à la prothèse un logement très ajusté dans lequel elle se coince avant toute adjonction de ciment. Lorsque la pièce

d'essai du modèle choisi avant l'intervention peut être introduite dans le fémur, on vérifie que son orientation à 10° d'antéversion est correcte et son assise sur le col parfaite. On reprend éventuellement l'alésage cervical et on régularise l'assise cervicale jusqu'à y parvenir.

Les fragments de spongieux sont alors introduits dans le fémur, tassés dans la partie supérieure de l'entonnoir et descendus de 1 cm sous l'extrémité de la tige prothétique. Un poussoir à tige graduée permet facilement cette opération.

Le membre est ensuite mis en légère extension, adduction et rotation interne et on désinsère de l'os, dans la région sous-trochantérienne, les trois premiers centimètres du vaste externe.

À 2,5 cm de la section trochantérienne, en pleine corticale, au milieu de la face externe, on fait un trou à la mèche de 50 dans lequel on passe quatre fils d'acier inoxydable de 14/10

(Fig. 13B). Ces fils identifiés par des couples de pinces différentes sortent par l'orifice cervical, deux en arrière, deux en avant, dans une encoche de quelques millimètres faite à la pince-gouge sur les corticales antérieure et postérieure du col (Fig. 13C).

On vérifie, en introduisant à nouveau la pièce d'essai, qu'on peut l'enfoncer complètement. On lave, on sèche le canal médullaire et on y descend un tube métallique ou plastique qui permet à l'air et au sang de s'échapper quand on y introduit le ciment. Celui-ci, dont la préparation a été commencée 2 à 3 minutes plus tôt, peut être utilisé sous sa forme à basse viscosité en remplissant le canal médullaire de bas en haut grâce à une seringue spéciale munie d'un embout long. Si on choisit la forme classique à haute viscosité, et si l'ajustage prothèse-os est très serré, il faut l'introduire dans le fémur alors qu'il colle encore aux gants. Grâce à une râpe humectée de sang, on peut y parvenir rapidement à ce stade. Après avoir enlevé le tube d'échappement, la prothèse montée sur son porte-implant est engagée dans le ciment qui refoule vers l'orifice cervical. Il faut lui donner d'emblée sa direction et son orientation définitives. Quelques coups de marteau sur le porte-implant sont souvent nécessaires pour finir de l'enfoncer (Fig. 13D).

On nettoie le col des bavures de ciment et on attend la fin de la polymérisation en maintenant sur la prothèse une pression axiale constante. La tête et le col prothétiques restent protégés par leur manchon de plastique jusqu'à la réduction.

Lorsque le ciment est dur, on enlève la compresse du fond du cotyle, on vérifie que tout est propre à ce niveau, on coagule éventuellement un vaisseau, on enlève le manchon protecteur de la tête prothétique et on réduit.

“ Point fort

Si la pièce fémorale choisie avant l'intervention sur les calques s'avère trop volumineuse, il vaut mieux utiliser la taille immédiatement inférieure plutôt que d'amincir les corticales fémorales par un alésage poussé.

Réduction

La réduction est réalisée par l'aide, qui porte en extension, tout en le gardant en adduction, le membre, débarrassé de sa botte protectrice par la panseuse. Un mouvement de rotation interne introduit la tête dans le cotyle. L'opérateur peut si nécessaire aider en poussant directement par l'intermédiaire du pointeau introduit dans l'orifice cervical. Il est important que, dans cette manœuvre de réduction, la tête ne touche ni un écarteur, ni une vis de fixation d'un greffon cotyloïdien, qui pourraient la rayer, ni le ciment cotyloïdien dont un fragment pourrait se détacher et venir s'inclure dans la cavité.

Le membre est posé sur ses appuis à l'horizontale, en légère rotation interne (20°). En l'absence de rotation externe irréductible préopératoire, le trochanter s'applique facilement sur sa surface d'insertion dans cette position sans tension des muscles pelvitrochantériens. S'il existait une rotation externe fixée avant l'intervention, la rétraction de ces muscles peut empêcher la réinsertion du trochanter sur sa surface d'origine. On découpe alors, sur cette surface, un coin osseux à base postérieure qui permet sa réinsertion, sans tension excessive des pelvitrochantériens.

En cas de rotation interne vicieuse préopératoire, beaucoup plus rare, le trochanter est fixé sur un membre en rotation externe, au besoin en découpant un coin osseux antérieur sur sa surface d'insertion, pour détendre les muscles antérieurs et retendre les rotateurs externes.

On agit de même pour rééquilibrer la tension musculaire des fessiers en cas d'attitude vicieuse latérale irréductible préopératoire. S'il s'agit d'une abduction, le trochanter est réinséré sur un membre en adduction en laissant au besoin le médaillon glisser légèrement vers le haut sur sa surface de section. S'il s'agit d'une

adduction, le membre est mis en forte abduction et on réinsère le trochanter plus bas sur une surface d'insertion retaillée.

Mais, avant de réinsérer le trochanter, il faut inspecter une dernière fois la cavité articulaire, parfois faire une ou deux hémostases et laver l'articulation.

Fixation du trochanter (Fig. 14)

Si le tendon de l'obturateur externe a été coupé dans la voie d'abord par mégarde ou de nécessité, on commence par le refixer. On fait simplement un point en X au fil non résorbable, solide (n° 0), pour fixer le tendon à son insertion ou à l'insertion voisine de l'obturateur interne et des jumeaux. Ce point sera serré après réinsertion du trochanter, les fils sont laissés en attente sur une pince.

Le trochanter est attiré vers le bas et en dehors par une pince de Museux, les fils métalliques qui sortent du col fémoral sont passés au travers du tendon des fessiers au ras du bord supérieur du trochanter, d'avant en arrière. Le fil antérieur croise le bord supérieur de l'os au niveau de l'angle antérosupérieur, le fil postérieur, au niveau de l'angle postérosupérieur. Les deux fils médians se situent entre les deux. Il est important que les fils soient au contact direct de l'os pour obtenir un serrage efficace et une synthèse rigide. Il est aussi important que les fils antérieurs et postérieurs ne glissent pas en avant ou en arrière au moment du serrage (Fig. 14A).

Le trochanter est ramené sur sa surface d'insertion par simple traction sur les deux fils médians et on serre d'abord, au tendeur de Danis, celui des deux fils qui ne le fait pas glisser latéralement.

Deux tours de spire sont amplement suffisants mais il faut que le tortillon soit régulier, symétrique et serré. Pour cela il doit se former à égale distance des mors du tendeur. On serre ensuite le deuxième fil médian, puis le postérieur et enfin l'antérieur après avoir remis le membre en rotation externe. Tous les tortillons doivent se faire sous la section trochantérienne, pour qu'ils soient recouverts par le vaste externe. Mais avant de rabattre ces tortillons sur l'os à l'aide d'un chasse-greffon, il faut vérifier que tous les fils sont également tendus. Fréquemment, les premiers serrés se retrouvent légèrement détendus après le serrage des derniers, il faut alors donner à leur tortillon, à la pince, un demi-tour ou un tour de plus (Fig. 14B).

Après avoir noué les fils de réinsertion de l'obturateur externe, on réinsère le vaste externe à la face antérieure et externe du trochanter.

Fermeture

Avant de suturer le plan musculoaponévrotique au fil non résorbable, on place deux drains aspiratifs : l'antérieur dans l'articulation, le postérieur dans la fesse (Fig. 14C). Le tissu cellulaire sous-cutané et la peau sont également fermés à points séparés, au fil non résorbable, sur un troisième drain.

Un pansement maintenu par une Élastoplaste® est appliqué sur la cicatrice ; les drains aspiratifs collent à l'Élastoplaste® et n'ont pas besoin d'être fixés à la peau. On complète par un spica légèrement compressif et une paire de bas élastiques.

■ Soins postopératoires

L'opéré est laissé libre dans son lit, les pieds légèrement surélevés, les genoux fléchis. Le spica est enlevé le lendemain matin, les drains aspiratifs le 3^e jour, le pansement originel est remplacé le 5^e jour par un pansement autocollant plus léger. Les fils de suture cutanée sont enlevés entre le 11^e et le 14^e jour.

La mobilisation active du pied et du genou est encouragée dès le soir de l'intervention, et une mobilisation douce assistée de la hanche est entreprise le lendemain. Le lever se fait habituellement le 3^e jour entre deux cannes anglaises. L'appui sur le membre opéré est autorisé d'emblée. Il ira progressivement croissant, pour être complet à la consolidation du trochanter, vers la 6^e semaine. À cette date, la plupart des opérés sont d'ailleurs capables de marcher sans canne et sans boîtier.

La récupération de l'amplitude articulaire est rapide et pratiquement spontanée chez la majorité des opérés. Toutefois,

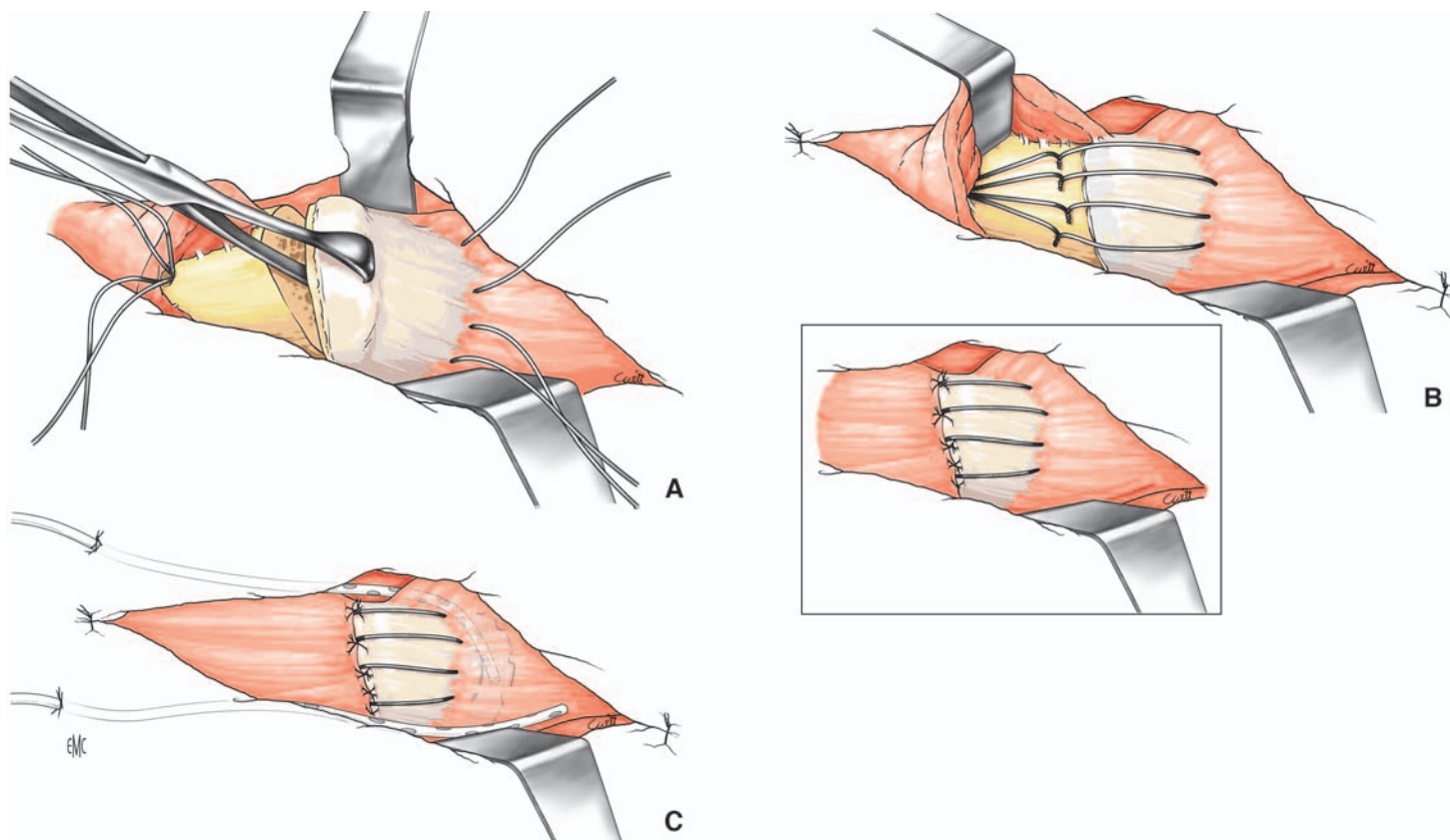


Figure 14. Réinsertion du trochanter.

A. Passage des fils métalliques à travers le tendon fessier au ras de l'os.

B. Serrage des fils métalliques et suture du vaste externe.

C. Drains aspiratifs en place.

les malades dont la coordination motrice n'est pas parfaite ou ceux dont la hanche était très raide avant l'intervention ont besoin d'une rééducation. C'est indiscutablement la mobilisation passive de l'articulation qui est la plus bénéfique, qu'elle soit faite par le kinésithérapeute ou par l'opéré lui-même à l'aide d'un appareillage très simple fait d'une sangle passée sous le genou, d'une cordelette, d'une poulie de réflexion et d'une poignée. Par traction sur la poignée, l'opéré mobilise doucement, sans douleur et sans contraction musculaire intempestive, son articulation qui s'assouplit progressivement. Plus sophistiqués, plus onéreux, les appareils modernes de mobilisation passive de la hanche ne font pas mieux.

Trois traitements médicamenteux sont institués systématiquement, sauf contre-indication particulière. L'antibiothérapie préventive débute avec l'induction anesthésique et se prolonge 48 heures. Le traitement anticoagulant est prolongé 4 à 6 semaines. Le traitement anti-inflammatoire utilise des anti-inflammatoires non stéroïdiens ; il s'arrête pour la plupart des opérés au 8^e jour. Outre son efficacité antalgique remarquable, il a aussi l'avantage de réduire les ossifications périarticulaires ; si ce risque paraît important, il est prolongé 6 semaines.

Pour en savoir plus

- Charnley J. *Low friction arthroplasty of the hip*. Berlin: Springer-Verlag; 1979.
- Wroblewski BM. *Revision surgery in total hip arthroplasty*. London: Springer-Verlag; 1990.
- Honnard F. *Voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique*. Paris: Masson; 1969.
- Postel M, Kerboull M, Evrard J, Courpied JP. *Arthroplastie totale de hanche*. Berlin: Springer-Verlag; 1985.
- Kerboull M. L'arthroplastie totale de hanche. Bases mécaniques et techniques. *Maîtrise Orthop* 1999 (n°83).
- Senegas J, Liorzou G, Yales M. Complex acetabular fractures. A transtrochanteric lateral surgical approach. *Clin Orthop Relat Res* 1980; **151**:107-14.
- Lindgren U, Svenson O. A new transtrochanteric approach of the hip. *Int Orthop* 1988;**12**:37-41.
- McGann WA. Surgical approaches of the hip. In: Callaghan JJ, Rosenberg AG, Rubash HE, editors. *Adult hip*. Philadelphia: Lippincott Raven; 1998. p. 683-99.

M. Kerboull, Professeur des Universités, ancien chef de service (m.kerboull@club-internet.fr).
Institut Marcel Kerboull, 39, rue Buffon, 75005 Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Kerboull M. Arthroplastie totale de hanche par voie transtrochantérienne. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-665, 2008.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Arthroplastie totale de hanche sur ankylose

M. Kerboull

L'existence d'une ankylose de hanche modifie sérieusement les conditions anatomiques habituelles de la réalisation de l'arthroplastie totale. Ces modifications sont de plusieurs ordres. Elles sont dues à la nature de la maladie causale, à l'existence de l'ankylose, à son siège, à sa position vicieuse ou non, à la façon dont elle a été obtenue, à son retentissement sur les muscles périarticulaires, sur la statique générale et sur les articulations de voisinage, en particulier du rachis lombaire et du genou sous-jacent.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Ankylose ; Hanche ; Arthroplastie totale

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Perturbations anatomiques dues à l'ankylose | 1 |
| ■ Indication opératoire | 3 |
| ■ Préparation de l'intervention | 4 |
| ■ Intervention | 5 |
| Installation | 6 |
| Incision cutanée | 6 |
| Dissection de la région trochantérienne | 6 |
| Section du trochanter | 6 |
| Découverte et section de l'ankylose | 6 |
| Préparation du cotyle | 7 |
| Préparation du fémur | 8 |
| Fixation du trochanter et fermeture | 9 |
| ■ Suites opératoires | 9 |

■ Perturbations anatomiques dues à l'ankylose

La hanche ankylosée n'est généralement pas en place. Elle est le plus souvent en subluxation antérosupérieure (Fig. 1). Cette situation ectopique due aux dégâts de la maladie est parfois exagérée par la chirurgie qui a creusé le toit à la recherche d'un os sain de bonne qualité. Elle peut être en protrusion acétabulaire, témoin alors d'une arthrodèse obtenue par luxation centrale (Fig. 2).

L'ankylose fémoro-iliaque peut s'accompagner de ponts osseux extra-articulaires iliotrochantérien et ischiofémoral, parfois d'une ostéotomie intertrochantérienne de translation interne et de valgisation associée à un greffon ischiofémoral (Fig. 3, 4). Ces techniques parmi d'autres ont été utilisées largement dans l'arthrodèse extra-articulaire de la coxite tuberculeuse. Ces greffons osseux peuvent également se rencontrer à titre d'adjuvants dans les techniques d'arthrodèse intra-articulaire, qu'il y ait eu ou non une ostéosynthèse directe fémoro-iliaque. L'ankylose de hanche peut également s'accompagner d'un cal vicieux sous-trochantérien témoignant d'une



Figure 1. Ankylose de hanche en position de subluxation.

ostéotomie réalisée dans le but de faciliter la fusion articulaire ou de corriger l'attitude vicieuse de la hanche ankylosée (Fig. 5). Le grand trochanter lui-même peut avoir servi de greffon pédiculé, et on le retrouve alors en haut et en arrière, à cheval sur l'interligne articulaire fixé par une vis ou un petit clou (Fig. 6).

Le matériel d'ostéosynthèse utilisé pour la fixation de l'arthrodèse peut être resté en place. C'est rarement un clou à ailettes de Van Nes, c'est souvent des vis de Venable, c'est parfois un clou-plaque ou une lame-plaque ou une grande



Figure 2. Ankylose de hanche en protrusion, obtenue par « luxation centrale ». Noter également le pont osseux ischio-trochantérien.



Figure 3. Ankylose de hanche, séquelle d'une coxalgie de l'adolescence, obtenue par immobilisation plâtrée et greffon iliotrochantérien.

plaque « cobra » iliofémorale. L'ablation de ce matériel peut parfois constituer, en début d'intervention, une difficulté importante.

Les muscles périarticulaires sont toujours altérés. Dans le meilleur des cas, quand l'ankylose a été obtenue par simple immobilisation plâtrée, sans intervention chirurgicale, ils sont tous présents et continus, mais très atrophés, peu contractiles, rose pâle et extrêmement fragiles, témoins d'une inactivité prolongée. Quand l'ankylose a été obtenue par arthrodèse et



Figure 4. Ankylose de hanche associée à une ostéotomie intertrochantérienne avec greffon tibial interposé dans l'ostéotomie et fiché dans l'ischion, à l'origine d'une union osseuse étendue ischiofémorale.



Figure 5. Cal vicieux sous-trochantérien sous une ankylose de hanche, séquelle d'une arthrite septique à germe banal et pont osseux ischiofémoral.

parfois après échec d'une première tentative ou échec d'une arthroplastie préalable, bon nombre de ces muscles, qui s'avèrent tout aussi atrophiques, ont été détruits par la chirurgie et remplacés par un tissu fibreux plus ou moins dense. La continuité de l'éventail fessier peut même être irrémédiablement perdue dans deux cas : quand il a été complètement détruit, ou quand on a négligé de le réinsérer sur le trochanter au temps où l'arthrodèse était une intervention réellement définitive. L'absence totale des abducteurs doit logiquement faire renoncer à mobiliser la hanche ankylosée.



Figure 6. Grand trochanter transposé à cheval sur l'interligne iliofémoral, à titre de greffon pédiculé et fixé par une vis.

La peau et le tissu cellulaire sous-cutané conservent souvent les stigmates de la maladie originelle ou de la chirurgie sous forme de cicatrices de fistules déprimées, adhérentes à l'os, et d'incisions multiples.

Enfin, si l'ankylose date de la petite enfance, elle s'accompagne d'une hypotrophie globale du membre inférieur, d'un raccourcissement squelettique et d'une détérioration du genou sous-jacent par troubles de croissance et dislocation rotatoire (Fig. 7).

Tous ces éléments doivent être pris en compte dans la décision de mobiliser la hanche ankylosée et dans la réalisation technique de l'arthroplastie totale.

“ Point fort

Les clichés de trois quarts de la hanche sont absolument indispensables pour détecter l'existence de ponts osseux extra-articulaires dus aux greffes osseuses iliotrochantérienne et ischiofémorale.

■ Indication opératoire

L'existence d'antécédents infectieux doit faire réfléchir à la justification de l'intervention. S'il s'agit d'une infection banale ou tuberculeuse de l'enfance qui a conduit à une ankylose spontanée ou chirurgicale, il est pratiquement certain que cette infection est guérie et n'a que très peu de risques de réveil à l'occasion d'une réintervention. Chez l'adulte, le risque de réveil d'une ancienne infection n'est jamais nul, qu'il s'agisse d'une infection banale ou tuberculeuse, même après quelques dizaines d'années, et malgré une biologie normale, une radiographie et une scintigraphie rassurantes. Si le réveil d'une ancienne infection tuberculeuse peut être prévenu efficacement par un traitement antibiotique spécifique de 3 à 6 mois, il n'en est pas de même d'une infection banale spécialement à staphylocoque doré qui peut se réveiller malgré un traitement antibiotique institué à titre préventif.

Deux motifs conduisent généralement à libérer une ancienne ankylose de hanche. C'est rarement et uniquement le simple



Figure 7. Ankylose de hanche gauche, séquelle d'une coxalgie de la petite enfance compliquée d'une hypotrophie globale du membre inférieur. Le raccourcissement squelettique est de 7 cm, le genou est très détérioré. Noter aussi la double incurvation du fémur, séquelle d'une ostéotomie diaphysaire et d'une fracture sus-condylienne.

désir de retrouver une hanche mobile. C'est plus souvent son fâcheux retentissement sur le rachis lombaire et le genou sous-jacent, sous forme d'une détérioration arthrosique douloureuse, d'autant plus fréquente que l'ankylose s'est faite en position vicieuse et qu'elle est plus ancienne. La libération de la hanche, beaucoup plus justifiée dans ce dernier cas, peut conduire à une amélioration fonctionnelle spectaculaire. Mais le soulagement attendu au niveau du rachis et du genou peut n'être que très partiel si les lésions vertébrales et la gonarthrose sont très évoluées, et si après arthroplastie totale, la hanche n'a qu'une mobilité réduite et reste instable. Même dans ce cas, le sujet apprécie toujours de pouvoir s'asseoir plus facilement. Il est néanmoins souhaitable, pour éviter une déception éventuelle du patient, d'essayer de prévoir le résultat de l'arthroplastie totale sur ce terrain.

Pour obtenir une hanche mobile et stable, deux éléments sont indispensables : une musculature périarticulaire correcte, restant aussi intacte que possible après l'intervention, et une reconstruction architecturale de la hanche de bonne qualité. L'appréciation de la valeur des muscles autour d'une ankylose ancienne de hanche est difficile. Les examens électrologiques ne nous semblent d'aucun réel secours ; la tomodensitométrie et l'imagerie par résonance magnétique peuvent être plus utiles et détecter une destruction musculaire plus ou moins étendue, mais elles sont parfois d'interprétation délicate. Seul un examen clinique minutieux et répété permet de se faire une idée de la valeur fonctionnelle de l'éventail fessier. L'absence de toute cicatrice permet d'affirmer que les muscles sont présents et continus même s'ils sont très atrophiés et si leur contraction

n'est pas perceptible à un premier examen. Six mois plus tard, après des exercices répétés de contraction statique, on percevra plus nettement leur existence et leur efficacité. En revanche, une longue suite d'interventions, des cicatrices multiples et croisées, un matériel de synthèse massif et une perturbation majeure de l'anatomie font douter de l'intégrité et de la qualité de la musculature résiduelle, en particulier du moyen fessier. La perception clinique d'une contraction n'est même pas la garantie de la continuité musculaire iliotrochantérienne. Une mauvaise surprise opératoire est toujours possible et peut conduire à renoncer à l'arthroplastie totale. Mais si les muscles sont pour la plupart présents et continus, même s'ils sont extrêmement minces, pâles et fragiles, et si la douceur et la minutie de l'exécution de l'arthroplastie totale ont pu les ménager, on les verra progressivement reprendre du volume et de la force au point d'être capables en 3 à 12 mois d'assurer la stabilité en appui unipodal de la hanche opérée. Celle-ci sera acquise d'autant plus rapidement que la mécanique articulaire de la hanche artificielle sera bonne et que sa reconstruction architecturale (en particulier un bras de levier externe suffisant) sera proche de la normale. De ces derniers éléments dépend aussi la restauration de la mobilité articulaire, mais l'efficacité musculaire peut tarder plusieurs semaines. Or il est indispensable d'assurer à la hanche libérée une amplitude articulaire dès les premiers jours postopératoires. La mobilisation passive de l'articulation, manuelle ou instrumentale, trouve ici sa meilleure indication, et doit être poursuivie tant que l'activité des muscles périarticulaires est insuffisante pour prendre le relais de cette rééducation passive.

Il est également difficile de prévoir l'importance du bénéfice fonctionnel que le rachis et le genou tireront de la libération de la hanche ankylosée. Schématiquement, on peut affirmer que l'amélioration sera réelle pour le genou en cas de désaxation en valgus sous une ankylose de hanche en abduction, en varus sous une hanche en adduction, et de souffrance fémoropatellaire sous une ankylose en forte flexion, encore faut-il que la hanche libérée devienne stable en charge et perde son attitude vicieuse.

En l'absence de lésions propres, responsables d'une pathologie spécifique, et susceptibles de continuer d'évoluer pour leur propre compte, le rachis lombaire peut tirer un soulagement important de l'arthroplastie si la souffrance lombaire est essentiellement due au travail de la colonne en hyperlordose (ankylose en très forte flexion), ou à une déviation frontale compensatrice d'une ankylose vicieuse latérale. Car même si la hanche reste définitivement instable, le rachis lombaire se trouvera soulagé des contraintes rotatoires et sagittales. En revanche, le retour à la rectitude du rachis lors de l'appui sur le membre opéré nécessite évidemment que la hanche devienne parfaitement stable et que la souplesse résiduelle de la colonne autorise la correction de sa déformation latérale. L'existence d'une hanche opposée saine et une égalisation en longueur des membres inférieurs peuvent grandement aider à atteindre ce résultat. Si la déformation rachidienne est irréductible, le bassin restera oblique, et cette obliquité permanente et persistante (d'origine secondairement haute) peut conduire à la récurrence de l'ancienne attitude vicieuse et de l'inégalité de longueur fonctionnelle des membres inférieurs. Il faudra en tenir compte dans l'ajustage en longueur lors de l'arthroplastie.

Le retentissement fonctionnel d'une arthroplastie totale sur une hanche ankylosée en rectitude risque d'être peu bénéfique. La souffrance d'un genu varum peut même s'aggraver après arthroplastie totale si la hanche instable prend appui en adduction. Quant au rachis lombaire, son soulagement peut n'être que très partiel si une boiterie définitive entraîne une déformation compensatrice à chaque pas de l'instabilité de la hanche opérée. Car même si les sollicitations antéropostérieures s'en trouvent réduites, les nouvelles contraintes dans le plan frontal risquent fort d'amoindrir le bénéfice antalgique espéré de la mobilisation de la hanche.

Le soulagement des lombalgies et des douleurs du genou sous-jacent, qui représente souvent la motivation principale du patient et le but de l'intervention, est donc loin d'être obtenu dans tous les cas par l'arthroplastie totale. Avant de briser

définitivement cette ankylose, surtout si elle est en bonne position et entourée d'une musculature douteuse, cette décision, qui peut n'apporter que déception, doit être mûrement réfléchie.

“ Points forts

- Le réveil d'une ancienne infection à germe banal peut compliquer sérieusement les suites opératoires et compromettre le résultat de l'arthroplastie.
- Pour obtenir une hanche mobile et stable, deux éléments sont indispensables : une musculature correcte et restant aussi intacte que possible après l'intervention, et une reconstruction architecturale de la hanche de bonne qualité.
- L'amélioration fonctionnelle due à l'arthroplastie totale est moins spectaculaire sur une ankylose en rectitude que sur une ankylose vicieuse.

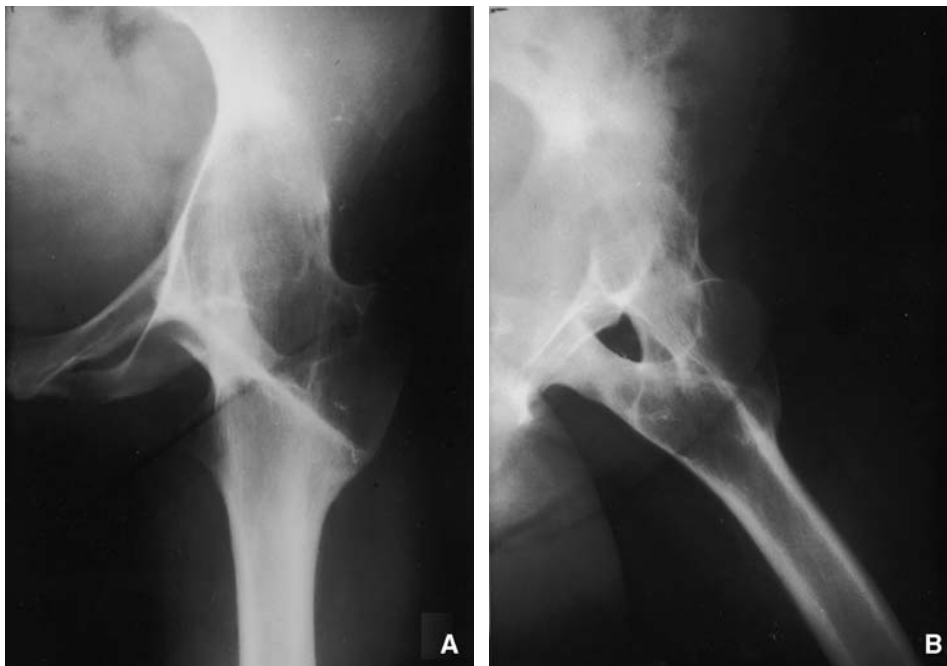
■ Préparation de l'intervention

Plusieurs clichés radiographiques et un projet opératoire graphique sont indispensables au bon déroulement de l'arthroplastie totale.

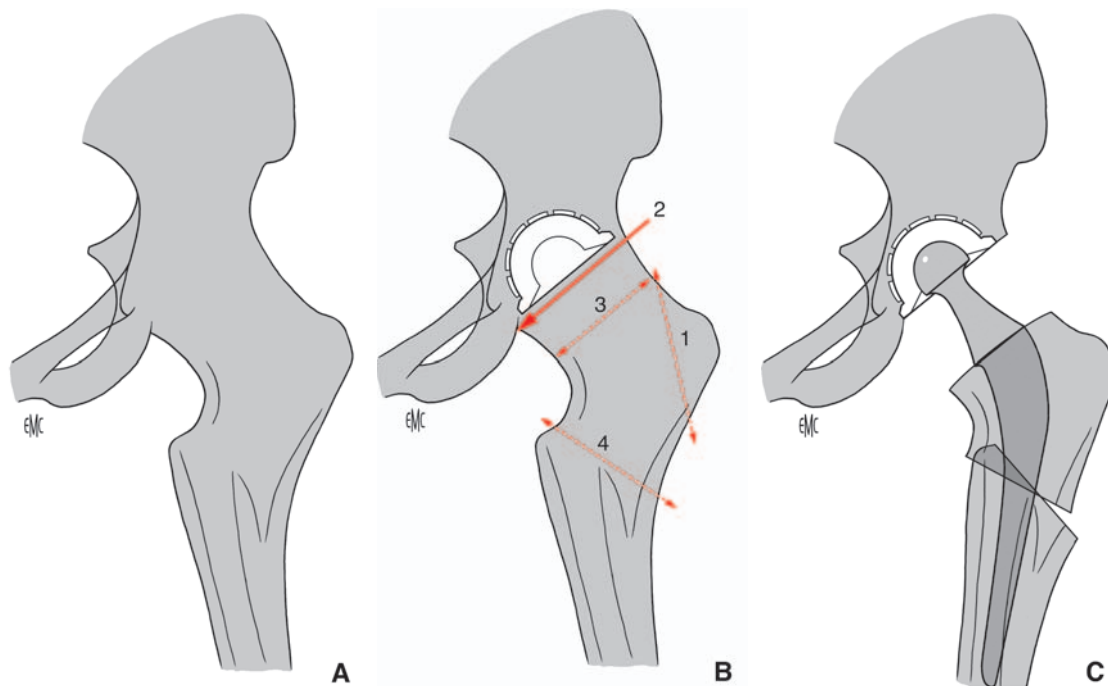
Les radiographies du bassin de face et de la hanche centrée de face sont utilement complétées par un trois quarts obturateur (Fig. 8) qui fait apparaître un grand trochanter invisible sur la face et le trois quarts alaire qui dégage l'espace ischiofémoral. Il peut révéler à ce niveau un pont osseux masqué sur la face par la superposition du bord interne du fémur et de l'ischion (Fig. 9A, B). Un cliché de profil de la hanche et du fémur est indispensable pour apprécier la courbure de l'os et peut démasquer un gros cal vicieux sous-trochantérien d'allure anodine sur la face. Un grand cliché quadrillé debout de face en appui bilatéral donne une idée précise de la statique générale du bassin et des membres inférieurs, de la longueur globale et segmentaire des membres inférieurs et de la déformation



Figure 8. Le cliché en trois quarts obturateur peut dégager un grand trochanter et un pont osseux iliotrochantérien peu ou pas visible sur la simple radiographie de face.


Figure 9.

A. Ankylose de hanche avec ostéotomie intertrochantérienne de valgisation.
B. Le pont osseux ischiofémoral, peu visible sur le cliché de face, apparaît nettement sur l'incidence en trois quarts alaire.


Figure 10.

A. Ankylose de hanche avec cal vicieux sous-trochantérien.
B. Cotyle prothétique en situation anatomique. Les quatre ostéotomies fémorales : 1. la section du trochanter ; 2. celle du col qui brise l'ankylose ; 3. la base d'implantation de la pièce prothétique fémorale ; 4. l'ostéotomie d'alignement du fémur.
C. Les deux pièces prothétiques en place.

frontale des genoux. Une tomodensitométrie avec reconstruction en 3D, ainsi qu'une imagerie par résonance magnétique (IRM), peuvent parfois être utiles. Les clichés du rachis lombaire, de face et de profil en position spontanée debout et en positions extrêmes, précisent une éventuelle déformation du rachis lombaire et les possibilités de sa correction.

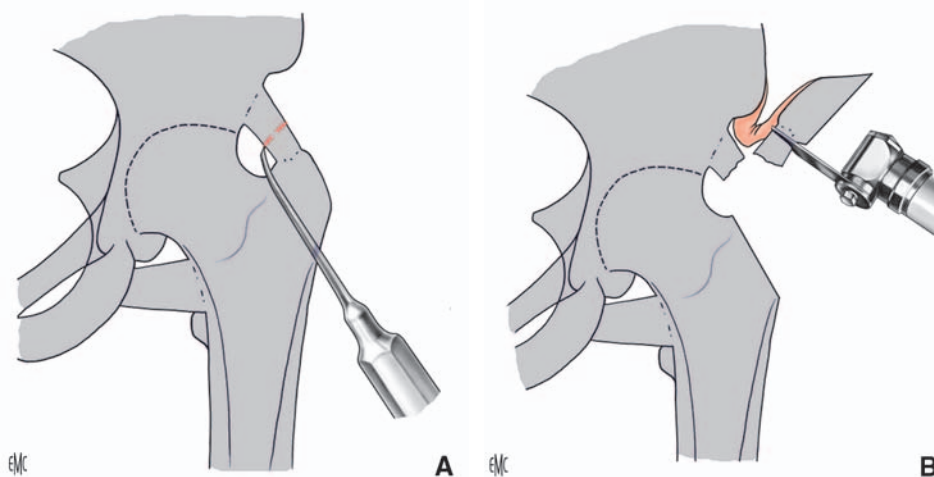
Le projet opératoire se propose, à l'aide de calques transparents des pièces prothétiques, de déterminer la situation d'implantation du cotyle prothétique, l'emplacement de l'ostéotomie, le type et le niveau d'implantation de la prothèse fémorale.

La situation du cotyle prothétique s'obtient par superposition du calque de la pièce cotyloïdienne adéquate (choisie en fonction des dimensions du côté opposé) à la radiographie de face de la hanche. Adossée à l'arrière-fond, inclinée à 45° sur l'horizontale, son bord inféro-interne au ras de l'U radiographique, cette pièce cotyloïdienne retrouve la situation du cotyle osseux originel. Le plan d'ouverture du cotyle prothétique dans cette position idéale détermine l'emplacement de l'ostéotomie

qui brisera l'ankylose suivant un plan qui lui est parallèle quelques millimètres en dehors. Quant à la pièce fémorale, elle est choisie en fonction des dimensions du canal médullaire. Son niveau d'implantation osseuse, plus ou moins élevé, permet de prévoir l'allongement souhaitable du membre en fonction des données tirées des examens radiographiques du rachis lombaire, du bassin et des membres inférieurs (Fig. 10A à C). Une tige longue peut être nécessaire s'il est indispensable de corriger par ostéotomie une angulation fémorale diaphysaire, mais il est exceptionnel qu'une prothèse spéciale, faite sur mesure, soit utile si l'on dispose d'une gamme étendue de pièces fémorales.

Intervention

Les voies d'abord antérieure et postérieure peuvent être utilisées. Toutefois, des perturbations anatomiques majeures et multiples plaident souvent en faveur de la voie externe trans-trochantérienne qui assure à l'opérateur une bonne maîtrise de

**Figure 11.**

A. Le ciseau coudé sur le plat passé à travers l'ostéotomie du grand trochanter attaque le pont osseux ilio-trochantérien par sa face profonde et le brise en son milieu.

B. Après relèvement du trochanter et de l'éventail fessier, excision des deux fragments de ce pont osseux. Le fragment trochantérien est sectionné à la scie, au ras de son implantation.

la situation et à l'opéré de meilleures chances de succès. Quant à la prothèse elle-même, elle peut être cimentée ou sans ciment, mais doit dans tous les cas être parfaitement adaptée à la morphologie osseuse et permettre une bonne reconstruction articulaire.

Seuls seront décrits ici les points particuliers de l'arthroplastie totale sur ankylose par voie transtrochantérienne et avec une prothèse cimentée.

Installation

L'intervention est réalisée en décubitus latéral, le bassin fixé dans un étau, le membre inférieur reposant à l'horizontale, genou légèrement fléchi, sur deux appuis, l'un situé au niveau du genou, l'autre du pied. En cas d'ankylose en forte attitude vicieuse, particulièrement en adduction et flexion, il est impossible de mettre le membre à l'horizontale. Il faut donc le laisser dans sa position spontanée sur des appuis bas situés. Ces appuis seront remontés à la fin de l'intervention.

Incision cutanée

Elle est externe, centrée sur le grand trochanter, sa moitié inférieure est rectiligne et médiane, sa moitié supérieure s'incurve un peu en arrière pour suivre la direction des fibres du grand fessier. Très souvent il existe déjà une cicatrice cutanée. Elle peut être réutilisée, au besoin excisée et agrandie, si elle n'est pas trop éloignée du site idéal de l'incision. Après décollement sous-cutané, on peut alors reprendre la voie externe classique par incision du fascia lata et dissection des fibres du grand fessier. Celui-ci adhère souvent de très près au moyen fessier qu'il faut absolument éviter d'abîmer dans cette séparation.

Dissection de la région trochantérienne

Il arrive que la région trochantérienne soit englobée dans une sclérose cicatricielle dense obligeant à sculpter le relief trochantérien au bistouri. Le massif trochantérien lui-même peut être très modifié dans sa situation et sa forme. Il est souvent très postérieur, surtout lorsque l'ankylose s'est faite sur un fémur à forte antéversion, et sur une hanche en rotation externe et en subluxation antérosupérieure. Il peut même se trouver à cheval sur l'interligne postérieur, transposé à ce niveau à titre de greffon pédiculé. On peut le retrouver en pseudarthrose, haut situé sous un éventail fessier rétracté et scléreux cachant la partie supérieure d'une plaque « cobra » utilisée pour la fixation iliofémorale de l'arthrodèse. Il peut être en place mais perforé par deux ou trois vis de fort calibre (diamètre de 6 ou 7 mm), en chrome-cobalt ou en acier inoxydable, dont l'ablation est nécessaire avant toute progression mais peut s'avérer difficile même avec le tournevis adéquat. Certaines vis en chrome-cobalt à tête plate marquées d'une simple empreinte linéaire peu profonde sont même indévissables et devront être extraites

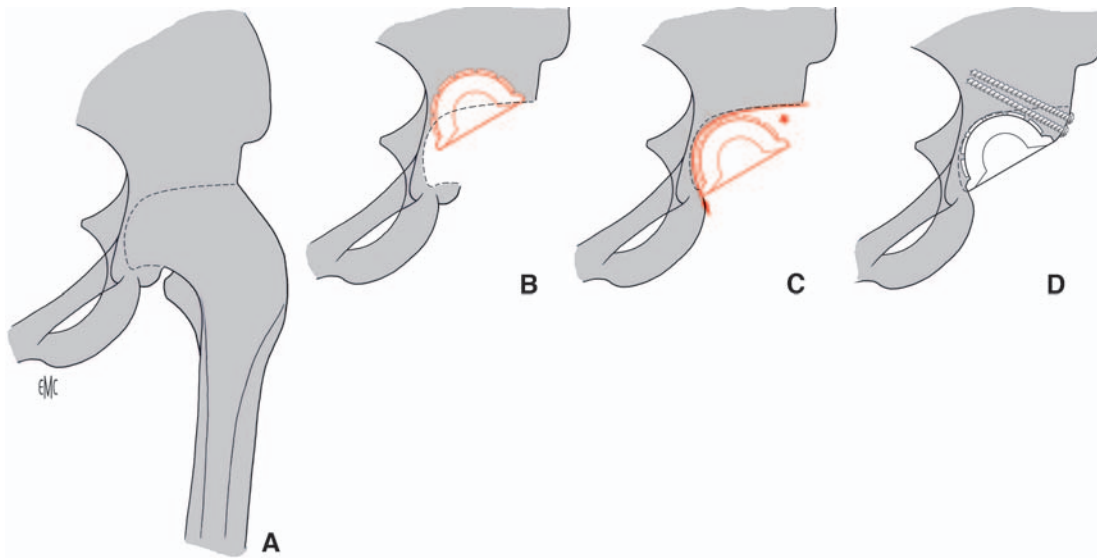
à la tréphine. Le trochanter est parfois nu : soit que le moyen fessier ait été détruit par une intervention précédente, soit qu'on n'ait pas jugé utile de le réinsérer sur le trochanter. Ces découvertes fâcheuses, en raison de l'impossibilité, réelle parfois, de reconstituer un éventail musculaire continu, peuvent arrêter l'opération à ce stade et faire renoncer à l'arthroplastie totale. Avant de sectionner le trochanter, il est nécessaire d'isoler les bords antérieur et postérieur de l'éventail fessier. Le bord antérieur est souvent englué dans une sclérose cicatricielle qui noie le fascia lata, les insertions antérieures du vaste externe et les fibres antérieures du petit et du moyen fessier. Il faut isoler les différents plans, et ouvrir l'espace vaste externe-petit fessier où passera le trait d'ostéotomie. En arrière, il faut identifier le bord postérieur du trochanter, son angle postérosupérieur et ses insertions musculaires. On repère le nerf sciatique sans le disséquer s'il est libre dans sa coulée graisseuse, en situation normale et profonde, mais il est parfois très superficiel, fixé au carré crural, voire au bord postérieur du trochanter par une fibrose cicatricielle. Il faut alors le disséquer et le refouler vers la profondeur.

Section du trochanter

Elle est faite habituellement aux ciseaux droits de 25 mm de large. Une ostéotomie plane détache un fragment osseux qui porte sur lui la totalité des insertions des fessiers et des pelvi-trochantériens à l'exception du carré crural. On relève prudemment cette masse musculaire à l'écarteur en la séparant au bistouri de la capsule articulaire. Assez fréquemment l'existence d'un greffon osseux iliofémoral, sous l'éventail musculaire, empêche son relèvement. Il faut alors isoler à travers le moyen fessier l'insertion du greffon sur le grand trochanter et le couper à ce niveau aux ciseaux. Mais on risque, ce faisant, d'altérer la continuité de l'insertion musculaire sur le trochanter. On peut également, après section du trochanter, attaquer le greffon par sa face profonde en utilisant un ciseau coudé sur le plat, qui l'atteint souvent en son milieu. Après section ou fracture du greffon, on peut retourner le trochanter et relever l'éventail fessier. On sectionne alors à la scie la partie du greffon restée solidaire du trochanter au ras de son insertion osseuse, et la partie proximale solidaire de l'aile iliaque, aux ciseaux, au ras de la corticale externe de l'os (Fig. 11A, B).

Découverte et section de l'ankylose

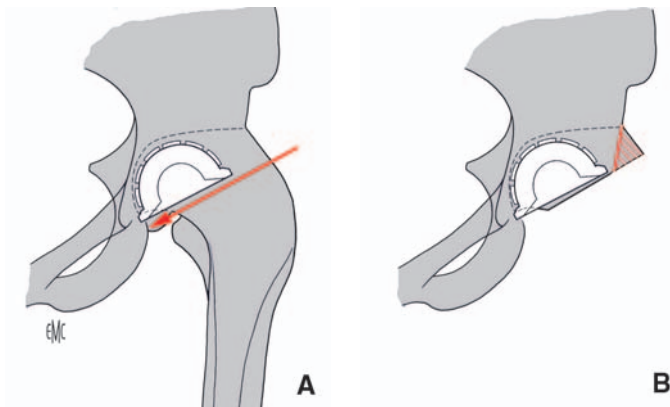
Le trochanter et l'éventail musculaire sont maintenus relevés par deux ou trois clous de Steinmann fichés dans la région suscotyloïdienne. On découvre ainsi la capsule articulaire parfois épaisse, plus souvent mince, mais fortement adhérente au col et à la tête fémorale. L'excision antérieure, supérieure et postérieure de cette capsule permet de mettre au jour le col fémoral sur ses trois faces et souvent de reconnaître la ligne de fusion osseuse fémoro-iliaque ; légère courbe qui représente les contours confondus de la tête fémorale et de l'ancien cotyle. Il


Figure 12.

A. Ankylose de hanche. Le trait discontinu marque les contours de la fusion osseuse iliofémorale.

B. En brisant l'ankylose à ce niveau, on obtient une cavité large et plate, dysplasique. Son creusement pour y inclure le cotyle prothétique conduit à une implantation ectopique trop haute.

C, D. L'implantation du cotyle en situation anatomique oblige à combler la perte de substance externe par un greffon de section triangulaire fixé par deux vis (D).


Figure 13.

A. Cotyle prothétique en situation anatomique. La flèche indique le niveau et l'orientation de l'ostéotomie qui brisera l'ankylose.

B. La cavité osseuse destinée à recevoir le cotyle prothétique est alors parfaitement continente. L'excès d'os supéroexterne (en hachuré) est simplement excisé.

faut bien se garder d'attaquer l'ankylose à ce niveau aux gouges convexes puis concaves, pour la briser dans la hanche, car on est généralement trop haut situé. Cette manière de faire aboutit au creusement d'une cavité haut située trop large et pas assez profonde et à l'implantation d'un cotyle en situation ectopique, ou à une perte de substance osseuse supérieure, antérieure et même postérieure, laissant largement à découvert un cotyle prothétique implanté en situation correcte. Perte de substance qu'il faut alors combler par des greffons osseux vissés à l'os iliaque (Fig. 12A à D). Il faut au contraire repérer au niveau du col fémoral, généralement dans la région sous-capitale, le siège et l'orientation du plan de coupe définis dans le projet graphique préopératoire (Fig. 13A, B). Mais avant d'effectuer cette coupe au ciseau droit ou à la scie, il faut protéger les parties molles antérieures et postérieures par deux écarteurs dont les becs se croisent au bord interne du col fémoral. Il faut aussi s'assurer de visu (par la radio) et par la palpation qu'il n'existe pas d'union osseuse ischiofémorale. S'il existe, ce pont osseux est généralement bas situé, sous le carré crural qu'il faut désinsérer du fémur pour le découvrir. Après avoir protégé le nerf sciatique, on sectionne le greffon ischiofémoral au ciseau coudé sur le plat (Fig. 14).

La section du col est alors effectuée au ciseau droit ou à la scie oscillante (Fig. 15). Il est prudent d'effectuer une section franche de la corticale interne avant toute manœuvre de luxation, si l'on veut éviter un éclat osseux cervical interne. La mise en flexion, adduction, rotation externe du membre, dégage alors le bord inférieur du col où l'on finit d'exciser la capsule

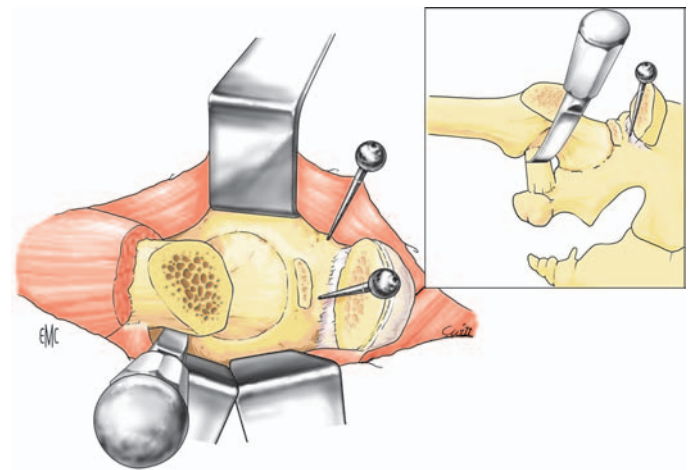


Figure 14. La section d'un pont osseux ischiofémoral doit précéder l'ostéotomie du col. Elle est faite aux ciseaux coudés sur le plat au ras de son implantation fémorale (cartouche). Le fragment osseux solide de l'ischion sera excisé à la pince-gouge.

ou le tissu fibreux cicatriciel, et donne accès au trou obturateur. On y glisse un écarteur à bec qui permet de récliner vers le bas le fémur et d'améliorer la vue sur le futur cotyle. Celui-ci est pour l'instant comblé par la tête fémorale fusionnée à l'os iliaque.

“ Point fort

Il est indispensable d'exciser les ponts osseux extra-articulaires iliotrochantérien et ischiofémoral avant de briser l'ankylose au niveau du col fémoral. L'ankylose doit être brisée au niveau du col fémoral dans la région sous-capitale suivant un plan de coupe dont le siège et l'orientation sont définis dans le projet opératoire et non pas à l'union de la tête fémorale avec le cotyle.

Préparation du cotyle

Le premier repère à identifier est le bord supérieur du trou obturateur. Il est habituellement masqué par de l'os ou par du tissu fibreux qu'il faut exciser prudemment jusqu'à découvrir le bord lisse de la marge inférieure du cotyle, entrée inférieure de

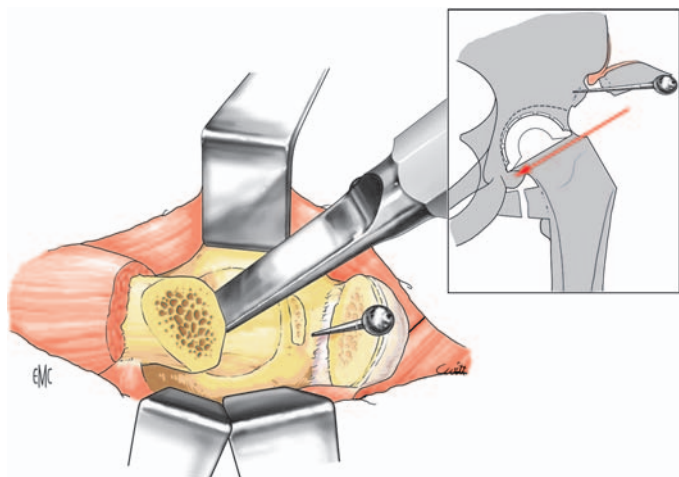


Figure 15. Section du col au ciseau droit suivant un plan dont le niveau et l'orientation ont été déterminés sur le projet graphique préopératoire (cartouche).

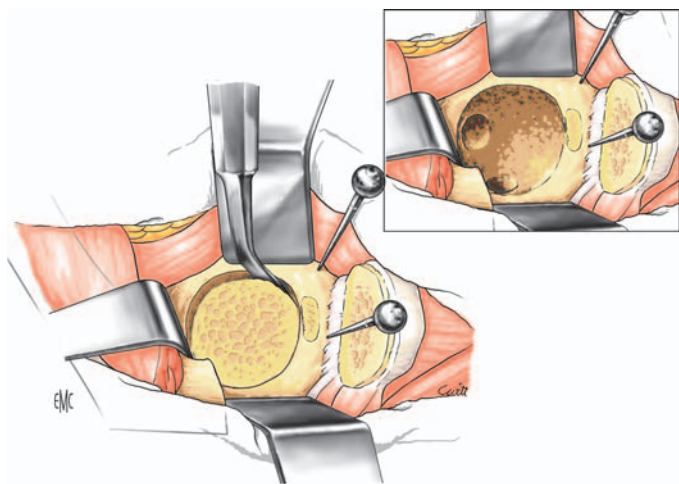


Figure 16. Creusement progressif à la gouge de la cavité osseuse destinée à recevoir le cotyle prothétique. Cavité terminée avec les trous d'ancrage pubien et ischiatique (cartouche).

l'arrière-fond cotyloïdien. On y retrouve, constamment quand l'ankylose a été obtenue par simple immobilisation plâtrée ou par arthrodèse extra-articulaire, le ligament transverse de l'acétabulum et les reliquats du ligament rond et du coussinet graisseux.

À partir de ce repère qui est toujours identifiable, on creuse progressivement une cavité osseuse hémisphérique, à la gouge pour plus de précision, jusqu'à ce qu'elle admette la cupule choisie (Fig. 16A, B). On excise alors, mais seulement alors, les reliefs osseux qui débordent le plan d'ouverture du cotyle prothétique. Celui-ci doit regarder en avant de 10 à 15° et être tangent à la marge inférieure du cotyle, ce qui lui assure, quelle que soit la position du bassin sur la table, une inclinaison de 40 à 45° sur l'horizontale. Le scellement se fera dans cette position au méthacrylate de méthyle après avoir foré à la curette dans le pubis et l'ischion deux trous d'ancrage. Il est préférable de ne pas fragiliser le toit de la cavité osseuse en y forant un troisième trou. Il arrive même que l'os soit raréfié au point de n'avoir aucune résistance. Il est alors souhaitable de tasser dans cette région au chasse-greffon, pour lui donner une densité plus grande, des fragments de spongieux provenant du creusement de la cavité cotyloïdienne. Et on peut finir de rigidifier celle-ci en y insérant une armature métallique dont le crochet inférieur prend appui sur la marge inférieure du cotyle et dont la branche supérieure se visse à l'os iliaque dans la région sus-cotyloïdienne.

“ Point fort

Le repère essentiel pour creuser la cavité acétabulaire est le bord supérieur du trou obturateur.

Préparation du fémur

Elle peut ne poser aucun problème technique particulier. Après avoir repéré le niveau souhaité de recoupe du col osseux à partir du projet graphique opératoire et d'un relief osseux identifiable, petit trochanter ou autre aspérité, celle-ci est effectuée à la scie oscillante. L'évidement du canal cervico-diaphysaire est commencé à la curette pour recueillir quelques fragments de spongieux qui serviront à obturer le canal médullaire sous la prothèse, et terminé à la fraise rotative (sans amincir les corticales) pour lui faire admettre la prothèse choisie. Celle-ci est orientée à 10° d'antéversion au besoin après une retouche à la fraise de l'orifice cervical, et de ses bords à la scie.

Avant de sceller cette pièce, il est toujours prudent de vérifier que la réduction est possible. Il est absolument nécessaire de le faire, tout comme il est nécessaire de vérifier que le trochanter peut être remis au contact de sa tranche de section fémorale, dès que l'allongement du membre entraîné par l'arthroplastie atteint ou dépasse 2 cm. En l'absence de contact possible même à 20° d'abduction, il faut s'assurer qu'un tissu fibreux cicatriciel situé à la face profonde de l'éventail musculaire n'empêche pas sa descente. Son excision, associée à la désinsertion de l'aile iliaque des fibres musculaires inférieures, permet souvent de gagner 10 à 15 mm de longueur. Si ce n'est pas suffisant, il n'y a pas d'autre solution que de raccourcir le col osseux. Ce raccourcissement peut naturellement être également imposé par l'impossibilité de réduire. Cette tentative de réduction doit toujours se faire, non par traction sur le membre dont l'effet est de faire basculer le bassin en abduction et de rendre impossible la réduction pour peu que la hanche soit serrée, mais par poussée directe sur la prothèse sur un membre en extension et adduction.

Après avoir vérifié que la réduction est possible et que le trochanter peut être refixé avec un contact osseux suffisant, on passe à travers un orifice cortical externe les fils métalliques de réinsertion, on introduit le ciment, puis la prothèse dans le canal médullaire et on réduit la hanche après polymérisation complète du méthacrylate de méthyle.

L'existence d'un cal vicieux du fémur peut sérieusement compliquer l'implantation de la pièce prothétique. C'est exceptionnellement le cas du cal intertrochantérien d'une ostéotomie de translation interne, même traversée par un greffon cortical, où la préparation du lit de la prothèse peut être laborieuse, mais qui ne nécessite jamais sa correction par une nouvelle ostéotomie. C'est en revanche toujours le cas de l'ostéotomie sous-trochantérienne ou diaphysaire haute, correction d'une ankylose vicieuse et dont l'angulation dans les trois plans de l'espace est telle qu'elle conduit obligatoirement à une ostéotomie d'alignement. Celle-ci est faite extemporanément après découverte de la région sous-trochantérienne, au sommet de l'angulation et en suivant le tracé prévu par le projet opératoire établi sur les clichés de face et de profil du fémur. Ce peut être une ostéotomie transversale simple ou plus complexe. De toute façon, après avoir aligné les deux fragments osseux par la tige prothétique, une retouche des tranches de section est toujours nécessaire pour obtenir une congruence exacte et un contact parfait qui réduisent au minimum l'interposition de ciment. Le scellement de la pièce fémorale, éventuellement longue de 20 cm, assure généralement une ostéosynthèse suffisamment solide de cette ostéotomie, mais il est prudent d'en hâter la consolidation en entourant le foyer de fragment spongieux provenant du creusement cotyloïdien.

“ Point fort

Avant de sceller la pièce fémorale, il faut toujours vérifier que la hanche peut être réduite et que le trochanter revient au contact du fémur dès que l'allongement du membre atteint ou dépasse 2 cm.

Fixation du trochanter et fermeture

La hanche réduite, le membre inférieur est installé sur ses appuis, en légère flexion de hanche et de genou. Le rééquilibrage de la musculature externe se fait par réinsertion du trochanter sur un fémur en rectitude si l'ankylose était en bonne position, en lui donnant dans les autres cas une attitude inverse de la position vicieuse de l'ankylose (adduction pour une ankylose en abduction, abduction pour une ankylose en adduction, rotation externe pour une ankylose en rotation interne, rotation interne pour une ankylose en rotation externe). Ceci conduit parfois à fixer le trochanter ailleurs que sur sa zone de prélèvement, après lui avoir préparé une nouvelle assise osseuse.

Après réinsertion du vaste externe, on suture le plan musculoaponévrotique sur deux drains aspiratifs et le tissu cellulaire sous-cutané et la peau sur un troisième. Un pansement maintenu par un Élastoplast® est complété par un spica.

■ Suites opératoires

L'opéré est laissé libre dans son lit, les pieds légèrement surélevés, les genoux fléchis. Le spica est enlevé le lendemain de l'intervention et les drains aspiratifs le troisième jour. Le lever se fait le troisième ou le quatrième jour.

Dès le soir de l'intervention, la mobilisation active du pied et du genou est encouragée. Dès le lendemain, une mobilisation passive manuelle de la hanche est entreprise. Elle sera complétée au troisième jour par une mobilisation passive instrumentale. Celle-ci peut se faire par un appareillage simple fait d'une sangle passée sous le genou, d'une cordelette, d'une poulie de réflexion et d'une poignée. Par traction sur la poignée, l'opéré mobilise doucement sans douleur son articulation qui s'assouplit progressivement. Les appareils modernes de mobilisation passive (arthromoteurs) peuvent également être utilisés mais ne font pas mieux. Cette mobilisation passive doit être poursuivie longtemps, au moins jusqu'à ce que la contraction musculaire active ait recouvré une force suffisante pour mobiliser la hanche et prendre le relais de la rééducation passive. Cette phase d'impuissance musculaire relative est de durée variable en fonction des individus et de la valeur de la musculature

périarticulaire. Elle va de quelques jours à 3 ou 4 semaines. La récupération de la mobilité est elle aussi variable. Habituellement les opérés retrouvent facilement et rapidement un secteur de mobilité latérale et en rotation d'une trentaine de degrés. La récupération de la flexion peut être plus laborieuse, surtout quand l'ankylose de la hanche était en extension presque complète. Tout l'effort du kinésithérapeute, puis de l'opéré, doit donc porter sur l'amélioration de la flexion. Beaucoup atteignent 90° à la sixième semaine et obtiendront une flexion finale de 100 à 120°. D'autres resteront plus raides, autour de 60° sans qu'on puisse toujours trouver à cette mobilité réduite une explication objective satisfaisante.

La stabilité en charge de la hanche libérée s'améliore progressivement. La marche entre deux cannes anglaises avec un appui progressivement croissant sur le membre opéré est autorisée à partir du troisième jour et elle est poursuivie au minimum 6 semaines. À cette date, de nombreux opérés sont capables de marcher avec une seule canne. La stabilité en charge est rarement parfaite avant le troisième mois ; certains opérés attendront 6 à 8 mois avant de pouvoir marcher sans canne et sans boiter, et d'autres conserveront une boiterie définitive et une canne pour sortir.

Un traitement médicamenteux est institué systématiquement, sauf contre-indication particulière. L'antibiothérapie préventive débute avec l'induction anesthésique et se prolonge 3 à 4 jours. On lui associe dans les séquelles de coxalgie une antibiothérapie spécifique antituberculeuse pour 3 à 6 mois. Le traitement anticoagulant dure 4 à 6 semaines. Le traitement anti-inflammatoire qui utilise des anti-inflammatoires non stéroïdiens débute le soir de l'intervention et est prolongé 1 semaine. Il semble, chez ces opérés, avoir un intérêt tout particulier, d'abord antalgique et surtout, en diminuant les phénomènes inflammatoires de la cicatrisation précoce, il facilite la récupération de la mobilité articulaire, et inhibe la formation d'ossifications périarticulaires.

Pour en savoir plus

- Arlaud JY, Legré G, Aubaniac JM. Arthroplastie de hanche après fusion osseuse. *Rev Chir Orthop* 1990;**76**:411-9.
- Hamadouche M, Kerboull L, Meunier L, Courpied JP, Kerboull M. Total hip arthroplasty for ankylosed hips. A five to twenty year follow-up study. *J Bone Joint Surg [Am]* 2001;**83**:992-8.
- Hardinge K, Murphy JC, Frenyo S. Conversion of hip fusion to Charnley low friction arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1986;**211**:173-9.
- Kerboull M, Kerboull L, Hamadouche M. Total hip arthroplasty for ankylosed hips. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Surgical techniques in orthopaedics and traumatology, 55-450-A-10, 2000.
- Kilgus DJ, Amstutz HC, Wolgin MA, Dorey FJ. Joint replacement for ankylosed hips. *J Bone Joint Surg Am* 1990;**72**:45-54.
- Reikeras O, Bjerkreim L, Gundersson R. Total hip arthroplasty for arthrodysplasia: 5 to 13 year results. *J Arthroplasty* 1995;**10**:529-31.
- Stathy GM, Fitzgerald RJ. Total hip arthroplasty in the ankylosed hips. A ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1988;**70**:963-6.

M. Kerboull, Professeur des Universités, ancien chef de service (m.kerboull@club-internet.fr).
Institut Marcel Kerboull, 39, rue Buffon, 75005 Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Kerboull M. Arthroplastie totale de hanche sur ankylose. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-669, 2008.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Chirurgie prothétique de la hanche par voie mini-invasive

S. Lustig, T. Ait Si Selmi, M. Michel, L. Jacquot

La prothèse totale de hanche est une intervention fiable procurant une hanche le plus souvent indolore et permettant de retrouver une excellente fonction. Des avancées ont été observées récemment sur les voies d'abord dans le domaine de la chirurgie prothétique de la hanche, notamment les voies d'abord réduites moins invasives (« mini-invasives ») qui se sont développées. La définition la plus souvent retenue dans la littérature repose sur une réduction de l'incision cutanée qui n'excède pas 10 cm pour la plupart des auteurs. Si les patients ne restent pas insensibles à cette amélioration esthétique, le propos de la chirurgie « mini-invasive » ou des voies d'abord « réduites » est bien de limiter l'agression de l'ensemble des parties molles, en particulier musculaires, sous-jacentes. Les différentes techniques de chirurgie mini-invasive peuvent être séparées en deux catégories. Il y a d'une part le double abord, et d'autre part les voies d'abord utilisant des « mini-incisions ». Ce sont des modifications d'une voie d'abord classique qui est progressivement réduite : les différents auteurs ont décrit des modifications de la voie postéroexterne de Moore, de la voie antérolatérale de Hardinge, de la voie antérieure (décrite par Judet et dérivée de la voie de Hueter) et plus récemment de la voie d'abord de Watson Jones. Nous allons détailler successivement ces différentes variantes.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Prothèse totale de hanche ; Chirurgie mini-invasive

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Voie d'abord postérieure réduite ou « mini-post » | 2 |
| Anesthésie | 2 |
| Installation de l'opéré | 2 |
| Planification | 2 |
| Incision cutanée | 2 |
| Abord articulaire | 2 |
| Section du col fémoral | 2 |
| Temps cotyloïdien | 3 |
| Temps fémoral | 3 |
| Réduction | 4 |
| Fermeture | 4 |
| ■ Voie d'abord antérieure mini-invasive en décubitus latéral | 4 |
| Installation de l'opéré | 4 |
| Incision cutanée | 5 |
| Abord articulaire | 5 |
| Section du col fémoral | 6 |
| Temps cotyloïdien | 6 |
| Temps fémoral | 6 |
| Réduction et fermeture | 6 |
| ■ Modification mini-invasive de la voie d'abord de Watson-Jones | 6 |
| Installation | 6 |
| Incision cutanée | 7 |
| Plan sous-cutané | 7 |
| Plan capsulaire | 8 |
| Section du col | 8 |
| Temps cotyloïdien | 8 |
| Temps fémoral | 8 |
| Mise en place des implants définitifs | 9 |
| Fermeture | 9 |
| ■ Conclusion | 9 |

■ Introduction

La prothèse totale de hanche est une intervention fiable procurant une hanche le plus souvent indolore et permettant de retrouver une excellente fonction. La qualité des implants actuels combinée à des couples de frottement plus performants permet d'envisager des survies d'implant dépassant régulièrement 15 à 20 ans. D'autres avancées ont été observées récemment sur les voies d'abord dans le but de réduire la morbidité, de faciliter la récupération fonctionnelle ainsi que la diminution de la durée d'hospitalisation (chez des patients de plus en plus jeunes et actifs) tout en contribuant à l'effort de la réduction des coûts de la santé. Dans le domaine de la chirurgie prothétique de la hanche, les voies d'abord réduites moins invasives (« mini-invasives ») en particulier se sont développées. On espère ainsi répondre à ces préoccupations en termes de récupération fonctionnelle, de réduction de la durée de séjour et même peut-être de réduction de la morbidité.

La définition la plus souvent retenue dans la littérature repose sur une réduction de l'incision cutanée qui n'excède pas 10 cm pour la plupart des auteurs [1]. Si les patients ne restent pas insensibles à cette amélioration esthétique, le propos de la chirurgie « mini-invasive » ou des voies d'abord « réduites » est bien de limiter l'agression de l'ensemble des parties molles, en particulier musculaires, sous-jacentes.

Les différentes techniques de chirurgie mini-invasive peuvent être séparées en deux catégories. Il y a d'une part le double abord [1-3] imaginé initialement par Keggi [4] puis remis au goût du jour plus récemment par Berger [5-7]. À l'origine de la « vogue » de l'arthroplastie de hanche mini-invasive, cette technique connaît actuellement un certain recul et nous ne la décrirons pas. Il y a d'autre part les voies d'abord utilisant des « mini-incisions ». Ce sont des modifications d'une voie d'abord

classique qui est progressivement réduite : les différents auteurs ont décrit des modifications de la voie postéroexterne de Moore [8-15] (parfois avec l'aide de la navigation informatisée [16, 17]), de la voie antérolatérale de Hardinge [18, 19], de la voie antérieure (décrite par Judet et dérivée de la voie de Hueter) [4, 20-22] et plus récemment de la voie d'abord de Watson Jones [23]. Nous allons détailler successivement ces différentes variantes. La voie de Judet mini-invasive utilisant une table orthopédique ayant déjà fait l'objet d'un article dans l'*Encyclopédie Médico-Chirurgicale* (fascicule 44-667-B), elle n'est volontairement pas reprise ici, mais nous rapportons une variante en décubitus latéral.

■ Voie d'abord postérieure réduite ou « mini-post » [24]

La voie d'abord que nous décrivons n'est pas seulement une voie postérieure de Moore plus petite. Il s'agit d'une véritable adaptation de l'incision et de l'instrumentation, utilisant des écarteurs, des fraises et un porte-râpe spécifiques.

Anesthésie

Le type d'anesthésie est laissé à l'appréciation de l'anesthésiste, le plus souvent une anesthésie générale. La curarisation n'est en principe pas nécessaire.

Installation de l'opéré

L'installation a lieu en décubitus latéral avec cales pubiennes et sacrées.

L'équipe chirurgicale comporte un opérateur, deux aides et un instrumentiste.

Planification

Le planning préopératoire est toujours réalisé en sachant que le point de repère de la coupe est déterminé par rapport au sommet du grand trochanter et à la fossette digitale, dans la mesure où le petit trochanter, repère plus classique, n'est accessible ni à la vue ni à la palpation avant que la coupe du col ne soit effectuée. Il est prudent de réaliser une coupe économique quitte à effectuer une recoupe plus précise après la mise en place des implants d'essai, au moins en début d'expérience.

Incision cutanée

L'incision est conduite à cheval sur le bord postérieur du fémur (deux tiers-un tiers), 3 cm sous le sommet du grand trochanter, oblique en haut et en arrière (Fig. 1). Elle varie de 50 à 80 mm selon le gabarit du patient. L'incision est oblique, dans le sens des lignes de traction cutanée.

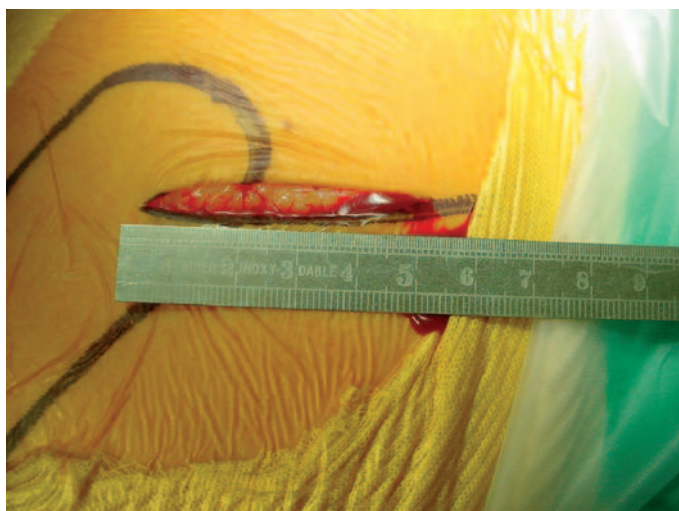


Figure 1. Incision cutanée.

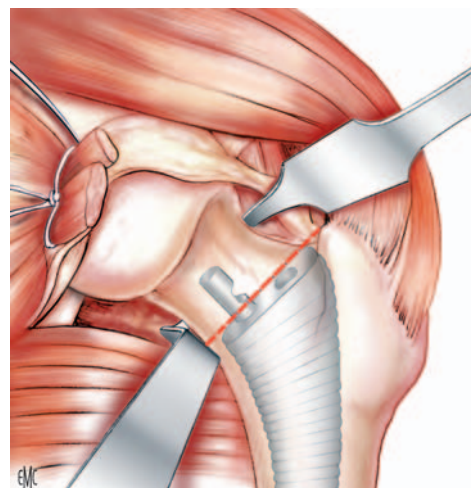


Figure 2. Exposition du col.

Après l'incision cutanée, le tissu sous-cutané est disséqué jusqu'au fascia lata, en décollant la peau de part et d'autre de l'incision sur 2 cm environ pour permettre de mobiliser la fenêtre cutanée ainsi réalisée. La peau et la graisse sous-cutanée sont écartées à l'aide de deux écarteurs de Farabeuf.

Abord articulaire

Le fascia lata (fasciae latae) est incisé à l'aplomb de la partie distale de l'incision sans déborder sur le grand trochanter. Le grand fessier (gluteus magnus) est discisé dans le sens des fibres sur 5 cm à 10 cm proximale grâce à l'élasticité de la peau. De proximal en distal, les tendons du pyramidal (pyriformis), des jumeaux supérieur et inférieur (superior et inferior gemellus), de l'obturateur (obturator internus), sont sectionnés au ras du grand trochanter et réclinés en arrière à l'aide d'une valve pour dégager la capsule. Le carré crural (quadratus femoris) est respecté le plus souvent. Il peut être libéré proximale à la demande en particulier en cas de coxa vara ou chez les patients athlétiques pour faciliter la coupe du col. L'aponévrose du petit fessier (gluteus minimus) est libérée de la capsule en arrière, permettant de récliner le corps musculaire en avant. Puis la capsule est incisée le plus en avant possible de façon rectiligne en débordant le toit du cotyle sur 2 cm, puis en longeant vers le bas la crête intertrochantérienne. On ouvre ainsi le « manchon cylindrique » capsulaire en deux, ce qui facilite l'exposition antérieure en autorisant la mobilisation du fémur vers l'avant.

Section du col fémoral

La hanche est luxée de façon standard. Une pression de l'aide dans l'axe du fémur permet de faire passer la tête du fémur au-dessus du cotyle, facilitant l'exposition du col à travers la « fenêtre » cutanée. Deux écarteurs contre-coudés sont disposés de part et d'autre du col (Fig. 2). La fossette digitale est dégagée soigneusement : elle constitue le repère osseux le plus accessible et détermine le niveau de référence pour la hauteur de coupe conformément au planning préopératoire. La coupe du col est réalisée (une fois la tête fémorale luxée) en fonction de la programmation, à une distance donnée de la fossette digitale (Fig. 3). Le grand trochanter constitue un repère additionnel. L'obliquité de la coupe est dictée par le dessin de la prothèse et doit être reproduite fidèlement lorsque l'on a opté pour une prothèse munie d'une collerette, l'abord réduit ne permettant pas l'utilisation de la fraise à calcar. Cependant, un excès de col peut être recoupé sur le fantôme de râpe lors de la préparation du canal fémoral. L'utilisation d'un corps de râpe aligné sur le milieu de la face postérieure de la cuisse permet aussi de préfigurer cette direction (Fig. 4). L'utilisation d'une lame longue et étroite est nécessaire car la pièce à main du moteur viendrait buter sur les berges de la plaie. Un tire-bouchon est mis en place dans la tête pour faciliter son extraction, avant d'achever la coupe du col à la lame de Lambotte (Fig. 5).

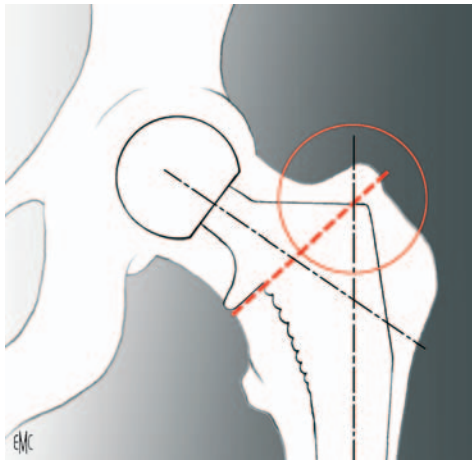


Figure 3. Planification de la coupe du col fémoral.

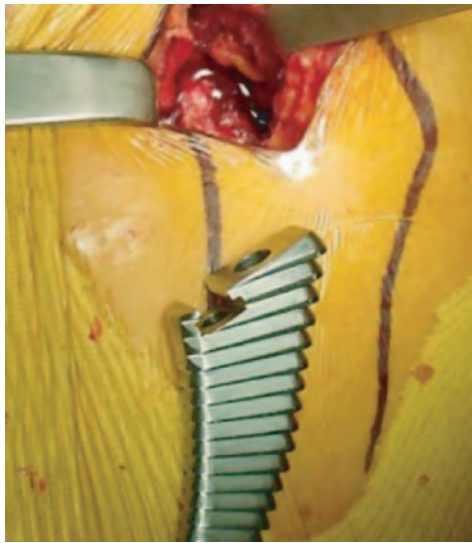


Figure 4. Préfiguration de la coupe du col à l'aide d'un corps de râpe.



Figure 5. Extraction de la tête du fémur à l'aide d'un tire-bouchon.

Temps cotyloïdien

Le fémur est récliné en avant au moyen d'un écarteur contre-coudé appuyé sur le grand trochanter et sur le bord antérieur du cotyle, entre la capsule et le labrum, éventuellement au prix d'une incision limitée de la capsule à ce niveau. L'utilisation d'écarteurs dont le manche est coudé éloigne les mains de l'incision et facilite la vue du champ opératoire qui est réduite au minimum. L'aide doit faire en sorte que la diaphyse fémorale accompagne la traction des écarteurs pour éviter un porte-à-faux excessif et le risque de fracture du grand trochanter. Une



Figure 6. Porte-fraise coudé.

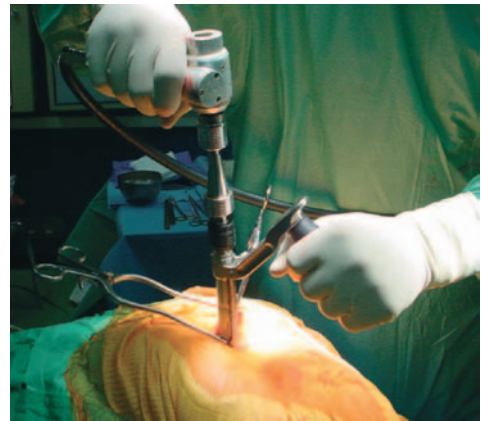


Figure 7. Poussée convergente des deux mains de l'opérateur.

valve ou un deuxième écarteur contre-coudé sont disposés en arrière, dans le sillon formé par la capsule en arrière, et la paroi postérieure et le labrum en avant.

Les différents segments du rebord cotyloïdien sont exposés successivement, en mobilisant conjointement les écarteurs et le fémur dans les différentes directions. Le labrum est réséqué. L'ablation des ostéophytes éventuels de l'arrière-fond est réalisée à l'aide d'un ciseau à frapper de façon conventionnelle. Par principe, la corne postérieure et le ligament transverse sont conservés, sauf lorsque celui-ci est le siège d'ostéophytes, afin de limiter le risque hémorragique émanant des vaisseaux obturateurs. La préparation du cotyle se poursuit au moyen d'un porte-fraise coudé muni de fraises hémisphériques ajourées successives (Fig. 6).

En raison de la présence d'un coude sur ce porte-fraise spécifique, le fémur est récliné en avant et porté en rotation externe pour limiter le risque de porte-à-faux et de fraisage excentrique, en particulier postérieur. La prise en main du porte-fraise, vertical et coudé, nécessite une poussée convergente des deux mains de l'opérateur pour permettre le fraisage dans la direction adaptée (Fig. 7). Un porte-cotyle spécifique, muni d'un guide d'orientation, permet de mettre en place successivement les cupules d'essai et définitives par impaction (Fig. 8).

L'insert définitif est alors mis en place. Un insert en *inlay*, c'est-à-dire sans débord, est utile dans cette situation de vision limitée pour éviter les malpositions et les interpositions. Le porte-insert, muni d'une ventouse, permet de positionner l'insert (à 45°), parallèlement à la direction de la cupule. L'impaction s'effectue à l'aide de l'impacteur muni d'une boule en plastique de diamètre adapté (28, 32 ou 36).

Temps fémoral

Il débute par la mise en place d'un écarteur spécifique sous la forme d'un élévateur fémoral, dont il existe une version droite et gauche, permettant d'exposer le fémur et la tranche de

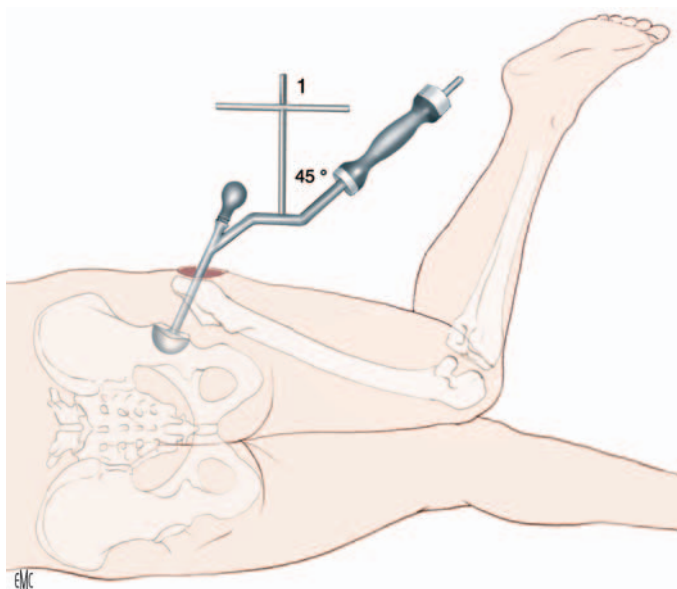


Figure 8. Mise en place du porte-cotyle spécifique. 1. Guide d'alignement.

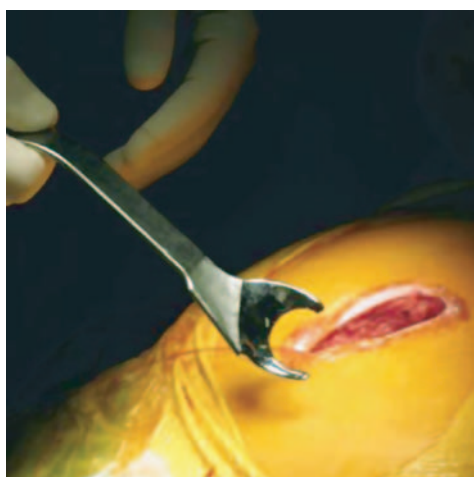


Figure 9. Contre-coudé spécifique en forme de fourche.

section à travers la plaie, en poussant le fémur dans l'axe (Fig. 9, 10). Le choix d'un porte-râpe étroit a pour but de faciliter le passage des râpes successives sans générer de conflit avec les parties molles (Fig. 11). Des pièces modulaires adaptables sur les râpes permettent d'effectuer les différents essais d'*offset* (lorsqu'ils sont disponibles) et de longueur de col. La mise en place de la tige fémorale nécessite d'étendre la cuisse afin de faciliter le passage du col sous la berge postérieure de la plaie et le grand fessier. Le caractère effilé de la prothèse permet de descendre l'implant en rétroversion jusqu'au passage des parties molles, puis de le réorienter facilement avant son impaction définitive sur les derniers centimètres. La bonne direction est garantie par le caractère quadrangulaire de l'implant venant en concordance avec le lit de spongieux. On met en place la tête prothétique définitive.

Réduction

On peut alors réduire de manière habituelle en effectuant une légère traction et un retour de la position en rotation interne à la position neutre.

Fermeture

La fermeture de la capsule est systématique en utilisant un point en « X » pour rapprocher les berges proximales du manchon cylindrique, puis une réinsertion transosseuse en

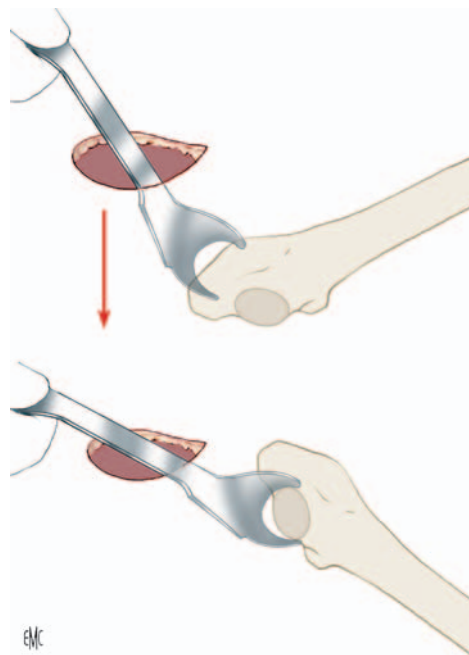


Figure 10. Exposition de la tranche de section à l'aide d'un contre-coudé.



Figure 11. Porte-râpe étroit.

rappel au moyen d'un point en « U », au fil résorbable, de la berge postérieure de la capsule en regard de la ligne intertrochantérienne (Fig. 12).

La fermeture du fascia lata puis plan par plan ne présente pas de particularité.

■ Voie d'abord antérieure mini-invasive en décubitus latéral

Installation de l'opéré

Le patient est installé en décubitus latéral. Une moitié de la partie distale de la table d'opération est retirée, afin que la jambe puisse être positionnée dorsalement dans une position d'hyperextension de hanche, dans le but de pouvoir présenter la tranche de section du col fémoral. Le patient est positionné

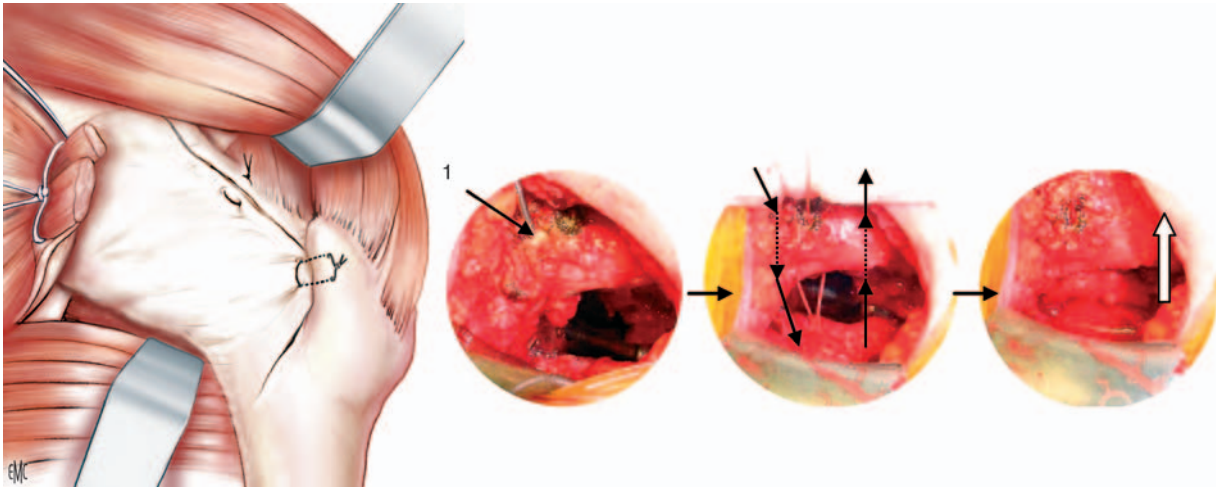


Figure 12. Fermeture de la capsule au moyen d'un point en « U » transosseux. 1. Deux trous au niveau du grand trochanter.

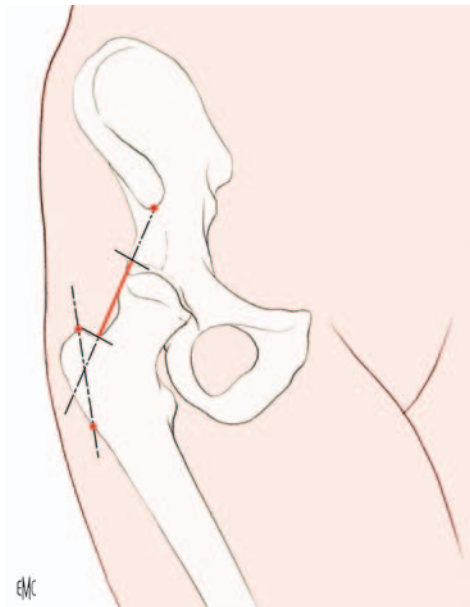


Figure 13. Incision cutanée.

sur la moitié restante de la table le plus près possible de l'opérateur. Les deux genoux sont légèrement fléchis et le patient est stabilisé par un support au niveau de pubis et du sacrum. Le chirurgien se place du côté ventral du patient. L'équipe chirurgicale comporte un opérateur, un aide et un instrumentiste.

Incision cutanée

L'incision débute à la partie antérieure du grand trochanter et se poursuit en direction de l'épine iliaque antérosupérieure, sur approximativement 5 à 8 cm. Cette incision a la direction de l'axe du col fémoral (Fig. 13). Elle se situe latéralement par rapport à la zone du nerf fémorocutané, même s'il existe de nombreuses variations anatomiques. Le tissu sous-cutané est incisé jusqu'au plan du tenseur du fascia lata.

Abord artulaire

Une fenêtrée de mobilité du tissu sous-cutané est réalisée de façon limitée afin de pouvoir exposer la capsule. Le fascia est incisé, et l'incision est étendue en distal et en proximal en direction des fibres (Fig. 14). À l'aide de ciseaux, on sépare le fascia et le corps musculaire tenseur du fascia lata en avant. On passe ensuite dans l'intervalle entre le tenseur du fascia lata et le couturier pour atteindre le col fémoral et la capsule. Il est nécessaire de réaliser l'hémostase des vaisseaux circonflexes antérieurs, de préférence par deux ligatures au Vicryl® 2/0. On

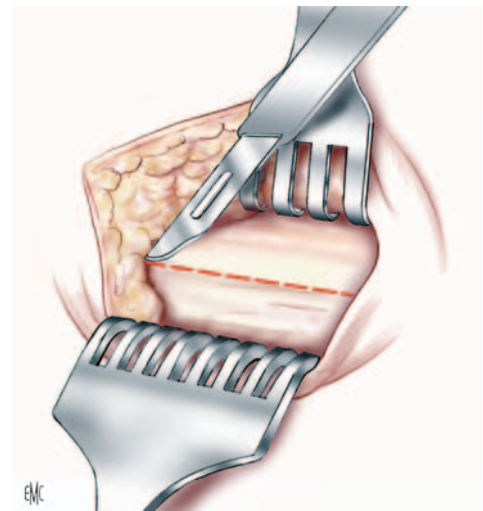


Figure 14. Incision du fascia lata.

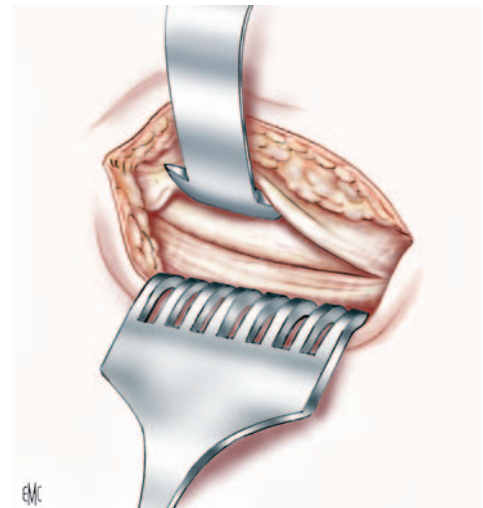


Figure 15. Positionnement des deux écarteurs pour exposer la capsule.

place deux écarteurs de Hohmann de part et d'autre du col (Fig. 15). Le tenseur du fascia lata et les fessiers (moyen et petit) sont ainsi écartés ensemble latéralement. Le second écarteur de Hohmann est placé au niveau du calcar pour écarter le sartorius et le droit antérieur.

La capsule est ainsi exposée. Elle est ouverte en « T ». Les deux lambeaux capsulaires sont fixés par un fil, pour faciliter la fermeture en fin d'opération (Fig. 16).

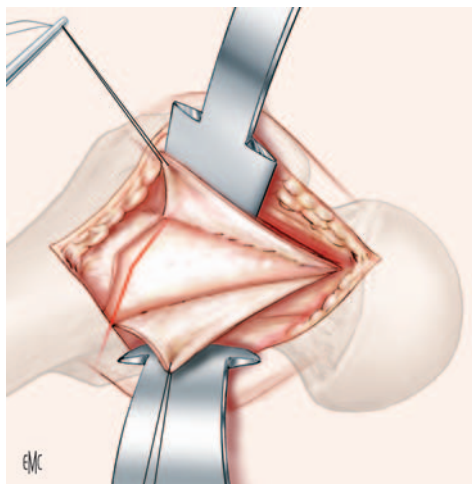


Figure 16. Ouverture de la capsule en « T ».

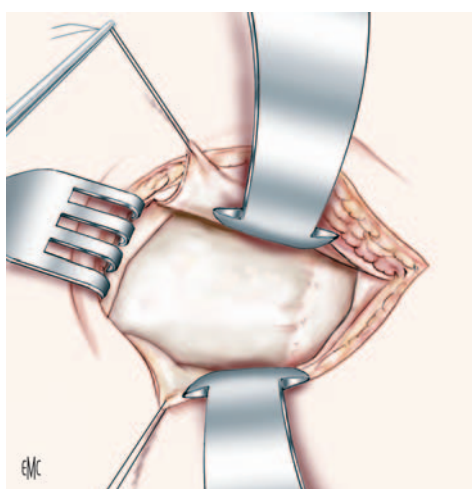


Figure 17. Positionnement des écarteurs de part et d'autre du col fémoral.

Section du col fémoral

Les écarteurs de Hohmann sont remplacés de part et d'autre du col à l'intérieur de la capsule, avant de réaliser l'ostéotomie du col selon la planification préopératoire (Fig. 17).

On réalise la coupe du col sans luxer la hanche à l'aide d'une lame de scie longue et étroite. Une fois la coupe complétée, on fait basculer le col de façon à pouvoir insérer le tire-bouchon dans l'axe du col fémoral. On retire la tête fémorale ainsi libérée.

Temps cotyloïdien

Pour exposer le cotyle, deux écarteurs de Hohmann sont mis en place, médialement et latéralement. Un troisième écarteur peut être placé distalement sous le U acétabulaire (Fig. 18). Le cotyle est préparé de façon habituelle en utilisant préférentiellement des instruments rectilignes adaptés aux abords réduits. Il faut être attentif au risque de positionner la cupule avec une antéverson excessive.

Temps fémoral

Une fois la cupule implantée, la jambe est mise en abduction, rotation externe et hyperextension, on la place dans un sac situé à la partie postérieure du patient (Fig. 19). Pour évaluer l'antéverson de la tige fémorale lors de sa mise en place, il est important de bien positionner la jambe en arrière du patient verticalement par rapport au sol. Pour exposer le fémur, on place un écarteur de Hohmann latéralement au sommet du grand trochanter pour écarter le tenseur du fascia lata, le moyen et le petit fessier. On en positionne un autre en appui sur le calcar fémoral. La coupe fémorale doit être bien exposée pour

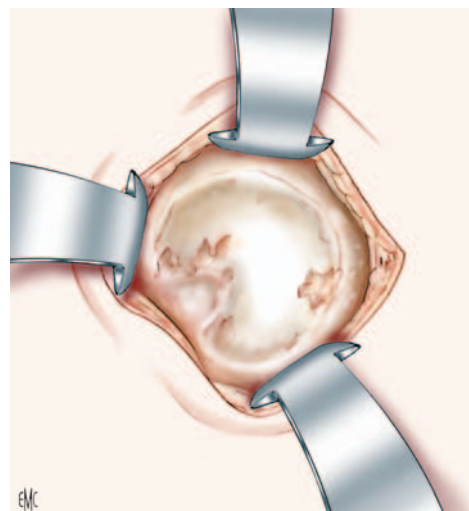


Figure 18. Exposition du cotyle à l'aide de trois écarteurs.

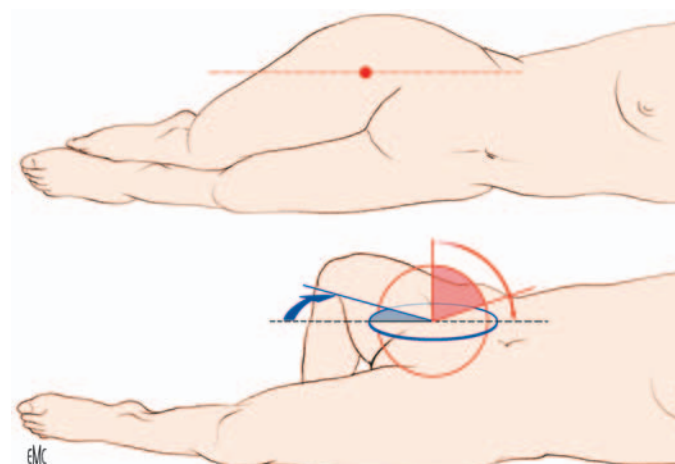


Figure 19. Positionnement de la jambe en abduction, rotation externe et hyperextension pour permettre la préparation du fémur.

mettre en place précisément les râpes de tailles successives. On insère la prothèse fémorale en étant très attentif à l'antéverson de l'implant. La planification de la hauteur de coupe et de la mise en place de la tige fémorale se fait par rapport au sommet du grand trochanter.

Réduction et fermeture

Après mise en place de la tête définitive et réduction de la hanche, la capsule est fermée à l'aide de points simples séparés. Le tractus ilio-tibial est fermé à l'aide d'un surjet au fil résorbable.

La peau est fermée à l'aide d'un surjet intradermique ou d'agrafes.

■ Modification mini-invasive de la voie d'abord de Watson-Jones

La voie d'abord antéroexterne est la voie de Watson-Jones modifiée par Mac Kee. Elle a été enseignée à Lyon à partir de 1968 par de Mourgues qui y adjoignit l'utilisation d'une table orthopédique. La voie mini-invasive conserve les principes de la voie classique avec des évolutions que nous allons décrire.

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal, sur table orthopédique, celle-ci étant inclinée de 30° du côté opposé à la hanche opérée (Fig. 20). Un contre-appui est placé contre le pubis. Des cales latérales opposées au côté opéré sont placées afin de stabiliser le patient et de permettre la mobilisation du membre



Figure 20. Installation du patient.

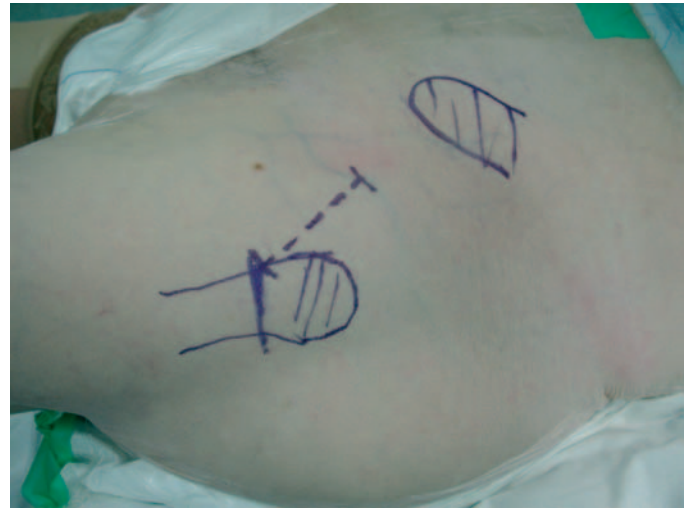


Figure 22. Incision cutanée.



Figure 21. Installation avec champage.



Figure 23. Exposition de la capsule articulaire.

opéré en le latéralisant par rapport au contre-appui médian. L'horizontalité de la table opératoire doit être vérifiée avant le champage. Le champage est centré sur l'incision, ne comprenant pas l'extrémité du membre. Les manipulations du membre opéré sont effectuées par le panseur en dehors du champ opératoire. Cette installation s'effectue avec un seul aide, utile pour le temps fémoral (Fig. 21). L'équipe chirurgicale comporte un opérateur, un instrumentiste (un aide en plus est possible mais non indispensable).

Incision cutanée

Elle mesure 5 cm chez un patient maigre, de 9 cm à 10 cm au maximum chez un obèse, avec une moyenne de 7 cm. Les repères sont l'épine iliaque antérosupérieure, la crête d'insertion du vaste externe, le grand trochanter. La ligne joignant ces deux repères correspond à l'incision de Mac Kee (12 à 15 cm) avec une partie inférieure dans l'axe du fémur. L'incision réduite supprime la partie verticale de l'incision. L'extrémité supérieure de l'incision doit se situer en arrière de l'épine iliaque afin de ne pas risquer une lésion du nerf fémorocutané. L'extrémité inférieure s'arrête avant la crête d'insertion du vaste externe (Fig. 22). L'inclinaison de l'incision dépend du morphotype fémoral : en coxa vara, elle est plus horizontale ; en coxa valga, elle est plus verticale. Globalement, l'incision cutanée suit l'axe du col fémoral. Grâce aux fraises coudées pour le fraisage cotyloïdien, celui-ci est rarement difficile. En revanche, l'exposition fémorale peut être délicate chez un patient musclé, corpulent, avec une hanche enraidie, et il faut toujours privilégier une incision plutôt haute et verticale pour faciliter le temps fémoral.

Plan sous-cutané

Après réclinement du tissu sous-cutané, on repère la ligne d'insertion de l'aponévrose du moyen fessier sur le muscle tenseur du fascia lata (limite entre le « rouge » et le « blanc »). Dans certains cas, cette ligne n'est pas apparente. Il faut alors repérer deux petits vaisseaux (à coaguler) en partie basse de cicatrice, qui perforent l'aponévrose. En prolongeant vers le haut l'alignement de ces vaisseaux, on retrouve ainsi la ligne précédemment décrite. En pratique, si l'on découvre l'aponévrose, il faut chercher la jonction en décollant vers l'avant. En revanche, si l'on découvre après incision sous-cutanée le tenseur du fascia lata, il faut alors décoller vers l'arrière pour retrouver la jonction musculoaponévrotique. Un écarteur autostatique est mis en place, et l'on découvre alors en arrière le bord antérieur du moyen fessier (Fig. 23). Le plan de clivage entre le tenseur du fascia lata et le moyen fessier est le plus souvent facile, ne nécessitant aucune section musculaire car il s'agit d'un chiasma. Si la zone de clivage n'est pas évidente, il faut se porter à la partie inférieure de l'incision, où l'on trouve toujours une zone adipeuse de clivage, que l'on poursuit ensuite vers le haut. Le clivage est arrêté lorsque l'on repère le tendon réfléchi du droit antérieur en avant de l'acétabulum. On retrouve le plus souvent en haut du chiasma le pédicule vasculonerveux du fascia lata (Fig. 24). Il faut si possible préserver ce pédicule, mais sa section n'a pas de conséquence clinique. Le membre inférieur est alors remis en position rotatoire neutre avant l'incision capsulaire.

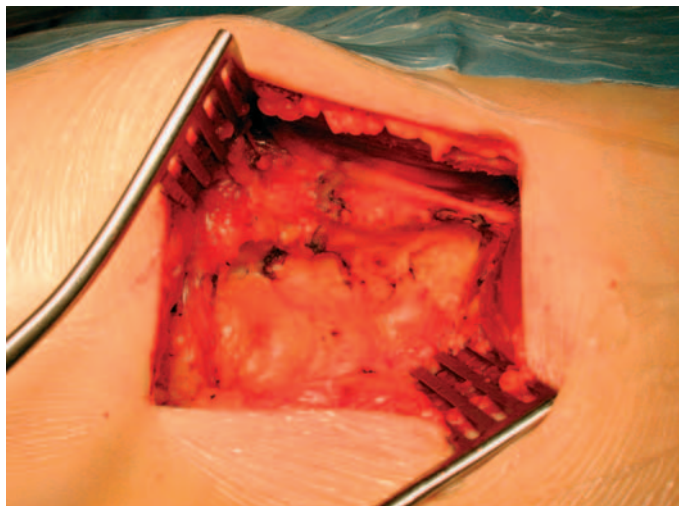


Figure 24. Pédicule du fascia lata.

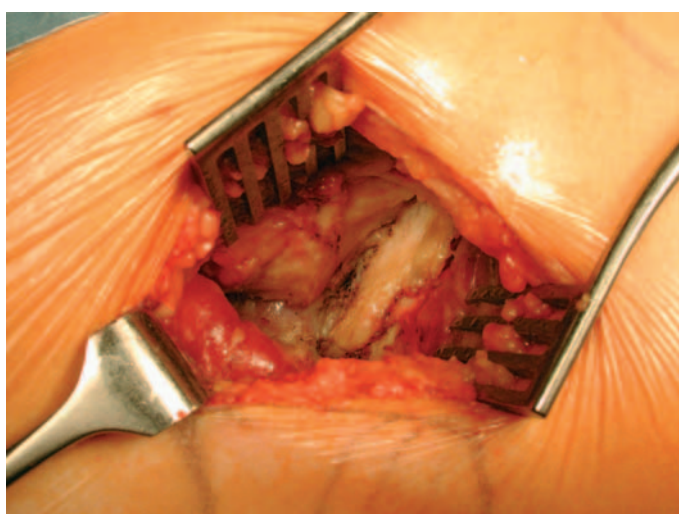


Figure 25. Incision capsulaire.

Plan capsulaire

La capsule articulaire est exposée si besoin après exérèse du tissu adipeux environnant. Son incision représente un T inversé : le premier trait suit la ligne intertrochantérienne antérieure, de la partie moyenne du col jusqu'à son bord supérieur. L'incision longe l'insertion antérieure du muscle vaste externe qui est récliné en dehors. Le deuxième trait suit l'axe du col jusqu'au pourtour cotyloïdien (Fig. 25). Il faut prendre garde de ne pas sectionner le tendon pouléché du droit antérieur lors de l'incision capsulaire sur le pourtour cotyloïdien. L'écarteur de Mac Kee écarte alors les deux berges capsulaires, faisant apparaître le col fémoral.

Section du col

La première option est la section du col en place, un écarteur de Hohman placé sous le bord inférieur du col, et l'autre sur son bord supérieur. Il s'agit d'une précoupe réalisée à la scie oscillante dans l'axe de la ligne intertrochantérienne antérieure, et perpendiculaire à la face antérieure du col. L'extraction de la tête se fait au moyen d'un tire-bouchon, instrument indispensable si l'on utilise une incision de 6 cm.

La deuxième option est la luxation antérieure, puis la coupe du col. On visse un tire-bouchon dans la tête, membre en rotation externe pour bien exposer la tête, puis on luxe en avant, l'aide de salle ayant décroché le pied de la table, en accompagnant la manœuvre de rotation externe. Cette option est plus rapide, car elle évite une précoupe, puis une coupe définitive après exposition du petit trochanter. Cependant, il y

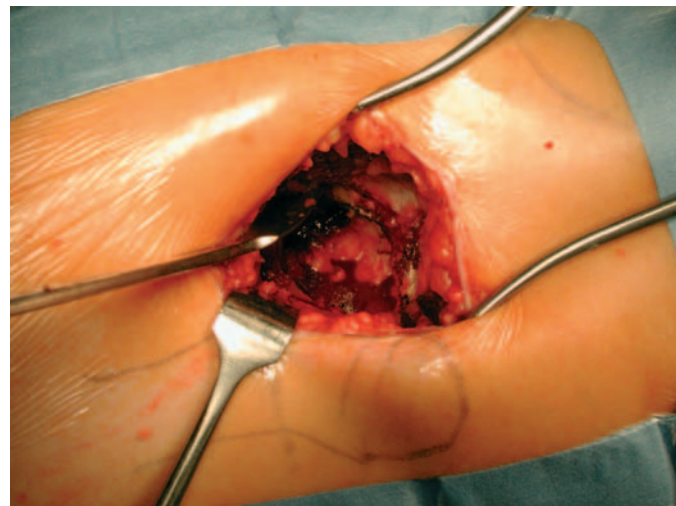


Figure 26. Exposition du cotyle.

a un risque de fracture fémorale et, en cas de protrusion, d'ostéophytose importante ou de morphotype difficile, la luxation peut être impossible. Il faut se résoudre à une coupe en place première, si la hanche ne paraît pas luxable facilement. Par ailleurs, il faut être prudent lors de la coupe, car une coupe trop basse est fréquente, et un trait de scie intempestif à la base du grand trochanter expose au risque de fracture lors du temps fémoral.

Temps cotyloïdien

Durant cette phase opératoire (Fig. 26), le membre inférieur reste attaché à son support, le panseur déplaçant la barre de traction. On modifie ainsi la rotation, le croisement et la traction afin d'effacer au mieux le fémur pendant le temps cotyloïdien. On excise le labrum, le reste du ligament rond, en préservant le ligament transverse de l'acétabulum. Ce temps n'est pas spécifique de cette voie d'abord. Deux écarteurs de Hohman, fins et à manche long, appuyés respectivement sur les bords antérieur et postérieur du col, permettent la préparation du cotyle au moyen d'une fraise contre-coudée. Lors de ce fraisage, le risque par voie antérieure est d'amincir la corne antérieure, exposant ainsi à un débord antérieur de la cupule. De même, il faut être vigilant lors de la mise en place de la cupule définitive car le positionnement de la cupule avec peu d'antéversion peut entraîner un débord antérieur et ainsi un risque de conflit avec le tendon du psoas. Ce risque est d'autant plus important que la voie d'abord est réduite et il faut être vigilant après la mise en place de la cupule en vérifiant systématiquement l'absence de débord après mise en place d'un écarteur contre-coudé.

Temps fémoral

Le membre inférieur est détaché de son support et le panseur le positionne en extension-adduction-rotation externe en le croisant sous le membre opposé (Fig. 27). Cela permet d'exposer le canal fémoral dans l'axe de la cicatrice. L'exposition est complétée par la mise en place d'un écarteur de Hohman en arrière du grand trochanter. La mise en place de cet écarteur est capitale, elle permet de bien exposer le grand trochanter en réclinant les fessiers, afin d'éviter un positionnement en varus de la tige et une fracture du grand trochanter, risque certain chez les patients raides et corpulents. Le canal médullaire est cathétérisé avec une curette ou un guide pour vérifier si la position du membre inférieur permettra le passage des râpes sans fausse route, l'exposition fémorale pouvant être délicate. La mise en place des implants d'essais permet de vérifier la stabilité de la hanche et l'absence d'*impingement* par des mouvements de traction, adduction, rotation externe, hyperextension effectués par le panseur.

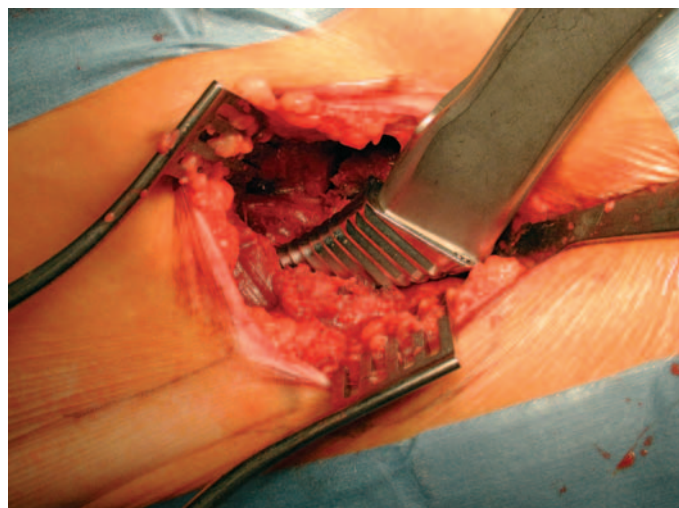


Figure 27. Temps fémoral.

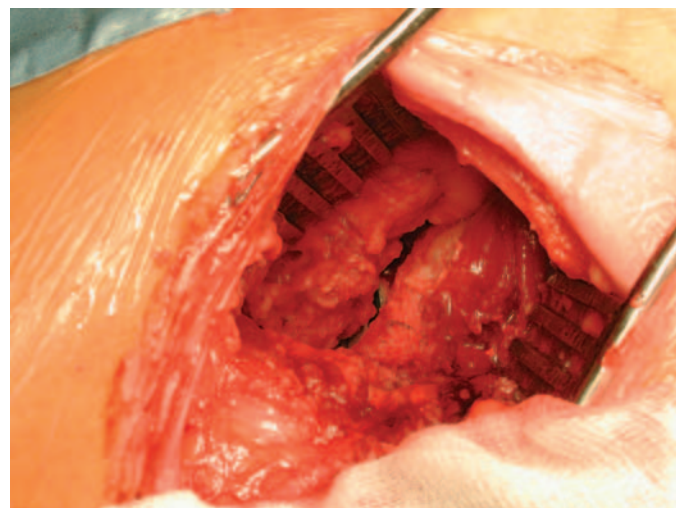


Figure 28. Capsule articulaire avant suture.

Mise en place des implants définitifs

Ce temps n'est pas spécifique. Les implants sans ciment permettent en théorie un repositionnement si le *testing* final n'est pas satisfaisant.

Fermeture

Les berges capsulaires se rapprochent spontanément après ablation de l'écarteur de Mac Kee et sont suturées par quelques points de fil résorbable (Fig. 28). Le membre est placé en rotation interne pour faciliter la suture. En cas de stabilité précaire (rare par voie antérieure), un paletot à la partie externe de la suture capsulaire permet de retendre celle-ci. Les muscles fessiers ne sont pas suturés et reviennent en place spontanément. Le tenseur du fascia lata est suturé superficiellement à l'aponévrose externe. La fermeture cutanée est assurée au mieux par un surjet intradermique afin de compléter l'intérêt cosmétique d'une incision réduite.

Tableau 1.
Comparaison des différentes voies d'abord pour la chirurgie prothétique de la hanche.

| | Voie d'abord postérieure réduite | Voie d'abord antérieure mini-invasive en décubitus latéral | Modification mini-invasive de la voie d'abord de Watson-Jones |
|--|---|--|---|
| Installation | Décubitus latéral | Décubitus latéral | Table orthopédique, inclinée de 30° du côté opposé à la hanche opérée |
| Position de l'opérateur | Postérieure | Ventrale | Latérale |
| Nombre d'aides | 2 | 2 | 1 |
| Incision | À cheval sur le bord postérieur du fémur, 3 cm sous le sommet du grand trochanter, oblique en haut et en arrière | Du grand trochanter en direction de l'épine iliaque antérosupérieure | Du grand trochanter en direction de l'épine iliaque antérosupérieure (axe du col fémoral) |
| Risque | Nerf sciatique | Nerf fémorocutané | Nerf fémorocutané Pédicule vasculonerveux du fascia lata |
| Abord articulaire | En arrière du moyen fessier, section des muscles pelvitrochantériens | Entre tenseur du fascia lata et couturier | Entre moyen fessier et fascia lata |
| Section musculaire | Pelvitrochantériens (pyramidal, jumeaux, obturateur) | Non | Non |
| Luxation de la hanche | Oui | Non | Oui ou non |
| Repère de coupe | Fossette digitale | Sommet du grand trochanter | Sommet du grand trochanter |
| Préparation du cotyle | Risque de fragilisation de la corne postérieure en cas de conflit du porte-fraise avec la tranche de section du col fémoral | Risque de positionnement avec antéversion excessive | Risque d'amincir la corne antérieure Risque de débord antérieur |
| Position de la jambe pour la préparation du fémur | Flexion, rotation interne, adduction | Abduction, rotation externe et hyperextension | Extension, adduction, rotation externe |
| Difficultés | Patient musclé | Patient musclé Risque de fracture du grand trochanter ou du fémur | Patient musclé Hanche enraidie Risque de fracture du grand trochanter ou du fémur |

Conclusion

Le développement de techniques « mini-invasives » pour la chirurgie prothétique de la hanche laisse ainsi plusieurs options au chirurgien. Celui-ci peut être amené à installer le patient différemment, à changer sa propre position par rapport au patient, à utiliser des repères anatomiques différents... Il faut rappeler que le mini-invasif peut être grevé de complications lors de la courbe d'apprentissage. C'est pourquoi l'utilisation de ces techniques qui modifient les habitudes du chirurgien doit pouvoir se faire en utilisant des implants qui lui sont familiers et en lui laissant la possibilité d'agrandir sans changer de voie d'abord. Les avantages et inconvénients sont résumés dans le [Tableau 1](#). Enfin, même s'il s'agit d'un progrès indiscutable, cela ne doit pas être une fin en soi, le positionnement idéal des implants étant bien sûr le plus important pour garantir le résultat à long terme.



Références

- [1] Berry DJ, Berger RA, Callaghan JJ, Dorr LD, Duwelius PJ, Hartzband MA, et al. Minimally invasive total hip arthroplasty. Development, early results, and a critical analysis. Presented at the Annual Meeting of the American Orthopaedic Association, Charleston, South Carolina, USA, June 14, 2003. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**: 2235-46.
- [2] Archibeck MJ, White Jr. RE. Learning curve for the two-incision total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res* 2004;**429**:232-8.
- [3] Heynen G, Donnelly W, Schleicher I, Turnbull A, Leong A. Preliminary results from an international, prospective, randomised, multi-centre one year follow-up total hip replacement (THR) study to evaluate a minimally invasive surgical technique. *J Bone Joint Surg Br* 2004;**86**: 482-4.
- [4] Kennon RE, Keggi JM, Wetmore RS, Zatorski LE, Huo MH, Keggi KJ. Total hip arthroplasty through a minimally invasive anterior surgical approach. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**(suppl4):39-48.
- [5] Berger RA. The technique of minimally invasive total hip arthroplasty using the two-incision approach. *Instr Course Lect* 2004;**53**:149-55.
- [6] Berger RA. Total hip arthroplasty using the minimally invasive two-incision approach. *Clin Orthop Relat Res* 2003;**417**:232-41.
- [7] Duwelius PJ, Berger R. Minimally invasive total hip arthroplasty: the two-incision approach. *Curr Opin Orthop* 2005;**16**:5-9.
- [8] Bostrom M, Demetrakopoulos D, Reinhart J, Sculco T. Minimally invasive posterior approach to total hip replacement. *Curr Opin Orthop* 2005;**16**:2-4.
- [9] Goldstein WM, Branson JJ, Berland KA, Gordon AC. Minimal-incision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**(suppl4): 33-8.
- [10] Hartzband MA. Posterolateral minimal incision for total hip replacement: technique and early results. *Orthop Clin North Am* 2004;**35**:119-29.
- [11] Sculco TP, Jordan LC. The mini-incision approach to total hip arthroplasty. *Instr Course Lect* 2004;**53**:141-7.
- [12] Sherry E, Egan M, Warnke PH, Henderson A, Eslick GD. Minimal invasive surgery for hip replacement: a new technique using the NILNAV hip system. *ANZ J Surg* 2003;**73**:157-61.
- [13] Wenz JF, Gurkan I, Jibodh SR. Mini-incision total hip arthroplasty: a comparative assessment of perioperative outcomes. *Orthopedics* 2002;**25**:1031-43.
- [14] Woolson ST, Mow CS, Syquia JF, Lannin JV, Schurman DJ. Comparison of primary total hip replacements performed with a standard incision or a mini-incision. *J Bone Joint Surg Am* 2004;**86**:1353-8.
- [15] Wright JM, Crockett HC, Delgado S, Lyman S, Madsen M, Sculco TP. Mini-incision for total hip arthroplasty: a prospective, controlled investigation with 5-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty* 2004;**19**: 538-45.
- [16] DiGioia 3rd AM, Blendea S, Jaramaz B, Levison TJ. Less invasive total hip arthroplasty using navigational tools. *Instr Course Lect* 2004;**53**: 157-64.
- [17] DiGioia 3rd AM, Plakseychuk AY, Levison TJ, Jaramaz B. Mini-incision technique for total hip arthroplasty with navigation. *J Arthroplasty* 2003;**18**:123-8.
- [18] Berger RA. Mini-incision total hip replacement using an anterolateral approach: technique and results. *Orthop Clin North Am* 2004;**35**: 143-51.
- [19] Howell JR, Masri BA, Duncan CP. Minimally invasive versus standard incision anterolateral hip replacement: a comparative study. *Orthop Clin North Am* 2004;**35**:153-62.
- [20] Lesure E, Laude F. Arthroplastie totale de hanche par voie antérieure et son évolution mini-invasive. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-667-B, 2004.
- [21] Siguier T, Siguier M, Brumpt B. Mini-incision anterior approach does not increase dislocation rate: a study of 1037 total hip replacements. *Clin Orthop Relat Res* 2004;**426**:164-73.
- [22] Keggi K, Keggi JM, Kennon R. Minimal incision total hip arthroplasty via the anterior approach. *Curr Opin Orthop* 2005;**16**:10-3.
- [23] Bertin KC, Rottinger H. Anterolateral mini-incision hip replacement surgery: a modified Watson-Jones approach. *Clin Orthop Relat Res* 2004;**429**:248-55.
- [24] Ait Si Selmi T, Lustig S, Dojcinovic S, Neyret P. Morbidity and reliability of total hip implants positioning using the posterior minimally invasive approach: a consecutive series of 100 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2006;**92**:752-9.

S. Lustig, Assistant-chef de clinique.

T. Ait Si Selmi, Praticien hospitalier (tarik.atiselmi@chu-lyon.fr).

Centre Albert Trillat, Groupement hospitalier Nord, 69004 Lyon, France.

M. Michel, Chirurgien orthopédique.

Clinique Sonnenhof, Buchserstrasse 30, 3006 Bern, Suisse.

L. Jacquot, Chirurgien orthopédique.

Clinique d'Argonay, 685, route de Menthonnex 74370 Argonay, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Lustig S., Selmi T. Ait Si, Michel M., Jacquot L. Chirurgie prothétique de la hanche par voie mini-invasive. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-602, 2008.

Disponibles sur www.em-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Descellements aseptiques cotyloïdiens

Reconstruction osseuse par allogreffes et armature métallique et reprise par prothèse cimentée

M Kerboul
L Kerboul

Résumé. – Parmi les nombreuses techniques de reconstruction utilisées pour réparer un cotyle détruit, celle décrite dans ce chapitre a été imaginée il y a 24 ans et a depuis fait la preuve de son efficacité à long terme, même dans les destructions les plus sévères. Elle a pour but de reconstruire une cavité osseuse de taille et de situation normales dans laquelle on cimente une pièce cotyloïdienne standard. Elle utilise pour la reconstruction osseuse des fragments de tête fémorale congelée : pièce massive taillée aux dimensions de la perte de substance pour réparer le toit, tranches plus minces pour reconstituer les parois interne, antérieure et postérieure, spongieux finement fragmenté pour combler les defects cavitaires et les interstices entre les greffons structuraux. Cette reconstruction osseuse est renforcée par une armature en forme de croix hémisphérique qui se fixe à l'os par son crochet obturateur et ses vis supérieures. Cette armature, qui sert aussi de guide à la reconstruction osseuse, recentre en position anatomique la hanche artificielle. Elle est suffisamment rigide pour assurer la fixation d'une solution de continuité transcotyloïdienne, mais comme elle est ouverte, elle reste élastique et ne perturbe pas l'élasticité du cotyle osseux.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

Le traitement chirurgical des descellements aseptiques cotyloïdiens d'une prothèse totale de hanche pose de nombreux problèmes techniques. Le choix de la voie d'abord, l'extraction des pièces prothétiques, le traitement des pertes de substance osseuse, la nature et le mode de fixation de la prothèse de reprise représentent les points principaux et souvent controversés. Nous n'envisageons ici que la reprise par prothèse cimentée après reconstruction par allogreffes et armature métallique des destructions osseuses cotyloïdiennes.

Quelles que soient leurs causes, mécaniques ou biologiques, les descellements cotyloïdiens aseptiques d'une prothèse totale de hanche entraînent des dégâts osseux qui croissent en fréquence et en étendue après les échecs répétés [14, 21, 22]. La perte de substance osseuse peut intéresser l'ensemble des parois de la cavité cotyloïdienne dont la

destruction dans sa forme extrême s'accompagne d'une fracture transversale [4, 21]. L'expérience nous a appris que le scellement d'un cotyle de grande taille, ou le comblement des pertes de substance osseuse par du ciment, conduisaient rapidement à un nouvel échec [12]. La réparation des lésions osseuses par de l'os est donc une absolue nécessité ; mais comme de grandes quantités d'os sont indispensables à une réparation étendue, le recours aux allogreffes s'impose dans la plupart des cas et souvent d'une façon exclusive. L'existence, dans les années 1970, d'une solution de continuité transcotyloïdienne, compliquant parfois les descellements cotyloïdiens des prothèses métal-métal, nous a en outre conduit à imaginer un moyen d'ostéosynthèse intracavitaire capable de fixer solidement la pseudarthrose et de guider la reconstruction osseuse de la cavité cotyloïdienne [12]. La reconstruction armée du cotyle détérioré représente depuis 24 ans notre technique habituelle de reprise des descellements cotyloïdiens. Son but est de revenir à une situation anatomique aussi proche que possible de la normale, quelle que soit l'importance des dégâts. Cette technique a très largement fait la preuve de son efficacité et de sa fiabilité à long terme, même dans les destructions les plus sévères.

Ce n'est qu'une possibilité parmi d'autres. De nombreuses techniques de « reprise » cotyloïdienne ont été décrites. Elles peuvent se classer en deux catégories, suivant qu'on utilise une pièce cotyloïdienne cimentée ou non. La reprise avec un cotyle non cimenté [5, 6, 7, 10, 11, 16], généralement hémisphérique impacté et vissé, oblige à rechercher des zones de contact avec un os vivant et conduit à utiliser des cotyles de grand diamètre et à les placer haut en cas de destruction importante du toit. Ceci n'est pas sans inconvénient mécanique. Enfin, les grandes destructions

Marcel Kerboul : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service.
Service de chirurgie orthopédique, hôpital Cochin, 27, rue du Faubourg-St-Jacques,
75679 Paris cedex 14, France.
Luc Kerboul : Praticien hospitalo-universitaire.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Kerboul M et Kerboul L.
Descellements aseptiques cotyloïdiens. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris),
Techniques chirurgicales — Orthopédie-Traumatologie, 44-674, 1999, 7 p.

segmentaires, particulièrement lorsqu'elles se compliquent d'une fracture transversale, dépassent les possibilités techniques de cette méthode.

Parmi les reconstructions par allogreffes et cotyle cimenté, il convient de distinguer la reconstruction par allogreffes finement fragmentées et impactées [2, 8, 15, 20] et l'utilisation d'allogreffes structurales [3, 9, 12, 17, 18] pour réparer les pertes de substance segmentaires. Les premières s'adressent essentiellement à des cavités élargies, mais closes ou réparées grâce à des grillages métalliques. Les secondes conviennent surtout à la réfection d'une perte de substance isolée du toit. Elles ont l'une et l'autre leurs limites, représentées essentiellement par l'importance de la destruction osseuse. Quand celle-ci est majeure, étendue, à la fois cavitaire et segmentaire, le recours à des armatures métalliques [1, 2, 12, 19] est souvent nécessaire. Il en existe plusieurs modèles, avec ou sans crochet obturateur, prolongés ou non par des plaques iliaques. Elles sont presque toutes fermées en forme d'anneau ou d'hémisphère complet. Extrêmement rigides, elles ne peuvent faire corps avec l'os qui reste élastique. Elles soutiennent essentiellement le cotyle prothétique mais ne renforcent pas la reconstruction osseuse. C'est là une différence fondamentale avec l'armature que nous utilisons.

Allogreffes

Les têtes fémorales arthrosiques prélevées au cours d'arthroplasties totales de hanche conviennent parfaitement à la réparation des pertes de substance osseuse du cotyle. Leur préparation, leur conservation et leur utilisation ne se conçoivent que dans le cadre d'une banque de tissus osseux, dont les règles de fonctionnement extrêmement strictes ont été établies pour éviter tout risque de contamination du receveur par un agent pathogène transmissible (infection bactérienne ou virale, néoplasie, agent transmissible non conventionnel). Les têtes fémorales, prélevées sur des donneurs sélectionnés et dont on a vérifié par un examen bactériologique l'absence de contamination peropératoire, sont conditionnées en salle d'opération sous un triple emballage stérile, congelées à - 80 °C et conservées à la même température. Elles ne sont utilisées qu'une fois « validées », après vérification de la négativité de l'ensemble des examens effectués sur le donneur et la tête fémorale.

Après avoir pelé la tête fémorale à la scie oscillante pour la débarrasser de son cartilage et des résidus des parties molles, on la découpe en fragments de taille et de forme variées : grosse pièce à la forme parfois complexe pour combler une volumineuse perte de substance du toit ; tranches plus ou moins larges, plus ou moins épaisses pour réparer les parois, ou cubes de spongieux pour combler les pertes de substance cavitaires mineures ou les interstices entre des fragments plus volumineux.

Armature métallique (fig 1)

C'est une croix hémisphérique à quatre branches, en acier inoxydable, destinée à guider et à renforcer la reconstruction osseuse du cotyle détruit. Sa forme résulte du croisement orthogonal de deux plaques de forme hémisphérique. La verticale se termine en bas par un crochet qui s'insère sous la marge inférieure du cotyle sur laquelle elle prend appui et se prolonge en haut par une palette creusée de quatre trous qui admettent des vis de 5 mm, destinées à sa fixation sus-cotyloïdienne. La plaque horizontale est asymétrique. Sa branche antérieure, plus courte que la postérieure, détermine une antéverson du plan d'ouverture de l'armature de 10° et latéralise la pièce. Il existe donc une série droite et

une série gauche, chacune des six pièces de dimensions croissantes acceptant des cotyles de 37 à 53 mm de diamètre. Trois trous, un au croisement des deux plaques et un à chaque extrémité de la plaque horizontale, admettent des vis de 3,5 mm qui permettent, si besoin, la fixation directe à l'armature des greffons.

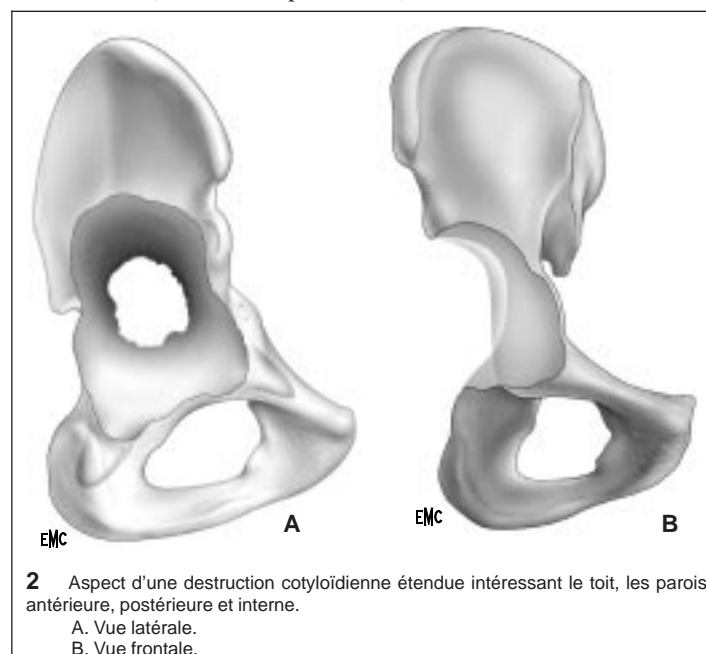
En raison de sa forme et de son crochet obturateur, cette armature recentre en position anatomique la hanche artificielle. Elle est suffisamment rigide pour assurer la fixation d'une solution de continuité transcotyloïdienne, mais comme elle est ouverte, elle reste élastique et ne perturbe pas l'élasticité du cotyle osseux. Elle fait corps avec l'os qu'elle renforce, mais ne rigidifie pas le cotyle prothétique.

Technique de reconstruction cotyloïdienne

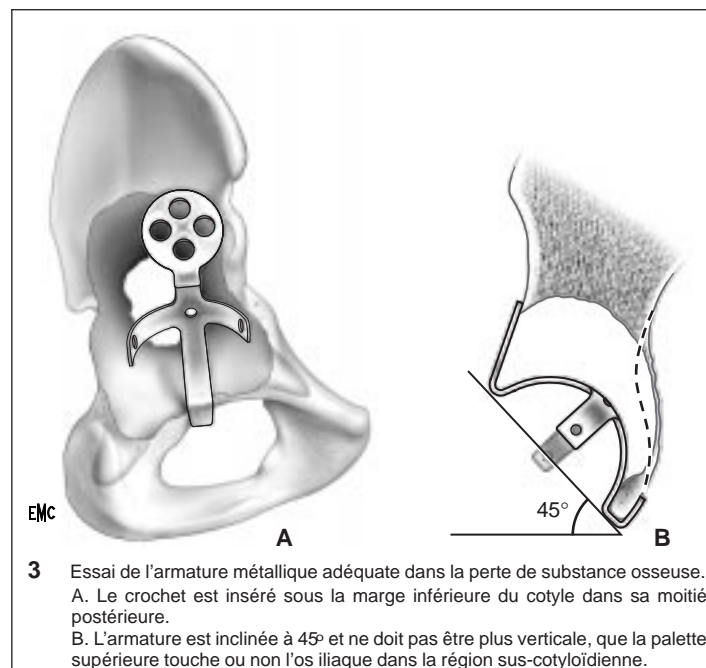
Le but de cette reconstruction est de revenir à un cotyle osseux de dimension normale en situation anatomique et avec des propriétés mécaniques proches de celles d'un cotyle normal.

Exposition et nettoyage du cotyle osseux (fig 2)

La cavité cotyloïdienne est largement exposée entre un écarteur à bec dans le trou obturateur, deux à trois pointes à tête sphérique qui maintiennent relevés l'éventail fessier et le trochanter et deux valves d'écartement (antérieure et postérieure).



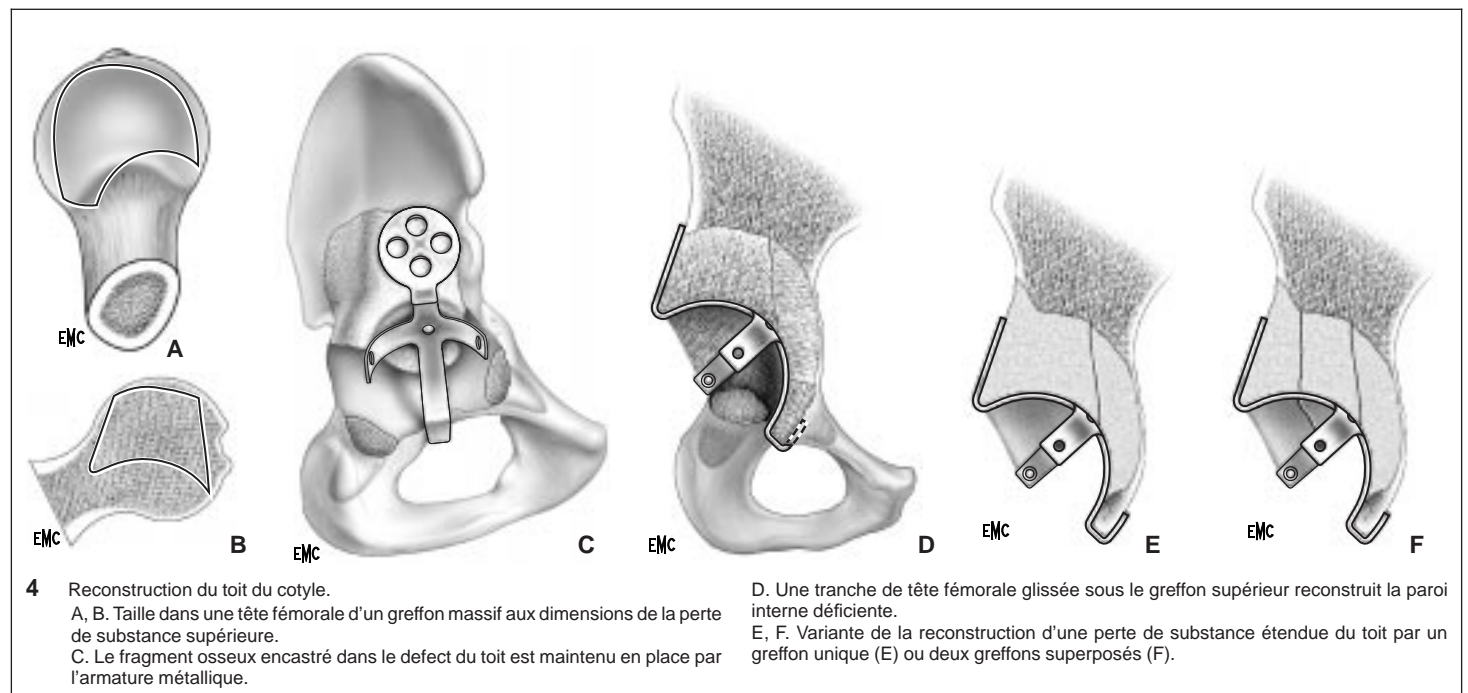
2 Aspect d'une destruction cotyloïdienne étendue intéressant le toit, les parois antérieure, postérieure et interne.
A. Vue latérale.
B. Vue frontale.



3 Essai de l'armature métallique adéquate dans la perte de substance osseuse.
A. Le crochet est inséré sous la marge inférieure du cotyle dans sa moitié postérieure.
B. L'armature est inclinée à 45° et ne doit pas être plus verticale, que la palette supérieure touche ou non l'os iliaque dans la région sus-cotyloïdienne.



1 Série d'armatures métalliques de taille croissante (pour cotyles prothétiques de 37 à 53 mm de diamètre).



L'ablation du cotyle descellé, qu'il soit cimenté ou non, ne pose généralement pas de problèmes s'il est mobile. Il faut toutefois exciser le tissu fibreux cicatriciel, volontiers ossifié, qui couvre ses bords, avant de l'extraire au davier de Farabeuf. S'il est peu mobile, l'utilisation de gouges spéciales, convexes, concaves, à double courbure, permettent de le séparer de son ciment ou de l'os (s'il s'agit d'un cotyle non cimenté). L'extraction d'un cotyle proéminent peut être laborieuse, mais il est exceptionnel qu'il faille aller le chercher par voie endopelvienne. Après avoir, si nécessaire, élargi l'orifice du cotyle osseux, des manœuvres prudentes, combinant traction et effet de levier, parviennent à l'accoucher progressivement. Il faut éviter, ce faisant, de détériorer les parois osseuses amincies et fragiles de la cavité. Après avoir enlevé les différents fragments de ciment libres ou encore adhérents à l'os, celui-ci est débarrassé de la couenne fibreuse qui le tapisse, du tissu granulomateux qui remplit les géodes à la curette tranchante et lavé au jet sous pression. Il est inutile et déconseillé de fraiser cette cavité pour ne pas affaiblir ses parois déjà fragiles. On peut alors faire le bilan exact des lésions et prévoir la quantité d'os nécessaire à la reconstruction.

Choix de l'armature

La référence est la dimension du cotyle sain. S'il existe une hanche intacte, la superposition des calques des pièces cotyloïdiennes à la radiographie de la hanche de face permet de sélectionner l'armature de taille adéquate. En l'absence de référence, il faut tenir compte de la morphologie de l'individu et des dimensions de la cavité au niveau de sa moitié inférieure, en sachant que la reconstruction osseuse doit redonner aux parois antérieure, postérieure et interne une épaisseur minimale de 7 mm.

Essai de l'armature (fig 3)

Après avoir dégagé la marge inférieure du cotyle du tissu fibreux cicatriciel des ossifications ou des ostéophytes qui la cachent, on la reconnaît, quand elle n'est pas détruite, à son bord inférieur cortical et mousse. Sous lui, on introduit une rugine de Lambotte étroite pour libérer sa face interne et faire la place du crochet qu'on insère à sa partie postérieure, près de l'ischion. On couche alors l'armature jusqu'à ce que son plan d'ouverture soit incliné à 45°. Si cette manœuvre tend à expulser le crochet, trois hypothèses sont possibles :

- la pièce choisie est trop grande : essayer la taille inférieure ;
- la marge inférieure est détruite par un granulome : la reconstruire par un fragment d'os taillé en forme et coincé dans la perte de substance ;
- la convexité de la branche inférieure de l'armature bute sur une saillie osseuse cotyloïdienne trop épaisse : l'amincir à la gouge ou à la pince-gouge jusqu'à ce que le crochet tienne en place ; on vérifie alors que la plaque verticale de l'armature se situe dans un plan strictement frontal.

En cas de destruction, même partielle du toit, la palette supérieure reste à distance de l'os. Il ne faut pas verticaliser l'armature au-delà de 45° pour amener la palette au contact de l'os, ce qui aurait pour effet d'expulser le crochet inférieur. Il ne faut pas non plus ouvrir l'armature ou tordre la palette pour les adapter à la perte de substance osseuse. Il faut au contraire se servir de l'armature comme guide pour apprécier l'étendue et la situation des dégâts, la forme et la dimension des fragments osseux nécessaires à la reconstruction. Quand ce bilan est fait, enlever l'armature.

Reconstruction du toit (fig 4)

À moins qu'il n'existe une destruction massive de la paroi interne, la reconstruction de la cavité commence par la réparation du toit. Si possible, la perte de substance supérieure est comblée par un seul greffon massif, taillé soigneusement dans une tête fémorale pour résister au mieux aux contraintes en pression de la zone d'appui. La partie supérieure spongieuse du greffon est rendue convexe pour épouser au plus près les contours osseux du toit détruit, dont les cavités ont été préalablement comblées par du spongieux et les aspérités abrasées. Sa face inférieure, spongieuse et concave, s'adapte à la convexité de l'armature. Sur sa face externe faite d'os sous-chondral ou scléreux arthrosique, vient reposer la palette. Il est prudent de n'aplanir cette surface qu'après avoir remis l'armature en place pour ne pas risquer de donner au greffon une épaisseur insuffisante. Plusieurs essais sont parfois nécessaires pour aboutir à une adaptation parfaite du greffon à l'os et à l'armature. On peut éventuellement fixer le greffon directement à l'os par une vis dont la tête est noyée dans l'épaisseur de l'os sous-chondral s'il est impossible de l'encastrer. Enlever à nouveau l'armature.

En cas de destruction modeste du toit, il suffit parfois de tailler un greffon en « L renversé », ou de lui donner une forme trapézoïdale pour augmenter la profondeur de la cavité et donner à la palette un appui stable. En cas de destruction cotyloïdienne minime élargissant simplement la cavité sans altérer ses bords, il est possible de fixer d'emblée l'armature à l'os iliaque et d'épaissir les parois amincies en encastrant des tranches de greffon entre les parois osseuses et les branches de l'armature (fig 5).

Reconstruction de la paroi interne (fig 6)

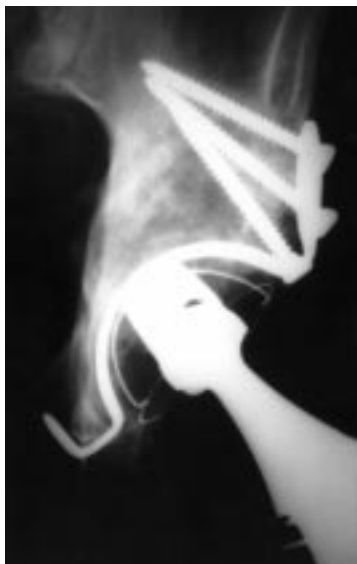
En cas de destruction isolée de l'arrière-fond, une épaisse tranche équatoriale de tête fémorale de bonne dimension suffit généralement à combler la perte de substance. On taille, à la pince coupante, les contours du greffon, en les biseautant à la dimension de la perte de substance et on rend sa face exopelvienne concave pour l'adapter à la convexité de l'armature. L'épaisseur de la tranche de tête fémorale utilisée doit être



A



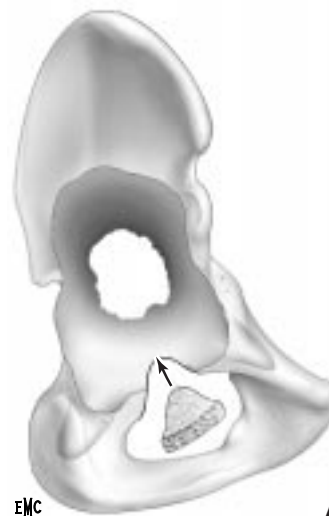
B



C

- 5** Exemple de reconstruction osseuse supérieure avec un greffon massif unique.
 A. Très grosse destruction cotyloïdienne associant à la perte de substance osseuse une fracture transversale du cotyle.
 B. Comblement du defect osseux par un greffon massif taillé en forme. Immédiatement après l'intervention les contours du greffon sont très visibles ainsi que la démarcation supérieure entre lui et l'os iliaque.
 C. À 18 mois, consolidation du greffon à l'os adjacent et début de remaniement.

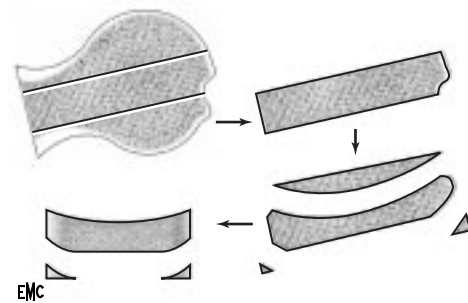
suffisante (10 à 15 mm) pour qu'il persiste suffisamment d'épaisseur (5 à 7 mm) après sa mise en forme. Il est inutile d'utiliser un greffon plus épais car tout l'os en protrusion pelvienne se résorbe progressivement. Quant à la cavité endopelvienne, parfois volumineuse, située au-delà de ce greffon, on peut la négliger ; elle s'efface spontanément. Il faut en tout cas éviter de la remplir d'os. Celui-ci se résorbe à coup sûr et ne fait que retarder l'affaissement de la cavité (fig 7).



EMC

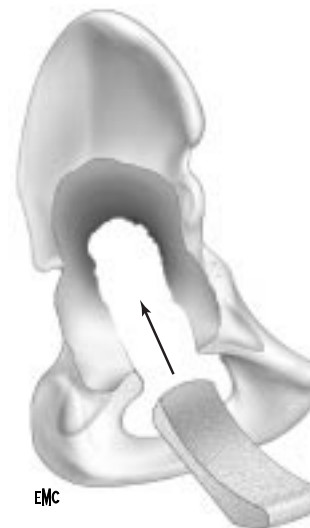
- 6** Reconstruction de la paroi interne.
 A. Comblement d'une perte de substance marginale inférieure par un greffon taillé en forme.
 B. Dans une tranche de tête fémorale, découpe de greffons plats pour reconstruire une perte de substance interne.
 C, D. Reconstruction d'une perte de substance étendue de la paroi interne par un greffon taillé en forme et encastré dans le defect osseux.

A



EMC

B



EMC

C

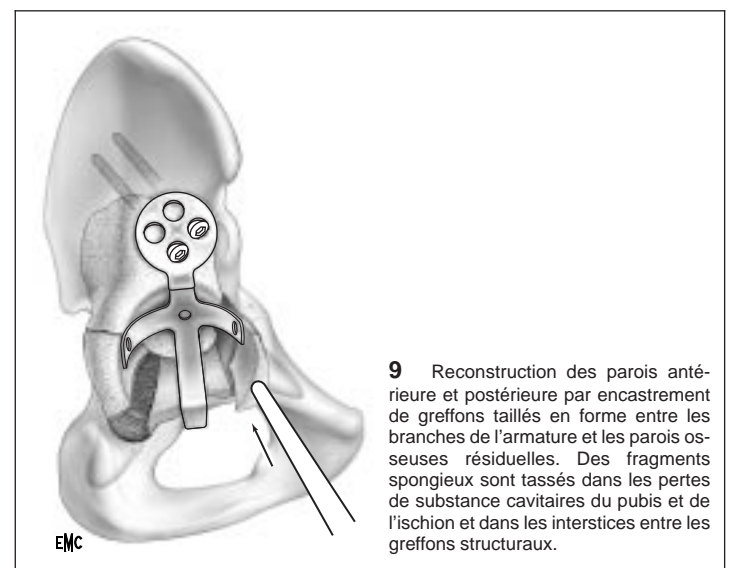
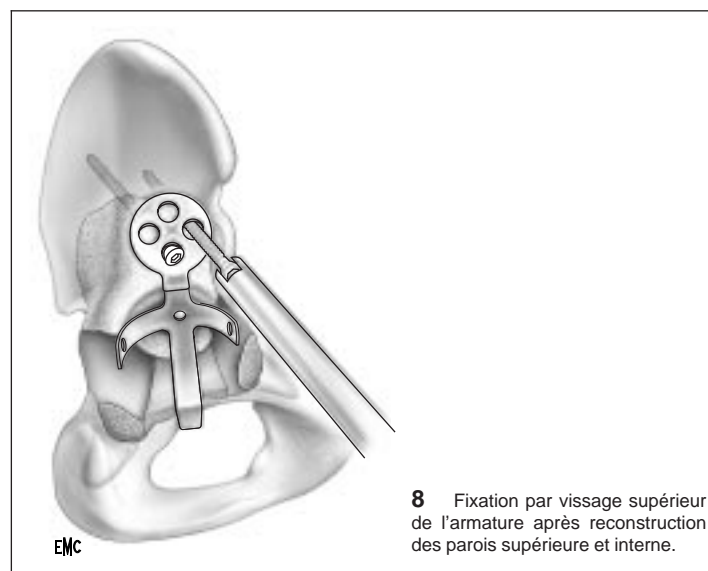
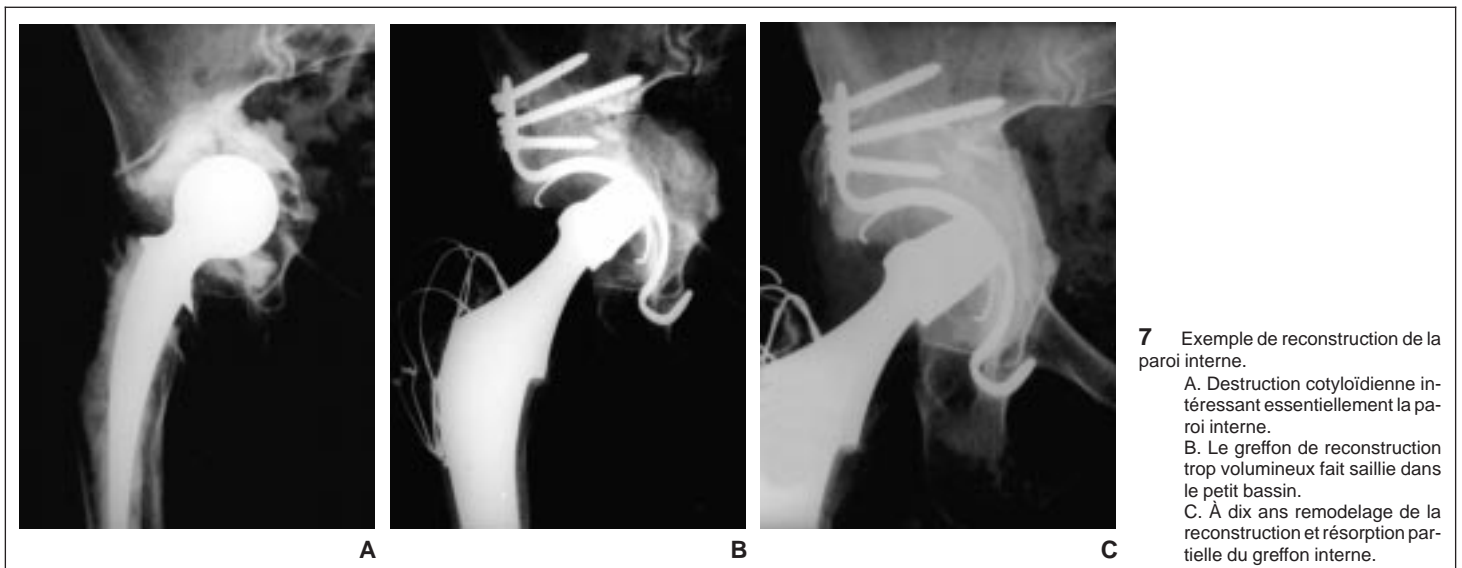


EMC

D

Si la marge inférieure du cotyle est détruite par un granulome à polyéthylène, fréquent à cet endroit, il faut la reconstruire pour donner une prise au crochet de l'armature. La perte de substance débord volontiers sur l'arrière-fond et a une forme triangulaire à base obturatrice ou hémicylindrique. La réparation se fait à l'aide d'un greffon de mêmes forme et dimension, suffisamment épais pour qu'il se coince dans le crochet de l'armature. On peut éventuellement améliorer la stabilité en creusant son bord supérieur d'une rainure dans laquelle s'encastrent les bords minces de la corticale endopelvienne de l'arrière-fond cotyloïdien. Si la perte de substance n'intéresse que la marge inférieure du cotyle, un simple greffon en forme de poutre rectangulaire, coincé dans le crochet et entre les bases des branches ilio- et ischiopubiennes, suffit à sa réparation.

Si la destruction de la marge inférieure du cotyle est en continuité avec une volumineuse perte de substance de l'arrière-fond, il est préférable, quand on dispose d'une tête fémorale de grande taille, de réparer l'ensemble du defect osseux par une seule tranche de tête soigneusement mise en forme. La stabilité de la reconstruction est meilleure. On peut



aussi, par division longitudinale de la tête et du col, obtenir une longue et épaisse tranche osseuse pour combler d'une pièce un defect étendu. Si l'on doit utiliser plusieurs fragments pour réparer la perte de substance de la paroi interne, la stabilité de la reconstruction est assez précaire. Elle s'améliore souvent suffisamment lorsque l'armature est en place. Si ce n'est pas le cas, on peut, en dernier ressort, fixer les greffons par cerclage à la branche inférieure de l'armature.

Fixation de l'armature (fig 8)

Après reconstruction des parois interne et supérieure, on remet l'armature en place. Après avoir vérifié que sa position est correcte, on teste sa stabilité à l'aide d'un pointeau introduit dans le trou situé au croisement des deux branches et qui exerce sur l'armature une pression polaire. On fixe alors la palette à l'os iliaque en utilisant des vis de 5 mm. On commence par le trou inférieur de la palette et on dirige la vis en haut et en arrière en direction de l'articulation sacro-iliaque qu'elle ne doit pas atteindre. Avant de la serrer complètement, insérer une autre vis dans le trou antérieur et la visser aux trois quarts pour stabiliser l'armature. Puis, serrer les deux vis l'une après l'autre à fond. Les vis traversent généralement le greffon du toit et leur trajet dans le greffon doit être « foiré » pour que leur serrage l'applique en force sur l'os iliaque.

Le vissage à fond de la vis inférieure met l'armature sous tension, ce qui se traduit par le serrage du crochet sur la marge inférieure du cotyle conservée ou reconstruite. Si au contraire le crochet a tendance à s'expulser, c'est que l'épaisseur du greffon supérieur est insuffisante.

Rajouter alors une tranche osseuse sous la palette et reprendre le serrage jusqu'à ce que l'armature perde toute élasticité et fasse corps avec l'os.

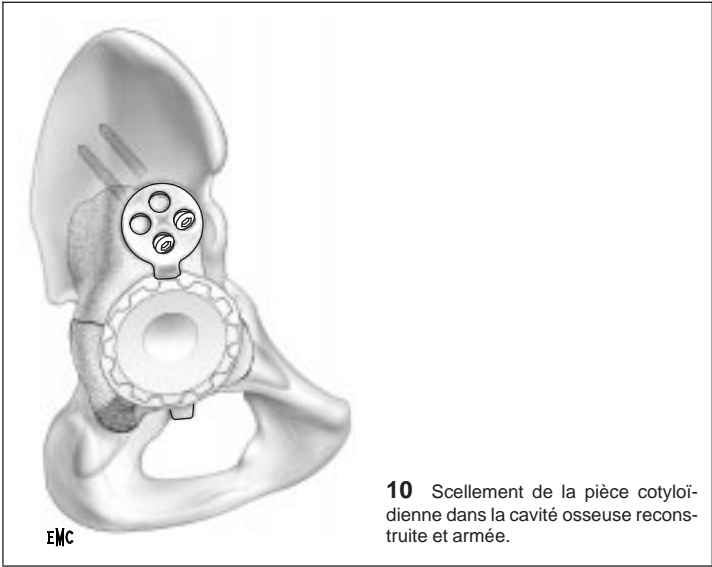
Reconstruction des parois antérieure et postérieure (fig 9)

Elle se fait en encastrant des greffons taillés en forme entre les parois résiduelles et les branches horizontales de l'armature. On peut si nécessaire fixer ces greffons à l'armature, par vissage ou cerclage, si l'encastrement est impossible en raison de la destruction complète des parois antérieure ou postérieure de la cavité osseuse. Il persiste assez fréquemment un defect osseux au niveau de la partie supérieure de la paroi postérieure que l'on comble par un greffon de taille adéquate et vissé directement à l'os iliaque.

On termine la reconstruction osseuse en tassant du spongieux dans les pertes de substance cavitaires du pubis et de l'ischion et dans les interstices entre les différents greffons pour éviter toute fuite de ciment à ces niveaux.

Scellement de la pièce cotyloïdienne (fig 10)

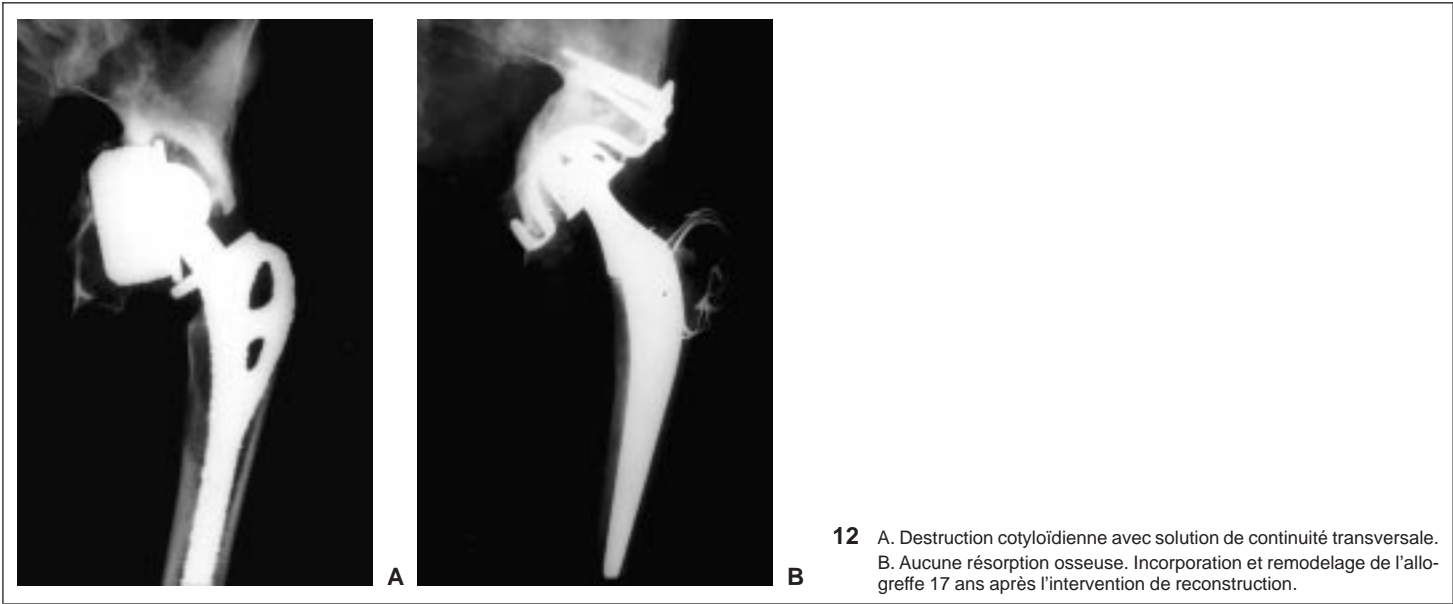
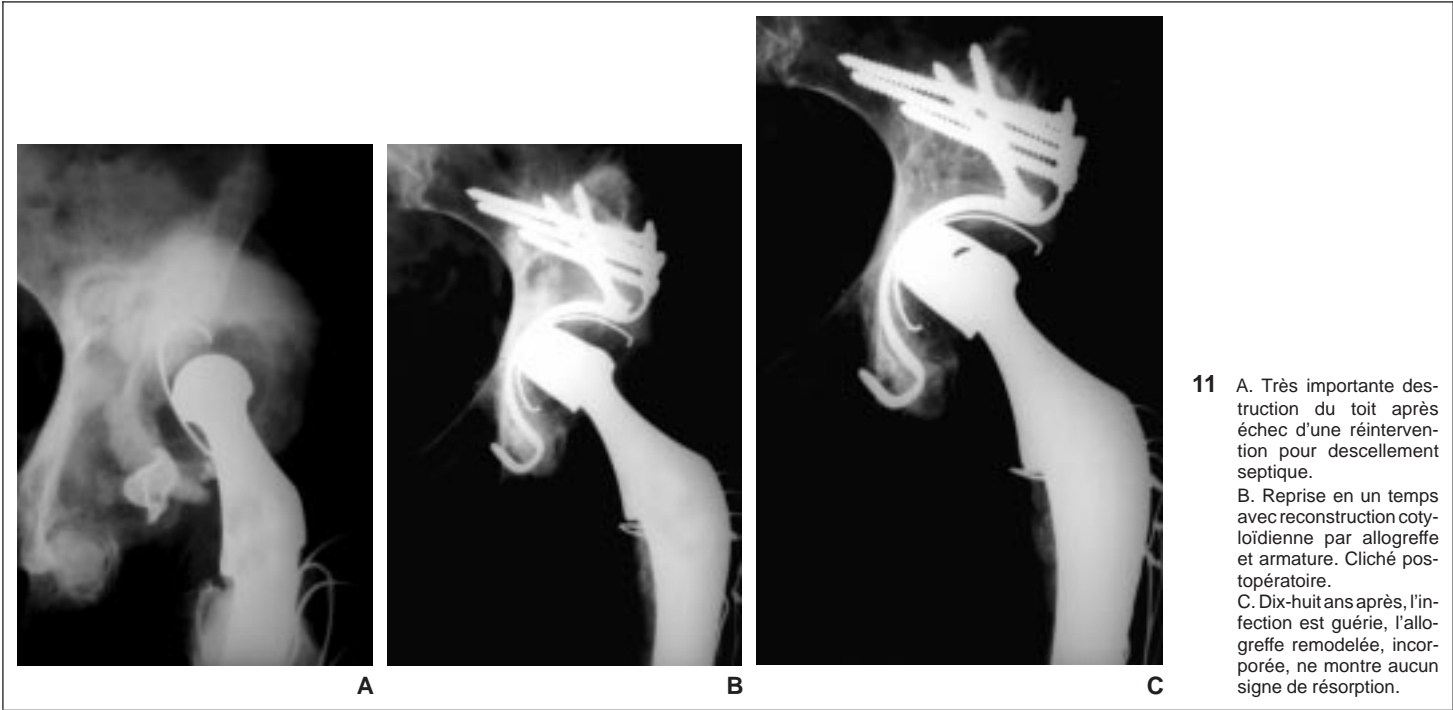
Après avoir nettoyé par un jet d'eau sous pression la cavité reconstruite et armée, on s'assure que tous les greffons sont bien fixés, on excise éventuellement à la pince-gouge une saillie osseuse. On introduit alors dans la cavité la pièce d'essai adéquate dont on vérifie que l'adaptation et l'orientation sont correctes. On utilise habituellement la pièce



cotyloïdienne portant le même numéro que l'armature (par exemple 3 pour 3, ou 2 pour 2). Exceptionnellement, parce qu'on a utilisé des vis pour fixer les greffons à l'armature, ou parce que celle-ci s'est légèrement déformée lors de sa fixation, on peut être amené à utiliser une pièce cotyloïdienne de dimension inférieure (par exemple 2 bis pour une armature de 3). Après un dernier nettoyage et séchage, on scelle le cotyle prothétique correspondant (fig 11, 12).

Suites opératoires

La solidité d'une reconstruction osseuse cotyloïdienne effectuée suivant cette technique est suffisante pour autoriser une mobilisation active assistée immédiate de l'articulation et, dès le premier lever (deuxième ou troisième jour), une mise en charge partielle entre deux cannes-béquilles. Celles-ci sont conservées de principe pendant 2 mois, mais en permettant à l'opéré de prendre un appui progressivement croissant.



Références

- [1] Bremant JJ. Renforcement métallique de l'acétabulum. In : Cahiers d'enseignement SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française, 1990 : 165-174
- [2] Capello WN, Hellman EJ, Feinberg JR. Revision of the acetabular component. Use of cement. The adult hip. In : Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 ; 89
- [3] Chandler HP, Tigges RG. Structural grafting in acetabular reconstruction. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 ; 88
- [4] D'Antonio JA, Capello WN. Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1989 ; 243 : 126-137
- [5] Emerson RH, Head WC, Berkhach FM, Malinin TI. Non cemented acetabular revision arthroplasty using allograft bone. *Clin Orthop* 1989 ; 249 : 30-43
- [6] Engh CA, Engh CA Jr. Cementless revision of failed total hip arthroplasty. Preoperative planning, surgical technique and postoperative rehabilitation. *Tech Orthop* 1993 ; 7 : 99-26
- [7] Engh CA, Glassman AH, Griffin WL, Mayer JG. Results of cementless revision for failed cemented total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1988 ; 235 : 91-110
- [8] Gie GA, Linder L, Ling RS. Impacted cancellous allografts and cement for revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1993 ; 75B : 14-21
- [9] Gross AE, Garbuz D, Morsi ES. Acetabular allografts for restoration of bone stock in revision arthroplasty of the hip. *Instruct Course Lect* 1996 ; 45 : 135-142
- [10] Harris WH. Management of the deficient acetabulum using cementless fixation without bone grafting. *Orthop Clin North Am* 1993 ; 24 : 663-665
- [11] Harris WH, Krushall RJ, Galante JO. Results of the cementless revision of total hip arthroplasty using the Harris Galante prosthesis. *Clin Orthop* 1988 ; 235 : 120-126
- [12] Kerboull M. Les réinterventions pour descellement aseptique des prothèses totales de hanche. La reconstruction du cotyle. In : Arthroplastie totale de hanche 89-96. Berlin : Springer-Verlag, 1985
- [13] McCollum DE, Nunley JA. Bone grafting in total hip replacement for acetabular protrusion. *J Bone Joint Surg* 1980 ; 62A : 1065-1073
- [14] Olivier H. Traitement des détériorations cotyloïdiennes aseptiques des prothèses totales de hanche. In : Cahier d'enseignement SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française, 1995 : 29-34
- [15] Olivier H, Sanouiller JL. Reconstructions cotyloïdiennes par greffes spongieuses dans les révisions d'arthroplasties totales de hanche. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 : 232-240
- [16] Padgett DE. Cementless acetabular reconstruction. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 ; 87
- [17] Paprowski WG, Bradford MS, Jablonsky WS. Acetabular reconstruction with massive acetabular allografts. *Instruct Course Lect* 1996 ; 45 : 149-159
- [18] Paprowski WG, Magnus RM. Principles of bone grafting in revision total hip arthroplasty. Acetabular technique. *Clin Orthop* 1994 ; 298 : 147-155
- [19] Pascarel X, Liquois F, Chauveaux D, Le Rebeller A, Honton JL. L'utilisation des anneaux endocotyloïdiens de Muller dans la chirurgie de révision des prothèses totales de hanche. *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 : 357-364
- [20] Sloof TJJ, Buma P, Gardeniers JW, Schreurs BW, Schimmel JW, Huisnes R. Revision of the acetabular component: bone grafting. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 ; 90
- [21] Vives P. Descellement aseptique des prothèses totales de hanche. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 (suppl 1) : 23-60
- [22] Willert HG, Bertram H. Osteolysis in alloarthroplasty of the hip. *Clin Orthop* 1990 ; 238 : 108-121

Fractures de l'extrémité supérieure du fémur chez l'enfant

E Chau

JL Clément

Résumé. – Le traitement chirurgical des fractures récentes de l'extrémité supérieure du fémur de l'enfant est fondé sur l'ostéosynthèse. Ses techniques sont différentes de celles de l'adulte du fait de la présence du cartilage de conjugaison.

Les indications reposent sur la classification anatomique des lésions.

Le risque majeur est représenté par la nécrose céphalique.

Les différentes méthodes thérapeutiques et leurs indications sont décrites.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : fracture de l'extrémité supérieure du fémur, ostéosynthèse de l'enfant.

Introduction

Les fractures de l'extrémité supérieure du fémur de l'enfant restent rares malgré une augmentation des traumatismes à haute énergie (trafic automobile, sports violents).

Le pronostic de la fracture du col du fémur est fréquemment grevé de complications (50 % des cas) :

- nécrose ;
- pseudarthrose ;
- refracture ;
- atteintes de la zone de croissance et leurs conséquences (coxa vara, valga, breva ; inégalité de longueur des membres inférieurs).

À partir de l'épiphyse cartilagineuse, unique à la naissance, vont apparaître le noyau épiphysaire céphalique entre 4 et 6 mois, puis le noyau apophysaire du grand trochanter à 5 ans. Ces deux noyaux se souderont définitivement à la métaphyse vers l'âge de 16 à 17 ans. On individualise cinq zones de croissance (fig 1) : les cartilages sous-capital, sous-trochantérien, cervical, céphalique et trochantérien.

La zone de croissance intitulée cervicale relie la sous-capitale et la sous-trochantérienne. Elle participe à la croissance en largeur du col. Elle disparaît vers 8-9 ans.

La morphologie globale de la hanche, dont dépend sa fonction, est liée à l'activité harmonieuse de ces cinq zones de croissance. L'activité de ces différentes zones de croissance est sous la dépendance de la vascularisation cervicocéphalique, très bien étudiée par Chung [8].

Il existe des réseaux anastomotiques reliés entre eux : l'un extracapsulaire, l'autre intracapsulaire sous-synovial. Ce deuxième est parfois incomplet (en particulier chez le garçon). Ces deux réseaux sont reliés entre eux par des branches ascendantes cervicales qui perforent la capsule à son insertion sur le col.



1 Les cinq zones de croissance de l'extrémité supérieure du fémur. 1. Sous-capitale ; 2. sous-trochantérienne ; 3. cervicale ; 4. céphalique ; 5. trochantérienne.

Le ratio 2/1 (la production osseuse de cartilage sous-capital étant deux fois plus importante que celle des cartilages trochantérien et cervical) est à l'origine de l'angle d'inclinaison du col. La zone de croissance 3, cervicale, participe à l'élargissement du col et les zones 4 et 5 au développement centrifuge des noyaux céphaliques et trochantériens.

Malgré cette structure en réseau, c'est de la branche ascendante latérale que, après avoir traversé la capsule, proviennent les vaisseaux les plus nombreux à destination métaphysaire et épiphysaire. C'est cette branche et non la branche circonflexe postérieure qui serait la plus exposée aux traumatismes.

Nous allons essayer d'explicitier les modalités thérapeutiques sachant que le nombre insuffisant de cas dans la littérature [2] ne permet pas d'avoir de réponses statistiquement significatives sur la meilleure des prises en charge. Nous excluons volontairement de cet article les épiphysiolyse aiguës ou chroniques, ainsi que les fractures du tiers supérieur de la diaphyse fémorale.

Épidémiologie

MÉCANISME

Il s'agit le plus souvent d'un contexte de traumatisme à haute énergie (accident de la circulation, sports violents, chute d'un lieu élevé...).

Édouard Chau : Praticien hospitalier.

Jean-Luc Clément : Praticien hospitalier, chef de service.

Service d'orthopédie pédiatrique, hôpital Lénval, 57, avenue de la Californie, 06000 Nice, France.

Tableau I. –

| Auteurs | Années | Référence | Nombre de cas | Type I | Type II | Type III |
|------------|--------|-----------|---------------|--------------------------|-------------|-------------|
| | | | | Classification de Delbet | | |
| Weiner | 1969 | [18] | 20 | 4 | 8 | 8 |
| Ratliff | 1970 | [15] | 122 | 9 | 65 | 48 |
| Lam | 1971 | [13] | 62 | 2 | 37 | 23 |
| Kay | 1971 | [11] | 20 | - | 8 | 12 |
| Chong | 1976 | [7] | 20 | - | 13 | 7 |
| Canale | 1977 | [5] | 54 | 5 | 27 | 22 |
| Touzet | 1979 | [17] | 43 | 5 | 21 | 17 |
| Pforringer | 1980 | [14] | 41 | 4 | 15 | 22 |
| Heiser | 1980 | [10] | 31 | 7 | 15 | 9 |
| Duhaime | 1984 | [9] | 28 | 3 | 17 | 8 |
| Lacheretz | 1984 | [12] | 27 | 3 | 14 | 10 |
| Bouyala | 1986 | [4] | 50 | 2 | 16 | 32 |
| Total | | | 518 | 44 8 % | 256 49 % | 218 43 % |

FRÉQUENCE

Leur survenue est rare comme en témoignent les différentes séries de la littérature [4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18] (tableau I).

CLASSIFICATION

■ Fractures du col du fémur

La classification de Delbet, complétée par Touzet [17], est encore d'actualité : elle est simple, mais ne rend pas suffisamment compte de la diversité de l'atteinte des zones de croissance.

On distingue quatre types (fig 2) :

- type I : 6 % des cas d'après Tachdjian [16] ; il s'agit d'un décollement épiphysaire du noyau céphalique ; une fois sur deux, le déplacement est très important et l'épiphyse se luxe en arrière (fig 2B) ;
- type II : 50 % des cas, ou fracture transcervicale (le trait siège à la partie moyenne du col) ;
- type III : 31 % des cas, ou fracture basicervicale ; ces lésions peuvent être subdivisées en quatre sous-types selon le rapport du trait de fracture et le cartilage de conjugaison trochantérien (fig 2C) ;
- type IV : 13 % des cas ; il s'agit d'une fracture pertrochantérienne extracapsulaire parfois très déplacée.

■ Fractures des trochanters

Il s'agit de l'avulsion du grand ou du petit trochanter.

■ Fractures sous-trochantériennes

Elles entrent dans le cadre des fractures hautes diaphysaires.

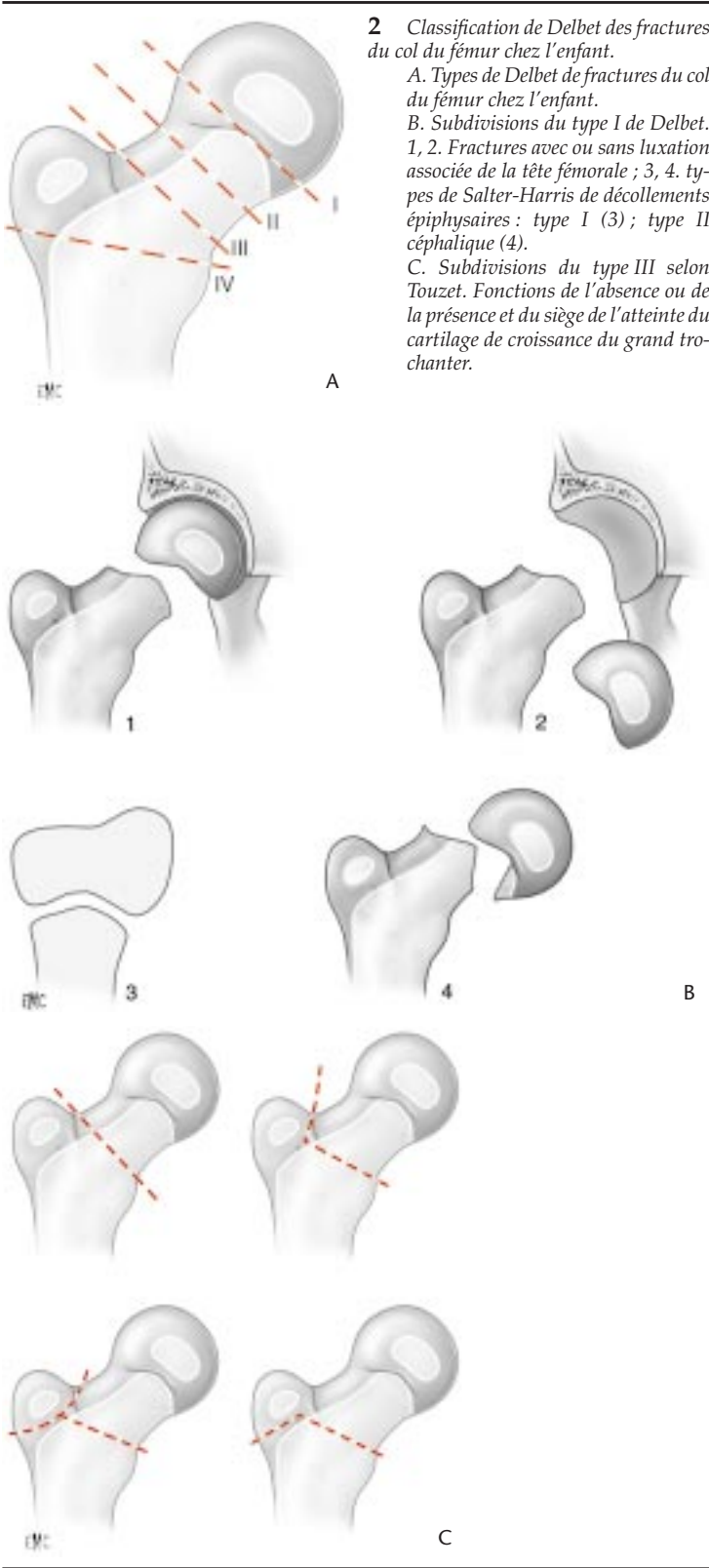
Traitement

PRINCIPES

Les principes sont :

- la ponction de l'hémarthrose ;
- la réduction précise ;
- la stabilisation.

La ponction de la hanche traumatisée est réalisée par voie obturatrice au travers de l'insertion ischiatique des muscles



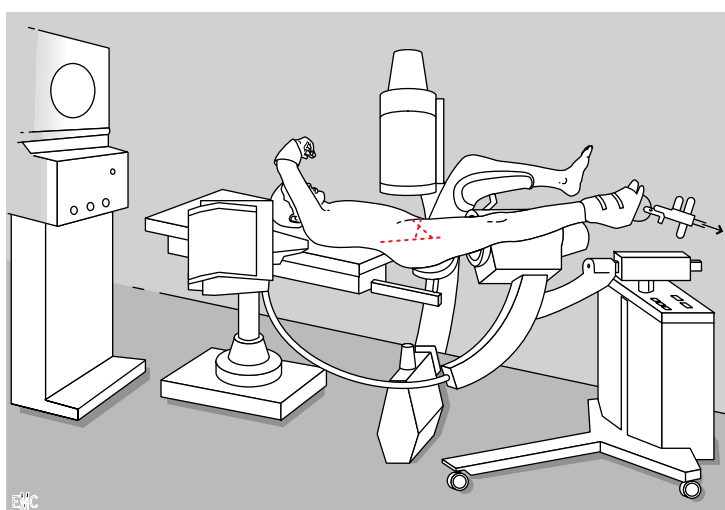
adducteurs, sous contrôle de l'amplificateur de brillance, en décubitus dorsal, en évitant la mobilisation intempestive de la zone fracturaire.

La réduction doit être la plus anatomique possible (cf infra).

La stabilisation est confiée à l'ostéosynthèse en cas de fracture déplacée ou au plâtre dans le cas contraire.

■ Réduction orthopédique

Quelle que soit l'importance du déplacement, c'est sur une table orthopédique avec un ou, si possible, deux amplificateurs de brillance, l'un en incidence de face, l'autre de profil, que l'on doit



3 Installation sur table orthopédique.

juger de la réductibilité d'une fracture transcervicale car les difficultés de réduction sont imprévisibles à la lecture des clichés préopératoires. Ce faisant, on découvre que la réduction est d'une extrême simplicité trois fois sur quatre : tout se résume à la mise en position zéro ou en rotation interne du membre inférieur (fig 3).

Premier temps de réduction

On ne travaille, au départ, que sur l'incidence en profil de hanche, la face n'étant utilisée que pour confirmation. La hanche fracturée est placée en position zéro, c'est-à-dire en abduction modérée, traction et rotation nulles.

En cas d'échec, on utilise la rotation interne de hanche dont on suit l'effet sur l'image télévisée de profil. À ce stade donc, sept fractures sur dix s'avèrent réduites.

Deuxième temps de réduction

Il s'adresse aux trois fractures sur dix qui n'ont pas été réduites lors du premier temps.

On travaille alors à la réduction sur l'incidence de face :

- un varus résiduel de la tête peut nécessiter une abduction modérée de la hanche ;
- une ascension résiduelle du fragment distal peut nécessiter une traction légère.

Abduction ou traction ne sont nécessaires qu'une fois sur dix.

Au total, par positionnement très simple du membre inférieur sur la table orthopédique, on obtient la réduction de huit fractures sur dix.

Troisième temps de réduction

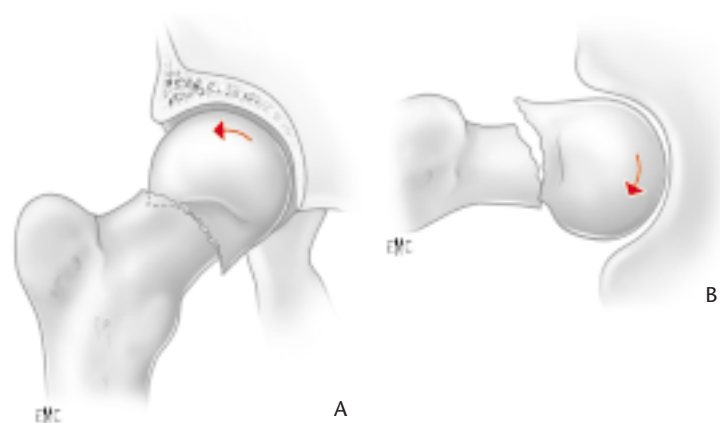
Il s'adresse aux deux fractures sur dix qui restent non réduites et qui nécessitent la mise en œuvre de deux techniques spécifiques.

• Manœuvre de Leadbetter

Technique.

Elle s'effectue en trois temps réalisés de façon enchaînée et continue : premier temps de mise en flexion, la hanche est portée en flexion à 90° ; deuxième temps de rotation interne ; troisième temps de remise en extension.

- Premier temps de mise en flexion : la hanche est portée en flexion à 90°, sous légère traction (le genou étant fléchi à 90°), tout en effectuant une rotation externe de 30° à 40°.
- Deuxième temps de mise en rotation interne : sur la hanche fléchie à 90°, on passe de la rotation externe à une rotation interne de 30° à 40°, toujours sous légère traction.
- Troisième temps de remise en extension : en relâchant progressivement la traction et en maintenant la rotation interne, la



4 Les deux déplacements accessibles au poinçonnage percutané.

hanche est doucement étendue ; le membre inférieur est refixé à la table et la qualité de la réduction évaluée sur les images télévisées.

Variations.

Il faut, dans la réalisation de cette technique, un certain doigté :

- douceur dans la succession des mouvements effectués ; modération dans la force de traction, dans les degrés de rotation ;
- persévérance : la manœuvre ne réussit parfois qu'à la troisième ou à la quatrième tentative ;
- dosage de la traction :
 - elle est un peu plus forte lors du premier temps de mise en flexion, quand le défaut résiduel est détecté sur l'image en profil de hanche ;
 - elle est un peu plus forte lors du troisième temps de remise en extension lorsque le défaut résiduel se lit sur l'incidence de face ;
 - dosage de la rotation interne : après manœuvre, il faut parfois augmenter ou diminuer légèrement la rotation interne de hanche au vu de l'image de profil.

Résultats.

L'efficacité de la manœuvre de Leadbetter est donc de 50 %. Elle réduit une des deux fractures qui restaient à réduire.

• Poinçonnage percutané du col

Principe.

Toutes les manœuvres décrites jusqu'à présent visent à corriger les déplacements du fragment distal pour l'amener en regard du fragment proximal. Le poinçonnage fait l'inverse : il vise à corriger les déplacements du fragment proximal pour l'aligner sur le fragment distal.

Indications.

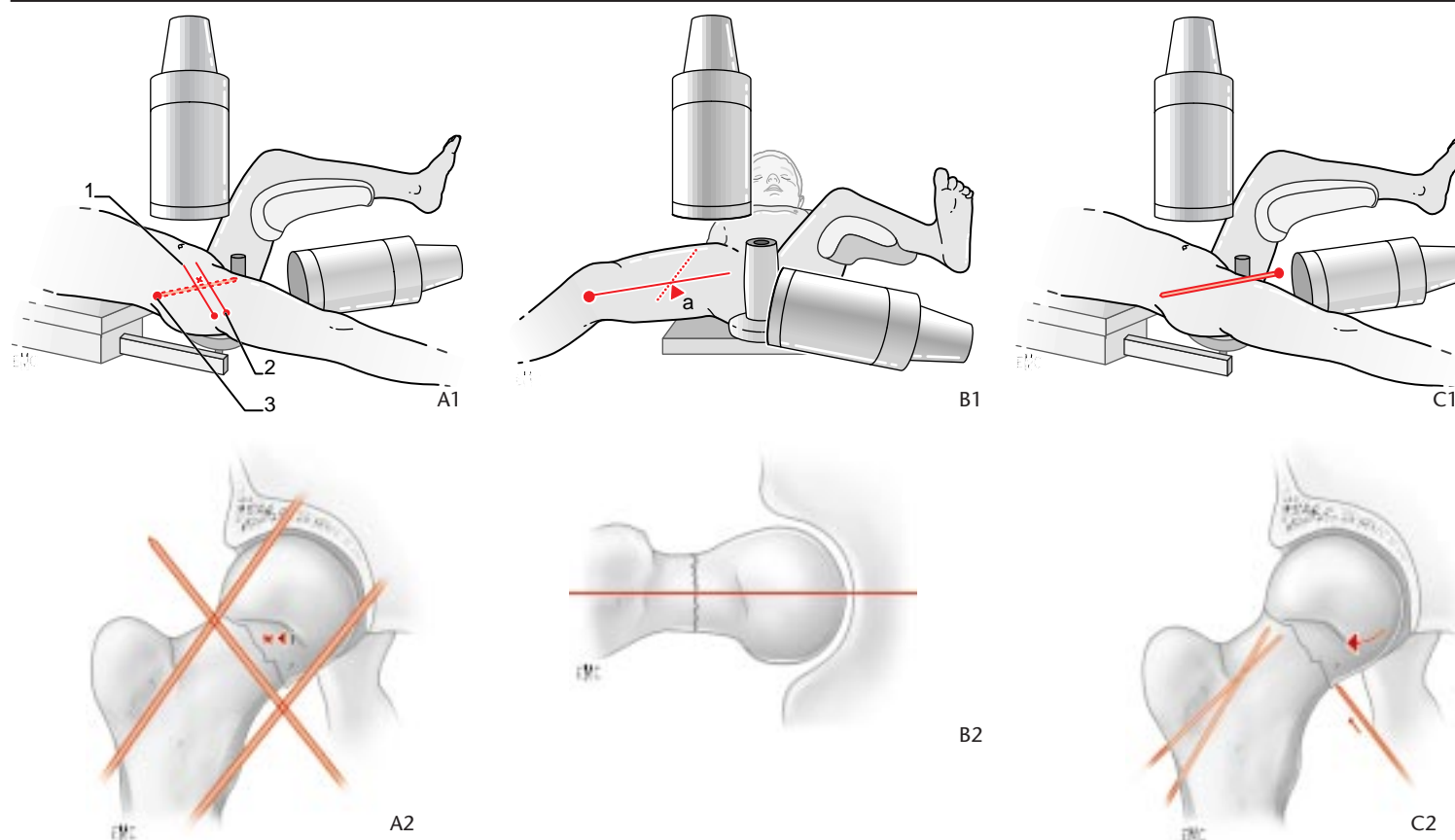
Deux déplacements résiduels sont accessibles à cette technique :

- le valgus résiduel de la tête (fig 4A) ; il est en règle associé à un débord inférieur du fragment cervicocéphalique sur le fragment distal du col (image de « bec ») ;
- la bascule postérieure résiduelle (fig 4B) de la tête fémorale et ce malgré une rotation interne submaximale de hanche.

Technique.

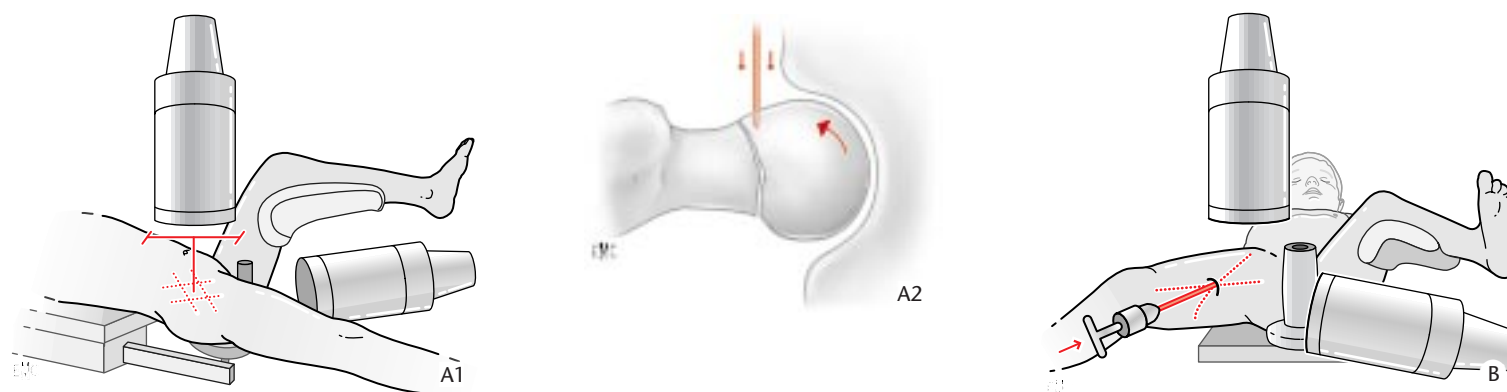
– Voies d'abord : le segment cervical du fragment céphalique est accessible sans danger par deux voies de poinçonnage :

- en cas de bascule postérieure résiduelle, la voie inguinale ; le poinçon prend appui sur la face antérieure du fragment proximal et le repousse en arrière ; dans cette zone, on est toujours largement en dehors de l'axe vasculaire fémoral préalablement repéré par palpation ;
- en cas de valgus résiduel, la voie obturatrice ; le poinçon est introduit à la face interne de la racine de la cuisse ; il permet de prendre appui sur le bord inférieur du fragment proximal et le repousse vers le haut.



5 A. Poinçonnage inguinal : prise des repères cutanés, ponction au point i.
B. Poinçonnage obturateur : prise de repères cutanés de profil.

C. Poinçonnage obturateur : prise de repères cutanés de face.



6 A. Poinçonnage inguinal : technique.

B. Poinçonnage par voie obturatrice : technique.

– Tracé des repères : il est impératif de tracer des repères cutanés pour réduire au maximum le temps d'utilisation des rayons X et pour donner de la précision dans le positionnement du poinçon :

- sur la face antérieure de hanche (fig 5A) sont repérés, par broches longues, la projection cutanée des bords supérieur et inférieur du col, ainsi que le niveau du trait de fracture ; on peut ainsi dessiner, au feutre marqueur, un carré de ponction pour la voie inguinale ;
- sur la face interne de la racine de cuisse (fig 5B), on dessine la projection cutanée de l'axe radioscopique du col fémoral en profil ; puis, à la face antérieure de la hanche (fig 5C), une broche donne la direction pour aboutir au bord inférieur du segment cervical attenant à la tête ; à l'intersection des deux se trouve le point d'entrée pour le poinçonnage par voie obturatrice.

– Matériel :

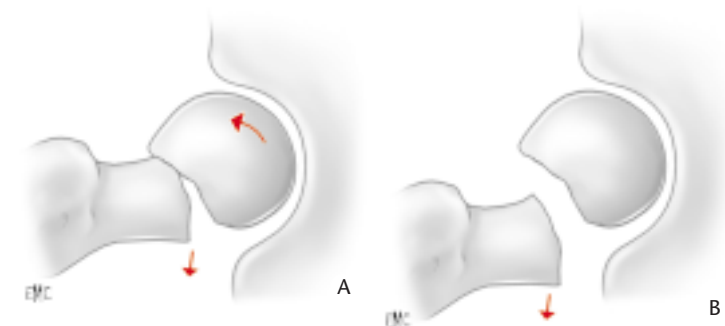
- le poinçon est une broche courte, diamètre 20/10 ou 25 /10 montée sur un nez américain de façon à laisser la main hors du faisceau direct de rayons X ;

- une paire de gants en plomb, de texture allégée et souple, stériles, est systématiquement utilisée (fig 6).

– Réduction : si parfois le poinçon obtient facilement la mobilisation souhaitée, il arrive souvent qu'elle soit insuffisante, voire impossible par accrochage partiel des surfaces fracturaires entre elles. Dans ce cas, il faut savoir demander à l'aide de faire conjointement :

- soit un peu de rotation externe momentanée, le temps du poinçonnage ;
- soit une translation en dehors de la racine de la cuisse grâce à une bande de tissu placée en cravate et que l'aide tire en dehors ;
- soit une traction progressive, sous contrôle scopique, si le fragment distal conserve une ascension résiduelle.

– Fixation temporaire de la réduction : la réduction obtenue par poinçonnage est, huit fois sur dix, précaire ou franchement instable ; il faut alors savoir avoir recours à l'embrochage percutané temporaire du foyer. Étant donné la fréquence de sa nécessité, mieux vaut systématiquement prendre les dispositions suivantes, lorsqu'un



7 Fractures avec déchirure capsulaire grave.
A. Grade I.
B. Grade II.

poinçonnage est envisagé : deux broches montées sur moteur sont successivement enfoncées au travers de la région trochantérienne jusqu'à affleurer le foyer de fracture :

- le poinçonnage est alors mené par l'opérateur et, dès que la fracture est réduite, l'aide enfonce rapidement les broches au travers du foyer dans la tête fémorale ; si possible (selon la taille du col du fémur), une troisième broche complète le montage pour réaliser une triangulation ;
- ces broches de fixation sont recourbées, coupées et enfouies si l'enfant est petit ; sinon, elles serviront au passage des vis perforées (cf infra).

Résultats.

Cette manœuvre est globalement nécessaire dans un cas sur dix fractures déplacées du col du fémur. Bien conduite, elle réussit neuf fois sur dix.

• Choix entre manœuvre de Leadbetter et poinçonnage

Ce problème se pose deux fois sur dix puisque, dans tous les autres cas, la fracture a été réduite par simple réglage de la rotation interne, de l'abduction ou de la traction.

Le choix entre ces deux techniques se fait sur le nombre de défauts de réduction résiduels.

Premier cas.

La réduction reste insuffisante sur plusieurs composantes de déplacement. Autrement dit, elle n'est pas satisfaisante ni de face ni de profil. C'est l'indication d'une manœuvre de Leadbetter. Elle réussit une fois sur deux. En cas d'échec, le bénéfice de la manœuvre n'est pas nul en ce sens qu'il ne subsiste alors qu'une seule composante de déplacement sur l'une des deux incidences télévisées : elle est devenue accessible à un poinçonnage.

Deuxième cas.

La réduction ne reste insuffisante que sur une seule composante de déplacement. C'est l'indication d'un poinçonnage percutané :

- soit par voie obturatrice s'il y a valgus résiduel ;
- soit par voie inguinale s'il y a bascule postérieure résiduelle de la tête.

Cas particulier des fractures avec déchirure capsulaire grave

• Définition

Il s'agit de fractures qui ont une composante très particulière de déplacement : il existe une chute en arrière du fragment distal.

Cette chute en arrière peut prendre schématiquement deux formes :

- soit ce déplacement en arrière se fait sans perte de contact majeure entre les deux surfaces fracturaires ; le fragment cervicocéphalique bascule en antéverson (grade I), cas le plus fréquent (fig 7A) ;
- soit le déplacement en arrière est plus grave (fig 7B) avec perte de contact entre les deux surfaces fracturaires (grade II).

• Intérêt

Il est primordial de reconnaître ces fractures pour les raisons suivantes :

- elles sont relativement fréquentes ;
- elles passent inaperçues ; le diagnostic ne se fait jamais sur le cliché préopératoire dit en « profil chirurgical » de hanche ; il est vraisemblable que l'appui sur la table de radiographie masque l'instabilité postérieure du foyer ;
- le diagnostic est peropératoire ; c'est sur la table orthopédique, lorsque la hanche fracturée n'a plus d'appui postérieur, que le déplacement se fait jour, et encore faut-il savoir être alerté à la lecture de l'image en profil de hanche, car l'aspect est très souvent celui d'une bascule postérieure, mais inversée : on pourrait croire à une inversion d'image !
- la manœuvre de réduction leur est spécifique.

• Réduction de ces fractures

Elle se fait par antépulsion appliquée sur la partie haute de la cuisse, dont on suit l'effet correcteur sur l'image télévisée du profil de hanche :

- antépulsion discrète dans le grade I ;
- antépulsion parfois énergique dans le grade II.

La difficulté vient bien sûr du fait qu'il existe d'autres composantes de déplacement nécessitant fréquemment une manœuvre de Leadbetter ou un poinçonnage. Dans ces cas-là, la fixation temporaire par broches est une nécessité.

Conclusion

- 80 % des fractures transcervicales de type II déplacées sont très aisément réductibles.
 - Les 19 % restants le sont par manœuvre de Leadbetter ou poinçonnage.
 - Il faut savoir, en peropératoire, reconnaître les fractures avec déchirure capsulaire grave (7,7 % des fractures déplacées).
- Au total, 99 % des fractures déplacées sont réductibles.

■ Fixation chirurgicale

Principes

Cette fixation doit se faire au mieux sur une fracture préalablement réduite. Les implants utilisés doivent éviter toute impaction en force. Chez le tout-petit ou du fait de l'exiguïté du col, les broches sont les seuls « implants utilisables ». Chez les enfants plus grands, les broches, si possible filetées, permettent de fixer provisoirement le foyer de fracture, mais c'est aux vis spongieuses qu'est confiée la stabilisation définitive. Ces vis sont munies de rondelles et on préfère les vis spongieuses à filetage court pour obtenir, si possible, une compression du foyer de fracture.

Si le respect du cartilage articulaire est bien sûr absolu, il n'en est pas de même pour le cartilage de croissance sous-capital. Celui-ci doit être franchi par des broches, uniquement si l'enfant est âgé de moins de 13-14 ans, sinon par des vis dans les décollements épiphysaires, ainsi que dans certaines fractures de type II de Delbet à fragment métaphysaire proximal trop court.

Techniques opératoires

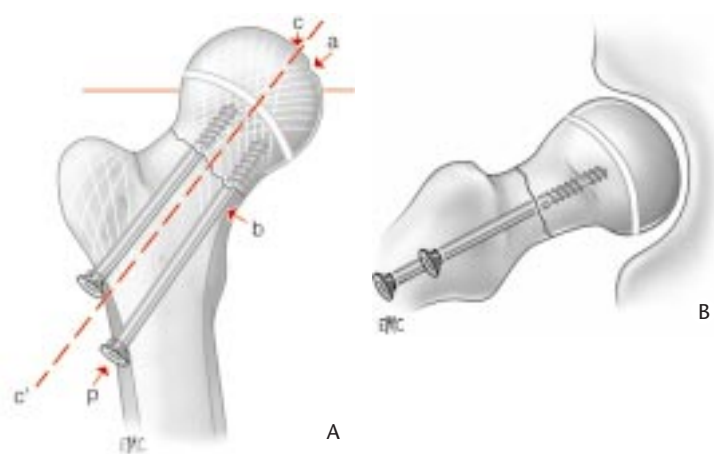
• Broches

Elles sont introduites au moteur par voie externe sous amplificateur de brillance ; on réalise un montage en triangulation ; elles sont ensuite coupées, recourbées et enfouies. On utilise si possible des broches filetées pour mettre en compression le foyer de fracture.

• Vis

Principe du vissage.

Il s'agit d'un vissage « parallèle » par deux vis.



8 Principe du vissage, les vis respectent le cartilage de croissance. a. Point céphalique ; b. point cervical ; p. point de pénétration de la vis dans la corticale externe du fémur ; cc'. axe cervicocéphalique.

Il est impératif de respecter scrupuleusement les règles de leur positionnement de façon à obtenir un ancrage sur le maximum de longueur possible, en fonction du type anatomique de la fracture.

– La vis distale sur l'incidence télévisée de face (fig 8A) doit :

- aboutir au point céphalique « a » qui est légèrement au-dessous de l'axe médian de la tête ; un bon repère est la fossette du ligament rond, la vis aboutit à son bord inférieur ;
- passer par le point cervical « b » qui est au sommet de l'arc de l'éperon de Merkel ; la vis doit s'appuyer sur cette lame osseuse résistante ; ce sont ces deux points « a » et « b » qui conditionnent la position du point « p » par où la vis pénètre la corticale externe du fémur.

– La vis distale sur l'incidence de profil doit se confondre avec l'axe médian cervicocéphalique. Ce faisant, la vis distale est ancrée dans la zone résistante des travées osseuses de la tête sur un maximum de longueur et s'appuie sur des points « b » et « p » de corticale résistante.

– La vis proximale :

- sur l'incidence de face, pénétrant l'os au-dessus de la précédente, elle a une direction qui lui est globalement parallèle, un peu au-dessus de l'axe cervicocéphalique ; sur les os de grandes dimensions, elle est strictement parallèle à la vis distale ; sur les hanches de petites dimensions, elle est très discrètement convergente, car, sinon, elle s'ancrerait dans une zone très périphérique de la tête, donc sur une longueur trop courte ;
- sur l'incidence de profil (fig 8B), elle se confond elle aussi avec l'axe médian cervicocéphalique ; il s'agit donc d'un montage parallèle sur la face, superposé sur le profil ;
- il s'agit d'un vissage guidé ;
- le point important est donc de parfaitement positionner les broches-guide ; ce positionnement des broches, pour être rigoureux, doit s'aider de la prise de repères cutanés.

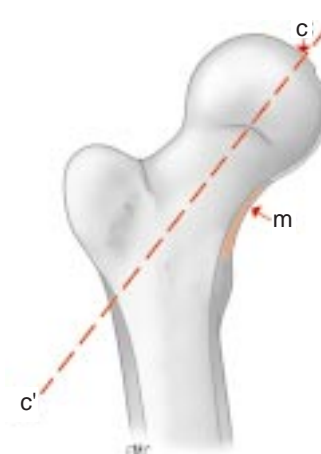
Tracé des repères cutanés.

Il faut tracer, sur la peau de la face antérieure puis externe de la cuisse, la projection radioscopique de repères osseux grâce à l'utilisation de broches posées à même la peau.

Préalable au traçage cutané, les points de repères : l'axe cervicocéphalique qui coupe le cartilage de la tête au point « c » (fig 9).

– Repères pour la vis distale :

- tracé de sa direction sur la hanche de face : points « a » et « b » (fig 10A) ; la broche est positionnée au niveau de l'aine de façon que sa projection scopique se fasse selon les points « a » et « b » ; sa direction est dessinée et la broche est fixée par deux morceaux de sparadrap ;



9 Préalable au traçage cutané, les points de repère : axe cervicocéphalique (cc') qui coupe le cartilage de la tête au point c ; éperon de Merkel (m).

– tracé du niveau de pénétration osseuse : point « p » (fig 10B) ; une deuxième broche est placée perpendiculaire à la cuisse sur sa face antérieure de façon que sa projection scopique passe par le point « p », point où la broche précédente croise la face externe de la diaphyse fémorale ; on dessine cet aplomb sur la face externe de la cuisse ;

– tracé de sa direction sur la hanche de profil (fig 10C) ; une broche est appliquée selon l'axe longitudinal de la face externe de la hanche et de la cuisse jusqu'à ce que sa projection scopique coïncide avec l'axe cervicocéphalique ; cette direction est dessinée ; on est parfois surpris par cette direction qui est nettement orientée d'avant en arrière en cas de forte rotation interne donnée à la hanche lors de la réduction ; son dessin est tout à fait impératif, car elle est un précieux repère pour connaître le niveau antéropostérieur de pénétration osseuse des vis sur la face du fémur exposée par l'incision :

- une direction descendante impose un point de forage plutôt antérieur ;
- une direction horizontale impose un point de forage médian ;
- une direction ascendante, un point de forage plutôt postérieur.

– Contrevenir à cette précaution exposerait à poser des vis dont la direction sur le profil ne coïnciderait pas avec l'axe cervicocéphalique : il en résulterait un ancrage trop périphérique dans la tête fémorale.

– Repères pour la vis proximale : on se borne à dessiner son niveau de pénétration osseuse sur l'incidence de face par un trait parallèle au trait correspondant de la vis distale à un ou deux travers de doigt au-dessus de lui.

Voie d'abord.

Le vissage percutané est préférable, sauf si la stabilisation de la fracture a nécessité la pose de broches préalables. En effet, il arrive très souvent de devoir retoucher de 1 à 2 mm l'emplacement d'un point osseux d'entrée parce qu'imposant une direction défectueuse à la broche soit sur la face, soit sur le profil.

De telles retouches, impératives, ne peuvent être menées de façon très précise que sur une diaphyse fémorale découverte.

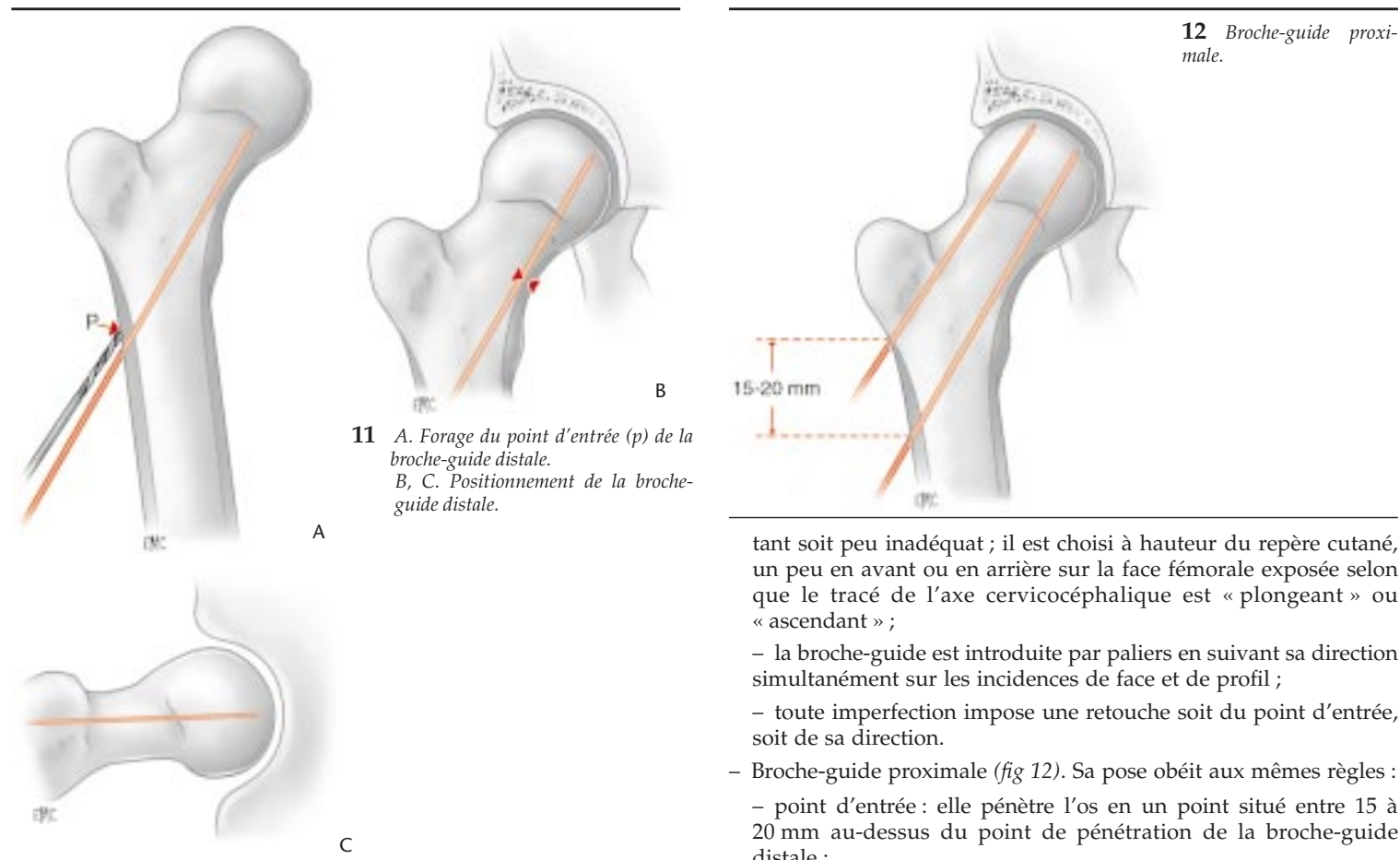
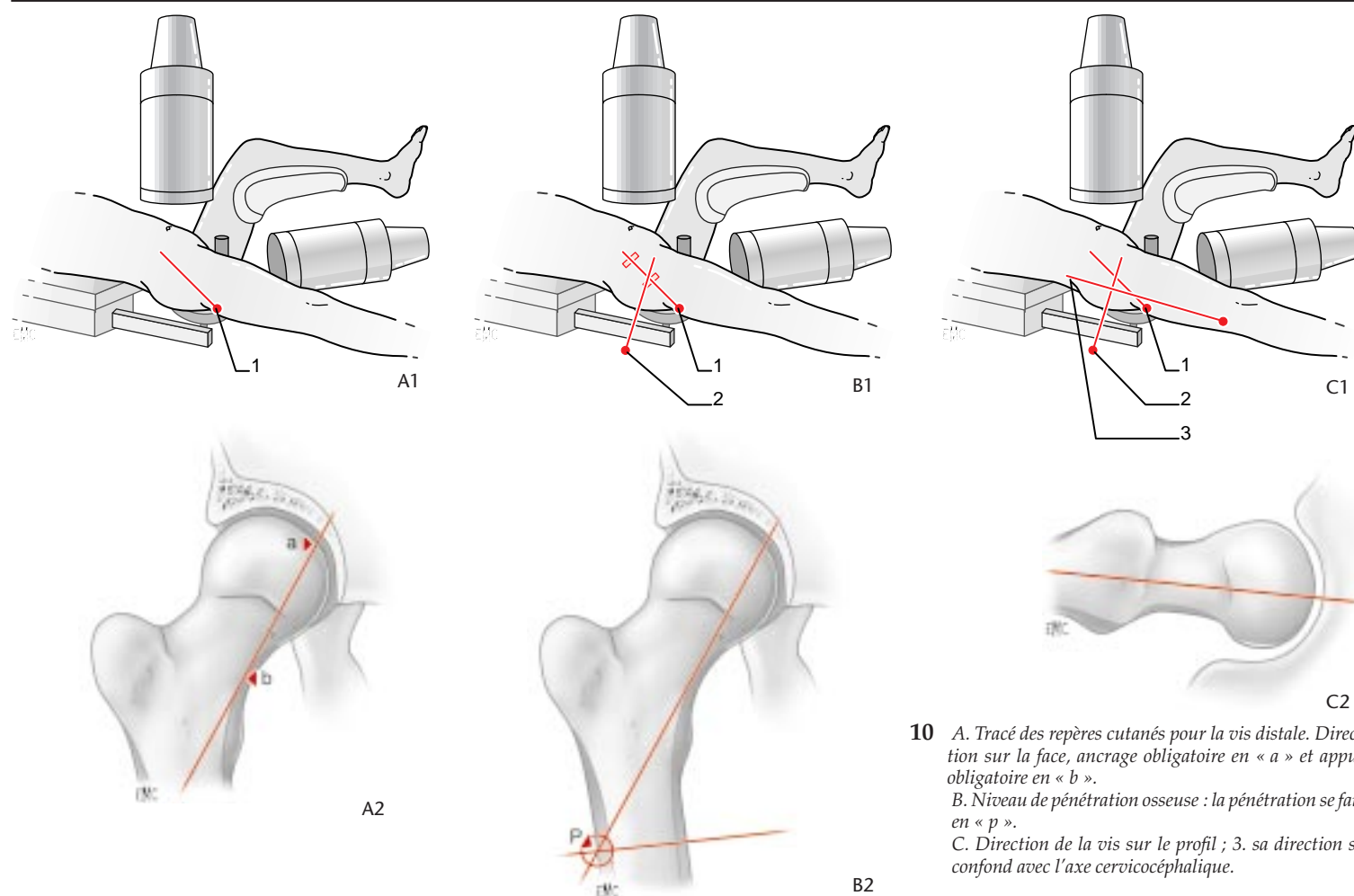
Dans ce cas, il s'agit d'une voie d'abord externe transmusculaire de l'extrémité supérieure du fémur sur 4 à 5 cm (selon l'épaisseur du pannicule adipeux du patient).

Temps de vissage.

– Pose des broches-guide. C'est, avec la réduction, le temps fondamental de l'intervention ; il faut y passer le temps nécessaire pour que le point d'introduction parfaitement choisi leur permette une direction et un ancrage céphalique parfaits.

– Broche-guide distale (fig 11) :

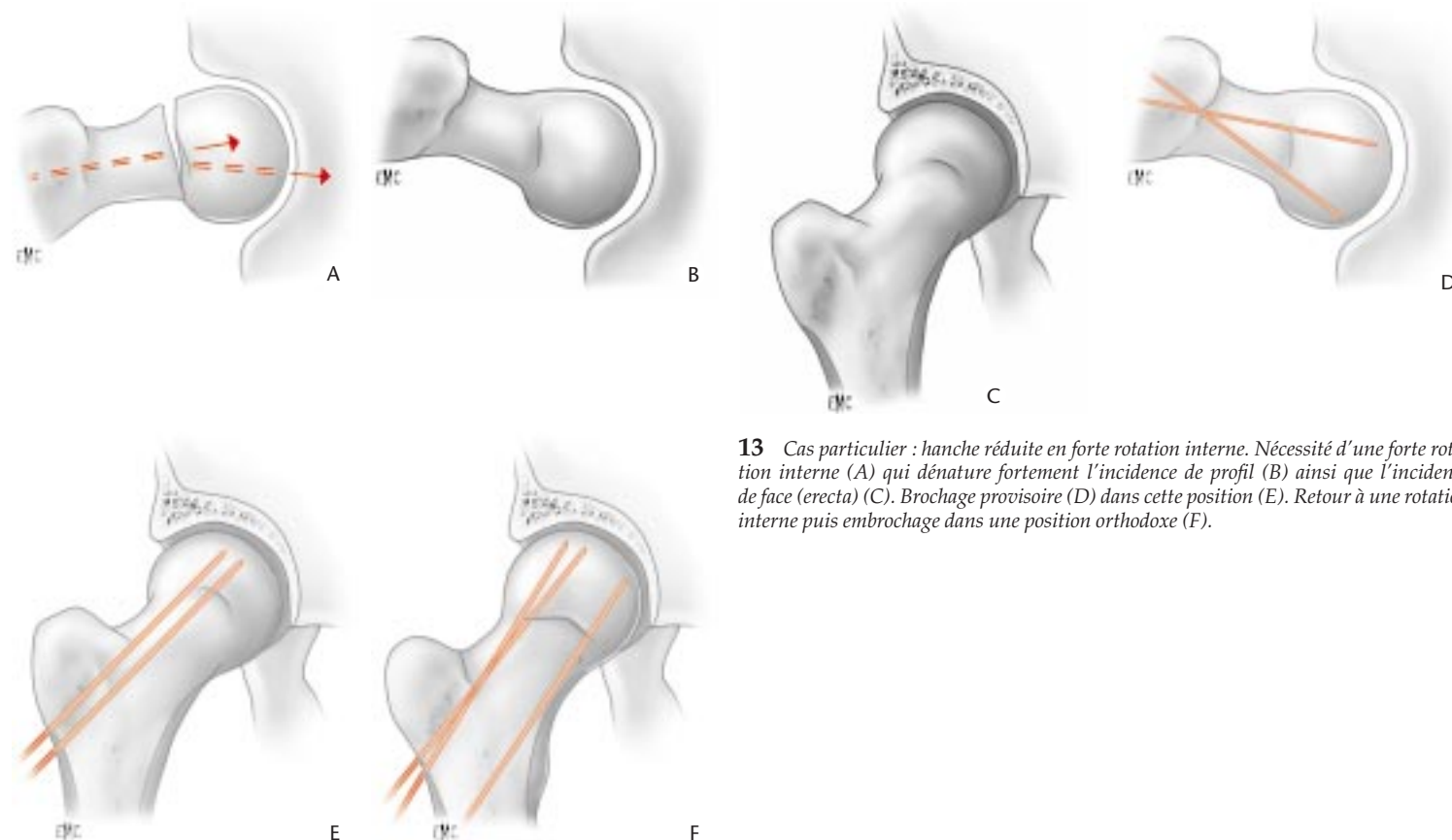
- le point d'entrée osseux est foré à la mèche de diamètre 3,2 de façon à s'autoriser un changement de position s'il s'avérait un



tant soit peu inadéquat ; il est choisi à hauteur du repère cutané, un peu en avant ou en arrière sur la face fémorale exposée selon que le tracé de l'axe cervicocéphalique est « plongeant » ou « ascendant » ;

- la broche-guide est introduite par paliers en suivant sa direction simultanément sur les incidences de face et de profil ;
- toute imperfection impose une retouche soit du point d'entrée, soit de sa direction.

- Broche-guide proximale (fig 12). Sa pose obéit aux mêmes règles :
 - point d'entrée : elle pénètre l'os en un point situé entre 15 à 20 mm au-dessus du point de pénétration de la broche-guide distale ;



13 Cas particulier : hanche réduite en forte rotation interne. Nécessité d'une forte rotation interne (A) qui dénature fortement l'incidence de profil (B) ainsi que l'incidence de face (erecta) (C). Brochage provisoire (D) dans cette position (E). Retour à une rotation interne puis embrochage dans une position orthodexe (F).

– direction :

- sur le profil : elle doit se confondre avec la précédente ;
- sur la face : elle lui est globalement parallèle (ou discrètement convergente en cas de hanche de faibles dimensions) ; en effet, elle ne doit pas aboutir dans une zone trop polaire supérieure de la tête où l'ancrage se ferait et en os de qualité médiocre et sur une trop faible longueur.

– Cas particulier : la hanche réduite en forte rotation interne. Dans ce cas, la hanche n'est vue ni en face ni en profil stricts sur les images scopiques, aussi un positionnement des broches paraissant correct peut-il s'avérer défectueux lorsque la hanche est remise en position zéro. Une fois les broches-guide en place et donc le foyer stabilisé, il faut supprimer la rotation interne : si les broches s'avèrent alors mal positionnées, il faut en replacer deux de façon correcte avant d'enlever les premières (fig 13).

– Vissage : s'il faut savoir passer tout le temps nécessaire pour un positionnement parfait des broches-guide, le vissage en lui-même est d'une grande rapidité grâce à la qualité du matériel ancillaire (fig 14).

– Fermeture : elle se fait plan par plan sur un drain de Redon disposé sous le fascia lata (en cas de chirurgie à ciel ouvert).

• Vis-plaques

Il faut utiliser un implant de taille adaptée à celle de l'enfant type vis-plaque de Glorion-Bonnard (fig 15). Ses limites sont :

- l'âge : 4-5 ans au minimum, 12 ans au maximum ;
- le poids du patient : maximum 45 kg ;
- la longueur minimale du col : 40 mm ;
- la longueur maximale du col : 90 mm.

• Autres

On utilise un cerclage ou un haubannage pour les avulsions du grand trochanter. Ce matériel est ôté précocement, à consolidation

radiologique chez l'enfant de moins de 12 ans, pour éviter une épiphysiodèse précoce de cette zone de croissance.

■ Immobilisation plâtrée

L'immobilisation plâtrée se fait toujours par plâtre pelvicrucro-pédieux quand la stabilité obtenue par l'ostéosynthèse n'est pas suffisante.

Dans le cas contraire, les suites opératoires sont les suivantes :

- lever au fauteuil à j1 ;
- marche sans appui à j2 et pendant 2 à 3 mois à l'aide de cannes anglaises ;
- mobilisation activopassive du membre inférieur par kinésithérapeute et sortie à j4.

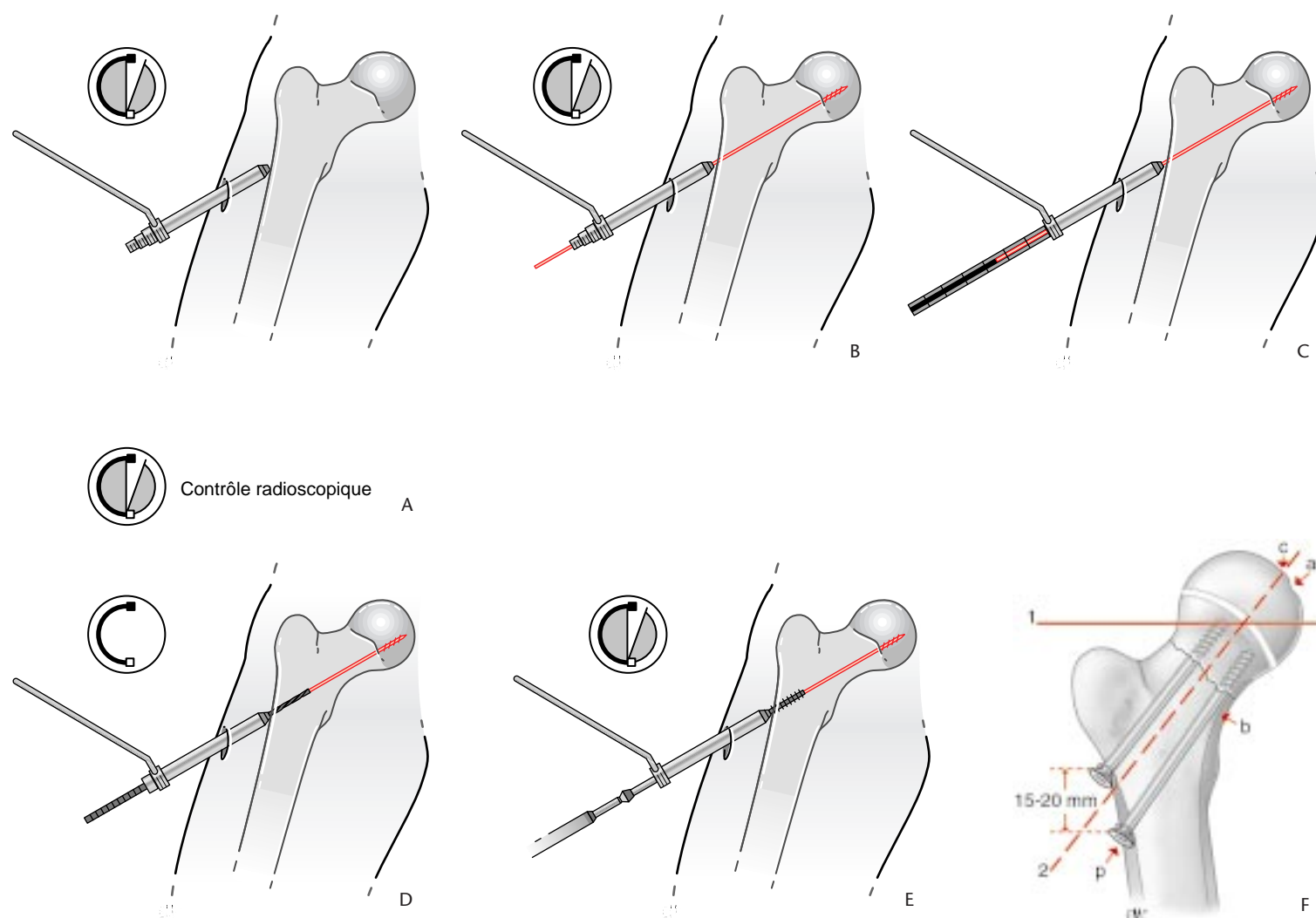
Une traction collée antalgique peut être utilisée pendant quelques jours en postopératoire.

INDICATIONS

Rappelons qu'il s'agit souvent d'un enfant polytraumatisé. Il faut, si le diagnostic de fracture du col est déjà fait, ne pas compromettre le pronostic de cette fracture par des manipulations intempestives dans le contexte de l'urgence vitale traitée en priorité.

Le traitement orthopédique par plâtre pelvi-bi-crucro-pédieux n'est plus réservé qu'aux fractures non déplacées à trait horizontal de type II de Delbet et aux décollements épiphysaires de type I peu déplacés pour lesquelles une réduction orthopédique douce peut être réalisée.

Certains auteurs [1, 3, 6] prônent, dans tous les cas, la ponction systématique de hanche évacuatrice de l'hémarthrose qui réalise une véritable tamponnade et aurait tendance à aggraver les phénomènes ischémiques de la tête fémorale. Il est cependant remarquable de noter que les nécroses les plus fréquentes surviennent dans les fractures très déplacées où la capsule est le plus souvent lacérée et où une hémarthrose ne peut se collecter et devenir compressive. Il reste cependant prudent de la proposer.



14 Insertion de vis par voie percutanée.

A. Procéder à une incision et séparer les tissus mous par voie obtuse jusqu'à l'os. Introduire l'assortiment de guide-mèches destiné à l'insertion par voie percutanée pour vis perforées et le pousser jusqu'à la corticale proche de l'incision, à travers les tissus mous. Contrôle à l'écran de brillance.

B. Retirer le trocart. Sous contrôle à l'écran de brillance, introduire la première broche conductrice à pointe fileté à travers le guide-mèche intérieur et la faire pénétrer à la profondeur et la position voulues. Pour éviter tout glissement, le guide-mèche peut être impacté dans l'os à l'aide de légers coups de marteau jusqu'à ce que les dents aient pris dans l'os. Pour le perçage, faire tourner le moteur à la vitesse maximale afin de réduire autant que possible le déplacement par rapport à l'orientation prévue. Lors de l'insertion, vérifier, à des intervalles courts, l'avance de la broche conductrice à l'aide de l'écran de brillance.

C. Retirer les deux guide-mèches intérieurs. À travers la douille protectrice, faire glisser la jauge de profondeur sur la broche conductrice. Relever directement la longueur de vis appropriée et la profondeur maximale d'insertion.

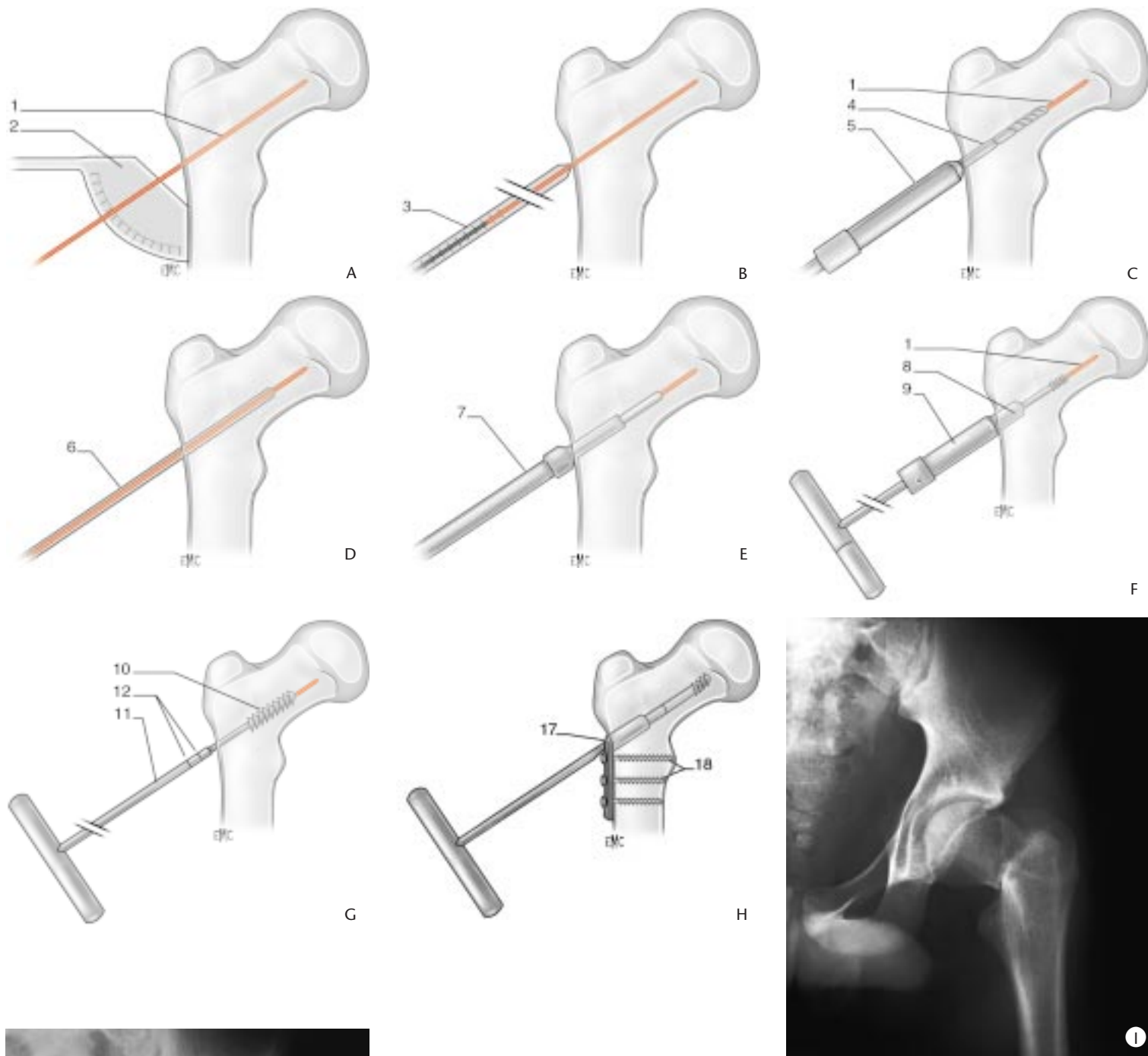
D. Placer le guide-mèche à l'intérieur de la douille protectrice. Procéder au perçage à l'aide de la mèche perforée et sous contrôle de l'écran de brillance. Retirer le guide-mèche. Il suffit de se laisser guider par la broche conductrice afin d'éviter que la mèche se coince. Pour ne pas extraire la broche conductrice par inadvertance, veiller à retirer vers l'arrière, lentement et dans l'axe, la broche, le moteur étant en marche avant. En cas de besoin, procéder au taraudage du trou dans la corticale proche de l'incision à travers la douille protectrice à l'aide du taraud perforé. Si l'os est dur, tarauder sur toute la longueur non fileté de la broche conductrice.

E. Choisir une vis perforée de la longueur correspondante (selon l'étape C). À travers la douille protectrice, faire glisser la vis sur la broche conductrice et serrer la vis à l'aide du tournevis perforé à six pans. L'utilisation d'une rondelle permet d'éviter que la tête de la vis s'enfonce dans l'os. Cependant, ces rondelles ne peuvent pas être mises en place à travers la douille protectrice. Avant de faire glisser la rondelle sur la broche conductrice, retirer la douille protectrice.

F. Le bon montage : les deux vis affleurent le cartilage de conjugaison, la vis inférieure reste nettement en dessous (a) de l'axe cervicocéphalique (2) et elle s'appuie sur l'épéron de Merckel (b) (1. équateur) ; sur le profil, les deux vis sont strictement médianes et superposées.

G. Exemple de vissage percutané (fracture du col du fémur de type III).





15 Vis-plaque de Glorion-Bonnard.

- A. Mise en place de la broche-guide (1) à l'aide du visseur (2).
 B. Mesure de la longueur de la vis céphalique à l'aide du mesureur (3).
 C. Forage guidé par la broche-guide (1) à l'aide de la tarière (4). La butée (5) de la tarière protège le cartilage de croissance cervicocéphalique d'une éventuelle perforation.
 D. Mise en place du guide (6) de la deuxième tarière.
 E. Forage du logement du canon de la plaque à l'aide de la deuxième tarière (7).
 F. Taraudage du logement de la vis céphalique, à l'aide du taraud (8), guidé sur la broche (1). La butée (9) protège le cartilage de croissance cervicocéphalique.
 G. Mise en place de la vis céphalique (10) avec le porte-vis (11). Les deux marques (12) permettent un ajustement de la pénétration de la vis. À la fin du vissage, la corticale fémorale externe doit être entre ces deux marques. Le manche du porte-vis doit être vertical en fin de course.
 H. Après solidarisation temporaire de la diaphyse et de la plaque par un davier, mise en place de la vis de compression (17), des vis de fixation diaphysaire (18).
 I. Fracture du col du fémur de type II.
 J. Ostéosynthèse par vis-plaque.



Dans tous les autres cas, une réduction est d'abord réalisée :

- par arthrotomie première et reposition « à vue » dans les décollements épiphysaires avec luxation céphalique ;
- par réduction sur table orthopédique dans les autres cas.

L'ostéosynthèse réalisée (cf supra) se fait en préférant une voie antéroexterne à une voie externe centrée sur la région sous-trochantérienne, qui permet en effet l'arthrotomie antérieure, facilite la visée du col et corrige de petits défauts de réduction.

Toutes ces manœuvres doivent être extrêmement douces sans bien sûr utiliser d'écarteur à pointe autour du col fémoral. Un décollement associé, apophysaire, du grand trochanter doit bénéficier d'un vissage ou d'un cerclage. Un plâtre pelvicuropédieux est laissé 2 mois chez les plus jeunes et 3 mois chez les plus âgés, si l'ostéosynthèse n'est pas suffisamment solide.

La remise en charge, même partielle, ne doit pas s'effectuer avant le troisième ou quatrième mois, et seulement à condition que la radiographie ne montre plus d'image du trait de fracture.

La scintigraphie est un bon examen pour apprécier la vitalité de la tête fémorale. Nous la préconisons à j10 post-traumatique pour servir d'examen de référence puis avant la remise en charge (troisième mois postopératoire) pour vérifier l'absence de nécrose céphalique. En cas de « trou » scintigraphique céphalique, il est licite de retarder la remise en charge.

CAS PARTICULIERS

Les fractures des trochanters sont traitées par le repos alité pendant la période algique, sauf en cas de déplacement important pour lequel on réalise un cerclage ou un vissage du grand trochanter.

Les fractures sous-trochantériennes sont souvent très déplacées (en abduction et flexion du fragment proximal du fait des muscles fessiers et du muscle psoas iliaque respectivement).

Chez le petit enfant de moins de 5 ans, une traction au zénith de 15 jours suivie d'un plâtre pelvidorsopédieux est suffisante.

Entre 5 et 12 ans, un embrochage centromédullaire élastique est indiqué, puis, plus tard, un enclouage verrouillé supérieur comme chez l'adulte.

Conclusion

Le traitement chirurgical des fractures cervicales a fait, ces dernières années, des progrès indiscutables : l'ostéosynthèse en urgence permet de donner à la tête fémorale toutes ses chances de revascularisation ; le taux actuel de nécrose ne devrait plus être lié qu'aux lésions vasculaires initiales non accessibles à un quelconque geste chirurgical.

Références

- [1] Boitzky A. Treatment of fractures in children and adolescent. Berlin : Springer-Verlag, 1980 : 254-267
- [2] Bollini G, Labriet C, Jouve JL, Dick R, Tallet JM, Jacquemier M et al. Fractures du col du fémur chez l'enfant dans les fractures des membres chez l'enfant. In : Monographie du GEOP. Montpellier : Sauramps Médical, 1990 : 295-313
- [3] Bonneville P, Cahuzac JP. Traitement chirurgical des fractures récentes et anciennes du col fémoral de l'adulte et de l'enfant. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-traumatologie, 44-610, 1998 : 1-12
- [4] Bouyala JM, Bollini G, Clement JL, Tallet JM, Lieutaud D. Les fractures transcervicales de l'enfant. À propos de 50 cas. *Rev Chir Orthop* 1986 ; 72 : 43-49
- [5] Canale ST, Bourland WL. Fracture of the neck and intracapsular region of the femur in children. *J Bone Joint Surg Am* 1977 ; 59 : 431-433
- [6] Canale ST, King RE. Fracture in children. Philadelphia : JB Lippincott, 1991 : 1046-1120
- [7] Chong KC, Chacha BP, Lee BT. Fractures of the neck of the femur in children and adolescence. *Injury* 1976 ; 7 : 111
- [8] Chung SM. The arterial supply of the developing proximal end of the human femur. *J Bone Joint Surg Am* 1976 ; 58 : 960-970
- [9] Duhaime M, Lascombes P. Pronostic des fractures du col de fémur de l'enfant. *Chir Pédiatr* 1984 ; 25 : 152-160
- [10] Heiser JM, Oppenheim WL. Fracture of the hip in children. Report of six cases. *Clin Orthop* 1980 ; 149 : 177-184
- [11] Kay SP, Hall JE. Fractures of the femoral neck in children and its complications. *Clin Orthop* 1971 ; 80 : 53
- [12] Lacheretz M, Vigier JE, Degrendel JP. Fractures intracapsulaires du col du fémur chez l'enfant. À propos de 24 cas. *Chirurgie* 1984 ; 110 : 538-545
- [13] Lam SF. Fractures of the neck of the femur in children. *J Bone Joint Surg Am* 1971 ; 53 : 1165-1179
- [14] Pforringer W, Rosemeyer B. Fractures of the hip in children and adolescents. *Acta Orthop Scand* 1980 ; 51 : 91
- [15] Ratliff AH. Complications after fractures of the femoral neck in children and their treatments. *J Bone Joint Surg Br* 1970 ; 52 : 175
- [16] Tachdjian MO. Pediatric orthopedics. Philadelphia : WB Saunders, 1990 : 3231-3247
- [17] Touzet PH, Rigault P, Padovani JP, Pouliquen JC, Mallet JF, Guyonvarch G. Les fractures du col du fémur chez l'enfant. *Rev Chir Orthop* 1979 ; 65 : 341-349
- [18] Weiner DS, O'Dell HW. Fracture of the hip of children. *J Trauma* 1969 ; 9 : 62

Fractures du massif trochantérien (prothèse fémorale exceptée)

V Pibarot
J Bejui-Hugues

Résumé. – La fracture du massif trochantérien est une urgence chirurgicale différée, devant idéalement être opérée dans les 48 heures.

Cette fracture met en jeu le pronostic vital chez le sujet âgé et le pronostic fonctionnel chez le jeune patient. Les moyens d'ostéosynthèse sont nombreux, mais d'emblée deux grands concepts se sont développés : l'ostéosynthèse totalement intraosseuse et l'ostéosynthèse périphérique d'un ancrage cervicocéphalique intraosseux.

La mise en charge immédiate n'est pas obligatoire et différer l'appui peut transformer le devenir fonctionnel, surtout chez la personne âgée. Le lever précoce, voire immédiat, reste l'impératif et non la mise en appui et ce, quel que soit l'âge.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : fracture, massif trochantérien, ostéosynthèse, vis-plaque DHS, vis-plaque de Judet, clou Gamma, clou d'Ender, complications.

Introduction

Aujourd'hui, l'indication chirurgicale d'une fracture du massif trochantérien ne se discute pas. Les choix de la technique chirurgicale et du matériel d'ostéosynthèse alimentent parfois les débats.

Cette proposition n'a pour vocation ni de passer en revue l'ensemble des matériels d'ostéosynthèse ou d'en faire l'historique, ni de réaliser l'apologie d'un matériel ou d'une technique, mais plutôt de guider le chirurgien dans ses choix : choix du type d'ostéosynthèse, choix du matériel en pleine connaissance des paramètres à privilégier.

Choisir un matériel ou une technique d'ostéosynthèse est le résultat d'un compromis entre l'état général et fonctionnel initial du patient et l'ostéosynthèse théorique à disposition, de manière à poser une indication thérapeutique performante. La description des techniques d'ostéosynthèse à ce niveau a pour but d'en optimiser la pose et par conséquent le résultat fonctionnel.

Rappels

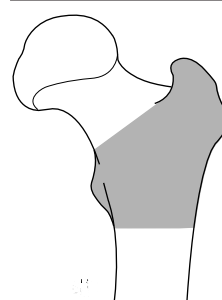
ÉPIDÉMIOLOGIE

Les fractures du massif trochantérien représentent 65 % des fractures de la hanche et leur incidence est de 100/100 000 habitants selon l'Insee en 1994 [2]. Cette pathologie est un véritable fait de société expliqué par l'accroissement régulier de l'espérance de vie et de l'ostéopathie fragilisante qui l'accompagne. Le coût direct moyen du traitement d'une fracture pertrochantérienne était d'environ 25 000 francs en 1995 [9, 31]. Ces fractures gardent un pronostic grave avec plus de 20 % de décès à 1 an [1].

Vincent Pibarot : Chef de clinique-assistant.

Jacques Bejui-Hugues : Professeur des Universités, praticien hospitalier.

Service de chirurgie orthopédique, hôpital Edouard Herriot, 5, place d'Arsonval, 69437 Lyon cedex 03, France.



1 Région trochantérienne.

DÉFINITION DE LA RÉGION TROCHANTÉRIENNE

La région trochantérienne s'étend de la base d'implantation du col fémoral, juste en dedans de la fossette digitale et du bord supérieur du petit trochanter, à une ligne horizontale passant du sommet de l'entonnoir métaphysodiaphysaire proximal du fémur au bord inférieur du petit trochanter (fig 1). Par conséquent, les fractures trochantérodiaphysaires et sous-trochantériennes hors propos ne sont pas développées.

VASCULARISATION

La vascularisation de l'épiphyse fémorale proximale du fémur est riche : on parle d'une « éponge vasculaire », état favorisant la consolidation osseuse. Il existe un double réseau vasculaire richement anastomosé :

– le réseau périphérique constitué par les deux artères circonflexes : antérieure, issue de l'artère de la cuisse profonde (artère circonflexe latérale de la cuisse) et postérieure, issue de l'artère fémorale superficielle (artère circonflexe médiale de la cuisse). La circonflexe antérieure s'anastomose sur la face postéroexterne du grand trochanter avec la circonflexe postérieure ; elle donne l'artère antérieure du col et l'artère antérieure du grand trochanter dont les rameaux gagnent les orifices vasculaires situés au niveau de la ligne

intertrochantérienne antérieure. La circonflexe postérieure donne l'artère inférieure du col et un rameau récurrent qui remonte le long de la ligne intertrochantérienne postérieure pour s'anastomoser avec l'artère antérieure du trochanter [5] ;

– le réseau endosté.

CONSOLIDATION OSSEUSE

La région trochantérienne est une région très vascularisée, favorable à la consolidation osseuse : c'est pour cette raison que le traitement orthopédique de ces fractures a été privilégié avant que la fiabilité nécessaire de l'ostéosynthèse ne soit démontrée.

La région trochantérienne comporte peu d'os cortical, en dehors du pilier interne du petit trochanter, et essentiellement de l'os spongieux. C'est donc l'ostéogenèse centrale endostée et membraneuse qui prédomine. La consolidation haversienne enchondrale, plus longue, se produit au niveau du pilier cortical interne lorsqu'il est réduit (les contraintes en pression lui étant favorables).

La consolidation osseuse est d'autant meilleure que la fracture est réduite anatomiquement et que les fragments fracturaires sont ostéosynthés au contact, avec l'utilisation de matériel monobloc ou très rigide. Dans le cas de l'ostéosynthèse dynamique, la coaptation du foyer, due à une mise en charge précoce, favorise la consolidation par télescopage des fragments mais peut aussi aboutir à des démontages d'ostéosynthèse imparfaite. La consolidation de l'os spongieux peut se faire en 45 jours, celle de l'os cortical en 3 à 6 mois.

BIOMÉCANIQUE

La région trochantérienne est l'exemple du modelage osseux dû aux contraintes [2]. Cette organisation architecturale a bien été illustrée par Pauwels [27]. La forme de « S » italique que prend le trajet des contraintes dans le plan frontal se retrouve aussi dans le plan sagittal. Ce système de courbure alternée est conforme à la loi d'Euler régissant la résistance d'une colonne en fonction du nombre de ses courbures ($R_n = n^2 + 1$). C'est dans la partie interne et postérieure de la région trochantérienne que les travées osseuses sont les plus épaisses, tout comme la corticale qui les recouvre en s'épaississant du bord inférieur du col fémoral à la corticale diaphysaire (contraintes en compression). Le grand trochanter est contenu dans une corticale mince car il s'y applique seulement la traction du moyen fessier (contraintes en distraction).

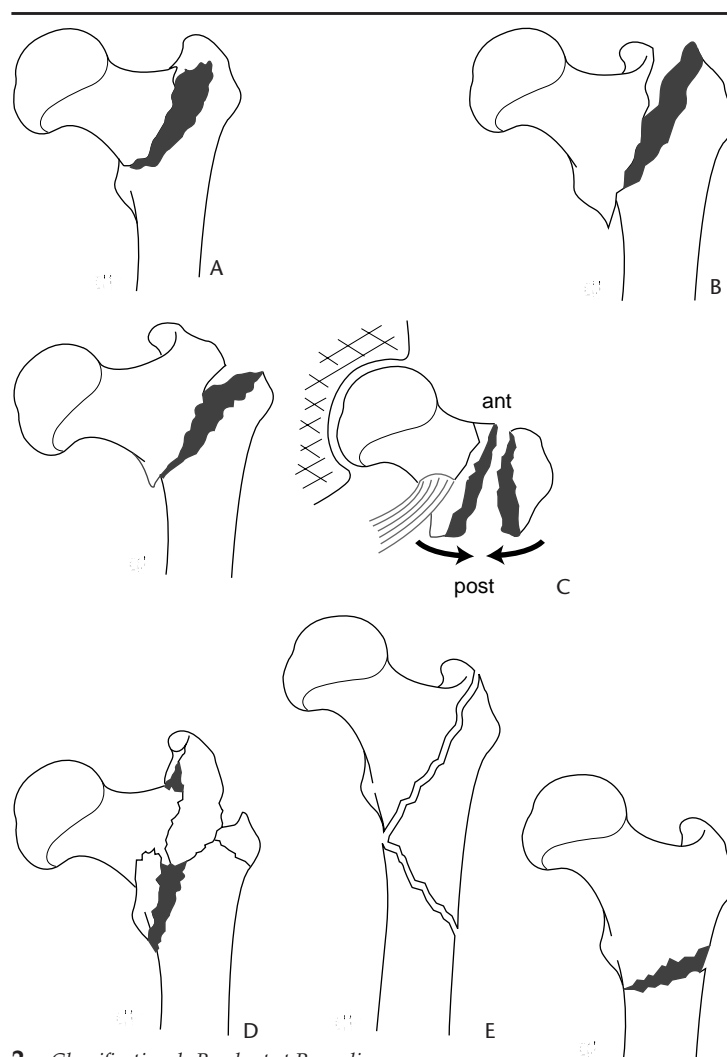
Briot [8] insiste sur la notion de « plaque postérieure » dont l'altération est facteur d'instabilité. La plaque postérieure comprend la paroi postérieure de la région trochantérienne (représentée par la crête trochantérienne et le petit trochanter) et une corticale osseuse, relativement mince comprise entre les deux branches externe et interne de la ligne à pre fémorale.

Les contraintes varisantes et en rotation sont les plus néfastes à la consolidation et doivent être neutralisées efficacement par l'ostéosynthèse alors que la hanche est le sommet d'un cône de circumduction [2, 8].

Les facteurs d'instabilité d'une fracture du massif trochantérien sont :

- la comminution du foyer fracturaire ;
- l'atteinte du pilier antéro-interne (*calcar* des Anglo-Saxons), la séparation du petit trochanter, l'atteinte de la console externe et l'atteinte de la plaque postérieure [8] ;
- l'orientation du trait de fracture par rapport à l'axe mécanique du membre inférieur qui passe en dedans ;
- l'extension du trait de fracture à la diaphyse (fracture trochantérodiaphysaire).

Quelles que soient les techniques utilisées, la stabilité de l'ostéosynthèse d'une fracture pertrochantérienne dépend aussi étroitement des qualités mécaniques de l'os, souvent déficientes chez le sujet âgé ostéoporotique.



2 Classification de Bombart et Ramadier.
A. Fracture cervicotrochantérienne.
B. Fracture pertrochantérienne simple.
C. Fracture d'Ottolenghi.
D. Fracture pertrochantérienne complexe.
E. Fracture trochantérodiaphysaire.
F. Fracture sous-trochantérienne.
Ant : antérieur ; Post : postérieur.

CLASSIFICATION

Si les classifications sont si nombreuses [15, 16, 17], c'est parce qu'aucune n'est vraiment satisfaisante et ne permet d'intégrer totalement les éléments qui interviennent dans une indication opératoire.

Toutes ces classifications multipliant groupes et sous-groupes nous paraissent trop complexes pour être utilisées au quotidien.

C'est pourquoi nous nous efforçons de distinguer les fractures stables des fractures instables en nous appuyant sur la classification de Bombart et Ramadier [4] (fig 2), précisant en plus les fractures trochantérodiaphysaires et sous-trochantériennes, hors propos ici.

■ Fractures stables

- Fractures cervicotrochantériennes (26 %).
- Fractures pertrochantériennes simples, parmi lesquelles se situe la fracture extradigitale d'Ottolenghi [26] (fracture d'Ottolenghi : le trait de fracture, plus latéral que dans la forme habituelle, laisse sur le fragment proximal toutes les insertions des muscles rotateurs externes de la hanche, entraînant alors une ouverture postérieure du foyer de fracture).

■ Fractures instables

- Fractures pertrochantériennes complexes (27 %).
- Fractures trochantérodiaphysaires et sous-trochantériennes (12 et 7 %).

La classification de l'AO, plus complexe, plus complète, plus précise, est intéressante pour comparer des séries réalisées par différents opérateurs.

Moyens d'ostéosynthèse des fractures trochantériennes

GÉNÉRALITÉS

Leur nombre est grand mais il nous paraît important de distinguer d'emblée l'ostéosynthèse interne à foyer fermé (enclouage) de l'ostéosynthèse interne à foyer ouvert (vis-plaque, plaque vissée, lame-plaque, clou-plaque...). Le principal avantage des implants centromédullaires est un bras de levier des forces varisantes beaucoup plus court, autorisant ainsi une possibilité de mise en charge plus précoce.

■ Ostéosynthèse interne à foyer fermé

Elle préserve l'hématome périfracturaire favorable à la consolidation. Elle est peu hémorragique et nécessite un abord peu étendu à distance du foyer de fracture :

- abord proximal sus-trochantérien latéral pour le clou Gamma et ses dérivés (clou Trochantéric, clou IMHS...).
- abord distal supracondylien médial pour les clous d'Ender.

Certains peuvent considérer la trépanation du sommet du grand trochanter et la mise en place de la vis cervicocéphalique du clou Gamma comme un véritable abord du foyer fracturaire.

■ Ostéosynthèse interne à foyer ouvert

Elle entraîne la perte de l'hématome périfracturaire (hémorragique) par un abord fémoral latéral plus ou moins extensif, permettant la mise en place de la partie diaphysaire, de la *dynamic hip screw* (DHS), THS, Frelock, clou-plaque ou lame-plaque.

Nous détaillons les techniques chirurgicales d'utilisation des matériels suivants : clou d'Ender ; clou Gamma ; vis-plaque DHS ; plaque vissée de Judet (fig 3A, B).

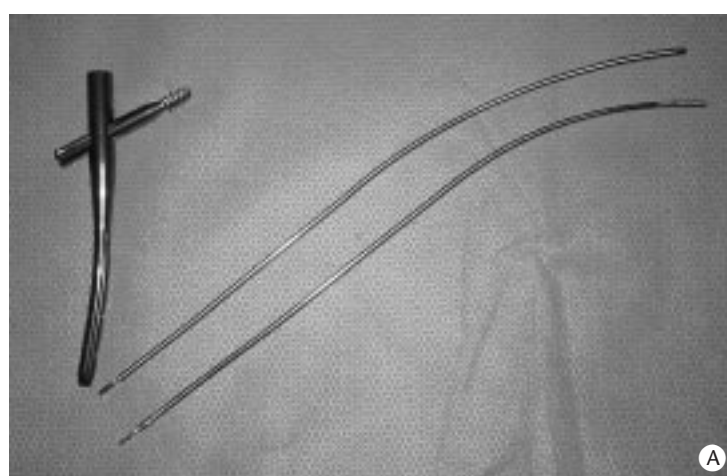
■ Matériels

Les matériels d'ostéosynthèse sont actuellement en acier inoxydable austénitique amagnétique. Leur composition est précisée dans la norme française NFS 9040 de 1981. Dernièrement sont apparus sur le marché des matériels en alliage de titane dont l'intérêt principal est la possibilité de réaliser des imageries par résonance magnétique (IRM) sans artefacts dus au matériel. En revanche, la rigidité du matériel est diminuée et son coût augmenté.

■ Réduction des fractures

Deux techniques sont possibles, soit l'utilisation de la table orthopédique, soit l'ouverture du foyer en décubitus latéral (voie de Watson-Jones). Nous recommandons l'utilisation de la table orthopédique.

Quelle que soit la technique chirurgicale retenue, l'étape préalable à la mise en place du matériel d'ostéosynthèse est la réduction de la fracture et/ou des axes sur la table orthopédique. Certains installent le patient en décubitus latéral, sur le côté sain, sur table orthopédique, la cuisse saine fléchie à 90° et un appui est appliqué à la face postérieure de la cuisse saine. Le membre inférieur fracturé est tracté par un brodequin, la rotule est positionnée dans le plan vertical. L'utilisation de l'amplificateur de brillance (face-profil) est indispensable pour contrôler la qualité de la réduction. Cette installation facilite l'intervention en absence d'aide opératoire, ou en cas de patient obèse. La plupart du temps, le patient est installé en décubitus dorsal et la réduction s'obtient sous contrôle scopique en portant le membre inférieur fracturé en légère abduction (10°), rotation interne, de telle sorte que la rotule soit au zénith. La traction



3 A. Clou Gamma, clou d'Ender.
B. Vis plaque « dynamic hip screw » (DHS) (à gauche). Plaque vissée de Judet (à droite) modifiée Letournel (à gauche).

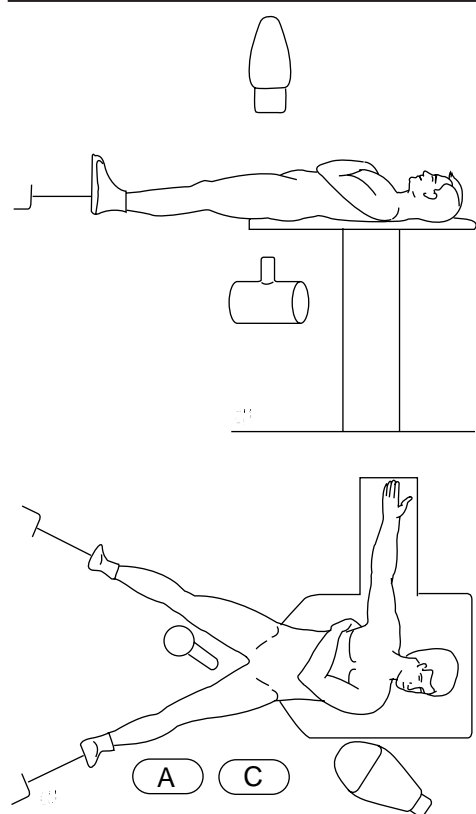
sur le membre est modérée et se fait par l'intermédiaire d'un brodequin ; nous n'utilisons pas de traction transosseuse. La mise en place d'un clou Gamma impose de porter le membre inférieur en légère adduction pour rendre plus accessible le sommet du grand trochanter. Le contrôle radiographique de la réduction se fait sur la face et obligatoirement sur le profil. Débuter l'ostéosynthèse avec une fracture partiellement réduite complique toujours sérieusement la mise en place du matériel et surtout hypothèque la qualité du résultat anatomique final (fig 4).

Dans le cas d'une fracture extradigitale d'Ottolenghi ^[26], la manœuvre de réduction est partiellement identique car le membre inférieur doit être placé d'abord en rotation externe pour aligner les extrémités fracturaires.

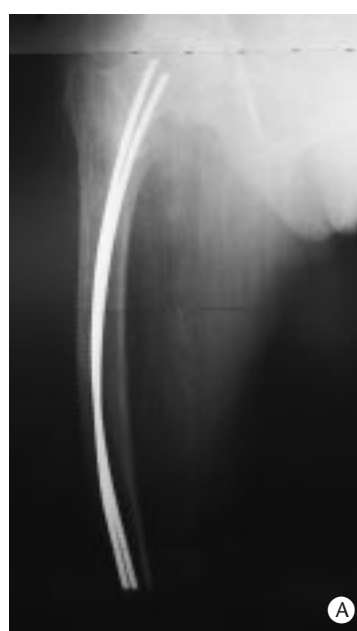
La réduction doit être « anatomique », c'est-à-dire restaurer des angles cervicodiaphysaires d'antéversion fémorales. Cela n'est pas toujours facile ni possible. Il faut parfois savoir se contenter mais aussi rechercher une réduction avec impaction ^[3], une réduction avec médialisation ^[13] ou une réduction en valgus ^[30] (télescopage-pénétration de Küntscher) en sachant que, dans ce dernier cas, il existe un risque d'allongement si la coaptation n'est pas suffisante.

Dans la réduction avec impaction ^[3] le fragment cortical est poussé par la corticale interne du fragment diaphysaire. Elle n'est possible qu'en absence de comminution du pilier interne.

La réduction avec médialisation proposée par Dimon ^[13] est utile pour éviter la pénétration du matériel d'ostéosynthèse dans la tête



4 Installation patient-chirurgien pour les ostéosynthèses par plaque « dynamic hip screw » (DHS), plaque vissée de Judet et clou Gamma des fractures trochantériennes. A : aide ; C : chirurgien.



6 A. Enclouage d'Ender, positionnement idéal.
B. Risque de protrusion céphalique.



fémorale au cours des fractures instables avec fragilité osseuse. Le positionnement peut être difficile et nécessite un matériel cervicocéphalique de faible longueur.

Dans la réduction en valgus^[30], la fracture doit être hyperréduite à 150°-160° avec l'aide d'un clou et nécessite un démontage du foyer de fracture, donc s'adresse par définition aux fractures particulièrement instables à plusieurs fragments. On assiste à un véritable télescopage cervicodiaphysaire qui nécessite régularisation osseuse, ténotomies, libération étendue (fig 5).

ENCLOUAGE ÉLASTIQUE D'ENDER

Technique ancienne apparue en 1969^[15], moins utilisée aujourd'hui car peut-être trop exigeante, elle permet encore l'ostéosynthèse de fracture du massif trochantérien dans des circonstances difficiles et doit être maîtrisée encore aujourd'hui.

Le principe est de mettre en place trois clous précourbés, après trépanation osseuse au-dessus du condyle fémoral médial afin de cathétériser la diaphyse jusque dans la tête fémorale. Le clou s'appuie sur le fémur en trois points :

- dans la tête fémorale ;
- sur la corticale latérale de la diaphyse fémorale ;
- sur la face extérieure de la corticale médiale de la métaphyse fémorale distale.

Le triple appui est indispensable pour une bonne stabilité du montage et pour éviter la migration secondaire des clous, souvent reprochée à cette méthode (fig 6A, B)^[20, 29, 33].

■ Installation du patient

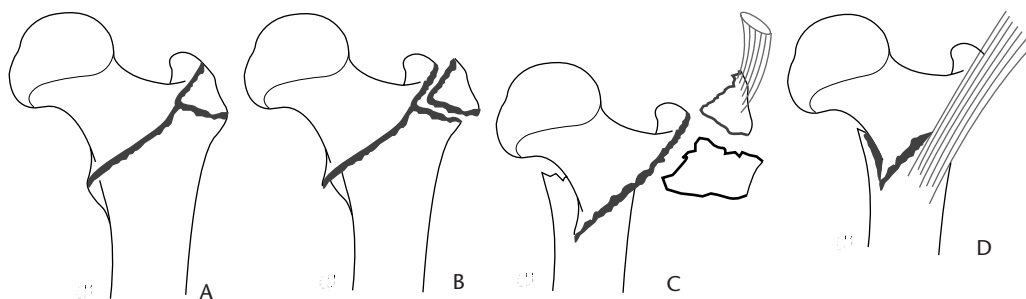
Le patient est installé sur la table orthopédique, en décubitus dorsal, le membre sain mis en abduction maximale. En cas de raideur excessive, il peut être nécessaire de fléchir le genou et la hanche saine, permettant ainsi de dégager le maximum d'espace pour l'opérateur et l'amplificateur de brillance.

Le chirurgien se place entre les deux membres inférieurs, l'aide opératoire se situe en dehors du membre inférieur traité au niveau du genou et aide lors de la trépanation osseuse en faisant contre-appui.

L'utilisation de l'amplificateur de brillance (1 ou 2) pour les incidences de face et de profil est indispensable (fig 7).

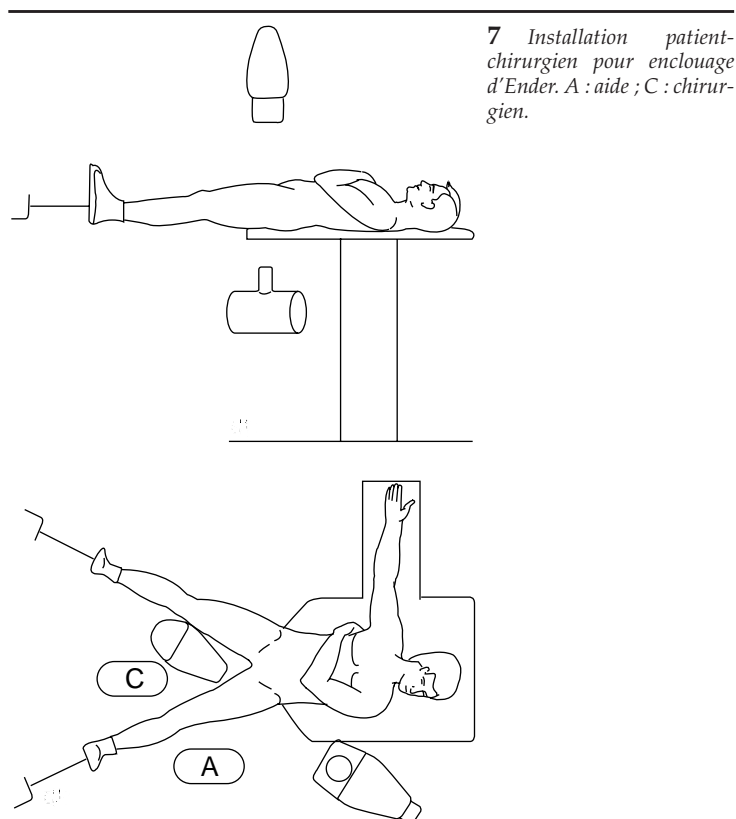
■ Réduction de la fracture

C'est l'étape importante de l'intervention, source de problèmes peropératoires ultérieurs si elle est insuffisante ou négligée. Il ne faut pas hésiter à y consacrer du temps. La réduction doit être contrôlée de face et de profil sous amplificateur de brillance. Dans la majorité des cas, la réduction de la fracture ne pose pas de problème compte

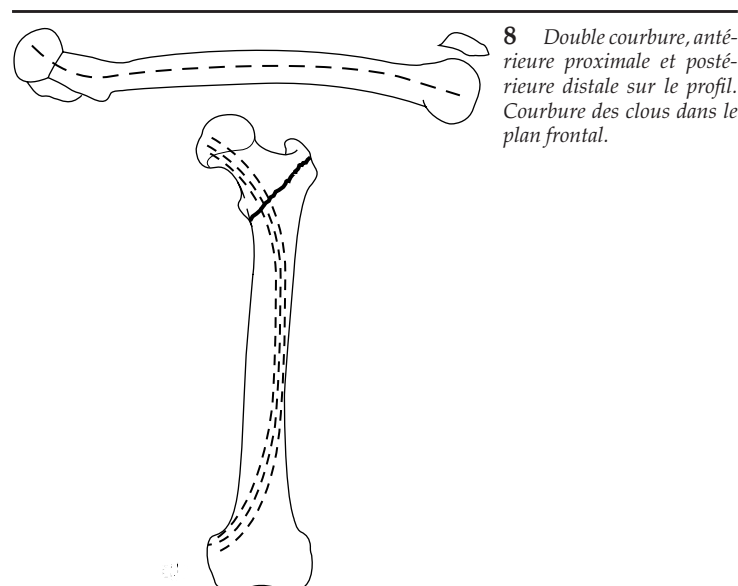


5 Quatre modes de réduction des fractures trochantériennes.

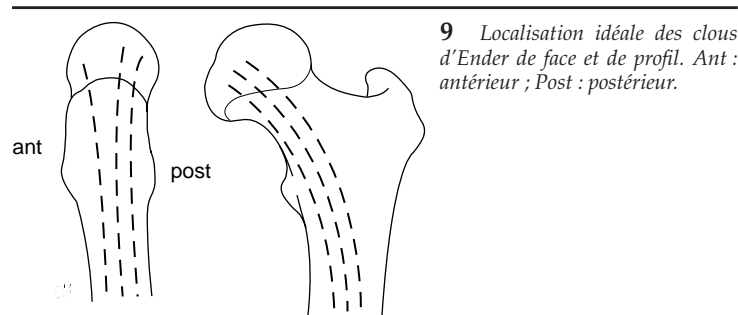
- A. Réduction anatomique.
- B. Réduction par impaction.
- C. Réduction avec médialisation.
- D. Réduction par télescopage-pénétration.



7 Installation patient-chirurgien pour enclouage d'Ender. A : aide ; C : chirurgien.



8 Double courbure, antérieure proximale et postérieure distale sur le profil. Courbure des clous dans le plan frontal.



9 Localisation idéale des clous d'Ender de face et de profil. Ant : antérieur ; Post : postérieur.

tenu de l'environnement musculaire et périosté, favorisant un ligamentotaxis efficace. La réduction se fait par traction axiale modérée, la hanche en abduction d'environ 10° et le pied en rotation interne de telle sorte que la rotule soit au zénith. Parfois, il est nécessaire de mettre le membre inférieur en adduction. Habituellement, plus la fracture est comminutive, plus la réduction et la montée des clous sont faciles. Avant la mise en place des champs, le bon verrouillage de toutes les poignées de la table orthopédique doit être vérifié.

■ Mise en place des champs

Il s'agit de champs carrés qui exposent complètement la face médiale des deux tiers inférieurs de la cuisse et du genou. L'amplificateur de brillance est recouvert stérilement.

■ Abord

L'incision cutanée est longitudinale, de 8 à 10 cm en supracondylien médial, à mi-distance du bord antérieur et du bord postérieur du condyle médial, s'étendant distalement jusqu'au niveau de l'interligne articulaire pour éviter le frottement cutané des clous. Puis, on pratique la dissection du plan sous-cutané, l'ouverture de l'aponévrose dans l'axe de l'incision cutanée. Le muscle vaste médial est séparé du septum intermusculaire médial à la raspatoire, et relevé à l'aide d'un écarteur contre-coudé.

Il convient de repérer systématiquement les deux vaisseaux métaphysaires transversaux au contact de l'os, que l'on coagule et qui constituent le niveau de la trépanation osseuse. Elle se fait à la pointe carrée et au marteau, à mi-distance entre les bords antérieur et postérieur du fémur. Un point d'entrée trop antérieur expose à la survenue d'une écaïlle antérieure et au risque fracturaire supracondylien. L'orifice de trépanation est élargi à la pince-gouge vers le haut, suffisamment pour pouvoir mettre en place trois clous.

■ Introduction des clous

Prévision de la longueur du clou

En peropératoire, le clou est superposé à la cuisse, ce qui permet de vérifier par contrôle radioscopique que le clou dépasse bien d'environ 1 cm l'interligne coxofémoral.

En général, la longueur en centimètres du clou correspond à la pointure de la chaussure du patient (exemple : clou de 37 cm = patient chaussant du 37). Ceci n'est pas absolu, mais permet une première estimation de la longueur nécessaire en préopératoire.

Courbure du clou (fig 8)

Avant sa mise en place, le clou doit être courbé dans le plan frontal selon l'angle cervicodiaphysaire et dans le plan sagittal en lui donnant une antéverson proximale et une rétrotorsion distale.

Mise en place du clou

Le clou, tenu par le porte-clou, est le plus souvent mis en place à la main. En cas de résistance, le chirurgien peut s'aider de petits coups de marteau accompagnés de petits mouvements de rotation pour éviter toute effraction corticale. Le passage du foyer de fracture se fait sous contrôle de l'amplificateur de brillance sur la face et le profil. Il est souhaitable que l'extrémité du clou se situe en plein centre spongieux de la tête ou dans le quadrant inféro-interne de la tête.

Il est important que les clous soient divergents sur la face mais surtout sur le profil et qu'il n'existe pas de diastasis interfragmentaire majeur, responsable, à la mise en charge, de perforation céphalique. Certains terminent l'intervention par le verrouillage distal des clous par une vis, cherchant à éviter partiellement les problèmes de cal vicieux en rotation et les migrations secondaires. D'autres ont fait strier les clous pour éviter leur migration distale (fig 9) [18, 19].

■ Fermeture

La fermeture de l'aponévrose crurale se fait sur un drain de Redon cousu aspiratif. La fermeture des plans sous-cutanés et cutanés se fait à points séparés ou en surjet. Les radiographies de contrôle sont réalisées avant le réveil du patient (radiographie du bassin de face, de la hanche de profil, du genou de face et de profil, pour vérifier l'absence de refend diaphysaire fémoral distal).

■ Suites postopératoires

La mise en charge du membre est différée de 45 jours, excepté dans les cas de montage particulièrement solide et stable. Le patient est mis au fauteuil dès le lendemain de l'intervention. Le genou est fléchi progressivement en activopassif dès le lendemain de l'intervention.

■ Intérêt de la méthode et indications

C'est une technique peu hémorragique, qui permet de traiter la plupart des fractures trochantériennes (excepté la fracture trochantérodiaphysaire) parfois au prix de cals vicieux en rotation externe.

L'indication principale actuelle est la fracture du massif trochantérien chez un patient particulièrement fragile ou porteur d'une escarre trochantérienne ou sacrée, pour laquelle les autres techniques d'ostéosynthèse sont réfutées du fait du risque septique majeur. Cette technique est utilisée en cas de fracture du massif trochantérien pathologique sur métastase de cancer primitif connu. Le clou d'Ender mis en place après élimination d'une localisation fémorale distale par scintigraphie osseuse permet une stabilisation de la fracture et, surtout, une éventuelle radiothérapie proximale fémorale étant donné l'absence d'abord à ce niveau. Cette technique reste très efficace chez le grand vieillard dont l'état somatique impose un geste rapide et peu agressif.

Ainsi, l'enclouage d'Ender reste une technique efficace qui a vu son application diminuée, mais qui rend des services irremplaçables dans les situations citées ci-dessus.

CLOU GAMMA

Apparu en 1990, développé par l'école strasbourgeoise [17, 21, 22], il s'agit d'un clou centromédullaire court perforé en proximal par une vis cervicocéphalique (fig 10A, B).

■ Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal, sur table orthopédique. Une traction modérée dans l'axe du membre par bottine, rotule au zénith avec une légère adduction (5° - 10°) permet de dégager au mieux le sommet du grand trochanter. La qualité de la réduction doit être contrôlée sous amplificateur de brillance de face et de profil (un amplificateur de brillance ou deux idéalement).

Sur le cliché de face, l'angle cervicodiaphysaire est mesuré pour choisir l'implant le plus approprié.

■ Abord

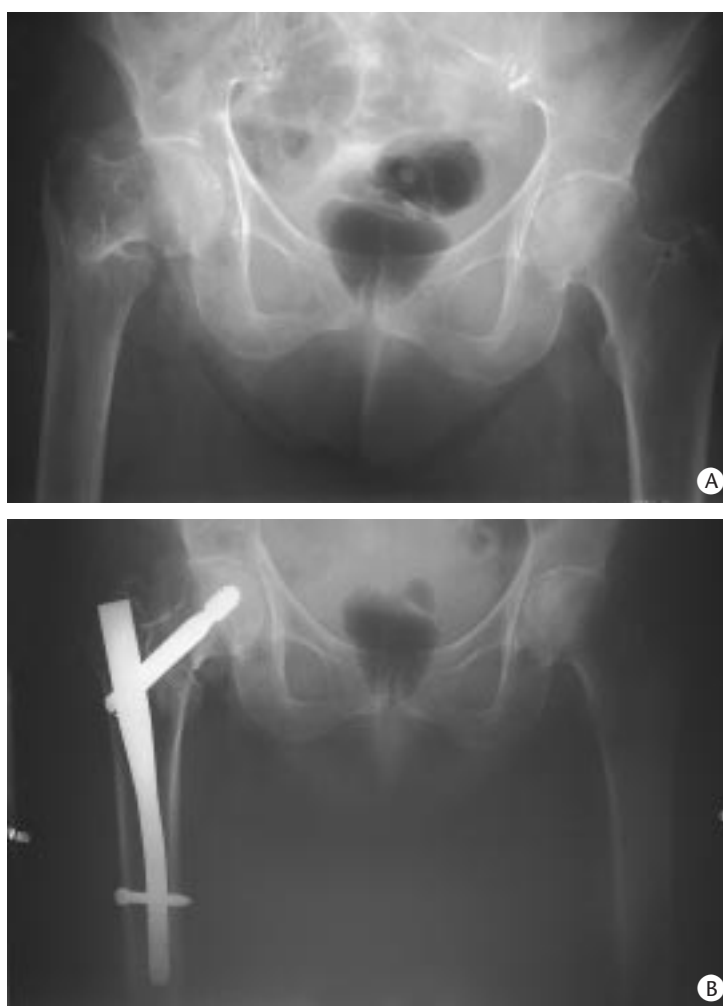
L'incision cutanée est longitudinale, latérale sus-trochantérienne, longue d'environ 5 à 8 cm. On procède à l'ouverture du fascia lata et des fibres du moyen fessier dans leur axe. Les chirurgiens les plus expérimentés trépanent le sommet du grand trochanter après repérage palpatoire de ce dernier. Les autres dégagent le sommet du grand trochanter et le trépanent sous contrôle visuel et scopique, seule manière d'obtenir la bonne situation du point d'entrée fémoral (sommet sur la face et jonction tiers antérieur-deux tiers postérieurs sur le profil) (fig 11).

■ Technique

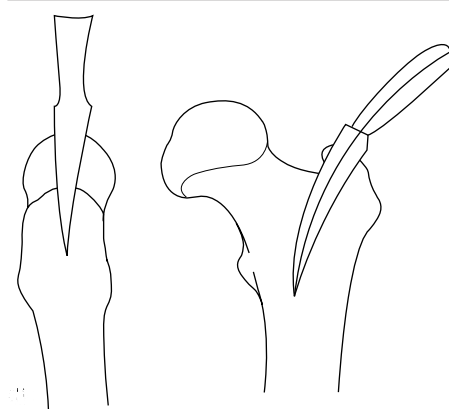
Passage manuel du guide précurbé d'alésage et cathétérisme du canal médullaire jusqu'aux condyles fémoraux contrôlés par amplificateur de brillance de face et profil. Alésage du canal médullaire au moteur de demi-millimètre en demi-millimètre jusqu'au diamètre supérieur de 2 mm à celui du clou choisi (en général 12 mm). Il faut aléser la partie proximale du fémur à 17 mm, d'autant plus que l'os spongieux est dense et la partie distale à 14 mm (si clou de 12 mm) (fig 12).

■ Mise en place du clou

Le clou monté sur son support en carbone est introduit à la main dans le canal médullaire, grâce à des petits mouvements de rotation,



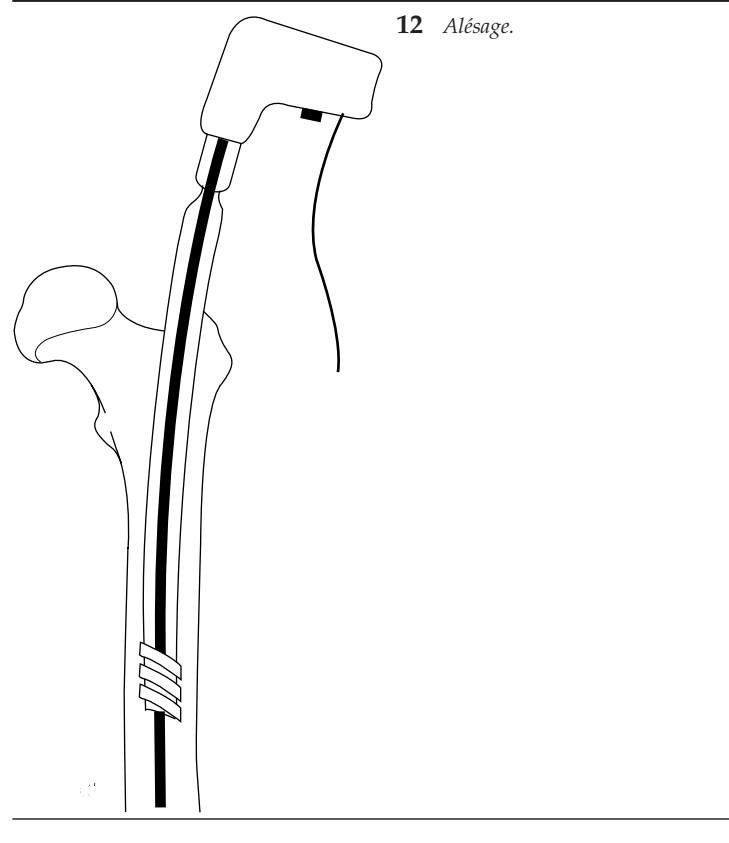
10 A. Fracture cervicotrochantérienne.
B. Clou Gamma.



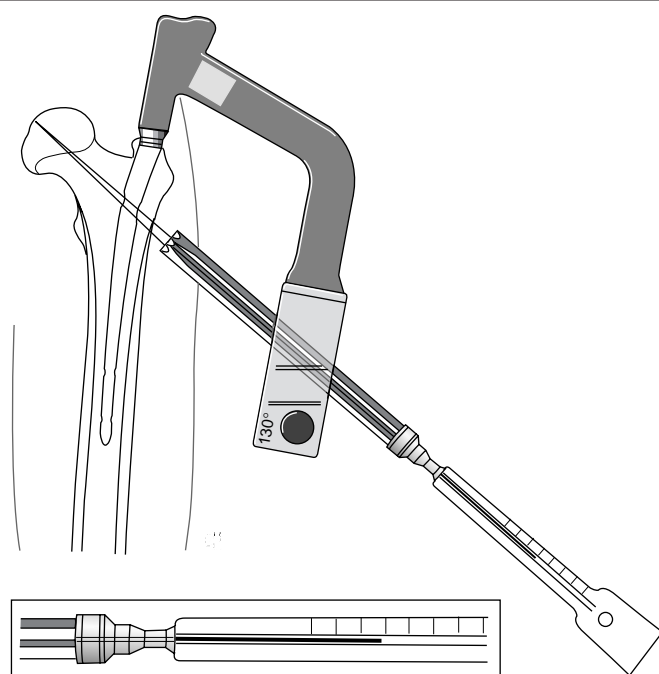
11 Trépanation du sommet du grand trochanter.

sans jamais utiliser de marteau pour éviter tout trait de refend diaphysaire. En cas de difficulté, il faut reprendre et augmenter l'alésage fémoral. Le clou est enfoncé de façon à ce que le positionnement de la vis cervicale soit dans la partie inférieure de la tête fémorale sur la face.

Mise en place de la vis cervicocéphalique. Le guide d'alésage est ôté et on procède à la mise en place de la vis cervicocéphalique. Incision cutanée d'environ 2 cm et mise au contact de la corticale fémorale externe de l'ensemble pointeau-chemise, fixé au porte-clou par serrage de la vis de fixation. On vérifie la bonne rigidité du montage. Sous contrôle scopique de profil, on vérifie la bonne antéversion qui peut être modifiée si nécessaire par mouvement de rotation externe (augmente l'antéversion) ou de rotation interne (diminue l'antéversion). La corticale fémorale externe est alors perforée au pointeau. On procède à la mise en place de la broche filetée, sous

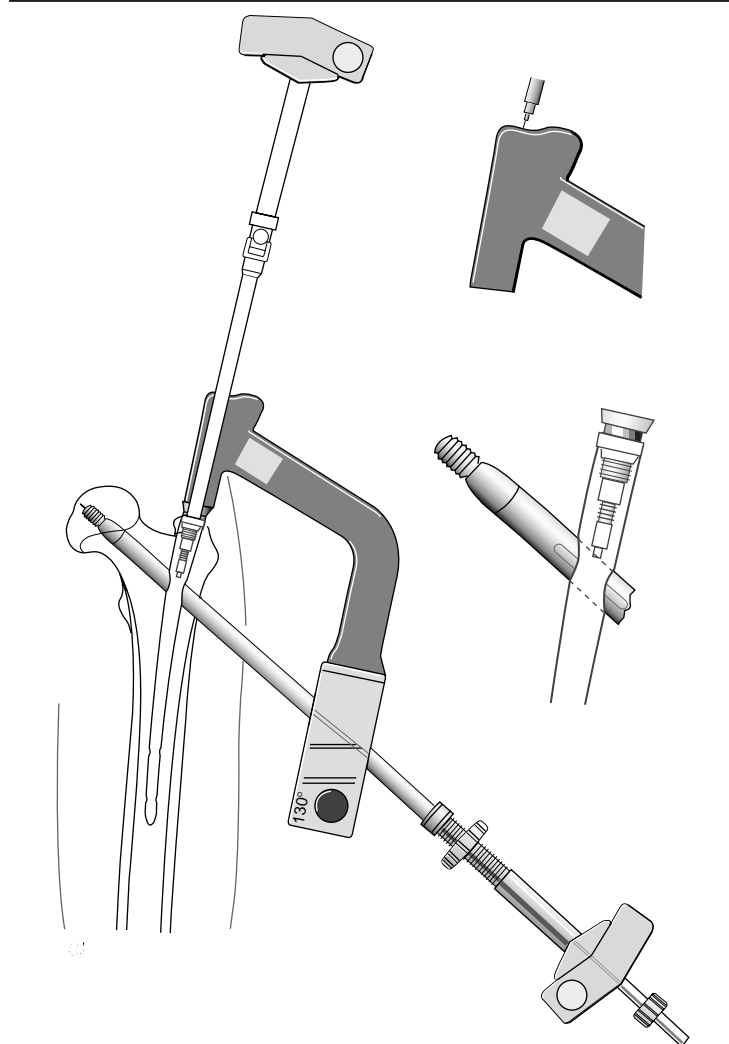


12 Alésage.



13 Positionnement de la broche filetée et mesure directe.

contrôle scopique, au moteur de face (la broche passe sous l'axe de la tête fémorale) et de profil (la broche passe au centre du col fémoral). L'extrémité de la broche doit arriver au contact de l'os sous-chondral (fig 13). La longueur de la vis à utiliser est déterminée par le mesureur, en vérifiant bien que la chemise soit au contact de la corticale externe fémorale. Le taraudage manuel sur broche est réalisé jusqu'à l'extrémité de cette dernière et contrôlé par scopie. La vis cervicale céphalique est introduite sur la broche à la main et, en fin de vissage, le manche du tournevis doit être parallèle ou perpendiculaire au viseur pour que la vis de blocage, qui va alors être introduite à l'extrémité supérieure du clou, puisse s'adapter à l'une des quatre rainures de la vis cervicale. La vis de blocage est serrée à fond, grâce à une clé à cardan puis desserrée d'un quart de



14 Après mise en place de la vis cervicale, le blocage antirotatoire est assuré par la mise en place d'une vis supérieure.

tour pour autoriser le glissement de la vis cervicocéphalique sur son axe sans permettre de mouvement rotatoire (fig 14).

■ Verrouillage distal

Il peut être double, mais en général on procède à la mise en place uniquement de la première vis. Certains ont reproché au double verrouillage d'augmenter le risque fracturaire compte tenu du diamètre de la vis et de la proximité des deux orifices. Après incision cutanée, mise en place du pointeau et de la chemise, le méchage est réalisé, puis la mise en place de la vis.

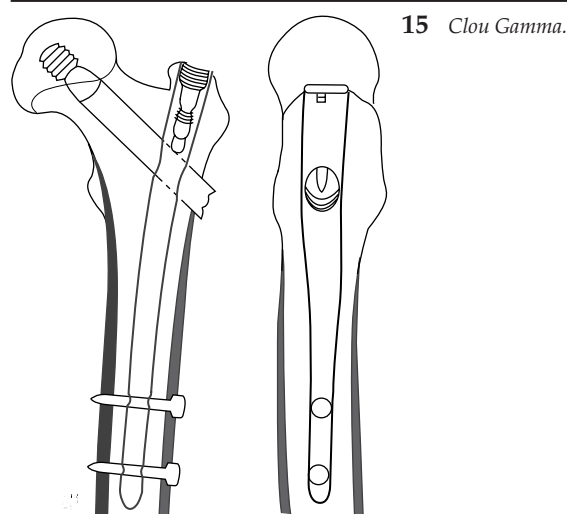
L'intervention se termine par un contrôle scopique de face et de profil. La fermeture se fait plan par plan sur un drainage aspiratif au niveau de l'abord sous-trochantérien.

■ Suites postopératoires

Le patient est mis au fauteuil le lendemain de l'intervention. La reprise de la marche avec appui sur le membre opéré est précoce, voire parfois immédiate, mais en cas de fracture comminutive ou de positionnement imparfait de la vis cervicocéphalique, il ne faut pas hésiter à différer l'appui de 45 jours. La hanche opérée est glacée.

■ Intérêt de la méthode et indications

Cette technique est peu hémorragique et mécaniquement stable. Elle privilégie ce caractère par rapport à la qualité de réduction des méthodes à ciel ouvert dont les complications hémorragiques, mécaniques et septiques sont toujours redoutées [28]. Comme toute méthode d'enclouage, elle nécessite une période d'apprentissage. Cette méthode est souvent utilisée chez la personne âgée présentant une fracture du massif trochantérien quel qu'en soit le type.



15 Clou Gamma.

En cas de fracture trochantérodiaphysaire ou sous-trochantérienne, il est possible d'utiliser le « clou Gamma long », dont le verrouillage distal se fait à « main levée ». Les longueurs disponibles varient de 340 à 400 mm et les côtés droit-gauche sont distingués. La réduction de certaines de ces fractures trochantérodiaphysaires (trait oblique en bas et en avant) est impossible sans abord direct du foyer car le fragment proximal se déplace en flexion-abduction et le fragment distal chute en arrière. Ce type de fracture n'est pas une bonne indication du clou Gamma.

À nos yeux, cette technique n'est pas indiquée chez le sujet jeune pour qui la priorité est une reconstruction anatomique de l'extrémité proximale du fémur, seule garante d'un résultat fonctionnel satisfaisant à long terme. Les promoteurs de la technique l'étendent au sujet jeune et au traitement des cals vicieux de l'extrémité supérieure du fémur (fig 15).

VIS-PLAQUE TYPE DHS

À partir de 1980, la vis à compression cervicocéphalique type DHS ainsi que ses dérivés, la vis-plaque THS, caractérisée par une vis céphalique autotaraudeuse et un support-plaque dans son ancillaire, ont été développés par Richards Manufacturing. Ce matériel succède à la vis-plaque à compression DKP et à la vis à compression de Danis, et reste le chef de file des vis-plaques dynamiques, qui n'ont pas cessé d'évoluer (vis-plaque double canon par exemple) (fig 16A, B).

■ Matériel

Il comporte :

- une plaque diaphysaire, de longueur variable dont l'extrémité proximale se prolonge par un canon dans lequel coulisse la vis cervicocéphalique. Il existe deux angulations possibles cervicodiaphysaires 130° et 140°. Elle comporte habituellement quatre trous pour les fractures trochantériennes ;
- une vis cervicocéphalique permet une impaction du foyer fracturaire à la mise en charge du membre inférieur, évitant ainsi la perforation et les déformations céphaliques et les démontages « providentiels » ;
- une vis de traction permet la mise en compression du foyer fracturaire, en attirant la vis céphalique à l'intérieur du canon.

La réduction de la fracture reste réalisée auparavant sous amplificateur de brillance, en portant le membre inférieur en légère abduction (10°), en rotation interne de telle sorte que la rotule soit au zénith et en tractant modérément dans l'axe du membre inférieur.

■ Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal sur table orthopédique, les membres inférieurs écartés et l'amplificateur de brillance entre



16 A. B. Fracture pertrochantérienne simple ostéosynthésée par vis-plaque « dynamic hip screw » (DHS) (de face et de profil).

les cuisses de telle sorte que l'extrémité proximale du fémur soit vue de face et de profil. Le membre inférieur non fracturé est en abduction maximale ; en cas de raideur coxofémorale, une flexion du genou de 30° facilite l'abduction.

Un champage transparent, vertical, unique, permet d'isoler l'amplificateur de brillance lors de ses manipulations, tant de face que de profil de façon très efficace. Un champage classique ou carré est utilisé en absence de champage transparent.

■ Technique chirurgicale

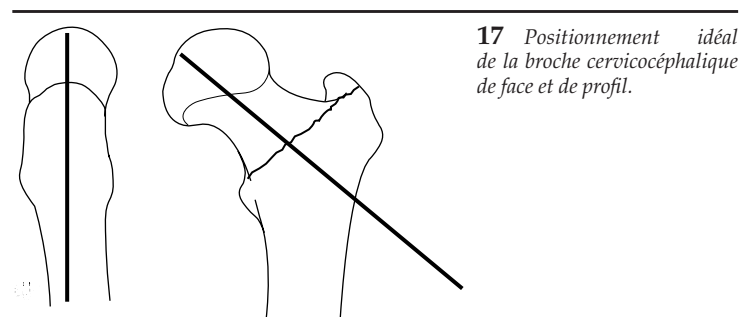
Abord

L'incision cutanée est latérale, longitudinale, sous-trochantérienne, elle s'étend sur 10 à 15 cm. L'ouverture de l'aponévrose iliotibiale se fait longitudinalement sur 10 à 15 cm également.

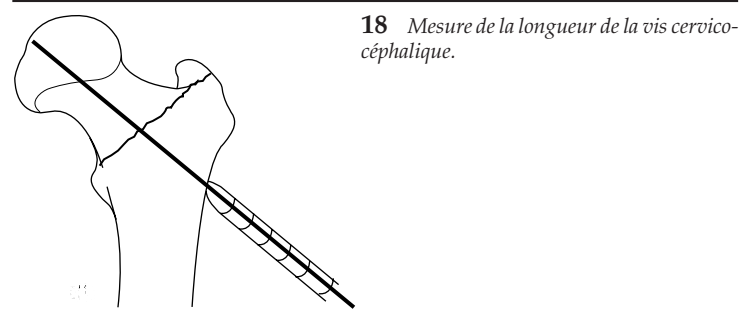
Le muscle vaste latéral est désinséré proximale en « L », relevé en prenant soin de lier les pédicules perforants. La face latérale du fémur est dépériostée, un écarteur contre-coudé soulevant le muscle vaste latéral. Cet abord peut permettre de compléter une réduction insuffisante, si celle-ci n'a pas été correctement obtenue sur table orthopédique.

Mise en place de la broche cervicocéphalique

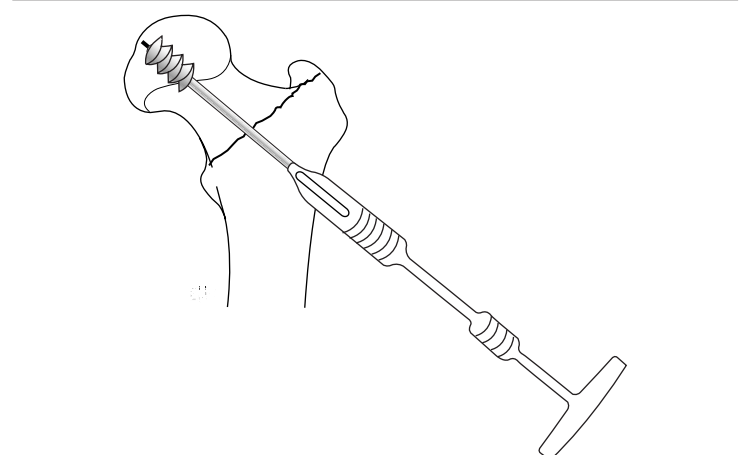
L'emplacement de la broche cervicocéphalique est, de face, dans la partie inférieure du col sous l'axe cervicocéphalique, de profil, centrée dans l'axe du col et de la tête fémorale (fig 17). Une broche de Kirschner rigide est glissée sur la face antérieure du col du fémur



17 Positionnement idéal de la broche cervicocéphalique de face et de profil.



18 Mesure de la longueur de la vis cervicocéphalique.



19 Mise en place de la vis cervicocéphalique.

pour déterminer l'antéversion du col du fémur. La broche cervicocéphalique définitive doit être parallèle à cette dernière.

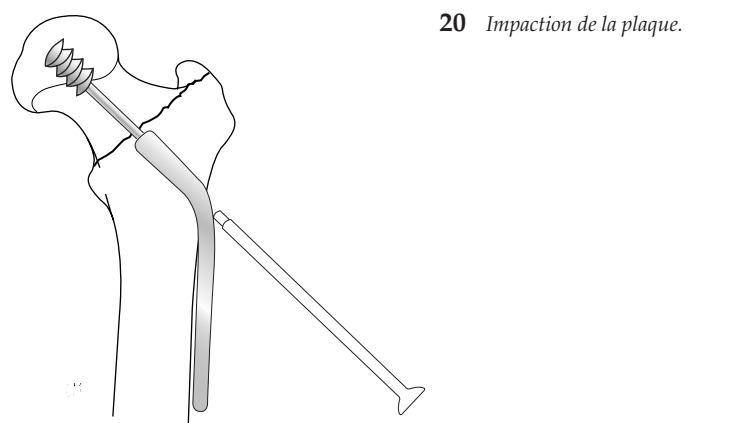
Le viseur en « T » à 130° est appuyé contre la diaphyse fémorale ; la broche pénètre la corticale latérale du fémur environ 2,5 cm sous la crête du vaste latéral, et est poussée sous contrôle scopique de face et de profil jusqu'au cartilage articulaire. Cette broche de guidage reste en place pendant toute la durée de l'ostéosynthèse. Son extrémité fileté prévient son retrait involontaire en la retenant en place.

La longueur de la vis cervicocéphalique est déterminée en soustrayant 10 mm à la mesure faite par la règle si la broche est poussée au niveau de l'interligne coxofémoral (fig 18).

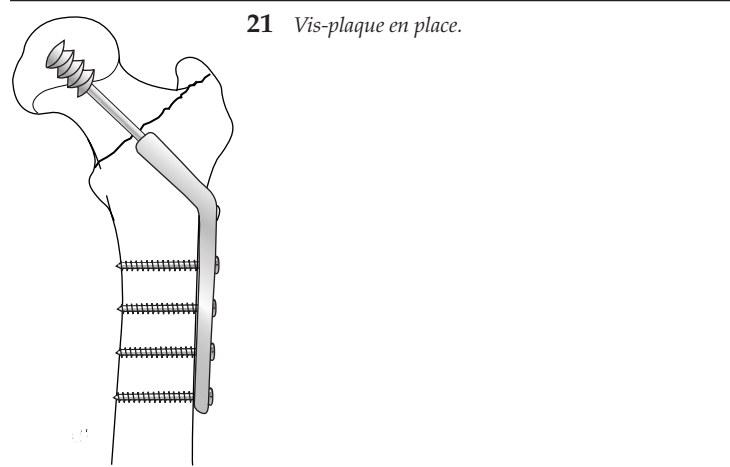
En cas de fracture particulièrement comminutive et instable, le chirurgien peut être amené à stabiliser provisoirement la fracture avant le fraisage par la mise en place d'une ou deux broches temporaires, de telle sorte qu'elles n'entravent pas le fraisage.

Mise en place de la vis cervicocéphalique (fig 19)

Le fraisage se fait à l'aide de la mèche guidée par la broche, jusqu'à une profondeur distante de 10 mm de l'articulation coxofémorale. Dans un os spongieux résistant, il faut procéder à un taraudage céphalique avant la mise en place de la vis cervicocéphalique. Le bon centrage de la vis cervicocéphalique, lors du vissage, nécessite l'utilisation de douille de centrage. En fin de vissage, la poignée en « T » du porte-vis doit être parallèle à la diaphyse fémorale avant d'être retirée, sinon la plaque DHS ne peut pas être mise correctement en place.



20 Impaction de la plaque.



21 Vis-plaque en place.

Mise en place de la plaque DHS

Le canon de la plaque est glissé sur la vis cervicocéphalique et la plaque est poussée contre la diaphyse fémorale à l'aide de l'impacteur (fig 20). La plaque DHS est fixée au fémur avec des vis AO corticales de diamètre 4,5 mm après un méchage de diamètre 3,2 mm et un taraudage (fig 21). Ensuite, le relâchement de la traction axiale sur le membre est effectué, il est alors possible d'appliquer une compression du foyer de fracture en mettant la vis de traction. La compression est utilisée très prudemment, surtout en cas d'ostéopathie fragilisante, et toujours sous contrôle scopique.

■ Fermeture et suites postopératoires

Après contrôle de l'hémostase, le muscle vaste latéral est réinséré et la fermeture se fait sur un drainage de Redon. La bandelette iliotibiale est fermée par deux hémisurjets sur un drainage. Le plan sous-cutané est réalisé. Les radiographies de contrôle consistent en une radiographie du bassin de face et une hanche de profil (le profil est habituellement réalisé sur la table orthopédique).

La hanche opérée est glacée, le patient mis au fauteuil dès le lendemain de l'intervention. L'appui est précoce (quelques jours), excepté lorsque la fracture est comminutive, instable, l'ostéosynthèse imparfaite, ou que le patient est porteur d'une ostéopathie fragilisante. Dans ces cas, l'appui est retardé systématiquement au 45^e jour.

■ Intérêt de la méthode et indications

C'est une technique efficace, épaulée par un ancillaire sur broche permettant une mise en place facile du matériel. Cependant, la méthode a des limites, en cas d'atteinte du pilier latéral et de forte comminution du grand trochanter. Certaines améliorations de ce matériel ont été réalisées :

- une plaque latérale peut être fixée sur la plaque DHS permettant alors l'ostéosynthèse d'un grand trochanter fracturé comminutif ;



22 Fracture pertrochantérienne ostéosynthésée par plaque vissée de Judet (de face et de profil).

– une deuxième vis cervicocéphalique de diamètre moindre est proposée par certains afin d'éviter toute rotation autour de la vis cervicocéphalique.

Ce matériel bibloc permet l'impaction du foyer fracturaire à la mise en charge sans démontage de l'ostéosynthèse ni perforation céphalique, mais au prix de cal vicieux tolérable uniquement chez la personne âgée [25]. L'apprentissage de cette technique est facilité par le fraisage sur broche mais les différentes étapes successives doivent être respectées. Ce matériel est fréquemment utilisé en cas de fracture stable et simple du massif trochantérien chez la personne âgée [32].

VIS-PLAQUE DE JUDET

Conçue par Robert Judet (1968), la vis-plaque est destinée à l'ostéosynthèse des fractures de l'extrémité supérieure et de l'extrémité inférieure du fémur. Sa modification par Letournel pour une meilleure adaptation à l'extrémité distale du fémur lui a fait perdre sa bonne adaptation à l'épiphyse fémorale proximale. Cette plaque s'adapte bien à la morphologie trochantérienne lorsque la crête du bord inférieur du grand trochanter a été légèrement abattue à la lame de Lambotte. Ce matériel est surtout remarquable par la tenue cervicoépiphysaire, grâce à trois vis de fort calibre (7,4 mm de diamètre), montées en triangulation et par une résistance importante à la fatigue. Il existe des plaques pour le côté droit, des plaques pour le côté gauche (fig 22).

■ Technique chirurgicale

Installation. Réduction

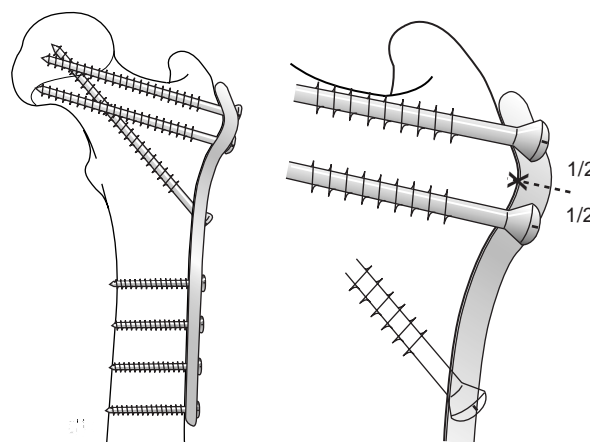
Le patient est installé sur table orthopédique, en décubitus, et la réduction se fait sous contrôle de l'amplificateur de brillance de face et de profil. L'utilisation de ce matériel nécessite une réduction anatomique des axes mécanique et anatomique cervicodiaphysaires en portant le membre en abduction (10°), rotation interne (20°-30°) en exerçant une traction modérée.

Voie d'abord

Identique à celle de la vis-plaque DHS, c'est une voie sous-trochantérienne latérale.

Positionnement de la plaque

La vis-plaque est posée sur la face latérale du fémur, libérée des insertions hautes du vaste latéral. La concavité de la palette de la



23 Plaque vissée de Judet. Agrandissement : la crête sous-trochantérienne se situe à mi-distance des deux vis supérieures.

vis-plaque doit embrasser la saillie de la crête sous-trochantérienne qui se trouve à mi-distance des deux orifices des vis cervicocéphaliques parallèles (fig 23). Un davier maintient la vis-plaque dans cette position le temps de la mise en place des vis épiphysaires.

Méchage épiphysaire

Les deux vis parallèles sont placées en premier (forage guidé par le guide de visée, taraudage et mesure de la longueur des vis), puis la vis oblique et, enfin, les vis diaphysaires. Il est utile d'avoir trois mèches de même diamètre que l'on laisse en place dans l'épiphyse, empêchant toute mobilisation de la réduction lors du fraisage et du vissage. Le bon positionnement des vis épiphysaires est contrôlé avec l'amplificateur de brillance de face et de profil (les deux vis parallèles passant en avant, la vis oblique est positionnée en arrière). Les vis épiphysaires de fort calibre assurent une prise dans la tête fémorale d'excellente qualité et doivent être impactées sur la plaque diaphysaire fermement.

Fermeture

Elle se fait comme habituellement, en trois plans sur drainage de Redon.

Intérêt de la méthode et indications

C'est un matériel très rigide, très solide qui permet une immobilisation stable du foyer de fracture et donc une reconstruction des axes anatomiques de l'extrémité supérieure du fémur. Sa mise en place est moins aisée que la vis-plaque DHS, car il n'y a pas de visée sur broche et compte tenu de l'important diamètre des mèches, tout méchage itératif est à proscrire. Parallèlement, ce matériel a un volume important responsable, chez le sujet maigre, d'une gêne surtout en position assise par conflit avec la bandelette iliotibiale, mais la grande fiabilité du matériel et sa tenue sont intéressantes chez le sujet jeune, quel que soit le type de fracture trochantérienne. Il est particulièrement efficace dans les fracas trochantérodiaphysaires polyfragmentaires en permettant un véritable pontage cervico-céphalo-diaphysaire suivant des axes respectés. En revanche, ce matériel reste peu utilisé dans l'ostéosynthèse des fractures fémorales épiphysaires distales.

Par ailleurs, d'autres matériels remarquables par leur rigidité, puisque souvent monoblocs, peuvent être utilisés :

- clou-plaque STACA [6, 10] et son dérivé le clou-plaque verrouillé [11] ;
- lame-plaque de Muller, particulièrement celle à 130° ; on peut l'utiliser aussi dans les cas d'ostéosynthèse avec effet de valgisation. Mais chez les personnes âgées, compte tenu de l'impossibilité de télescopage du foyer fracturaire (matériel monobloc), on assiste fréquemment à une protrusion céphalique du matériel. Ces produits sont plutôt à utiliser chez le sujet jeune avec une réduction fracturaire la plus anatomique possible.

Complications des ostéosynthèses trochantériennes

Les complications médicales générales liées au terrain ou au décubitus qu'elles entraînent, bien qu'elles soient très fréquentes (30 %), ne sont pas développées ici.

En revanche, la détérioration de l'ostéosynthèse aboutissant au cal vicieux, la pseudarthrose et les infections compromettent l'avenir fonctionnel et parfois vital du patient. Les séries relatives aux échecs des ostéosynthèses trochantériennes sont rares dans la littérature [12, 33].

DÉTÉRIORATION DE L'OSTÉOSYNTHÈSE ET CAL VICIEUX (fig 24)

Les qualités mécaniques des implants ou leur tenue de l'os peuvent être insuffisantes ou excessives par rapport à la fragilité de l'os spongieux de la métaphyse alors que chez le sujet jeune, la complexité de la fracture ou sa réduction insuffisante peuvent être à l'origine d'une consolidation en mauvaise position.

Le démontage secondaire est responsable d'un cal vicieux lui-même responsable d'une impotence fonctionnelle majeure.

Cette complication est fréquente (12 % pour Decoulx et Lavarde [12] ; 5 % pour Oger [25]), malgré l'amélioration des matériels et reste secondaire à une surestimation de la qualité osseuse et/ou à une erreur technique.



24 A. Fracture d'Ottolenghi.
B. Ostéosynthèse par vis-plaque « dynamic hip screw » (DHS).
C. Démontage précoce de l'ostéosynthèse.
D. Reprise de l'ostéosynthèse par une plaque vissée de Judet.

Trojan [33] retrouve 15 % de réaxation secondaire avec l'utilisation des clous d'Ender, mais souligne le caractère exceptionnel de la pseudarthrose (un seul cas), avec cette technique. L'utilisation des matériels blocs, en coulissant et s'impactant, permet d'obtenir une consolidation fracturaire au détriment d'une anatomie respectée. Cela est tolérable chez la personne âgée mais pas chez l'adulte jeune.

Des protrusions intra-articulaires se rencontrent, soit après balayage du matériel dans une tête porotique chez le sujet âgé, à l'origine de lésions graves cotyloïdiennes supéroexternes, soit du fait d'erreurs de visée ou d'une impaction progressive du foyer de fracture. Ces derniers cas sont de plus en plus rares depuis le développement des systèmes blocs coulissants (exemple : DHS, clou Gamma), qui assurent une impaction du foyer fracturaire par recul du matériel cervicocéphalique et non par protrusion acétabulaire. Le balayage de la vis cervicocéphalique dans le col résulte en général d'un positionnement trop haut de face et trop antérieur de profil, dans le col et la tête du fémur.

L'arrachage de la partie diaphysaire d'une ostéosynthèse diaphyso-trochantéro-cervico-céphalique peut être prévenu par un montage suffisamment long à sa partie distale, par la mise en place de vis diaphysaires suffisamment longues et surtout, par une réduction suffisante de la fracture. Pour une fracture trochantérienne stable, une plaque quatre trous suffit. Une mise en charge trop précoce, une surestimation de la qualité du montage peuvent être responsables de détérioration de l'ostéosynthèse. Dans certains cas, lorsque le diastasis interfragmentaire a été maintenu excessif, le démontage de l'ostéosynthèse lors de la mise en charge du membre permet alors une impaction du foyer de fracture aboutissant à la consolidation : c'est le « démontage providentiel ».

En général, le cal vicieux est en varus-rotation externe avec un raccourcissement important (3 à 4 cm). Ce type de cal vicieux peut être toléré chez le vieillard avec des activités réduites, en revanche, chez le sujet jeune, le cal vicieux a un retentissement sur les articulations coxofémorale et du genou sous-jacent. Une ostéotomie secondaire, habituellement de valgisation-dérotation par lame-plaque AO 130°, est nécessaire ; la valgisation corrige une partie du raccourcissement. L'intervention correctrice est difficile, elle nécessite une planification préopératoire précise avec calque, un examen soigneux du patient avec mesure des rotations de hanche, du raccourcissement de membre et permet de déterminer alors l'angle de valgisation, de dérotation nécessaire, le point d'entrée de la lame. L'intervention est menée sur table orthopédique, en décubitus dorsal sous contrôle de l'amplificateur de brillance. Un abord latéral sous-trochantérien est réalisé. La mise en charge est retardée de 45 jours. Le cal vicieux en rotation externe est fréquent après enclouage d'Ender (15 à 30 % selon les séries) [19, 29]. La consolidation des fractures trochantériennes avec un cal vicieux rend difficile la mise en place d'une prothèse totale de hanche ultérieure.

PSEUDARTHROSE

Elle est rare dans ce type de fracture car la vascularisation est excellente. Cependant, l'utilisation d'un matériel très rigide sur une fracture insuffisamment réduite peut aboutir à la pseudarthrose, surtout après abord fracturaire. En général, la mise en compression du foyer de fracture par une nouvelle ostéosynthèse suffit pour obtenir la consolidation. Les fractures sous-trochantériennes sont les plus propices à la non-consolidation de par la mauvaise vascularisation locale, à la frontière entre les réseaux épiphysaire et diaphysaire. Il convient de réaliser alors d'emblée une greffe osseuse autologue corticospongieuse.

INFECTION

Complication gravissime, souvent iatrogène, elle peut mettre en jeu le pronostic vital, de traitement médicochirurgical long et coûteux, hypothéquant l'avenir fonctionnel de la hanche et nécessitant souvent l'ablation du matériel d'ostéosynthèse et la mise en traction-suspension du membre inférieur.

La reconstruction de la hanche ne peut se réaliser que lorsque l'infection est guérie mais les séquelles fonctionnelles sont lourdes. La coaptation trochantéro-iliaque ne donne pas de bons résultats fonctionnels.

■ **Traitement préventif de ces complications**

Il suppose :

- un exercice de la chirurgie dans les conditions d'asepsie optimales ;
- une réduction la plus anatomique possible de la fracture ;
- la mise en place correcte du matériel d'ostéosynthèse ;
- une mise en charge reportée au 45^e jour en cas de fracture instable, ou de fragilité osseuse excessive.

■ **Traitement curatif de ces complications**

Il consiste en :

- l'ablation du matériel d'ostéosynthèse, la mise en place d'une traction, la prescription d'une antibiothérapie adaptée et prolongée en cas d'infection ;
- la reprise chirurgicale du patient avec ablation du matériel d'ostéosynthèse, une nouvelle réduction sur table orthopédique et une ostéosynthèse nouvelle, ce d'autant plus que ce dernier est jeune et que l'ostéosynthèse était imparfaite, peuvent être proposées.

OSTÉONÉCROSE DE LA TÊTE FÉMORALE

Elle est exceptionnelle, allant de 1 à 3 % selon les séries^[10, 17, 21]. Elle peut survenir par l'utilisation d'un matériel cervical trop volumineux, par lésion de la circulation sanguine intraosseuse. Elle se rencontre chez l'adolescent plus souvent que chez l'adulte et doit faire choisir un matériel à la taille adaptée dans les circonstances.

Les multiples forages récidivés sont à proscrire dans la fixation cervicocéphalique d'une manière habituelle. Il s'agit là d'un problème de réalisation.

Cas particuliers

FRACTURE PARCELLAIRE

■ **Fracture isolée du grand trochanter**

En général, elle résulte d'un choc direct, plus rarement il s'agit d'un arrachement. C'est très souvent d'une fracture non déplacée isolée dont le traitement est orthopédique : marche avec appui autorisé sous couvert de deux cannes canadiennes pendant 45 jours. En cas de déplacement, chez le sujet jeune, l'ostéosynthèse du grand trochanter est indiquée, et l'on privilégie la mise en place d'un hauban (il existe aussi des plaques-crochet pour réinsertion du grand trochanter) (plaque de Courpied).

■ **Fracture isolée du petit trochanter**

Chez l'adulte, cette fracture doit systématiquement faire rechercher une fracture pathologique. L'indication est fonction de la nature.

Chez l'enfant, il s'agit d'un décollement apophysaire dont le traitement est orthopédique (immobilisation de 3 semaines, hanche fléchie à 90°).

FRACTURE PATHOLOGIQUE

Par définition, une fracture pathologique survient sur un os dont la solidité est altérée. La fréquence élevée des fractures pathologiques à ce niveau résulte de la fréquence des tumeurs et dystrophie osseuse à cet endroit et de l'importance des contraintes que subit la

potence fémorale supérieure. Le caractère spontané de la fracture ou sa survenue au décours d'un traumatisme mineur sont évocateurs.

Les étiologies principales sont :

- les métastases (cancers ostéophiles : sein, prostate, thyroïde) ;
- les tumeurs osseuses primitives malignes ou bénignes ;
- la radiothérapie ;
- les ostéopathies fragilisantes ;
- quelques raretés aujourd'hui comme le tabès...

En cas de maladie cancéreuse étendue et connue, de localisation métastatique préexistante à la fracture, l'intervention peut être réalisée sans biopsie osseuse préalable. En l'absence d'argument clinique, on doit évoquer la possibilité de métastase prévalente, de tumeur osseuse primitive maligne ou bénigne. Une biopsie osseuse doit être impérativement réalisée et le traitement de la fracture dépend du diagnostic anatomopathologique.

■ **Métastase d'un cancer connu**

La localisation trochantérienne est fréquente en raison de l'hypervascularisation de la région.

La biopsie osseuse est souvent palliative en cas de métastases d'un cancer connu : 30 % de survie à 1 an (Marcove, 1967) mais la survie dépend du type de cancer primitif et de l'efficacité des traitements adjuvants.

Le but de cette chirurgie est de redonner à l'os ses qualités morphologiques et fonctionnelles permettant alors une suppression des douleurs, une reprise de la déambulation ainsi que la poursuite d'un traitement associé (chimiothérapie et/ou radiothérapie).

Un enclouage d'Ender avec mise en place de trois clous (deux dans la tête fémorale, un dans le grand trochanter), après avoir écarté une localisation fémorale distale (scintigraphie osseuse, radiographie du genou de face et de profil) peut être réalisé. Cela permet une stabilisation relative au prix d'un geste chirurgical peu agressif. De plus, l'abord à distance du foyer fracturaire permet la réalisation d'une radiothérapie en postopératoire immédiat, la cicatrice n'étant pas dans le champ d'irradiation.

Une ostéosynthèse par d'autres matériels peut être réalisée mais le matériel doit ponter largement la zone ostéolytique (vis-plaque longue, clou Gamma long, lame-plaque longue). Si l'ostéosynthèse nécessite un abord du foyer de fracture, on réalise une tumorectomie, un prélèvement anatomopathologique peropératoire et pour renforcer l'ostéosynthèse, une cimentation de la zone tumorale curetée peut être réalisée^[14].

L'irradiation précoce d'un abord chirurgical expose à des risques importants de la cicatrisation, de désunion augmentant fortement le taux de sepsis.

En cas d'extension de la tumeur au col fémoral, ces techniques ne sont plus utilisables. C'est l'indication de mise en place d'une prothèse totale de hanche de résection, hors propos ici.

■ **Dystrophie osseuse bénigne**

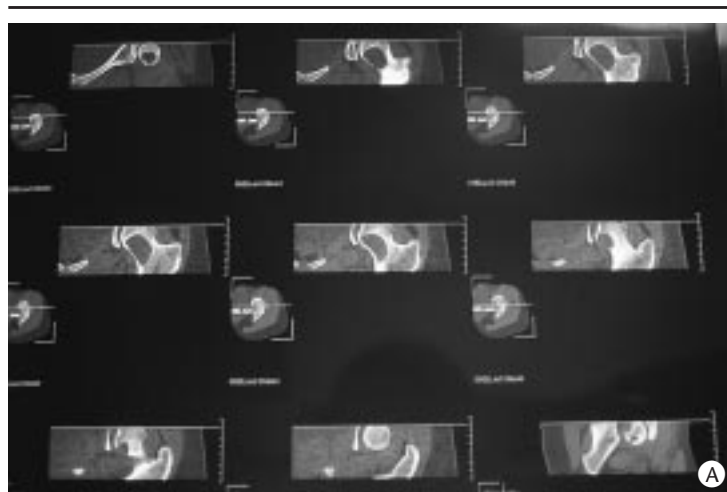
La biopsie osseuse préopératoire obligatoire confirme le caractère bénin de la lésion parfois déjà fortement suspecté sur les examens d'imagerie (radiographies standards, scanner, IRM...).

Tous les matériels d'ostéosynthèse peuvent être utilisés. Le geste chirurgical nécessite une greffe osseuse autologue de la région ostéolytique et la mise en place d'un matériel solide. Nous utilisons volontiers dans ce cas une lame-plaque à 130° avec mise en place d'un morceau de péroné non vascularisé en « étai » noyé dans un tissu spongieux osseux. L'appui est différé de 45 jours (fig 25A, B).

FRACTURE SUR COXARTHROSE

L'ostéosynthèse peut s'accompagner d'un cal vicieux, parfois d'une pseudarthrose si la hanche est raide.

La réalisation d'une prothèse totale d'emblée reste souvent difficile et son résultat fonctionnel médiocre. Il peut être préférable de



25 A. Fracture pathologique sur kyste osseux essentiel résiduel.
B. Ostéosynthèse par lame-plaque 130° ; greffon péroné non vascularisé.

résoudre cette association pathologique en deux temps différés. Ceci doit être modulé en fonction de l'état général et des pathologies. En cas de recours à une arthroplastie totale d'emblée, une tige de révision pour sa longueur doit être utilisée.

Conclusion

Les problèmes rencontrés avec les fractures trochantériennes sont fondamentalement différents suivant l'âge du sujet.

La personne âgée peut supporter un cal vicieux modéré alors que le sujet jeune nécessite une réduction précise de sa fracture de manière à éviter un trouble fonctionnel et l'arthrose secondaire.

Chez le sujet jeune, la meilleure indication est l'ostéosynthèse d'une fracture réduite anatomiquement, solide, stable, autorisant une reprise précoce de la marche en décharge : la vis-plaque de Judet paraît, par ses qualités mécaniques, adaptée à cet objectif.

Chez la personne âgée, la résistance mécanique des implants dépasse largement la résistance osseuse. En fonction de l'état général et des

pathologies associées, l'ostéosynthèse par vis-plaque DHS, un procédé intramédullaire (clou Gamma, clou d'Ender) est choisi.

En cas de fracture instable, l'appui doit être retardé souvent à 45 jours, parfois 3 mois, tant chez le sujet jeune que chez la personne âgée.

Références

- [1] Baudoin C, Rardellone P, Mer F, Sebert JL. Devenir à court et moyen termes (2 ans) des fractures de l'extrémité supérieure du fémur. Analyse des différentes conséquences. In : La fracture de l'extrémité supérieure du fémur. Collection de pathologie locomotrice. Paris : Masson, 1991 : 217-220
- [2] Bejui-Hugues J. Ostéosynthèse des fractures trochantériennes. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1994 : 1-17
- [3] Biga N, D De Beaumont B, Thomine JM. L'ostéosynthèse avec pénétration cervico-diaphysaire dans le traitement des fractures pertrochantériennes complexes (à propos d'une série continue de 180 cas). *Rev Chir Orthop* 1980 ; 66 : 23-31
- [4] Bombart M, Ramadier JO. Fractures trochantériennes. *Rev Chir Orthop* 1966 ; 52 : 353-374
- [5] Bouchet A, Cuilleret J. Anatomie topographique descriptive et fonctionnelle. Tome 3. Paris : Simep, 1990
- [6] Boutier V. Le clou-plaque STACA. [thèse]. Nancy, 1992 : n° 11
- [7] Boyd HD, Griffin LL. Classification and treatment of trochanteric fractures. *Arch Surg* 1949 ; 58 : 853-866
- [8] Briot B, Murga G, Ben Abib M, Graf H, Bittar S. Fractures trochantériennes récentes : anatomie pathologique et classification. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 12. Paris : Expansion Scientifique Française, 1980
- [9] Chamberlin B, Laude F, Rolland E, Langer H, Saillant G. Évaluation du coût direct des fractures pertrochantériennes du sujet âgé. *Rev Chir Orthop* 1997 ; 83 : 629-635
- [10] Cuny C, Scarlat M, Moreau P, Mainard D, Delagoutte JP. Le clou-plaque STACA dans les fractures pertrochantériennes. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 : 410-416
- [11] De La Caffiniere JY, De La Caffiniere M, Meunier A, Lacaze F, Balian C. Le clou-plaque verrouillé : un nouveau traitement pour les fractures pertrochantériennes instables. *Rev Chir Orthop* 1997 ; 83 : 454-460
- [12] Decoulx P, Lavarde G. Les fractures de la région trochantérienne. In : 71^e congrès français de chirurgie. Paris : Masson, 1969
- [13] Dimon JH, Hughston JC. Unstable intertrochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1967 ; 49 : 440-450
- [14] Durandeau A, Geneste R. Traitement chirurgical des fractures métastatiques et des métastases des os longs. *Rev Chir Orthop* 1977 ; 63 : 501-517
- [15] Ender J, Weidner SR. Die Fixierung der trochanteren Brücke mit runden, elastischen Kondylen-nägeln. *Acta Chir Austr* 1970 ; 1 : 40-42
- [16] Evans EM. The treatment of trochanteric fracture of the femur. *J Bone Joint Surg Br* 1949 ; 31 : 190-203
- [17] Favreul E. Le clou Gamma : Nouvelle technique d'ostéosynthèse des fractures trochantériennes : résultats à propos de 120 cas. [thèse]. Strasbourg, 1991 : n° 12
- [18] Kempf I. Les fractures de l'extrémité supérieure du fémur. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 12. Paris : Expansion Scientifique Française, 1980
- [19] Kempf I, Briot I, Briot B, Bitar S, Bel Abib M, Graf H. L'enclouage d'Ender, bilan et améliorations techniques. Le verrouillage coulissant. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 199-205
- [20] Kempf I, Briot B, Jaeger JH. L'enclouage d'Ender. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-615, 1983
- [21] Kempf I, Grosse A, Taglang G. Le clou Gamma. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 39. Paris : Expansion Scientifique Française, 1990
- [22] Kempf I, Grosse A, Taglang G, Favreul E. The Gamma nail in the treatment of trochanteric fractures. Indications and results, a study of 121 cases. *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 : 280-284
- [23] Kempf I, Mochel D. Fractures du massif trochantérien. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-620, 1983
- [24] Lord G, Samuel P. Fractures de l'extrémité supérieure du fémur. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-076-A-10, 14-076-A-20, 1981
- [25] Oger P, Katz V, Lecorre N, Beaufils PH. Fractures du massif trochantérien traitées par vis-plaque DHS : mesure du glissement selon le type anatomique de fracture. *Rev Chir Orthop* 1998 ; 84 : 539-545
- [26] Ottolenghi GE, Jappas LM. Fractures latérales du col du fémur : variété extradigitale. *Rev Chir Orthop* 1964 ; 50 : 389-398
- [27] Pauwels F. Biomécanique de la hanche saine et pathologique. Berlin : Springer-Verlag, 1977
- [28] Penot P. Ostéosynthèse des fractures trochantériennes, vis-plaque ou clou Gamma : étude comparative de 331 fractures. [thèse]. Brest, 1990
- [29] Pichon C. Résultat de l'enclouage d'Ender dans les fractures de la région trochantérienne. À propos de 440 interventions. [thèse], Lyon, 1983
- [30] Sarmiento A, Williams EM. The unstable intertrochanteric fracture: treatment with a valgus osteotomy and I-beam nail-plate. A preliminary report of one hundred cases. *J Bone Joint Surg Am* 1970 ; 52 : 1309-1318
- [31] Thorngren KG, Ceder L, Svensson K. Predicting results of rehabilitation after hip fracture. A ten year follow-up study. *Clin Orthop* 1993 ; 287 : 79-81
- [32] Trehane RW. The compression hip screw. The 2nd anniversary of its development. *Orthop Rev* 1982 ; 11 : 45
- [33] Trojan E. L'expérience de l'ostéosynthèse avec les clous élastiques selon Ender. *Rev Méd Accid* 1976 ; 69 : 151

Ostéotomie périacétabulaire

X. Flecher, J.-N. Argenson, J.-M. Aubaniac

L'ostéotomie périacétabulaire décrite par Reinhold Ganz est une intervention fiable pour prévenir ou retarder l'apparition d'une coxarthrose sur dysplasie acétabulaire. Néanmoins, il s'agit d'une intervention difficile, dont le résultat dépend à la fois d'une parfaite réalisation technique ainsi que d'une indication correcte. Des variantes techniques existent, que ce soit dans la voie d'abord ou dans la réalisation de l'ostéotomie. À la vue de nos résultats sur peu de patients à long terme, nous proposons maintenant cette intervention pour des patients de moins de 30 ans, sans lésion intra-articulaire ou arthrose même débutante (stade de Tönnis inférieur à 2). Pour ces patients, le but est d'éviter une arthroplastie de hanche dans l'avenir par une intervention potentiellement lourde. En revanche, pour des patients de plus de 30 ans ou présentant une arthrose débutante, nous pensons qu'il est probablement plus raisonnable d'éviter une intervention majeure et d'envisager des techniques moins invasives.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Dysplasie acétabulaire ; Coxarthrose ; Ostéotomie périacétabulaire

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Principes de l'ostéotomie périacétabulaire | 1 |
| ■ Conduite du traitement | 2 |
| Présentation et bilan clinique | 2 |
| Bilan d'imagerie | 2 |
| Indications | 2 |
| ■ Technique chirurgicale | 3 |
| Instrumentation | 3 |
| Installation | 3 |
| Abord chirurgical | 3 |
| Ostéotomies | 3 |
| Fixation | 5 |
| Suites opératoires | 5 |
| ■ Résultats | 6 |
| ■ Conclusion | 6 |

■ Introduction

Avant l'essor de l'arthroplastie de hanche chez le sujet jeune dans les années 1980, la chirurgie conservatrice de hanche avait une place prépondérante. Elle était alors, au vu des chirurgiens, seule capable d'éviter l'inéluctable perte fonctionnelle liée à l'arthrose. Avec les progrès constants de l'arthroplastie de hanche, la place de cette chirurgie conservatrice est à l'heure actuelle difficile à préciser. Tout d'abord, il s'agit d'interventions parfois lourdes chez des patients jeunes et peu symptomatiques. Ensuite, de nombreuses techniques chirurgicales ont été décrites, que l'on peut diviser en deux groupes. Celles visant à augmenter la surface portante au niveau du toit de l'acétabulum par l'ajout d'un bloc osseux extra-articulaire ; il s'agit des « butées de hanche ». Les autres ont pour but de corriger la

dysplasie acétabulaire en réorientant l'acétabulum, assurant ainsi la couverture de la tête fémorale par du cartilage hyalin ; il s'agit des « ostéotomies du bassin », dont fait partie l'ostéotomie périacétabulaire.

■ Principes de l'ostéotomie périacétabulaire

L'ostéotomie périacétabulaire développée par Reinhold Ganz en 1984, avec des résultats préliminaires publiés en 1988 [1], consiste à réaliser trois ostéotomies autour de l'acétabulum afin de le libérer, le réorienter à la fois dans le plan frontal et sagittal, et le fixer dans la position désirée. Cette technique présente de nombreux avantages :

- à la différence des ostéotomies juxtacotyloïdiennes de Lance, Lazennec [2] ou Tönnis [3], la colonne postérieure reste intacte, conservant la stabilité de l'anneau pelvien avec une ostéosynthèse légère du fragment ostéotomisé (vis corticales). Cela permet une réhabilitation rapide avec un appui précoce ;
- les traits d'ostéotomies étant proche de l'acétabulum, la forme de l'anneau pelvien est peu modifiée, ce qui est d'un intérêt majeur pour une éventuelle grossesse [4] dans une population majoritairement jeune et féminine ;
- la vascularisation du fragment n'est pas compromise [5, 6] et ne dépend pas des vaisseaux capsulaires, ce qui permet une éventuelle arthrotomie additionnelle [6] ;
- la liberté de réorientation du fragment acétabulaire n'est pas limitée par les ligaments sacrosciatiques, sacro-ischiatiques, ou des attaches musculaires, permettant ainsi une réorientation optimale ainsi qu'une réduction d'un éventuel déplacement médiolatéral ;
- toutes les ostéotomies peuvent être réalisées à l'aide d'une voie d'abord unique ;
- cette chirurgie, en l'absence de complications, ne compromet pas une arthroplastie de hanche éventuelle [7].

■ Conduite du traitement

Présentation et bilan clinique

La présentation clinique de cette pathologie est commune. La majorité des patients est de sexe féminin et peut décrire une sensation d'instabilité ou d'anomalie de longueur des membres inférieurs, une boiterie, une gêne à la station debout et à la marche, avec impression de problème au genou et parfois des douleurs vraies. Cette douleur peut être située dans l'aîne, au-dessus du grand trochanter, dans la région fessière, voire même dans le genou. Un traitement antalgique ou anti-inflammatoire peut avoir été employé et il n'est pas inhabituel que la durée des symptômes soit supérieure à 1 an. L'examen clinique recherche une anomalie de rotation interne en extension puis en flexion qui peut être supérieure à la normale (normale, 30°) en cas de présence d'un excès d'antéversion de l'extrémité supérieure du fémur. Le développement dysplasique de hanche (DDH) peut aussi s'inscrire dans le cadre d'une hyperlaxité congénitale dont le traitement chirurgical conservateur est alors dans notre expérience aléatoire. Néanmoins, si la hanche est douloureuse, la rotation interne et la flexion peuvent typiquement être réduites. Pour finir, la présence d'une douleur de l'aîne en flexion-rotation interne doit faire craindre la présence de lésions labrales ou chondrales débutantes, éventuellement liées à un conflit col fémoral-labrum associé ou non à une rétroversion acétabulaire.

Bilan d'imagerie

Le but est de poser le diagnostic positif de dysplasie acétabulaire, d'en évaluer la gravité, de rechercher une dysplasie fémorale associée et de rechercher une dégradation labrale et/ou arthrosique. Il doit comporter un bilan radiographique (radiographie du bassin de face, faux profil de Lequesne et de Sèze [8] et profil chirurgical de hanche) et, en fonction de l'examen clinique, une imagerie par résonance magnétique (IRM), arthroscanner ou mieux arthro-IRM de hanche.

De face

Les radiographies permettent de mesurer :

- l'angle CCD céphalo-cervico-diaphysaire (normal, $130^\circ \pm 5^\circ$) ;
- l'angle VCE de couverture externe de Wiberg [9] (normal, $> 25^\circ$) ;
- l'angle HTE d'obliquité du toit acétabulaire (normal, $< 12^\circ$) ;
- la présence éventuelle d'arthrose (Tableau 1) est évaluée selon la classification de Tönnis [10] (le stade 0 est représenté par

Tableau 1.
Classification de Tönnis [10].

| | |
|---------|---|
| Stade 0 | Absence d'arthrose |
| Stade 1 | Zone de sclérose étendue avec une ostéophytose minime |
| Stade 2 | Perte de hauteur modérée de l'espace articulaire |
| Stade 3 | Espace articulaire inférieur à 1 mm |

l'absence d'arthrose, le stade 1 par la présence d'une zone de sclérose étendue avec une ostéophytose minime, le stade 2 par une perte de hauteur modérée de l'espace articulaire et la présence de géodes, et le stade 3 par un espace articulaire inférieur à 1 mm).

Sur le faux profil

On mesure l'angle VCA de couverture antérieure (normal, $> 25^\circ$). Les patients sont ainsi classés selon la classification du Hip Study Group, en tant que :

- dysplasie moyenne quand le VCE et le VCA sont entre 25° et 21° ;
- dysplasie sévère entre 20° et/ou 5° ;
- dysplasie extrême en dessous de 5° .

Couverture articulaire

Enfin, la couverture articulaire est analysée à partir du cliché de profil chirurgical de hanche ou profil de Dunn (Fig. 1) en évaluant le ratio S/FH (S : surface acétabulaire projetée, FH : moitié projetée de la surface de la tête fémorale ; normale 4/4) et du cliché en abduction dit « de recentrage » afin de confirmer le bon repositionnement du centre C de rotation (notamment en cas de subluxation) et l'homogénéité de l'interligne. En cas d'absence d'amélioration de l'interligne, l'ostéotomie périacétabulaire serait alors contre-indiquée.

Autres imageries

Un arthroscanner ou une imagerie par résonance magnétique au mieux couplée à une arthrographie au gadolinium peuvent aussi être réalisés en fonction des signes cliniques afin d'éliminer la présence de lésions labrales ou d'un conflit coxofémoral.

Indications

Plusieurs données émanant du bilan clinique et radiologique sont à prendre en compte afin de poser l'indication idéale. Une dysplasie de hanche d'origine neuromusculaire ne semble pas

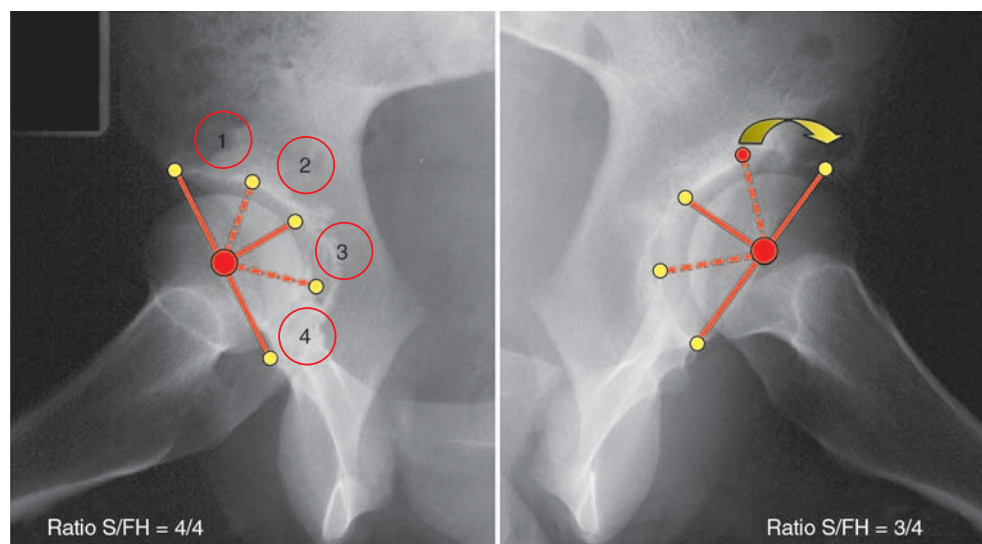


Figure 1. Description du ratio S/FH sur une radiographie de profil chirurgical de la hanche où S est la surface projetée de l'acétabulum et FH la moitié de la surface projetée de la tête fémorale.

être une contre-indication [11]. De la même manière, une ostéotomie périacétabulaire réalisée au devant d'une tête fémorale non sphérique, si on associe une éventuelle ostéotomie fémorale, semble donner des résultats intéressants [12]. La présence d'une arthrose, même débutante (Tönnis 2 ou 3) semble être considérée comme le facteur de risque principal de mauvais résultat [13, 14]. Afin de préciser le statut arthrosique de la hanche, il semble maintenant discutable de se passer d'un arthroscanner et certains auteurs ont même décrit l'intérêt de l'imagerie par résonance magnétique [15, 16] ou de l'arthroscopie préopératoire [17]. Par ailleurs, un âge supérieur à 30 ans constitue probablement la deuxième contre-indication relative [18].

“ À retenir

L'indication chirurgicale d'une chirurgie conservatrice est posée sur des critères cliniques (âge et absence de lésions labrales symptomatiques) et paracliniques (absence d'arthrose, dysplasie). Mais l'indication d'une ostéotomie périacétabulaire nécessite en plus l'homogénéité de l'interligne et l'absence de dysplasie extrême.

■ Technique chirurgicale

Instrumentation

En dehors de l'instrumentation de base pour une intervention sur le bassin, il nous semble utile de pouvoir disposer de :

- un appui stérile permettant de fléchir la hanche d'environ 45° ;
- un écarteur de Méary ;
- une vis de Schanz (clou de Steinmann avec un pas de vis) ;
- un ostéotome de Lexer à 30° ;
- un ciseau frappé droit de 10 mm ;
- un ostéotome de Lexer dont les ciseaux font 15 mm de large et un angle de 30° avec l'axe de l'instrument ;
- une scie oscillante ;
- un moteur avec une instrumentation AO petit fragment ;
- des cerclages métalliques.

Installation

Le patient est installé sous anesthésie générale en décubitus dorsal, une cale contre la crête iliaque controlatérale et une seconde thoracique homolatérale. Tout le membre inférieur doit être préparé jusqu'à l'hémiabdomen, afin d'être librement mobilisable durant l'intervention. Une table classique peut être utilisée. Néanmoins, l'utilisation, pour certains systématique, comme Ganz, de la fluoroscopie peropératoire nécessite une table « translatable » afin de libérer l'accès à l'amplificateur de brillance [19]. Nous n'avons pas, pour notre part, l'usage de la fluoroscopie peropératoire, du monitoring nerveux périphérique [20] ou de l'assistance de l'ordinateur [21].

Abord chirurgical

Technique originale

- La technique originale a été décrite par Ganz dès 1985 et les premiers résultats publiés en 1988 [1]. Nous ne décrivons volontairement pas le décollement des muscles fessiers, aujourd'hui abandonné, car probablement responsable de faiblesse musculaire séquellaire [22].

- La voie d'abord est une voie de Smith-Petersen avec un abord intra- et extrapelvien, accompagné d'une section des tendons direct et réfléchi du droit antérieur. L'incision est curviligne, convexe en haut et en avant, partant du tiers antérieur de la crête iliaque vers l'épine iliaque antérosupérieure puis s'incurvant en direction du col du péroné, pour une longueur totale de 12 cm environ.
- Après l'hémostase sous-cutanée, on découvre l'interstice entre le sartorius en dedans et le tenseur du fascia lata en dehors. Le nerf fémorocutané est repéré en dedans de l'épine iliaque antérosupérieure puis disséqué et une de ses branches transversales (rameau fessier) peut être sectionnée. Un grand soin doit être pris pour respecter ce nerf car toute dysesthésie minore le résultat subjectif [23].
- Le tenseur du fascia lata est ruginé vers le bas exposant ainsi l'épine iliaque antérosupérieure où les tendons direct et réfléchi du droit antérieur sont sectionnés permettant de visualiser la partie antérosupérieure de la capsule. Sa partie postérieure peut être palpée avec la hanche en extension et en légère abduction. La partie antéro-inférieure et le pubis sont exposés avec la hanche en légère flexion et adduction.
- Les fibres des muscles iliaques qui s'insèrent sur la face antérieure de la capsule sont détachées jusqu'à ce que le tendon du muscle psoas soit exposé et le pubis visible derrière la ligne iliopectinée.
- L'exposition se termine par la libération de l'espace entre le tendon du psoas et la capsule distale permettant d'atteindre l'ischion et la partie postéro-inférieure de l'acétabulum. Cette région peut être palpée mais n'est pas visible.

Variantes techniques

Toutes les interventions peuvent être réalisées par voie de Smith-Petersen modifiée avec abord intrapelvien unique. L'utilisation du support stérile permet de mettre le genou en flexion à 45°, de détendre le sartorius et le tenseur du fascia lata et la dissection progresse afin d'individualiser la partie proximale de ces deux muscles. L'épine iliaque antérosupérieure sur laquelle s'insèrent ces deux muscles est alors ostéotomisée (dimensions : 1 cm × 1 cm × 2,5 cm) et les deux muscles sont décollés puis rabattus vers le bas permettant d'exposer l'épine iliaque antéro-inférieure. Un décollement sous-périosté de la branche iliopubienne et de la fosse iliaque interne permet d'exposer progressivement la branche iliopubienne, l'ilium, en incluant la grande échancrure sciatique, l'épine ischiatique, la petite échancrure sciatique et le trou obturateur. Dans la littérature est aussi décrite, moins fréquemment, l'utilisation d'une voie ilio-inguinale ou antérieure [24, 25], voire même d'une double approche antérieure et postéroexterne [26]. Cette dernière, dans le but de permettre la visualisation du trait ischiatique, nécessite deux installations différentes. Une ostéotomie du grand trochanter a aussi été décrite pour réaliser cette intervention [27]. Récemment, des techniques « mini-invasives » ont fait leur apparition, avec des résultats préliminaires intéressants [28].

Ostéotomies

Technique originale

Les ostéotomies sont décrites dans la Figure 2 :

- un abord extrapelvien en avant et au-dessous de l'articulation coxofémorale permet de réaliser (1) la partie antérieure de la coupe ischiopubienne, sous la corne postérieure de l'acétabulum ;
- la deuxième coupe (2) siège sur la branche iliopubienne ;
- la coupe sus-tectale (3) est réalisée en deux parties : (3a) de l'épine iliaque antéro-inférieure jusqu'au détroit supérieur et (3b) du détroit supérieur jusqu'à l'épine sciatique ;
- la coupe ilio-ischiatique (1) est ensuite complétée par l'abord intrapelvien.

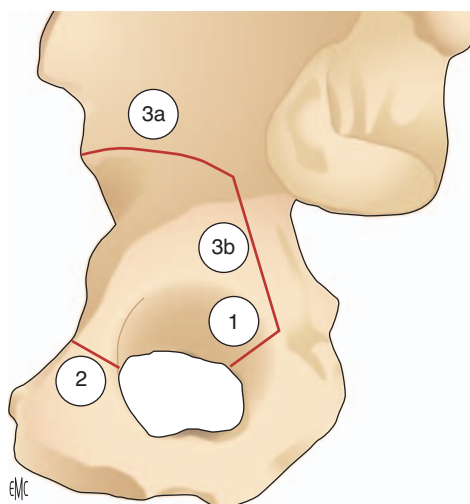


Figure 2. Réalisation des ostéotomies selon Ganz sur une vue endopelvienne d'un hémibassin droit. À noter l'impossibilité de voir la réalisation de la moitié antérieure de la coupe ischiopubienne (1) réalisée par voie extrapelvienne.

La réorientation du fragment ostéotomisé en dehors et en avant, en fonction de la planification préopératoire, doit prendre soin de ne pas trop rétroverser l'acétabulum. Un fragment osseux triangulaire qui débord en dehors sur la partie haute de l'acétabulum réorienté est ensuite prélevé puis intercalé dans la coupe sus-pectale afin d'en augmenter la stabilité primaire avant la fixation. Il faut bien être attentif lors de la réorientation afin d'éviter la rétroversion ou la latéralisation acétabulaire.

Modifications techniques

Réalisation par voie endopelvienne pure (Fig. 3)

La première ostéotomie (1) est réalisée aux ciseaux de 15 mm de large avec l'angle de 30° avec l'axe de l'instrument sur la branche iliopubienne, difficile à exposer. Pour cela, un petit écarteur de Hohmann est planté sur la branche iliopubienne médialement à la coupe prévue, vers la symphyse. L'emplacement de cette coupe est repéré par rapport au trou obturateur. Le nerf obturateur et le paquet vasculonerveux sont protégés par deux écarteurs de Hohmann mousses (à col). L'ostéotomie est faite aux ciseaux frappés et est oblique en haut, en arrière et en dedans pour pouvoir mobiliser la branche iliopubienne librement lors de la réorientation de l'acétabulum.

La deuxième ostéotomie (2) est sus-pectale et comporte deux parties. La première (2a) débute à la partie antérieure de l'épine iliaque antérosupérieure, se dirige en arrière et en dedans jusqu'au détroit supérieur, en direction de la grande échancrure sciatique. Elle est réalisée à la scie oscillante et se termine par la fragilisation aux ciseaux frappés étroits de l'angle corticalisé du détroit supérieur. Après avoir mis en place un écarteur de Méary dans cette première partie de la coupe ainsi qu'incliné la table opératoire en décubitus latéral de 30° du côté opéré pour permettre une meilleure visualisation, elle peut progresser (2b) dans le détroit supérieur en direction de l'épine ischiatique, qu'elle n'atteint pas, s'arrêtant environ 8 à 10 mm avant. L'écarteur de Méary permet d'ouvrir progressivement la coupe afin de visualiser plus facilement le trait. Ce dernier doit être perpendiculaire à l'os iliaque dans le plan frontal afin d'éviter d'être intra-articulaire. Dans ce but, Shiramizu et al. ont défini des repères anatomiques utilisables en peropératoire [29]. Le dernier trait d'ostéotomie (3) est réalisé sur l'ischion après avoir mis en place une vis de Schanz transfixiante en dessous et médialement à l'épine iliaque antérosupérieure, dans la partie solide de l'acétabulum, afin de mobiliser le fragment ostéotomisé. La coupe, réalisée à l'ostéotome de Lexer à 30°, est ainsi facilitée car plus visualisable grâce au positionnement en rotation externe du fragment ostéotomisé à l'aide de la vis de

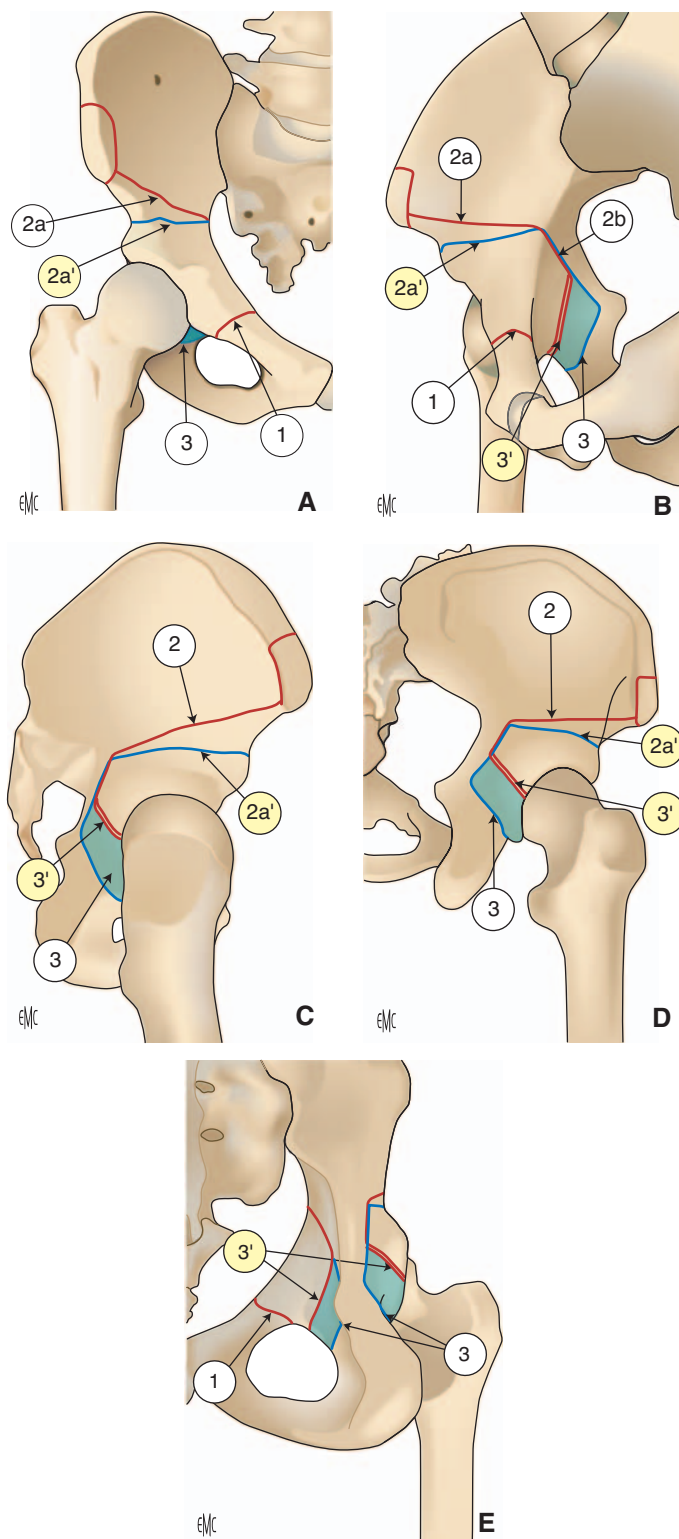


Figure 3. Évolution des ostéotomies. Les deux variantes de l'ostéotomie supra-acétabulaire. (2a) : en rouge, la coupe réalisée après 1992. (2a') : en bleu, l'ostéotomie supra-acétabulaire originale de Ganz avant 1992. Les deux variantes de l'ostéotomie ischiatique. (3) : la coupe ischiatique selon Ganz. (3') : la coupe ischiatique des deux tiers, par un abord intrapelvien unique. La surface en vert représente la différence entre les coupes ischiatiques classique et des deux tiers.

- A.** Vue frontale.
- B.** Vue intrapelvienne.
- C.** Vue latérale.
- D.** Vue postérolatérale.
- E.** Vue postérieure.

Schanz, maintenu par un aide. Ce trait, « aveugle », est parallèle au détroit supérieur, part de la fin de l'ostéotomie sus-pectale au

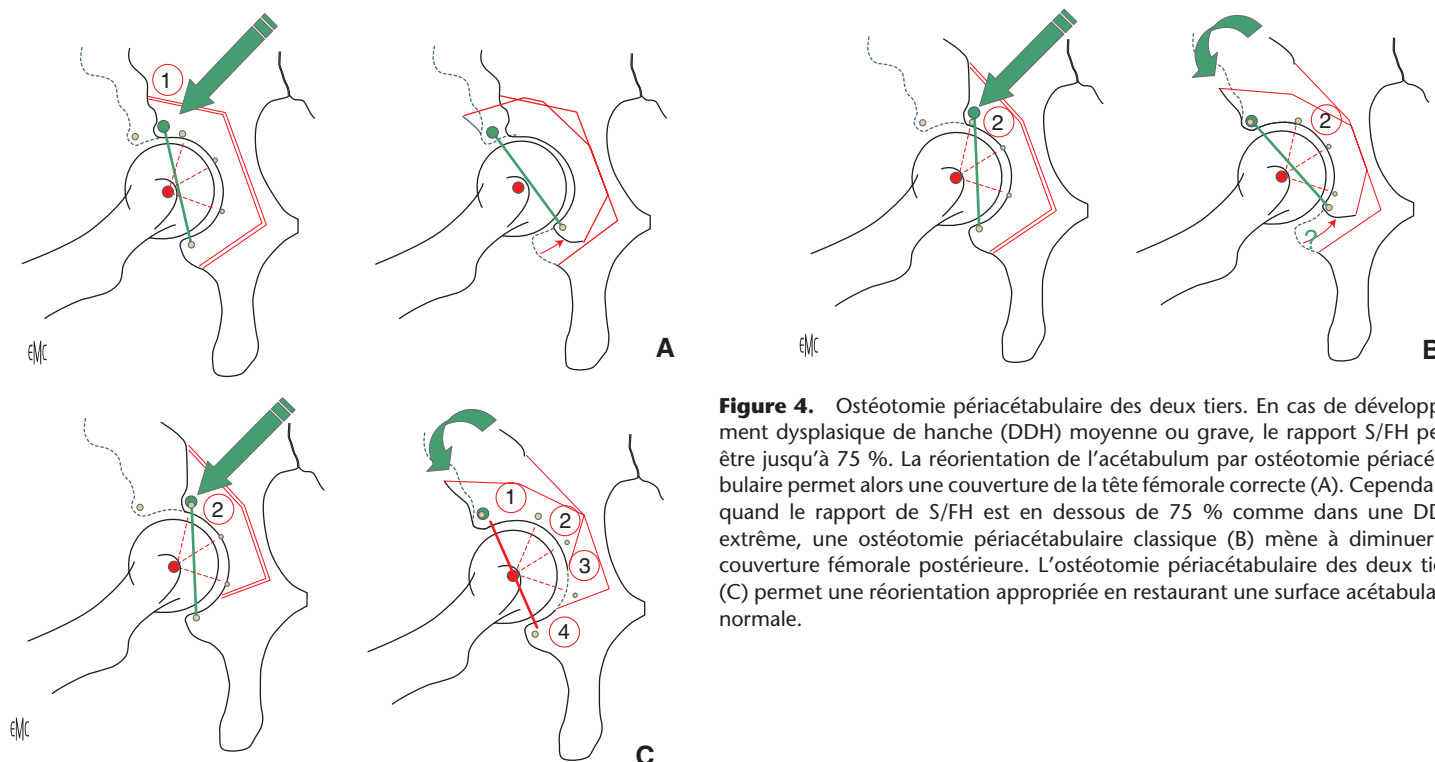


Figure 4. Ostéotomie périacétabulaire des deux tiers. En cas de développement dysplasique de hanche (DDH) moyenne ou grave, le rapport S/FH peut être jusqu'à 75 %. La réorientation de l'acétabulum par ostéotomie périacétabulaire permet alors une couverture de la tête fémorale correcte (A). Cependant, quand le rapport de S/FH est en dessous de 75 % comme dans une DDH extrême, une ostéotomie périacétabulaire classique (B) mène à diminuer la couverture fémorale postérieure. L'ostéotomie périacétabulaire des deux tiers (C) permet une réorientation appropriée en restaurant une surface acétabulaire normale.

“ À retenir

L'ostéotomie « aveugle » de l'ischion est la partie la plus technique de l'intervention. L'ostéotomie de Lexer est indispensable si on veut la réaliser par une voie endopelvienne pure.

niveau du point de réflexion de l'épine sciatique et se termine dans le trou obturateur qui est repéré au doigt.

Ostéotomie des deux tiers (Fig. 4)

L'une des critiques pouvant être faites envers l'ostéotomie périacétabulaire classique est qu'elle n'augmente pas la surface acétabulaire mais la réoriente. En présence d'une dysplasie sévère ou extrême où le ratio S/FH est inférieur à 3/4, la réorientation de l'acétabulum vers l'avant risque d'entraîner un défaut de couverture postérieure, préjudiciable en termes de stabilité ou d'usure, même en l'absence de rétroversion acétabulaire [30]. Dans ces cas, une modification technique a été réalisée depuis 2002. Elle consiste, par la même voie d'abord de Smith-Petersen modifiée et selon la même technique opératoire, à réaliser une ostéotomie « des deux tiers » où l'ostéotomie ischiatique est volontairement intra-articulaire afin de laisser la corne postérieure solidaire de l'ischion pour augmenter la surface acétabulaire définitive (Fig. 3) (3') (Fig. 4). Sur un plan technique, l'ostéotomie ischiatique est réalisée à environ 15-20 mm de l'épine sciatique.

L'ostéotomie périacétabulaire des deux tiers présente alors l'intérêt d'une technique chirurgicale plus simple car plus facilement visualisable. Cette modification technique présente néanmoins deux inconvénients. Tout d'abord, la position du centre de rotation n'est alors pas modifiée. De plus, le trait d'ostéotomie ischiatique est intra-articulaire. Bien que la présence d'un trait d'ostéotomie intra-articulaire présente pour certains un risque d'interruption de la vascularisation acétabulaire [5], nous n'avons pas eu à déplorer une telle complication

avec cette modification technique. Cette dernière modification nécessite une validation par un suivi de cohorte à long terme.

Fixation

La fixation est finalement réalisée à l'aide de deux [31] à cinq vis AO corticales 4,5 mm (en moyenne trois). Le nombre et la position de ces vis sont variables en fonction de la taille du fragment et de l'importance de la réorientation [32]. Le but est bien entendu d'obtenir la meilleure fixation tout en évitant d'être intra-articulaire. Devant plusieurs faillites de la fixation classique par vis, l'épine iliaque antérosupérieure est actuellement fixée par deux vis AO spongieuses 3,5 mm associées à deux cerclages métalliques transosseux. Plusieurs drains de Redon sont mis en place avant la fermeture plan par plan, en insistant particulièrement sur la refixation des muscles larges par des points transosseux au niveau de la crête iliaque afin d'éviter le risque d'hernie [33]. Nous avons suivi la modification de la technique en introduisant en 1992 l'ostéotomie sus-tectale oblique associée à l'ostéotomie de l'épine iliaque antéro-inférieure (Fig. 3) (2a), puis la voie de Smith-Petersen modifiée en 1993.

Suites opératoires

La rééducation comprend une mobilisation libre de la hanche et une reprise immédiate de l'appui, de manière partielle avec un déambulateur puis dès que possible à l'aide de deux cannes anglaises pour un délai de 6 semaines.

“ À retenir

Une connaissance anatomique de la région est indispensable. La reconstruction 3D du bassin en salle d'opération est un apport important.

Résultats

Nos résultats sont comparables aux rares études à moyen ou long terme de l'ostéotomie périacétabulaire [34-36]. Ces auteurs ont rapporté l'expérience bernoise à travers une série de 75 ostéotomies périacétabulaires au suivi moyen de 11,3 ans avec un taux de 73 % d'excellents résultats.

La comparaison avec d'autres techniques conservatrices est difficile, car peu de résultats à long terme ont été publiés. Seules l'ostéotomie de Chiari [37] et la butée extracapsulaire semblent donner des résultats à long terme encourageants. Migaud et al. [38] rapportent des taux de survie respectivement de 83 % pour la butée et 94 % pour l'ostéotomie de Chiari. Néanmoins, ces auteurs précisent bien que la dysplasie sévère ou extrême n'est pas une bonne indication de butée [39]. De plus, l'ostéotomie de Chiari ne permet pas toujours, chez l'adulte, de réaliser une correction suffisante du VCA dont les valeurs postopératoires peuvent varier de manière importante selon les auteurs [39-41].

Conclusion

À la vue de notre expérience, nous proposons maintenant cette intervention pour des patients de moins de 30 ans sans lésion intra-articulaire ou arthrose même débutante (stades de Tönnis 0 ou 1). Pour ces patients, le but est d'éviter une arthroplastie de hanche dans l'avenir par une intervention lourde comme l'ostéotomie périacétabulaire, ou l'ostéotomie périacétabulaire des deux tiers en cas de dysplasie extrême. En revanche, pour les patients de plus de 30 ans ou présentant une arthrose débutante, il est probablement plus raisonnable d'éviter une intervention majeure à la courbe d'apprentissage longue [42, 43] et d'envisager d'autres techniques moins invasives comme une butée extracapsulaire.



Références

- [1] Ganz R, Klaue K, Vinh Tsmast JW. A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias. Technique and preliminary results. *Clin Orthop Relat Res* 1988;**232**:26-36.
- [2] Lazennec JY, Mora Vallederes N, Laudet CG, Barabas D, Ramare S, Hansen S, et al. Anatomic bases of a new technique of juxta-acetabular osteotomy. Technical principles and performance. *Surg Radiol Anat* 1998;**20**:153-9.
- [3] Tönnis D, Sprafke K. New results of a modified acetabuloplasty after Lance combined with detorsion-varus-osteotomy. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1977;**115**:743-52.
- [4] Valenzuela RG, Cabanela M, Trousdale RT. Sexual activity, pregnancy, and childbirth after periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 2004;**418**:146-52.
- [5] Beck M, Leunig M, Ellis T, Sledge JB, Ganz R. The acetabular blood supply: implications for periacetabular osteotomies. *Surg Radiol Anat* 2003;**25**:361-7.
- [6] Hemphing A, Leunig M, Notzli HP, Beck M, Ganz R. Acetabular blood flow during Bernese periacetabular osteotomy: an intraoperative study using laser Doppler flowmetry. *J Orthop Res* 2003;**21**:1145-50.
- [7] Parvizi J, Burmeister H, Ganz R. Previous Bernese periacetabular osteotomy does not compromise the results of total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2004;**423**:118-22.
- [8] Lequesne M, De Sèze S. Le faux profil du bassin. Nouvelle incidence radiographique pour l'étude de la hanche. Son utilité dans les dysplasies et les différentes coxopathies. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1961;**28**:643-52.
- [9] Wiberg G. The anatomy and roentgenographic appearance of a normal hip joint. *Acta Chir Scand* 1939;**83**:7-38.
- [10] Tönnis D. *Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults*. Berlin: Springer-Verlag; 1987 (p. 65-71, 113-31, 370-81).
- [11] Roposch A, Wedge JH. An incomplete periacetabular osteotomy for treatment of neuromuscular hip dysplasia. *Clin Orthop Relat Res* 2005;**431**:166-75.
- [12] Clohisy JC, Nunley RM, Curry MC, Schoenecker PL. Periacetabular osteotomy for the treatment of acetabular dysplasia associated with major aspherical femoral head deformities. *J Bone Joint Surg Am* 2007;**89**:1417-23.
- [13] Matta M, Stover MD, Siebenrock K. Periacetabular osteotomy through the Smith-Petersen approach. *Clin Orthop Relat Res* 1999;**363**:21-32.
- [14] Trousdale RT, Ekkernkamp A, Ganz R, Wallrichs SL. Periacetabular and intertrochanteric osteotomy for the treatment of osteoarthritis in dysplastic hips. *J Bone Joint Surg Am* 1995;**77**:73-85.
- [15] Klaue K, Durnin CW, Ganz R. The acetabular rim syndrome. *J Bone Joint Surg Br* 1991;**73**:423-9.
- [16] Leunig M, Werlen S, Ungersböck A, Ito K, Ganz R. Evaluation of the acetabular labrum by MR arthrography. *J Bone Joint Surg Br* 1997;**79**:230-4.
- [17] Yasunaga Y, Ikuta Y, Kanazawa T, Takahashi K, Hisatome T. The state of the articular cartilage at the time of surgery as an indication for rotational acetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Br* 2001;**83**:1001-4.
- [18] Hailer NP, Soykaner L, Ackermann H, Rittmeister M. Triple osteotomy of the pelvis for acetabular dysplasia. Age at the operation and incidence of nonunions and other complications influence outcome. *J Bone Joint Surg Br* 2005;**87**:1622-6.
- [19] Ruchelsman D, Efeldman DS. Minimizing osteotomy related complications for abductor sparing periacetabular osteotomy using C-arm image intensification. *Orthopedics* 2007;**30**:467-71.
- [20] Pring ME, Trousdale RT, Cabanela ME, Harper CM. Intraoperative electromyographic monitoring during periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 2002;**400**:158-64.
- [21] Hsieh PH, Chang Yhshih CH. Image-guided periacetabular osteotomy: computer-assisted navigation compared with the conventional technique: a randomized study of 36 patients followed for 2 years. *Acta Orthop* 2006;**77**:591-7.
- [22] Ezoe M, Naito M, Asayama I. Muscle strength improves after abductor-sparing periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 2006;**444**:161-8.
- [23] Biedermann R, Donnan L, Gabriel A, Wachter R, Krismer M, Behensky H. Complications and patient satisfaction after periacetabular pelvic osteotomy. *Int Orthop* 2007 (Jun20;[Epub ahead of print]).
- [24] Pogliacomi F, Stark A, Vaienti E, Wallensten R. Periacetabular osteotomy of the hip: the ilioinguinal approach. *Acta Biomed* 2003;**74**:38-46.
- [25] Millis MB, Murphy SB, Poss R. Osteotomies about the hip for the prevention and treatment of osteoarthritis. *Instr Course Lect* 1996;**45**:209-26.
- [26] Hüssel JG, Mast JW, Mayo KA, Howie DW, Ganz R. A comparison of different surgical approaches for the periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1999;**363**:64-72.
- [27] Hsieh PH, Shih CH, Lee PC, Yang WE, Lee ZL. A modified periacetabular osteotomy with use of the transtrochanteric exposure. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**:244-50.
- [28] Troelsen A, Elmengaard B, Soballe K. A new minimal invasive approach for the periacetabular osteotomy. technique and results. Annual Meeting of the American Association of Orthopedic Surgeons, San Diego, 2007.
- [29] Shiramizu K, Naito M, Asayama I, Atsunami M. A quantitative anatomic characterization of the quadrilateral surface for periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 2004;**418**:157-61.
- [30] Siebenrock KA, Schoeniger R, Ganz R. Anterior femoro-acetabular impingement due to acetabular retroversion. Treatment with periacetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**:278-86.
- [31] Mechlenburg I, Kold S, Romer L, Soballe K. Safe fixation with two acetabular screws after Ganz periacetabular osteotomy. *Acta Orthop* 2007;**78**:344-9.
- [32] Babis GC, Trousdale RT, Jenkyn TR, Kaufman K. Comparison of two methods of screw fixation in periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 2002;**403**:221-7.
- [33] Burmeister H, Kaiser B, Siebenrock KA, Ganz R. Incisional hernia after periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 2004;**425**:177-9.
- [34] Siebenrock KA, Scholl E, Lottenbach M, Ganz R. Bernese periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1999;**363**:9-20.
- [35] Kralj M, Mavcic B, Antolic V, Iglic A, Kralj-Iglic V. The Bernese periacetabular osteotomy: clinical, radiographic and mechanical 7-15-year follow-up of 26 hips. *Acta Orthop* 2005;**76**:833-40.

- [36] Garra DN, Crowder TT, Olson SA. Medium-term results of the Bernese periacetabular osteotomy in the treatment of symptomatic developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 2007;**89**: 721-4.
- [37] Chiari K. Beckenosteotomie zur Pfannendachplastik. *Wien Med Wochensh* 1953;**103**:707-9.
- [38] Migaud H, Duquennoy A, Gougeon F, Fontaine C, Pasquier G. Outcome of Chiari pelvic osteotomy in adults. 90 hips with 2-15 years' follow-up. *Acta Orthop Scand* 1995;**66**:127-31.
- [39] Calvert PT, August AC, Albert JS, Kemp HB, Catterall A. The Chiari pelvic osteotomy. *J Bone Joint Surg Br* 1987;**69**:551-5.
- [40] Lack W, Windhager R, Kutschera H, Pengel A. Chiari pelvic osteotomy for osteoarthritis secondary to hip dysplasia. *J Bone Joint Surg Br* 1991; **73**:229-34.
- [41] Matsuno T, Yoshiaki I, Kiyoshi K. Modified Chiari pelvic osteotomy: a long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**: 470-8.
- [42] Trousdale RT, Cabanela ME. Lessons learned after more than 250 periacetabular osteotomies. *Acta Orthop Scand* 2003;**74**:119-26.
- [43] Peters CL, Errickson JA, Hines JL. Early results of the Bernese periacetabular osteotomy: the learning curve at an academic medical center. *J Bone Joint Surg Am* 2006;**88**:1920-6.

X. Flecher (xavier.flecher@ap-hm.fr).

J.-N. Argenson.

J.-M. Aubaniac.

Centre hospitalo-universitaire Sud, Hôpital Sainte-Marguerite, 270, boulevard Sainte-Marguerite, 13274 Marseille cedex 09, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Flecher X., Argenson J.-N., Aubaniac J.-M. Ostéotomie périacétabulaire. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-645, 2008.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Ostéotomies de l'extrémité supérieure du fémur chez l'enfant

P Lascombes

Résumé. – La morphologie du fémur proximal se modifie depuis une coxa valga-antéversion fémorale (AVF) physiologique à la naissance. Toute pathologie modifiant cette croissance retentit sur la fonction de la hanche et crée les conditions mécaniques d'une arthrose. La correction peut nécessiter une ostéotomie fémorale dont l'indication est discutée parmi les autres interventions dont les ostéotomies pelviennes.

La varisation-dérotation s'adresse en premier lieu à la hanche paralytique. L'angle de 100° - 110° limite une récurrence du valgus, surtout chez le jeune enfant ; le fémur est médialisé et l'excès d'AVF est corrigé. Les autres indications sont la coxa valga idiopathique ou séquellaire d'une luxation congénitale de la hanche, où la physe de la tête fémorale doit être dans le plan du cotyle et la maladie de Legg-Perthes-Calvé, où la varisation est à 115° environ.

Les coxa vara congénitales ou secondaires à des désordres ischémiques sont corrigées par une valgisation qui horizontalise la physe de la tête fémorale à environ 35° - 40° . Les coxa breva avec ascension du grand trochanter peuvent bénéficier d'une apophysiodèse du grand trochanter avant l'âge de 8 ans, d'un transfert de celui-ci au-delà ou d'une double ostéotomie d'allongement du col fémoral-abaissement du grand trochanter en fin de croissance.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

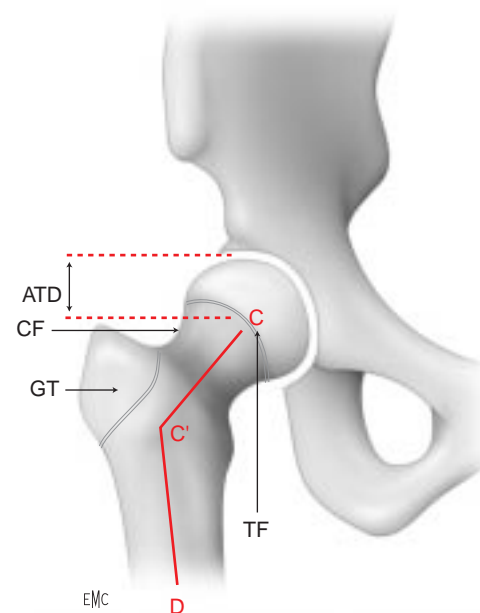
Mots-clés : fémur proximal, de l'enfant, ostéotomie, varisation, valgisation, grand trochanter, hanche.

Introduction

Rédiger un article réservé aux ostéotomies de l'extrémité supérieure du fémur chez l'enfant après celui de Langlais et Lambotte^[13] consacré à l'adulte s'est avéré nécessaire compte tenu des réelles spécificités pédiatriques. L'enfant n'est pas, en effet, qu'un simple « adulte miniature » et les orthopédistes ne s'y trompent pas : certes l'os est plus petit, mais il est aussi moins résistant, les physes sont des barrières infranchissables, les suites opératoires immédiates sont marquées par la turbulence des patients, et les suites lointaines dépendent essentiellement de la pathologie traitée et de la croissance résiduelle (fig 1). Aussi, avant d'entreprendre une ostéotomie du fémur proximal chez l'enfant, il est nécessaire de bien connaître la pathologie en cause, les effets secondaires liés à la croissance avec et sans traitement, les possibilités de traitements associés dont les acétabuloplasties et les principes techniques du geste chirurgical. L'élément majeur déterminant pour la suite de l'évolution est la tendance quasiment constante à la récurrence de la déformation traitée qu'il convient donc de prévoir et de prévenir par une chirurgie précise.

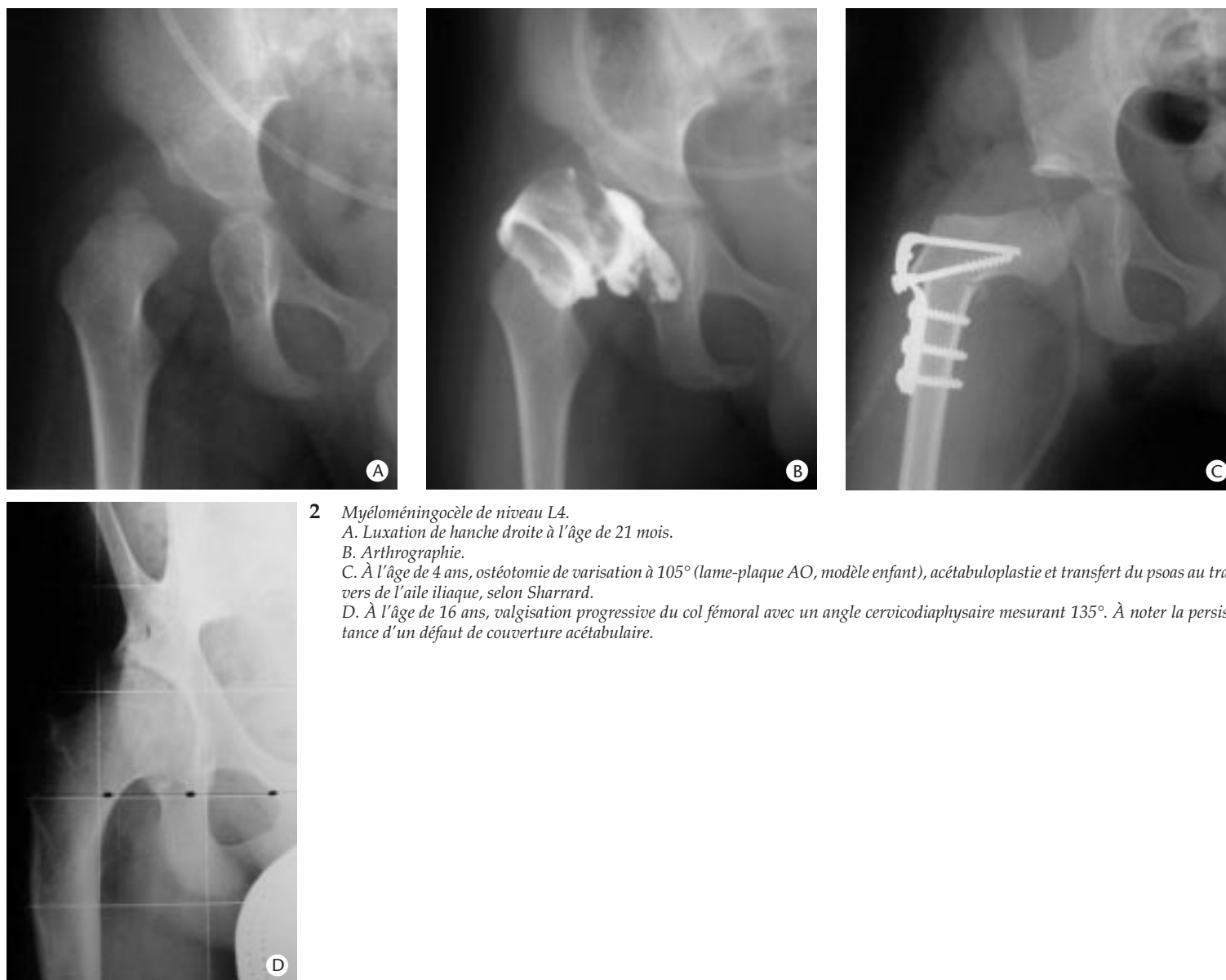
Après un bref rappel sur la croissance du fémur et les bases biomécaniques, nous envisageons :

– les ostéotomies de varisation-dérotation selon les différentes pathologies ;



- 1 Croissance du col fémoral.
ATD : distance articulo-trochantérienne ; C : centre de la tête fémorale ; CC'D : angle cervicodiaphysaire.
Plaques de croissance du grand trochanter (GT), de la portion supérieure du col fémoral (CF), de la tête fémorale (TF). TF, deux fois plus active que GT et CF, est responsable de la croissance en longueur du col fémoral. CF assure la croissance en diamètre du col fémoral.

Pierre Lascombes : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef du service de chirurgie infantile A, hôpital d'Enfants, centre hospitalier universitaire de Nancy, 11, rue du Morvan, 54511 Vandœuvre-lès-Nancy cedex, France.



2 Myéloméningocèle de niveau L4.
 A. Luxation de hanche droite à l'âge de 21 mois.
 B. Arthrographie.
 C. À l'âge de 4 ans, ostéotomie de varisation à 105° (lame-plaque AO, modèle enfant), acétabuloplastie et transfert du psoas au travers de l'aile iliaque, selon Sharrard.
 D. À l'âge de 16 ans, valgisation progressive du col fémoral avec un angle cervicodiaphysaire mesurant 135°. À noter la persistance d'un défaut de couverture acétabulaire.

- les ostéotomies de valgisation dans le traitement de la coxa vara ;
- le traitement des coxa breva par apophysiodyse, transfert du grand trochanter et allongement du col fémoral.

En revanche, nous n'aborderons ni les ostéotomies transcervicales, ni celles qui concernent le traitement spécifique de l'épiphysiolyse de la tête fémorale et de ses séquelles.

Croissance du fémur proximal

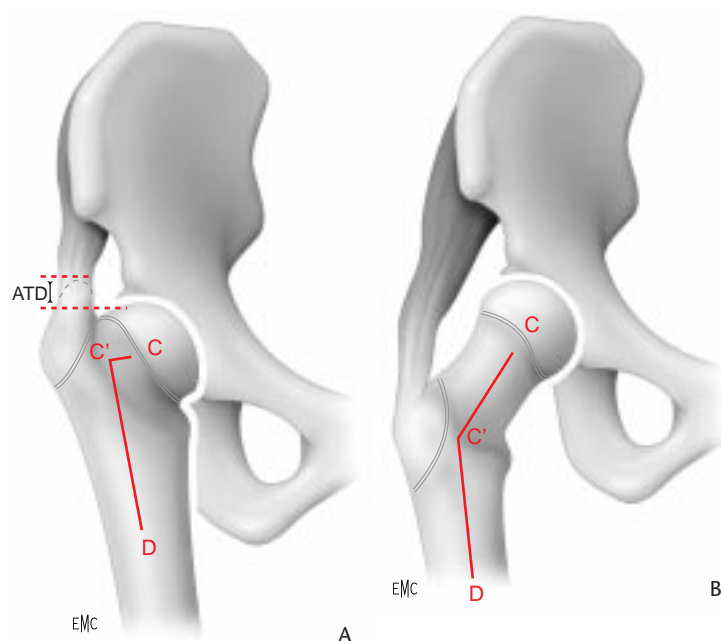
À la naissance, la métaphyse fémorale proximale est recouverte par une coiffe cartilagineuse bilobée comportant la tête fémorale en haut et en dedans, et le grand trochanter en haut et en dehors. Cette zone de croissance est responsable de 30 % de la croissance totale du fémur. Le noyau épiphysaire de la tête fémorale devient radiologiquement visible en moyenne vers l'âge de 3 mois, tandis que le noyau d'ossification secondaire apophysaire du grand trochanter apparaît vers l'âge de 3 à 5 ans. Si, à partir de cet âge, les radiographies semblent montrer deux plaques de croissance distinctes, l'une séparant le col de la tête fémorale et l'autre située au-dessous du grand trochanter, cette physe est en fait continue et recouvre donc également la face supérieure du col fémoral (fig 2) [19].

En outre, les vitesses de croissance de cette physe formant un angle presque droit sont deux fois plus importantes pour la portion tête-col que pour la portion grand trochanter, comme peuvent le montrer

les éventuelles stries d'arrêt de croissance. Cet équilibre physiologique assure la croissance harmonieuse du col fémoral vers une morphologie adulte normale que nous connaissons bien et qui peut être considérée comme pratiquement définitive vers l'âge de 12 ans. Ainsi, l'angle cervicodiaphysaire CC'D a une tendance naturelle à se variser depuis la coxa valga physiologique du nourrisson jusqu'à un angle adulte moyen de 130°. Il en est de même pour l'antéversion fémorale, dont l'angle tend à diminuer avec les années depuis une valeur moyenne de 35° à 40° chez le nourrisson jusqu'à 10° à 20° [7].

La position du sommet du grand trochanter par rapport à l'interligne articulaire, distance articulotrochantérique (ATD), a une importance biomécanique car elle conditionne le jeu des muscles moyen et petit fessiers (fig 2). En fin de croissance, le sommet du grand trochanter se projette sur la ligne horizontale passant par le centre des têtes fémorales. Avant l'ossification du grand trochanter, cette distance est pratiquement impossible à mesurer correctement. Par la suite, la distance osseuse ATD ne tient pas compte de l'épaisseur de tissu cartilagineux qui est plus importante sur le sommet du grand trochanter que sur la tête fémorale. Entre les âges de 5 et 13 ans, l'ATD mesure environ 16 mm (écart-type [ET] = 3,6 mm) chez les filles et 23 mm (ET = 4 mm) chez les garçons [28].

Toute agression de la plaque de croissance induit automatiquement une modification de la morphologie du fémur proximal : une altération de la physe du col fémoral s'accompagne d'un col court



3 Biomécanique.

A. Coxa vara breva, séquelle d'une épiphysiodèse du col fémoral. La distance articulo-trochantérienne (ATD) est négative avec un raccourcissement relatif des muscles fessiers. $CC'D = 85^\circ$.

B. Coxa valga par épiphysiodèse du grand trochanter ou par faiblesse des muscles fessiers (patient atteint d'infirmité motrice d'origine cérébrale). $CC'D = 150^\circ$.

(coxa breva) et d'une varisation (coxa vara), voire parfois d'une caput valga si l'épiphysiodèse est limitée à la portion supérieure de la physe. Au contraire, une destruction du cartilage de croissance du grand trochanter est responsable d'une coxa valga progressive (fig 3). Ailleurs, une lésion du bord supérieur du col fémoral génère un col fémoral grêle.

Biomécanique

PUISSANCE DES MUSCLES ABDUCTEURS DE HANCHE

La force des muscles moyen et petit fessiers est d'autant plus importante que le bras de levier de leur point d'application (grand trochanter) par rapport au centre de la tête fémorale est long, à condition que la longueur de ces muscles soit normale. Ainsi, une ostéotomie de varisation a pour effet une détente des muscles abducteurs, ce qui les rend moins efficaces malgré l'augmentation du bras de levier, tout simplement parce que le grand trochanter se trouve ascensionné. En revanche, l'abaissement et la latéralisation d'un grand trochanter qui était ascensionné permettent de supprimer la boiterie dite de Trendelenburg par remise en tension efficace des muscles abducteurs et reconstruction anatomique [9].

VARISATION DU FÉMUR PROXIMAL ET GENU VALGUM

En général, chez l'adulte, une varisation du fémur proximal s'accompagne d'une latéralisation du fémur. Il en résulte une projection de l'axe mécanique du membre inférieur en regard de l'interligne médial du genou, c'est-à-dire dans le sens d'un genu varum. Chez le jeune enfant, la correction progressive du genu varum induit un valgus du fémur distal et secondairement un genu valgum. Ce dernier ne peut être évité que si le fémur est médialisé lors de l'ostéotomie de varisation [11].

EFFET VALGISANT DES OSTÉOTOMIES DE VARISATION-DÉROTATION

Bedouelle a parfaitement détaillé les raisons de la valgisation du col fémoral après ostéotomie fémorale proximale. Tout d'abord, la simple correction de l'antéversion fémorale augmente le bras de

levier et latéralise le fémur. Les genoux sont alors écartés, mais, en se rapprochant, le col fémoral se valgise automatiquement. Ensuite, la varisation isolée donne le même effet par augmentation de la longueur du col fémoral. Enfin, l'ostéotomie induit à elle seule une stimulation de croissance qui allonge le col fémoral et qui le valgise d'un angle d'autant plus important que l'enfant est jeune [3].

Toutefois, lorsque le cotyle a une morphologie normale, lorsque le centrage de la tête fémorale est satisfaisant et lorsque l'équilibre musculaire est harmonieux, l'angle d'inclinaison du col fémoral a tendance, avec la croissance, à se normaliser autour de 130° . C'est ainsi que, en postopératoire, des angles $CC'D$ différents entre les côtés droit et gauche aboutissent souvent à une symétrie en fin de croissance. Ainsi, dans ce contexte d'environnement normal de l'articulation de la hanche, l'idéal est donc de placer le cartilage de croissance du col fémoral dans un plan parallèle au plan d'entrée du cotyle ou angle acétabulaire de Sharp [25].

OSTÉOTOMIE ET LONGUEUR DU FÉMUR

Une analyse trigonométrique permet de prévoir la modification de la longueur du fémur en allongement ou en raccourcissement après une ostéotomie de valgisation ou de varisation. Sont pris en compte l'âge de l'enfant, les angles d'ostéotomie, la longueur et le diamètre du col fémoral, ainsi que le type d'ostéotomie en dôme ou cunéiforme. Par exemple, une valgisation cunéiforme de soustraction de 100° à 140° chez un enfant âgé de 6 ans avec une longueur de col fémoral de 4 cm allonge le fémur d'environ 1,6 cm [8]. Ces calculs peuvent être remplacés par les calques préopératoires mais ils ne permettent cependant pas de prévoir l'effet de stimulation de croissance qui peut atteindre, voire dépasser, 2 cm à l'âge de notre exemple, ni les transformations secondaires.

Ostéotomies de varisation-dérotation

PLANIFICATION PRÉOPÉRATOIRE

■ Bilan d'imagerie

L'examen clinique est soigneusement noté : qualité de la marche, antéversion fémorale, torsion tibiale et angle du pas, amplitudes articulaires et *testing* musculaire. Les radiographies du bassin de face debout sont complétées par une incidence en abduction et rotation interne correspondant aux angulations à corriger. La tomomodensitométrie, facultative, détermine les mesures de l'antéversion fémorale et apprécie mieux une éventuelle dysplasie acétabulaire qui doit également être corrigée (fig 4). La radiographie debout des membres inférieurs est précieuse pour prévoir l'alignement postopératoire. Une arthrographie informe sur la stabilité de la hanche et sur la morphologie du bourrelet cotyloïdien. L'utilisation de calques préopératoires permet le calcul de l'angulation de la varisation souhaitée, le site précis de l'ostéotomie et le type d'implant utilisé.

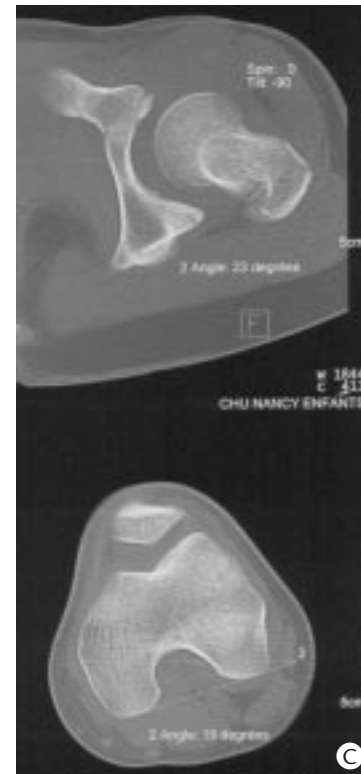
■ Implants

Le nombre des implants pédiatriques disponibles sur le marché est immense du fait des habitudes des chirurgiens, des variations de taille des patients et du manque d'implants universels satisfaisants pour tous.

Lames-plaques AO

Au nombre de 17 modèles, elles sont présentes sous quatre tailles différentes :

– les plaques coudées à 90° pour adultes de petite taille et adolescents ont un profil de lame en « T » ($5 \times 11,7$ mm) et quatre trous pour des vis corticales de 4,5 mm ; elles ont deux tailles de translation (10 et 15 mm) et trois longueurs de lame (40, 50 et 60 mm) ;



- 4 Dysplasie idiopathique de hanche gauche, fille âgée de 14 ans.
 A. Radiographie de face, debout : hanche non concentrique et excentrée.
 B. Position en abduction de 35° et en rotation interne de 40°.
 C. La tomodensitométrie précise l'antéversion fémorale de 42°.
 D. La reconstruction en trois dimensions montre l'excès d'antéversion fémorale et la faible couverture antérieure de la tête fémorale.



- 5 Lame-plaque AO, modèle enfant : correction d'une coxa valga idiopathique dans un contexte de dysplasie à l'âge de 8 ans. CC'D = 127°.



- 6 Clamp d'Altdorf chez un enfant âgé de 4 ans (collection A Tanguy).

– les plaques coudées pour l'enfant sont recommandées jusqu'à l'âge de 10 ans ; le profil en « T » de la lame est plus petit que celui de la précédente mais guère moins (4,5 × 11,2 mm) ; elles ont trois trous pour des vis de 4,5 mm ; deux longueurs de lame (35 et 45 mm) sont disponibles pour trois angulations différentes (80°, 90° et 100°) (fig 5) ;

– les plaques coudées à 90° pour les petits enfants, recommandées jusqu'à l'âge de 5 ans, ont un profil en « T » nettement plus petit (2 × 8 mm), deux longueurs de lame (25 et 32 mm) et deux translations différentes (7 et 12 mm) (cf fig 14) ;

– les miniplaques de hanche 115°, très fines, ont une lame en forme de fourche et deux trous pour des vis de 3,5 mm.

Le choix de la taille des implants dépend essentiellement de la radiographie et de la taille du squelette^[2]. Ces implants ont pour avantage leur ancienneté et la diffusion internationale. Leur

inconvenient majeur reste la nécessité d'introduire un ciseau-guide dans le col fémoral, qui doit ensuite être enlevé avant de placer l'implant définitif. Une fausse route de la lame est toujours possible, d'autant que le col fémoral est porotique (patients atteints d'infirmité motrice d'origine cérébrale), ce qui fragilise le col fémoral ou modifie l'angle de varisation souhaité. De plus, la frappe nécessaire avec un marteau sur le ciseau-guide ou sur l'implant lui-même n'est pas particulièrement favorable à la protection des différentes structures cartilagineuses.

Pour les petits enfants, des variantes sont disponibles, comme le clamp d'Altdorf^[1] qui peut être introduit dans le col fémoral par la tranche spongieuse d'ostéotomie (fig 6). Le « Pique-plaque® » (Serf), utilisable jusqu'à l'âge de 5 ans, se présente sous quatre tailles, avec des lames en forme de fourche de 22, 30 et 40 mm de longueur,



7 Plaque vissée de Rigault®, maladie de Legg-Perthes-Calvé (collection D Mouliès).



8 Plaque coudée cinq trous de Jacquemier®. Enfant âgé de 6 ans.

et trois à cinq vis de 2,7 à 4,5 mm selon les modèles. En outre, son angulation de 90° est prévue pour pouvoir être cintrée et modifiée à la demande.

Clous-plaques

Ce sont des implants montés sur une broche introduite dans le col fémoral, ce qui permet un positionnement facile, précis et fiable. En revanche, les agressions liées à l'impaction ne sont pas supprimées^[13] et l'auteur considère que la prise de deux vis corticales peut paraître insuffisante chez l'enfant d'un certain âge, à moins de l'immobiliser de façon systématique. Des modèles de petite taille existent, mais ils sont difficilement disponibles car ils correspondent à des commandes spéciales.

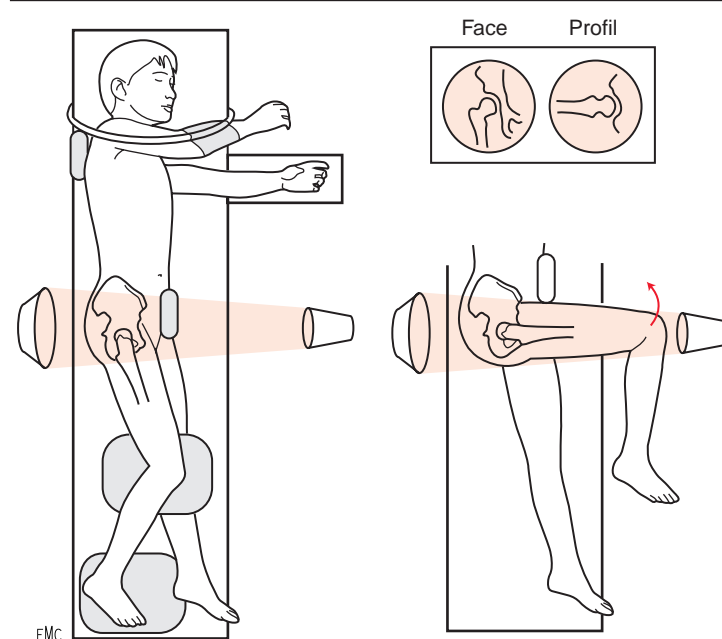
Plaques vissées

Elles sont aussi d'implantation très facile car la vis cervicale est vissée sur une broche-guide. Le dessin de la plaque a son importance dans la mesure où la médialisation de la diaphyse fémorale offre de nombreux avantages, dont la diminution de l'aspect dysesthétique secondaire à la varisation, de l'effet valgisant d'un trop grand bras de levier du col fémoral et des tensions musculaires au niveau des adducteurs de la hanche.

Les plaques vissées de Coventry® et de Rigault® (cette dernière ayant une solidité accrue par une vis cervicale en rappel) pérennisent une latéralisation diaphysaire^[5, 23] (fig 7). Il en est de même pour la vis plaque PHS®, variante pédiatrique de l'implant DHS® développée par Glorion, qui présente une angulation de 125° modifiable de 110° à 145°. L'angulation siège en regard de l'ostéotomie sous-trochantérienne, et elle induit une augmentation du bras de levier du col fémoral. Deux vis proximales et deux vis diaphysaires fixent cette plaque.

D'autres plaques vissées présentent en revanche une translation médiale favorable : la plaque vissée à double coudure de Jacquemier®^[10] associe simplicité de mise en place, grâce à la vis cervicale perforée, et solidité du montage. La varisation à 110°-120° est déterminée par le dessin de la double coudure sur laquelle s'appliquent les corticales des deux fragments. L'angle final est modifiable à la demande à l'aide de simples fers à cintrer. La solidité du montage est assurée par deux vis cervicales et trois vis diaphysaires. Recommandée chez les enfants âgés de moins de 5 ans, nous l'avons utilisée sans complications mécaniques chez des enfants âgés jusqu'à 10 ans ou pesant jusqu'à 30 kg (fig 8).

La plaque d'extrémité supérieure du fémur infantile Surfix® offre une solidité satisfaisante grâce aux pas filetés de stabilisation des vis (3,5 et 4,5 mm) par rapport à la plaque et permet une médialisation du fémur du fait de son dessin. Trois vis corticales sans compression du foyer d'ostéotomie ne retardent pas la consolidation osseuse chez l'enfant.



9 Installation du patient en décubitus controlatéral. L'amplificateur de brillance mis horizontalement permet d'obtenir un cliché de face et un cliché de profil lorsque la hanche est portée en flexion à 90° et en abduction maximale.

TECHNIQUE OPÉRATOIRE

Type de description : varisation à 110°-dérotation par plaque vissée chez un patient atteint d'infirmité motrice d'origine cérébrale.

■ Anesthésie

Le patient est endormi en tenant compte de son état général, de son âge et de sa capacité de coopération. Une anesthésie caudale facilite les suites opératoires immédiates en diminuant de façon significative les premières douleurs.

■ Installation : décubitus latéral (fig 9)

L'opéré est installé en décubitus latéral, maintenu par des appuis situés à distance du champ opératoire pour ne pas gêner l'utilisation de l'amplificateur de brillance. Tous les reliefs sont protégés par des matelas et/ou des coussins en silicone. Un cylindre sous la partie supérieure du thorax permet de bien dégager l'épaule controlatérale. Chez le petit enfant, un matelas-coquille peut s'avérer utile à la fois dans le maintien du décubitus latéral et dans la répartition des appuis. Un calage complémentaire peut être envisagé par une bande

d'Élastoplaste® collante qui fixe, sans pression ni tension, le thorax à la table. Les protections sont également attentives aux genoux et aux chevilles.

Le membre inférieur homolatéral est entièrement préparé et recouvert d'un jersey stérile qui remonte au-dessus de la crête iliaque. La mobilité de la hanche doit être possible dans le champ opératoire, en particulier la flexion à 90° et l'abduction complète. Les rotations interne et externe sont à nouveau mesurées.

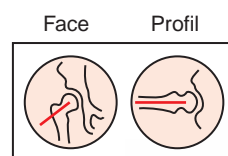
■ Abord chirurgical

Une incision verticale haute de cuisse est faite, mesurant environ 8 à 10 cm ; elle est légèrement postérieure à la ligne verticale latérale de la cuisse, vers le « creux de la fesse » où la cicatrisation est de bien meilleure qualité et moins visible qu'une cicatrice plus antérieure. C'est pourquoi certains auteurs positionnent le patient en décubitus ventral lors d'une varisation bilatérale [24]. L'incision est étendue depuis le grand trochanter, sans atteindre son sommet, et suit vers le bas l'axe de la diaphyse fémorale. La graisse est incisée au bistouri électrique à coagulation, ce qui facilite l'hémostase. Le tractus iliotibial est incisé verticalement en haut jusqu'au muscle moyen fessier dont les fibres sont conservées intactes. L'espace de glissement sous-jacent permet de voir le muscle vaste latéral et l'insertion du muscle grand fessier en arrière. Le muscle vaste latéral est désinséré de la cloison intermusculaire latérale, puis une incision verticale assez postérieure contre la face latérale du fémur, remontant jusqu'à la plaque de croissance du grand trochanter sans l'atteindre, détache ce muscle en arrière et incise le périoste. Classiquement, le muscle est détaché du fémur par une incision en « L » qui n'est cependant pas indispensable, une continuité musculaire entre le vaste latéral et le moyen fessier étant préférable. Le périoste est ensuite décollé en avant à l'aide d'une rugine, largement jusqu'à la face antérieure du col fémoral sans toutefois ouvrir la capsule articulaire, puis il est récliné par un écarteur contre-coudé. Toujours à l'aide d'une rugine, toutes les insertions musculaires sont détachées en arrière sur la ligne âpre, sur toute la hauteur abordée, condition nécessaire pour obtenir une dérotation efficace. Un deuxième écarteur contre-coudé est alors passé en arrière du fémur. Le niveau de la physe du grand trochanter est facilement identifié, soit par le changement de morphologie du fémur proximal, soit sous amplificateur de brillance, mais en aucun cas lors du dépériostage.

La mise en rotation interne du fémur neutralise l'antéversion fémorale en latéralisant au maximum le grand trochanter. Il est alors possible d'apprécier l'axe du col fémoral dans le plan horizontal. Une broche de Kirschner, de diamètre 1,5 mm, montée sur moteur, est positionnée à 15 mm au-dessous de la physe. Elle est poussée au travers de l'os cortical latéral du fémur, puis elle est verticalisée à environ 150°, selon l'angle cervicodiaphysaire mesuré sur la radiographie préopératoire, pour progresser dans l'axe du col fémoral, de façon à se placer au milieu du col, à la fois de face et de profil. Certains auteurs préfèrent atteindre la portion postérieure de la métaphyse proximale fémorale. Quoi qu'il en soit, la broche ne doit pas traverser la plaque de croissance ni pénétrer dans la tête fémorale. Sa bonne position est immédiatement contrôlée sous amplificateur de brillance, de face comme de profil.

Sur cette broche, une mèche perforée fore uniquement la corticale externe : il n'est en effet pas nécessaire de forer sur toute la longueur de la broche, d'une part parce que les vis utilisées sont autotaraudeuses dans un os suffisamment porotique, et d'autre part parce que la broche risquerait, soit d'être poussée trop loin, soit d'être retirée en même temps que la mèche.

Un repère de rotation est tracé verticalement sur le fémur, sous forme d'une petite entaille osseuse verticale de 2 à 3 cm de long à l'aide du ciseau à frapper, à cheval sur la future ostéotomie et en avant de la future plaque vissée afin de rester visible. Cependant, lorsqu'une rotation d'un angle défini est recherchée, le plus simple est de positionner une broche fémorale distale, soit à la partie inférieure de l'incision, soit même plus bas en dehors du champ opératoire. L'angle de cette broche avec la broche du col fémoral est



EMC

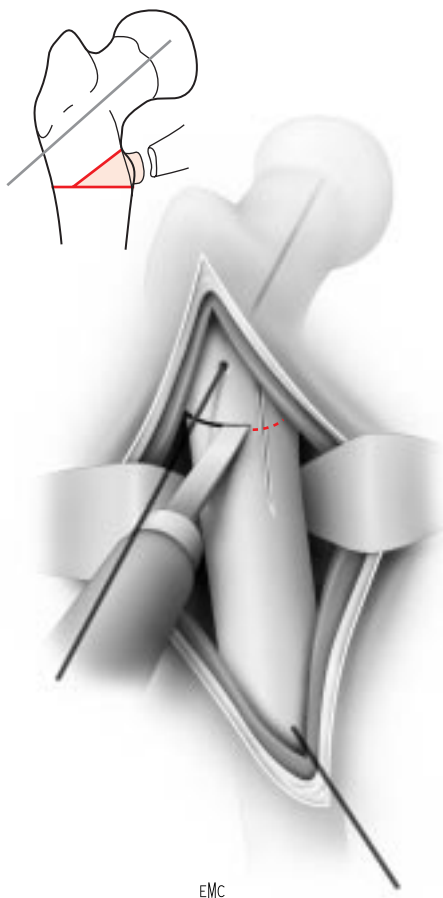
10 Abord du fémur proximal : le muscle vaste latéral peut être récliné par incision longitudinale postérieure. Le périoste est largement ruginé. La physe du grand trochanter est identifiée à la partie proximale de l'incision. Un repère « de rotation » est sculpté ou une broche distale est fixée. Une broche est introduite 1 à 2 cm en dessous de la physe du grand trochanter, parfaitement centrée dans le col fémoral de face et de profil, contrôlée par amplificateur de brillance.

l'angle de dérotation souhaité. La dérotation étant le plus souvent latérale, la broche distale est positionnée vers la face antérolatérale du fémur. La correction de la rotation est obtenue par l'alignement des deux broches après réalisation de l'ostéotomie. Toutefois, le manque de précision de cette méthode rend utiles les autres moyens de vérification de la rotation qui sont le décalage du repère osseux vertical et la mesure des amplitudes articulaires cliniques (fig 10).

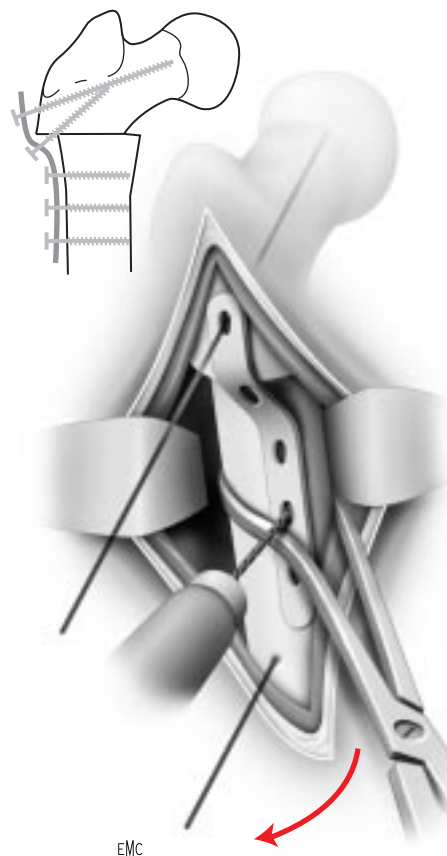
■ Ostéotomie

L'ostéotomie, faite à la scie oscillante, est perpendiculaire à la diaphyse fémorale. Elle débute en latéral à environ 10 mm au-dessous de la broche du col fémoral et elle s'étend en dedans juste au-dessous du petit trochanter. Il est ensuite possible de fixer en position de varisation les deux fragments qui sont ainsi mal affrontés, le cylindre diaphysaire distal étant au contact de l'angle métaphysaire proximal. Compte tenu du jeune âge du patient, la consolidation osseuse s'obtient cependant sans aucune difficulté (fig 5, 6, 8). Lorsque cela est nécessaire, une ostéotomie complémentaire de raccourcissement simple est associée en enlevant un cylindre osseux diaphysaire fémoral.

Une autre possibilité est la résection complémentaire d'un coin osseux proximal à base médiale, emportant le petit trochanter et associant en même temps une ténotomie du psoas iliaque. Le deuxième trait d'ostéotomie, oblique en haut et en dedans, d'un angle équivalant à l'angle de varisation (environ 40°), est dirigé au-dessous du bord inférieur du col fémoral. Selon le raccourcissement souhaité, ce deuxième trait d'ostéotomie peut débiter au niveau de la corticale latérale ou plus fréquemment au milieu du fragment proximal. Du fait de la médialisation secondaire du fragment distal, l'affrontement osseux est d'excellente qualité (fig 11, 12).



11 Ostéotomie à la scie oscillante 1 à 2 cm au-dessous de la broche proximale. Un coin métaphysaire interne peut être retiré et la ténotomie du psoas est assurée.



13 La varisation est faite en translatant en dedans le fémur distal. La plaque vissée est maintenue par un davier : la vis cervicale est montée sur la broche-guide après avoir foré la corticale externe ; les autres vis sont installées après forage complet et taraudage de la corticale externe.

■ Mise en place de l'implant

La plaque vissée est facilement installée : elle est centrée en proximal sur la broche dans le col fémoral et elle est posée sur la face latérale du fémur. La vis perforée de 4,5 mm, dont la longueur a été préalablement mesurée, est vissée à l'aide d'un tournevis préhenseur perforé dans le col fémoral, tout en s'assurant que celui-ci ne tourne pas sur lui-même. La varisation est maintenue sous la plaque d'ostéosynthèse par un davier, en prenant soin de contrôler la correction de la rotation du fragment distal selon la prévision préopératoire. Les trois vis distales sont mises en place :

l'amélioration de la solidité est obtenue par l'utilisation limitée du taraud à la corticale latérale, le vissage au travers de la corticale médiale étant facile. Enfin, une vis autotaraudeuse de type malléolaire est insérée dans le col fémoral ; elle passe en avant ou en arrière de la précédente et assure la compression du foyer d'ostéotomie (fig 13).

■ Fermeture

Après lavage et mise en place d'un drain de type Redon-Jost, le muscle vaste latéral est remplacé en arrière vers la cloison intermusculaire latérale à laquelle il est fixé par quelques points, le tractus iliotibial est soigneusement refermé par un surjet, le tissu



12 Patient présentant une infirmité d'origine cérébrale et une luxation acquise de la hanche droite.

A. Déformation sévère en coxa valga, excès d'antéversion, dysplasie acétabulaire à l'âge de 10 ans.

B. Ostéotomie de varisation de façon à positionner la plaque de croissance du col fémoral selon le plan de Sharp, plaque vissée de Jacquemier®, associée à une acétabuloplastie selon Dega.

sous-cutané est refermé selon les habitudes de l'opérateur ainsi que la peau, en privilégiant à notre avis un surjet intradermique au fil résorbable.

■ Soins postopératoires

Le drainage peut être retiré vers la quarante-huitième heure postopératoire. Le type d'immobilisation a été négocié à l'avance avec la famille et l'équipe de rééducation. Il dépend des traitements chirurgicaux éventuellement associés et de l'âge de l'enfant. Une immobilisation de 6 semaines par un plâtre pelvicrural bien cotonné est une solution de sécurité tandis que l'absence d'immobilisation est également défendue.

■ Ablation du matériel

L'indication de l'ablation de l'implant est de plus en plus rarement envisagée car il paraît inutile de proposer une intervention chirurgicale spécialement pour une ablation de matériel dont les complications ne sont pas négligeables. Ce geste est donc pratiqué à la demande, en particulier devant une saillie sous-cutanée jugée inacceptable.

ÉTIOLOGIES. INDICATIONS

■ Hanche paralytique

Spécificités

Les patients souffrant d'infirmité motrice d'origine cérébrale ont très souvent une rétraction et une spasticité des muscles adducteurs de la hanche à l'origine d'une subluxation, voire d'une luxation de survenue progressive. Dans ce contexte, la varisation-dérotation est le plus souvent associée à une ténotomie des adducteurs et une acétabuloplastie^[18, 27] (fig 12). D'autres étiologies sont concernées, dont les maladies neuromusculaires et les myéloméningocèles (fig 1). Les informations données aux parents portent non seulement sur l'indication chirurgicale et les gestes techniques, mais surtout sur les suites opératoires. En effet, les complications ne sont pas seulement les complications postopératoires habituelles, même si elles sont rares : infection, démontage de matériel... D'autres complications sont plus fréquentes :

- douleurs postopératoires violentes ou ressenties comme telles par ces patients s'exprimant anormalement ; elles peuvent se prolonger plusieurs mois ;
- surinfections respiratoires ;
- escarres sous plâtre ;
- dénutrition et refus d'alimentation ;
- ostéoporose et fractures (en particulier supracondylienne du fémur) quelques mois plus tard, d'autant que la rééducation vise à lutter contre un fréquent flessum du genou ; des fractures de fatigue peuvent également être diagnostiquées ;
- ossifications périarticulaires ;
- attitudes vicieuses de la hanche par défaut de dérotation ou au contraire par hypercorrection ;
- saillie sous-cutanée du matériel d'ostéosynthèse ;
- pseudarthrose... ;
- surtout risque de récurrence de la subluxation après plusieurs années de croissance.

L'anesthésie générale pose parfois quelques difficultés, en particulier lors de l'intubation qui peut nécessiter l'aide d'un fibroscope, ou en présence d'un état dentaire fragile qui doit être notifié au préalable. L'intervention, décrite ci-dessus, se déroule de façon très prudente compte tenu de la fréquente ostéoporose. En postopératoire et selon les cas, une mise en traction pendant 6 semaines peut être souhaitable, tandis qu'ailleurs une immobilisation par un plâtre pelvicrural bien cotonné et surveillé est une sécurité, ou bien encore



14 Ostéotomie de varisation à 115° avec contact terminolatéral selon Serridge : lame-plaque AO®, modèle petit enfant. L'arthrogramme montre l'excellente couverture acétabulaire.

l'absence de toute immobilisation est choisie. Une période de décubitus est alors observée pendant 3 semaines avant la remise en position assise. Dès que possible, la rééducation est reprise en insistant sur le travail en abduction de la hanche ou des hanches opérées et en étant vigilant à obtenir du mieux possible par les étirements et les orthèses d'immobilisation une symétrisation des deux hanches et du bassin. Le matériel d'ostéosynthèse est le plus souvent laissé en place.

Ostéotomie avec contact terminolatéral

L'école de Serridge a rapporté une modification technique de la varisation de la hanche paralytique utile lorsque l'extrémité proximale du fémur est déformée en « cierge », c'est-à-dire en coxa valga majeure^[20]. L'ostéotomie est intertrochantérienne, au-dessus du petit trochanter, perpendiculaire à la diaphyse fémorale. Le grand trochanter, maintenu par un davier de Farabeuf, est porté en forte abduction. Ceci permet d'avoir un bon accès au bord inférieur du col fémoral qui est dépériosté partiellement sur ses faces inférieure, antérieure et postérieure. La direction du col est parfaitement visible, et ceci autorise l'introduction directe, par la tranche spongieuse d'ostéotomie, d'un implant tel qu'une lame-plaque AO® à 100° par exemple. Ce faisant, le chirurgien doit veiller à éviter la rotation du col fémoral autour de son axe en s'assurant que le grand trochanter reste bien aligné avec la diaphyse. Une broche préalablement implantée dans le grand trochanter peut être utile. La diaphyse fémorale est médialisée, éventuellement après un raccourcissement et/ou une rotation latérale, et la tranche de section osseuse diaphysaire est mise au contact avec la face inférieure avivée du col fémoral. Il s'agit donc d'un contact « terminolatéral ». La plaque trois trous est enfin vissée (fig 14). L'expérience porte sur 53 hanches chez des patients âgés de 3 à 14 ans et demi, avec un angle cervicodiaphysaire préopératoire de 162° et postopératoire de 104° évoluant à 114° au recul moyen de 16 mois.

Cette ostéotomie a pour avantage la facilité de pose de l'implant, la précision de l'angle de varisation qui dépend de la position de la lame dans le col fémoral et de l'angle de l'implant lui-même, ce dernier pouvant être cintré et modifié à la demande. Un raccourcissement automatique est obtenu, ainsi qu'une médialisation du fémur. L'idée de placer la lame dans le col fémoral au travers de la tranche d'ostéotomie s'appuie donc sur la diminution de la saillie du grand trochanter, source de fréquentes complications cutanées^[1, 27].

Indications

La récurrence de la coxa valga et de l'antéversion est le résultat de la croissance de la hanche paralytique. Les pertes angulaires sont

d'autant plus marquées que les enfants sont opérés jeunes : ainsi, 96 % des patients âgés de moins de 4 ans retrouvent leur angle cervicodiaphysaire préopératoire au recul moyen de 13 ans. L'indication chirurgicale de varisation doit être la présence d'une luxation ou d'une subluxation dont l'indice de Reimers dépasse 40 % car aucune possibilité d'amélioration spontanée n'est envisageable, en sachant que les résultats ont plus de probabilité de demeurer stables lorsque l'intervention a lieu après l'âge de 8 ans [4]. Un bassin symétrique étant l'objectif attendu, ces interventions sont le plus souvent réalisées de façon bilatérale et comprennent également des ténotomies et acétabuloplasties [17]. L'angle de varisation décidé est d'environ 110°, pouvant descendre à 100°, voire 90° chez l'enfant âgé de moins de 4 ans. Dans ces cas, il est souvent préférable d'attendre quelques années par la bonne prise en charge en rééducation, par l'utilisation de toxine botulique en cas de spasticité, par une ténotomie des adducteurs en cas de rétraction...

■ Dysplasie de hanche

Coxa valga

La coxa valga séquellaire d'une luxation développementale de la hanche peut être corrigée par une ostéotomie de varisation. Le plus souvent, une dérotation associée est obligatoire en raison de l'excès d'antéversion fémorale qui accompagne le valgus. Les avantages de cette varisation-dérotation fémorale sont la création d'un appui antérieur de la tête fémorale sur le cotyle, la normalisation de l'acétabulum par remodelage, la détente des muscles fessiers et la minoration des contraintes mécaniques articulaires (fig 5). Toutefois, l'élément majeur de la dysplasie reste le cotyle dont la normalité doit être obtenue. Ainsi, une éventuelle insuffisance de couverture acétabulaire ne peut être corrigée que par une ostéotomie pelvienne, si bien que, aujourd'hui, l'ostéotomie fémorale reste un geste rarement isolé, plus volontiers complémentaire d'une ostéotomie périacétabulaire.

L'état neuromusculaire étant considéré comme normal, l'objectif de la varisation est la normalisation du fémur proximal en créant un angle cervicodiaphysaire de 120° à 130° ou une physe parallèle au plan du cotyle, et une antéversion fémorale de 10° à 20° [3]. Le patient jeune est volontiers installé en décubitus latéral, tandis que l'adolescent peut être placé sur une table orthopédique avec un contrôle radioscopique de face et de profil. L'immobilisation postopératoire n'est pas systématique, mais elle est confortable chez les enfants. La verticalisation avec appui est reprise après 6 semaines.

Antéversion fémorale

Les ostéotomies de dérotation pour excès d'antéversion fémorale étaient fréquemment indiquées il y a une vingtaine d'années. La meilleure connaissance des troubles rotationnels des membres inférieurs, d'une part, et la rançon cicatricielle disgracieuse des ostéotomies fémorales d'autre part ont largement contribué à une nette diminution de ces opérations. Quelques cas justifient la dérotation, tels qu'une antéversion fémorale gênante supérieure à 50°, vers l'âge de 6 à 10 ans, avant l'acquisition d'une torsion tibiale externe excessive compensatrice. Cette intervention, menée par voie postérolatérale, permet une ostéotomie diaphysaire haute ostéosynthésée par une plaque vissée à compression. Le plus souvent, le contexte dysplasique et l'effet valgisant automatique font préférer une petite varisation d'une dizaine de degrés. Cependant, de nombreux chirurgiens attendent la fin de la croissance pour envisager, si cela est indispensable, une ostéosynthèse par un clou centromédullaire verrouillé, ce qui devient plus compatible avec des cicatrices acceptables.

■ Maladie de Legg-Perthes-Calvé

L'indication d'une ostéotomie de varisation dans le traitement de la maladie de Legg-Perthes-Calvé appartient aujourd'hui à un domaine très controversé dans la mesure où l'objectif primordial du traitement est l'obtention d'une parfaite congruence articulaire. La

discussion entre les partisans des traitements orthopédiques et des traitements chirurgicaux n'a pas à être rapportée ici, de même que celle concernant les ostéotomies fémorales ou pelviennes. Si l'on résume que les affections classées de type C selon Hering ou encore de grades III et IV selon Catterall chez des enfants âgés de plus de 7 ans peuvent bénéficier d'un traitement chirurgical, l'ostéotomie de varisation offre quelques avantages qui sont :

- le recentrage immédiat de la tête fémorale et la modification des surfaces d'appui ;
 - la détente des muscles fessiers et la probable diminution des contraintes mécaniques ;
 - l'amélioration secondaire de la couverture de la tête fémorale en raison du raccourcissement du membre inférieur homolatéral.
- En revanche, ses inconvénients sont directement liés à ses avantages :
- le raccourcissement du fémur est majoré de 1 cm environ ;
 - la taille et la morphologie de l'acétabulum ne sont pas modifiées, ce qui n'améliore donc pas la couverture de la tête fémorale ;
 - la boiterie est aggravée par la faiblesse des muscles fessiers détendus ;
 - la coxa vara résiduelle tend à persister, tandis qu'elle induit en outre une déformation du fémur distal en genu valgum.

Pour toutes ces raisons, certains auteurs proposent une ostéotomie de varisation jamais excessive, limitée à 115° [29], associée à une apophysiodèse du grand trochanter pour espérer une partielle revalgisation du col fémoral avec la croissance résiduelle [11, 29]. L'intérêt de cet arrêt de croissance du grand trochanter est confirmé par de meilleures amplitudes articulaires, une moindre faiblesse des muscles abducteurs, des douleurs moins fréquentes, une activité mieux utilisée et, sur le plan radiographique, une meilleure ATD [16].

Coxa vara : ostéotomies de valgisation

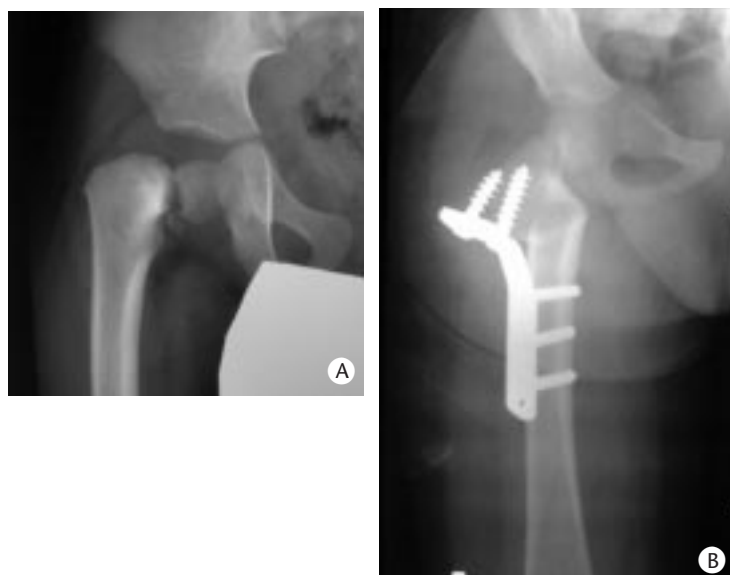
TECHNIQUE

L'abord chirurgical est identique à celui d'une ostéotomie de varisation. Selon les habitudes de chaque opérateur, différentes techniques sont utilisables :

- l'ostéotomie intertrochantérienne de valgisation avec résection d'un coin osseux à base latérale, au risque d'enlever un fragment osseux trop volumineux (fig 15), ou sans résection osseuse chez le jeune enfant ;
- l'ostéotomie sous-trochantérienne, de même principe, qui a pour inconvénient de beaucoup latéraliser le grand trochanter ;
- l'ostéotomie en « Y » de Pauwells ; l'ostéotomie principale intertrochantérienne est perpendiculaire à la diaphyse fémorale, un coin osseux latéral d'un angle égal à la valgisation souhaitée est retiré sur le versant distal du fémur (fig 16).

Le petit nombre des indications chirurgicales est à l'origine des rares implants disponibles sur le marché. Les lames-plaques ou vis-plaques à 130° peuvent être modérément cintrées pour obtenir une angulation supérieure à 135°. L'orientation de l'implant dans le col fémoral peut être délibérément dirigée vers l'angle métaphysaire inférieur pour améliorer la valgisation. D'autres solutions consistent à façonner un implant à la demande, comme une simple plaque à compression qui peut être cintrée en valgus (fig 15).

L'angle de valgisation est calculé non pas uniquement en fonction de l'angle cervicodiaphysaire souhaité mais également selon l'angle de Hilgenreiner-épiphysaire (HE) [6, 28]. En effet, il a été clairement démontré que la récurrence de la coxa vara survenait dans 50 % des valgisations malgré un angle cervicodiaphysaire postopératoire supérieur ou égal à 135°, et ceci indépendamment de l'âge de l'enfant. En revanche, le résultat se maintient dans 95 % des cas lorsque l'angle HE est inférieur à « 38° » [6].

**15** *Coxa vara.*

A. *Coxa vara* congénitale chez une patiente âgée de 4 ans.

B. Ostéotomie de valgisation et ostéosynthèse à l'aide d'une plaque vissée, cintrée à la demande, deux vis spongieuses stabilisant le col fémoral.

INDICATIONS

Les coxa vara ont diverses origines :

- congénitale, éventuellement dans le cadre d'une agénésie fémorale proximale sévère ;
- acquise par trouble ischémique de la physe du col fémoral ou dans les suites d'une luxation développementale de la hanche, d'une dysplasie, d'un rachitisme...

Un angle HE supérieur à 60° est une indication impérative de valgisation tandis qu'un angle HE inférieur à 40° évolue le plus souvent vers une amélioration. La zone intermédiaire de 40° à 60° représente les patients pour lesquels la surveillance rigoureuse est indispensable. Selon l'âge, le maintien de la correction est meilleur dès lors que la valgisation a lieu après l'âge de 5 ans [28]. En complément, un geste de correction acétabulaire peut souvent être évité grâce à une correction spontanée du cotyle à condition que le patient soit opéré avant l'âge de 10 ans [6].

Coxa breva**GÉNÉRALITÉS**

Cette déformation correspond à un col fémoral court volontiers associé à une ascension du grand trochanter ; elle est le plus souvent secondaire à des troubles ischémiques qui perturbent la croissance du col fémoral : nécrose avasculaire séquellaire d'une luxation développementale de la hanche ; ostéochondrite secondaire d'une fracture du col fémoral, d'une ostéomyélite, d'une arthrite septique ou encore d'une maladie de Legg-Perthes-Calvé au stade séquellaire.

Le col fémoral est court, l'ATD est volontiers négative. Il en résulte une boiterie dite « de Trendelenburg » par faiblesse des muscles fessiers. Cette boiterie est présente dans 50 % des cas dès que l'ATD dépasse -5 mm et dans 100 % des cas lorsqu'elle dépasse -14 mm (en valeur négative). En outre, une fréquente inégalité de longueur des membres inférieurs est associée à ce trouble de croissance du fémur proximal [26].

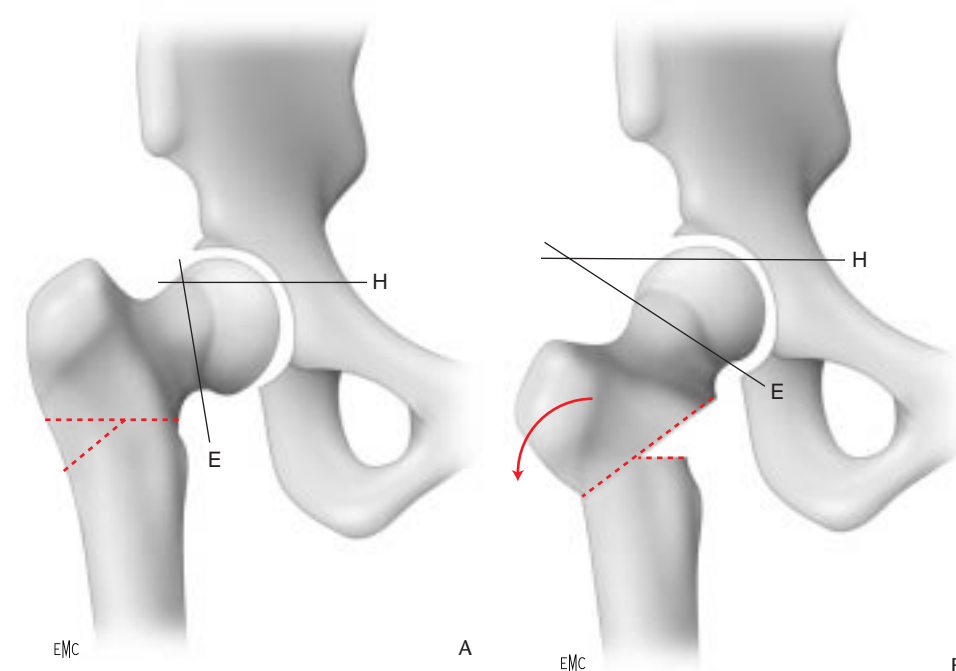
Dans le but de normaliser l'extrémité proximale du fémur, les traitements décrits sont au nombre de trois.

APOPHYSIODÈSE DU GRAND TROCHANTER

Décrite par Langenskiöld en 1967, l'apophysiodyse du grand trochanter correspond à une « épiphysiodyse » chirurgicale de la plaque de croissance de ce dernier. L'intervention est menée en décubitus latéral, par un abord direct classique selon la technique de Phemister : un greffon osseux est détaché de part et d'autre de la physe, un tiers-deux tiers, le cartilage de croissance est cureté. Le greffon est retourné puis impacté pour obtenir la fusion souhaitée [21] (fig 17). En postopératoire, la verticalisation du patient est encouragée avec un appui précoce. Ainsi, la croissance du grand trochanter est stoppée pour sa portion physaire, ce qui permet au col fémoral de se valgiser. Toutefois, cette méthode ne saurait être utilisée au-delà de 8 ans en raison de son inefficacité par insuffisance de croissance résiduelle du col fémoral [12].

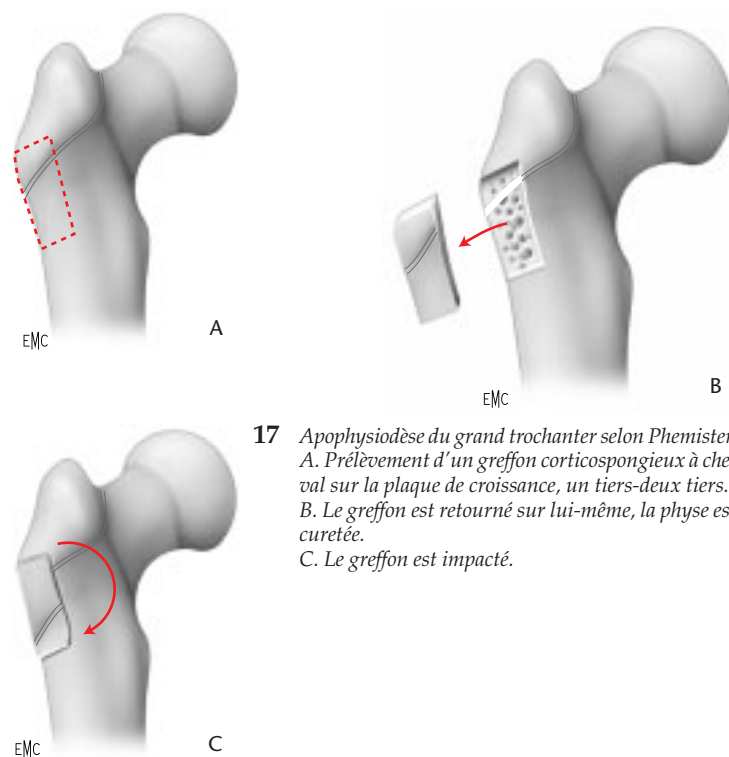
TRANSFERT DU GRAND TROCHANTER

Le transfert du grand trochanter consiste à détacher celui-ci du fémur proximal par une ostéotomie oblique en haut et en dedans, tout en veillant à ne pas blesser les vaisseaux circonflexes qui courent sur le bord supérieur du col fémoral. Une ou deux broches-repères sont correctement placées sous contrôle de l'amplificateur et

**16** *Ostéotomie de valgisation pour traitement d'une coxa vara.*

A. L'angle Hilgenreiner-épiphysaire (HE) mesure 80°.

B. Ostéotomie en « Y » selon Pauwells, angle HE post-opératoire = 35°.



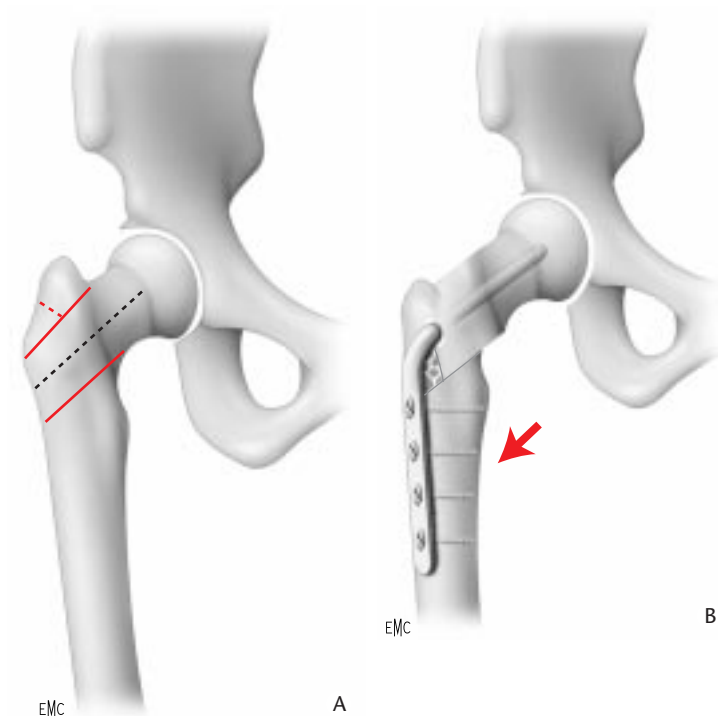
17 Apophysiodèse du grand trochanter selon Phemister.
A. Prélèvement d'un greffon corticospongieux à cheval sur la plaque de croissance, un tiers-deux tiers.
B. Le greffon est retourné sur lui-même, la physe est curetée.
C. Le greffon est impacté.



18 Séquelle d'une arthrite septique de hanche.
A. Coxa breva et col fémoral court, ascension du grand trochanter, distance articulo-trochantérienne = -28 mm.
B. Abaissement et latéralisation du grand trochanter ostéosynthés par deux vis à l'âge de 12 ans.

permettent de guider l'ostéotomie qui est réalisée à la scie oscillante ou aux ciseaux à frapper. Les faces antérieure et postérieure du grand trochanter sont déperiostées à la demande pour faciliter son déplacement, c'est-à-dire un abaissement et une latéralisation. La face latérale du fémur proximal est avivée pour obtenir une bonne zone de contact spongieux en regard de la tranche d'ostéotomie du grand trochanter. L'abaissement est favorisé par la mise en abduction de la hanche et le grand trochanter est fixé au fémur par deux vis (fig 18), parfois renforcées par un hauban au fil d'acier. En postopératoire, une immobilisation provisoire par traction collée, hanche en abduction, est maintenue quelques jours avant de diminuer progressivement l'abduction par la rééducation. L'immobilisation est maintenue si la fixation du grand trochanter paraît précaire.

L'abaissement du grand trochanter atteint environ 3 cm tandis que sa latéralisation est de 1 cm. Certains auteurs préfèrent éviter l'effet de latéralisation du grand trochanter en raison du risque de bursite



19 Ostéotomie d'allongement du col fémoral et d'abaissement du grand trochanter.
A. Dessin des ostéotomies intertrochantérienne et du grand trochanter (trait plein), préparation du trajet des broches dans le grand trochanter et dans le col fémoral (trait pointillé).
B. Double ostéotomie, abaissement du grand trochanter, abaissement et latéralisation du fémur, ostéosynthèse par un clou-plaque.

et de saillie sous-cutanée. Le transfert distal isolé est alors obtenu par deux ostéotomies du grand trochanter qui soustraient un fragment trapézoïdal intermédiaire [15].

La boiterie apparaît souvent vers l'âge de 9 à 10 ans et l'indication de cette intervention est justifiée lorsqu'il existe une faiblesse musculaire traduite par le signe positif de Trendelenburg, une fatigabilité à la marche et une ascension du grand trochanter. Lorsqu'une inégalité de longueur des membres inférieurs est associée, une épiphysiodesse controlatérale du fémur distal peut être envisagée [22].

OSTÉOTOMIE D'ALLONGEMENT DU COL FÉMORAL AVEC TRANSPOSITION DU GRAND TROCHANTER

Décrite en 1980 par Morscher, cette ostéotomie complexe tend à rétablir une anatomie normale du fémur proximal. Elle associe un transfert distal et latéral du grand trochanter à une ostéotomie intertrochantérienne oblique en haut et en dedans [9]. Le fémur distal est alors glissé en bas et en dehors, ce qui permet d'allonger le col fémoral d'environ 15 à 17 mm, en même temps que le fémur en entier d'environ 15 mm également. Le grand trochanter est ensuite fixé à la face latérale du col fémoral par l'implant de fixation de l'ostéotomie fémorale, éventuellement renforcé par un haubanage.

■ Technique

La face externe du fémur proximal est abordée par voie externe. Le grand trochanter est détaché à sa base par une ostéotomie oblique à 130° par rapport à la verticale. Grâce à l'installation sur une table orthopédique, la cuisse est mise en abduction, ce qui permet d'abaisser le grand trochanter, de le retourner sur lui-même de 90° et de le fixer provisoirement dans le prolongement du col fémoral par une broche. Le trajet de l'implant est préparé dans le col fémoral et le grand trochanter. L'ostéotomie intertrochantérienne est parallèle à la première ostéotomie, puis la diaphyse fémorale est simultanément tractée vers le bas et déplacée en dehors afin d'obtenir un allongement du col fémoral d'environ 15 mm (fig 19).



20 Séquelle d'arthrite septique de hanche, patiente âgée de 15 ans ; ostéosynthèse du fémur par lame-plaque AO, ostéosynthèse du grand trochanter par vis et hauban.

L'implant, lame-plaque, vis-plaque ou clou-plaque, est monté et la fixation du grand trochanter est renforcée par un hauban ou par une vis spongieuse (fig 20). En postopératoire, le patient est installé en traction-suspension avec une abduction de la cuisse à 20°, abduction qui sera progressivement ramenée à la normale par la rééducation.

■ Indications

Cette intervention est préférablement réservée aux adolescents qui présentent les signes cliniques en rapport avec une ascension du grand trochanter, un col fémoral court et une inégalité de longueur des membres inférieurs d'environ 2 cm. L'intérêt de la latéralisation du grand trochanter majorée par l'effet d'allongement du col fémoral est l'augmentation du bras de levier des muscles abducteurs dont l'efficacité se trouve ainsi améliorée. C'est la raison pour laquelle la boiterie de Trendelenburg a tendance à disparaître de façon significative [14] sans pour autant voir survenir des arthroses dégénératives à moyen terme [9]. En cas de mauvaise congruence entre la tête fémorale et le cotyle, l'orientation de l'implant dans le col fémoral peut modifier la morphologie du fémur proximal dans le sens d'une varisation ou d'une valgisation [27].

Conclusion

Les indications des ostéotomies fémorales proximales chez l'enfant sont très variées en raison des pathologies traitées. Leur réalisation technique nécessite une prévision rigoureuse où sont rassemblés les objectifs attendus qui dépendent de l'âge, de l'étiologie et de l'évolutivité des déformations, des capacités de modification morphologique secondaire en fonction des structures de croissance et de leur atteinte... Les choix du site de l'ostéotomie et de l'implant sont minutieusement décidés grâce aux indispensables calques préopératoires qui anticipent sur le résultat non seulement du col fémoral mais également du membre inférieur dans son ensemble.

Références

- [1] Alonso JE, Lovell W, Lovejoy J. The Altdorf hip clamp. *J Pediatr Orthop* 1986 ; 6 : 399-402
- [2] Beauchesne R, Miller F, Moseley C. Proximal femoral osteotomy using the AO fixed-angle blade plate. *J Pediatr Orthop* 1992 ; 12 : 735-740
- [3] Bedouelle J. L'ostéotomie fémorale dans la maladie luxante de la hanche. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Maladie luxante congénitale de la hanche : traitement chez l'enfant. Paris : Expansion Scientifique Française, 1979 : 87-97
- [4] Brunner R, Baumann JU. Long-term effects of intertrochanteric varus-derotation osteotomy on femur and acetabulum in spastic cerebral palsy: an 11 to 18 year follow-up study. *J Pediatr Orthop* 1997 ; 17 : 585-591
- [5] Canale T, Holand W. Coventry screw fixation of osteotomies about the pediatric hip. *J Pediatr Orthop* 1983 ; 3 : 592-600
- [6] Carroll K, Coleman S, Stevens PM. Coxa vara: surgical outcomes of valgus osteotomies. *J Pediatr Orthop* 1997 ; 17 : 220-224
- [7] Fabry G, Mac Ewen GD, Shands AR. Torsion of the femur. A follow-up study in normal and abnormal conditions. *J Bone Joint Surg Am* 1973 ; 55 : 1726-1738
- [8] Harper MC, Canale T, Cobb M. Proximal femoral osteotomy: a trigonometric analysis of effect on leg length. *J Pediatr Orthop* 1983 ; 3 : 431-434
- [9] Hasler CC, Morscher EW. Femoral neck lengthening osteotomy after growth disturbance of the proximal femur. *J Pediatr Orthop B* 1999 ; 8 : 271-275
- [10] Jacquemier M, Bollini G, Bouyala JM. Ostéotomie intertrochanterienne du fémur chez l'enfant de moins de 5 ans. Une nouvelle plaque d'ostéosynthèse. *Chir Pédiatr* 1989 ; 30 : 121-124
- [11] Kitackoji T, Hattori T, Iwata H. Femoral varus osteotomy in Legg-Calvé-Perthes disease: points at operation to prevent residual problems. *J Pediatr Orthop* 1999 ; 19 : 76-81
- [12] Langenskiöld A, Salenius P. Epiphyseodesis of the greater trochanter. *Acta Orthop Scand* 1967 ; 38 : 199-219
- [13] Langlais F, Lambotte JC. Ostéotomies de l'extrémité supérieure du fémur. *Encycl Méd Chir* (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-654, 1999 : 1-16
- [14] Lascombes P, Prevot J, Allouche A, Ligier JN, Metaizeau JP. L'ostéotomie d'allongement du col fémoral avec transposition du grand trochanter dans les coxa vara acquises. *Rev Chir Orthop* 1985 ; 71 : 599-601
- [15] Macnicol MF, Makris D. Distal transfer of the greater trochanter. *J Bone Joint Surg Br* 1991 ; 73 : 838-841
- [16] Matan AJ, Stevens PM, Smith JT, Santora SD. Combination trochanteric arrest and intertrochanteric osteotomy for Perthes disease. *J Pediatr Orthop* 1996 ; 16 : 10-14
- [17] McNeerney NP, Mubarak SJ, Wenger DR. One-stage correction of the dysplastic hip in cerebral palsy with San Diego acetabuloplasty: results and complications in 104 hip. *J Pediatr Orthop* 2000 ; 20 : 93-103
- [18] Miller F, Girardi H, Lipton G, Ponzio R, Klaumann M, Dabney KW. Reconstruction of the dysplastic spastic hip with peri-iliac pelvic femoral osteotomy followed by immediate mobilization. *J Pediatr Orthop* 1997 ; 17 : 592-602
- [19] Morgan JD, Somerville EW. Normal and abnormal growth at the upper end of the femur. *J Bone Joint Surg Br* 1960 ; 42 : 264-272
- [20] Parent HF, Mascard E, Zeller R, Seringe R. Une nouvelle technique d'ostéotomie fémorale de varisation dans le traitement des luxations et subluxations paralytiques de la hanche. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 : 346-350
- [21] Phemister DB. Operative arresment of longitudinal growth of bones in the treatment of deformities. *J Bone Joint Surg* 1933 ; 15 : 1-15
- [22] Porat S, Robin GC, Howard CB. Cure of the limp in children with congenital dislocation of the hip and ischaemic necrosis. *J Bone Joint Surg Br* 1994 ; 76 : 463-467
- [23] Rigault P, Pouliquen JC, Beneux J, Guyonvarch G, Donguy C. L'ostéotomie fémorale dans le traitement de l'ostéochondrite primitive de la hanche chez l'enfant. Résultats de 66 nouveaux cas. *Rev Chir Orthop* 1974 ; 60 : 569-581
- [24] Root L, Siegal T. Osteotomy of the hip in children: posterior approach. *J Bone Joint Surg Am* 1980 ; 62 : 571-575
- [25] Sharp IK. Acetabular dysplasia, the acetabular angle. *J Bone Joint Surg Br* 1961 ; 43 : 268-272
- [26] Stevens PM, Coleman SS. Coxa breva: its pathogenesis and a rationale for its management. *J Pediatr Orthop* 1985 ; 5 : 515-521
- [27] Tachdjian MO. Pediatric orthopedics. Philadelphia : WB Saunders, 1990 :
- [28] Weinstein JN, Kuo N, Millar A. Congenital coxa vara. A retrospective review. *J Pediatr Orthop* 1984 ; 4 : 70-77
- [29] Wenger DR, Ward T, Herring JA. Current concepts review. Legg-Calvé-Perthes disease. *J Bone Joint Surg Am* 1991 ; 73 : 787-788

Technique de l'ostéotomie de Chiari chez l'adulte

H. Migaud, J. Girard, J. Beniluz, Y. Pinoit, A. Duquennoy

L'ostéotomie de Chiari, avec la réalisation d'un trait ascendant et strictement congruent avec la tête fémorale, s'adresse aux dysplasies acétabulaires de l'adulte avec ou sans arthrose. Dans ces indications définies et si l'on prend soin de respecter quelques détails techniques précis, cette ostéotomie permet d'obtenir d'excellents résultats à long terme. Elle est peu sensible à l'arthrose préopératoire, à condition qu'elle soit secondaire à une dysplasie majeure (à angles de couverture externe et antérieure de la tête fémorale [VCE et VCA] négatifs). Si cette ostéotomie réduit le défilé pouvant conduire les parturientes à une césarienne pour la délivrance, elle ne met pas en péril une éventuelle arthroplastie ultérieure et en simplifie l'implantation en augmentant la cavité acétabulaire.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Ostéotomie ; Bassin ; Chirurgie conservatrice ; Coxarthrose ; Labrum

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Indications et contre-indications de l'ostéotomie de Chiari | 1 |
| ■ Déroulement de l'intervention | 3 |
| Installation | 3 |
| Réalisation de l'ostéotomie | 3 |
| Médialisation | 5 |
| Fixation de l'ostéotomie | 5 |
| Gestes complémentaires | 5 |
| Suites opératoires | 5 |
| Incidents et difficultés techniques | 6 |
| ■ Discussion et conclusions | 7 |

■ Introduction

Karl Chiari a initialement décrit une ostéotomie pelvienne supra-acétabulaire pour la prise en charge des dysplasies coxo-fémorales de l'enfant. Depuis, cette ostéotomie a été largement utilisée pour le traitement de la dysplasie acétabulaire de l'adulte avec ou sans arthrose. Par rapport à la description originale de Chiari, de nombreuses modifications ont été proposées : utilisation d'une trochantérotomie [1], contrôle de l'ostéotomie au moyen d'un amplificateur de brillance et/ou de broches, coupe à la scie de Gigli ou à l'aide de ciseaux, immobilisation par plâtre ou ostéosynthèse par plaque et/ou vis [2-4]. La modification majeure a été la modification du dessin de l'ostéotomie avec la réalisation d'un trait ascendant et strictement congruent avec la tête fémorale (Fig. 1). Cette congruence, introduite par Chiari lui-même [5] puis par d'autres auteurs au Japon [1, 2, 6, 7] et en France par nous-mêmes [4], associée au caractère ascendant du trait, permet d'assurer la couverture la plus étendue possible de la tête fémorale [1, 8] (Fig. 2).

Les objectifs de l'ostéotomie de Chiari doivent impérativement respecter les éléments suivants : couverture complète et

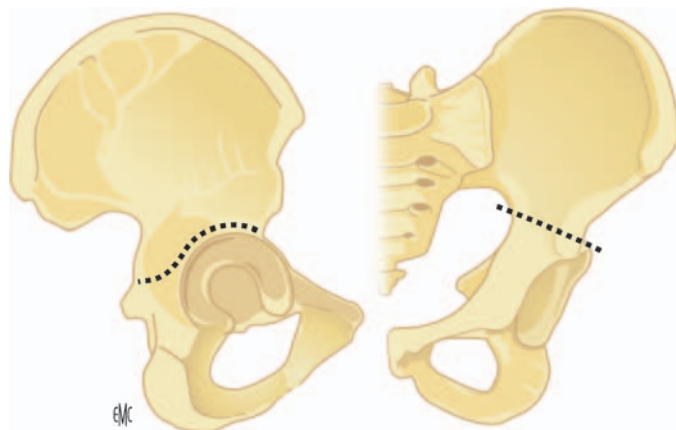


Figure 1. Schéma du bassin de face et de profil figurant la position et l'orientation idéale du trait d'ostéotomie (trait pointillé). En arrière, le trait doit descendre aussi bas que possible afin d'obtenir une couverture postérieure satisfaisante. De face, l'orientation du trait doit réaliser une congruence entre néotoit et tête fémorale après médialisation.

congruente de la tête fémorale, médialisation de la hanche afin de diminuer les contraintes en réduisant le travail du moyen fessier et en verticalisant le paléoacétabulum.

■ Indications et contre-indications de l'ostéotomie de Chiari

Cette intervention est indiquée pour le traitement d'une dysplasie sévère de la hanche de l'adulte présentant des angles de couverture externe (VCE) et/ou antérieure (VCA) de la tête fémorale inférieurs ou égaux à 0° [2, 4, 8]. Le bilan radiographique préopératoire doit absolument comporter les incidences suivantes : un bassin de face, un faux profil de Lequesne [9] et des clichés de recentrage de la hanche en cas de déformation de la tête fémorale ou d'excentration de la hanche. L'état du

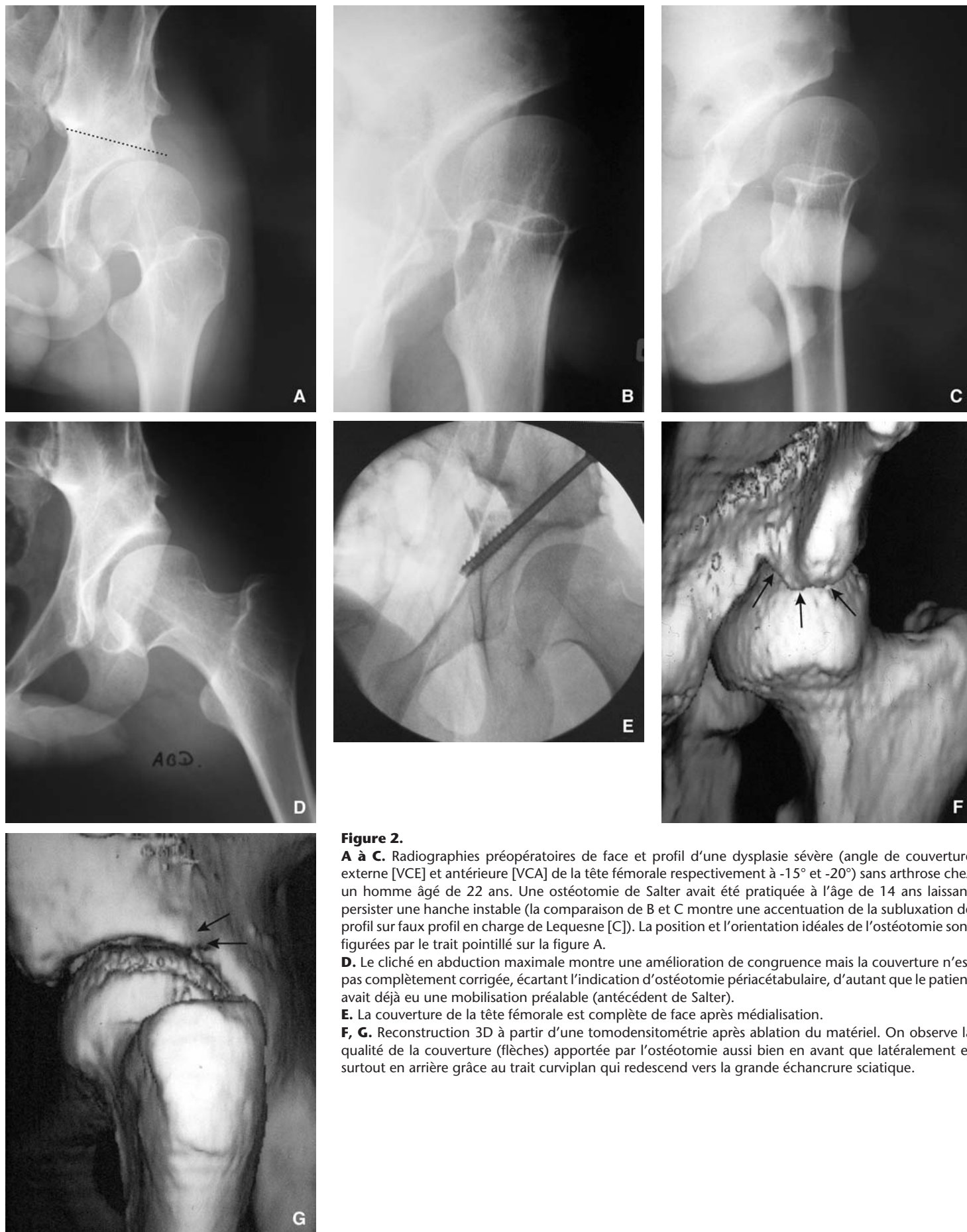


Figure 2.

A à C. Radiographies préopératoires de face et profil d'une dysplasie sévère (angle de couverture externe [VCE] et antérieure [VCA] de la tête fémorale respectivement à -15° et -20°) sans arthrose chez un homme âgé de 22 ans. Une ostéotomie de Salter avait été pratiquée à l'âge de 14 ans laissant persister une hanche instable (la comparaison de B et C montre une accentuation de la subluxation de profil sur faux profil en charge de Lequesne [C]). La position et l'orientation idéales de l'ostéotomie sont figurées par le trait pointillé sur la figure A.

D. Le cliché en abduction maximale montre une amélioration de congruence mais la couverture n'est pas complètement corrigée, écartant l'indication d'ostéotomie périacétabulaire, d'autant que le patient avait déjà eu une mobilisation préalable (antécédent de Salter).

E. La couverture de la tête fémorale est complète de face après médialisation.

F, G. Reconstruction 3D à partir d'une tomодensitométrie après ablation du matériel. On observe la qualité de la couverture (flèches) apportée par l'ostéotomie aussi bien en avant que latéralement et surtout en arrière grâce au trait curviplan qui redescend vers la grande échancrure sciatique.

labrum doit lui aussi être précisé à l'aide d'un examen arthro-tomodensitométrique ou d'une imagerie par résonance magnétique (IRM) avec injection intra-articulaire de gadolinium. En

effet, une lésion du labrum est en théorie une contre-indication à l'ostéotomie de Chiari, mais dans nos mains, cette contre-indication reste relative. En cas de lésion du labrum, il faut



Figure 3. Une subluxation sévère contre-indique l'ostéotomie de Chiari lorsque le trait ascendant se termine dans l'articulation sacro-iliaque. Un cliché de profil peut être utile pour juger de la faisabilité de l'ostéotomie (l'articulation sacro-iliaque étant postérieure). Dans cet exemple, l'ostéotomie de Chiari ne peut être réalisée car le trait est trop proche de l'articulation sacro-iliaque.

réséquer sous contrôle arthroscopique la lésion labrale [10] puis prendre soin de respecter la capsule lors de l'ostéotomie. Une subluxation coxofémorale sévère n'est pas une contre-indication si le trait peut être suffisamment ascendant sans atteindre l'articulation sacro-iliaque. En cas de subluxation sévère, un profil strict de bassin (Fig. 3) peut être utile en se souvenant que l'articulation sacro-iliaque est en situation postérieure et que le trait de l'ostéotomie de Chiari doit redescendre en arrière si l'on veut en respecter le caractère congruent (Fig. 3). Il est de toute façon indispensable de planifier le trait de l'ostéotomie en le dessinant, ce qui permet d'évaluer l'angle d'ascendance et d'anticiper la congruence de face avec la tête fémorale (Fig. 1, 2). Lorsque la déformation de la tête fémorale est trop importante pour entraîner une congruence satisfaisante, il faut alors envisager une ostéotomie fémorale complémentaire guidée par les clichés de recentrage (Fig. 2, 4). Cette chirurgie fémorale doit être anticipée pour les têtes présentant une perte de sphéricité avec une « bosse » latérale ou lorsqu'un conflit avec le grand trochanter peut être redouté après médialisation (Fig. 4).

Les points suivants doivent ensuite être planifiés :

- le point d'entrée latéral de l'ostéotomie qui doit être aussi proche que possible de la capsule sans la pénétrer ;
- l'angle de l'ostéotomie qui doit être orienté de façon à ce qu'elle soit tangente à la partie découverte de la tête fémorale, afin d'obtenir un contact aussi étroit que possible avec la tête fémorale après la médialisation et en se souvenant que le trait doit être ascendant si l'on veut obtenir une médialisation facile ;
- la valeur de la médialisation nécessaire pour obtenir une couverture complète ;
- la congruence prévisible après médialisation.

L'existence d'une coxarthrose avancée n'est pas une contre-indication à condition que la dysplasie acétabulaire soit très sévère (angles VCE et/ou VCA négatifs) et que le sujet soit âgé de moins de 50 ans. À l'inverse, une coxarthrose même modérée constitue une contre-indication relative si la dysplasie est modérée (angle VCE et/ou VCA positif).

■ Déroulement de l'intervention

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal sur table orthopédique. Un amplificateur de brillance nous semble indispensable à la réalisation et la fixation de l'ostéotomie. L'intervention peut être menée sous anesthésie générale ou rachidienne. L'appui pubien doit impérativement rester à distance de la face médiale de la cuisse opérée de façon à ne pas gêner la médialisation ultérieure (un contre-appui placé sur la face latérale du

bassin du côté controlatéral peut être utile pour rapprocher le bassin de l'opérateur et maintenir l'appui pubien à distance de la face médiale de la cuisse opérée) (Fig. 5). Le membre opéré est positionné dans l'axe du corps et en légère rotation externe (10° afin d'effacer le grand trochanter) sans traction. Le membre controlatéral est en abduction afin de permettre le passage de l'amplificateur de brillance (Fig. 5). Une fois ce dernier installé, il doit être fixé car l'horizontale de référence (qui sert pour orienter les broches guides et le trait d'ostéotomie en fonction de la planification préopératoire) doit être connue tout au long de l'intervention (Fig. 6). L'horizontale de référence est fournie en orientant sur l'écran de l'amplificateur la projection d'une barre métallique joignant les deux épines iliaques. C'est à partir de cette horizontale de référence que les broches guides et le trait d'ostéotomie sont orientés.

Réalisation de l'ostéotomie

L'ostéotomie de Chiari se déroule selon une voie de Smith-Petersen. La désinsertion de l'éventail des muscles fessiers doit être économique et limitée au tiers antérieur de la fosse glutéale jusqu'au tubercule du gluteus medius. La région supracétabulaire est ensuite exposée jusqu'à la grande échancrure sciatique sur une hauteur restreinte d'environ 2 à 3 cm. La capsule de l'articulation coxofémorale doit être exposée en prenant garde de ne pas la léser. Il faut aussi faire attention à ne pas la désépaissir, car la capsule et le labrum servent de tissu d'interposition permettant de pérenniser l'effet de l'agrandissement acétabulaire. Un processus de dégénérescence métaplasique transforme cette capsule en fibrocartilage capable d'assurer un rôle d'interposition même lors de très longs reculs (Fig. 7). Le tendon réfléchi du droit de la cuisse est identifié sur fil (ultérieurement il peut servir à augmenter l'épaisseur d'une capsule trop fine et/ou lors d'une ouverture capsulaire involontaire). Une rugine est introduite entre le tendon réfléchi (au-dessous) et l'épine iliaque supérieure (au-dessus). La fosse glutéale endopelvienne est alors exposée à l'aide d'une rugine en prenant soin de rester au contact de l'os. L'anatomie du détroit supérieur rend ce geste difficile. Une rugine coudée de façon spécifique est alors utilisée au-delà du détroit supérieur afin de poursuivre la libération postérieure au ras de l'os (Fig. 8). À la fin de cette libération, un doigt introduit dans la grande échancrure sciatique par la fosse glutéale exopelvienne doit palper l'extrémité de la rugine introduite par la fosse glutéale endopelvienne. La dissection a alors parfaitement déterminé l'ensemble du pourtour de l'os iliaque sur une hauteur limitée. Cette dissection doit être minutieuse afin de contrôler l'hémostasie et de faciliter ultérieurement la section de la partie postérieure de l'os iliaque à proximité de la grande échancrure. Car



Figure 4. Dysplasie sévère chez une femme de 32 ans (séquelle d'ostéochondrite) présentant une incongruence coxofémorale majeure. La dysplasie sévère sur le faux profil, la présence du grand trochanter ainsi que l'incongruence ont conduit à combiner une ostéotomie fémorale de valgisation et de Chiari (résultat clinique et radiologique satisfaisant au recul de 14 ans).

la zone postérieure de l'ilium, difficile à sectionner étant donné la densité osseuse élevée, est le garant de la qualité de la couverture postérieure.

Des broches mises en place sous le contrôle de l'amplificateur de brillance en fonction de la planification préopératoire et de l'exposition de la capsule servent ensuite à guider le trait d'ostéotomie (Fig. 6). Trois à quatre broches de 20/10 sont ainsi introduites au ras de la capsule en étant aussi tangentielles que possible à la capsule articulaire. L'amplificateur de brillance doit être utilisé afin que chaque trajectoire de broches soit parfaitement suivie. Toutes les broches doivent impérativement être ascendantes et décrire un segment de cône dont le sommet se situe en haut, en dedans et en arrière. La première broche est la plus antérieure et introduite sous le tendon direct du droit de la cuisse. La deuxième, située au pôle supérieur de la tête fémorale, est la plus ascendante. Ensuite, une ou deux broches sont mises en place ayant une orientation plus postérieure et moins ascendante tout en étant introduites en arrière des deux premières. La trajectoire des broches doit ainsi assurer que le trait d'ostéotomie ne se termine pas dans l'articulation sacro-iliaque. On peut être amené à modifier la direction des broches jusqu'à ce que leur orientation soit satisfaisante. L'ostéotomie

est ensuite effectuée d'avant en arrière, au moyen de ciseaux biseautés droits de 10 mm de large introduits sous les broches. L'orientation des ciseaux est telle que leur progression les entraîne vers les broches (Fig. 8). Les ciseaux sont véritablement guidés par les broches, évitant ainsi toute fuite et leur progression est contrôlée par l'amplificateur de brillance. Il faut prendre garde à ne pas pénétrer de façon excessive dans la région intrapelvienne lorsque les ciseaux sont en situation supra-acétabulaire. L'ostéotomie se finalise grâce à un ciseau curviplan dont le rayon est le plus proche possible de celui de la tête fémorale (Fig. 8) (il faut donc disposer de plusieurs largeurs de ciseaux). Le ciseau curviplan est orienté de telle façon que l'ostéotomie se termine aussi bas que possible en arrière comme à sa partie antérieure. La portion postérieure du trait d'ostéotomie est quelquefois difficile à réaliser en raison de la densité osseuse importante de la colonne postérieure. Pour finaliser le trait, il est parfois judicieux d'utiliser des ciseaux de type MacEven qui sectionnent la corticale de la colonne postérieure. Durant l'ostéotomie et surtout pendant la réalisation de sa portion postérieure, il faut protéger les structures vasculonerveuses à l'aide d'écarteurs mousses radiotransparents

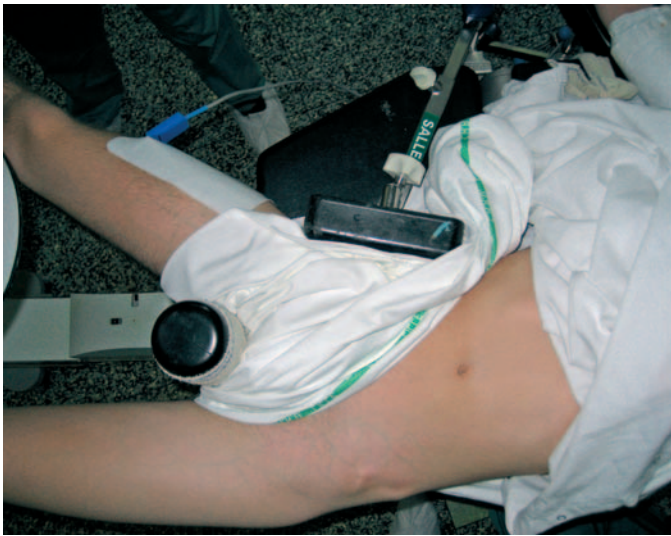


Figure 5. Installation du patient sur table orthopédique. Un contre-appui sur l'ilium opposé permet d'écarter le support pelvien de la face médiale de la cuisse opérée afin de faciliter la médialisation. Un amplificateur de brillance est placé entre les membres. La direction du trait de l'ostéotomie peut être tracée sur la peau de même que la voie d'abord.

(ce qui n'est possible que si les dissections endo- et exopelvien-nes ont été parfaites). L'utilisation d'une scie de Gigli doit être proscrite car elle ne permet pas la réalisation d'un trait ascendant et/ou congruent avec la tête fémorale.

Médialisation

Avant de débuter la mise en abduction, il est indispensable de s'assurer que le trait soit complet. Lorsque le trait d'ostéotomie est complet (oblique en haut en dedans ayant la forme d'un segment de cône), la médialisation se produit dès le membre mis en abduction (Fig. 6). Il est parfois nécessaire de débiter par une légère traction dans l'axe du membre afin de désengrener le trait d'ostéotomie. Sous amplificateur de brillance, un petit écart interfragmentaire se produit et parfois même une ébauche de médialisation. On débute alors la mise en abduction de façon progressive, systématiquement contrôlée sous amplificateur de brillance. Ce mouvement doit être poursuivi jusqu'à obtention d'une couverture complète de la tête fémorale (Fig. 6). Si la médialisation ne se produit pas, malgré un trait correctement ascendant, il faut alors vérifier l'ensemble du trait d'ostéotomie. Le plus souvent, le trait est incomplet sur la colonne postérieure. À l'aide de ciseaux de MacEwen, il convient alors de recommencer la coupe postérieure jusqu'à l'obtention d'un déplacement « minime ». Ce dernier implique que le trait d'ostéotomie est désormais complet. En aucun cas, des manœuvres de force ou de « démonte-pneu » ne doivent être pratiquées. Ces dernières sont non seulement dangereuses car elles peuvent entraîner des fissures mais surtout elles ne fournissent pas une médialisation spontanée. Un autre écueil à éviter est la chute postérieure de la moitié distale du bassin en raison d'un trait ne descendant pas suffisamment dans la colonne postérieure. Il faut alors réduire ce déplacement postérieur (par un mouvement inverse antérieur) et le fixer temporairement par une broche avant fixation de l'ostéotomie. En cas contraire, il se produit un éloignement de la partie antérieure du néotoit acétabulaire de la tête fémorale.

Fixation de l'ostéotomie

Une ostéosynthèse est souhaitable afin d'autoriser une verticalisation rapide des patients et d'éviter les douleurs liées à la mobilité du foyer d'ostéotomie. L'introduction récente des vis canulées a simplifié la fixation des ostéotomies de Chiari (Fig. 6). Précédemment, nous utilisions un artifice pour que la vis retrouve et suive le trajet de la mèche (leucoplast fixé sur le trajet de la mèche sur l'image de l'amplificateur). Cependant, lorsque la médialisation était importante, la fixation était difficile, la mèche puis la vis devant parfois franchir quatre

corticales (le trajet étant souvent en partie intrapelvien passant par la partie médiale du foyer en cas de médialisation importante).

Quel que soit le mode de fixation, la vis munie d'une rondelle doit être introduite dans le fragment proximal à mi-distance entre la crête iliaque et l'ostéotomie. Elle doit ensuite se diriger en arrière afin d'autoriser une fixation solide dans la colonne postérieure (Fig. 4). Ce mode de fixation assure une compression du foyer d'ostéotomie et permet de rapprocher le « néotoit » de la capsule articulaire. Le risque de perte de correction est minimisé par ce type de fixation.

La réinsertion des fessiers doit être méticuleuse par l'intermédiaire de points transosseux sur le rebord de la crête iliaque. Un drainage est laissé en place durant en moyenne 3 jours.

Gestes complémentaires

L'absence ou le défaut de couverture antérieure sanctionne dans la plupart des cas une erreur technique (trait effectué à distance de la capsule ou médialisation minime). Ainsi, la nécessité d'une butée antérolatérale concomitante est exceptionnelle. En effet, s'il est difficile d'obtenir une couverture postérieure avec une ostéotomie de Chiari, il est en revanche presque impossible de ne pas augmenter la couverture antérieure.

L'association ostéotomie de Chiari-ostéotomie fémorale de varisation est rare dans notre expérience, même si la hanche présente une morphologie en coxa valga. La réalisation simultanée d'une varisation fémorale et d'une ostéotomie de Chiari expose à une boiterie prolongée par détente importante du moyen fessier. Cependant, cette indication peut être retenue en cas de déformation préalable de la tête fémorale afin d'augmenter la congruence articulaire. De toute façon, l'ostéotomie fémorale de varisation est réalisée à distance de l'ostéotomie de Chiari. En revanche, la réalisation d'une ostéotomie fémorale de valgisation est plus fréquente. Elle peut être indiquée en cas de :

- correction d'une coxa vara sévère, notamment en cas de risque de conflit avec le grand trochanter après ostéotomie de Chiari (Fig. 4) ;
- amélioration de la congruence coxofémorale (tête présentant une déformation avec un bec latéral [séquelles d'ostéochondrite]) (Fig. 2, 4).

Suites opératoires

Dès l'ablation des drains, les patients sont verticalisés et se déplacent sans appui sur le membre opéré durant 6 semaines. La station assise doit être évitée pendant la même période. Au cours des 6 premières semaines, un travail de restauration des mobilités articulaires et de la musculature périarticulaire est

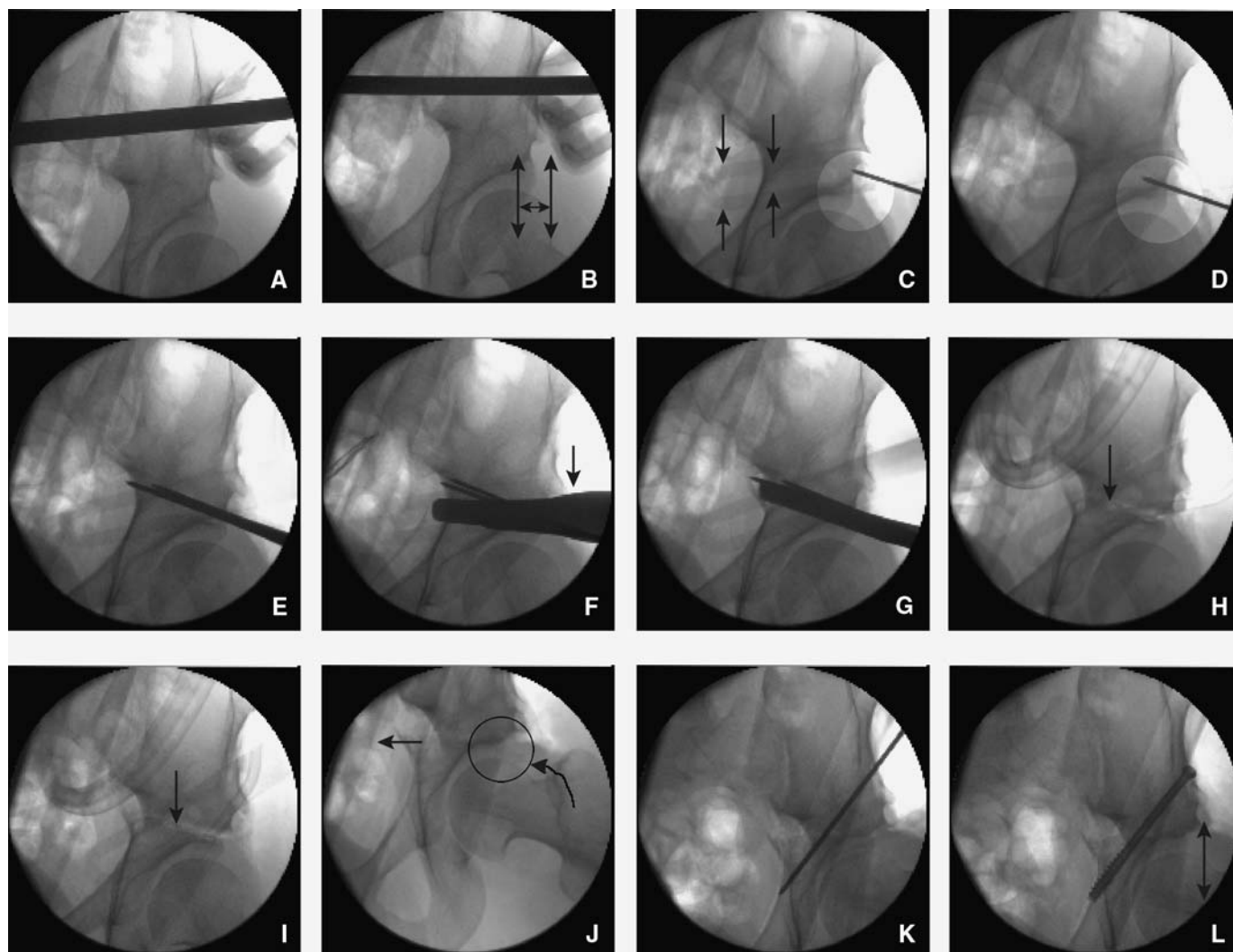


Figure 6. Aspect en fluoroscopie des différentes étapes.

A, B. Un repère métallique permet de placer l'horizontale représentée par une ligne joignant les deux épines iliaques ventrocraniales.
C, D. La première broche doit être placée au ras de la capsule (D) et non pas à distance (C) comme repéré par le cercle. Les broches sont orientées de façon à être tangentielles avec la tête fémorale (D).
E, F, G. Des écarteurs radiotransparents (identifiés par des flèches sur C) facilitent le repérage du trajet des broches et des ostéotomes. Les écarteurs opaques comme celui repéré par une flèche sur F risquent d'entraver la vision de la progression des broches et surtout la pénétration des ostéotomes (G). Quatre broches sont placées formant d'avant en arrière un segment de cône dont le sommet est situé en dedans (E).
H, I, J. Une fois le trait complété, un écart apparaît ainsi qu'une ébauche de médialisation. La mise en légère traction permet de désengrener l'ostéotomie (I) et de faciliter la médialisation, produite par la mise en abduction maximale (J). La couverture de la tête doit être complète comme repéré par le cercle sur J.
K, L. La fixation se fait par une vis canulée préalablement guidée par broche vers la colonne postérieure (comparer le défaut de couverture identifié sur la face préopératoire en B et la couverture complète en L).

entrepris (travail isométrique statique d'éveil des fessiers afin de ne pas compromettre leur réinsertion). Dès reprise de l'appui à 6 semaines, la rééducation est intensifiée avec renforcement des fessiers et introduction du travail proprioceptif.

Incidents et difficultés techniques

Il faut renoncer à l'intervention sur les données préopératoires si le trait d'ostéotomie ne peut être ascendant d'au moins 10° à 15°, ce qui rendrait la médialisation difficile, voire impossible. L'exposition de la face endopelvienne du bassin et la pénétration excessive des ciseaux exposent aux blessures vasculaires. Nous n'avons pas eu de blessure vasculaire dans notre expérience, mais à deux reprises, sur 400 ostéotomies, nous avons eu un saignement important après la dissection de la face endopelvienne qui s'est résolu par tamponnement. En cas de persistance du saignement, un abord sous-péritonéal avec contrôle des vaisseaux iliaques est possible sans changer la position opératoire. La protection assurée par l'iliopsoas et l'obturateur interne ne doit pas faire négliger le contrôle régulier de la position des ciseaux à l'amplificateur de brillance. En cas

de non-médialisation, il faut vérifier dans un premier temps le caractère continu du trait d'ostéotomie, en repassant les ciseaux curviplans, notamment dans la colonne postérieure (l'usage de ciseaux de MacEwen pour compléter en arrière le trait avec la protection de lames radiotransparentes trouve ici tout son intérêt). Si le trait n'est pas suffisamment ascendant, il faut le désengrener par une traction au moment de la mise en abduction. La distraction obtenue au sein du foyer d'ostéotomie par la mise en traction permet d'ailleurs de vérifier que le trait est bien continu. Les blessures du nerf sciatique doivent être redoutées lors de la section postérieure du bassin, et des lames radiotransparentes sont indispensables pour exposer la colonne postérieure tout en permettant le contrôle de la progression des ciseaux et des broches. Une seule des trois paralysies sciatiques observées dans notre expérience n'a pas récupéré, mais elle est survenue dans un contexte de spasticité sur un bassin oblique fixé, ce qui ne facilitait pas la dissection. Avant l'apparition de vis canulées, des difficultés étaient parfois rencontrées pour la fixation. Même avec ces dernières, il arrive parfois qu'un déplacement important amène à contrôler manuellement la progression de la broche guide qui peut être amenée à traverser



Figure 7. Radiographie de face et imagerie par résonance magnétique (IRM) au recul de 16 ans après une ostéotomie de Chiari. On ne constate pas de pincement de l'interligne coxo-fémoral. L'IRM, à ce recul, montre un tissu d'interposition (capsule et labrum) (flèches) sans phénomènes inflammatoires, laissant supposer une fonction correcte.

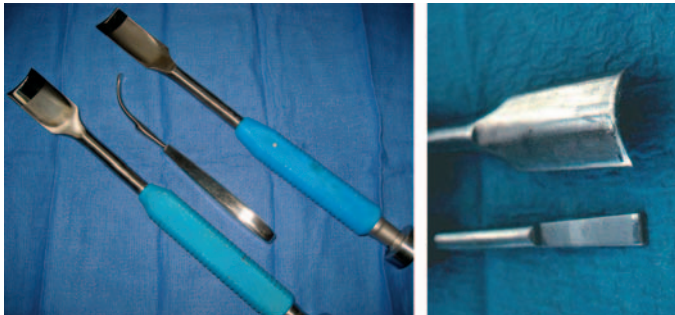


Figure 8. Matériel spécifique utilisé pour l'ostéotomie de Chiari. Des ciseaux biseautés droits de 10 mm facilitent le guidage sur broche de l'ostéotomie de Chiari. Deux diamètres de ciseaux curvulans utilisés pour parfaire l'ostéotomie en dôme sont présentés. À gauche, entre les ciseaux, une rugine courbe spécifique facilite l'exposition sous-périostée de la fosse glutéale médiale au-delà du détroit supérieur.

quatre corticales (deux corticales du fragment cranial, puis court trajet endopelvien, puis deux corticales du fragment distal). En cas de tenue imparfaite de la vis, ce qui est exceptionnel compte-tenu de la densité de la colonne postérieure, une deuxième peut être introduite. Des plaques spécifiques ont été conçues par Sarragaglia à Grenoble. Grâce à leur prémoulage en baïonnette, elles s'appliquent parfaitement et sont simples d'utilisation tout en donnant une meilleure stabilité. En revanche, elles imposent une exposition plus large de la face endopelvienne, à notre sens inutile et pouvant gêner la consolidation. Ces plaques peuvent cependant trouver leur indication en cas de déficience osseuse importante.

■ Discussion et conclusions

L'ostéotomie de Chiari apparaît comme une intervention sûre et reproductible si l'on prend soin de respecter quelques détails techniques et de sélectionner les indications. Elle donne de bons résultats à très long terme dans nos mains mais aussi dans celles des équipes japonaises [2, 4, 6-8]. L'équipe de Karl Chiari rapporte aussi d'excellents résultats à long terme, après introduction de modifications techniques comparables aux nôtres [5]. Ces dernières permettent d'éviter les écueils des défauts de

couverture (couverture à distance de la tête fémorale, absence de congruence et de couverture postérieure) souvent reprochés aux interventions d'agrandissement acétabulaire [3, 11]. Cependant, il est certain que l'ostéotomie de Chiari a des ambitions plus limitées que les réorientations pelviennes juxta-acétabulaires [12-15] ou périacétabulaires [16-19]. En effet, ces dernières apportent du cartilage hyalin et non un fibrocartilage comme moyen de couverture de la tête fémorale. La longue courbe d'apprentissage des réorientations pelviennes est à l'origine d'un taux important de complications : phénomènes d'*impingement* créés par des excès de couverture antérieure [20], enraidissement de la hanche [21], fracture de la colonne postérieure [22]... La présence d'une coxarthrose sévère contre-indique les ostéotomies périacétabulaires alors que l'ostéotomie de Chiari est réalisable même lors d'arthroses évoluées sous peine que la dysplasie soit sévère [8, 19]. En cas de dysplasie sévère (Fig. 2, 4, 6), les réorientations pelviennes exposent à des déplacements très importants qui peuvent entraîner des phénomènes d'*impingement* [20] et des découvertures dans les secteurs postéro-inférieurs de la tête fémorale [17]. Une dernière contre-indication relative des ostéotomies périacétabulaires réside dans la présence d'une subluxation importante et/ou d'une tête insuffisamment sphérique [21, 23, 24].

Dans notre expérience, la réduction du défilé conduit, lors de la délivrance, les parturientes à une césarienne une fois sur deux en cas d'ostéotomie unilatérale, et dans tous les cas lorsque l'ostéotomie est bilatérale. L'ostéotomie de Chiari ne met pas en péril une éventuelle prothèse totale ultérieure, la survie des prothèses après Chiari étant identique à celles de prothèses primaires pour dysplasie [25]. De même l'ostéotomie de Chiari permet la correction des dysplasies sévères et d'éviter dans notre expérience neuf fois sur dix le recours à une greffe de reconstruction du toit.

En cas de dysplasie modérée et d'arthrose avec pincement articulaire, il apparaît qu'aucun geste acétabulaire (agrandissement ou réorientation) n'apporte de solution fiable. Éventuellement, une ostéotomie fémorale « palliative » est envisageable lorsque l'on constate une amélioration de la congruence sur les clichés de recentrage.

En cas de dysplasie modérée sans arthrose, l'indication retenue pour nous est celle d'une butée dont les résultats à long terme apparaissent comme fiables [8, 26]. Les gestes de réorientation sont aussi réalisables au prix d'une complexité largement supérieure à celle de la butée arthroplastique [27, 28].

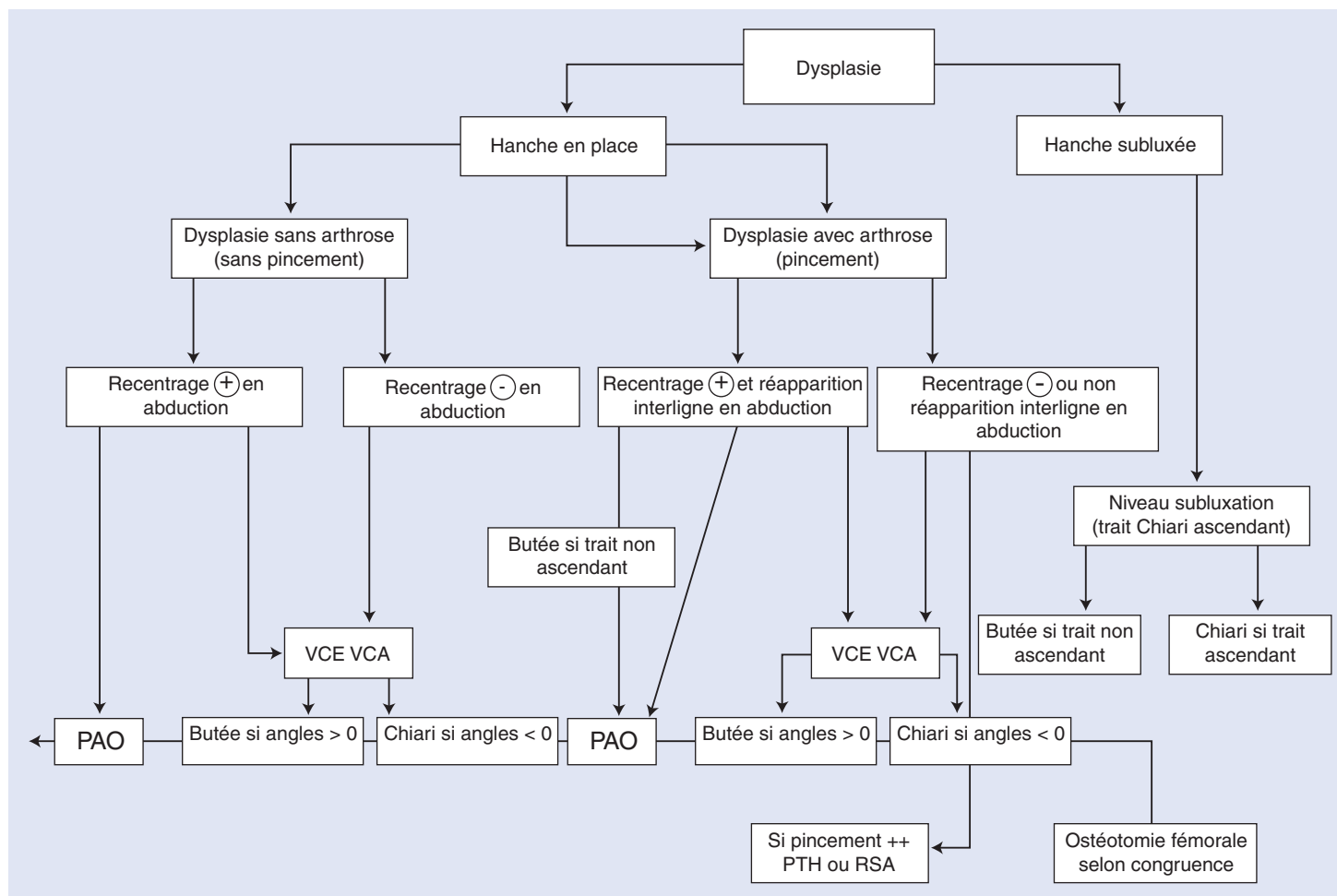


Figure 9. Arbre décisionnel. PTH : prothèse totale de hanche ; VCE : angle de couverture externe de la tête fémorale ; VCA : angle de couverture antérieure de la tête fémorale ; PAO : periacetabular osteotomy ; RSA : resurfaçage de la hanche.

La meilleure indication de l'ostéotomie de Chiari reste la dysplasie sévère à angles VCA et/ou VCE négatifs. La présence de défauts de congruence, de phénomènes de subluxation ou de déformation de la tête fémorale n'apparaît pas comme des contre-indications [8, 29]. Il est de toute façon utile d'envisager l'utilisation de l'assistance informatisée lors des interventions de réorientation ou d'ostéotomie de Chiari car elle peut apporter une sécurité opératoire supplémentaire (Fig. 9).



Références

- [1] Ito H, Matsuno T, Minami A. Chiari pelvic osteotomy for advanced osteoarthritis in patients with hip dysplasia. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**(suppl1(Pt2)):213-25.
- [2] Anwar MM, Sugano N, Matsui M, Takaoka K, Ono K. Dome osteotomy of the pelvis for osteoarthritis secondary to hip dysplasia: an over five-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br* 1993;**75**:222-7.
- [3] Fernandez DL, Isler B, Muller ME. Chiari's osteotomy: a note on technique. *Clin Orthop Relat Res* 1984;**185**:53-8.
- [4] Migaud H, Duquennoy A, Gougeon F, Fontaine C, Pasquier G. Outcome of Chiari pelvic osteotomy in adults: 90 hips with 2-15 years of follow-up. *Acta Orthop Scand* 1995;**66**:127-31.
- [5] Lack W, Windhager R, Kutschera HP, Engel A. Chiari pelvic osteotomy for osteoarthritis secondary to hip dysplasia: indications and long-term results. *J Bone Joint Surg Br* 1991;**73**:229-34.
- [6] Nakata K, Masuhara K, Sugano N, Sakai T, Haraguchi K, Ohzono K. Dome (modified Chiari) pelvic osteotomy: 10- to 18-year follow-up study. *Clin Orthop Relat Res* 2001;**389**:102-12.
- [7] Ohashi H, Hirohashi K, Yamano Y. Factors influencing the outcome of Chiari pelvic osteotomy: a long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Br* 2000;**82**:517-25.
- [8] Migaud H, Chantelot C, Giraud F, Fontaine C, Duquennoy A. Long-term survivorship of hip shelf arthroplasty and Chiari pelvic osteotomy in adults. *Clin Orthop Relat Res* 2004;**418**:81-8.
- [9] Lequesne M, Lemoine A, Massare C. Le complet radiographique coxo-fémoral : dépistage et bilan préopératoire des vices architecturaux de la hanche. *J Radiol* 1964;**45**:27-44.
- [10] Girard J, Springer K, Bocquet D, Bachour F, Laffargue P, Migaud H. Influence des lésions du labrum sur le devenir des procédures d'agrandissement acétabulaires : étude prospective au recul minimum de 12 ans. *Rev Chir Orthop* 2006;**92**(suppl6):100-1.
- [11] Klaue K, Sherman M, Perren SM, Wallin A, Looser C, Ganz R. Extra-articular augmentation for residual hip dysplasia: radiological assessment after Chiari osteotomies and shelf procedures. *J Bone Joint Surg Br* 1993;**75**:750-4.
- [12] Hasegawa Y, Iwase T, Kitamura S, Yamauchi Ki K, Sakano S, Iwata H. Eccentric rotational acetabular osteotomy for acetabular dysplasia: follow-up of one hundred and thirty-two hips for five to ten years. *J Bone Joint Surg Am* 2002;**84**:404-10.
- [13] Nakamura S, Ninomiya S, Takatori Y, Morimoto S, Umeyama T. Long-term outcome of rotational acetabular osteotomy: 145 hips followed for 10-23 years. *Acta Orthop Scand* 1998;**69**:259-65.
- [14] Schramm M, Hohmann D, Radespiel-Troger M, Pitto RP. The Wagner spherical osteotomy of the acetabulum. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2004;**86**(suppl1):73-80.
- [15] Yasunaga Y, Ochi M, Terayama H, Tanaka R, Yamasaki T, Ishii Y. Rotational acetabular osteotomy for advanced osteoarthritis secondary to dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 2006;**88**:1915-9.
- [16] Clohisy JC, Barrett SE, Gordon JE, Delgado ED, Schoenecker PL. Periacetabular osteotomy for the treatment of severe acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**:254-9.
- [17] de Kleuver M, Kapitein PJ, Kooijman MA, van Limbeek J, Pavlov PW, Veth RP. Acetabular coverage of the femoral head after triple pelvic osteotomy: no relation to outcome in 51 hips followed for 8-15 years. *Acta Orthop Scand* 1999;**70**:583-8.
- [18] Peters CL, Erickson JA, Hines JL. Early results of the Bernese periacetabular osteotomy: the learning curve at an academic medical center. *J Bone Joint Surg Am* 2006;**88**:1920-6.

- [19] Trousdale RT, Ekkernkamp A, Ganz R, Wallrichs SL. Periacetabular and intertrochanteric osteotomy for the treatment of osteoarthritis in dysplastic hips. *J Bone Joint Surg Am* 1995;**77**:73-85.
- [20] Myers SR, Eijer H, Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement after periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1999;**363**:93-9.
- [21] Trousdale RT, Cabanela ME. Lessons learned after more than 250 periacetabular osteotomies. *Acta Orthop Scand* 2003;**74**:119-26.
- [22] Dagher F, Ghanem I, Abiad R, Haykal G, Kharrat K, Phares A. L'ostéotomie péri-acétabulaire bernoise dans le traitement des coxarthroses sur dysplasie de hanche. *Rev Chir Orthop* 2003;**89**:125-33.
- [23] Miller NH, Krishnan SG, Kamaric E, Noble PC. Long-term results of the dial osteotomy in the treatment of high-grade acetabular dysplasia. *Clin Orthop Relat Res* 2005;**433**:115-23.
- [24] Schramm M, Hohmann D, Radespiel-Troger M, Pitto RP. Treatment of the dysplastic acetabulum with Wagner spherical osteotomy. A study of patients followed for a minimum of twenty years. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**:808-14.
- [25] Migaud H, Beniluz J, Ala Eddine T, Remy F, Fonatine C, Duquenois A. Prothèse totale de hanche après ostéotomie de Chiari. Évaluation des difficultés opératoires et devenir de la fixation de la cupule sur 22 cas. *Rev Chir Orthop* 2000;**86**(suppl3):108.
- [26] Fawzy E, Mandellos G, De Steiger R, McLardy-Smith P, Benson MK, Murray D. Is there a place for shelf acetabuloplasty in the management of adult acetabular dysplasia? A survivorship study. *J Bone Joint Surg Br* 2005;**87**:1197-202.
- [27] Hsieh PH, Shih CH, Lee PC, Yang WE, Lee ZL. A modified periacetabular osteotomy with use of the transtrochanteric exposure. *J Bone Joint Surg Am* 2003;**85**:244-50.
- [28] Naito M, Shiramizu K, Akiyoshi Y, Ezoe M, Nakamura Y. Curved periacetabular osteotomy for treatment of dysplastic hip. *Clin Orthop Relat Res* 2005;**433**:129-35.
- [29] Macnicol MF, Lo HK, Yong KF. Pelvic remodelling after the Chiari osteotomy. A long-term review. *J Bone Joint Surg Br* 2004;**86**:648-54.

H. Migaud, MD (h-migaud@chru-lille.fr).

J. Girard, MD.

J. Beniluz, MD.

Y. Pinoit, MD.

A. Duquenois, MD.

Département universitaire d'orthopédie, Faculté de médecine de Lille, Hôpital Salengro, Centre hospitalier régional universitaire de Lille, 59037 Lille cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Migaud H., Girard J., Beniluz J., Pinoit Y., Duquenois A. Technique de l'ostéotomie de Chiari chez l'adulte. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-652, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Technique de mise en place des prothèses totales de hanche sans ciment

C. Nourissat, J.-C. Cartillier

Le remplacement arthroplastique de l'articulation coxofémorale suppose, après résection, la mise en place d'une tige centromédullaire fémorale et d'une cupule cotyloïdienne, la connexion entre les deux pièces se faisant par l'intermédiaire d'un couple de frottement (tête et insert) soit métal ou céramique et polyéthylène, soit céramique-céramique, soit métal-métal. Dans le cadre du « sans ciment » il s'agit d'un face-à-face direct de l'implant et de l'os receveur avec disparition de l'agent intermédiaire responsable du scellement. La technique chirurgicale va donc être directement influencée par l'exigence d'ajustement mécanique seul responsable de la stabilité primaire et par l'exigence biologique, secondairement actrice de l'ostéo-intégration. C'est donc au plus près de l'os que vont se dérouler tous les temps de l'implantation des composants prothétiques.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Prothèse totale de hanche ; Implants sans ciment ; Cupule ABG ; Cupule Spirofit ; Tige ABGII ; Tige Corail

Plan

| | |
|---------------------------------------|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Historique | 1 |
| ■ Conception des implants sans ciment | 2 |
| ■ Ancillaire | 2 |
| ■ Planification | 2 |
| ■ Intervention | 2 |
| Voies d'abord | 2 |
| Temps chirurgical | 3 |
| ■ Suites postopératoires | 9 |
| ■ Conclusion | 9 |

■ Introduction

La prothèse totale de hanche est une des interventions les plus communes de la pratique orthopédique et assure aux patients qui souffrent de pathologies diverses de la hanche un résultat précoce excellent.

Depuis plus de 40 ans ces résultats perdurent à moyen terme ; cependant à partir de la dixième année, surtout chez le sujet jeune et actif, peuvent apparaître des complications à type d'usure ou de descellement avec ostéolyse, de la cupule, de la tige ou des deux composants à la fois, nécessitant une reprise prothétique parfois très difficile. Si depuis les années 1960 la fixation à l'os des prothèses était assurée par le polyméthacrylate de méthyle, dans les années 1980 de nombreuses équipes ont essayé d'implanter directement dans l'os les implants avec des succès variables. Depuis les années 1990, l'apparition de prothèses à revêtement bioactif a très nettement amélioré la qualité des résultats et actuellement un très grand nombre d'implants sans ciment sont utilisés couramment en chirurgie de la hanche.

■ Historique

Les implants sans ciment sont aussi anciens que les débuts de l'arthroplastie. Sans vouloir être exhaustif, il faut citer parmi les concepts marquants ceux qui ont cherché à unir de façon directe et durable « le vivant et l'inerte » :

- la prothèse porométal de Judet coulée (à cire perdue) reproduisant la structure alvéolaire du spongieux ;
- la prothèse madréporeuse de Lord avec ses billes recherchant un effet de macroporosité ;
- la prothèse vissée de Bousquet avec son revêtement d'alumine ;
- la prothèse PCA inaugurant la forme anatomique avec un effet de surface proximal ;
- la prothèse de Harris avec son *fiber-mesh* en médaillon métaphysaire antérieur et postérieur.

Les prothèses sans ciment actuelles sont extrêmement nombreuses mais peuvent être classées selon leur forme et leur revêtement. Ce qui induit des techniques chirurgicales propres à chaque concept avec des grands principes communs.

Les implants à effet de surface :

- tige grenailée (rugosité créée par un sablage au corindon) :
 - prothèse de Zweymuller ;
 - prothèse de Sportorno... ;
- en porocoat AML Solution...

Les implants à revêtement bioactif hydroxyapatite de calcium (HA) :

- avec revêtement complet ou partiel (métaphysaire supérieur, métaphysodiaphysaire) ;
- sur tige droite ou tige anatomique ou tige sur mesure.

Certaines modifications extramédullaires ont complété les gammes standards afin de restaurer au mieux les différents morphotypes : gammes pour coxa vara ou pour « *high-offset* », ce que certains résolvent aussi par l'adoption de la modularité du

col. Cette dernière option permet de régler en plus de la longueur du membre inférieur, l'angle cervicodiaphysaire et la latéralisation.

Les implants acétabulaires font appel aux mêmes effets de surface : titane grenailé, porocoat, HA, avec un principe de stabilisation soit par impaction, soit par vissage. Cette nouvelle génération de cupule a rendu possibles les nouveaux couples de frottement métal-métal, céramique-céramique, avec développement des grands diamètres.

■ Conception des implants sans ciment

La fixation d'un implant prothétique dans l'os peut être obtenue par collage grâce à des ciments à polymérisation rapide. Les prothèses de hanche cimentées sont responsables à moyen terme de résultats cliniques et radiologiques en général excellents. Cependant, ce troisième corps n'échappe pas au vieillissement, son rôle stabilisateur peut être remis en cause par l'évolution du site osseux ; les résultats sont grevés à moyen terme d'un taux de descellement non négligeable, qui augmente avec le temps, responsable de migration et de perte du stock osseux.

Or, la tendance à l'heure actuelle est de proposer une prothèse à des gens de plus en plus jeunes et de plus en plus actifs, ce qui entraînera inéluctablement un taux de reprises élevé.

À cette fixation passive peut être préférée une incorporation biologique active, véritable processus de cicatrisation osseuse appelée ostéo-intégration. « Unir l'inerte au vivant » comme le préconisait Robert Judet suppose d'éviter l'encapsulation fibreuse réactionnelle à toute introduction d'un corps étranger dans l'organisme. Dans un premier temps, les implants ont été proposés avec un effet de surface, réalisant une liaison mécanique (par microbillage, porosité, rugosité, treillis). Cependant les études histologiques [1, 2] ont montré une réhabilitation osseuse modérée au contact de la surface métallique, supérieure pour le cotyle par rapport au fémur. Ainsi est constituée une fibro-intégration, parfois responsable d'une stabilité mécanique apparente mais potentiellement responsable de passage des particules, lié à l'usure. Les résultats de ce type d'implant sont contradictoires avec un taux d'ostéolyse élevé, en particulier dans les populations jeunes [3, 4].

La biocompatibilité des matériaux classifiés par Osborn en biotolérés, bio-inertes, bioactifs, s'exprime par l'existence ou non d'une membrane fibreuse en face de l'implant. L'utilisation du titane à surface rugueuse et de revêtement ostéoconducteur d'HA a permis d'obtenir une ostéogenèse de cicatrisation [5], comme dans un processus fracturaire, réalisant un « *bone ingrowth* » bien plus performant que le « *bone ongrowth* » d'une ostéogenèse de pénétration comme avec la prothèse madréporeuse de Lord par exemple.

Cette ostéo-intégration est un processus biologique actif que les études histologiques, radiologiques et densitométriques permettent d'affirmer constant, précoce, étendu et durable et ceci à plus de 20 ans de recul. Enfin, si l'hydroxyapatite se résorbe avec le temps, elle est toujours remplacée par un tissu osseux différencié, venant au contact de l'implant sans interposition fibreuse, évitant ainsi la migration des particules.

Tous ces implants ont comme finalité une fixation précoce stable, dite primaire, liée à la forme de l'implant garant d'une fixation secondaire avec ostéo-intégration grâce à une ostéoconduction.

■ Ancillaire

Il a été conçu pour répondre à l'obligation d'une implantation la plus exacte possible. Il est dessiné taille pour taille, pour chaque implant, avec une mensuration identique à celle des implants définitifs. Les pièces d'essai doivent être parfaitement stables dans le cotyle osseux et dans la diaphyse fémorale. Leur

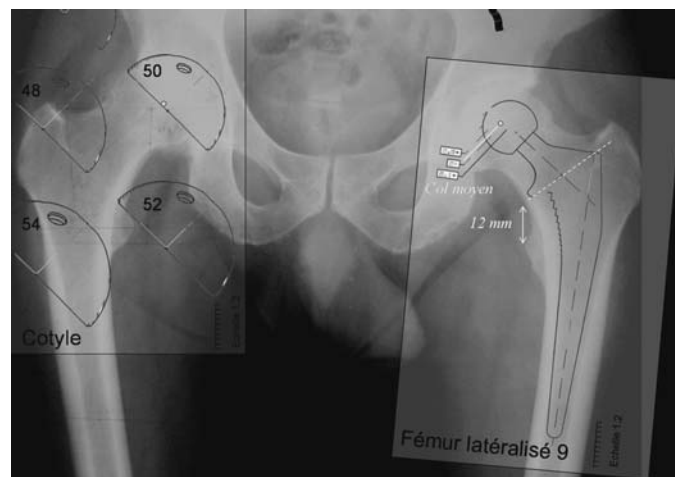


Figure 1. Planification de Corail sur bassin de face.

modularité permet de choisir entre différentes options correspondant à la taille de l'implant, à la longueur des deux membres inférieurs et de choisir l'offset le plus adapté à la hanche. Il permet enfin de faire des essais après réduction pour tester la stabilité de la hanche.

■ Planification



La programmation a pour but de restaurer l'égalité de longueur des membres inférieurs et plus généralement l'architecture globale de la hanche : le cintre cervico-obturateur, la latéralisation de la hanche (offset fémoral ou offset global) et donc la tension des muscles abducteurs (fessiers).

C'est la première étape incontournable et déterminante de la mise en place programmée d'implants non cimentés afin de prévoir la taille de la prothèse, son type, son niveau d'implantation fémorale donc de coupe cervicale, la longueur du col prothétique, etc.

En préalable, il faut disposer d'un bilan radiologique complet et fiable : radio du bassin (en charge ?), la hanche pathologique (face et profil), et éventuellement de la hanche controlatérale.

Ce bilan radiologique (Fig. 1) doit être à une échelle connue, afin de pouvoir utiliser les calques de même agrandissement :

- déterminer le positionnement de la cupule, ce qui donne le centre prothétique : le calque de bonne taille s'appuie sur l'arrière-fond, bien couvert par le toit de l'acétabulum, orienté à 40 ou 45° par rapport à l'horizontale (ligne des U). Le profil est souvent plus fiable pour déterminer la taille exacte. Le centre prothétique est alors pointé sur la hanche saine controlatérale et sur le côté pathologique ;
- déterminer le pivot fémoral adapté (Fig. 2) :
 - dans sa composante endofémorale : taille de l'implant en fonction d'une recherche de contact cortical ou non ;
 - dans sa composante extramédullaire : longueur du col, angle cervicodiaphysaire.

Il en découle un niveau de coupe cervicale et certains repères mesurables, comme le petit trochanter, le grand trochanter ou la fossette digitale.

La navigation, en plein développement actuellement, est à la fois un outil de planification et de contrôle peropératoire du geste réalisé.

■ Intervention

Voies d'abord

Toutes les voies d'abord classiques sont utilisables pour une implantation sans ciment, à l'exception de la voie transtrochantérienne réservée à l'implant cimenté de type Charnley.

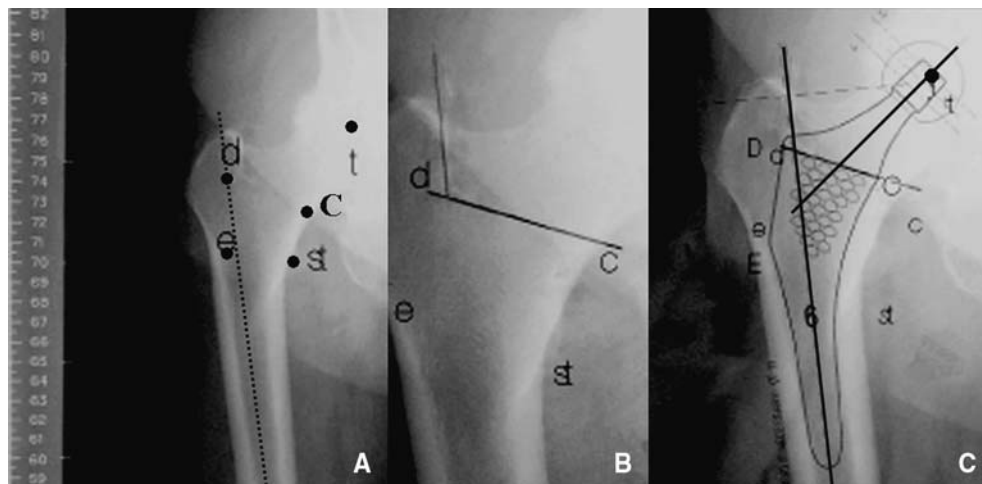


Figure 2. Planification fémorale ABGII.
A. Cliché mensuratif de face.
B. Ostéotomie du col.
C. Planification fémorale ABGII avec calque.

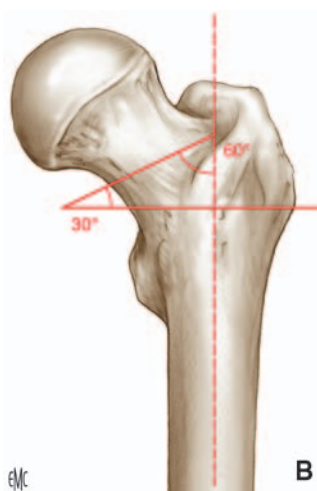
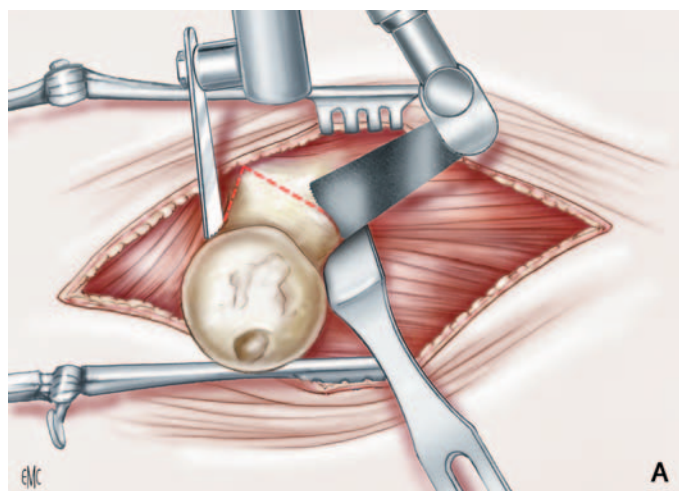


Figure 3.
A, B. Ostéotomie du col.

Une mention particulière pour la chirurgie « minimale invasive » car elle se développe préférentiellement avec des implants sans ciment, grâce à une instrumentation spécifique, par voie postérieure ou par voie antérieure (sur table orthopédique ou non).

Temps chirurgical

Il n'est pas possible de décrire une technique standard, valable pour tous les implants, tant sont variables leur forme, leur concept et leur ancillaire. Nous avons donc choisi de décrire deux types d'implantations comme représentatives de deux grandes familles :

- une prothèse ABG – tige anatomique, cupule impactée (Stryker®) ;
- une prothèse Corail – tige droite avec cupule vissée Spirofit® (Depuy).

L'abord chirurgical, réalisé selon la technique propre à chaque opérateur, conduit à l'arthrotomie puis à la section du col (Fig. 3) effectuée au niveau programmé, sur hanche luxée ou non.

Temps cotyloïdien

Cupule impactée ABGII

Exposition du cotyle. La mise en place de la cupule nécessite une excellente exposition du cotyle osseux (Fig. 4). Après avoir pratiqué une capsulectomie très « économique », les cornes antérieure et postérieure sont abattues. Le ligament transverse de l'acétabulum est excisé et les ostéophytes éventuels de l'arrière-fond sont enlevés. Un premier creusement au ciseau gouge permet de retrouver l'arrière-fond et le bord supérieur du trou obturateur et d'aviver les zones de sclérose osseuse.

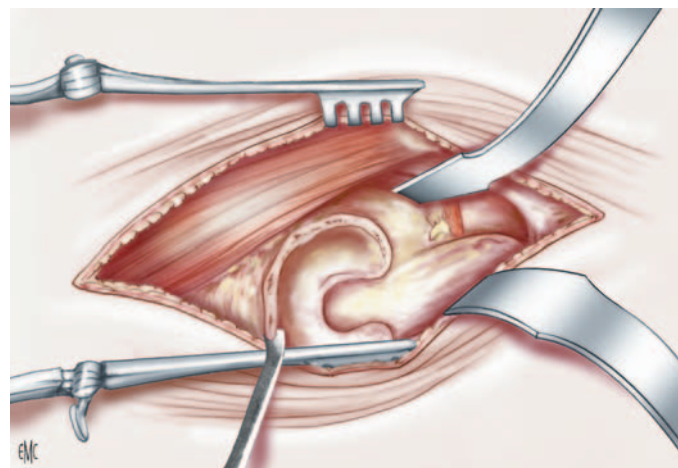


Figure 4. Exposition du cotyle.

Fraisage (Fig. 5). La plus petite fraise est utilisée verticalement pour parfaire ce premier creusement (Fig. 5A).

Le fraisage de la cavité cotyloïdienne est effectué en cherchant une implantation sous-chondrale de la cupule de loin préférable pour une bonne fixation biologique. Le cotyle osseux est travaillé au moyen des fraises dont la taille progresse de 2 en 2 mm suivant une inclinaison d'environ 40-45° et une antéversion d'environ 15° (Fig. 5B). Le fraisage est réalisé dans l'os sous-chondral saignant jusqu'à ce que la cupule d'essai soit stable et suffisamment couverte par l'os acétabulaire. Lors de l'utilisation de la dernière fraise il est recommandé de ne pas faire de mouvements de rotations excessifs, afin de ne pas surcalibrer la cavité osseuse (Fig. 5C).

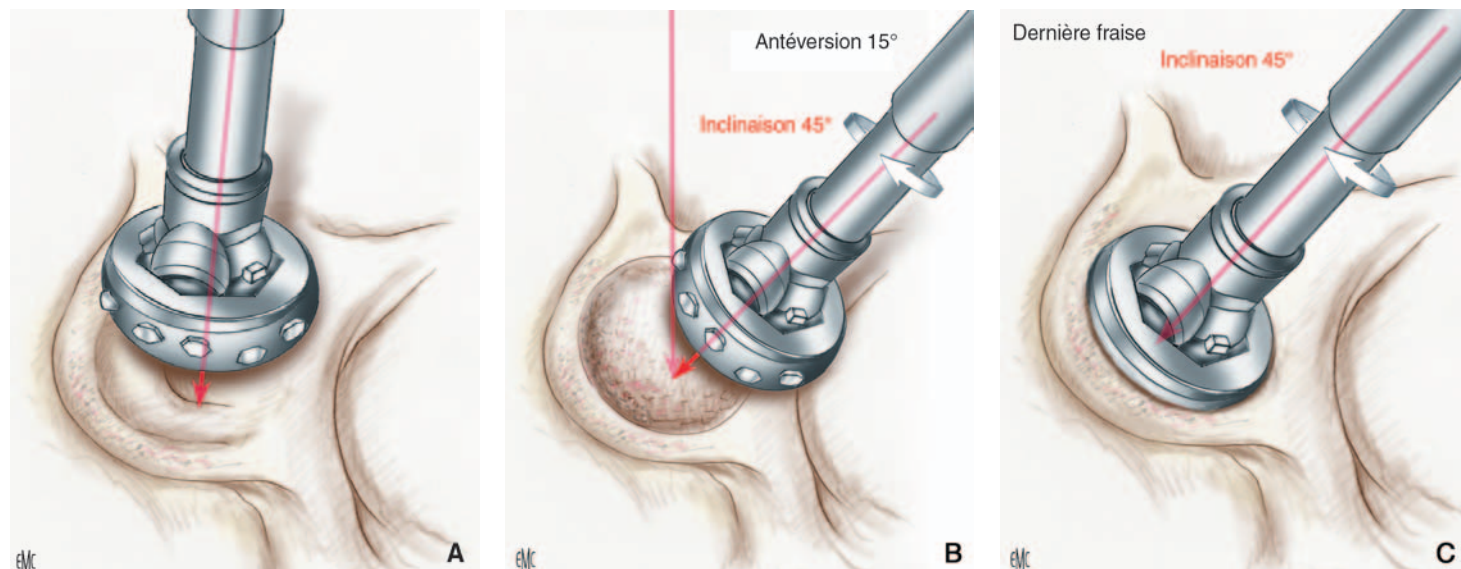


Figure 5.
A, B, C. Cupule ABGII fraisage du cotyle.

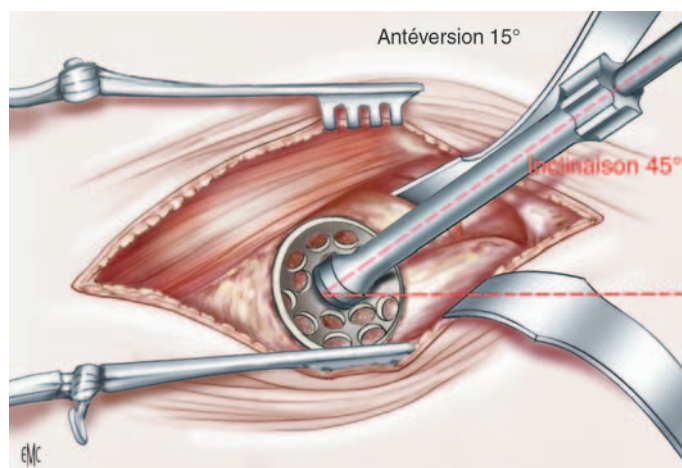


Figure 6. Implantation de la cupule d'essai ABGII.

Mise en place de la cupule d'essai (Fig. 6). La cupule d'essai de diamètre identique à celui de la dernière fraise (effet « *exact fit* ») est introduite dans le cotyle osseux par impaction suivant la même antéversion et la même inclinaison que la fraise. Cette cupule d'essai doit être parfaitement stable dans la cavité acétabulaire, ses trous permettant de vérifier son bon contact avec le cotyle osseux. Le diamètre de cette cupule d'essai est celui de l'implant définitif.

Si la cupule d'essai est instable, il est inutile de passer à la taille supérieure, mais il convient de s'assurer qu'aucun tissu mou ou capsulaire ne dépasse du bord de l'acétabulum, ce qui pourrait rendre difficile l'impaction de la cupule. Cependant l'instabilité est parfois due à une insuffisance de creusement, la stabilité est améliorée en recreusant légèrement l'acétabulum avec une fraise de 2 à 4 mm plus petite que la taille de la cupule d'essai, en refaisant jusqu'à la taille définitive. La stabilité doit être à nouveau vérifiée.

La cupule d'essai est alors retirée. Les géodes sous-chondrales éventuelles sont ouvertes, curetées et comblées par du spongieux prélevé aux dépens de la tête fémorale.

Mise en place de la cupule définitive (Fig. 7). Après ouverture de l'emballage intérieur, la cupule ABGII sans trou est fixée au tournevis porte-cupule : deux pointes de 8 mm sont en général utilisées. Elles doivent être vissées dans la rangée des trous les plus proches du pôle et dans deux trous adjacents à l'aide du tournevis « tourne-pointe ». Il est important que les pointes soient vissées aussi solidement que possible.

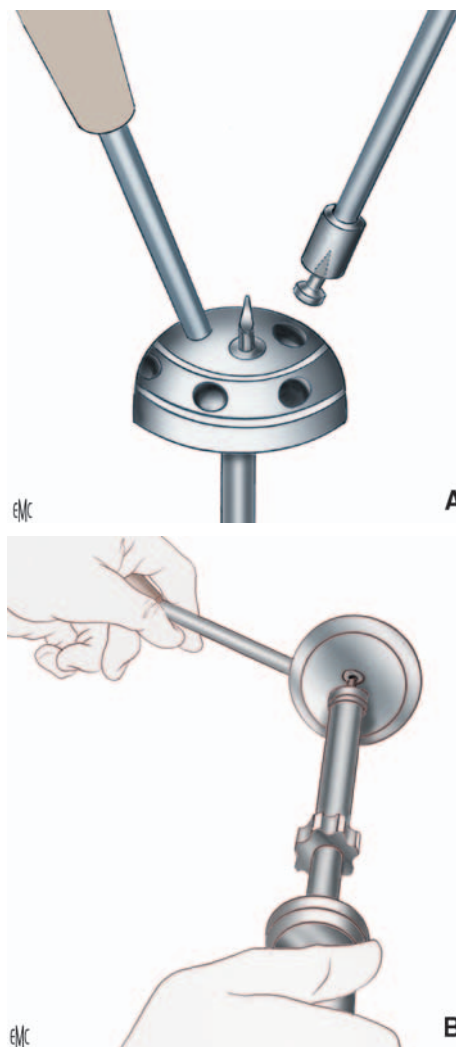


Figure 7. Cupule ABGII mise en place des pointes.
A. Insertion des pointes.
B. Fixation sur porte-cupule.

La cupule est alors fixée sur l'impacteur à cotyle et le tournevis porte-cupule enlevé.

La cupule est impactée dans l'acétabulum suivant une inclinaison de 40-45° et une antéversion d'environ 15°. Ceci est

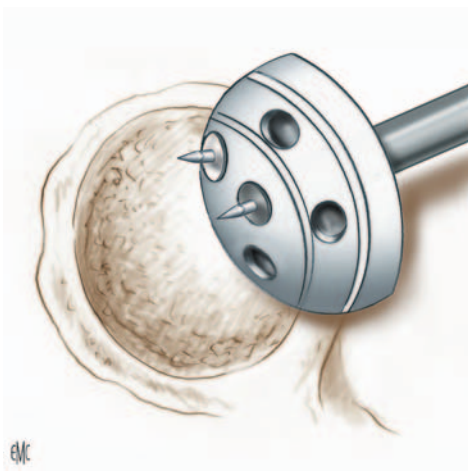


Figure 8. Implantation de la cupule ABGII.

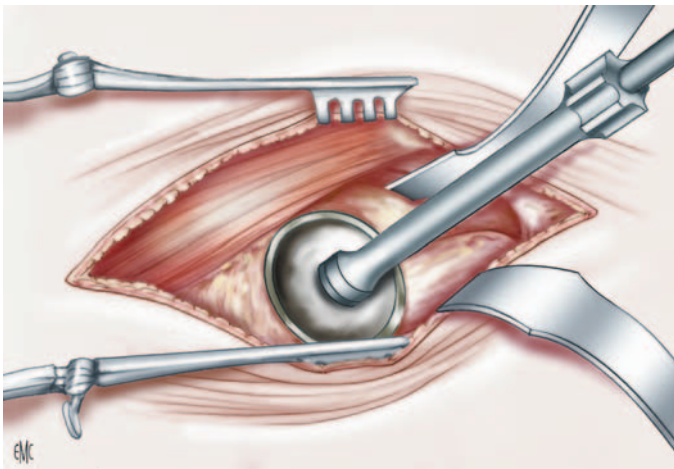


Figure 9. Implantation de la cupule définitive ABGII.

obtenu en introduisant la cupule de façon à ce que les pointes pénètrent dans la partie supérieure de l'acétabulum à 11 heures et à 13 heures (Fig. 8). La cupule est alors impactée au marteau jusqu'à ce que sa pénétration dans le cotyle osseux soit correcte (le bord inférieur de la cupule métallique doit affleurer le bord supérieur du trou obturateur). La stabilité de la cupule est alors vérifiée (Fig. 9).

Dans les cotyles difficiles où la stabilité primaire ne peut être assurée par une cupule sans trou, on opte pour une cupule ABGII 5 trous dont la stabilité est assurée par des vis optionnelles.

Mise en place de l'insert définitif. L'intérieur de la cupule est nettoyé et on vérifie qu'il n'y ait aucun ostéophyte postérieur et antérosupérieur, dépassant le pourtour prothétique. L'insert définitif polyéthylène (Fig. 10A), standard ou à rebord, est mis en place et impacté en utilisant l'impacteur d'insert. S'il s'agit d'un insert céramique (Fig. 10B), il faut être très minutieux dans l'engagement tronconique. Un défaut d'alignement de l'insert, même minime, peut endommager le bord de l'insert lors de l'impaction. La ventouse porte-insert est montée sur l'impacteur-orientateur et est poussée dans la cupule. La platine d'impaction est montée sur l'impacteur-orientateur, et l'insert est impacté dans la cupule en appliquant un léger coup de maillet dans l'axe de la cupule. Il faut vérifier que l'insert a une position correcte, parfaitement symétrique à l'intérieur de la cupule.

Cupule vissée Spirofit®

Implant. Il s'agit d'une cupule hémisphérique dont les macrostructures périphériques représentent un pas de vis qui va faire progresser la pénétration par vissage (et non par impaction) jusqu'à blocage complet, conséquence du contact des

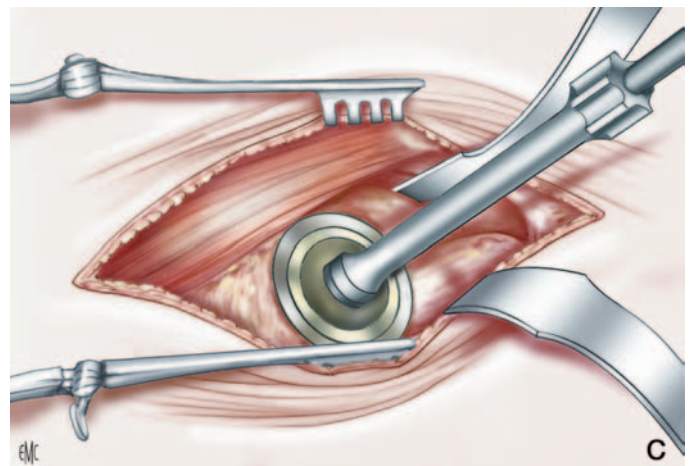
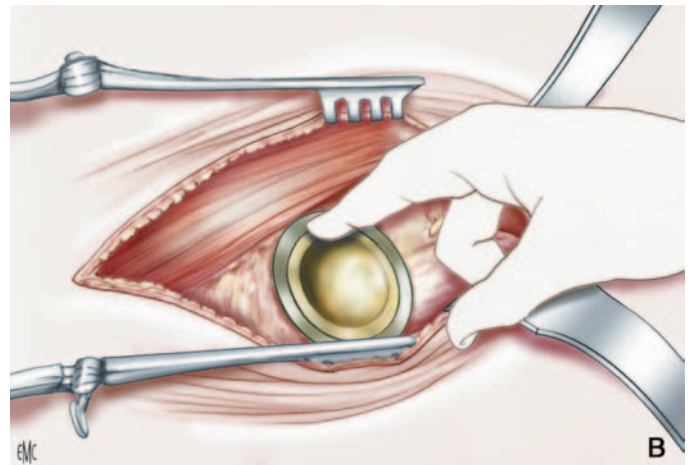
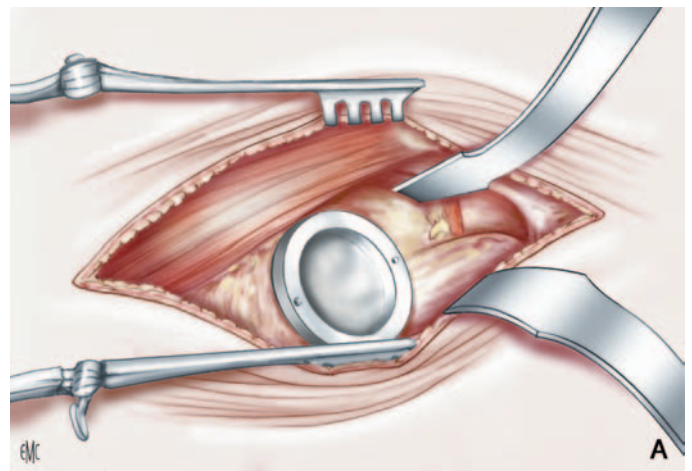


Figure 10.

A. Implantation de l'insert polyéthylène.

B, C. Implantation de l'insert alumine.

hémisphères concave et convexe. C'est une autre façon de mettre l'os en précontrainte et d'obtenir une stabilité mécanique initiale.

Exposition. La cavité cotyloïdienne étant exposée, le labrum est excisé mais la capsule respectée (sauf en cas de pathologie spéciale), l'arrière-fond (paléocotyle) est recherché soit au ciseau de Lexer soit avec une minifraise, ce qui permet de repérer la table externe et le trou obturateur.

Fraisage (Fig. 11). Des fraises de taille croissante vont aviver la cavité avec un double objectif :

- morphologique : obtenir une forme hémisphérique parfaite, capable de fixation mécanique solide ;
- biologique : atteindre l'os sous-chondral, voire spongieux vivant, saignant, réactif, élastique, capable d'ostéo-intégration.

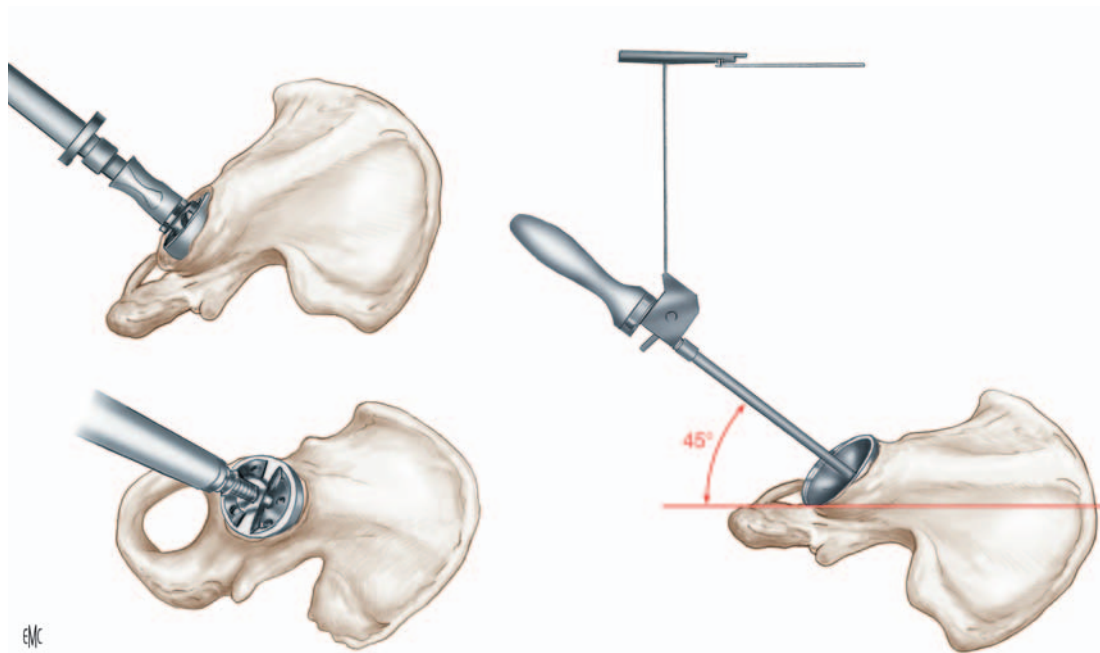


Figure 11. Cupule Spirofit® : fraisage du cotyle et contrôle de l'inclinaison.

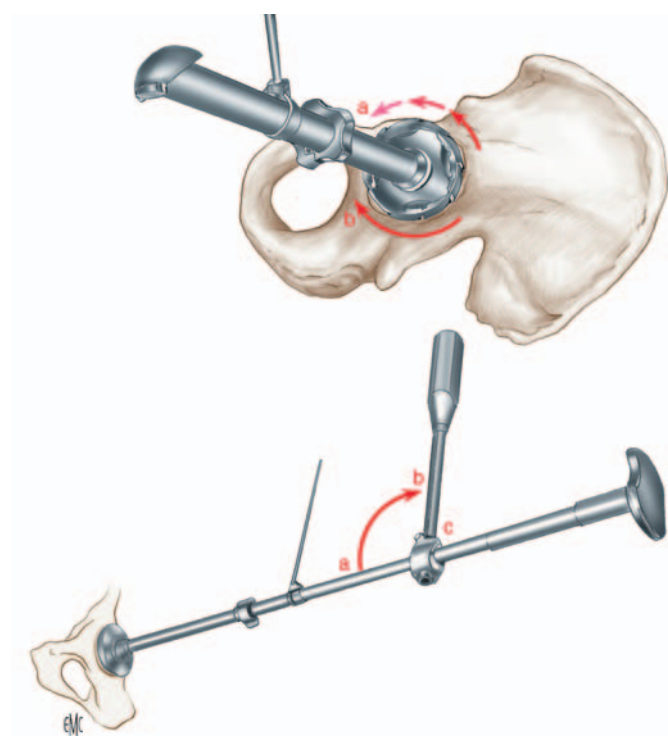


Figure 12. Mise en place de la cupule Spirofit®.

Les éventuelles géodes sont curetées et comblées avec de l'os spongieux provenant de la tête fémorale réséquée.

Mise en place de la cupule d'essai. Une cupule d'essai du diamètre de la dernière fraise utilisée ou d'une taille supérieure pour être stable est impactée. L'os périphérique débordant, qui ne sert pas à la stabilité, est enlevé à la lame de Lambotte ou rongé à la pince gouge pour éviter tout conflit. L'insert d'essai correspondant est placé dans la cupule. Quand tous les tests sont concluants, la cupule d'essai est extraite et l'implant définitif, de même diamètre que la dernière fraise utilisée, est servi.

Mise en place de la cupule définitive (Fig. 12). La cupule vissée est alors montée sur la platine correspondante qui s'adapte sur la clé de vissage. Cette dernière sert de porte-cupule et permet la présentation de l'implant à l'entrée de

l'acétabulum. Le vissage peut commencer, parfois par quelques mouvements à contre-sens pour éliminer toute interposition de parties molles, puis, dans le sens normal du vissage en contrôlant toujours l'antéversion et l'inclinaison, jusqu'à blocage absolu. La clé de vissage est démontée, libérant la cupule dont on vérifie la descente complète (grâce au regard du trou polaire), la bonne orientation conforme aux essais et le non-déboîtement antérieur (psoas). Un dévissage-revissage correcteur est toujours possible :

- si la cupule ne descend pas au fond : la dévisser et effectuer un fraisage d'une taille supplémentaire puis revisser le même implant ;
- si la cupule « foire » : la remplacer par un implant de taille supérieure.

L'obturateur polaire est mis en place, puis l'insert (polyéthylène ou alumine) est introduit par engagement tronconique.

En cas de protrusion, l'arrière-fond est comblé avec des greffes corticospongieuses provenant de la tête fémorale, mises en compression par le vissage du métal-back.

En cas de dysplasie, l'insuffisance du toit est reconstruite par un greffon autologue, prélevé aux dépens du col du fémur et vissé en butée dans l'aile iliaque.

Temps fémoral



Tige anatomique ABGII



Logement métaphysaire (Fig. 13). Le fémur supérieur est exposé. À l'aide d'un ciseau gouge, tout le résidu de la partie supérieure et antérieure du col du fémur est réséqué et le logement de l'implant métaphysaire est préparé. En utilisant le ciseau emporte-pièce adapté à la taille de l'implant et monté sur le porte-râpe, on prélève une « carotte » de spongieux dans la métaphyse, en poussant latéralement et en préservant au maximum la région du Merkel.

Selon le côté opéré, la plus petite râpe, droite ou gauche, est alors introduite pour retrouver le canal médullaire.

Alésage de calibrage. Si la planification préopératoire prévoit un éventuel conflit entre tige prothétique et corticale diaphysaire, il est souhaitable de réaliser un alésage au diamètre correspondant à l'implant choisi et indiqué sur le calque. Le guide d'alésage puis les alésoirs souples sont introduits jusqu'à la taille correspondant au diamètre du canal médullaire fémoral, mesuré lors de la planification préopératoire.

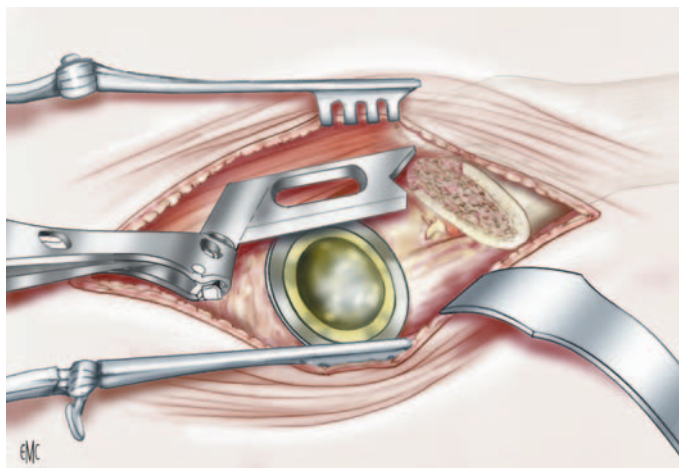


Figure 13. Tige ABGII : préparation du logement métaphysaire.

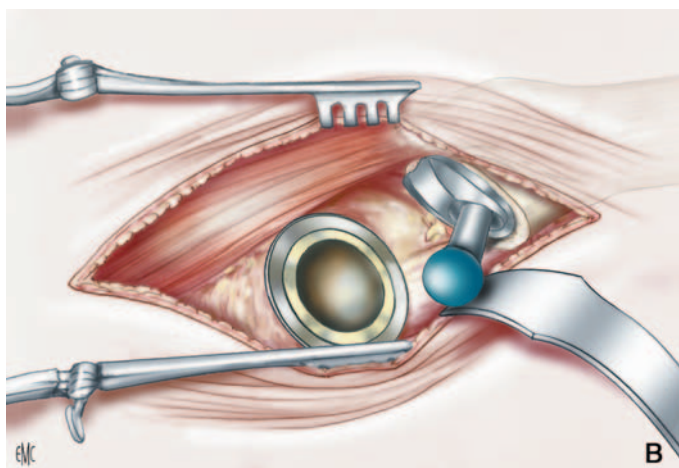
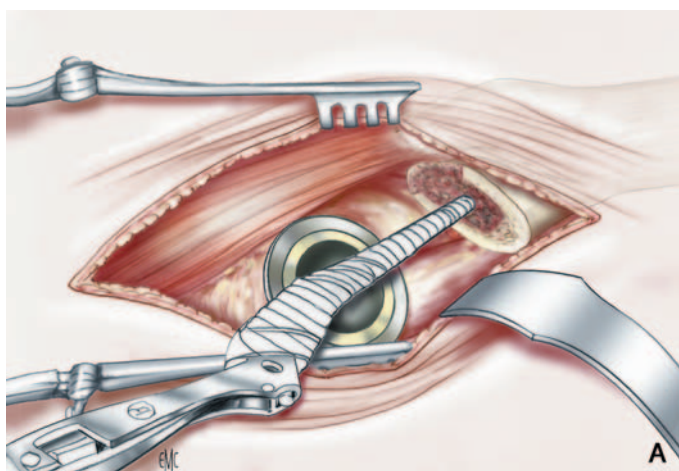


Figure 14.
A, B. Passage des râpes ABGII.

Passage des râpes (Fig. 14). En vérifiant qu'elles correspondent au côté opéré, les râpes sont fixées au porte-râpe. Elles sont introduites, en commençant par la plus petite taille, jusqu'à la taille choisie lors de la planification, en privilégiant une pénétration externe, afin d'éviter un positionnement en varus. La râpe/prothèse d'essai détermine la taille de l'implant définitif si deux conditions sont remplies :

- la râpe doit être enfoncée au bon niveau : l'épaule de la râpe doit être au niveau de la fossette digitale ;
- la râpe doit être parfaitement stable dans le sens transversal (varus-valgus) mais aussi en rotation.

Il faut toujours commencer par la râpe taille 1 et incrémenter progressivement les tailles jusqu'à celle qui a été planifiée. La

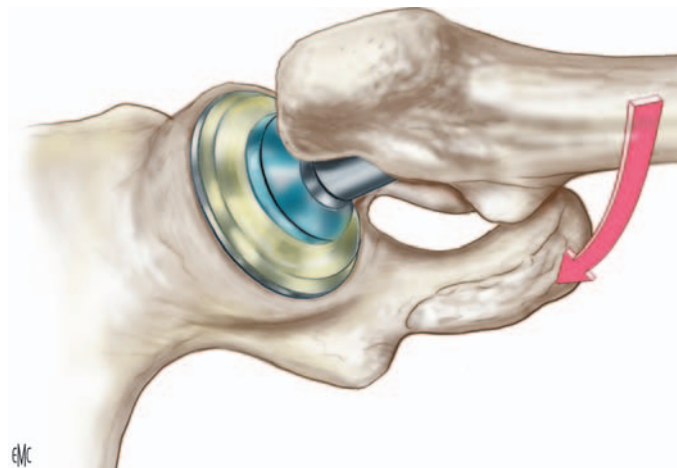


Figure 15. Test après réduction d'essai.

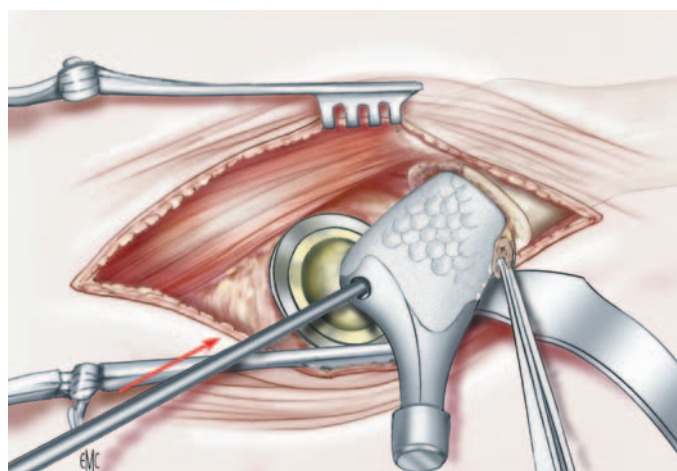


Figure 16. Implantation de la tige ABGII définitive.

râpe doit être toujours repoussée latéralement pendant l'impaction afin d'éviter tout vice de positionnement. Il est souvent utile de vérifier le bon positionnement de la râpe en mesurant la distance entre le bord interne de la râpe et la corticale externe du Merkel.

Incidents. Si malgré un alésage correct, une râpe/prothèse d'essai de taille inférieure à la taille prévue par la planification est parfaitement stable en varus et en valgus mais surtout en rotation (en particulier, en raison d'une étroitesse antéropostérieure du col), il ne faut pas chercher à utiliser une taille supérieure à cause du risque de fissure ou de fracture métaphysaire.

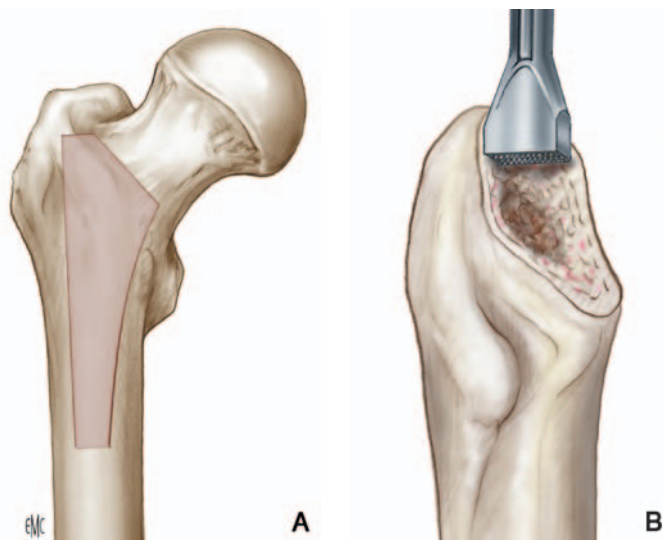
Si la râpe/prothèse d'essai est instable, il convient de passer à la râpe de taille supérieure, à condition de passer éventuellement au préalable l'alésoir en suivant les données renseignées sur le calque.

Tests après réduction (Fig. 15). La râpe laissée en place, une tête d'essai de longueur correspondant à la planification est emboîtée sur son cône. La hanche est réduite et on vérifie :

- la mise à longueur du membre inférieur en utilisant les têtes d'essai à col court, col standard ou col long et dans le diamètre correspondant à celui de l'insert ;
- la stabilité de la hanche en flexion, adduction et rotation interne. Il ne doit pas y avoir de « piston » en extension ;
- l'absence d'impingement.

Implantation de la tige définitive ABGII (Fig. 16). La mise en place de la tige doit se faire en évitant de toucher l'hydroxyapatite avec les gants.

Avant implantation, il est souvent utile de placer une partie de la carotte de spongieux prélevée avec le ciseau emporte-pièce, entre l'éperon de Merkel et le bord interne de la prothèse

**Figure 17.**

A, B. Tige Corail : compaction du spongieux.

afin d'éviter un positionnement en varus. La partie distale de la tige est introduite dans le canal médullaire et poussée dans la diaphyse fémorale. À l'aide de l'impacteur fémoral, la prothèse est impactée en frappant avec précaution, jusqu'à ce que l'épaule de la prothèse affleure la fossette digitale.

On peut, à l'aide des têtes d'essai et après réduction, vérifier à nouveau la mise à longueur du membre inférieur et la stabilité de la hanche.

Tige Corail

Compaction du spongieux (Fig. 17). En position de fémur, la tranche cervicale est exposée, bien dégagée au niveau du grand trochanter pour préparer le logement de l'épaulement de la prothèse. Le spongieux n'est ni cureté, ni enlevé au défonceur mais compacté au chasse-greffon, dans l'axe de la diaphyse, pour conserver l'intégralité du stock osseux et le densifier.

Passage des râpes (Fig. 18). La première râpe est alors utilisée, enfoncée totalement puis remplacée par sa suivante de taille directement supérieure, jusqu'à obtenir une stabilité tant en enfoncement qu'en rotation.

L'antéversion est automatique, donnée par le « tulipage » de la râpe identique à celui de la prothèse. Après ablation du

manche, sur la dernière râpe implantée stable, une fraise ajuste de façon parfaitement orthogonale la coupe du calcar.

Test de réduction. Un composant trochantérien standard, ou varisé ou *high-offset*, est positionné sur la râpe laissée en place avec une tête d'essai de longueur adaptée. La prothèse de manipulation ainsi constituée permet de tester avec la cupule d'essai, elle-même en attente, la stabilité du couple prothétique, la tension des fessiers, l'absence de conflit et l'ampleur des amplitudes. La cupule d'essai peut être modifiée dans son orientation (habituellement 40° d'inclinaison, 15° d'antéversion) pour mieux s'adapter à la morphologie osseuse de l'acétabulum et pour mieux répondre à la tige qui lui fait face, en particulier pour éviter un débord antérieur source de conflit avec le psoas.

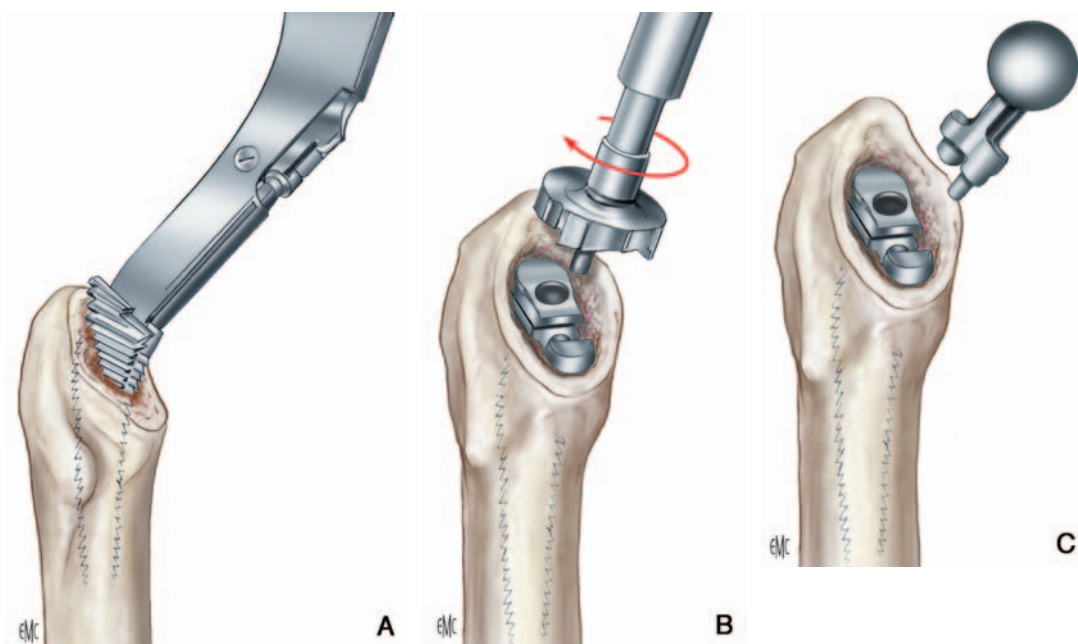
Implantation de la tige Corail définitive (Fig. 19). En fonction des tests réalisés avec les implants d'essai, l'introduction de la tige définitive, qu'il s'agisse d'un implant standard ou d'un implant latéralisé, se fait à la main jusqu'aux derniers centimètres. Puis l'impaction est finalisée par la masse, frappant le poinçon positionné sur l'épaulement de la prothèse. Cette impaction s'arrête à la limite du revêtement HA ou encore plus obligatoirement lorsque la collerette vient en appui sur le calcar. Une greffe osseuse de la tranche cervicale est systématiquement réalisée pour combler tout defect entre la corticale et l'implant.

Incidents. Si la tige reste suspendue, il ne faut pas forcer en raison du risque de fracture. Lorsque l'excès de longueur est de l'ordre de 5 mm, on peut jouer éventuellement sur la longueur du col prothétique. Lorsque l'excès est supérieur, il faut retirer la prothèse grâce au porte-prothèse et retravailler le site osseux, avec une râpe de taille supérieure, éventuellement un alésage distal et un recreusement de l'auvent trochantérien. Si la tige est « avalée » par le fémur, c'est parce que l'implant est sous-dimensionné : il doit être remplacé par une tige de taille supérieure, après contrôle préalable par une râpe stable. Si le calcar est le siège d'une fissure, il faut arrêter l'impaction et réaliser un cerclage. Il est souhaitable d'utiliser ensuite de façon préférentielle un implant avec collerette.

Mise en place de la tête définitive (Fig. 20A)

Il est essentiel de laver puis de sécher le cône morse avant mise en place de la tête définitive.

Qu'elle soit en chrome cobalt ou en alumine, la tête ne doit jamais être frappée violemment mais elle doit cependant être introduite sur le cône de l'implant à la main et en tournant, puis impactée avec précaution sur le cône morse au marteau.

**Figure 18.**

A, B, C. Tige Corail : passage des râpes et test de réduction.

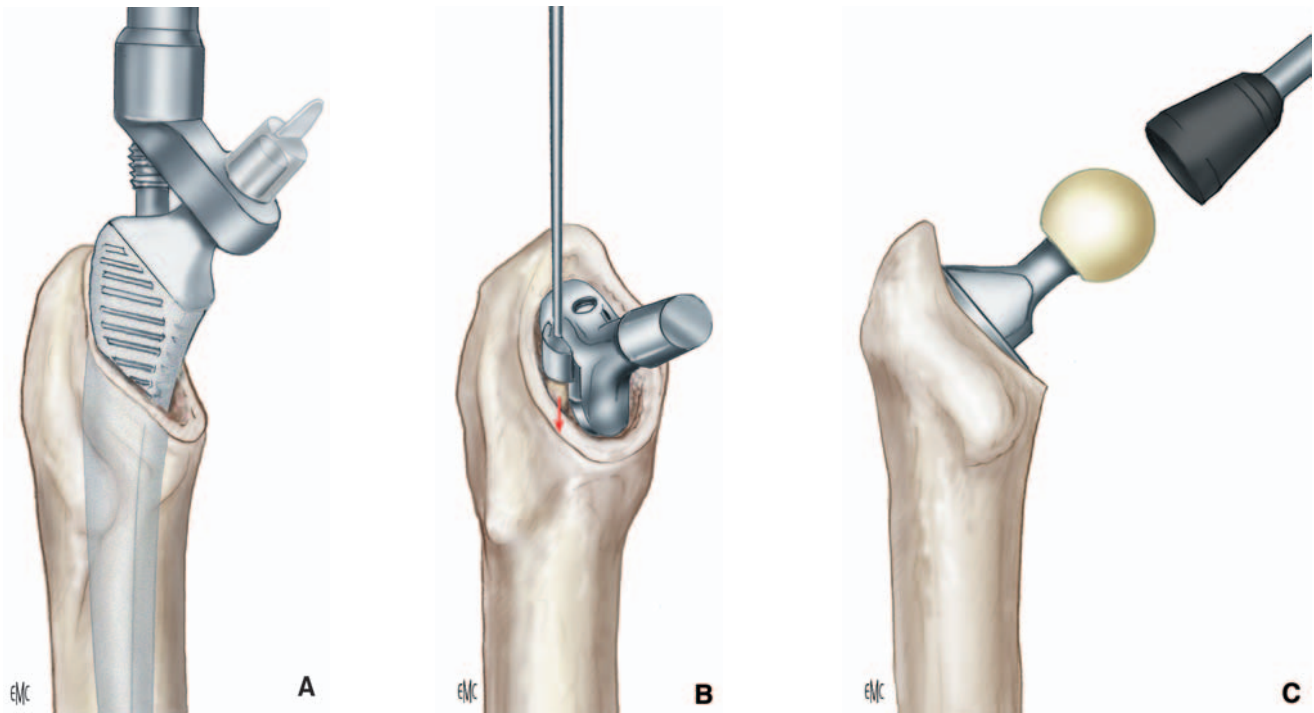


Figure 19.
A, B, C. Implantation de la tige Corail définitive.

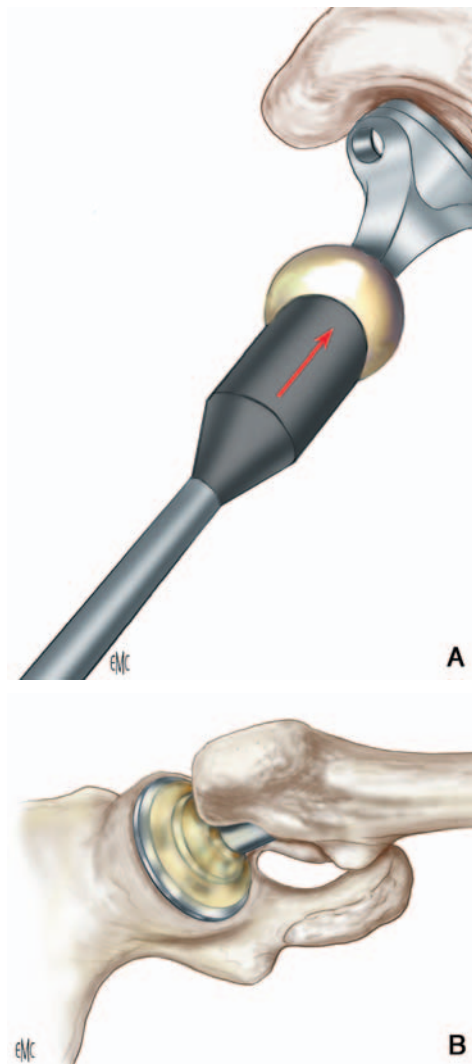


Figure 20.
A. Impaction de la tête.
B. Réduction.

Réduction et fermeture (Fig. 20B)

Après lavage abondant de la cavité articulaire avec du sérum physiologique (en évitant les solutions à pH acide), la hanche est définitivement réduite.

Le plan capsuloligamentaire est très soigneusement refermé par trois ou quatre points transosseux afin de diminuer le risque de luxation postopératoire. Un redon intra- ou extra-articulaire est placé avant la suture du fascia lata. Le plan sous-cutané est suturé et des agrafes sont placées sur la peau.

Suites postopératoires

Sous réserve d'une stabilité primaire parfaite, les suites opératoires de la prothèse sont identiques pour les tiges sans ciment et à cimenter : lever à 24 ou 48 heures après l'opération et reprise de la marche. L'appui total est donné d'emblée sous couvert de deux cannes canadiennes à conserver 45 jours. La station monopodale est stable entre le 30^e et le 45^e jour et l'abandon des cannes peut se faire à la fin du 2^e mois postopératoire. La radiographie du bassin de face associée à un cliché, centré sur la hanche, de face et de profil, apprécie la qualité de la reconstruction architecturale globale, le positionnement des implants et la réalité de l'ostéoconduction au contact de l'implant (Fig. 21-25).

Conclusion

Les implants sans ciment cherchent à obtenir un ancrage direct de l'implant au tissu osseux, durable dans le temps, sur un implant qui doit supporter des charges élevées, tout en assurant au maximum une conservation du stock osseux.

Même si la stabilité primaire est excellente, les implants métalliques à effet de surface (porosité, microbillage, treillis) sont responsables d'une ostéo-intégration essentiellement fibreuse, souvent à l'origine de douleurs de cuisse persistantes mais surtout de dégradation secondaire avec ostéolyse distale et descellements mécaniques.

À l'opposé, les implants avec revêtement bioactifs, en particulier ceux recouverts d'hydroxyapatite, permettent une



Figure 21. Prothèse ABGII avec insert polyéthylène. Radiographie de bassin de face (A) (10 ans) et cliché sur la hanche de face et de profil (B) (10 ans).



Figure 22. Prothèse de hanche ABGII alumine-alumine. Radiographie bassin de face.



Figure 24. Prothèse de hanche, tige Corail, cupule Spirofit®. Radiographie bassin de face.



Figure 23. Prothèse de hanche ABGII alumine-alumine, droite et gauche. Radiographie de face et de profil.



Figure 25. Prothèse de hanche, tige Corail, cupule Spirofit®. Radiographie de face et de profil.

liaison direct os-implant, grâce à une ostéoconduction, qui demeure stable dans le temps. Les résultats cliniques et radiologiques [6-12] sont bien meilleurs, avec un taux de survie, en particulier fémoral supérieur à 95 % à plus de 15 ans de recul. Ainsi ces implants orthopédiques ne se définissent plus par la négative implants « sans ciment » mais en positif implants « à revêtement ostéoconducteur » : c'est une nouvelle génération, le « new track » selon Geesing.

Reste que le problème, avec ce type d'implant, réside au niveau du couple de frottement de la prothèse, avec relargage de nombreuses particules de polyéthylène, à l'origine de ces réactions d'ostéolyse pelvienne ou fémorale métaphysaire.



■ Références

- [1] Bauer TW. Histologie de l'ostéo-intégration, mécanisme et conséquences du métabolisme péri-implantaire. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°50*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1994. p. 125-31.
- [2] Passuti N. Fixation à l'os sans ciment des prothèses. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°78*. Paris: Expansion Scientifique Française; 2001. p. 51-62.
- [3] Engh CA, Massin P, Suthers KE. Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous-surfaced femoral components. *Clin Orthop Relat Res* 1990;**257**:107-28.
- [4] Engh CA, Hooten Jr. JP, Zettl-Schaffer KF, Ghaffarpour M, McGovern TF, Macalino GE, et al. Porous-coated total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res* 1994;**298**:89-96.
- [5] Geesink RG, de Groot K, Klein CP. Bonding of bone to apatite-coated implants. *J Bone Joint Surg Br* 1988;**70**:17-22.
- [6] D'Antonio JA, Capello WN, Jaffre WL. Hydroxyapatite-coated hip implants multicenter 3 years clinical and roentgenographic results. *Clin Orthop Relat Res* 1992;**285**:102-15.
- [7] Delaunay CP, Kapandji AI. Primary total hip arthroplasty with the Karl Zweymuller first-generation cementless prostheses. A 5-to 9-year retrospective study. *J Arthroplasty* 1996;**11**:643-52.
- [8] Epinette JA. Prothèse fémorale H.A. omnifit en chirurgie primaire. Bilan à 7 ans. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°50*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1994. p. 196-207.
- [9] Furlong RJ, Osborn JF. Hydroxyapatite ceramic coatings. *J Bone Joint Surg Br* 1991;**73**:741-5.
- [10] Nourissat C, Adrey J. Prothèse ABG standard, résultats à 5 ans. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°50*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1994. p. 208-19.
- [11] Vidalain JP et le groupe ARTHRO. Le système corail en chirurgie primaire. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°50*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1994. p. 185-95.
- [12] Epinette JA, Manley MT. *Fifteen years of clinical experience with hydroxyapatite coatings in joint arthroplasty*. Berlin: Springer-Verlag; 2003.

C. Nourissat, Chirurgien orthopédiste (christian.nourissat@wanadoo.fr).
Clinique du Renaison, 75, rue du Général-Giraud 42300 Roanne, France.

J.-C. Cartillier, Chirurgien orthopédiste.
56, rue du Professeur-Paul-Sisley 69008 Lyon, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Nourissat C., Cartillier J.-C. Technique de mise en place des prothèses totales de hanche sans ciment. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-667, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Techniques des butées de hanche

J. Witvoet

Il persiste des indications de la chirurgie conservatrice dans les arthroses de la hanche secondaires à une anomalie morphologique du cotyle. Parmi celles-ci, la butée de hanche garde une place privilégiée étant donnée la relative rapidité de la récupération postopératoire. Les techniques de mise en place d'une butée ont évolué depuis les premières tentatives par M. Lance. Ces modifications portent essentiellement sur les voies d'abord et le mode de fixation du greffon. Comme pour toute la chirurgie de la hanche, les incisions et les libérations des parties molles ont tendance à se minimiser (mini-invasives) ce qui entraîne une simplification des suites opératoires et une récupération plus rapide. Une butée est indiquée lorsque qu'il existe une anomalie de couverture de la tête fémorale secondaire à une dysplasie isolée du cotyle, surtout lorsque le toit de celui-ci est horizontal. Le pincement articulaire doit être minime ou, en tout cas, inférieur à 50 % de la hauteur normale de l'interligne et il ne doit pas y avoir d'excentration de la tête fémorale. Dans les cas où il existe une anomalie d'orientation de l'extrémité supérieure du fémur (valgisation, varisation, hyperantéversion, etc.), celle-ci doit être corrigée autant que possible dans le même temps opératoire. Si l'indication et la technique opératoire sont correctes, on peut espérer ralentir l'évolution de l'arthrose pendant une période supérieure à 10 ans. L'âge limite d'une butée se situe autour de 40 ans.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Butée de la hanche ; Technique de Salmon ; Technique de Roy-Camille ; Technique de Castaing ; Technique de Lance ; Technique de Judet ; Technique de Chiron

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Généralités | 1 |
| ■ Justifications biomécaniques de la butée | 1 |
| ■ Techniques opératoires | 1 |
| Caractéristiques de la butée | 2 |
| Technique de la butée autobloquante de Salmon | 2 |
| Technique de la butée armée de Roy-Camille | 6 |
| Technique de contre-butée de Castaing | 7 |
| Technique de Lance, modifiée par R. et J. Judet | 7 |
| Technique par miniabord (inspirée du miniabord antérieur de la hanche de M. Siguier) | 8 |
| Technique de la butée par un abord a minima de P. Chiron | 8 |
| Association butée et ostéotomie fémorale | 9 |
| ■ Indications et résultats d'une butée de hanche | 9 |

■ Généralités

Malgré les excellents résultats des prothèses totales, la chirurgie conservatrice dans l'arthrose de la hanche a encore des indications. Elle peut faire appel, dans les insuffisances de couverture de la tête fémorale secondaires à une dysplasie cotyloïdienne, soit à une butée osseuse sus-cotyloïdienne, soit à une ostéotomie périacétabulaire.

Nous décrivons successivement les différentes techniques de butées, leurs indications et leurs résultats. Si les premières interventions de ce type peuvent être attribuées à Fergusson en 1894, puis à Albee, en 1913, c'est à M. Lance en 1925 que l'on

doit sa diffusion en France. Longtemps utilisée essentiellement chez l'enfant, chez lequel elle a été remplacée par les ostéotomies du bassin, elle n'est actuellement plus utilisée que chez l'adulte où nous la décrivons.

■ Justifications biomécaniques de la butée

La diminution de couverture de la tête fémorale augmente la pression au centimètre carré sur les surfaces de contact cartilagineuses. Cette surcharge aboutit, après plusieurs années, à une usure cartilagineuse, qui est un facteur d'arthrose (Fig. 1).

Le rétablissement d'une surface portante normale peut arrêter ou ralentir la dégradation progressive du cartilage dans la mesure où cette dégradation n'est pas trop avancée.

On peut cependant reprocher aux butées de ne pas s'appuyer directement sur la tête fémorale (la capsule articulaire s'interposant entre la tête et la butée), de ne pas être recouvertes de cartilage hyalin. Malgré ces deux reproches, il faut bien reconnaître que les résultats cliniques et radiologiques des butées sont excellents, même au-delà de 10 ans dans la mesure où l'indication et la technique opératoires sont correctes.

■ Techniques opératoires

Si le principe de la butée est le même pour toutes les techniques, sa mise en place peut varier d'un cas à l'autre. L'intervention consiste à prélever un greffon osseux et à le fixer au ras de la capsule articulaire du cotyle dysplasique.

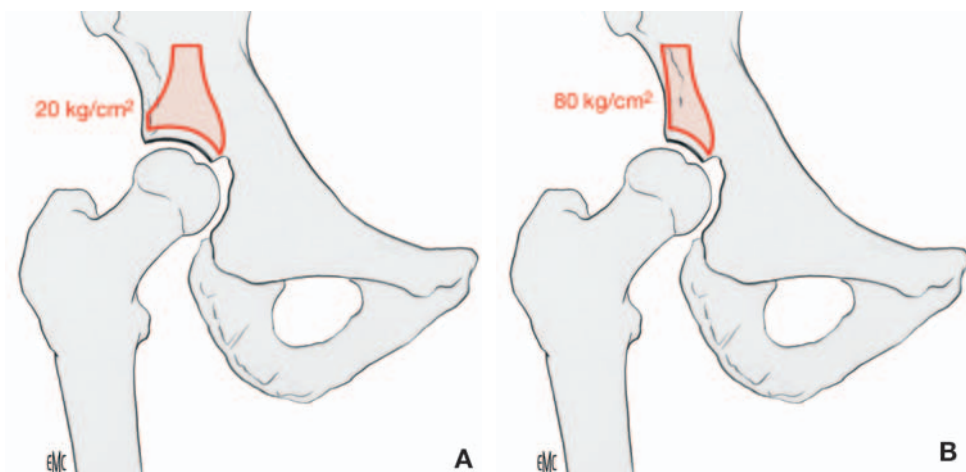


Figure 1. Conséquences de l'insuffisance de couverture de la tête fémorale.

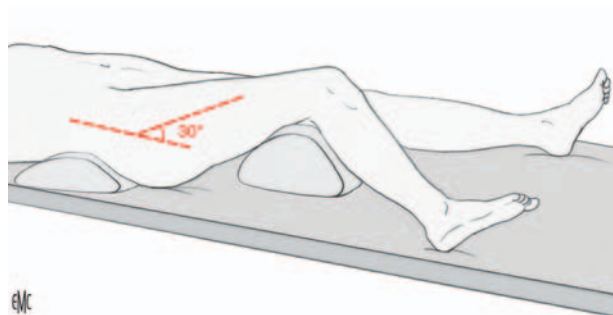


Figure 2. Installation du patient.

Caractéristiques de la butée

Nature

Dans l'immense majorité des cas, il s'agit d'une greffe osseuse autologue prélevée sur la crête iliaque de la hanche à opérer. Les greffons prélevés sur le tibia ou les greffons de banque ne sont plus utilisés. Quelques tentatives d'utilisation de céramique réhabitable ont été faites sans que l'on en connaisse les résultats.

Position

L'insuffisance cotyloïdienne étant autant antérieure qu'externe, le greffon doit recouvrir la tête fémorale non seulement en dehors (ce qui est facilement visible sur une radiographie de face), mais aussi en avant (ce qui n'est bien visible que sur le faux profil de Lequesne).

La butée doit être placée au ras de la capsule articulaire sans être cependant trop serrée. Il ne faut pas amincir la capsule de peur d'entraîner une raideur de la hanche. En revanche, une butée trop haut placée ne peut pas jouer son rôle de protection.

Volume

La butée ne doit pas être trop volumineuse car elle limiterait les mouvements de la hanche : l'abduction, si elle déborde trop en dehors, la flexion si elle est trop importante en avant. Sa surface portante doit être environ de 3 cm².

Technique de la butée autobloquante de Salmon

Installation du patient (Fig. 2)

Elle se fait en décubitus dorsal sur une table ordinaire avec un coussin sous la fesse du côté à opérer pour bien dégager la crête iliaque. Un contre-appui sur le grand trochanter opposé

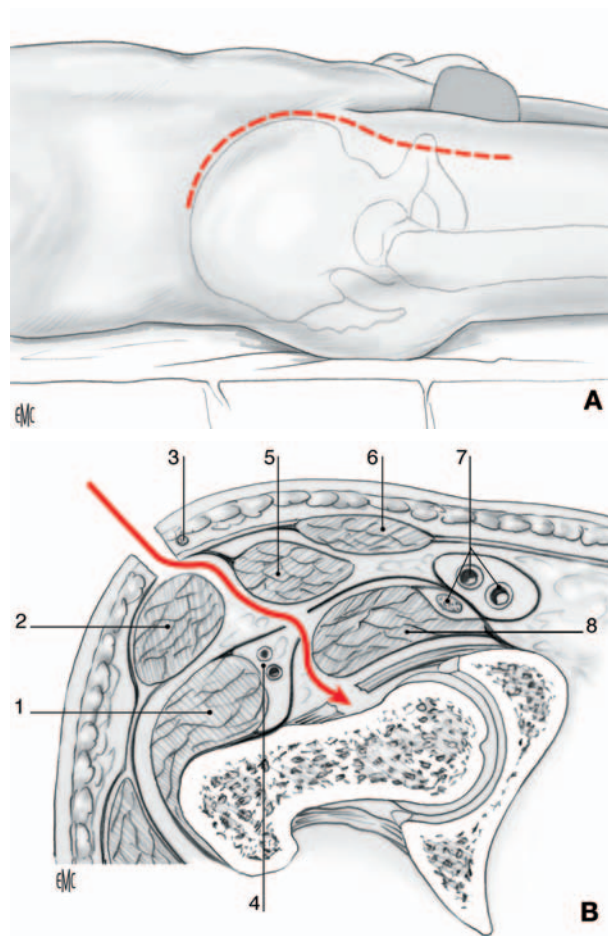


Figure 3.

A. Incision cutanée (selon Smith-Petersen).

B. 1 : muscle droit antérieur ; 2 : tenseur du fascia lata ; 3 : nerf fémoro-cutané ; 4 : vaisseaux ; 5 : muscle couturier ; 6 : muscle droit antérieur, arcade crurale ; 7 : vaisseaux fémoraux ; 8 : psoas-iliaque.

maintient le patient. Un appui sous le creux poplité homologue peut être utile pour détendre le tenseur du fascia lata (TFL).

Champ opératoire

Il doit laisser accessible la crête iliaque jusqu'au tubercule fessier en arrière, et le bord supérieur du grand trochanter en bas.

Voie d'abord : voie de Smith-Petersen (Fig. 3)

Incision

Elle débute 1 ou 2 cm en arrière du tubercule fessier de la crête iliaque, suit celle-ci à 1 cm au-dessous d'elle, passe à 1 cm

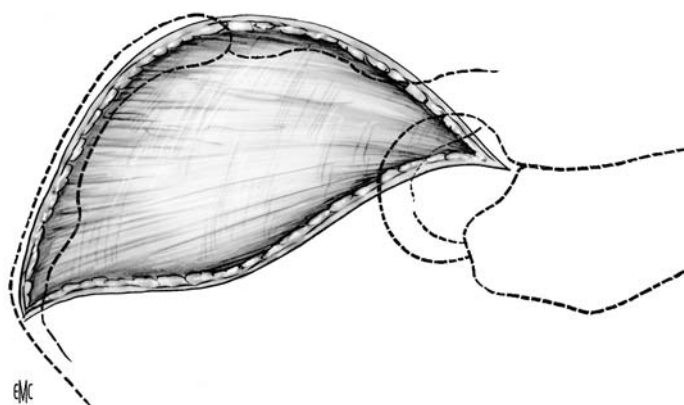


Figure 4. Dégagement de l'aponévrose fémorale.

en dehors de l'épine iliaque antérosupérieure (EIAS). Elle suit ensuite une ligne joignant celle-ci au bord externe de la rotule et se termine plus ou moins bas suivant la corpulence du sujet, en général à l'aplomb du bord supérieur du grand trochanter. Il est utile de repérer avec un fil les deux berges de l'incision au niveau de l'EIAS (ou de marquer l'incision au bleu de méthylène) pour faciliter la fermeture cutanée en fin d'intervention car la berge externe de l'incision a tendance à se rétracter.

Graisse sous-cutanée (Fig. 4)

Elle est incisée en faisant l'hémostase, jusqu'à l'aponévrose fémorale constituée à ce niveau par la partie antérieure de la lame d'insertion du moyen fessier en arrière et celle du TFL en avant.

Aponévrose fémorale (Fig. 5)

Elle doit être incisée au niveau de l'espace entre le TFL et le couturier, ce qui n'est pas aussi facile qu'il apparaît sur les schémas. Au bistouri tenu bien perpendiculairement, l'aponévrose fémorale est incisée dans la même direction que l'incision cutanée. Au-dessous de l'aponévrose, la dissection se continue en faisant une hémostase scrupuleuse pour y voir bien clair. Il faut rappeler qu'il n'y a pas de danger d'inciser l'aponévrose plus en dehors, mais en revanche, l'inciser plus en dedans risque de sectionner le nerf fémorocutané. Ce nerf (Fig. 6) passe sous l'arcade crurale dans un dédoublement de l'aponévrose du psoas iliaque, croise la face antérieure du couturier sous l'aponévrose fémorale en dedans de la gaine du TFL. Il perfore l'aponévrose fémorale à une hauteur variable de l'EIAS, en général à 3 ou 4 cm de celle-ci. Il se divise rapidement en deux branches : l'une externe fessière oblique en dehors (très souvent accompagnée d'un

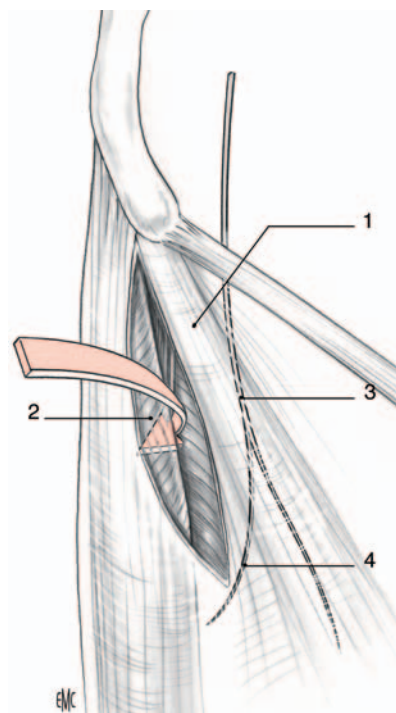


Figure 5. Incision de l'aponévrose fémorale entre le tenseur du fascia lata (TFL) et le couturier (attention au nerf fémorocutané). 1. Muscle couturier ; 2. TFL ; 3. nerf fémorocutané ; 4. branche externe du nerf.

pédicule vasculaire) qu'il faut récliner vers le bas et l'autre interne crurale qui se dirige plus en dedans. Malheureusement, les anomalies de situation du nerf et de ses branches sont fréquentes. Si la branche fessière gêne trop l'abord, il faut la sectionner après l'avoir cautérisée. Cela n'entraîne qu'une zone minime d'anesthésie cutanée souvent d'ailleurs temporaire. Cette section n'entraîne pas de meralgie paresthésique.

L'aponévrose du TFL est incisée sur 4 à 5 cm pour ne pas sectionner d'emblée la branche fessière du fémorocutané. Sous l'aponévrose, il faut repérer les fibres du TFL qui sont obliques en bas et légèrement en dehors. Si les fibres musculaires sont plutôt obliques en dedans, c'est que l'incision de l'aponévrose fémorale est trop interne, au niveau du couturier. Les fibres du TFL sont réclinées en dehors.

Face externe de l'aile iliaque (Fig. 7)

Elle est dégagée en incisant l'aponévrose fémorale à 1 cm de la crête iliaque (pour en faciliter la réinsertion), du tubercule fessier jusqu'à l'EIAS. Il faut repérer, à ce niveau, le corps musculaire du TFL et y placer un fil tracteur avant de le sectionner à 1 cm de son insertion car il a tendance à se rétracter (Fig. 8). Ce geste facilite sa réinsertion. Il faut dégager

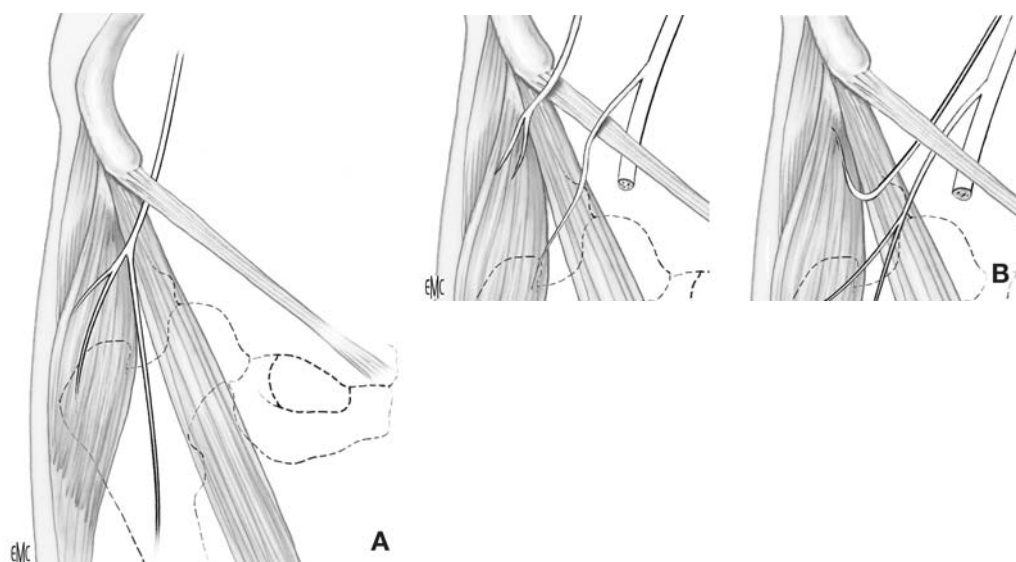


Figure 6. Trajet et anomalies du nerf fémorocutané.

- A.** Trajet normal.
- B.** Anomalies de trajet.

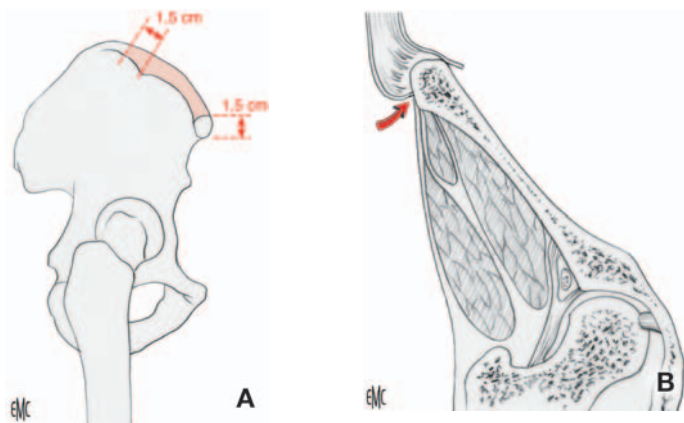


Figure 7. Prélèvement de la butée.

A. Zone de prélèvement.

B. Dégagement de la face externe de l'aile iliaque.

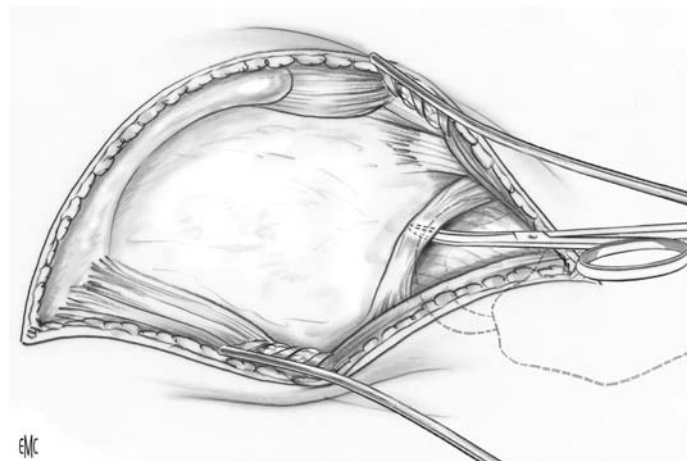


Figure 9. Repérage du tendon réfléchi du droit antérieur.

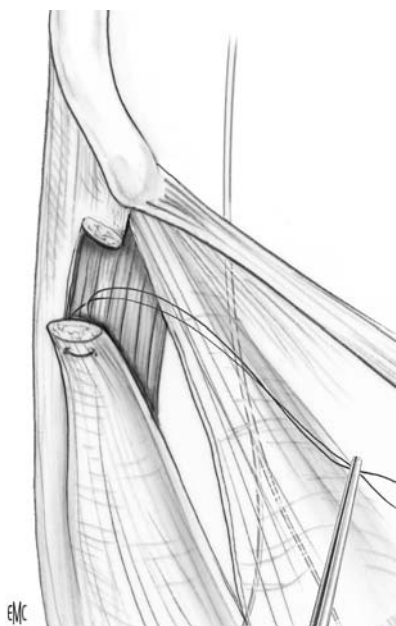


Figure 8. Section et repérage du tenseur du fascia lata.

la partie supérieure de la face externe de l'aile iliaque à la rugine sur quelques centimètres de profondeur au niveau du tubercule fessier pour vérifier si cette partie de la face externe est suffisamment concave pour s'appliquer correctement sur la convexité de la tête fémorale. Si tel est le cas, le greffon est prélevé sur la face externe en la dégageant sur 5 ou 6 cm supplémentaires. Si la concavité n'est pas suffisante, il vaut mieux prélever le greffon sur la face interne de l'aile iliaque. Certains préfèrent prendre toujours le greffon sur la face interne pour limiter le risque d'ossifications sur la face externe. Après avoir ruginé l'une ou l'autre face de l'aile iliaque, il faut tasser deux ou trois grandes compresses pour faire l'hémostase. Placer alors un écarteur autostatique dans l'espace préalablement dégagé entre le TFL et le couturier pour exposer la partie antérieure de l'aile iliaque.

Capsule articulaire (Fig. 9)

Elle est exposée en réclinant vers l'arrière le TFL puis en séparant la partie antérieure du petit fessier de la capsule articulaire et en le désinsérant en partie de l'aile iliaque. Il faut isoler les tendons direct et réfléchi du droit antérieur de l'insertion supérieure de la capsule sur l'aile iliaque. Le tendon direct s'insère sur l'épine iliaque antéro-inférieure (EIAI), le tendon réfléchi dans la gouttière sus-cotyloïdienne sur plusieurs centimètres. Le bord externe du tendon direct se continue par le bord supérieur du tendon réfléchi. Parfois, le

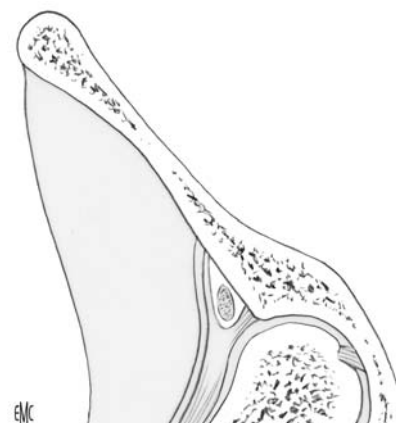


Figure 10. Tendon réfléchi du droit antérieur dans un dédoublement de la capsule articulaire.

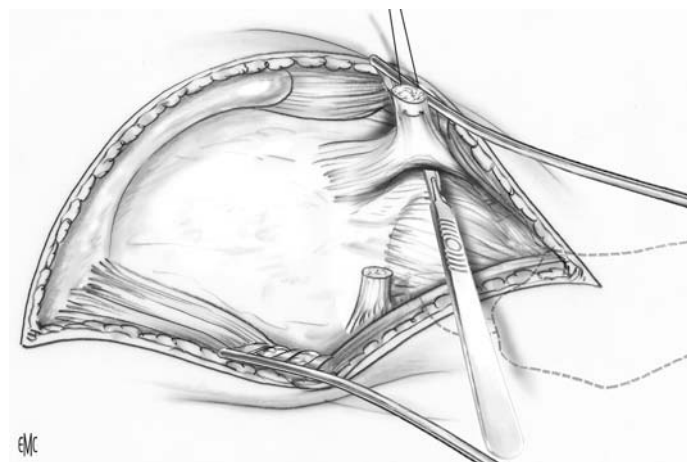


Figure 11. Section du tendon réfléchi du droit antérieur et dégagement du tendon direct.

tendon réfléchi se trouve dans un dédoublement de la capsule qu'il faut inciser pour repérer son bord inférieur (Fig. 10). Cette manœuvre est indispensable pour bien situer l'insertion de la capsule sur l'aile iliaque. Elle est souvent hémorragique et l'hémostase doit être faite avant de continuer. Le tendon réfléchi est incisé obliquement d'avant en arrière (pour pouvoir être réinséré au-dessus de la butée une fois en place). Les deux extrémités du tendon sont repérées. Le fil tracteur placé sur l'extrémité antérieure permet de soulever le tendon direct (Fig. 11). Celui-ci est suffisamment dégagé de la capsule articulaire pour pouvoir passer un écarteur contre-coudé au bord antérieur de l'aile iliaque entre la capsule et le tendon direct. Il

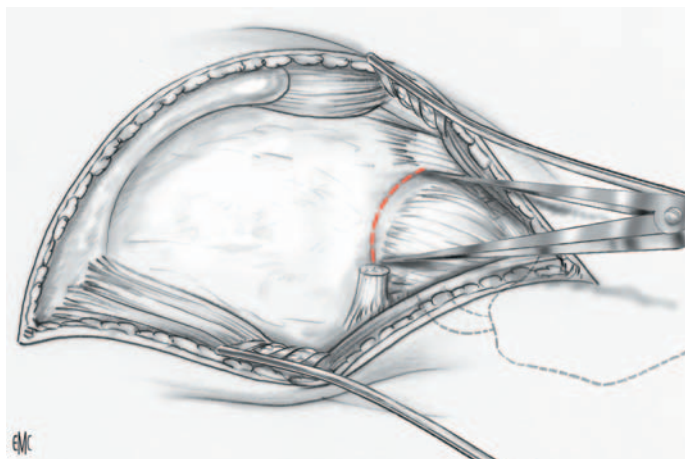


Figure 12. Tracé de la rainure d'ancrage de la butée.

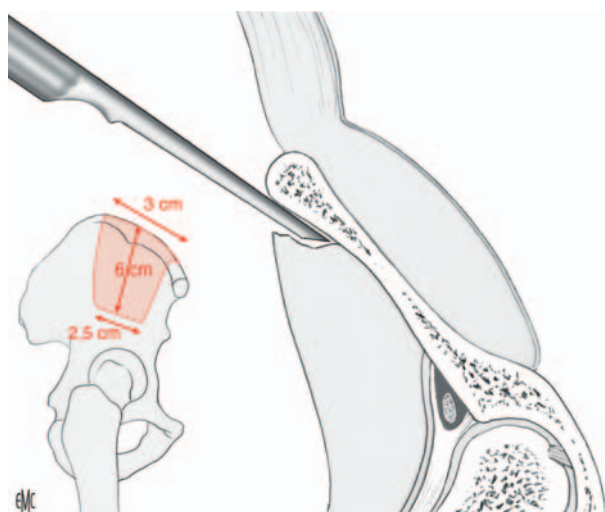


Figure 13. Tracé du prélèvement de la butée à la face externe de l'aile iliaque.

n'est pas nécessaire de sectionner le tendon direct. La capsule ainsi dégagée, il ne faut pas l'amincir pour tenter de mieux appliquer le greffon sur la tête fémorale.

Rainure d'ancrage de la butée (Fig. 12)

Elle doit être creusée au ras de l'insertion de la capsule articulaire, concentrique et parallèle à sa partie antérieure. Il est préférable de la commencer avec un ostéotome de 15-20 cm plutôt qu'avec un ciseau à os pour ne pas dérapier sur l'os. Cet ostéotome doit être fermement appliqué sur la capsule, légèrement oblique vers le haut. Si l'on a un doute sur la bonne position de la rainure, on peut s'aider d'un amplificateur de brillance. L'ostéotome est enfoncé prudemment à travers le spongieux de l'aile iliaque jusqu'à sa table interne qu'il ne faut pas perforer. Cette rainure s'étend en avant sous l'EIAI et va en arrière jusqu'à la partie la plus haute de la capsule articulaire. Elle est mesurée au pied à coulisse. Elle a en général 2 à 3 cm de longueur et 2 cm de profondeur.

L'entrée de la rainure est élargie au moyen d'un ciseau à os plus épais, biseau vers le haut en se méfiant de ne pas fracturer le sourcil sus-cotyloïdien (surtout quand celui-ci est condensé ou qu'il existe une géode à son niveau). Il faut, avec une petite pince gouge ou une petite curette, enlever les fragments de spongieux qui pourraient empêcher la butée de pénétrer dans la rainure.

Prélèvement du greffon

Il est prélevé sur l'aile iliaque à l'ostéotome ou au ciseau frappé (Fig. 13). Si la face externe de l'aile iliaque est suffisamment concave, le greffon est, comme nous l'avons dit, prélevé sur cette face externe. Le bord supérieur du greffon est tracé sur

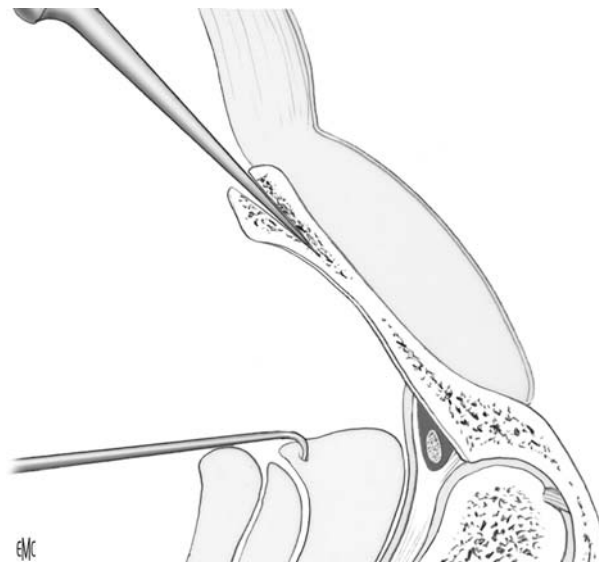


Figure 14. Le greffon ne prend qu'une corticale de l'aile iliaque.

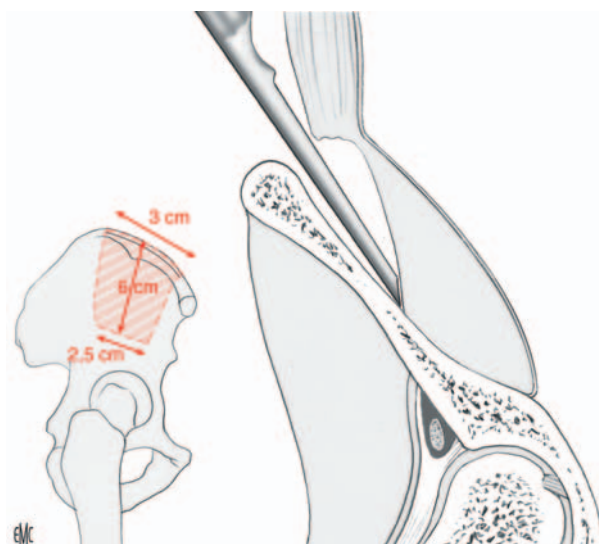


Figure 15. Prélèvement du greffon à la face interne de l'aile iliaque.

la crête iliaque en restant à 15-20 mm de l'EIAS pour ne pas fracturer sa partie antérieure. Sa longueur correspond à celle mesurée précédemment au pied à coulisse (en général 2 à 3 cm). Il doit être légèrement courbe comme la rainure d'ancrage et respecter la table interne de l'aile iliaque. Le bord inférieur (qui est encastré dans la rainure) sera fait au ciseau à os en respectant la table interne de l'aile iliaque. Sa longueur est légèrement inférieure à celle du bord supérieur. Il doit rester à distance d'environ 1 à 2 cm de la rainure pour ne pas fracturer la zone sus-cotyloïdienne. Les deux bords antérieur et postérieur rejoignent les extrémités des bords supérieur et inférieur en respectant toujours la table interne. Une fois ces quatre côtés réalisés, un large ostéotome est enfoncé dans l'épaisseur de l'aile iliaque en partant de la crête jusqu'au bord inférieur du greffon sans pénétrer dans la table interne de l'aile iliaque (Fig. 14). Quand l'ostéotome atteint le bord inférieur, il est rabattu vers le bas pour détacher le greffon. La surface cruentée de l'aile iliaque saigne. Un peu de cire chirurgicale fait facilement l'hémostase.

Si la face externe de l'aile iliaque n'est pas suffisamment concave, le greffon est prélevé à la face interne de celle-ci (Fig. 15). Son tracé est identique à celui du greffon prélevé sur la face externe. Les muscles abdominaux sont désinsérés de la crête iliaque, ruginés pour voir suffisamment d'aile iliaque. Le tracé du bord inférieur est plus difficile à réaliser au niveau de la face externe.

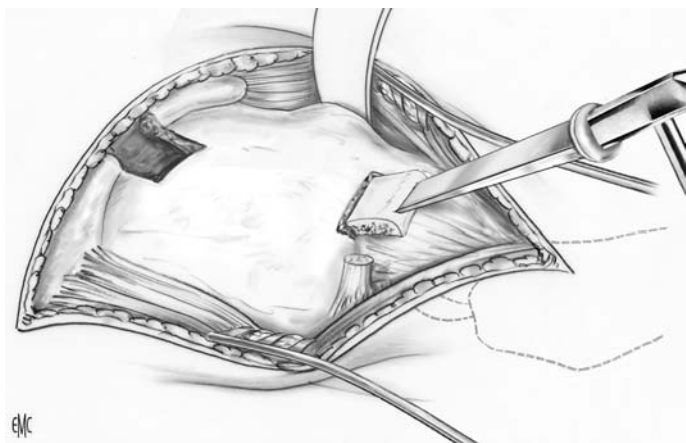


Figure 16. Mise en place de la butée.



Figure 17. Schéma du greffon appliqué sur la capsule articulaire (noter l'orientation de la rainure).

Habituellement, le greffon est suffisamment concave pour être enfoncé facilement dans la rainure. Il est rare d'être obligé de l'amincir pour le recourber ou encore de le couper en deux.

Mise en place du greffon

Le greffon doit être mis en place rapidement (Fig. 16). Ce qui était son bord inférieur (qui doit être aminci s'il est trop épais) est présenté à la rainure préparée d'avance, sa face corticale contre la capsule articulaire. Rappelons qu'il doit recouvrir autant la face antérieure que la face externe de la tête fémorale. Un aide maintient le greffon bien appliqué sur la capsule alors que l'opérateur l'enfonce progressivement au moyen d'un chasse-greffon assez large pour ne pas le fragiliser (Fig. 17). Si la rainure et le greffon ont été correctement préparés, ce dernier tient tout seul sans aucune ostéosynthèse. Il ne doit pas bouger lors des mouvements imprimés au membre inférieur. Le tendon réfléchi du droit antérieur peut être suturé au-dessus du greffon s'il a bien été sectionné en oblique.

Fermeture

La fermeture se fait sur deux drains de Redon, l'un dans la zone du prélèvement du greffon, l'autre au-dessus de la capsule articulaire. L'aponévrose fémorale et le TFL sont suturés au fil non résorbable à la crête iliaque. Si le greffon a été prélevé sur la face interne de l'aile iliaque, c'est la lame d'insertion des muscles larges de l'abdomen qui est suturée. Il vaut mieux ne pas fermer l'espace entre le TFL et le couturier de peur de prendre dans la suture le nerf fémorocutané ou l'une de ses branches. Le tissu cellulaire sous-cutané est en revanche suturé avec précision pour limiter le risque de déhiscence de la cicatrice qui est très inesthétique.

Suites opératoires

La rééducation du membre doit commencer le lendemain de l'intervention. L'abduction ne doit pas dépasser 30°, la flexion 60° pendant 3 semaines environ. Si la tenue de la butée est bonne, l'appui partiel est autorisé au bout de 2 à 3 jours, l'appui complet aux 30-40^e jours. Un contrôle radiographique est nécessaire vers le 10^e jour pour s'assurer que la butée ne s'est pas déplacée. Une activité normale peut être reprise à 2-3 mois en moyenne.

Complications

Elles sont exceptionnelles si l'intervention est bien conduite.

Complications postopératoires

La principale complication est la *section du nerf fémorocutané* lors de la recherche de l'espace entre le TFL et le couturier. Rappelons que l'incision de l'aponévrose fémorale doit être prudente avec une hémostase scrupuleuse pour bien repérer les plans sous-jacents car les anomalies de trajet et de bifurcation du nerf sont fréquentes. Si l'on reste suffisamment en dehors et que l'on se repère sur l'orientation des fibres musculaires du TFL, on ne risque pas de léser ce nerf. Par ailleurs, il ne faut pas ouvrir l'aponévrose fémorale trop bas car on peut couper la branche fessière du nerf, surtout quand la bifurcation est haute. La section de cette branche entraîne une anesthésie partielle de la face externe de la cuisse, qui disparaît avec le temps. La section du nerf fémorocutané entraîne malheureusement souvent une meralgie paresthésique extrêmement gênante.

La *fracture du bord antérieur de la crête iliaque* n'existe que si le prélèvement du greffon est trop antérieur. Il faut laisser au moins 1,5 à 2 cm entre l'EIAS et le bord antérieur du greffon et ne pas prendre un greffon tricortical. Si une fracture survient, une suture au fil non résorbable du fragment à travers 2 ou 3 trous transosseux est préférable au vissage qui ne tient pas. Dans ce cas, les mouvements de flexion actifs de la hanche doivent être retardés.

La *mauvaise tenue de la butée ou sa fracture* sont rares. Elles peuvent être traitées par une plaque vissée suivant la technique de Roy-Camille que nous décrivons.

Une *butée trop haute* (inopérante) ou trop serrée (facteur de raideur) est due à une mauvaise exposition de champ opératoire, un mauvais repérage de la capsule.

Complications postopératoires

L'hématome doit être évité par une hémostase parfaite de tous les plans et par le drainage systématique.

Les ossifications de l'aile iliaque sont rares et sont évitées par un ruginage extrapériosté et une bonne hémostase.

La résorption de la butée est exceptionnelle si sa tenue est bonne. Des ossifications autour de la butée peuvent limiter la mobilité et nécessiter une résection secondaire.

Technique de la butée armée de Roy-Camille (Fig. 18)

Elle consiste à armer la butée par une plaque en Y pour lui donner une bonne tenue immédiate et pour l'appuyer au mieux sur la capsule articulaire. L'appui complet sur le membre peut être repris au bout de 15 jours à 3 semaines.

La voie d'abord, le prélèvement du greffon et le creusement de la rainure sont identiques à ceux qui sont décrits précédemment.

Une fois la butée en place, une plaque en Y est moulée pour que sa branche verticale s'appuie sur la face externe de l'aile iliaque et que sa branche en Y s'appuie sur le greffon afin de le maintenir sur la capsule. On commence par serrer la vis supérieure de la branche verticale, la vis inférieure permettant d'appliquer plus ou moins fortement le greffon sur la capsule. Il ne faut pas trop la serrer de peur d'entraîner une raideur de la hanche. Deux petites vis peuvent fixer la plaque au greffon.

Un des inconvénients de cette technique est d'être obligé d'enlever la plaque qui peut devenir gênante chez les sujets maigres.

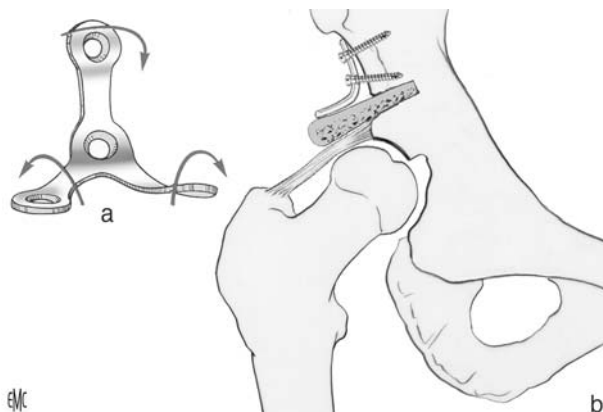


Figure 18. Technique de la butée armée de Roy-Camille.

A. La plaque modelée.

B. Plaque appliquant la butée sur la capsule.

Technique de contre-butée de Castaing

(Fig. 19)

Elle consiste à bloquer la butée par une contre-butée encastée dans l'aile iliaque au-dessus de celle-ci. Elle ne présente pas d'avantages par rapport à la technique de Salmon si celle-ci est bien réalisée. En revanche, elle nécessite la prise d'un greffon supplémentaire, le creusement d'une autre rainure dans la crête iliaque et le vissage de cette contre-butée pour bien l'appliquer sur la butée.

Technique de Lance, modifiée par R. et J. Judet (Fig. 20,21)

La butée est constituée par un ou plusieurs volets iliaques taillés à la gouge creuse au niveau de l'aile iliaque et rabattus sur la capsule articulaire. R. et J. Judet maintiennent les volets iliaques par un greffon vissé.

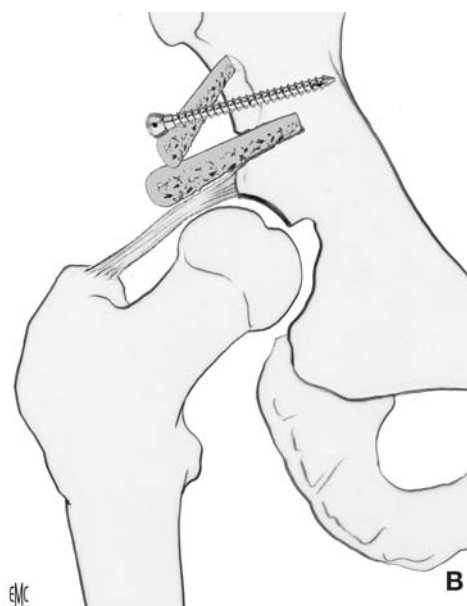
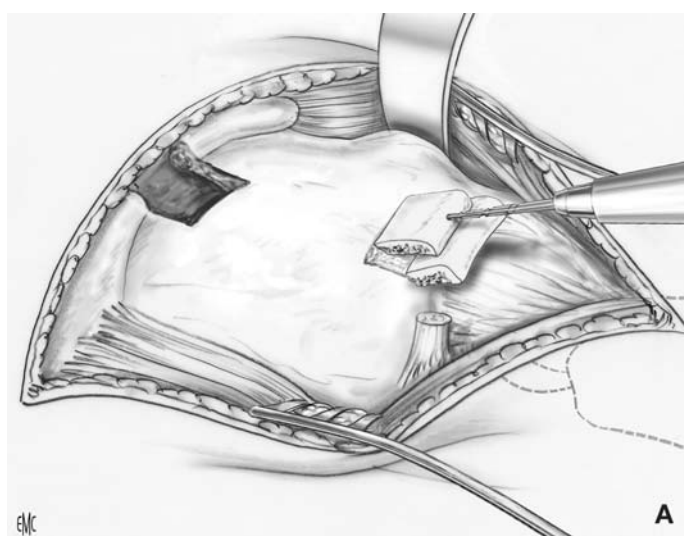


Figure 19. Technique de la contre-butée de Castaing.

A. Vissage de la contre-butée.

B. Schéma de la contre-butée appuyant sur la butée.

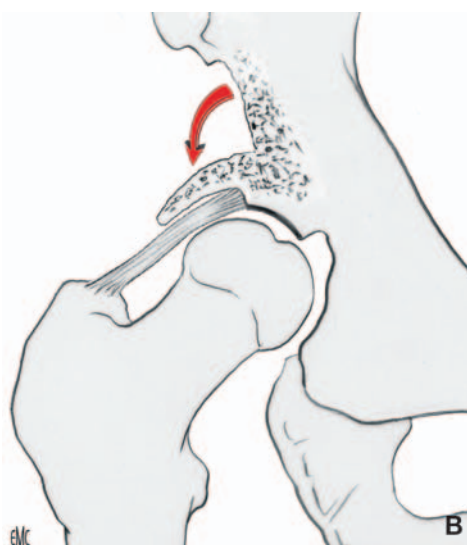
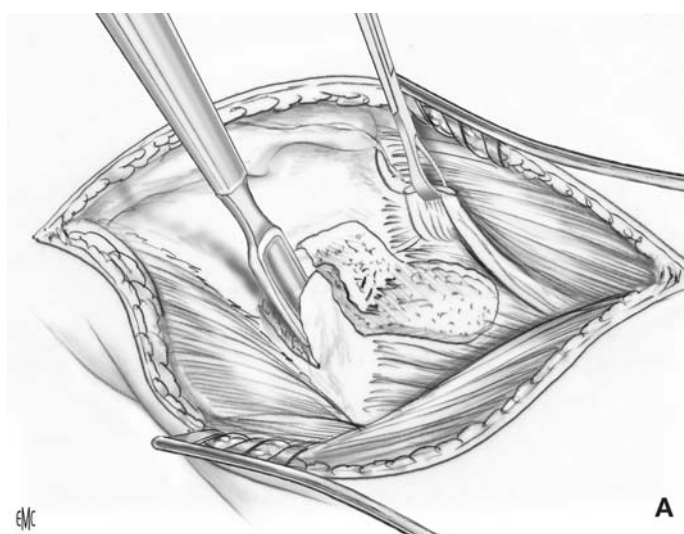


Figure 20. Technique de Lance.

A. Prélèvement des greffons.

B. Abaissement des greffons.

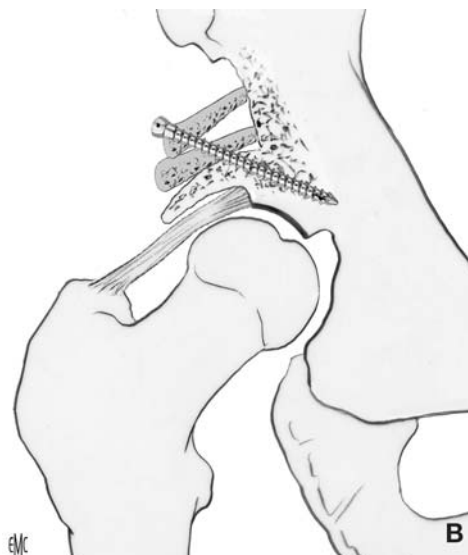
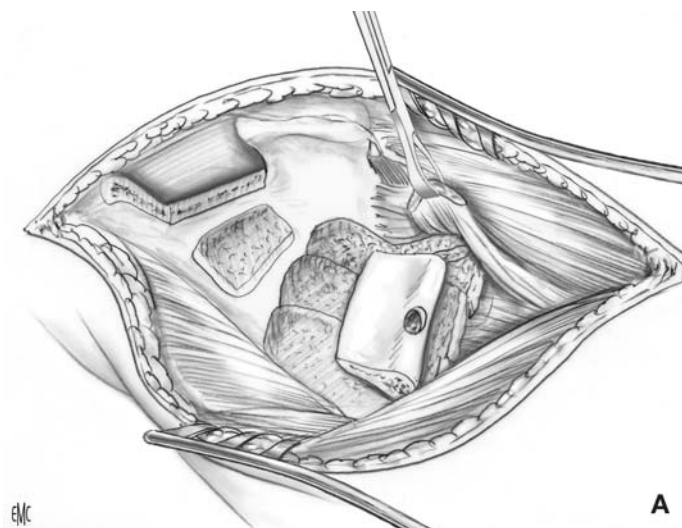


Figure 21. Technique de R. et J. Judet.

A. Prélèvement des greffons.

B. Vissage du greffon de maintien.

Ces techniques sont abandonnées chez l'adulte. Préconisées chez l'enfant, elles sont maintenant remplacées par les ostéotomies du bassin.

Technique par miniabord (inspirée du miniabord antérieur de la hanche de M. Siguier) (Fig. 22)

Prélèvement du greffon sur l'aile iliaque

Il est réalisé par une petite incision de 3-4 cm le long de la crête iliaque, à cheval sur le tubercule fessier.

Abord de la face antérieure et externe de la capsule articulaire de la hanche

Cet abord est effectué par la minivoie préconisée par M. et T.H. Siguier pour la mise en place d'une prothèse de hanche.

L'incision cutanée, de 6 à 8 cm de long, est parallèle et à 2 cm en arrière d'une ligne théorique joignant l'EIAS à la tête du péroné. Par rapport à une verticale passant par le sommet du grand trochanter, deux tiers de l'incision sont situés au-dessus et un tiers au-dessous.

Après avoir fait l'hémostase des tissus sous-cutanés, l'aponévrose fémorale est incisée au niveau du TFL sur toute la longueur de l'incision cutanée, comme dans la technique déjà décrite. Il faut s'assurer de la bonne position de cette incision par la direction des fibres musculaires du TFL qui sont obliques en bas et en dehors. Les fibres du TFL sont désinsérées de son aponévrose et réclinées en arrière, alors que le couturier est récliné en avant.

Dans la partie supérieure de l'espace ainsi dégagé apparaît le bord antérieur du petit fessier qui est récliné en arrière. On aperçoit alors le tendon direct et le tendon réfléchi du droit antérieur, ainsi que la partie supérieure de la capsule articulaire de la hanche. La suite de l'intervention est identique à celle de la technique classique.

La fermeture se fait sur deux drains aspiratifs. L'avantage de cette technique est la désinsertion limitée des muscles fessiers de l'aile iliaque permettant un lever plus précoce et diminuant la fréquence des ossifications.

Technique de la butée par un abord a minima de P. Chiron (Fig. 23)

Le greffon est prélevé par une courte incision sur la crête iliaque comme dans la technique précédente. Il est fixé au-dessus de la capsule articulaire par l'intermédiaire d'une broche guide mise sous amplificateur de brillance.

Installation du patient

Elle se fait sur table orthopédique en décubitus dorsal, le membre en rotation interne.

Prélèvement du greffon

Le greffon est un parallépipède de 3 sur 1 cm comprenant, à la différence des autres greffons, trois faces corticales supérieures (crête iliaque), externe (face externe de l'aile iliaque) et interne (face interne de l'aile iliaque). Le bord inférieur est taillé obliquement à 45° de haut en bas et de dehors en dedans.

Préparation du greffon

Il est fixé sur l'aile iliaque par une vis perforée de 7,2 mm de diamètre, de 6 cm de long, vis de type spongieux avec une zone non filetée de 3 cm identique à la longueur du greffon. Cette vis permet de comprimer le greffon sur l'aile iliaque.

Une broche guide est mise dans l'axe du greffon perpendiculaire à son bord inférieur qui s'applique sur la corticale externe de l'aile iliaque. Elle permet de mécher et de tarauder le greffon puis de mettre à travers celui-ci la vis dont la tête s'appuie sur le bord supérieur du greffon par l'intermédiaire d'une rondelle et dont le filetage dépasse le bord inférieur du greffon.

Fixation du greffon

Il est mis en place par l'intermédiaire d'une broche guide placée sous amplificateur de brillance. Le point de pénétration de la broche est situé sur le milieu d'une droite verticale passant par le grand trochanter limitée en avant par une ligne horizontale passant par l'EIAS et en arrière par une ligne horizontale passant par le bord antérieur du grand trochanter. Une moucheture de 1 cm à ce niveau permet de disciser l'aponévrose fémorale en arrière du nerf fémorocutané et de passer à travers les fibres musculaires du TFL. La broche guide est enfoncée sous amplificateur de brillance au ras de la face antérieure de la capsule jusqu'à la corticale externe de l'aile iliaque à 5 mm au-dessus de l'interligne articulaire. Elle est alors dirigée en haut de 45°, perfore la corticale externe de l'aile iliaque et s'arrête au ras de sa corticale interne.

La moucheture cutanée est agrandie de 2 cm de part et d'autre de la broche guide parallèlement à l'incision de prélèvement du greffon. Un écarteur type Homan est glissé en avant de la broche sous l'EIAS, un autre en arrière à la partie supérieure du toit du cotyle. Par le tunnel ainsi créé, il est facile de repérer le tendon réfléchi du droit antérieur perforé par la broche. Il est individualisé par une pince à angle droit et sectionné à sa partie postérieure puis récliné en avant.

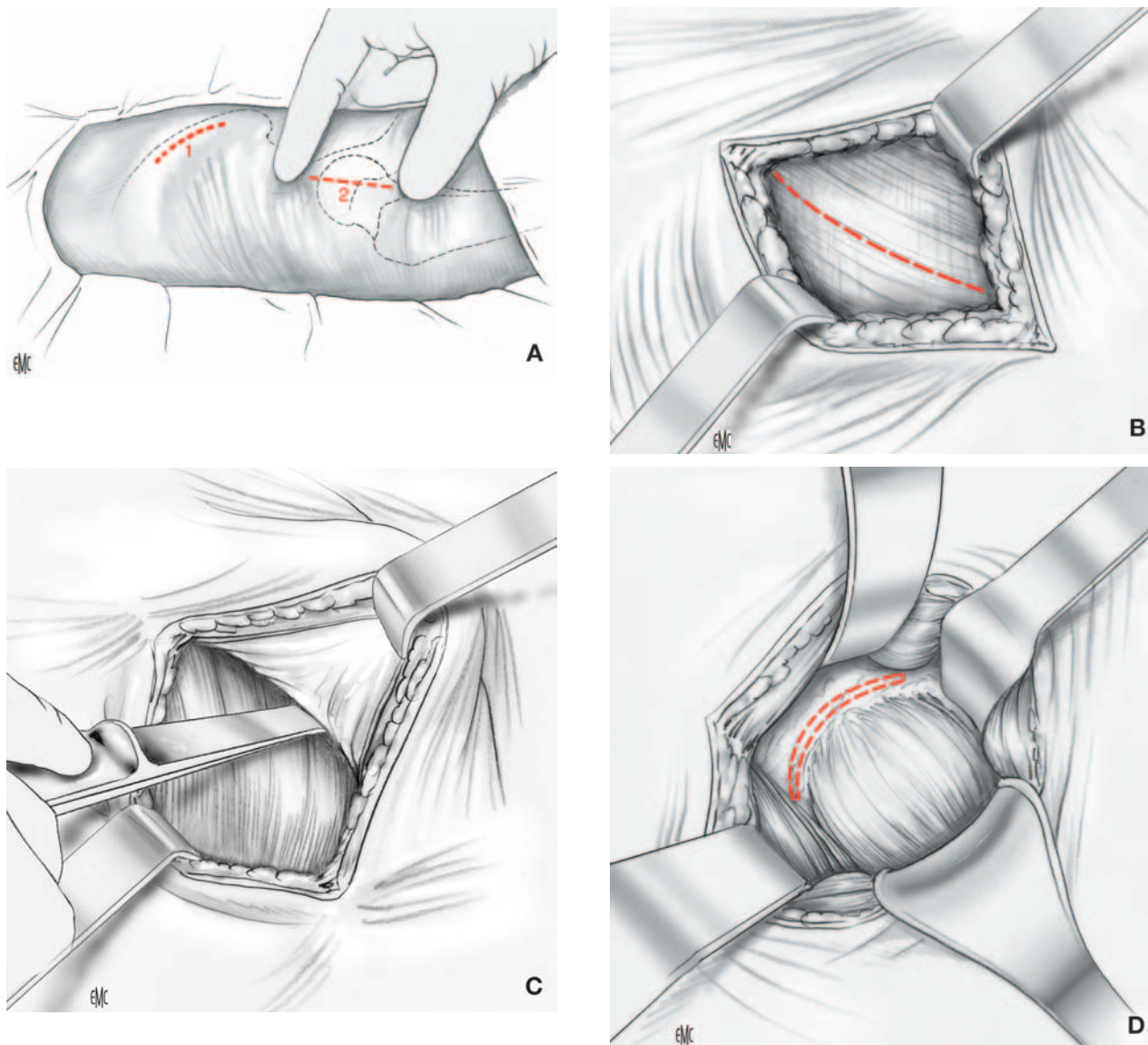


Figure 22. Technique du miniabord (suivant Siguier).
A. Voie d'abord de la hanche (2), prélèvement du greffon (1).
B. Dégagement de l'aponévrose fémorale.
C. Libération du muscle petit fessier.
D. Abord de la capsule.

La corticale externe de l'aile iliaque est avivée autour de la broche. Les deux corticales sont perforées par une mèche de 6,5 mm enfilée sur la broche guide puis taraudée, en se méfiant de ne pas extraire la broche.

Une fois cette préparation effectuée, le greffon, armé de sa vis perforée, est enfilé sur la broche guide, sa face concave dirigée vers la capsule articulaire. Il est maintenu par une pince lors du serrage de la vis pour empêcher de l'insertion intempestive. Le vissage est suivi sous amplificateur de brillance pour s'assurer du bon positionnement du greffon. La totalité du pas de vis doit être dans l'épaisseur de l'aile iliaque pour obtenir une bonne compression.

Fermeture et suites opératoires

La fermeture cutanée est simple, sans drainage. Les suites opératoires sont identiques aux autres techniques mais plus rapides d'après l'auteur. Le patient peut quitter l'hôpital le lendemain de l'intervention.

P. Chiron, qui a utilisé cette technique dans plus de 30 cas, n'a noté qu'une pseudarthrose avec fracture de greffon due à l'absence de rondelle. Aucune atteinte du fémorocutané n'est signalée. Dans six cas, il a été nécessaire d'enlever la vis (par voie percutanée) pour douleurs.

Association butée et ostéotomie fémorale

L'association d'une dysplasie cotyloïdienne et d'une anomalie d'orientation du col fémoral (coxa valga, hyperantéversion) nécessite d'associer à la butée une ostéotomie de réorientation. Celle-ci doit être réalisée avant la butée.

Les deux interventions peuvent être réalisées simultanément sans modifier le champ opératoire. Le patient est installé en décubitus latéral, maintenu par un appui pubien et un appui fessier. Un coussin assez rigide est glissé entre l'appui fessier et la fesse. L'ostéotomie fémorale est menée par l'incision externe habituelle. Une fois terminée, l'incision est refermée, l'appui fessier et l'appui pubien sont enlevés. Le patient est basculé sur le coussin postérieur, ce qui permet d'aborder facilement la crête iliaque et l'articulation de la hanche.

■ Indications et résultats d'une butée de hanche

L'indication typique d'une butée est un patient jeune de moins de 40 ans, présentant une dysplasie cotyloïdienne douloureuse sur une tête fémorale centrée. Pour obtenir un bon résultat à long terme, il ne faut pas que la tête

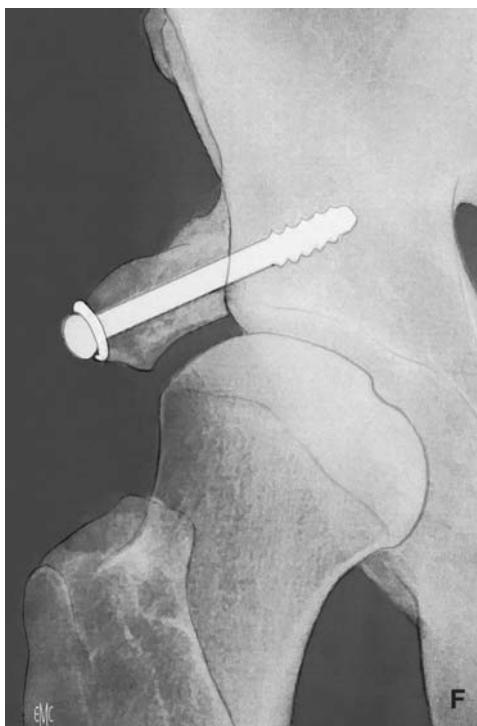
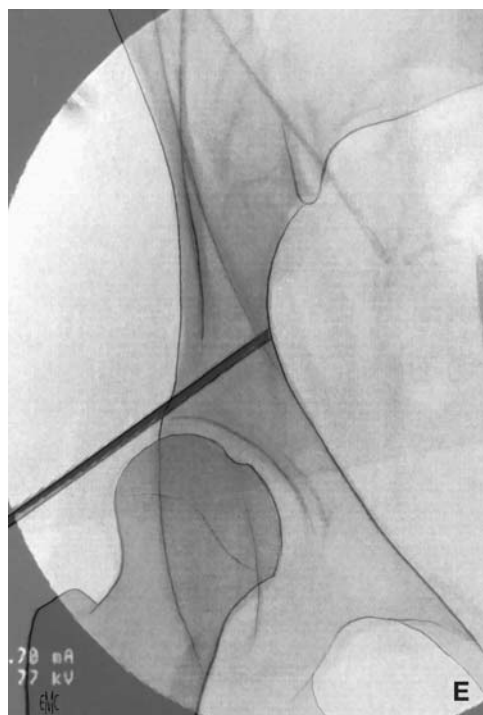
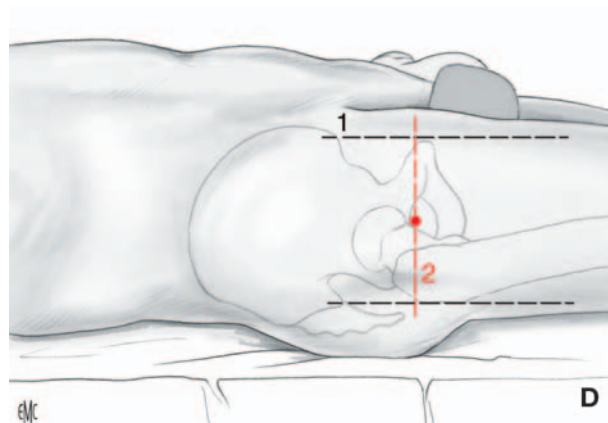
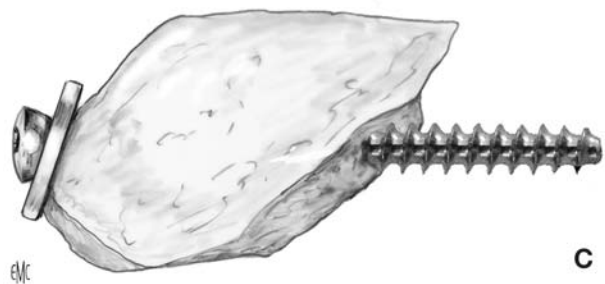
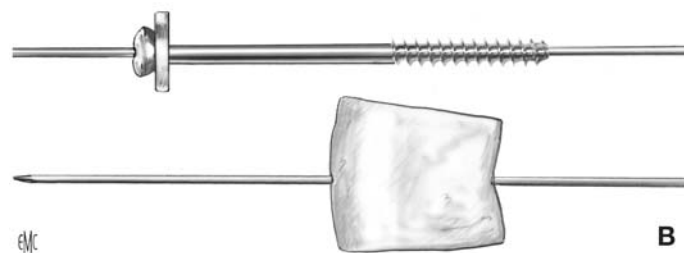
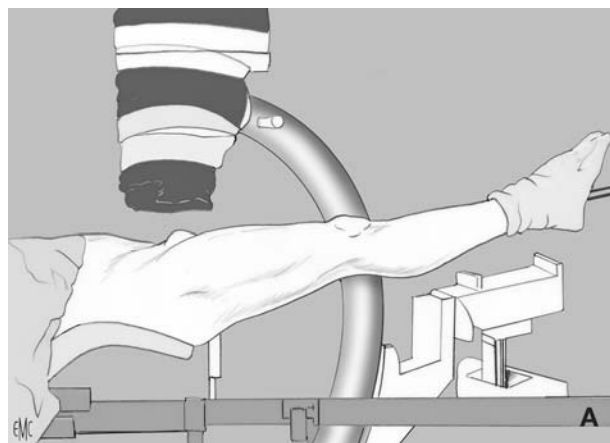


Figure 23. Technique a minima de P. Chiron.
A. Installation du patient.
B. Broche guide transfixant le greffon.
C. Vis de fixation du greffon.
D. Point de pénétration de la broche guide.
E. Contrôle de la position de la broche sous amplificateur de brillance.
F. Greffon en place fixé par la vis de compression.

fémorale soit trop déformée, que l'interligne articulaire soit pincé de plus de 50 % (stade 1 ou 2 de la classification de de Mourgues et Patte). Le résultat se détériore plus ou moins rapidement si l'interligne est plus pincé et si la tête fémorale est excentrée.

Si l'indication et la technique sont correctes, la butée de hanche donne environ 80 à 90 % de bons résultats dans les 10 premières

années avec les techniques classiques. [1-11] Le taux d'infection est inférieur à 1 %, le taux de résorption ou de pseudarthrose à 0,5 à 1 %. Le pourcentage de lésions du nerf fémorocutané est très variable selon les auteurs, allant de 0 à 15 %.

Enfin, la butée ne complique en rien la mise en place d'une prothèse totale de hanche. Elle aurait plutôt tendance à faciliter la bonne couverture du cotyle prothétique.

■ Références

- [1] Lance M. Constitution d'une butée ostéoplastique dans les luxations et subluxations congénitales de la hanche. *Presse Med* 1925;**33**:922-31.
- [2] Salmon M, Acquaviva E, Corti D. Arthroplastie extracapsulaire de la hanche. Quelques résultats radiologiques. *Rev Chir Orthop* 1954;**40**:120-1.
- [3] Castaing J, Deplace J. Technique du greffon appuyé dans la butée ostéoplastique de la hanche. *Ann Chir* 1962;**16**:1765-7.
- [4] Roy-Camille R. Butée ostéoplastique armée de hanche. Technique permettant la marche au 21^e jour. *Presse Med* 1968;**76**:273-5.
- [5] Judet J, Judet R. Reconstruction du toit du cotyle. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-650, 1980.
- [6] Chiron P. *Modernisation de la butée de la hanche. Technique par voie d'abord minima*. 2004.
- [7] Chiron P. Technique de la butée de hanche percutanée. *Rev Chir Orthop* 1999;**83**(suppl3):102-3.
- [8] Siguier T, Siguier M, Brumpt B. Mini-incision anterior approach does not increase dislocation rate: a study of 1037 total hip replacements. *Clin Orthop* 2004;**426**:164-73.
- [9] Judet J. Résultats des butées cotyloïdiennes ayant 10 ans ou plus de recul. *Rev Chir Orthop* 1976;**62**:519-28.
- [10] Migaud H, Spiers A, Gougeon F, Pierchon F, Fontaine C, Duquenois A. Devenir des butées chez l'adulte après un recul minimal de 15 ans. Résultats à long terme et analyse des échecs sur 56 hanches dysplasiques. *Rev Chir Orthop* 1995;**81**:716-23.
- [11] Nishimatsu H, Iida H, Kawanabe K, Tamura J, Nakamura T. The modified Spitzzy shelf operation for patients with dysplasia of the hip. A 24-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br* 2002;**84**:647-52.

J. Witvoet, Professeur (witvoet@noos.fr).
2, square de la Fontaine, 75016 Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Witvoet J. Techniques des butées de hanche. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-653, 2005.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Traitement chirurgical des descellements fémoraux aseptiques

M Kerboull
L Kerboull

Reconstruction osseuse par allogreffe et reprise par prothèse cimentée

Résumé. – Pour traiter un descellement fémoral compliqué de lésions osseuses importantes, de nombreuses techniques ont été décrites ces 10 dernières années. Elles divergent sur deux points : la nature de la prothèse de reprise, cimentée ou non, et l'attitude en face des dégâts osseux dont la réparation peut être spontanée, ou qu'il convient de traiter par des greffes spongieuses ou corticales. Seule la reprise par prothèse cimentée après reconstruction fémorale par allogreffe est décrite dans ce chapitre. La nature et l'étendue de la destruction osseuse déterminent le type de reconstruction. Sont ainsi envisagés successivement : le renforcement cortical par apposition externe de greffons corticaux, la reconstruction spongieuse endomédullaire, la reconstruction endomédullaire par une allogreffe massive et le remplacement du fémur proximal par une allogreffe massive. La prothèse utilisée, toujours cimentée, est habituellement une pièce standard sauf lorsque l'étendue de la destruction impose une tige longue.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

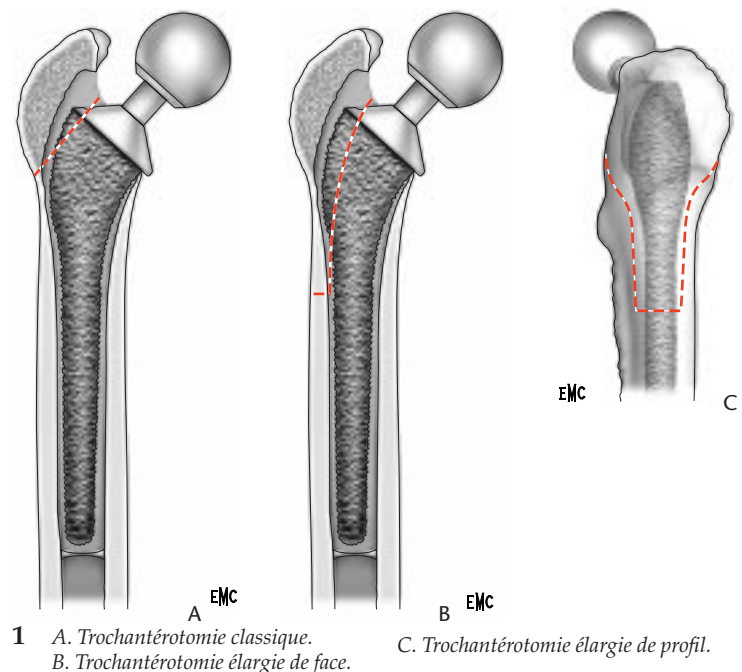
Les descellements fémoraux d'une prothèse totale de hanche, quelles qu'en soient les causes, mécaniques ou biologiques, conduisent à une détérioration des corticales fémorales, d'autant plus marquée que le descellement est plus ancien ou qu'il a récidivé [17, 18, 23]. Ces dégâts osseux ont donné lieu à un certain nombre de classifications, certaines de nature purement topographique ou anatomo-pathologique, d'autres plus pragmatiques établies sur les nécessités, les possibilités et les modalités de réparation osseuse [6, 12, 17, 19, 21, 23].

L'attitude chirurgicale devant ces altérations osseuses varie considérablement d'un auteur à l'autre, tant en ce qui concerne la voie d'abord, le type de prothèse utilisé ou la nécessité de réparer par de l'os les lésions osseuses, inutile pour certains, indispensable pour d'autres [1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 20, 22, 23, 24, 25].

Nous ne décrirons ici que les techniques dont nous avons une expérience personnelle suffisamment prolongée pour juger de leur fiabilité. Elles associent la réparation osseuse, aussi complète que possible par allogreffe, des destructions corticales, et la reprise par prothèse cimentée. Leur but est de revenir à une anatomie proche de la normale pour utiliser chaque fois qu'il est possible une pièce prothétique fémorale de dimension standard.

Voie d'abord (fig 1)

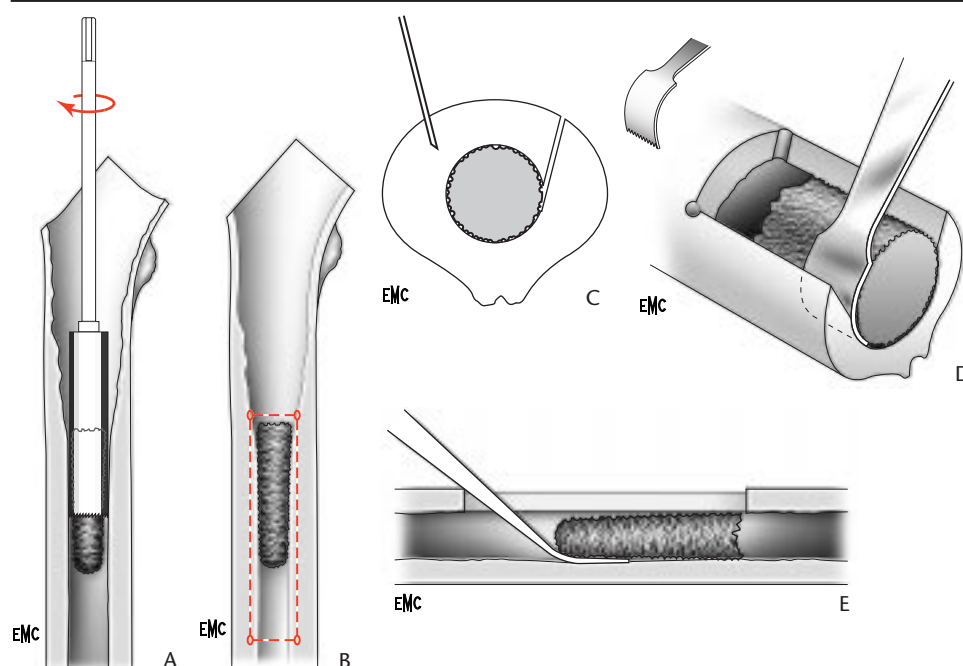
La voie transtrochantérienne classique ou élargie a l'avantage énorme de donner un accès direct au canal médullaire qui devient visible à travers l'orifice cervical sur une vingtaine de



1 A. Trochantérotomie classique. B. Trochantérotomie élargie de face. C. Trochantérotomie élargie de profil.

centimètres [17]. Son nettoyage et l'ablation du ciment en sont grandement facilités sans risque majeur de fausse route. Mais cette voie d'abord, pour ne pas conduire à un taux rédhibitoire de pseudarthrose du trochanter, nécessite une technique précise et une décharge prolongée.

Marcel Kerboull : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef du service de chirurgie orthopédique.
Luc Kerboull : Praticien hospitalo-universitaire.
Hôpital Cochin, 27, rue du Faubourg-St-Jacques, 75679 Paris cedex 14, France.



2 Ablation d'un fragment distal de tige prothétique fracturée, non cimentée.

- A. Ablation par l'orifice cervical au moyen d'une tréphine.
 B. Ablation par une fenêtre antérieure. Découpe de la fenêtre.
 C. En coupe, obliquité des traits de scie longitudinaux.
 D. Séparation de la tige des corticales interne et externe à l'aide d'une scie oscillante à lame courbe.
 E. Un ciseau coudé sur le plat ou une gouge concave libère la face postérieure.

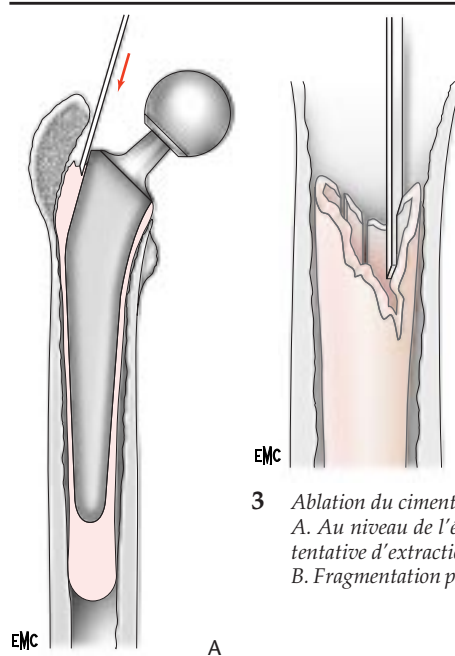
Ablation des pièces prothétiques

ABLATION D'UNE PIÈCE FÉMORALE NON CIMENTÉE [15, 17]

Elle est descellée et donc mobile sur l'os et s'extrait facilement. Si l'union entre la prothèse et l'os est uniquement fibreuse, elle finit par céder aux sollicitations répétées. La seule difficulté est due à l'existence d'une tige cassée dont le fragment distal est bien enchâssé dans l'os néoformé. Pour l'extraire, deux solutions sont possibles (fig 2). La première consiste à avaler le segment de tige fracturé par une large tréphine mue par un moteur à rotation lente. Mais elle n'est possible que s'il existe entre la tige métallique et l'os cortical un espace suffisant pour que la tréphine puisse s'y engager sans altérer les corticales. Si la tige est au contact direct des corticales, une fenêtre devient nécessaire. Son volet antérieur ou externe est découpé à la scie oscillante à lame étroite et mince entre quatre perforations réalisées à la mèche de 2,6 mm et qui déterminent ses dimensions. Sa largeur doit être supérieure de 1 ou 2 mm à celle de la tige, et sa longueur doit dépasser de 3 cm son extrémité distale. On sépare prudemment le couvercle de la tige sous-jacente en le soulevant entre deux ciseaux larges qui s'appuient sur les bords de la fenêtre. La tige fracturée apparaît alors noyée dans un os néoformé plus ou moins dense. Une lame de scie mince et étroite libère ses faces latérales en s'insinuant entre elles et l'os cortical. Une gouge ou un ciseau étroit et concave introduit de bas en haut sous la pointe de la tige décolle celle-ci de la corticale interne ou postérieure. Pour que cette manœuvre soit efficace et sans danger, il faut que la fenêtre s'étende au moins à 2 cm au-delà de la tige pour que la lame du ciseau s'engage dans l'interstice tige-corticale et reste dans ce plan. Sinon, le risque de perforation de la corticale apposée à la fenêtre, voire même d'une fracture complète du fémur, est réel. Après ablation du segment de tige cassé, le volet est remplacé dans son logement et fixé par un ou deux cerclages métalliques.

EXTRACTION D'UNE TIGE CIMENTÉE DESCELLÉE [15, 17]

Elle ne pose pas non plus en principe de problèmes. Elle sort aisément de son fourreau de ciment après qu'on ait enlevé tout le ciment situé au dos de la convexité de la tige (fig 3A). Cela est facile et se fait par fragmentation du ciment au ciseau de 10 mm si l'abord est transtrochantérien ; un peu moins si le trochanter reste en place. L'extraction un peu brutale d'une tige courbe risque alors de le



3 Ablation du ciment au ciseau étroit.

- A. Au niveau de l'épaule de la prothèse, avant toute tentative d'extraction.
 B. Fragmentation progressive du fourreau de ciment.

fracturer. La tige sort habituellement nue de sa gaine si sa surface est lisse, emportant parfois avec elle un fragment de ciment si sa surface est finement rugueuse. Il est exceptionnel dans les descellements aseptiques de sortir en même temps que la tige la totalité du fourreau de ciment. Une telle éventualité doit faire soupçonner a priori une infection torpide.

L'ablation du ciment par l'orifice cervical ne présente pas de difficultés majeures si l'on utilise une voie transtrochantérienne sur un opéré en décubitus latéral. L'opérateur assis, muni d'un éclairage directionnel puissant plutôt que d'un tube à lumière froide qui s'avère assez encombrant, d'un système de lavage et d'aspiration, voit parfaitement le canal médullaire et le ciment sur 17 à 20 cm. Bien que la prothèse soit descellée et la gaine fracturée ou fissurée en plusieurs endroits, le ciment peut encore être intimement uni à l'os. Le risque est d'aggraver les dégâts osseux en enlevant ces fragments qui sont plus durs et plus résistants que la mince corticale à laquelle ils adhèrent. Une bonne vision du travail qu'on effectue, l'utilisation d'un ciseau long et étroit (6 mm) et beaucoup de

patience et de prudence permettent généralement de débarrasser le canal médullaire de son ciment, après l'avoir fragmenté et détaché de l'os, sans détériorer davantage ce qui reste des corticales fémorales (fig 3B). L'utilisation d'appareillages mécaniques plus ou moins sophistiqués ne nous a jamais semblé ni plus rapide, ni moins dangereuse que la méthode manuelle.

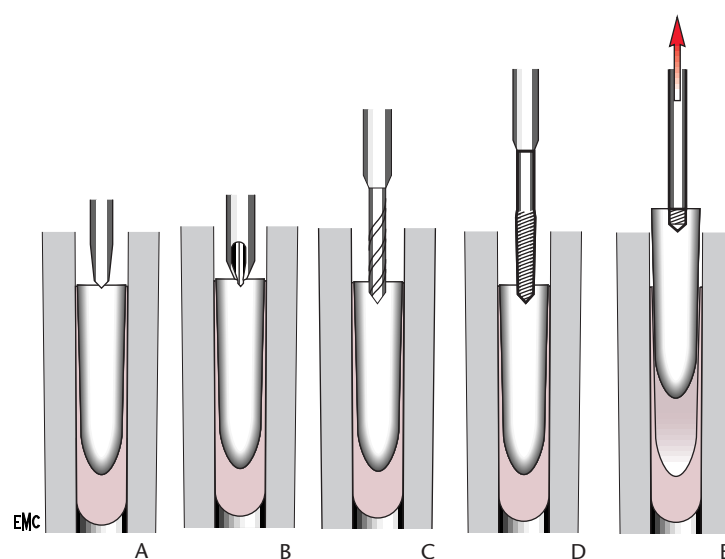
Deux difficultés peuvent toutefois survenir. L'une est représentée par l'existence d'un fragment de tige cassé parfaitement inséré dans une gaine intacte de ciment. Un système d'extraction fait d'une mèche centreuse, d'un foret à métal, d'un taraud et d'une tige filetée terminée par un anneau permet de résoudre ce problème facilement (fig 4). Dans la tranche de fracture de la tige métallique, le foret creuse un cylindre de 3 à 4 mm de profondeur. Le taraud y crée un filetage et après vissage de l'extracteur dans la tige cassée, on sort celle-ci d'un simple coup de marteau. Pour l'acier inoxydable, un foret et un taraud à acier sont tout à fait suffisants, mais pour l'alliage de CoCr, un matériel spécial est nécessaire (fig 5). En son absence et si le segment de tige n'est ni trop long, ni courbe, et séparé de l'os par une bonne couche de ciment, on peut l'avalier à la tréphine (fig 6). Dans tous les autres cas, une fenêtre est nécessaire.

La deuxième difficulté peut résider dans l'ablation des derniers centimètres de ciment situés au-delà de l'extrémité de la tige prothétique et qui restent généralement fortement adhérents à l'os dans une région où celui-ci est courbe (fig 7). Si l'on voit parfaitement le canal médullaire et la tranche de ciment qui l'obstrue, on peut avec une mèche longue et fine (5 mm) la forer en son centre. Si la mèche est centrée de face et de profil et dans l'axe du bouchon terminal, elle perfore celui-ci et les fraises ou les alésoirs de tailles croissantes élargissent progressivement le passage jusqu'à l'ablation complète du ciment. Une fine pellicule peut toutefois rester accrochée à l'os. Un ramonage rétrograde aux râtaux permet de l'en détacher et de ramener quelques fragments d'un bouchon de polyéthylène en grande partie détruit par les mèches. S'il est impossible de placer la mèche dans l'axe du bouchon terminal en raison de la courbure du fémur à ce niveau, il faut se limiter à un trou de 1 cm de profondeur, y créer un filetage au taraud et y visser un extracteur. Grâce à la fragilité en traction du ciment, l'extracteur ramène un cylindre de 1 cm d'épaisseur. En répétant l'opération, on parvient à extraire proprement et sûrement le bouchon terminal en totalité ou seulement ce qui est nécessaire pour permettre l'implantation de la tige choisie pour la reprise.

Si, pour une raison quelconque, il est nécessaire d'extraire la totalité du ciment inaccessible par voie endomédullaire, on a le choix entre une fenêtre diaphysaire ou l'utilisation d'un guide extramédullaire. Mais la mise en place de cet appareil est lourde et la sécurité qu'il offre est loin d'être absolue, surtout si le fémur est courbe. Si la courbure diaphysaire est pathologique (incurvation de fatigue ou cal vicieux), il est plus simple, puisqu'il faudra la redresser, de sectionner l'os au sommet de la courbure et d'enlever le ciment du fragment distal par l'orifice diaphysaire. Il est souhaitable en tout cas d'éviter la fenêtre diaphysaire systématique et de n'y recourir que contraint et forcé. Outre le fait qu'une fenêtre à mi-diaphyse nécessite un abord assez étendu, elle fragilise indiscutablement l'os, elle peut être le point de départ d'une fracture ultérieure et impose l'utilisation d'une tige prothétique longue. On termine la préparation du canal médullaire par l'ablation de la couenne fibreuse ou granulomateuse qui revêt les corticales à la curette, au râteau, à la fraise boule ou cylindrique, sans altérer davantage les corticales amincies et fragiles. Un contrôle visuel après lavage est toujours indispensable.

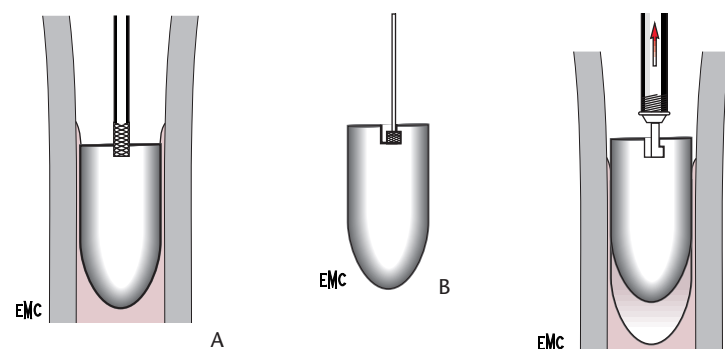
Bilan des lésions

On peut alors faire l'inventaire des lésions corticales. Quatre degrés de destruction de gravité croissante peuvent être identifiés. Ils ont chacun un traitement spécifique.



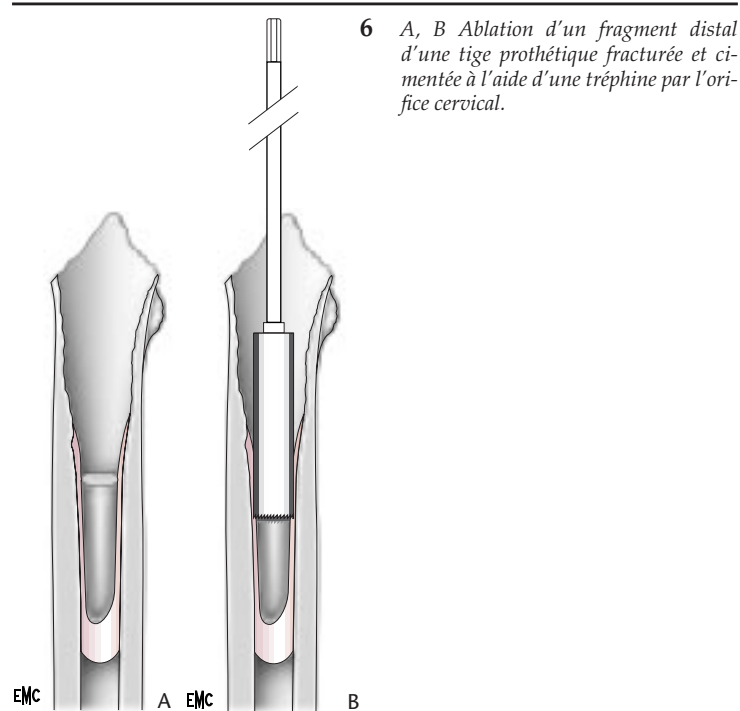
4 Ablation d'un fragment distal d'une tige prothétique en acier inoxydable cimentée, fracturée.

- A. Marquage du point d'attaque au pointeau.
- B. Amorçage de creusement par un foret centreur.
- C. Creusement d'un canal de 5 mm de profondeur au foret à acier.
- D. Filetage avec un taraud.
- E. Vissage de l'extracteur et extraction.

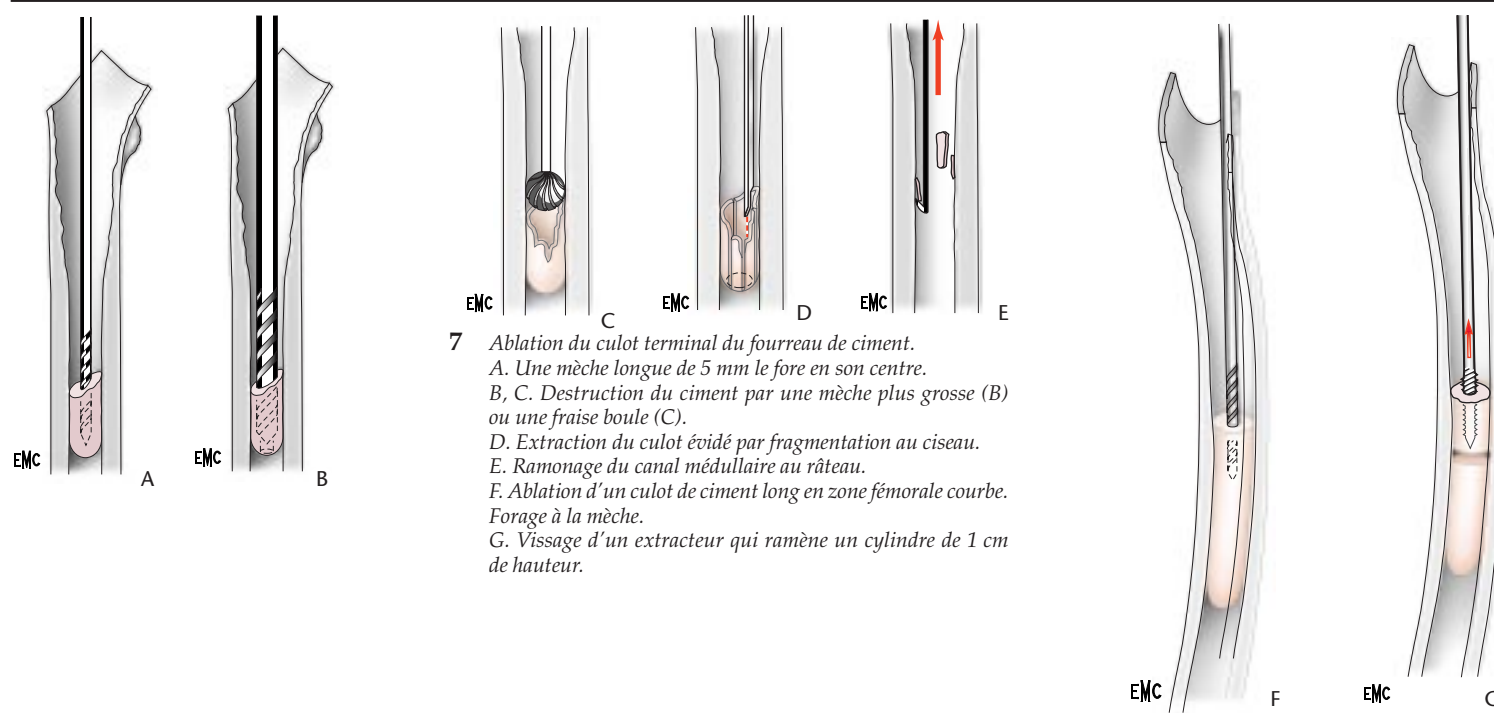


5 Ablation d'un fragment distal d'une tige en CoCr cimentée fracturée.

- A. Creusement d'un canal avec un foret spécial.
- B. Découpe d'une logette latérale.
- C. Extraction.



6 A, B Ablation d'un fragment distal d'une tige prothétique fracturée et cimentée à l'aide d'une tréphine par l'orifice cervical.



– Les lésions bénignes, destruction du calcar, amincissement des corticales cervicales antérieure et postérieure, perforation isolée d'une corticale par une extrémité de tige prothétique, ne nécessitent pas de reconstruction osseuse et peuvent donner lieu à un rescellement simple par une prothèse adéquate.

– Les lésions de gravité moyenne représentées par l'amincissement d'une ou plusieurs corticales sur la hauteur de la tige prothétique, mais sans interruption majeure de leur continuité, nécessitent une reconstruction osseuse. Ce peut être en fonction des lésions un renforcement osseux par apposition externe d'un hémicylindre cortical, ou une reconstruction endomédullaire par un fémur proximal massif ou par bourrage de spongieux.

– Les lésions sévères sont représentées par l'absence totale sur plusieurs centimètres du fémur proximal ou par sa destruction presque complète. Elles nécessitent une réparation osseuse étendue par un greffon massif de fémur proximal et une tige prothétique longue.

– Les incurvations fémorales pathologiques, progressives par fatigue d'un os déficient ou conséquence d'une fracture vicieusement consolidée, imposent outre la réparation osseuse exo- ou endomédullaire, une ostéotomie d'alignement et une tige prothétique longue.

Techniques de reconstruction osseuse

RENFORCEMENT CORTICAL PAR APPPOSITION EXTERNE DE GREFFONS CORTICAUX [7, 11, 17]

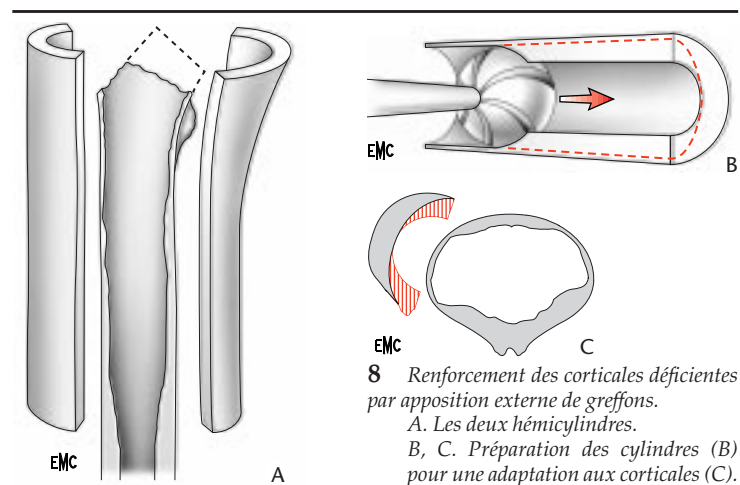
En prolongeant la voie d'abord externe vers le bas de la longueur nécessaire, on désinsère du fémur à la rugine le muscle vaste externe, en passant entre le périoste et l'os cortical, pour mettre en évidence les pertes de substance osseuse, ou simplement découvrir les corticales fémorales amincies, mais encore continues. La longueur du greffon souhaitable doit excéder de 2 cm celle de la zone pathologique qu'on veut renforcer. Un cylindre diaphysaire de préférence fémoral, à défaut tibial, est divisé longitudinalement en deux moitiés égales à la scie oscillante (fig 8). La concavité interne médullaire de ces deux fragments s'adapte mal à la convexité de la diaphyse fémorale de plus grand rayon. Il faut donc les préparer de manière à grandir le rayon de courbure de leur concavité à la fraise

cylindrique ou sphérique de grand diamètre (identique au diamètre externe du fût fémoral). Les fraises usent électivement les bords sans diminuer l'épaisseur centrale du greffon. À défaut de fraise adéquate, on peut réaliser cette préparation à la scie oscillante. Lorsque l'adaptation à la corticale fémorale est acquise, on passe autour de la diaphyse à renforcer deux cerclages en acier inoxydable de 12/10, l'un supérieur, l'autre inférieur. On glisse entre le fût diaphysaire et les fils les hémicylindres apposés sur les corticales déficientes. En fonction de l'étendue en circonférence des lésions osseuses, on utilisera un, deux ou trois greffons. Trois hémicylindres permettent généralement d'entourer complètement le fémur. Si l'ajustage à l'os des greffons n'est pas suffisant (greffons tibiaux), il est possible de le parfaire en tapissant leur face concave d'une bouillie de spongieux. On serre alors les deux fils métalliques qui les appliquent fortement sur l'os. Après avoir rabattu le tortillon du fil, on réinsère simplement le vaste externe qui vient les recouvrir (fig 9).

Le renforcement cortical par apposition externe des greffons peut se faire suivant les cas avant ou après implantation de la prothèse fémorale. Il est souhaitable de le faire après le scellement de la pièce prothétique s'il existe une perforation de la corticale et donc une fuite certaine de ciment, si l'on ne réalise pas de reconstruction endomédullaire, pour éviter une interposition de ciment entre corticale et greffon. Dans tous les autres cas, on le fait généralement avant, soit parce que les corticales sont continues, soit parce qu'il est nécessaire de les renforcer avant le bourrage intramédullaire de spongieux pour éviter leur éclatement sous la pression d'impaction. Même en cas de perte de substance corticale, le risque de fuite de ciment est alors à peu près nul car la brèche est comblée par la reconstruction endomédullaire.

RECONSTRUCTION SPONGIEUSE ENDOMÉDULLAIRE

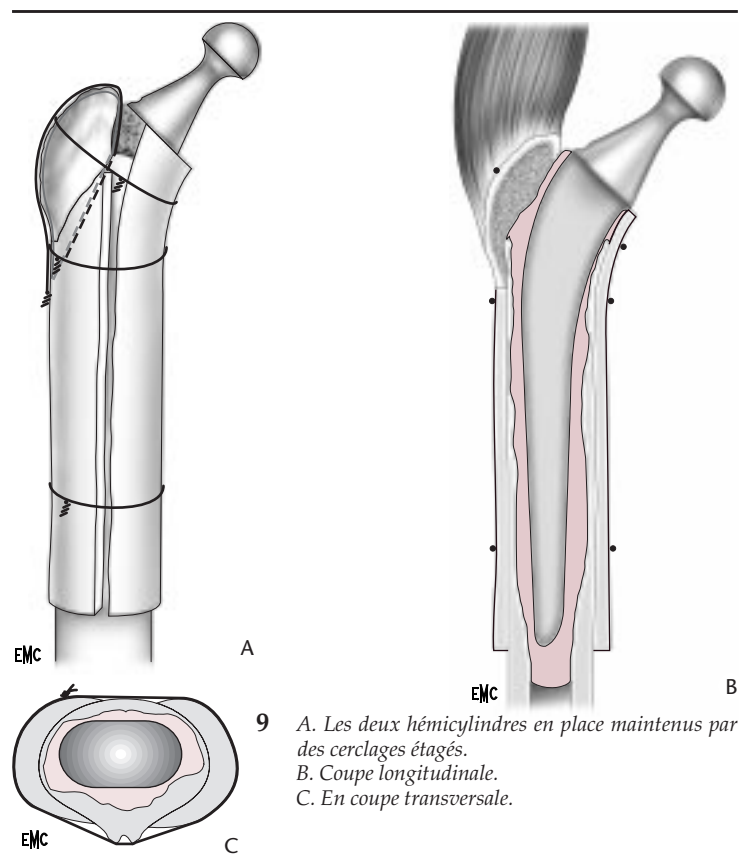
Cette méthode décrite en 1993 par Ling [10, 20] avait souvent été réalisée de façon sporadique par plusieurs équipes depuis de nombreuses années. Le principe est de reconstituer l'épaisseur des corticales fémorales, là où elles sont détruites, à l'intérieur du canal médullaire, par une couche spongieuse provenant de têtes fémorales cryoconservées, finement hachées et fortement impactées. Dans ce lit de spongieux allogène, on scelle alors au métacrylate de méthyle une prothèse de dimension normale.



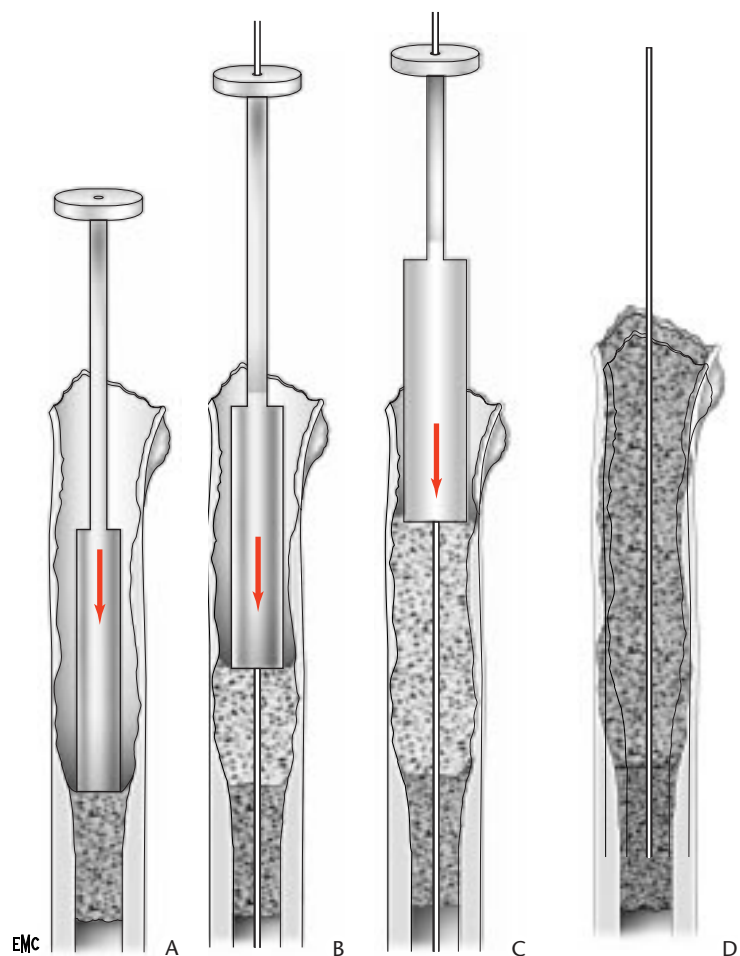
8 Renforcement des corticales déficientes par apposition externe de greffons.
 A. Les deux hémicylindres.
 B, C. Préparation des cylindres (B) pour une adaptation aux corticales (C).

Cette technique, pour être réalisée correctement, nécessite un matériel adéquat : un hachoir mécanique capable de débiter des fragments de 3 mm de côté, une longue tige centreuse de 400 mm sur 3,7 mm, des impacteurs cylindriques gradués de taille croissante, et des fantômes perforés des différents modèles de prothèses susceptibles d'être utilisés, munis d'un manche sur lequel on peut taper. Cette reconstruction spongieuse endomédullaire peut nécessiter au préalable le renforcement des corticales fémorales proximales, soit parce qu'elles sont partiellement détruites, soit parce que leur fragilité ne peut supporter la pression d'impaction du remplissage spongieux. Plutôt que d'utiliser un grillage métallique endomédullaire ou exocortical, nous préférons réaliser ce renforcement par des hémicylindres fémoraux maintenus par des cerclages étagés. L'utilisation d'un greffon de fémur proximal permet même de reconstruire si nécessaire un col osseux complètement détruit.

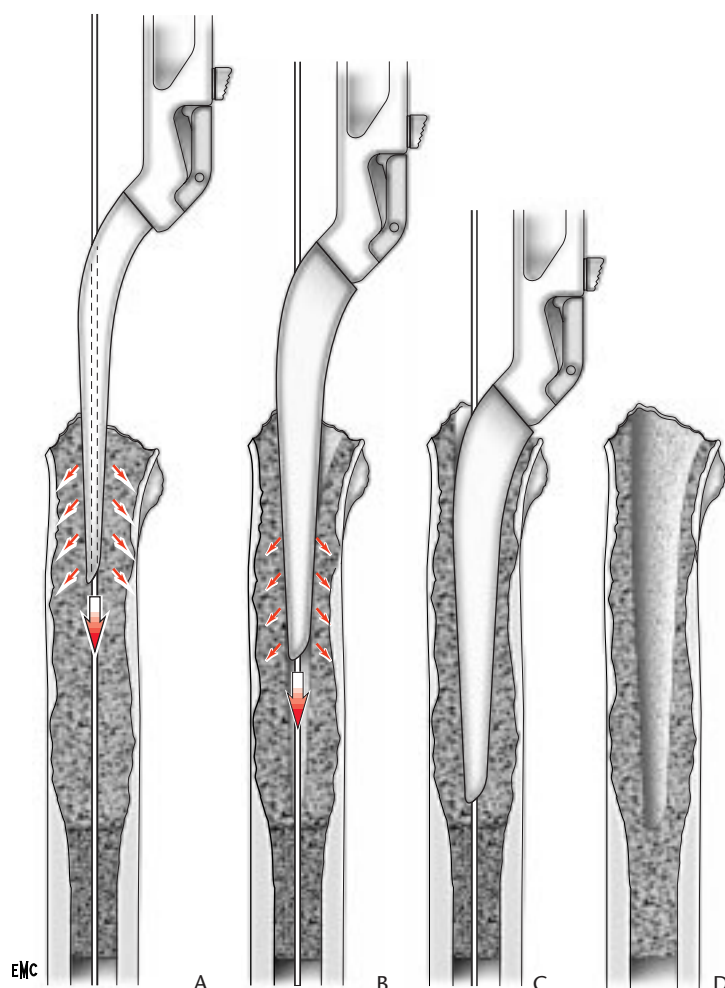
Après avoir extrait du canal médullaire, par l'orifice cervical, la pièce prothétique et son ciment, on nettoie soigneusement les corticales à la curette, à la fraise et au jet d'eau sous pression. On introduit alors, à titre d'essai, la pièce fantôme du modèle prothétique sélectionné sur les calques radiographiques. C'est souvent un col long pour compenser le col osseux généralement complètement détruit. Le remplissage spongieux (fig 10) commence par l'obturation du canal médullaire sous l'extrémité de la prothèse. Un paquet de spongieux déposé dans la région métaphysaire est poussé dans le canal médullaire jusqu'en zone saine à l'aide d'un impacteur gradué. En descendant en bloc les greffons, ils s'agglomèrent rapidement en constituant un bouchon compact qui obture solidement le canal médullaire. Sous contrôle de la vue, on introduit alors la tige centreuse au milieu du bouchon et on l'enfonce à travers lui de 3 à 4 cm. Elle sert de guide aux impacteurs de taille croissante qui coulisent sur elle et qui descendent l'un après l'autre les paquets de greffons déposés dans l'orifice cervical. L'impaction des greffons, à ce stade, doit rester légère, réalisée par le maniement à la main de l'impacteur, sans utilisation du marteau. Quand l'ensemble du canal médullaire est rempli de spongieux, on y introduit, guidées par la tige centreuse, l'une après l'autre, les formes des tiges prothétiques de taille croissante jusqu'au modèle correspondant à la pièce prothétique adéquate (fig 11). En creusant leur lit, elles tassent fortement le spongieux contre les corticales fémorales. Il peut arriver, si l'impaction des greffons lors du remplissage du canal médullaire a été trop serrée, que le façonnage du lit prothétique ne puisse être terminé par impossibilité d'introduire à fond la ou les dernières formes. Plutôt que d'insister, au risque de faire éclater les corticales fémorales, il est préférable d'élargir le lit, en enlevant une couche de spongieux à la curette ou à la fraise cylindrique. On reprend alors les formes adéquates jusqu'à ce qu'on puisse introduire à fond et à 10° d'antéversion celle correspondant à la prothèse choisie. Puis on teste celle-ci après avoir enlevé la tige guide. À ce stade, le tassement des greffons est extrêmement serré. Le lit prothétique visible à travers l'orifice cervical peut être lavé au jet et aspiré sans en



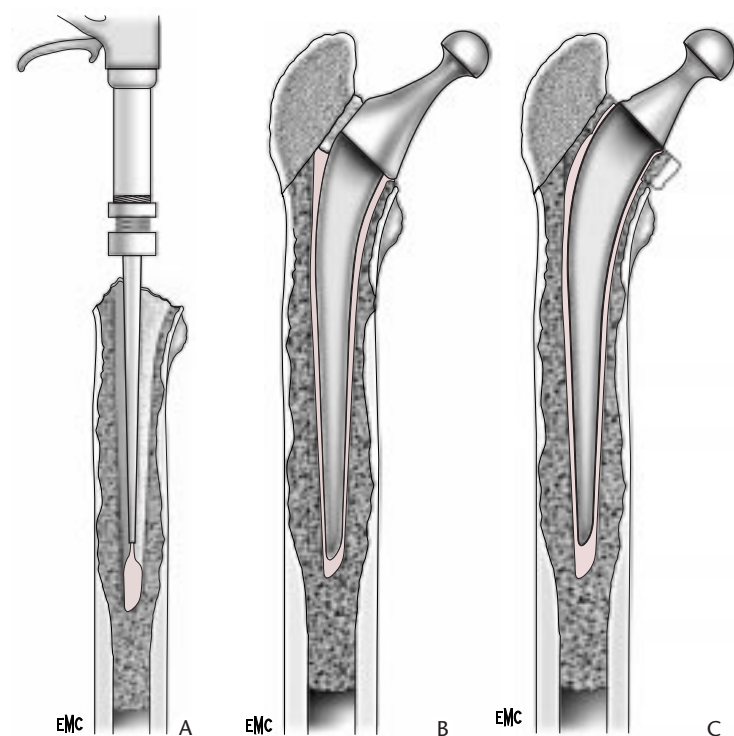
9 A. Les deux hémicylindres en place maintenus par des cerclages étagés.
 B. Coupe longitudinale.
 C. En coupe transversale.



10 Reconstruction spongieuse endomédullaire.
 A. Obturation du canal médullaire en zone saine par un bouchon d'os spongieux.
 B, C, D. Bourrage spongieux rétrograde du canal médullaire à l'aide d'impacteurs de taille croissante sur une tige guide.



11 A, B, C, D. Constitution du lit de la prothèse à l'aide de formes de tiges prothétiques de taille croissante.



12 A. Remplissage rétrograde de la néocavité médullaire par du ciment.
 B. Scellement d'une pièce prothétique à col long.
 C. Utilisation d'une pièce standard après reconstruction osseuse du col fémoral manquant.

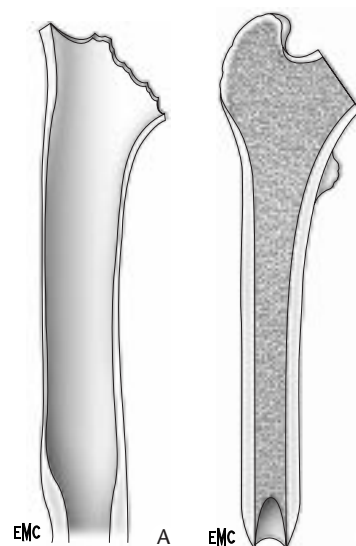
détacher de fragment. Pour reconstruire un col osseux détruit et qu'on ne peut compenser par une prothèse à col long, on peut utiliser une tranche équatoriale de tête fémorale d'épaisseur identique à celle du col osseux manquant. On lui donne une forme rectangulaire ou ovale, on perfore en son centre une cavité de la dimension de la section proximale de la tige prothétique et on ajuste ses bords antérieur et postérieur à l'orifice supérieur de la cavité médullaire et son bord externe à la section trochantérienne. Cette tranche de tête fémorale reconstitue le col manquant et sert aussi de bouchon supérieur au remplissage spongieux du canal médullaire.

Lorsque la reconstruction osseuse est terminée, on fore au niveau de la corticale externe, 4 cm sous la section trochantérienne, un orifice de 5 mm de diamètre pour passer les fils métalliques de 12/10 destinés à la fixation du trochanter et qui sortent par l'orifice cervical conservé ou reconstruit, deux devant, deux derrière. Après un dernier essai de la pièce fémorale, le lit de spongieux est lavé, aspiré et rempli de ciment à la seringue et d'une façon rétrograde (fig 12). On enfonce alors la pièce prothétique, et après avoir enlevé l'excès de ciment qui refoule par l'orifice cervical, on maintient sur elle une pression continue jusqu'à polymérisation complète du métacrylate.

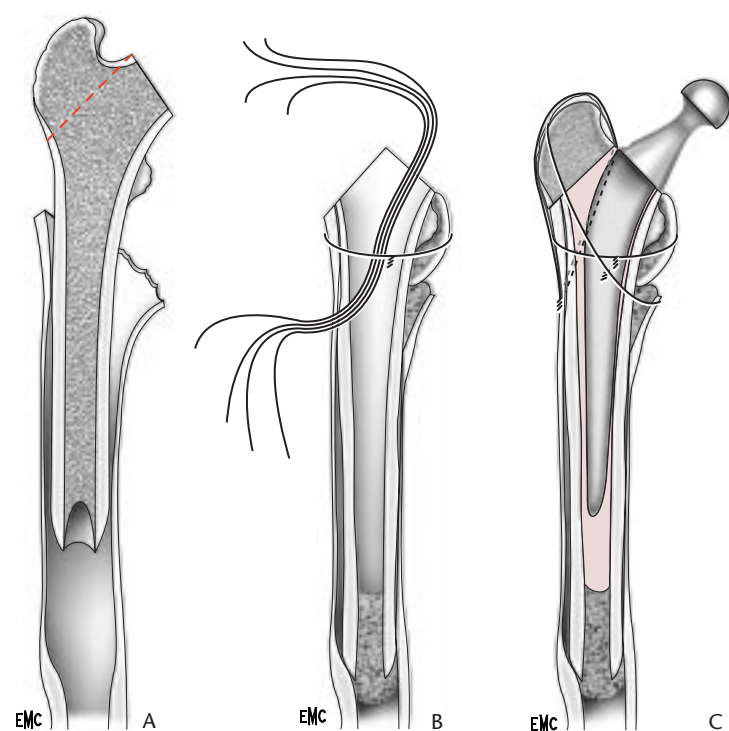
Après réduction de la hanche, on refixe le trochanter par les quatre fils frontaux habituels auxquels on rajoute parfois un cerclage transversal, voire même un crochet si la consolidation doit être lente. C'est le cas lorsque le contact osseux du médaillon se fait essentiellement avec l'allogreffe. La fermeture est sans particularité, sur trois drains aspiratifs.

RECONSTRUCTION ENDOMÉDULLAIRE PAR ALLOGREFFE MASSIVE FÉMORALE ^[17]

Cette technique appelée du « double fourreau », se propose de doubler sur toute leur hauteur les corticales amincies, voire même partiellement interrompues, du fémur supérieur par une allogreffe massive de fémur proximal, introduite à travers l'orifice cervical à frottement serré dans le canal médullaire (fig 13). On scelle dans ce greffon massif une prothèse standard. Cette technique suppose une banque d'os riche en pièces fémorales supérieures d'une longueur moyenne de 20 cm et de petite taille, pour qu'on puisse y trouver le greffon qui s'adaptera exactement au fût fémoral élargi et fragilisé du receveur. Le choix se fait sur les radiographies de face, à l'échelle 1, des greffons. On en tire un calque transparent qui reproduit les contours externes et le canal médullaire du greffon. On superpose ce calque à celui du fémur supérieur du receveur obtenu par téléradiographie de face. On a ainsi une approximation exacte du travail nécessaire au remodelage du greffon pour obtenir son ajustage parfait à la cavité médullaire de l'hôte et un encastrement solide.



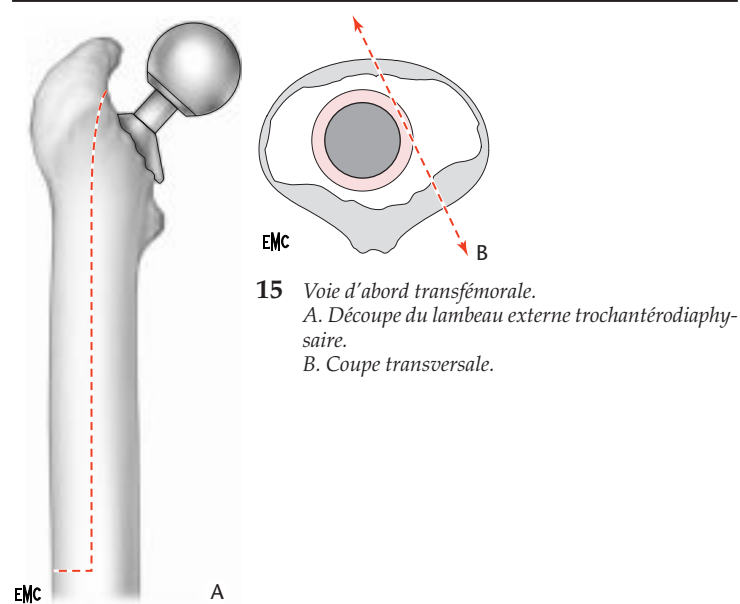
13 Reconstruction endomédullaire par allogreffe massive fémorale.
 A. Le fémur supérieur détruit aux corticales très amincies.
 B. Le fémur proximal allogène taillé en forme.



- 14** A. Introduction progressive à frottement dur du greffon par l'orifice cervical.
 B. Obturation des derniers centimètres du canal médullaire du greffon par du spongieux impacté pour éviter toute fuite inférieure du ciment.
 C. Scellement d'une prothèse standard dans le greffon et fixation du trochanter par cerclage.

La préparation du greffon se fait en salle d'opération après évidemment et nettoyage du fémur du receveur. Le passage prudent d'une fraise cylindrique de grosse taille permet d'aplanir d'éventuelles aspérités corticales endomédullaires mais il faut, bien sûr, éviter d'affaiblir davantage les corticales déjà très amincies. La taille des fraises qu'admet le canal médullaire donne en outre une idée très précise des dimensions à donner au greffon. Celui-ci fixé dans un étau ou entre deux davieres de Farabeuf est travaillé à la scie oscillante à lame large, à défaut d'avoir une fraise creuse adéquate. Travaillant de bas en haut, la scie prélève des copeaux longitudinaux et transforme progressivement la section triangulaire du greffon en une section circulaire de la dimension requise. Cette préparation, souvent longue et fastidieuse, impose plusieurs essais d'introduction avant que l'adaptation soit parfaite (fig 14). À chaque essai, le greffon nettoyé et séché est introduit à la main dans le canal médullaire par l'orifice cervical. Lorsqu'il s'y coince on le retire, il garde sur lui les empreintes sanglantes des zones de contact. On reprend alors le travail d'ajustage jusqu'à ce qu'on puisse l'enfoncer à la profondeur voulue, c'est-à-dire dépassant légèrement la zone pathologique. Auparavant, on aura réduit sa longueur à la dimension adéquate et biseauté son extrémité distale pour éviter tout appui terminal qui fausserait l'impression d'encastrement. Quelques coups de marteau prudents sur le sommet du trochanter par l'intermédiaire d'un impacteur terminent l'enfoncement et l'encastrement du greffon. Il est alors impossible de le ressortir.

On sectionne à la scie oscillante le trochanter du greffon en suivant le plan de la trochantérotomie réalisée sur le fémur receveur, on coupe le col à la hauteur nécessaire pour rétablir la longueur du fémur et on alèse à la fraise cylindrique le canal médullaire du greffon à la dimension de la prothèse sélectionnée. Après un essai, on vérifie son assise cervicale et son antéverson à 10 ou 15° et on recoupe si nécessaire le col osseux. Après avoir obturé l'extrémité inférieure du greffon sous la prothèse par des fragments de spongieux et passé les fils de fixation du trochanter, on scelle dans le greffon au méthylmétacrylate une prothèse standard. Après réduction de la hanche, le trochanter est refixé de manière habituelle.



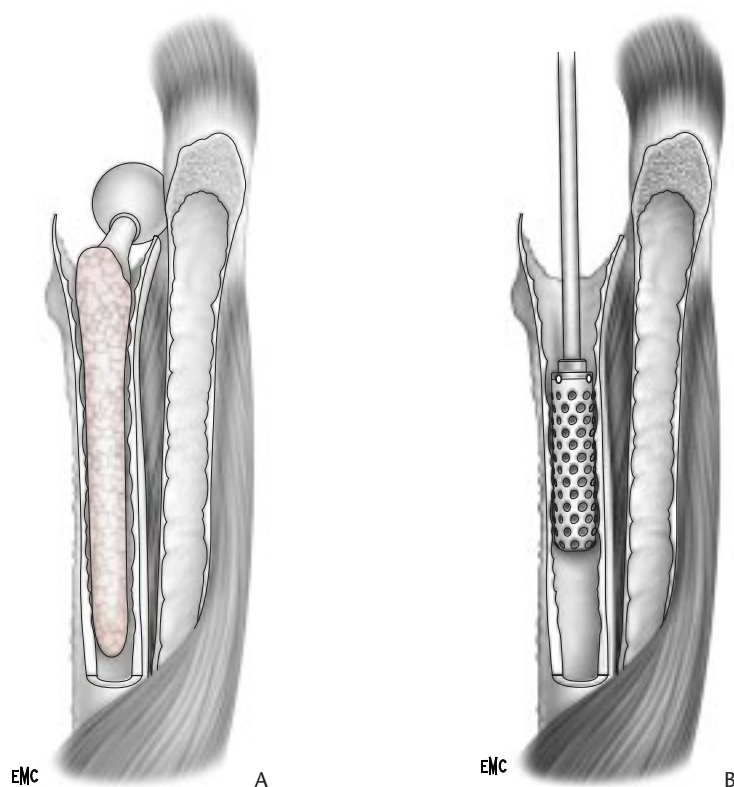
- 15** Voie d'abord transfémorale.
 A. Découpe du lambeau externe trochantérodiaphysaire.
 B. Coupe transversale.

REMPACEMENT DU FÉMUR PROXIMAL DÉTRUIT PAR UNE ALLOGREFFE MASSIVE [5, 11, 14, 17]

Une destruction osseuse fémorale extrêmement sévère se rencontre parfois après une première prothèse totale de hanche lorsque le descellement fémoral ou cotyloïdien a évolué longtemps, plus souvent après des descellements itératifs et l'utilisation de pièces prothétiques de plus en plus volumineuses et longues. La destruction osseuse s'étend sur toute la hauteur des pièces prothétiques descellées. Les corticales sont réduites à des lambeaux à peine visibles à la radiographie, et sont fréquemment interrompues par des pertes de substance. Une fracture du fémur au niveau de l'extrémité de la tige complète parfois le tableau. Un cas particulier est réalisé par le descellement d'une pièce massive, implantée après résection du fémur proximal. Celui-ci a alors totalement disparu et le fémur distal est lui aussi détérioré. La reconstruction dans ces cas nécessite toujours une prothèse à tige longue.

■ Voie d'abord transfémorale (fig 15, 16)

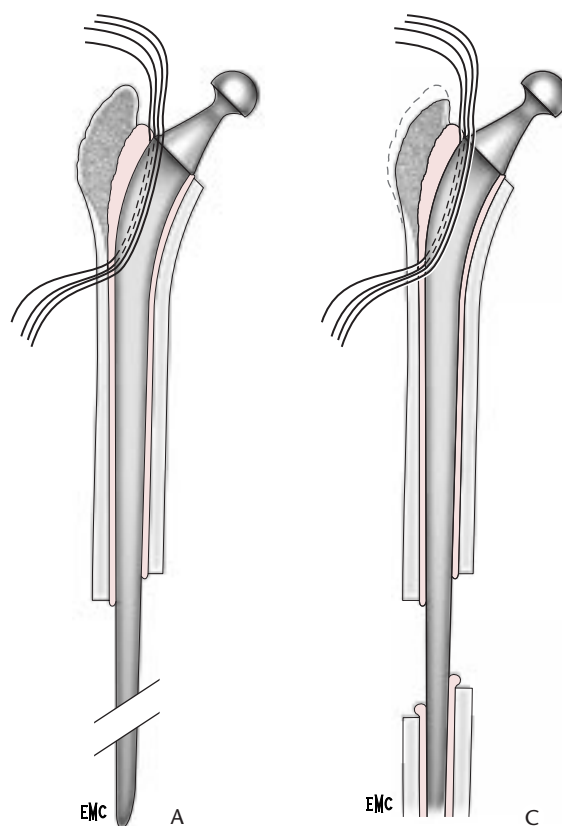
La voie d'abord peut être transtrochantérienne classique ou élargie, ou transfémorale [17, 24]. Cette voie transfémorale trouve ici ses meilleures indications. L'incision externe est d'emblée prolongée à la face externe de la cuisse quelques centimètres au-delà de la zone osseuse pathologique. L'accès au fémur se fait comme d'habitude au niveau de la cloison intermusculaire externe, avec section entre deux ligatures des vaisseaux perforants, mais sans désinsertion du muscle vaste externe. À la scie oscillante, on sectionne de haut en bas la corticale postérieure du trochanter et la corticale externe du fémur le long de la ligne âpre sur toute la hauteur de la zone pathologique. Poussée en profondeur, cette lame de scie passe au ras du bord externe de la prothèse, puis sectionne la corticale antérieure de l'os. On a ainsi un long lambeau ostéomusculaire transtrochantérodiaphysaire qu'on peut basculer vers l'avant après avoir sectionné transversalement le fût diaphysaire à l'union des zones saine et pathologique. L'ablation de la prothèse et de son ciment ne présente alors aucune difficulté, et le nettoyage du fémur proximal par cette longue fenêtre est particulièrement aisé. Celui du fémur distal se fait simplement aussi par l'orifice fémoral diaphysaire. On peut alors faire avec précision le bilan des destructions osseuses fémorales. Il est fréquent que les deux valves fémorales proximales soient interrompues par des pertes de substance étagées et seules leurs attaches musculaires conservées donnent l'aspect d'une certaine continuité.



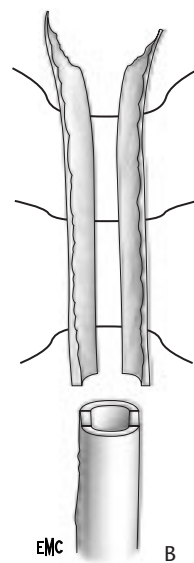
16 A. Bascule antérieure du lambeau ostéomusculaire permettant de découvrir la prothèse.
 B. Après son ablation, nettoyage et régularisation des valves à la fraise cylindrique.

■ Réparation osseuse (fig 17)

Après réparation des dégâts cotyloïdiens fréquemment associés à cette destruction fémorale majeure, on revient sur le fémur pour préparer le greffon de remplacement. Celui-ci est un fémur proximal plus ou moins long. Dans certains cas extrêmes, un fémur entier peut être nécessaire. Le greffon qu'on choisit avant l'intervention avec 4 à 5 cm de plus que la longueur utile calculée est alésé à la fraise cylindrique pour lui faire admettre la prothèse à longue tige sélectionnée elle aussi avant l'intervention sur les radiographies. Cette prothèse ou son fantôme est alors introduite dans le greffon qu'on a recoupé mais qu'on laisse délibérément 1 cm trop long, et son extrémité distale dans le fémur distal. Une tentative de réduction permet de s'assurer que celle-ci est possible. On découpe alors sur le greffon et le fémur distal une « marche d'escalier » pour permettre aux fragments osseux de s'emboîter et de bloquer la rotation. Cette découpe doit se faire très soigneusement pour ne pas risquer une anomalie d'orientation de la pièce prothétique et pour que le contact osseux reste aussi complet que possible. Il est donc prudent à ce moment de réduire complètement la hanche, de vérifier l'antéversion fémorale et l'exactitude de l'emboîtement osseux. Au besoin, quelques retouches mineures au niveau du col ou des marches d'escalier peuvent améliorer une situation imparfaite. On luxe à nouveau la hanche, on sort la prothèse du greffon et on passe, à l'extrémité supérieure de celui-ci à travers un orifice cortical sous-trochantérien, les quatre fils habituels de fixation du trochanter. On scelle alors la prothèse dans le greffon. Après avoir enlevé soigneusement les bavures de ciment à ses deux extrémités, on pose l'ensemble sur la table d'instruments. Pendant que la polymérisation se fait, on passe quelques fils métalliques de 12/10 étagés sous les lambeaux des corticales résiduelles. Si la valve osseuse interne est continue et représente plus d'un hémicylindre, il faut la diviser longitudinalement en deux parties pour améliorer le contact avec le greffon. On scelle alors l'extrémité de la tige prothétique dans le fémur distal en contrôlant à vue l'emboîtement osseux. Le ciment qui a refoulé à ce niveau est enlevé rapidement à la curette, et la



17 A. Scellement d'une pièce prothétique à tige longue dans le greffon de fémur proximal.
 B. Division longitudinale de la valve postéro-interne et fils de cerclage en attente.
 C. Scellement de la prothèse dans le fémur distal.



mince couche interposée entre les découpes osseuses à la lame de bistouri. On exerce une pression continue dans l'axe du fémur jusqu'à la polymérisation complète du méthacrylate de méthyle, puis on réduit la hanche.

Il faut prendre soin de redonner au trochanter un contact osseux aussi étendu que possible avec le greffon lorsqu'on remet en place le lambeau externe (fig 18). Le médaillon trochantérien est souvent évidé par l'ostéolyse et réduit à une mince coquille osseuse. On taille donc le trochanter du greffon pour que cette coquille osseuse vienne le coiffer exactement. À l'aide d'un passe-fil, on sort au bord supérieur du trochanter l'extrémité supérieure des fils en attente et leur extrémité inférieure à travers un orifice cortical externe en regard de leur trou de sortie du greffon. On ramène alors au contact du greffon les lambeaux corticaux avec leurs attaches musculaires. On serre les uns après les autres les différents cerclages, puis on serre les fils frontaux de fixation du trochanter. Leurs tortillons

placés dans la région sous-trochantérienne sont enfouis au contact de l'os à travers une incision longitudinale du vaste externe qu'on referme aussitôt par deux points. Pour hâter la consolidation du greffon avec le fémur distal, il est souhaitable d'entourer la zone de jonction de spongieux autogène si on en dispose ; sinon, les deux hémicylindres provenant de la recoupe du greffon, maintenus en place par un cerclage, font très bien l'affaire. On réinsère enfin le vaste externe sur la cloison intermusculaire externe et on ferme l'aponévrose fémorale sur un drainage aspiratif.

■ Cas particuliers

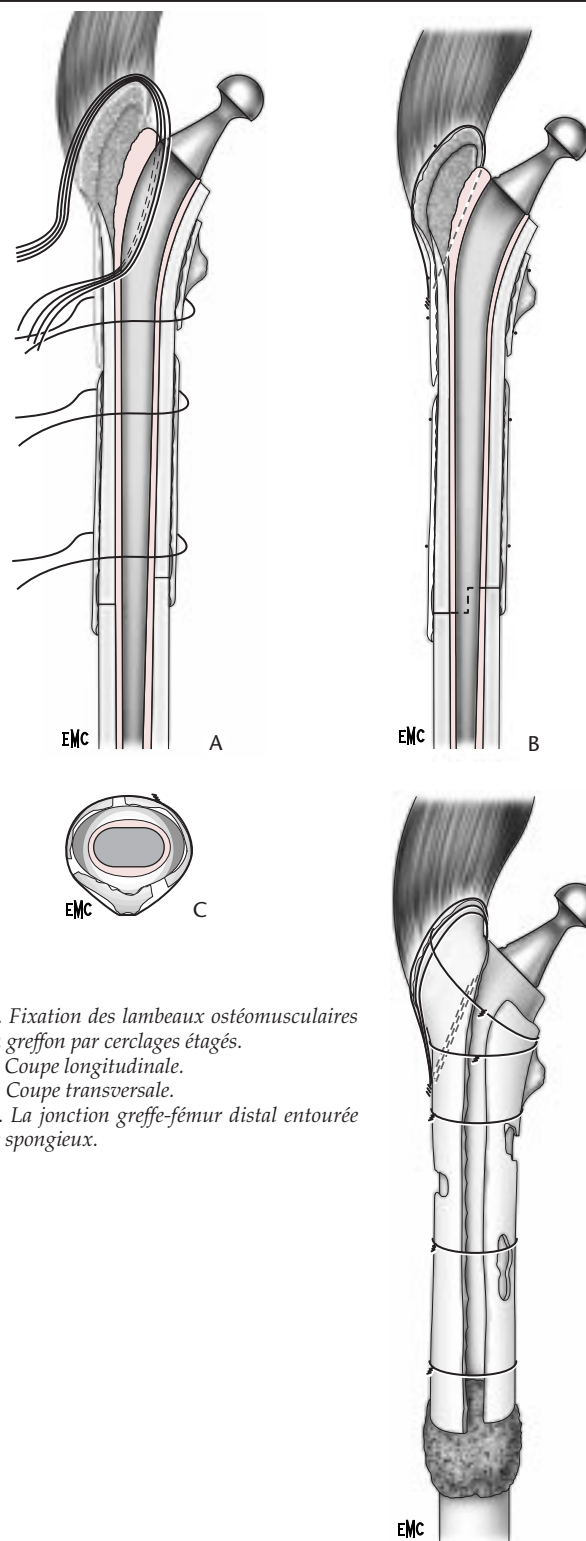
Une destruction très étendue du fémur, jusqu'à la métaphyse inférieure, nécessite un très long greffon. Comme la fixation cimentée de la prothèse dans le fémur distal est ici très courte, il est souhaitable, pour améliorer la rigidité de l'assemblage, de tailler l'extrémité du greffon de manière à le faire pénétrer de quelques centimètres dans la métaphyse inférieure.

L'existence d'une incurvation importante de la diaphyse fémorale impose une ostéotomie d'alignement au sommet de l'angulation. La destruction osseuse du fragment proximal est traitée en fonction de la nature et de l'étendue des lésions, soit par un remplacement massif, soit par une reconstruction endomédullaire par greffon de fémur proximal de dimension adéquate, soit simplement par un renforcement cortical externe. Dans tous les cas, l'apposition au niveau de la jonction greffon-fémur distal de deux hémicylindres fémoraux maintenus par cerclages améliore la rigidité de la reconstruction et hâte la consolidation.

Le remplacement d'une prothèse massive descellée par un greffon fémoral massif et une prothèse à tige longue ne pose pas de problèmes particuliers si le fémur distal restant est suffisamment long et pas trop détruit. La jonction greffon-fémur distal peut également s'emboîter en « marche d'escalier » et des greffons corticaux supplémentaires doublant la jonction et les corticales amincies du fémur distal sont toujours utiles. La fixation au greffon du trochanter de l'hôte, s'il existe encore, doit être très solide car la consolidation est extrêmement lente. Aux cerclages habituels il est donc recommandé d'associer de principe un crochet trochantérien.

Suites opératoires

Les suites opératoires de ces arthroplasties totales avec reconstruction osseuse du fémur sont peu différentes de celles d'une arthroplastie totale banale. Le traitement antibiotique prophylactique, débuté lors de l'induction anesthésique, est prolongé 5 jours et parfois plus longtemps s'il existe un doute septique sur la nature des lésions. Le traitement anti-inflammatoire est poursuivi 1 semaine et le traitement anticoagulant 6 semaines. La mobilisation active assistée de la hanche et du membre inférieur est entreprise dès le lendemain de l'intervention et le lever se fait entre le troisième et le cinquième jour. La marche entre deux cannes anglaises, en appui partiel (15 kg) sur le membre opéré, est prolongée de 6 semaines à 3 mois en fonction de l'étendue de la reconstruction osseuse.



18 A. Fixation des lambeaux ostéomusculaires au greffon par cerclages étagés.
 B. Coupe longitudinale.
 C. Coupe transversale.
 D. La jonction greffe-fémur distal entourée de spongieux.

Références ➤

Références

- [1] Allan DG, Lavoie GJ, McDonald S, Oakeshott R, Gross AE. Proximal femoral allografts in revision hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 1991 ; 73 : 235-240
- [2] Callaghan JJ, Johnston RC. Revision of the femoral component: cement. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 : 96
- [3] Cameron HU. Revision of the femoral component: modularity. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 : 93
- [4] Catino MA, Whirlow JE, Sotereanos NG, Crosset LS, Rubash HE. Preoperative planning for revision total hip arthroplasty. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 : 84
- [5] Chandler H, Clark J, Murphy S, McCarthy J. Reconstruction of major segmental loss of the proximal femur in revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1994 ; 298 : 67-74
- [6] D'Antonio J, McCarthy JC, Bargar WL, Borden LS, Capello WN. Classification of femoral abnormalities in total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1993 ; 296 : 133-139
- [7] Emerson RH. Revision of the femoral component. Bulk allografts and struts. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 : 94
- [8] Emerson RH, Malinin TI, Cuellar AD, Head WC, Peters PC. Cortical strut allografts in the reconstruction of the femur in revision hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1992 ; 285 : 35-44
- [9] Geesink RG, Hoefnagels NH. Revision of the femoral component: hydroxyapatite enhancement. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 : 98
- [10] Gie GA, Linder L, Ling RS, Simon JP, Slooff TJJ, Timperley AJ. Impacted cancellous allografts and cement for revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 1993 ; 75 : 14-20
- [11] Gross DE, Allan DG, Leitch KK, Hutchison CR. Proximal femoral allografts for reconstruction of bone stock in revision arthroplasty of the hip. *Instr Course Lect* 1996 ; 45 : 143-147
- [12] Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC. Modes of failure of cemented stem type femoral components. *Clin Orthop* 1979 ; 141 : 17-23
- [13] Harris WH. Revision surgery for failed non septic total hip arthroplasty. The femoral side. *Clin Orthop* 1982 ; 170 : 8-20
- [14] Head WC, Berlacich FM, Malinin TA, Emerson RH. Proximal femoral allografts in revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1987 ; 225 : 22-36
- [15] Hozack WJ. Removal of components and cement. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 : 86
- [16] Hungerford DS, Mont MA. Revision of the femoral component: proximal porous coating. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 : 95
- [17] Kerboul M. Descellements fémoraux aseptiques des prothèses totales de hanche. In : Cahiers d'enseignement SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française, 1996 : 1-17
- [18] Maloney WJ, Smith RL. Periprosthetic osteolysis in total hip arthroplasty. The role of particulate wear debris. *Instr Course Lect* 1996 ; 45 : 171-182
- [19] Masri BA, Duncan CP. Classification of bone loss in total hip arthroplasty. *Instr Course Lect* 1996 ; 45 : 199-208
- [20] Mikhail WE, Ling RS, Weidenhielm LR, Gie GA. Revision of the femoral component. Impaction grafting. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 : 97
- [21] Paprosky W, Laurence J, Cameron H. Femoral defects classifications. *Clin Application Orthop Rev* 1990 ; 19 (suppl 9)
- [22] Paprosky WG, Krishnamurthy AB. Revision of the femoral component: extensive coatings. In : The adult hip. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1998 : 92
- [23] Postel M, Kerboul M, Courpied JP, Evrard J. L'arthroplastie totale de hanche. Paris : Springer-Verlag, 1985
- [24] Vives P, Delestang M, Pallot R, Cazeneuve JP. Le descellement aseptique. Définitions. Classifications. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 (suppl 1) : 29-31
- [25] Wagner H. Revisionsprothese für das Hüftgelenk. *Orthopäde* 1989 ; 18 : 438-453

Traitement chirurgical des fractures récentes et anciennes du col fémoral de l'adulte et de l'enfant

P Bonneville
JP Cahuzac

R é s u m é. – Le traitement chirurgical des fractures récentes du col fémoral et de leurs complications (ostéonécrose et pseudarthrose) est basé sur l'ostéosynthèse et le remplacement prothétique. Les indications reposent sur la classification anatomique des lésions et sur le terrain (âge, antécédents) : ces notions sont rappelées en premier. Les bases biomécaniques et techniques des ostéosyntheses par vissage et vis-plaque à compression sont décrites. Les différents types de prothèse (cervicocéphalique simple, intermédiaire, totale) sont exposés. Les problèmes spécifiques de l'enfant sont étudiés séparément. Certains cas particuliers (fracture pathologique, association col et diaphyse) font l'objet d'un développement spécifique, de même que le traitement de l'ostéonécrose et des pseudarthroses.

Introduction

Les fractures du col du fémur dont le trait intracapsulaire est compris entre la crête cervicotrochantérienne et la jonction chondro-osseuse cervicocéphalique restent d'actualité :

- chez le sujet jeune et l'enfant ; provoquées par un traumatisme à haute énergie, elles mettent en jeu le pronostic fonctionnel ; en effet, malgré les progrès de l'ostéosynthèse, le risque d'ostéonécrose est loin d'être exclu ;
- chez le patient âgé ; elles sont devenues un véritable problème social, tant leur fréquence est en augmentation en raison du vieillissement de notre population. Elles sont responsables d'une morbidité importante, d'un taux de mortalité élevé, d'une fréquente diminution des capacités fonctionnelles augmentant ainsi la dépendance des fracturés ; dans ce contexte, le rôle du traumatologue apparaît capital car il est demandé au traitement chirurgical de permettre un *nursing* immédiat et la verticalisation la plus précoce. La prise en charge de tels patients, souvent au lourd passé médical, est multidisciplinaire et pousse à la création d'une véritable spécialité de gériototraumatologie. Ainsi le traitement quasi constamment chirurgical de ces lésions ne saurait laisser sous silence l'importance de la rééducation postopératoire et du rôle fondamental de l'équipe paramédicale.

Paul Bonneville : Professeur des Universités, praticien hospitalier, service d'orthopédie traumatologique, hôpital Purpan (Pr Mansat), place du Docteur-Baylac, 31059 Toulouse cedex, France.

Jean-Philippe Cahuzac : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service, service d'orthopédie-traumatologie pédiatrique, hôpital mère-enfant, centre hospitalier universitaire de Toulouse, 31052 toulouse cedex 3.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Bonneville P et Cahuzac JP. Traitement chirurgical des fractures récentes et anciennes du col fémoral de l'adulte et de l'enfant. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-610, 1998, 12 p.

Le traitement chirurgical fait appel soit aux ostéosyntheses par vis ou vis-plaque, soit aux arthroplasties. La chirurgie conservatrice a pour but de placer le foyer fracturaire dans les meilleures conditions mécaniques et biologiques de consolidation, mais elle ne peut prévenir à tout coup l'ostéonécrose. L'implantation d'une arthroplastie s'affranchit de cette complication mais pose le problème de la tolérance et de la longévité des implants.

Rappels

Ces rappels issus de la littérature récente sont à la base des indications thérapeutiques.

Épidémiologie

Les fractures du col fémoral se partagent, avec celles du massif trochantérien, la majeure partie des lésions traumatiques de l'extrémité proximale du fémur de l'adulte. Chez l'adulte jeune et l'adolescent, elles surviennent dans un contexte de traumatisme à haute énergie [7, 43, 44, 45].

À l'opposé, chez le sujet âgé et le grand vieillard, elles sont provoquées par une chute banale et sont favorisées par l'ostéoporose. L'augmentation annuelle de ce traumatisme, selon une accélération plus nette que le nombre de sujets âgés, a été maintes fois rapportée. Rockwood [41] avance même le terme d'épidémie ! Les chiffres habituellement relevés font état d'une mortalité de 10 à 30 % dans la première année postopératoire. Des facteurs prédictifs de mortalité ont pu être établis [1, 10, 21]. Les facteurs préopératoires sont l'âge, les problèmes médicaux évolutifs à l'admission, la dépendance vis-à-vis de tiers, le type d'habitat. La simple évaluation des performances mentales et de la marche donnent une approche pronostique pratique et validée [37]. Trois critères (l'état de la marche, les antécédents médicaux, l'état mental) permettent d'établir un pronostic de mortalité précoce. Quarante-vingt-dix pour cent des fracturés sont vivants et indépendants à 1 an si les trois critères préopératoires sont normaux. Si un, deux ou les trois ne le sont pas, la mortalité dans l'année est respectivement de 24, 39 et

73 %. Les facteurs prédictifs périopératoires de surmortalité sont la survenue d'un syndrome de glissement, d'une complication médicale (phlébite, infection...), un délai opératoire dépassant plusieurs jours.

Vascularisation céphalique et cervicale

La tête et le col fémoraux reçoivent une vascularisation issue de trois sources : l'artère du ligament rond, quelques artères intracervicales ascendantes, enfin et surtout les pédicules rétinaculaires nés de l'anastomose des circonflexes antérieure et postérosupérieure. Le pédicule capsulaire supérieur assure à lui seul la vascularisation des deux tiers de la tête fémorale et plus particulièrement de la zone d'appui. Après une fracture cervicale, la déchirure capsulaire entraîne un certain degré d'ischémie. Les sources de revascularisation viennent du ou des réseau(x) vasculaire(s) intact(s), d'une néogenèse artérielle à travers la ligne fracturaire et du tissu fibrocicatriciel engainant le foyer.

L'hémarthrose secondaire à la fracture a été suspectée d'aggraver l'ischémie par une véritable tamponnade qui comprimerait les vaisseaux capsulaires [42]. Ainsi, certains préconisent la ponction articulaire systématique ou même une arthrotomie antérieure. À cette vascularisation particulière s'ajoute chez l'enfant la présence de zones de croissance [9].

Classifications

Fracture de l'adulte

– Selon le siège du trait, on distingue des fractures basicervicales, transcervicales et sous-capitales. Les fractures basicervicales, les plus rares, sont verticales, en règle peu déplacées et suivent approximativement l'insertion capsulaire. La comminution ou l'impaction du foyer rend difficile la distinction entre fracture sous-capitale et transcervicale.

– Selon la direction du trait, Pauwels déduit les contraintes mécaniques d'une future ostéosynthèse : plus le trait est vertical, plus les contraintes en cisaillement sont importantes et le risque de pseudarthrose plus grand. La mesure de l'orientation du trait se fait sur un cliché de face, foyer réduit : inférieur à 30° (Pauwels 1), le foyer est sous compression uniforme car il est proche de l'horizontale ; entre 30 et 50° (Pauwels 2), la compression est partielle, située à la partie inférieure du col ; enfin, au-delà de 50° (Pauwels 3), les contraintes de cisaillement sont importantes car le trait est quasi vertical.

– La classification de Garden, universellement utilisée, est basée sur l'importance du déplacement sur un simple cliché de face. Elle permet une approche du risque vasculaire osseux.

– Dans le type I, les travées cervicales spongieuses sont verticalisées par un trait engrené en coxa valga ; l'impaction se situe à la partie supérieure grâce à une charnière cervicale inférieure permettant à la tête de se déplacer en valgus et en rétroversion.

– Dans le type II, la fracture est complète mais non déplacée. Notons que la logique de progression quantitative du déplacement n'est pas respectée.

– Dans le type III, la fracture bascule en varus avec horizontalisation des travées cervicales mais le maintien d'une charnière capsulosynoviale en arrière et en bas limite le déplacement et permet une certaine continuité de l'apport vasculaire.

– Dans le type IV, il ne persiste plus aucun contact cervicocéphalique : les travées ont une orientation normale mais nettement latéralisée ; le col est translaté en haut et en dehors par rapport à la tête.

Mais la classification de Garden laisse sous silence l'importance du déplacement, facteur pronostique capital, ne tient pas compte de certains aspects anatomiques, enfin et surtout pêche par son manque de reproductibilité. Frandsen [16] fait état d'une concordance interobservateur de seulement 22 % ! Ainsi beaucoup ont tendance à regrouper deux à deux les stades : les Garden I et II à déplacement faible ou nul ont un pronostic vasculaire osseux relativement favorable, les groupes III et IV déplacés en varus exposent à la pseudarthrose et à la nécrose.

– Enfin, l'AO [35] propose une classification globale, intégrant l'ensemble des formes anatomiques des fractures de l'extrémité proximale du fémur.

Fracture de l'enfant

La classification de Delbet, complétée par Touzet [45], est toujours utilisée. On distingue quatre types de fractures :

– le type I est un décollement épiphysaire de type I de Salter et Harris ; il représente 6 % des fractures [44] ; il doit être différencié des déplacements aigus sur épiphysiolysse chronique ; une fois sur deux, le déplacement est très important et l'épiphyse se luxé en arrière [25] ;

– le type II ou fracture transcervicale représente 50 % des cas ; le trait siège dans la portion moyenne du col du fémur et, contrairement à l'adulte, il n'y a pas de comminution postérieure [7] ;

– le type III ou fracture basicervicale représente 31 % des cas ; ces fractures ont été individualisées en quatre groupes en fonction du rapport du trait avec le cartilage de croissance trochantérien ;

– le type IV ou fracture pertrochantérienne est extracapsulaire, parfois très déplacé, et sort des limites du sujet.

Cas particuliers

Métastases

L'extrémité proximale du fémur est le site le plus fréquent des tumeurs métastatiques des os longs. L'atteinte cervicale proprement dite n'est pas la plus habituelle [12]. La métastase prend un aspect lytique responsable d'une fracture pathologique ou d'un état préfracturaire hyperalgique empêchant la verticalisation et la marche. Le bilan préopératoire impose de rechercher par des clichés entiers du fémur, les incidences de Judet et/ou des coupes scanners, d'une atteinte de même nature trochantérienne, diaphysaire et/ou cotyloïdienne homolatérale qui modifierait l'indication thérapeutique. En présence d'une fracture pathologique, l'indication opératoire ne se discute pas, sauf chez un patient cachectique au stade terminal. Devant une métastase cervicale, le traitement préventif s'impose devant une ostéolyse supérieure à 50 % du diamètre cervical ou de plus de 2,5 cm et surtout douloureuse au repos, malgré des antalgiques majeurs.

Fracture du col fémoral et de la diaphyse fémorale

L'association d'une fracture diaphysaire fémorale à une lésion proximale est retrouvée dans 2 à 3 % des fractures de cuisse. Celle-ci est basicervicale près d'une fois sur deux. Son faible déplacement et la difficulté d'obtenir de bons clichés radiologiques dans le contexte de l'urgence rendent compte du retard de diagnostic dans 20 à 30 % des cas [2].

Pseudarthrose et nécrose

Chez l'adulte, tout traitement conservateur ne peut exclure le risque de pseudarthrose cervicale associée ou non à une nécrose céphalique. Le délai de consolidation d'une fracture cervicale est de 4 à 5 mois : le diagnostic de pseudarthrose n'est posé qu'au-delà de cette date. Mais la constatation d'un démontage précoce de l'ostéosynthèse est un argument diagnostique important. En présence d'une pseudarthrose évidente, il faut évaluer la vitalité céphalique, la perte du capital osseux cervicocéphalique liée à la présence de l'ostéosynthèse, l'état du cartilage cotyloïdien, enfin l'âge et l'état général du patient. La vitalité céphalique est difficile à apprécier radiologiquement en présence du matériel. L'ostéonécrose peut survenir dans tous les types de fractures cervicales, sa fréquence augmente en fonction des stades de Garden ; mais d'autres facteurs entrent aussi en jeu dans sa genèse : importance du déplacement initial, rapidité du délai opératoire, qualité de l'ostéosynthèse. La scintigraphie et l'imagerie par résonance magnétique [4] ont été proposées pour évaluer le risque nécrotique.

Fractures anciennes de l'enfant

La nécrose épiphysaire est la complication la plus grave. Sa fréquence varie avec le type de fracture, le déplacement et l'âge. Elle est estimée de 80 à 100 % dans les fractures transépiphysaires, à 50 % dans les fractures transcervicales déplacées et à 27 % dans les fractures basicervicales déplacées [8].

La déformation en coxa vara est une des complications les plus fréquentes. Elle survient dans 45 % des fractures transcervicales. L'épiphysiodèse précoce du cartilage de croissance cervicocéphalique

survient dans 70 % des fractures transépiphysaires et dans 40 % des fractures transcervicales. Elle est presque toujours associée à une nécrose, et dans ce cas elle est totale, ou à une ostéosynthèse transfixiant le cartilage de croissance et dans ce cas elle est partielle. Une épiphysiodèse totale est responsable d'une coxa vara, d'un col court et d'une inégalité de longueur pouvant aller jusqu'à 2 à 3 cm.

Techniques opératoires

Fractures récentes de l'adulte

Le traitement des fractures cervicales récentes est quasi exclusivement chirurgical. Tant les ostéosynthèses que les prothèses ont fait ces dernières années de réels progrès techniques. Il n'y a pratiquement plus de place pour le traitement conservateur, porte ouverte chez le sujet âgé à toutes les complications de décubitus.

La mise en traction osseuse ne s'impose plus, même comme traitement d'attente. Une traction collée est suffisante. Elle est pour certains indispensable [23], non seulement dans un but antalgique, mais encore pour amorcer la réduction et surtout diminuer la compression ou la coudure des vaisseaux rétinaculaires capsulosynoviaux encore intacts. D'autres affirment le contraire et soulignent le caractère néfaste de la rotation interne qui augmenterait la pression intracapsulaire et le risque de tamponnade.

Ostéosynthèse

Schématiquement, les ostéosynthèses se répartissent en vissage multiple et en vis-plaque. Elles ont en commun les points suivants : réduction du foyer, pose rigoureuse, nécessité de s'adapter à la qualité mécanique du capital osseux.

Biomécanique

La plupart des travaux biomécaniques comparent différentes méthodes pour fixer un même type fracturaire ou des systèmes d'ostéosynthèse entre eux. Ainsi, Kempf [26] a démontré la supériorité d'un triple vissage renforcé par une plaque de soutien qui autorise la mise en charge dans les fractures Pauwels 1 et 2. Blair [6] souligne qu'une vis-plaque dynamique assure une meilleure stabilité qu'un triple vissage d'une fracture basicervicale. La comparaison expérimentale entre les systèmes de vissage ou de vis-plaques ne montre pas de supériorité de l'un ou l'autre. La tenue d'une vis dans les tissus spongieux céphaliques dépend

étroitement du diamètre et de la longueur du filetage [5, 22]. L'ensemble des travaux expérimentaux insiste sur l'importance du facteur osseux dans la valeur mécanique d'une ostéosynthèse : la fixation d'une fracture cervicale dépend tout autant du degré d'ostéoporose que du type de matériel.

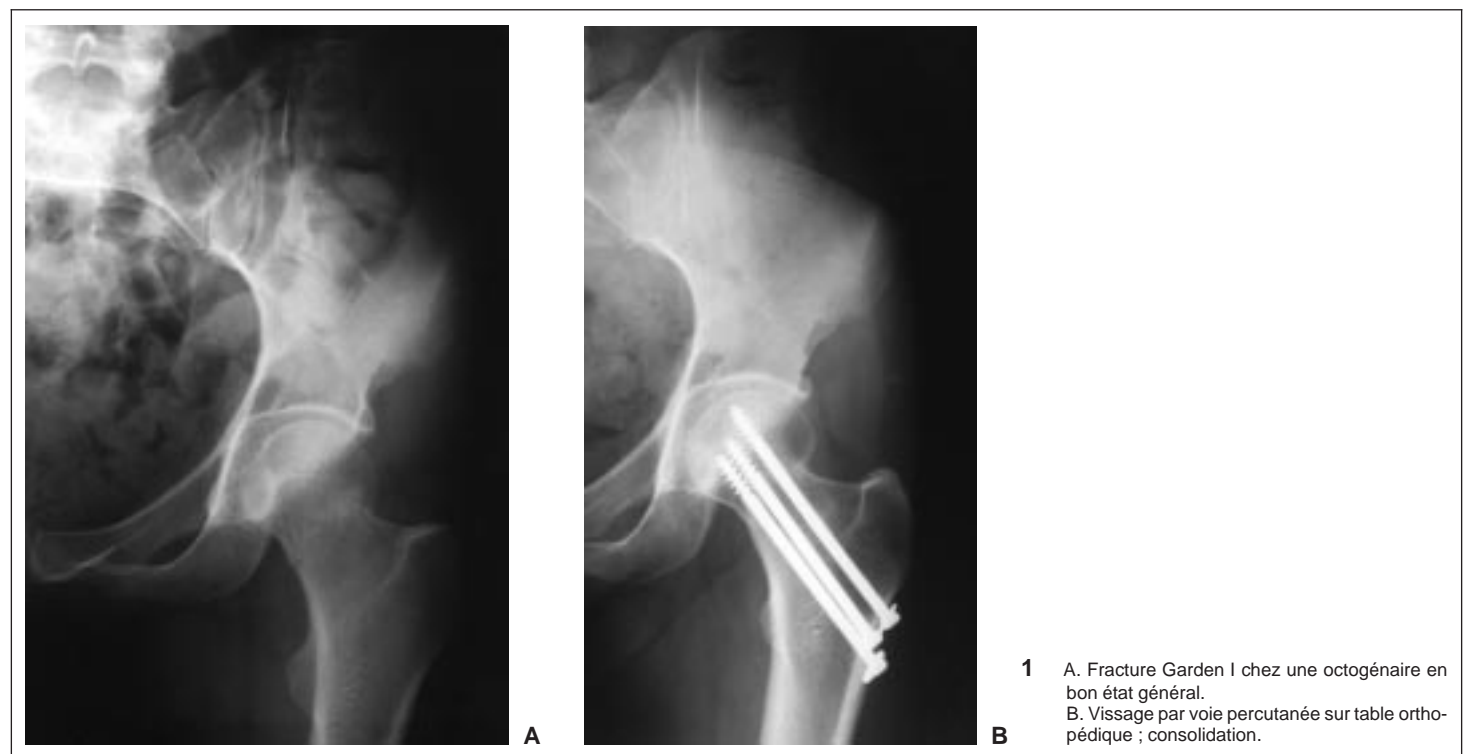
Réduction

Ce temps ne se conçoit que pour les fractures déplacées. Pour les Garden I, impactées en valgus et rétroversion, la réduction à foyer fermé est alléatoire et contre-indiquée [38] : elle nécessiterait un abord chirurgical, qui lèverait certes un éventuel obstacle à la vascularisation épiphysaire mais transformerait une lésion stable en une fracture instable. La fixation se fait donc « in situ » (fig 1). Le centrage céphalique du matériel d'ostéosynthèse devient plus difficile du fait de la chicane entre la tête et le col (fig 2).

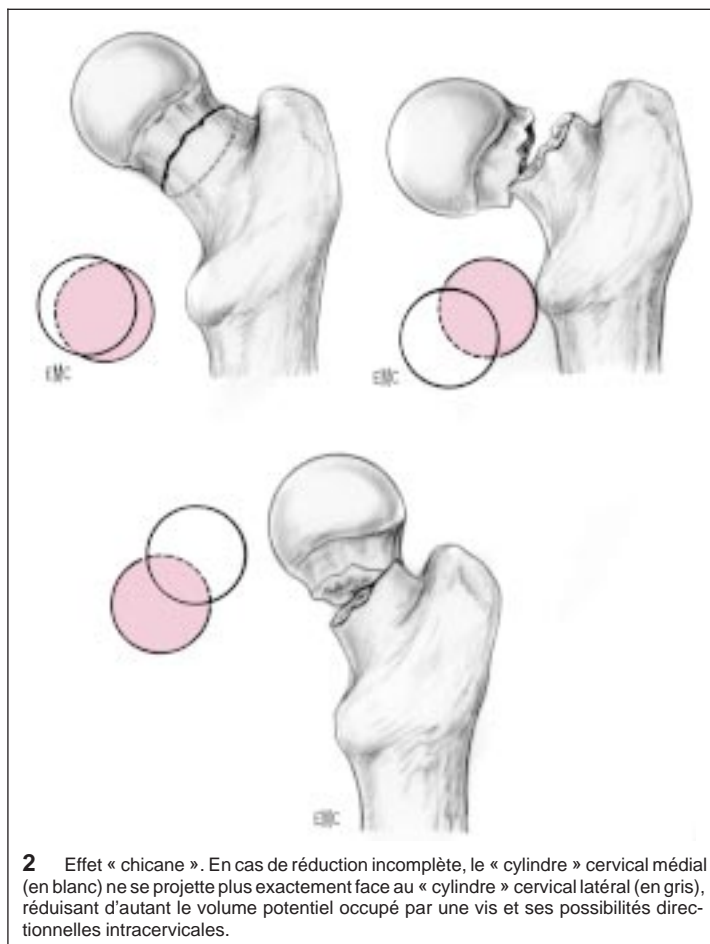
Dans les fractures déplacées Garden III et IV, la réduction la plus complète possible est un facteur de stabilité et de revascularisation céphaliques [33], sans pour cela éliminer tout risque nécrotique (fig 3).

La réduction à foyer fermé se fait sur table orthopédique et sous contrôle de l'amplificateur de brillance. La manœuvre réductionnelle classique s'effectue hanche en extension ; elle correspond en fait à la simple installation sur la table orthopédique, en exerçant une traction axiale en rotation interne sans abduction. La rotation interne est effectuée en manœuvrant le pied mais aussi la partie basse du fémur. Une autre méthode de réduction se fait en flexion de hanche (Leadbetter). La manœuvre débute par une flexion de hanche à 90°, en légère adduction et traction dans l'axe de la diaphyse. Puis une rotation interne est alors appliquée tandis que la cuisse est amenée en abduction et extension. Cette manœuvre a été accusée d'augmenter les lésions vasculaires capsulaires par la grande amplitude des mouvements imposée au col fémoral. Il est donc préférable de commencer par une réduction en extension. Pour les fractures Garden III, où existe un certain degré d'engrènement, cette manœuvre est dans la grande majorité des cas suivie du succès ; pour les Garden IV totalement désengrenées, sans contact interfragmentaire, le résultat est plus aléatoire.

Les critères de réduction sont stricts, contrôlés par amplificateur et par des clichés centrés, selon deux incidences (fig 4). L'aspect global des contours cervicocéphaliques peut aider à évaluer cette réduction : de face comme de profil, les quatre bords cervicaux restent concaves, se poursuivant vers ceux de la tête qui apparaissent convexes. Seule la rotation axiale entre col et tête est impossible à évaluer (fig 3).



1 A. Fracture Garden I chez une octogénaire en bon état général.
B. Vissage par voie percutanée sur table orthopédique ; consolidation.



Deux problèmes se posent en pratique : en cas d'échec de réduction, faut-il renouveler plusieurs fois les manœuvres ? Peut-on accepter une réduction imparfaite ?

Renouveler les manœuvres réductionnelles peut aboutir à une aggravation de la comminution et surtout de la déchirure capsulaire. L'expérience de l'opérateur est ici capitale : il faut privilégier les manœuvres douces et probablement ne pas dépasser trois tentatives. Au-delà, il faut faire une réduction à foyer ouvert ou une arthroplastie. Une réduction incomplète, en particulier en varus, expose à la pseudarthrose et aux difficultés d'ostéosynthèse par effet chicane. Il faut ainsi préférer un léger valgus de 10 à 15°, tolérer une rétroversion de 10 à 20° et/ou un écart de 2 à 3 mm au niveau de la corticale inférieure.

La réduction à foyer ouvert se fait sur table orthopédique par voie antéroexterne de Watson-Jones. Le risque d'augmenter la dévascularisation rend dangereux un abord postérieur. La capsulotomie antérieure permet les manœuvres de réduction les plus atraumatiques possible à l'aide d'une spatule glissée dans le foyer ; elles sont aidées par un crochet à os qui tracte en dehors le massif trochantérien et par la manipulation de la table orthopédique. Le contrôle de la réduction ne peut se faire que sur la face antérieure et inférieure du col ; la comminution postérieure échappe à l'appréciation visuelle. La réduction est vérifiée par deux clichés face et profil après mise en place de deux à trois broches provisoires.

Vissage trochantérocéphalique

Le vissage trochantérocéphalique est assuré par des matériels et des montages divers dont l'unité vient de l'installation, la réduction et la voie d'abord (fig 5). Les manœuvres réductionnelles et les critères viennent d'être décrits. Chez un patient en décubitus dorsal sur table orthopédique (et sous réserve d'une bonne réduction à foyer fermé), le vissage se fait par une courte incision de 4 à 5 cm, longitudinale, partant de 2 à 3 cm au-dessus du sommet du grand trochanter. Un repérage par l'amplificateur permet le meilleur choix de sa longueur et de sa situation. Chez les patients maigres, une simple moucheture cutanée est suffisante, à l'aplomb du point d'introduction de chaque vis.

Le vissage prend appui sur la corticale sous-trochantérienne, éventuellement par l'intermédiaire d'une rondelle. La visserie moderne

comporte des implants cannelés guidés par une broche filetée, dont le trajet préfigure celui des vis. Deux montages sont possibles : vissage parallèle soit double, soit triple vissage convergent dans le plan frontal et divergent sagittalement créant un montage en triangulation. Si toutes les vis sont placées en parallèle, un certain degré d'impaction reste possible alors que dans un montage en triangulation, le foyer ne peut s'impacter. Le point d'introduction de la première broche, placée dans l'axe du col, se situe à 1,5-2 cm de la crête sous-trochantérienne ; elle est enfoncée au moteur, sous contrôle de l'amplificateur de brillance, à égale distance des corticales antérieure et postérieure de la diaphyse. Une courte désinsertion à la rugine du vaste externe s'avère suffisante. La broche guide est placée selon l'angle d'inclinaison et d'antéversion anatomiques ; elle guide ensuite la mèche gigogne, puis le taraud. La longueur de la vis est donnée par la partie extraosseuse non enfoncée de la broche. La vis est du type spongieux à filetage court. Seule la partie filetée des vis à spongieux est placée au-delà du foyer cervical. La première vis est ensuite placée, puis une ou deux autres suivant le montage choisi.

Le montage dépend du type de fracture. Pour les Garden I et II, non ou peu déplacées, une triangulation avec trois ou quatre vis fixe « in situ » le foyer [38, 43]. Dans les Garden III et IV, trois ou quatre vis parallèles sont recommandées ; la première est placée proche de la corticale inférieure du col, fixée dans le quadrant céphalique antéro-inférieur ; elle évite le varus. Deux autres sont placées parallèles à elle, dans le même plan ; l'une d'elles ou une quatrième, si le col est assez large, est vissée, dans un plan légèrement postérieur à celui des premières vis.

La mise en charge dépend du type de fracture, de la qualité du spongieux et enfin du patient lui-même. Pour une Garden I ou II, l'appui peut être immédiat et complet. Pour une III et a fortiori une IV, le montage est biomécaniquement insuffisant et la mise en charge doit être retardée (ou la fixation doit être différente).

Le vissage n'est pas sans danger iatrogène : Hernigou [20] et Noordeen [36] ont étudié le risque de pénétration articulaire et surtout d'effraction corticale postérieure et de lésion de la vascularisation céphalique. Lors du vissage contrôlé sous amplificateur de brillance, un volume céphalique est laissé « dans l'ombre » ; ce phénomène est parfaitement expliqué par la géométrie. Noordeen propose un calque : si l'extrémité de la vis est comprise de face et de profil dans un hémicroissant périphérique, elle est à coup sûr intra-articulaire. Son étude rétrospective montre que cette complication est survenue dans 8 % des cas. Hernigou rapporte une fréquence similaire et souligne qu'une fois sur dix la vis cervicocéphalique franchissait la corticale postérieure (fig 6) (tableau I). Quand il s'agit d'une fracture Garden I, vissée non réduite, le point d'entrée de la vis doit être plus antérieur sur le trochanter, son extrémité située sur les deux incidences orthogonales de contrôle à plus de 7,4 mm de l'os sous-chondral (pour une tête fémorale de 50 mm de diamètre) et son corps à plus de 5 mm de face et de profil des quatre faces corticales cervicales (tableau II).

Vis-plaque à compression

Les vis-plaques à compression modernes sont une amélioration technique de la vis-plaque à compression de Decamps et Kerner. Proposées à la fois pour des fractures du massif trochantérien et les fractures cervicales [29, 40], les vis-plaques à compression (DHS, THS...) se composent d'une plaque vissée surmontée d'un canon dans lequel glisse une volumineuse vis de traction à filetage court. La fracture peut être impactée en peropératoire par serrage d'une petite vis à compression introduite dans l'extrémité trochantérienne de la vis cervicale. Lors de la mise en charge, un certain degré d'impaction est encore possible par glissement de la vis à l'intérieur du canon : il permet un télescopage du fragment cervicocéphalique solidaire de la vis, dans la partie cervico-trochantéro-diaphysaire fixée par la plaque. Des études expérimentales ont montré la valeur mécanique du matériel [27, 29, 40].

L'intervention à foyer fermé est menée sur table orthopédique en décubitus dorsal. La réduction doit être la plus anatomique possible ; sinon il faut recourir à l'arthrotomie. Regazzoni [40] recommande une légère hypercorrection en valgus.

La voie d'abord externe est limitée au strict minimum pour appliquer une vis-plaque à deux ou trois vis diaphysaires. L'incision part du sommet du trochanter sur 10 à 15 cm ; le fascia est ouvert longitudinalement sur la même longueur. Le muscle vaste externe est désinséré de sa crête transversale sous-trochantérienne et de la ligne âpre, relevé vers l'avant, pour permettre de ruginer les premiers centimètres de la face externe du



A



B



C



D



E



F

- 3** A. Fracture Garden IV chez une patiente de 45 ans lors d'une collision à ski.
B. Contrôle radiologique après réduction sur table orthopédique de face.
C. Contrôle de profil.

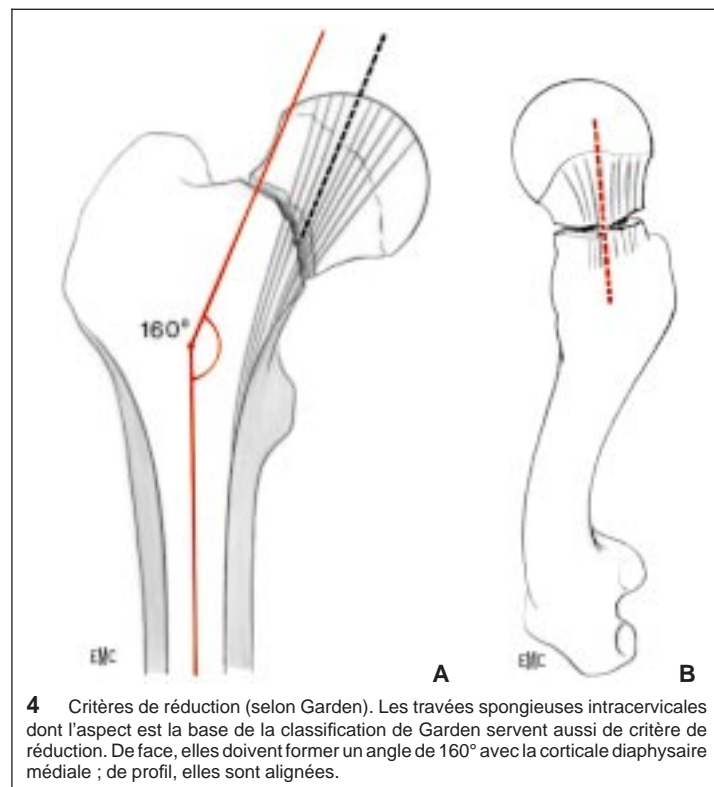
- D. Ostéosynthèse par triple vissage, contrôle de face.
E. Contrôle de profil.
F. Consolidation du foyer cervical mais ostéonécrose apparue à la troisième année.

fémur. La broche guide filetée à son extrémité est ensuite introduite au moteur sous contrôle de l'amplificateur, elle préfigure en tout point la position de la future vis ; c'est dire que son placement est rigoureux à partir de son point de pénétration, 1,5 à 2 cm sous la crête du vaste. Trois critères spatiaux sont à respecter :

– l'angulation cervicocéphalique est choisie entre une situation anatomique (135°) ou en valgus (150°) ; en cas de coxa valga

préexistante ou de réduction en valgus, une vis-plaque à 150° s'adapte mieux et le glissement-impaction sera ainsi optimisé^[27] ; mais l'extrémité de la vis se place alors dans le quadrant supérieur céphalique où sa tenue n'est pas optimale ;

– le centrage intracervical doit être précis tant sur la face que sur le profil. Certains recommandent cependant une position légèrement inférieure à l'axe cervical de face et légèrement postérieure de profil ;



— pour le centrage intracéphalique, Langlais ^[29] souligne l'intérêt d'une situation centrale de l'extrémité de la vis, soit une zone de 20 à 25 mm de diamètre au centre de l'épiphyse fémorale à 10 mm du pôle interne, zone où le spongieux est le plus dense. En tout cas, il faut éviter un positionnement antérieur et supérieur, une effraction articulaire et un enfoncement au ras du cartilage.

La broche guide parfaitement positionnée permet la préparation du trajet de la vis cervicocéphalique et du canon grâce à la tarière et au taraud gigognes. Pour éviter toute contrainte en torsion lors de ce temps opératoire, une broche provisoire est systématiquement placée parallèle et au-dessus de la broche guide. Elle sera éventuellement remplacée par une vis spongieuse à filetage court. La tarière et le taraud coaxiaux préparent le logement du canon dans le massif trochantérien et du filetage de la vis au centre de la tête. Le calcul de la longueur de la vis se fait par déduction de celle de la broche guide : par sécurité, l'extrémité distale de la vis doit rester à 10-15 mm du pôle céphalique interne. La vis cervicocéphalique est enfoncée à la main, guidée par la broche-guide. En fin de serrage, la poignée du système porte-vis doit se situer parallèle à la diaphyse. C'est lors de ce vissage qu'il faut surveiller toute tendance à la torsion céphalique autour du col. Le canon, solidaire d'une plaque à deux ou trois trous, est enfoncé dans l'extrémité de la vis. La plaque diaphysaire est alors vissée. La broche-guide ôtée, la vis de compression est serrée. Certains matériels comportent un tournevis dynamométrique permettant de quantifier cet effet de compression.

La fermeture se fait sur un drain de Redon après recouvrement par le vaste de la plaque et son réattachement à la crête sous-trochantérienne.

Un montage stable permet le *nursing*, une mobilisation immédiate active de la hanche et du genou, la mise au fauteuil dès le premier jour et la verticalisation dès la première semaine. Quant à l'appui, il dépend du type de fracture, de la qualité et du capital osseux, de l'état général et mental du patient. Pour les Garden I et II, la mise en charge peut être immédiate. De même, chez un patient valide, il semble possible de permettre un appui partiel protégé après une Garden III fixée par une vis-plaque parfaitement posée et stable. Pour une Garden IV, il faut attendre la consolidation. Les expériences cliniques des vis-plaques à compression ont abouti à des résultats très encourageants (tableau III).

Au total, dans les fractures Garden I, l'ostéosynthèse est systématique, sans réduction, au moyen de deux à trois vis trochantéro-cervico-céphaliques par un abord quasi percutané, suivie d'une mise en charge et est préférée à la vis-plaque dynamique, difficile à centrer dans un col laissé en valgus.

Dans les fractures Garden II, la fixation est préventive d'une éventuelle bascule en varus : un double vissage est suffisant, une vis-plaque dynamique plus sûre ; l'appui immédiat est tout à fait possible.

Pour les fractures Garden III, l'ostéosynthèse ne se discute pas chez le sujet jeune. Une vis-plaque est préférable. Chez le vieillard, certains n'hésitent pas à rester conservateurs, quitte à gérer secondairement une éventuelle complication mécanique. Mais cela expose aux risques de deux gestes opératoires, toujours délicats dans un tel contexte. Ainsi, certains optent-ils pour une arthroplastie d'autant plus qu'ils désirent une marche immédiate et/ou que le patient apparaît incapable de participer à la rééducation et à un appui partiel.

Les fractures Garden IV du sujet âgé ne sont pas des indications d'ostéosynthèse. Chez le sujet jeune, on reste conservateur malgré le potentiel élevé de pseudarthrose et surtout de nécrose : une synthèse anatomique en urgence semble la meilleure garantie pour les prévenir. Le patient en est clairement averti. Un vissage multiple offre moins de stabilité qu'une vis-plaque.

Arthroplasties

Trois types d'arthroplasties ont été proposés dans les fractures cervicales vraies récentes : cervicocéphaliques simples, intermédiaires, totales.

Hémiarthroplastie cervicocéphalique simple type Moore ou Thompson

La prothèse de Moore non cimentée à queue fenêtrée est l'ancêtre des arthroplasties de la hanche. Elle s'appuie sur une recoupe soignée du col et s'autostabilise dans le spongieux trochantérien. Le diamètre prothétique s'adapte au plus près à la dimension de la tête réséquée et en cas de chiffre limite à la taille inférieure. L'intervention est donc simple, rapide, relativement peu choquante. Elle n'est pas sans complications à court terme (tableau IV). Plus tard, peuvent apparaître deux complications mécaniques altérant fortement le résultat : l'impaction de la tige dans le fût fémoral et la protrusion acétabulaire. Pour éviter la première, il a été proposé de sceller la prothèse et d'utiliser des tiges pleines ^[28]. La fréquence de la détérioration du cartilage cotyloïdien se situe autour de 20 à 40 % ^[14].

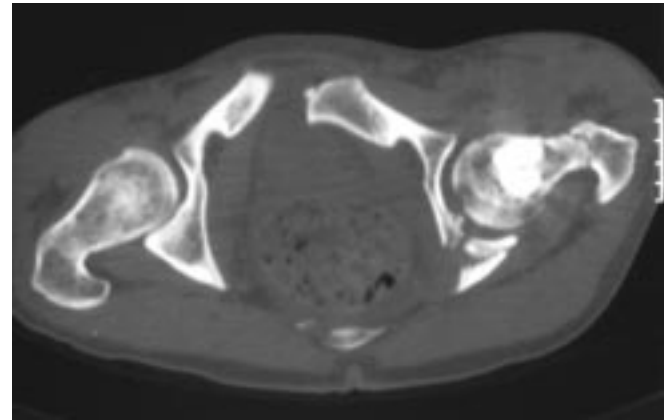
Une prothèse céphalique simple se pose en décubitus latéral. Deux voies sont possibles, soit postérieure avec myotomie des pelvitrochantériens, soit antérieure de type Hardinge. Elles n'ont aucune originalité dans le cadre d'une fracture cervicale. La capsule est ouverte mais conservée pour permettre sa suture, facteur de stabilité. La tête est extraite, ainsi que les fragments osseux libres. Le cotyle est soigneusement nettoyé ; le ligament rond est excisé. La recoupe du col est un temps important puisque l'embase prothétique doit s'y appuyer le plus rigoureusement possible. Sa hauteur a été évaluée en préopératoire par rapport au petit trochanter, du côté sain. La coupe doit être régulière, faite à la scie oscillante, à 45° sur l'axe diaphysaire et avec 10 à 15° d'antéversion. La préparation de la diaphyse débute par l'effondrement au ciseau gouge ou au ciseau de Moore du bord interne du grand trochanter qui surplombe le col. Ce geste permet l'introduction dans le spongieux trochantérien d'une tarière longue strictement dans l'axe endomédullaire : son trajet proximodistal endo-osseux guide la râpe. La préparation du spongieux métaphysaire se fait progressivement à la râpe enfoncée à la main, puis impactée au marteau et surtout guidée dans l'axe. Il faut veiller à son centrage, sans varus grâce à une traction du manche vers l'extérieur et avec une légère antéversion. La progression ne doit pas être brutale, mais avec des mouvements d'enfoncement et d'extraction. Le pied à coulisse mesure la taille de la tête fémorale excisée et donne le diamètre de la prothèse ; en cas d'inadéquation, il faut prendre la taille inférieure. La prothèse est alors enfoncée en la maintenant dans l'axe de la diaphyse et en antéversion. Elle doit s'appuyer parfaitement sur le col. Elle est ensuite réduite et sa stabilité testée. La fermeture de la capsule, si possible de la myotomie et du fascia lata est soignée sur un drainage aspiratif. Le lever est précoce, la marche avec appui est possible au déambulateur puis avec deux cannes dès les premiers jours.

Prothèse intermédiaire

La prothèse intermédiaire ou à double cupule comporte une pièce fémorale scellée couplée à une cupule métallique non scellée mobile dans le cotyle (fig 7). La présence d'une double mobilité tête/cupule et cupule/cotyle protégerait le cartilage cotyloïdien et diminuerait en outre, le risque de luxation postopératoire. Plusieurs modèles sont disponibles (Giliberty, Bateman, Monk, SEM...).



A



B



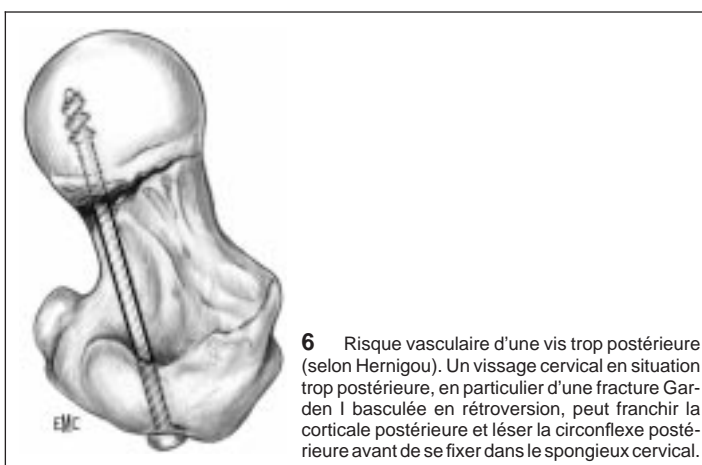
C



D

5 A. Polytraumatisé : fracture basicervicale associée à une transversale du cotyle et une conjonction pubienne.
B. Vissage en urgence par Knowles pins en percutané et traction. Contrôle scanner.
C. Consolidation après appui au quatrième mois ; contrôle radiographique du neuvième mois.
D. Résultat radiologique élargi à 5 ans.

C. Consolidation après appui au quatrième mois ; contrôle radiographique du neuvième mois.
D. Résultat radiologique élargi à 5 ans.



6 Risque vasculaire d'une vis trop postérieure (selon Hernigou). Un vissage cervical en situation trop postérieure, en particulier d'une fracture Garden I basculée en rétroversion, peut franchir la corticale postérieure et léser la circonflexe postérieure avant de se fixer dans le spongieux cervical.

Les résultats cliniques semblent supérieurs à ceux des arthroplasties simples (tableau V).

À plus long terme, il était intéressant de vérifier si la mobilité intraprothétique se maintenait et si l'effet de protection du cartilage cotyloïdien était réel (tableau VI). Il semble que la plupart des prothèses [13, 46] se comportent pratiquement comme une arthroplastie simple (tableau VII). La tolérance cotyloïdienne ne semble pas bonne au-delà de 5 ans [34]. Le rôle de protection du cartilage acétabulaire ne vient probablement que de l'effet d'amortissement du polyéthylène et demeure limité dans le temps [32].

La mise en place d'une prothèse intermédiaire est similaire à celle d'une arthroplastie cervicocéphalique simple. La voie est postérieure, type Moore ou antéroexterne. Une fois la tête enlevée et la recoupe du col faite, légèrement plus basse que précédemment, le massif trochantérien et le canal médullaire sont préparés. Les râpes sont enfoncées successivement jusqu'à la taille qui donne la meilleure stabilité primaire par autoblocage métaphysaire. La taille de la cupule céphalique est choisie par rapport au diamètre de la tête fémorale. Un essai de réduction permet le choix de la longueur du col. La tige est scellée ; un bouchon endomédullaire stoppe le ciment vers la distalité. L'utilisation d'une seringue après lavage de la cavité médullaire optimise le scellement. Il est plus sûr d'utiliser un ciment avec antibiotique. La cupule est sertie sur la tête et le col, et le tout placé sur le cône morse. La réduction est effectuée ; la cupule s'horizontalise souvent spontanément lors des tests de mobilité et de stabilité. La mise au fauteuil et la marche avec appui sont envisagées dès les premiers jours.

Prothèse totale de hanche

La prothèse totale de hanche a été proposée en première intention et dans les reprises après fracture cervicale. Dans les fractures récentes, plusieurs publications font état d'un résultat fonctionnel immédiat identique à celui des arthroplasties pour atteinte dégénérative coxofémorale [23]. Cependant, la fréquence des luxations semble plus élevée (tableau VIII) ; Gregory [19] souligne que l'excès de flexion est un des facteurs prédisposants en sus des anomalies de position des implants. Aucun geste technique particulier n'est à conseiller dans l'arthroplastie totale pour fracture cervicale récente. Il semble cependant

Tableau I. – Incidence des ostéonécroses après fracture type Garden I en fonction du traitement.

| Auteurs | Nombre de cas | Traitement | Ostéonécrose |
|---|---------------|----------------------|--------------|
| Phillips (<i>J Injury</i> 1988, 19, 93) | 100 | clou de Watson-Jones | 22,5 % |
| Pidhorz ^[38] | 105 | vissages divers | 27 % |
| Raymakers (<i>J Bone Joint Surg</i> 1991 ; 73B : 950) | 81 | idem | 10 % |

Tableau II. – Ostéosynthèses par vissage multiple des fractures cervicales. Résultats de la littérature.

| Auteurs | N | Âge | Technique | Type de fracture, Garden I - Garden III - Garden IV | Pseudarthroses | Nécroses |
|---|-----|-------------|--------------------|---|----------------|----------|
| Asnis (<i>J Bone Joint Surg</i> 1994 ; 76A : 1793) | 141 | 24 à 95 ans | trois à quatre vis | 50 <-- 91 | 11 % | 22 % |
| Christie (<i>J Bone Joint Surg</i> 1988 ; 70B : 199-20) | 127 | < 80 ans | double vissage | non précisé | 23 % | 40 % |
| Swiontkowski ^[43] | 27 | < 50 ans | quatre vis | 8 - 12 - 7 | 0 | 20 % |

N : nombre de cas.

Tableau III. – Fractures cervicales vraies traitées par vis-plaques dynamiques.

| Auteurs | T | Matériel | Garden I et Garden II | Garden III | Garden IV |
|---|-----|-----------|---|--|--|
| Elmerson (<i>Acta Orthop Scand</i> 1987 ; 58 : 109) | 74 | Richards | <i>n</i> = 26 ; PS = 15 ; N = 11 | <i>n</i> = 48 ; PS = 31 | N = 23 |
| Nordkild (<i>Acta Orthop Scand</i> 1984 ; 55 : 616-619) | 98 | Howmedica | <i>n</i> = 17 ; PS=0 ; N = 0 | <i>n</i> = 56 ; PS = 13 % ; N = 14 % | <i>n</i> = 14 ; PS = 13 % ; N = 35 % |
| Skinner (<i>J Bone Joint Surg</i> 1986 ; 68B : 78-82) | 198 | Richards | <i>n</i> = 8 / 0 / 0 / <i>n</i> = 0 ; PS = 0 ; N = 0 | <i>n</i> = 73 ; PS = 10 % ; N = 20,5 % | <i>n</i> = 34 ; PS = 30,5 % ; N = 44,5 % |

T : nombre de cas ; *n* = nombre de fractures ; PS : pseudarthrose ; N : nécrose céphalique.

Tableau IV. – Principales complications locales postopératoires des arthroplasties de Moore cimentées et non cimentées pour fractures cervicales récentes.

| Auteurs | N | Luxation | Sepsis profond |
|--|-----|----------|----------------|
| Johnston (<i>Clin Orthop</i> 1982 ; 167 : 123) | 150 | 0,7 % | 2 % |
| Kwo (<i>Clin Orthop</i> 1982 ; 169 : 179) | 599 | 5,3 % | 10,5 % |
| Reymond (<i>Rev Chir Orthop</i> 1991 ; 77 : 419) | 451 | 1,8 % | 4,2 % |

N = nombre de cas.

logique de proposer un abord antérieur moins propice aux luxations, de veiller à un positionnement parfait du cotyle, d'utiliser systématiquement un insert à débord.

Il se dessine un consensus ^[18, 23, 43] quant aux indications en urgence des différentes arthroplasties exclusivement réservées aux sujets âgés et aux fractures déplacées : d'ailleurs une référence médicale opposable les interdit dans les Garden I et II (cf infra, Addendum). Les Garden III ont un potentiel de consolidation et de vitalité céphalique tel que l'ostéosynthèse garde ses défenseurs. En revanche, les Garden IV à grand déplacement sont inéluctablement vouées à la nécrose.

Les arthroplasties simples non cimentées sont indiquées chez le patient à fonction locomotrice très limitée, en mauvais état général et ne pouvant supporter le risque d'une baisse tensionnelle peropératoire.

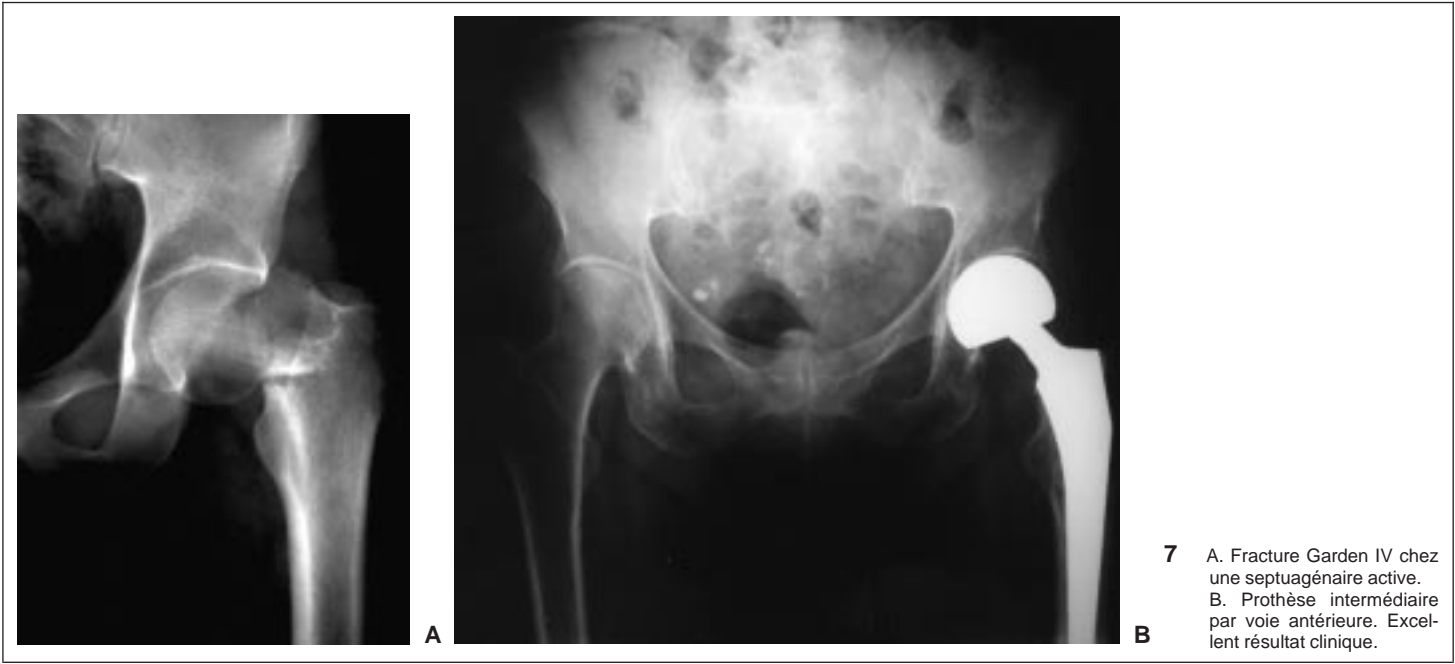


Tableau V. – Complications immédiates et résultats fonctionnels des principales séries de prothèses intermédiaires pour fracture récente du col fémoral.

| Auteurs | Type de prothèse | Nombre | % luxation | % sepsis profond | % de très bons et bons résultats fonctionnels |
|---|------------------|--------|------------|------------------|---|
| Giliberty (<i>Clin Orthop</i> 1983 ; 175 : 86) | Giliberty | 144 | 1,5 % | 0 % | 92 % (<i>n</i> = 75 recul = 1 à 6 ans) |
| Goldhill (<i>J Orthop Trauma</i> 1991 ; 5 : 318) | Ostéonics | 246 | 0,9 % | 0,9 % | 77 % (<i>n</i> = 202 1 à 6 ans) |
| Lestrange (<i>Clin Orthop</i> 1990 ; 251 : 7) | Bateman | 496 | 2,4 % | 2,8 % | 84 % (<i>n</i> = 350 1 à 10 ans) |
| Lortat-Jacob (<i>Rev Chir Orthop</i> 1992 ; 78 : 191) | SEM | 201 | 2,5 % | 1 % | 93 % (<i>n</i> = 116 recul > 0,5 ans) |
| Merlo ^[34] | SEM | 185 | 1,6 % | 2,6 % | - |
| Reymond (<i>Rev Chir Orthop</i> 1991 ; 77 : 419) | non précisé | 251 | 3,2 % | 2,8 % | 75 à 80 % <i>n</i> = 34 recul : 4 ans |

Tableau VI. – Séries comparatives de prothèses simples (Moore ou Thompson) et intermédiaires : fréquence des protrusions acétabulaires.

| Auteurs | Recul | Prothèse simple | Prothèse intermédiaire |
|---|-------|-----------------|------------------------|
| Calder (<i>J Bone Joint Surg</i> 1996 ; 61B : 342-46) | 2 ans | 0,3 % | 0 % |
| Reymond (<i>Rev Chir Orthop</i> 1991 ; 77 : 419) | 4 ans | 23 % | 0 % |
| Yamagata (<i>J Arthroplasty</i> 1987 ; 2 : 327-341) | 5 ans | 5,7 % | 0,9 % |

Tableau VII. – Étude des mobilités intraprothétique (tête/polyéthylène) et extraprothétique (cupule/cotyle) de prothèses intermédiaires.

| Auteurs | Nombre de cas étudiés + recul | Type de prothèse | Technique d'examen | Mobilité cupule/cotyle (extraprothétique) | Mobilité tête/polyéthylène (intraprothétique) | Mixte |
|--|-------------------------------|------------------|--------------------|---|---|-------|
| Eiskjaer ^[13] | 17 (1-3 ans) | Hastings | en appui | 10 | 7 | - |
| Phillips (<i>J Bone Joint Surg</i> 1996 ; 78B : 391) | 100 (1 an) | UPF | décharge | 20 | 15 | 65 |
| Merlo (<i>Rev Chir Orthop</i> 1992 ; 78 : 536) | 21 (> 5 ans) | SEM | décharge | 6 | 15 | |

Tableau VIII. – Complications précoces des arthroplasties totales de hanche pour fracture cervicale récente. Revue de la littérature.

| Auteurs | Nombre de PTH | Fréquence des luxations | Fréquence des sepsis |
|---|---------------|-------------------------|----------------------|
| Delamarter (<i>Clin Orthop</i> 1987 ; 218 : 68) | 27 | 0 | 0 |
| Greenough (<i>J Bone Joint Surg</i> 1988 ; 70B : 639) | 55 | 8 % | 0,9 % |
| Honton ^[23] | 70 | 5,7 % | 1,4 % |
| Taine (<i>J Bone Joint Surg</i> 1985 ; 67B : 214) | 160 | 12,3 % | 0,6 % |

PTH : prothèse totale de hanche.

Les arthroplasties intermédiaires cimentées sont réservées aux patients sédentaires ou actifs dont le pronostic de survie apparaît supérieur à 2 ou 3 ans et l'état général satisfaisant. La prothèse intermédiaire a donc pris une large part des indications de prothèses simples, dès que la fonction cardiovasculaire du fracturé lui permet de supporter le scellement.

Les prothèses totales sont indiquées en cas de lésions articulaires préexistantes : coxarthrose, dysplasie, polyarthrite, Paget...

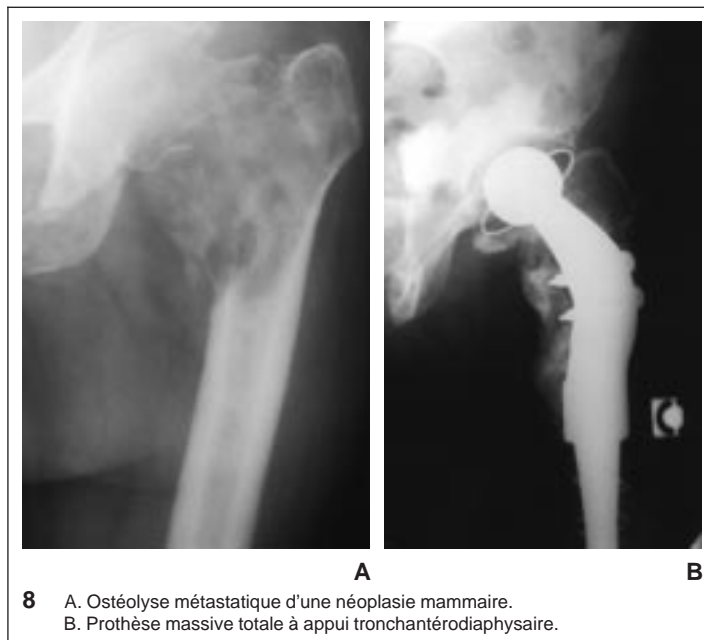
Dans tous les cas, la décision opératoire et le choix de l'arthroplastie ne peuvent se prendre qu'en étroite communion décisionnelle avec l'anesthésiste. Si le type anatomique de fracture prête peu à discussion, il n'en est pas de même de la notion d'âge : la fourchette où est indiquée une arthroplastie oscille entre 55 et 70 ans.

Fractures de l'enfant

Toutes les fractures du col du fémur déplacées chez l'enfant doivent être opérées mais les modalités de ce traitement varient avec le type de fracture.

– Les fractures de type I, transépiphysaires, survenant après l'âge de 1 an sont rares et de très mauvais pronostic. La majorité de ces enfants présentent une nécrose épiphysaire associée à une épiphysiodèse cervicocéphalique [8, 11, 15, 25, 30, 39] d'autant plus fréquente que l'épiphyse fémorale est luxée. En l'absence de luxation, la réduction se fait par un mouvement doux de traction, rotation interne et abduction. Chez l'enfant jeune (avant 9 ans), la réduction est fixée par deux à trois broches de Kirschner. Après 9 ans, on peut préférer un vissage cervicocéphalique. L'enfant est immobilisé par un plâtre pelvipédieux pendant 5 semaines au terme desquelles les broches sont retirées. S'il existe une luxation de l'épiphyse fémorale supérieure, la réduction orthopédique douce peut être tentée en première intention. L'échec de cette réduction est fréquent et justifie une réduction ouverte par voie antérieure en cas de luxation antérieure et par voie postérieure en cas de luxation postérieure.

– Les fractures déplacées de type II (transcervicales) doivent être fixées en urgence. La réduction est menée par des manœuvres douces de traction-abduction et rotation interne sur table orthopédique. En



L'absence de réduction anatomique, une réduction chirurgicale s'impose par voie de Watson-Jones. La fracture est fixée soit par deux ou trois broches de Kirschner, soit par deux vis cannelées, sans traverser le cartilage de croissance. Cependant, si la fracture est trop proche de la plaque épiphysaire, on utilise des broches transcartilagineuses, enlevées rapidement (4 à 5 semaines). En postopératoire, le membre inférieur est immobilisé par un plâtre pelvipédieux pour 6 semaines et l'appui n'est pas autorisé avant 8 à 10 mois.

– Le traitement des fractures de type III (basicervicales) est souvent confondu avec celui des fractures transcervicales. Ces fractures affectent souvent le grand trochanter, ce qui peut justifier de le fixer par un vissage ou par cerclage [45]. En postopératoire, un plâtre pelvipédieux est mis en place pour 8 à 10 semaines et la décharge est prolongée de 3 à 4 mois.

Quel que soit le type de fracture, se pose le problème de l'évacuation de l'hémarthrose dans le cadre des fractures intracapsulaires. Bien qu'il n'existe aucune étude ayant prouvé la nécessité de cette pratique, il paraît raisonnable de ponctionner l'articulation après avoir réduit ou fixé la fracture [7].

Le traitement de la nécrose épiphysaire est mal défini. On peut s'accorder sur la mise en décharge prolongée jusqu'à ce que la reconstruction soit terminée. Si une excentration apparaît, une ostéotomie fémorale ou pelvienne peut être réalisée. Cependant, quel que soit le traitement [11], les résultats sont mauvais et conduisent à une prothèse de hanche à plus ou moins court terme. Après l'âge de 10 ans, une ostéotomie intertrochantérienne de valgisation peut être justifiée en cas de coxa vara inférieure à 100° [8].

Cas particuliers chez l'adulte

Fractures pathologiques

En présence d'une fracture pathologique cervicale, l'arthroplastie est obligatoire. Tout dépend de l'extension radiologique et tomodynamométrique du processus ostéolytique. En cas d'ostéolyse cervicale ou céphalique isolée avec un bassin indemne, éventualité rare, une prothèse intermédiaire scellée est possible. Une atteinte acétabulaire associée impose une arthroplastie totale avec un cotyle scellé, renforcé par une armature métallique vissée [12]. Lorsque l'ostéolyse intéresse le massif trochantérien, force est de recourir à un implant à appui trochantérodiaphysaire (fig 8). Enfin, une ostéolyse diaphysaire distale unique ou multiple associée à la fracture cervicale est traitée par une prothèse totale à tige extralongue.

En présence d'une ostéolyse préfracturaire cervicale, une place peut être réservée à une ostéosynthèse conservatrice préventive : soit vis-plaque longue avec ciment comblant l'ostéolyse, soit clou verrouillé dont le système proximal de verrouillage comporte une ou deux vis trochantérocéphaliques (clou de Russel-Taylor, clou Gamma long...). Si la perte de substance cervicale est relativement faible et la prise épiphysaire de la vis cervicale suffisante, l'intervention peut se faire à foyer fermé exclusif. Une radiothérapie postopératoire est en général indiquée.

Il persiste quelques indications d'enclouage de Ender, chez des patients fracturés mais en très mauvais état général, dans le seul but d'améliorer le nursing.

Fracture du col et de la diaphyse homolatérale

En présence d'une fracture basicervicale, peu ou pas déplacée, il n'apparaît pas nécessaire de modifier l'ostéosynthèse habituelle de la lésion diaphysaire, à savoir l'enclouage centromédullaire verrouillé, en le complétant par un double ou triple vissage trochantéro-cervico-céphalique en avant et en arrière du clou [2]. Mais l'orientation de la vis proximale de verrouillage de certains clous dans une direction trochantérocéphalique assure à la fois le blocage proximal du clou et la fixation cervicale. Si on craint un déplacement lors de l'enclouage ou que la fracture apparaît instable, une ou plusieurs broches provisoires peuvent fixer en premier la fracture du col, puis guider les vis cannelées cervicales.

La présence de la fracture diaphysaire rend difficiles, voire impossibles, les manœuvres réductionnelles orthopédiques d'une fracture cervicale déplacée : une ostéosynthèse première par plaque de la fracture diaphysaire peut être faite puis la fixation cervicale est envisagée. Dans le cas d'irréductibilité cervicale, l'arthrotomie s'impose. Parfois, la réduction du col peut être obtenue à foyer fermé, diaphyse fixée : elle est complétée par un vissage cervical. Enfin, lorsque le trait diaphysaire est situé dans la partie proximale, une longue vis-plaque fixe les deux foyers.

Pseudarthrose

Une pseudarthrose isolée, sans ostéonécrose, se traite par une ostéotomie de valgisation décrite par Pauwels. Ces techniques conservatrices sont quelque peu tombées en désuétude depuis l'avènement des arthroplasties. Les principes biomécaniques de l'ostéotomie de valgisation sont connus : le trait cervical horizontal voit ses contraintes se modifier en force de compression axiale favorable à l'ostéogénèse [3]. Les échecs sont essentiellement liés à la survenue d'une ostéonécrose sur laquelle l'ostéotomie n'a aucun effet préventif. Müller [35] précise que la planification préopératoire a pour but de placer le foyer cervical dans un plan à 25° de l'axe diaphysaire.

Elle est basée sur un cliché de face en rotation interne de 20° et un cliché dit axial rétrograde ; elle permet de calculer le coin d'ostéotomie à base externe pour la valgisation souhaitée. Le sommet du coin d'ostéotomie aboutit sur la corticale médiale juste au-dessus du petit trochanter. Toutes les mesures préopératoires doivent être scrupuleusement respectées en peropératoire. L'ostéotomie est fixée par une lame-plaque à 120°. Le premier temps opératoire consiste à positionner le ciseau conducteur suivant un angle préétabli entre l'axe de la plaque et la corticale externe. La lame-plaque reste éloignée du fémur proximal. Le coin cortical est réséqué. L'abduction de la cuisse vient appliquer la corticale externe contre la plaque qui est vissée sur elle. Sans modifier son principe, le montage peut être assuré par une vis-plaque à compression et l'intervention réalisée sur table orthopédique (fig 9).

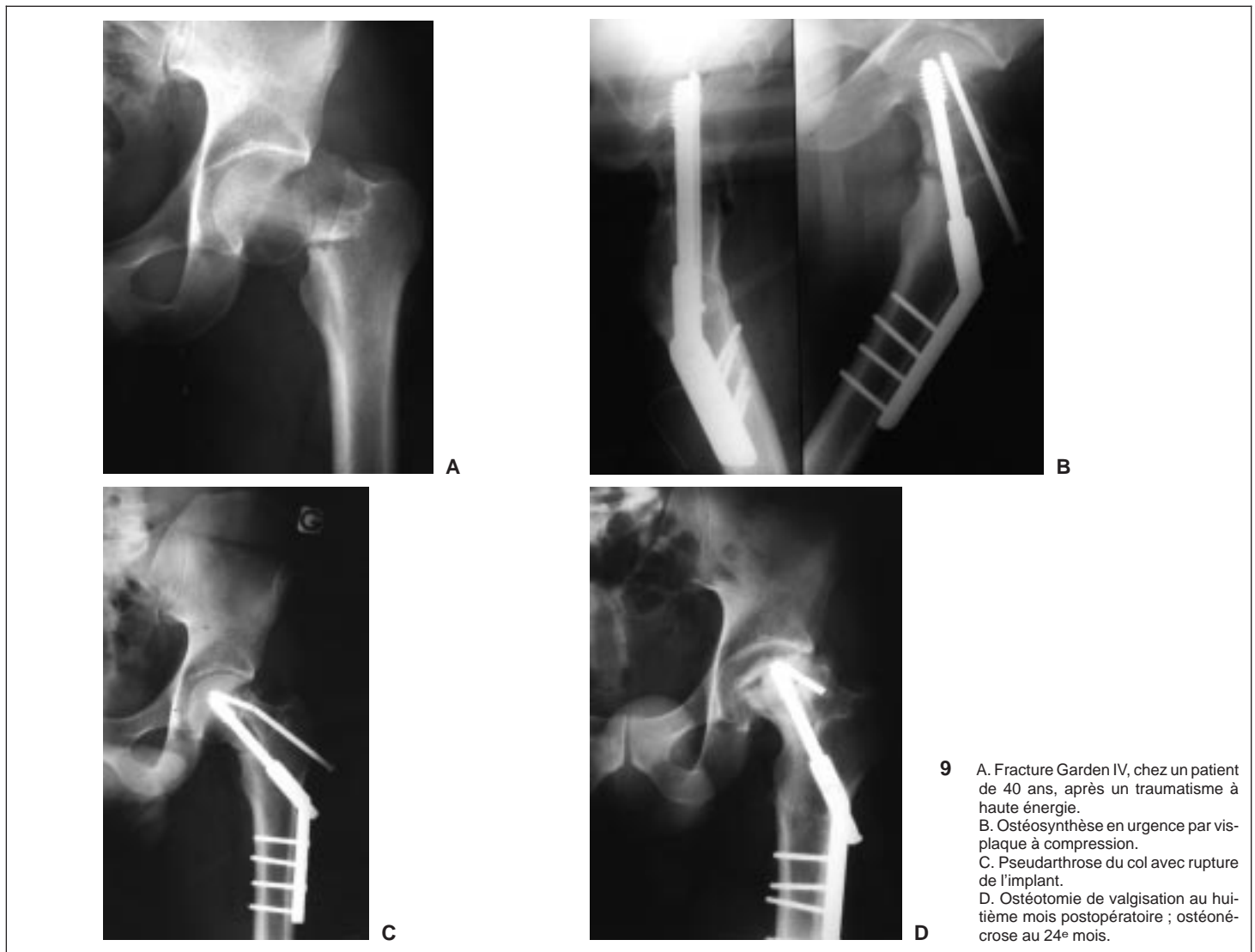
Comme dans toute pseudarthrose, un apport osseux semble souhaitable. Le greffon pédiculé de Judet taillé aux dépens de l'insertion trochantérienne du muscle carré fémoral (carré crural) a pour but d'assurer le renouveau ostéogénique en pontant le foyer de pseudarthrose à la face postérieure du col. La crête iliaque antérieure vascularisée par l'artère circonflexe iliaque profonde placée en avant du col a été aussi utilisée [24].

Nécrose céphalique

Isolée ou associée à une pseudarthrose du col, l'ostéonécrose céphalique post-traumatique est traitée par une arthroplastie. En fonction de l'âge du patient et de l'état du cartilage cotyloïdien qui a pu être altéré par le démontage d'une ostéosynthèse, la prothèse intermédiaire ou l'arthroplastie totale de hanche se partagent les indications [17].

Sepsis

L'infection postopératoire après ostéosynthèse ou arthroplastie pour fracture du col fémoral est une complication sévère. Le taux de sepsis reste cependant faible. Chez les sujets âgés, de nombreux facteurs de risque sont présents : dénutrition, lésions cutanées, désorientation et agitation conduisant le patient à se souiller et/ou à arracher ses pansements.



9 A. Fracture Garden IV, chez un patient de 40 ans, après un traumatisme à haute énergie.
B. Ostéosynthèse en urgence par vis-plaque à compression.
C. Pseudarthrose du col avec rupture de l'implant.
D. Ostéotomie de valgisation au huitième mois postopératoire ; ostéonécrose au 24^e mois.

En cas d'infection sur ostéosynthèse cervicale, le nettoyage intrafocal avec antibiothérapie adaptée est recommandé en l'absence d'arthrite. Dans le cas contraire, il faut enlever tout matériel et placer le patient en résection tête-col. Lortat-Jacob ^[31] recommande un fixateur iliofémoral. L'autre solution est une traction transosseuse d'attente de la stérilisation articulaire et reprise par prothèse. En cas d'infection sur prothèse, il est possible, au prix d'un lavage, de conserver l'implant.

La prévention de l'infection passe par une antibioprophylaxie systématique et, en cas d'arthroplastie scellée, par l'utilisation de ciment aux antibiotiques.

Il semble qu'il faille réserver les prothèses fémorales simples chez les sujets de plus de 80 ans, quel que soit leur mode de vie, et chez les sujets de plus de 70 ans en état de dépendance.

Les prothèses intermédiaires avec cupule cotyloïdienne mobile sont indiquées dans les fractures du col du fémur du sujet âgé dont l'espérance de vie est supérieure à 5 ans.

L'arthroplastie totale de hanche est indiquée dans les fractures transcervicales déplacées du col du fémur, survenant chez des malades ayant une espérance de vie supérieure à 10 ans, qui sont en bon état général, et qui ont conservé une activité physique importante.

Recommandations et références médicales Guide de l'assurance maladie 1996 (p 162) : prothèse totale de hanche et fracture du col du fémur

Il n'y a pas d'indication de prothèse de hanche dans les fractures non déplacées du col du fémur.

Au-delà de 70 ans, les fractures déplacées en coxa vara du col du fémur peuvent être traitées par une prothèse de hanche, quel que soit le type de la prothèse.

Avant 50 ans, le traitement chirurgical des fractures du col du fémur doit privilégier l'ostéosynthèse. La prothèse de hanche n'est indiquée que dans les rares cas de pathologies intercurrentes graves avec risque vital à court terme et posant des problèmes de *nursing* immédiat, pour améliorer la qualité de vie immédiate en postopératoire.

Le traitement chirurgical des fractures cervicales a fait ses dernières années des progrès indiscutables :

– chez le sujet jeune, l'enfant et l'adolescent, l'ostéosynthèse en urgence permet de donner à la tête fémorale toutes ses chances de revascularisation ; le taux actuel de nécrose ne devrait plus être lié qu'aux lésions vasculaires initiales, non accessibles à un quelconque geste chirurgical ;

– chez la personne âgée, l'ostéosynthèse des lésions peu ou pas déplacées permet un lever précoce avec appui dans la plupart des cas ; les vissages multiples et surtout les vis-plaques à compression compensent la faible tenue du spongieux métaphysoépiphysaire, sous réserve d'une réduction suffisante du foyer et du bon positionnement du matériel ; les prothèses intermédiaires offrent un confort fonctionnel immédiat ; mais la tolérance de l'implant dans un cotyle laissé intact ne peut être espérée que sur quelques années.

Références

- [1] Aharonoff GB, Koval KJ, Skouron ML, Zuckerman JD. Hip fractures in the elderly : predictors for one year mortality. *J Orthop Trauma* 1997 ; 11 : 162-165
- [2] Alho A. Concurrent ipsilateral fractures of the hip and femoral shaft. A meta-analysis of 659 cases. *Acta Orthop Scand* 1996 ; 67 : 19-28
- [3] Anglew JO. Intertrochanteric osteotomy for failed internal fixation of femoral neck fracture. *Clin Orthop* 1997 ; 341 : 175-182
- [4] Asnis SE, Gould ES, Bansal M, Rizzo PF, Bullough PG. Magnetic resonance imaging of the hip after displaced femoral neck fractures. *Clin Orthop* 1994 ; 298 : 191-198
- [5] Berterud JG, Husby T, Graadahi O, Alho A. Implant holding power of the femoral head. A cadaver study of fracture screws. *Acta Orthop Scand* 1992 ; 63 : 47-49
- [6] Blair B, Koval KJ, Kummer F, Zuckermann JD. Basicervical fractures of the proximal femur. A biomechanical study of 3 internal fixations techniques. *Clin Orthop* 1994 ; 306 : 256-263
- [7] Boitzy A. La fracture du col du fémur chez l'enfant et l'adolescent. Paris : Masson, 1971
- [8] Canale ST, Bourland WL. Fracture of the neck and intertrochanteric region of the femur in children. *J Bone Joint Surg Am* 1977 ; 59 : 431-443
- [9] Chung SM. The arterial supply of the developing proximal end of the human femur. *J Bone Joint Surg Am* 1976 ; 58 : 961-978
- [10] Czernichow P, Thomine JM, Biga N, Froment L. Prognostic vital des fractures de l'extrémité supérieure du fémur. Étude de 506 patients de 60 ans et plus. *Rev Chir Orthop* 1990 ; 76 : 161-169
- [11] Davison BL, Weinstein SL. Hip fractures in children : a long-term follow-up study. *J Pediatr Orthop* 1992 ; 12 : 355-358
- [12] Duparc J. Traitement chirurgical des métastases osseuses des membres. In: Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique, 1983
- [13] Eiskjaer S, Boll K, Gelineck J. Component motion in bipolar cemented hemiarthroplasty. *J Orthop Trauma* 1989 ; 3 : 313-316
- [14] Fischer LP, Olivier H. . Le cotyle face aux prothèses fémorales. Symposium SOFCOT. *Rev Chir Orthop* 1979 ; 65 : 123-163
- [15] Forlin E, Guille JT, Kumar SJ, Ree KJ. Transepiphyseal fractures of the neck of the femur in very young children. *J Pediatr Orthop* 1992 ; 12 : 164-168
- [16] Frandsen PA, Andersen PE, Madsen F, Skjod TT. Garden's classification of femoral neck fractures. An assessment of inter observer variations. *J Bone Joint Surg Br* 1988 ; 70 : 588-590
- [17] Frandsen PA, Nilsson LT, Stroquist B, Johnsson R, Herrlin K. Secondary total hip replacement after fractures of the femoral neck. *J Bone Joint Surg Br* 1990 ; 72 : 784-787
- [18] Gerber C, Strehle J, Ganz R. Treatment of fractures of the femoral neck. *Clin Orthop* 1993 ; 292 : 77-85
- [19] Gregory RJ, Gibson MJ, Moran CG. Dislocation after primary arthroplasty for subcapital fracture of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 1991 ; 73 : 11-12
- [20] Hernigou PH, Besnard PH. Fractures du col du fémur : position de l'implant, effraction articulaire méconnue et ses conséquences. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 : 503-519
- [21] Holmberg S, Dalen N. Intracapsular pressure and caput circulation in non displaced femoral neck fractures. *Clin Orthop* 1987 ; 219 : 124-126
- [22] Holmes CA, Edwards WT, Myers ER, Lewallen DG, White AA, Hayes WC. Biomechanics of pin and screw fixation of femoral neck fractures. *J Orthop Trauma* 1993 ; 7 : 242-247
- [23] Honton JL. Les fractures transcervicales récentes du fémur. Symposium SOFCOT. *Rev Chir Orthop* 1986 ; 72 : 3-51
- [24] Hou SM, Hang YS, Liu TK. Ununited femoral neck fractures treated by open reduction and vascularized iliac bone graft. *Clin Orthop* 1993 ; 294 : 176-180
- [25] Hughes LO, Beaty JH. Fractures of the head and neck of the femur in children. *J Bone Joint Surg Am* 1994 ; 76 : 283-292
- [26] Kempf I, Saeger JH, Freund J, Renault D, Bitar S, Konsruck R et al. Aspects mécaniques de l'ostéosynthèse des fractures du col du fémur. Étude comparative des différents moyens d'ostéosyntheses. *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 59-69
- [27] Kyle RF, Wright TM, Burstein AH. Biomechanical analysis of the sliding characteristics of compression hip screws. *J Bone Joint Surg Am* 1980 ; 62 : 1308-1315
- [28] Langlais F, Aubriot JH, Yon L, Postel M. Les prothèses céphaliques dans les fractures du col fémoral. Comparaison des complications immédiates et des résultats fonctionnels tardifs des prothèses de Moore et des prothèses scellées. *Rev Chir Orthop* 1977 ; 63 : 793-814
- [29] Langlais F, Burdin P. Appui précoce après ostéosynthèse du col fémoral par vis-plaque. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 624-636
- [30] Leung PC, Lam SF. Long-term follow-up of children with femoral neck fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1986 ; 68 : 537-540
- [31] Lortat-Jacob A, Bornert D, Coignard S, Beauvils P. Infection post-opératoire des fractures de l'extrémité supérieure du fémur. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 179-187
- [32] Lortat-Jacob A, Videcoq PH, Hardy P, Fontes D, de Sommer B, Benoit J. La prothèse intermédiaire dans les fractures du col du fémur. À propos de 201 cas dont 116 avec un recul médian de 6 ans. *Rev chir Orthop* 1992 ; 78 : 191-200
- [33] Lu-Yao GL, Keller RB, Littenberg B, Wennberg JE. Outcomes after displaced fractures of the femoral neck. A meta analysis of one hundred and six published reports. *J Bone Joint Surg Am* 1994 ; 76 : 15-25
- [34] Merlo B, Augererau B, Apoi A. La prothèse intermédiaire dans les fractures du col du fémur. Résultat et tolérance cotyloïdienne à long terme de 36 arthroplasties intermédiaires. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 : 536-543
- [35] Muller ME, Allgower M, Schniederer R, Willenegger H. Manuel d'ostéosynthèse. Technique AO (2^e ed). Berlin : Springer Verlag, 1980
- [36] Noordeen MH, Lavy CB, Briggst W, Roos MF. Unrecognized joint penetration in treatment of femoral neck fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1993 ; 75 : 448-449
- [37] Parker MJ, Palmer CR. A new mobility score for predicting mortality after hip fracture. *J Bone Joint Surg Br* 1993 ; 75 : 797-798
- [38] Pidhorz L, Lecerf G. Les fractures en coxa valga du col du fémur. *Ann Orthop Ouest* 1990 ; 22 : 117-163
- [39] Ratliff AH. Fractures of the neck of the femur in children. *J Bone Joint Surg Br* 1962 ; 44 : 528-542
- [40] Regazzoni P, Ruedi TH, Winkler R, Allgower M. La vis dynamique. Implant pour la hanche. Berlin : Springer Verlag, 1986
- [41] Rockwood PR, Horne JG, Cryer C. Hip fractures : a future epidemic ? *J Orthop* 1990 ; 252 : 163-166
- [42] Stromquist B, Nilson LT, Egund N, Thorngren KG, Wingstrand H. Intracapsular pressures in undisplaced fracture of the femoral neck. *J Bone Joint Surg Br* 1988 ; 70 : 192-194
- [43] Swiontkowski MF. Intracapsular fractures of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1994 ; 76 : 129-138
- [44] Tachdjian MO. Pediatrics orthopedics. Philadelphia : WB Saunders, 1990 : 3231-3247
- [45] Touzet P, Rigault P, Padonavi JP, Mallet JF, Guyonvarch G. Les fractures du col du fémur chez l'enfant. *Rev Chir Orthop* 1979 ; 65 : 341-349
- [46] Tsukamoto Y, Mabuchi K, Futami T, Kubotera D. Notion of the bipolar hip prosthesis components. Friction studied in cadavers. *Acta Orthop Scand* 1992 ; 63 : 648-652

Traitement chirurgical par prothèse non cimentée des descellements aseptiques cotyloïdiens et fémoraux des prothèses totales de hanche

A Dambreville

R é s u m é. – L’objectif des techniques de reprise de prothèses de hanche à l’aide de prothèses sans ciment, au cotyle comme au fémur, est d’obtenir une restauration osseuse par ostéogénèse autour d’un implant stable. Pour cela, après excision des tissus nécrotiques et inflammatoires, l’os restant bien vascularisé et débarrassé des débris à l’origine de l’ostéolyse est mis en contact intime avec la prothèse. Ce but peut être atteint au cotyle en adaptant à la cavité cotyloïdienne des cupules à surface rugueuse ; lorsque la perte de substance est très importante, on utilise des cupules de grande taille. Au fémur, une destruction peu importante est compatible avec une désescalade, à l’aide d’une prothèse courte à fixation fémorale haute. Les prothèses longues de reconstruction à fixation distale sont indiquées dans les autres cas.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

Les descellements des prothèses totales de hanche sont liés à des facteurs mécaniques (déviations de contrainte) et biologiques (réactions aux débris d’usure de la prothèse : polyéthylène, ciment, métal) [13, 16, 26]. La reprise chirurgicale consiste tout d’abord à réaliser l’ablation de la prothèse descellée et à exciser les tissus réactionnels granulomateux gorgés de débris à l’origine de l’ostéolyse. La réparation des dégâts osseux peut alors être confiée à des greffes. Cependant, quel que soit le type de greffon (autogreffe, allogreffe, substitut), il y a toujours un risque de résorption osseuse secondaire [10, 12, 17, 24]. Il est également possible de confier la réparation osseuse à l’ostéogénèse, comparable à un cal de fracture, de tissus osseux vivants, au contact de prothèses stables. Pour cela, il est nécessaire d’utiliser des prothèses non cimentées.

La technique opératoire dépend de l’importance des dégâts osseux.

Il existe de nombreuses classifications des dégâts osseux [3, 19, 20], pour la plupart très complexes ; nous utilisons celle de la SOFCOT (tableau I) de 1988 [30] qui distingue quatre stades de dégradation au cotyle (fig 1), comme au fémur (fig 2).

Tableau I. – Classification de la SOFCOT.

| Cotyle | Fémur |
|--|---|
| 1 Capital osseux correct | 1 Corticales correctes ± lyse de Merckel |
| 2 Cotyle continu fragile, voire pellucide ± trou au fond | 2 Corticale externe amincie, bonne corticale interne |
| 3 Disparition de deux parois | 3 Corticale interne en partie disparue sous le petit trochanter |
| 4 Disparition de plus de deux parois et/ou fracture | 4 Fémur pellucide ou disparu |

La technique opératoire comporte successivement :

- le planning préopératoire ;
- la voie d’abord ;
- l’ablation de la prothèse et l’excision des tissus dégradés ;
- les techniques de mise en place de la prothèse ;
- les précautions postopératoires.

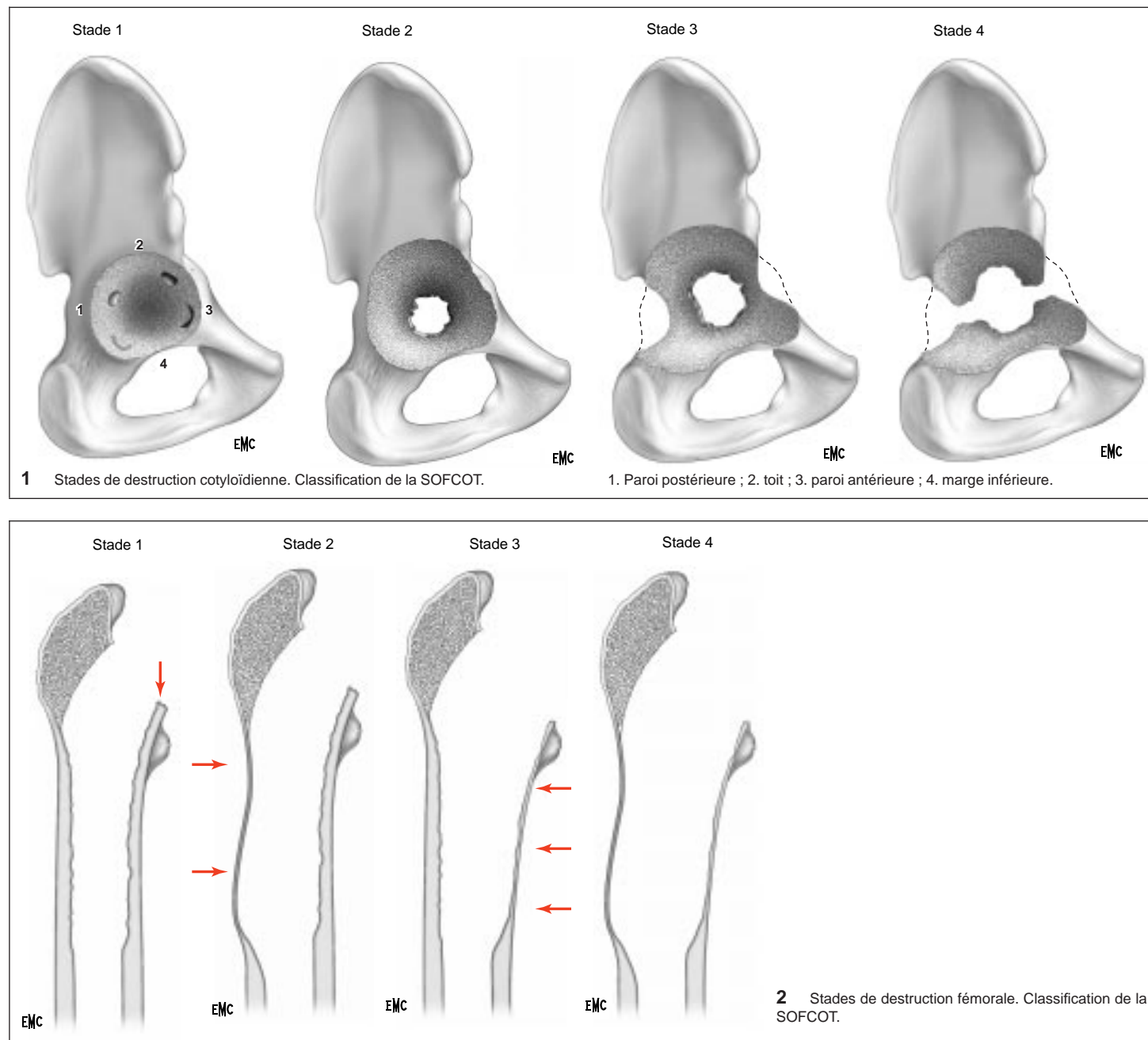
Reprise de prothèse cotyloïdienne descellée

Planning préopératoire

Le bilan des lésions est fait sur des radiographies de bassin de face et de la hanche de face et en trois quarts alaïre et obturateur. Pour plus de précision, le scanner peut être utile en cas de doute. Les calques préopératoires permettent, sur une radiographie à agrandissement connu (1,15 le plus souvent), de déterminer la taille de la prothèse

Alain Dambreville : Ancien interne des Hôpitaux de Lille, ancien chef de clinique-assistant, clinique Saint-Michel, 88, rue de Kerjestin, BP 1727, 29107 Quimper cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Dambreville A. Traitement chirurgical par prothèse non cimentée des descellements aseptiques cotyloïdiens et fémoraux des prothèses totales de hanche. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-672, 1999, 13 p.



cotyloïdienne. Il n'est pas rare cependant qu'en peropératoire les dégâts osseux soient plus importants que prévu, d'autant que l'ablation de la prothèse, du ciment et des tissus pathologiques peut aggraver les lésions. Il est donc nécessaire de prévoir pour l'intervention une gamme de prothèses permettant de faire face à toutes les éventualités.

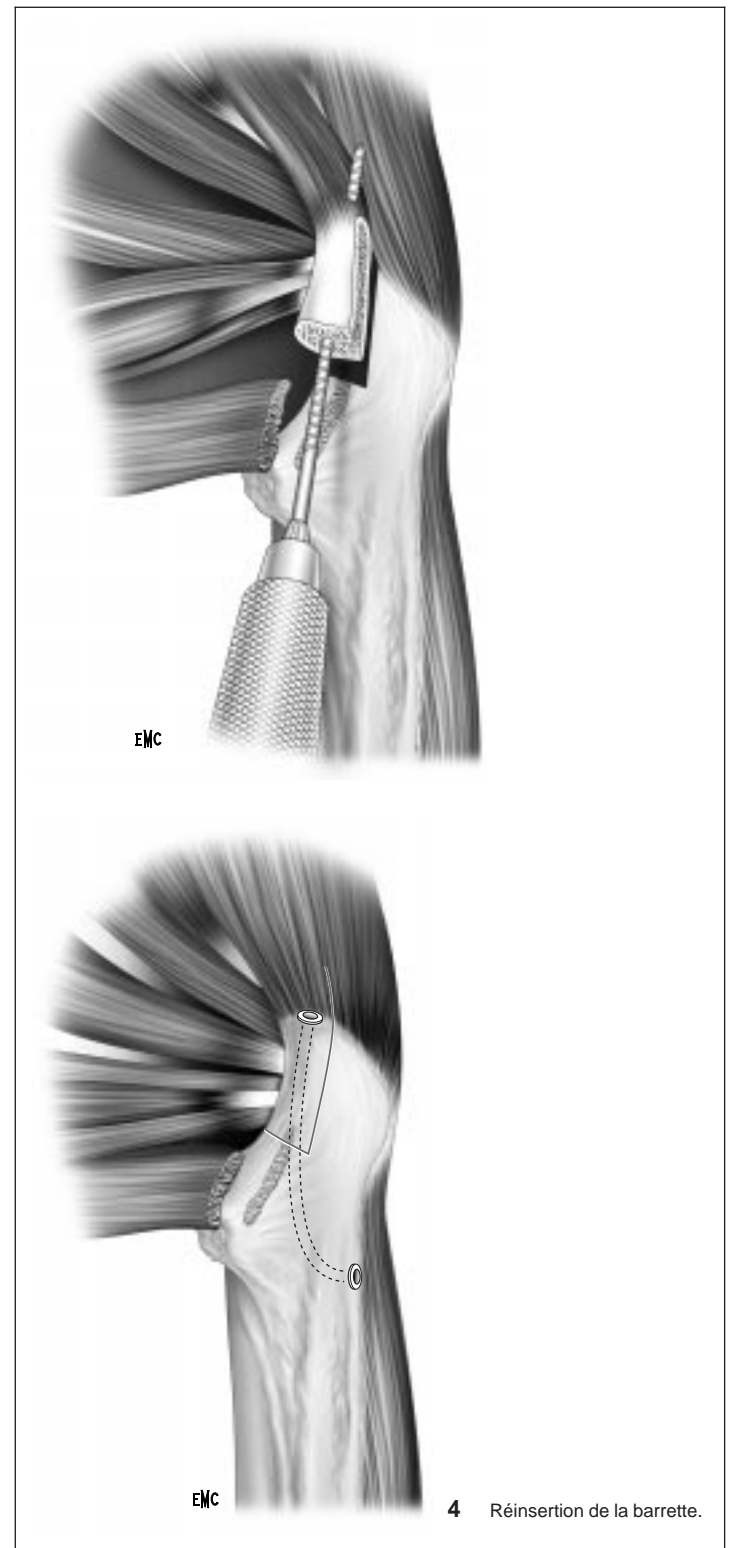
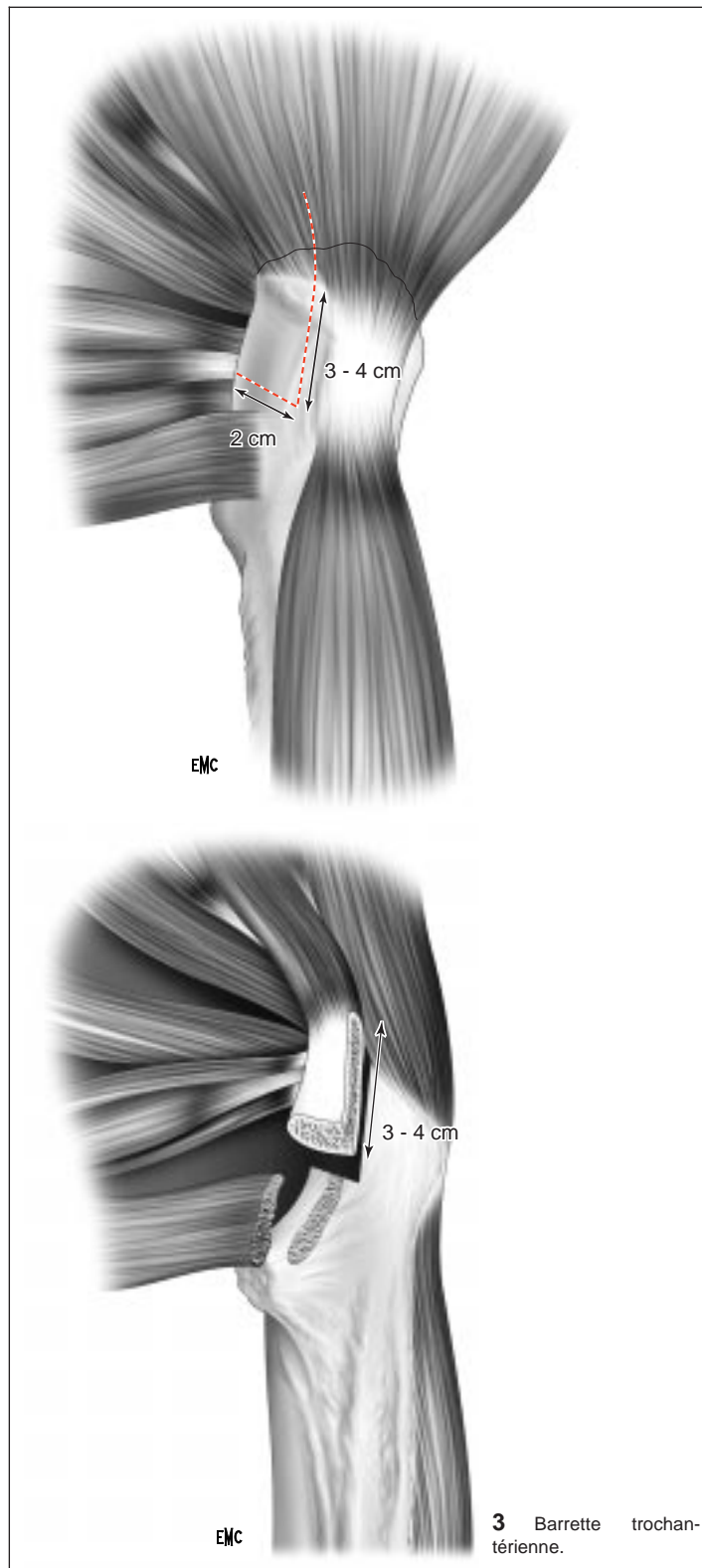
Voie d'abord

Toutes les voies d'abord sont possibles : antérieures, postérieures ou externes. Nous utilisons pour les reprises de cotyle la voie d'abord postérieure avec barrette trochantérienne. Elle facilite l'abord des lésions et permet, après réparation, de limiter le risque de luxation postopératoire de la prothèse.

Voie d'abord postérieure avec barrette trochantérienne

En décubitus latéral, l'incision est longitudinale, centrée sur le grand trochanter. Après avoir fendu le fascia lata dans le sens des fibres, on dessine au bistouri électrique la barrette trochantérienne qui est désinsérée (fig 3). Elle est située à la partie haute et postérieure du grand trochanter. Le tendon postérieur du moyen fessier et la partie supérieure des pelvitrochantériens s'y insèrent. Pour permettre une ostéosynthèse solide, il est nécessaire que ce fragment osseux soit suffisamment volumineux. Il doit faire 1,5 à 2 cm d'épaisseur, et 3 à 4 cm de longueur.

Le trait longitudinal est réalisé à la scie oscillante. Le trait transversal est inférieur et effectué soit avec une scie oscillante à lame étroite, soit au ciseau frappé. Une petite obliquité du trait inférieur, réalisant un angle fermé avec le trait longitudinal, permet un meilleur encastrement de la barrette après ostéosynthèse. Dans le prolongement du trait longitudinal, le tendon postérieur du moyen fessier est dissocié sur une hauteur de 1 cm. Le muscle carré crural, inséré dans la partie inférieure du massif trochantérien, est sectionné au ras du fémur, comme habituellement. La longueur de la barrette ne dépasse pas 3 à 4 cm et n'emporte donc pas l'insertion du carré crural. Si l'on prolonge cette barrette dans cette zone, on fragilise la partie postérieure du col fémoral, ce qui n'est pas souhaitable. La barrette est écartée du fémur à l'aide d'un ciseau frappé ou d'un écarteur de Homann, ce qui permet d'inciser longitudinalement la capsule au bistouri, depuis son insertion sur le fémur jusqu'au rebord cotyloïdien. L'écarteur de Homann est placé alors en arrière du cotyle, permettant une vision sur l'articulation et protégeant la barrette trochantérienne et les pelvitrochantériens lors de la luxation de la hanche qui s'effectue selon la technique habituelle, en portant le membre inférieur en flexion-adduction-rotation interne. L'abord du cotyle est facilité par la résection du rebord postérieur du grand trochanter qui constitue un élément gênant la vision habituellement. En fin d'intervention, la réinsertion de la barrette et des tendons qui s'y insèrent est réalisée à l'aide d'un système d'ostéosynthèse par fils métalliques,



vis ou tige métallique spéciale. Cette tige se termine par une ancre à son extrémité proximale et par un système de fixation distale peu encombrant, enfoui dans le vaste externe (fig 4).

Abord du cotyle

Il est gêné par la présence de la prothèse fémorale. Celle-ci peut être soit enlevée, soit laissée en place.

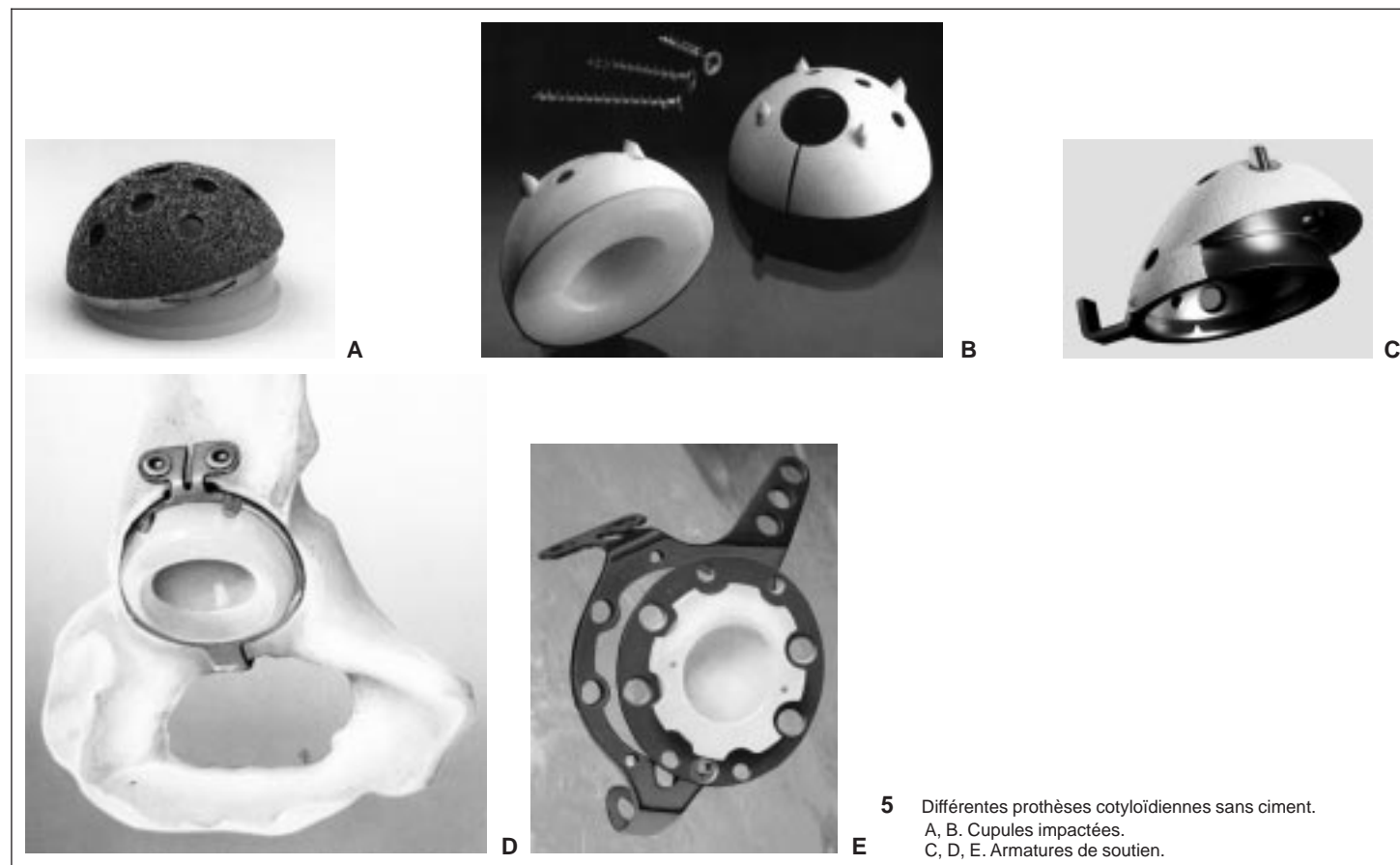
Prothèse fémorale enlevée

Lorsque la prothèse fémorale est également descellée, son ablation permet un large abord sur le cotyle. Même non descellées, certaines prothèses fémorales sont facilement enlevables sans détérioration du

fourreau de ciment resté intact. On peut alors enlever la prothèse fémorale pour aborder le cotyle, puis recimenter la prothèse avec une petite dose de ciment fluide dans le fourreau de ciment après réparation du cotyle [29].

Prothèse fémorale laissée en place

Pour aborder le cotyle, il est nécessaire d'exciser le tissu cicatriciel périarticulaire, en bas, en haut, et également en avant. Un écarteur de Homann étroit est glissé entre le col de la prothèse et le rebord antérieur du cotyle osseux. La prothèse fémorale est refoulée en avant par traction sur cet écarteur. Il faut impérativement protéger la tête prothétique pendant toutes ces manœuvres pour éviter de la rayer.



5 Différentes prothèses cotyloïdiennes sans ciment.
A, B. Cupules impactées.
C, D, E. Armatures de soutien.

Ablation de la prothèse cotyloïdienne et des tissus dégradés

La cupule cotyloïdienne descellée est habituellement facile à enlever. Un ostéotome est glissé entre le ciment et l'os, faisant levier pour soulever la cupule. Il est alors facile de la prendre dans une forte pince pour l'extraire. Dans certains cas, malgré le descellement, une fibrose enserre la cupule et il est nécessaire d'en réaliser l'ablation au bistouri froid. Parfois aussi, une construction osseuse fait saillie, le plus souvent en arrière et en bas ; elle est réséquée à la pince gouge ou au ciseau frappé.

Après ablation de la cupule, un nettoyage soigneux de la cavité cotyloïdienne est réalisé. Toutes les géodes sont curetées, particulièrement dans le toit du cotyle, dans les cavités creusées autour des plots d'ancrage ischiatiques et pubiens et au point le plus déclive dans la marge cotyloïdienne inférieure cachée sous les formations capsulaires inférieures. Les tissus nécrotiques sont adressés à l'anatomopathologiste pour analyse et recherche des corps étrangers habituellement à l'origine du descellement : débris de polyéthylène, de ciment, de métal. Un examen bactériologique est également demandé sur des prélèvements réalisés dès l'ouverture de l'articulation, puis au cotyle et au fémur. Il faut s'assurer que tous les tissus inflammatoires sont bien enlevés. Ceci conditionne la réparation ultérieure du tissu osseux ainsi débarrassé des éléments à l'origine de l'ostéolyse. La membrane pseudosynoviale qui s'interpose entre le ciment et l'os est complètement excisée en s'aidant du bistouri. D'abondants lavages au sérum physiologique achèvent de nettoyer la cavité. Des dispositifs permettant de propulser le sérum sous pression peuvent être utiles. Après nettoyage de la cavité cotyloïdienne, le bilan des lésions osseuses est fait : état du toit, des colonnes antérieure et postérieure, du fond, de la marge inférieure.

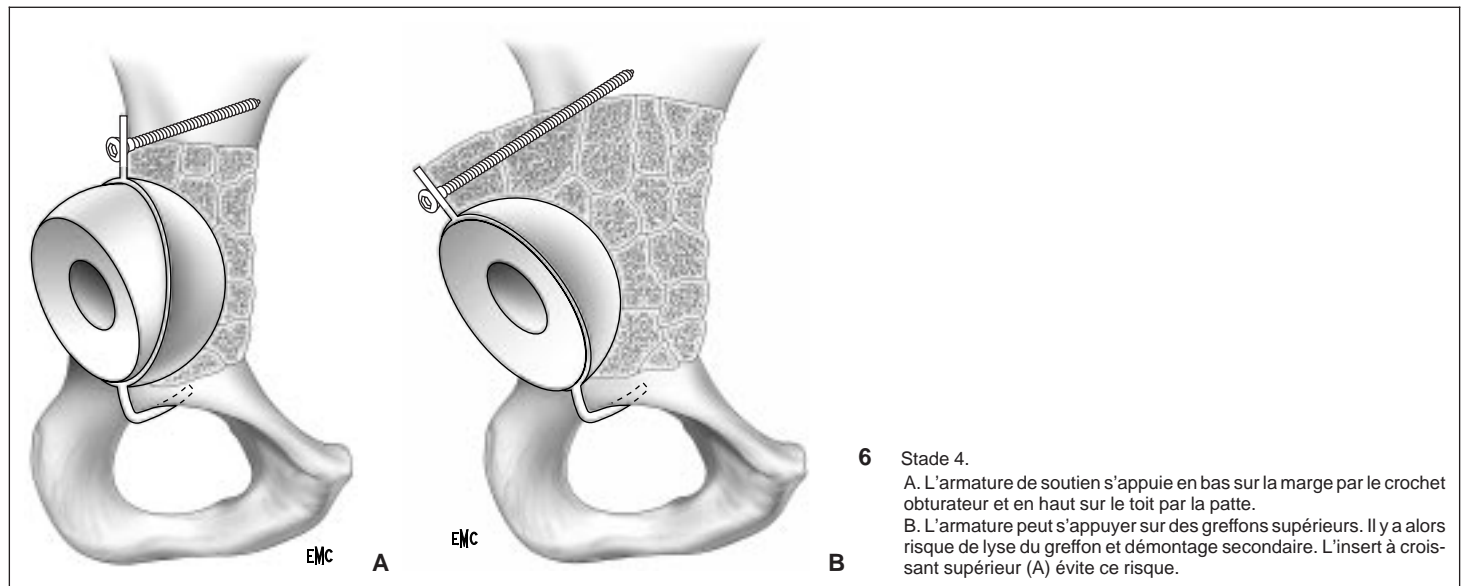
Prothèses cotyloïdiennes utilisées

Deux grands types de prothèses sans ciment peuvent être utilisées : les cupules impactées et les armatures de soutien (fig 5).

Cupules impactées

Elles ont pour la plupart une forme hémisphérique. Il existe aussi des cupules oblongues, conçues pour remplir des cavités cotyloïdiennes déformées à grand axe vertical. Quelle que soit leur forme, elles sont habituellement constituées d'une cupule métallique et d'un insert en polyéthylène. L'insert de polyéthylène doit être de très haut poids moléculaire et son épaisseur doit être au minimum de 6 mm et au mieux de 10 mm pour limiter le fluage [4, 13]. La stabilité de l'insert dans la cupule doit s'opposer à une éventuelle bascule. Les cupules sont pour la plupart en alliage de titane TA6V, matériau le plus performant en matière d'ostéoadhérence. Le traitement de surface de la convexité de la cupule favorise cette adhérence osseuse. Parfois simple rugosité de surface obtenue par sablage du titane, il permet une adhérence osseuse en surface ou *bone ongrowth*. Il s'agit parfois de traitements de surface plus complexes, treillis de fibres de titane, microbilles, etc, qui favorisent la pénétration de l'os dans ces microstructures, réalisant un *bone ingrowth*. Certaines sont revêtues d'un traitement de surface bioactif, habituellement l'hydroxyapatite, qui accélère et stimule la conduction osseuse au contact de la prothèse.

La stabilité primaire est assurée soit par des vis ou des pointes, soit par effet *press fit* par impaction d'une cupule d'une taille supérieure au fraisage. La technique [4, 5] décrite utilise une prothèse (fig 5B) constituée d'une cupule hémisphérique de titane et d'un insert de polyéthylène de haute densité. La cupule est pourvue de quatre pointes et de trous permettant la mise en place éventuelle de vis à spongieux de titane de 6,5 mm de diamètre. Le fond de cette cupule est percé d'un trou central permettant de contrôler le contact avec le fond du cotyle osseux. Une fente inférieure lui donne une élasticité à l'impaction. La surface extérieure de la cupule est sablée et couverte d'un revêtement d'hydroxyapatite d'une épaisseur de 100 µm. La faible épaisseur de la cupule d'alliage de titane (TA6V) de 2,5 mm permet l'utilisation d'inserts de polyéthylène d'épaisseur maximale. L'insert est maintenu dans la cupule élastique par un système de serrage automatique. Cet insert existe en deux versions, l'une à bord plat, l'autre avec un croissant antiluxation. Quatorze tailles sont disponibles (diamètre extérieur de 44 à 70, de 2 en 2 mm).



Armatures de soutien

Elles sont conçues pour assurer un appui à la périphérie du cotyle osseux [1]. La meilleure stabilité est obtenue par un crochet inférieur (fig 5C, D, E) à placer dans le trou obturateur et une collerette supérieure ou des pattes permettant la mise en place de vis à spongieux dans le toit. Elles sont habituellement en alliage de titane, avec rugosité de surface obtenue par sablage et revêtement hydroxyapatite. Certaines sont en titane pur, plus malléable, ce qui a l'avantage de permettre de plier les pattes dans la position adéquate pour la meilleure adaptation à la cavité cotyloïdienne déformée. Cependant le titane pur est plus fragile que l'alliage et des fractures de patte ont été décrites. Comparables aux anneaux de soutien avec ciment, elles s'en distinguent par le fait que la surface en contact avec l'os est rugueuse pour favoriser l'adhérence osseuse et que l'insert n'est pas cimenté dans l'armature métallique mais stabilisé par encliquetage. Après fixation dans un os détruit, il n'est pas rare que la position en inclinaison ou en antéversion de la prothèse soit imparfaite (il s'agit le plus souvent d'une verticalisation). Il existe donc des inserts à rebord orientable qui permettent de compenser ce vice de positionnement (fig 6).

Mise en place de la prothèse cotyloïdienne

Il faut tout d'abord repérer l'emplacement du trou obturateur. Le tissu fibreux inférieur a été excisé, ceci étant nécessaire pour repérer le vide sous-jacent correspondant au trou obturateur. La prothèse cotyloïdienne doit être placée juste au-dessus de ce repère pour éviter une ascension du centre de rotation de la hanche. On procède au fraisage de la cavité cotyloïdienne en commençant avec une fraise de petit calibre. Ce fraisage doit être très prudent et économique. Il a pour but d'aviver l'os acétabulaire scléreux pour obtenir une surface osseuse saignante et vivante. Il permet aussi de redonner une forme hémisphérique au cotyle et de déterminer le diamètre de la cavité. La technique dépend alors de l'importance des dégâts.

Stade 1 (capital osseux correct)

La technique est comparable à une implantation de première intention (fig 7) : le calibre de la fraise est augmenté jusqu'à ce qu'elle remplisse la cavité cotyloïdienne et soit stable dans tous les plans. Le diamètre de la dernière fraise détermine le diamètre de l'acétabulum. Pour obtenir une stabilité à l'impaction, il est recommandé de rechercher un effet *press fit* en utilisant une cupule de diamètre de 2 mm supérieur au dernier fraisage. L'élasticité de la cupule entraîne une fermeture de la fente à l'impaction, puis un effet d'expansion lors de la mise en place de l'insert. Un impacteur guide permet d'impacter la cupule avec un repère d'inclinaison à 45° par rapport à l'horizontale et en légère antéversion de 10°. Avant l'impaction, il faut s'assurer que la cavité cotyloïdienne est propre, que des reliquats fibreux ne risquent pas de s'interposer, et

que des ostéophytes ne risquent pas d'entrer en conflit avec la cupule ; dans ce cas, ils doivent être réséqués. Après impaction, il convient de vérifier que le fond de la cupule est bien en contact intime avec le fond de la cavité. Si nécessaire, un complément d'impaction est réalisé. La stabilité primaire est contrôlée systématiquement en réalisant une traction sur la cupule, à l'aide d'un crochet prévu à cet effet. Si malgré une forte traction la cupule reste parfaitement stable, il n'est pas nécessaire de mettre en place des vis, ce qui est habituel à ce stade 1 de destruction. L'insert de polyéthylène comporte une collerette qui est affrontée au cotyle métallique d'abord dans la partie basse, puis il est basculé à l'aide de l'impacteur à noyau.

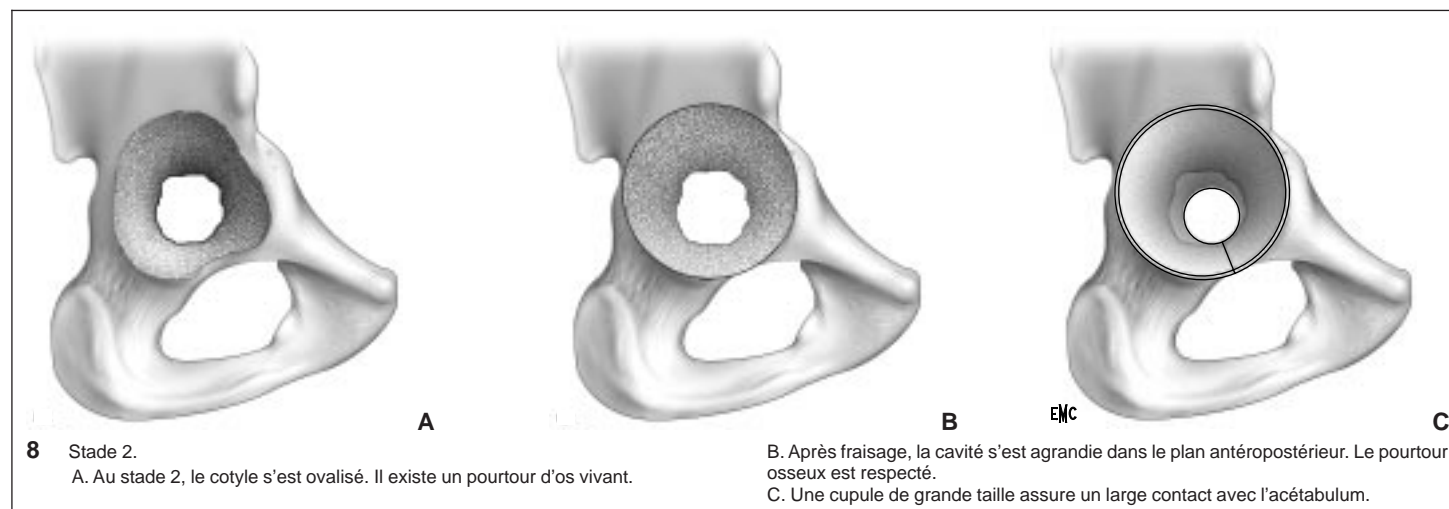
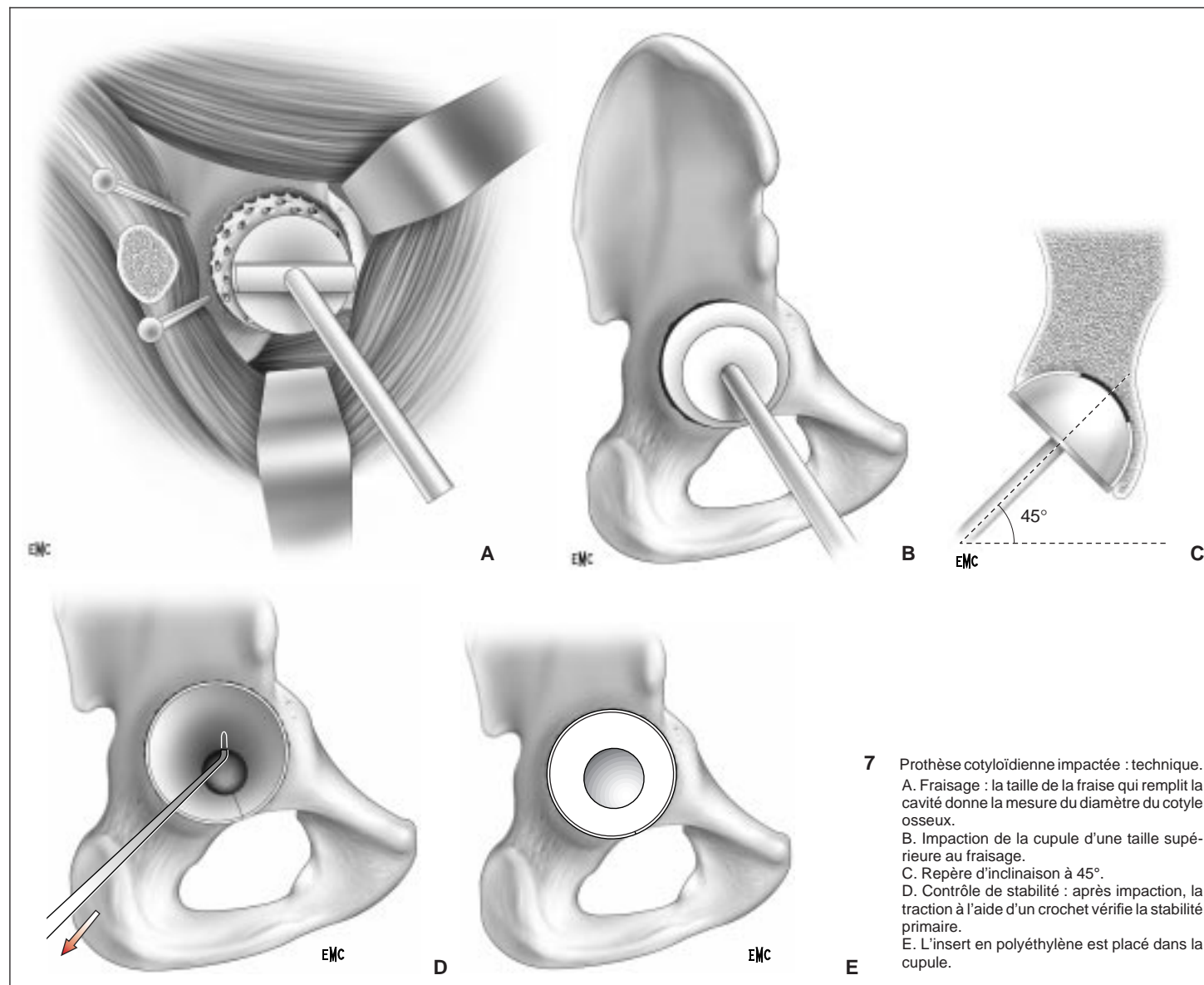
Stade 2 (cotyle continu fragile voire pellucide ± trou au fond)

À ce stade, la cavité est agrandie et il est nécessaire d'utiliser des cupules de grande taille pour obtenir un appui périphérique direct sur l'os resté vivant sur le pourtour cotyloïdien (fig 8). L'important pour la tenue de la cupule impactée, c'est la continuité osseuse au pourtour du cotyle ; elle s'appuie sur le toit, les colonnes antérieure et postérieure, et sur la marge inférieure. Celle-ci est particulièrement importante et la cupule doit être bien appliquée à cet endroit pour éviter une protrusion. L'existence d'un defect au fond de la cavité cotyloïdienne ne pose pas de problème si ce pourtour est continu.

On augmente le calibre des fraises jusqu'à obtenir un remplissage de la cavité. Lorsque celle-ci est ovale, le plus souvent à plus grand diamètre vertical, le fraisage hémisphérique agrandit le diamètre antéropostérieur, ce qui habituellement ne nuit pas à la stabilité. La plus grande fraise stable dans tous les plans détermine le diamètre du cotyle. La cupule d'une taille supérieure de 2 mm à ce diamètre est impactée. À ce stade 2, des cupules de grand calibre de l'ordre de 60 mm de diamètre sont utilisées. Si la stabilité à la traction au crochet n'est pas parfaite, une ou plusieurs vis sont mises en place [5].

Mise en place des vis

La première vis doit être placée au centre du toit, dans un des trous centraux de la cupule (cf fig 11). La mèche de calibre 5 mm munie du flexible ne doit en aucun cas être dirigée vers l'avant, pour éviter de blesser les vaisseaux iliaques situés en avant [33]. Après perçage, la longueur de la vis est mesurée à l'aide du mesureur livré avec l'ancillaire. La vis à spongieux de calibre 6,5 mm et de longueur égale à la mesure est vissée à l'aide du tournevis à cardan. Si la tenue de cette vis est bonne, une seule vis est suffisante pour obtenir une stabilité primaire, le temps que l'ostéoadhérence soit acquise (1 mois) grâce au traitement de surface bioactif. Dans le cas contraire, une ou deux vis sont mises en place en arrière de la vis centrale. Les têtes de vis ne doivent pas affleurer du plan de la cupule sous peine d'entrer en conflit avec l'insert. Pour cela, les vis doivent être strictement perpendiculaires à la cupule. L'insert est ensuite introduit comme indiqué (cf supra).

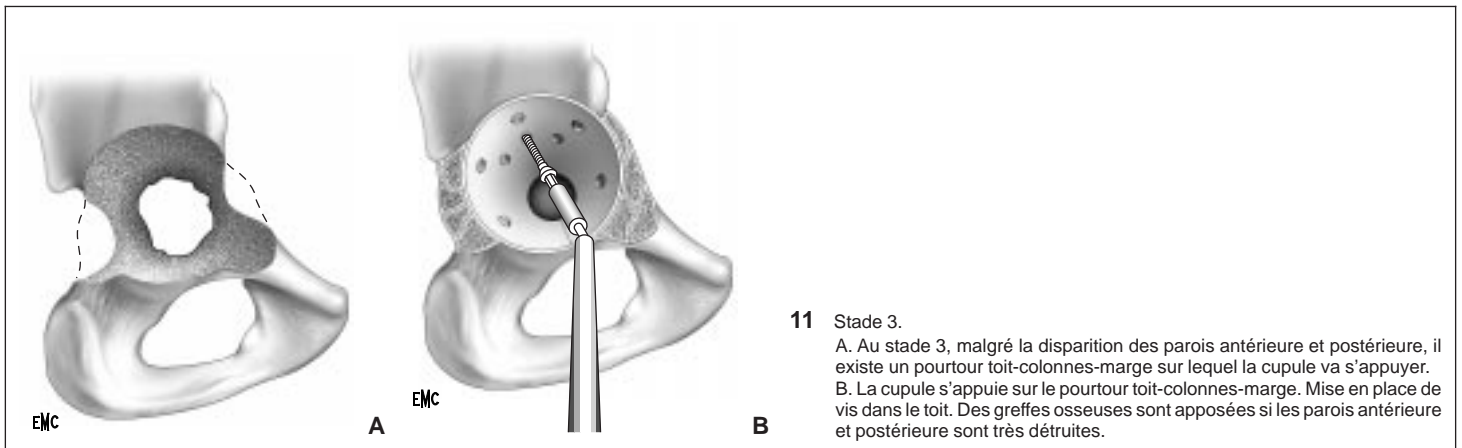
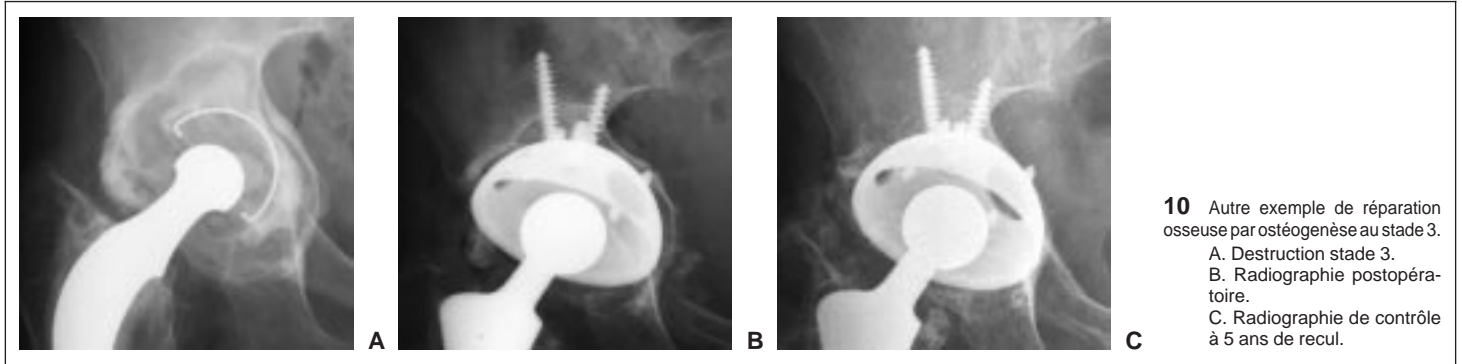
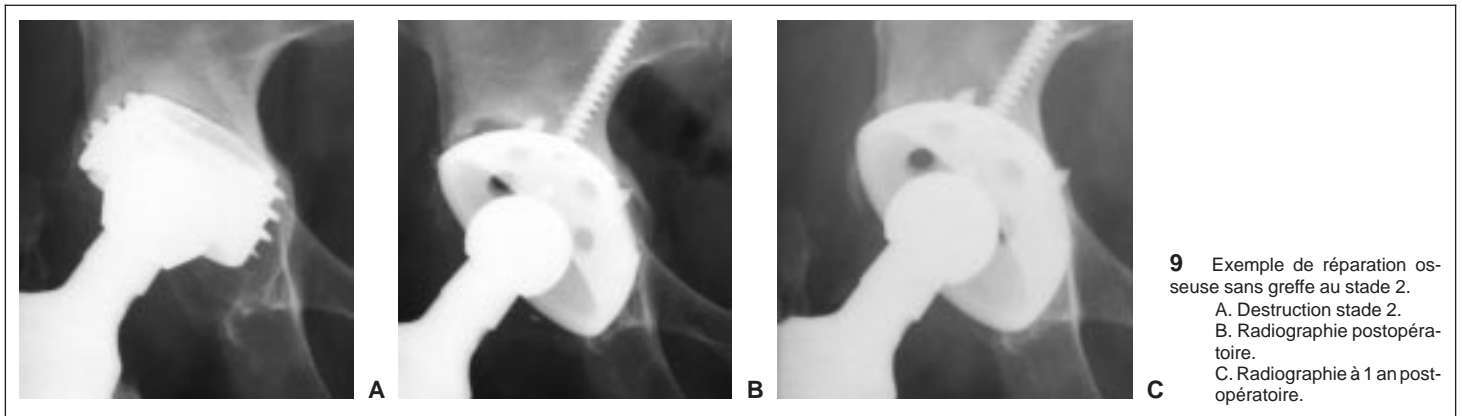


Pas de greffes osseuses

Au stade 2, les greffes ne sont habituellement pas nécessaires [5, 22, 23, 28]. Les géodes disparaissent grâce à l'ostéogénèse (fig 9). Dans de rares cas où une géode persistante après fraisage mesure plus d'un demi-centimètre de profondeur, elle est comblée de préférence avec un fragment osseux prélevé lors de l'abord (ostéophyte), plus rarement avec des substituts osseux. La stabilité secondaire par adhérence osseuse

au traitement de surface des cupules impactées nécessite impérativement un contact direct os vivant-implant sur la plus grande surface possible. Les reconstructions sur greffes volumineuses massives ou morcelées, interposant de l'os mort entre cupule et os vivant, sont incompatibles avec cette technique [5, 13, 22, 23, 28].

Reconstruire le capital osseux par des greffes est-il nécessaire ? La technique assurant une stabilité de la prothèse au contact de l'os vivant



évite l'aléa des greffes dont la résorption est possible. Elle permet la reconstruction d'une paroi continue cotyloïdienne d'épaisseur faible mais de trophicité satisfaisante, avec disparition des géodes. La large surface de contact prothèse-os, obtenue grâce aux cupules de grande taille, permet une large répartition des contraintes qui peut éviter la protrusion à long terme.

Stade 3 (Disparition de deux parois)

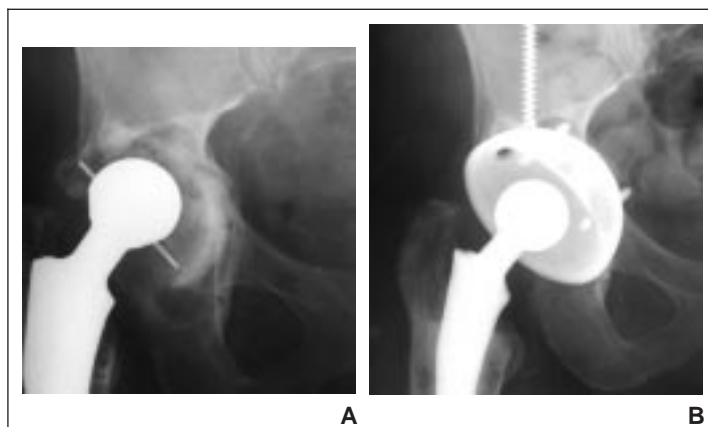
À ce stade, l'utilisation de cupules impactées est possible (fig 10). Le toit du cotyle, même très altéré, ne disparaît jamais complètement, et il y a toujours de l'os en haut dans l'épaisseur de l'os iliaque. La marge inférieure est également présente. La disparition de deux parois concerne habituellement les parois antérieure et postérieure. Dans la plupart des cas, malgré la destruction des parois, il persiste de l'os vivant dans l'épaisseur des colonnes en avant et en arrière du defect du fond. L'objectif est d'appuyer la cupule sur cet anneau osseux conservé (fig 11). On fraise pour redonner, comme précédemment, une forme hémisphérique à cette grande cavité, et l'on fixe par des vis iliaques la plus grande cupule possible. Pour cela, de très grandes cupules, jusqu'à 74 mm de diamètre, sont utilisées. La stabilité primaire est obtenue par vissage, puis les parois antérieure et postérieure sont reconstruites par greffes (autogreffes, os lyophilisé ou substituts osseux). Ces greffes apposées à la cupule n'ont aucun rôle mécanique immédiat. Si la stabilité n'est pas obtenue par les vis, il faut renoncer à cette technique et employer une armature de soutien comme au stade 4 (cf infra).

Centre de rotation de la hanche

L'utilisation de grandes cupules entraîne-t-elle une ascension du centre de la hanche ? Schutzer et Harris ^[27] ont montré que les résultats fonctionnels étaient satisfaisants. Dans notre expérience ^[5], nous avons constaté que l'ostéolyse s'étend habituellement vers le bas (marge inférieure), comme vers le haut (toit) ; le centre de rotation de la hanche n'est donc que peu modifié (fig 12).

Stade 4 (disparition de plus de deux parois et/ou fracture)

Au stade de très grande destruction, la reconstruction par armature de soutien et greffe osseuse est obligatoire (fig 13). Après excision des tissus pathologiques, la reconstruction osseuse est confiée à des greffes d'os spongieux autologue (crête iliaque), à de l'os spongieux lyophilisé, ou à des substituts osseux. De petits fragments morcelés sont utilisés de préférence aux greffes massives dont la réhabilitation au cœur de la greffe semble difficile à obtenir ^[10]. Les pertes de substance du fond du cotyle, des parois antérieure et postérieure, les géodes du toit sont comblées. Ces greffes sont impactées à l'aide d'un impacteur muni d'un embout hémisphérique du diamètre de l'armature choisie. Une gamme de plusieurs tailles d'armature permet de s'adapter à la dimension du cotyle à reconstruire. Le crochet inférieur de la prothèse cotyloïdienne est tout d'abord introduit dans le trou obturateur (fig 6). Il est important



12 Centre de rotation de la hanche.
A. L'ostéolyse s'est étendue en bas comme en haut.
B. Le centre des grandes cupules n'est pas éloigné du centre de rotation de la hanche.



13 Stade 4. Une armature de soutien sans ciment protège les greffons.

de débuter par ce temps, car il permet de centrer convenablement l'armature de soutien et d'éviter une rupture du cintre cervico-obturateur. La prothèse est alors impactée sur les greffes de manière à amener la collerette supérieure au contact de ce qui reste de toit du cotyle. Pour éviter une verticalisation excessive de celle-ci, il est possible d'interposer une greffe entre la collerette et le toit (fig 6). Cependant, cette greffe risque d'être très sollicitée ; sa résorption ultérieure risque alors d'entraîner une faillite du montage. C'est la raison pour laquelle nous préférons, dans ces cas, laisser la prothèse en position verticale et compenser cette imperfection par l'utilisation d'un insert pourvu d'un large croissant qui permet une bonne couverture de la tête prothétique fémorale (fig 6). De même, dans le plan frontal, nous essayons de placer l'armature en légère antéversion. Si cela est difficile en raison d'une disparition de la paroi postérieure, le croissant de l'insert est positionné en arrière pour limiter les risques de luxation postérieure. L'ostéosynthèse est confiée à des vis de titane de diamètre 6,5 mm. Tout comme pour les cupules impactées, les trous sont percés à la mèche de 5 mm de diamètre, en évitant un échappement en avant comportant un risque de lésion vasculaire. La mèche, pourvue de son flexible, est donc de préférence dirigée en haut et en arrière. Les vis sont mises en place dans la collerette supérieure grâce au tournevis à cardan. Au nombre minimal de deux, elles recherchent une tenue correcte dans l'os iliaque. La stabilité primaire est testée par traction. L'insert est ensuite encliqueté dans la position assurant la meilleure couverture possible de la tête fémorale prothétique. Pour toute prothèse sans ciment de première intention, ou en reprise, au cotyle comme au fémur, les tests de stabilité primaire sont essentiels.

Il ne faut jamais rester sur un doute : la stabilité du montage doit être certaine.

Les précautions postopératoires sont communes aux reprises de cotyle et de fémur et sont décrites à la fin de l'article.

Reprise de prothèse fémorale descellée

Planning préopératoire

L'importance des lésions est évaluée sur des radiographies standards de fémur, de face et de profil. Le bilan évalue l'épaisseur des corticales externe et interne sur la radiographie de face et des corticales antérieure et postérieure sur la radiographie de profil. La stabilité de la prothèse dépend de ces corticales. Il est alors possible de classer les dégâts dans un des quatre stades de la classification de la SOFCOT (fig 2) [30]. Les calques préopératoires sont appliqués sur la radiographie à agrandissement connu identique à celui des calques (le plus souvent 1,15). La taille et la longueur de la prothèse à utiliser sont ainsi déterminées. Il ne s'agit que d'une estimation car, comme pour le cotyle, le bilan définitif des dégradations osseuses n'est fait qu'en cours d'intervention, après ablation de la prothèse et du ciment et excision de tous les tissus pathologiques. Insistons sur la nécessité d'avoir à notre disposition, dans toute reprise de prothèse, tous les implants de reprise, courts ou longs, afin de faire face à toutes les éventualités possibles.

Voies d'abord et ablation des tissus dégradés

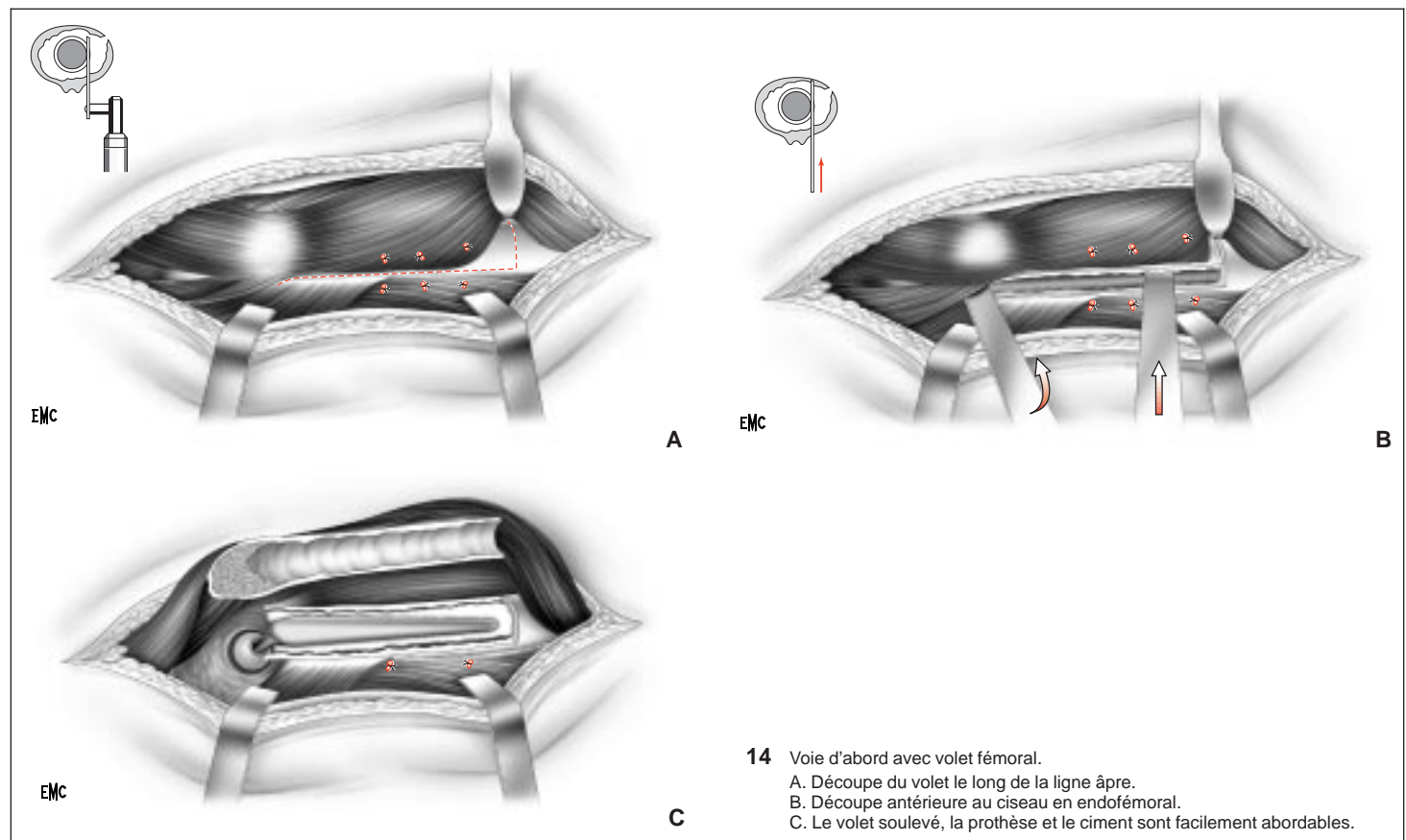
Voie d'abord haute, intrafémorale

Toutes les voies d'abord peuvent être utilisées, qu'elles soient antérieures, postérieures ou externes.

La voie d'abord postérieure avec barrette (cf supra) a notre préférence pour les stades 1 (fémur correct) et 2 (corticale interne préservée) de la SOFCOT. La difficulté tient le plus souvent à l'ablation du ciment qui, s'il n'est pas entièrement descellé et s'il dépasse largement la pointe de la tige en bas, pose des problèmes techniques difficiles. Au cas où on se limite à un abord supérieur sans volet, cette ablation peut être laborieuse. La prothèse fémorale descellée est retirée en frappant du bas vers le haut sur un impacteur introduit dans une loquette située sous le col fémoral, quand celle-ci a été prévue à cet effet. Dans le cas contraire, on peut prendre la tête prothétique ou le cône morse dans un davier. L'ablation du ciment descellé dans la partie métaphysaire du fémur est réalisée à l'aide d'une forte et longue pince. On s'aide d'un ciseau étroit et long pour décoller le ciment de l'os. Dans la diaphyse, la difficulté vient du jour très étroit autorisé dans cette partie cylindrique et profonde du fémur. Il faut s'aider d'un éclairage adéquat, de ciseaux longs et de curettes longues. Il existe de nombreux procédés, guides, moteurs, systèmes d'alésage [9, 11], sur lesquels nous ne nous étendons pas. L'important est d'obtenir en fin de nettoyage un fémur propre libéré des tissus granulomateux gorgés de microparticules. Quelle que soit la technique, elle ne met pas à l'abri de fausses routes, de fragilisations, voire de fractures du fémur. Pour les éviter, il peut être préférable d'utiliser la voie d'abord avec volet fémoral, que nous utilisons systématiquement dans les stades 3 (corticale interne détruite) et 4 (fémur très détruit).

Voie d'abord avec volet fémoral, transfémorale [18, 21, 32] (fig 14)

Elle permet d'enlever la prothèse fémorale et le ciment sans risque de fracture du fémur. Le volet ne doit en aucun cas être détaché du vaste externe car, non dévascularisé, il participe, après réparation, à la reconstruction fémorale par ostéogénèse. Il oblige à utiliser des prothèses fémorales à fixation distale. En décubitus latéral, on réalise une longue incision longitudinale depuis le grand trochanter jusqu'au tiers inférieur de cuisse. Le fascia lata est fendu longitudinalement sur toute la longueur de l'incision. L'étude de la radiographie préopératoire a permis de connaître la longueur de la prothèse et du bouchon de ciment distal. On repère la longueur du volet nécessaire pour avoir un accès direct sur la prothèse et son ciment, et donc l'endroit où l'on réalise l'ostéotomie distale. Sans décoller le vaste externe, on ligature les perforantes émergeant de la cloison intermusculaire externe. On réalise une longue ostéotomie fémorale longitudinale à la scie oscillante, d'arrière en avant, tout le long de la ligne âpre, depuis le massif trochantérien jusqu'au repère distal (fig 14A). Après avoir sectionné la corticale postérieure, la lame passe en dehors de la prothèse et sectionne de l'arrière vers l'avant la corticale antérieure, réalisant ainsi un volet externe. En proximal, le grand trochanter est resté solidaire du volet. En



distal, on glisse un écarteur d'Homann étroit d'arrière en avant sous le vaste externe, à l'endroit du repère, et l'on réalise une ostéotomie transversale à la scie oscillante. On introduit d'arrière en avant un ostéotome dans le trait d'ostéotomie pour relever le volet autour de sa charnière antérieure (fig 14B). Le vaste externe n'est en aucun cas détaché du volet qui reste donc bien vascularisé. On a alors un abord très large sur la prothèse et son fourreau de ciment. L'ablation de cette prothèse et du ciment se fait sans mobiliser le membre inférieur, qui est resté posé sur le plan de la table tout le temps de cet abord. Il n'y a donc aucun risque de fracture du fémur pendant ce temps d'exposition et d'ablation. À remarquer que nous ne luxons pas la hanche. La tige prothétique est tout d'abord soulevée par son extrémité inférieure, dégagée du fémur, puis, après section de la capsule en haut, la tête de la prothèse est extraite de l'articulation. La synthèse du volet est réalisée par des cercles métalliques ou de fort Nylon (diamètre 8).

Prothèses fémorales utilisées (fig 15)

Les prothèses fémorales sans ciment peuvent être courtes ou longues.

Prothèses courtes

Elles sont réservées aux stades 1 et 2 et à la voie intrafémorale. Il en existe de différentes conceptions [7, 15]. L'important est qu'elles aient une bonne stabilité primaire et qu'un traitement de surface assure une adhérence osseuse étendue et durable. Elles sont habituellement en alliage de titane TA6V, à surface sablée et recouverte d'hydroxyapatite soit sur toute la longueur de la tige, soit uniquement en métaphyse. Certains font réaliser des prothèses sur mesure [8] pour obtenir une adaptation théoriquement parfaite à l'os receveur. Nous décrivons la technique utilisant une prothèse modulaire qui permet une adaptation à l'anatomie du fémur à moindre frais (fig 15B). Cette prothèse est conçue pour se fixer en métaphyse. La partie métaphysaire est large dans sa partie supérieure, tant dans le plan frontal que sagittal. Elle est courbe pour s'adapter à la courbure fémorale. La partie diaphysaire est constituée d'une tige droite de calibre variable. Les deux pièces sont unies l'une à l'autre par un système de vissage.

Prothèses longues

Elles sont conçues pour se fixer en diaphyse, en dessous de la zone détruite par le descellement. Elles sont réservées aux stades 3 et 4 et à la voie transfémorale. La fixation distale peut être confiée à un vissage [2, 14], à un ajustage [6, 25, 32] ou à un verrouillage [21, 31] (fig 15). Les techniques de vissage nous paraissent difficiles. Les tiges ajustées sont conçues pour éviter rotation et enfoncement. Elles posent, pour certaines, des problèmes d'enfoncement secondaire. Nous utilisons le verrouillage distal qui est à notre avis plus facile à fixer et surtout à régler. Les tiges verrouillées sont fixées par au moins deux vis, ou mieux, par deux clavettes dans la diaphyse, vis filetées uniquement sous la tête, ce qui augmente leur résistance en charge. Certaines de ces prothèses sont monoblocs, d'autres en deux parties, réglables en longueur et en antéversion.

Nous décrivons la technique utilisant une prothèse modulaire constituée de deux parties, l'une diaphysaire, l'autre métaphysaire (fig 15F) pour faciliter le réglage de la longueur et de l'antéversion. La partie diaphysaire est une tige courbe. Elle existe en quatre diamètres et deux longueurs. Elle est lisse et non réhabitable pour faciliter son ablation éventuelle. Elle est percée de trous distaux frontaux permettant un verrouillage distal. La partie métaphysaire existe en trois diamètres et trois longueurs. Elle est revêtue d'hydroxyapatite. Les deux parties sont en alliage de titane TA6V. Elles sont assemblées par un système de vissage validé.

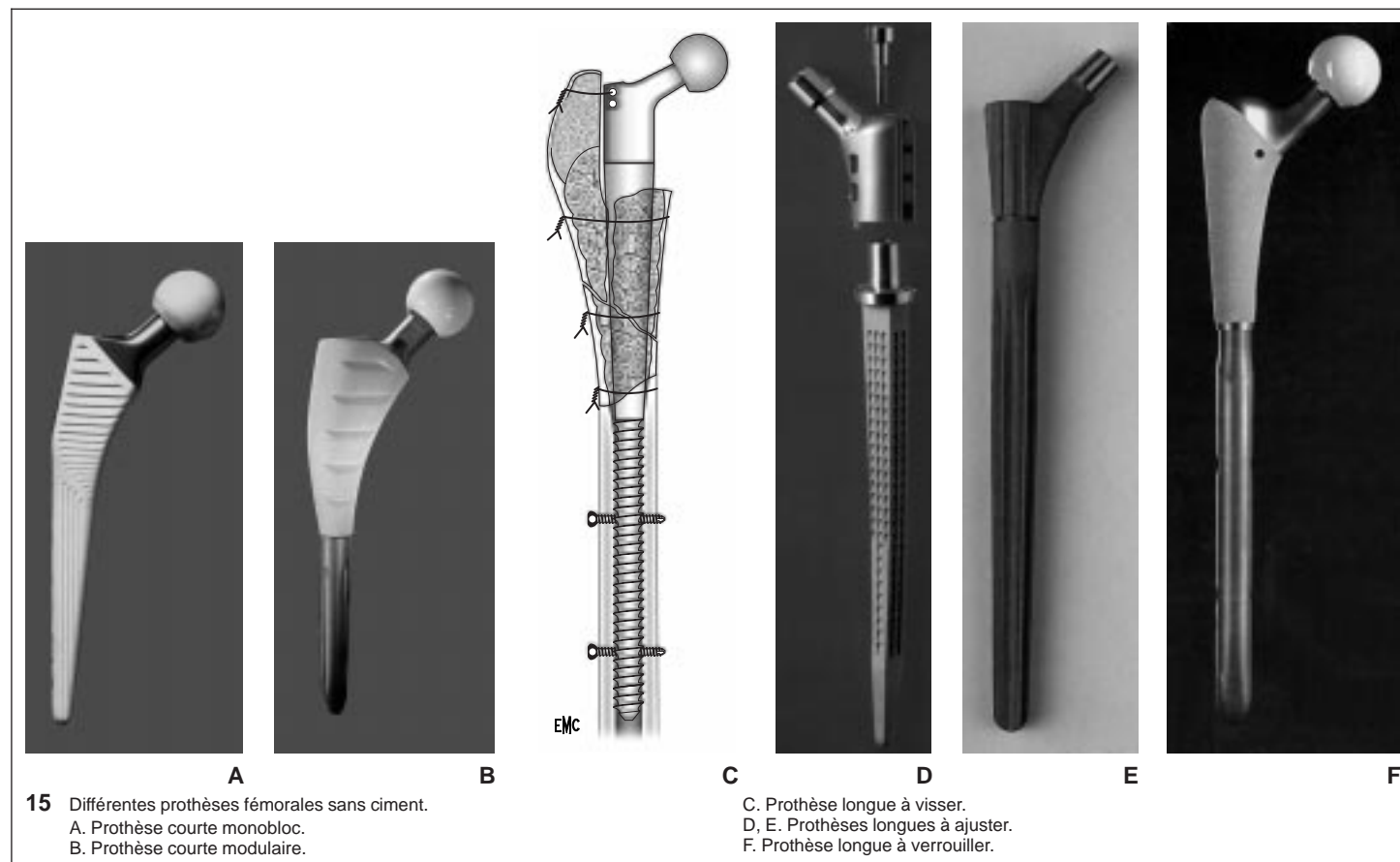
Cette gamme de prothèses fémorales, courtes et longues, permet de faire face à toutes les éventualités.

Mise en place de la prothèse fémorale

L'objectif commun à toutes les techniques est d'obtenir une stabilité primaire dans un os bien vascularisé.

Stade 1 (fémur correct) : désescalade (fig 16)

Il est habituellement possible de réaliser une « désescalade ». Son principe est de ne pas augmenter la longueur de la prothèse, ou mieux de la diminuer, afin d'éviter d'augmenter l'étendue de l'ostéolyse en cas de descellement itératif (escalade dans l'ostéolyse). Pour cela, nous utilisons une prothèse à fixation métaphysaire (fig 17). En effet, comme



pour une première intention, la fixation doit être métaphysaire afin d'éviter les douleurs de cuisse et de transmettre les charges à la diaphyse déviant les contraintes et pouvant entraîner un *stress shielding*. Le diamètre diaphysaire est d'abord mesuré à l'aide d'alésoirs, utilisés non comme alésoirs mais comme mesureurs (fig 16A). En commençant par la plus petite taille (9 mm), les alésoirs rigides sont introduits successivement dans la diaphyse. Le diamètre du canal médullaire diaphysaire correspond à la taille de l'alésoir qui entre en contact avec les corticales. On choisit la tige de 1 mm plus petite que le diamètre diaphysaire (par exemple : diamètre fémoral 10 mm, tige 9 mm). Les râpes, de formes identiques aux prothèses, sont ensuite introduites successivement dans la métaphyse. On commence par la râpe la plus petite, puis la taille est progressivement augmentée jusqu'à parfaite adaptation. Pour éviter toute fissure du col, il est recommandé de pousser la râpe en dehors, c'est-à-dire vers le grand trochanter pendant l'impaction (fig 16B). Par des coups de marteau modérés, cette impaction est réalisée jusqu'à ce que la râpe arrive en butée et ne puisse plus progresser. L'important est de s'assurer de la parfaite stabilité de la prothèse dans les trois plans : frontal, sagittal et horizontal. Pour cela, les tests de stabilité sont essentiels : exercer par l'intermédiaire du manche de râpe un effet de levier successivement dans les trois plans, et vérifier l'absence de mobilité (fig 16C). Une clé dynamométrique peut être utilisée. Les essais de longueur et de stabilité de la hanche sont réalisés après avoir placé la tête d'essai. Il ne reste plus qu'à mettre en place la prothèse définitive correspondant à la taille de la râpe stable. Cette technique est délicate et nécessite un apprentissage.

Stade 2 (corticale externe fragile)

Une désescalade est possible (fig 18) si les corticales antérieure, postérieure et interne sont résistantes. Au moindre doute sur la stabilité primaire, il est préférable de réaliser un verrouillage distal.

Stade 3 (corticale interne fragile) et stade 4 (fémur détruit)

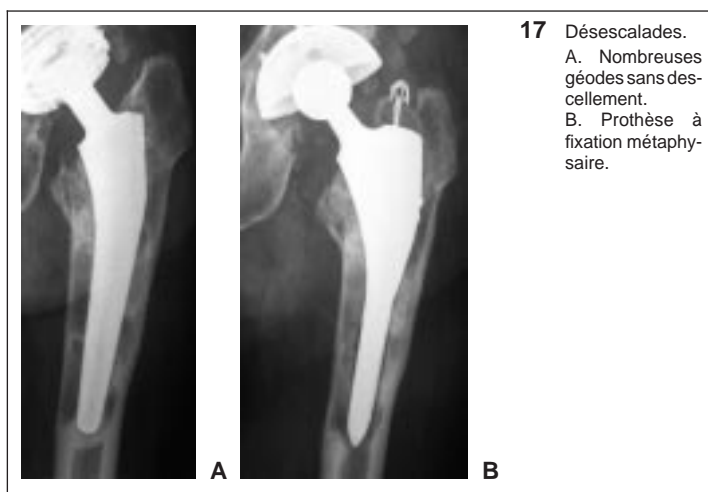
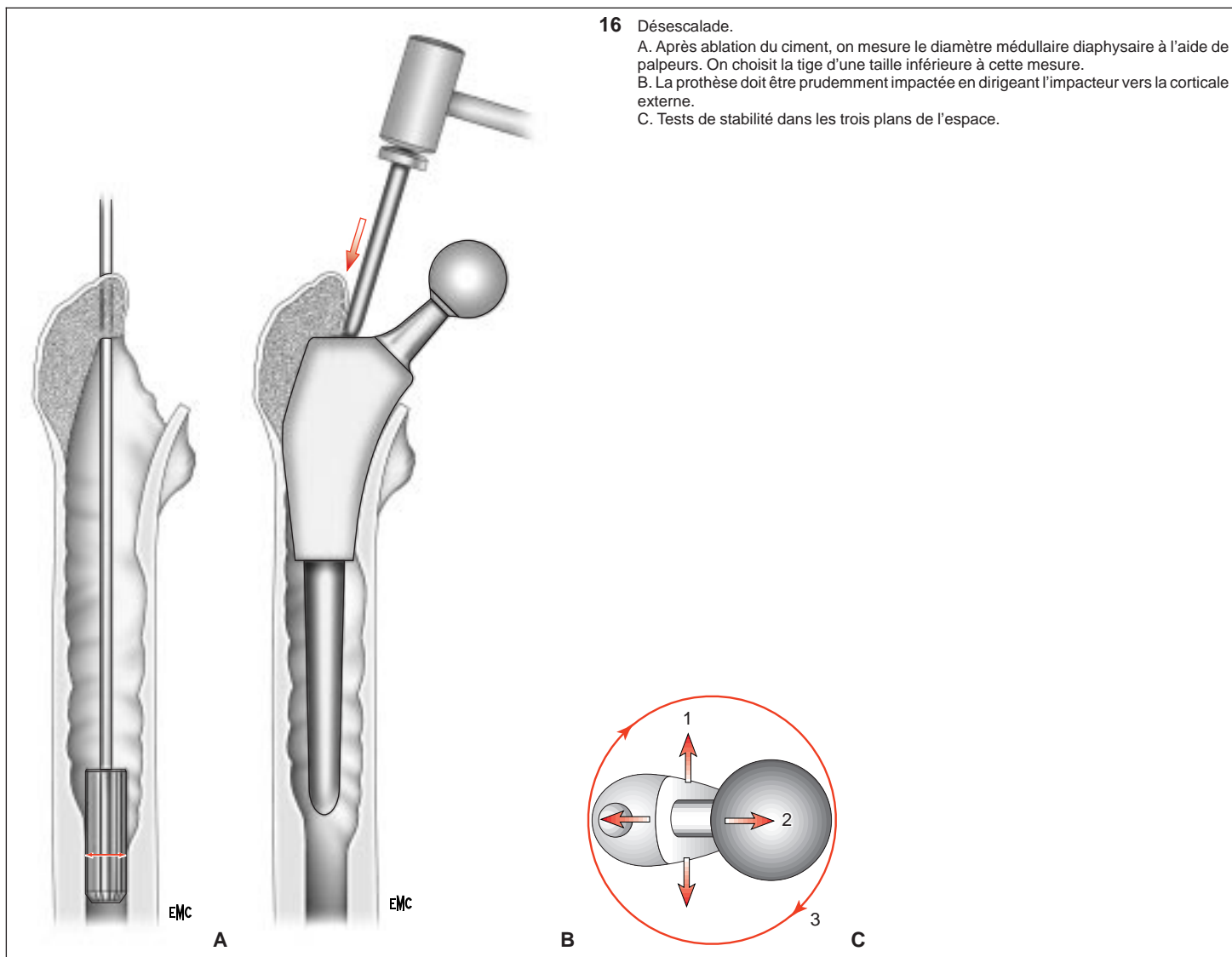
La voie d'abord avec volet fémoral est systématiquement utilisée. La prothèse à tige longue peut être vissée (fig 19), ajustée ou verrouillée (fig 20). Dans tous les cas, le diamètre médullaire diaphysaire sous la

zone lésée est mesuré à l'aide d'alésoirs de taille croissante (fig 21A, B). La prothèse à longue tige doit avoir une longueur suffisante pour dépasser la limite inférieure du volet et permettre le vissage distal par deux vis dans le fémur resté sain. Le diamètre de la tige est légèrement plus petit que le diamètre du canal diaphysaire mesuré par les alésoirs-mesureurs (par exemple : diamètre fémoral 10 mm, tige 9 mm). La partie inférieure de la tige est introduite dans le fémur jusqu'à ce que les trous distaux soient placés dans la diaphyse saine (fig 21C). La vis supérieure doit être à au moins 2 cm en dessous du volet. Le viseur fixé sur la prothèse permet de réaliser le perçage des trous. La longueur des vis est mesurée et les vis sont vissées jusqu'à blocage. La partie métaphysaire d'essai est choisie de manière à régler la rotation et la longueur, d'orienter correctement le col fémoral, et d'assurer une bonne stabilité de la tête dans le cotyle. La partie métaphysaire de la prothèse définitive, identique à la prothèse d'essai, est fixée à la tige distale par un système de vissage. Un nouvel essai en longueur et en orientation est réalisé. La tête prothétique choisie, à col court, moyen ou long, est alors placée sur le cône morse. La hanche est réduite.

Le volet et le vaste externe qui y est inséré sont rabattus sur la prothèse. Ils reprennent leur place. La prothèse est volontairement peu encombrante, en métaphyse, pour ne pas s'opposer à cette réduction. Deux à trois cercles suffisent à la synthèse.

Technique dite du « fagot » (fig 22)

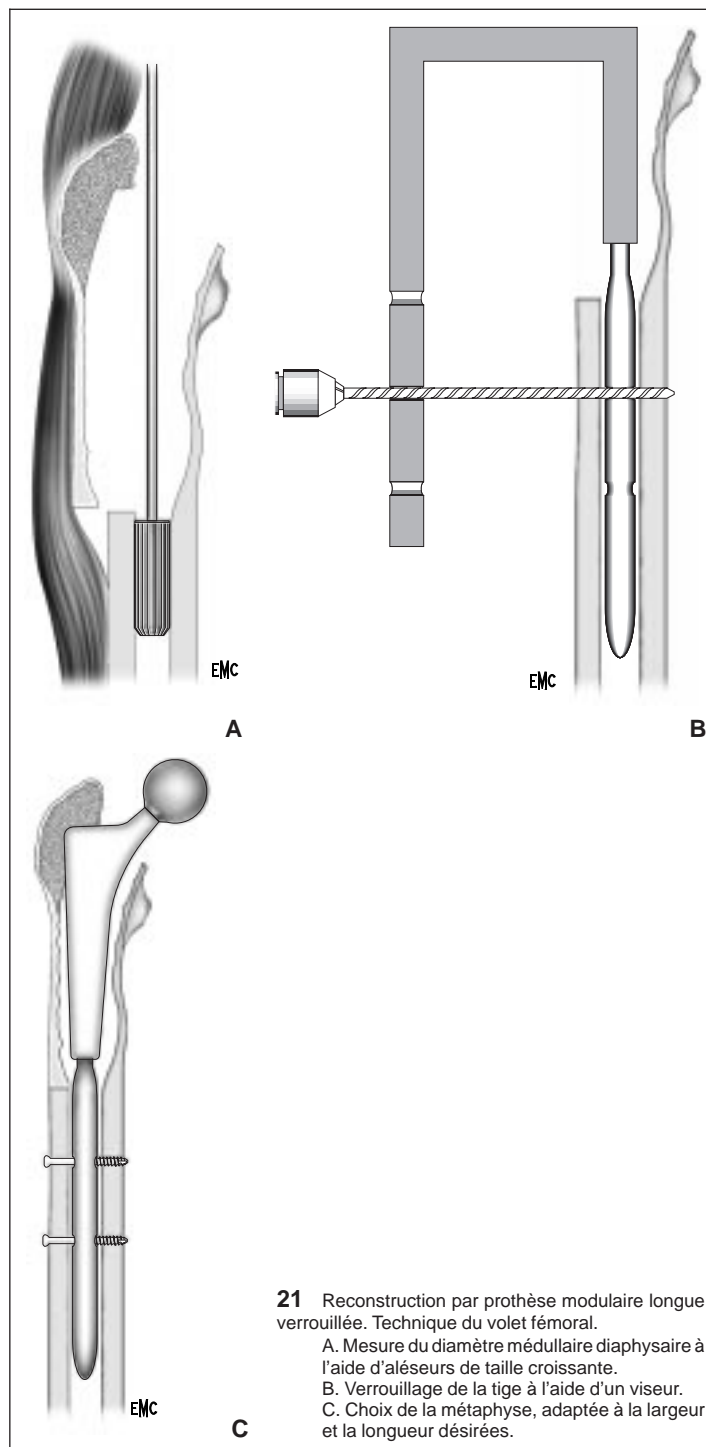
Au cas où le fémur ne s'applique pas spontanément autour de la prothèse, il est possible d'amener les corticales métaphysaires au contact de la prothèse par la technique dite du « fagot ». À la scie oscillante, à la face endofémorale pour ne pas dévasculariser, le volet et la partie interne proximale du fémur sont coupés longitudinalement en plusieurs bandes d'os plus faciles à adapter à la prothèse. Le « fagot », constitué des baguettes de fémur bien vascularisées, est assemblé tout autour de la prothèse et fixé par deux ou trois cercles d'acier ou de fort Nylon. Après réinsertion du volet, la barrette trochantérienne est fixée au fémur par deux cerclages. Un ou deux drains de Redon sont placés entre le vaste externe et le fascia lata. La fermeture du fascia lata se fait par des points séparés de fil résorbable. La sous-peau et la peau sont suturées.



Précautions postopératoires

Le jour de l'intervention, une attention particulière est apportée au traitement de la douleur, la qualité du vécu de l'intervention et de ses suites conditionnant au moins en partie la rapidité de la récupération fonctionnelle. Une antibioprophylaxie systématique est réalisée le jour de l'intervention. Le traitement anticoagulant par héparine à bas poids moléculaire est commencé dès le soir de l'intervention et poursuivi pendant 1 mois. Le lever au fauteuil est effectué dès le lendemain de

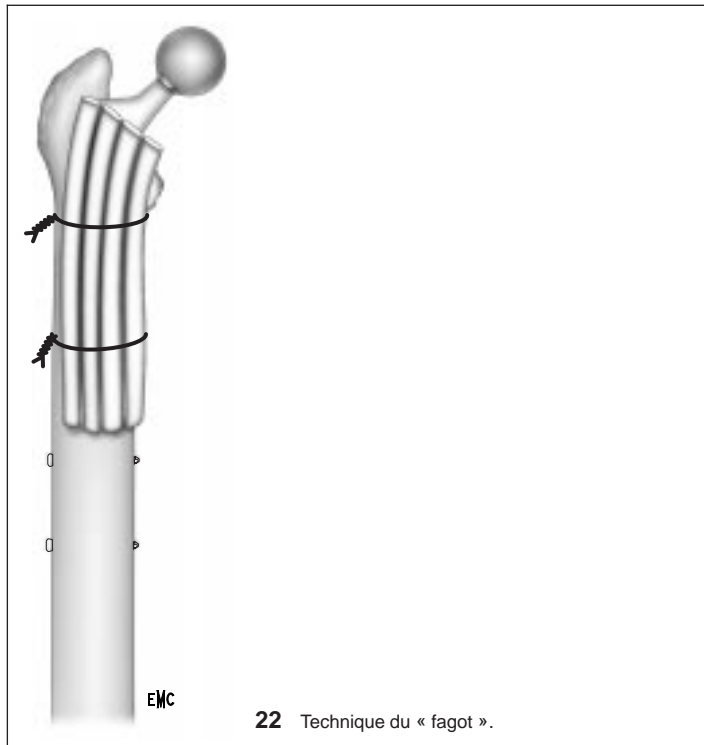
l'intervention et pendant les 3 premiers jours. Le troisième jour, les drains de Redon sont enlevés. La marche est autorisée avec deux cannes anglaises le troisième jour, avec appui franc dans tous les cas où la stabilité des implants a été vérifiée avec certitude en peropératoire, ce qui doit être la norme. Cette mise en charge immédiate favorise la récupération d'une bonne trophicité osseuse. Les précautions d'usage



•
•

L'avantage principal des reprises de prothèses cotyloïdiennes descellées par cupules non cimentées est de permettre la réparation de l'os acétabulaire par ostéogénèse autour d'un implant stable et pourvu d'un traitement de surface assurant une adhérence osseuse sans l'aléa des greffes. Ce but peut être atteint dans la plupart des cas aux stades 1, 2 et 3 de la classification de la SOFCOT. Dans un stade 1 ou 2 peu dégradé, on peut utiliser une cupule impactée dans des conditions proches d'une arthroplastie de première intention sans greffes. Dans un stade 3, il faut utiliser une cupule spéciale de grande taille. Ce n'est qu'au stade 4 très détruit, qu'il est nécessaire de s'appuyer sur une armature de soutien et d'associer des greffes massives.

pour éviter une luxation de prothèse sont enseignées par le masseur kinésithérapeute. L'essentiel est que le malade évite pendant 2 mois tout mouvement forcé de flexion, adduction, rotation interne de hanche. L'hospitalisation est habituellement de 10 jours. Un bilan de contrôle clinique et radiologique est effectué en consultation à 1 mois, à 3 mois et à 1 an postopératoires.



22 Technique du « fagot ».

Au fémur, un stade 1 ou 2 est compatible avec une désescalade, en utilisant une prothèse à fixation fémorale haute. Au stade 3 ou 4, il est obligatoire d'avoir recours aux prothèses longues de reconstruction avec verrouillage distal.

Dans tous les cas, la parfaite stabilité de la prothèse doit être testée et certaine.

Quelle que soit la technique, il est important de penser à une éventuelle autre reprise ultérieure et la prothèse doit être relativement facile à enlever.

Malgré l'amélioration de nos techniques, il n'en demeure pas moins que plus la destruction est importante, plus la reprise chirurgicale est difficile et fait courir un risque de descellement itératif. Il est donc très important de rappeler la nécessité de surveiller les porteurs de prothèse, car il est évidemment souhaitable de réintervenir aux stades de faible destruction. Les contrôles systématiques permettent de découvrir les lésions osseuses périprothétiques (liserés, géodes) longtemps peu douloureuses avant qu'elles n'aient entraîné des dégâts importants. L'information du malade, dès la mise en place de la première prothèse, de la nécessité de prévoir un bilan de contrôle systématique au moins à 1 an, 5 ans, puis tous les 2 à 3 ans, contribue à éviter ces grandes destructions.

Références

- [1] Balay B, et le groupe ARTRO. Le système Corail dans la reprise cotyloïdienne. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1994 ; 50 : 241-248
- [2] Bousquet G, Argenson C, Godeneche JL, Cisterne JP, Gazzielly DF, Girardin P et al. Reprises après descellement aseptique des arthroplasties totales de hanche cimentées par la prothèse sans ciment de Bousquet. *Rev Chir Orthop* 1986 ; 72 (suppl II) : 70-74
- [3] D'Antonio JA, Capello WN. Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1989 ; 243 : 126-137
- [4] Dambreville A, Lautridou P. Les cotyles impactés. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 1996 ; 6 : 217-222
- [5] Dambreville A, Rolland Jacob G, Lautridou P. Reprise de prothèse cotyloïdienne par cupule impactée. *Ann Orthop Ouest* 1998 ; 30 : 40-44
- [6] Essig J, Puget J, Chaminade B, Tricoire JL, Chiron PH, Utheza G. Résultats à 5 ans d'une série homogène de 74 prothèses de reprise (système PP). Analyse de la stabilité mécanique de l'implant et de la reconstruction osseuse. *Rev Chir Orthop* 1995 ; 81 (suppl II) : 143-144
- [7] Geesink RG. Implants à revêtement d'hydroxyapatite en chirurgie de révision. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1994 ; 50 : 260-264
- [8] Hardy PH, Craviari P, Lemoine J, Lavaste F, Lortat-Jacob A, Benoit JC. FAO et analyse biomécanique d'un implant fémoral de révision morpho-adapté. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 (suppl I) : 172-173
- [9] Honnart F. Utilisation des ultrasons pour l'ablation du ciment dans les reprises de prothèses. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 ; 171-174
- [10] Hooten JP, Engh CA Jr, Engh CA. Failure of structural acetabular allografts in cementless revision hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 1994 ; 76 : 419-422
- [11] Julliard R. Une technique simple d'ablation du bouchon de ciment fémoral au cours des révisions des prothèses de hanche. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 : 161-165
- [12] Knight JL, Fujii K, Atwater R, Grothaus L. Bone-grafting for acetabular deficiency during primary and revision total hip arthroplasty. *J Arthropl* 1993 ; 8 : 371-382
- [13] Langlais F. Prothèses totales de hanche. Facteurs biologiques et mécaniques de tolérance. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1993 ; 44 : 3-22
- [14] Lecestre P, Delplace J, Poilbout P, Migeon A. Présentation de la prothèse fémorale sans ciment de reconstruction BLR. Résultats préliminaires. *Orthop Traumatol* 1993 ; 3 : 227-233
- [15] Machenaud A, et le groupe ARTRO. Le système Corail dans les révisions fémorales. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1994 ; 50 : 265-272
- [16] Manley MT, Serekian P. Wear debris. An environmental issue in total joint replacement. *Clin Orthop* 1994 ; 298 : 137-146
- [17] Morand F, Clarac JP, Gayet LE, Pries P. Reconstruction cotyloïdienne par allogreffe osseuse dans les révisions de prothèse totale de hanche. *Rev Chir Orthop* 1998 ; 84 : 154-161
- [18] Nazarian S, Müller ME. Voies d'abord de la hanche. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), Techniques Chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, 44-600, 1998 : 1-36
- [19] Paprosky WG, Lawrence JW, Cameron H. Femoral defects classifications. *Clin Appl Orthop Rev* 1990 ; 75 (suppl 9) : 9
- [20] Paprosky WG, Magnus RE. Principles of bone grafting in revision total hip arthroplasty. Acetabular technique. *Clin Orthop* 1994 ; 298 : 147-155
- [21] Picault CH. Évaluation de la voie transfémorale utilisée dans 185 cas d'échecs sévères de prothèse totale de hanche 1989-1995. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 (suppl I) : 138
- [22] Pidhorz L, Renault E, Nguyen TT. Descellements cotyloïdiens et cupules impactées sans ciment de Harris et Galante 1. *Ann Orthop Ouest* 1997 ; 29 : 25-31
- [23] Poison R, Epinette JA, Carlier Y, Duthoit E, Tillie B. Expérience à 7 ans du cotyle Arc 2f dans les révisions acetabulaires. Tactique opératoire et résultats. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1994 ; 50 : 249-259
- [24] Pollock FH, Whiteside LE. The fate of massive allografts in total hip acetabular revision surgery. *J Arthropl* 1992 ; 7 : 271-276
- [25] Puget J, Tricoire JL, Chiron PH, Colombier JA, Utheza G. Reconstruction de l'extrémité supérieure du fémur dans les reprises de prothèses totales de hanche : technique, résultats à propos d'une série de 80 cas. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 (suppl I) : 129-131
- [26] Schmalzried TP, Kwong LM, Jasty M, Sedlacek RC, Haire TC, O'Connor DO et al. The mechanism of loosening of cemented acetabular components in total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1992 ; 274 : 60-78
- [27] Schutzer SF, Harris WH. High placement of porous-coated acetabular components in complex total hip arthroplasty. *J Arthropl* 1994 ; 9 : 359-367
- [28] Tanzer M, Drucker D, Jasty M, MacDonald M, Harris WH. Revisions of the acetabular component with an uncemented Harris-Galante porous-coated prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 987-994
- [29] Vidal J, Boisard JL, Maury PH, Bensadoun JL. Conservation du fourreau de ciment fémoral dans les réinterventions sur prothèses de hanche. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 (suppl 2) : 272-275
- [30] Vives P, Delestang M, Paclot R, Cazeneuve JP. Le descellement aseptique. Définitions, classifications. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 (suppl 1) : 29-31
- [31] Vives P, Plaquet JL, Leclair A, Blejwas D, Filloux JF. Tige de reprise verrouillée pour descellement de PTH. Conception. Résultats préliminaires. *Acta Orthop Belg* 1992 ; 58 : 28-35
- [32] Wagner H. Revisions Prothese für das Hüftgelenk. *Orthopäde* 1989 ; 18 : 438-453
- [33] Wasielewski RC, Cooperstein LA, Kruger MP, Rubash HE. Acetabular anatomy and the transacetabular fixation of screws in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1990 ; 72 : 501-508

Traitement de la pseudarthrose du trochanter sur prothèse totale de hanche

M Kerboull
L Kerboull

Résumé. – La pseudarthrose du trochanter, complication rare mais possible de la voie transtrochantérienne dans l'arthroplastie totale de hanche, altère la qualité du résultat fonctionnel et nécessite, dès que le déplacement est important, une réintervention de refixation. Pour aboutir à la consolidation, forcément lente en raison de l'exiguïté du contact osseux et de la médiocre vascularisation osseuse, cette fixation doit être rigide et capable de résister longtemps à la fatigue. L'association d'un cerclage et d'un crochet trochantérien représente une ostéosynthèse qui a fait la preuve de son efficacité. Elle conduit régulièrement à la consolidation osseuse, au prix toutefois d'une décharge partielle du membre de 3 mois.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : pseudarthrose du trochanter, arthroplastie totale de hanche, ostéosynthèse par cerclages multiples et crochet trochantérien.

Introduction

La pseudarthrose du trochanter est un risque et une complication possibles de la voie transtrochantérienne dans l'arthroplastie totale de hanche. Les causes sont presque toujours d'ordre mécanique [1, 3, 8, 11] (section incorrecte, fixation insuffisante et appui complet trop précoce) et souvent associées. Les conséquences sont variables : parfois modestes, simple douleur localisée à la pression de la région trochantérienne, petite diminution de la force musculaire de l'éventail fessier ; ailleurs, nettement plus marquées : douleur et boiterie gênantes. L'insuffisance musculaire du moyen fessier peut également, sur une hanche mobile, être la cause principale ou l'une des causes de luxation récidivante de l'articulation [1, 8, 11]. Enfin, les fractures multiples des fils métalliques peuvent être la source d'une métallose localisée [6].

La rupture précoce ou plus tardive des fils de fixation du trochanter n'est pas toujours une indication impérieuse à la réintervention, surtout si la gêne fonctionnelle est minime et l'ascension du trochanter très modérée. La consolidation spontanée peut survenir en 2 à 3 mois et la fonction de la hanche finit par être excellente. Mais si l'ascension immédiate ou progressive du médaillon trochantérien est supérieure à 1 cm, les chances de consolidation spontanée sont minces et il est sans doute préférable de le refixer.

Diverses techniques d'ostéosynthèse du trochanter ont été utilisées pour le fixer lors d'une arthroplastie primitive [1, 2, 4, 5, 7, 9, 12] ou pour le refixer en cas de pseudarthrose [3, 10, 11]. Étant donné la lenteur habituelle de la consolidation après réintervention pour pseudarthrose, la fixation doit appliquer parfaitement le trochanter sur sa tranche de section, être rigide et résister durablement à la fatigue. La double ostéosynthèse par cerclage et crochet répond parfaitement à ces objectifs.

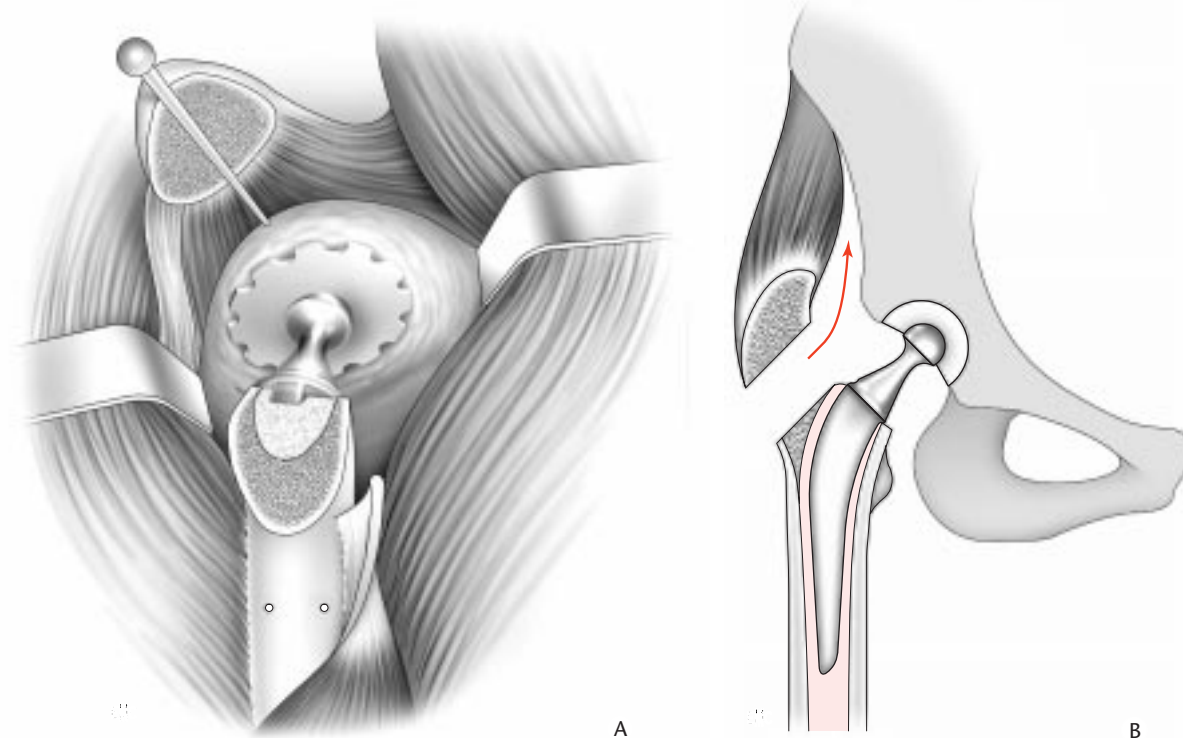
Technique de refixation

Sur le patient installé en décubitus latéral, on reprend la cicatrice externe sur toute sa longueur. Si la réintervention est précoce, la dissection est laborieuse et hémorragique, les différents plans sont encore noyés dans un tissu cicatriciel jeune et inflammatoire. Après avoir repéré le bord antérieur du moyen fessier, on désinsère en « L » renversé le vaste externe pour dénuder la région sous-trochantérienne externe et accéder au trou de sortie des fils. Ceux-ci sont cassés et parfois en plusieurs endroits. Quelques fragments peuvent avoir migré assez loin et être relativement difficiles à localiser. On les enlève soigneusement. Les fils encore enfouis dans l'épaisseur de l'os sont extraits un à un. Une pince à mors plat et étroit les saisit à leur sortie de la corticale externe. En faisant tourner la pince sur son axe, le fil s'enroule autour de ses mors et sort progressivement de l'os. Lorsque tous les fils ont été enlevés, on relève l'éventail fessier en passant dans la pseudarthrose (fig 1). Si elle est déjà ancienne, il peut exister entre les deux surfaces osseuses un tissu fibreux plus ou moins lâche qu'il suffit de sectionner au bistouri. Le relèvement de l'éventail fessier doit prendre garde à ne pas altérer les muscles pelvitrochantériens, ni le nerf sciatique qui

Marcel Kerboull : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service.

Luc Kerboull : Praticien hospitalier universitaire.

Service de chirurgie orthopédique, hôpital Cochin, 27, rue du Faubourg-Saint-Jacques, 75679 Paris cedex 14, France.



- 1 A. Exposition de la hanche. Découverte de la région sous-trochantérienne. Excision du tissu fibreux articulaire et de celui développé à la face profonde de l'éventail fessier.
- B. Si le trochanter est haut situé, une désinsertion musculaire de l'aile iliaque peut être nécessaire pour l'abaisser.

peut être relativement superficiel. Le trochanter et l'éventail fessier sont alors maintenus relevés au-dessus de l'articulation grâce à deux pointes à tête mousse fichées dans l'os sus-cotyloïdien. On s'assure qu'il n'y a pas de fragments de fils à la face profonde du muscle ou dans l'articulation elle-même qu'il faut nettoyer. Mais il n'est pas utile de luxer la hanche, sauf peut-être pour aller chercher un fil égaré dans la région obturatrice. On libère alors le trochanter de sa situation haute pour entreprendre le nettoyage des surfaces osseuses qui se fait à la curette tranchante, aussi bien sur le médaillon trochantérien que sur son assise fémorale. Si la pseudarthrose est encore récente, les surfaces sont planes et leur congruence correcte. En revanche, si la pseudarthrose est déjà ancienne, il faut souvent retoucher légèrement les deux surfaces à la scie oscillante pour les rendre congruentes. Si les surfaces osseuses saignent, le pronostic est bon ; si en revanche l'os est jaunâtre, d'apparence nécrotique, la consolidation est lente et aléatoire. On saisit alors le médaillon trochantérien dans une pince de Museux et on l'abaisse au contact de son assise fémorale pour s'assurer à la fois de la congruence des surfaces et de l'étendue du contact osseux. Si le trochanter est haut situé et la pseudarthrose ancienne, le médaillon osseux peut ne pas venir au contact de son assise. Il faut alors exciser le tissu fibreux développé à la face profonde des muscles, et désinsérer les fibres du petit fessier de l'aile iliaque, dans la région sus-cotyloïdienne, sur une profondeur de 4 à 5 cm. Cette libération, associée à une mise en abduction légère du membre inférieur, suffit généralement à obtenir un contact osseux correct. Après l'avoir vérifié, on refixe à nouveau le trochanter en position haute par deux pointes.

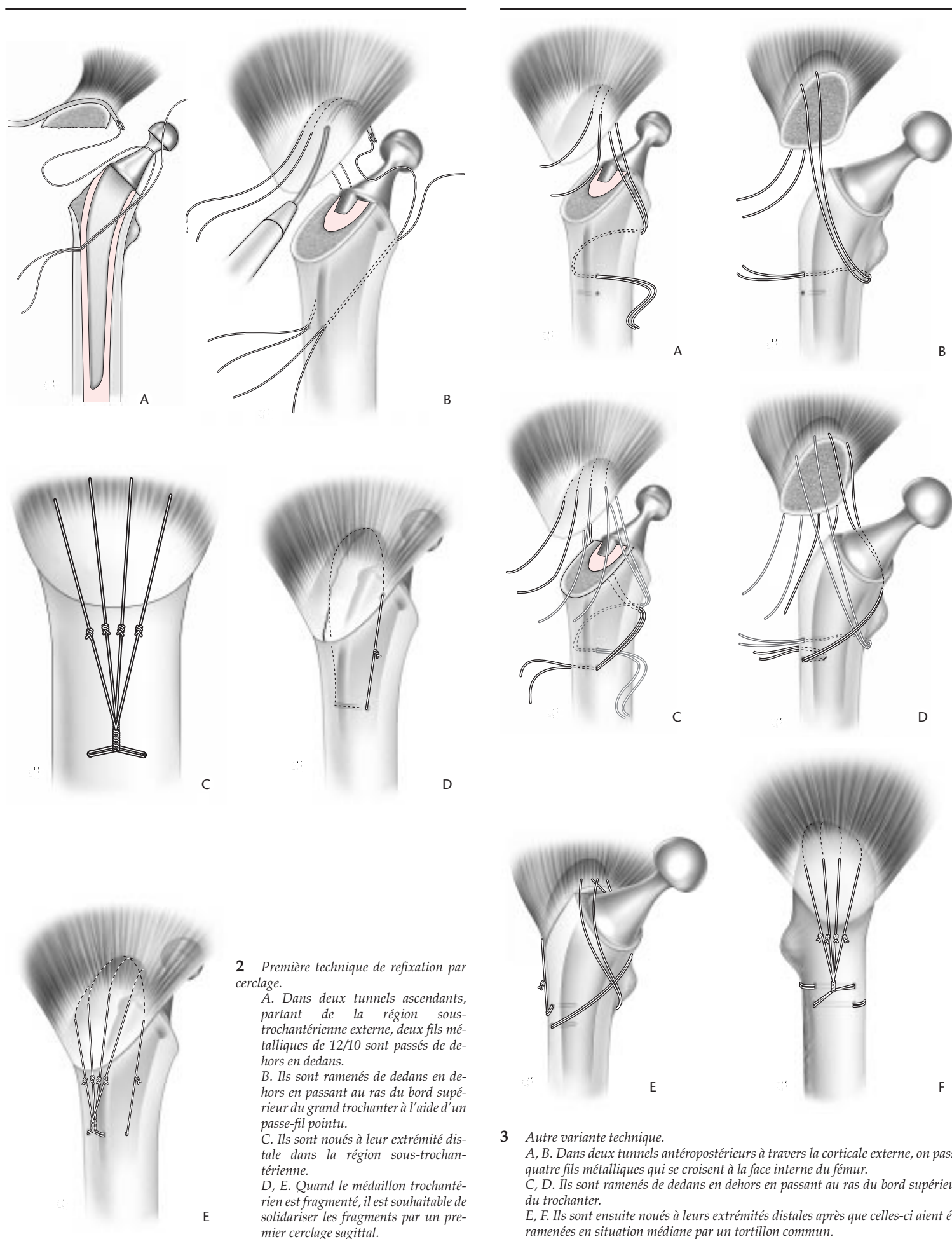
Pour passer les fils frontaux de fixation, plusieurs techniques sont possibles. La première (fig 2) consiste à forer, à la mèche de 2,6 mm, deux tunnels obliques, l'un antérieur, l'autre postérieur, partant de la corticale externe du fémur à 3 ou 4 cm sous l'assise trochantérienne et débouchant en dedans au niveau du col. Dans chacun de ces tunnels, on introduit deux fils métalliques de 12/10 qui sont passés de la profondeur à la superficie au ras du bord supérieur du trochanter, et qui sont noués à leur extrémité distale après avoir ramené le trochanter au contact de son assise. Pour éviter que le serrage de ces fils ne coupe une corticale amincie et peu résistante, il est prudent, avant le serrage, de solidariser deux à deux leurs extrémités distales, à leur sortie de la corticale externe, par une spire d'un tour complet qui réunit les fils antérieurs avec

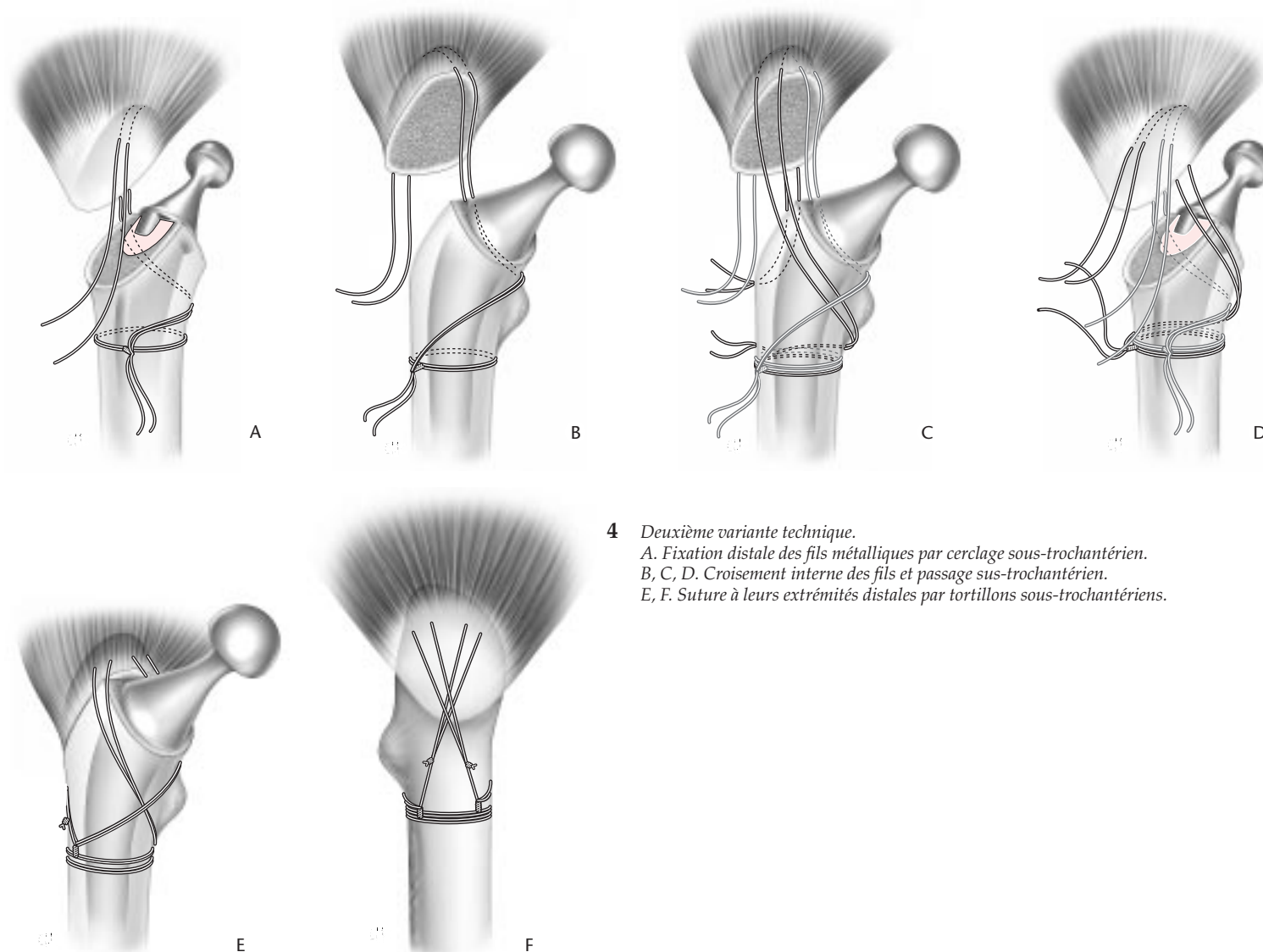
les fils postérieurs et les replace au milieu de la corticale externe. Si le médaillon trochantérien est fragmenté, il est nécessaire de solidariser les fragments entre eux par un cerclage sagittal. Le fil passe d'arrière en avant à travers un tunnel foré dans la corticale externe, puis est ramené en arrière au passe-fil courbe, après avoir traversé le tendon du moyen fessier au ras des bords antérieur et supérieur du trochanter. Le serrage de ce fil rassemble les fragments trochantériens, et comme ce fil est situé plus près du trochanter que les fils frontaux, il empêche ceux-ci de couper le trochanter lors de leur serrage.

Si la prothèse fémorale est volumineuse et les corticales antérieure et postérieure minces, il peut s'avérer impossible de forer les deux tunnels obliques pour passer les fils frontaux. On peut alors (fig 3), si la corticale externe est relativement épaisse, creuser deux tunnels antéropostérieurs, chacun recevant deux fils métalliques. On les croise deux à deux à la face interne de l'os pour les faire ressortir de part et d'autre du col fémoral. Après leur avoir fait traverser le tendon du moyen fessier au bord supérieur du trochanter, ils sont noués à eux-mêmes dans la région sous-trochantérienne.

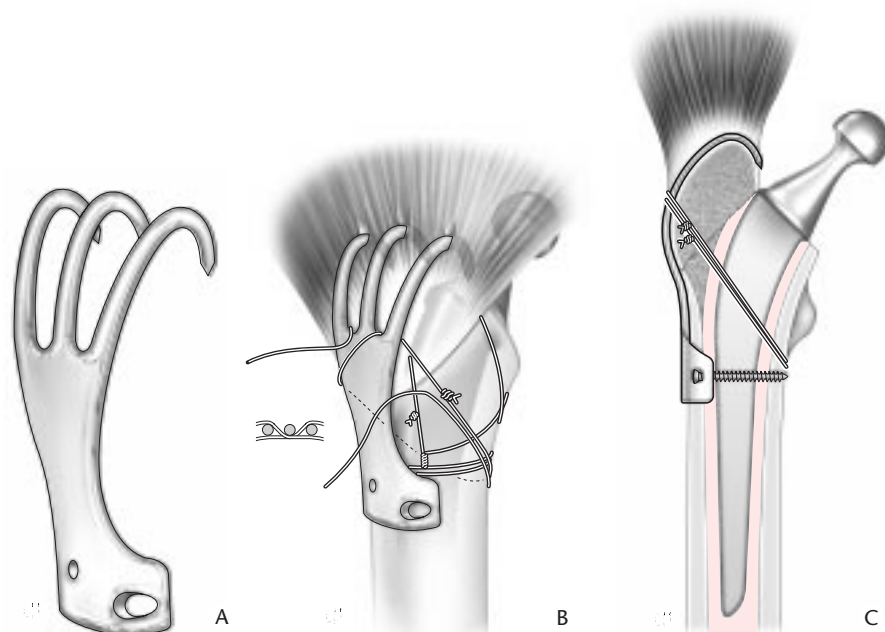
Si cette méthode est inutilisable en raison de la minceur de la corticale externe, on peut encore assurer la fixation diaphysaire des fils par un cerclage serré dans la région sous-trochantérienne (fig 4). Les fils sont solidarisés deux par deux grâce à un tortillon court mais serré. Leurs extrémités longues se croisent à la face interne de l'os, ressortent au bord supérieur du trochanter, et sont nouées à leurs extrémités courtes dans la région sous-trochantérienne.

Une fois le trochanter appliqué sur son assise fémorale, on rabat les différents tortillons métalliques pour qu'ils ne soient pas agressifs et on complète cette ostéosynthèse par la mise en place d'un crochet (fig 5). On passe d'avant en arrière sous le petit trochanter deux fils métalliques, on introduit les pointes du crochet dans l'épaisseur du tendon du moyen fessier, au ras de l'os et de préférence là où passaient déjà les fils frontaux pour ne pas abîmer davantage les fibres musculaires. Les fils transversaux sont alors ramenés en superficie, ils croisent au niveau de la fourche de division du crochet la griffe antérieure par sa face profonde pour l'un des fils, la postérieure pour le deuxième. Le serrage de ces fils, en raison de





- 5** Ostéosynthèse par crochet trochantérien à trois griffes.
 A. Le crochet.
 B, C. La fixation par un double cerclage oblique et deux vis.



l'obliquité du cerclage, fait glisser vers le bas le crochet dont on voit les pointes s'enfoncer profondément au-dessus du bord supérieur du trochanter, et l'applique fortement à la face externe du trochanter et de la diaphyse fémorale. On fixe alors la barrette transversale du crochet à la diaphyse par deux vis de 4,5 mm qui passent devant et derrière la tige prothétique.

Après avoir soigneusement vérifié que tous les tortillons de serrage sont bien enfouis, on réinsère le vaste externe et on ferme l'aponévrose fémorale et fessière sur un drainage aspiratif.

Suites opératoires

La solidité de la fixation trochantérienne par cette double ostéosynthèse permet la mobilisation immédiate de l'articulation et le lever au deuxième ou troisième jour, mais pas l'appui complet. Celui-ci se doit d'être différé d'autant plus longtemps que les surfaces osseuses sont peu vascularisées et leur contact réduit. Trois mois sont souvent nécessaires à la consolidation et il est recommandé de respecter ce délai. Toute reprise hâtive d'un appui complet conduit à nouveau à l'échec par rupture de fatigue des fils et même du crochet.

Références

- [1] Amstutz HC. Complications of trochanteric osteotomy in total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1978 ; 60 : 214-216
- [2] Charnley J. Low friction arthroplasty of the hip. Berlin : Springer-Verlag, 1979
- [3] Courpied JP, Postel M. Pseudarthroses trochantériennes après arthroplastie totale de hanche. La fixation par une nouvelle plaque-griffe. *Rev Chir Orthop* 1986 ; 72 : 583-586
- [4] Dall DM, Miles AW. Reattachment of the greater trochanter. *J Bone Joint Surg Br* 1983 ; 65 : 55-59
- [5] Gottshalk FA, Morein G, Weber F. Effect of the position of the greater trochanter on the rate of union after trochanteric osteotomy for total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 1988 ; 3 : 235-240
- [6] Kelley SS, Johnston RC. Debris from cobalt-chrome cable may cause acetabular loosening. *Clin Orthop* 1992 ; 258 : 140-146
- [7] Kerboull M. Arthroplastie totale de hanche par voie transtrochantérienne. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-665, 1994 : 1-12
- [8] Postel M, Kerboull M, Evrard J, Courpied JP. L'arthroplastie totale de hanche. Berlin : Springer-Verlag, 1985
- [9] Sabbagh MA, Galline Y, Soria C. Ostéosynthèse du grand trochanter par plaque et câbles dans les arthroplasties totales de hanche. *J Chir* 1990 ; 127 : 230-234
- [10] Scher MA, Jakim I. Trochanter reattachment in revision hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 1990 ; 72 : 435-438
- [11] Volz RG, Brown FW. The painful migrated ununited greater trochanter in total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1977 ; 59 : 1091-1093
- [12] Wroblewski MB. Revision surgery in total hip arthroplasty. Berlin : Springer-Verlag, 1990

Traitement des fractures trochantériennes par prothèse fémorale

JF Kouvalchouk
S Albounni

Résumé. – L'indication du traitement par arthroplastie des fractures trochantériennes se justifie par deux ordres d'arguments :

– le caractère instable de certains types de fractures et la qualité de l'os peuvent rendre difficile et aléatoire la synthèse directe de la fracture, quelle que soit la solidité de l'implant ;

– le contexte de l'opéré (âge, tares associées) qui rend souhaitable de lui donner toute possibilité de retrouver au plus vite son autonomie et de retourner à sa structure de vie antérieure.

Pour ce faire, il faut disposer de tiges fémorales adaptées (massives ou modulaires) munies d'un cône morse sur lequel s'adaptent des cupules blindées simples ou à articulation intermédiaire.

La technique opératoire est simple et rapide, mais doit respecter deux impératifs absolus : compensation exacte de la perte de substance osseuse, antéversion de la prothèse, pour éviter les luxations postopératoires, rares, mais risque principal de la technique.

Chez le grand vieillard, ostéoporotique, mais autonome et au score mental correct, le traitement par arthroplastie des fractures trochantériennes instables, de préférence par voie antérieure et sur table ordinaire, a parfaitement sa place dans le choix thérapeutique.

Introduction

Si le traitement chirurgical d'une fracture per- ou intertrochantérienne ne se discute plus, il n'en est pas tout à fait de même quant à la méthode opératoire. D'une façon générale, l'ostéosynthèse directe est la technique la plus utilisée. Durant ces 20 dernières années, différentes améliorations du matériel ont été apportées, avec toujours le même but : obtenir une stabilité suffisante du montage pour permettre la reprise d'appui la plus précoce possible. Ainsi, après les époques du clou-plaque bibloc, du clou-plaque monobloc puis de l'enclouage élastique de Ender, techniques actuellement abandonnées ou presque du fait de leurs insuffisances maintenant bien connues, se sont développés de

nouveaux types d'ostéosynthèse : vis-plaque et clou Gamma ^[6] qui offrent de bien meilleures garanties mécaniques.

Mais quelles que soient les qualités et la solidité du matériel d'ostéosynthèse, le vrai problème tient, en fait, chez les grands vieillards, à la qualité de l'os dans lequel il est implanté et aux caractéristiques spécifiques de la fracture, en fonction de son type ^[8]. Ainsi s'expliquent, notamment, les variations secondaires par « balayage » du matériel dans le col fémoral tel qu'on peut parfois l'observer chez ces patients, alors même qu'il n'y a aucune modification de l'ostéosynthèse elle-même.

C'est pourquoi, de la même façon qu'on le pratique pour les fractures cervicales, le traitement par prothèse des fractures per- et intertrochantériennes a été proposé, il y a déjà une vingtaine d'années ^[10], dans le but de donner aux patients les meilleures chances d'avoir des suites aussi rapides que possible pour la reprise d'appui, le retour à la structure de vie antérieure et le recouvrement d'une autonomie maximale.

Bien qu'ayant été utilisées parfois à cet effet, les prothèses céphaliques habituelles ne sauraient s'adapter facilement à ce type de fractures. Il est évident qu'à partir du moment où l'on veut répondre aux particularités anatomiques propres à ces fractures, il faut pouvoir disposer de prothèses adaptées.

Jean-François Kouvalchouk : Chirurgien orthopédiste, chef de service.
Samir Albounni : Chirurgien orthopédiste.
Service de chirurgie orthopédique et de traumatologie du sport, centre médico-chirurgical Foch, 40, rue Worth, BP 36, 92151 Suresnes cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Kouvalchouk JF et Albounni S. Traitement des fractures trochantériennes par prothèse fémorale. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-623, 1998, 6 p.

Prothèses fémorales pour fractures pertrochantériennes

Caractéristiques nécessaires

Il faut compenser la perte de substance cervicocéphalique. Pour cela, il est nécessaire que l'embase puisse s'appuyer sur le trait de fracture, mais sans recoupe osseuse supplémentaire significative, sinon une simple régularisation. Il faut donc une prothèse soit massive comportant un massif cervicocéphalique, soit une prothèse « modulaire » permettant l'ajout éventuel d'entretoises.

La queue de la prothèse doit être suffisamment longue pour une bonne fixation diaphysaire. Elle doit donc être nécessairement plus longue que celles des prothèses céphaliques, dans la mesure où il n'y a pas ici d'ancrage métaphysaire.

Des possibilités de refixation des tubérosités doivent être prévues au niveau de la prothèse, même si cette refixation n'apparaît pas indispensable pour tous les auteurs.

La tige fémorale doit être prévue pour être cimentée.

Différents types de prothèses

Les prothèses C de Merle d'Aubigné-Leinbach ont été les premières proposées. Il s'agissait de prothèses monobloc à appui trochantérodiaphysaire et la série comportait des têtes de diamètre croissant, alors que la hauteur de l'embase était toujours identique.

Les prothèses de Vidal-Goalard étaient des prothèses massives destinées aux remplacements tumoraux, avec trois hauteurs de remplacement cervicométaphysaire (3, 6 et 9 cm). Pour chaque taille existaient six diamètres de têtes. Les prothèses de 3 et 6 cm de remplacement cervicométaphysaire ont été utilisées dans le traitement des fractures du massif trochantérien. Actuellement, ces prothèses ne sont plus utilisées en traumatologie, du fait notamment de leur caractère monobloc, ce qui a comme conséquence d'augmenter les stocks nécessaires et, par conséquent, les coûts.

Les prothèses actuellement utilisées peuvent être classées en quatre types :

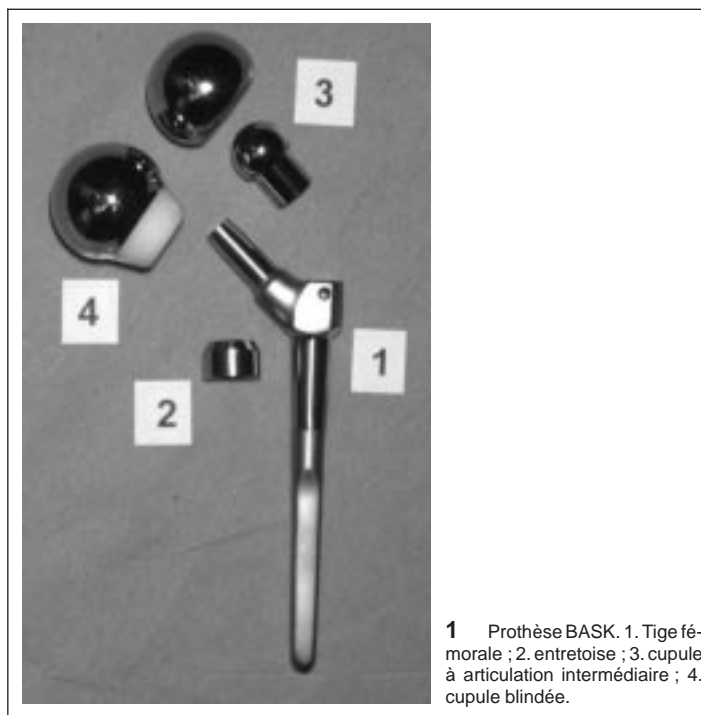
- les tiges fémorales des prothèses de reprise de prothèse totale de hanche à appui trochantérodiaphysaire, sur lesquelles sont montées soit des têtes blindées, soit des têtes à articulation intermédiaire ;
- des prothèses modulaires dont le corps est constitué d'entretoises de hauteur variable. Le choix en est effectué en fonction du type de la fracture. Sur le cône morse de la tige sont montées des têtes blindées ou des têtes à articulation intermédiaire. Initialement réalisées dans le but de remplacements tumoraux [9], elles sont utilisées actuellement également dans le traitement des fractures du massif trochantérien. Ces deux types de prothèses ont donc d'autres finalités que la traumatologie ;
- les prothèses spécialement étudiées pour le traitement de ces fractures du massif trochantérien. L'appui se fait au bord supérieur du petit trochanter. La longueur du bloc métaphysocervical permet de récupérer la perte de substance osseuse et les têtes sont montées sur cône morse ;
- les prothèses céphaliques habituelles, où un artifice technique sur lequel nous reviendrons autorise leur utilisation dans les fractures cervicotrochantériennes.

Description des différents types de prothèses

Tiges fémorales des prothèses de reprise

La quasi-totalité des séries de prothèses totales de hanche comporte actuellement des prothèses à appui trochantérodiaphysaire destinées aux reprises de prothèses descellées. L'appui se fait le plus souvent perpendiculairement au canal diaphysaire, nécessitant simplement une régularisation du trait de fracture au bord supérieur du petit trochanter. Elles ne comportent pas d'orifices pour la réinsertion du grand trochanter qui est donc simplement reposé. La hauteur de leur bloc métaphysocervical suffit dans la quasi-totalité des cas à compenser la perte de substance osseuse.

Ce type de tige fémorale est bien connu de tous et ne justifie donc pas de description particulière.



1 Prothèse BASK. 1. Tige fémorale ; 2. entretoise ; 3. cupule à articulation intermédiaire ; 4. cupule blindée.

Prothèses modulaires

Le type en est la prothèse BASK (fig 1) du nom de ses concepteurs (Bonvallet, Apoil, Sommelet, Kouvalchouk) [11].

Il s'agit d'une tige en acier inoxydable forgé dont l'appui de l'embase est perpendiculaire à la tige. Celle-ci existe en plusieurs longueurs, de 150 à 300 mm. Elle est quadrangulaire à la coupe (12,8 × 9,6). À noter qu'il existe une queue affinée pour la longueur de 150 mm. L'angle cervicodiaphysaire est de 135°, la partie haute de la tige est prévue pour l'adaptation d'entretoises d'épaisseur allant de 1,5 cm (correspondant à une résection de 5,5 cm) à 10 cm (résection de 14 cm). Le cône morse est de 8° sur lequel peuvent se monter soit une cupule blindée, soit une cupule à articulation intermédiaire, soit encore une tête de 28 permettant la totalisation de la prothèse.

En pratique, dans son utilisation pour le traitement des fractures cervicotrochantériennes, l'emploi d'une entretoise n'est habituellement pas nécessaire, sinon parfois celle de 1,5 cm. Les embases d'épaisseur supérieure ne sont nécessaires que pour les fractures sous-trochantériennes ou pour les remplacements tumoraux, mais ce n'est pas ici notre propos.

Prothèses spéciales

Le type en est la prothèse Fast AD (fig 2) de Dupuis [4]. La tige est quadrangulaire, pourvue d'un aileron antirotation. Il en existe trois tailles. Elle possède une large collerette quadrangulaire incurvée pour épouser la ligne intertrochantérienne. Cette collerette est pourvue à sa partie supérieure de deux orifices pour la réinsertion du trochanter. Sur le cône morse peuvent s'adapter une cupule à articulation intermédiaire ou une cupule blindée sur col court, moyen ou long pour compenser au mieux la perte de substance. Cette prothèse peut également être totalisée et, à ce titre, peut aussi être utilisée pour les reprises de prothèses totales.

D'autres types de prothèse ont été proposés, de conception similaire. On peut citer la prothèse VDP de Vandeputte [1] qui est une version améliorée de la prothèse de Merle d'Aubigné-Leinbach, ou encore la prothèse diacéphalique d'Elberg et Pèze [5].

Prothèses céphaliques habituelles

Elles ne justifient pas de description spécifique. Seul un artifice technique permet de les utiliser dans le traitement des fractures du massif trochantérien.



2 Prothèse Fast AD.

Technique opératoire

Anesthésie

Son type est évidemment laissé au choix de l'anesthésiste en fonction du bilan préopératoire, de l'âge physiologique du patient et des tares associées.

Le choix existe entre l'anesthésie générale et l'anesthésie locorégionale. Quoi qu'il puisse en paraître, il ne semble pas y avoir de différence notable quant à la mortalité ou à la morbidité. Sans entrer dans le détail de leur étude et d'une revue de la littérature, telle est la conclusion de Langeron et al ^[9] : « Dans la chirurgie des fractures pertrochantériennes, on ne peut donner la préférence à un mode d'anesthésie ». Ils ajoutent : « plus important que le type d'anesthésie, les modalités de son application et la surveillance périopératoire devront être adaptées à l'état physiologique du patient ».

Il faut toutefois rappeler que la nécessité du cimentage de la tige fémorale implique que les précautions habituelles soient respectées lors de ce temps opératoire, quel que soit le type d'anesthésie utilisé.

Il faut aussi tenir compte de l'installation du patient sur la table d'opération qui, elle, va dépendre de la voie d'abord.

Voies d'abord

Toutes les voies d'abord employées pour les arthroplasties de la hanche peuvent ici trouver leur indication, qu'elles soient antérieures, antérolatérales ou postérolatérales. Nous ne reviendrons pas sur leur technique puisqu'elles sont décrites ailleurs dans l'Encyclopédie médico-chirurgicale ^[3, 14]. Seule doit être rajoutée celle décrite par Pèze et al ^[13] qui est une voie dérivée de celle de Watson-Jones. Longue de 25 cm, elle comporte deux branches centrées sur le grand trochanter, l'une se dirigeant vers l'épine iliaque antérosupérieure, l'autre de 15 cm se dirigeant en bas et en avant « dépassant, en fin de course, la voie externe de cuisse classique ».

D'une façon générale, il nous semble que les voies pouvant être pratiquées en décubitus dorsal sur table ordinaire sont les mieux adaptées compte tenu du contexte de l'opéré (grand vieillard, sujet fragile). Il est certain que cette installation est préférable au décubitus latéral obligatoire pour les voies postéroexternes et cela avec deux arguments :

- le décubitus dorsal sur table ordinaire permet le choix du type d'anesthésie, alors que le décubitus latéral oblige le plus souvent à l'anesthésie générale, de même que l'usage de la table orthopédique ;

- les voies antérieures mettent pratiquement à l'abri du risque de luxation de la prothèse, inconvénient incontestable des voies postéroexternes et critique faite à l'arthroplastie dans les fractures trochantériennes.

Mise en place de la prothèse

Quelle que soit la voie d'abord utilisée, l'abord de l'articulation se fait après capsulotomie, antérieure ou postérieure selon les cas.

Le premier impératif est de ne pas libérer le trochanter major de ses insertions. Il doit être prudemment mobilisé et il faut tout faire pour conserver un « digastrique » entre muscle (m) moyen glutéal (gluteus medius) et m vaste latéral (vastus lateralis). Si, comme dans certaines fractures pertrochantériennes, le trait passe à travers le trochanter major, une ostéotomie verticale doit être réalisée au ras de la tubérosité pour en permettre la mobilisation tout en préservant les insertions tendineuses, éléments de stabilité de la hanche en postopératoire.

Le trochanter major écarté, l'ensemble cervicocéphalique est libéré progressivement et, s'aidant des instruments habituels (tire-fond et cuillère), il est extirpé du cotyle. Le plus souvent, de petits fragments osseux restés pédiculés sur la capsule doivent être retirés séparément. En revanche, il ne faut pas chercher à mobiliser le petit trochanter (trochanter minor) ni, a fortiori, le retirer, s'il est également fracturé. Il doit être laissé en place afin de garder l'insertion du psoas.

Comme pour les prothèses céphaliques, le cotyle est nettoyé et le diamètre de la tête mesuré.

La préparation de l'appui de l'embase doit être réduite à sa plus simple expression. Tout au plus quelques coups de pince gouge en permettent la régularisation. Toutefois, si l'on utilise une prothèse massive ^[1, 5], la recoupe peut se faire à la scie, perpendiculairement à l'axe de la diaphyse, le niveau de l'ostéotomie dépendant de la hauteur du bloc métaphysaire prothétique.

La préparation du canal médullaire est réalisée simplement grâce aux râpes spécifiques de la prothèse choisie pour obtenir la meilleure adaptation possible.

Le choix du diamètre de la tige effectué, se pose la première difficulté : celle de la restauration de la longueur. En effet, contrairement à ce qui se passe pour les prothèses céphaliques, il n'y a pas ici de repère anatomique certain. Le mieux est de se fonder sur trois critères :

- mesurer la longueur du defect à combler en se reportant avec des calques sur la hanche controlatérale ;
- mesurer le fragment osseux enlevé et le présenter sur la prothèse d'essai ;
- prothèse d'essai en place, vérifier que le sommet du grand trochanter se trouve approximativement au niveau du centre de la tête prothétique. C'est sur ces critères que l'on déterminera l'enfoncement de la tige ou, éventuellement, le choix d'une entretoise si l'on utilise une prothèse modulaire.

Ces essais effectués et les repères bien définis, le scellement de la tige s'effectue dans les conditions habituelles.

Se présente ici la seconde difficulté : l'antéversion de la prothèse, gage de la stabilité de la hanche en postopératoire. Là encore, il n'y a pas de repère anatomique. Seuls, l'expérience de l'opérateur et le soin très rigoureux apporté au positionnement de la tête fémorale en se repérant par rapport à la rotule ou à l'axe du tibia, peuvent éviter des erreurs dont la conséquence serait une luxation de la hanche. C'est un écueil reconnu qui dépend, pour l'essentiel, des deux difficultés mentionnées et qu'il faut résoudre : restauration de la longueur et antéversion de la prothèse.

Enfin, sur le cône morse, on adapte la cupule du diamètre choisi. Dans ce contexte, les têtes monobloc sont parfaitement licites :

- d'une part parce que les risques de « cotyloïdite » sont ici pratiquement nuls, même s'ils ne peuvent être totalement exclus. L'âge, le contexte général du patient qui relève de cette indication d'arthroplastie, « l'utilisation » qui sera faite de la prothèse en rendent évidemment l'éventualité peu probable ;
- d'autre part, parce que les cupules à articulation intermédiaire peuvent exposer au risque de luxation intermédiaire qui obligerait alors à une réintervention pratiquement obligatoire. Pour rares qu'elles soient, ces luxations intraprothétiques existent et le risque ne se justifie pas.

La réduction faite, le trochanter en « digastrique » vient se reposer en place. Selon nous, il est souhaitable de le fixer, soit par des cerclages,



3 Fracture pertrochantérienne : radiographie préopératoire.



4 Fracture pertrochantérienne : radiographie postopératoire.

soit en passant des fils dans les orifices ménagés sur la tige fémorale, au besoin après avoir retaillé, à la pince gouge, sa face interne pour qu'il s'applique dans les meilleures conditions.

La capsule est refermée et les plans superficiels reconstitués après mise en place de drainage aspiratif (fig 3, 4).

Variante technique utilisant une prothèse céphalique standard avec recoupe du col ^[16]

Pour les auteurs, l'installation se fait en décubitus dorsal sur table orthopédique et la voie d'abord est antérieure type Hueter. Après capsulotomie, la réduction de la fracture s'effectue sous contrôle de la vue. Cette réduction « doit être anatomique dans (cette) partie crantée antéro-inférieure ». La fracture réduite, la coupe du col se fait avant la luxation, à la scie oscillante au niveau choisi, laissant ainsi un anneau cervicotrochantérien. La mise en place de la prothèse doit se faire sur l'anneau cervicotrochantérien réduit, « la prothèse réalisant un véritable

enclouage de la fracture ». Pour les auteurs, cette technique s'accompagne toujours d'une totalisation avec cimentage d'un cotyle. Mais on peut parfaitement imaginer la réaliser avec une prothèse céphalique simple, d'autant que la mise en place du cotyle représente un temps opératoire supplémentaire dont les risques ne sont pas négligeables et dont l'utilité reste à démontrer dans ce contexte.

Cette technique nous semble, par ailleurs, pouvoir se heurter à plusieurs critiques : réduction de la fracture, section du col, mise en place de la tige fémorale à travers cet anneau trochantérien sont autant de gestes qui risquent d'allonger la durée de l'intervention parce que pouvant être difficiles, et qui n'ont en fait pour seule justification que d'utiliser une prothèse habituelle alors que la conservation de cet « anneau trochantérien » (par ailleurs souvent fragmenté) n'apporte aucun avantage significatif. Il est sans aucun doute plus facile et plus rapide d'extirper en bloc le fragment fracturé et de le remplacer par une prothèse adaptée, facilité et rapidité étant justement parmi les fondements mêmes du remplacement prothétique pour ces fractures du massif trochantérien du sujet âgé.

Suites opératoires

Elles constituent l'autre fondement de la prothétisation de ces fractures qui se doit d'être simple et rapide. Ces suites sont celles de toute arthroplastie. Le lever et l'appui avec déambulateur puis cannes doivent être très précoces, dès le lendemain de l'intervention si possible, puisque c'est la vraie finalité de la technique. Les précautions opératoires prises pour conserver un digastrique autour du trochanter major et sa refixation sur la prothèse permettent cette mobilisation immédiate et, en pratique, les risques de déplacement secondaire et de pseudarthrose ne justifient aucun retard à la reprise de l'appui. Mais il est clair que tout dépend du contexte du patient et que chaque cas est un cas particulier.

Discussion

Avant d'aborder les indications, la discussion doit s'engager sur les avantages et les inconvénients de ces techniques par rapport aux ostéosynthèses, au travers des expériences personnelles et de quelques données de la littérature.

Avantages

Ils existent à la fois pour l'intervention elle-même et pour ses suites.

En peropératoire

Il s'agit d'une technique simple, rapide (1 heure environ) et sans surprise ^[1, 13, 15]. Elle n'expose pas aux éventuelles difficultés techniques de réduction ou d'ostéosynthèse des vis plaques ou clous Gamma. L'installation sur table ordinaire, et si possible en décubitus dorsal, est plus simple et plus confortable que la table orthopédique.

En postopératoire

Comme pour toute prothèse, le lever est immédiat, de même que l'appui, en fonction des possibilités du patient. Rien ne doit différencier les suites de celles qui sont la règle après prothèse céphalique pour fracture cervicale.

Critiques

Coût de la prothèse

Le prix d'une prothèse est incontestablement plus élevé que celui d'une vis-plaque par exemple (au moins une fois et demie). Mais il faut nuancer ce problème du coût de l'implant. Dans une analyse très précise, réalisée dans un service hospitalier, pour l'année 1995, concernant le coût total des fractures du massif trochantérien, Chambertin et al ^[2] concluent que le seul facteur statistiquement valable est la durée de séjour du patient. La différence du prix de l'implant apparaît donc comme un facteur négligeable par rapport à l'ensemble de la prise en charge du patient, du moins à l'échelle de l'économie nationale, même s'il ne l'est pas, dans l'état actuel, à l'échelle du budget global d'un établissement hospitalier. Tout ce qui peut hâter le retour à l'état antérieur du patient est le vrai facteur d'économie, infiniment plus important que le prix de l'implant lui-même.

En peropératoire

Pertes sanguines

Elles sont plus importantes pour une arthroplastie que pour une ostéosynthèse directe (estimées au double environ). Toutefois, la rapidité du geste opératoire doit pouvoir les limiter au maximum.

Risques du cimentage

Ils sont indiscutables et connus. Le cimentage peut être récusé par l'anesthésiste : c'est une décision qui doit être discutée avant l'intervention, en mesurant les avantages et inconvénients respectifs des arthroplasties et des ostéosyntheses.

En peropératoire, les précautions habituelles lors de ce temps opératoire doivent être respectées.

En postopératoire

Luxation de la prothèse

C'est le principal danger (11 % pour Saragaglia [15]). Ce risque doit être minimisé par une technique opératoire très rigoureuse : antéversion de la tige fémorale, restauration le plus exacte possible de la longueur, refixation effective du trochanter major, en rappelant aussi les avantages à ce propos des voies antérieures.

Par ailleurs, toutes les règles de prophylaxie des luxations de prothèse doivent être respectées. Au besoin, pendant les premiers jours, une traction collée amovible peut être placée en dehors des séances de mise au fauteuil et de marche.

En cas de luxation, la réduction est facilement réalisée, surtout si, comme il a été précisé, une tête monobloc a été utilisée.

Descellement et « cotyloïdite »

Le descellement n'est pas à évoquer, étant donné l'âge et le contexte général des patients auxquels ces prothèses s'adressent.

Il en est pratiquement de même pour les « cotyloïdites », pour les raisons précisées plus haut. Toutefois, si cette complication intervenait, la seule solution serait la totalisation de la prothèse.

Sepsis postopératoire

Incontestablement, le risque est plus élevé que pour une ostéosynthèse, compte tenu non seulement du volume de matériel implanté, mais aussi, sinon surtout, du contexte général du patient (âge, tares associées éventuelles, foyers d'infection chronique, notamment urinaire). Seules, la qualité des soins périopératoires et les précautions peropératoires habituelles à toute arthroplastie permettent de les minimiser le plus possible.

En cas d'infection postopératoire, l'attitude à adopter sera la même que pour toute prothèse infectée, sachant qu'ici, compte tenu du contexte, et dans le cadre d'une infection profonde et grave, cette complication et les réinterventions probablement inévitables risquent d'avoir des conséquences catastrophiques.

Mais il ne faut pas nier non plus la gravité d'un sepsis sur ostéosynthèse qui s'accompagne, parfois, d'une arthrite de la hanche.

Indications

Est-il utile de rappeler l'incidence épidémiologique des fractures proximales du fémur ? Un chiffre seulement : on admet que les patients hospitalisés pour ce type de fracture occupent 20 % des lits de chirurgie orthopédique en France (Miravet et De Vernejoul [12]).

Est-il utile de rappeler leur taux de mortalité ? D'après Tonetti et al [17], le taux de survie à 2 ans ½ n'est que de 59 %. Un décès sur deux survient dans la première année et, parmi les survivants, un sur deux seulement restera autonome.

C'est dire que l'objectif premier doit être de raccourcir le séjour hospitalier dont on sait le caractère nocif chez le vieillard et de hâter au maximum la reprise de l'autonomie. C'est à ce titre que le traitement par arthroplastie des fractures du massif trochantérien doit avoir sa place dans l'arsenal thérapeutique.

Schématiquement, on doit faire reposer les indications sur deux ordres d'arguments :

- *le type de la fracture* :
 - toutes les fractures stables relèvent d'une ostéosynthèse directe, vis-plaque ou clou Gamma ;
 - les fractures instables, en revanche, peuvent relever d'une arthroplastie, en fonction du contexte du blessé qui représente le second argument ;
- *le contexte du patient* :
 - le sujet tonique, en bon état physiologique, peut relever de l'ostéosynthèse directe quel que soit le type de la fracture. Il peut en être de même, à l'opposé, du sujet grabataire et sans espoir d'autonomie ;
 - le sujet âgé, en revanche, fatigué, ostéoporotique, mais au score mental correct, avec un espoir de retour rapide à sa structure de vie antérieure et qui présente une fracture de type instable, justifie parfaitement l'arthroplastie qui représente l'indication de choix.

Parmi d'autres, quelques séries de la littérature, française [4, 5, 10, 15, 16] ou étrangère [1, 5], vont dans ce sens.

Références ➤

Références

[1]

Broos PL, Rommens PM, Geens VR, Stappaerts KH. Pertrochanteric fractures in the elderly. Is the Belgian VDP prosthesis the best treatment for unstable fractures with severe comminution ? *Acta Chir Belg* 1991 ; 91 : 242-249

[2]

Chamberlin B, Laude F, Rolland E et al. Évaluation du coût direct des fractures pertrochantériennes du sujet âgé. *Rev Chir Orthop* 1997 ; 83 : 629-635

[3]

Cogan D. La voie externe de la hanche selon Hardinge. *Encycl Med Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, Fr 44-600, 1987 : 1-2

[4]

Dupuis JF. Prothèse cervicocéphalique «FAST AD». In: Les fractures trochantériennes du sujet âgé. 2^e journée de traumatologie de la Pitié-Salpêtrière. Paris : Sauramps, 1996 : 133-137

[5]

Elberg JF, Peze W. La prothèse dia-céphalique. Une nouvelle approche des fractures de la région cervico-trochantérienne chez le vieillard. *Acta Orthop Belg* 1982 ; 48 : 823-830

[6]

Favreul E, Taglang G, Grosse A. Traitement des fractures trochantériennes par le clou Gamma. *Encycl Med Chir* (Elsevier Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, Fa 44-620, 1997 : 1-5

[7]

Haentjens P, Castelyn PP, de Boeck H et al. Treatment of unstable intertrochanteric and subtrochanteric fractures in elderly patients. *J Bone Jt Surg Am* 1989 ; 71-A : 1214-1223

[8]

Kempf J, Mochel D. Fractures du massif trochantérien. *Encycl Med Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, 44-620, 1983 : 1-16

[9]

Langeron O, Zehrouni O, Aubrun F et al. Particularités de l'anesthésie du sujet âgé. In : Les fractures trochantériennes du sujet âgé. 2^e journée de Traumatologie de la Pitié-Salpêtrière. Paris : Sauramps, 1996 : 41-49

[10]

Lord G, Marotte JH, Blanchard JP et al. Place de l'arthroplastie cervicocéphalique dans le traitement des fractures pertrochantériennes après 70 ans. *Rev Chir Orthop* 1977 ; 63 : 135-148

[11]

Meadeb P, Koechlin PH, Apoil A. Prothèse B. A. S. K. de reconstruction après exérèse de l'extrémité supérieure du fémur pour tumeur. *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 655-658

[12]

Miravet L, de Vernejoul MC. Les fractures proximales du fémur. L'étude MEDOS en Île-de-France. In : Les fractures trochantériennes du sujet âgé. 2^e journée de traumatologie de la Pitié-Salpêtrière. Paris : Sauramps, 1996 : 22-30

[13]

Peze W, Elberg JF, Rigot J. La voie d'abord cervico-diaphysaire fonctionnelle. Une nouvelle voie d'abord de la hanche pour le traitement des fractures cervicotrochantériennes par prothèse à appui diaphysaire. *J Chir* 1979 ; 116 : 51-54

[14]

Postel M. Voies d'abord de la hanche. *Encycl Med Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, 44-600, 1975 : 1-9

[15]

Saragaglia D, Carpentier E, Gordeff A, Legrand JJ, Faure C, Butel J et al. Les fractures de la région trochantérienne du vieillard : clous de Ender, prothèses ou ostéosynthèses directes. *Rev Chir Orthop* 1985 ; 71 : 179-186

[16]

Siguiet M, Brumpt B, Siguiet T et al. Fractures cervico-trochantériennes et pertrochantériennes du vieillard traitées par recoupe du col et prothèse de Charnley. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 (suppl I) : 119

[17]

Tonetti J, Couturier P, Remy A et al. Fracture de l'extrémité supérieure du fémur après 75 ans. *Rev Chir Orthop* 1997 ; 83 : 636-644

Voies d'abord de la hanche

S Nazarian
ME Müller

Résumé. – L'articulation coxofémorale est profonde et d'accès difficile. Un des principaux problèmes liés à ses voies d'abord est celui de la préservation fonctionnelle du moyen fessier, muscle clé de l'abduction de la hanche et de l'équilibre frontal du bassin.

Dans cet article, les voies d'abord de la hanche sont regroupées en trois catégories hiérarchisées selon le comportement adopté vis-à-vis de l'appareil abducteur et des muscles périarticulaires : voies interstitielles, voies directes préservant la continuité longitudinale de l'appareil abducteur, voies directes interrompant momentanément la continuité longitudinale de l'appareil abducteur.

Les voies interstitielles passent principalement à travers les interstices musculaires. Elles sont peu délabrantes mais offrent un jour parfois limité.

Les voies directes préservant la continuité longitudinale de l'appareil abducteur permettent un accès plus confortable mais au prix d'une division musculaire parallèle aux fibres.

Les voies directes interrompant momentanément la continuité longitudinale de l'appareil abducteur sont des voies permettant un accès large, mais elles peuvent poser des problèmes de réparation de l'appareil abducteur.

Pour chacune des voies, ont été décrits :

- l'installation du patient ;
- l'incision cutanée ;
- la traversée des plans musculoaponévrotiques ;
- l'abord articulaire ;
- la réparation ;
- les avantages et les inconvénients.

Introduction

La hanche est une articulation profonde, difficile à exposer, alors même que cette exposition conditionne à la fois la qualité du geste chirurgical, le positionnement du matériel d'ostéosynthèse et des pièces prothétiques et par conséquent, le résultat fonctionnel.

L'accès à l'articulation coxofémorale est en effet barré en avant par le muscle iliopsoas (muscle psoas iliaque) et l'axe vasculonerveux fémoral, en arrière par les muscles pelvitrochantériens et en dehors surtout, par les muscles fessiers et en particulier le moyen fessier dont le rôle est primordial dans le maintien de l'équilibre frontal du bassin.

Diverses voies d'abord ont été développées selon les besoins liés aux divers procédés chirurgicaux. Si les arthroplasties cervicocéphaliques

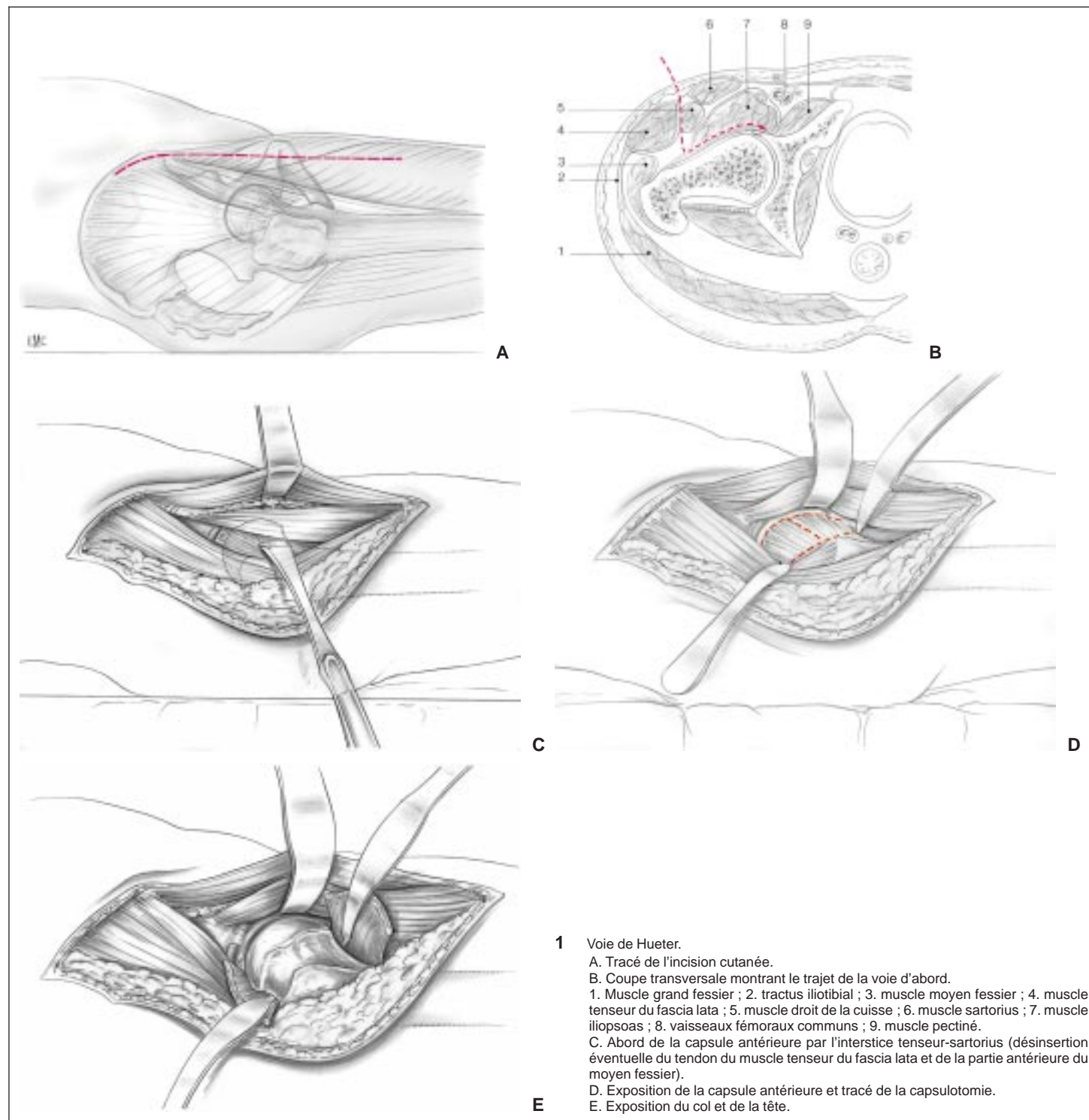
simples ont pu se contenter de voies interstitielles, l'utilisation de tiges droites et la rigueur requise par l'orientation des pièces prothétiques ont nécessité le recours aux abords directs : la trochantérotomie a été le premier moyen mis au point par Charnley [3, 4] et elle reste encore très largement pratiquée par certaines équipes; mais les problèmes, liés en particulier à la refixation du grand trochanter, ont conduit d'autres chirurgiens vers des voies d'abord transmusculaires [1, 5, 9, 17, 18] respectant la continuité longitudinale du hauban fessier latéral. Un autre problème est apparu dans l'évolution des arthroplasties, représenté par la dégradation du support osseux, la perte de substance osseuse et la migration des pièces prothétiques. Le recours à des abords plus larges est dès lors apparu indispensable dans les reprises sévères; si la trochantérotomie classique a été la première voie répondant à ce besoin, l'ostéotomie trochantérienne de « digastrisation » [2, 8, 14, 15, 21], conservant la continuité moyen fessier-vaste latéral (muscle vaste externe) a été la deuxième option permettant de répondre aux besoins les plus fréquents ; certaines reprises particulièrement difficiles peuvent exiger le recours à une voie transfémorale [19, 22].

La tendance actuelle s'oriente vers un subtil compromis entre le meilleur contrôle visuel possible des gestes chirurgicaux et le respect des conditions anatomiques indispensables au maintien d'une fonction optimale. C'est pourquoi nous avons essayé de classer ces voies selon des critères anatomiques et fonctionnels, en allant des plus simples aux plus complexes :

Serge Nazarian : Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux, centre hospitalier universitaire de Marseille, hôpital de la Conception, 147, boulevard Baille, 13005 Marseille, France.

Maurice E Müller : Professeur de chirurgie orthopédique, à l'université de Berne Fondation ME Müller, Murtenstrasse 11, CH-3001, Berne, Suisse.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Nazarian S et Müller ME. Voies d'abord de la hanche. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques Chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie. 44-600, 1998, 36 p.



- voies interstitielles ;
- voies directes maintenant la continuité de l'appareil abducteur ;
- voies directes interrompant momentanément la continuité de l'appareil abducteur.

Voies d'abord interstitielles

Elles se distinguent en antérieures, antérolatérale, postérieures et médiale.

Voies antérieures

Nous décrirons dans cette catégorie, la voie de Hueter, la voie antérieure de Judet et la voie de Smith-Petersen.

Voie de Hueter ^[10] (fig 1)

Elle est souvent présentée comme la plus simple des voies d'abord de la hanche. Sa forme classique offre une exposition très limitée de l'acétabulum ; nous verrons plus loin une forme plus étendue vers le haut qui permet la chirurgie majeure de la hanche, en particulier celle des arthroplasties, mais en s'aidant de la table orthopédique.

Installation du patient

Dans le cas où l'on ne veut réaliser qu'un geste simple par une voie limitée, le patient est installé en décubitus dorsal sur table ordinaire, avec un coussin sous la fesse.

Repères et trajet de l'incision

Les repères sont représentés par la crête iliaque, l'épine iliaque antérosupérieure et l'interstice tenseur-sartorius (couturier). Le trajet emprunte l'interstice tenseur-sartorius.

Incision cutanée

Son repérage soigneux permet d'accéder directement au bon interstice musculaire. L'incision mesure 15 cm environ et se dirige selon une ligne allant du versant inférieur de l'épine iliaque antérosupérieure à l'angle latéral de la rotule. Dans sa forme classique, elle s'arrête au ras du versant inférieur de l'épine iliaque antérosupérieure.

Traversée des plans musculoaponévrotiques

Le tissu sous-cutané est incisé jusqu'au plan aponévrotique, en respectant le tronc du nerf cutané latéral (nerf fémorocutané) de la cuisse dont la plus haute des branches latérales sera parfois sacrifiée. L'interstice entre le muscle sartorius en dedans et la gaine du tenseur du fascia lata en dehors, est repéré et ouvert de haut en bas. Deux écarteurs permettent d'accéder au fond de l'interstice. Le muscle droit (muscle droit antérieur) de la cuisse apparaît dans le fond de l'interstice, recouvert de son aponévrose nacréée. Le bord latéral de ce muscle est identifié et individualisé par incision de l'aponévrose qui l'entoure. Le muscle droit de la cuisse est récliné en dedans, laissant apparaître en bas les vaisseaux circonflexes latéraux (vaisseaux circonflexes antérieurs) qui doivent être liés pour obtenir un abord large, et en haut le tendon réfléchi du droit de la cuisse qui longe l'angle entre la capsule et la fosse iliaque externe et permet de repérer le pôle supérieur de l'articulation. Le tendon réfléchi peut être repéré, chargé sur une pince et sectionné.

Abord de l'articulation

La partie médiale de la surface capsulaire est dégagée à la raspatoire des fibres charnues du muscle iliopsoas. Deux écarteurs peuvent être passés aux bords supérieur et inférieur du col. La capsule peut alors être ouverte en arbalète ou en H couché. La tête est luxée à l'aide d'un crochet de Lambotte passé derrière le col, en effectuant une manœuvre associant la traction, l'adduction et la rotation externe. La section du col associée à la mise en place d'écarteurs à pointe, assure une exposition suffisante du cotyle dans les cas simples.

Réparation et fermeture

Elle est simple. Le tendon du muscle tenseur du fascia lata est réinséré sur la crête. L'aponévrose antérieure est refermée en prenant garde au nerf cutané latéral de la cuisse qui se trouve dans la berge médiale de l'incision.

Avantages

Voie simple, facile à réparer. Le seul muscle désinséré est le tenseur du fascia lata.

Inconvénients

Il existe un risque non négligeable de lésion du nerf cutané latéral de la cuisse lors de l'abord et de la fermeture.

Voie antérieure de Judet ^[12] (fig 2)

C'est la forme étendue de la voie de Hueter, permettant les arthroplasties, mais avec une table orthopédique.

Repères et trajet de l'incision

Repères et trajet sont les mêmes que pour la voie de Hueter.

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus dorsal sur table orthopédique, avec un appui périnéal et un contre-appui appliqué contre la crête iliaque du côté opposé. Le membre supérieur du côté opéré est placé sur un support. La zone opératoire, délimitée par les champs, laisse en évidence l'épine iliaque antérosupérieure, la moitié antérieure de la crête iliaque et la face antérieure et latérale de la cuisse jusqu'à quatre travers de doigt de la rotule.

Incision cutanée

Elle est longitudinale et mesure environ 15 cm. Elle s'étend du bord latéral de l'épine iliaque antérosupérieure, oblique en bas et en dehors

vers le milieu du condyle externe, en regard de l'interstice tenseur-sartorius. À sa partie supérieure, elle s'incurve en haut et en dehors sur 3 à 4 cm, sous l'épine iliaque antérosupérieure et le bord inférieur de la crête iliaque.

Traversée des plans musculoaponévrotiques

La traversée des plans superficiels est identique à celle de la voie de Hueter.

Le muscle iliopsoas représente le dernier plan musculaire avant la capsule. Sa gaine peut être ouverte selon une ligne courbe allant du bord antérieur de l'os iliaque au bord inférieur du col fémoral. La face profonde du muscle iliopsoas est clivée à la raspatoire de la face antérieure de la capsule articulaire ; quelques tractus fibreux peuvent parfois être sectionnés au ciseau en haut et en dehors. Le bord antérieur du cotyle est libéré en dedans ; la rugine contourne en bas la face inférieure du col fémoral. L'exposition de la capsule antérieure utilise un écarteur autostatique dont une valve repousse l'iliopsoas en dedans et l'autre le tenseur du fascia lata en dehors.

Abord articulaire

Il se fait par capsulotomie antérieure en H déterminant un lambeau antérolatéral et un lambeau antéromédial, éventuellement complétée par une capsulectomie antérieure.

La luxation se fait vers l'avant, en s'aidant de la table orthopédique. Une première traction permet d'entrouvrir l'articulation et de sectionner le ligament rond. La tête est luxée par une manœuvre de démonte-pneu associée à une rotation externe imprimée au membre inférieur après relâchement de la traction.

Réparation et fermeture

Elles s'effectuent selon les mêmes modalités que dans la voie de Hueter.

Avantages, inconvénients

Essentiellement destinée à l'arthroplastie prothétique, elle a pour inconvénient majeur l'impossibilité de tester correctement la stabilité de la hanche dans les diverses positions critiques, du fait de la fixation du membre inférieur à la table orthopédique.

Voies de Smith-Petersen ^[21] *et voie iliofémorale* ^[13] (fig 3)

La voie de Smith-Petersen classique est beaucoup plus large que la voie de Hueter. Elle permet toute la chirurgie majeure conservatrice (butée, ostéotomie, etc) et arthroplastique. Elle ne permet cependant pas d'accéder à la paroi postérieure du cotyle.

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus dorsal sur table ordinaire, la fesse surélevée par un coussin, ou sur table orthopédique.

Repères et trajet de l'incision

Les repères sont les mêmes que ceux de la voie de Hueter. Le trajet emprunte l'interstice tenseur-sartorius après avoir désinséré les muscles fessiers de la partie antérieure de la fosse iliaque interne.

Incision

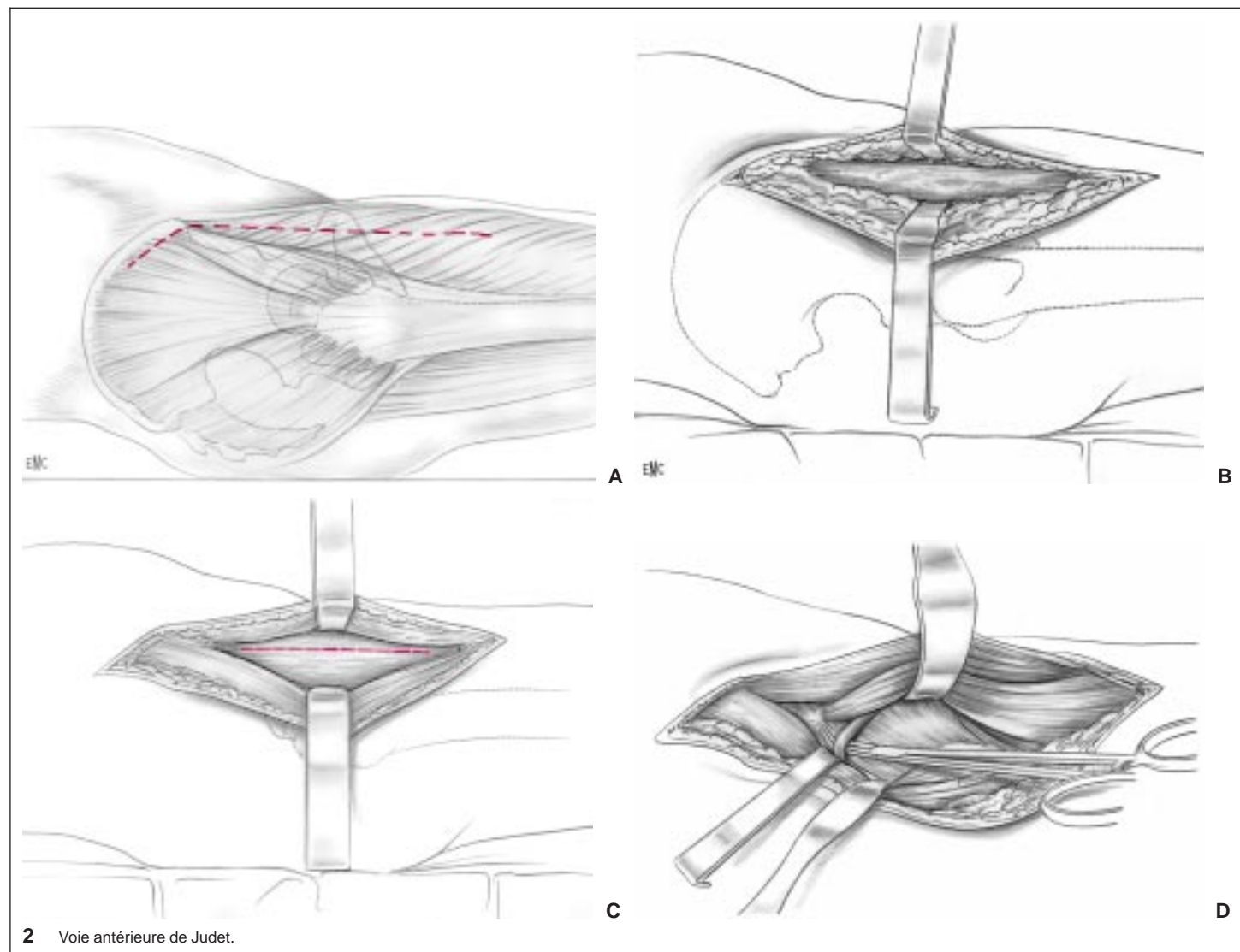
L'incision comporte deux parties :

- une partie basse identique à celle de l'incision de Hueter ;
- une partie haute qui longe la crête iliaque d'avant en arrière jusqu'à son milieu ou plus loin en arrière dans le cas d'un abord plus large.

Il est plus commode de commencer par cette partie haute.

Traversée des plans musculoaponévrotiques

Les insertions des muscles moyen fessier et tenseur du fascia lata sont libérées au bistouri puis à la raspatoire, le long de la crête iliaque, après avoir sectionné les aponévroses superficielle et profonde. Pour faciliter le réamarrage de ces muscles, il est conseillé de détacher leur insertion avec une baguette osseuse emportant la lèvre externe de la crête iliaque. La partie antérieure des muscles moyen et petit fessiers est désinsérée



2 Voie antérieure de Judet.

de la face externe de l'os iliaque jusqu'à la capsule articulaire. Une grande compresse humide est tassée dans l'espace de décollement pour en assurer l'hémostase pendant que l'on réalise la dissection de la partie basse de l'incision. Les divers temps sont identiques à ceux de la voie de Hueter. Il faut ménager, là aussi, le nerf cutané latéral de la cuisse qui doit être laissé en dedans.

Abord de l'articulation

Cet abord se fait comme dans la voie de Hueter, mais l'exposition est beaucoup plus large et l'acétabulum plus facile à atteindre après capsulotomie et luxation, selon les mêmes modalités que dans la voie de Hueter.

Réparation et fermeture

Elle doit être effectuée soigneusement. Le tenseur du fascia lata et l'aponévrose fessière (fascia glutéal) sont réinsérés sur la crête iliaque ; ce geste est important pour la qualité esthétique de la cicatrice et la qualité fonctionnelle des abducteurs de la hanche. La partie basse de l'incision se referme d'elle-même. Il faut surveiller le nerf cutané latéral de la cuisse et sa branche latérale pour ne pas les prendre dans la suture de l'aponévrose. Cette fermeture se réalise sur un drainage aspiratif destiné à éviter les hématomes de la fosse iliaque externe.

Avantages

C'est une voie très large et très utilisée qui donne une très bonne exposition sur l'aile iliaque et l'articulation coxofémorale.

Inconvénients

C'est une incision qui est longue, difficile à pratiquer, elle est plus délabrante que l'incision de Hueter élargie; elle désinsère totalement le tenseur du fascia lata et la partie antérieure des muscles moyen et petit

fessiers. Du fait des désinsertions musculaires étendues, cette voie risque de favoriser les hématomes et les ossifications ectopiques. Elle présente également un risque pour le nerf cutané latéral de la cuisse.

• Voie de Smith-Petersen deuxième manière

Cette voie est plus large et elle est utilisée pour voir le fond du cotyle et la totalité de l'aile iliaque sur ses deux faces. Elle est surtout utile dans les ostéotomies du bassin (Salter, Chiari, Ganz). Elle comporte en particulier une désinsertion des muscles sur les deux faces de l'aile iliaque. Le sartorius est désinséré avec l'insertion latérale du ligament fémoral. Le muscle droit de la cuisse est également détaché de l'épine iliaque antéro-inférieure.

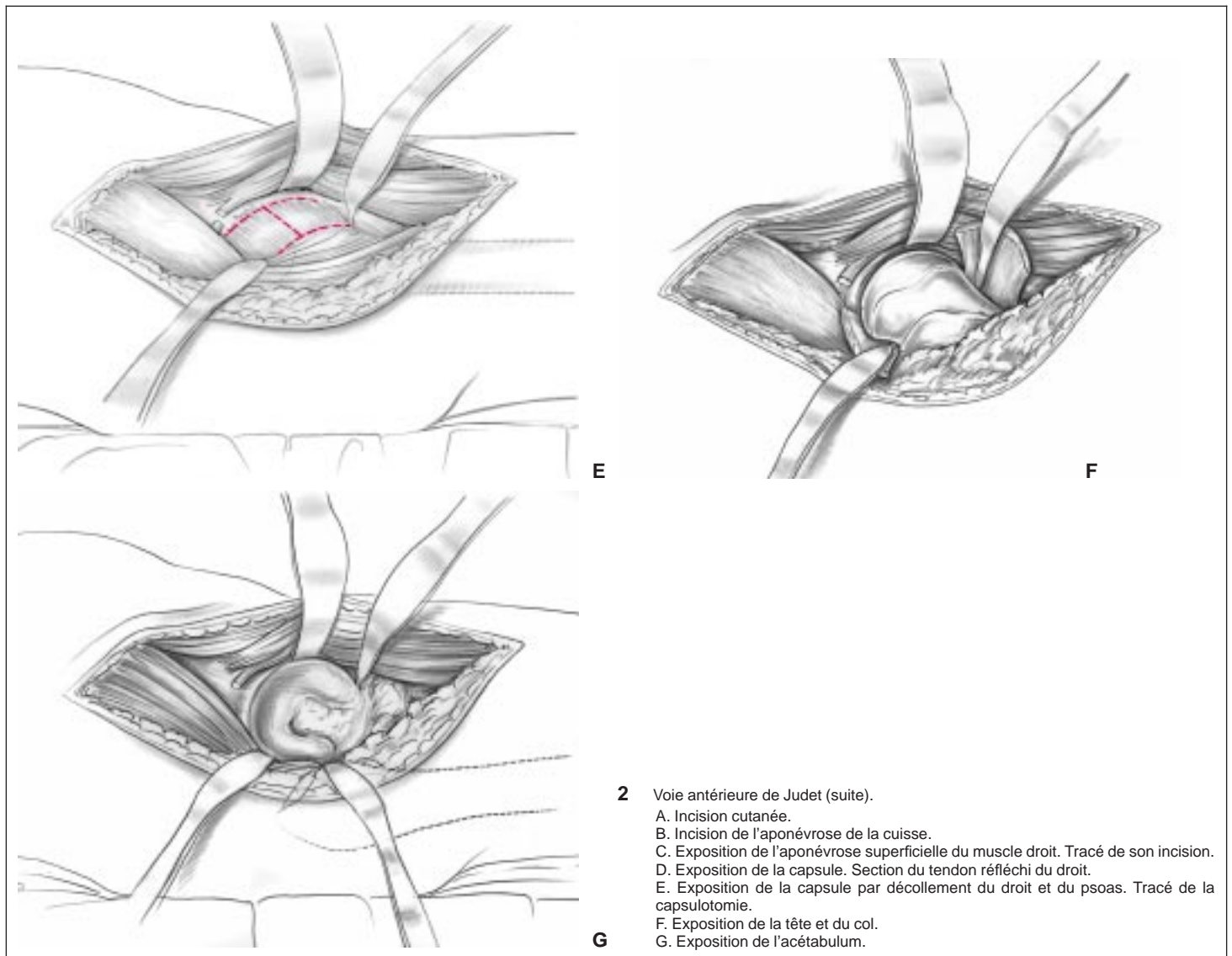
La réparation comporte la réinsertion soignée des muscles sur l'aile iliaque et un drainage aspiratif.

• Voie iliofémorale

Il s'agit d'une voie adaptée aux interventions portant sur l'os coxal. Elle permet d'accéder à la crête iliaque, à la partie supérieure de la colonne antérieure et à la racine de la branche iliopubienne ; il est pratiquement impossible d'aller au-dessous de l'éminence iliopectinée, même après décollement du psoas. En passant par la fosse iliaque, on peut atteindre l'articulation sacro-iliaque, la partie postérieure du détroit supérieur et avoir un accès digital ou instrumental limité à la paroi interne du petit bassin, jusqu'à la partie postérieure de la surface quadrilatère. L'accès à la partie médiale de la capsule est aisé et la section du ligament iliofémoral au niveau de l'acétabulum permet une réduction parfaite de la colonne antérieure.

Remarques

Les quelques différences suivantes méritent d'être rappelées par rapport à la voie de Smith-Petersen.



L'incision, après avoir suivi la crête iliaque jusqu'à l'épine iliaque antérosupérieure, descend le long du bord latéral du sartorius sur environ 15 cm. Elle est nettement plus oblique que l'incision de Smith-Petersen. La face externe de l'aile iliaque n'est pas ruginée, mais la crête iliaque est libérée des muscles plats (muscles larges) de l'abdomen et la fosse iliaque est exposée en décollant le muscle iliaque. Le ligament inguinal (arcade crurale) est détaché de l'épine iliaque antérosupérieure avec le muscle sartorius qui est libéré le long de son bord latéral en prenant soin d'en ménager l'innervation. On est cependant obligé de sacrifier la branche latérale du nerf cutané latéral de la cuisse.

La flexion de la cuisse facilite le décollement du bord latéral et de la face profonde du muscle iliopsoas dont le tendon peut être aisément décollé au niveau du ligament inguinal, permettant ainsi un écartement plus facile de la partie charnue du muscle et ainsi un meilleur accès à la colonne antérieure.

Il faut noter que la section du tendon du psoas expose à une lésion du nerf fémoral (nerf crural) (il faut par ailleurs éviter la tension excessive de ce nerf lors de l'écartement du muscle en dedans).

L'origine du tendon direct du muscle droit de la cuisse au niveau de l'épine iliaque antérosupérieure est écartée, sans qu'il soit nécessaire de la sectionner. La face externe de l'aile iliaque est ruginée en regard de l'échancrure innommée afin de permettre une bonne prise osseuse à l'aide d'un davier de Farabeuf.

Les dangers à connaître sont le nerf fémoral qui risque d'être étiré par les écarteurs et le nerf cutané latéral de la cuisse dont la branche latérale est régulièrement sacrifiée ; les branches fémorales qui suivent le bord latéral du muscle sartorius peuvent être épargnées et écartées en dedans avec ce muscle.

Voie ilio-inguinale de Judet et Letournel^[13] (fig 4)

C'est une voie d'abord de l'acétabulum qui permet de contrôler à la fois la colonne antérieure et la partie supérieure de la colonne postérieure. Elle ouvre complètement le canal inguinal dont la réparation doit être parfaite.

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus dorsal strict sur table ordinaire le plus souvent, surtout s'il y a une fracture de l'arc antérieur du bassin.

La région trochantérienne n'est pas couverte par les champs, de façon à pouvoir engager un tire-fond à la limite supérieure du vaste latéral, à travers une petite incision latérale.

Repères de l'incision

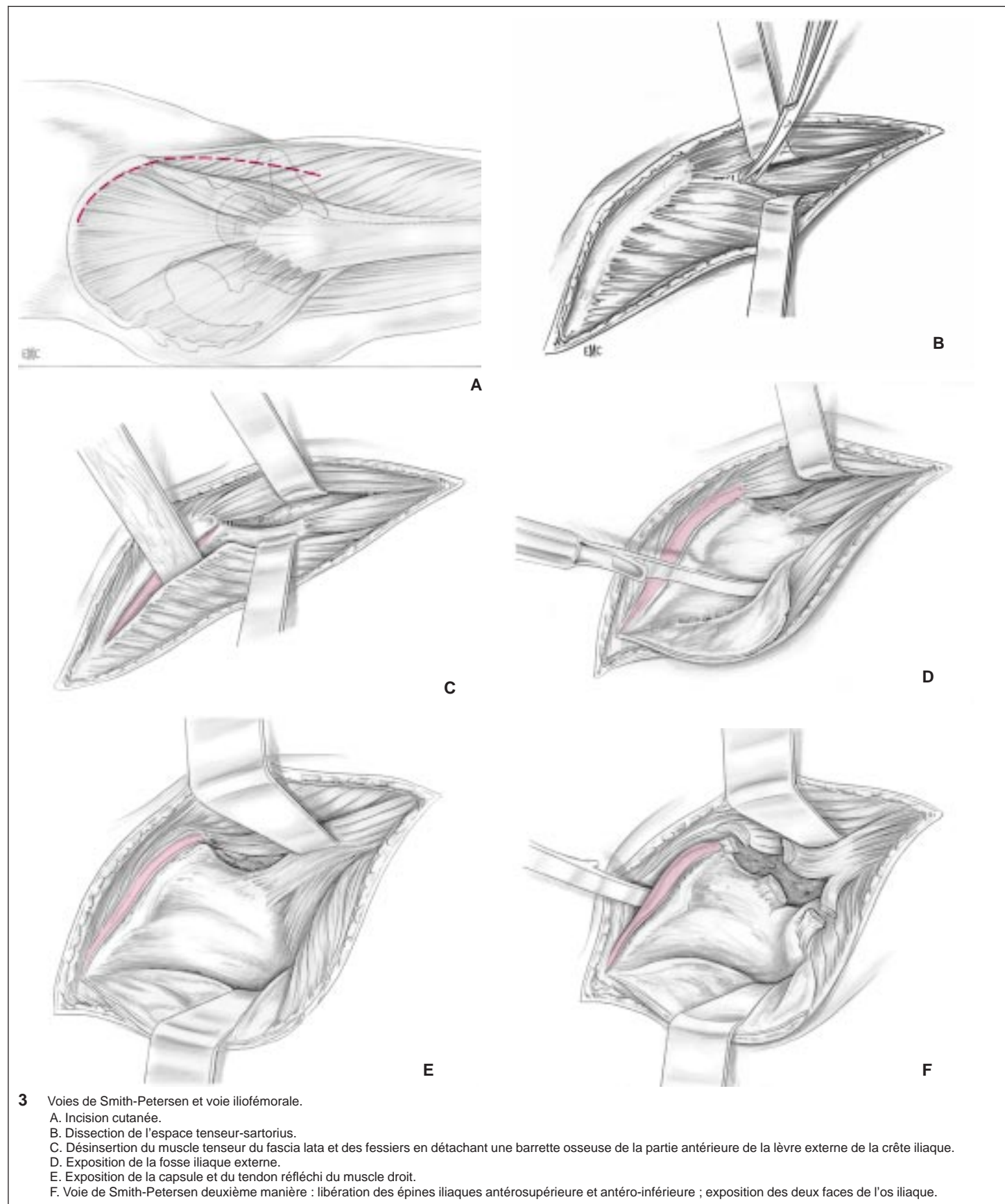
Les repères de l'incision sont représentés par la crête iliaque, l'épine iliaque antérosupérieure, la symphyse pubienne, le pli de l'aîne et le grand trochanter.

Incision cutanée

L'incision cutanée longe les deux tiers antérieurs de la crête iliaque jusqu'à l'épine iliaque antérosupérieure, puis se dirige en dedans, légèrement concave en haut, vers la ligne médiane qu'elle atteint à deux travers de doigt au-dessus de la symphyse pubienne.

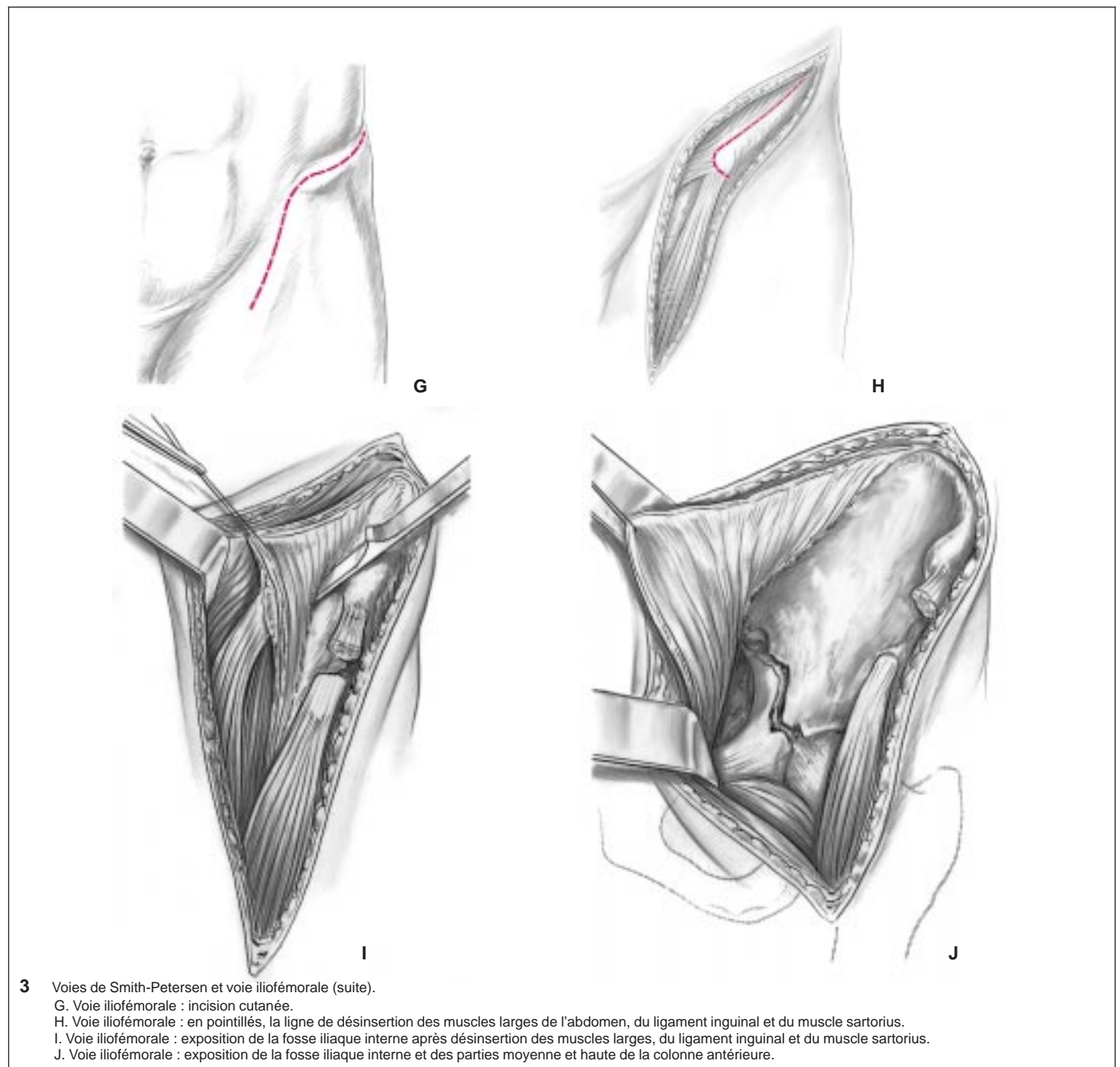
Traversée des plans musculoaponévrotiques

L'incision comporte ainsi deux parties, l'une iliaque, et l'autre abdominale.



À la partie iliaque de l'incision, les muscles plats de l'abdomen sont désinsérés de la crête et écartés en dedans en gardant leur continuité avec le muscle iliaque qui est décollé de la fosse iliaque interne jusqu'au détroit supérieur et à l'articulation sacro-iliaque. L'hémostase est assurée par de grandes compresses marquées, tassées dans le décollement, ainsi que par de la cire appliquée au tampon.

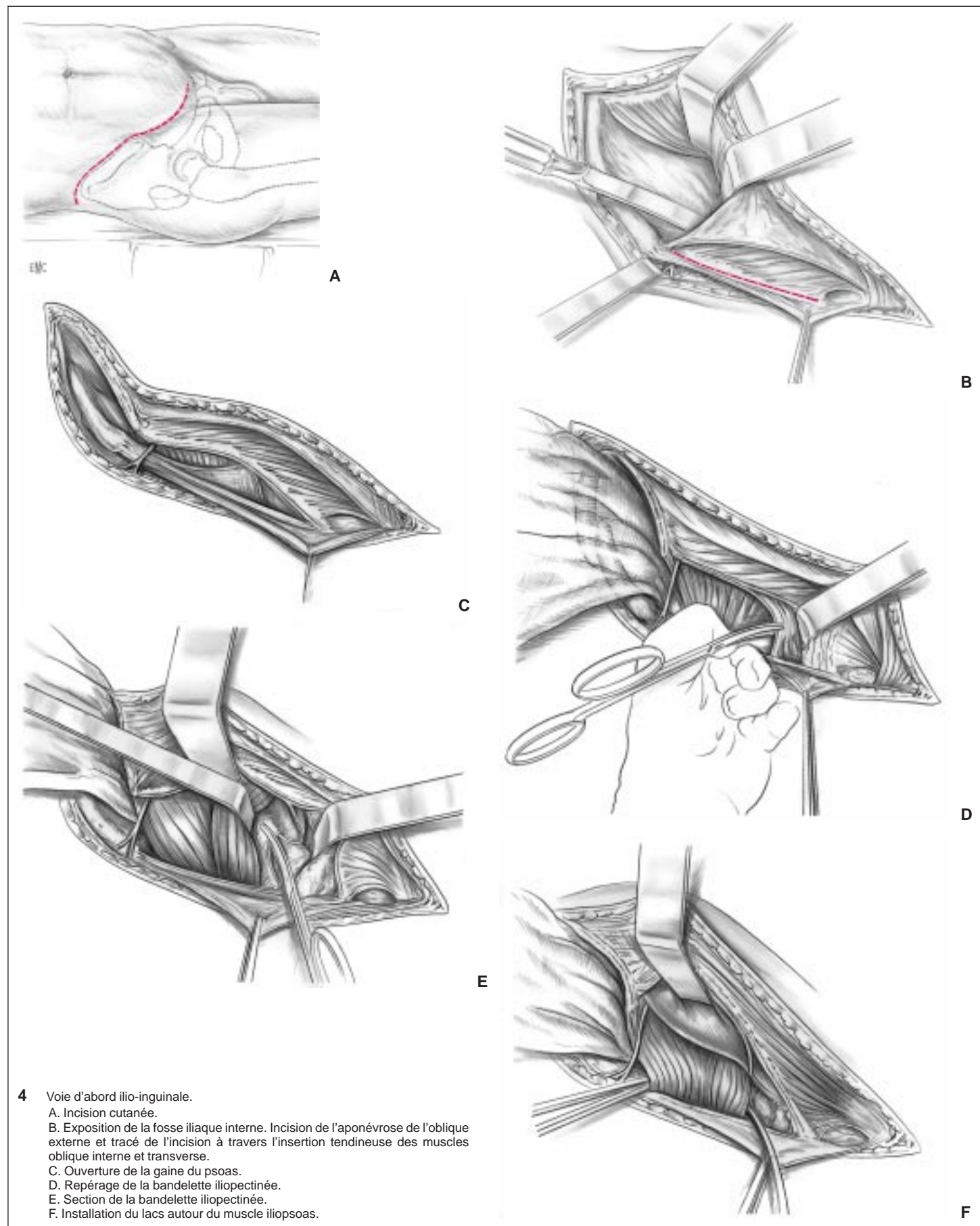
À la partie abdominale, l'aponévrose du muscle oblique externe (muscle grand oblique) est délicatement incisée au bistouri depuis l'épine iliaque antérosupérieure jusqu'à la ligne médiane, en prenant soin, dans la partie latérale, de ménager le nerf cutané latéral de la cuisse que l'on aura d'ailleurs préalablement repéré, et dans la partie médiale, de passer au-dessus de l'orifice superficiel du canal inguinal qui doit être laissé intact.



La partie inférieure de l'aponévrose de l'oblique externe est réclinée en avant et en bas, à l'aide d'une pince à disséquer et ainsi décollée des plans profonds. En réclinant cette lame aponévrotique vers le bas, on expose la faux inguinale (tendon conjoint) et l'insertion de la partie musculaire des muscles oblique interne (petit oblique) et transverse sur le ligament inguinal. Cette origine est représentée par de courtes fibres tendineuses qui ont la même direction que les fibres musculaires et qui paraissent attachées au ligament inguinal lui-même. Cette partie musculaire de la faux inguinale est séparée au bistouri du ligament inguinal en incisant, non pas à travers le muscle mais à travers les fibres tendineuses d'origine qui l'unissent à ce ligament, en laissant avec la faux inguinale une bandelette fibreuse de 2 à 3 mm de largeur. C'est en effet le seul endroit où la faux inguinale à son origine, le ligament inguinal et le fascia iliaque (aponévrose lombo-iliaque) se trouvent accolés. L'incision à travers cette zone tendineuse permet de pénétrer directement dans la gaine du muscle iliopsoas qui adhère à cet endroit au ligament inguinal. Cette bandelette fibreuse détachée avec la faux inguinale sera particulièrement utile lors de la réparation de cette voie d'abord. Le muscle iliopsoas et le nerf fémoral sont enveloppés dans la

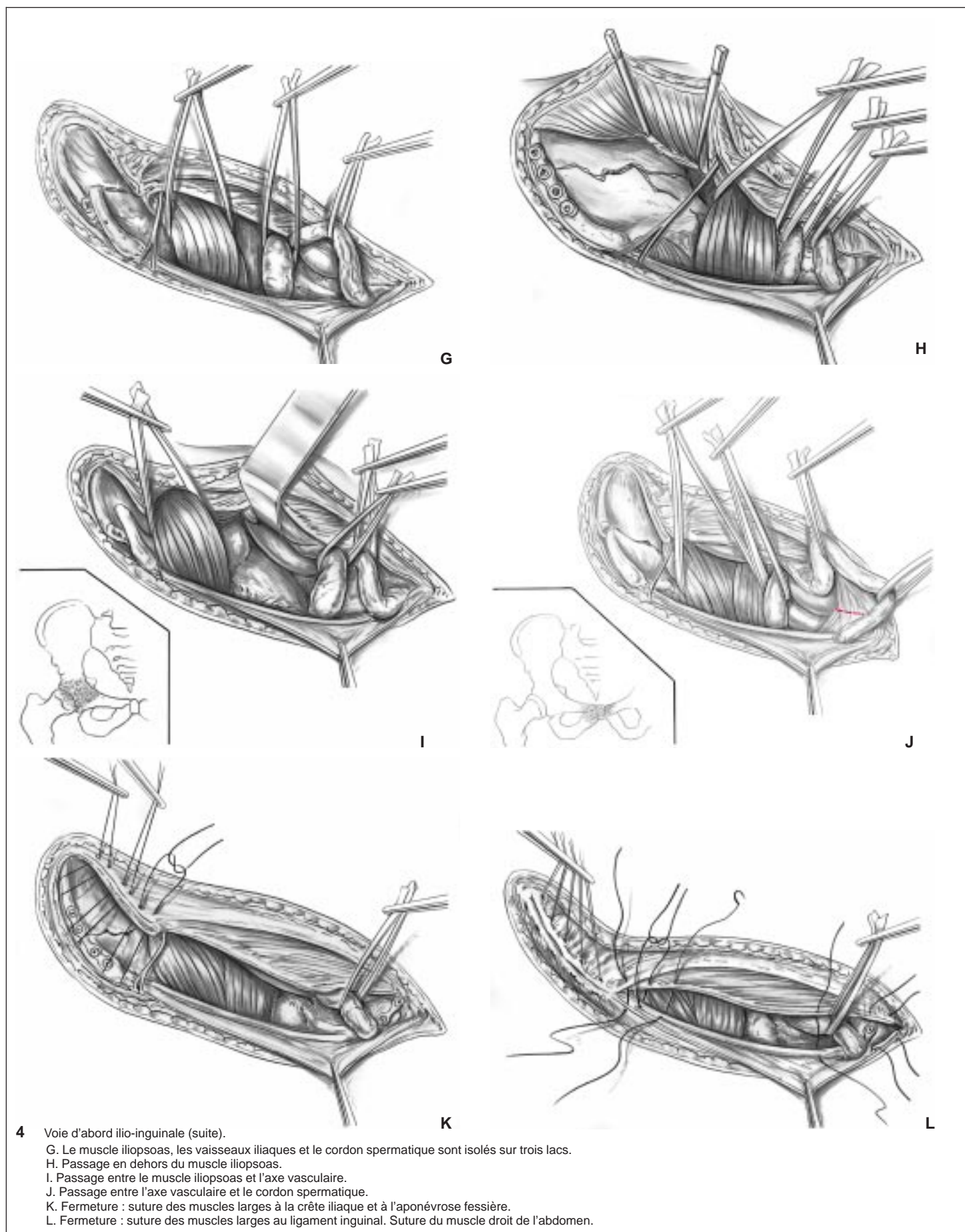
gaine du psoas dont la limite médiale est repérée au doigt au niveau de la bandelette iliopectinée, après avoir ouvert la gaine transversalement. Cette bandelette est coupée jusqu'à l'éminence iliopectinée. À partir de ce point, la désinsertion du fascia iliaque donne accès au petit bassin et à la surface quadrilatère. Le muscle iliopsoas, le nerf fémoral libéré sur plusieurs centimètres sont regroupés sur un lacs élastique.

À la partie médiale de l'incision, un deuxième lacs est passé autour du cordon spermatique ou du ligament rond, bien souvent lors de l'ouverture de l'aponévrose du muscle oblique externe, avant la désinsertion de la faux inguinale. Le cordon spermatique est déplacé en dedans et dans la partie médiale de l'incision, le fascia transversalis est exposé avec la partie médiale fibreuse de la faux inguinale qui forme la paroi postérieure du canal inguinal. Le fascia transversalis et la partie fibreuse de la faux inguinale sont incisés à quelques millimètres de leur insertion inférieure, ouvrant ainsi l'espace rétropubien qui est toujours le siège d'un volumineux hématome. Ce dernier est évacué et tamponné par une compresse. S'il est nécessaire d'aller jusqu'à la symphyse pubienne et au-delà, le muscle droit (muscle grand droit) de l'abdomen



est sectionné, en totalité ou en partie, à 1-2 cm de son insertion. On peut atteindre le côté opposé, soit en sectionnant le tendon du muscle droit controlatéral, soit en écartant ce muscle tout en préservant sa continuité.

Le versant latéral des vaisseaux a été libéré lors de la section de la bandelette iliopectinée. Leur face antérieure est libérée en sectionnant le fascia transversalis. Les vaisseaux doivent être isolés



au doigt pour préserver les lymphatiques profonds qui les accompagnent. Les vaisseaux sont placés sur un troisième lacs après

avoir vérifié qu'une éventuelle anastomose rétropubienne ne risque pas d'être arrachée.

Les structures anatomiques passant sous le ligament inguinal, isolées sur leur lacs respectifs, sont mobiles transversalement et c'est en passant entre eux que l'on va pouvoir atteindre l'os coxal. Toute l'acrolonne antérieure devient ainsi accessible en mobilisant les trois lacs.

En repoussant le muscle iliopsoas en dedans, on peut accéder :

- à la totalité de la crête iliaque, en prolongeant l'incision vers l'arrière ;
- à la totalité de la fosse iliaque interne ;
- à l'articulation sacro-iliaque et en dedans d'elle, à l'aileron sacré ;
- à la moitié postérieure du détroit supérieur ;
- à la partie antérieure de l'os coxal jusqu'à l'éminence iliopectinée.

En repoussant le muscle iliopsoas en dehors et en écartant les vaisseaux en dedans, on peut accéder :

- au bord antérieur de l'os coxal, depuis l'éminence iliopectinée jusqu'au milieu de la branche iliopubienne ;
- à la partie moyenne du détroit supérieur ;
- à la totalité de la surface quadrilatère, à la grande échancrure sciatique et à l'épine sciatique.

En repoussant les vaisseaux en dehors et le cordon en dedans, on peut accéder à la totalité de la branche iliopubienne.

En passant entre le cordon spermatique en dehors et le muscle droit de l'abdomen en dedans, on peut accéder :

- à l'angle du pubis et à la face postérieure de son corps ;
- à la symphyse pubienne ;
- à la branche iliopubienne controlatérale.

Réparation

La réparation doit être très prudente.

On commence par couper et ôter un à un les divers lacs utilisés. La perméabilité de l'artère fémorale est alors vérifiée. Les muscles de la paroi abdominale sont suturés à points séparés s'appuyant sur l'aponévrose fessière, après avoir installé un drainage aspiratif dans la fosse iliaque.

Le canal inguinal est réparé selon les étapes suivantes :

- réinsertion du muscle oblique interne, du muscle transverse et de la lèvre supérieure du fascia iliaque au ligament inguinal, en un seul plan et de dehors en dedans jusqu'aux vaisseaux iliaques ;
- suture du muscle droit de l'abdomen et de la faux inguinale en dedans des vaisseaux fémoraux ;
- suture du fascia transversalis aussi loin que possible en dehors ; cette suture est poursuivie en avant des vaisseaux iliaques externes ;
- suture de l'aponévrose de l'oblique externe, après avoir replacé le cordon spermatique.

Avantages

C'est une voie très large, mais néanmoins anatomique à condition d'être réalisée avec soin. Elle permet d'aborder la totalité de la colonne antérieure depuis l'articulation sacro-iliaque jusqu'à la symphyse pubienne.

Inconvénients

Risque de léser le nerf cutané latéral de la cuisse et d'entraîner une anesthésie de la cuisse. Pour éviter cet inconvénient, il faut identifier ce nerf dès l'incision et le protéger.

Risque de blesser l'anastomose de l'iliaque externe et l'obturatrice. Cet incident peut survenir lors du dégagement de la face postérieure des vaisseaux. Il faut le prévenir par l'isolement et la section de cette anastomose.

Risque de blesser les lymphatiques lors de la libération des vaisseaux, qui, de ce fait, doit être faite délicatement, soit au doigt, soit au tampon monté.

Voie antérolatérale

Décrite par Watson-Jones, elle passe en avant du rideau formé par le moyen fessier pour gagner la face antérieure de la capsule.

Voie de Watson-Jones ^[24] (fig 5)

C'est une voie qui permet de réaliser les ostéosynthèses des fractures de l'extrémité supérieure du fémur avec ou sans arthrotomie, les prothèses totales, les fixations d'épiphysiolyse, et les ostéotomies fémorales proximales.

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus dorsal, un coussin sous la fesse. Le grand avantage de cette voie est le maintien fiable du patient dans une position de référence, le décubitus dorsal strict, particulièrement favorable à l'orientation correcte des pièces prothétiques.

Repères et trajet de l'incision

Les repères sont représentés par l'épine iliaque antérosupérieure, le grand trochanter et la crête iliaque. Le trajet gagne la face antérieure de l'articulation en passant en avant et en dedans du moyen fessier.

Incision

L'incision classique comporte deux parties :

- une partie basse verticale, le long de la face latérale du fémur dont l'extrémité supérieure se situe à la hauteur du sommet du grand trochanter. Cette partie basse de l'incision mesure 10 à 15 cm ;
- une partie haute, oblique, qui part de l'extrémité supérieure de la précédente, c'est-à-dire du sommet du grand trochanter et s'incurve en haut et en avant en direction de l'épine iliaque antérosupérieure.

L'incision cutanée peut tout aussi bien être rectiligne ou légèrement incurvée en avant dans sa partie supérieure.

Traversée des plans musculoaponévrotiques

Après incision du tissu sous-cutané, le fascia lata est fendu de haut en bas suivant une direction parallèle à l'incision cutanée et selon la direction de ses fibres. Dans la partie supérieure de l'incision, l'ouverture du fascia lata doit se situer entre le corps musculaire du muscle tenseur du fascia lata et celui du grand fessier, en pleine zone aponévrotique. La berge postérieure du fascia lata est alors réclinée en arrière à l'aide d'un écarteur de Hohmann dont le bec est délicatement glissé derrière le grand trochanter, sans trop l'enfoncer en profondeur, afin d'éviter de léser le nerf sciatique. La lèvre antérieure du fascia lata est réclinée à l'aide d'un écarteur à griffes. Il faut ensuite repérer le plan entre le muscle tenseur du fascia lata et le moyen fessier. Dans cet interstice musculaire comblé de graisse cheminant des éléments vasculaires et un élément nerveux important, la terminaison du nerf glutéal supérieur (nerf fessier supérieur) qui assure l'innervation du muscle tenseur du fascia lata. Les hémostases doivent être faites à ce niveau en s'appliquant à épargner le nerf. Le muscle tenseur du fascia lata est récliné en avant à l'aide d'un écarteur. Le bord antérieur du muscle moyen fessier est récliné en arrière de façon à exposer la face antérieure de la capsule articulaire. Cette face antérieure de la capsule est progressivement libérée de la partie haute de l'insertion du muscle vaste latéral, de la partie haute du muscle droit de la cuisse qui passe en avant, et surtout en dedans, des ultimes insertions du muscle iliopsoas qui s'interposent entre la face antérieure de la capsule et le nerf fémoral. La désinsertion de ces fibres doit se faire rigoureusement au ras de la capsule de façon à libérer celle-ci et à pouvoir glisser, en avant d'elle et de dehors en dedans, un écarteur à pointe qui ira s'appuyer sur le bord antérieur du cotyle.

Dans le cas d'une ostéosynthèse de l'extrémité supérieure du fémur, on dégagera aussi de l'insertion du muscle vaste latéral, la face latérale de la métaphyse et de la partie proximale de la diaphyse. Cette désinsertion se fera selon une ligne en L inversé avec une branche verticale le long de la ligne âpre et une branche horizontale courte, d'arrière en avant, à quelques millimètres au-dessous de la crête d'insertion du muscle vaste latéral. La partie supérieure de cette insertion est ensuite détachée d'arrière en avant, en dégageant ainsi la face latérale de l'extrémité supérieure du fémur.

Abord de l'articulation

La face antérieure de l'articulation dégagée, un écarteur à pointe étant placé sur le bord antérieur du cotyle, on dégage également à la raspatoire

les bords supérieur et inférieur de la capsule, autour desquels on glisse deux écarteurs à pointe. La capsule est incisée longitudinalement selon la direction du col. Pour une ostéosynthèse, il suffit d'introduire délicatement deux petits écarteurs pointus que l'on implante aux bords supérieur et inférieur du col, sans essayer d'en faire le tour. Cette manœuvre permet d'exposer la face antérieure du col et d'en repérer la direction. Dans le cas d'une arthroplastie, la capsule sera incisée le long de l'axe du col, mais aussi le long de la ligne intertrochantérienne et le long du bord antérieur du cotyle. Deux écarteurs larges sont introduits derrière le col, en les passant l'un par dessus et l'autre par dessous celui-ci ; l'écarteur pointu est maintenu sur le bord antérieur de l'acétabulum. Il est souvent nécessaire de pratiquer une première résection cervicale pour pouvoir extraire la tête. Pour une meilleure exposition de l'articulation, il est souvent nécessaire aussi de désinsérer la partie tout à fait antérieure de l'insertion trochantérienne des muscles moyen et petit fessiers. Il est souvent nécessaire également de désinsérer par l'intérieur de l'articulation, les tendons des muscles pelvitrochantériens, celui du piriforme (pyramidal) en particulier, après les avoir chargés à travers la capsule postérieure sur un dissecteur ou un crochet.

Pour exposer l'acétabulum, il faut mettre en place le grand levier à pointe qui s'appuie sur son bord antérieur, un petit levier à pointe sur la corne antérieure, un autre levier à pointe implanté en haut et en arrière au niveau du sourcil cotyloïdien ; un autre levier à pointe est placé derrière la corne postérieure en appuyant sa lame sur la tranche du col qui se trouve ainsi repoussé en dehors et en arrière du cotyle. Pour mettre en place ce dernier écarteur, il faut porter la hanche en flexion et rotation interne pendant que la pointe du levier écarteur est glissée derrière la corne postérieure de l'acétabulum ; le membre est remis en position neutre dès que ce levier est accroché derrière la corne postérieure du cotyle. On peut également utiliser ici l'écarteur bicoïne.

Pour exposer l'extrémité proximale du fémur, un levier est placé sur le versant postérieur de la région trochantérienne et du col tandis que le membre est porté en flexion, adduction, rotation externe de façon à ce que la cuisse soit pratiquement à 90° par rapport à l'axe longitudinal de la table. Un autre levier à pointe écarte de l'entrée du col le muscle moyen fessier qui a tendance à venir s'interposer.

Réparation et fermeture

La réparation de cette voie d'abord nécessite la réinsertion du vaste latéral et des muscles moyen et petit fessier lorsqu'ils ont été désinsérés. Un drain aspiratif est placé dans l'articulation et un autre sous le fascia lata. La fermeture des plans aponévrotique, sous-cutané et cutané est réalisée à points séparés.

Avantages

Cette voie d'abord anatomique offre une exposition satisfaisante pour les ostéosynthèses et les ostéotomies du fémur proximal. Elle est également utilisée pour les arthroplasties totales, à condition de disposer de deux aides et de procéder aux gestes d'appoint suivants :

- désinsertion de 3 à 4 cm antérieurs du moyen fessier ;
- capsulotomie postérieure ;
- désinsertion des muscles pelvitrochantériens par voie endo-capsulaire.

Ces gestes facilitent l'acte opératoire et libèrent la mobilité de la hanche.

Inconvénients

On risque de léser le nerf glutéal supérieur et d'entraîner une dénévation du tenseur du fascia lata. L'exposition peut être ardue et nécessiter une désinsertion de la partie antérieure du moyen fessier et du petit fessier, voire une trochantérotomie. Un aide supplémentaire est nécessaire pour l'arthroplastie totale. Il faut faire particulièrement attention lors de la mise en place de l'écarteur antérieur et lors du dégagement de la face antérieure de la capsule, en raison des rapports vasculonerveux, d'une part avec le nerf fémoral et d'autre part avec les vaisseaux fémoraux situés plus en dedans. Attention également à l'écarteur postérieur qui risque, s'il est trop profondément enfoncé, de comprimer le nerf sciatique.

Voies postérieures

Voie postérolatérale de Moore ^[16] (fig 6)

C'est la voie actuellement la plus utilisée pour la mise en place de prothèses cervicocéphaliques ou totales.

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus latéral strict, fermement maintenu dans cette position par deux appuis antérieurs (pubien et thoracique), et deux appuis postérieurs (sacré et thoracique), formant deux étaux. Un drap plié en deux ou un sac spécial est disposé verticalement, le long de la table, du côté ventral du patient, de façon à pouvoir y glisser le membre inférieur au cours du temps fémoral.

Repères et trajet de l'incision

Les repères sont représentés par la crête iliaque, l'épine iliaque postéro-inférieure et le grand trochanter.

Après avoir traversé l'aponévrose fessière, la voie d'abord passe derrière le grand trochanter et l'articulation coxofémorale.

Incision cutanée

Cette incision cutanée est centrée par la partie postérieure du bord supérieur du grand trochanter. Elle comporte deux parties, une partie inférieure dirigée selon le grand axe du fémur, plus près du bord postérieur que du bord antérieur de l'os, et une partie supérieure se dirigeant en haut et en arrière vers l'épine iliaque postéro-inférieure. Chacune des deux parties mesure environ 8 à 10 cm selon la corpulence du sujet.

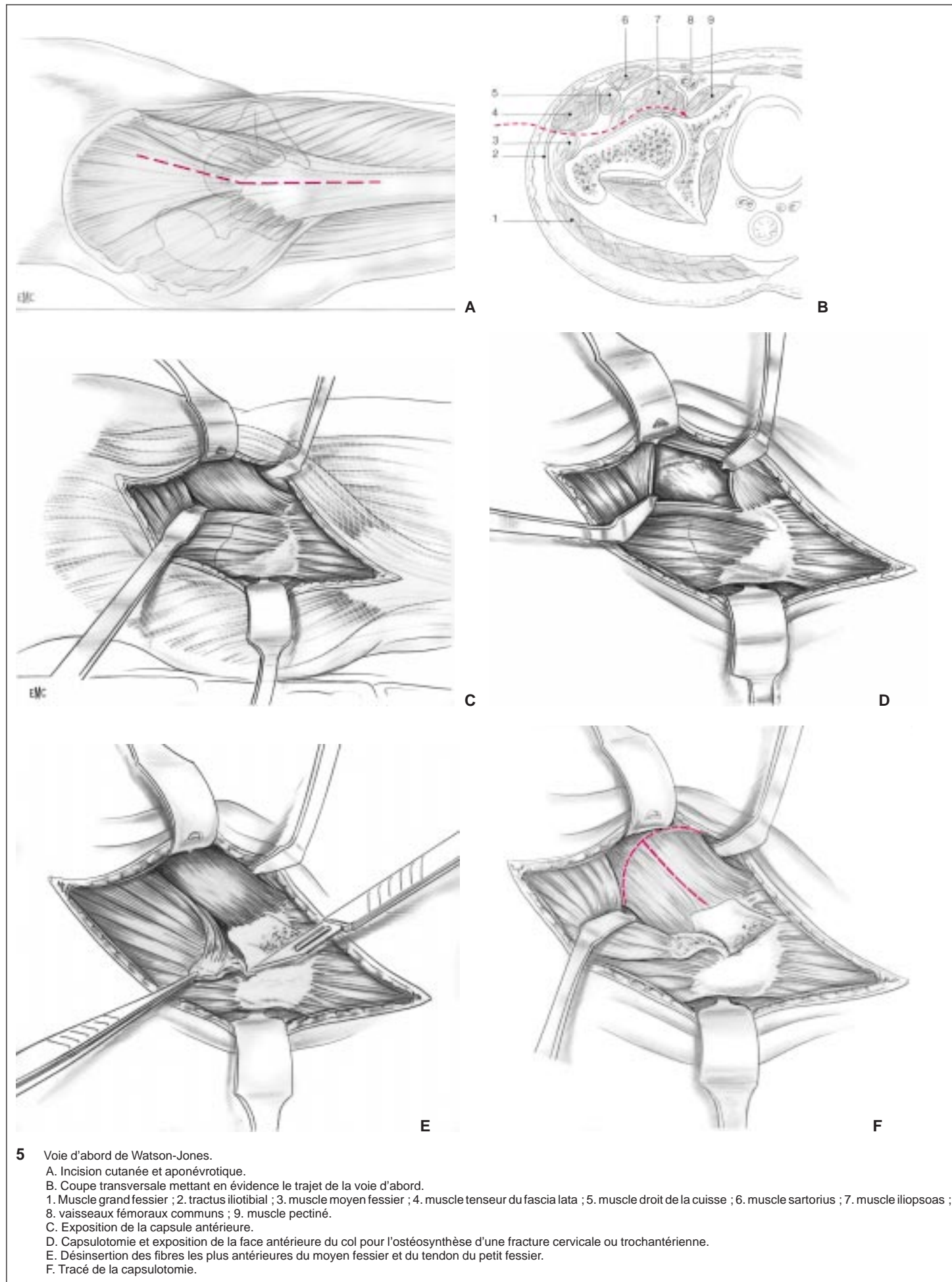
Traversée des plans musculoaponévrotiques

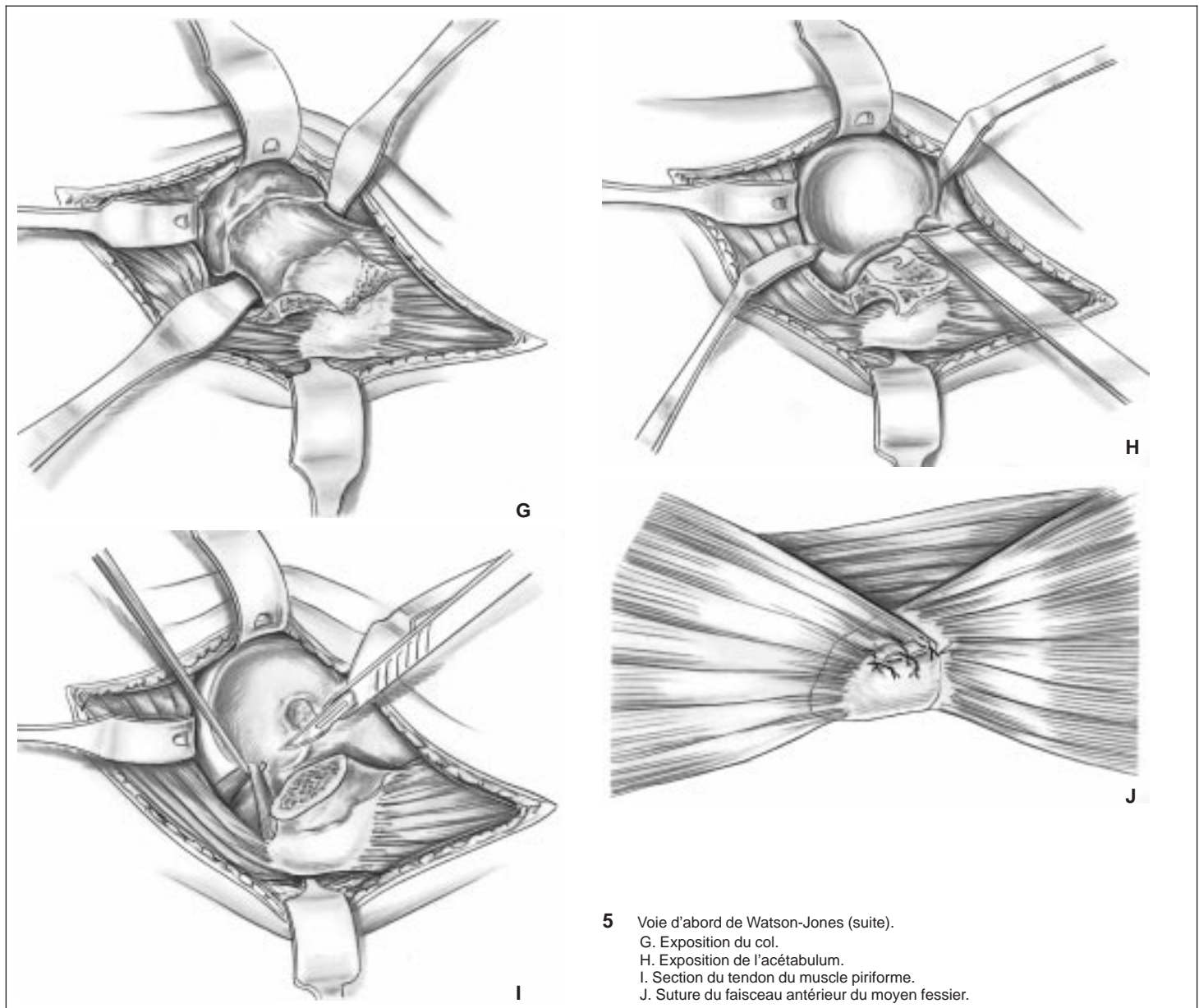
Le fascia lata est incisé longitudinalement, plus près du bord postérieur du fémur que du bord antérieur, en regard du sommet du grand trochanter. Cette incision du fascia se coude ensuite en arrière le long de la direction des fibres du grand fessier. Ces fibres sont dissociées sur 8 à 10 cm environ. Le membre inférieur est alors tourné en rotation interne maximale, le genou fléchi à 90°. Après avoir traversé la bourse séreuse du grand fessier, le tissu cellulograisieux rétrotrochantérien est refoulé en dedans à l'aide d'une compresse, ce geste permettant la mise en évidence de la terminaison des muscles pelvitrochantériens.

Le muscle moyen fessier et son tendon sont repérés et écartés en avant à l'aide d'un écarteur de Langenbeck. Le bord supérieur du tendon du piriforme est repéré au bord postérieur du petit fessier. On repère en bas la limite de l'insertion du muscle carré fémoral (muscle carré crural). Les tendons des muscles pelvitrochantériens et la capsule sous-jacente sont sectionnés au bistouri électrique le long de leur insertion trochantérienne, au ras de l'os, de bas en haut, depuis la limite supérieure du tendon du muscle piriforme jusqu'au muscle carré fémoral. À cette incision verticale, on raccorde une incision transversale le long du bord supérieur du piriforme, jusqu'au sourcil cotyloïdien. Cette incision de la capsule, gardant l'attache des muscles pelvitrochantériens, permet de récliner un lambeau capsulotendineux en assurant une parfaite exposition de la tête, du col et du versant postérieur du cotyle. Si le jour offert par cette incision capsulaire est insuffisant, on peut la prolonger vers le bas en sectionnant en partie ou en totalité le carré fémoral. La libération peut être prolongée vers le bas par la section du tendon du grand fessier. Le lambeau capsulotendineux ainsi libéré va pouvoir ultérieurement, une fois la prothèse en place, être ramené et réinséré par des points transosseux à travers le grand trochanter.

Exposition de l'articulation

Après avoir récliné le lambeau capsulaire, on peut soit réséquer le col et la tête en cas de fracture, soit luxer la tête ou encore sectionner le col avant de retirer la tête à l'aide de l'extracteur. Une fois la tête réséquée, l'acétabulum peut être exposé à l'aide de trois ou quatre leviers à pointe insérés autour de sa périphérie et implantés pour certains d'entre eux dans l'os iliaque ; on peut également s'aider d'un ou de deux clous de Steinmann supplémentaires implantés au-dessus du sourcil cotyloïdien. Pour exposer l'extrémité proximale du fémur de façon correcte, il faut mettre la hanche en flexion maximale et rotation interne en fléchissant le genou. Deux écarteurs glissés autour du col permettent de l'exposer correctement.





Réparation et fermeture

La réparation est simple. Trois points transosseux permettent de réinsérer le bord latéral du lambeau capsulaire au grand trochanter. Cette insertion réamarre par la même occasion les tendons des pelvitrochantériens qui n'ont jamais été détachés de la capsule. Les points sont passés, la cuisse en rotation interne, et serrés en rotation externe. Le fascia lata et le muscle grand fessier sont suturés au fil résorbable.

Avantages

C'est une voie interstitielle anatomique sans interruption de la continuité longitudinale du moyen fessier. Elle est rapide, peu hémorragique, et convient particulièrement bien à la mise en place des prothèses cervicocéphaliques chez le sujet âgé en cas de fracture cervicale vraie. Elle est aussi largement utilisée pour l'implantation des prothèses totales.

Inconvénients

L'exposition acétabulaire est moins large vers l'avant et peut de ce fait, gêner un peu l'orientation correcte de l'implant cotyloïdien. La large ouverture postérieure, surtout telle qu'elle était classiquement préconisée, avec isolement préalable des tendons des muscles pelvitrochantériens, et sans réamarrage solide de cette capsule, prédisposait à des luxations plus fréquentes.

Voie postérieure de Kocher-Langenbeck ^[13] (fig 7)

Cette voie d'abord permet toute la chirurgie de la hanche par voie postérieure en décubitus ventral. Elle peut également se pratiquer en décubitus latéral. Elle est la voie électorale du traitement chirurgical des fractures de la paroi et de la colonne postérieures de l'acétabulum, permettant leur réduction et leur ostéosynthèse.

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus ventral, le plus souvent sur table ordinaire. Une broche transcondylienne reliée à un étrier permet, le genou étant maintenu fléchi, d'exercer si besoin une traction axiale sur le fémur tout en maintenant le nerf sciatique détendu.

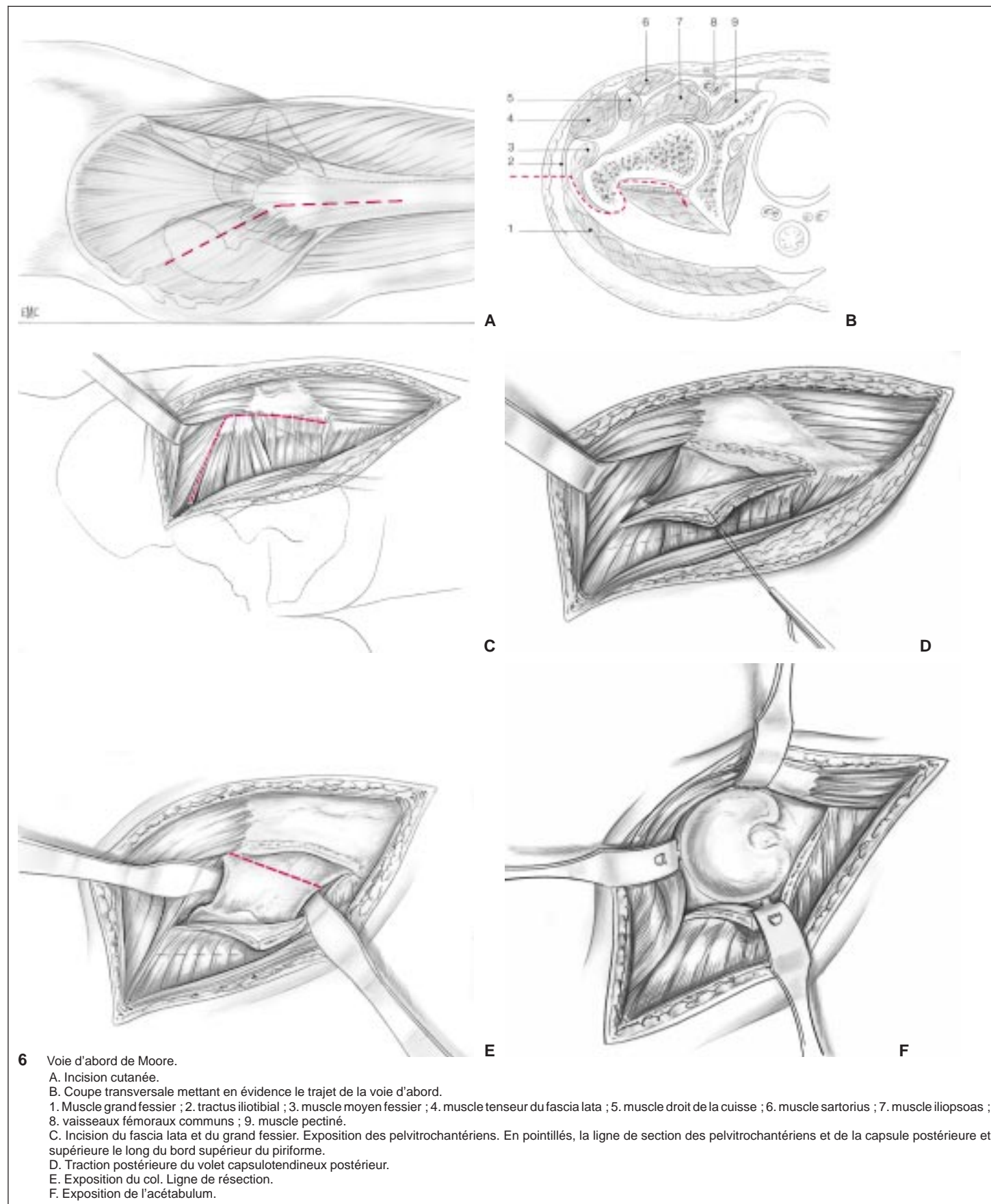
Repères et trajet de l'incision

Les repères sont représentés par le grand trochanter, la crête iliaque et l'épine iliaque postérosupérieure.

Après avoir franchi le fascia, la colonne postérieure est abordée après section des pelvitrochantériens.

Incision

L'incision comporte deux parties, empruntées à la voie de Langenbeck pour la partie supérieure et à la voie de Kocher pour la partie inférieure. L'incision est centrée par le sommet du grand trochanter. La partie

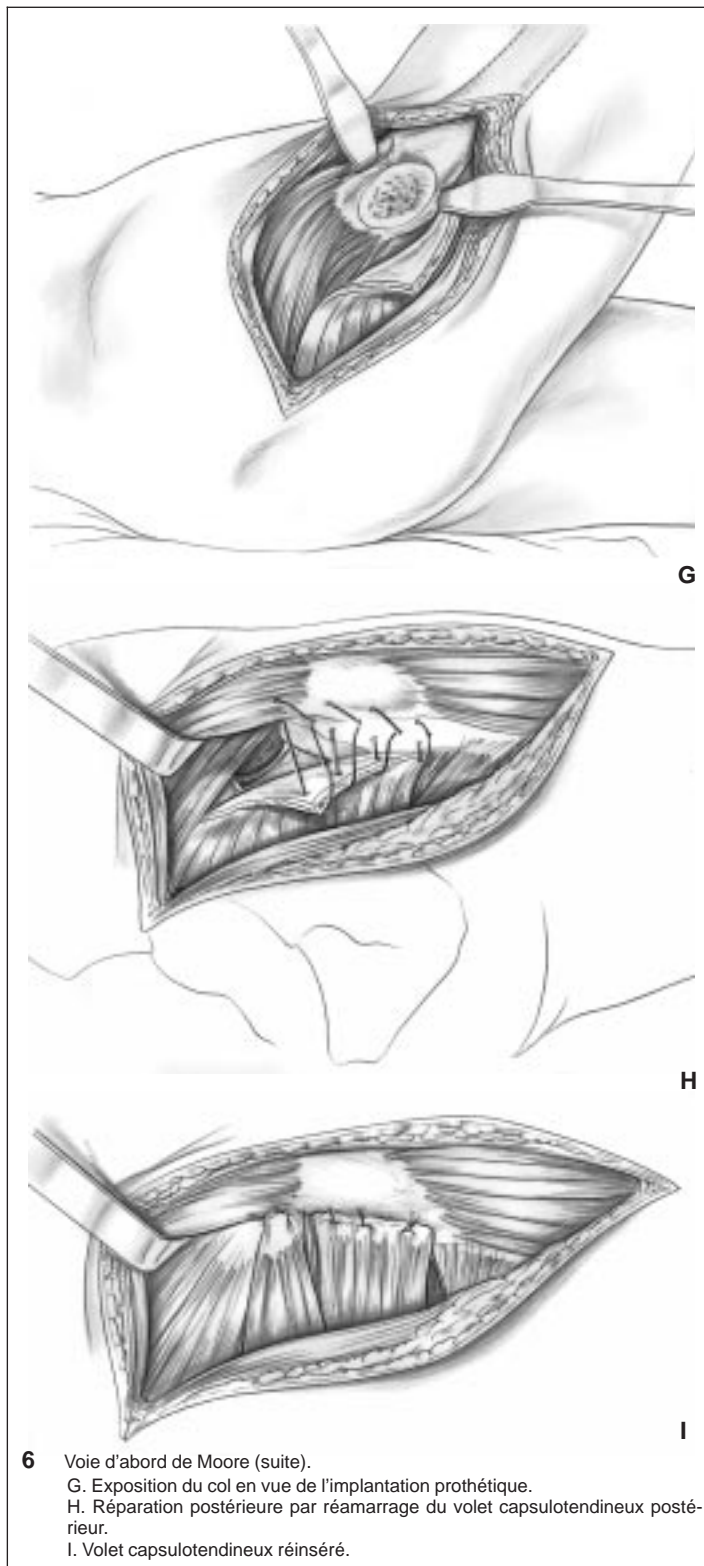


supérieure va de l'épine iliaque postérosupérieure au sommet du grand trochanter, la partie inférieure longe l'axe du fémur sur 10 à 12 cm.

Traversée des plans musculoaponévrotiques

Le fascia lata est incisé le long de la direction de ses fibres verticales en regard de la partie inférieure de l'incision ; en ce qui concerne la partie sus-jacente, l'incision du fascia se prolonge à travers les fibres du grand

fessier et le long de leur direction, le grand fessier est ainsi dissocié selon l'axe de ses fibres vers l'épine iliaque postérosupérieure. Une ou plusieurs hémostases sont alors nécessaires lors de ce geste. Le grand fessier est récliné en dedans à l'aide d'une valve. La bourse séreuse rétrotrochantérienne est refoulée en dedans avec une compresse, ce geste permettant l'exposition des tendons des muscles pelvitrochantériens. Il faut repérer soigneusement le tendon du piriforme que



L'on individualisera du bord postérieur du tendon du petit fessier. Après avoir repéré à l'aide d'un fil les tendons des pelvitrochantériens, on les sectionne à 1 cm environ de leur insertion trochantérienne en ménageant la capsule. Le fil de repérage va servir à leur réinsertion ultérieure; on aura ainsi sectionné les tendons du piriforme, de l'obturateur interne, des jumeaux et de l'obturateur externe. Ces tendons sont séparés de la capsule au ciseau et au tampon et refoulés ensuite en dedans. Le nerf sciatique se trouve en dedans, il passe habituellement dans le canal sous-pyramidal, donc au-dessous du muscle piriforme. Le fait de soulever et de tirer les muscles pelvitrochantériens en arrière ramène ce nerf en arrière en le protégeant par la présence des muscles sous-jacents au piriforme. Il faut particulièrement veiller à ne pas traumatiser ce nerf par une valve mal placée.

À la partie médiale du décollement apparaît la paroi postérieure du cotyle et la surface rétroacétabulaire. À l'aide d'une rugine manipulée avec douceur, on atteint l'épine sciatique, la grande échancrure sciatique et la petite échancrure sciatique. Une valve placée prudemment dans la grande échancrure permet d'avoir une très bonne vue sur la colonne et la paroi postérieures. L'intégrité du sciatique peut être vérifiée par la même occasion. Le doigt passant par la grande échancrure permet de contrôler la surface quadrilatère. Un tire-fond introduit dans l'axe du col par la face latérale de la métaphyse permet, en tirant sur le fémur et la capsule, de réduire éventuellement une luxation centrale de la tête et d'aligner correctement les fragments d'une paroi postérieure. Un autre tire-fond introduit dans l'ischion à la partie inférieure de la voie d'abord après avoir dégagé le tendon de l'obturateur externe, permet de contrôler la réduction de la colonne postérieure. Si l'on doit dégager le bord supérieur de la grande échancrure sciatique, il faut veiller à protéger le pédicule fessier supérieur.

Réparation et fermeture

La réparation est simple. Il faut réinsérer les muscles pelvitrochantériens, suturer le plan musculoaponévrotique du fascia lata et du grand fessier par des points séparés au fil résorbable.

Avantages

Cette voie d'abord est la seule qui puisse donner une vue sur la totalité de la colonne postérieure et permettre un contrôle digital de la surface quadrilatère très loin en avant jusqu'au détroit supérieur.

Inconvénients

Deux dangers ont été signalés par Letournel ^[13].

- Le nerf sciatique peut être lésé dans le champ opératoire par un écarteur ou quelque autre instrument ; pour éviter cet accident, il faut utiliser pour écarter, une valve de Leriche modifiée par un crochet permettant un appui endopelvien. Le nerf sciatique peut également être lésé par elongation si l'on exerce une forte traction, le genou en extension. Cette complication est exceptionnelle si l'on exerce la traction par l'intermédiaire d'une broche transcondylienne, le genou fléchi. Le nerf peut aussi être lésé par les ciseaux, lors de la dissociation des fibres du grand fessier, du fait de son relâchement lorsque le genou est fléchi.

- Le pédicule fessier supérieur peut être lésé lors de la libération de la grande échancrure sciatique. Ce pédicule passe au-dessus du muscle piriforme. Il est préférable de diviser délicatement le grand fessier par dissociation de ses fibres jusqu'à l'épine iliaque postérosupérieure, afin d'isoler et préserver le nerf glutéal supérieur. Une insuffisance transitoire du moyen fessier a pu être constatée dans certains cas.

Voie médiale (ou obturatrice)

Voie d'accès interne à l'articulation de hanche (Etienne, Lapeyrie et Campo) ^[6] (fig 8)

Elle exploite les plans de clivage naturel que laissent entre eux les muscles adducteurs, qui conduisent de dedans en dehors et de bas en haut vers l'articulation.

Elle ne se justifie qu'en position d'abduction-flexion forcée de la hanche qui réduit l'épaisseur des parties molles recouvrant l'articulation.

Installation du patient

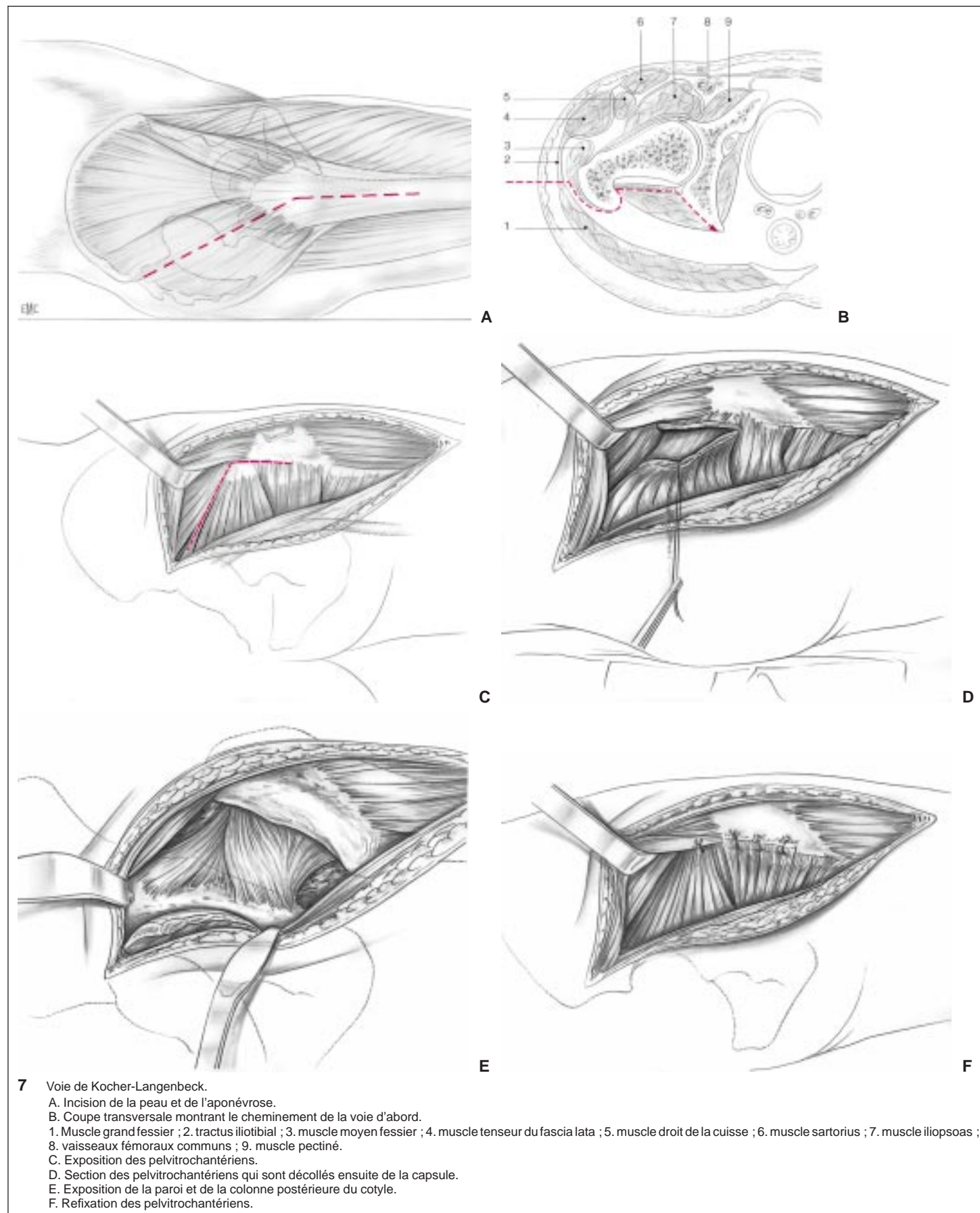
La position gynécologique en décubitus dorsal est la plus commode. Le membre inférieur sain est maintenu fléchi par un support de jambe. L'opérateur se met face au périnée.

Un aide saisit le membre par le genou et le talon. Il porte le genou en flexion et la hanche en abduction-flexion complète et rotation interne.

L'aide chargé des écarteurs se place entre le genou et le tronc.

Repères et trajet de l'incision

Les repères osseux sont représentés par l'épine du pubis, l'ischion et le tubercule du grand adducteur (troisième adducteur). La voie d'accès



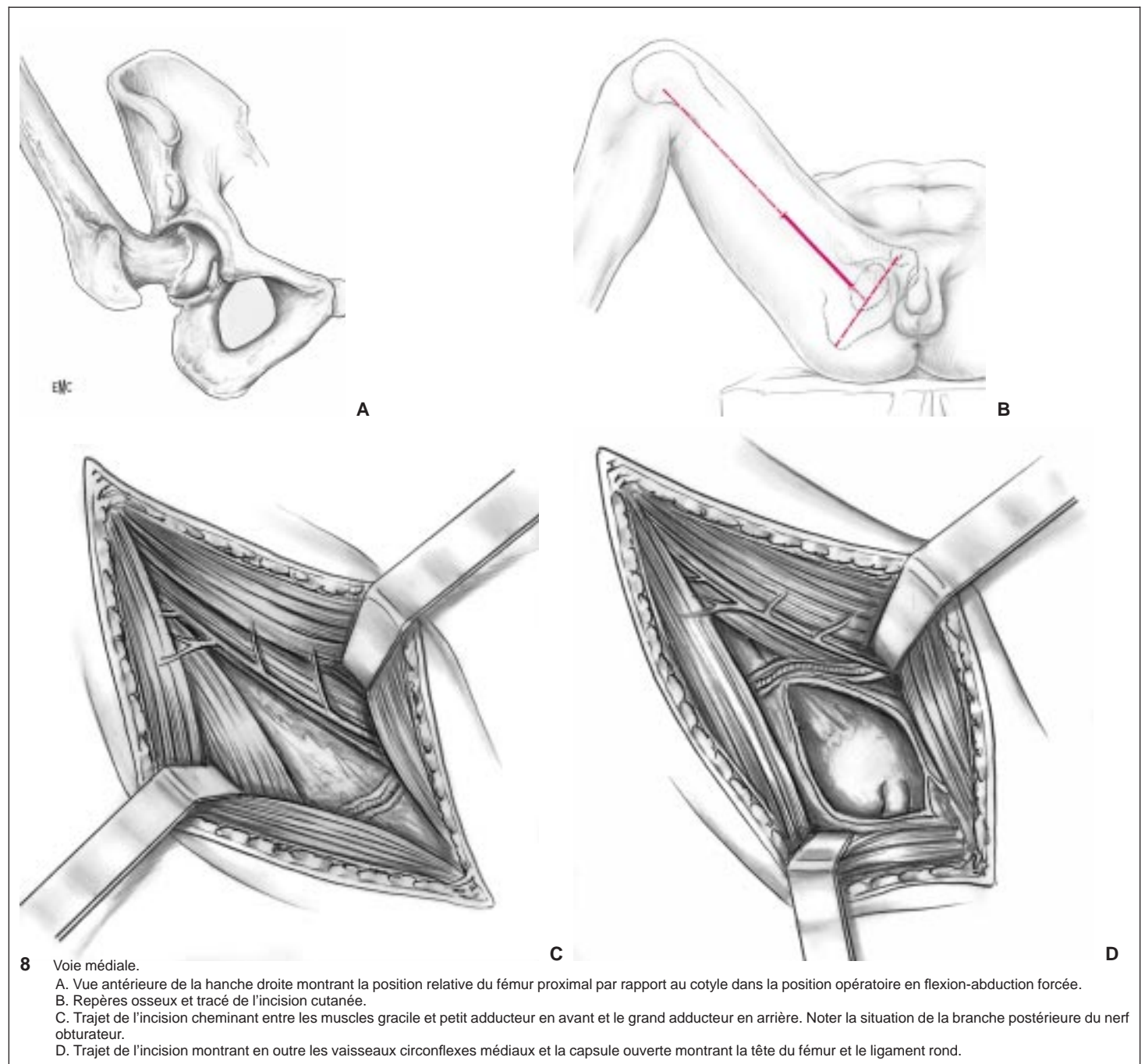
chemine entre le muscle gracile (muscle droit interne) et le grand adducteur et entre le court et le grand adducteur.

Incision cutanée

L'incision cutanée est rectiligne. Elle se trouve sur une ligne joignant le

point situé à mi-distance entre l'épine du pubis et l'ischion, et le tubercule du grand adducteur sur la face médiale du genou. Cette ligne suit à peu près l'interstice entre la corde du gracile et celle du grand adducteur.

L'incision part à deux travers de doigt environ du repère proximal,



abandonnant ainsi la région du foramen obturé et des organes génito-urinaires. Elle mesure 7 à 10 cm.

Traversée des plans musculoaponévrotiques

Elle s'effectue entre le gracile et le grand adducteur séparés par un plan celluleux facilement clivable, puis entre le court et le grand adducteur ; l'interstice celluleux qui sépare le court adducteur (deuxième adducteur ou muscle petit adducteur) en avant du grand adducteur en arrière, apparaît dès que l'on abandonne le bord postérieur du muscle gracile.

Les muscles de la lèvre antérosupérieure de l'incision sont soulevés par un écarteur sur lequel on doit exercer une forte traction.

Le grand adducteur est chargé par un deuxième écarteur. Il faut éviter lors de cette manœuvre de léser la branche postérieure du nerf obturateur. Il faut pour cela rechercher ses branches sur la face postérieure du court adducteur d'où elles débouchent. Elles apparaissent tendues obliquement du court au grand adducteur et sont maintenues en avant par l'écarteur antérieur.

Abord de l'articulation

L'espace séparant le court et le grand adducteur est agrandi. En allant droit en profondeur, le doigt repère la saillie sphérique de la tête.

De petits mouvements alternatifs de rotation interne et externe effectués par l'aide facilitent cette recherche. Cette manœuvre évite aussi de s'égarer en dedans sur l'obturateur externe et le canal obturateur (canal sous-pubien).

La capsule articulaire est repérée, cravatée de plus ou moins près par l'artère et la veine circonflexes médiales (circonflexes postérieures). Compte tenu du rôle de cette artère dans la vascularisation de la tête fémorale, il faut essayer, dans la mesure du possible, de conserver ces vaisseaux en les réclinant en dehors. Dans certains cas cependant, ils pourront être sectionnés.

Exposition de l'articulation

L'ouverture économique de la capsule se pratique en l'incisant longitudinalement suivant l'axe du col. L'extrémité médiale de l'incision sera inclinée vers l'arrière pour éviter la section transversale du ligament rond.

Pour une résection de la tête, il faut accentuer la rotation interne pour exposer le ligament rond et sa fossette d'insertion fémorale. La section de ce ligament facilite la luxation de la tête.

Réparation et fermeture

La fermeture de la voie d'abord s'effectue spontanément dès l'ablation des écarteurs, les muscles reprenant automatiquement leur place.

La suture de la capsule est facultative et dépend de l'opération pratiquée. Il suffit le plus souvent de ne suturer que le sous-cutané et la peau.

Avantages

C'est une voie anatomique peu délabrante, qui maintient la continuité des muscles périarticulaires, réduit le risque de choc opératoire, d'hématome et d'infection, tout en épargnant les vaisseaux et les nerfs.

Dans la position adoptée, l'articulation est relativement superficielle, ce qui permet de réduire la longueur de l'incision qui par ailleurs siège dans une zone dissimulée.

Inconvénients

Elle ne s'applique qu'à un nombre limité d'opérations spécifiques (reposition sanglante des luxations congénitales, drainage articulaire, résection de la tête fémorale...) pour lesquelles il n'est pas possible dans tous les cas de mettre la hanche en abduction-flexion forcée.

Voies transmusculaires respectant la continuité longitudinale des abducteurs

Voie transglutéale ^[1, 9, 17, 18](fig 9)

Diverses modalités ont été décrites par Bauer et al ^[1], Hardinge ^[7] et Müller et al ^[15, 16]. Nous présenterons ici la voie décrite par ce dernier auteur.

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus dorsal, la fesse du côté opéré débordant en partie de la table d'opération.

En cas d'installation en décubitus latéral, un grand drap plié en deux, ou un sac spécial, est disposé verticalement le long de la table, du côté ventral du patient, de façon à pouvoir y glisser le membre inférieur au cours du temps fémoral.

Repères et trajet de l'incision

Les repères sont représentés par la crête iliaque, l'épine antérosupérieure et le grand trochanter.

Après incision longitudinale du fascia, le moyen fessier et le vaste latéral sont incisés longitudinalement dans le sens de leurs fibres. La berge musculoaponévrotique antérieure est désinsérée pour aborder l'articulation par l'avant, en gardant la continuité longitudinale de la sangle moyen fessier-petit fessier-vaste latéral.

Incision cutanée

Une incision rectiligne de 15 à 20 cm est pratiquée à travers la peau, le pannicule adipeux sous-cutané, puis le long des fibres du fascia lata. Elle se situe d'avant en arrière, au milieu de la saillie trochantérienne, et son extrémité supérieure remonte à environ 6 cm (trois travers de doigt) au-dessus du sommet du grand trochanter.

Traversée des éléments musculoaponévrotiques

L'incision musculotendineuse de la voie d'abord transglutéale est centrée à mi-distance entre les bords antérieur et postérieur du grand trochanter. Les muscles moyen fessier et vaste latéral sont divisés le long de la direction de leurs fibres, sur une distance de 3 à 4 cm au-dessus du sommet du grand trochanter et de 6 à 8 cm au-dessous de la crête du vaste latéral. La moitié antérieure du vaste latéral est d'abord désinsérée du fémur et maintenue en avant à l'aide d'un levier écarteur à pointe. La moitié antérieure de la plaque tendineuse assurant la continuité du moyen fessier et du vaste latéral au niveau de la lèvre antérieure de l'incision, elle est ensuite désinsérée de la face latérale du grand trochanter, de l'arrière vers l'avant, à l'aide d'une rugine tranchante ou d'un bistouri fin à lame n° 11 qui sectionne les fibres de Sharpey au ras de l'os. La limite antérieure de cette face latérale, marquée d'une crête

osseuse, se poursuit par la face antérieure du grand trochanter où se trouve la surface d'insertion de l'accolement tendineux moyen fessier-petit fessier-vaste latéral, support de la continuité de la lèvre antérieure de l'incision, véritable clé de cette voie d'abord. La désinsertion tendineuse sera particulièrement soigneuse sur cette aire et ses limites, de façon à détacher au ras de l'os le tendon du petit fessier tout en gardant ses connexions avec les fibres du moyen fessier et du vaste latéral, afin de préserver la continuité musculotendineuse de la lèvre antérieure de l'incision.

Exposition de l'articulation

La face antérieure de la capsule est dégagée à la raspatoire des expansions charnues des muscles vaste latéral et iliopsoas ainsi que des expansions tendineuses du muscle petit fessier. La pointe d'un levier écarteur est glissée en avant de la capsule au-dessous du petit fessier et de l'iliopsoas et calée sur le bord antérieur de l'acétabulum. Cela permet d'exposer largement les trois quarts de la capsule antérieure.

Mise en place des quatre leviers écarteurs à pointe : un écarteur de chaque côté du col fémoral, un autre sur le bord antérieur de l'acétabulum, et un autre enfin implanté latéralement au-dessus du sourcil acétabulaire.

Note : une paralysie du nerf fémoral peut survenir si la pointe de l'écarteur antérieur s'échappe du bord antérieur osseux de l'acétabulum et s'engage dans les parties molles.

Capsulotomie en H : deux leviers écarteurs à bout mousse sont glissés, par le haut et le bas, entre le col et la capsule, protégeant ainsi les structures anatomiques postérieures lors de l'ostéotomie pratiquée à la scie oscillante. Une seconde ostéotomie est pratiquée dans un plan incliné à 45° par rapport à l'axe de la diaphyse fémorale. La tranche osseuse intermédiaire est retirée. Elle pourra être utilisée pour confectionner éventuellement un bouchon osseux. L'utilisation de l'extracteur fileté est parfois nécessaire pour extraire la tête. Si la luxation s'avère impossible, il faut fragmenter la tête. Celle-ci est gardée pour fournir d'éventuels greffons.

La capsule antérieure est excisée et le tendon de l'iliopsoas est identifié. La pointe du levier écarteur médial est mise au contact du bord antérieur de l'acétabulum, en prenant garde à l'artère et au nerf fémoraux qui sont situés immédiatement en avant du muscle iliopsoas.

On pratique une capsulotomie postérieure. Un crochet à os permet de soulever et de tendre la capsule, permettant ainsi son incision le long du bord postérieur de l'acétabulum.

Afin de mettre en place l'écarteur fémoral, il faut mener la cuisse en légère flexion et adduction. On place alors les deux pointes de l'écarteur derrière la corne postérieure de la surface semi-lunaire de l'acétabulum où elles peuvent être implantées dans l'ischion en s'aidant de quelques coups de maillet. Cela permet de dégager l'accès à l'acétabulum en repoussant le fémur vers l'arrière ; en accrochant le poids au manche de l'écarteur et en fixant ce dernier aux champs qui enveloppent la cuisse, il n'est plus nécessaire de le maintenir à la main. Un long levier écarteur courbe est placé sur le bord antérieur de l'acétabulum et la pointe d'un autre écarteur est implantée au maillet dans le sourcil acétabulaire. La mise en place de ces leviers permet une exposition parfaite de toute la circonférence de la surface articulaire.

On évalue le degré de rétraction de la capsule et des rotateurs externes. La section du muscle piriforme est parfois nécessaire, en particulier lorsqu'il existe une attitude vicieuse préopératoire en rotation externe. Le membre est porté en rotation interne, et si le piriforme est très tendu, il est chargé sur un crochet et sectionné au bistouri.

Toute source possible de saignement doit faire l'objet d'une exposition correcte. Le déroulement normal de l'opération doit être momentanément interrompu si un vaisseau continue à saigner, surtout dans les plans postérieurs. À ce stade, si un reliquat de capsule postérieure reste tendu, il faut le visualiser en le chargeant sur un crochet, et le sectionner au bistouri, aussi près que possible du rebord postérieur de l'acétabulum.

Le membre est mis en rotation interne, extension et abduction. Un écarteur fémoral est placé sous le grand trochanter. Cette manœuvre fait sortir le fémur proximal de la plaie opératoire. Le genou est alors fléchi à 90°, tandis que la hanche est menée en rotation externe-adduction, la jambe étant maintenue dans un plan à peu près parallèle à la table.

Les muscles fessiers sont protégés à l'aide d'un levier écarteur tandis qu'un autre levier est placé sous le psoas, au ras de la corticale médiale du col fémoral.

Fermeture

Les lèvres antérieure et postérieure de l'incision musculotendineuse transglutéale sont rapprochées et suturées. Un drain aspiratif est placé dans l'articulation et un autre sous le fascia. Le fascia lata est suturé à l'aide de points séparés, et un drain aspiratif est laissé dans le tissu sous-cutané avant la suture cutanée.

Avantages

La technique peut être indifféremment réalisée sur le patient en décubitus latéral ou dorsal. Elle offre une excellente exposition articulaire, tant de l'acétabulum que du fémur, tout en préservant la continuité longitudinale de l'appareil abducteur. Elle convient à la plupart des arthroplasties de première intention ainsi qu'aux reprises simples.

Inconvénients

La désinsertion de la lèvre antérieure est un geste délicat qui doit être réalisé avec beaucoup de minutie si l'on veut garder intacte la continuité des fibres tendineuses du moyen fessier, du petit fessier et du vaste latéral. Le réamarrage de cette même lèvre demande une minutie au moins égale.

Les calcifications ectopiques sont peut-être un peu plus fréquentes, mais leurs conséquences fonctionnelles sont inexistantes ou modérées.

Voie transglutéale modifiée, avec hémitrochantérotomie antérieure (technique de Dall) ^[5] (fig 10)

Cette variante de la voie transglutéale a pour but de renforcer la tenue de la lèvre antérieure de l'incision et de faciliter sa réinsertion en y incluant la partie antérieure du grand trochanter qui représente le support d'insertion des fibres tendineuses des muscles moyen fessier, petit fessier et vaste latéral.

Repères et trajet de l'incision

Les repères sont identiques à ceux de la voie transglutéale classique. Le trajet transglutéal coupe le grand trochanter selon un plan oblique en avant et en dedans de façon à en détacher un hémimédailillon antérieur.

Installation du patient, incision cutanée, traversée des plans musculoaponévrotiques superficiels

Elles sont identiques à celles de la voie transglutéale sans hémitrochantérotomie.

Ostéotomie antérieure du grand trochanter

Le temps suivant va consister à rejoindre la face antérieure de la capsule articulaire en divisant longitudinalement les fibres distales du moyen fessier, le grand trochanter et les fibres proximales du vaste latéral. Tout comme pour la voie transglutéale classique, le temps essentiel est celui qui se déroule en regard du grand trochanter. L'objectif est de détacher un hémimédailillon trochantérien antérieur assurant la continuité des fibres tendineuses de la lèvre antérieure de l'incision entre les muscles moyen et petit fessiers en haut et le vaste latéral en bas. Pour cela, on commence par repérer la ligne d'attaque craniocaudale de l'hémitrochantérotomie antérieure, sur la face latérale du grand trochanter, à mi-distance entre ses bords antérieur et postérieur. Cette ligne est marquée au bistouri électrique le long de la face latérale du grand trochanter.

À la limite supérieure de cette ligne, on divise longitudinalement la partie terminale du moyen fessier en écartant délicatement les lames d'une paire de ciseaux à capsule, enfoncées à travers le tendon au bord supérieur du grand trochanter.

À la limite inférieure de la ligne d'ostéotomie, on incise longitudinalement le vaste latéral sur 5 à 6 cm, selon la direction de ses fibres. Une branche de l'artère circonflexe latérale peut nécessiter son hémostase. Le muscle vaste latéral est décollé à la rugine jusqu'à l'insertion antéro-inférieure de la capsule sur la ligne intertrochantérienne antérieure.

L'ostéotomie trochantérienne est alors pratiquée à l'aide d'un ostéotome large et plat, en dirigeant la lame en avant et en dedans, vers la jonction

entre les faces antérieures du trochanter et du col. Le membre est alors tourné en dehors et la totalité de la lèvre antérieure (partie antérieure du moyen fessier, petit fessier, hémimédailillon trochantérien, et partie antérieure du vaste latéral) est réclinée en avant. Il faut ensuite décoller le petit fessier de la capsule en sauvegardant son insertion sur la face antérieure du grand trochanter.

Exposition de l'articulation

Elle est identique à celle de la voie transglutéale sans hémitrochantérotomie.

Fermeture

La lèvre antérieure de l'incision est ramenée en place en remplaçant le petit fessier en position anatomique.

On commence par assurer la fixation de la trochantérotomie par trois à quatre points transosseux. On ferme ensuite les incisions du vaste latéral et du moyen fessier. On suture ensuite le fascia, le sous-cutané et la peau.

Avantages

La tenue de la lèvre antérieure de l'incision transglutéale est très bonne. L'hémimédailillon antérieur permet l'amarrage de points transosseux de bonne qualité.

Inconvénients

Le risque de calcifications ectopiques peut être plus élevé. On peut le réduire en faisant l'ostéotomie au ciseau et non pas à la scie oscillante.

Voie postérolatérale avec trochantérotomie de digastrisation ^[2, 8, 14, 15, 22] (fig 11)

Le principe est d'offrir une exposition large de la coxofémorale en réclinant vers l'avant la sangle musculaire latérale représentée en haut par les muscles moyen et petit fessiers et en bas par le muscle vaste latéral. Cette sangle digastrique est maintenue en continuité par son support osseux que constitue le grand trochanter.

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus latéral, comme pour une incision de Kocher-Langenbeck.

Repères et trajet de l'incision

Les repères superficiels sont représentés par la crête iliaque et le grand trochanter. La trochantérotomie permet, en déplaçant la sangle « digastrique », d'accéder aux versants postérieur, supérieur et antérieur de la coxofémorale.

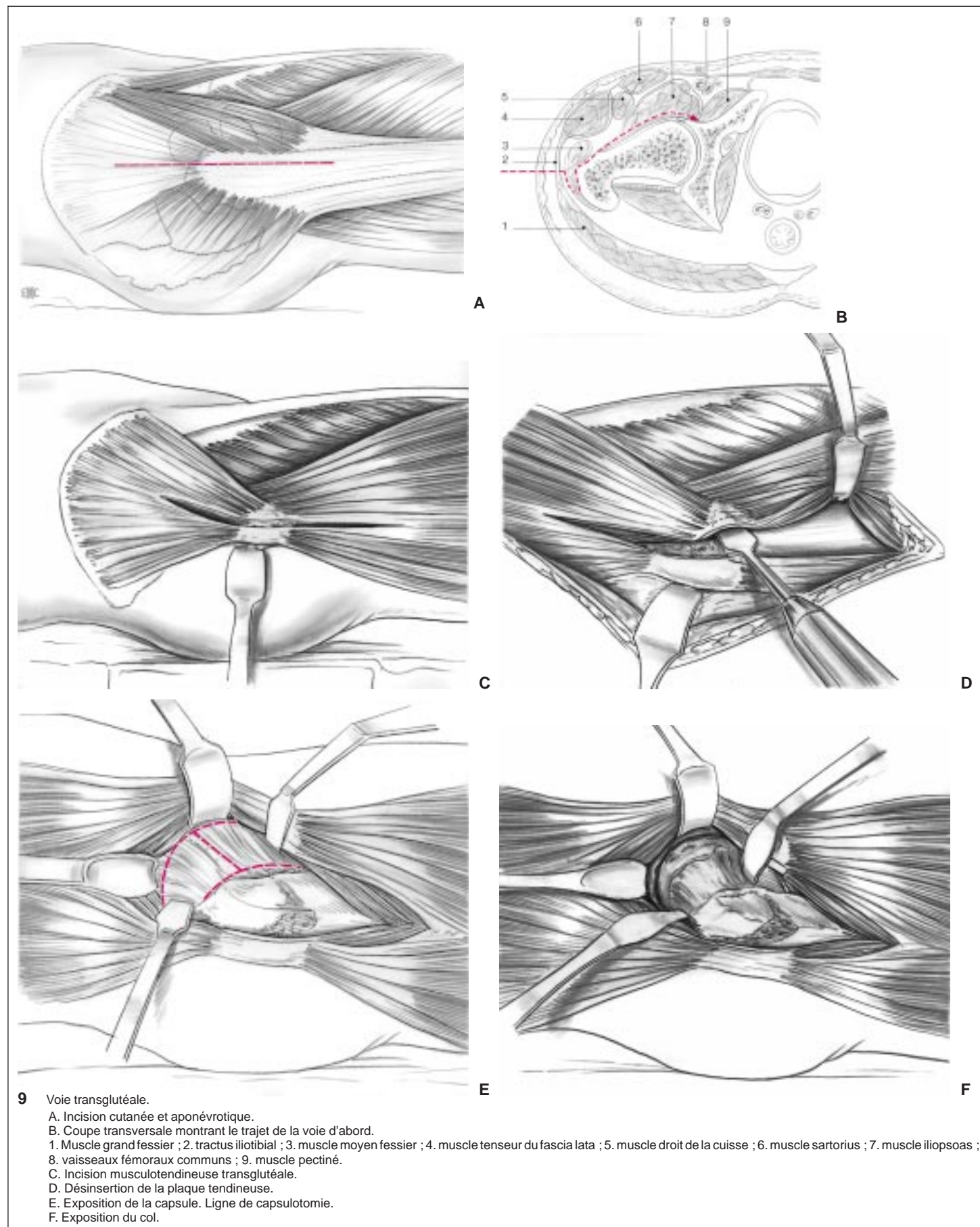
Incision cutanée

L'incision cutanée est une incision postérolatérale type Kocher-Langenbeck, ou une longue incision rectiligne latérale, à cheval sur le grand trochanter.

Traversée des plans musculoaponévrotiques

Après avoir traversé le tissu cellulaire sous-cutané, l'incision passe théoriquement dans le fascia lata, mais en pratique, elle dissocie le plus souvent les fibres du grand fessier dans leur partie antérieure. On excise la bourse séreuse périrochantérienne. Mise en place d'un écarteur autostatique type Charnley. Le membre est porté en rotation interne maximale, ce geste exposant le bord postérieur des petit et moyen fessiers, le tendon du piriforme dont la direction sert de repère à la partie haute de l'incision, la gouttière qui sépare le bord postérieur du grand trochanter des muscles pelvitrochantériens, le tendon du grand fessier et les fibres les plus postérieures du vaste latéral.

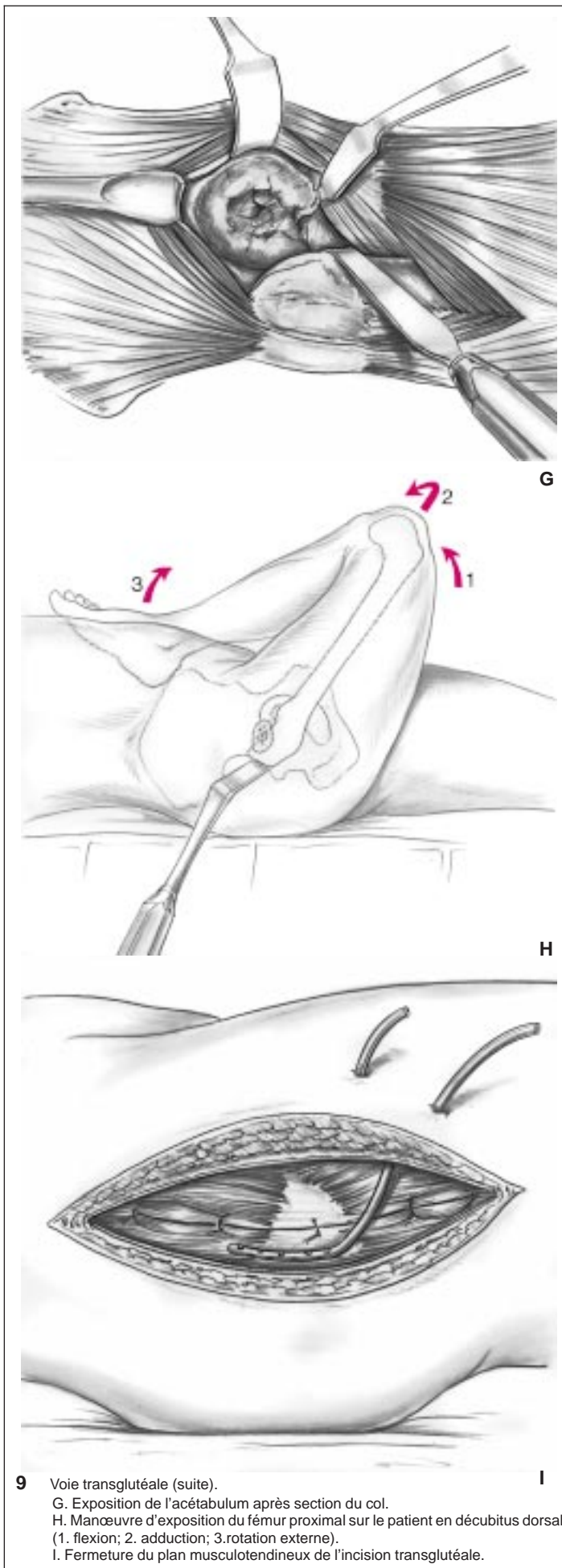
La capsule est ouverte en haut à l'aide du bistouri électrique qui longe l'interstice séparant le bord inférieur du petit fessier et le piriforme ; on désinsère le piriforme, on descend dans la gouttière rétrotrochantérienne pour désinsérer plus bas les fibres les plus postérieures du vaste latéral, le long de la ligne âpre jusqu'au tendon du grand fessier. La partie supérieure de la face latérale de la diaphyse fémorale est libérée des



insertions du vaste latéral à la rugine. Les insertions du vaste latéral sur sa crête d'insertion trochantérienne sont respectées.

L'ostéotomie trochantérienne se fait selon un plan sagittal paramédian, légèrement oblique, en avant et en dedans d'une part, en bas et en dehors

d'autre part, de façon à respecter les insertions tendineuses du vaste latéral. Cette ostéotomie conserve toutes les attaches des muscles fessiers et du vaste latéral, créant ainsi une véritable sangle musculaire digastrique constituée par le moyen fessier en haut et le vaste latéral en



bas dont le relai intermédiaire osseux est constitué par le grand trochanter. Un mouvement combiné de flexion et de rotation externe de la cuisse détend cette sangle musculaire digastrique qui est ainsi aisément luxée en avant et maintenue à l'aide de deux leviers écarteurs. En arrière, le carré fémoral est détaché du grand trochanter au ciseau frappé et récliné avec une petite baguette osseuse.

Abord articulaire

La capsule est incisée en T, permettant ainsi la luxation de la tête du fémur qui se réalise en portant le membre inférieur en flexion, adduction et rotation interne.

Après résection du col, la mise en jeu de deux leviers écarteurs et de deux broches de Steinmann permet d'exposer l'acétabulum. Quant à l'extrémité supérieure du fémur, son exposition est très aisée.

Réparation et fermeture

Après réintégration de la prothèse, la fermeture de la capsule donne d'emblée à la prothèse une bonne stabilité. Par ailleurs, la seule réduction de la hanche ramène à sa place le médaillon trochantérien qui se maintient facilement par le simple jeu des forces divergentes exercées vers le haut par les fessiers, et vers le bas par le vaste latéral. La « sangle digastrique » ramenée en arrière est suturée aux éléments capsulotendineux disponibles. Lorsque l'extrémité supérieure du fémur n'est pas réséquée, le médaillon peut être réinséré soit par vissage, soit par haubanage. Le fascia lata peut être refermé en paletot pour augmenter la stabilité.

Avantages

Elle offre une excellente exposition de l'articulation et de l'extrémité proximale du fémur.

Inconvénients

Le pédicule fessier supérieur risque d'être lésé lors de la mobilisation de la « sangle digastrique ».

Voies interrompant momentanément la continuité longitudinale des abducteurs (fig 12)

Cette interruption momentanée peut se faire soit à travers le tendon, soit à travers le grand trochanter, soit à travers le fémur proximal, ce qui permet d'individualiser des voies transtendineuses, transtrochantériennes et transfémorales.

Voies transtendineuses

Voie de Gibson ^[7]

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus latéral.

Repères et trajet de l'incision

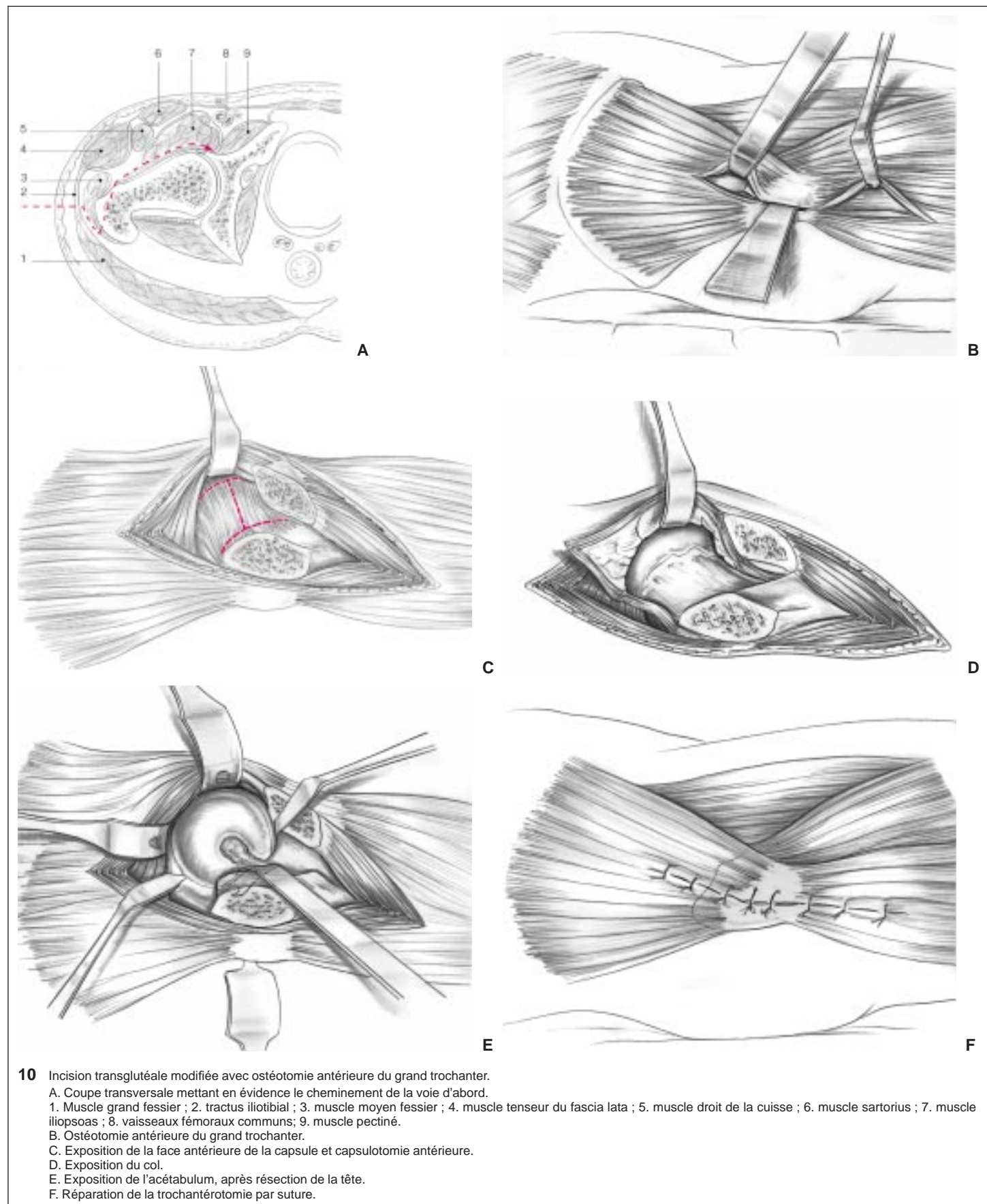
Les repères de l'incision sont l'épine iliaque postérosupérieure et l'angle antérosupérieur du grand trochanter.

Incision cutanée

C'est une incision en deux parties. Une partie supérieure oblique, entre un point de la crête iliaque situé à deux travers de doigt en avant de l'épine iliaque postérosupérieure et l'angle antérosupérieur du grand trochanter. Une partie inférieure, verticale, s'étendant de l'angle antérosupérieur du trochanter vers le bas sur la face latérale de la région trochantérienne et de la partie supérieure de la cuisse, sur environ 15 cm.

Traversée du plan musculoaponévrotique superficiel

Le fascia est incisé verticalement dans la moitié inférieure de l'incision et obliquement en haut et en arrière dans sa partie supérieure, longeant ainsi le bord antérieur du grand fessier. Il n'est pas nécessaire d'aller en haut jusqu'à la crête iliaque.



L'écartement des berges de l'incision met en évidence la région trochantérienne ainsi que les muscles qui s'y insèrent (moyen fessier, petit fessier, piriforme, obturateur interne, jumeau, obturateur externe et carré fémoral).

Exposition capsulaire

Elle est obtenue en détachant les muscles insérés sur le grand trochanter. Ceux innervés par le nerf glutéal supérieur (moyen et petit fessiers) sont écartés en avant et les autres en arrière.

Le moyen fessier est désinséré par section de son tendon. En tournant la cuisse en dehors, il est facile de désinsérer également le tendon du moyen fessier de la face antérieure du grand trochanter.

On détache de la même manière du grand trochanter le piriforme et les autres muscles pelvitrochantériens. La désinsertion du carré fémoral peut parfois être nécessaire.

Lorsque les insertions musculaires ont été détachées et écartées, toutes les faces de la capsule de l'articulation se trouvent exposées.

La capsule est incisée en haut le long du col du fémur depuis son insertion supérieure jusqu'à son attache inférieure à la base du col. En tournant le membre inférieur, il devient facile de désinsérer la totalité de la capsule antérieure du bord antérieur de l'acétabulum et de la ligne intertrochantérienne antérieure. La partie postérieure de la capsule peut être également désinsérée.

La dernière étape de l'exposition consiste à luxer la tête du fémur par flexion et rotation externe de la cuisse.

Réparation et fermeture

Le tendon du moyen fessier est réinséré par des points en X.

Les tendons des muscles pelvitrochantériens peuvent être également réamarrés par des points transosseux et ce d'autant plus aisément qu'ils auront été maintenus au contact de la capsule et désinsérés avec elle.

Avantages

C'est une voie de réalisation facile qui offre une exposition tout à fait satisfaisante sur l'articulation de la hanche. Elle était particulièrement utilisée pour le traitement chirurgical des coxites tuberculeuses et dans les arthrodèses.

Inconvénients

Avec la pratique de l'arthroplastie totale de la hanche, on s'est vite rendu compte que la réinsertion du tendon du moyen fessier aboutissait souvent à un échec et qu'il en résultait une insuffisance du moyen fessier avec sa boiterie caractéristique. C'est pourquoi cette technique est actuellement délaissée au profit de la trochantérotomie, lorsqu'un abord large est requis.

Voie externe de l'acétabulum ^[10] (fig 13)

Cette voie d'abord se propose d'exposer l'aile iliaque, le sourcil acétabulaire, la partie haute de la colonne antérieure et la colonne postérieure en passant entre le tenseur et le sartorius puis en désinsérant les muscles moyen et petit fessiers et enfin les pelvitrochantériens du grand trochanter.

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus latéral strict, sur table normale ou orthopédique, une broche transcondylienne permettra d'exercer une traction, le genou fléchi, pour éviter toute tension excessive du nerf sciatique.

Repères et trajet de l'incision

Les repères de l'incision sont représentés par la crête iliaque, l'épine iliaque antérosupérieure et l'angle latéral de la rotule.

Incision cutanée

Elle longe les trois quarts antérieurs de la crête iliaque jusqu'à l'épine iliaque antérosupérieure, puis s'incline en bas, sur une quinzaine de centimètres, le long d'une ligne allant de l'épine iliaque antérosupérieure à l'angle latéral de la rotule.

Traversée des plans musculoaponévrotiques

On commence par désinsérer les muscles fessiers de la fosse iliaque externe. Les hémostases sont réalisées à la pince à coaguler sur le versant musculaire, et à la cire sur le versant osseux. Le muscle tenseur du fascia lata est désinséré de l'épine iliaque antérosupérieure. L'aponévrose fessière est ouverte le long du bord antérieur de la gaine du tenseur. On passe alors entre le tenseur récliné en dehors et le sartorius en dedans comme dans une voie de Hueter. Les tendons du moyen et du petit fessier

sont sectionnés à 2 cm de leur terminaison trochantérienne, après en avoir repéré le bout proximal. En écartant ces muscles fessiers vers l'arrière, on expose les muscles pelvitrochantériens. On sectionne ensuite les muscles pelvitrochantériens en commençant par le piriforme dont on repère la partie proximale du tendon. En écartant vers l'arrière les masses musculaires, on expose très correctement la colonne postérieure. La traction doit être prudente pour ménager le nerf sciatique et le pédicule fessier supérieur. La fosse iliaque interne est ensuite dégagée par désinsertion du muscle iliaque. En réclinant le muscle iliaque et les viscères abdominaux en dedans, on expose parfaitement l'aile iliaque, la partie supérieure de la colonne antérieure, ainsi que sa partie moyenne. La partie basse de cette colonne et la symphyse pubienne ne peuvent pas être atteintes par cette voie d'abord.

Réparation et fermeture

Les muscles petits et moyen fessiers sont réinsérés ainsi que le piriforme. Les autres muscles pelvitrochantériens ne sont pas toujours suturables. Les muscles iliaque et fessiers sont réinsérés sur la crête ainsi que le tenseur du fascia lata. Sont ensuite suturés les fascias superficiels.

Avantages

Cette voie permet d'exposer simultanément les deux colonnes du cotyle, facilitant ainsi la réparation de leur fracture. La suture correcte des muscles fessiers permet de leur maintenir une fonction correcte.

Inconvénients

L'accès limité qu'offre cette voie aux parties moyennes et inférieures des deux colonnes la fait réserver aux fractures des deux colonnes où la lésion de la colonne antérieure est haut située. Une ostéoporose postopératoire de l'aile iliaque n'est pas rare, compte tenu de l'étendue de la désinsertion, mais elle n'a habituellement pas de traduction clinique.

Voie externe élargie de Sénégas, Liorzou et Yates ^[20] (fig 14)

Cette voie dérivée de celle d'Ollier se propose d'exposer l'aile iliaque, le toit et les deux colonnes de l'acétabulum après avoir désinséré le droit, soulevé un médaillon trochantérien et désinséré les muscles pelvitrochantériens. Elle permet en outre de contrôler directement la cavité articulaire.

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus latéral, incliné de 60° vers l'arrière pour exposer le versant antérolatéral de la hanche. Le membre inférieur du côté exposé est laissé libre pour effectuer les mobilisations nécessaires.

Repères et trajet de l'incision

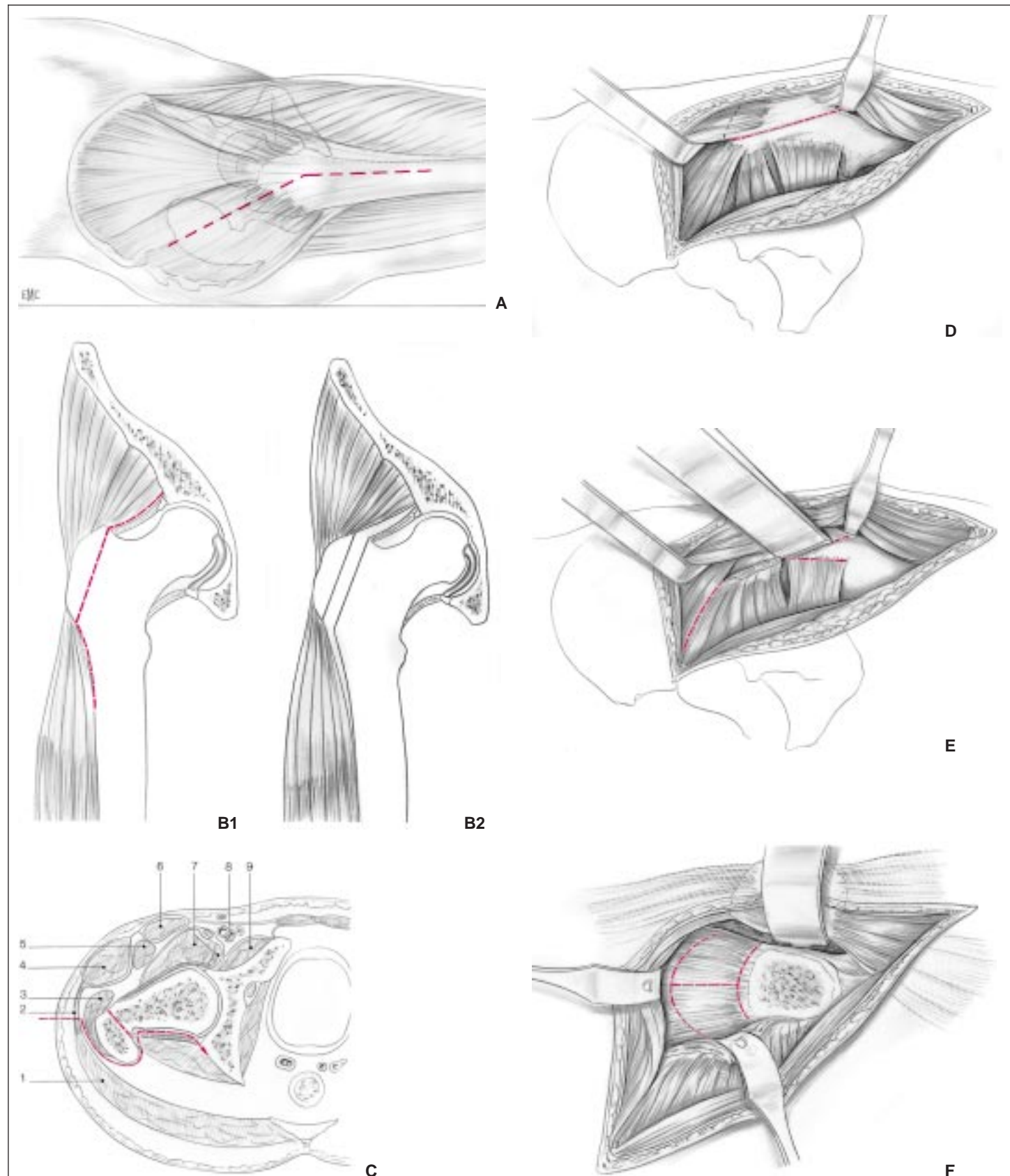
Les repères osseux de l'incision sont représentés par l'épine iliaque postérosupérieure, le bord supérieur du grand trochanter et l'épine iliaque antérosupérieure.

Incision cutanée

Elle correspond en arrière à celle d'Ollier, alors qu'en avant elle gagne le bord latéral du triangle fémoral au lieu de gagner l'épine iliaque antérosupérieure. Elle part en arrière de l'épine iliaque postérosupérieure pour se diriger en bas et en dehors, légèrement concave en haut vers sa partie moyenne, en passant à deux travers de doigts au-dessous du bord supérieur du grand trochanter. Elle se dirige ensuite horizontalement vers le bord latéral du triangle fémoral de Scarpa, en passant à 6 cm au-dessous de l'épine iliaque antérosupérieure. Elle parcourt ainsi les versants postérieur, latéral et antérieur de la racine de la cuisse.

Traversée des plans musculoaponévrotiques

Le grand fessier est divisé selon la direction de ses fibres et le tenseur du fascia lata est sectionné horizontalement. On aborde ainsi le grand trochanter qui est ostéotomisé pour permettre le relèvement des muscles moyen fessier, petit fessier et piriforme. La section du grand trochanter est faite en amenant la coupe, oblique ascendante en haut et en dedans,



11 Voie postérolatérale avec trochantérotomie de digastrisation.

A. Incision cutanée et aponévrotique.

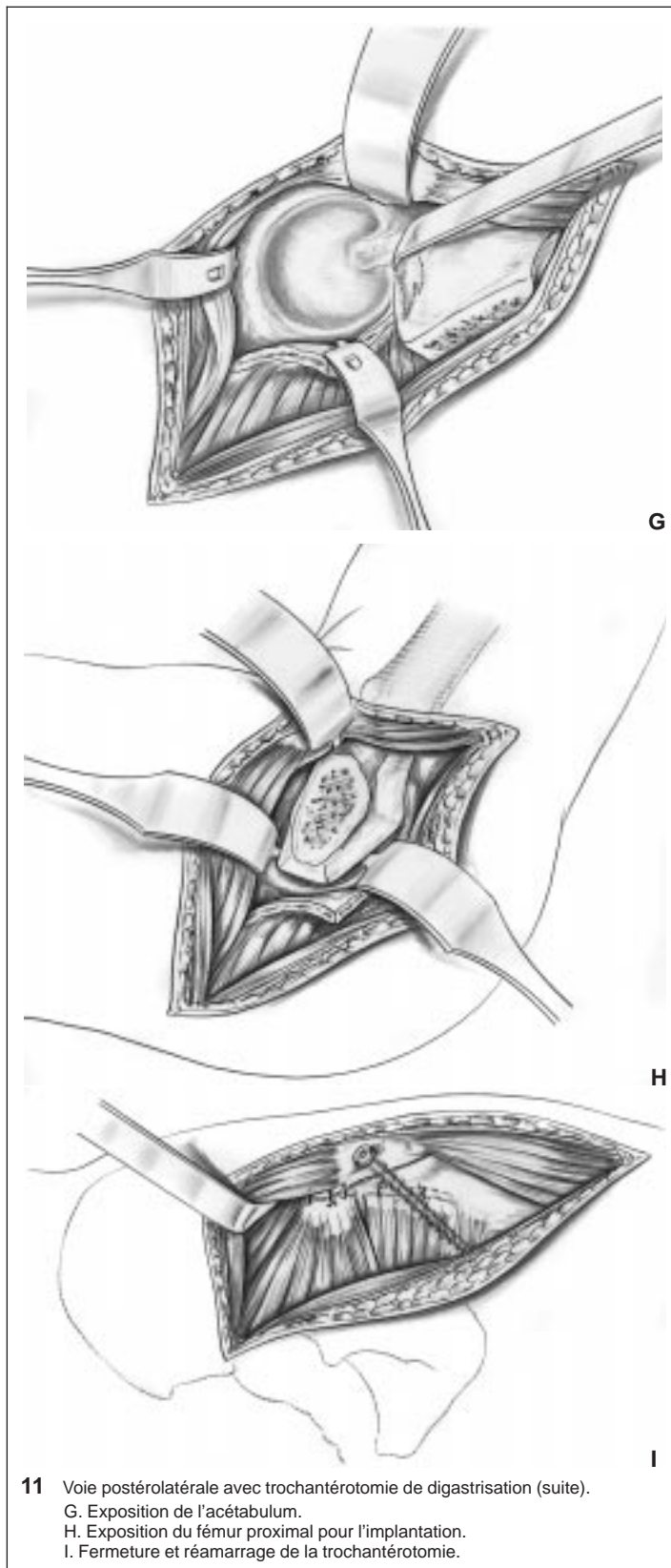
B. Schémas du principe de l'ostéotomie de digastrisation.

C. Coupe transversale mettant en évidence le trajet de la voie d'abord.

D. Ouverture du plan musculoaponévrotique superficiel et exposition des plans profonds. Tracé de l'incision profonde et de l'ostéotomie du grand trochanter.

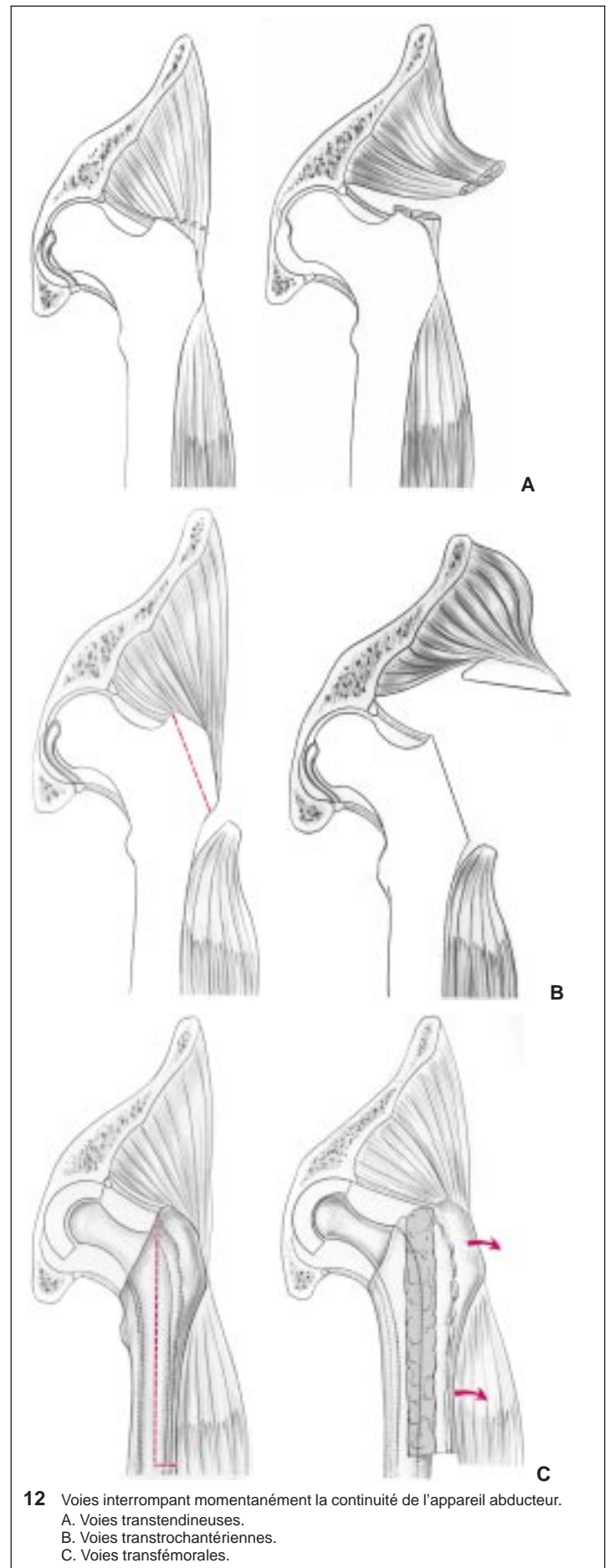
E. Ostéotomie trochantérienne de digastrisation.

F. Écartement du médaillon vers l'avant.

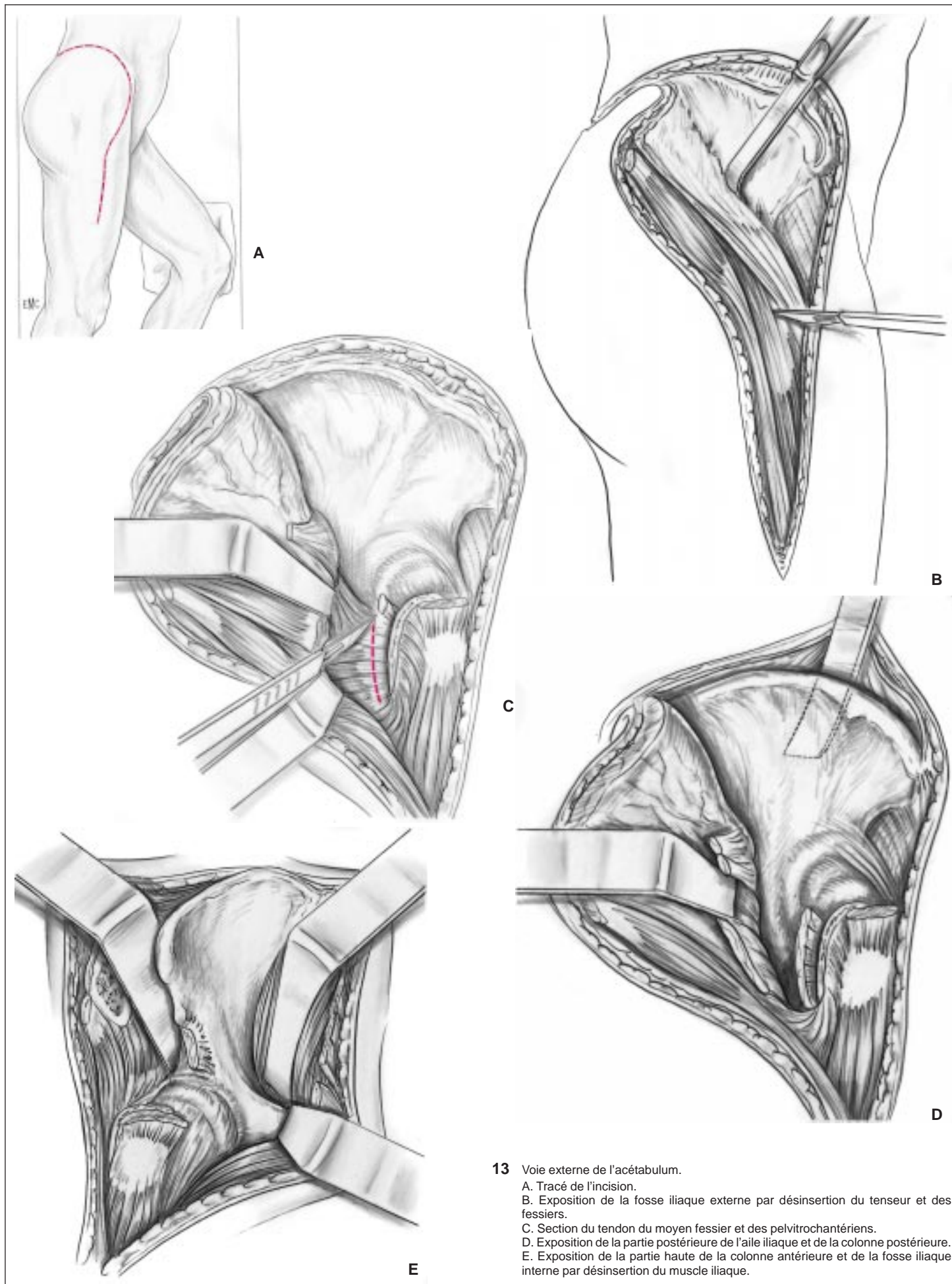


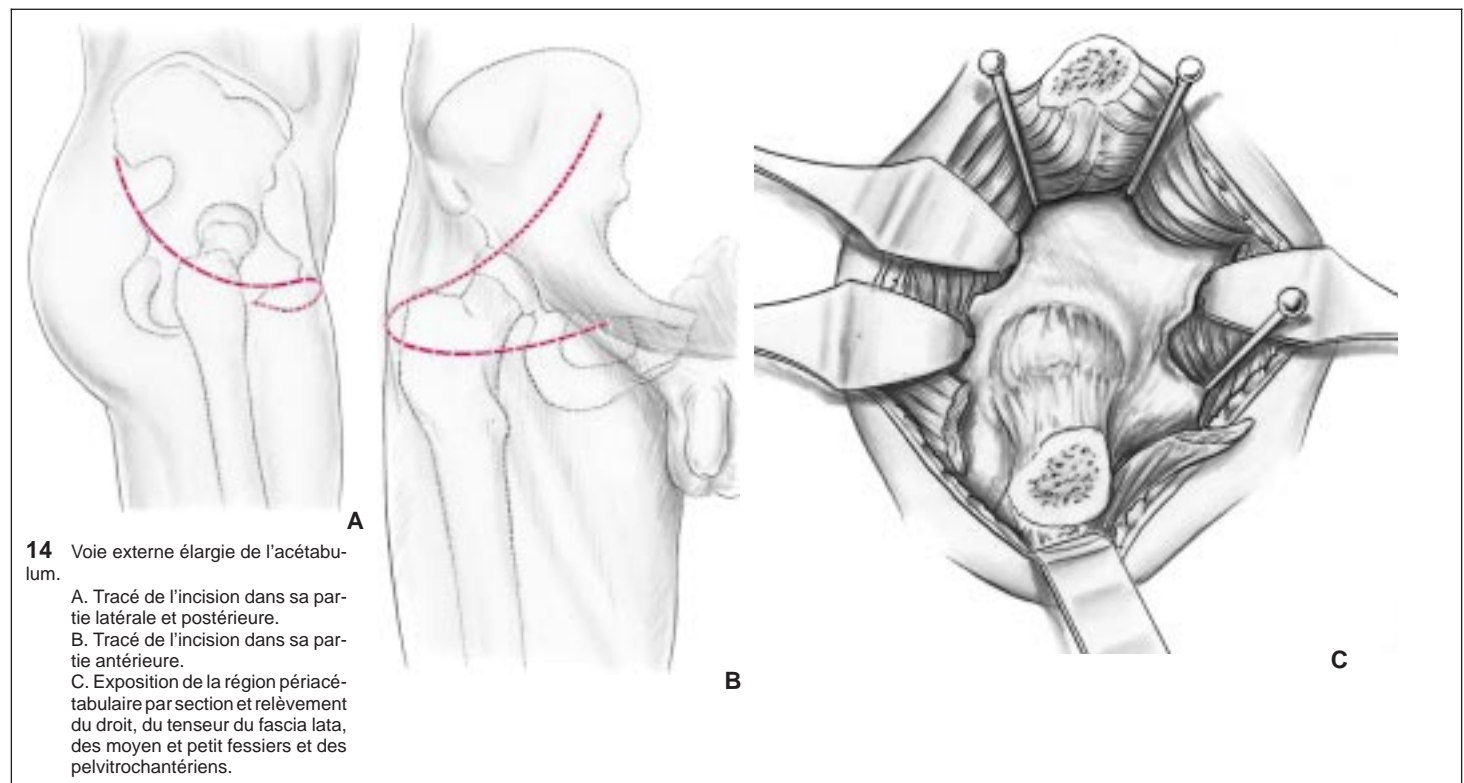
jusqu'au bord inférieur du tendon du piriforme. Le médaillon trochantérien et les muscles fessiers sont réclinés et maintenus en haut par des broches de Steinmann plantées dans l'aile iliaque. La capsule est respectée ainsi que ses vaisseaux.

Les muscles pelvitrochantériens sont sectionnés à distance du col, leur écartement vers l'arrière donne une bonne exposition de la colonne postérieure. Sur le versant antérieur, le muscle droit est désinséré de l'épine iliaque antéro-inférieure. Le muscle iliopsoas est récliné en dedans en fléchissant la cuisse sur le bassin. Il est détendu et maintenu récliné à l'aide d'une broche de Steinmann plantée dans la branche iliopubienne qui est ainsi très bien exposée. La capsule peut être ouverte



au-dessus de l'acétabulum afin de contrôler la réduction de la surface articulaire et ôter éventuellement un fragment libre perdu dans





l'articulation. Ces gestes sont facilités par une traction exercée par l'aide sur le membre inférieur.

Réparation et fermeture

Elle comporte la réinsertion du muscle droit, la fixation du médaillon trochantérien, la suture des muscles pelvitrochantériens et la suture du tenseur du fascia lata.

Avantages

Elle permet une vue simultanée sur les deux colonnes du cotyle, meilleure sur la colonne postérieure que sur la colonne antérieure.

Inconvénients

C'est une voie délabrante, elle permet de n'accéder qu'à la partie haute de la colonne antérieure ; elle n'offre pas d'accès sur la partie inférieure de la colonne antérieure, ni sur l'articulation sacro-iliaque. En cas de réintervention pour arthroplastie en particulier, l'incision de cette voie d'abord croise toutes les autres incisions classiques et gêne leur réalisation.

La réduction et la fixation de la fracture de l'aile iliaque nécessitent une seconde incision le long de la crête qui ne permet pas un contrôle réel de la fosse iliaque.

Voies transtrochantériennes

L'ostéotomie du grand trochanter permet de relever ou de déplacer le moyen fessier qui s'y insère, afin d'offrir un meilleur accès à l'articulation.

Technique de la trochantérotomie classique [3, 4, 11] (fig 15)

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus latéral strict. Il est maintenu dans cette position par un étau pelvien en deux pièces, l'une sacrée, l'autre pubienne, fermement fixées à la table d'opération. Le membre inférieur peut être libre ou reposer sur deux appuis, l'un soutenant la cuisse au-dessus du genou et l'autre soutenant la jambe au-dessus de la malléole médiale. Pour prévenir tout déplacement peropératoire, un deuxième étau, moins serré, peut être installé au niveau thoracique.

Repères et trajet de l'incision

Les repères sont représentés par la crête iliaque et le grand trochanter. Le soulèvement des abducteurs et du médaillon trochantérien permet un abord direct de la coxofémorale.

Incision cutanée

Elle est longitudinale, légèrement incurvée vers l'arrière pour suivre la direction des fibres du grand fessier, longue d'environ 15 à 20 cm avec un tiers au-dessus du sommet du grand trochanter et deux tiers au-dessous.

Traversée du plan musculoaponévrotique superficiel

Le fascia lata est ouvert dans la direction de ses fibres, l'incision se poursuit vers le haut, dans la partie antérieure des fibres musculaires du grand fessier. Celle-ci se dissocie par simple élargissement de l'incision du fascia lata après avoir excisé la bourse séreuse qui entoure la face postérieure du grand trochanter qui est exposée aux tampons jusqu'à l'insertion du carré fémoral. Une à deux coagulations préventives peuvent être réalisées concernant une collatérale trochantérienne de la circonflexe médiale et une collatérale de l'artère glutéale inférieure (ischiatique), en regard des muscles pelvitrochantériens. Le nerf sciatique, plus profond, noyé dans une coulée cellulograisseeuse, n'est pas abordé. On peut voir ainsi en arrière du grand trochanter le bord postérieur du moyen fessier, du petit fessier, et la terminaison des muscles pelvitrochantériens.

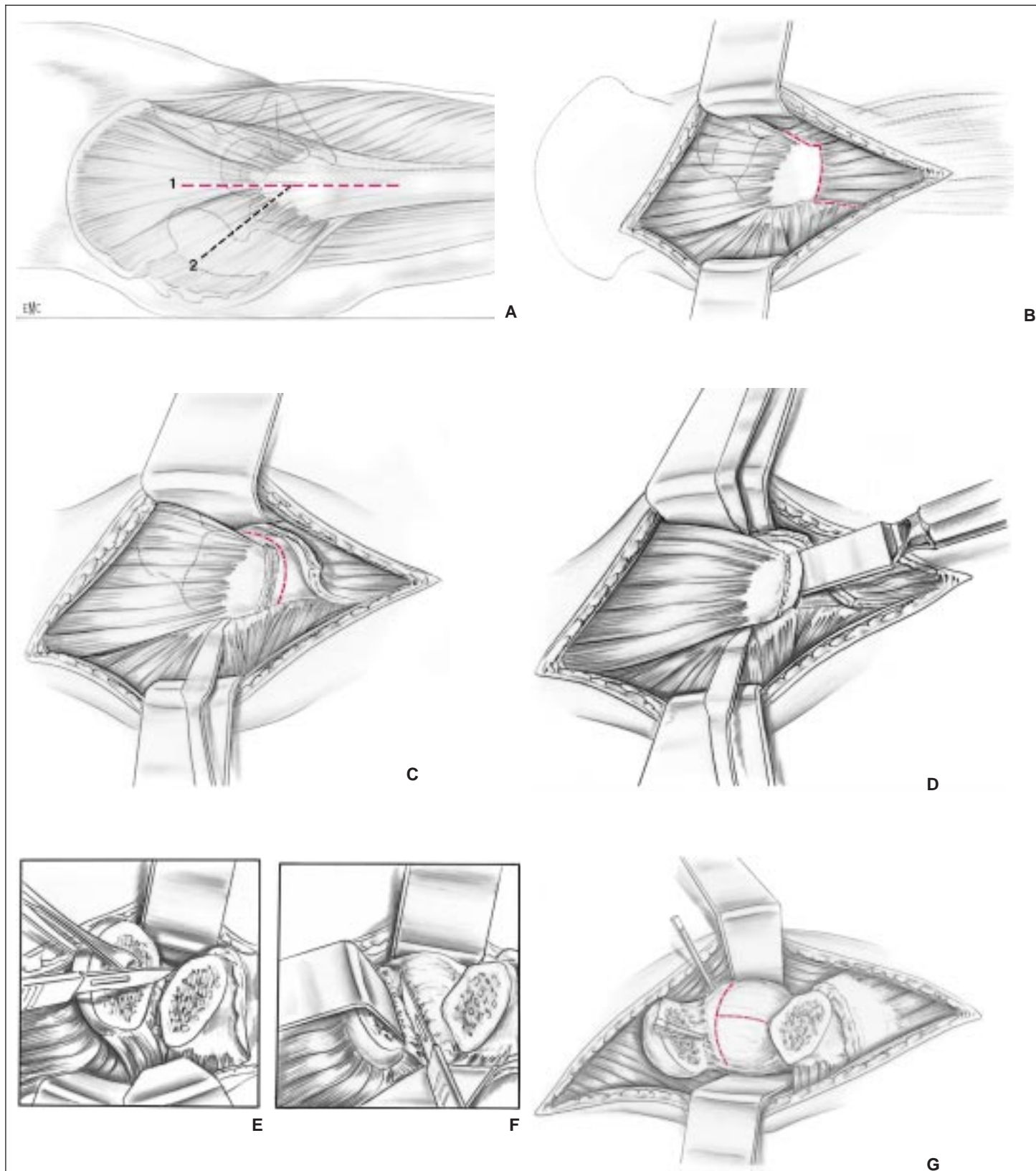
En avant, on peut en soulevant le bord antérieur du moyen et du petit fessier, voir la partie latérale de la capsule et la partie haute de l'insertion du vaste latéral.

Trochantérotomie et exposition de la capsule

La face latérale de la région métaphysaire est exposée par désinsertion du vaste latéral en L inversé. Trois à 4 mm de tendon doivent être laissés le long de la crête du vaste latéral en vue de sa réinsertion.

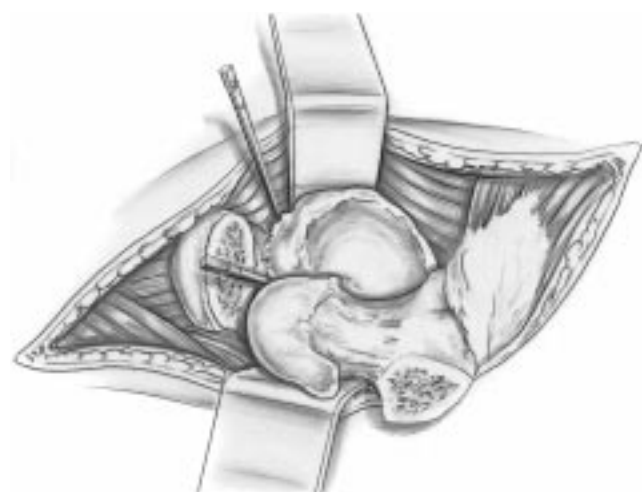
La région trochantérienne est exposée à l'aide de deux leviers écarteurs, glissés l'un en avant du tendon du moyen fessier et l'autre en arrière, dans la fossette rétrotrochantérienne.

On peut aussi réaliser une trochantérotomie en « chevron », technique qui sera détaillée plus loin. L'ostéotomie classique est une ostéotomie plane, faite au ciseau de 25 mm. Dans l'ostéotomie plane, l'os est attaqué sur sa face latérale, à 3-5 mm au-dessous de la crête du vaste latéral. Le ciseau est dirigé en haut et en dedans, longeant en avant l'insertion du vaste latéral, et en arrière celle du carré fémoral. Sur le médaillon trochantérien ainsi détaché, s'insèrent le petit et le moyen fessier, le piriforme, les jumeaux et les obturateurs interne et externe. Seul le carré fémoral est laissé solidaire du fémur. L'ostéotomie se termine en-dedans dans la base du col dont elle détache une petite écaille triangulaire. Le fragment trochantérien est soulevé et récliné vers le haut

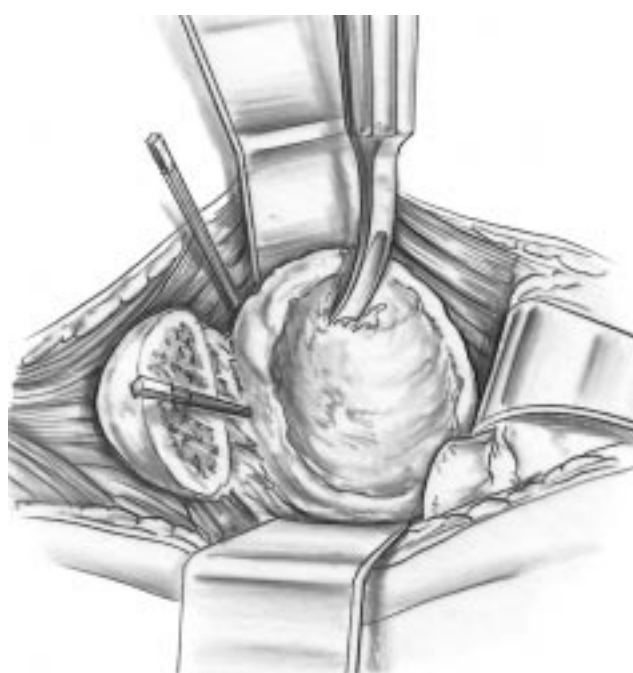


15 Voie transtrochantérienne (Selon Kerboul).

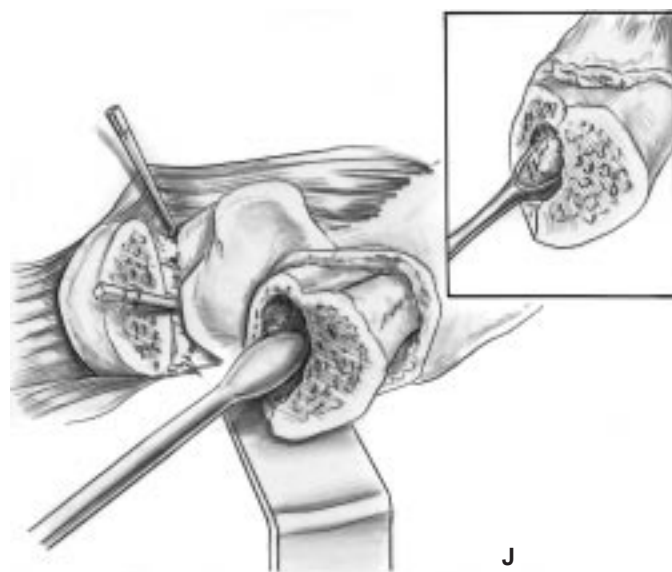
- A. Incision de la peau et du fascia.
- B. Exposition du grand trochanter.
- C. Désinsertion du vaste latéral.
- D. Trochantérotomie.
- E, F. Libération de la capsule supérieure.
- G. Tracé de la capsulotomie.
- H. Exposition du col.
- I. Exposition de l'acétabulum.
- J. Exposition du fémur proximal.
- K. Passage des fils d'acier.
- L. Réduction du grand trochanter.
- M. Fixation du grand trochanter.
- N. Suture du tendon du vaste latéral.



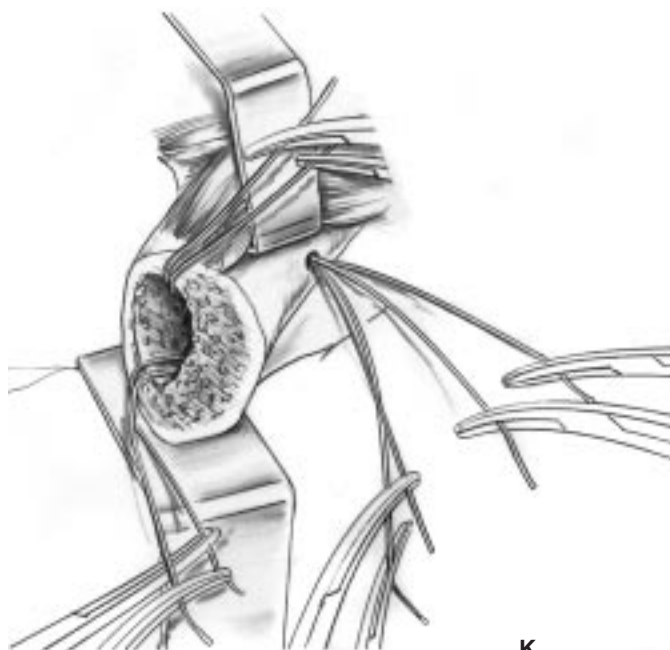
H



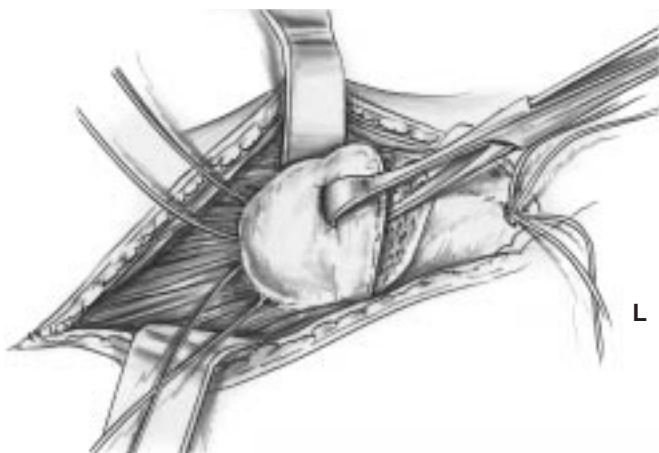
I



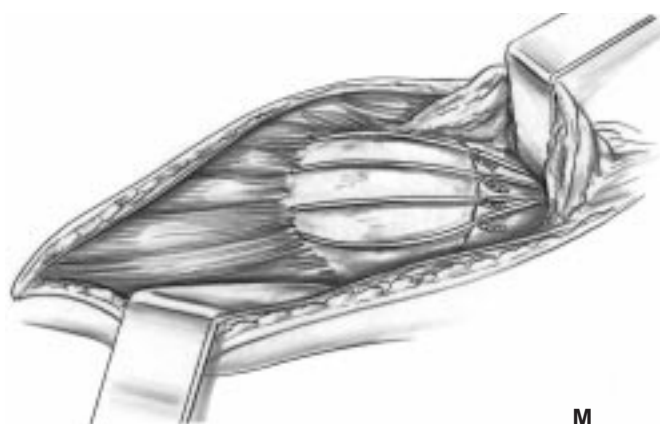
J



K



L



M



N

à l'aide d'une pince de Museux afin d'exposer sa face osseuse. L'écaille osseuse cervicale est détachée à la pince coupante de Liston. La capsule est libérée de la face profonde du petit fessier et des rotateurs externes, attirant le grand trochanter et l'éventail fessier vers le haut, à l'aide d'un écarteur. Le tendon oblique de l'obturateur externe et son artère satellite, branche de la circonflexe médiale, apparaissent dans l'interstice situé entre le carré fémoral et le muscle jumeau majeur (jumeau inférieur).

Sur une hanche très serrée, la tension de l'obturateur externe peut gêner l'ascension du trochanter. Il faudra alors sectionner le tendon de ce muscle près de son insertion trochantérienne, après l'avoir repéré. Il sera réinséré à la fin de l'opération. Il faudra aussi dans ce cas ligaturer la branche terminale de la circonflexe médiale. L'éventail musculaire est détaché de la capsule jusqu'au sourcil acétabulaire. Le trochanter et l'éventail musculaire sont maintenus relevés à l'aide de deux à trois clous de Steinmann, implantés au-dessus du sourcil acétabulaire. Un levier écarteur glissé en avant et en arrière de l'articulation en termine l'exposition capsulaire.

Exposition de l'articulation

La capsule est incisée longitudinalement depuis le sourcil jusqu'à la base du col avant d'individualiser et d'exciser deux lambeaux, l'un postérosupérieur, l'autre antérosupérieur.

La hanche peut être luxée en portant le membre inférieur en flexion, adduction, rotation externe.

Une libération supplémentaire de la capsule peut s'avérer nécessaire après la résection de la tête et du col. Le cotyle est parfaitement exposé à l'aide de deux clous de Steinmann en haut, un levier écarteur en arrière, derrière la corne postérieure et un levier écarteur sur le bord antérieur du cotyle. Un petit levier supplémentaire peut être placé au bord inférieur du cotyle. Le col est en principe refoulé vers l'arrière par le levier postérieur placé derrière la corne postérieure.

L'exposition fémorale se fait de façon très aisée en portant le membre inférieur, pendant verticalement en avant du patient, en rotation externe, flexion et adduction.

Fixation de la trochantérotomie

Si le tendon de l'obturateur externe a été sectionné dans la voie d'abord, il est refixé par un point en X, non résorbable à son point d'insertion, ou au niveau de l'obturateur interne et des jumeaux. Le point sera serré après réinsertion du grand trochanter. La réinsertion du trochanter a été préalablement préparée par l'installation des fils de cerclage. Il faut pour cela désinsérer le vaste latéral au niveau de la ligne âpre selon une ligne en L inversé. À 2,5 cm au-dessous de la section trochantérienne, en pleine corticale, au milieu de la face externe, on pratique un trou à la mèche de 50 mm dans lequel sont passés quatre fils d'acier inoxydable de 14/10. Ces fils sont identifiés par couples avec des pinces différentes. Ils sortent par l'orifice cervical, deux en arrière, deux en avant, dans une encoche de quelques millimètres faite à la pince gouge sur les corticales antérieure et postérieure du col. Il faut vérifier en introduisant la pièce d'essai qu'elle s'enfonce bien complètement.

Le médaillon trochantérien est attiré en bas et en dehors par une pince de Museux. Les fils métalliques qui sortent du col sont passés à travers le tendon des fessiers, de dedans en dehors, au ras du bord supérieur du grand trochanter, depuis le fil antérieur jusqu'au fil postérieur. Le fil antérieur croise le bord supérieur de l'os au niveau de l'angle antérosupérieur du grand trochanter, le fil postérieur passe au niveau de l'angle postérosupérieur. Les deux fils intermédiaires passent entre les deux autres. Il importe que les fils soient au contact direct de l'os pour obtenir un serrage efficace et une synthèse stable. Il importe aussi que les fils antérieur et postérieur ne glissent pas en avant ou en arrière, lors du serrage. Le trochanter est ramené sur la surface d'insertion par traction sur les deux fils intermédiaires. On serre en premier lieu celui de ces deux fils qui ne fait pas glisser le trochanter latéralement. On serre ensuite le second fil intermédiaire, puis le fil postérieur et enfin le fil antérieur, après avoir remis le membre en rotation externe. Les tours de spire doivent se situer au-dessous de la section trochantérienne afin de pouvoir les recouvrir ensuite par le vaste latéral. Il faut vérifier que tous les fils sont également tendus. Une fois le grand trochanter fixé, on noue les fils de réinsertion de l'obturateur externe si ce dernier a été désinséré, et on refixe le vaste latéral à la face antérieure et latérale du grand trochanter.

Avantages

C'est une voie qui offre une excellente exposition de l'acétabulum et du col fémoral. La musculature n'est pas abîmée.

Inconvénients

Quel que soit le mode du cerclage, il y a quasiment toujours un risque de rupture des fils de cerclage et de pseudarthrose.

Technique de la trochantérotomie dite en « chevron » et de sa fixation ^[17] (fig 16)

L'ostéotomie en « chevron » est une variante technique de l'ostéotomie trochantérienne, dont le but est d'accroître la stabilité.

Ostéotomie trochantérienne

On pratique une ostéotomie oblique de la moitié antérieure du grand trochanter à la scie oscillante ou au ciseau frappé. Une lame étroite introduite dans le plan de l'ostéotomie antérieure sert de repère pour la conduite de l'ostéotomie postérieure. Les deux surfaces d'ostéotomie forment l'une avec l'autre un angle de 120° ouvert en dedans.

Exposition articulaire

L'exposition articulaire se fait de la même façon que dans la trochantérotomie classique.

Préparation de la fixation trochantérienne

Avant d'implanter le composant fémoral, un trou de 3,2 mm de diamètre est foré à 15 mm de l'ostéotomie à l'aplomb de l'arête centrale. Un long fil d'acier est plié en deux par le milieu, en formant une petite boucle. Ses deux extrémités sont introduites simultanément dans le trou et attirées vers le haut, à travers le canal fémoral, jusqu'à ce que la petite boucle vienne s'appliquer fermement contre le trou. Les deux extrémités du fil d'acier sont temporairement stabilisées en les repliant par dessus le bord libre du col, l'une en avant et en dehors et l'autre en arrière et en dehors, séparées l'une de l'autre de 15 mm environ.

Fixation trochantérienne

Après scellement du composant fémoral et réduction, les extrémités du fil d'acier sont maintenant passées à travers le tendon des muscles abducteurs au ras du bord supérieur du médaillon trochantérien, en passant de dedans en dehors. Après réduction du grand trochanter, les deux chefs du fil d'acier sont passés à travers la boucle. À l'aide du serre-fil de l'AO, les deux chefs sont tendus, puis brusquement repliés sur eux-mêmes à 180° avant d'être sectionnés. La fixation est alors complète.

Avantages

Ce sont les mêmes que ceux de la trochantérotomie classique. En plus, la stabilité est meilleure.

Inconvénients

Peu d'inconvénients sont à signaler, mis à part les risques d'arrachement, de pseudarthrose et de bursite.

Voie transfémorale

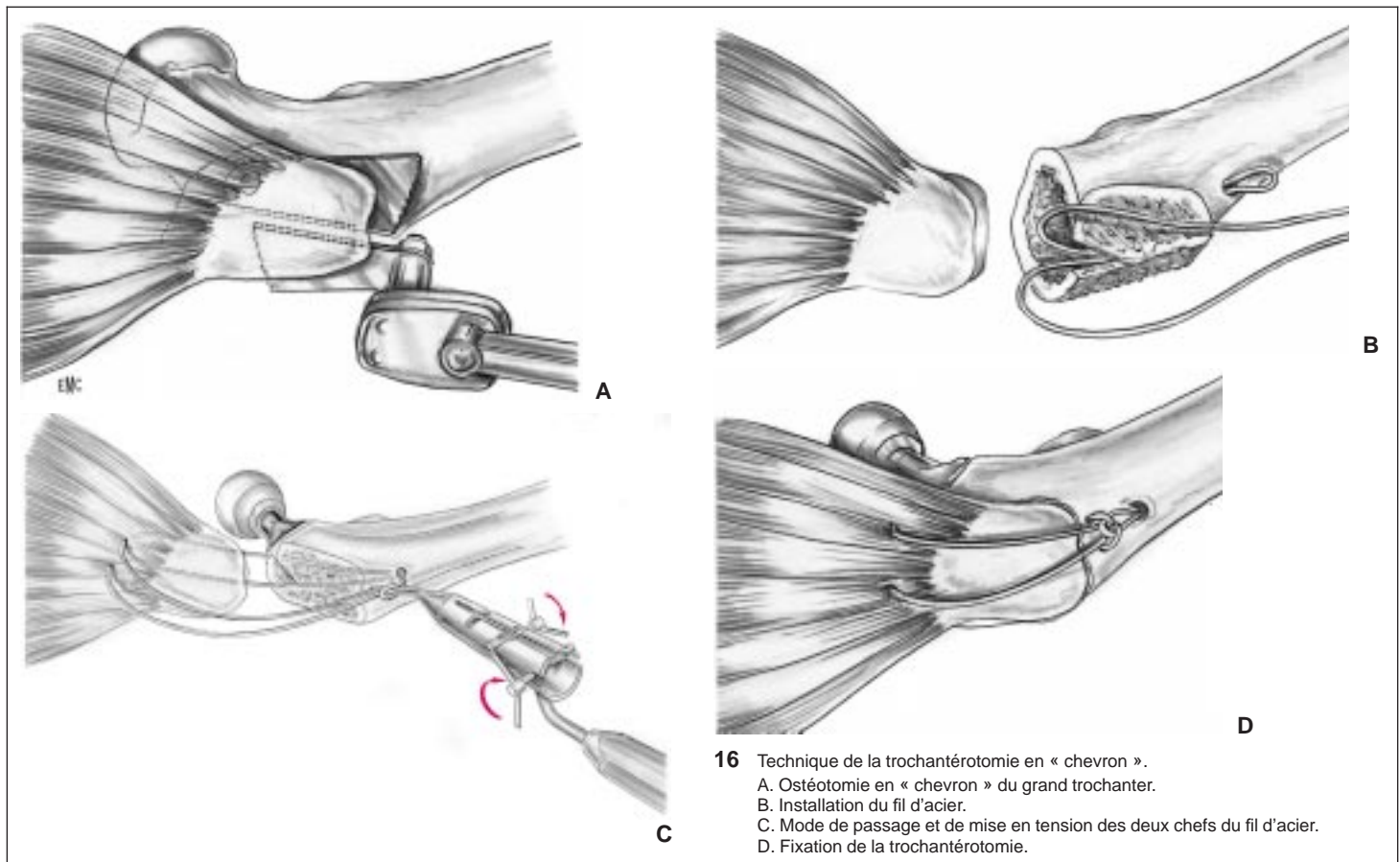
Voie d'abord transfémorale selon Wagner ^[23] (fig 17)

Repères et trajet de l'incision

Les repères sont représentés par la crête fémorale et le grand trochanter. La cavité fémorale prothétique et l'articulation sont abordées par l'intermédiaire d'un capot fémoral trochantéro-métaphyso-diaphysaire.

Installation du patient, incision cutanée, incision musculoaponévrotique

Elles sont sensiblement semblables à celles de la voie de Kocher-Langenbeck.



Fémorotomie

Il faut commencer par repérer le niveau de l'ostéotomie transversale semi-circulaire (ou complète) tel qu'il a été défini sur le plan préopératoire et marquer ce niveau en y implantant un clou de Steinmann ; il correspond à la limite distale de l'ancien logement prothétique. Faire à ce niveau l'ostéotomie transversale semi-circulaire, en ouvrant la corticale entre deux perforations, l'une antérieure et l'autre postérieure.

La délimitation ventrale du capot osseux est réalisée par une série de petites ostéotomies en « pointillé ». Pour cela, un ciseau étroit est introduit à travers le vaste latéral, dans la direction de ses fibres, jusqu'à la surface osseuse. Le ciseau est ensuite orienté selon la direction de la ligne de délimitation avant de sectionner la mince couche d'os cortical. Ce geste sera répété plusieurs fois le long de la ligne de délimitation. Il ne faut pas décoller les muscles de la surface osseuse afin de préserver la vascularisation du capot osseux. Si la couche d'os cortical est très mince et très souple, il faut commencer par soulever légèrement le capot osseux et pratiquer les ostéotomies de délimitation en pointillé sous le couvercle et à travers le canal médullaire.

La délimitation dorsale du capot osseux se fait en sectionnant la corticale de bas en haut, le long de la ligne âpre, à partir de l'ostéotomie transversale semi-circulaire. L'ostéotomie se poursuit vers le haut, par le milieu du grand trochanter, et l'insertion du moyen fessier doit être divisée sur environ 3 cm.

Ouverture du capot osseux, retrait de la prothèse et excision du granulome

Un écarteur à fragments, introduit dans la fente dorsale de l'ostéotomie, permet de soulever prudemment le capot osseux. La corticale se fend en avant le long des ostéotomies en pointillé, permettant ainsi l'ouverture totale du couvercle osseux. Les muscles restent solidaires de ce couvercle. Après résection de la capsule antérieure et postérieure, la prothèse fémorale est retirée ainsi que le ciment. Le granulome inflammatoire est soigneusement excisé de la surface interne de l'os.

Une cupule descellée peut être changée par cette voie.

Fermeture du capot osseux trochantérodiaphysaire

Après réduction, des greffons osseux pourront éventuellement être mis en place entre la prothèse de reprise et la gaine osseuse, si la corticale présente des defects importants. Le capot osseux est fixé en assemblant les deux parties séparées du grand trochanter par des sutures solides. Il est rare de devoir rajouter un cerclage supplémentaire.

Fermeture du plan musculoaponévrotique superficiel

Elle se fait par une suture à points séparés.

Avantages

Cette voie permet d'extraire la prothèse et le ciment descellés sans accroître les délabrements osseux.

Inconvénients

C'est une intervention délicate. Il faut veiller à la vitalité du capot osseux en y maintenant les insertions du vaste.

Voie d'abord transfémorale selon Picault pour ablation et remplacement d'une prothèse ^[19] (fig 18)

Installation du patient

L'installation est identique à celle pratiquée pour la voie de Wagner.

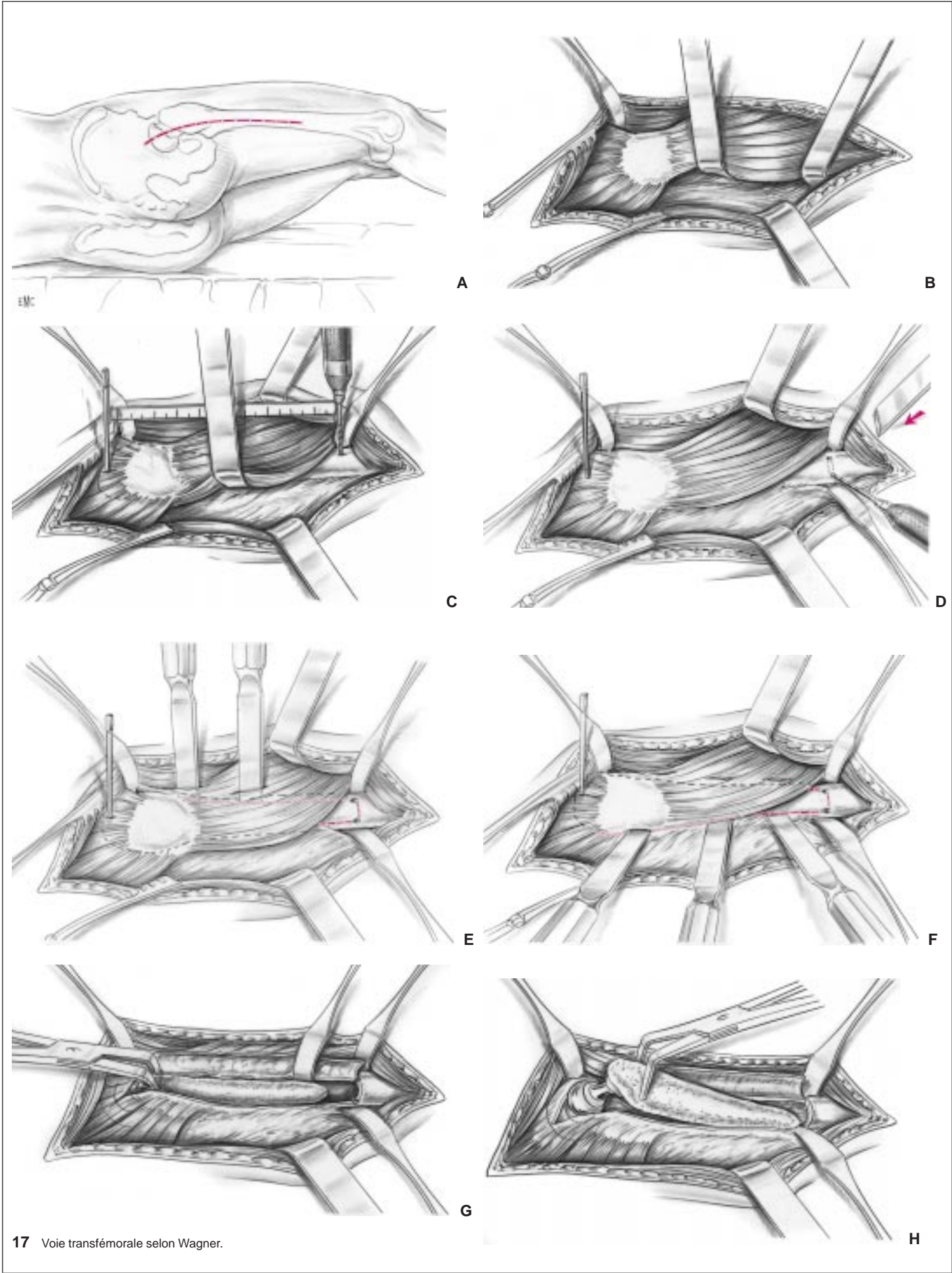
Repères et trajet de l'incision

Les repères sont les mêmes que ceux de la voie de Wagner. L'ostéotomie fémorale associe un capot bien tracé et une ostéotomie de décortication de la ligne âpre qui aide à la consolidation ultérieure.

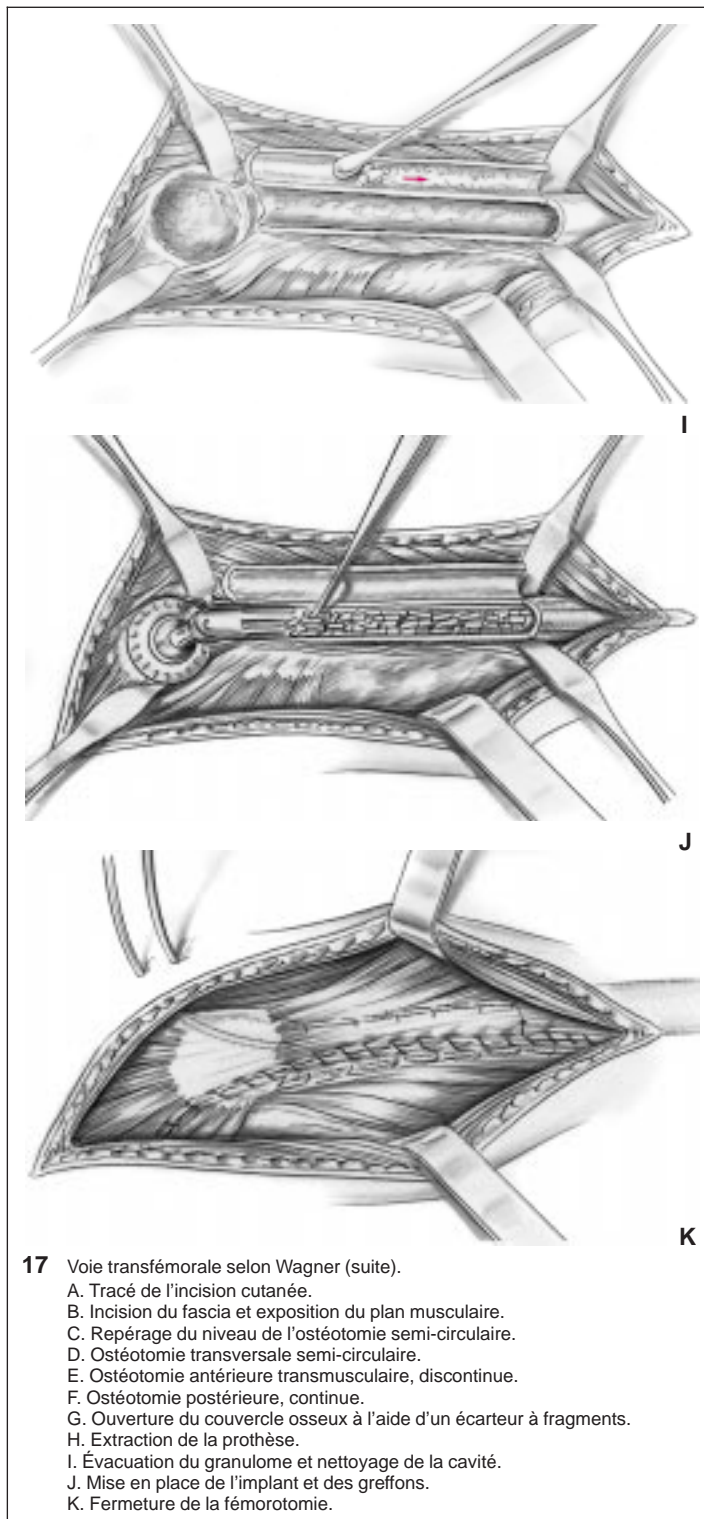
Incision cutanée

L'incision de la peau, du tissu cellulaire sous-cutané et du fascia lata s'étend en bas :

– jusqu'à l'extrémité distale du ciment ou un peu au-dessus s'il n'y a pas d'obturateur diaphysaire ou si l'extrémité du ciment est supposée facilement extractible ;



17 Voie transfémorale selon Wagner.



- jusqu'à l'obturateur s'il y en a un ;
- ou encore jusqu'à la perte de substance osseuse (granulome, fracture, pseudarthrose).

Traversée des plans musculoaponévrotiques

Le fascia lata est incisé le long de l'incision cutanée. La bourse séreuse, plus ou moins adhérente, est réséquée et le grand trochanter est exposé ainsi que les bords antérieur et postérieur du muscle moyen fessier. La capsule est repérée de part et d'autre de ce muscle.

Préparation de la fémorotomie

- Désinsertion du vaste latéral

Le vaste latéral est désinséré de la cloison intermusculaire latérale. Cette désinsertion est faite à la rugine, prudemment, de la partie proximale à

la partie distale et de dehors en dedans, jusqu'aux perforantes que l'on ne disséquera pas. La rugine tend à monter sur la face postérolatérale du fémur.

- Section du vaste latéral, contrôle des vaisseaux perforants et de la partie distale du volet

Le vaste latéral est sectionné au bistouri électrique, à 1 cm au moins en avant de la ligne âpre et le long de celle-ci, directement jusqu'au fémur. Les vaisseaux perforants, au fur et à mesure de leur individualisation, sont liés ou clipés, à distance de leur sortie de la cloison intermusculaire externe. À la partie distale, le fémur est ruginé circonférentiellement sur une courte distance (3 à 4 cm), à la hauteur de l'extrémité du volet. Le vaste latéral est soulevé à ce niveau par un levier écarteur.

- Décortication de la ligne âpre

Après avoir repéré le bord supérieur de l'expansion aponévrotique du grand fessier, la ligne âpre est décortiquée à partir de ce bord supérieur avec une lame de Lambotte de 1 cm de large, sur la longueur de l'incision, en allant de la partie proximale à la partie distale, afin de relever une baguette osseuse si possible continue de 1 cm et de 5 à 8 mm d'épaisseur qui emporte l'insertion de la cloison intermusculaire externe et les muscles postérieurs. La baguette osseuse et les insertions qui s'y attachent se rétractent vers l'arrière, en éloignant les perforantes qui ont été liées tout en libérant la diaphyse.

Découpe du capot

- Dessin du capot

Sa longueur a été calculée sur les radiographies préopératoires.

Dans tous les cas, ce capot doit mesurer au minimum 60 mm de moins que la tige verrouillée.

- Ostéotomie

Elle est réalisée à la scie oscillante et au ciseau frappé. Le trait de scie part du bord supérieur du grand trochanter sur la ligne intertrochantérienne postérieure, longe le bord antérieur de la décortication de la ligne âpre pour atteindre la limite inférieure fixée. La scie est arrêtée au contact avec la prothèse ou le ciment.

La découpe de la limite inférieure du volet doit être très soignée. Sa partie horizontale doit intéresser au moins un tiers sinon la moitié de la circonférence du fémur. À l'extrémité distale de la charnière antérieure du volet, l'os doit être coupé à la scie sur 4 à 5 cm au-dessus du segment horizontal de la coupe ; l'exposition distale du fémur par l'écarteur qui soulève le vaste externe désinséré sur 3 ou 4 cm, aidera ce geste essentiel (en dehors de cette zone très limitée, toutes les insertions du vaste latéral sont maintenues sur le fémur). Il est tout à fait essentiel de libérer soigneusement les angles distaux du volet.

Dissection de la capsule

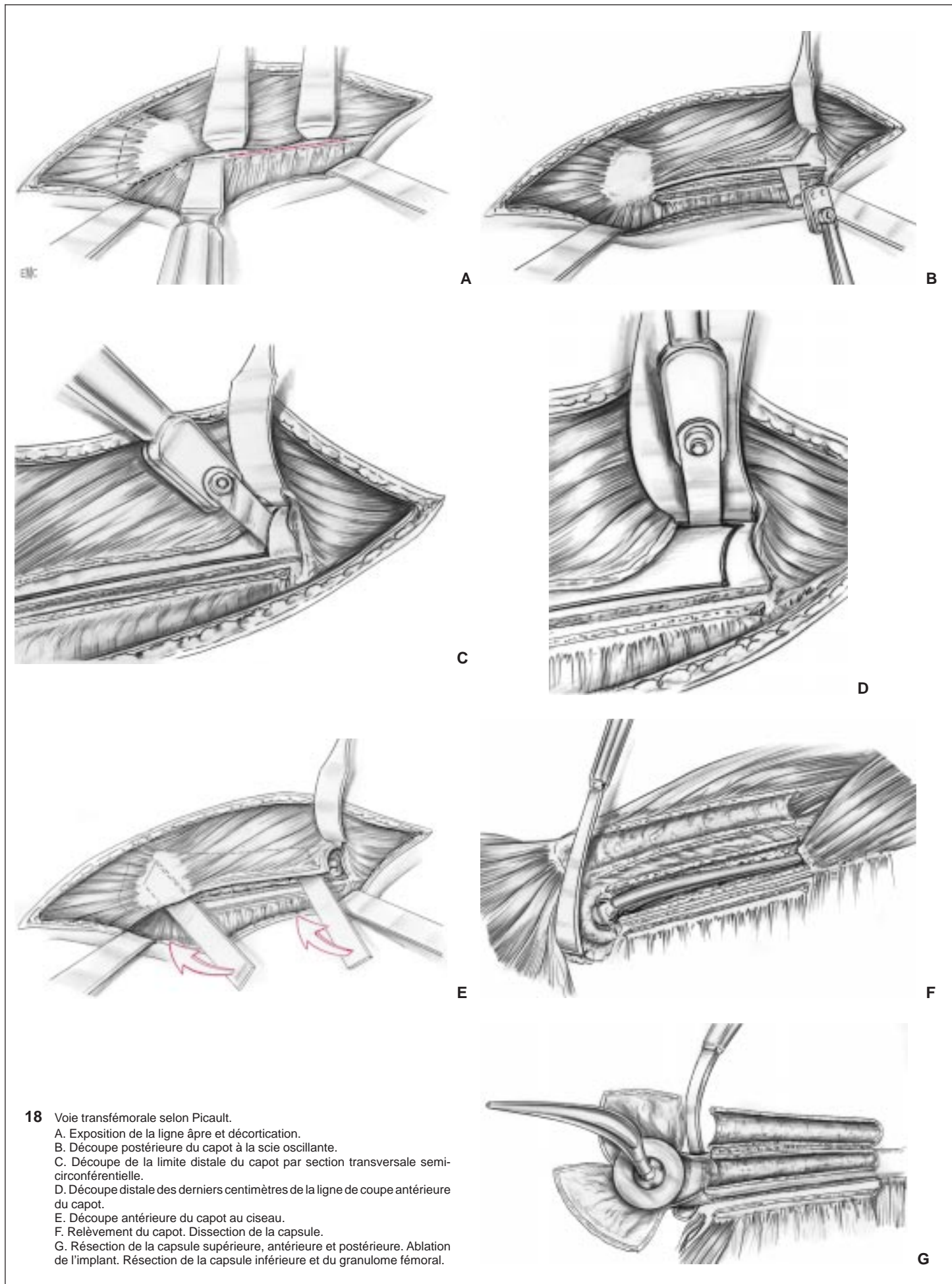
La capsule est disséquée en arrière, en avant et sous l'éventail des muscles fessiers dont on aura préalablement repéré les bords antérieur et postérieur. Cette dissection peut être réalisée à l'aide d'un ciseau gouge courbe, concave, manipulé à la main ou frappé au maillet. Ce ciseau courbe permet de suivre la face superficielle de la capsule. Le clivage du tissu fibreux conduit directement au contact du contour osseux du cotyle où s'insère la capsule.

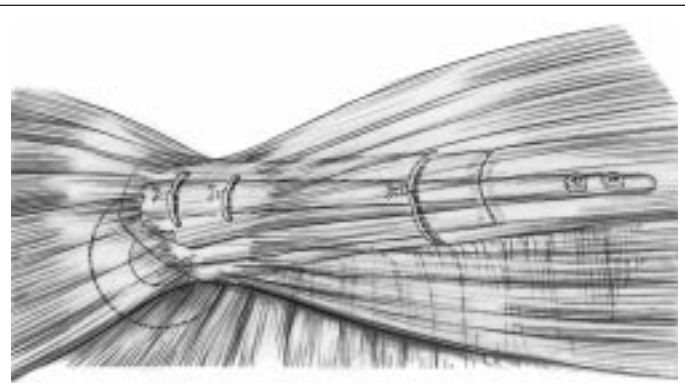
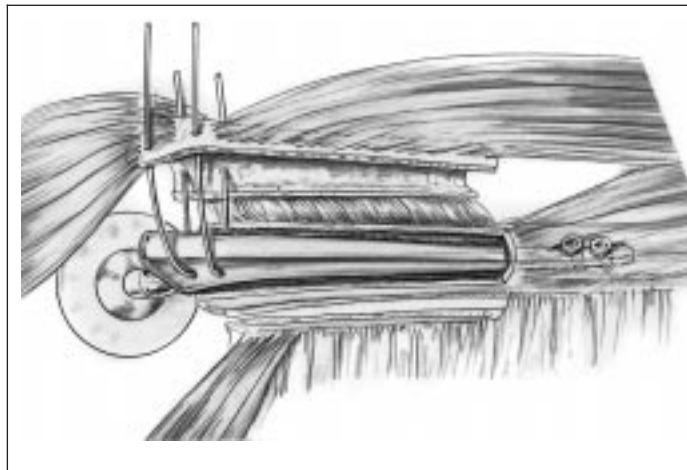
Si les pelvitrochantériens ont déjà été sectionnés par une voie postérieure préalable, la dissection du tissu fibreux au ciseau gouge frappé suit la face postérieure de la néocapsule jusqu'au contact du bassin. Si l'intervention antérieure a été faite par une voie antérolatérale, il faut sectionner les pelvitrochantériens et suivre la face postérieure de la capsule jusqu'au contact osseux du bassin. Au niveau de la face antérieure de l'articulation, il faut passer en arrière du psoas pour éviter tout risque vasculonerveux et arriver au bord antérieur de l'acétabulum.

Ouverture du capot

Le capot est ouvert autour de sa charnière antérieure lorsque ses dernières amarres capsulaires sont libérées. La libération de la capsule est terminée au ciseau gouge concave, en allant chercher le contact osseux du ciseau avec les bords supérieur, antérieur et postérieur du cotyle.

On amorce immédiatement après la dissection de la partie inférieure de la capsule.





18 Voie transfémorale selon Picault (suite).

H. Fixation du capot à la tige.

I. Fixation du capot au fémur.

• Modalités possibles

Si la tige, scellée ou non, est mobile dans un canal très large, après avoir soigneusement détaché les angles du volet, un ciseau de Lambotte (largeur 1 à 2 cm) introduit d'arrière en avant, depuis la ligne d'ostéotomie postérieure vers la corticale antérieure, permet d'effectuer la corticotomie diaphysaire antérieure le long de la charnière antérieure du volet, en commençant par la partie distale ; la lame passe sur le dos de la tige prothétique.

Si la tige à enlever est très serrée dans le canal (en général non scellée), avec des corticales de bonne qualité, il faut faire une ostéotomie discontinue le long de la limite antérieure du volet à travers les fibres du vaste latéral, comme dans la technique de Wagner, puis terminer la section de la corticale antérieure en relevant le volet par l'extérieur.

Si la tige semble très difficile à enlever (tige « ostéo-intégrée »), la corticale très mince ou inexistante du fémur sera soulevée par fragments plus ou moins volumineux. Les fragments osseux de la corticale devront rester pédiculés par le périoste et par les insertions musculaires.

Dans le tiers proximal du fémur, pour sectionner le volet du côté postérolatéral comme du côté antéromédial, il faut utiliser une lame plus large, de 2 à 3 cm. Cette lame coupera les corticales, en passant sur le dos de la tige de la prothèse, pour détacher le grand trochanter le long de ses deux lignes intertrochantériennes. Le relèvement du capot se fait à l'aide d'une ou deux lames de Lambotte, prudemment introduites sous le capot afin de le relever, en fracturant, sans risque de refend médial, ce qui peut rester de corticale non sectionnée.

Résection de la capsule et ablation de l'implant

Il faut, au cours des manœuvres suivantes, éviter autant que possible la fracture de la corticale médiale du fémur (sauf si une ostéotomie est prévue pour corriger le tulipage et le varus métaphysaires).

La partie supérieure de la capsule est d'abord incisée dans l'axe du col, jusqu'au contact de l'implant et ses deux parties, postérieure et antérieure, sont successivement réséquées en bloc, depuis l'os iliaque jusqu'au bord du col fémoral, avec les ossifications intracapsulaires et le granulome. La partie inférieure de la capsule sera réséquée après l'ablation de la prothèse.

Compte tenu de la fragilité de l'os, le fémur est bien soutenu et il ne faut surtout pas tenter de luxer la prothèse. L'implant fémoral est enlevé, d'abord par sa pointe, la tête étant extraite de la cupule en dernier. En soutenant le fémur pour éviter tout risque de fracture intempestive de la corticale médiale, la partie inférieure de la capsule est sectionnée du côté du fémur, au ras du bord inférieur du col fémoral, et sa dissection est complétée de bas en haut, en attirant le lambeau capsulaire en haut et en dehors, jusqu'au bord inférieur de l'acétabulum le long duquel il sera sectionné. Le bord supérieur du foramen obturé est ainsi exactement repéré. Le fémur est ainsi libéré d'une façon sûre et spectaculaire : l'accès à l'acétabulum et à la diaphyse peut être facilité par deux écarteurs autostatiques, l'un repoussant le capot vers l'avant et l'autre écartant le col fémoral vers le bas.

Lors des gestes ultérieurs et en particulier lors de la mise en place de la prothèse, le fémur ne sera déplacé qu'à minima avec d'innombrables précautions.

Fixation du capot

Après avoir mis en place et réduit la prothèse, on procède à la fixation du capot. Cette fixation est double, à la tige et au fémur.

• Fixation du capot à la tige

Quatre trous sont percés dans le capot le plus haut possible. Deux fils métalliques sont enfilés dans les deux trous du dos de la prothèse, puis passés dans les trous correspondants du capot. Des fils sont introduits de la face profonde à la face superficielle du volet pour les serrer du côté superficiel. Le serrage est effectué en abaissant et en latéralisant le grand trochanter. Le capot doit souvent, de ce fait, être raccourci de 1 à 2 cm à son extrémité libre. Les berges du capot fémoral doivent être autant que possible jointives. On peut éventuellement rajouter des greffons interposés entre l'implant et le capot.

• Fixation du capot au fémur

Deux cerclages permettent de fixer le capot au fémur. La baguette osseuse de décortication de la ligne âpre doit être réappliquée sur le fémur par les cerclages. Cette baguette peut être réinsérée à la hauteur requise, permettant ainsi d'obtenir une mise en tension adéquate du grand fessier et des abducteurs.

Avantages de la voie transfémorale

L'exposition est excellente et permet à la fois d'ôter la tige sans problème et de retirer le ciment, l'obturbateur et le granulome en totalité. La mise en place correcte de la nouvelle prothèse est sûre, sans risque de fausse route. La consolidation du capot fémoral provoque un cal qui reconstruit le capital osseux, habituellement sans apport d'os ni de substitut. La décortication de la ligne âpre renforce cette ostéogénèse. L'abaissement et la latéralisation du grand trochanter rééquilibrent la musculature en même temps que la reconstruction du fémur proximal.

• •

Cet article présente les diverses voies d'abord regroupées en trois grandes familles selon le comportement du chirurgien vis-à-vis de l'appareil abducteur.

Les opérations de première intention, en particulier pour les prothèses totales de la hanche, ainsi que les reprises simples, doivent dans la mesure du possible respecter cet appareil abducteur et le choix se fait habituellement selon les habitudes, les écoles ou encore parfois le type de la prothèse.

Les reprises lourdes nécessitent le recours à une interruption momentanée de cet appareil abducteur, cette interruption se faisant habituellement au niveau du trochanter mais pouvant s'étendre sur la partie haute de la diaphyse.

Chacune des voies décrites a son utilité et sa spécificité et il convient à tout chirurgien de savoir les réaliser et les exploiter au mieux en fonction des besoins. L'apprentissage théorique, résumé dans cet article, ne se substitue pas à l'apprentissage pratique par les séances d'aides opératoires pour les plus jeunes, par films vidéo pour les chirurgiens plus confirmés.

Une étude soignée de l'imagerie préopératoire est capitale pour le choix de la technique appliquée et par conséquent de la voie d'abord qui permettra sa réalisation.

Les auteurs remercient vivement Madame Catherine Thomas pour l'aide efficace apportée à la rédaction de ce manuscrit ainsi que Monsieur Dominique Duval pour la qualité de l'iconographie.

Références

[1]

Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S, Oberhaler W. The transgluteal approach to the hip joint.*Arch Orthop Trauma Surg* 1979 ; 95 : 47-49

[2]

Chandler HP, Penenberg BL. Surgical approaches in the bone stock deficiency in total hip replacement. Stack : Thorofare NJ, 1989 : 41-46

[3]

Charnley J. Low friction arthroplasty of the hip. Berlin, Heidelberg, New York : Springer Verlag, 1979

[4]

Charnley J, Ferrera A. Transplantation of the greater trochanter in arthroplasty of the hip. *J Bone Joint Surg* 1964 ; 46 B : 191

[5]

Dall D. Exposure of the hip by anterior osteotomy of the greater trochanter. A modified anterolateral approach. *J Bone Joint Surg [Br]* 1986 ; 68 B : 382-386

[6]

Etienne E, Lapeyrie M, Campo A. La voie d'accès interne de l'articulation de la hanche. *J Chir* 1946 ; 62 : 115-121

[7]

Gibson A. Posterior exposure of the hip joint. *J Bone joint Surg* 1950 ; 32 BZ : 183-186

[8]

Glassman AH, Engh CA, Bobyn JD. A technique of extensile exposure for total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 1987 ; 2 : 11-21

[9]

Hardinge K. The direct lateral approach to the hip. *J Bone Joint Surg* 1982 ; 64 B : 17-19

[10]

Honnard F. Voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique. Paris : Masson, 1989

[11]

Kerboul M. Arthroplastie totale de hanche par voie transtrochantérienne. *Encycl Med Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, 44-665 (2^e éd), 1994 : 1-12

[12]

Lesur E, Missenard G. Arthroplastie totale de hanche par voie antérieure. *Encycl Med Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, 44-667-B, 1992 : 1-5

[13]

Letournel E, Judet R. Fractures of the acetabulum. Heidelberg : Springer Verlag, 1981

[14]

Lindgren U, Svenson O. A new transtrochanteric approach to the hip. *Int Orthop (SICOT)* 1988 ; 12 : 37-41

[15]

Mercati E, Guary A, Myquel C, Bourgeon A. Une voie d'abord postéro-externe de la hanche. Intérêt de la réalisation d'un « muscle digastrique ». *J Chir* 1972 ; 103 : 499-504.

[16]

Moore AT. The self locking metal hip prosthesis. *J Bone Joint Surg* 1957 ; 39 : 811-827

[17]

Müller ME, Nazarian S. Technique d'implantation des prothèses totales de Müller par voie latérale transglutéeale. *Encycl Med Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie, 44-666, 1991 : 1-25

[18]

Nazarian S, Tisserand P, Brunet C, Müller ME. Anatomic basis of the transgluteal approach to the hip. *Surg Radiol Anat* 1987 ; 9 : 27-35

[19]

Picault C. Voie d'abord transfémorale pour ablation d'implant et remplacement par la prothèse à verrouillage distal temporaire. Monographie Impact. Charnoz : Les Hortensias, 1993

[20]

Sénégas J, Liorzou G, Yates M. Complex acetabular fractures: a transtrochanteric lateral surgical approach. *Clin Orthop* 1980 ; 151 : 107-114

[21]

Smith-Petersen MN. Approach to and exposure of the hip joint for mold arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1949 ; 31 A : 40

[22]

Vidal J, Goaland C, Escare P, Allieu Y. Normalisation d'une prothèse de toute l'extrémité supérieure du fémur. *J Chir* 1973 ; 106 : 125-134

[23]

Wagner H. Prothèse fémorale de reprise SL non cimentée pour perte étendue de substance osseuse. Monographie Protek, édition 1/91. Berne : Protek AG, 1991

[24]

Watson-Jones R. Fracture of the neck of the femur. *Br J Surg* 1935-1936 ; 23 : 787-808

Enclouage des fractures de la diaphyse fémorale

I Kempf
L Pidhorz

Résumé. – Le traitement des fractures diaphysaires du fémur par l'enclouage centromédullaire standard et/ou avec verrouillage, a bénéficié des avantages biologiques (respect de la vascularisation périostée) et mécaniques (clou creux, fendu, placé dans l'axe neutre du fût osseux) de cette méthode. La technique est très exigeante : installation en décubitus dorsal sur table orthopédique, réduction préalable la plus anatomique possible, point d'entrée au sommet du grand trochanter, alésage prudent et progressif, mise en place du clou sans forcer sur les coups de marteau sont les gestes communs à l'enclouage et à l'enclouage verrouillé permettant d'éviter des erreurs et des complications graves telles que position vicieuse, fissure ou écaïlle supplémentaires, enclavement de l'alésage ou du clou. Le verrouillage proximal est exécuté à l'aide d'un viseur fixé sur le clou. Le verrouillage distal, plus délicat, se fait soit à main levée ou à l'aide d'un viseur fixé sur l'amplificateur de brillance dont l'utilisation est indispensable. Grâce à ce perfectionnement, les indications de la méthode longtemps limitées aux fractures médiadiaphysaires ou proches de la région médiadiaphysaire sont à présent étendues à tous les types de fractures siégeant à tous les niveaux de la diaphyse. Les perfectionnements techniques : forme des clous, modes de verrouillage distal, enclouage sans alésage, clou rétrograde, clou Gamma long et ses variantes représentent les orientations actuelles.

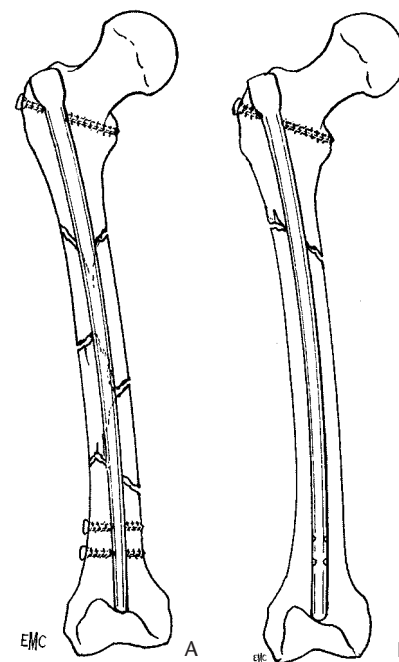
© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : fracture diaphyse fémorale, enclouage centromédullaire, enclouage standard, enclouage verrouillé, foyer fermé.

Introduction

L'enclouage centromédullaire à foyer fermé a connu un essor considérable au début des années 1980 comme alternative au traitement par plaque des fractures diaphysaires du fémur. L'enclouage centromédullaire simple décrit par Küntscher^[8] n'assure pas le contrôle de la rotation des fragments ni le chevauchement de ceux-ci dans les fractures complexes. L'adjonction du verrouillage du clou à l'os apporte une stabilité en rotation et évite l'impaction du foyer de fracture. Il a permis d'étendre les indications de l'enclouage aux fractures du fémur qui restaient instables après un enclouage simple c'est-à-dire aux fractures comminutives, avec troisième fragment, bifocales ou spiroïdes longues, diaphyso-métaphysaires, voire métaphysoépiphysaires. Deux montages sont réalisables avec ce verrouillage (fig 1) :

- le montage est dit « dynamique » si le verrouillage est proximal ou distal selon la localisation de la fracture. Il permet le blocage du clou dans le fragment où le contact os-implant serait insuffisant pour assurer la stabilité du clou, et il contrôle la rotation du fragment ;
- le montage est dit « statique » si le verrouillage est proximal et distal. Il neutralise les forces de rotation, de télescopage et les angulations. La dynamisation du montage consiste en l'ablation des vis de verrouillage, à distance du foyer de fracture. Elle est indiquée en cas de menace de pseudarthrose.



1 Enclouage centromédullaire verrouillé.
A. Statique.
B. Dynamique.

Nous allons décrire l'enclouage centromédullaire verrouillé qui comporte les différents temps de l'enclouage centromédullaire à foyer fermé dit « standard » auquel s'ajoute la réalisation du verrouillage. L'objectif de l'intervention est l'obtention d'une synthèse stable autorisant la mobilisation immédiate des

Ivan Kempf : Professeur émérite de la faculté de Strasbourg, chirurgien des hôpitaux de Strasbourg, institut d'anatomie normale, 4, rue Kirschleger, 67085 Strasbourg cedex, France.
Laurent Pidhorz : Praticien hospitalier, ancien chef de clinique-assistant des hôpitaux de Strasbourg, centre hospitalier, 194, avenue Rubillard, 72000 Le Mans, France.

articulations, et en cas de fixation solide, la mise en charge précoce. Elle requiert l'observation stricte des différents temps opératoires afin d'éviter les complications de ce genre de traitement ^[10].

Enclouage centromédullaire standard

Durant toute la durée de l'intervention, tous les membres de l'équipe portent un tablier de plomb.

MATÉRIEL

Divers clous fémoraux sont commercialisés. Le clou que nous utilisons est creux, sa section est cylindrique en « feuille de trèfle » et il est percé d'orifices permettant un verrouillage proximal (une vis oblique) et distal (deux vis transversales). Le verrouillage est confié à des vis autotaraudeuses à filetage continu, insérées au travers des orifices du clou, qui prennent appui sur les corticales, rendant solidaires os et clou (clou de Grosse et Kempf, Stryker Howmedica).

INSTALLATION (fig 2)

Le patient est opéré sous anesthésie générale. Une broche transcondylienne est placée sous contrôle scopique, de dedans en dehors, au marteau, horizontale et parallèle à l'interligne fémorotibial. Le blessé est installé sur la table orthopédique en décubitus dorsal. Le tronc est incliné vers le côté opposé à la fracture pour faire saillir la région trochantérienne. Un appui périméal de

contre-extension ainsi qu'un appui thoracique homolatéral à la fracture sont mis en place. Le membre controlatéral est installé en abduction-flexion-rotation externe sur un appui gynécologique, en évitant une compression du nerf sciatique poplitée externe. Ceci autorise le placement adéquat de l'appareil de scopie du côté interne du membre fracturé et le passage de l'arceau sous le fémur pour obtenir l'incidence de profil. Certaines équipes pratiquent l'enclouage du fémur en décubitus latéral sur table orthopédique, le membre inférieur opéré étant fléchi et le bassin parfaitement perpendiculaire à la table, mais cette position est peu adaptée au verrouillage distal.

RÉDUCTION

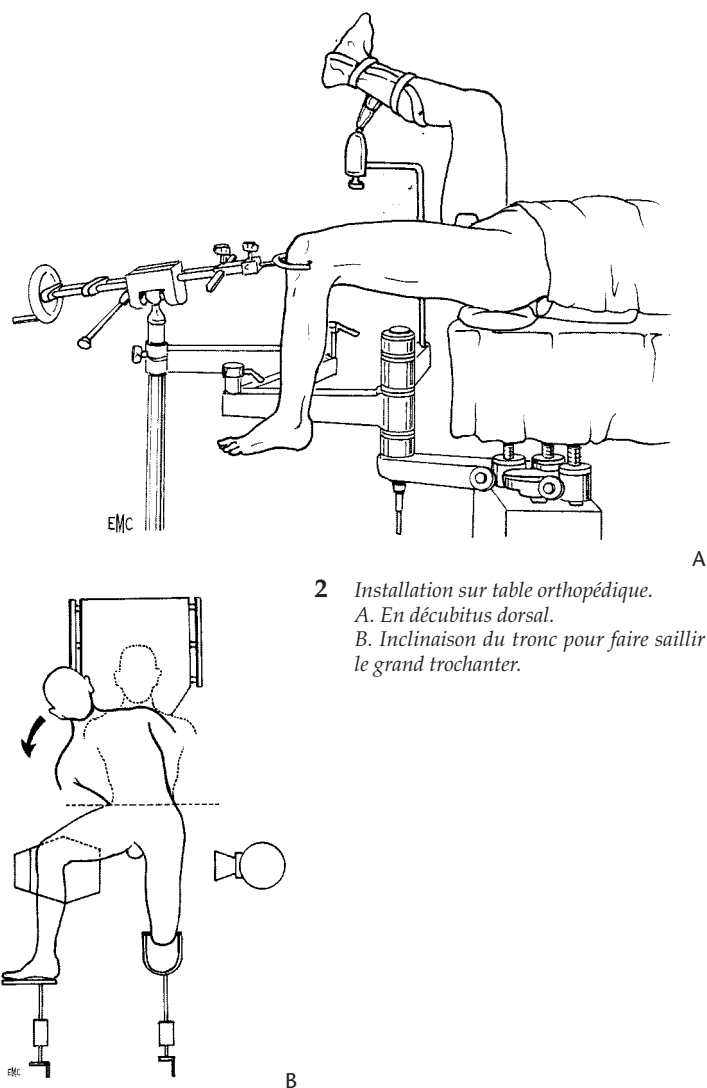
C'est un temps primordial au bon déroulement de l'intervention, la fracture devant être le plus parfaitement réduite avant le début de l'enclouage. Elle se fait sous amplificateur de brillance en veillant à ne pas induire de trouble rotatoire ni de déviation frontale. La traction ne doit pas être trop brutale afin d'éviter les compressions et hématomes du périnée et elle doit être relâchée en cours d'intervention dès que possible. La traction dans l'axe du corps permet de récupérer la longueur du fémur et les déviations axiales ; les vices de rotation sont facilement évités par les manipulations et la fixation de l'étrier sur les bras de la table. Le déplacement en flectum, fréquent en cas de fracture distale, est corrigé en étendant le genou. Une translation latérale résiduelle peut être réduite par pression directe sur les fragments à travers les parties molles ou, mieux, en s'aidant de la manœuvre du petit clou introduit après un premier alésage à 9-10 mm dans le fragment proximal et faisant levier.

Le badigeonnage est réalisé de l'auvent costal jusqu'au clou de Steinmann. Après mise en place des champs opératoires, un stérilap est appliqué sur toute la cuisse. Un dernier champ est placé sur la face latérale de celle-ci ; il protège l'émetteur de la scopie lors du contrôle de profil. Le récepteur de l'appareil est recouvert d'une housse stérile.

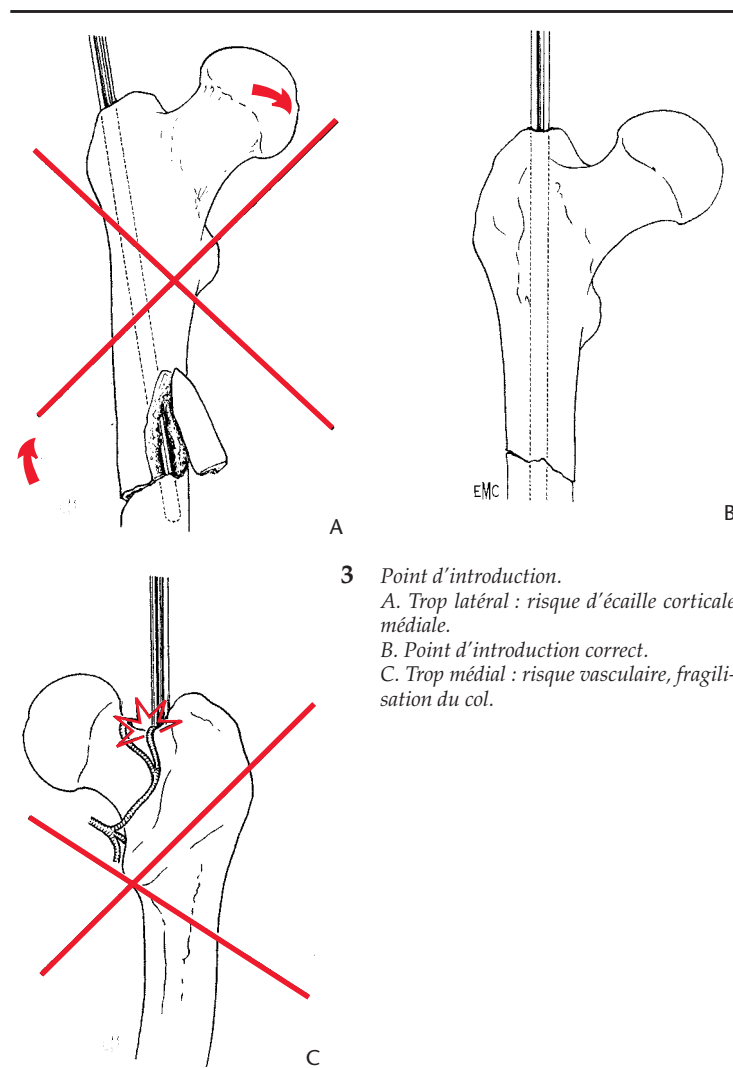
L'incision de 7 à 8 cm va du sommet du grand trochanter vers la fesse. Après ouverture du fascia lata et dissection des fibres du moyen fessier, le sommet du grand trochanter est repéré au doigt ou, mieux, à l'aide de l'amplificateur de brillance. Une pointe carrée droite, puis une pointe courbe de Küntscher, sont enfoncées par des petits mouvements de rotation au milieu du sommet du grand trochanter. Elles doivent être dirigées vers l'avant, le fémur ayant un antécurvatum. Une amélioration récente de l'ancillaire, sous forme d'un entonnoir placé sur la pointe carrée recourbée et restant en place après extraction de la pointe, permet de retrouver facilement l'orifice d'entrée. Le point d'entrée (fig 3) doit être précis car il conditionne le bon déroulement de l'intervention. Sa position trop externe entraîne une écaïlle interne lors de l'introduction du clou et sa position trop interne peut engendrer soit une effraction articulaire, soit une fracture du col du fémur lors de l'enclouage. L'issue de graisse médullaire est le témoin de la trépanation du canal.

MISE EN PLACE DU GUIDE

La pointe carrée est remplacée par un guide mousse d'alésage de longueur connue (100 cm) et de 3,4 mm de diamètre. Son extrémité distale est boutonnée pour bloquer les alésoirs et éviter une effraction de l'articulation du genou. Le guide, maintenu par une poignée américaine et dont la partie boutonnée a été béquillée, est introduit dans le fragment proximal. Sous contrôle scopique, à l'aide des manœuvres externes de réduction si besoin est, le fragment distal est cathétérisé. Le guide, qui doit être au milieu de la diaphyse, est poussé au centre de la métaphyse fémorale distale. Le bon centrage du guide est vérifié à la scopie sur les deux incidences afin d'éviter un alésage asymétrique du canal. Si le passage de la fracture est impossible, la manœuvre du petit clou est effectuée. Elle permet au guide d'alésage de franchir le foyer de fracture. La mesure de la longueur du clou est réalisée par soustraction de la



2 Installation sur table orthopédique.
A. En décubitus dorsal.
B. Inclinaison du tronc pour faire saillir le grand trochanter.



3 Point d'introduction.
 A. Trop latéral : risque d'écaillage corticale médiale.
 B. Point d'introduction correct.
 C. Trop médial : risque vasculaire, fragilisation du col.

longueur du guide restant à l'extérieur du fémur de la longueur initiale de celui-ci à l'aide d'un deuxième guide d'enclouage de longueur identique.

ALÉSAGE

Le but de l'alésage est d'adapter le diamètre du canal médullaire au calibre du clou stabilisant la fracture (avec une surface de contact os-implant suffisante).

Les alésoirs montés sur un moteur pneumatique lent sont introduits sur le guide dans le grand trochanter, moteur arrêté. Cette précaution évite l'alésage intempestif de la corticale externe du grand trochanter. Un bouclier de protection préserve la peau. Les alésoirs sont poussés doucement dans le canal médullaire, conduit par le guide souple. Nous utilisons des alésoirs d'une seule pièce, la tête tranchante étant fixée sur une tige spiralée souple, dont la forme conique favorise le franchissement du foyer de fracture en cas d'existence d'un décalage. Débuté à 9 mm, l'alésage est progressif par demi-millimètre, avec une vérification régulière scopique du bon déroulement de celui-ci, du bon centrage des alésoirs dans la diaphyse et du maintien de la réduction et de la position du guide. Le non-respect de cette progression dans les tailles des alésoirs peut aboutir à un blocage de ceux-ci. L'alésage est arrêté après que trois alésoirs aient attaqué l'endocortex. Cette phase de l'alésage est perçue par le changement de tonalité de celui-ci, les trépidations du fémur alésé et les « hésitations » du moteur. L'alésage doit être effectué jusqu'à la métaphyse inférieure. Le guide doit être maintenu lors du retrait des alésoirs. Il ne faut en aucun cas forcer sur un alésoir au risque de le coincer et ne pas hésiter à le retirer afin de le nettoyer. Si cet incident arrive, il faut se servir du guide boutonné saisi par une petite pince et l'extraire au marteau, l'olive distale

entraînant l'alésoir bloqué. Le dernier alésoir doit être repassé une fois après nettoyage de ses cannelures. Il faut éviter un excès d'alésage, amincissant les corticales qui pourraient se rompre lors de l'enclouage. Dans les fractures bifocales, le fragment intermédiaire doit parfois être maintenu lors de l'alésage par un davier ou une pince à champ. Si la fracture est comminutive, le foyer est franchi par l'alésoir, moteur arrêté.

Le guide d'alésage est remplacé à l'aide d'un tube en Teflon® par un guide d'enclouage droit à l'extrémité distale mousse non boutonnée. Sa position est vérifiée à la scopie. Ce guide a un diamètre de 4 mm qui augmente sa rigidité et rend impossible l'échappement de celui-ci par la fente postérieure du clou.

ENCLOUAGE

Le clou mis en place a un diamètre inférieur de 1 mm, voire 1,5 mm, au diamètre du dernier alésoir afin d'éviter un enclavement du clou. Après vérification de ses dimensions, il est monté sur une poignée d'enclouage solidarisée à son extrémité proximale par un boulon de fixation. Le clou est enfoncé dans un premier temps à la main en évitant tout mouvement de rotation et en prenant garde à l'issue correcte du guide au travers du clou. Puis, à petits coups de marteau, le clou progresse et franchit le foyer de fracture sous contrôle scopique. Le passage de ce foyer est facilité par la forme conique de l'extrémité distale du clou. La bonne position du guide dans l'extrémité distale doit être vérifiée régulièrement, ainsi que le serrage du boulon de la poignée d'enclouage. Le clou sur son guide doit être enfoncé en le poussant vers la corticale externe. La poignée d'enclouage tenue fermement évite la rotation du clou durant son enfoncement. Une fois le foyer de fracture franchi, le guide est retiré à l'aide d'une poignée américaine. Le clou est enfoncé complètement après relâchement de la traction. Il faut au besoin impacter le foyer de fracture après suppression de la traction en frappant fortement avec le plat de la main ou le poing sur le genou fléchi. L'extrémité supérieure du clou doit affleurer le sommet du grand trochanter. Si sa saillie est trop importante, son changement immédiat est licite afin d'éviter des douleurs musculotendineuses. Un balayage scopique de face de toute la cuisse est réalisé afin de vérifier la bonne position du clou, la bonne réduction et la bonne impaction du foyer de fracture.

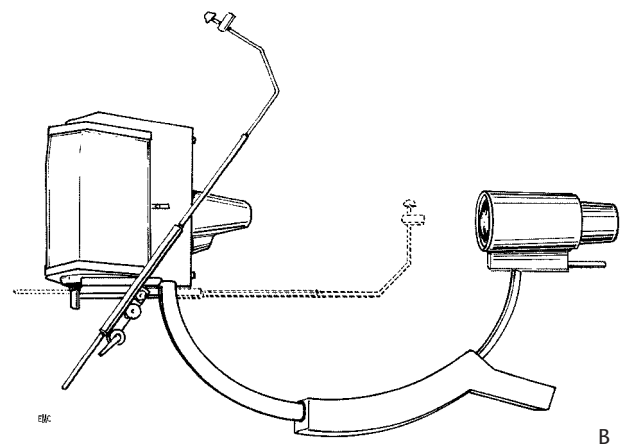
ERREURS ET INCIDENTS TECHNIQUES ^[10]

- Ne pas réduire ou tolérer une réduction trop approximative en croyant à l'action réductrice du clou.
- Choisir un mauvais point d'entrée du clou.
- Tolérer une position distale excentrée du guide et la pérenniser par l'alésage.
- Le blocage de l'alésoir est un incident grave.
- L'hyperalésage.
- Choisir un clou trop long pour les fractures proximales ou trop court pour les fractures distales.

Telle est la technique de l'enclouage centromédullaire du fémur à foyer fermé dit « simple ou conventionnel » qui est en règle suffisant pour les fractures médiodiaphysaires transversales, obliques courtes, à très petite comminution, laissant de part et d'autre de la fracture des segments suffisamment longs de canal médullaire intact. Il est complété par le verrouillage dès lors qu'il existe des risques de rotation, de télescopage et d'angulation.

Verrouillage (fig 4) ^[3, 4]

Le verrouillage proximal est réalisé à l'aide d'un ancillaire de visée, partie intégrante de la poignée d'enclouage. Le verrouillage distal fait appel à un cadre de visée solidaire de l'amplificateur de brillance ou à la technique dite « à main levée » (fig 4A).



4 A. Viseur « à main levée » de Pennig.
B. Viseur de Strasbourg.

VERROUILLAGE PROXIMAL (fig 5A)

Le verrouillage proximal est réalisé au travers de l'ancillaire d'enclouage dont la poignée possède un trou spécial dans l'axe du trou proximal du clou. Avant la mise en place du clou, l'instrumentiste a vérifié le bon passage de la mèche au travers de la douille de visée fixée sur la poignée d'enclouage et le trou de verrouillage proximal du clou fémoral. Le vissage se fait de dehors en dedans, oblique à 45°, amenant la pointe de la vis dans la corticale interne en avant du petit trochanter. Au préalable, on vérifie le bon serrage du porte-clou. Une mèche de 4,5 mm est introduite dans la douille, moteur en marche et perce les deux corticales en passant au travers du clou. Après mesure de sa longueur à l'aide du mesureur, la vis autotaraudeuse à filetage continu est insérée au travers de la poignée d'enclouage. Un contrôle scopique vérifie, avant l'ablation du porte-clou, la longueur de la vis. Lavage et fermeture de l'incision proximale sur un drainage non aspiratif fixé. Incident : appareil de visée mal fixé avec danger de fausse route de la vis.

VERROUILLAGE DISTAL (fig 5B)

Le manipulateur radio installe l'amplificateur de brillance du côté interne de la cuisse, l'arceau passant au-dessous de celle-ci. La visée peut être réalisée de deux manières :

- à l'aide du cadre de visée de Strasbourg qui est monté stérilement sur l'émetteur de l'amplificateur de brillance (fig 4B) ;
- ou à l'aide d'un viseur « à main levée » (fig 4A) en cas de non-disponibilité du cadre de visée ou d'échec de ce type de visée.

Avant de débiter la visée et après focalisation de l'image de l'amplificateur, le premier trou distal du clou doit être visualisé parfaitement rond sur l'écran, preuve de la position perpendiculaire de l'amplificateur par rapport au clou. Si les trous sont elliptiques, l'amplificateur de brillance doit être déplacé jusqu'à obtention d'un trou rond (ellipse à grand axe horizontal : déplacement vertical de l'amplificateur ; ellipse à grand axe vertical : déplacement horizontal de l'appareil). Le cadre de visée stérile est alors fixé à l'émetteur de l'appareil de scopie sur une embase basculante, après protection de celui-ci par un sac stérile, puis il est amené au contact de la cuisse. La peau est incisée. Une douille est introduite dans le canon du cadre de visée et placée au contact de la corticale. L'aspect rond du trou est vérifié à la scopie. Après préparation du point d'entrée à la pointe carrée, il est important de ne pas forcer lors du méchage à la mèche de 4,5 mm, au risque de glisser sur la corticale et de faire une fausse route. Un contrôle scopique authentifie la bonne visée par un aspect foncé du trou percé au travers du clou, témoin de la présence de sang à ce niveau. La mesure et la mise en place de la vis à filetage continu sont identiques à celles du verrouillage proximal. Après placement de la deuxième vis, leur longueur est contrôlée après remise de l'amplificateur de face. Si la visée initiale est erronée, il est très difficile de faire un nouveau trajet à l'aide du cadre de visée, la mèche ayant tendance à reprendre le trajet initial. Il faut alors pratiquer un verrouillage à main levée avec le viseur de Pennig. Le cadre de visée est enlevé et l'amplificateur est manipulé de façon à obtenir un trou distal rond. La pointe d'un clou de Steinmann de 3,2 mm de diamètre monté sur moteur est placée au centre du trou visible sur l'amplificateur, puis le clou est introduit parallèlement à la direction présumée du faisceau radiologique dans la première corticale. Sa position est contrôlée à la scopie : il doit être placé au centre du trou. Il est introduit dans la deuxième corticale et retiré. La mèche est passée dans les deux corticales après contrôle scopique. La vis est mise en place. On peut utiliser d'emblée cette méthode à main levée sans faire appel au cadre de Strasbourg.

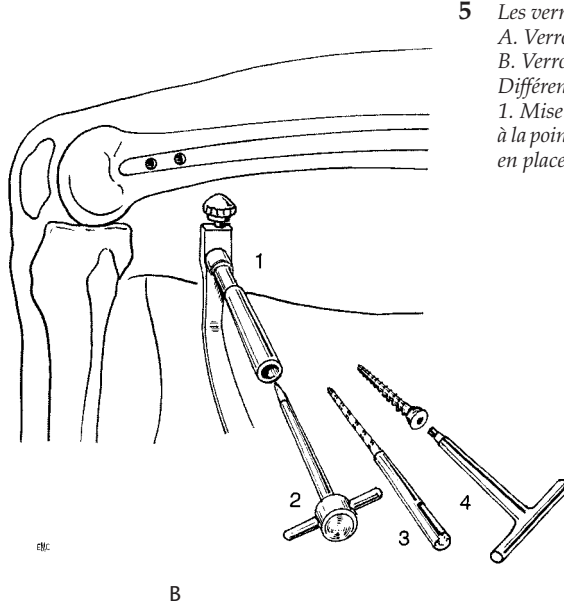
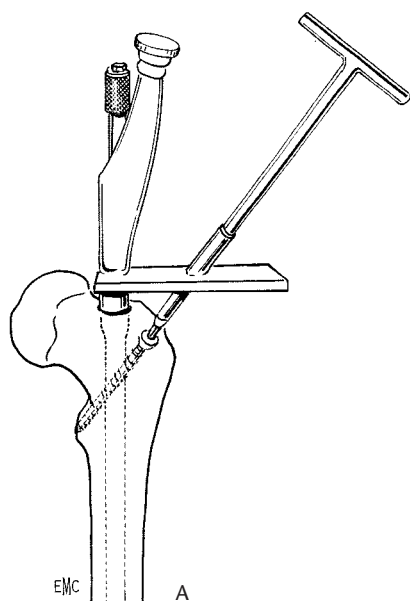
L'utilisation de vis à expansion de Vecsei peut être nécessaire en cas de trait de fracture irradiant jusqu'à l'orifice des vis, de perte de tenues osseuses d'une vis préalablement mise en place ou également en cas d'os porotique.

5 Les verrouillages proximal et distal.

- A. Verrouillage proximal.
B. Verrouillage distal à l'aide du viseur de Strasbourg.

Différents temps du verrouillage distal.

1. Mise en place de la douille ;
2. préparation du point d'entrée à la pointe carrée ;
3. forage des deux corticales à la mèche ;
4. mise en place de la vis autotaraudeuse après mesure de longueur.



Incidents et erreurs :

- mauvaise préparation du point de pénétration et dérapage de la mèche ;
- positionnement d'une vis dans le foyer de fracture ;
- vis de verrouillage ne prenant pas la corticale externe ;
- oubli de l'impaction avant de procéder au verrouillage distal.

Après ablation du clou transcondylien, les clichés radiographiques de face et profil sont effectués. Les poulx sont vérifiés sur la table, un examen neurologique est réalisé dès le réveil du malade et une prophylaxie antithrombotique est débutée ; elle est arrêtée après un retour à une autonomie normale. Cet enclouage centromédullaire verrouillé évite toute immobilisation complémentaire.

Suites postopératoires

La mobilisation immédiate des articulations du membre inférieur est commencée dès le lendemain de l'intervention, en particulier pour lutter contre les raideurs articulaires du genou. Une surveillance rapprochée postopératoire immédiate permet de dépister un éventuel syndrome des loges très exceptionnel à la cuisse. Le drain de Redon est enlevé à j2-j3. Les patients ayant eu un montage statique sont autorisés à appuyer complètement sur leur membre inférieur si le contact interfragmentaire est suffisant. En cas d'insuffisance de ce contact ou de fracture comminutive, un appui escamoté à 10 kg est autorisé durant 6 semaines (fig 6). Un contrôle radiologique passé ce délai permet de mettre en évidence un cal débutant et d'autoriser l'appui complet progressif. Une dynamisation par ablation des vis proximales ou distales peut être effectuée à partir de la sixième semaine s'il existe une menace de pseudarthrose : diastasis résiduel interfragmentaire, cal insuffisant. Il est réalisé par ablation des vis les plus éloignées du foyer de fracture.

Pour les patients ayant eu un montage dynamique, la marche avec appui complet est immédiatement autorisée et un contrôle radiographique est effectué avant la sortie du patient. Cette éventualité est assez rare et ne concerne que les fractures proximales ou distales à trait transversal ou oblique court avec bon contact interfragmentaire.

Variantes

L'enclouage claveté fait appel à un clou plus rigide car plein, dont la mise en place semble plus difficile. Un viseur spécial solidaire du clou rend le verrouillage distal possible sans contrôle scopique.

Extraction

Le patient est installé en décubitus dorsal, sur table standard, le membre inférieur en adduction afin de faire saillir le grand trochanter. L'installation peut également être réalisée en décubitus latéral, le membre inférieur étant automatiquement mis en adduction.

Après ablation préalable des vis de verrouillage, la voie d'abord est reprise, l'orifice proximal du clou est repéré à la pointe carrée ou à la curette, puis complètement nettoyé par curetage du matériel osseux et fibreux s'y trouvant. Un boulon est fixé fermement au clou et l'extracteur solidarisé. L'ablation du clou se fait membre inférieur en adduction. Le fût diaphysaire est rincé. La marche avec appui est de suite autorisée après l'intervention.

Complications de l'enclouage du fémur

- Nécrose ischémique de la tête fémorale et fracture du col du fémur : les deux complications sont en rapport avec un point d'introduction trop interne.
- La migration du matériel vers le haut ne concerne que l'enclouage standard. Elle est en général assez bien tolérée en raison de l'épaisseur des parties molles.
- Le syndrome des loges au niveau de la cuisse a été décrit, mais il est exceptionnel et il n'est pas lié à la méthode.

Autres matériels et techniques. Nouvelles orientations

De nombreux clous existent sur le marché qui présentent des variantes de forme, de courbure, d'absence de fente, de système de verrouillage.



6 A. Fracture comminutive distale du fémur.
B. Enclouage verrouillé statique. Mise en charge retardée.
C. Consolidation.



7 Clou Gamma long.

La remise en question du bien-fondé de l'alésage constitue le débat actuel le plus important. Il serait responsable d'une dévascularisation endomédullaire et du lâcher de particules graisseuses dans la circulation de retour pouvant entraîner des manifestations cliniques d'embolie graisseuse^[1]. Pour ces raisons, des clous sans alésage (*unreamed nails*) ont été mis au point principalement pour le tibia, mais aussi pour le fémur^[1].

Le clou rétrograde (Retro-Nail, Condylar Nail), introduit à travers le genou, rend d'intéressants services^[2] en cas de fractures du fémur sur une prothèse de hanche ou de genou, de fracture très distale et chez le polytraumatisé.

Le clou long Gamma (fig 7) et ses variantes (clou de reconstruction, etc) a détrôné le clou fémoral pour des fractures proximales très comminutives et les fractures associées trochanter-diaphyse.

Conclusion

À l'heure actuelle, les avantages de la méthode de l'enclouage des fractures diaphysaires du fémur : foyer fermé, respect de la vascularisation périostée, stabilité et solidité mécanique, sont reconnues. Son amélioration par le verrouillage permet d'étendre ses indications aux fractures proximales et distales ainsi qu'aux différents types de lésions. C'est ainsi que pour beaucoup de chirurgiens traumatologues, cette méthode représente le traitement de choix des fractures diaphysaires du fémur.

Références

- [1] Haas S, Krettek C, Tscherne H. A new solid unreamed tibial nail for shaft fractures with severe soft tissues injuries. *Injury* 1993 ; 24 : 49-54
- [2] Henry SL, Seligson D. Management of supra-condylar fractures of the femur with GSH supracondylar nail. *Tech Orthop* 1995 ; 9 : 189-194
- [3] Kempf I. L'enclouage centromédullaire à foyer fermé des os longs selon Küntscher. In : Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 39. Paris : Expansion scientifique française, 1990 : 1-116
- [4] Kempf I, Grosse A, Lafforgue P. L'apport du verrouillage dans l'enclouage centromédullaire des os longs. *Rev Chir Orthop* 1978 ; 64 : 635-651
- [5] Kempf I, Meyrueis JP, Perren S. La fixation d'une fracture doit-elle être rigide ou élastique ? *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 335-380
- [6] Kempf I, Pidhorz L. Technique de l'enclouage centro-médullaire. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques Chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-016, 1996 : 1-10
- [7] Klemm K, Schellmann WP. Dynamische und statische Verriegelung des Marknagels. *Monatschr Unfallheilkd* 1972 ; 75 : 568-575
- [8] Küntscher G. Praxis der Marknagelung. In : Schattauer FK ed. Stuttgart : Springer-Verlag, 1962
- [9] Küntscher G. Die Nagelung des Defekttrümmerbrüches. *Chirurg* 1964 ; 35 : 277-280
- [10] Lefevre CH. Les complications locales et générales des enclouages percutanés. In : Monographie des cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 62. Paris : Expansion scientifique française, 1997 : 150-219
- [11] Olerud S. The effects of intramedullary reaming. In : Browner BO, Edwards CC eds. The science and practice of intramedullary reaming. Philadelphia : Lea and Febiger, 1987 : 61-64

Traitement par ostéosynthèse par plaque dans les fractures de la diaphyse fémorale

F Signoret
V Gleizes
JM Féron

Résumé. – Malgré une utilisation croissante de l'enclouage verrouillé dans les fractures du fémur, l'ostéosynthèse par plaque reste une alternative technique validée pour assurer une fixation rigide des fractures diaphysaires. La technique standard de réduction et d'ostéosynthèse par plaque est décrite, respectant les concepts biomécaniques et la physiologie de la consolidation osseuse. Les auteurs insistent sur l'utilité de ce type d'ostéosynthèse dans certaines situations pathologiques : fractures complexes, troubles pulmonaires associés, fractures métastatiques, fractures sous arthroplastie.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : fémur, fracture, ostéosynthèse par plaque, trauma.

Introduction

L'utilisation des clous alésés verrouillés est devenue quasi systématique dans les fractures diaphysaires fémorales, à tel point que la pose d'une plaque sur un fémur peut être considérée comme un acte chirurgical « politiquement incorrect ».

Cependant certaines situations^[12] peuvent justifier l'utilisation de ces plaques, notamment en cas de traumatisme crânien sévère favorisant pour certains les ossifications parasites au niveau du moyen fessier^[17], de contusion pulmonaire^[13, 24, 25] du fait de la majoration du risque de détresse respiratoire aiguë lié à l'alésage, dans certaines associations lésionnelles fracturaires (fracture du col et de la diaphyse fémorale), lorsque le diamètre du fût diaphysaire fémoral est trop étroit ou encore lorsqu'il existe des contraintes économiques telles que celles qui existent dans certains pays en voie de développement.

Dès les années 1970, deux conceptions différentes des ostéosyntheses par plaque s'affrontent : d'une part celle de M Müller^[18], dont le but est d'obtenir une synthèse mécanique (rigidité de la synthèse qui permet d'obtenir une bonne immobilisation des fragments osseux pendant le temps de consolidation (autorisant ainsi une rééducation active) par une réduction parfaite du foyer de fracture, même dans les cas de fractures comminutives, au prix souvent d'un déperistage et d'une dévascularisation des fragments osseux à la recherche d'un cal primaire. Cette technique expose le patient à des risques de pseudarthrose, de rupture d'implant et d'infection. D'autre part, celle soutenue entre autres par R Judet, dont le but est d'obtenir une synthèse biologique. Le principe est de privilégier un déperistage a minima des fragments fracturaires, en cherchant à obtenir une réduction tenant compte essentiellement des axes, de la longueur et des rotations, et non de la réduction anatomique des fragments osseux en s'aidant de plaques prémoulées.

À l'heure actuelle, des techniques mini-invasives poussent à l'extrême ce concept en proposant une réduction par moyen externe (table orthopédique, distracteur) et une synthèse par plaque, sans aborder le foyer de fracture^[2, 27, 28].

Matériel d'ostéosynthèse

CARACTÉRISTIQUES DE LA PLAQUE^[21]

■ Structure du matériel

La plaque choisie doit être suffisamment solide pour absorber les contraintes de la perte de console interne et de la mobilisation d'une articulation sus- et sous-jacente ; ces contraintes étant d'autant plus importantes que la fracture à synthétiser est comminutive. L'acier est le matériel le plus utilisé, conférant une résistance à la rupture très importante. En revanche, leur limite de fatigue est basse, ce qui les expose à un risque potentiel de rupture d'implants en cas de pseudarthrose. Les autres matériaux (titane, alliages) ont moins d'intérêt dans la synthèse des fractures du fémur, du fait des difficultés à les cintrer et de leur prix sensiblement élevé.

■ Épaisseur de la plaque

L'épaisseur de la plaque constitue le facteur principal de sa rigidité, devant résister aux contraintes en varus. Elle dépend du matériel utilisé.

■ Adhérence de la plaque

Les plaques peuvent être revêtues de rugosités à la face profonde de la plaque pour diminuer les contraintes et permettre une meilleure adhérence à l'os^[21].

■ Forme de la plaque

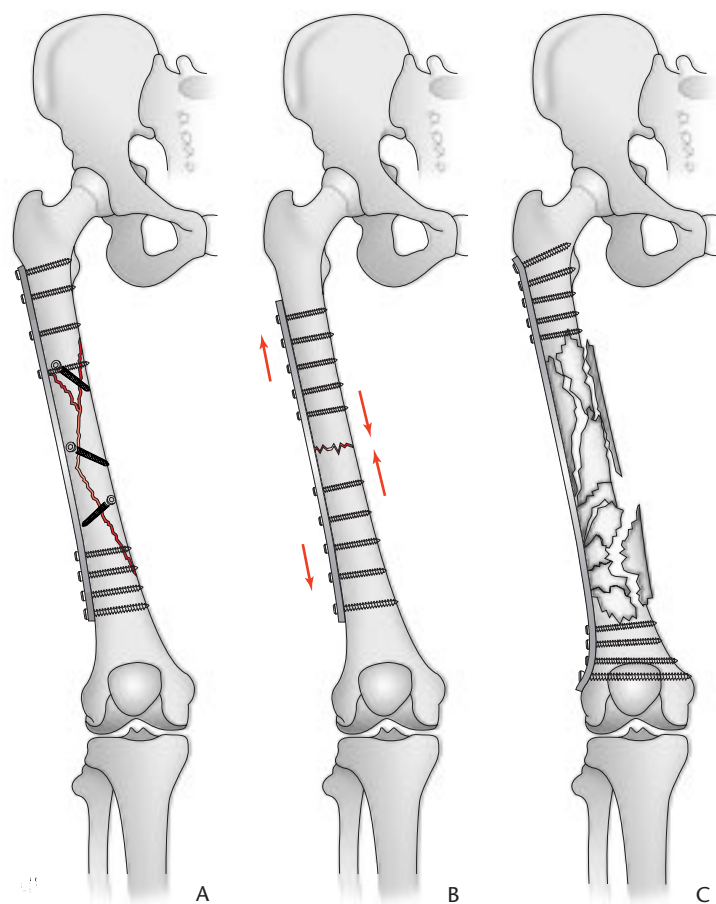
Certaines plaques (plaques type R Judet) sont prémoulées, adaptées à la convexité antéropostérieure de la face externe de la diaphyse

François Signoret : Chirurgien des Hôpitaux.

Valéry Gleizes : Chef de clinique des Universités, assistant des Hôpitaux.

Jean-Marc Féron : Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux, chef de service.

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital Tenon, 75020 Paris, France.



1 Différents montages théoriques par plaque.
A. Neutralisation.
B. Compression.
C. Pontage.

fémorale (flèche fémorale). Les plaques droites (plaque AO) peuvent être modelées à l'aide de fers à courber ou d'une presse. Ce modelage ne peut se faire que dans un seul plan, permettant d'appuyer, en cas de fracture diaphysaire haute ou basse, la plaque sur le relief métaphysaire proximal ou distal.

■ Géométrie des trous de vis

Les trous de vis peuvent être standards (sphériques) dans les plaques de neutralisation ou encore ovales dans les plaques à compression. Ils sont le plus souvent alignés longitudinalement, et parfois en quinconce, décalés dans les fractures sous-arthroplastie, permettant de mettre les vis plus facilement de part et d'autre de la pièce prothétique.

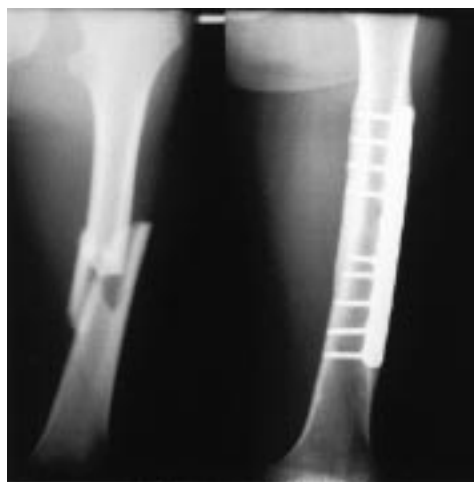
■ Longueur de la plaque

Dans la conception classique de l'AO, la longueur de la plaque à utiliser consiste à obtenir huit corticales au minimum de chaque côté du foyer de fracture avec une vis unicorticale à chaque extrémité.

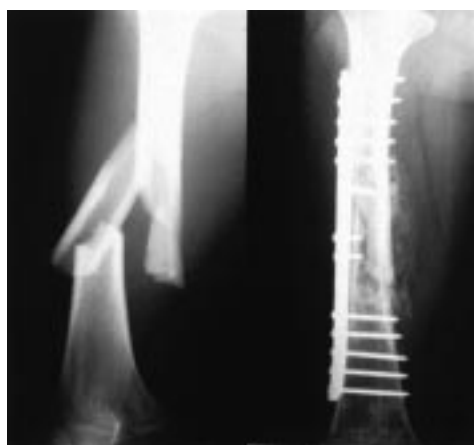
Dans la conception moderne de l'AO, la préférence est à l'utilisation de plaques plus longues avec moins de vis, mais dont la répartition est plus homogène sur la diaphyse fémorale (deux vis près du foyer de fracture, deux vis extrêmes sur la plaque et deux vis intermédiaires). Cela confère au montage une plus grande capacité à absorber les contraintes.

UTILISATION DE LA PLAQUE (fig 1) [16, 22]

Lorsque l'objectif est d'obtenir une consolidation « primaire » par consolidation corticale sans cal périosté, cela nécessite alors une réduction anatomique du foyer de fracture, trait pour trait. Deux types de montages théoriques sont possibles :



2 Fixation par une plaque de neutralisation d'une fracture spiroïde avec troisième fragment.



3 Fixation par une plaque de pontage d'une fracture bifocale plurifragmentaire.

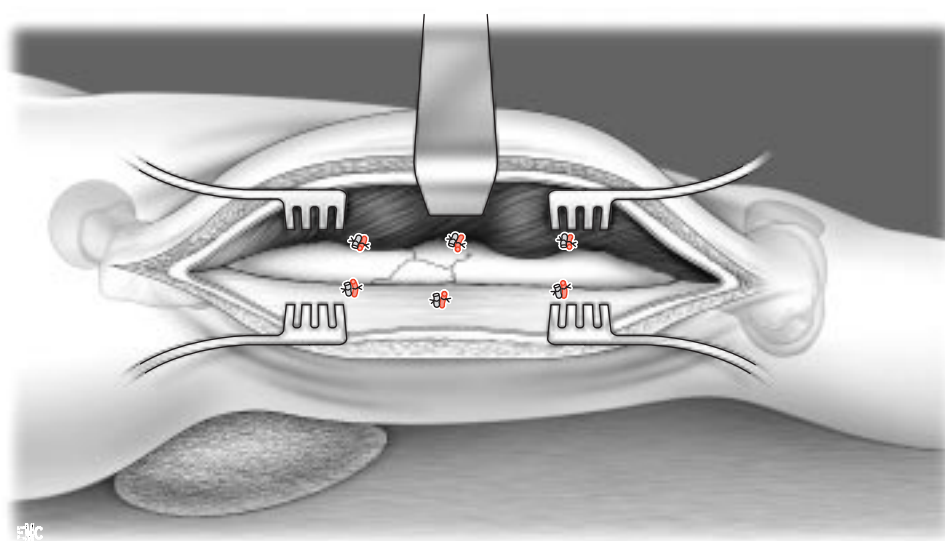
– *plaque de neutralisation* qui a pour objectif d'absorber les contraintes sur un fémur réduit et vissé (vissage de traction). Ce moyen d'ostéosynthèse étant destiné aux fractures spiroïdes longues (fig 2) ;

– *plaque en compression* [9] qui permet d'assurer une compression statique dans l'axe de la diaphyse fémorale et de réaliser un hauban externe. La compression peut être exercée par l'intermédiaire d'un tendeur de plaque ou d'une plaque autocompressive (géométrie des trous de vis et utilisation de guide-mèches différents). L'avantage théorique des plaques autocompressives est d'obtenir la compression sans élargissement de la voie d'abord, et son inconvénient majeur est d'être soumis au relâchement de la compression.

À l'inverse, la plaque de pontage, indiquée le plus souvent dans les fractures comminutives de la diaphyse fémorale, répond à une philosophie de synthèse « biologique ». Elle consiste à ponter la comminution fracturaire sans dépériosté et sans essayer d'obtenir une réduction anatomique permettant ainsi de favoriser la naissance d'un cal osseux. Il y a alors une course entre la reconstitution d'une colonne interne osseuse biologique solide et la résistance à la flexion de la plaque qui est excentrée de la ligne neutre (fig 3).

Synthèse par plaque d'une fracture fermée simple du tiers moyen de la diaphyse fémorale [20, 22]

L'anesthésie du patient doit s'accompagner d'un bon relâchement musculaire et d'une compensation correcte des pertes sanguines. Malgré ce contexte d'urgence, le membre inférieur opéré doit être préparé comme en chirurgie orthopédique froide, de façon minutieuse, rasé et badigeonné avec des antiseptiques de façon à



4 Exposition du versant latéral de la diaphyse fémorale sans dépériostéer la zone fracturaire.

limiter le risque infectieux qui est lui-même majoré du fait de la contusion musculaire et de l'exposition du foyer de fracture.

INSTALLATION

L'installation peut se faire soit sur table orthopédique, soit sur table ordinaire.

■ Installation sur table orthopédique

Le patient est placé le plus souvent en décubitus dorsal. La table orthopédique doit comporter un système de traction par chaussure ou broche de traction (traction transcondylienne), avec si possible un contrôle de la force exercée (lésions périnéales). La traction transcondylienne est indiquée en cas de fracture de jambe ou d'entorse grave du genou, associée à la fracture du fémur. Une plaquette manœuvrable à distance, pouvant s'abaisser ou se relever, placée au niveau du foyer de fracture, permet de corriger le flectum ou le recurvatum. Le degré de rotation et l'abduction doivent pouvoir être choisis à distance et réglable en progressivité. Pour ces raisons, nous favorisons la table orthopédique de Judet. Le champage est réalisé au moyen d'un champ carré. Il n'est pas nécessaire d'inclure tout le membre dans le champ. Il n'y a pas lieu habituellement d'utiliser un amplificateur de brillance dans ce type d'ostéosynthèse.

■ Table ordinaire

Elle nécessite une traction qui est réalisée par un aide ou l'utilisation d'un distracteur. Tout le membre inférieur doit être inclus dans le champ opératoire. Le patient est placé en décubitus latéral ou dorsal.

VOIE D'ABORD [1, 4, 8, 18, 20]

L'incision est postérolatérale sur la cuisse. Elle doit être suffisamment longue pour ne pas être traumatisante pour les muscles.

Après incision du fascia lata, le muscle vaste latéral est désinséré de la cloison intermusculaire latérale en prenant soin de ligaturer de façon élective les « perforantes ». Le décrochage du muscle vaste latéral à son extrémité supérieure permet de moins le traumatiser par les écarteurs.

La face latérale de la diaphyse fémorale est alors exposée (fig 4). Les écarteurs contrecoudés doivent être proscrits car ils sont à l'origine d'un large dépériostage du foyer de fracture. L'abord se fait en extrapériosté. Les caillots de l'hématome fracturaire sont juste refoulés pour repérer les extrémités osseuses. Les éventuels fragments isolés sont laissés pédiculés. La face médiale n'est pas abordée. La réduction peut alors être quasi anatomique, en se servant le moins possible de davier (évitant ainsi le dépériostage du foyer de fracture) pour manipuler les extrémités osseuses.

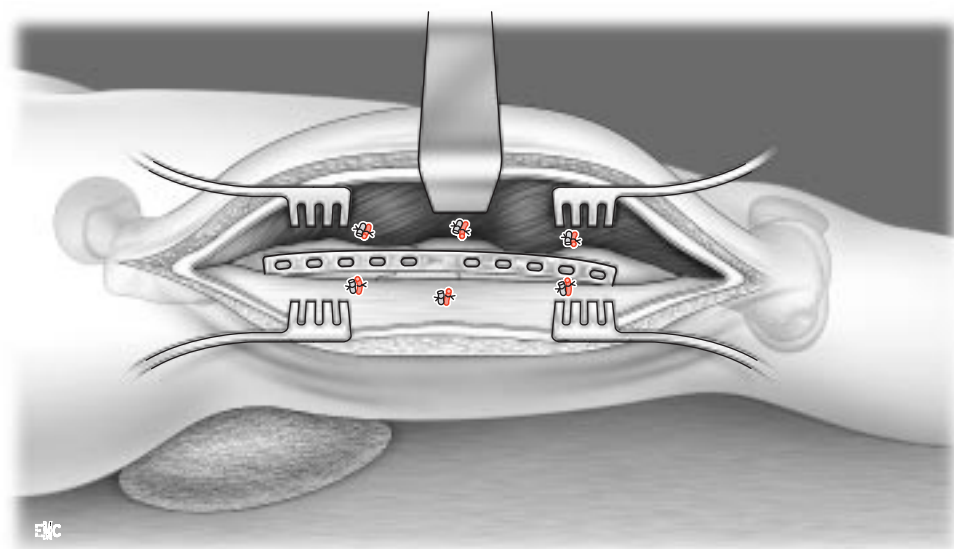
L'avantage de la table orthopédique est ici évident. La fracture réduite, la plaque fémorale choisie est posée sur la face externe. On peut mettre une vis unicorticale pour éviter de se servir de davier. Cette vis est mise dans l'orifice du milieu entre deux orifices en amont et deux orifices en aval pour chaque segment diaphysaire. Une fois la plaque positionnée sur un segment, on se sert de la même manœuvre par vis unicorticale pour l'autre segment. On peut de même utiliser un système de compression permettant ainsi de faire disparaître un écart interfragmentaire^[9]. La vérification de la réduction étant faite, après correction éventuelle d'un petit flectum ou recurvatum résiduel, on met alors en place les autres vis, soit cinq vis diaphysaires bicorticales. Nous apprécions que la plaque soit anatomique prégalbée, s'adaptant à la convexité antéropostérieure de la face externe de la diaphyse fémorale, et qu'elle soit précintrée, s'adaptant à la flèche fémorale ; un effet de surface quadrillé pour la face profonde va dans le même sens, évitant la manipulation désagréable d'une plaque « savonnette » glissant sur la face externe et mal adaptée en aval et en amont. La qualité de la réduction est essentiellement jugée sur la corticale externe (fig 5). Pour des raisons de commodité, les vis autotaraudeuses sont préférées. Le diamètre des vis est de 4,5 ou 5 mm. En cas de fragment unicortical interne, les cinq vis doivent être au-delà de cette zone. Il ne faut pas chercher à réduire ce fragment ou à l'incorporer dans la synthèse, à moins d'une très grande étendue (> 8 cm). Nous ne greffons pas systématiquement. En revanche, le produit de forage est récupéré et déposé au niveau du foyer. La greffe corticospongieuse (bassin) est recommandée en cas de comminution sur la face médiale de la diaphyse^[16].

FERMETURE

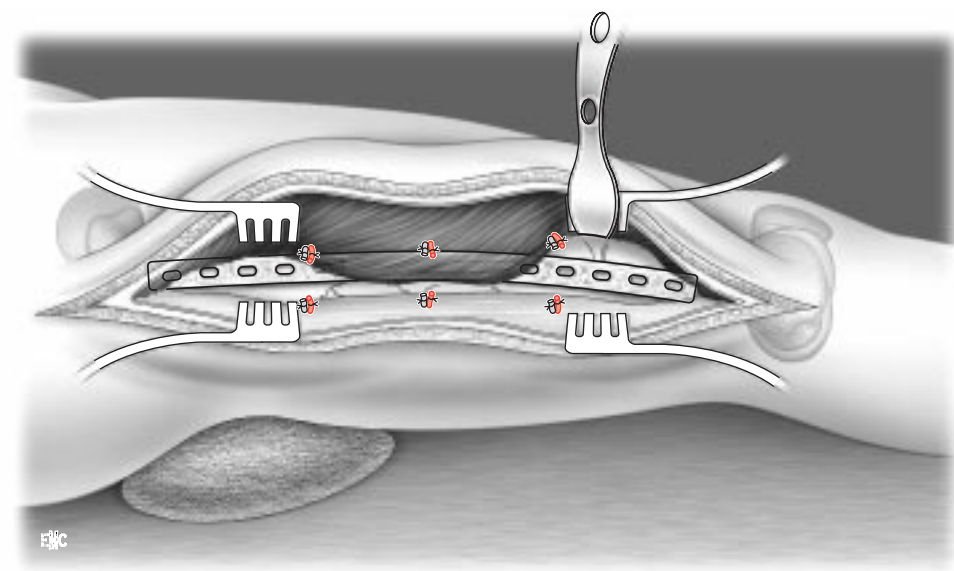
Un parage des fibres musculaires nécrosées, ainsi qu'un lavage abondant sont réalisés au moyen d'antiseptiques, en évitant d'évacuer les caillots du foyer de fracture. Un système de drain est mis en place sous le muscle vaste latéral qui retombe de lui-même, lors de la fermeture, sur la cloison intermusculaire latérale. La fermeture du fascia lata est rendue parfois difficile par l'œdème musculaire. Il faut réaliser des points en « X » avec rapprochement progressif des extrémités vers le milieu, et en sachant qu'il est quelquefois indispensable de changer les points de suture après avoir gagné en rapprochement des berges. Cela est réalisé genou en extension, sans décalage des berges qui, dans notre expérience, est sans retentissement sur la récupération de la mobilité articulaire du genou.

SUITES OPÉRATOIRES

L'hospitalisation dure en moyenne 10 jours. Une rééducation est débutée rapidement, en actif aidé de façon à entretenir des mobilités du genou et de la hanche. Il faut interdire les contraintes en flexion



5 Mise en place de la plaque sur la corticale latérale du fémur.



6 Mise en place d'une plaque longue pontant la comminution fracturaire sans l'aborder directement.

du fémur de façon à diminuer les contraintes sur le matériel d'ostéosynthèse, de même entretenir les contractions isométriques du quadriceps et effectuer une mobilisation transverse de la patella. La marche sans appui est autorisée sous couvert d'une paire de cannes anglaises ou d'un déambulateur. La reprise de l'appui doit se faire progressivement et débiter après consolidation (3 mois au minimum).

Un bilan radiologique est réalisé à 45 jours de façon à proposer à cette date un apport osseux si aucun signe radiologique de consolidation n'apparaissait.

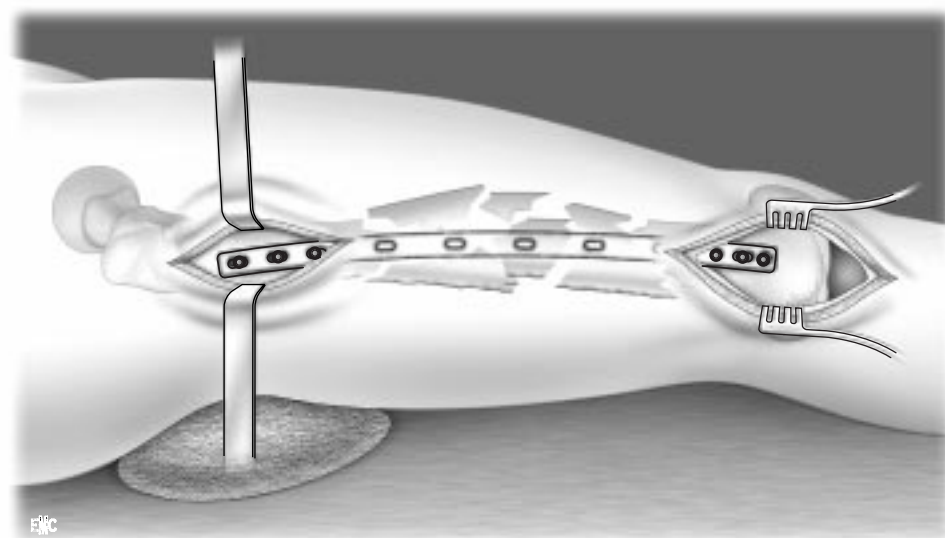
Synthèse par plaque d'une fracture fermée comminutive de la diaphyse fémorale ^[10, 22]

Dans les cas des fractures comminutives fermées du fémur, l'installation du patient est de préférence sur table orthopédique, permettant ainsi d'aligner le membre dans le plan frontal et dans le plan sagittal, et de contrôler les rotations. La voie d'abord est postérolatérale sur la cuisse ; elle débute par l'ouverture du fascia lata. On récline le vaste latéral et le but est de glisser la plaque sous le muscle sans aborder le foyer de fracture, et donc en réalisant un déperiostage a minima et préservant la vascularisation des

fragments osseux. La réduction anatomique du foyer de fracture n'est pas recherchée et pourrait être source de retard de consolidation. On ne se préoccupe que des axes, de la longueur et de la rotation. La plaque de pontage est solidarisée à la diaphyse par des vis bicorticales réparties de façon homogène de part et d'autre de la comminution (fig 6).

Ostéosynthèse par plaque minimalement invasive (technique LISS) des fractures épiphyso-métaphyso-diaphysaires fémorales ^[2, 15, 27-29]

L'ostéosynthèse par plaque mini-invasive qui est en cours d'évaluation permettrait de diminuer encore plus le risque bien connu d'infection et de pseudarthrose reproché à ce mode d'ostéosynthèse par les partisans des enclouages centromédullaires. La synthèse des fractures comminutives proximale et distale peut être réalisée selon le même procédé mini-invasif obéissant aux règles des synthèses biologiques au moyen de vis-plaques (DCS ou DHS) ou de lame-plaques dont l'angulation est de 95°. L'alignement et la rotation du membre sont contrôlés par manœuvre externe (table orthopédique ou distracteur sur table ordinaire). Le principe est



7 Ostéosynthèse « biologique » mini-invasive par abord limité proximal et distal à distance du foyer de fracture et passage de la plaque en sous-cutané.



8 Fracture spiroïde longue autour d'une prothèse fémorale et au-dessus d'une prothèse de genou sur os prothétique.

d'effectuer une courte voie latérale en regard de la région épiphysométaphysaire, afin de mettre en place l'ancrage distal ou proximal de la plaque, qui est ensuite glissée en percutané en dessous du muscle vaste latéral au contact de la corticale externe, et solidarisée à la diaphyse au moyen de vis bicorticales de façon étagée à intervalles réguliers par voie percutanée. Cette technique nécessite un amplificateur de brillance (fig 7).

Cas particuliers

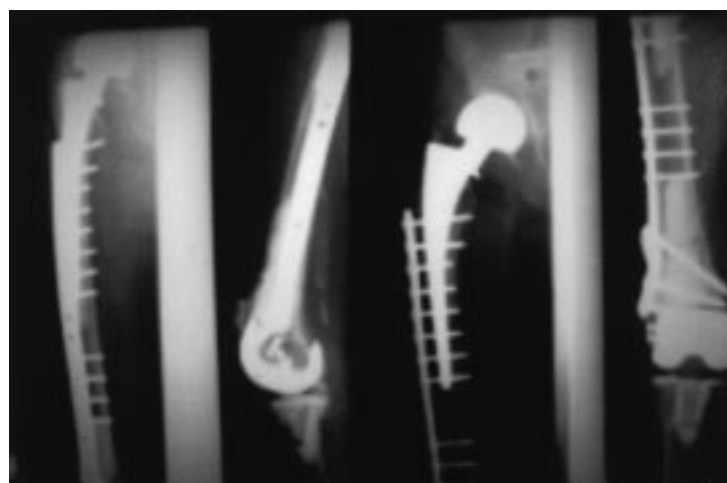
SYNTHÈSE DES FRACTURES DU FÉMUR SOUS UNE ARTHROPLASTIE DE HANCHE [3, 5, 11, 12, 14, 19]

La survenue d'une fracture à l'extrémité d'une tige prothétique intrafémorale est une indication à opérer la fracture en raison des mauvais résultats du traitement orthopédique. Les fractures du fémur associées à une arthroplastie de hanche non descellée représentent l'indication non discutable des synthèses par plaque (fig 8 et 9).

La présence d'une tige prothétique intrafémorale, a fortiori si elle est très remplissante, rend très difficile le vissage par plaque traditionnelle, même avec des trous en quinconce. Seuls certains fémurs très épais en antéropostérieur peuvent être synthésés, soit par une plaque étroite placée très près de la ligne âpre, les vis passant alors toutes en arrière de la tige prothétique, soit par une plaque en quinconce, les vis étant en avant et en arrière de la tige.

Le plus souvent, il est nécessaire d'utiliser des plaques spécialement dessinées dont il existe plusieurs modèles :

- les plaques de Lefèvre (Aesculap®) qui amplifient le système de quinconce avec trous excentrés situés sur des protubérances



9 Ostéosynthèse par longue vis-plaque cimentée.

antérieures et postérieures, permettant de visser très obliquement en avant et en arrière de la tige. Leur inconvénient est d'être très volumineuses avec un risque de gêne ultérieure sur le matériel ;

- les plaques de Mennen [26, 30, 31] qui ne comportent pas de vis, mais sont en fait des plaques « agrafe » avec des pattes pouvant être serrées pour entourer la diaphyse fémorale ;

- les plaques d'Ogden [23] comportant des orifices permettant le passage de câbles qui seront utilisés en cerclages solidarisant la plaque et la diaphyse [19].

Ces deux modèles nécessitent un déperiostage plus étendu que la plaque de Lefèvre. Leur tenue mécanique paraît également inférieure.

SYNTHÈSE PAR PLAQUE DES FRACTURES DU FÉMUR PATHOLOGIQUE [6, 7]

Les fractures pathologiques sur métastase relèvent le plus souvent d'un traitement chirurgical pour le confort du patient et son pronostic fonctionnel, même si la survie estimée est souvent de courte durée. L'ostéosynthèse palliative massive permet l'exérèse partielle ou totale d'une métastase, l'injection ou le comblement du foyer métastatique par du ciment et la contention de la fracture par la plaque vissée prenant appui sur l'os et le ciment (fig 10). Il est indispensable de vérifier la présence, sur le segment osseux pathologique, d'autres sites métastatiques (examen par résonance magnétique nucléaire), car elle pourrait constituer une contre-indication à une synthèse par plaque. Comme dans le cas d'une



10 Fracture métastatique traitée par plaque cimentée.

fracture banale de la diaphyse fémorale, l'installation peut s'effectuer sur table orthopédique ou ordinaire. L'abord latéral de la cuisse conduit sur la fracture pathologique. On effectue un évidement par

le foyer de fracture de la tumeur et on précise le siège et l'étendue des lésions, l'envahissement éventuel des parties molles avoisinantes. Le prélèvement tumoral est adressé pour examen histologique. La fracture est alors réduite et solidarisée par une plaque vissée dont les extrémités sont vissées à la diaphyse par deux vis bicorticales. La longueur de la plaque doit être suffisante pour que cinq vis bicorticales soient de part et d'autre du foyer de fracture et que cette dernière ponte la zone pathologique. On peut être conduit à utiliser des plaques pouvant aller jusqu'à plus de 30 cm. Le cimentage nécessite l'utilisation de seringues à ciment. Le ciment est introduit par la perte de substance métastatique de préférence ou encore par une tranchée osseuse. Lors du cimentage, les parties molles sont protégées par des champs humides. Une fois que le ciment a durci, le vissage du reste des vis est effectué après méchage pour la préparation du logement des vis. Le ciment doit s'étendre de façon idéale jusqu'aux dernières vis de la plaque et former un bloc homogène. La solidité du montage autorise une remise en appui dès le cinquième jour postopératoire.

Références

- [1] Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S. Voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique. Paris : Masson, 1988 : 119-136
- [2] Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA. Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury* 1998 ; 29 (suppl 3) : C3-6
- [3] Bethea JS, Deandrade JR, Fleming LL, Lindenbaum SD, Welch RB. Proximal femoral fractures following total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1982 ; 170 : 95-106
- [4] Bosworth DM. Posterior approach to the femur. *J Bone Joint Surg Am* 1944 ; 26 : 687-690
- [5] Duncan CP, Masri MA. Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect* 1995 ; 44 : 293-304
- [6] Duparc J. Le traitement chirurgical des métastases osseuses des membres. In : Cahier d'enseignement de la SOFCOT n°18. Paris : Expansion scientifique française, 1983 : 5-30
- [7] Duparc J, Decoux J. Le traitement des métastases osseuses. Monographies de l'association française de chirurgie. Paris : Masson, 1976
- [8] Féron JM, Signoret F. Voies d'abord du fémur. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-700, 1994 : 1-8
- [9] Geissler WB, Powell TE, Blickenstaff KR, Savoie FH. Compression plating of acute femoral shaft fractures. *Orthopedics* 1995 ; 18 : 655-660
- [10] Heitmeyer U, Kemper F, Hierholzer G, Haines J. Severely comminuted femoral shaft fractures: treatment by bridging-plate osteosynthesis. *Arch Orthop Trauma Surg* 1987 ; 106 : 327-330
- [11] Jensen JS, Barford G, Hansen D, Larsen E, Linde F, Menck H et al. Femoral shaft fracture after hip arthroplasty. *Acta Orthop Scand* 1988 ; 59 : 9-13
- [12] Johansson JE, McBroom R, Barrington W, Hunter GA. Fracture of the ipsilateral femur in patients with total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1981 ; 63 : 1435-1442
- [13] Khalfa K, Metais P. Assay of free plasma lipids after femoral and tibial fractures and centromedullary nailing. *Ann Biol Clin* 1986 ; 44 : 397-402
- [14] Khan MHA, O'Driscoll M. Fractures of the femur during total hip replacement and their management. *J Bone Joint Surg Br* 1977 ; 59 : 36-41
- [15] Krettek C. Recent advances in the fixation of fractures of the long bones of the leg. In : European instructional course lectures (EFORT). London, 1999 : vol 4
- [16] Loomer RL, Meek R, De Sommer F. Plating of femoral shaft fractures: the Vancouver experience. *J Trauma* 1980 ; 20 : 1038-1042
- [17] Marks PH, Paley D, Kellam JF. Heterotopic ossification around the hip with intramedullary nailing of the femur. *J Trauma* 1988 ; 28 : 1207-1213
- [18] Matter P. History of the AO and its global effect on operative fracture treatment. *Clin Orthop* 1998 ; 347 : 11-18
- [19] Merkel KD, Arms DM. Use of dall-miles cable plates to manage fractures at the tip of a hip implant. *Comp Orthop* 1996 ; 11 : 24-30
- [20] Merle d'Aubigné R, Ramadier JO, Timal R. La voie d'abord postéro-externe dans la chirurgie du fémur (étude anatomique et technique opératoire). *Rev Chir Orthop* 1952 ; 38 : 119-136
- [21] Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J. Matériel d'ostéosynthèse. Vis et plaques. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-015-B, 1995 : 1-11
- [22] Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willneger H. Manual of internal fixation (2nd ed). Berlin : Springer-Verlag, 1979
- [23] Ogden WS, Rendall J. Fractures beneath hip prostheses: a special indication for parham bands and plating. *Orthop Trans* 1978 ; 2 : 70-73
- [24] Pape HC, Christie J, Keating JF, Sutherland GR. Influence of thoracic trauma and primary femoral intramedullary nailing on the incidence of ARDS in multiple trauma patients. *Injury* 1993 ; 24 : 82-103
- [25] Pell AC, Christie J, Keating JF, Sutherland GR. The detection of fat embolism by transesophageal echocardiography during reamed intramedullary nailing. A study of 24 patients with femoral and tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1993 ; 75 : 921-925
- [26] Petersen VS. Problems with the mennen plate when used for femoral fractures associated with implants. Report of 5 patients. *Int Orthop* 1998 ; 22 : 169-170
- [27] Rozbruch SR, Müller U, Gautier E, Ganz R. The evolution of femoral shaft plating technique. *Clin Orthop* 1998 ; 354 : 195-208
- [28] Rüedi TP, Sommer CH, Leutenegger A. New techniques in indirect reduction of long bone fractures. *Clin Orthop* 1998 ; 347 : 27-34
- [29] Siebenrock KA, Müller U, Ganz R. indirect reduction with a condylar blade plate for osteosynthesis of subtrochanteric femoral fractures. *Injury* 1998 ; 29 (suppl 3) : C7-C15
- [30] Uchio Y, Shu N, Nishikawa U, Takata K, Ochi M. Mennen plate fixation for fractures of the femoral shaft after ipsilateral hip arthroplasty. *J Trauma* 1997 ; 42 : 1157-1160
- [31] Zenni EJ, Pomeroy DL, Caudle RJ. Ogden plate and other fixations for fractures complicating femoral endoprostheses. *Clin Orthop* 1988 ; 231 : 83-90

Arthrolyse arthroscopique pour raideur du genou

P Beaufils
V Katz
P Guillon

Résumé. – L'arthrolyse sous contrôle arthroscopique s'adresse aux raideurs isolées ou pures du genou. La séquence technique suppose la compréhension préalable des mécanismes qui ont généré la raideur : adhérences, rétraction capsulaire en particulier des ailerons rotuliens, butoirs osseux ou surtout fibreux. Il faut distinguer les limitations pures de la flexion, les limitations pures de l'extension (en particulier le syndrome du cyclope) et les limitations mixtes.

Pour les limitations de la flexion, la technique associe habituellement une libération du cul-de-sac sous-quadricipital, une libération des gouttières latérocondyliennes et une section des deux ailerons rotuliens. La limitation isolée de l'extension relève habituellement d'un geste d'excision du butoir fibreux antérieur. Les raideurs mixtes, outre les gestes précédents, posent le problème d'une éventuelle arthrolyse postérieure, que nous réalisons à ciel ouvert. Les résultats sont ici moins bons ; c'est en effet dans ce groupe que s'observe volontiers une algodystrophie.

Les raideurs du genou après arthroplastie totale constituent une entité particulière tant sur le plan technique que sur celui de leur cause. Les résultats méritent d'être encore évalués.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : raideur du genou, arthroscopie, arthrolyse.

Introduction

Les raideurs du genou (ou plus exactement les limitations de l'amplitude articulaire du genou) peuvent avoir une origine extra- ou intra-articulaire. Les limitations d'origine extra-articulaire (fractures du fémur, rétraction quadricipitale, etc) ne relèvent pas d'un geste d'arthrolyse arthroscopique isolée du genou et ont été envisagées dans un autre fascicule.

Les raideurs intra-articulaires sont consécutives à une pathologie, un traumatisme et/ou une chirurgie qui intéressent exclusivement l'articulation du genou. Les étiologies en sont multiples et par ordre de fréquence : la pathologie ligamentaire, en particulier postchirurgicale (non seulement chirurgie ligamentaire périphérique mais aussi chirurgie ligamentaire centrale malgré les progrès de nos techniques), la pathologie traumatique fracturaire fémorale, tibiale ou rotulienne, les synovectomies quelle qu'en soit la cause, les séquelles d'arthrites septiques (complicant ou non une des causes ci-dessus), les raideurs après prothèse totale de genou... Dans toutes ces étiologies, l'algodystrophie peut venir se surajouter, associant un facteur supplémentaire de raideur. Mais l'algodystrophie isolée peut à elle seule être responsable d'une raideur du genou.

L'arthrolyse sous contrôle arthroscopique est une alternative, d'une part à la mobilisation sous anesthésie générale dans les raideurs récentes, d'autre part à l'arthrolyse à ciel ouvert dans les raideurs plus anciennes. Jackson en 1975 a été le premier à proposer la

libération articulaire sous arthroscopie puis d'autres publications sont venues détailler les modalités techniques et donner les premiers résultats [1, 2, 5, 7, 8, 11, 14, 17, 21, 22, 23]. Tous s'accordent à affirmer la supériorité de l'arthrolyse arthroscopique sur les autres techniques avec les avantages que l'on reconnaît habituellement aux techniques arthroscopiques : diminution de la morbidité et en particulier du risque infectieux, rapidité des suites, résultats fonctionnels à tout le moins équivalents ou supérieurs.

Des questions persistent cependant : quel est le délai optimal d'intervention en particulier en cas d'algodystrophie ? Y a-t-il une place pour une arthrolyse postérieure arthroscopique ? Quelle est la place de l'arthrolyse arthroscopique pour raideur sur prothèse totale de genou ?

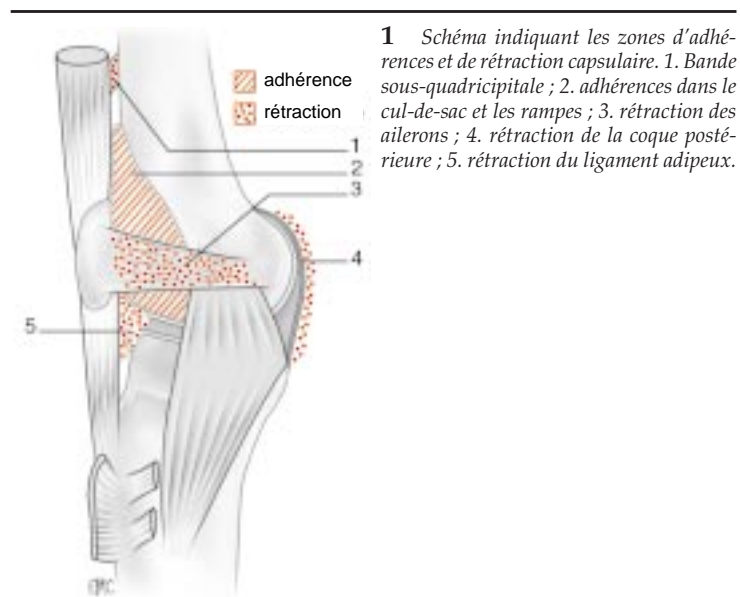
Anatomopathologie

La séquence adaptée des gestes techniques durant l'arthrolyse impose la connaissance des phénomènes anatomopathologiques qui ont conduit à l'enraidissement. La raideur est la conséquence de plusieurs phénomènes plus ou moins intriqués : adhérences, rétractions capsulaires, butoirs fibreux ou osseux (fig 1).

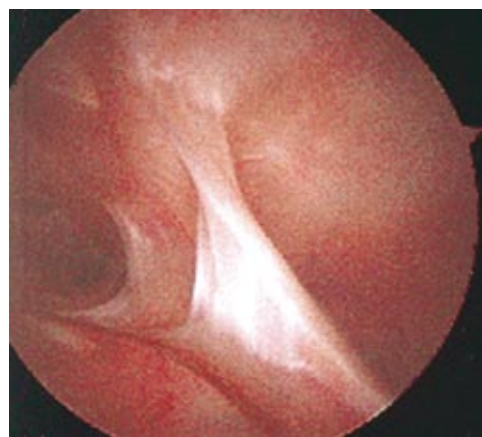
– Les *adhérences*, en particulier dans le cul-de-sac sous-quadricipital et les gouttières latérocondyliennes. Elles suppriment les surfaces de glissement et contribuent ainsi à la diminution de mobilité (fig 2).

– La *rétraction capsulaire* (phénomène princeps dans l'algodystrophie). La capacité articulaire globale diminue mais il n'y a aucune adhérence, aucune coalescence intra-articulaire. Cette rétraction intéresse la totalité de la capsule ; elle est particulièrement lourde de conséquences au niveau des ailerons rotuliens, du ligament adipeux, des coques condyliennes postérieures.

Philippe Beaufils : Ancien chef de clinique-assistant, chef de service.
Victor Katz : Chef de clinique-assistant.
Pascal Guillon : Assistant.
Centre hospitalier de Versailles, 177, rue de Versailles, 78157 Le Chesnay, France.



1 Schéma indiquant les zones d'adhérences et de rétraction capsulaire. 1. Bande sous-quadricipitale ; 2. adhérences dans le cul-de-sac et les rampes ; 3. rétraction des ailerons ; 4. rétraction de la coque postérieure ; 5. rétraction du ligament adipeux.



2 Adhérence intra-articulaire.

– La rétraction des ailerons est en effet un élément majeur dans le déterminisme de la limitation de flexion. Christel^[5] estime que la section d'ailerons rétractés améliore la flexion de 20°. Notre étude anatomique montre qu'en flexion, les ailerons rotuliens, préalablement sectionnés, s'ouvrent largement. De plus, la rétraction des ailerons entraîne une hyperpression rotulienne dommageable pour l'articulation fémoropatellaire.

– La rétraction du ligament adipeux a été mise en exergue par Paulos^[18] sous le terme d'*infra patellar contracture*. Elle est peut-être un élément de l'algodystrophie. Son risque de méconnaissance au cours de l'arthroscopie (zone habituellement mal visualisée) peut conduire à un échec de l'arthrolyse.

– La rétraction des coques postérieures est une cause majeure de flessum. Elle est la conséquence, soit d'une rétraction primitive

(geste chirurgical postérieur, algodystrophie), soit d'une rétraction secondaire à une position prolongée en flessum d'autre origine.

– Les *butoirs* peuvent être osseux et sont facilement reconnus sur la radiographie préopératoire. Ils peuvent surtout être fibreux, habituellement antérieurs, et caractérisent le plus souvent le syndrome du cyclope^[13] : nodule fibreux développé en avant d'un transplant ligamentaire venant faire butoir sur le bord antérieur de l'échancrure en extension complète. Il s'exprime par un flessum, des douleurs et des craquements antérieurs.

On peut ainsi définir trois tableaux anatomocliniques :

– la limitation pure de la flexion où les phénomènes d'adhérences antérieures prédominent ;

– la limitation pure de l'extension. C'est l'apanage de la chirurgie ligamentaire de reconstruction du ligament croisé antérieur. La raideur est liée au butoir antérieur constitué par un nodule fibreux (syndrome du cyclope) qui vient faire conflit avec le bord antérieur de l'échancrure^[12, 13, 16]. Ce syndrome du cyclope peut revêtir deux aspects macroscopiques (fig 3) : véritable nodule individualisé, dense, bien limité, appendu le plus souvent au tibia, mais parfois au fémur, occupant toute l'échancrure en avant du transplant, ou gangue fibreuse dense pyramidale à base inférieure entourant le transplant jusqu'à son insertion fémorale ;

– les raideurs mixtes. C'est dans ce contexte que s'intriquent à des degrés divers, adhérences, rétraction et butoirs mécaniques. L'interprétation du flessum est ici particulièrement difficile (butoir antérieur ou rétraction postérieure). La recherche de signes d'algodystrophie prend alors toute son importance. Une déminéralisation osseuse, une scintigraphie positive, et surtout un abaissement de la rotule sont des arguments en faveur d'une algodystrophie surajoutée et donc d'une rétraction postérieure. Ils doivent poser le problème du délai opératoire, et d'un éventuel geste postérieur.

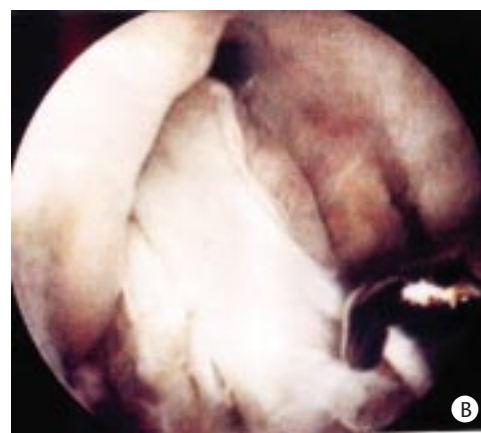
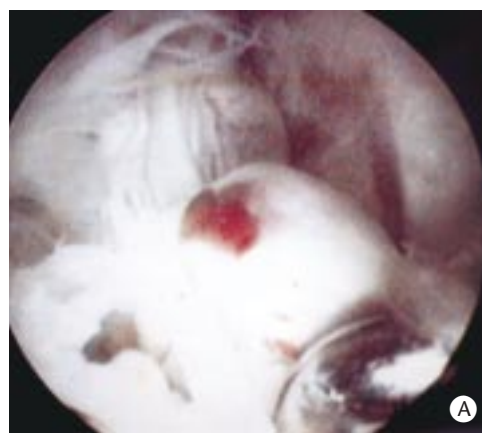
La décision d'une arthrolyse arthroscopique est toujours difficile. Elle doit s'appuyer sur quatre notions : le délai de maturation de la fibrose^[15], l'importance de la raideur, l'évolution sous kinésithérapie, une éventuelle algodystrophie associée. Opérer trop tôt pourrait conduire à une récurrence, opérer trop tard à un résultat insuffisant.

En l'absence d'amélioration sous kinésithérapie (pour Sprague : stabilité de l'amplitude à 1 mois d'intervalle), l'arthrolyse arthroscopique peut être proposée dans un délai de 3 à 6 mois suivant le traumatisme ou la chirurgie initiale. Deux exceptions doivent cependant être soulignées : le flessum et l'algodystrophie.

Le flessum, même peu important, entraîne une gêne fonctionnelle importante. S'il est consécutif à un butoir antérieur, il doit être traité précocement. Au contraire, l'algodystrophie doit pousser à retarder l'intervention jusqu'à la période froide (un délai minimal de 6 mois est requis).

Technique

Nous exposons successivement la technique dans les limitations de la flexion puis dans les limitations de l'extension (flessum).



3 Syndrome du cyclope après ligamentoplastie.
A. Nodule isolé en avant du transplant.
B. Aspect du transplant après résection du nodule et échancruoplastie.



4 Mesure préopératoire et postopératoire sous anesthésie de l'amplitude de flexion.



5 Le cul-de-sac sous-quadriceps est comblé. Résection au matériel motorisé.

LIMITATION DE LA FLEXION

Les gestes sont uniquement antérieurs : libération du cul-de-sac, effondrement du cul-de-sac, libération des gouttières, débridement éventuel du ligament adipeux et section des ailerons rotuliens.

Le patient est en décubitus dorsal sans appui pour pouvoir libérer complètement les manipulations du genou.

L'intervention est menée sous anesthésie générale ou locorégionale, mais dans tous les cas une analgésie postopératoire est nécessaire (cf infra).

Les amplitudes sous anesthésie sont évaluées avant tout geste (fig 4). Le garrot pneumatique est ensuite gonflé. Les voies d'abord optique et instrumentale sont classiques, inférolatérale et inféromédiale, verticales et larges (sauf dans les raideurs sur prothèse totale de genou, où il est préférable d'utiliser des voies supérieures pour léser le moins possible le bouclier trochléen, cf infra). Optique et instruments sont inversés à la demande.

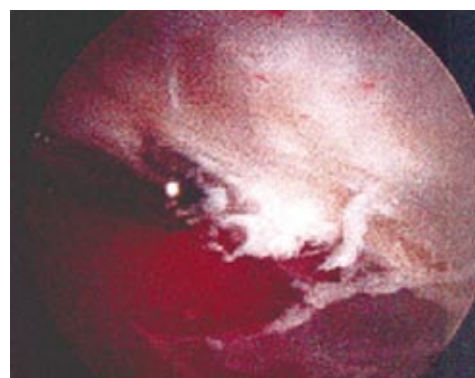
L'arthrolyse est effectuée en utilisant à la demande des instruments mécaniques, motorisés ou une électrocoagulation bipolaire.

Le scope est introduit par voie inféroexterne. Du fait de la raideur, avant tout geste thérapeutique seule l'exploration de la cavité antérieure est possible (l'exploration complète est réalisée après l'arthrolyse). Dans les grandes raideurs, la symphyse complète du cul-de-sac interdit même l'introduction du scope : il convient dans ces cas de commencer par une libération aveugle du cul-de-sac, percutanée, à l'aide d'un instrument mousse introduit par voie inféromédiale qui crée une cavité à partir de laquelle il est ensuite possible de travailler.

Le premier temps s'attache à libérer les adhérences du cul-de-sac par section, débridement ou rupture : ceci est obtenu par utilisation du matériel motorisé (fig 5), de ciseaux d'arthroscopie, ou par effondrement à l'aide d'un instrument mousse. Cette dernière solution est privilégiée dans les raideurs récentes.

Le deuxième temps effondre le plafond du cul-de-sac jusqu'à voir les fibres musculaires profondes du quadriceps. Ainsi est recrée une cavité sous-quadricepsale de volume normal. Richmond ^[19] a décrit l'existence d'une bande fibreuse extra-articulaire (fig 1) tendue entre le sommet du cul-de-sac et la face antérieure de la diaphyse fémorale qu'il faut effondrer en introduisant une rugine fine et étroite, poussée haut sur la face antérieure du fémur. En cas de fracture basse du fémur responsable de la raideur, il faut s'attacher à libérer les adhérences musculaires au niveau du cal en remontant suffisamment haut le ruginage de la métaphyse et de la partie basse de la diaphyse.

Le troisième temps vise à libérer les gouttières latérocondyliennes médiale et latérale. Il est fondamental que ce geste soit effectué avant la section des ailerons pour pouvoir trouver le bon plan de clivage. Ce geste est effectué de proximal en distal, l'instrument étant introduit par la voie correspondant à la gouttière à libérer. La libération peut là encore s'effectuer par rasage motorisé, ou mieux,



à l'aide d'une bougie de Hegar (fig 6) à laquelle on imprime progressivement un mouvement de bascule autour du point d'introduction, l'amenant dans une position parallèle à l'interligne fémorotibial. Ce geste ne risque pas de léser les insertions des ligaments collatéraux.

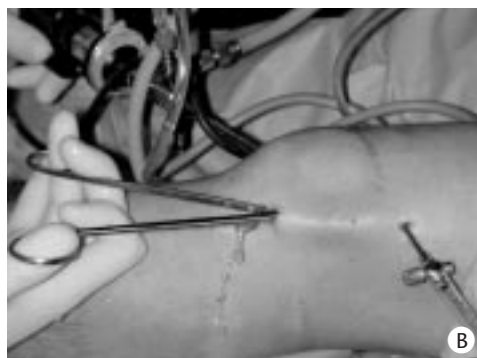
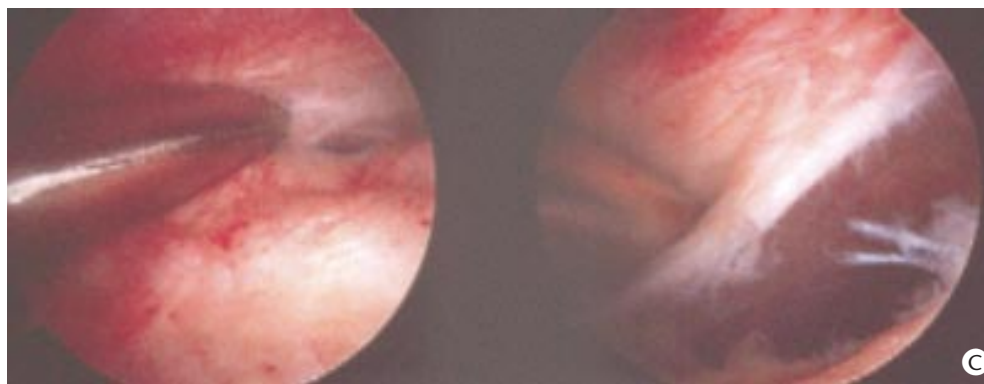
Le quatrième temps vise à exciser au matériel motorisé, en cas de nécessité, le ligament adipeux fibrosé qui encombre l'échancrure.

À l'issue de cette libération, une mobilisation prudente est effectuée ; le gain obtenu est mesuré.

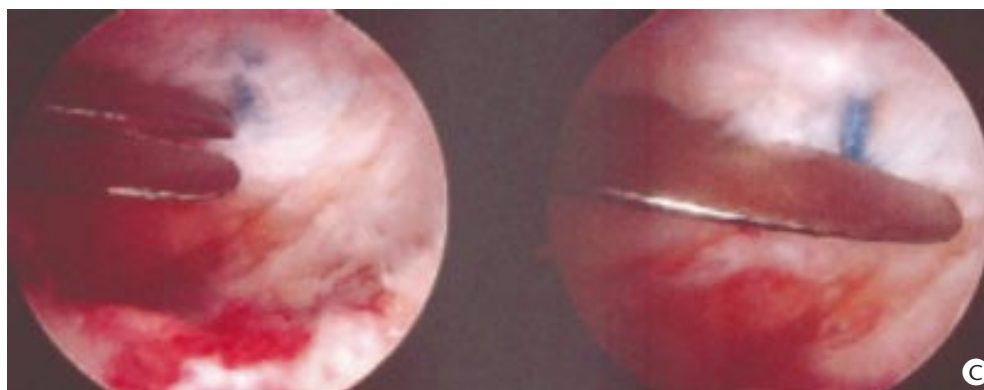
Le cinquième temps consiste en une section des deux ailerons rotuliens rétractés et épaissis. Elle est pour nous systématique car la rétraction des ailerons participe à la réduction de la mobilité. Elle peut être effectuée en endoarticulaire pur à l'aide de l'électrocoagulation bipolaire ou aux ciseaux d'arthroscopie. Sur ces ailerons épaissis, elle est plus facilement réalisée avec des ciseaux type Metzenbaum. Ceux-ci sont introduits par la voie homolatérale à l'aileron qui doit être sectionné. Un décollement sous-cutané est réalisé jusqu'au pôle supérieur de la rotule (fig 7). Puis une branche des ciseaux est introduite en intra-articulaire, tandis que l'autre reste en sous-cutané : l'aileron est alors sectionné de distal en proximal.



- 6 Libération des rampes condyliennes.
 A. La bougie est introduite jusque dans le cul-de-sac.
 B. L'opérateur imprime un mouvement de bascule de proximal en distal.
 C. Vues endoscopiques correspondant à A et B.



- 7 A, B. Section des ailerons rotuliens aux ciseaux de Metzenbaum (vue extérieure). Les ciseaux décollent les tissus sous-cutanés puis chaque branche est introduite, l'une dans l'articulation, l'autre dans le décollement sous-cutané.
 C. Vues endoscopiques.



Le point d'entrée de l'aiguille de drainage introduite par voie supérolatérale constitue un repère. La section doit être large, remontant haut jusqu'à voir les fibres basses des vastes latéral et médial, et descendant le long du ligament rotulien. Dans cette indication (à l'inverse de la section pour pathologie fémoropatellaire), et probablement du fait de la rétraction fibreuse des ailerons, nous n'avons jamais observé d'hémarthrose importante après section mécanique aux ciseaux.

La manipulation est alors reprise et le gain supplémentaire obtenu par la section des ailerons est d'environ 20°. Les amplitudes sont notées : elles serviront de référence pour la kinésithérapie postopératoire immédiate (fig 4B).

L'exploration complète du genou peut alors être entreprise, évaluant en particulier l'éventuelle chondropathie.

Un drainage intra-articulaire systématique est mis en place pour 24 heures.

LIMITATION ISOLÉE DE L'EXTENSION (FLESSUM)

Il s'agit en pratique d'un syndrome du cyclope postreconstruction du ligament croisé antérieur.

Le scope est introduit par voie inférolatérale et les instruments par voie inféromédiale.

Le conflit antérieur peut être le fait, soit d'un nodule fibreux bien individualisé pédiculé, en règle générale sur le plancher tibial, mais aussi parfois au plafond de l'échancrure, soit d'une véritable gangue fibreuse qui enserre le transplant avec un aspect caractéristique pyramidal à base tibiale. La limitation de la flexion est ici due certes à l'obstacle mécanique lié à l'encombrement tissulaire dans l'échancrure, mais aussi à l'augmentation de la raideur du transplant du fait de la fibrose.

En cas de nodule individualisé, l'excision est aisée en sectionnant le pédicule. En cas de gangue scléreuse, il faut progressivement réséquer le tissu au matériel motorisé ou à la pince emporte-pièce jusqu'à retrouver les fibres nacrées du transplant natif.

Le gain d'extension est alors évalué. S'il persiste un conflit entre les fibres les plus antérieures du transplant et le bord antérieur de l'échancrure, une échancruoplastie antérieure est effectuée à la fraise motorisée. Exceptionnellement, un défaut de positionnement majeur du transplant pourrait conduire à sectionner ses fibres antérieures jusqu'à obtenir le gain d'extension souhaité.

Dans tous les cas, il est rare que l'on obtienne sur table une extension complète, du fait de la rétraction secondaire des éléments postérieurs. La persistance d'un flessum minime est acceptable, la rééducation postopératoire permettant habituellement de corriger ce défaut.

Le drainage intra-articulaire est systématique.

LIMITATION MIXTE

La technique combine ici les gestes arthroscopiques décrits ci-dessus. Mais l'absence de correction du flessum peut conduire à proposer une arthrolyse postérieure pour sectionner les coques postérieures au ras de leur insertion fémorale.

Il nous semble qu'une technique sous contrôle arthroscopique présente un risque neurovasculaire du fait de la proximité du paquet vasculonerveux poplité. C'est pourquoi nous proposons une technique à ciel ouvert.

Deux petites voies d'abord verticales rétroligamentaires permettent d'aborder les coques condyliennes. On effectue un décollement entre gastrocnémien et capsule, puis une arthrotomie rétroligamentaire. La coque est alors sectionnée transversalement au ras du condyle jusqu'au ligament croisé postérieur qui est laissé intact.

ARTHROLYSE SUR PROTHÈSE TOTALE DE GENOU

Le bénéfice de l'arthrolyse arthroscopique dans ce groupe particulier est encore controversé.

Sur le plan technique, l'arthrolyse sous contrôle arthroscopique se heurte à deux difficultés : se repérer correctement malgré l'effet miroir que renvoie la surface brillante de la pièce fémorale et ne pas abîmer les pièces prothétiques au contact des instruments.

Il semble préférable lorsque cela est possible de n'utiliser que des voies supérieures supéromédiale et supérolatérale, en tout cas pour le temps de libération du cul-de-sac sous-quadricipital^[6]. La libération des gouttières et la section des ailerons peuvent également être effectuées de proximal en distal.

Mais la raideur sur prothèse totale n'est pas toujours uniquement le fait d'une rétraction capsulaire. Elle peut être aussi la conséquence d'un encombrement prothétique trop important, ou, pour les prothèses à conservation du ligament croisé postérieur, d'une tension excessive de celui-ci. C'est pourquoi on a pu proposer la section du ligament croisé postérieur, à titre de geste complémentaire^[10, 24]. Les publications dans ce domaine sont rares avec des résultats controversés^[3, 4, 6, 9, 10].

Soins postopératoires

L'analgésie postopératoire est fondamentale, réalisée au mieux par pompe à morphine ou surtout bloc crural prolongé avec cathéter en place.



8 Attelle d'extension progressive après cure de flessum important. La mise en place de coussinets d'épaisseur croissante sous le talon permet de gagner progressivement de l'extension.

Les soins postopératoires immédiats associent :

- une mobilisation continue passive dans des amplitudes compatibles avec ce qui a été obtenu ;
- des postures, en flexion et/ou en extension. La cure d'un flessum important peut conduire à proposer une attelle d'extension progressive (fig 8) : une genouillère crurojambière est confectionnée sous anesthésie dans la position de correction maximale du flessum. À 24 heures, une valve antérieure est enlevée en regard du genou et de la jambe. Des coussinets d'épaisseur progressive sont placés sous le tendon d'Achille. Ils permettent la correction progressive du flessum, le segment crural de l'attelle faisant contre-appui ;
- le réveil quadricipital, la bonne tonicité quadricipitale étant un facteur essentiel du maintien de l'extension complète ;
- l'appui complet à visée trophique chaque fois qu'il est possible ;
- le glaçage et la physiothérapie.

Passé la phase postopératoire, la rééducation nécessite une prise en charge soutenue, au mieux réalisée en centre spécialisé.

Résultats

COMPLICATIONS

Les complications sont rares^[1, 7, 17, 22]. Le risque infectieux est bas ; le risque d'hémarthrose est limité par la sclérose des tissus.

RÉSULTATS SUR LA MOBILITÉ

Les résultats finaux sont obtenus dans un délai de 6 à 12 semaines.

Le gain global varie selon les séries entre 33° et 53°^[5, 8, 14]. Ce gain est évidemment dépendant de la mobilité initiale. Le résultat sur le flessum dépend de l'étiologie : les résultats portant spécifiquement sur le syndrome du cyclope sont habituellement excellents^[12, 13, 16, 20].

FACTEURS PRONOSTIQUES

■ Type de raideur

Le type de raideur constitue un facteur pronostique majeur : les limitations isolées de la flexion ou de l'extension ont un bon résultat final. Dans les raideurs mixtes, les résultats sont nettement moins satisfaisants. La raideur mixte relève à la fois d'obstacles mécaniques et de phénomènes de rétraction capsulaire à caractère inflammatoire ou algodystrophique, expliquant ainsi des résultats moins satisfaisants. Il s'ensuit que, dans les raideurs postligamentoplastie, il ne faut pas attribuer trop hâtivement une limitation de l'extension au seul syndrome du cyclope lorsque s'associe au déficit d'extension un déficit de flexion^[14].

■ Délai de l'arthrolyse

L'arthrolyse précoce effectuée avant 3 mois a un résultat meilleur en termes de gain et d'amplitude absolue^[1, 14].

Conclusion

Le traitement arthroscopique des raideurs articulaires du genou est maintenant généralement accepté. Il se présente comme une alternative à la mobilisation sous anesthésie générale dans une raideur précoce et à l'arthrolyse à ciel ouvert dans une raideur tardive.

Par rapport à la première, il a l'avantage d'un geste beaucoup moins traumatisant, d'un taux de complication inférieur, d'un résultat sur la

mobilité plus rapidement acquis et d'un résultat fonctionnel meilleur^[5]. La faible morbidité de l'arthrolyse arthroscopique conduit donc à la proposer précocement, sauf en cas de suspicion de raideur mixte. Au-delà de 3 mois, la mobilisation sous anesthésie générale est contre-indiquée. L'arthrolyse arthroscopique est alors une alternative à l'arthrolyse à ciel ouvert. Les gains de mobilité importants, au prix d'une morbidité faible, poussent à la proposer systématiquement.

Références

- [1] Achalandabaso J, Albillos J. Stiffness of the knee-mixed arthroscopic and subcutaneous technique: results of 67 cases. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 685-690
- [2] Beaufils P, Frank A, Dupont JY. Arthrolyse arthroscopique pour raideur du genou. *J Méd Lyon* 1986 ; 1416 : 163-165
- [3] Boe DK, Lee HK, Cho JH. Arthroscopy of symptomatic total knee replacements. *Arthroscopy* 1995 ; 11 : 664-671
- [4] Campbell E. Arthroscopy in total knee replacement. *Arthroscopy* 1987 ; 3 : 31-35
- [5] Christel P, Herman S, Benoit S, Bornert D, Witvoet J. L'arthrolyse percutanée sous contrôle arthroscopique et la mobilisation sous anesthésie dans le traitement des raideurs post-opératoires du genou. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 : 517-525
- [6] Court CH, Gauliard C, Nordin JY. Modalités techniques de l'arthrolyse arthroscopique après prothèse totale de genou. *Rev Chir Orthop* 1999 ; 85 : 404-410
- [7] DeHaven KE. Arthroscopic lysis of adhesions and manipulation for arthrofibrosis of the knee. In : *Operative arthroscopy*. New York : Raven Press, 1991 : 386
- [8] DelPizzo W, Fox JM, Friedman MJ, Snyder SJ, Ferkel RD. Operative arthroscopy for the treatment of arthrofibrosis of the knee. *Contemp Orthop* 1985 ; 101 : 67-72
- [9] Diduch DR, Scuderi GR, Scott WN, Insall JN, Kelly MA. The efficacy of arthroscopy following total knee replacement. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 166-171
- [10] Dijan P, Christel P, Witvoet J. Indications et résultats des arthroscopies de genou après prothèse totale de genou. *Rev Chir Orthop* 1999 ; 85 (suppl I)
- [11] Dubos JP. Artrofibrosis. In : Zarins B, Cugat Reds. *Principios de artroscopia y cirugía artroscopica*. Barcelona : Springer-Verlag, 1993 : 224-227
- [12] Howell SM, Taylor MA. Failure of reconstruction of the anterior cruciate ligament due to impingement by the intercondylar roof. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 1044-1055
- [13] Jackson DW, Schaefer RK. Cyclops syndrome: loss of extension following intra-articular cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1990 ; 6 : 177-178
- [14] Katz V, Beaufils P, Guillon P, Dubos JP. Arthrolyse arthroscopique pour raideur du genou. In : Frank A, Dorfmann H éd. *Arthroscopie*. Paris : Elsevier, 1999 : 245-251
- [15] Mariani PP, Santori N, Rovere P, DellaRocca C, Adriani E. Histological and structural study of the adhesive tissue in knee fibroarthrosis: a clinical-pathological correlation. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 313-318
- [16] Marzo JM, Bowen MK, Warren RF, Wickiewicz TL, Altchek DW. Intraarticular fibrous nodule as a cause of loss of extension following anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1992 ; 8 : 10-18
- [17] Parisien JS. The role of arthroscopy in the treatment of post-operative fibroarthrosis of the knee joint. *Clin Orthop* 1988 ; 229 : 185-192
- [18] Paulos LE, Rosenberg TD, Drawbert J. Infrapatellar contracture syndrome. An unrecognized cause of knee stiffness with patelle entrapment and patella infera. *Am Sports Med* / 1987 ; 15 : 331-341
- [19] Richmond JC, AlAssal M. Arthroscopic management of arthrofibrosis of the knee, including infra-patellar contraction syndrome. *Arthroscopy* 1991 ; 7 : 144-147
- [20] Shelbourne KD, Patel DV, Martini DJ. Classification and management of arthrofibrosis of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1996 ; 24 : 857-862
- [21] Sprague NF. Motion limiting arthrofibrosis of the knee: the role of arthroscopic management. *Clin Sports Med* 1987 ; 6 : 537-549
- [22] Sprague NF, O'Connor RL, Fox JM. Arthroscopic treatment of post-operative knee fibroarthrosis. *Clin Orthop* 1982 ; 166 : 165-172
- [23] Vaquero J, Vidal C, Medina E, Baena J. Arthroscopic lysis in knee arthrofibrosis. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 691-694
- [24] Williams RJ, Westrich GH, Siegel J, Windsor RE. Arthroscopic release of the posterior cruciate ligament for stiff total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1996 ; 331 : 185-191

Fracture de l'extrémité inférieure du fémur de l'adulte

P Hoffmeyer
R Peter
D Fritschy

Résumé. — Les fractures de l'extrémité distale du fémur nécessitent une prise en charge optimale pour obtenir un résultat fonctionnellement acceptable. Elles peuvent être intra- ou extra-articulaires, mais c'est essentiellement le degré de comminution qui détermine le pronostic. L'ostéoporose est souvent impliquée. Les lésions vasculaires concomitantes doivent être identifiées. Le traitement conservateur a perdu de sa valeur face aux techniques d'ostéosynthèse. Un vissage simple avec une plaque d'appui suffit pour fixer certaines fractures unicondylaires ; de nombreux implants sont actuellement utilisables, qu'il s'agisse de lames et de vis, de plaques ou de systèmes d'enclouage centromédullaire. Ces techniques sont décrites dans leurs applications.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : fractures du fémur distal, supracondyliennes, ostéosynthèse.

Introduction

Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur représentent 5,94 % (1 950) des 32 814 fractures du fémur répertoriées dans la base de données de l'association d'orthopédie (AO) par Orozco [11]. Ces fractures sont classées en trois groupes principaux selon les principes de la classification AO [9], à savoir les fractures supracondyliennes (type A = 45,1 %), les fractures unicondylaires (type B = 20,0 %) et les fractures bicondylaires (type C = 34,7 %) (fig 1). Toutes ces fractures peuvent être considérées comme articulaires car, soit directement (types B et C), soit indirectement (type A), elles perturbent l'intégrité du genou.

Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur se répartissent presque également pour les sexes mais selon une courbe des âges en « dos de chameau » [10, 14, 18]. Le premier sommet de cette courbe est à dominante masculine et culmine vers 30 ans. Il représente les fractures à haute énergie que l'on trouve le plus souvent chez les polytraumatisés. Le deuxième sommet est à dominante féminine et se situe autour de 65 ans. Il représente les fractures sur chute à basse énergie dans un cadre d'ostéoporose.

Sur le plan mécanique, ces fractures sont difficilement stabilisables car, outre les forces considérables en varus-valgus et en flexion-extension dues à l'action des bras de leviers squelettiques, il s'exerce aussi une force déformante dynamique majeure sur les fragments par le biais des quatre grands groupes musculaires de la cuisse et de la jambe que sont les muscles quadriceps, ischiojambiers (effet raccourcissant), adducteurs (effet valgisant par leur insertion sur le fragment proximal) et gastrocnémiens (effet de flexion sur le fragment proximal) [16]. Cette musculature puissante ne peut pas être contrecarrée et elle exerce son action tout au long du traitement. Par

conséquent et sauf situation exceptionnelle, ces fractures ne se prêtent guère au traitement conservateur [18] car, d'une part, des montages complexes surveillés en permanence sont nécessaires pour lutter contre les forces déformantes et, d'autre part, l'inévitable alitement de longue durée est générateur de complications locales et générales multiples comme le démontrent largement les séries plus anciennes [3, 4, 10, 14, 16].

Les fractures autour des arthroplasties, du genou notamment, augmentent en nombre et posent d'importants problèmes de prise en charge. Dans ces situations difficiles, des stratégies innovantes se mettent en place, qui font appel à de nouveaux types d'implants intra- et extramédullaires permettant d'obtenir des fixations efficaces.

Avant tout traitement, qu'il soit chirurgical ou orthopédique, on s'assure de l'intégrité neurovasculaire du membre atteint. En effet, l'artère poplitée peut être le siège de ruptures partielles (sous-intimales) ou complètes. En cas de doute (pouls asymétriques), un bilan ultrasonique s'impose et, si nécessaire, est suivi par une artériographie. En cas de lésion vasculaire, il est impératif de procéder d'abord à la fixation osseuse (ostéosynthèse formelle ou fixation temporaire par fixateur externe selon le temps à disposition), puis on procède à la réparation vasculaire. L'utilisation de *stents* vasculaires temporaires, permettant une vascularisation périphérique du membre pendant le temps osseux, peut rendre de grands services.

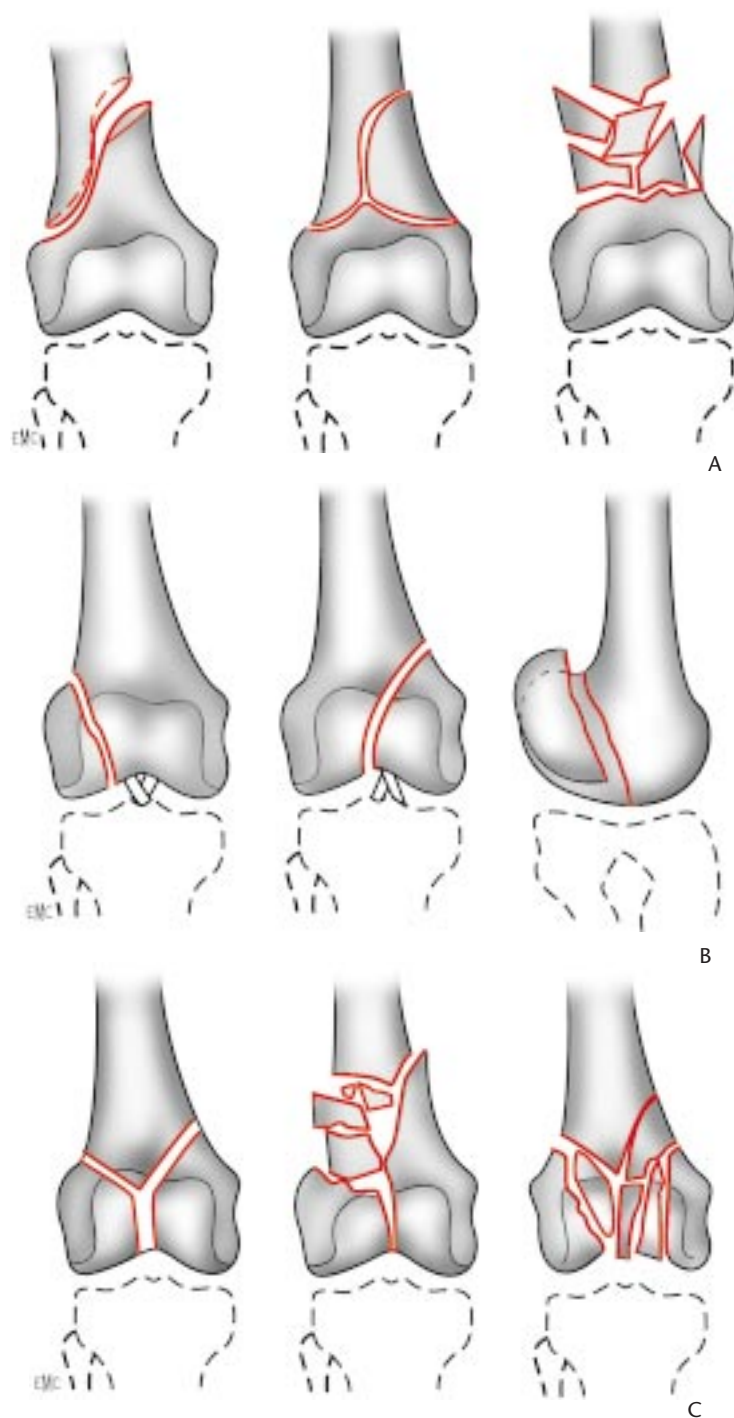
Le traitement chirurgical des fractures de l'extrémité inférieure du fémur passe par deux temps essentiels. Le premier temps vise à la reconstruction anatomique des massifs articulaires, garantie ensuite par des moyens de fixation rigides, notamment des vis interfragmentaires en compression. Le deuxième temps consiste à obtenir une stabilisation métaphysodiaphysaire respectant les axes dans les trois plans au moyen d'une fixation stable. Seul le respect de ces deux temps permet la consolidation et la récupération rapide de la fonction.

Pierre Hoffmeyer : Professeur, médecin-chef de service.

Robin Peter : PD, médecin adjoint.

Daniel Fritschy : Professeur, médecin-chef de service adjoint.

Clinique et polyclinique d'orthopédie et de chirurgie de l'appareil moteur, département de chirurgie, hôpitaux universitaires de Genève, 24, rue Micheli-du-Crest, 1211 Genève 14, Suisse.

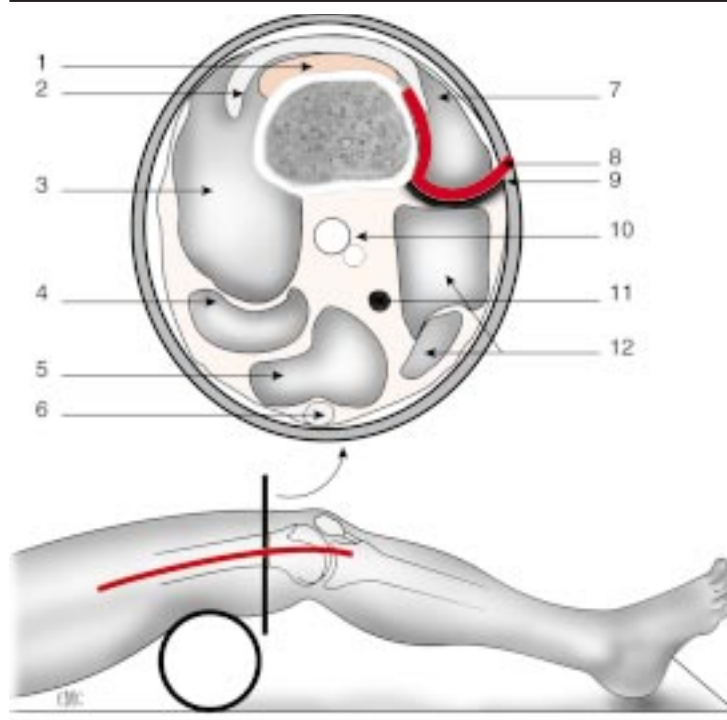


1 Classification AO des fractures de l'extrémité inférieure du fémur (selon [9]).
A. Type A : fractures extra-articulaires.
B. Type B : fractures intra-articulaires unicoronyales.
C. Type C : fractures intra-articulaires bicoronyales.

Voies d'abord

VOIE LATÉRALE (fig 2)

Cette voie d'abord convient à la fixation des fractures métaphysaires remontant proximale dans la diaphyse et qui sont ostéosynthésées avec une lame-plaque 95°, une vis-plaque 95° (type *dynamic condylar screw* [DCS]) ou une plaque d'appui condylienne latérale (plaque de Burri). L'incision cutanée part à la hauteur du tubercule de Gerdy. Cette voie est extensible sur la face latérale de la cuisse et, si nécessaire, peut remonter jusqu'au grand trochanter. L'arthrotomie est réalisée en sectionnant l'aileron externe et la capsule, ce qui permet de contrôler par la vue le ou les traits condyliens. Le fascia lata est incisé et le fémur est abordé en



2 Voie d'abord latérale étendue : lame-plaque 95° « *dynamic condylar screw* » (DCS), plaque d'appui condylienne latérale (plaque de Burri).
1. Bourse ; 2. tendon quadricipital ; 3. quadriceps ; 4. sartorius ; 5. semimembranosus ; 6. semitendinosus ; 7. vaste externe ; 8. trajet de l'incision ; 9. septum ; 10. artère et veine fémorales ; 11. nerf sciatique ; 12. biceps femoris.



3 Voie d'abord latérale limitée : « *less invasive stabilisation system* » (LISS), ostéosynthèse limitée.

désinsérant les fibres du vaste externe sur le septum. Les artères géniculées et les artères perforantes sont individualisées et liées. En fin d'intervention, le fascia lata, l'aileron externe et la capsule sont refermés.

VOIE LATÉRALE COURTE (fig 3)

Voie pouvant être utilisée pour la mise en place d'une plaque *less invasive stabilisation system* (LISS). L'aileron externe est épargné et le fascia lata n'est incisé que dans sa partie distale. La plaque se glisse le long de la diaphyse sous le vaste externe.

VOIE PARAPATELLAIRE ANTÉRIEURE DROITE TYPE PTG SELON SCHATZKER [13] (fig 4)

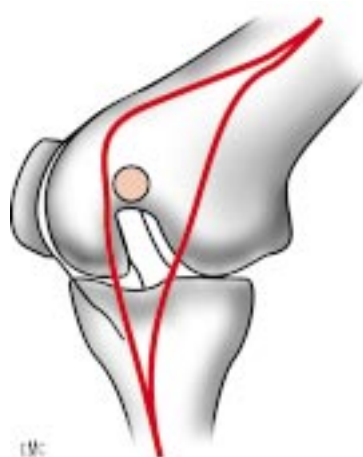
Pour les fractures supracondyliennes basses ne s'étendant proximale pas plus haut que l'isthme, on peut utiliser une voie antérieure, parapatellaire interne, du type de celles habituellement utilisées pour la mise en place d'une prothèse totale de genou (PTG). Cette voie est peu délabrante pour la cuisse mais nécessite une large arthrotomie. L'excellente visualisation des surfaces articulaires que procure cette voie facilite grandement la réduction et la fixation du trait intercondylien, ce d'autant plus en cas de comminution.

VOIE PARAPATELLAIRE COURTE (fig 5)

Il s'agit d'une incision idéale pour la mise en place de clous rétrogrades (*distal femoral nail* ou clou de Seligson GSH [Green-Seligson-Henry]).



4 Voie parapatellaire droite de prothèse totale de genou selon Schatzker. Cette voie est indiquée pour les fractures ne s'étendant pas au-dessus de l'isthme du fémur. Le jour articulaire est excellent mais au prix d'une large arthrotomie. Cependant, cette voie épargne le vaste externe.



5 Voie parapatellaire courte avec le point d'entrée juste au-dessus de l'échancrure pour les clous rétrogrades (modifié d'après Hoppenfeld S, de Boer P. Surgical exposures in orthopaedics. Philadelphia : JB Lippincott Co, 1984).

VOIE INTERNE

Dans certaines situations de fractures très comminutives où l'appui interne fait défaut, il peut être nécessaire de rajouter une plaque du côté interne en complément à la plaque latérale [12]. Pour réaliser cette voie d'abord, il faut une incision longue de 10 à 15 cm commençant 5 cm distalement au tubercule des adducteurs et remontant vers la cuisse. Pour aborder la corticale interne du fémur, on passe entre le grand adducteur en arrière et le vaste interne en avant. Les artères géniculées sont liées. On ne risque pas de rencontrer l'artère fémorale si l'on prend soin, d'une part, de ne pas remonter plus haut que le milieu de la cuisse et, d'autre part, de rester toujours en avant du canal de Hunter.

Techniques

VISSAGE ISOLÉ

Dans certaines conditions, notamment lors de fractures épiphysaires unicondyliennes du jeune, on peut procéder à une fixation par vissage simple de ces fractures (fig 6). Il faut néanmoins veiller au risque de déplacement dû aux forces de cisaillement considérables en jeu et augmenter le montage par des plaques antiglisement latérales ou parfois médiales (fig 7) [17].



6 Patient de 27 ans. Fracture type B, unicondylienne externe. Traitement par ostéosynthèse : deux vis spongieuses 6,5 mm pour la compression interfragmentaire. Plaque étroite 4,5 mm antiglisement tenue par trois vis corticales 4,5 mm.

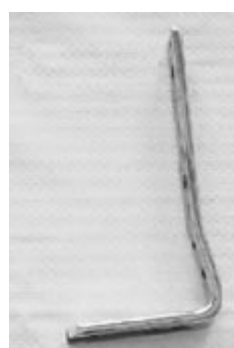


7 Patiente de 88 ans. Fracture type B sur ostéoporose, unicondylienne externe. Ostéosynthèse par plaque en « T » d'appui 4,5 mm : compression interfragmentaire par les vis et effet antiglisement par la plaque d'appui.

LAME-PLAQUE 95° MONOBLOC (SYNTHE®)

■ Généralités

Il s'agit d'un implant monobloc se conformant à l'anatomie du fémur distal dessiné par Mueller et le groupe AO à la fin des années 1950 (fig 8) [9]. Le dessin de la plaque est conçu pour permettre une reconstitution anatomique des axes articulaires [5] et son profil en « U », peu invasif, préserve la substance osseuse (fig 9). Selon Zehntner [19], la lame-plaque 95° permet une restauration satisfaisante des axes anatomiques. La voie d'abord est dans la règle latérale. En cas de fracture basse, limitée à la région de l'isthme, une



8 Lame-plaque 95° (Synthes®).



9 Lame-plaque fonctionnant comme un hauban externe dynamique. Alors que l'angle entre la ligne bicondylienne et l'axe anatomique du fémur est de 99°^[5], celui de la lame-plaque est de 95°. Cette différence de 4° permet à l'implant, grâce à son élasticité, de s'ouvrir quelque peu lors de sa mise en tension. Cette mise en tension se produit lorsque, la lame introduite parallèlement à la ligne bicondylienne (2), l'implant est appliqué contre la corticale externe du fémur (1). À ce moment, l'angle de la lame-plaque s'ouvre de quelques degrés et l'implant ainsi mis en tension produit un effet de compression sur la corticale interne une fois la réduction anatomique obtenue. Ceci multiplie la stabilité du montage. Mais, pour que cet effet compressif interne indirect soit réel et efficace, il faut un solide contre-appui interne (3) et donc un contact étroit entre les fragments corticaux internes.

voie type PTG peut être utilisée^[13]. On évite tout déperiostage, surtout des fragments internes qui sont les garants de l'appui interne ; en effet, la lame-plaque 95° fonctionne mécaniquement comme un hauban externe luttant contre les forces déformantes en varus (fig 10).

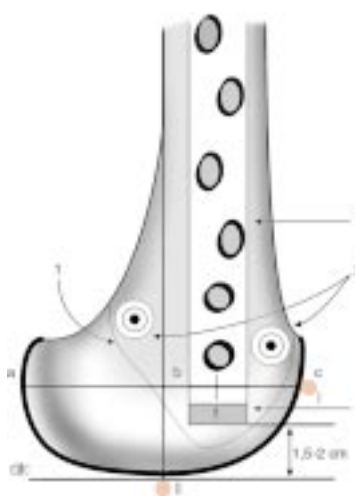
On procède tout d'abord à la réduction des fragments du massif métaphysaire à l'aide d'un davier, puis à la fixation de celui-ci par des vis en compression spongieuses de 6,5 mm. On prend soin à ce que le filetage des vis soit dans sa totalité au-delà du trait fracturaire pour obtenir l'effet de compression désiré.

Il n'est pas nécessaire, en principe, de réduire précisément le massif métaphysaire sur la diaphyse avant l'implantation de la lame-plaque 95°. Au contraire, on commence par introduire et par fixer la lame-plaque dans le massif condylien selon les repères anatomiques précisés (cf fig 13), et ce avant de réduire le massif condylien sur la diaphyse fémorale, ce qui se fait aisément à l'aide de la plaque, sans qu'il soit nécessaire d'exposer largement le foyer de fracture supracondylien. On respecte alors la biologie du foyer de fracture et les principes de la réduction indirecte.

Les points de repère d'insertion de l'implant se prennent sur le massif métaphyséoépiphysaire. La lame-plaque est dessinée avec un angle de 95° car, une fois mise en tension, elle s'ouvre de quelques degrés et les axes articulaires du genou sont « automatiquement » rétablis pour recréer les axes anatomiques, notamment dans le plan



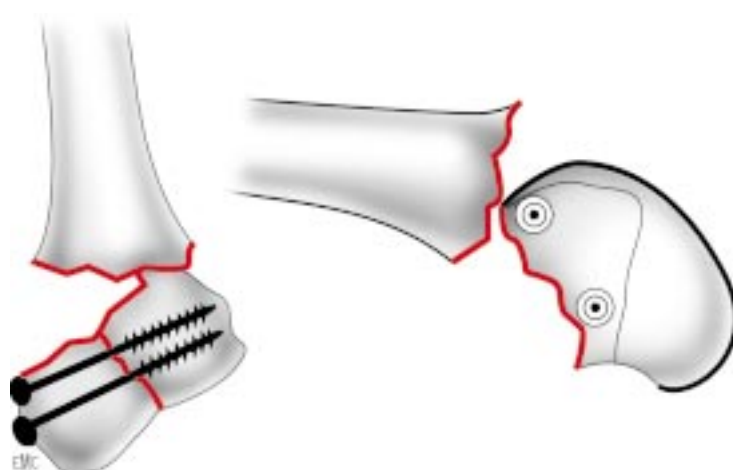
10 Patient de 64 ans. Fracture type C2. Ostéosynthèse par une lame-plaque 95°. Montage à visée « biologique » qui respecte la vascularisation des fragments.



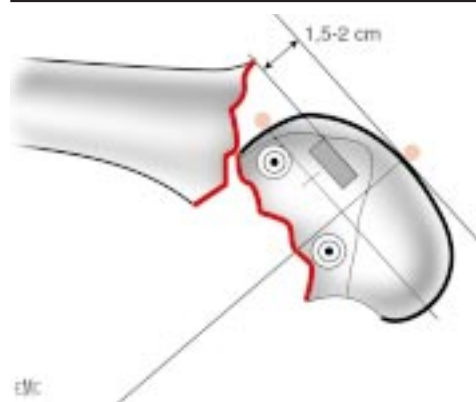
11 Repérages pour l'insertion de la lame-plaque 95°^[9] : position des broches de Kirchner, interlignes fémoropatellaire (I) et fémorotibial (II : ronds roses).

1. Ligne de Blumensatt ; 2. projection de la plaque ; 3. vis de 6,5 mm de stabilisation des condyles avec rondelles ; 4. fenêtre d'entrée du ciseau-guide ; ac : grand diamètre ; bc : moitié antérieure ; f : milieu de la moitié antérieure.

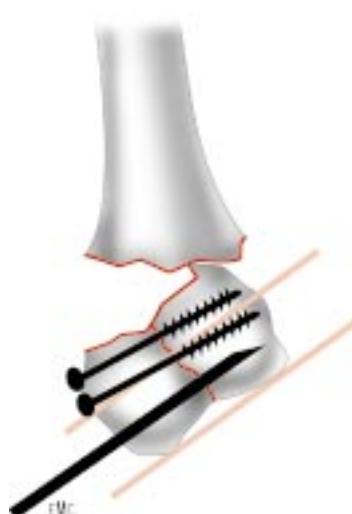
frontal et dans le plan sagittal. De plus, cette ouverture de la lame-plaque permet une mise en compression indirecte des fragments internes. La mise en place de la lame-plaque nécessite au préalable une préparation du chenal d'entrée par un ciseau-guide de même profil en « U » que celui de la lame-plaque. La lame-plaque est introduite d'abord sans tenter de réduire le fragment distal sur la diaphyse. Les repères osseux et l'amplificateur de brillance permettent de placer la lame dans la métaphyse de façon correcte. Une fois la lame-plaque en place, le massif articular est réduit sur la diaphyse. La réduction en rotation du fragment métaphysaire se règle une fois la lame-plaque en place dans les condyles. On s'aide du tracking patellaire en flexion et en extension. En effet, si la rotule suit bien son trajet en flexion-extension, sans tendance à l'accrochage ni à la subluxation interne ou externe, on peut admettre que la rotation du fragment métaphysaire par rapport à la diaphyse est anatomiquement correcte et l'on procède à la fixation définitive de l'implant sur la diaphyse fémorale (fig 11). La technique est détaillée dans les publications AO^[9], et seules les grandes lignes sont décrites ici.



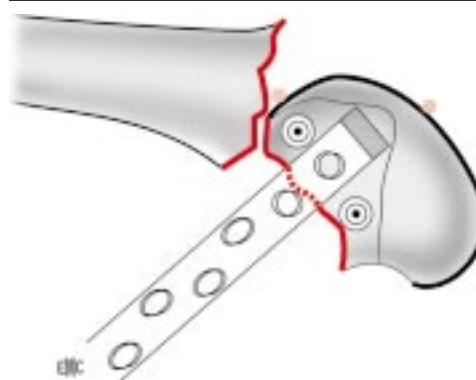
12 Mise en place de la lame-plaque 95°. Étape 1 : réduire le massif artulaire et stabiliser par deux vis spongieuses de 6,5 mm.



13 Mise en place de la lame-plaque 95°. Étape 2 : placer les broches de Kirchner-repères dans les interlignes fémorotibial et fémoropatellaire (ronds roses), déterminer l'emplacement de l'entrée du ciseau-guide (rectangle gris).



14 Mise en place de la lame-plaque 95°. Étape 3 : réduire les fragments articulaires et introduire le ciseau-guide avant la réduction du massif condylien sur la diaphyse. Le ciseau-guide est placé parallèlement aux broches de Kirchner-repères, donc à l'interligne fémorotibial et fémoropatellaire.



15 Mise en place de la lame-plaque 95°. Étape 4 : mise en place de la lame-plaque 95°. Demander à un aide de faire un contre-appui.

■ Mise en place de la lame-plaque 95° ^[9]

Étape 1 (fig 12)

Le patient est en décubitus dorsal et le genou est fléchi à 45° sur une alèse roulée.

Après avoir procédé à la voie d'abord adéquate (cf infra), on réduit la fracture du massif intercondylien (fracture type C). Deux vis spongieuses, à court pas de vis (6,5 mm) en dehors de la zone d'insertion de la lame-plaque, sont mises en place.

Un ajout de greffe autologue spongieuse est dans la pratique rarement nécessaire sauf dans les cas de comminution importante des massifs articulaires.

Ces vis devraient être placées dans tous les cas car l'insertion de la lame-plaque peut révéler et ouvrir un trait intercondylien jusque-là méconnu.

Étape 2 (fig 13)

Avant la mise en place du ciseau-guide, le point d'entrée est soigneusement délimité. Pour ce faire, on dessine, à l'aide d'un feutre chirurgical, la ligne du plus long diamètre de l'ovale condylien. On divise cette ligne en deux et le trou d'entrée de la lame est préparé au milieu de la moitié antérieure, entre 1,5 et 2 cm de l'interligne fémorotibial. Trop en avant et c'est l'interligne fémoropatellaire qui est compromis, alors que trop en arrière c'est la ligne de Blumensatt qui est pénétrée et compromet les attaches des ligaments croisés.

Une broche de Kirchner doit être placée dans l'interligne fémoropatellaire et une autre dans l'interligne fémorotibial. Ces deux broches-repères permettent de guider le ciseau et d'éviter qu'il ne pénètre l'espace articulaire, en avant ou en arrière. Une broche de Kirchner servant de repère au ciseau-guide est placée au moteur dans

la bonne direction parallèle aux deux précédentes dans la métaphyse, et à 0,5-1 cm sous le lieu présumé d'insertion du ciseau-guide. Un contrôle radioscopique ou radiographique est utile à ce moment pour vérifier la bonne position de la broche de Kirchner, repère qui doit être parallèle à l'interligne articulaire sur l'incidence de face.

Étape 3 (fig 14)

Il faut ensuite procéder à l'insertion du ciseau-guide. Celui-ci est mis en place grâce à un marteau en forme de diapason, un contre-appui efficace par un aide doit être fourni pendant cette manœuvre.

Étape 4 (fig 15, 16, 17)

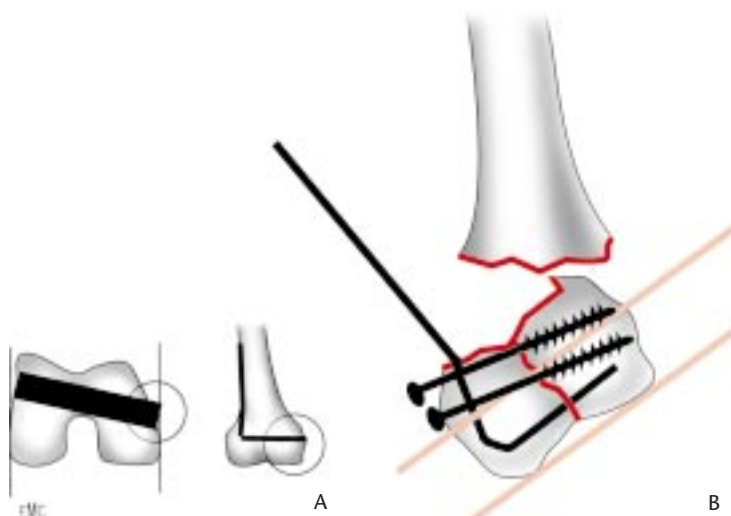
Une fois le trajet fait, la lame-plaque monobloc est introduite (fig 15), sans forcer, à la main (fig 16).

Dans de l'os jeune, on prend la précaution de forer à la mèche de 4,5 mm sur toute la longueur du canal d'entrée, sous peine d'avoir d'importantes difficultés dues à la résistance de l'os, surtout lors du retrait du ciseau.

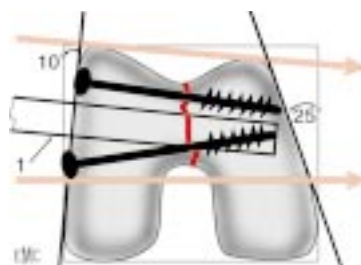
Le fémur distal ayant la forme d'un parallélépipède, la lame ne doit en aucun cas affleurer la corticale interne sur le contrôle radiographique de face de l'extrémité distale du fémur, car cela signifie qu'elle dépasse le cadre osseux et qu'elle lèse l'insertion fémorale du ligament latéral interne (fig 17).

Étapes 5 et 6 (fig 18, 19, 20)

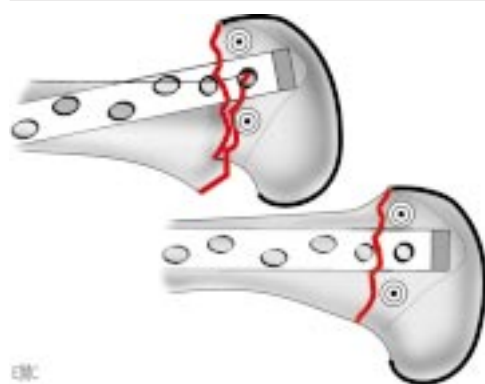
La lame-plaque en place, il faut procéder à la réduction (fig 18). On prend soin de mettre au minimum quatre vis bicorticales 4,5 mm endessus du trait de fracture le plus proximal (fig 19). En cas de reprise pour non-consolidation ou pseudarthrose, on n'hésite pas à comprimer fortement les fragments (fig 20).



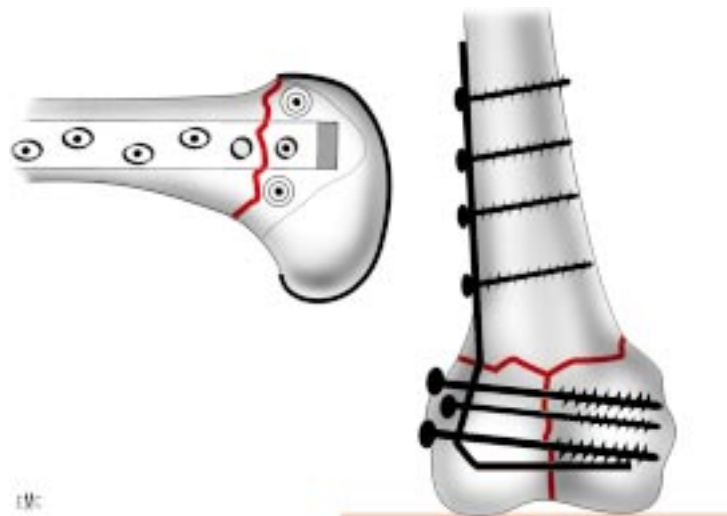
16 Mise en place de la lame-plaque 95°. Étape 4 bis : mise en place de la lame-plaque 95° (A : plan frontal). Éviter une lame trop longue qui risque de dépasser de la corticale interne et léser l'insertion fémorale du ligament latéral interne (B).



17 Mise en place de la lame-plaque 95°. Noter que le massif condylien est un parallélépipède asymétrique. La lame ne doit en aucun cas être trop proche ou dépasser de la corticale interne. La lame doit être parallèle à l'interligne fémorotibial ou ligne bicondylienne et perpendiculaire au grand diamètre du massif condylien dans le prolongement de la diaphyse. On se souviendra de l'antécurovation de la diaphyse fémorale et il faut veiller à adapter l'angulation de la plaque en conséquence. Plus l'implant est long, plus on suit le trajet de la ligne àpre.
1. ciseau-guide.



18 Mise en place de la lame-plaque 95°. Étape 5 : réduction sur la plaque.



19 Mise en place de la lame-plaque 95°. Étape 6 : Compression du foyer diaphysométaphysaire, soit en utilisant des vis excentrées, soit avec le tendeur de plaque. La plaque est fixée par vis, quatre vis au minimum engageant sept à huit corticales.



20 Patiente de 78 ans. Non-consolidation d'une fracture type A2. Traitement par une lame-plaque 95° en compression.



En présence d'une comminution interne importante, il importe de ne pas disséquer les fragments osseux de façon à les laisser vascularisés. Une plaque de soutien du côté interne peut très rarement être nécessaire, il est alors procédé à un abord interne limité.

VIS-PLAQUE DCS (fig 21, 22, 23)

La DCS est un développement plus récent. Le but est d'obtenir une compression interfragmentaire du massif articulaire, mais aussi de faciliter la mise en place de l'implant en profitant de l'effet de pivotement de la plaque autour de la vis condylienne^[13]. Ceci permet un ajustement plus facile de l'implant dans le plan sagittal. En outre, il n'est pas nécessaire de frapper sur un ciseau-guide

comme pour la lame-plaque monobloc, et la mise en place de la vis est guidée par la broche préalablement mise en place dans le massif condylien. L'inconvénient est la relative largeur du trou laissé dans l'os par la vis comparée à celle laissée par la lame-plaque et son profil en « U ». La mise en place est très similaire à celle de la lame-plaque concernant les voies d'abord ainsi que le repérage anatomique. La DCS, tout comme la lame-plaque, a un angle de 95°. Comme pour la lame-plaque, on procède au préalable à la réduction du massif articulaire par deux vis. Ensuite, avec les mêmes repères, c'est-à-dire le milieu de la moitié antérieure du grand diamètre du massif condylien à 1,5-2 cm de l'interligne fémorotibial, on met en place la broche-guide de la vis, parallèle à l'interligne fémorotibial et fémoropatellaire. Une fois le positionnement vérifié par amplificateur de brillance ou radiographie, on procède au forage et



21 Vis-plaque « dynamic condylar screw » (DCS) (Synthes®).



22 Patiente de 89 ans. Fracture supracondylienne type A2. Fixation par « dynamic condylar screw » (DCS).

à la mise en place de la vis DCS. Le canon de la plaque est introduit par-dessus la vis et la plaque vissée sur la diaphyse, tout en respectant la réduction et en évitant de dévasculariser les fragments par une dissection intempestive.

PLAQUE D'APPUI CONDYLIEUNE LATÉRALE (PLAQUE DE BURRI)

Dans le cadre de fractures très comminutives, avec notamment un trait dans le plan frontal (fracture de Hoffa), il est parfois impossible de mettre en place un implant monobloc angulé comme la lame-plaque 95° ou la DCS^[15]. Il faut alors utiliser une plaque latérale avec des vis permettant de fixer tous les fragments (fig 24). La plaque de Burri est idéale pour ce type d'indication (fig 25). Elle est asymétrique et permet une excellente adaptation aux massifs condyliens. Pour plus de stabilité, une plaque interne doit parfois aussi être mise en place.

FIXATEUR EXTERNE

En cas de fracture ouverte accompagnée de lésions vasculaires (fracture ouverte type III C selon GUSTILO), un fixateur externe peut être mis en place par voie percutanée sans provoquer de lésions supplémentaires des tissus mous. Selon Marsh^[8], on essaie de réduire et de fixer, par vissage simple par voie percutanée et sous amplificateur de brillance, les fragments principaux du massif condylien afin de reconstruire la surface articulaire. Un fixateur externe monoplan est ensuite mis en place. Les fiches distales peuvent être placées soit dans le massif condylien, si le fixateur est le traitement définitif, soit en pontant le genou, si une ostéosynthèse par enclouage ou plaque est envisagée ultérieurement.

ENCLOUAGE ANTÉROGRADE CENTROMÉDULLAIRE VERROUILLÉ

Selon Butler^[2] et Leung^[7], cette technique est à réserver aux fractures supracondyliennes sans trait intra-articulaire. Elle est proscrite en présence d'une fracture dans le plan frontal des condyles (fracture de Hoffa). Lors d'une fracture multitétagée ou segmentaire, on peut envisager un enclouage verrouillé, pour autant que le trait intra-articulaire distal ait été préalablement bloqué par deux vis de compression mises par voie percutanée et en dehors du trajet du clou centromédullaire.

ENCLOUAGE RÉTROGRADE CENTROMÉDULLAIRE VERROUILLÉ

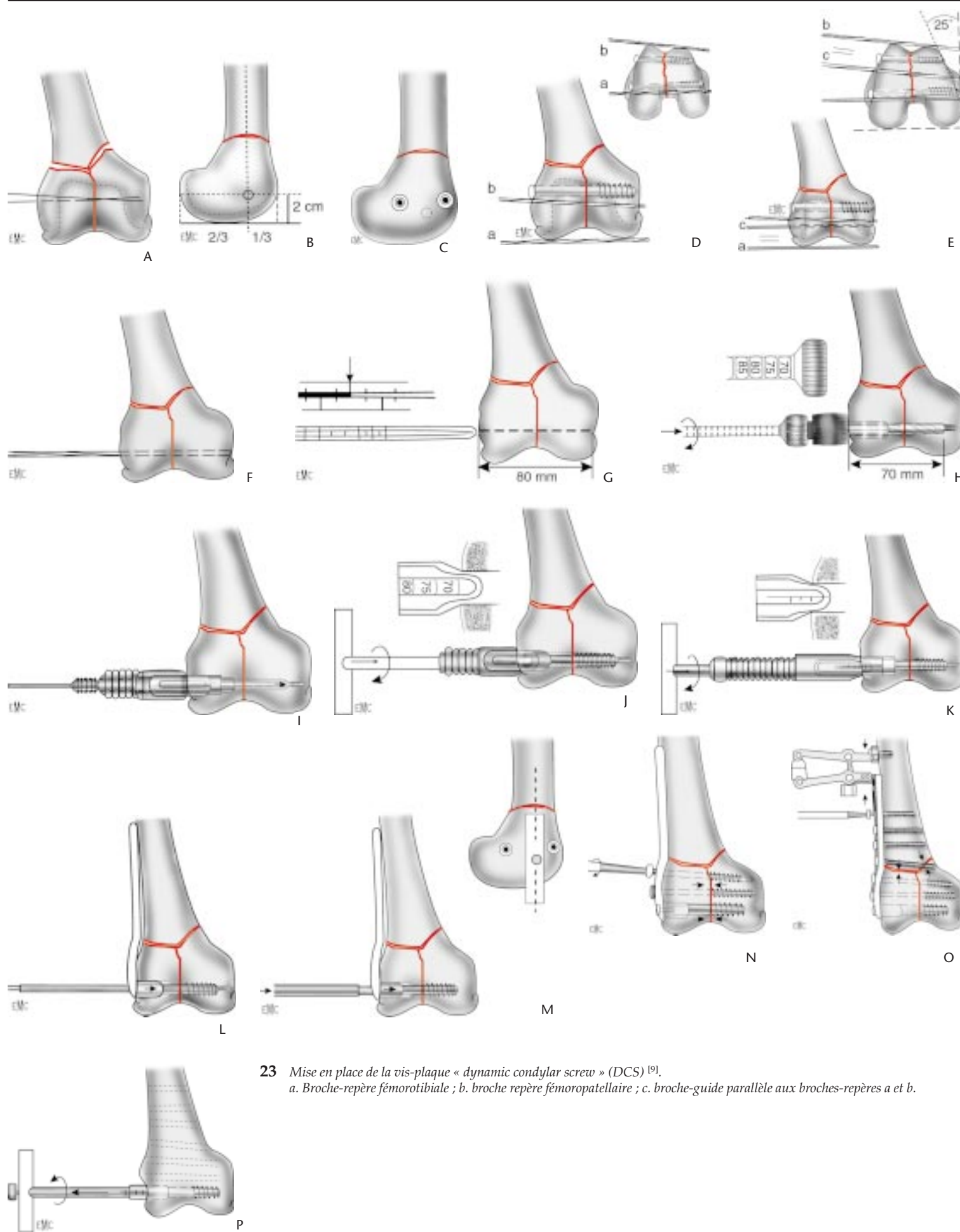
Plusieurs implants de ce type existent dont le *distal femoral nail* (DFN, Synthes) ou le clou de Seligson (GSH, Smith et Nephew Richards) (fig 26)^[6]. Ce type d'implant est très utile en cas de « genou flottant » par exemple, car il permet par une seule voie d'abord parapatellaire interne de fixer, en même temps, par enclouage centromédullaire, la fracture fémorale et la fracture tibiale. Il faut bien entendu que la fracture fémorale se prête à la mise en place d'un clou distal et donc que le massif condylien ne soit pas comminutif. En cas de trait simple intercondylien, on commence par fixer ce trait à l'aide de deux vis spongieuses de 6,5 mm, placées éventuellement par voie percutanée, le trait étant visualisé par une voie d'abord médiopatellaire économique. Il faut veiller que ces vis soient en dehors du trajet du clou. On met ensuite en place le DFN en forant un trou au milieu du massif condylien en avant de l'échancrure. Il faut veiller également à enfoncer le clou à au moins 1 cm de profondeur pour ne pas risquer de compromettre l'articulation fémoropatellaire. D'autres indications existent, notamment la présence d'un implant fémoral proximal, prothèse ou vis-plaque, qui ne peut pas être retiré et qui empêche un enclouage par voie antérograde classique. Dans ces cas, les clous centromédullaires fémoraux rétrogrades peuvent rendre de grands services (fig 27).

PLAQUE AVEC VIS ANGULAIREMENT STABLE (LISS, MATHYS MEDICAL LTD)

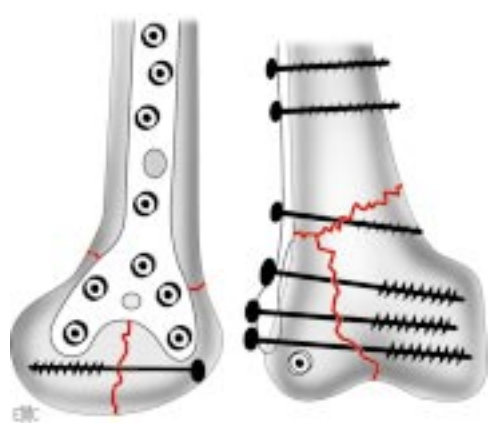
Un nouveau concept entre en scène. Il s'agit de plaques qui peuvent se glisser en sous-cutané et être fixées par des vis percutanées mises à l'aide d'un gabarit ou viseur externe (fig 28). Les vis sont angulairement stables et il n'y a pas de possibilité de réduction sur la plaque. Il faut donc positionner l'implant en le glissant sur une diaphyse préalablement réduite. Les vis sont fixées en monocortical sur l'os diaphysaire et un pas de vis dans la tête de chaque vis la fixe solidement sur la plaque. Celle-ci n'est donc pas comprimée sur la corticale diaphysaire, préservant ainsi sa vascularisation. Le LISS est aussi utile lorsque, en présence d'une arthroplastie totale du genou, l'usage d'une fixation endomédullaire est impossible. Ce système est promis à un développement futur pour toutes les situations où un abord minimal est souhaitable ou impératif (fig 29).

Suites postopératoires

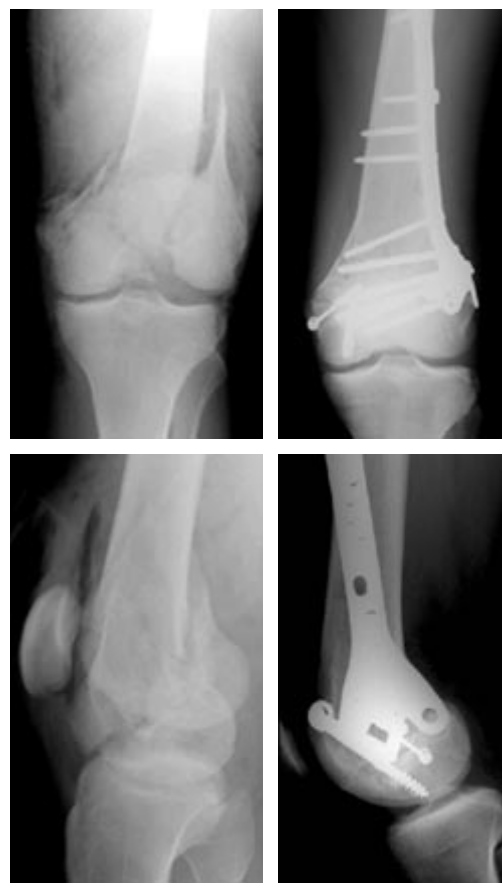
Pour une antalgie efficace en postopératoire immédiat, on fait usage de blocs locorégionaux (bloc fémoral) et d'opiacés administrés par voie intraveineuse à l'aide d'une pompe automatisée, contrôlable



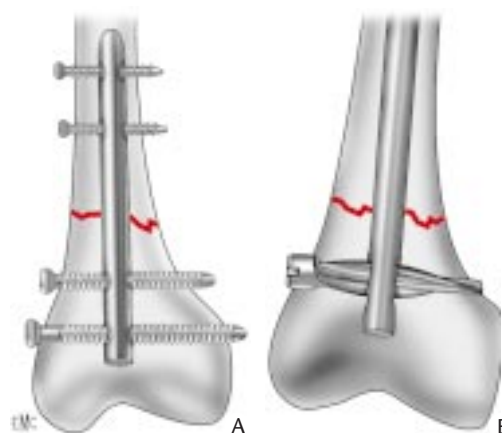
23 Mise en place de la vis-plaque « dynamic condylar screw » (DCS) [9].
 a. Broche-repère fémorotibiale ; b. broche repère fémoropatellaire ; c. broche-guide parallèle aux broches-repères a et b.



24 Plaque d'appui condylienne latérale (plaque de Burri). Cette plaque asymétrique est utile pour des fractures comminutives ne permettant pas la mise en place d'une lame-plaque ou d'une vis-plaque.



25 Patient de 28 ans. Fracture comminutive bicondylienne type C3 ouverte stade 2 (Gustilo). Trait également dans le plan frontal (fracture de Hoffa). Ostéosynthèse par plaque d'appui condylienne latérale (plaque de Burri).



26 « Distal femoral nail » (DFN) avec vis de verrouillage (A), avec lame spiralée (B).



27 Patiente de 74 ans avec une fracture intertrochantérienne récente traitée avec une DHS « dynamic hip screw » Synthes®. Elle subit une nouvelle chute qui entraîne une fracture supracondylienne C2, une fracture-séparation du plateau tibial externe et une fracture transverse de la rotule. Ostéosynthèse du fémur en utilisant un « distal femoral nail » (DFN) avec lame spiralée, ostéosynthèse-relèvement du plateau tibial et cerclage-haubanage de la rotule. Ces interventions peuvent se faire par une voie d'abord unique médiopatellaire économique et le résultat en est satisfaisant pour la fonction.



28 Plaque « less invasive stabilisation system » (LISS, Synthes®). Il s'agit d'un concept type « fixateur interne ». Vis fixées à la plaque et angulairement stables. La plaque n'est pas comprimée sur l'os diaphysaire. L'insertion peut se faire par voie sous-cutanée en glissant la plaque à l'aide d'une poignée le long de la diaphyse. La poignée sert de viseur pour l'insertion des vis par voie percutanée.

par le patient. Une physiothérapie de mobilisation passive sur attelle motorisée est instaurée dès le deuxième jour postopératoire. Des exercices de musculation isométrique sont enseignés au patient, sans oublier les membres supérieurs qui doivent aussi être entraînés. Une charge partielle du membre inférieur avec déroulement du pied au sol est préconisée pour une durée de 8 à 12 semaines, selon l'évolution radiologique et clinique. Vers le troisième mois, on autorise la charge complète.

Résultats

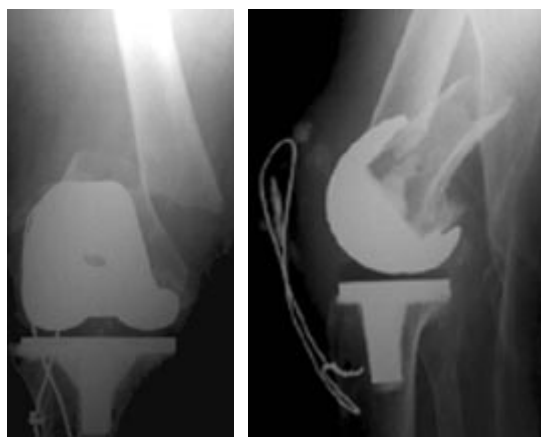
La majorité des patients présentant des fractures de types A et B, et pour lesquels les surfaces articulaires ont pu être reconstruites de manière stable, obtiennent un résultat le plus souvent qualifié de bon ou d'excellent comme en témoignent les séries de Schatzker^[13], Zehntner^[19] et de Bolhofner^[1].

Pour les fractures très comminutives de type C, où une fixation rigide et stable est très difficile voire impossible à obtenir, on constate des limitations fonctionnelles, notamment au niveau de la flexion du genou, quasi constantes chez tous les patients traités^[12].

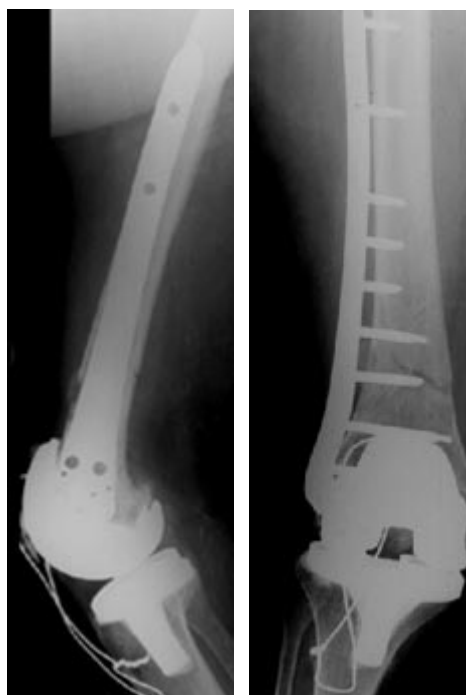
Complications

Les complications d'ordre général ne sont pas différentes de celles de toutes les ostéosyntheses. Une prophylaxie antithrombotique et anti-infectieuse s'impose.

Les complications spécifiques sont le plus souvent le reflet d'une technique chirurgicale inadéquate aboutissant à une non-consolidation ou à un cal vicieux. Une réduction imparfaite des surfaces articulaires, avec une marche d'escalier de plus de 3 mm, mène à l'arthrose. Il faut aussi à tout prix éviter de placer incorrectement les implants. En effet, les lames ou les vis trop longues irritent le ligament latéral interne ; trop antérieures, elles



29 Patiente de 78 ans, fracture A1 sur prothèse totale de genou. Fixation par plaque « less invasive stabilisation system » (LISS). Consolidation obtenue à 3 mois.



empiètent sur l'articulation patellofémorale et trop postérieures sur l'échancrure et le pivot central.

Conclusion

La prise en charge des fractures supra-, inter- et intracondyliennes du fémur est, sauf rarissime exception, chirurgicale. Les principes opératoires sont l'obtention d'une réduction anatomique du massif articulaire et d'une fixation stable de ce massif au fût fémoral, en respectant les axes dans le plan frontal et dans le plan sagittal. Enfin, la rotation, garant d'un fonctionnement physiologique de l'articulation fémoropatellaire, doit être également respectée. De nombreux implants et techniques existent et sont en développement constant. Ils permettent d'obtenir la guérison de ces fractures difficiles dans les meilleures conditions.

Références

-
- [1] Bolhofner BR, Carmen B, Clifford P. The results of open reduction and internal fixation of distal femur fractures using a biologic (indirect) reduction technique. *J Orthop Trauma* 1996 ; 10 : 372-377
- [2] Butler MS, Brumback RJ, Ellison TS, Poka A, Bathon GJ, Burgess AR. Interlocking intramedullary nailing for ipsilateral fractures of the femoral shaft and distal part of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 1991 ; 73 : 1492-1502
- [3] Chiron HS, Trémoulet J, Casey P, Mueller M. Fractures of the distal third of the femur treated by internal fixation. *Clin Orthop* 1974 ; 100 : 160-170
- [4] Hall MF. Two-plane fixation of acute supracondylar and intracondylar fractures of the femur. *South Med J* 1978 ; 71 : 1474-1481
- [5] Keats TE, Teeslink R, Diamond AE, Williams JH. Normal axial relationships of the major joints. *Radiology* 1966 ; 87 : 904-907
- [6] Koval KJ, Seligson D, Rosen H, Fee K. Distal femoral non-union: treatment with a retrograde inserted locked intramedullary nail. *J Orthop Trauma* 1995 ; 9 : 285-291
- [7] Leung KS, Shen WY, So WS, Mui LT, Grosse A, Shatin NT. Interlocking intramedullary nailing for supracondylar fractures of the distal part of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 1991 ; 73 : 332-340
- [8] Marsh JL, Jansen H, Yoong HK, Found EM. Supracondylar fractures of the femur treated by external fixation. *J Orthop Trauma* 1997 ; 11 : 405-410
- [9] Mueller ME, Allgöwer M, Willenegger H. Manual of internal fixation techniques recommended by the AO-ASIF group. Berlin : Springer-Verlag, 1991
- [10] Neer CS, Grantham SA, Shelton ML. Supracondylar fracture of the adult femur. A study of 110 cases. *J Bone Joint Surg Am* 1967 ; 49 : 501-613
- [11] Orozco R, Sales JM, Videla M. Atlas of internal fixation. Berlin : Springer-Verlag, 2000
- [12] Sanders R, Swiontkowski M, Rosen H, Helfet D. Double plating of comminuted, unstable fractures of the distal part of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 1991 ; 73 : 341-346
- [13] Schatzker J. Fractures of the distal femur revisited. *Clin Orthop* 1998 ; 347 : 43-56
- [14] Seinsheimer F. Fractures of the distal femur. *Clin Orthop* 1980 ; 153 : 169-179
- [15] Simonian PT, Thompson GJ, Emley W, Harrington RM, Benirschke K, Swiontowski MF. Angulated screw placement in the lateral condylar buttress plate for supracondylar femoral fractures. *Injury* 1998 ; 29 : 101-104
- [16] Stewart MJ, Sisk TD, Wallace SL. Fractures of the distal third of the femur. A comparison of methods of treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1966 ; 48 : 784-807
- [17] Trillat A, Dejour H, Bost J, Nourissat C. Les fractures unicondyliennes du fémur. *Rev Chir Orthop* 1975 ; 61 : 611-626
- [18] Trojan E. Traitement orthopédique des fractures de l'extrémité inférieure du fémur. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1975
- [19] Zehntner M, Marchesi D, Burch HB, Ganz R. Alignment of supra/intercondylar fractures of the femur after internal fixation by AO/ASIF technique. *J Orthop Trauma* 1992 ; 6 : 318-326
-

Fractures articulaires récentes de l'extrémité supérieure du tibia de l'adulte

JC Le Huec
D Chauveaux
E Lesprit
F Pain

Résumé. – Les fractures de l'extrémité supérieure du tibia sont fréquentes. Ces fractures articulaires intéressent principalement le plateau tibial externe (75 % des cas). L'analyse radiographique et tomodensitométrique permet de bien les codifier selon la classification de Duparc et Ficat. Le traitement doit permettre d'obtenir une reconstruction anatomique solide, avec respect des axes mécaniques, pour autoriser une mobilisation précoce jusqu'à consolidation. Le traitement chirurgical s'est imposé pour la prise en charge des formes déplacées. Les techniques assistées par arthroscopie sont très utiles dans le traitement des fractures unitubérositaires déplacées. Le comblement métaphysaire, sous-jacent à la fracture réduite, par des substituts osseux ou phosphate de calcium s'est révélé très performant.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : fracture, articulaire, tibia, ostéosynthèse, arthroscopie, classification.

Introduction

Les fractures de l'extrémité supérieure du tibia restent fréquentes en pathologie routière et professionnelle. Les sujets âgés ou ostéoporotiques en sont également victimes pour des traumatismes parfois mineurs et pour lesquels le diagnostic nécessite une attention toute particulière. Leur localisation au milieu du membre inférieur les rend responsables de l'intégrité ultérieure d'un bon équilibre de répartition des charges. Le démemberement de ces fractures a été effectué par Duparc et Ficat en 1960. Depuis cette date, la classification a seulement bénéficié de modifications légères.

Il convient d'éliminer de cet exposé les fractures des épines tibiales qui font partie intégrante des entorses graves du genou, les fractures apophysaires de la tubérosité antérieure du tibia qui sont étudiées avec les lésions du tendon rotulien et les fractures-décollement épiphysaires qui sont l'apanage de l'enfant. Notre étude porte donc sur les fractures du bloc spongieux épiphysométaphysaire dont un trait au moins divise le cartilage articulaire.

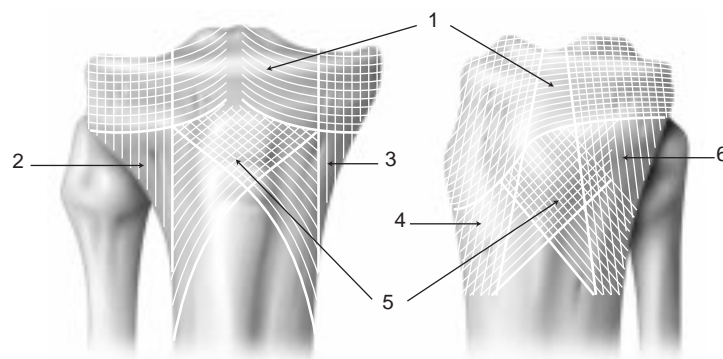
Le traitement doit permettre de respecter trois critères :

- une reconstitution anatomique du profil articulaire avec respect des axes mécaniques du membre inférieur ;
- une technique permettant une contention efficace jusqu'à consolidation ;
- une mobilisation et une kinésithérapie précoces.

Mécanismes des fractures des plateaux tibiaux

La région épiphysaire tibiale proximale n'est constituée que de travées horizontales, non adaptées à s'opposer aux forces de pression verticale ou oblique. Cette région repose sur une ultrastructure constituée de faisceaux lamellaires verticaux, horizontaux et ogivaux. La très grande majorité des traits de fracture correspond exactement à la disposition des travées. Ainsi, les possibilités fracturaires sont prévisibles (fig 1, 2), d'après la structure architecturale [9, 20].

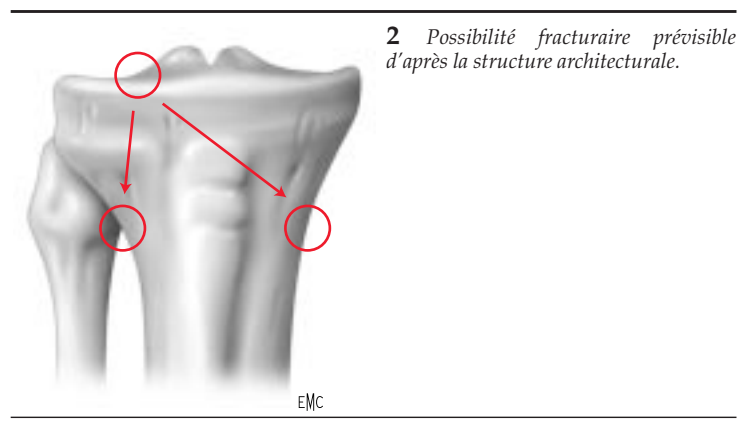
Le réseau périosté ne vascularise que le tiers externe de la corticale alors que l'artère nourricière du tibia vascularise les deux tiers restants [20]. La vascularisation intraosseuse proximale apparaît pauvre et s'appauvrit encore à mesure que l'on descend vers la diaphyse. On peut expliquer ainsi un certain nombre de tassements



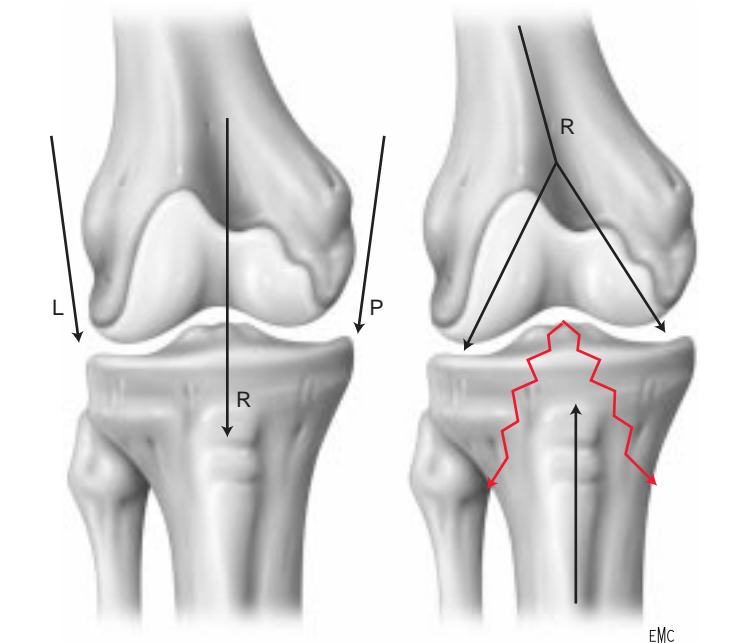
1 Ultrastructure des faisceaux lamellaires verticaux, horizontaux et ogivaux de l'extrémité supérieure du tibia.

1. Système épiphysaire horizontal ; 2. pilier glénoïdien externe ; 3. pilier glénoïdien interne ; 4. pilier antérieur ; 5. système ogival ; 6. pilier postérieur.

Jean-Charles Le Huec : Professeur d'orthopédie-traumatologie, chirurgien des Hôpitaux, docteur ès sciences.
Dominique Chauveaux : Professeur d'orthopédie-traumatologie, chirurgien des Hôpitaux, chef de service.
Éric Lesprit : chef de clinique-assistant.
Frédéric Pain : Interne des Hôpitaux.
Département orthopédie et traumatologie (professeur Chauveaux), centre hospitalier universitaire Pellegrin-Bordeaux, 33076 Bordeaux cedex, France.



2 Possibilité fracturaire prévisible d'après la structure architecturale.



3 Mécanisme de la compression axiale pure. La compression axiale entraîne une contrainte identique sur les deux glènes tibiales.

secondaires par des nécroses. Il est donc nécessaire de respecter au maximum le réseau périosté lors des abords chirurgicaux pour assurer la meilleure consolidation possible. Trois types de mécanismes élémentaires peuvent être invoqués pour expliquer l'ensemble des fractures de l'extrémité supérieure du tibia ^[20] :

- la compression axiale ;
- la compression en valgus forcé ou varus forcé ;
- les traumatismes sagittaux.

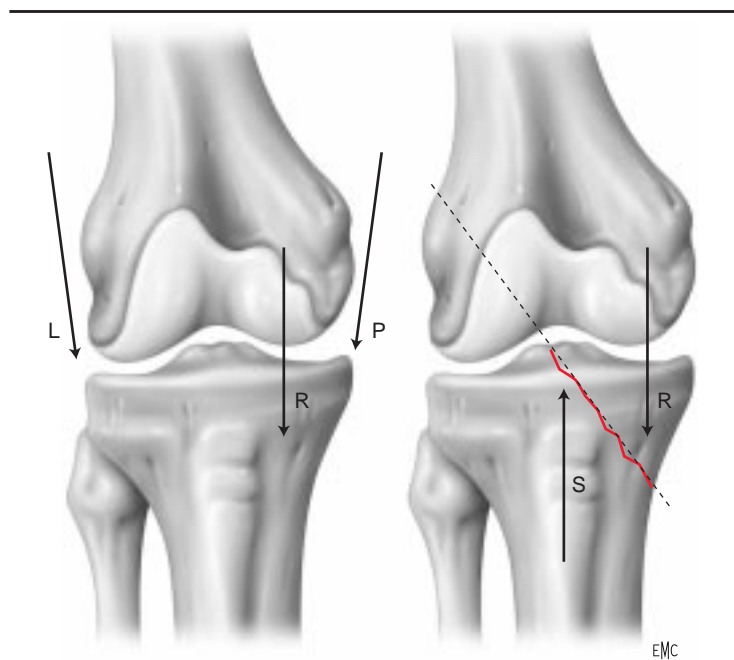
Cependant, le mécanisme est généralement complexe et associe plusieurs mécanismes élémentaires.

La compression axiale (fig 3) est réalisée par la chute sur les pieds, genou en extension ou légèrement fléchi. La force agit sur les deux glènes de manière identique. Ce mécanisme reste rare, 11,6 % pour Duparc et Ficat in ^[20].

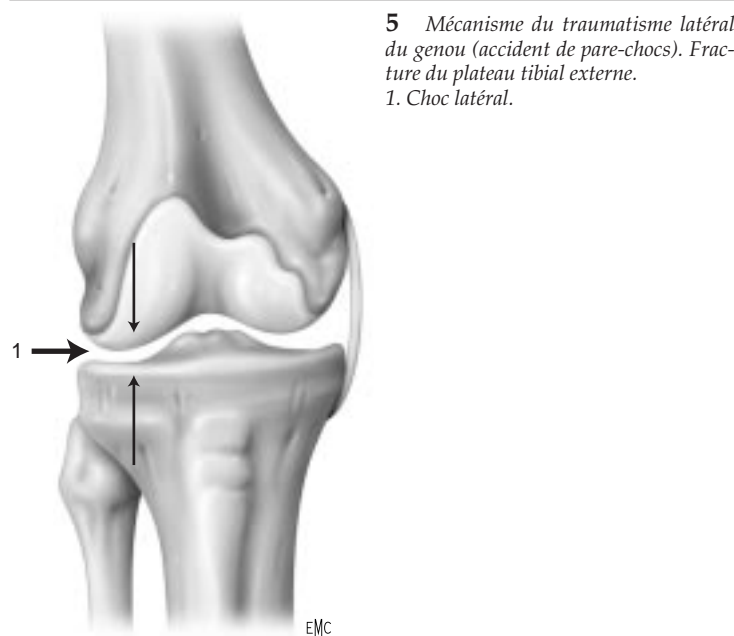
Si la compression axiale est pure, un coin métaphysoépiphysaire vient séparer les deux tubérosités.

Si le traumatisme axial est associé à une composante latérale, cette force crée une distribution inégale des contraintes sur une seule tubérosité et réalise une fracture spinoglénoïdienne. Le fragment séparé contient le massif des épines tibiales en plus d'une tubérosité qui reste en place, fixée au fémur par ses attaches ligamentaires latérales et croisées. La fracture spinoglénoïdienne interne est la plus fréquente (fig 4).

La compression latérale constitue le mécanisme le plus fréquent, 55 % des cas ^[20]. Il s'agit le plus souvent d'un traumatisme sur la face externe du genou, qui survient sur un genou verrouillé stable,



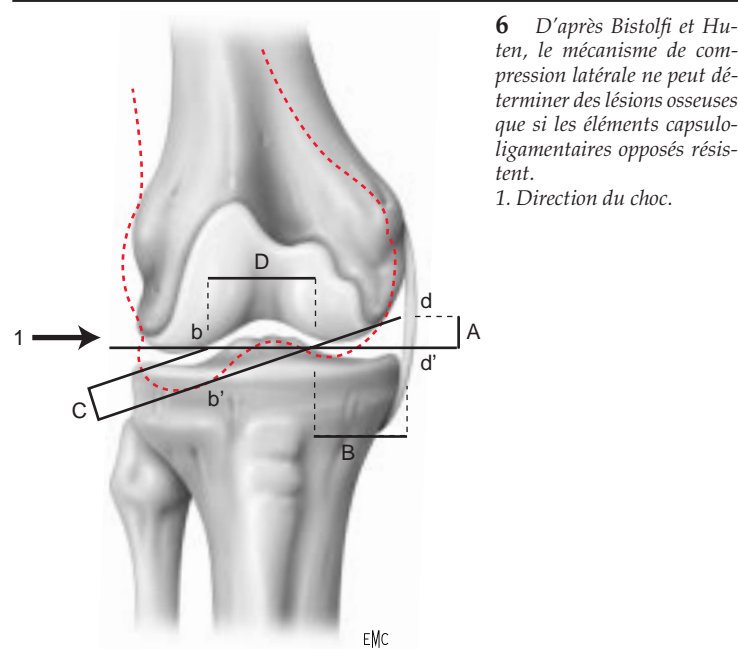
4 Mécanisme de la compression axiale associée à une composante latérale entraînant une distribution inégale des contraintes sur le plateau tibial interne responsable d'une fracture spinoglénoïdienne.



5 Mécanisme du traumatisme latéral du genou (accident de pare-chocs). Fracture du plateau tibial externe.
1. Choc latéral.

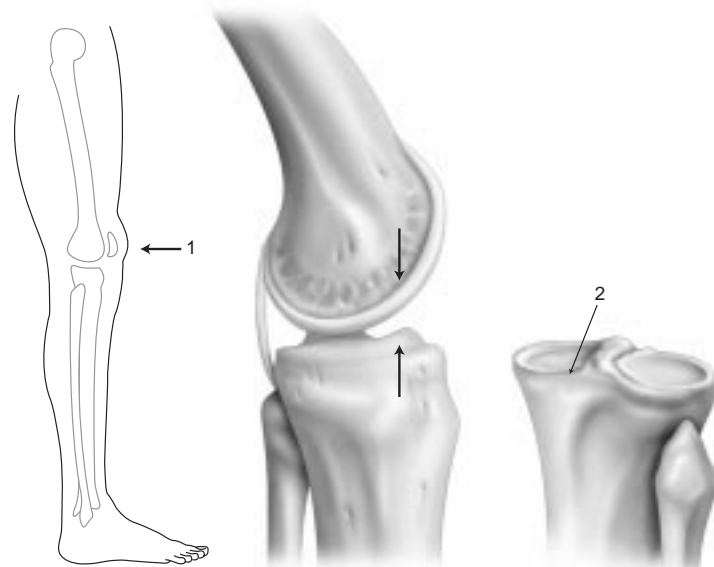
en hyperextension et pieds bloqués au sol. Ce choc unilatéral provoque une fracture unitubérositaire puisque les forces se concentrent sur un plateau. Dans ce type de mécanisme, la compression latérale ne peut déterminer des lésions osseuses que si les éléments capsuloligamentaires opposés résistent, comme l'ont montré Bistolfi et Hutten in ^[9] ainsi que Kennedy et Bailey ^[18] (fig 5, 6).

Les traumatismes sagittaux ont été bien analysés par Husson ^[15] qui différencie les traumatismes antéropostérieur (neuf cas sur dix) et postéroantérieur. L'hyperextension forcée des traumatismes antéropostérieurs engendre souvent une compression axiale avec tassement antérieur des tubérosités du fait de la résistance des coques condyliennes (fig 7). Si le traumatisme est important et rompt les coques postérieures, il existe un risque de lésion vasculaire par étirement. Les traumatismes latéraux et sagittaux sont souvent combinés, en particulier dans les accidents de voie publique (pare-chocs de voiture).



6 D'après Bistolfi et Hutten, le mécanisme de compression latérale ne peut déterminer des lésions osseuses que si les éléments capsulo-ligamentaires opposés résistent.

1. Direction du choc.



7 Lors d'un traumatisme antéropostérieur, l'hyperextension forcée engendre une compression axiale et un tassement antérieur des plateaux tibiaux du fait de la résistance des coques condyliennes.

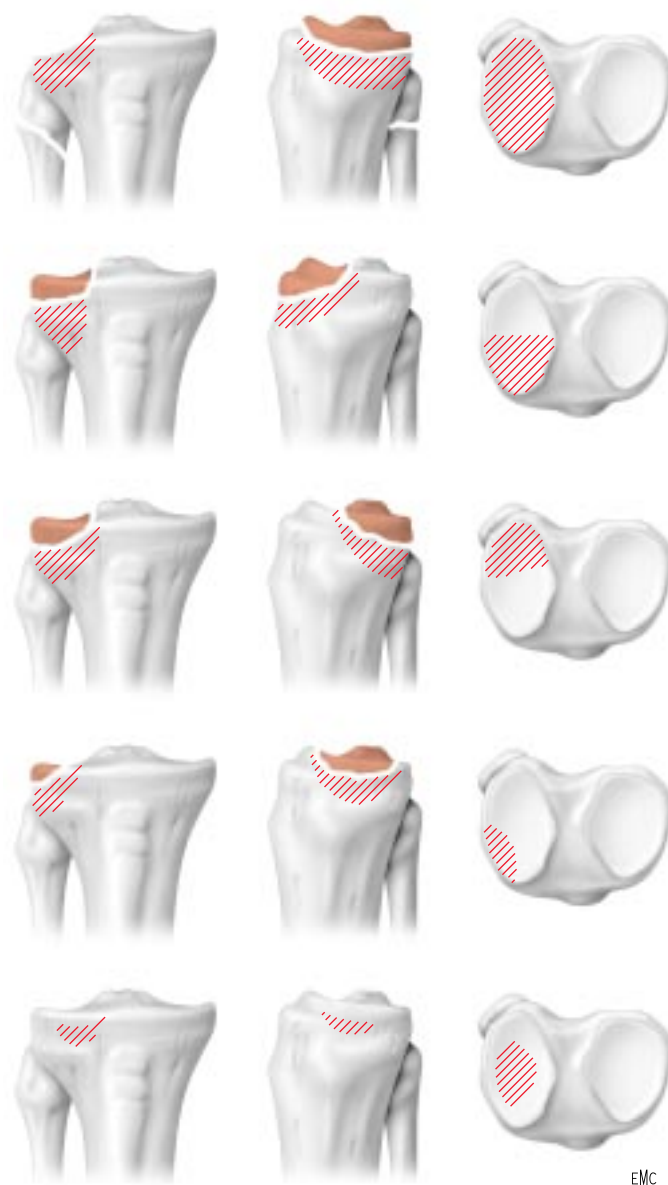
1. Choc antérieur ; 2. plan fibreux postérieur.

Classification

De nombreuses classifications ont été proposées ^[14, 24], mais c'est Marchant ^[11] qui a isolé les trois types de lésions élémentaires des plateaux tibiaux. Ces trois lésions élémentaires sont :

- la séparation ;
- l'enfoncement ;
- la fracture mixte séparation-enfoncement.

La classification de l'AO ^[24] est utilisée dans de nombreux articles de la littérature anglo-saxonne. Son emploi n'est possible que si l'on dispose du schéma correspondant au type fracturaire en présence, compte tenu de la multiplicité des formes. Elle permet une classification très complète dans une optique informatique mais ne débouche sur aucune conduite pratique en fonction du type. Nous avons donc délibérément choisi d'utiliser la classification de Duparc et Ficat ^[9]. Ces deux auteurs ont établi une classification qui utilise



8 Schéma des fractures séparation-enfoncement du plateau tibial externe. La fracture peut toucher la totalité ou une partie seulement de la glène tibiale.

les lésions de base (séparation, enfoncement, séparation-enfoncement) et la localisation de la fracture : externe, interne, ou bilatérale. Conservant l'ensemble des formes déjà parfaitement décrites, nous les associons en trois groupes qui posent des problèmes mécaniques et techniques semblables avec un pronostic fonctionnel comparable.

GROUPE I (fig 8)

Ce sont les fractures unitubérositaires (60 %) qui se caractérisent par l'atteinte unique d'une partie externe, interne ou partielle ^[27] du massif épiphysométaphysaire. Il existe toute une portion métaphyséoépiphysaire en continuité sur laquelle peut s'effectuer la réduction et s'appuyer les ostéosynthèses. On peut y associer les fractures spinoglénoidiennes peu déplacées et les fractures bitubérositaires simples sans perte des axes. Le traitement percutané ou par abord simple est possible.

GROUPE II (fig 9)

Les fractures spinotubérositaires ^[10] (10 %) se présentent comme une fracture unitubérositaire dont le trait débute sur un plateau et se termine sur la métaphyse proximale controlatérale. Les lésions



9 Fracture spinoglénoïdienne interne avec fracture-séparation-enfoncement de la glène tibiale externe. Il y a une nécessité absolue de vérifier l'intégrité des structures ligamentaires externes.



10 Fracture bitubérositaire complexe.

ligamentaires sont fréquentes [28, 31] et leurs réparations sont essentielles. Les fractures spinotubérositaires internes sont les plus fréquentes.

GROUPE III (fig 10)

Les fractures bitubérositaires représentent 30 à 35 % de l'ensemble des fractures des plateaux tibiaux. Les fractures bitubérositaires complexes et les fractures bitubérositaires comminutives avec une fracture sous-tubérositaire nécessitent un double abord chirurgical et le pronostic à long terme est réservé.

Bilan radioclinique

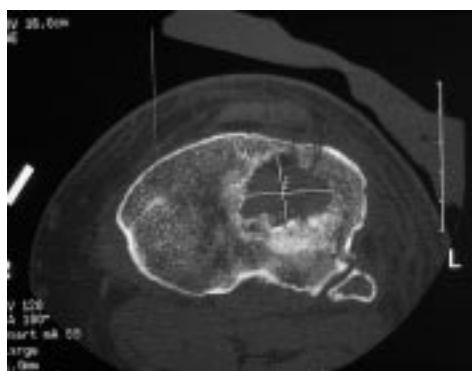
Les altérations cutanées aux points d'impact peuvent faire différer la thérapeutique chirurgicale ou orthopédique ou imposer certaines incisions de décharge ou aponévrotomie en cas de syndrome de loge. Il est pour cela capital de connaître le type de traumatisme car les traumatismes à haute énergie sont pourvoyeurs de nécrose cutanée secondaire et de décollement sous-cutané, exposant à des nécroses extensives lors d'un abord chirurgical [36].

Les lésions vasculaires de l'axe poplité doivent être recherchées dans les fractures comminutives et les traumatismes à haute énergie [20, 36]. La présence des poulx distaux n'élimine pas toujours une lésion artérielle poplitée et un hématome peut devenir compressif après quelques heures. Un bilan artériographique doit être demandé au moindre doute.

Nous n'insistons pas sur le bilan radiographique standard qui comporte des clichés de l'épiphyse tibiale supérieure de face et de profil. Les incidences de trois quarts sont souvent utiles pour effectuer une bonne analyse de la console postérolatérale. Actuellement, la tomодensitométrie avec reconstruction en deux ou trois dimensions [21, 30] permet d'effectuer des mesures du parallélisme des plateaux tibiaux et également d'effectuer des



11 Scanner en 2D montrant sur une coupe frontale l'importance de l'enfoncement qui est supérieur à la simple mesure de la distance entre le condyle et le plateau tibial. Ce sont les axes perpendiculaires au tibia qui permettent de déterminer l'importance de l'enfoncement.



12 Coupe horizontale de scanner montrant un enfoncement central de la glène tibiale externe. Les corticales sont préservées.

mesures de face et de profil de l'angle entre la surface des plateaux tibiaux et l'axe diaphysaire (fig 11). Ainsi, sont appréciés de façon indiscutable les enfoncements (fig 12) et les fractures mixtes qui sont les plus fréquentes et souvent sous-estimées. Les tomographies simples de face et de profil ont été progressivement abandonnées au profit du scanner dans la majorité des centres. Cet examen, s'il est disponible, est une alternative intéressante malgré l'absence de possibilité de reconstruction.

Enfin, l'examen clinique doit s'attacher à rechercher une hémarthrose minime ou un point douloureux exquis à la pression lorsqu'il n'y a pas de déformation évidente et que les radiographies paraissent normales. Chez le sujet âgé, les contusions osseuses sans perte des contours osseux sont objectivées en seconde intention à l'imagerie par résonance magnétique (IRM).

Principes thérapeutiques généraux

Le traitement des fractures de l'extrémité supérieure du tibia relève de deux grandes méthodes :

- le traitement non sanglant ;
- le traitement sanglant.

Le choix dépend du type de fracture, de l'expérience du chirurgien et de certains facteurs propres au terrain (âge, état général) ou aux circonstances de l'accident (traumatisme simple, polytraumatisme, lésion cutanée, etc).

Quelle que soit la méthode utilisée, le résultat final à court et à long termes est dominé par la qualité de la réduction de la surface articulaire, la restauration de l'axe fémorotibial et la mobilisation précoce [19]. Les progrès des méthodes d'ostéosynthèse laissent actuellement une place peu importante au traitement non sanglant des fractures déplacées.

Matériel spécifique pour le traitement chirurgical

Nous développons ici les différents implants utilisés dans le traitement chirurgical et qu'il est nécessaire de connaître et maîtriser avant de débiter le geste chirurgical.

PLAQUES D'OSTÉOSYNTHÈSE

Le modelage peropératoire d'un implant entraîne obligatoirement un écrouissage local et fragilise l'implant. L'adaptation d'une plaque plane aux formes tourmentées du tibia est par ailleurs difficile. La



13 Plaque anatomique appliquée sur la face latérale interne du tibia permettant d'apprécier la bonne congruence avec la surface osseuse.

réalisation de plaque prémoulée s'est donc imposée d'elle-même. On différencie les plaques de soutien que l'on adapte par modelage sur l'épiphyse reconstituée par quelques vis ou broches, des plaques anatomiques dont la forme permet d'effectuer la réduction sur la plaque qui sert de guide à l'assemblage des fragments. Une réduction avec ostéosynthèse précaire par broches est souvent une étape indispensable. L'utilisation de vis perforées enfilées secondairement sur ces broches est un artifice qui évite des pertes de réduction itératives.

■ **Plaques de soutien de Kerboul (Stryker-Howmedica)**

Les premières apparues sur le marché présentent un défaut d'adaptation dans 50 % des cas. Les défauts les plus fréquents lors de l'abord externe sont au niveau de la branche horizontale qui vient au niveau de la facette articulaire du péroné et également un bâillement postérieur par défaut de chantournage de la branche verticale.

■ **Plaques de soutien de l'AO (Sulzer-Medica)**

La plaque de soutien a une forme en « L » inversé dont la branche verticale comporte quatre trous avec un modèle droit et un modèle gauche. En l'absence de modelage, l'adaptation est médiocre et retrouvée satisfaisante dans un tiers des cas seulement, mais sa malléabilité peropératoire la rend intéressante. Si l'adaptation sur une branche est relativement facile, la correction des deux branches s'avère souvent difficile.

■ **Plaques dites « anatomiques » (Howmedica, Link, Aesculap, plaque de May)**

Leur adaptabilité à l'extrémité supérieure du tibia est bonne dans 80 % des cas car il existe des modèles interne et externe de tailles différentes. Certaines plaques sont adhérentes à l'os sur leur face osseuse, ce qui mécaniquement protège les vis et améliore la vascularisation de l'os sous-jacent. Leur épaisseur intermédiaire de 2,5 à 3 mm en moyenne les laisse modelables tout en ayant une rigidité suffisante (fig 13). Le coût de ces plaques doit être souligné, ceci d'autant plus qu'il faut disposer d'un stock assez important pour faire face à tous les cas de figure.

MODÈLES DE FIXATEUR EXTERNE

Le traitement par fixateur externe fémorotibial n'a que de rares indications : fractures très comminutives de l'extrémité supérieure du tibia souvent associées à des fractures fémorales et à des lésions cutanées majeures^[35]. Les fixateurs classiques sont utilisables mais représentent le plus souvent une solution d'attente dans un contexte de polytraumatisme.

Certaines fractures ouvertes ou sur os très porotique peuvent être traitées par fixateur et certains fixateurs ont été conçus pour faire face à une fixation très proximale sans compromettre la mobilité du genou.

Le fixateur type Orthofix^[1] (fig 14) ou ses dérivés permet une fixation de qualité par l'utilisation d'un anneau type Ilizarov avec broches transfixiantes. Cet anneau est connecté ensuite au montage habituel.



14 Fixateur externe type Orthofix, permettant une fixation proximale facilitée en cas de fracture très comminutive avec peau contuse. Un complément de fixation par une ou deux vis percutanées est parfois requis.



15 Instrumentation ancillaire permettant de réaliser une synthèse sous contrôle endoscopique pour fracture-séparation et fracture-séparation-enfoncement (Aesculap, France).

Le fixateur type Hoffman II présente également une modularité permettant de fixer de petits fragments proximaux dans le plan frontal et sagittal avec des orientations variées.

Dans le cas de ces fractures souvent complexes, il est utile d'effectuer un rapprochement des glènes tibiales par un vissage percutané pour limiter un éventuel risque septique transmis à l'articulation par sepsis sur le trajet des broches, comme l'ont montré Marsh et al^[22].

Matériel pour la réduction percutanée sous contrôle arthroscopique

Inspirée des travaux de Caspari^[2], cette technique est devenue fiable et reproductible grâce à un appareillage spécifique de réduction et de visée^[3]. L'arthroscopie évite une voie d'abord délabrante.

Matériel non spécifique pour l'arthroscopie :

- une optique de 4 mm couplée à une caméra et un moniteur ;
- une pompe à arthroscopie permet un lavage articulaire efficace de l'hémarthrose sous contrôle de la pression intra-articulaire. Celle-ci doit être fixée au minimum. En aucun cas elle ne doit dépasser 20 mm de mercure pour éviter tout risque de fuite et de syndrome de loge ;
- l'utilisation d'un *shaver* est essentielle. Il permet d'exposer de façon satisfaisante l'articulation afin d'obtenir un champ visuel parfait sur le foyer de fracture.

Matériel spécifique pour la synthèse :

- pour les fractures-séparations, un bloc de visée sous-chondrale permettant la pose de deux broches de 12/100° affleurant le cartilage ;
- pour les fractures-enfoncements, un réducteur mousse, rigide et biseauté à 45° à son extrémité distale. Il permet un relèvement parallèle à la surface cartilagineuse (fig 15). Sa partie proximale permet le positionnement d'un guide de visée pour poser des broches qui guident des vis de soutènement perforées (diamètre 4,5 mm corticales ou 6,5 mm spongieuses).

Techniques opératoires

CHIRURGIE PAR ARTHROTOMIE

■ Installation

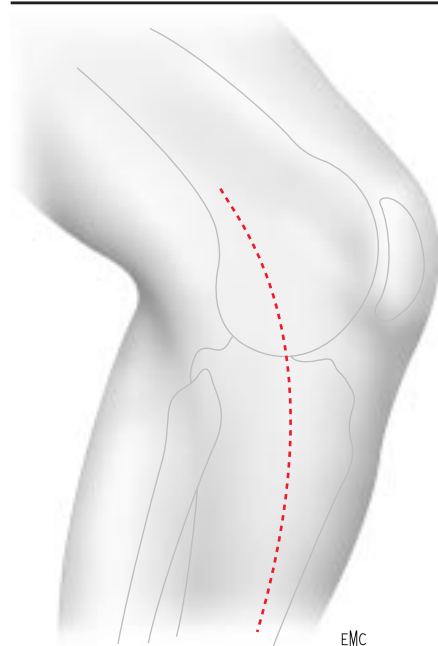
Le patient est installé en décubitus dorsal strict au bord de la table de manière à pouvoir fléchir le genou au besoin. Un garrot pneumatique est mis en place et il est prudent de le gonfler sans utiliser de bande d'Esmach pour éviter les problèmes emboliques, surtout lorsque le geste chirurgical est différé. Il est souhaitable de positionner un appui amovible stérile sous la cuisse permettant d'avoir le genou légèrement fléchi (30 à 45°). Pour avoir un accès direct externe, voie d'abord la plus fréquente, il est également souhaitable de positionner un coussin sous la fesse. Dans cette position, on peut contrôler l'articulation en extension et en flexion avec analyse de l'amplitude articulaire du genou. Un seul aide suffit pour cette intervention, la présence d'un deuxième aide est utile dans les fractures complexes. La crête iliaque est toujours préparée pour faire face à la nécessité d'une greffe corticospongieuse (fig 16). Les inconvénients inhérents à une prise de greffon iliaque (douleurs, hématome, sepsis, lésion du nerf fémorocutané) ne doivent pas être sous-estimés. L'utilisation de substituts osseux synthétiques en phosphate de calcium (phosphate tricalcique ou biphasé), dont la stérilité est absolue, est une alternative de choix dans cette zone métaphysaire pour effectuer un comblement.

■ Voies d'abord

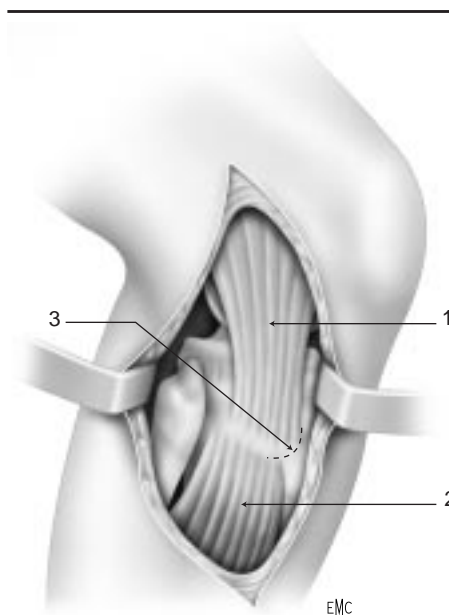
La voie latérorotulienne externe (fig 17) 2 cm en arrière de la rotule se prolongeant vers le fémur sur 3 à 4 cm et sur l'extrémité



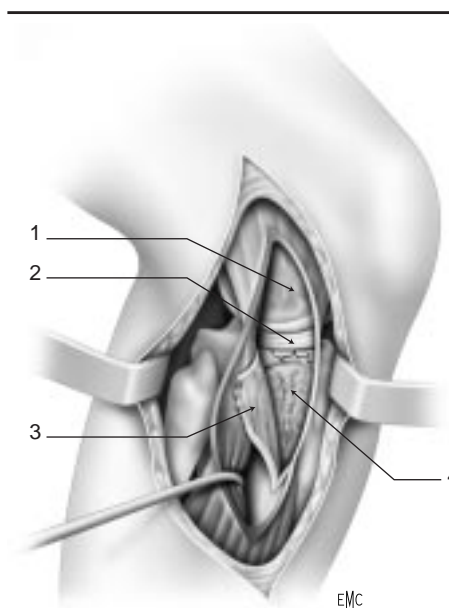
16 Installation d'un patient pour une fracture des plateaux tibiaux. Le billot doit être placé au tiers moyen de la cuisse pour bien libérer le creux poplité. La crête iliaque est systématiquement préparée.



17 Voie externe. Incision cutanée.



18 Voie externe. Ouverture du fascia lata et de l'aponévrose du jambier antérieur.
1. Aponévrose du fascia lata ; 2. aponévrose du jambier antérieur ; 3. tubercule de Gerdy.



19 Voie externe. Écaille tibiale réclinée en arrière pour découvrir l'enfoncement.
1. Condyle externe ; 2. ménisque externe ; 3. écaille tibiale réclinée en arrière avec le tubercule de Gerdy ; 4. os spongieux tibial.

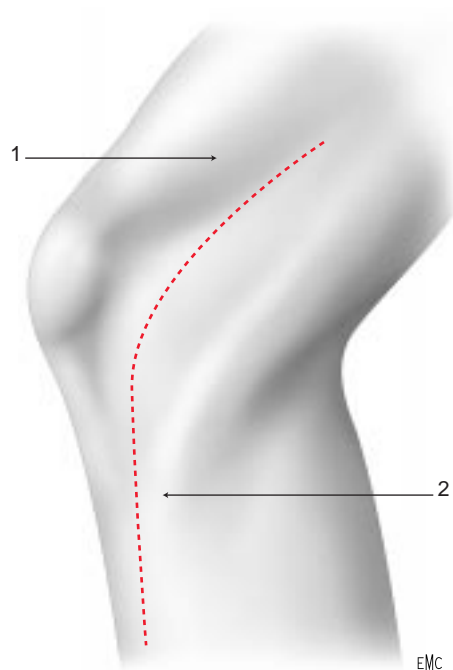
supérieure du tibia 2 cm en arrière de la crête tibiale est la plus souvent utilisée. Le fascia lata est incisé dans le sens de ses fibres jusqu'au tubercule de Gerdy. Cette incision se prolonge ensuite sur l'aponévrose jambière, le long de la crête tibiale, en ménageant un fragment d'aponévrose pour pouvoir refermer l'abord (fig 18). Le relèvement du tubercule de Gerdy n'est pas conseillé car sa fixation ultérieure est souvent difficile et le réglage de la tension ligamentaire est rendu aléatoire.

La libération de la face externe du tibia doit être prudente. Il faut préserver au maximum la vascularisation des fragments. La décortication se fait le long de la marge du tibia en ruginant au minimum les insertions supérieures du jambier antérieur. Il faut visualiser le trait de fracture en « V » qui limite l'écaille externe. Cette dernière doit être réclinée délicatement sur sa charnière postérieure (fig 19).

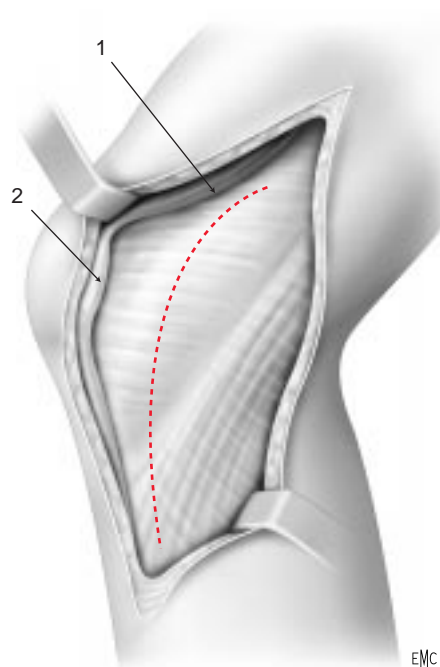
Une arthrotomie sus-méniscale économique pararotulienne permet d'évacuer l'hématome et de faire le bilan des lésions intra-articulaires : ménisque, croisé antéroexterne et massif des épines. L'arthrotomie sous-méniscale systématique est réalisée au ras du plateau et permet de préserver le ménisque externe en donnant un jour suffisant sur la surface cartilagineuse (fig 20). S'il existe une lésion méniscale, il faut effectuer une ménisectomie a minima des zones d'écrasement. Le relèvement en bloc de l'insertion antérieure



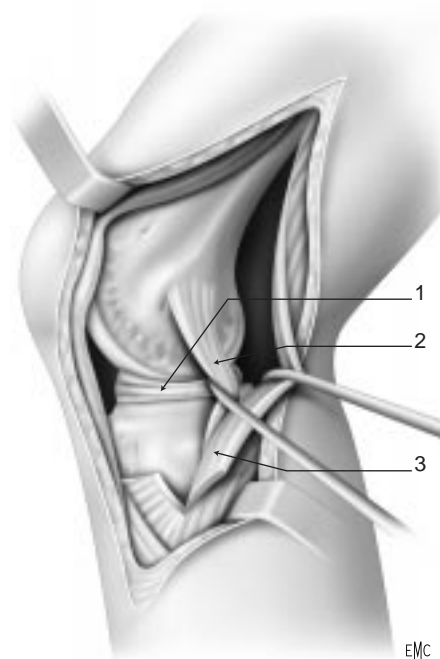
20 Abord latéral externe pour une fracture-séparation-enfoncement. Le fascia lata a été ouvert longitudinalement avec l'aponévrose du jambier antérieur et l'écaïlle tibiale externe est pédiculée sur sa charnière postérieure. Le ménisque a été repéré et posé sur fil.



21 Voie interne. Incision cutanée
1. Relief du muscle vaste interne ; 2. relief postérieur du tibia.



22 Voie interne. Ouverture de l'aponévrose.
1. Rotule ; 2. vaste interne.



23 Voie interne. Dégagement de la face médiale supérieure du tibia en réclinant la « patte-d'oie » et le ligament latéral interne en arrière.
1. Ménisque interne ; 2. ligament latéral interne partiellement décollé et libéré ; 3. « patte-d'oie » sectionnée distalement et réclinée.

de la corne du ménisque externe ne pose pas de problème de réinsertion ni d'ennuis ultérieurs selon Pery ^[25] et permet d'obtenir une excellente vision sur le plateau tibial. On peut effectuer le même relèvement sur le ménisque interne.

L'abord postérolatéral des fractures postérieures du plateau externe peut se faire par cette voie, en prenant soin de repérer le nerf sciatique poplité externe. La peau est décollée jusqu'au tendon du biceps puis celui-ci est récliné vers l'avant pour dégager le bord externe du jumeau externe qui est repoussé vers l'arrière. Ce geste est facilité par la flexion du genou.

La voie d'abord interne suit le même schéma que la voie d'abord externe et peut être utilisée lorsqu'il existe des lésions isolées du plateau tibial interne. L'épaisseur du matériel d'ostéosynthèse doit faire préférer ici une ostéosynthèse peu volumineuse pour éviter les problèmes de tension cutanée lors de la fermeture. Les tendons de la « patte-d'oie » sont réclinés vers l'arrière avec leur insertion osseuse, comme le tubercule de Gerdy dans la voie externe (fig 21, 22, 23).

Dans les fractures complexes de type bitubérositaire ^[34], un contrôle complet des lésions est nécessaire et il faut réaliser une double voie d'abord interne et externe. Un abord horizontal antérieur avec relèvement de la tubérosité tibiale antérieure et abord sous-méniscal des deux compartiments, comme l'ont proposé Diego et Fernandez ^[34], expose à un risque élevé de nécrose cutanée et doit être abandonné. Dans le cadre d'un abord double interne et externe, il faut ménager un pont cutanéoponévrotique antérieur suffisamment large pour éviter tout risque de nécrose à la face antérieure du genou.

L'attitude vis-à-vis du ménisque reste controversée, certains préconisent une méniscectomie systématique pour pouvoir avoir un jour suffisant sur les plateaux tibiaux, et ainsi bien contrôler la réduction anatomique de la surface articulaire. Masse et Mazas ^[23]

puis Simon ^[33] ont confirmé l'absence de différence notable entre les patients ayant eu ou non une méniscectomie externe. Cependant, une attitude résolument conservatrice est logique car facilement réalisable par relèvement antérieur de l'insertion préspinale. L'analyse des résultats à long terme des différentes séries ^[16, 17, 33] insiste sur la nécessité d'obtenir une réaxation anatomique du membre inférieur.

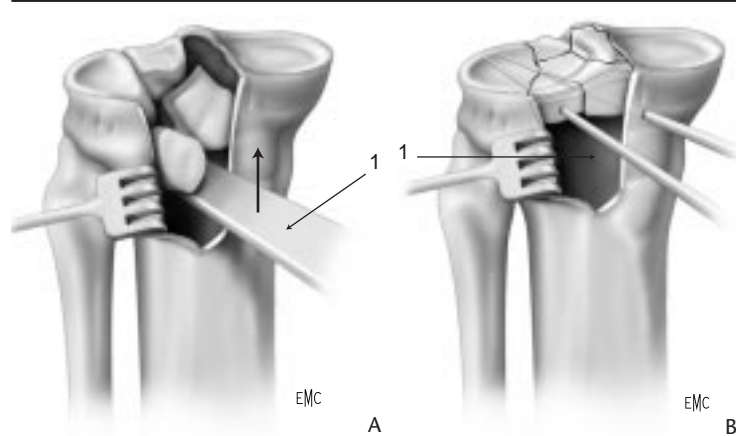
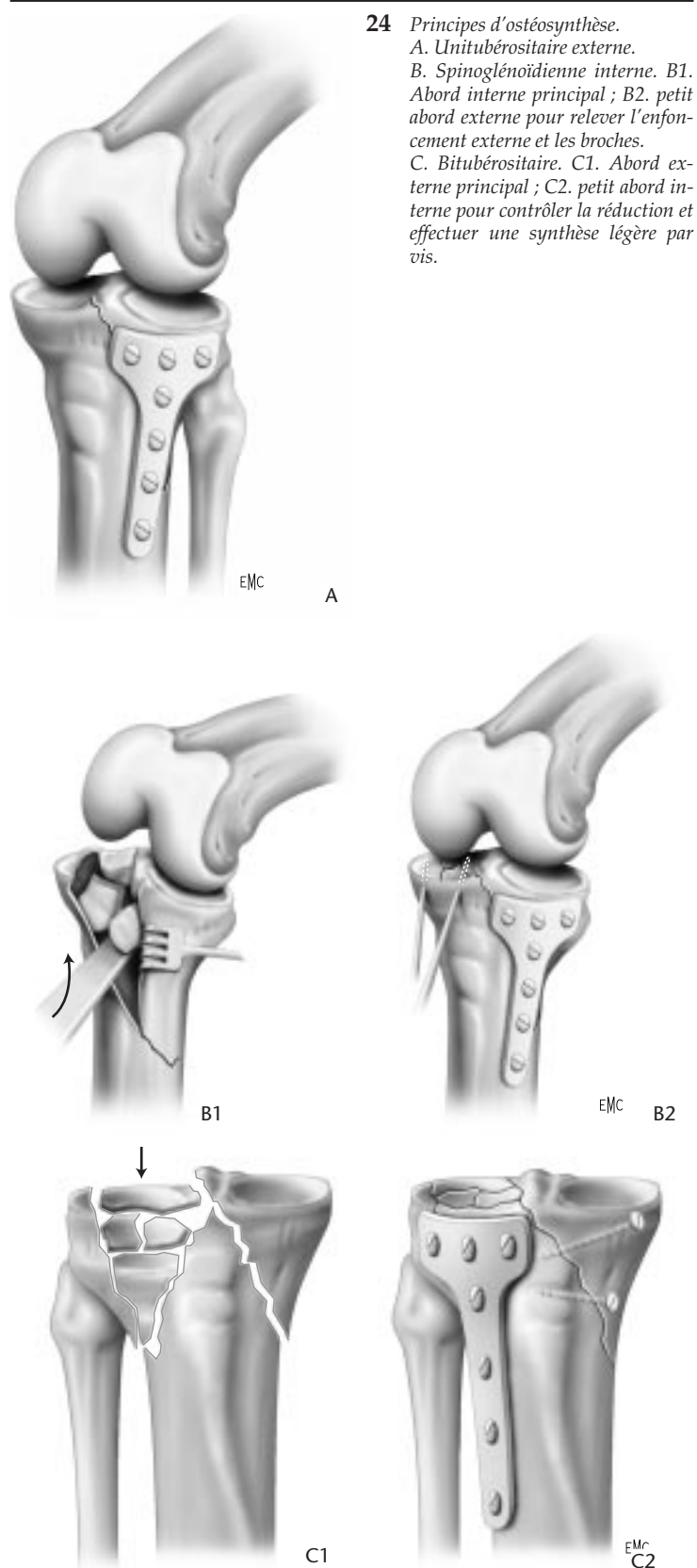
■ Réduction et contention des lésions

La réduction chirurgicale se présente différemment suivant le type de fracture (fig 24).

Fracture unitubérositaire

• Fractures-séparation simples

Dans les fractures-séparation simples de l'une ou de l'autre des tubérosités, la réduction est facilement obtenue par manœuvre



elles tendent à rapprocher l'écaille externe mais n'ont aucune action sur les fragments enfoncés. Le fragment cortical externe est écarté comme un livre à charnière postérieure. Le fragment articulaire est alors remonté au niveau de la surface cartilagineuse par une spatule (fig 26) et maintenu à ce niveau par une fine broche placée en antéropostérieur. Une greffe corticospongieuse ou mieux, par substitut osseux, du vide (souvent important) situé sous les fragments est utile pour éviter un affaissement secondaire (fig 27). Il paraît logique de combler ce vide pour assurer une bonne stabilité de la réduction et utiliser l'ostéosynthèse la plus courte possible. Puis le fragment de corticale externe est remis en place et la fixation est assurée par une plaque externe vissée (fig 28, 29, 30).

Lorsqu'il s'agit de fracture comminutive dite en « mosaïque », la réduction est toujours beaucoup plus difficile et il faut relever en masse les fragments pour éviter de les isoler les uns des autres. L'absence de prise épiphysaire très solide dans ce cas impose d'utiliser une ostéosynthèse plus longue prenant appui sur la corticale diaphysaire.

L'ostéotomie sous-glénoidienne de relèvement décrite par Duparc^[7] (fig 31) a des indications peu fréquentes car l'abord nécessaire pour la réaliser supprime toute connexion vasculaire du fragment supérieur et expose donc au risque de nécrose ultérieure.

Fracture bitubérositaire

La réduction métaphysaire est effectuée après la réduction épiphysaire dont la technique est identique à celle des fractures unitubérositaires. Cependant, la présence de lésion interne et externe

directe sur le fragment déplacé et le traitement opératoire se limite alors à l'ostéosynthèse par plaque ou simplement par vis. Un geste complémentaire sur un fragment marginal plus ou moins volumineux et légèrement déplacé peut s'avérer nécessaire. Cette réduction est toujours aisée.

• Fractures mixtes séparation-enfoncement (fig 25)

Ces fractures siègent le plus souvent au niveau de la glène du plateau tibial externe. Les manœuvres orthopédiques sont vaines car



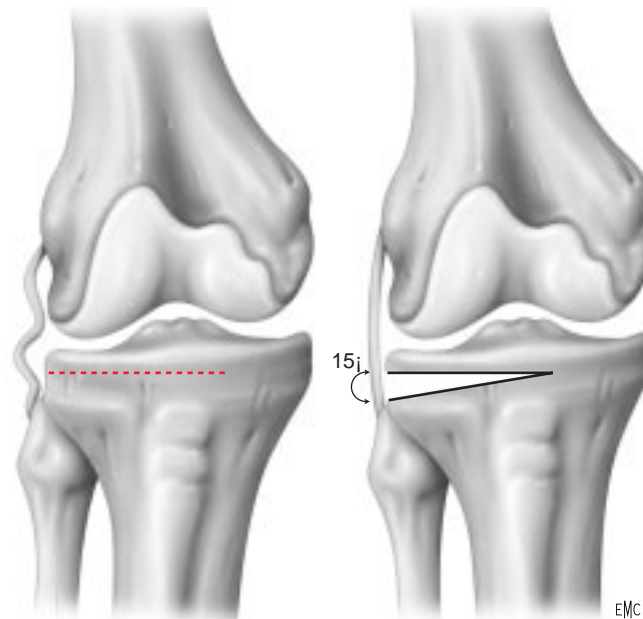
28 Fermeture de l'écaïlle externe et mise en place d'une plaque anatomique temporairement maintenue par des broches à la partie proximale.



29 Radiographie de contrôle postopératoire montrant une réduction anatomique de face.



30 Radiographie de contrôle postopératoire de profil montrant un bon rétablissement de l'obliquité des plaques.



31 Schéma de principe de l'ostéotomie sous-glénoïdienne de Duparc.

mauvais résultats. Le contrôle à l'amplificateur de brillance est souvent insuffisant et faussement rassurant car il donne une vue partielle des axes et l'image est toujours déformée sur les côtés.

Fracture spinoglénoïdienne

L'indication opératoire est formelle pour les fractures de grades II et III de Duparc^[8]. L'analyse fine de ce type de lésion est au mieux réalisée par une étude tomodensitométrie 3D. Deux incisions sont nécessaires pour bien contrôler la réduction. L'incision principale est faite du côté du fragment tubérositaire détaché et une petite arthrotomie du côté opposé permet un éventuel vissage complémentaire et le contrôle de la réduction (fig 24).

■ Fermeture

Dans tous les cas, le matériel d'ostéosynthèse doit être extra-articulaire. Dès l'incision, il faut penser à la fermeture en réclinant les culs-de-sac synoviaux et en conservant des lambeaux suffisants pour autoriser une fermeture étanche par un surjet. Le fascia lata est refermé sur un genou légèrement fléchi. La fermeture de l'aponévrose jambière est souvent difficile et il faut parfois effectuer des points de rapprochement en privilégiant le point antéro-supérieur en regard du tubercule de Gerdy. La fermeture des voies d'abord internes est souvent plus délicate. Un drainage articulaire et périartculaire est souhaitable pour diminuer au maximum les hématomes et éviter les désunions secondaires. En fin d'intervention, il est souhaitable de positionner le patient dans une attelle plâtrée postérieure bien matelassée ou dans une attelle amovible pour éviter tous les mouvements intempestifs lors de la phase de réveil.

■ Suites

La rééducation est une étape fondamentale qui ne doit surtout pas être négligée. La mobilisation du genou sur attelle dynamique a été

nécessitent souvent la réalisation d'un abord controlatéral pour contrôler la réduction par une petite arthrotomie. L'abord principal est réalisé du côté de la comminution la plus importante. La synthèse est faite par vis à prise bicorticale ou par broches temporaires (fig 24).

La réduction épiphysodiaphysaire s'effectue sur un genou en légère flexion. Dans le cadre d'une fracture métaphysaire simple, la réduction se fait à vue, orientée par le trait de fracture. La plaque de synthèse peut être placée après réduction, ce qui facilite l'utilisation des matériels de visée.

En cas de comminution métaphysaire, il vaut mieux s'orienter vers une technique en pontage biologique, en ne réduisant éventuellement que les fragments les plus volumineux. Il est alors souvent utile de fixer la prise épiphysaire sur le matériel d'ostéosynthèse anatomique avant de réduire l'ensemble épiphyse-matériel d'ostéosynthèse sur la diaphyse. Cet artifice permet de stabiliser la plaque sur la diaphyse par un davier. Cette technique n'est utilisable qu'avec des plaques prémoulées s'adaptant bien à l'extrémité supérieure du tibia. La réalisation d'une radiographie sur table permet de contrôler les axes. Cette précaution est essentielle car les cals vicieux en varus ou en valgus sont responsables de



32 Radiographie de face d'une fracture-séparation du plateau externe.



33 Radiographie de contrôle postopératoire après réduction sous contrôle arthroscopique.

un grand progrès dans la lutte contre la fibrose et les raideurs postopératoires. La réalisation d'une anesthésie péridurale les premiers jours permet d'obtenir des gains d'amplitude notables, jusqu'à 90° de flexion sans douleur. L'appui n'est autorisé qu'en fonction de l'évolution radiologique de la consolidation. L'appui partiel peut être débuté vers la sixième semaine pour les fractures simples présentant un bon cal, et être différé jusqu'à la fin du troisième mois pour les fractures complexes.

CHIRURGIE PERCUTANÉE SOUS ARTHROSCOPIE

■ Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal, jambe pendante ; un garrot pneumatique est utilisé et la cuisse est fixée dans un étrier. L'autre membre est positionné au zénith pour ne pas gêner l'accès au membre fracturé.

■ Premier temps : bilan articulaire ^[3, 12]

Un lavage abondant à faible pression permet de vider l'hémarthrose et les petits fragments ostéocartilagineux libres. Il est souvent nécessaire de pratiquer un nettoyage au *shaver* des franges synoviales qui obstruent partiellement le champ visuel. Les ménisques sont inspectés, leurs lésions concomitantes sont traitées, soit par résection partielle, soit par suture sous contrôle arthroscopique lorsque leur atteinte s'y prête. De même, un bilan du pivot central (ligament croisé antérieur/ligament croisé postérieur) est effectué.

■ Traitement des fractures-séparation

Un palpeur intra-articulaire facilite la réduction en accrochant le plateau tibial. L'amplificateur de brillance est mis en place. Par voie percutanée, une broche de 12/100° est introduite dans l'articulation perpendiculairement au trait de fracture, affleurant la surface cartilagineuse sous contrôle arthroscopique. La visée sous-chondrale est effectuée par une broche parallèle à la précédente, 1 cm sous la surface cartilagineuse. Elle stabilise le fragment et permet la mise en place de une ou deux nouvelles broches. Après perforation de la corticale à l'aide d'une tréphine 3,2 mm, axée sur les broches, une ou deux vis perforées de diamètre 4,5 mm corticale ou 6,5 mm spongieuse sont mises en place sous contrôle intra-articulaire de la réduction du trait de fracture (fig 32, 33). L'amplificateur de brillance permet de vérifier la bonne restauration des axes.

■ Traitement des fractures-enfoncement

Sous contrôle de l'amplificateur de brillance, on détermine le point de trépanation idéal de la corticale du tibia ; il est situé 4 à 5 cm sous le plateau tibial fracturé (fig 34). Une moucheture cutanée de 2 cm est réalisée, permettant la mise en place d'un protège-parties molles qui est impacté. Au travers de ce dernier, un foret de Rocher de 8 mm permet de perforer la corticale antérieure du tibia. Par ce point, le réducteur mousse est monté en zone métaphysaire. Ce réducteur est introduit à 45° par rapport à la diaphyse en raison de sa forme biseautée (fig 35).



34 Vue à l'amplificateur de brillance du point de pénétration du réducteur dans une fracture-séparation-enfoncement.



35 Vue de profil à l'amplificateur de brillance montrant le réducteur ayant soulevé l'enfoncement qui a été ramené et le plateau tibial qui a été réduit à sa position anatomique.

La réduction est obtenue par relèvement progressif du pavé ostéocartilagineux en tapant doucement sur l'extrémité du réducteur, la forme biseautée du réducteur permettant un appui parallèle à la surface cartilagineuse. Lorsque le fragment est à niveau, ce qui est vérifié par contrôle scopique et/ou arthroscopique, un système de visée externe est monté latéralement sur le réducteur (Aesculap, Paris, France) (fig 36, 37). Il permet d'introduire une ou deux broches qui affleurent le biseau du réducteur. Elles étayent parfaitement la surface articulaire réduite (fig 38, 39). La fixation est alors obtenue par mise en place d'une ou deux vis perforées pour corticales 4,5 mm ou pour substances spongieuses 6,5 mm montées sur les broches guides (fig 40).

Après avoir retiré le réducteur, nous comblons la perte de substance spongieuse par un substitut osseux en phosphate tricalcique bêta introduit sous l'enfoncement (fig 38).

■ Suites

Le patient est installé dans une attelle amovible. À j2, une rééducation passive de la flexion est entreprise de 0 à 30° sur attelle électrique. À j21, la flexion-extension active aidée est autorisée de 0 à 90°, sous la protection d'une attelle articulée légère. L'appui n'est autorisé qu'à partir de la huitième semaine, lorsque la consolidation radiologique apparaît.



36 Vue peropératoire du matériel de réduction et de visée des broches de soutènement sous le plateau réduit.



37 Vue en gros plan du principe de positionnement des broches au-dessus de l'extrémité du réducteur qui a ramené le plateau en position anatomique.



38 Vue peropératoire de la réduction à l'amplificateur de brillance et début de comblement par phosphate tricalcique de la zone située sous le plateau réduit.

TRAITEMENT PAR FIXATEUR EXTERNE

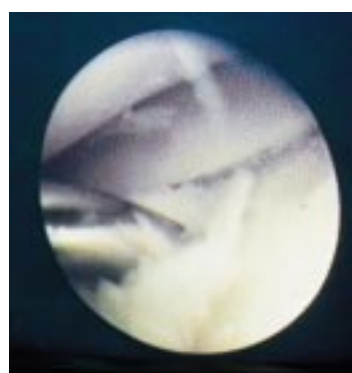
La pose d'un fixateur externe nécessite une technique rigoureuse. Nous envisageons la pose d'un fixateur monoaxial monté sur un système de réduction épiphysaire polyaxial (fig 41).

■ Installation

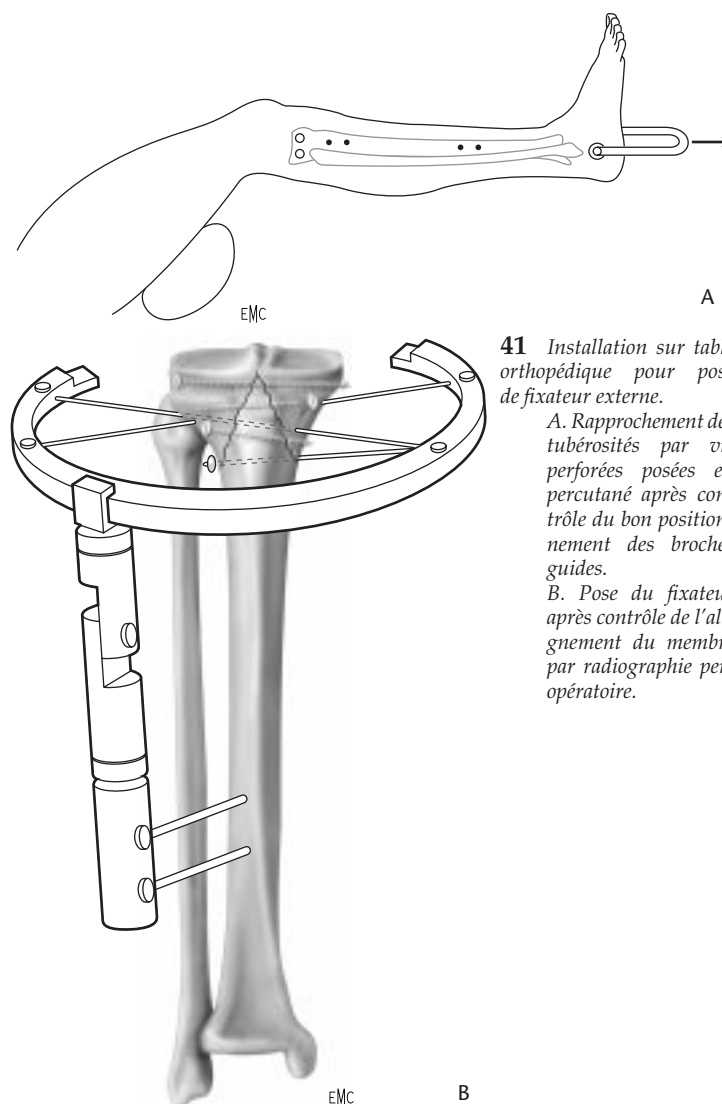
En décubitus dorsal sur table orthopédique avec traction par le pied et genou fléchi à 45° ; le creux poplité bien dégagé.

■ Synthèse proximale par vis percutanées

Une synthèse proximale des principaux fragments épiphysaires par vissage percutané permet de rapprocher les deux glènes tibiales.



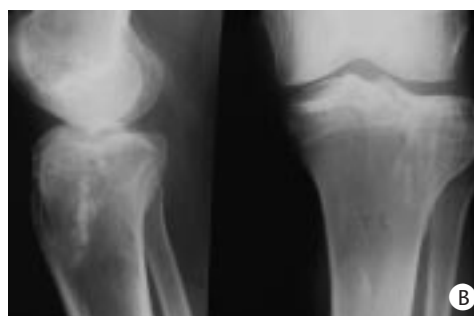
39 Vue arthroscopique de la zone fracturaire du plateau tibial qui a été réduite par voie percutanée.



41 Installation sur table orthopédique pour pose de fixateur externe.

A. Rapprochement des tubérosités par vis perforées posées en percutané après contrôle du bon positionnement des broches guides.

B. Pose du fixateur après contrôle de l'alignement du membre par radiographie peropératoire.



40 Radiographie de contrôle postopératoire après comblement de la zone située sous la fracture-séparation du plateau externe, vue de face et de profil (A). Contrôle à un an après ablation des vis (B).



42 Fracture bitubérositaire complexe ouverte. Mise en place d'un fixateur externe Orthofix. Réalisation en urgence différée d'un lambeau musculocutané de jumeau externe.

L'utilisation de broches et de vis perforées est un artifice souvent utile. Le matériel utilisé pour la réduction sous arthroscopie peut aider à réaliser ce geste.

■ Pose des broches proximales épiphysaires du fixateur

Sous contrôle à l'amplificateur, on met en place les fiches type Hoffman ou les broches type Kirschner du fixateur circulaire. La réduction préalable des glènes facilite la pose sur un segment osseux de volume suffisant.

■ Mise en place du fixateur

Le connecteur proximal des fiches ou des broches est mis en place et peut être relié aux fiches distales diaphysaires dont la pose est habituelle. Le contrôle à l'amplificateur de brillance permet de vérifier la bonne restauration des axes (fig 42).

TRAITEMENT NON SANGLANT

Certains l'ont proposé de façon systématique [4], quel que soit le type de fracture, d'autres l'ont réservé à des fractures non déplacées ou comminutives, ou en présence de lésion cutanée interdisant un abord chirurgical. Il existe plusieurs techniques :

- l'immobilisation par simple attelle ou dans un plâtre avec ou sans réduction par manœuvre externe ;
- l'extension continue transosseuse avec mobilisation précoce ;
- la technique de Sarmiento.

L'immobilisation avec ou sans réduction par manœuvre externe est limitée aux fractures sans déplacement [9], la durée d'immobilisation est de 3 à 6 semaines avec une mise en charge progressive vers le deuxième mois. En cas de fracture parcellaire non déplacée, la mobilisation précoce dès la troisième semaine est souhaitable.

L'extension continue avec traction transosseuse et mobilisation précoce. Il s'agit certainement d'une alternative au traitement sanglant. Cette méthode consiste à réaliser une extension transcalcanéenne ou transtibiale distale par clou de Steinmann ou broche de Kirschner maintenus pendant 4 à 6 semaines. Cette extension doit être associée à une mobilisation précoce par attelle motorisée type Kinetec (mobilisation passive, vitesse variable, angle de flexion programmable, etc) (fig 43). Il s'agit d'une technique très astreignante car la mobilisation doit être surveillée cliniquement et radiologiquement. L'extension est assurée par des poids variant de 3 à 6 kg. L'appui est retardé à la fin du troisième mois et cette technique lourde, non dénuée de risque thromboembolique, ne permet pas toujours d'obtenir une correction satisfaisante des axes globaux du membre inférieur. Progressivement abandonnée, cette méthode est encore appliquée dans quelques centres et reste une méthode de choix dans les pays ne disposant pas de moyens chirurgicaux importants.



43 Principe de la traction-mobilisation continue sur attelle motorisée.

Technique de Sarmiento [29] : la méthode dite fonctionnelle de traitement des fractures du plateau tibial par plâtre crurojambier articulé, décrite par Sarmiento, relèverait des mêmes indications et des mêmes critiques que la méthode d'extension continue par broches. Cette méthode peut être proposée en relais après une phase initiale de traitement par traction-mobilisation ou après réalisation de geste percutané ne permettant pas de se passer de contention de protection.

Complications cutanées

Les fractures ouvertes de stades I et II de la classification de Cauchoux ne contre-indiquent pas un geste chirurgical sous couvert d'un parage efficace et d'un traitement antibiotique prolongé. Les ouvertures cutanées délabrantes nécessitent un parage en urgence et imposent une couverture adaptée, le plus souvent par lambeau locorégional ou microchirurgical. Les lambeaux fasciocutanés à pédicule proximal type saphène interne ou sural [26] permettent une couverture de qualité sans sacrifice musculaire mais sont à déconseiller dans les traumatismes à haute énergie du fait des risques de nécrose secondaire. Les lambeaux musculaires ou musculocutanés type jumeau interne ou externe (fig 42) [20] sont des solutions de choix.

Indications

Les fractures articulaires récentes de l'extrémité supérieure du tibia nécessitent un résultat anatomique qui est le meilleur garant de l'avenir fonctionnel du genou.

Les fractures sans déplacement [9], quel qu'en soit le type, imposent un traitement orthopédique par simple immobilisation plâtrée [32].

Les fractures du groupe I telles que nous les avons définies bénéficient avantagement du traitement chirurgical par voie percutanée [3] associant soit un simple vissage sous contrôle de l'amplificateur de brillance, en particulier pour les fractures-séparation simples, soit une réduction percutanée sous contrôle arthroscopique pour les fractures unitubérositaires. Les tassements inférieurs à 3-4 mm ne nécessitent pas une réduction chirurgicale. Lorsque l'enfoncement est supérieur à 50 % de la surface de la glène, un abord chirurgical classique est préférable pour réaliser une ostéosynthèse par plaque vissée anatomique. La greffe en dessous de la zone relevée nous paraît indispensable pour éviter les risques d'affaissement secondaire [3, 13, 20, 33].

Les fractures bitubérositaires déplacées de types II et III de Duparc et Ficat sont des indications chirurgicales d'arthrotomie avec relèvement du ménisque. L'abord principal est le plus souvent externe et est associé à une contre-incision interne pour parfaire la réduction. Dans certains cas, l'âge du patient ou les conditions cutanées locales interdisent un geste chirurgical aussi agressif et il faut essayer d'obtenir une réduction des surfaces glénoïdiennes par un vissage percutané associé ou non à des broches, puis mettre en place un fixateur externe.

Le traitement des fractures spinoglénoïdiennes déplacées est chirurgical, par arthrotomie interne le plus souvent^[8]. La mise en place d'une plaque anatomique vissée permet d'obtenir un montage solide pour autoriser une mobilisation précoce. Une petite arthrotomie externe permet de contrôler le ménisque externe et de voir l'état du ligament latéral externe^[5, 6].

Au total, il ne semble pas possible d'adopter une thérapeutique unique pour le traitement des fractures articulaires de l'extrémité supérieure du tibia de l'adulte. L'apport des techniques endoscopiques dans les fractures unitubérositaires et les fractures peu déplacées permet d'obtenir un résultat anatomique et fonctionnel satisfaisant en diminuant les risques septiques et les risques de raideur postopératoire. Cependant, l'engouement pour les méthodes peu invasives ne doit pas se faire aux dépens du rétablissement des axes mécaniques et de la restauration de l'équilibre ligamentaire qui sont deux piliers du bon résultat à long terme.

Conclusion

La fréquence des fractures articulaires du tibia semble avoir diminué ces dernières années grâce à la régression des accidents de voie publique. Cependant, il s'agit de fractures encore fréquentes nécessitant une prise en charge rapide pour limiter les séquelles. Le traitement chirurgical s'est imposé dans le traitement des formes déplacées. L'amélioration des protections en pathologie routière est sans doute à l'origine de la moindre gravité des lésions rencontrées avec une très nette prédominance des lésions unitubérositaires externes. L'analyse tridimensionnelle des lésions par tomomodensitométrie permet une meilleure approche de ces fractures en appréciant de manière plus fine les enfoncements et les pertes angulaires. Le développement de technique de traitement assistée par arthroscopie permet un contrôle anatomique des réductions avec un geste moins invasif. L'utilisation de substituts osseux de synthèse type phosphate de calcium permet d'obtenir une greffe de qualité sans morbidité sur le site de prélèvement d'une crête iliaque.

Références

- [1] Bonneville P, Samaran P, Bellumore Y, Rongières M, Mansat M. Fractures du tibia traitées par Orthofix. In : Évolution de la fixation externe. Montpellier : Collin, 1990 : 1-127
- [2] Caspari RB, Hutton PM, Whipple TL, Meyers JF. The role of arthroscopy in the management of tibial plateau fractures. *Arthroscopy* 1985 ; 1 : 76-82
- [3] Chauveaux D, Le Huec JC, Roger D, Lerebeller A. Traitement chirurgical sous contrôle arthroscopique des fractures des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 (suppl 1) : 288
- [4] De Mourgues G. Traitement non opératoire des fractures des plateaux tibiaux. In : Cahier d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française, 1975 : 107-116
- [5] Dejour H, Chambat P, Caton J, Mèlère G. Les fractures des plateaux tibiaux avec lésion ligamentaire. *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 593-598
- [6] Delamarier RB, Hohl M, Hopp E. Ligament injuries associated with tibial plateau fractures. *Clin Orthop* 1990 ; 250 : 226-233
- [7] Duparc J. Traitement opératoire des fractures articulaires de l'extrémité supérieure du tibia. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française, 1975 : 117-129
- [8] Duparc J, Cavagna R. Les fractures spino-tubérositaires graves. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 : 147-149
- [9] Duparc J, Ficat P. Fractures articulaires de l'extrémité supérieure du tibia. *Rev Chir Orthop* 1960 ; 46 : 399-486
- [10] Duparc J, Filipe G. Fractures spino-tubérositaires ou fractures avec subluxation de l'extrémité supérieure du tibia. *Rev Chir Orthop* 1975 ; 61 : 705-716
- [11] Gerard-Marchant P. Fractures des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop* 1939 ; 26 : 499-546
- [12] Guanche C, Vrahas M. Surgical technique for arthroscopic treatment of tibial plateau fractures. *Orthop Int* 1997 ; 5 : 33-39
- [13] Holmes R, Bucholz R, Mooney V. Porous hydroxyapatite as a bone graft substitute in metaphyseal defects. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 390-411
- [14] Honkonen SE, Järvinen MJ. Classification of fractures of the tibial condyles. *J Bone Joint Surg Br* 1992 ; 74 : 840-847
- [15] Husson JL. Contribution au diagnostic et à la thérapeutique des fractures des glènes tibiales. [thèse]. CHU de Rennes, 1979
- [16] Hutten D, Duparc J, Boubaker S, Dumont C. Les fractures anciennes des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 : 149-156
- [17] Judet R, Pouliquen JC. Les fractures anciennes des plateaux tibiaux. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française, 1975 : 131-138
- [18] Kennedy JC, Bailey WH. Experimental tibial plateau fractures. Studies of the mechanism and a classification. *J Bone Joint Surg Am* 1968 ; 50 : 1522-1534
- [19] Lachiewicz PF, Funcik T. Factors influencing the results of open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures. *Clin Orthop* 1990 ; 259 : 210-215
- [20] Le Huec JC. Fractures articulaires récentes de l'extrémité supérieure du tibia de l'adulte. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française, 1996 : 97-117
- [21] Mac Enery KW, Wilson AJ, Pilgram TK, Murphy WA, Marushack MM. Fractures of the tibial plateau: value of spiral CT coronal plane reconstructions for detecting displacement in vivo. *AJR Am J Roentgenol* 1994 ; 163 : 1177-1181
- [22] Marsh JL, Smith DO. External fixation and limited internal fixation for complex fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg Am* 1995 ; 77 : 661-673
- [23] Masse Y, Mazas F. Devenir à long terme des fractures des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop* 1977 ; 63 : 203-207
- [24] Müller ME, Nazarian S, Koch P. Classification AO des fractures. Berlin : Springer-Verlag, 1987 : 71-76
- [25] Perry CR, Evans L, Rice S, Fogarty J, Burdige RE. A new surgical approach to fractures of the lateral tibial plateau. *J Bone Joint Surg Am* 1984 ; 66 : 1236-1240
- [26] Ponten B. The fascio cutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg. *Br J Plast Surg* 1981 ; 34 : 215-220
- [27] Postel M, Mazas F, de la Caffinière JY. Fracture-séparation postérieure des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop* 1974 ; 60 (suppl) : 317-323
- [28] Rasmussen PS. Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1973 ; 55 : 1331-1350
- [29] Sarmiento A, Kinnan PB. Fractures of the proximal tibia and tibia condyles, a clinical and laboratory comparative study. *Clin Orthop* 1979 ; 145 : 136-145
- [30] Savy JM. Fractures occultes du plateau tibial interne ; le genou. *Ann Radiol* 1994 ; 36 : 231-234
- [31] Schartzker J, Mac Broom R, Bruce D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975. *Clin Orthop* 1979 ; 138 : 94-104
- [32] Segal D, Mallik AR, Wetzler MJ, Franchi AV, Whitelaw GP. Early weight bearing of lateral tibial plateau fractures. *Clin Orthop* 1993 ; 294 : 232-237
- [33] Simon P, Kempf JF, Hammer D. Les difficultés dans le traitement chirurgical des fractures unitubérositaires complexes. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 : 138-140
- [34] Thomine JM, De Knoop D. Le traitement orthopédique des fractures bitubérositaires complexes et comminutives. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 : 143-147
- [35] Vielpeau C, Locker B, Seite G. Les difficultés dans le traitement chirurgical des fractures bitubérositaires complexes. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 : 140-143
- [36] Watson JT. High-energy fractures of the tibial plateau. *Orthop Clin North Am* 1994 ; 25 : 723-752

Fractures fémorales et tibiales autour des prothèses de genou

P Neyret
Ch Trojani
J Tabutin
T Aït Si Selmi

Résumé. – Les fractures fémorales et tibiales autour des prothèses de genou sont rares. Ces fractures peuvent survenir en peropératoire, au cours de la mise en place de la prothèse, ou à distance dans le temps de la mise en place de la prothèse. Le traitement adapté à ces fractures est décidé après avoir analysé trois paramètres : la localisation de la fracture, le degré de déplacement de la fracture et la stabilité de la prothèse.

Les fractures du fémur et du tibia pendant la mise en place d'une prothèse de genou sont de bon pronostic. Leur ostéosynthèse définitive d'emblée permet la mise en place d'une prothèse « standard » et la mobilisation immédiate du genou. Elles ne compromettent pas la fonction du genou prothésé.

Les fractures du fémur et du tibia après une prothèse de genou peuvent être classées de manière homogène en trois zones. L'attitude thérapeutique découle de ce démembrement. Si la fracture survient en zone extraprothétique, il faut traiter la fracture sans tenir compte de la prothèse, en privilégiant l'ostéosynthèse à foyer fermé. Si la fracture survient en zone intraprothétique, le traitement passe par le changement de la prothèse.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : prothèse de genou, fracture du fémur, fracture du tibia, classification des fractures.

Introduction

Les fractures du fémur et du tibia autour des prothèses du genou incluent les fractures de la diaphyse fémorale, les fractures supracondyliennes du fémur, les fractures du plateau tibial et les fractures de la diaphyse tibiale. Les fractures de la rotule et les ruptures du matériel prothétique adjacentes à une prothèse de genou ne sont pas traitées dans ce chapitre.

Ces fractures peuvent survenir lors de la mise en place de la prothèse, ou plus tard, après l'implantation de la prothèse du genou. Les fractures après prothèse sont trois fois plus fréquentes que les fractures peropératoires^[9, 32]. Ces fractures sont rares^[3, 11] : leur fréquence varie, dans la littérature, entre 0,3 et 2,5 %.

Classification en trois zones

Le démembrement des fractures autour des prothèses du genou a été appréhendé, dans la littérature anglo-saxonne, en séparant les fractures du fémur de celles du tibia.

Félix^[9] distingue quatre types de fractures au tibia : les fractures à l'interface prothèse-plateau tibial, les fractures passant par la tige

tibiale, les fractures n'intéressant pas la prothèse elle-même et les fractures de la tubérosité tibiale antérieure, qui sont un équivalent de rupture de l'appareil extenseur. Dans le sous-type A, la prothèse est stable ; dans le sous-type B, la prothèse est descellée.

Selon Engh^[8], il existe trois types de fractures du fémur au-dessus d'une prothèse du genou : dans le type 1, la prothèse est stable et la fracture peu déplacée. Dans le type 2, la prothèse est stable mais la fracture est déplacée. Dans le type 3, la fracture est le plus souvent déplacée et la prothèse instable. Dans les types 1 et 2, il faut traiter la fracture comme s'il n'y avait pas de prothèse. Dans le type 3, le traitement passe obligatoirement par le changement de la prothèse.

Ces classifications n'étant pas homogènes pour le fémur et le tibia, nous avons proposé une classification en trois zones qui permet d'intégrer tous les cas de figure qui peuvent se présenter au chirurgien orthopédiste^[32]. Cette classification est valable aussi bien pour le fémur que pour le tibia et tient compte de trois paramètres : la localisation de la fracture, la stabilité de la prothèse et le degré de déplacement de la fracture.

FRACTURES EN ZONE EXTRAPROTHÉTIQUE (fig 1)

Ces fractures surviennent à distance de la prothèse. Dans tous les cas, la prothèse est stable : il n'existe pas de descellement traumatique. Le traitement de ces fractures est le traitement classique d'une fracture du fémur ou du tibia, mais il faut tenir compte, dans le choix du matériel d'ostéosynthèse, de l'existence d'une quille ou d'un plot tibial ou fémoral.

FRACTURES EN ZONE INTRAPROTHÉTIQUE (fig 2)

Le trait de fracture intéresse l'interface os-ciment-prothèse ou os-prothèse. La prothèse est, dans tous les cas, descellée au cours du

Philippe Neyret : Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux.

Tarik Aït Si Selmi : Chirurgien des Hôpitaux.

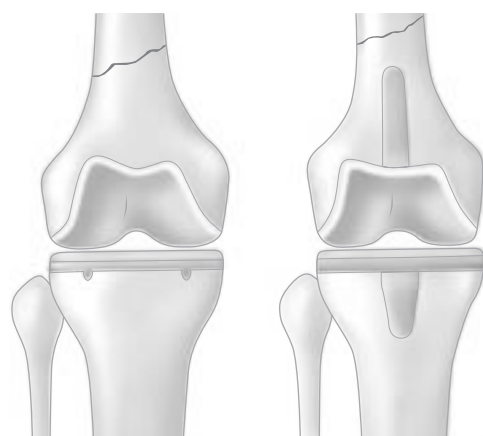
Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, centre Livet, hôpital de la Croix-Rousse, 103, Grande-Rue-de-la-Croix-Rousse, 69317 Lyon cedex 04, France.

Christophe Trojani : Chef de clinique-assistant des Hôpitaux.

Service de chirurgie orthopédique, centre hospitalier universitaire, hôpital de l'Archet 2, 151, Route St-Antoine-Ginestière, BP 3079, 06202 Nice cedex, France.

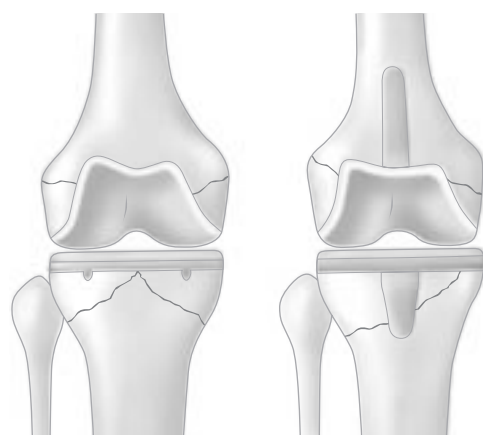
Jacques Tabutin : Chirurgien des Hôpitaux.

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital des Broussailles, 13, avenue des Broussailles, BP 264, 06401 Cannes cedex, France.



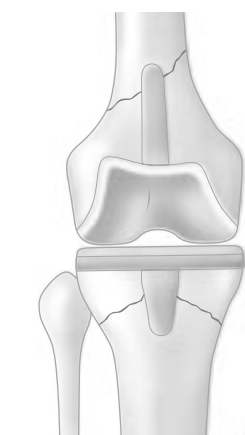
1 Fracture en zone extra-prothétique. Prothèse toujours stable. Traitement : ostéosynthèse.

EMC



2 Fracture en zone intra-prothétique. Prothèse toujours descellée. Traitement : changement de prothèse.

EMC



3 Fracture autour de la quille ou zone intermédiaire (la fracture n'est pas intercondylienne, c'est-à-dire ne touche pas l'interface os-prothèse). Stabilité de la prothèse ?

EMC

traumatisme : la prothèse n'est plus stable. Le traitement passe par le changement de la prothèse. Ce changement de prothèse peut être immédiat, souvent grâce à une prothèse à tige longue, ou différé, mais il faut alors recourir à une ostéosynthèse transitoire.

FRACTURES AU NIVEAU DE LA QUILLE (fig 3)

Il s'agit de fractures en zone prothétique, mais ne touchant pas l'interface os-ciment. Le problème est de savoir si la prothèse est ou non descellée. Il est utile, pour répondre à cette question, de connaître les statuts clinique du patient et radiographique de la prothèse avant la fracture. Si la prothèse est stable, on se retrouve dans le cadre d'une fracture en zone extraprothétique. Si la prothèse est descellée, on se retrouve dans le cadre d'une fracture en zone intraprothétique.



4 Fracture peropératoire du plateau tibial interne au cours de la mise en place d'une prothèse totale du genou. Ostéosynthèse par deux vis spongieuses transversales puis mise en place de la prothèse.

Fractures pendant l'implantation d'une prothèse du genou

La fracture survient en règle avant la mise en place de la prothèse. Elle peut survenir au cours de la mise en place d'une prothèse totale ou d'une prothèse unicompartmentale du genou. En cas de doute sur l'étendue du trait de fracture ou sur le déplacement de la fracture, il est utile de s'aider de radiographies peropératoires. Après une exposition chirurgicale suffisante, une ostéosynthèse définitive est réalisée d'emblée et une prothèse de genou « standard » est implantée. Le risque de fracture peropératoire semble plus important pour les prothèses totales que pour les prothèses unicompartmentales du genou, mais ceci doit être pondéré par la plus grande fréquence d'implantation des prothèses totales de genou [9, 32].

FRACTURES PEROPÉRATOIRES DU TIBIA

Les fractures du tibia pendant la mise en place d'une prothèse de genou peuvent concerner le plateau tibial externe, le plateau tibial interne, ou la diaphyse tibiale à son tiers supérieur.

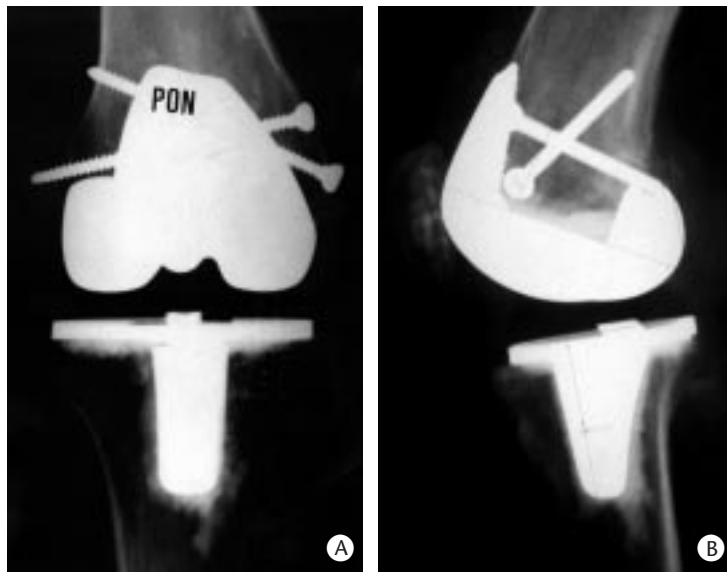
Plusieurs facteurs favorisent la survenue d'une fracture pendant la mise en place d'une prothèse de genou. Le relèvement de la tubérosité tibiale antérieure, s'il est utile, fragilise la métaphyse supérieure du tibia et peut être à l'origine de fractures du tibia [24]. Les plots tibiaux des prothèses unicompartmentales à composant métal-back peuvent être agressifs et source de fractures du plateau tibial. Un conflit entre une quille longue et la diaphyse peut être responsable d'une fracture diaphysaire [8].

L'ostéosynthèse par vis transversales autorise l'implantation d'une prothèse de genou si les vis sont positionnées vers l'arrière pour ne pas gêner la mise en place de la quille tibiale (fig 4) si la prothèse en comporte une.

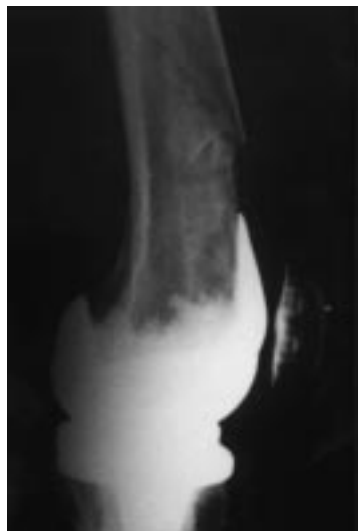
FRACTURES PEROPÉRATOIRES DU FÉMUR

Les fractures du fémur pendant la mise en place d'une prothèse de genou sont quasi exclusivement des fractures unicondyliennes du fémur distal [8, 32]. Ces fractures surviennent avant l'implantation de la prothèse définitive.

Plusieurs facteurs peuvent favoriser la survenue des fractures. Au fémur, certaines prothèses totales de genou ont une cage centrale de volume important. La coupe imposée de l'échancrure est large et expose à un risque de fragilisation des condyles [25], surtout pour les genoux de petite taille. La réalisation du point d'entrée de l'ancillaire fémoral peut également être à l'origine d'une fracture. L'extraction de l'ancillaire fémoral représente un autre danger : tout mouvement



5 Fracture du condyle interne pendant une prothèse totale de genou. Ostéosynthèse par deux vis transversales puis mise en place de la prothèse.



6 Fracture oblique du fémur survenue 3 jours après une prothèse totale du genou et due à une effraction corticale antérieure lors de la réalisation de la coupe fémorale antérieure (courtoisie P Chambat).

de rotation ou de balancier est à proscrire. L'ostéosynthèse d'une fracture unicondylienne par des vis transversales suffisamment antérieures permet de ne pas gêner la réalisation des coupes ni l'implantation d'un carter fémoral standard (fig 5) et de mener l'intervention à son terme sans autre problème technique et sans changer de matériel prothétique en cours d'intervention.

Une effraction corticale antérieure lors de la coupe fémorale antérieure peut engendrer une fracture fémorale (fig 6).

L'ostéosynthèse solide des fractures peropératoires puis la réalisation, dans le même temps opératoire, d'une prothèse de genou « standard » permettent la mobilisation immédiate du genou prothésé sous couvert d'un appui différé. Les fractures peropératoires ostéosynthésées consolident dans des délais normaux et ne compromettent pas la fonction du genou prothésé.

Fractures après prothèse du genou

Les fractures après prothèse de genou se caractérisent par un intervalle libre entre la mise en place de la prothèse et la fracture. Le délai moyen des fractures du tibia après prothèse de genou est compris selon les séries entre 6 mois et 5 ans^[9, 32] alors qu'il est supérieur à 5 ans pour les fractures du fémur^[2, 32]. Contrairement aux fractures peropératoires, ces fractures surviennent sur un os fragilisé et leur pronostic est moins favorable en termes de



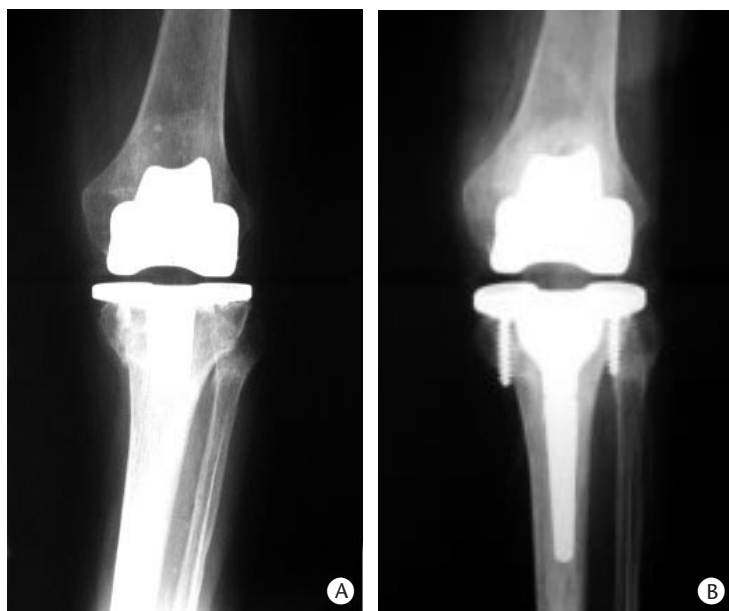
7 Fracture du tibia après prothèse totale de genou en zone extraprothétique. Ostéosynthèse par enclouage centromédullaire (courtoisie J Tabutin).

consolidation^[23]. Il est essentiel de savoir si la prothèse était stable avant la fracture : l'interrogatoire est crucial pour rechercher des douleurs préfracturaires ou une désaxation faisant soupçonner un descellement. Les radiographies anciennes peuvent le confirmer. Les objectifs du traitement sont d'obtenir la consolidation de la fracture, un bon alignement du membre inférieur et une bonne mobilité du genou.

FRACTURES DU TIBIA APRÈS PROTHÈSE DU GENOU

Les fractures du tibia en zone extraprothétique après prothèse du genou peuvent être traitées par immobilisation en cas de fracture non déplacée et stable^[9] ou par ostéosynthèse à l'aide d'une plaque^[9]. À notre connaissance, aucun article dans la littérature ne mentionne l'utilisation d'un enclouage centromédullaire antérograde comme ostéosynthèse d'une fracture du tibia sous une prothèse de genou. Si le composant tibial de la prothèse n'a pas de quille centrale, le passage du clou ne pose pas de problème (fig 7). Si le composant prothétique tibial est muni d'une quille, un calque préopératoire précis permet de savoir si un enclouage est possible. Une flexion du genou inférieure à 90° peut empêcher l'enclouage.

Lors d'une fracture en zone intraprothétique après prothèse du genou, la prothèse est toujours descellée. Le traitement passe donc par le changement de la prothèse de genou. Ce changement peut être immédiat ou différé. Le changement différé de la prothèse ne dispense pas toujours d'une ostéosynthèse provisoire et impose ainsi une intervention supplémentaire chez des patients dont l'état général est souvent altéré. Le changement en un seul temps de la prothèse, associé si nécessaire à l'ostéosynthèse de la fracture, est le



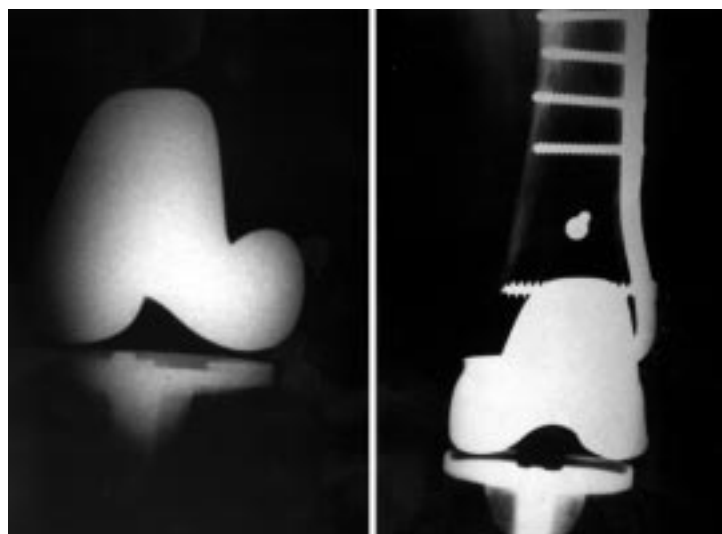
8 Fracture du tibia après prothèse totale du genou en zone intraprothétique. Changement de prothèse : composant tibial à tige longue (courtoisie J Tabutin).

traitement de choix. Il est préférable que la tige allongée ait une forme tronconique (fig 8) afin qu'elle joue un rôle de guide sans se bloquer dans la diaphyse. En effet, une tige cylindrique prend contact avec la corticale en zone distale, ce qui peut empêcher l'impaction du foyer de fracture et favoriser une pseudarthrose.

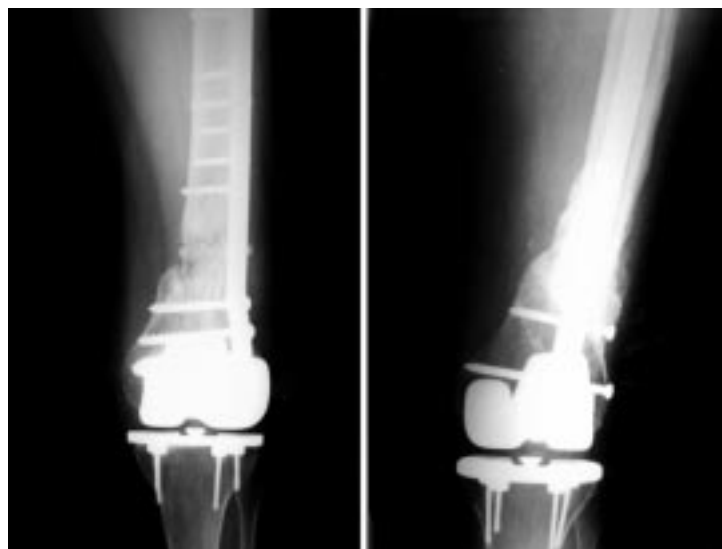
Ainsi, une fracture du tibia non déplacée en zone extraprothétique peut être traitée orthopédiquement mais, dans tous les autres cas, seule l'ostéosynthèse pour les fractures en zone extraprothétique et le changement de prothèse pour les fractures en zone intraprothétique peuvent permettre d'obtenir une prothèse stable et de redonner une fonction correcte au genou prothésé.

FRACTURES DU FÉMUR APRÈS PROTHÈSE DU GENOU

L'ostéosynthèse est le traitement des fractures en zone extraprothétique après prothèse du genou. Les indications pour les fractures du fémur après prothèse du genou en zone extraprothétique sont les mêmes que pour un genou non prothésé. Ce sont surtout les méthodes retenues qui doivent prendre en compte la présence d'une prothèse. Si certains auteurs recommandent le traitement orthopédique en cas de fracture non déplacée [20, 31], l'inconvénient est de ne pas permettre une mobilisation précoce du genou avec, à terme, un risque de raideur important. L'ostéosynthèse apparaît préférable pour ne pas compromettre la fonction du genou prothésé [5, 7, 29]. L'ostéosynthèse est indispensable en cas de fracture déplacée. Elle peut faire appel à du matériel classique, par plaque ou lame-plaque (fig 9), parmi lesquelles la plaque DCS semble avoir, dans ce cas de figure, la meilleure résistance [6]. Ce type de synthèse expose à des pseudarthroses. Healy [11] rapporte, sur 20 cas, une consolidation systématique de première intention, pour d'autres auteurs [1, 2, 4, 19, 29], l'évolution peut être émaillée de complications à type de pseudarthroses ou de cals vicieux. Dans les cas de pseudarthroses, l'enclouage antérograde verrouillé associé à une décortication-greffe est une solution intéressante (fig 10) dont la faisabilité doit être appréciée par un planning préopératoire précis, définissant en particulier l'espace entre la fracture et la prothèse de genou. Certains auteurs préconisent des artifices techniques pour pallier l'inconvénient d'un os de mauvaise qualité : Zehntner [33] recommande l'injection de ciment, Peyton [22] la mise en place d'une tige longue par le foyer de fracture ; on peut également recourir à une autogreffe tricorticale enchâssée en « bilboquet » ou à une allogreffe en « sandwich », ou même l'utilisation d'un fixateur externe [28]. Devant la difficulté de consolidation de ces fractures, leur traitement par ostéosynthèse à foyer fermé s'est développé



9 Fracture du fémur après prothèse totale de genou en zone extraprothétique. Ostéosynthèse par lame-plaque à 95° (courtoisie P Rivat).



10 Fracture du fémur après prothèse totale du genou en zone extraprothétique. Ostéosynthèse par lame-plaque. Pseudarthrose. Consolidation acquise après reprise chirurgicale par enclouage centromédullaire antérograde et décortication-greffe (courtoisie J Tabutin).

récemment, en particulier par enclouage centromédullaire rétrograde [12, 13, 18, 21, 26, 30], à réaliser sous amplificateur de brillance (fig 11), sur table ordinaire, genou fléchi à 45°. Le point d'introduction du clou fémoral rétrograde nécessite un espace intercondylien suffisant, c'est-à-dire au moins 12 mm. Il est réalisable si la prothèse de genou en place est à conservation du ligament croisé postérieur ou si la prothèse de genou est postérostabilisée, mais pas en cas de troisième condyle. Parmi les prothèses conservant le ligament croisé postérieur, seule la prothèse Miller-Galante premier modèle taille *small* ne permet pas le passage de ces clous puisque son échancrure est de 11 mm [8, 13].

Le changement de prothèse est le traitement de choix des fractures du fémur après prothèse en zone intraprothétique. Il fait appel à des prothèses de reprise qui comportent des tiges longues (fig 12). L'ostéosynthèse d'une fracture en zone intraprothétique après prothèse de genou expose à un échec du fait du descellement de la prothèse associé à la fracture (fig 13). Certains auteurs [14, 17] recommandent le recours à une allogreffe ou une prothèse de reconstruction qui permettent d'améliorer la survie des patients âgés et fragiles. Le traitement orthopédique n'est pas une solution adaptée à ces fractures et expose au cal vicieux en varus [8, 16, 27] (fig 14).



11 Fracture du fémur après prothèse totale du genou en zone extraprothétique. Ostéosynthèse par enclouage centromédullaire rétrograde. Valgus résiduel.



12 Fracture du fémur après prothèse totale du genou en zone intraprothétique. Changement de prothèse (courtoisie P Boileau).

Les fractures en zone intermédiaire, ou au niveau de la quille, ne touchent pas l'interface os-prothèse. Leur traitement dépend de la stabilité de la prothèse. Le problème est de savoir si la prothèse est ou n'est pas descellée. Il est utile, pour répondre à cette question, de connaître les statuts clinique et radiographique précédant la fracture. Si la prothèse est instable, on se retrouve dans le cadre d'une fracture en zone intraprothétique et il faut changer la prothèse. Si la prothèse est stable, on se retrouve dans le cadre d'une fracture en zone extraprothétique. Il faut alors tenir compte, dans le choix du matériel d'ostéosynthèse, de l'espace disponible, entre la fracture et la prothèse [16].

Dans ces fractures, l'espace entre la fracture et la prothèse est souvent minime et, si la prothèse n'est pas descellée, le choix du type d'ostéosynthèse doit être soigneusement planifié. L'enclouage fémoral rétrograde y trouve tout son intérêt car il permet de traiter des fractures du fémur très distales.

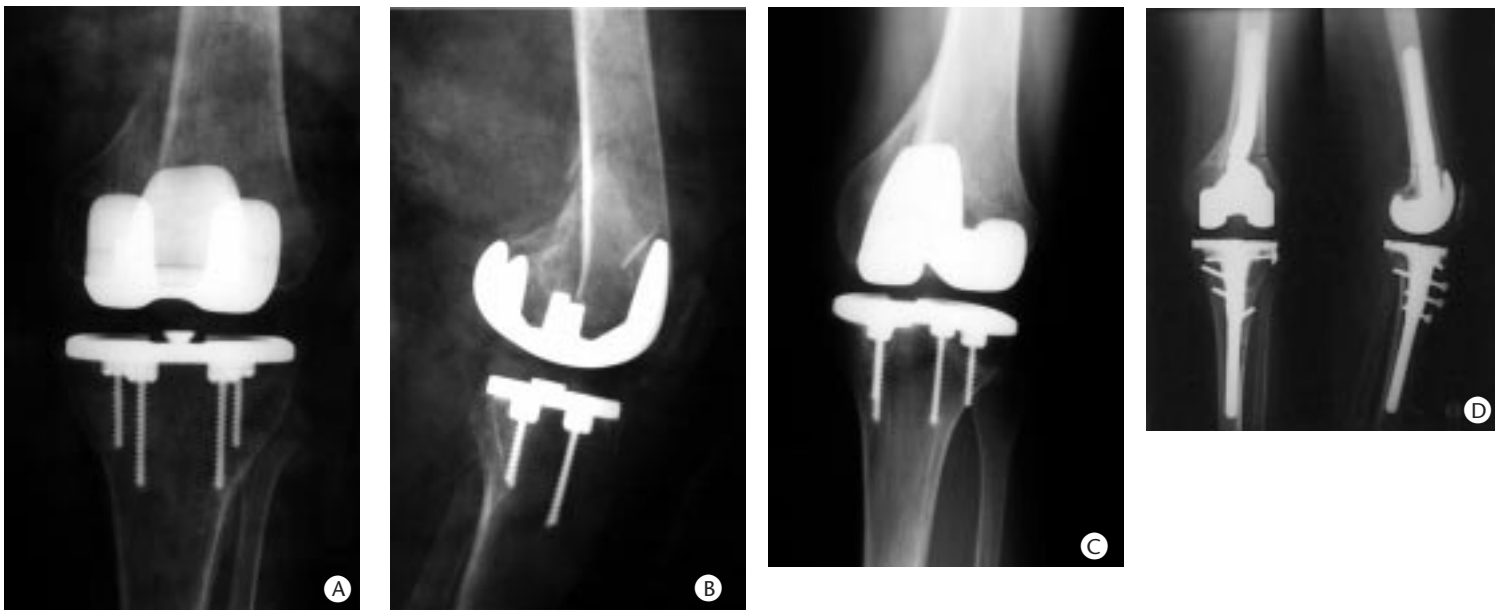
Fractures entre prothèses de hanche et de genou

Les fractures du fémur entre prothèse totale de hanche et prothèse totale de genou représentent un cas particulier car elles sont grevées



13 Fracture du fémur après prothèse totale de genou en zone intraprothétique. Ostéosynthèse par plaque. Pseudarthrose, débridage. Consolidation acquise après reprise chirurgicale par changement de prothèse (courtoisie B Schlatterer).

d'une morbidité majeure. Kenny [15], sur quatre cas, dénombre deux pseudarthroses et deux amputations de cuisse. Les difficultés de consolidation peuvent être contournées par une ostéosynthèse centromédullaire : là encore, c'est l'intérêt du clou fémoral rétrograde (fig 15). Cette situation clinique rare devrait augmenter du fait de la multiplication des arthroplasties. Si l'enclouage est techniquement impossible (composant fémoral à tige, genou raide), les plaques à trous décalées, les plaques à pattes latérales ou les plaques-cables sont utiles [7]. Dans ces cas, une greffe iliaque doit être discutée d'emblée du fait du risque élevé de pseudarthroses [15].



14 Fracture du fémur après prothèse totale du genou en zone intraprothétique. Traitement orthopédique. Cal vicieux intra-articulaire en varus, rotule basse, douleurs, boiterie, mobilité : 20°-80°. Changement de prothèse (tiges longues décalées fémorale et tibiale, postéro-stabilisée), ostéotomie de la tubérosité tibiale antérieure, ostéotomie fémorale de valgisation (soustraction externe.)



15 Fracture du fémur après prothèse, entre prothèse totale de hanche et prothèse totale de genou, en zone extraprothétique. Ostéosynthèse par enclouage centromédullaire rétrograde.

Références

- [1] Aaron RK, Scott RD. Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1987 ; 219 : 136-139
- [2] Anderson SP, Matthews LS, Kaufer H. Treatment of juxta-articular nonunion fractures at the knee with a long-stem total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1990 ; 260 : 104-109
- [3] Ayers DC, Dennis DA, Johnson NA, Pellegrini VD. Common complications of total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 278-311
- [4] Bogoch E, Hastings D, Gross A, Gschwend N. Supracondylar fractures of the femur adjacent to resurfacing and McIntosh arthroplasties of the knee in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1988 ; 229 : 213-220
- [5] Culp PW, Schmidt RG, Hanks G, Mak A, Esterhai JL, Heppenstall B. Supracondylar fracture of the femur following prosthetic knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1987 ; 222 : 212-221
- [6] Cusick RP, Lucas GL, McQueen DA, Graber CD. Biomechanical strength of different fixation methods of supracondylar fractures above a total knee prosthesis. *AAOS Abstracts Book*, 1999 ; Poster 112 : 113
- [7] Dave DJ, Koka SR, James SE. Mennen plate fixation for fracture of the femoral shaft with ipsi-lateral total hip and knee arthroplasties. *J Arthroplasty* 1995 ; 10 : 113-115
- [8] Engh GA, Ammeen DJ. Periprosthetic fractures adjacent to total knee implants. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 1109-1113
- [9] Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD. Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1997 ; 345 : 113-124
- [10] Figgie MP, Goldberg VM, Figgie HE, Sobel M. The results of treatment of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1990 ; 5 : 267-276
- [11] Healy WL, Siliski JM, Incavo SJ. Operative treatment of distal femoral fractures proximal to total knee replacements. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 25-34
- [12] Henry SL. Management of supracondylar fractures proximal to total knee arthroplasty with the GSH supra-condylar nail. *Contemp Orthop* 1995 ; 31 : 231-238
- [13] Jabczynski FF, Crawford M. Retrograde intra-medullary nailing of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasty. A preliminary report of four cases. *J Arthroplasty* 1995 ; 10 : 95-101
- [14] Jacobs PM, Williams RP, Mabrey JD. Segmental skeletal replacement peri-prosthetic fractures about knee in debilitated patients. *AAOS*, San Francisco, Knee Society, Paper 24, 1997
- [15] Kenny P, Rice J, Quinlan W. Interprosthetic fracture of the femoral shaft. *J Arthroplasty* 1998 ; 13 : 361-364

- [16] Kharrazi FD, Chandler RW, Spitzer AI. Supracondylar periprosthetic femur fractures following total knee arthroplasty. *Curr Opin Orthop* 1999 ; 10 : 27-33
- [17] Kraay MJ, Goldberg VM, Figgie MP, Figgie HE. Distal femoral replacement with allograft/prosthetic reconstruction for the treatment of supracondylar fractures in patients with total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1992 ; 7 : 7-16
- [18] McLaren AC, Dupont JA, Schoeber DC. Open reduction and internal fixation of supracondylar fractures above total knee arthroplasties using the intra-medullary supracondylar rod. *Clin Orthop* 1994 ; 302 : 194-198
- [19] Merkel KD, Johnson EW. Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 29-43
- [20] Moran MC, Brick GW, Sledge CB, Dysart SH, Chien EP. Supracondylar femoral fracture following total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1996 ; 324 : 169-209
- [21] Murrel GA, Nunley JA. Interlocked supracondylar intramedullary nail for supracondylar fractures after total knee arthroplasty. a new treatment method. *J Arthroplasty* 1995 ; 10 : 37-42
- [22] Peyton RS, Booth RE. Supracondylar fracture above an Insall-Burstein CCK total knee: a new method of intramedullary stem fixation. *J Arthroplasty* 1998 ; 13 : 473-478
- [23] Rand JA. Supracondylar fracture of the femur associated with polyethylene wear after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1994 ; 76 : 1389-1393
- [24] Ritter MA, Carr K, Keating EM, Faris PM, Meding JB. Tibial shaft fracture following tibial tubercle osteotomy. *J Arthroplasty* 1996 ; 11 : 117-119
- [25] Ritter MA, Faris PM, Keating EM. Anterior femoral notching and ipsi-lateral supracondylar femur fracture in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1988 ; 3 : 185-187
- [26] Ritter MA, Keating EM, Faris PM, Meding JB. Rush rod fixation of supracondylar fractures above total knee arthroplasties. *J Arthroplasty* 1995 ; 10 : 213-216
- [27] Schatzker J. Fractures of the distal femur revisited. *Clin Orthop* 1998 ; 247 : 43-56
- [28] Simon RG, Brinker MR. Use of Ilizarov external fixation for periprosthetic supracondylar femur fracture. *J Arthroplasty* 1999 ; 14 : 118-121
- [29] Sisto DJ, Lachiewicz PF, Insall JN. Treatment of supracondylar fractures following total knee arthroplasty of the knee. *Clin Orthop* 1985 ; 196 : 265-272
- [30] Smith WJ, Martin SL, Mabrey JD. Use of supracondylar nail for treatment of a supracondylar fracture of the femur following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1996 ; 11 : 210-213
- [31] Sochart D, Hardinje K. Non surgical management of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1997 ; 12 : 830-834
- [32] Trojani CH, Tabutin J, Ait SiSelmi T, Minelli G, Neyret PH. Démembrement et prise en charge des fractures fémorales et tibiales autour des prothèses de genou. In : Chirurgie prothétique du genou. Montpellier : Sauramps Médical, 1999 : 293-304
- [33] Zehntner MK, Ganz R. Internal fixation of supracondylar fractures after condylar knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1993 ; 293 : 219-224
-

Libération de l'appareil extenseur selon Judet pour raideur sévère du genou en extension

P Jouffroy
T Judet

Résumé. — La raideur du genou en extension a deux composantes : une articulaire, une extra-articulaire due à l'adhérence du quadriceps.

Robert et Jean Judet ont proposé en 1956 une technique efficace pour résoudre ce problème délicat.

Les indications doivent être posées avec circonspection : le malade doit être demandeur et prévenu de la lourdeur du geste, l'infection doit être guérie, le fémur doit être solide, l'état de la peau et des parties molles doit être bon.

La technique opératoire comporte deux temps fondamentaux : l'arthrolyse ; la désinsertion quadricipitale se fait par une grande voie d'abord externe, elle comporte le décollement complet du vaste externe et du crural de toute la diaphyse fémorale, se termine par la section du tendon principal du vaste externe et surtout celui du tendon du droit antérieur.

La libération de l'appareil extenseur est une intervention progressive, il faut solliciter la flexion à chaque temps opératoire, le contrat minimal en fin d'intervention est d'obtenir une flexion à 100°.

Les suites opératoires sont centrées sur la rééducation passive pure aidée par le traitement antalgique postopératoire et la mobilisation sur attelle motorisée pendant les 3 premières semaines.

La résultat fonctionnel est acquis au-delà de 6 mois.

Les complications doivent être traitées pour continuer la rééducation, elles entraînent souvent une perte de gain de mobilité.

La libération de l'appareil extenseur est une intervention efficace à condition de respecter les temps opératoires et d'avoir largement informé le patient.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Ce chapitre concerne les raideurs post-traumatiques constituées du genou. Cela élimine de fait les raideurs postopératoires à court terme pour lesquelles la rééducation, parfois la mobilisation sous anesthésie générale, la libération sous arthroscopie d'adhérences intra-articulaires peuvent encore être efficaces. Cela élimine également la raideur qui survient après pose d'une prothèse de genou.

La raideur du genou constituée a deux composantes :

- l'une articulaire : due aux adhérences intra-articulaires, à la symphyse du cul-de-sac sous-quadricipital et des rampes condyliennes, à la rétraction des ailerons, et plus rarement à la fixation de la rotule à la trochlée ;

- l'autre extra-articulaire : due à l'adhérence du quadriceps à un éventuel cal fémoral et à l'aponévrose fémorale, à la rétraction du muscle par la fibrose cicatricielle, aux adhérences cutanées aux plans profonds, aux adhérences dues aux fiches de fixateurs externes.

En fonction des différentes pathologies qui sont responsables de cette raideur, ces deux composantes se répartissent dans des proportions variables.

Robert et Jean Judet ont proposé, en 1956, une technique permettant de résoudre efficacement le problème de la raideur du genou qui a pour avantage de respecter la continuité de l'appareil extenseur.

Indications

L'intervention ne peut être envisagée sans conditions préalables.

Le patient doit être demandeur et informé. L'intervention est lourde et les suites sont douloureuses, la rééducation est longue et pénible.

En cas d'infection, elle doit être guérie. Les critères de guérison sont classiques :

- biologie : normalisation de la vitesse de sédimentation (VS) et de la C-reactive protein (CRP) ;

- clinique : membre inférieur cicatrisé, indolore, fémur consolidé ;

- temps écoulé : il reste le meilleur élément de sécurité. Il ne faut pas tenter une libération d'appareil extenseur sans avoir laissé s'écouler un délai d'au moins 1 an après consolidation dans un contexte infectieux.

La solidité du fémur doit être acquise. On adopte différentes attitudes concernant le matériel d'ostéosynthèse : pour la métaphyse inférieure, on peut pratiquer l'ablation du matériel de façon simultanée à la libération de l'appareil extenseur ; pour les plaques diaphysaires, il est préférable de faire une ablation préalable de quelques mois ou de les laisser en place comme on le fait volontiers pour les clous.

Pomme Jouffroy : Chef de service adjoint d'orthopédie et traumatologie, hôpital Saint-Michel, 33, rue Olivier-de-Serres, 75730 Paris cedex 15, France.

Thierry Judet : Professeur agrégé, chef de service d'orthopédie traumatologie, hôpital Tenon, 4, rue de la Chine, 75970 Paris cedex 20, France.

Les désaxations squelettiques importantes quand elles sont associées à la raideur doivent être corrigées par un geste d'ostéotomie préalable et la libération ne doit être envisagée qu'après consolidation.

L'état de l'articulation du genou et de la fémoropatellaire doit être considéré :

- l'instabilité ne doit pas être un obstacle à la libération de l'appareil extenseur, le patient a un confort de vie bien supérieur avec un genou mobile malgré l'instabilité qui n'est en règle pas aggravée par la libération du genou ;

- l'état de l'interligne amène à discuter l'indication de gestes associés. Il peut s'agir, pour l'articulation fémoropatellaire, d'une régularisation rotulienne, voire d'une patelloplastie vraie, éventuellement complétée par un dispositif externe temporaire de suspension rotulienne par broches, solidarisé au tibia et entrant dans le cadre de la chirurgie sous distraction articulaire. Parfois enfin, se discute l'implantation associée d'une prothèse articulaire. On est cependant surpris de la qualité du résultat obtenu malgré l'altération des cartilages.

L'état de la peau et des parties molles de la cuisse est fondamental. Il peut nécessiter un temps de plastie cutanée préalable afin de recréer le plan de glissement sous-cutané, en particulier quand la peau est directement adhérente à l'os. Il est parfois nécessaire de faire une reconstruction de l'appareil extenseur lui-même.

Enfin, il s'agit d'une intervention hémorragique pour laquelle il faut envisager un protocole d'autotransfusion préopératoire, une hémomodulation normovolémique et une récupération sanguine peropératoire afin de diminuer les risques liés à la transfusion sanguine. Ces différentes techniques peuvent être utilisées séparément ou en association, en fonction des habitudes et des disponibilités.

Technique opératoire

INSTALLATION

L'intervention est réalisée sur table ordinaire, en décubitus dorsal, avec un coussin sous la fesse homolatérale. Le champ prend tout le membre inférieur et permet un accès jusqu'à la hanche et la crête iliaque (fig 1).

GARROT

L'hémostase temporaire peut être assurée par une bande d'Esmarch stérile placée à la racine de la cuisse et appuyée ou non sur une broche trochantérienne. Pour pratiquer la partie haute de l'intervention, on enlève la bande d'Esmarch. On peut également envisager de pratiquer l'intervention sans garrot, c'est impératif chez les patients ayant eu des lésions vasculaires ou un syndrome des loges.

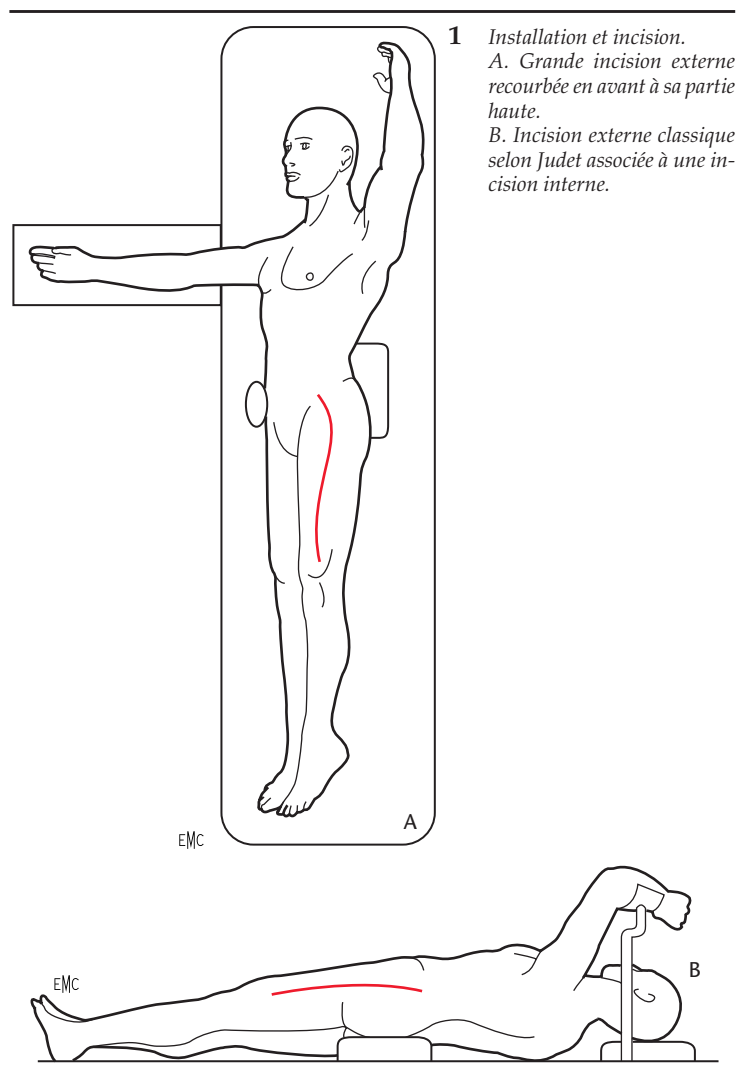
PREMIER TEMPS : ARTHROLYSE

Dans la technique princeps, Robert et Jean Judet préconisaient de faire l'arthrolyse par une voie interne, et le temps de libération quadricipitale par voie externe (fig 1).

Si on choisit cette solution, il faut respecter les règles indiquées, l'incision interne doit être franchement latérale à plus de 2 cm de la rotule, il s'agit d'une incision de Gernez qui respecte l'intégrité du quadriceps ; elle doit mesurer de 12 à 15 cm de longueur.

Toutefois, en raison de la souffrance fréquente de la peau pérerotulienne, on a proposé de faire l'arthrolyse par une voie externe. Il faut préciser que l'arthrolyse par voie externe ne peut se faire qu'à condition de libérer le quadriceps sur le tiers inférieur du fémur sans quoi l'abord n'est pas suffisant, on prend donc le parti d'une voie d'abord d'emblée plus extensive (fig 1).

Il faut poser l'indication en fonction du type de raideur :



- si l'étiologie est intra-articulaire avec une participation extra-articulaire, on opte pour deux voies ;

- si l'étiologie est essentiellement fémorale, la voie d'abord externe est indiquée.

En cas de voie médiane préalable, on a tendance à choisir la voie externe pure pour ne pas multiplier les incisions dans une zone où la peau est fragile.

■ Arthrolyse

Elle comporte :

- la section de l'aileron interne (fig 2) (externe si on a choisi la voie externe) ;

- l'excision de toutes les adhérences du cul-de-sac sous-quadricipital de façon à le libérer complètement ;

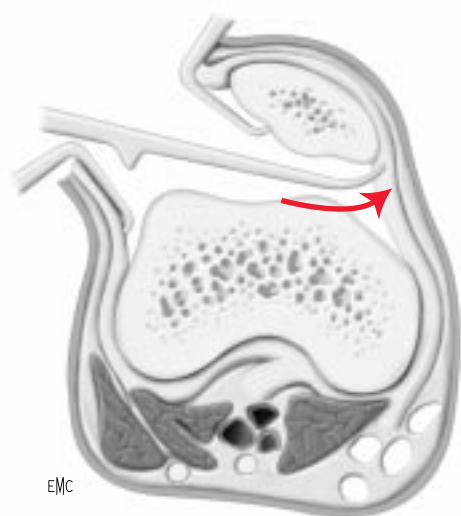
- la libération des adhérences de la rotule à la trochlée, à la spatule ou au bistouri ;

- la section de l'aileron externe par voie sous-rotulienne (interne si voie externe).

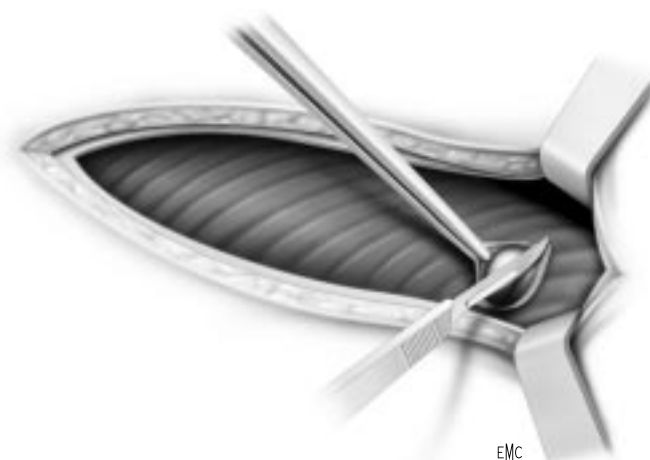
Ce temps de libération doit permettre à la rotule de s'avancer à distance du plan trochléen ce qui, dans les raideurs en extension, est un préalable nécessaire à toute possibilité de flexion du genou.

■ Libération des adhérences intra-articulaires (fig 2)

- Pour l'adhérence des plans ligamentaires latéraux, il faut leur rendre la possibilité de glissement sur les faces latérales des condyles, au bistouri de bas en haut sans aller jusqu'aux tubercules condyliens, respectant ainsi les insertions anatomiques des ligaments.



2 Section de l'aileron interne et décollement rotulien.



3 Désinsertion du vaste externe.

– Les adhérences intra-articulaires vraies, fémorotibiales et entre le fémur et les coques condyliennes, sont à libérer au ciseau courbe ; ce temps postérieur de l'arthrolyse se fait volontiers en fin d'intervention, après la libération du quadriceps, quand la flexion obtenue permet d'atteindre le compartiment postérieur.

– C'est dans le même ordre d'idée qu'une rétraction fibreuse du ligament adipeux peut amener à le réséquer.

Dans nombre de cas, ces gestes d'arthrolyse faits à la demande et successivement, permettent d'obtenir la flexion désirée. Dans d'autres cas, en particulier quand la raideur est serrée et surtout d'origine mixte fémorale plutôt qu'articulaire, la désinsertion quadricipitale est nécessaire.

DÉSINSERTION QUADRICIPITALE

Elle est donc nécessaire. Elle se fait par une grande voie d'abord externe prolongeant l'abord articulaire quand celui-ci est externe. Elle nécessite, pour la réalisation de la partie haute, la levée du garrot si on en a utilisé un et une hémostase soigneuse avant de continuer l'intervention.

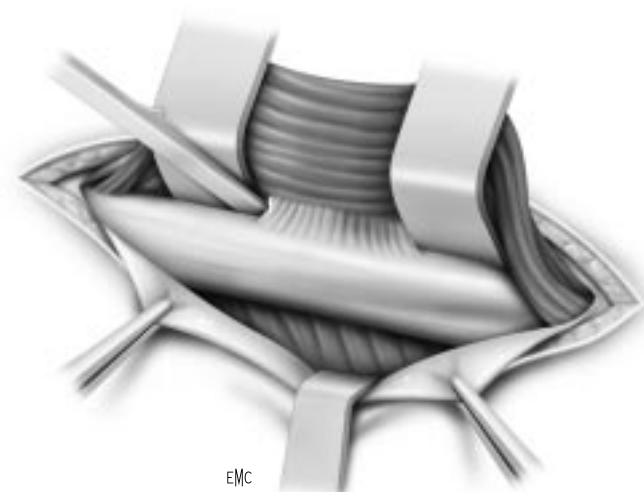
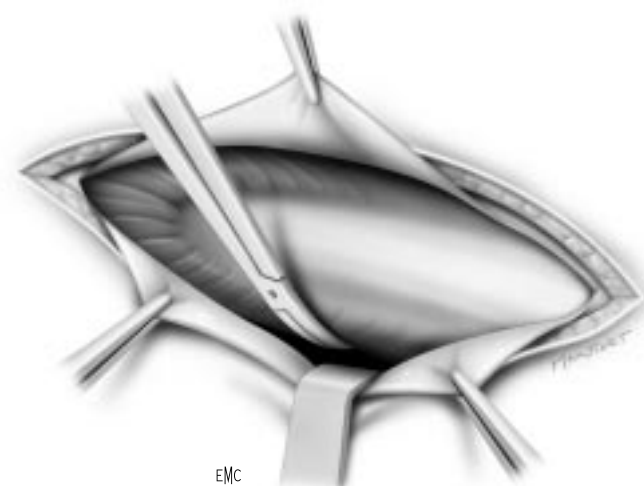
Elle comporte :

- l'incision du fascia lata ;
- la libération de toutes les adhérences entre le quadriceps et le fascia lata, entre le fascia lata et la peau, pour recréer les différents plans de glissement anatomiques interrompus par les lésions cutanées, les fiches de fixateur ;
- la désinsertion du vaste externe de son aponévrose et de la ligne âpre avec ligature soigneuse des pédicules perforants ;
- le décollement complet du vaste externe et du crural de la diaphyse fémorale. Cette désinsertion doit être totale, intéressant les faces externe, antérieure et interne, elle doit si possible rester extrapériostée ;
- la section du tendon principal du vaste externe (fig 3) est une désinsertion complète du vaste externe sur la crête sous-trochantérienne et à la face antérieure du grand trochanter.

La flexion obtenue est souvent insuffisante et il faut alors, de façon isolée ou associée en fonction des constatations opératoires :

- libérer le vaste interne du fémur (fig 4). Il peut présenter des adhérences très importantes et nécessiter :

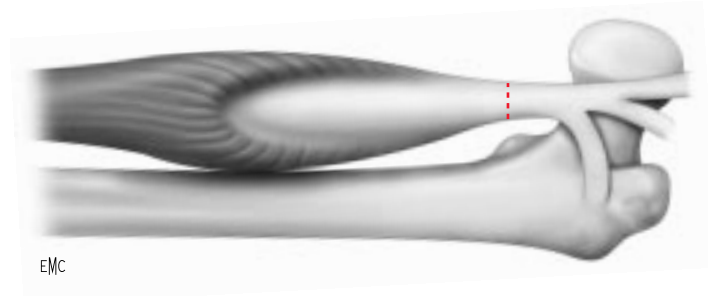
- une extension vers la racine du membre de la voie d'abord interne ;
- un abord interne complémentaire en cas d'abord externe unique. Le paquet fémoral n'est pas abordé car on reste en avant de la cloison intermusculaire. Cependant, il arrive que les dégâts



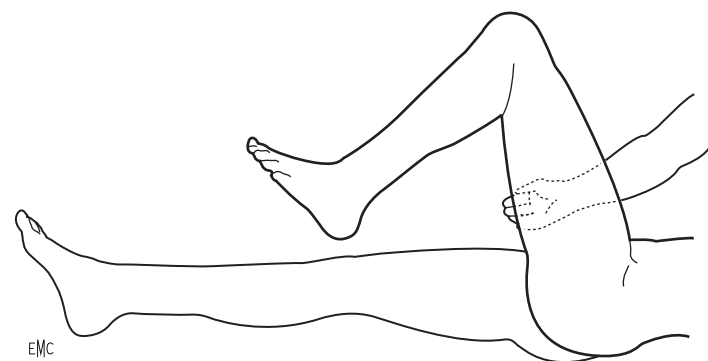
4 Désinsertion du quadriceps.

initiaux aient provoqué des anomalies anatomiques telles que le paquet fémoral se retrouve dans la dissection ;

- faire une plastie en « Z » du tenseur du fascia lata, si son aponévrose est trop tendue dans la flexion quand le déficit de flexion persistant est notoirement plus important hanche en extension que hanche en flexion ;
- sectionner la totalité du tendon du droit antérieur en aval de la divergence entre le tendon direct et le tendon réfléchi (fig 5).



5 Désinsertion du droit antérieur.



6 Flexion contre pesanteur.

On s'assure que la rétraction du droit antérieur est bien en cause en amenant le genou en flexion maximale, on palpe le muscle et son tendon qui sont alors en tension majeure.

Dans la technique princeps, la voie d'abord décrite est purement externe jusque dans sa partie haute, il est donc nécessaire de sectionner à l'aveugle le tendon du droit antérieur, on le palpe au doigt en fléchissant le genou, ce geste peut présenter un risque pour le nerf crural.

Pour pallier cet inconvénient, on a proposé d'infléchir la voie d'abord vers l'avant à sa partie haute de façon à aborder le tendon du droit antérieur et à pouvoir le sectionner sous contrôle de la vue.

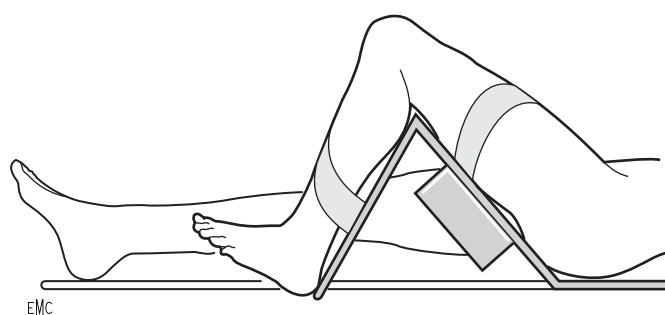
La section du tendon du droit antérieur permet de compléter la flexion du genou. La rétraction des muscles et les restes d'adhérence que chaque temps laisse persister nécessite de fléchir le genou pour obtenir le glissement de ceux-ci entre eux et le long de la diaphyse.

La libération de l'appareil extenseur est une intervention progressive ; à chaque temps opératoire on sollicite la flexion pour juger du gain obtenu et de la nécessité de poursuivre l'intervention ; il faut savoir forcer en flexion avec discernement pour ne pas provoquer, outre des contusions cartilagineuses condyliennes ou rotuliennes, une fracture itérative du fémur, une fracture de rotule ou la désinsertion du ligament rotulien qui seraient péjoratives pour le résultat final.

En fin d'intervention, le contrat minimal est d'obtenir une flexion du genou contre pesanteur de 100° ; elle peut atteindre 120°. On appelle flexion du genou contre pesanteur la flexion obtenue hanche fléchie par le simple poids de la jambe, sans que l'opérateur applique aucune force supplémentaire (fig 6).

Cette notion revêt une importance particulière car on est en droit d'espérer obtenir ce résultat de flexion en fin de rééducation.

La fermeture se fait après avoir fait une hémostase soigneuse, le genou à 90° de flexion, en deux plans sur quatre ou cinq drains de Redon aspiratifs. Dans certaines grandes raideurs, on ne peut fermer qu'en un plan ; au niveau du genou l'aileron ne peut être fermé, la peau est donc le seul plan à fermer ; il faut en prendre particulièrement soin. On peut décoller la peau avec le tissu cellulaire sous-cutané du plan capsulaire pour diminuer la tension sur les berges cutanées.



7 Mobilisation permanente sur attelle motorisée.

Suites opératoires

Elles sont centrées sur la rééducation couplée au traitement antalgique.

TRAITEMENT ANTALGIQUE POSTOPÉRATOIRE

Il a fait des progrès considérables :

- péridurale en continu qui nécessite une surveillance particulière et l'habitude de l'équipe médicale ;
- rachianesthésie à la morphine qui donne un confort postopératoire, mais demande une hospitalisation en soins intensifs pendant 24 heures ;
- blocs cruraux et sciatiques ;
- pompes à morphine PCA, méthodes qui assurent une analgésie postopératoire efficace pendant les premiers jours ; on prend ensuite le relais par les morphiniques, les antalgiques traditionnels plus ou moins associés aux anti-inflammatoires non stéroïdiens et aux myorelaxants. L'utilisation de ces méthodes a fait progresser le confort du malade.

RÉÉDUCATION

La méthode traditionnelle par postures comprenant des séances successives de 4 heures en flexion puis 4 heures en extension, renouvelées dans la journée, laisse actuellement la place à la rééducation sur attelle motorisée, 24 heures sur 24 dès le réveil et pendant 3 semaines. L'avènement des attelles motorisées a diminué les complications cutanées au niveau de la peau prérotulienne ; il a également concouru à diminuer les douleurs, en particulier lors des changements de posture (fig 7).

Les 3 premières semaines de rééducation doivent être consacrées à l'étirement musculaire réalisé uniquement en passif, les efforts en contraction interviennent après la troisième semaine.

Le patient peut reprendre l'appui à l'ablation des drains de Redon avec deux cannes anglaises et prudence, en raison de l'absence de verrouillage actif du quadriceps ; il faut le convaincre de privilégier la rééducation de la mobilité.

La rééducation du quadriceps dure au moins 6 mois, la récupération de l'extension active complète peut prendre plus de 1 an.

L'atrophie quadricipitale n'est pas un obstacle, elle est due à l'inaction, le muscle rééduqué récupère sa fonction.

Le délai écoulé entre la constitution de la raideur et la libération n'influe pas sur la qualité du résultat, certains patients ont été opérés après 20 ans de raideur avec un bon résultat.

Le résultat fonctionnel de la libération en termes d'amplitude articulaire et de récupération de la fonction musculaire est acquis au-delà de 6 mois et ne se dégrade pas au fil des années.

Complications

- L'état articulaire peut être aggravé par la libération du genou et provoquer des douleurs ; un certain nombre de patients évoluent vers l'arthrose qui peut nécessiter une prothèse totale de genou à la

demande à distance. On a proposé, dans certaines dégradations articulaires, de faire la prothèse de genou dans le même temps opératoire.

- La fracture itérative per- ou postopératoire du fémur nécessite une nouvelle ostéosynthèse dont la solidité doit permettre de poursuivre le programme de rééducation.
- La récurrence de l’infection peut se présenter lors d’une fracture itérative ou indépendamment de celle-ci malgré une prévention efficace. La nature de l’antibioprophylaxie chez ces patients à risque doit être étudiée. Elle est fonction du (ou des) germe(s) responsables antérieurement de l’infection et des différents antibiotiques déjà utilisés. Dans tous les cas, elle impose une reprise chirurgicale précoce pour excision, lavage, drainage, antibiothérapie adaptée et prolongée par voie veineuse en poursuivant la rééducation.
- La nécrose cutanée prérotulienne est devenue rare grâce à l’abandon des postures poussées et prolongées au profit de la mobilisation sur attelle.
- Les lésions vasculaires et nerveuses sont exceptionnelles.

La caractéristique de ces complications est leur gravité, leur dépistage précoce, et leur prise en charge laisse une large place aux reprises chirurgicales. Celles-ci ont pour but, outre le traitement de

la complication, de permettre la poursuite de la rééducation, fût-elle allégée dans son intensité. Il est cependant fréquent qu’au décours du traitement des complications, on perde en partie le gain de mobilité de l’intervention.

Conclusion

La libération de l'appareil extenseur est une intervention lourde qui présente des difficultés techniques d'autant plus importantes que la raideur est serrée et ancienne et que le passé traumatique et chirurgical du patient est chargé : c'est pourtant dans ces cas que les gestes plus simples d'arthrolyse isolée sont insuffisants et que son indication doit être posée.

Le respect des préalables à l'intervention, une technique chirurgicale entièrement systématique dans la succession des temps opératoires permettent néanmoins de l'appliquer dans les cas les plus graves. Les complications peuvent diminuer le gain de flexion initial. Le malade doit être mis au courant et il doit être prêt à participer de façon active à la rééducation sous peine de voir échouer l'intervention. C'est une intervention efficace, on peut la pratiquer après de nombreuses années de raideur et rendre au patient un confort de vie appréciable.

Références

| | | |
|--|--|---|
| [1] Brunet JC, May PH, Rose B. Libération de l'appareil extenseur. <i>Actual Chir Orthop Hôpital Raymond Poincaré</i> 1972 ; 10 : 149-167 | [5] Judet R, Judet J, Babin Chevaye J, Enhart J. Rééducation passive posturale en chirurgie articulaire. <i>Presse Méd</i> 1965 ; 73 : 81-82 | [8] Nicoll EA. Quadricepsplasty. <i>J Bone Joint Surg Br</i> 1963 ; 45 : 843 |
| [2] Daoud H, O'Farrell T, Cruess RL. Quadricepsplasty: the Judet technique and results of six cases. <i>J Bone Joint Surg Am</i> 1950 ; 32 : 910 | [6] Judet R, Judet J, Lagrange J. Une technique de libération de l'appareil extenseur dans les raideurs du genou. <i>Mém Acad Chir</i> 1956 ; 82 : 944 | [9] Nicoll EA. Quadricepsplasty. <i>Postgrad Med J</i> 1964 ; 40 : 521 |
| [3] Hesketh KT. Experience with the Thompson quadricepsplasty. <i>J Bone Joint Surg Br</i> 1963 ; 45 : 491 | [7] Lord G. Raideurs du genou. <i>Actual Chir Orthop Hôpital Raymond Poincaré</i> 1962 ; 1 : 21-31 | [10] Pick RY. Quadricepsplasty: a review, case presentations, and discussion. <i>Clin Orthop</i> 1976 ; 120 : 138 |
| [4] Judet R. Mobilization of the stiff knee. <i>J Bone Joint Surg Br</i> 1959 ; 41 : 586 | | [11] Pouliquen JC, Rigault P, Chapuis B. Libération de l'appareil extenseur chez l'enfant. <i>Actual Chir Orthop Hôpital Raymond Poincaré</i> 1972 ; 10 : 141-148 |

Ménissectomie sous arthroscopie

JC Panisset
P Neyret

Résumé. – Les principes de base de la ménissectomie arthroscopique sont décrits. Après avoir rappelé les différentes installations, les différents instruments indispensables et complémentaires, les techniques de ménissectomies sont abordées en différenciant la ménissectomie du ménisque médial de celle du ménisque latéral. Les suites et les précautions d'usage sont rappelées.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : arthroscopie, ménisque médial, ménisque latéral, ménissectomie.

Introduction

L'arthroscopie ^[28] du genou doit son succès aux gestes de ménissectomies qui ont été les premiers à être réalisés. On ne conçoit plus de réaliser une ménissectomie par arthrotomie en 2002. Ce geste technique demande un long apprentissage pour obtenir une grande efficacité et une innocuité dans la réalisation de la ménissectomie.

Nous avons différencié la ménissectomie latérale de la ménissectomie médiale car elles présentent des caractéristiques propres. En effet, les voies d'abord ne sont pas les mêmes, l'installation peut être légèrement différente. Les suites opératoires ne sont pas comparables. La ménissectomie arthroscopique est un geste chirurgical qui n'est pas dénué de risques. Ces risques doivent être évalués précisément et expliqués au patient. Enfin, une ménissectomie n'est envisagée qu'après un diagnostic précis, faisant appel à l'imagerie systématique : arthrographie, arthroscanner, imagerie par résonance magnétique (IRM). Les suites attendues à court terme, moyen terme et long terme sont expliquées au patient.

Installation

GARROT

Son utilisation est devenue systématique pour un meilleur confort du chirurgien. En effet, en supprimant tout saignement, on améliore la visibilité intra-articulaire. Néanmoins, plusieurs études ^[9, 14, 24] ont montré qu'il pouvait y avoir des altérations des cellules musculaires mises en évidence par des modifications électromyographiques. Ces altérations sont visibles chez 22 % des patients après 15 minutes de garrot, et chez 80 % des patients après 60 minutes de garrot, cas exceptionnel pour une ménissectomie. Le retour à la normale peut se faire sur plusieurs mois (5-6 mois), sans séquelles à long terme.

Certaines études ^[8] ont montré que l'utilisation du garrot augmentait les douleurs postopératoires et le risque de complications postopératoires, et, surtout, avait un effet négatif sur la rééducation, essentiellement du fait de la sidération musculaire.

Il est donc tout à fait possible et souhaitable de réaliser une ménissectomie sans garrot, surtout après une période d'apprentissage.

L'usage du garrot doit donc être de toute façon de courte durée. Il faut bien entendu respecter les contre-indications d'usage, comme les antécédents vasculaires.

Une irrigation de bonne qualité doit être respectée pour permettre une bonne visibilité intra-articulaire avec ou sans garrot. L'utilisation courante d'une arthropompe peut être une alternative aussi à l'usage du garrot.

INSTALLATION

Il y a deux possibilités principales d'installation ^[20], en fonction des habitudes du chirurgien :

– patient installé en décubitus dorsal, la jambe pendante en bout de table, la cuisse serrée dans un système d'étau ;

– patient en décubitus dorsal, le membre inférieur allongé sur la table, une cale est positionnée sur la face externe de la cuisse. Le membre inférieur peut être installé genou fléchi avec une cale en bout de pied.

Chacune de ces installations a ses avantages et ses inconvénients :

– la position jambe pendante permet de réaliser l'arthroscopie sans aide extérieure, le système d'étau permet de bien contrôler les rotations, et ceci est très important dans les ménissectomies. L'exploration du compartiment latéral se fait sans manœuvre de Cabot, qui a tendance à freiner l'irrigation de ce compartiment. Néanmoins, l'articulation fémoropatellaire est moins bien explorée dans cette position, et impose une mise en extension avec le pied du patient contre l'examineur. D'autre part, il existe un risque plus important de fautes d'asepsie en raison de la position basse du pied ;

– la position jambe allongée permet une excellente vision de l'articulation fémoropatellaire, elle impose la manœuvre de Cabot pour l'exploration du compartiment latéral et les gestes sur le

Jean-Claude Panisset : Chirurgien orthopédiste, membre de la Sofcot, de la SFA et du collège d'orthopédie, clinique des Cèdres, 19 avenue Marcellin Berthelot, 38100 Grenoble, France.

Philippe Neyret : Chirurgien orthopédiste, professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service d'orthopédie, centre Livet-hôpital de la Croix Rousse, 8 rue de Margnolles, 69300 Caluire, France.

ménisque latéral. Cette manœuvre de Cabot est réalisée en amenant le pied sur le genou opposé, tout en imposant une flexion et une légère contrainte en varus (cf fig 9). Tout le ménisque latéral est visualisé par cette technique. Pour l'exploration du ménisque médial, une contrainte en valgus est maintenue en positionnant le pied sur la hanche de l'arthroscopiste. Ainsi, en jouant sur la flexion et l'extension du genou, l'exploration du compartiment médial se fait sans difficultés. Il faut rester modéré sur les contraintes en valgus, car la force développée peut être importante et le risque de lésions du ligament collatéral médial existe.

IRRIGATION

Il existe deux possibilités pour réaliser une ménisectomie :

- soit l'irrigation simple par gravité en utilisant du sérum physiologique dont le perfuseur est placé à une hauteur élevée pour obtenir une bonne pression intra-articulaire, un brassard à tension peut être un adjuvant intéressant ;

- soit l'arthropompe qui permet d'obtenir une pression constante dans l'articulation, pression qui est ajustée sur la tension artérielle, ce qui permet de limiter le saignement lorsque le garrot n'est pas utilisé. Cette pression doit être faible pour éviter tout risque de syndrome compartimental.

Pour une ménisectomie, la première technique est la plus souvent employée car elle permet un rinçage suffisant de l'articulation. Elle a l'avantage d'être aussi économique. L'arthropompe est souvent utilisée conjointement avec un *shaver*, et l'indication va dépendre de l'utilisation de cet instrument, parfois utile dans les lésions dégénératives.

INSTRUMENTATION

Le matériel a beaucoup évolué depuis les débuts de l'arthroscopie. L'optique idéale est en général de type grande angulaire (25° ou 30°), une optique à 70° est rarement nécessaire. L'optique est choisie de type autoclavable pour satisfaire aux normes modernes de stérilisation.

La caméra est de type mono-CCD ou tri-CCD. Le premier type est largement suffisant pour les gestes de ménisectomie.

La chemise d'arthroscope permet la pénétration de l'optique dans le genou et l'irrigation frontale en face de l'arthroscope lui-même, ce qui améliore la visualisation. Pour réaliser une ménisectomie, peu d'instruments sont nécessaires, il faut bien les choisir et donc les essayer avant de les acheter.

Nous avons le choix entre des instruments non motorisés, plus fréquemment utilisés, et des instruments motorisés (*shaver*) dont l'utilisation dans les ménisectomies n'est pas indispensable.

■ Instruments non motorisés

Ces instruments représentent le minimum pour faire une ménisectomie, éventuellement complété selon les habitudes du chirurgien. Les instruments doivent être régulièrement révisés et affûtés, pour éviter toute surprise en cours d'intervention, modifiant le cours du geste opératoire et surtout sa durée.

Crochet palpeur

C'est le premier instrument qui est introduit dans le genou par la voie instrumentale. Il doit avoir un crochet mousse de 3 mm à son extrémité, pour palper sans provoquer de lésions cartilagineuses. Il doit être suffisamment rigide pour permettre une réduction méniscale. De par sa taille, il permet d'apprécier l'étendue et la profondeur des lésions. Des graduations à sa surface aident à apprécier la taille des lésions.

Pincettes emporte-pièce ou pincettes « basket »

Appelées encore rongeurs, ces pincettes sont indispensables car elles permettent de réaliser ou de compléter une ménisectomie. Il en

existe de plusieurs tailles, plusieurs formes, plusieurs angulations. La boîte de base doit comporter une pince droite de 3,5 mm qui permet d'atteindre le segment postérieur, une pince angulée à 90° qui permet de travailler sur le segment antérieur du ménisque. On peut compléter celle-ci par des rongeurs de plus grande taille, 4,5 mm, 5 mm qui permettent un morcellement plus rapide du tissu méniscal, dans des zones plus facilement accessibles. Il existe de très nombreux rongeurs : avec des angulations distales, avec un manche courbe orienté à droite et à gauche. Ces différents types de rongeurs sont très pratiques, et peuvent faciliter une ménisectomie. Leur utilisation n'est pas indispensable et leur coût est élevé. Le rongeur le plus utile est celui qui va permettre de se glisser sous le condyle sans risque de créer des lésions cartilagineuses. Pour cela, il doit comporter une double courbure à concavité supérieure dans son tiers distal. Il est communément nommé « courbe sur le plat ».

Ciseaux

Les ciseaux sont utiles pour débiter une ménisectomie en segment moyen d'une manière élégante, leur utilisation n'est pas souhaitable en segment postérieur, car ils sont très encombrants et le risque de lésions cartilagineuses est grand. Il existe des ciseaux droits et des ciseaux angulés à leur extrémité, qui permettent de choisir un angle d'attaque adéquat. Une taille de 3,5 mm paraît un bon compromis entre efficacité et faible encombrement.

Pince préhensile

La pince préhensile est indispensable. Cette pince présente en principe deux petites dents à son extrémité qui vont se planter dans le ménisque. Cette pince sert soit à enlever un fragment libre dans l'articulation, soit à tracter le ménisque non encore détaché (technique trois voies). L'usage de cette pince est recommandé uniquement dans le compartiment antérieur de l'articulation. En effet, son encombrement limite son passage sous le condyle. Il est souhaitable de choisir une pince dont l'ouverture et la fermeture peuvent se faire seulement avec deux doigts, soit de la main gauche soit de la main droite.

Méniscotomes

Les méniscotomes sont droits ou courbes. Appelés aussi ténotomes ou ciseaux de Smillie, leur utilisation est surtout l'apanage de la technique trois voies. La section méniscale se fait alors sur un ménisque tracté. L'utilisation de ces instruments doit être très prudente. Il est préférable d'avoir des ciseaux très bien aiguisés, pour éviter toute échappée en particulier postérieure provoquée par une pression excessive sur l'instrument. Il existe pour cela des ténotomes à usage unique où la lame peut être remplacée comme une lame de bistouri. Il existe aussi des méniscotomes coudés à 90° qui peuvent rendre service dans des conditions difficiles, sur un segment antérieur du ménisque externe par exemple.

■ Instruments motorisés

Shaver

L'usage d'un *shaver* n'est pas indispensable pour faire une ménisectomie. Il permet cependant de régulariser le mur méniscal, de compléter une ménisectomie difficile du segment postérieur du ménisque médial ou latéral. Son utilisation est plus intéressante dans les kystes méniscaux externes qui peuvent être traités par voie intra-articulaire. Il permet enfin de régulariser une languette située sur la face inférieure, ou de régulariser un segment antérieur du ménisque latéral.

Couteaux motorisés

Ils sont utilisés en alternatif, ce qui permet l'évacuation spontanée des débris méniscaux. Ils sont de petite taille pour se glisser sous les condyles sans léser le cartilage. Certains couteaux peuvent être coudés.

Laser

L'usage du laser pour réaliser une ménisectomie fait l'objet de rapports de plus en plus nombreux. Son utilisation est freinée par son coût. Son innocuité n'est pas prouvée, des lésions cartilagineuses

peuvent survenir après une utilisation trop prolongée, elles sont fonction de la dose (énergie) et de la durée de l'utilisation. La ménisectomie est réalisée par cautérisation. Cette technique est encore peu répandue, des travaux visant à préciser les modifications et les effets du laser sur le cartilage sont en cours.

Les premières études réalisées dans le service du professeur Beaufils et du professeur Benoît dès 1992, avaient montré l'innocuité immédiate et l'efficacité du laser Ho : Yag. Cette étude rétrospective montrait la supériorité de la ménisectomie au laser par rapport à la technique arthroscopique classique. Une étude randomisée effectuée par Blin et al ^[4] en 1995, comparant ménisectomie arthroscopique mécanique et ménisectomie au laser, n'a pas montré la supériorité du laser pour réaliser une ménisectomie arthroscopique. Le laser peut représenter un atout supplémentaire dans certains cas comme les genoux serrés, mais son coût excessif et son utilisation limitée ne doivent pas justifier un tel achat. Nous ne connaissons pas les effets à long terme sur le cartilage et sur l'os sous-chondral. Nous pouvons dire maintenant qu'il n'y a plus de place pour la ménisectomie au laser, car ses inconvénients sont plus importants que ses avantages.

Ménisectomies médiales

BASES FONDAMENTALES

Avant de décider d'un geste de ménisectomie médiale, il est fortement recommandé d'avoir un diagnostic précis du type de lésion de ce ménisque et de la localisation de cette lésion. Il est même important de préciser exactement l'état cartilagineux du genou. Ces précautions permettent d'avertir le patient des suites opératoires. Une étude rétrospective ^[7] que nous avons menée au sein de la Société française d'arthroscopie a permis de montrer l'évolution sur 15 ans des ménisectomies. Cette étude a montré qu'il existait 22 % d'anomalies radiographiques sous la forme soit d'un remodelé fémorotibial interne, soit d'un pincement de l'interligne. Le résultat à long terme était bien meilleur quand il s'agissait d'un sujet jeune, avec une lésion traumatique et une conservation du mur méniscal sans lésion cartilagineuse.

Ceci veut dire que les lésions méniscales du sujet jeune et celles du sujet plus âgé ne sont pas identiques. Dans le premier cas, il s'agit d'une lésion traumatique sur un ménisque sain auparavant et, dans le deuxième cas, il s'agit d'une maladie méniscale dégénérative avec souvent des lésions cartilagineuses qui vont altérer les suites de la ménisectomie. L'indication de ménisectomie chez un patient d'âge supérieur à 50 ans n'est posée que devant l'inefficacité d'un traitement médical bien mené.

Il est donc recommandé de réaliser des examens paracliniques avant toute ménisectomie :

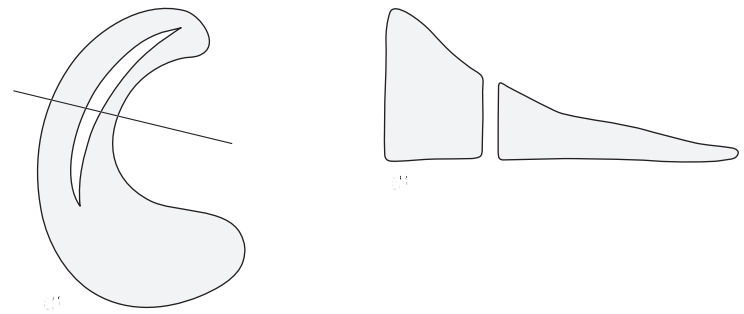
- chez le sujet de moins de 50 ans : radiographie simple de face et de profil en appui monopodal et une vue axiale de la rotule à 30°. Une arthrographie ou une IRM permettent de préciser la lésion méniscale ;
- chez le sujet de plus de 50 ans : la radiographie simple en appui est complétée par un cliché en schuss qui permet d'objectiver un pincement postérieur.

On discute la réalisation d'examens complémentaires en fonction du contexte. Un arthroscope est idéal pour objectiver des lésions cartilagineuses, leur profondeur et leur étendue. Mais une IRM est intéressante ^[10] pour éliminer une ostéonécrose du condyle médial, qui peut être un diagnostic différentiel de la lésion méniscale médiale dégénérative. Ces précautions vont permettre de réaliser une ménisectomie dans les meilleures conditions en limitant les risques de complications ^[21].

La technique employée dépend de l'habitude de l'opérateur et du type de lésion méniscale.

La stratégie doit être établie avant de débiter la ménisectomie :

- ménisectomie réglée ou morcellement ;



1 Lésion verticale longitudinale.

- ménisectomie partielle ou subtotal.

Différentes études ^[18, 19] ont montré qu'il existait une relation directe entre le résultat à long terme et le volume de la ménisectomie. Ceci est un argument important pour réaliser des ménisectomies les plus économiques possibles.

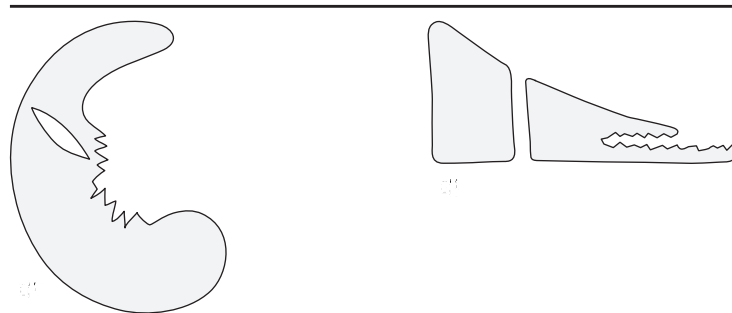
Dans la majorité des cas, il est souhaitable d'enlever la lésion méniscale en une seule pièce. Ceci est aisé quand il s'agit d'une anse de seau. Dans d'autres cas, le morcellement progressif par rongeurs est nécessaire. Bien souvent les deux techniques sont associées. La ménisectomie doit laisser le tissu méniscal sain et stable. La ménisectomie est dite totale si elle atteint la jonction méniscosynoviale, c'est-à-dire si le mur méniscal est enlevé. Trillat ^[25, 26] a montré qu'il était important de conserver le mur méniscal en réalisant une ménisectomie intramurale. La ménisectomie est dite partielle quand elle laisse persister un bon mur méniscal. C'est la technique de base, elle permet d'enlever le fragment mobile et laisse en place un résidu méniscal stable. La ménisectomie se fait jusqu'aux fibres circulaires du mur méniscal. On parle de ménisectomie subtotal lorsque l'importance de la lésion nécessite l'exérèse jusqu'au mur méniscal d'un segment fonctionnel important d'un ménisque. Par exemple un segment postérieur.

P Beaufils ^[1] a soulevé ce problème de « ménisectomie partielle », et suggère d'utiliser une terminologie faisant référence d'une part aux segments intéressés, et d'autre part à la quantité d'exérèse méniscale pour chaque segment. L'exérèse de la totalité du segment postérieur du ménisque interne est appelée ménisectomie totale du segment postérieur, et non ménisectomie partielle. Cette terminologie est très importante pour la rédaction du compte-rendu opératoire et pour apprécier l'évolution. Il existe de nombreux types de lésions méniscales, avec d'un côté des lésions qui sont franches, traumatiques le plus souvent et qui ne posent pas de problème lors d'une ménisectomie réglée car le tissu restant est de bonne qualité, et d'un autre côté des lésions dégénératives, complexes où il est difficile de trouver une zone saine. Il est important dans ce cas particulier d'enlever tout le tissu pathologique.

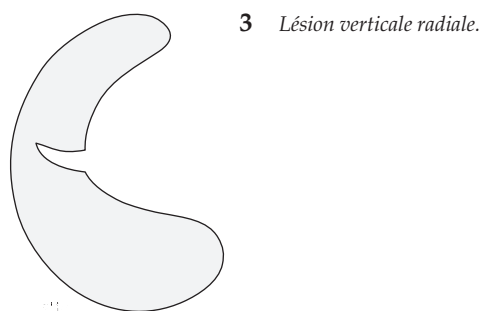
Les différentes lésions méniscales sont décrites en :

- lésion verticale longitudinale (fig 1) : cette lésion traverse le ménisque dans son épaisseur et s'étend d'arrière en avant. Sa forme majeure est représentée par l'anse de seau qui peut se luxer. Elle est le plus souvent transfixiante, parfois incomplète et lorsqu'elle est périphérique, elle est accessible à la suture ;
- lésion horizontale (fig 2) : il s'agit d'une lésion en clivage qui sépare le ménisque dans son épaisseur en deux feuillets ou plus, lésion dégénérative étendue souvent aux segments postérieur et moyen. Cette lésion est parfois complexe ;
- lésion verticale radiale (fig 3) : cette lésion correspond à une déchirure du ménisque dans toute son épaisseur, elle s'étend du bord libre du ménisque vers le mur méniscal. Elle est localisée en principe à un segment méniscal, elle devient verticale oblique (fig 4) quand elle s'étend dans la surface méniscale pour atteindre le segment adjacent. Elle peut alors se transformer en lambeaux dont on détermine exactement la localisation en fonction du segment où se situe le pied de celui-ci.

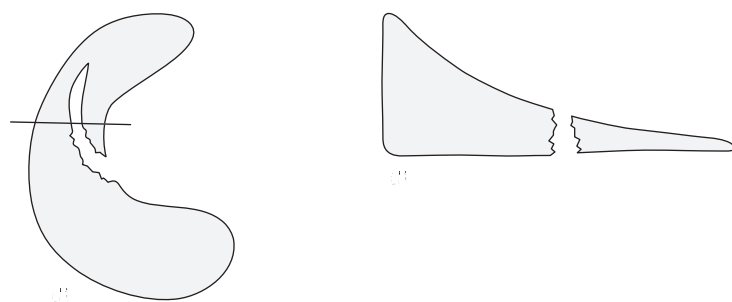
Il existe une grande variété de lésions qui sont des combinaisons plus ou moins complexes de ces lésions de base.



2 Lésion horizontale.



3 Lésion verticale radiale.



4 Lésion verticale oblique.

TECHNIQUES

Il est classique d'opposer les techniques réalisées par deux voies d'abord et les techniques pratiquées avec trois voies d'abord.

■ Technique deux voies

Il s'agit de la technique la plus couramment utilisée. Les voies antéromédiale et antérolatérale sont suffisantes pour réaliser la majorité des ménisectomies médiales.

La *voie d'abord antérolatérale* est faite en premier pour introduire la chemise de l'arthroscope et l'arthroscope. Cette voie d'abord est réalisée dans l'angle dièdre formé par le bord latéral du tendon rotulien en dedans, la pointe de la rotule en haut et à 1,5 cm du bord supérieur du plateau tibial latéral. La chemise est introduite après incision de la peau et de la capsule articulaire au bistouri. La chemise est dirigée vers l'échancrure intercondylienne, le genou fléchi à 30° ou 45°. L'arthroscope est ensuite dirigé dans l'articulation fémoropatellaire le genou en extension, pour débiter l'exploration du genou. Celle-ci se fait d'une manière systématique, avec exploration ensuite du compartiment fémorotibial médial en descendant dans la joue condylienne médiale, puis de l'échancrure intercondylienne, et enfin du compartiment fémorotibial latéral en position de Cabot. Cette exploration est très importante, et est réalisée avant de faire la deuxième voie instrumentale. Elle permet de préciser le type de lésion et surtout son importance. Elle permet de se rendre compte de l'état cartilagineux et d'une éventuelle difficulté à mettre le genou en valgus forcé.

La *voie antéromédiale* est réalisée par transillumination dans l'angle dièdre antéromédial au-dessus du segment antérieur du ménisque médial. Le palpeur est alors introduit, et palpe les deux ménisques

sur leurs deux faces en les soulevant et les deux ligaments croisés. La voie antéromédiale est plus ou moins haute et plus ou moins médiale en fonction de la localisation de la lésion.

Anse de seau et lésion verticale longitudinale

La technique deux voies ne fait appel qu'à un seul instrument, l'arthroscope occupant la deuxième voie d'abord. Pour traiter une anse de seau luxée du ménisque médial par cette technique, il faut :

- réduire la lésion méniscale au crochet palpeur. L'arthroscope est introduit par la voie antérolatérale (fig 5A). Le palpeur est introduit par la voie antéromédiale (fig 5B), la réduction s'effectue en réalisant une pression au sommet de l'anse et en imprimant une légère contrainte en valgus au niveau du tibia, l'augmentation de la flexion est souvent nécessaire pour achever la réduction ;

- sectionner l'attache postérieure au niveau du segment postérieur (fig 5C). Ce geste est réalisé par la voie antéromédiale, avec un rongeur, un bistouri ou un ténotome. Le tibia étant positionné en valgus pour ouvrir le compartiment médial. Il est souhaitable de laisser une attache de petite taille qui évite au fragment méniscal de s'échapper une fois l'attache antérieure sectionnée. Ce geste est plus facilement effectué si on imprime une contrainte en valgus sur le tibia pour ouvrir le compartiment médial. L'arthroscope pénètre alors plus profondément dans le compartiment médial, donnant une plus grande visibilité du segment postérieur du ménisque médial. Ce geste est au mieux réalisé avec un rongeur de petite taille et légèrement incurvé sur sa face supérieure, pour glisser sous le relief condylien sans fragiliser le cartilage ;

- sectionner l'attache antérieure (fig 5D, E). Il existe deux techniques pour faire ce geste : soit on utilise par la voie antéromédiale des ciseaux angulés, soit on inverse optique et instrument.

Avec la première technique, il faut se méfier de ne pas laisser un moignon trop gros sur le segment antérieur, son approche n'est pas facile par la voie antéromédiale. Avec la seconde technique, l'optique est placée par la voie antéromédiale et l'instrument, en l'occurrence le rongeur, par la voie antérolatérale. Cette méthode permet l'abord direct du segment antérieur par le rongeur ou par des ciseaux ;

- extraire l'anse de seau avec une pince préhensile. La pince saisit le fragment méniscal au niveau du segment antérieur. Une traction douce suffit à faire céder le pont postérieur que l'on avait constitué lors de la section du segment postérieur.

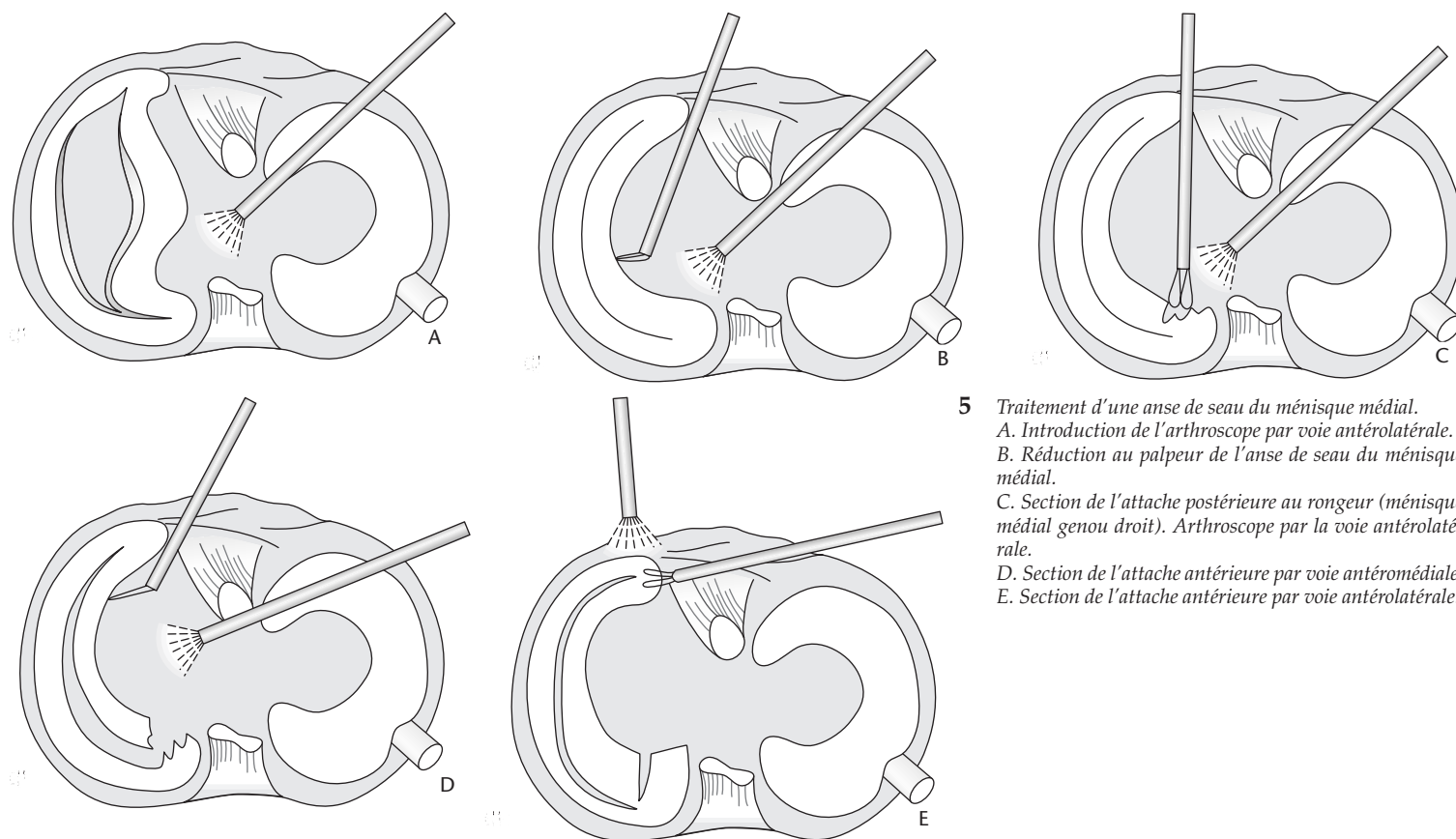
Des problèmes peuvent se poser :

- difficultés de réduction : en particulier dans les anses de seau vieilles. Il faut insister en réalisant des petits mouvements de flexion/extension associés à la contrainte en valgus, tout en imprimant une pression au sommet de l'anse avec un palpeur plus rigide ou parfois le mandrin mousse de la chemise de l'arthroscope ;

- en cas d'impossibilité de réduction, il faut sectionner le segment postérieur du ménisque médial avec un rongeur fin ou un méniscotome courbe introduit par la voie antéromédiale. Ce geste est difficile et demande une grande prudence d'exécution pour ne pas léser le ligament croisé postérieur ;

- la perte du fragment méniscal est une éventualité. Elle doit être évitée si on respecte ce qui a été énoncé précédemment. Le plus ennuyeux est le retournement du fragment méniscal en arrière du segment postérieur, si on détache le segment antérieur en premier. Il faut alors chercher avec le palpeur en arrière du condyle médial le lambeau pour le luxer en avant. Il est ensuite fixé sur une pince introduite par une deuxième voie antéromédiale réalisée en dehors de la première. Pour éviter de perdre le fragment, une deuxième voie antéromédiale peut être faite. Cependant, il existe des artifices tels que le passage d'un fil de suture dans l'anse de seau par la voie antéromédiale, qui permet la traction et même l'extraction de l'anse de seau après la section du segment postérieur^[3] ;

- le geste se termine par une vérification soigneuse du résidu méniscal au palpeur et une régularisation au rongeur. Il faut s'assurer lors de cette palpation qu'il n'existe pas une deuxième anse de seau, double lésion. Dans ce cas, il faut la traiter de la même façon.



5 Traitement d'une anse de seau du ménisque médial.
 A. Introduction de l'arthroscope par voie antérolatérale.
 B. Réduction au palpeur de l'anse de seau du ménisque médial.
 C. Section de l'attache postérieure au rongeur (ménisque médial genou droit). Arthroscope par la voie antérolatérale.
 D. Section de l'attache antérieure par voie antéromédiale.
 E. Section de l'attache antérieure par voie antérolatérale.

Il peut aussi coexister un clivage horizontal avec un feuillet qui est stable à la palpation, celui-ci peut être conservé. En revanche, il faut enlever tout le tissu pathologique qui est instable et qui peut créer un conflit secondaire.

Dans le cas d'une lésion longitudinale, lésion de type 3 de Trillat, le principe est identique.

Lambeaux méniscaux

Les lambeaux méniscaux sont réséqués et le ménisque régularisé en fonction de l'étendue de la lésion.

• Lambeau postéromédial à base médiale (fig 6A)

Il s'agit le plus souvent d'une lésion verticale oblique qui s'étend du segment postérieur vers le segment moyen, et qui détache un lambeau dont l'attache reste sur le segment moyen du ménisque médial. La résection du lambeau se fait au rongeur introduit par voie antéromédiale, l'optique étant en antérolatéral. La régularisation s'étend jusqu'au segment postérieur. Le rongeur est placé en amont de la lésion. Le lambeau est extrait soit à la pince préhensile, soit directement avec le rongeur. Le reliquat méniscal est vérifié soigneusement.

• Lambeau médial

La base de ce lambeau est située dans le segment antérieur ou moyen du ménisque. Le palpeur introduit par la voie antéromédiale repère cette lésion. Il est alors possible d'inverser instrument et optique. L'arthroscope est introduit par la voie antéromédiale, et les instruments par la voie antérolatérale. Le rongeur débute la ménisectomie à la base du lambeau sur le segment antérieur ou moyen. Son accès est direct. La ménisectomie est complétée ensuite vers le segment postérieur au rongeur introduit par la voie antéromédiale. Le lambeau est extrait et le ménisque régularisé.

Ce type de lambeau peut être en place et bien visible dès l'entrée de l'arthroscope, mais le lambeau peut aussi se trouver luxé dans la joue condylienne médiale, nécessitant une manœuvre de réduction au palpeur, ou luxé sous le ménisque lui-même, donnant à première

vue l'impression d'un ménisque court, à bord rond (fig 6B, C). Il est donc très important de palper la totalité du ménisque pour retourner cette lésion et la traiter comme précédemment.

• Lambeau postéromédial à base postérieure (fig 6D)

Le lambeau se crée souvent à partir d'une lésion verticale oblique du segment moyen du ménisque médial ; progressant vers le segment postérieur, la lésion réalise un lambeau à pédicule postérieur.

Ce type de lambeau est difficile à extraire, car il se luxé facilement en arrière du segment postérieur. La régularisation est faite au rongeur introduit par voie antéromédiale, l'optique étant en antérolatéral. Cette zone du segment postérieur est souvent étroite, le passage du rongeur est délicat, il faut appliquer une contrainte en valgus pour ouvrir ce compartiment. Il faut éviter de léser le cartilage condylien en ouvrant le rongeur. Un rongeur de petite taille et présentant une courbure à concavité supérieure est au mieux utilisé.

Lésion en clivage

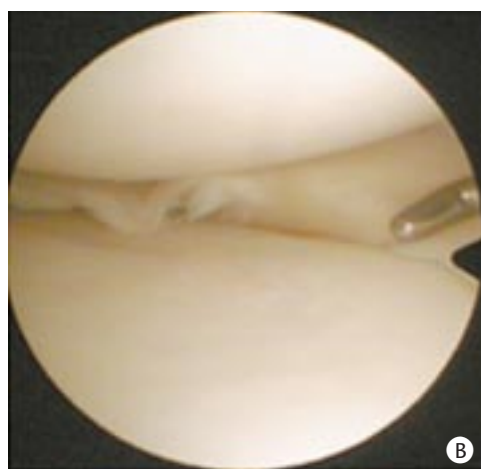
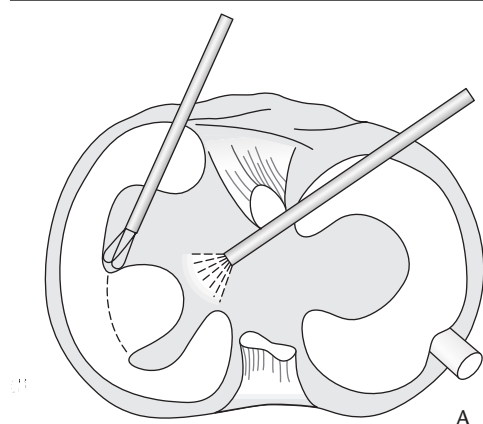
Les lésions en clivage horizontal du ménisque médial nécessitent une exérèse large, appelée « ménisectomie réglée ou ménisectomie une pièce ». Cette ménisectomie peut être réalisée par une technique deux voies avec succès. Elle permet d'apprécier la quantité de tissu méniscal enlevé.

• Section du segment postérieur

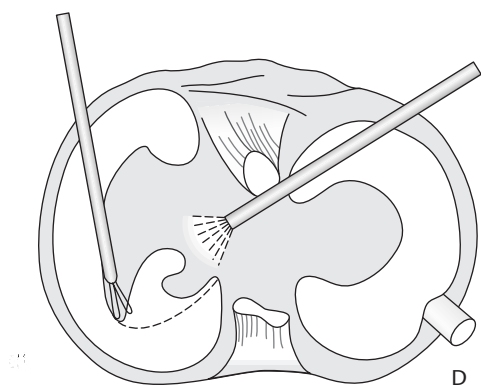
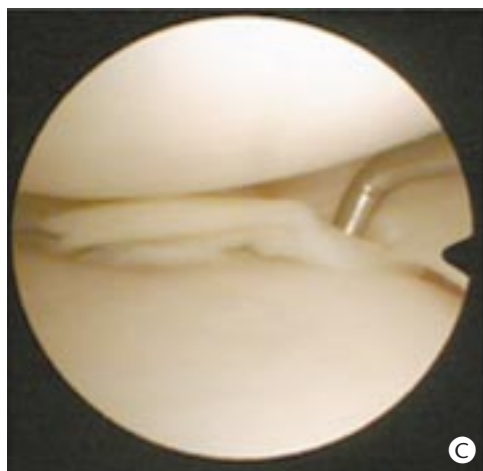
Le rongeur est introduit par voie antéromédiale, en imprimant une contrainte en valgus, la section intéresse le tissu méniscal pathologique du segment postérieur, en réalisant une coupe légèrement oblique vers le segment moyen du ménisque. La section est complétée vers le segment moyen.

• Incision dans le segment antérieur

Cette incision est faite au bistouri directement par la voie antéromédiale, l'arthroscope étant en antérolatéral. Cette incision est



- 6** Traitement des lambeaux méniscaux.
 A. Résection d'un lambeau postéromédial à base médiale, le rongeur est entré par la voie antéromédiale et l'arthroscope par la voie antérolatérale.
 B. Lésion en bord rond du ménisque médial.
 C. Extériorisation de la languette sous-méniscale au palpeur.
 D. Résection d'un lambeau postéromédial à base postérieure, morcellement progressif avec le rongeur introduit par la voie antéromédiale.



prolongée vers le segment moyen et postérieur le plus loin possible avec un ténotome ou un rongeur introduit par la voie antéromédiale. Cette section antérieure peut être faite aussi par un rongeur introduit par la voie antérolatérale, alors que l'arthroscope est dans la voie antéromédiale et visualise le segment antérieur.

- *Section du segment moyen*

Cette section est faite par voie antéromédiale au rongeur. Elle permet de rejoindre la section du segment postérieur, tout en conservant une petite attache postérieure pour éviter une luxation postérieure du fragment découpé.

- *Extraction du ménisque*

La pince préhensile, introduite par la voie antéromédiale, saisit le fragment méniscal par son segment antérieur. Le tractus postérieur cède sous la traction. Le reliquat méniscal est inspecté et régularisé au rongeur. La régularisation de ce segment postérieur pose parfois des problèmes sur les genoux serrés, une pression manuelle postéromédiale réalisée par l'aide permet au segment postérieur d'avancer dans le compartiment médial. Cet artifice est souvent utile sur les ménisques dégénératifs. L'extraction du fragment méniscal est parfois difficile, il faut utiliser des pinces de petite taille pour le saisir.

La lésion est ainsi enlevée en totalité. Il est parfois utile de faire cette ménisectomie une pièce en deux pièces. En effet, pour avoir une meilleure visibilité du segment postérieur, on peut se débarrasser du segment antérieur par une incision transversale du segment moyen, le fragment antérieur étant retiré en premier.

Les lésions en clivage horizontal sont d'autre part accessibles au traitement par morcellement au rongeur. Il est recommandé de commencer par le segment postérieur, le rongeur est introduit par voie antéromédiale, puis on progresse vers le segment moyen et on termine sur le segment antérieur en inversant optique et rongeur. Si

le genou le permet, on peut utiliser des rongeurs plus larges (« bec de canard ») qui permettent un morcellement plus rapide et plus facile.

■ *Technique trois voies*

Cette technique, utilisée de manière habituelle par JL Prudhon, permet de faire devant tout type de lésion méniscale médiale une ménisectomie « une pièce ». Elle permet, tout au long de la ménisectomie, de maintenir sous tension le fragment méniscal. Cette technique impose l'utilisation de la voie médiane de Gillquist^[1] pour l'arthroscope dans « la ménisectomie une pièce ». Certains auteurs reprochent ce passage transtendon rotulien, qui leur fait rejeter cette technique en routine. Une troisième voie d'abord peut être utilisée aussi pour le traitement d'une anse de seau ou d'une lésion longitudinale.

Ménisectomie une pièce

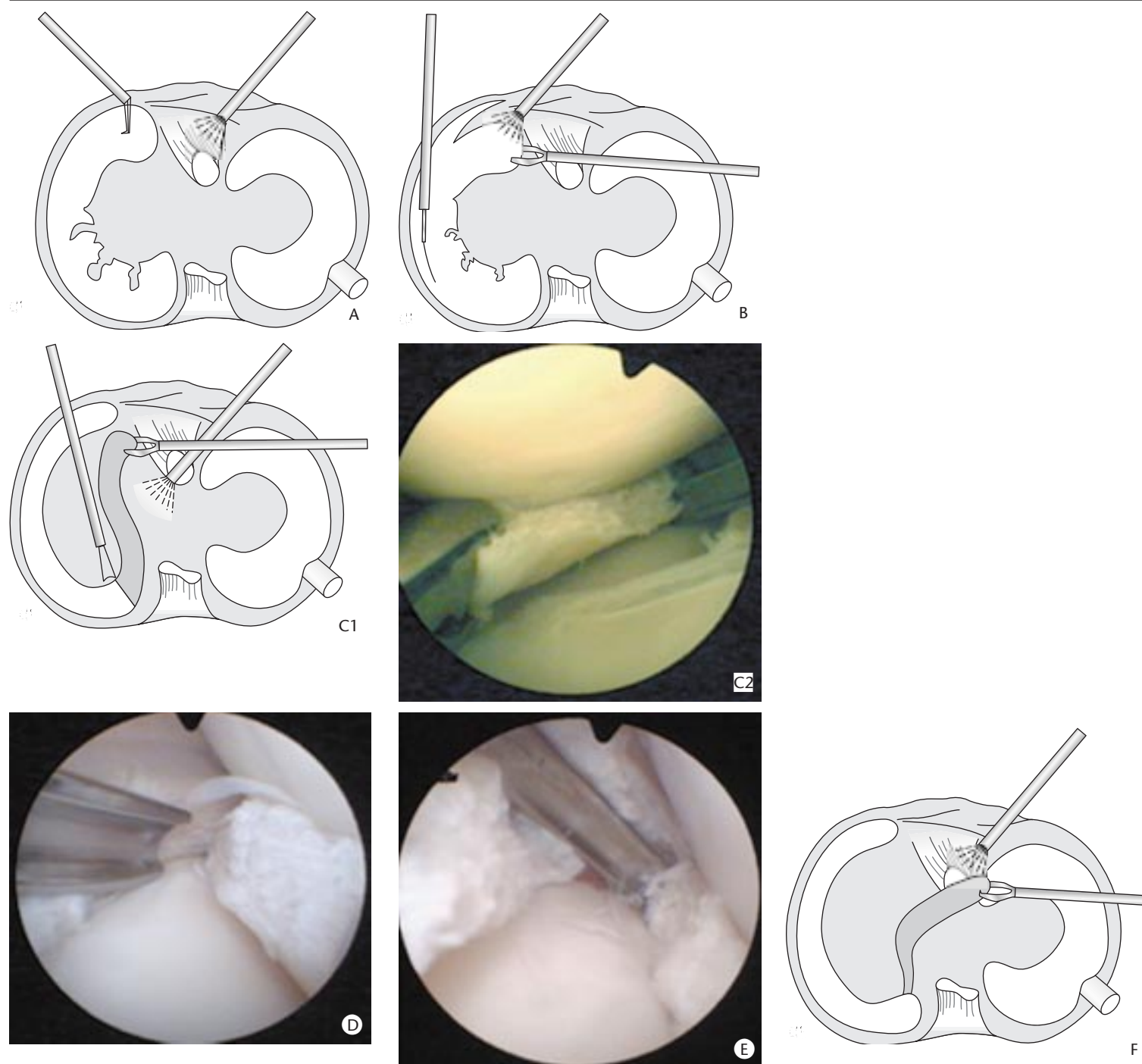
Trois étapes principales sont nécessaires.

- *Section de l'attache antérieure (fig 7A)*

L'optique est en situation médiane, au travers du tendon rotulien, 1 cm en dessous de la pointe de la rotule. Une première voie instrumentale antéromédiale est effectuée au-dessus du segment méniscal antérieur. La section du bord libre du ménisque est réalisée au bistouri 11 mm ou au ciseau angulé à 60° introduit par la voie antéromédiale, cette section est poursuivie jusqu'à obtenir un lambeau méniscal de 1-2 cm.

- *Section du segment moyen (fig 7B)*

Une voie instrumentale antérolatérale est réalisée, plus basse que la voie médiane de l'arthroscope. Une pince préhensile est introduite par cette voie et tire le fragment méniscal détaché précédemment (fig 7C). Un méniscotome de 3 mm est introduit par la voie antéro-interne, et progresse à l'intérieur du dièdre constitué par :



7 Traitement d'une lésion méniscale par une technique trois voies.
 A. Section de l'attache antérieure.
 B. Section du segment moyen au méniscotome, entré par la voie antéromédiale alors qu'une voie antérolatérale a été réalisée pour mettre une pince préhensile.
 C1, C2. Traction par la pince préhensile, et section de l'attache postérieure par le méniscotome.

D, E. Progression du méniscotome vers le segment postérieur. Méniscotome introduit en amont de la lésion méniscale.
 F. Extraction de la lésion méniscale en bloc.

- en dedans le segment méniscal détaché ;
- en dehors le mur méniscal (fig 7D, E).

Cette progression est poursuivie jusqu'au point d'angle postéromédial, puis en arrière du condyle médial. Le segment méniscal ainsi détaché peut alors être luxé dans l'échancrure intercondylienne. Ceci est la garantie de la section complète des attaches moyennes du ménisque.

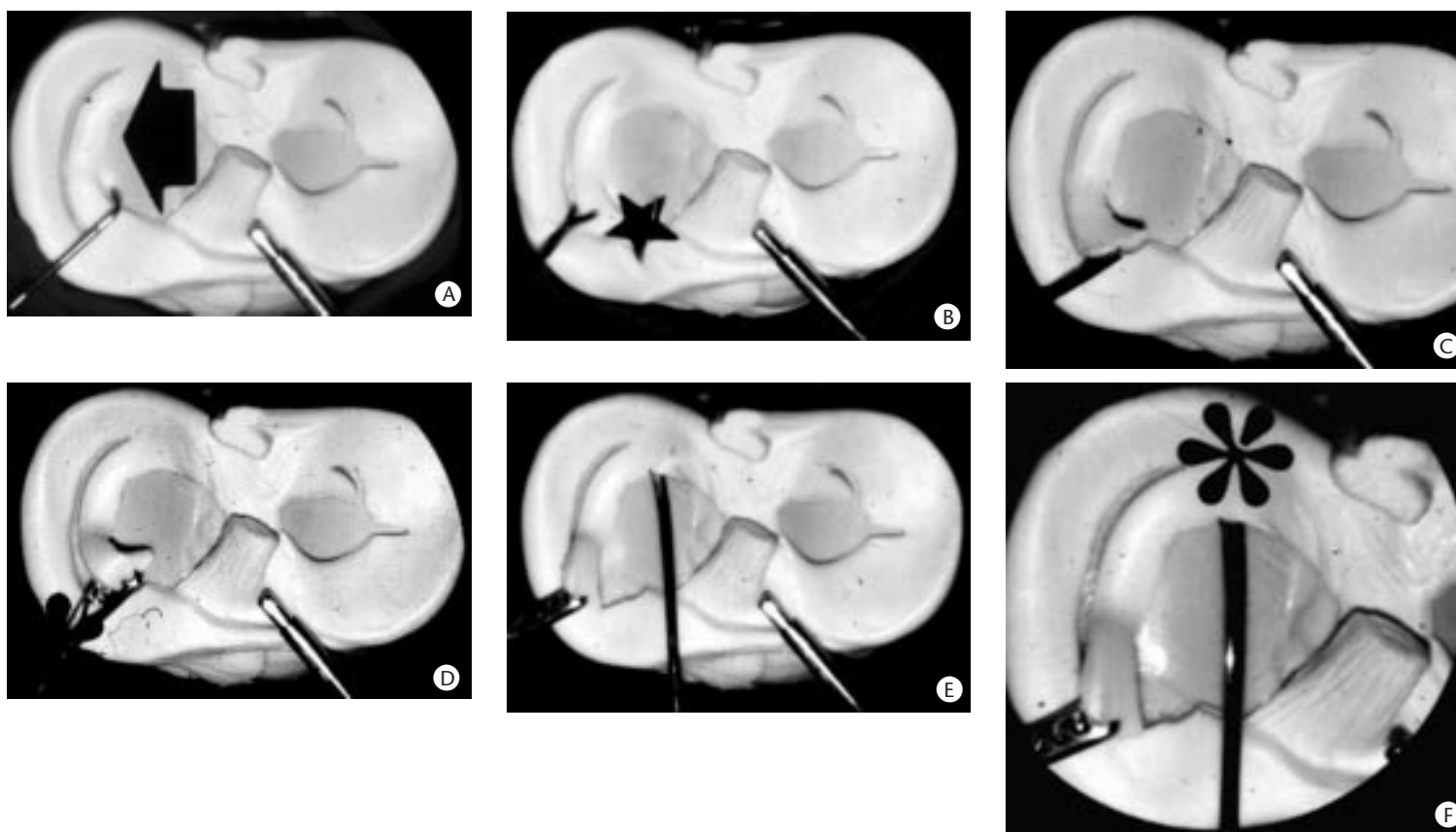
• Section de l'attache postérieure

Elle est facile si le segment est luxé. La pince introduite par la voie antérolatérale tire fortement le ménisque, pendant que le méniscotome sectionne l'attache postérieure. Le méniscotome est

entré par la voie antéromédiale, et l'optique par la voie médiane. Quelquefois, on peut s'aider pendant cette manœuvre d'un rongeur. Par cette technique, la lésion méniscale est retirée en bloc (fig 7F). La ménisectomie est complétée à la demande au rongeur pour obtenir un mur méniscal régulier et stable.

Anse de seau et lésion longitudinale

Nous avons vu précédemment dans le traitement de l'anse de seau et des lésions longitudinales qu'il existait un risque de perdre le fragment méniscal par la technique deux voies. Il est donc tout à fait possible d'adjoindre une troisième voie d'abord, pour mettre en tension le fragment méniscal. Cette technique ne fait pas forcément



8 *Traitement d'une anse de seau du ménisque médial par trois voies d'abord.*
 A. Réduction de la lésion méniscale au crochet palpeur.
 B, C. Section de l'attache antérieure du ménisque médial, au ciseau d'angle.

D. Pince préhensile sur segment antérieur.
 E, F. Section postérieure au méniscotome introduit par la voie la plus proche du tendon rotulien.

appel à une voie trans-tendon rotulien mais à une classique voie antérolatérale pour l'arthroscope.

La ménisectomie se déroule en quatre étapes.

- *Réduction de la lésion méniscale au crochet palpeur*

L'arthroscope est introduit par la voie antérolatérale. Le palpeur est introduit par la voie antéromédiale (fig 8A).

- *Section de l'attache postérieure au niveau du segment postérieur*

Ce geste est réalisé par la voie antéromédiale, avec un rongeur, un bistouri ou un ténotome, tout en laissant une attache postérieure de petite taille.

- *Section de l'attache antérieure*

Elle est réalisée par la voie antéromédiale avec des ciseaux angulés, ou par la voie antérolatérale avec un rongeur. On réalise alors une voie d'abord un peu plus proche du tendon rotulien, et plus basse, par laquelle on peut entrer un méniscotome ou un rongeur (fig 8B, C).

- *Extraction de l'anse de seau avec une pince préhensile et section postérieure complète*

La pince saisit le fragment méniscal au niveau du segment antérieur. Cette pince est introduite par la voie médiale la plus proche du tendon rotulien. Une traction douce met en tension le fragment méniscal, alors que le méniscotome ou le rongeur complète la section postérieure. Ces derniers instruments sont introduits par la voie la plus proche du tendon rotulien (fig 8D, E, F).

Dans cette technique, on peut se permettre de sectionner le segment antérieur avant le segment postérieur, puisque celui-ci sera maintenu par une pince préhensile. Le geste se termine par une vérification soigneuse du résidu méniscal au palpeur et une régularisation au rongeur. Dans le cas d'une lésion verticale longitudinale, lésion de type 3 de Trillat, le principe est identique.

Ménisectomies latérales

Le ménisque latéral présente des particularités anatomiques différentes de celles du ménisque médial. L'accessibilité du segment antérieur est souvent difficile. Son épaisseur est plus importante et peut poser quelques problèmes de section.

L'existence du tendon poplité et de son hiatus rend ce ménisque plus mobile, et la ménisectomie doit préserver au maximum le pont méniscal en regard de l'hiatus, pour ne pas transformer une ménisectomie partielle en totale. En cas de rupture du pont méniscal, le segment postérieur est trop instable pour être conservé.

Le ménisque latéral présente des variations anatomiques (ménisque discoïde) pouvant nécessiter un geste de ménisectomie. Enfin, il est le siège de formations kystiques qui sont en fait des pseudokystes ménilscaux en rapport le plus souvent avec des lésions méniscales, fentes longitudinales ou clivages horizontaux.

VOIES D'ABORD

Deux voies d'abord suffisent habituellement pour réaliser une ménisectomie externe.

La *voie d'abord antérolatérale* suffit pour explorer le ménisque dans sa totalité depuis le segment antérieur jusqu'au segment postérieur. Elle est réalisée de la même façon que pour la ménisectomie médiale. La *voie d'abord antéromédiale* est en général plus haut située que pour traiter une lésion du ménisque médial. Elle se fait par transillumination, ce qui évite aussi de léser un élément vasculaire superficiel.

La mise en position de Cabot (fig 9) ou la simple mise en varus et rotation interne, fait glisser les plans capsulaires par rapport aux plans cutanés, gênant considérablement l'introduction des instruments. Pour éviter ce phénomène, il est préférable de faire le point d'entrée en position de Cabot, ce qui permet d'avoir un accès direct au compartiment latéral. La technique habituelle utilise la voie antérolatérale pour l'arthroscope et la voie antéromédiale comme voie instrumentale.



9 Ménisectomies latérales : position de Cabot.

Les gestes sur le ménisque latéral peuvent être réalisés aussi en utilisant la voie médiale pour l'arthroscope, et la voie antérolatérale pour les instruments, et ceci pour atteindre le segment postérieur du ménisque latéral. Il ne faut jamais hésiter à changer les voies instrumentales et arthroscopiques, pour améliorer les conditions de vision d'une part, mais aussi le placement ergonomique des instruments d'autre part.

ANSE DE SEAU, LÉSIONS VERTICALES LONGITUDINALES

En cas d'anse de seau luxée, il est indispensable de réduire la lésion.

– La réduction (fig 10A, B) se fait au crochet palpeur introduit par la voie antéromédiale. Celle-ci est parfois difficile, et nécessite la mobilisation de l'articulation en flexion, avec mise en contrainte en varus pour ouvrir ce compartiment latéral.

– La section de l'attache postérieure se fait par voie médiale aux ciseaux ou à la pince emporte-pièce (fig 10C), l'optique étant en position antérolatérale. Parfois, il est nécessaire de passer par la voie latérale (fig 10D) si la fente longitudinale est dans la partie la plus postérieure du segment postérieur. Un petit pont postérieur est conservé.

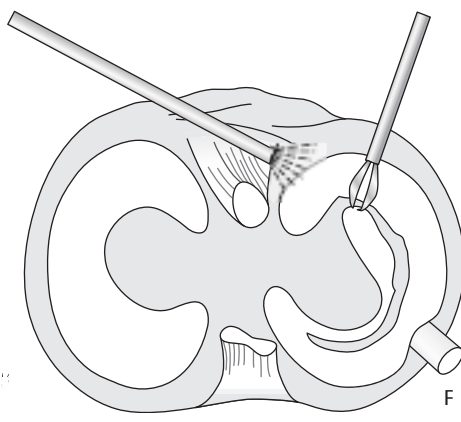
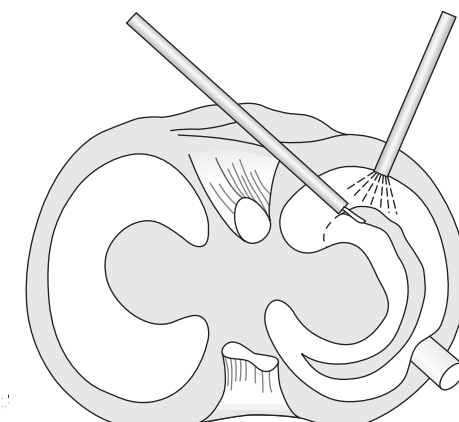
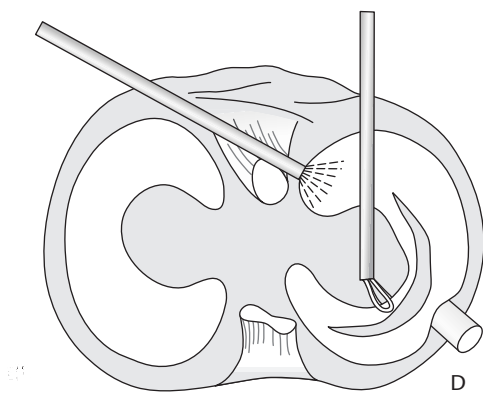
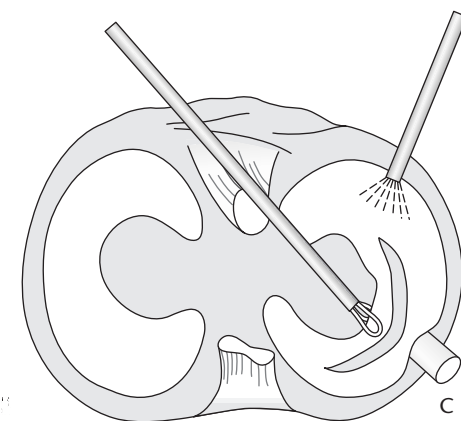
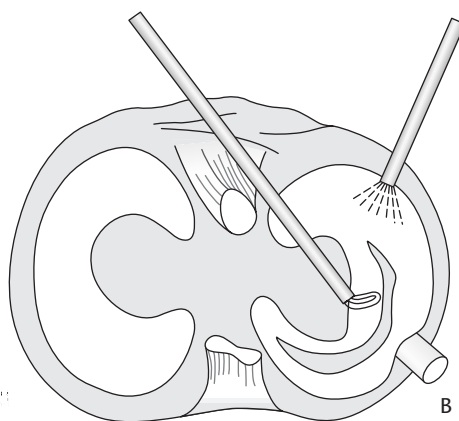
– La section de l'attache antérieure (fig 10E) se fait là aussi, soit avec un rongeur ou un bistouri introduit par la voie médiale, soit avec un ciseau angulé à 90° introduit par la voie latérale. La section méniscale doit être franche et doit emmener toute la lésion d'emblée, pour éviter de laisser un lambeau sur le segment antérieur, qui est plus difficile à régulariser lorsque l'anse de seau est retirée.

– L'extraction de la lésion (fig 10F) se fait à la pince préhensile introduite par la voie médiale. Le ménisque est régularisé au rongeur, et le reliquat méniscal palpé avec soin.

Parfois l'anse de seau latérale est plus difficile à traiter, avec même une impossibilité de réduire la lésion. Il faut alors sectionner en place l'anse de seau. Une troisième voie d'abord peut être utile pour passer une pince préhensile qui maintient le fragment. Lors de la section en place de l'anse de seau, il faut se méfier de ne pas léser le ligament croisé antérieur.

LÉSIONS VERTICALES RADIAIRES

Elles sont fréquentes dans le segment moyen, la régularisation par voie antéromédiale est facile car l'instrument est face à la lésion. La régularisation se fait de part et d'autre de la lésion, au rongeur par



10 Anse de seau du ménisque latéral.

A. Anse de seau luxée du ménisque latéral.

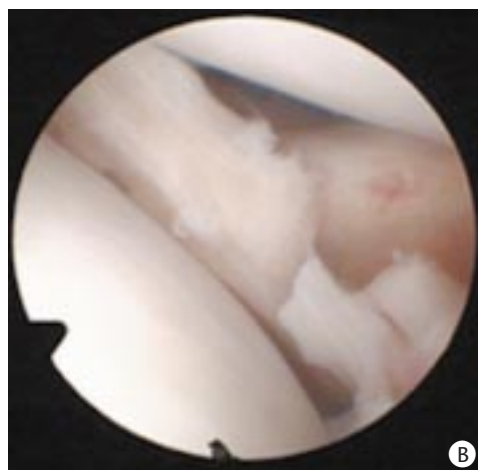
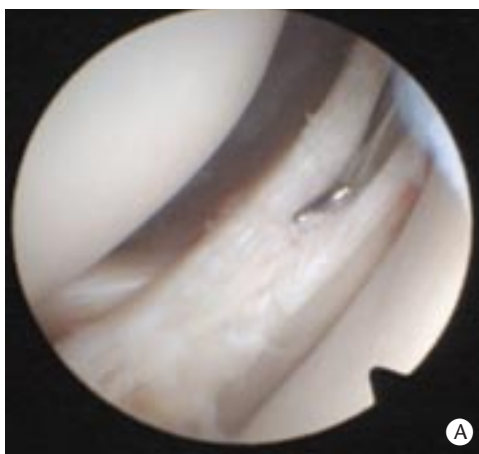
B. Réduction de l'anse de seau.

C. Section de l'attache postérieure au rongeur par la voie antéromédiale.

D. Section de l'attache postérieure au rongeur introduit par la voie antérolatérale et l'arthroscope par la voie antéromédiale.

E. Section de l'attache antérieure au rongeur.

F. Extraction de la lésion à la pince préhensile.



11 Lésions verticales radiaires.
A. Bord libre du ménisque latéral après régularisation, respect de l'hiatus poplité.
B. Hiatus poplité fragilisé par une lésion extensive en regard.

morcellement. Le bord libre doit être régulier en fin d'intervention (fig 11A). Il faut prendre soin de respecter le pont méniscal en avant de l'hiatus poplité (fig 11B).

LAMBEAUX MÉNISCAUX

Le pédicule du lambeau est sectionné, et le bord libre régularisé pour éviter la formation d'une marche d'escalier. Le danger est de perdre le lambeau au moment de sa section. L'utilisation du rongeur comme pince préhensile est toujours possible avec des petits lambeaux, sinon il faut laisser un fin tractus qui est tracté avec une véritable pince préhensile. Les instruments sont passés par la voie antéromédiale le plus souvent. Si le lambeau a une base sur le segment postérieur, la voie instrumentale antérolatérale est plus intéressante.

CLIVAGE HORIZONTAL

Ce type de lésions s'étend souvent du segment antérieur au segment postérieur. Le premier temps du traitement consiste à palper la lésion dans son ensemble pour évaluer son étendue, et surtout ses rapports avec l'hiatus poplité. La ménisectomie se fait le plus souvent par morcellement au rongeur en alternant les voies d'abord : voie d'abord latérale pour le segment postérieur, et voie d'abord médiale pour le segment antérieur et moyen.

Il est également possible, tout comme pour le ménisque médial, de faire une ménisectomie réglée pour une lésion dégénérative étendue du segment postérieur au segment antérieur.

Le premier temps consiste à sectionner le segment postérieur avec un rongeur introduit par la voie antérolatérale, et petit à petit le rongeur se dirige vers le segment moyen. Il faut alors inverser les instruments, le rongeur introduit par la voie médiale va alors continuer à découper le lambeau en se dirigeant vers le segment antérieur. Un fin tractus est conservé avant de découper complètement le segment antérieur, pour pouvoir l'extraire sans le perdre avec une pince préhensile.

En cas de difficultés, on peut réaliser cette ménisectomie réglée en deux temps, en enlevant le segment postérieur dans un premier temps, et le segment antérieur dans un deuxième temps. Enfin on peut combiner les deux techniques, ménisectomie réglée et morcellement.

Il est parfois difficile d'atteindre l'un des deux feuillets sur le segment antérieur ou à la jonction segment antérieur/segment moyen. Le rongeur angulé à 90° est alors utile, il est introduit par la voie médiale (fig 12). Le *shaver* peut être une aide pour traiter les lésions antérieures en utilisant un couteau coudé ou un couteau droit.

Parfois lors du traitement des lésions en clivage, il va persister un feuillet qui est stable. Si celui-ci présente un aspect correct, il peut être licite de le conserver.



12 Lésions en clivage horizontal. Régularisation du segment antérieur du ménisque latéral par un rongeur angulé à 90°.

KYSTE DU MÉNISQUE LATÉRAL (fig 13)

Le traitement des kystes du ménisque latéral a beaucoup évolué, depuis Phemister^[23] qui réalisait une ménisectomie latérale totale par arthrotomie, jusqu'à Muddu^[17] qui propose le traitement par infiltration de corticoïde. Chassaing^[5, 6] propose lui de traiter le kyste par arthroscopie. De même, Parisien^[22] fait appel au *shaver* pour effectuer le débridement intra-articulaire du kyste.

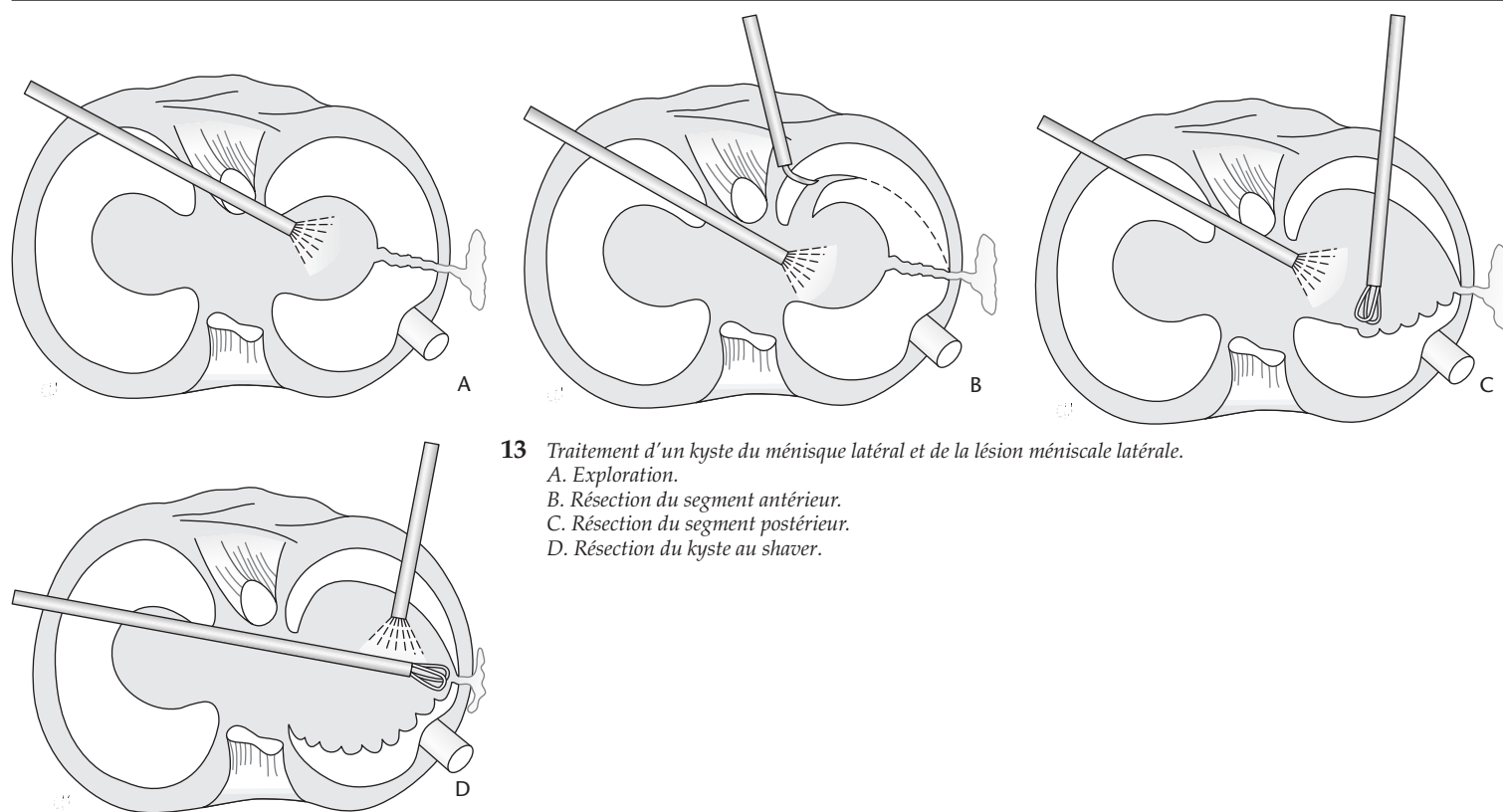
Le but de l'arthroscopie est d'une part de traiter la lésion méniscale en respectant le mur méniscal, et d'autre part de traiter le kyste par excision du contenu du kyste.

L'arthroscopie a permis de limiter l'importance de la ménisectomie, et celle-ci est partielle en conservant un maximum de tissu sain et surtout le pont méniscal en regard du hiatus poplité.

L'intervention débute par le traitement de la lésion méniscale en respectant le mur méniscal. Pour certain le traitement s'arrête ici, le kyste guérit lorsque la lésion méniscale est traitée. Cette opinion est largement minoritaire. Il paraît au minimum nécessaire d'ouvrir la communication avec le kyste à l'aide du palpeur, voire d'agrandir la brèche en regard du kyste largement au rongeur ou au méniscotome^[12].

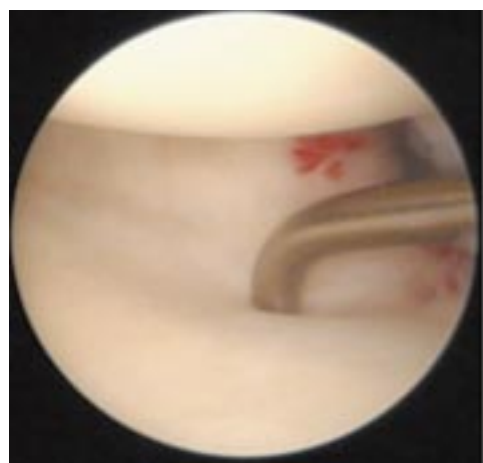
La ménisectomie en regard du kyste doit être totale et atteindre le mur méniscal, mais il faut conserver de part et d'autre de l'orifice kystique un mur méniscal épais, pour ne pas déstabiliser le ménisque restant.

Le dernier temps de l'intervention consiste en l'exérèse du contenu du kyste. Il est au mieux enlevé en utilisant un couteau motorisé ou *shaver* introduit par la communication méniscale du kyste. Le balayage du *shaver* dans le kyste avive les parois, et entraîne un saignement favorisant la cicatrisation. L'utilisation du *shaver* angulé est utile, lorsque le pertuis est situé dans le segment antérieur ou à la jonction des segments antérieur et moyen. Hulet et Locker^[13, 16] signalent que la récurrence du kyste est, dans la majorité des cas, due à une insuffisance de traitement de la lésion méniscale. Pour eux,

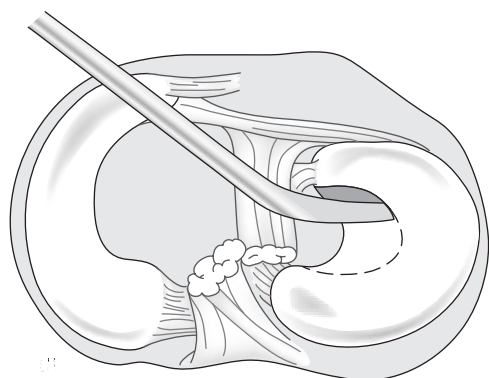


13 Traitement d'un kyste du ménisque latéral et de la lésion méniscale latérale.

- A. Exploration.
B. Résection du segment antérieur.
C. Résection du segment postérieur.
D. Résection du kyste au shaver.



14 Ménisque latéral discoïde.



15 Ménisque discoïde. Méniscoplastie.

L'utilisation des instruments angulés et le changement de voie d'abord sont impératifs pour ne pas laisser de lésions.

MÉNISQUE DISCOÏDE (fig 14, 15)

Ce type de ménisque peut être à l'origine de syndrome douloureux du compartiment latéral, surtout quand il se fissure. La ménisectomie partielle ou « méniscoplastie » est parfois très

difficile, et il faut souvent se résoudre à une ménisectomie subtotale. Il faut reconstituer un ménisque ayant une forme correcte. Pour cela, le morcellement par rongeur est très efficace mais laborieux.

Le geste commence par le bord axial souvent épais, difficile à morceler et fuyant sous le rongeur. Il faut donc passer de la voie antéromédiale à la voie antérolatérale, pour atteindre le bord libre dans les meilleures conditions.

Le rongeur, introduit par la voie antérolatérale, débute la méniscoplastie au niveau du segment postérieur, et se dirige ensuite vers le segment moyen en restant à distance du mur méniscal. On inverse ensuite les instruments, et le rongeur, introduit par la voie médiale, découpe le lambeau méniscal au niveau du segment moyen puis antérieur en restant à distance du mur. Le fragment méniscal est retiré. Il faut inspecter le ménisque restant, régulariser la coupe pour obtenir un bord méniscal homogène, qui va peu à peu s'aplatir et redonner une forme triangulaire au ménisque [27].

Suites opératoires

L'arthroscopie se termine par un lavage soigneux du genou. Il faut éliminer tous les fragments méniscaux, s'assurer qu'il ne persiste pas de débris dans les voies d'abord, sources de douleurs chroniques. Le garrot est lâché avant la vidange de l'articulation, ceci permet de s'assurer qu'il n'existe pas de saignement important intra-articulaire ou des voies d'abord.

La fermeture des voies d'abord se fait de plusieurs façons : fils non résorbables, fils résorbables ou même pansements adhésifs. On a observé quelques granulomes inflammatoires aux points d'entrée. Ces points d'induration peuvent être dus à de petits fragments méniscaux enchâssés dans la voie d'abord. Il faut accorder un soin particulier au nettoyage de ces points d'entrée.

Souvent, cette chirurgie est réalisée en hospitalisation ambulatoire. Le geste peut être fait sous anesthésie locale comme l'ont montré Béguin et Locker [2, 15], néanmoins les autres formes d'anesthésie sont utilisées plus couramment, rachianesthésie, bloc crural et anesthésie générale.

Les patients sortent le jour même de l'intervention. L'opérateur doit fournir au patient des informations sur l'intervention et sur les suites attendues de l'intervention.

Le compte-rendu opératoire est un temps important. Il doit être détaillé, et préciser la quantité de ménisque enlevée et la quantité restante, l'aspect du mur méniscal. Enfin, il est important d'indiquer si cette ménisectomie a été difficile, laborieuse ou facile. Ceci est un indicateur pour l'évolution et le pronostic de la ménisectomie. Il doit aussi détailler l'état cartilagineux avec les stades de gravité et l'extension des lésions qui participent au pronostic à long terme. L'iconographie est un élément important, sous la forme soit de photos soit de vidéo. Le développement de la photographie numérique et des logiciels en permettant l'archivage est un apport intéressant pour le dossier clinique du patient.

La marche est possible d'emblée sans aide extérieure. La reprise du sport est envisageable à 1 mois postopératoire en absence de complications et surtout dans le cadre d'une lésion méniscale traumatique. Dans le cadre de lésions dégénératives, la reprise des activités sportives dépend surtout de l'importance des lésions cartilagineuses coexistantes.

La rééducation est proposée d'emblée, quelques séances de rééducation paraissent bénéfiques.

La rééducation doit être douce, et éviter de créer des douleurs. Pour cela, il faut remettre au kinésithérapeute un protocole précis. Le but est de retrouver la mobilité du genou sans douleur, le travail de renforcement musculaire se fait avec beaucoup de précautions, en associant systématiquement des étirements des chaînes musculaires antérieures et postérieures.

Enfin, il faut expliquer que les suites d'une ménisectomie latérale sont plus longues que pour une ménisectomie médiale.

Conclusion

Les techniques de ménisectomies sont devenues des gestes quotidiens du chirurgien orthopédiste. Cependant, il ne faut pas banaliser ces gestes, car ces techniques demandent un long apprentissage pour être réalisées correctement. L'indication opératoire doit être posée avec grande précision et grande prudence, car la conséquence d'une ménisectomie peut être grave avec la perspective du développement d'une arthrose à long terme.

Le bon déroulement d'une ménisectomie passe par une indication opératoire précise, des examens complémentaires demandés à bon escient, et par le respect des principes techniques.

Références

- [1] Beaufils P. L'arthroscopie opératoire dans la pathologie mécanique du genou. Apport et limites. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1993 : 93-108
- [2] Beguin J, Locker B. Arthroscopie du genou sous anesthésie locale. *J Méd Lyon* 1981 ; 62 : 7-9
- [3] Binnet MS, Gurkan I, Cetin C. Arthroscopic resection of bucket-handle tears with the help of a suture punch: a simple technique to shorten operating time. *Arthroscopy* 2000 ; 16 : 665-669
- [4] Blin JL, Tremoulet J, Hardy PH, Beaufils PH, Bauchet A. Ménisectomie au laser Holmium : Yag versus ménisectomie mécanique sous arthroscopie. Étude comparative prospective randomisée. (Résultats précoces sur 96 sujets). *Annales de la Société Française d'arthroscopie*, 1995
- [5] Chassaing V. Chirurgie du genou par arthroscopie. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°23. Paris : Expansion Scientifique Française, 1985 : 103-120
- [6] Chassaing V, Parier J, Artigala P. L'arthroscopie opératoire dans le traitement du kyste du ménisque externe. *J Méd Lyon* 1985 ; 66 : 449-453
- [7] Chatain F, Robinson AH, Adeleine P, Chambat P, Neyret P. The natural History of the knee following arthroscopy medial meniscectomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001 ; 9 : 19-27
- [8] Daniel DM, Lumkang G, Stone ML, Pedowitz RA. Effects of touniquet use in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1995 ; 11 : 307-311
- [9] Dobner JJ, Nitz AJ. Postmeniscectomy tourniquet palsy and functional sequelae. *Am J Sports Med* 1982 ; 10 : 211-214
- [10] Folinais D, Thelen PH. L'imagerie des ménisques des genoux après 50 ans. *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 : 320-334
- [11] Gillquist J, Oretorp N. Arthroscopic partial meniscectomy. *Clin Orthop* 1982 ; 167 : 29-33
- [12] Glasgow MM, Allen PW, Blakeway C. Arthroscopic treatment of cysts of the lateral meniscus. *J Bone Joint Surg Br* 1993 ; 75 : 299-302
- [13] Hulet C. Les kystes du ménisque externe. Étude rétrospective d'une série de 124 kystes traités par arthroscopie. [thèse médecine], Caen, 1993
- [14] Johnson DS, Stewart H, Hirst P, Harper NJ. Is Tourniquet use necessary for knee arthroscopy. *Arthroscopy* 2000 ; 16 : 648-651
- [15] Locker B, Beguin J, Thomassin G, Besnard M, Dumay F, Vielpeau C. L'anesthésie intra-articulaire en arthroscopie du genou. *Rev Chir Orthop* 1990 ; 76 (suppl 1) : 152-153
- [16] Locker B, Hulet C, Vielpeau C. Lésions traumatiques des ménisques du genou. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-084-A-10, 1992 : 1-12
- [17] Muddu BN, Barrie JL, Morris MA. Aspiration and injection for meniscal cysts. *J Bone Joint Surg Br* 1992 ; 74 : 627-628
- [18] Neyret P, Walch G, Dejour H. La ménisectomie interne intra-murale selon la technique de A Trillat : résultats à long terme de 258 interventions. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 : 637-646
- [19] Northmore-Ball MD, Dandy DJ. Long-term results of arthroscopic partial meniscectomy. *Clin Orthop* 1982 ; 167 : 34-42
- [20] Orengo P, Zahlaoui J. Chirurgie des ménisques. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-traumatologie, 44-785, 1985 : 1-18
- [21] Panisset JC. Conduite à tenir en cas d'échec du traitement arthroscopique. Actualités dans la rééducation. Le genou dégénératif. Montpellier : Sauramps Médical, 2000
- [22] Parisien JS. Arthroscopic treatment of cysts of the menisci. *Clin Orthop* 1990 ; 252 : 154-158
- [23] Phemister DB. Cysts of the external semi-lunar cartilage of the knee. *JAMA* 1923 ; 80 : 593-595
- [24] Thorblad J, Ekstrand J, Hamberg P, Gillquist J. Muscle rehabilitation after arthroscopic meniscectomy with or without tourniquet control: A preliminary randomized study. *Am J Sports Med* 1985 ; 13 : 133-135
- [25] Trillat A. Les lésions méniscales internes. Les lésions méniscales externes. Chirurgie du genou. In : Journées Lyonnaises de chirurgie du genou. 04/1971. Villeurbanne : Simep, 1973
- [26] Trillat A. Lésions traumatiques du ménisque interne du genou, classification anatomique et diagnostic clinique. *Rev Chir Orthop* 1962 ; 48 : 551-560
- [27] Vandermeer RD, Cunnigham FK. Arthroscopic treatment of the discoid lateral meniscus: results of long term follow-up. *Arthroscopy* 1989 ; 5 : 101-109
- [28] Watanabe M, Ikeuchi H. L'arthroscopie. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-001-P-10, 1981

Ostéotomies du fémur distal

**F Langlais
JC Lambotte**

R é s u m é. – Les ostéotomies de l'extrémité distale du fémur ont pour indication principale la gonarthrose fémorotibiale en genu valgum. Elles peuvent également être utilisées pour les cals vicieux post-traumatiques. Elles sont aussi le siège préférentiel des ostéotomies de flexion et d'extension du genou, car elles sont proches de l'axe de rotation de l'articulation.

Leurs indications se font sur une étude précise des axes des membres inférieurs, des forces qui s'y appliquent et sur le bilan radiographique préopératoire qui définit les indications d'ostéotomie, leur niveau et l'amplitude de la correction à réaliser. Compte tenu des contraintes existantes du fémur distal, seules nous paraissent légitimes les ostéotomies fixées par un matériel solide, soit plaque vissée, soit de préférence un matériel monobloc de type lame-plaque, qui permet une correction automatique et autorise une mobilisation précoce. Dans ces conditions, l'ostéotomie fémorale se révèle aussi simple techniquement et aussi bénigne dans ses suites que l'ostéotomie tibiale. Nous étudierons successivement les ostéotomies supracondyliennes de varisation, puis d'extension ou de flexion.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

Nous ne reprendrons pas ici les principes de la correction axiale dans la gonarthrose car ils ont été développés dans l'article « Ostéotomies du tibia proximal » (Encyclopédie Médico-Chirurgicale, Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, fascicule 44-830).

Bilan préopératoire de la gonarthrose sur genu valgum

Bilan préopératoire

Ce bilan a trois objectifs :

- confirmer que la gonarthrose est accessible à l'ostéotomie, car elle est la conséquence d'une déviation axiale, et en préciser l'importance ;
- orienter vers une ostéotomie tibiale ou fémorale ;
- indiquer la correction angulaire à réaliser.

Bases

- Un cliché de face et de profil des genoux en décubitus. L'un et l'autre sont réalisés genou en extension maximale, sur grande plaque (18 × 43).

Ils permettent notamment : le bilan des surfaces articulaires (intégrité ou surcharge compartimentaire) ; la mesure de l'obliquité des surfaces articulaires par rapport aux axes diaphysaires (ligne tibiale de Leveigne) ; la recherche sur le profil d'une cupule postérieure ; le calque préopératoire.

- Des incidences fémoropatellaires à 30° de flexion, recherchant des signes de souffrance et leur rapport avec la déviation fémorotibiale : le pincement est-il du côté de la déviation frontale (genu valgum et pincement latéral) ou du côté inverse ?
- Un pangonogramme dont le but est triple :
 - préciser la déviation angulaire globale ;
 - mesurer un éventuel bâillement articulaire ;
 - déterminer les écarts varisants (intrinsèque, extrinsèque et global) qui permettront de calculer les moments varisants.

Pangonogramme

Il peut être fait soit en appui unipodal, soit en appui bipodal.

Le cliché en appui unipodal est celui qui semble se rapprocher le plus des sollicitations de la marche et il a l'intérêt de démasquer les laxités. Cependant, il est difficile à réaliser chez beaucoup de patients invalidés et il n'apporte pas plus pour l'étude de laxité que les clichés dynamiques en varus et valgus. Le meilleur compromis paraît être le cliché en appui bipodal préconisé par Massare et Ramadier : il donne une idée correcte de la statique globale des membres inférieurs et des laxités (qui seront ensuite mieux étudiées sur les clichés dynamiques).

Nous avons mis au point (avec Ramée et Duvauferrier) un examen reproductible évitant, en particulier, les erreurs de positionnement rotatoire, dont nous savons les conséquences sur la mesure de la déviation frontale. Il utilise comme plan de repère le plan bicondylien postérieur et fait appel à un calque des empreintes plantaires, qui sert de témoin pour l'orientation des clichés et facilite leur lecture par le chirurgien. Le patient est placé debout, à distance de l'ampoule radiologique, de profil, pieds posés sur une place de carton orientée par rapport à la direction du rayon incident. On fait tourner un membre

Frantz Langlais : Professeur des Universités.
Jean-Christophe Lambotte : Praticien hospitalier.
Service de chirurgie orthopédique, traumatologique et réparatrice, centre hospitalier universitaire hôpital Sud, 35056 Rennes, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Langlais F et Lambotte JC. Ostéotomies du fémur distal. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-825, 1999, 8 p.

inférieur jusqu'à ce que, en scopie, les images des deux bords postérieurs des condyles se superposent : on trace alors, sur le carton, l'empreinte du pied correspondant à cette position. On réalise la même manœuvre pour l'autre jambe en s'efforçant, s'il s'agit d'un genu valgum, de mettre le plus possible en contact les deux genoux. Ainsi est marquée, sur le calque, la position des pieds permettant d'obtenir deux clichés de profil strict des genoux. Il n'y a plus qu'à tourner le calque de 90°, en demandant au patient de replacer ses pieds dans les empreintes tracées. Le sujet est radiographié sur une cassette 40 × 120. Les genoux sont obligatoirement de face stricte si les pieds se superposent aux empreintes précédemment dessinées. Sur le cliché de face obtenu, on marque les trois repères classiques (hanche, genou, mortaise) ainsi que le bord supérieur de S2. On trace les tangentes au bord inférieur des condyles fémoraux et au bord supérieur des plateaux tibiaux (correspondant au fond des cupules, si ceux-ci ont subi cette déformation).

On mesure ainsi :

- l'angulation entre les axes mécaniques fémoral et tibial ;
- le bâillement articulaire entre les tangentes fémorale et tibiale, par exemple : bâillement médial sur genu valgum aggravant la déviation angulaire globale ;
- l'écart varisant global ;
- des clichés dynamiques en varus et valgus forcés, qui sont très utiles pour apprécier le pronostic et préciser les laxités. À signaler que le cliché en *schuss*, de face, genou à 30° de flexion, objective également de façon correcte les usures articulaires.

Gonarthrose : est-elle accessible à l'ostéotomie ?

Celle-ci est conseillée s'il y a une déviation axiale (par exemple un genu valgum) entraînant une arthrose par surcharge d'un seul compartiment (par exemple latéral), tandis que le compartiment opposé (médial) est indemne. L'ostéotomie peut alors rééquilibrer les charges sur les deux compartiments. Classiquement, la surcharge compartimentaire se manifeste d'un côté par un pincement articulaire, une densification du plateau tibial (en cupule ou en triangle dense périphérique), de petits ostéophytes affrontés, des travées verticales condyliennes et tibiales objectivant les excès de charge. Le compartiment opposé est indemne, parfois même un peu élargi par bascule des épiphyses vers le côté pincé.

En l'absence de signes de surcharge, même s'il y a une déviation axiale, il est souvent utile de confirmer que les gonalgies sont bien liées à cette déviation axiale. La scintigraphie est l'examen le plus fiable, il révèle l'hyperfixation du compartiment douloureux et la normofixation du compartiment totalement sain.

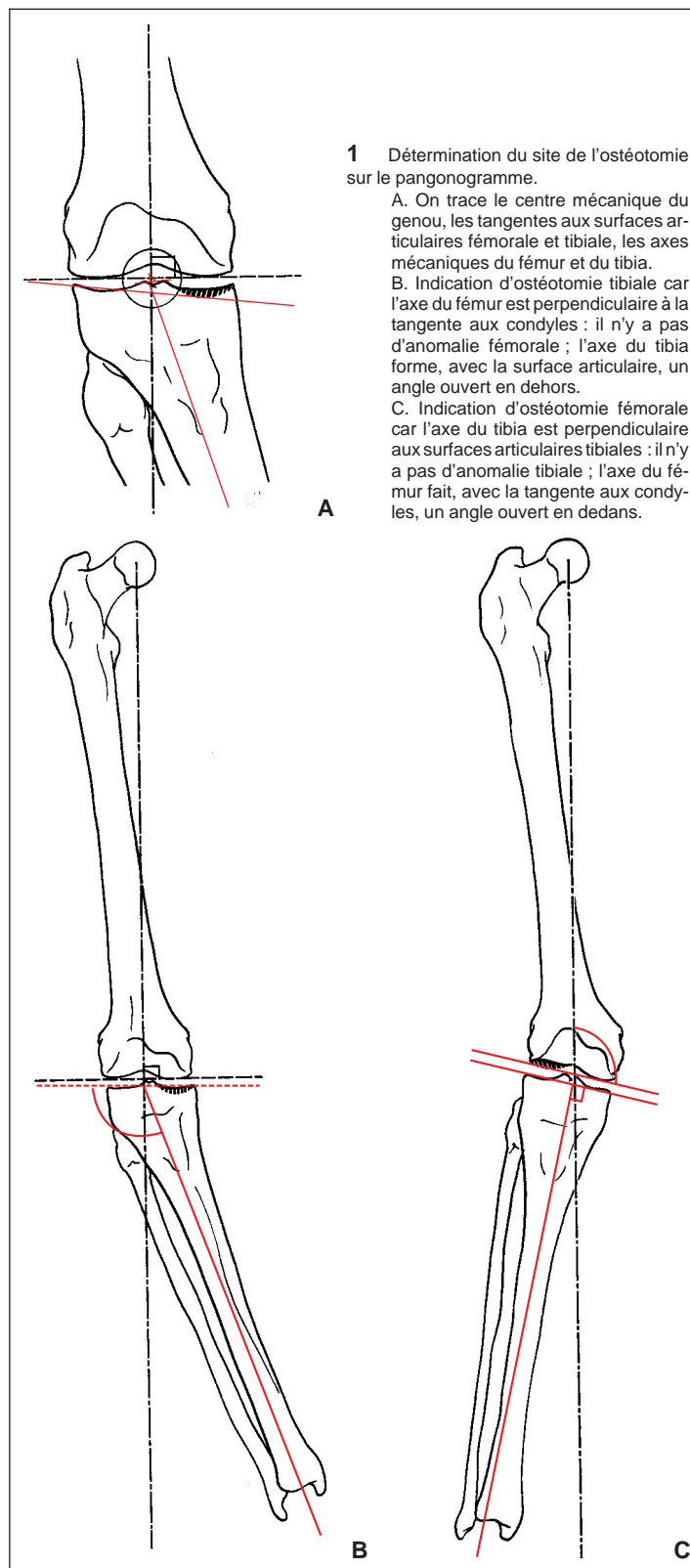
Si le compartiment opposé n'est pas intact, il faut rechercher si ne s'associe pas, à l'anomalie axiale, une affection métabolique (chondrocalcinose par exemple). C'est un facteur de moins bon pronostic pour l'ostéotomie, car celle-ci ne remettra pas en charge un compartiment totalement sain.

Les clichés dynamiques en varus et valgus sont indispensables car ils précisent l'état des deux interlignes. Le pincement du côté pathologique confirme le diagnostic, tandis que si persiste du côté sain une bonne épaisseur du cartilage malgré la mise en charge, le pronostic de l'ostéotomie est favorable. En revanche, si le côté présumé sain se pince lors des clichés dynamiques, son intégrité est sujette à caution et l'ostéotomie est déconseillée.

La meilleure indication d'ostéotomie est celle de la gonarthrose débutante sur déviation axiale, voire la gonarthrose sur lésions post-traumatiques (séquelles de ménisectomies, de fractures extra-articulaires, de laxité stabilisée). En revanche, l'ostéotomie est déconseillée si la destruction articulaire n'est pas essentiellement liée à une déviation axiale, notamment en cas d'atteinte bicompartimentaire, par exemple dans les arthrites inflammatoires (polyarthrite rhumatoïde) ou certaines décompensations bicompartimentaires d'arthropathies métaboliques (chondrocalcinose).

Siège de l'ostéotomie : doit-il être tibial ou fémoral ?

Il est essentiel de rechercher le niveau d'anomalie morphologique, car c'est là que portera habituellement la correction. Le siège et la mesure exacte de la correction angulaire à réaliser sont décidés sur le pangonogramme (fig 1).



1 Détermination du site de l'ostéotomie sur le pangonogramme.

A. On trace le centre mécanique du genou, les tangentes aux surfaces articulaires fémorale et tibiale, les axes mécaniques du fémur et du tibia.

B. Indication d'ostéotomie tibiale car l'axe du fémur est perpendiculaire à la tangente aux condyles : il n'y a pas d'anomalie fémorale ; l'axe du tibia forme, avec la surface articulaire, un angle ouvert en dehors.

C. Indication d'ostéotomie fémorale car l'axe du tibia est perpendiculaire aux surfaces articulaires tibiales : il n'y a pas d'anomalie tibiale ; l'axe du fémur fait, avec la tangente aux condyles, un angle ouvert en dedans.

Au niveau du tibia, il n'y a pas d'anomalie si la tangente aux plateaux est perpendiculaire à l'axe mécanique. En cas de genu varum, la tangente et l'axe forment un angle obtus en dehors.

En ce qui concerne le fémur, l'axe mécanique et la tangente au bord inférieur des deux condyles forment un angle droit. En cas de genu valgum, ils dessinent un angle obtus ouvert en dedans.

L'angle entre les axes mécaniques de chaque os et les surfaces articulaires correspondantes est donc précisé, ainsi que l'angle formé par les axes mécaniques fémoral et tibial entre eux : ce dernier doit être égal à la somme des anomalies fémorale et tibiale et du bâillement entre les deux surfaces. Dans le cas contraire, les mesures doivent être à nouveau vérifiées.

Le siège et l'importance des déformations étant définis, le niveau de l'ostéotomie est donc maintenant connu.

En règle générale :

- les genu varum sont d'origine tibiale et seront traités par ostéotomie tibiale de valgisation ;
- les genu valgum sont liés à une hypoplasie du condyle latéral et seront traités par ostéotomie fémorale de varisation.

Il est cependant des cas particuliers ; on donne en effet la préférence :

- à l'ostéotomie tibiale :
 - pour la correction d'anomalies mixtes (à la fois fémorales et tibiales), à condition qu'après ostéotomie, l'obliquité de l'interligne n'excède pas 10° ^[1], ou de genu valgum ne dépassant pas 10° (fig 2A) ;
 - pour de sévères arthroses fémoropatellaires associées : la congruence fémoropatellaire peut en effet être correctement rétablie en effectuant, au niveau tibial, à la fois l'ostéotomie et une transposition tubérositaire ;
- à l'ostéotomie fémorale ^[5] lorsqu'il existe des flectum ou des recurvatum articulaires dépassant 20° : la correction se fait alors près de l'axe de flexion du genou et donne une bien meilleure morphologie qu'une ostéotomie tibiale. La réputation de morbidité plus importante de l'ostéotomie fémorale par rapport à l'ostéotomie tibiale ne nous paraît pas justifiée si on utilise, pour l'ostéotomie fémorale, une lame-plaque appropriée.

Importance de la correction angulaire à réaliser

Un valgus modéré ne donne que rarement naissance à une gonarthrose. En effet, le moment valgus étant augmenté par le valgus, il n'y a pas besoin de contractions accrues du hauban latéral pour stabiliser le genou (fig 3A). De plus, en mettant la hanche en adduction, le patient place son centre de gravité à l'aplomb du centre du genou, au-dessus du tibia vertical, ce qui évite les excès de contraintes sur le compartiment latéral.

Il faut cependant noter que les muscles tenseurs du hauban latéral (gluteus major, tenseur du fascia lata) sont impliqués à la fois dans la stabilisation de la hanche et dans celle du genou. Ainsi, des tensions anormales du hauban latéral, destinées à stabiliser une hanche pathologique, peuvent solliciter anormalement le compartiment latéral du genou, en dehors de toute anomalie morphologique.

Enfin, des asymétries peuvent être le fait d'une malformation de la hanche, notamment une hanche luxée : celle-ci sollicitera anormalement le compartiment latéral dans l'appui monopode.

Compte tenu de ces éléments, la correction opératoire d'un genu valgum doit souvent rester plus modérée que celle d'un genu varum. En effet :

- un varum postopératoire important augmente le moment varisant : celui-ci doit être compensé par une plus grande traction du hauban latéral, ce qui aggrave la détérioration du compartiment latéral (fig 3B) ;
- un genu valgum au-dessous d'une hanche pathologique ne doit pas être hypercorrigé puisque l'augmentation du moment varisant intrinsèque nécessiterait d'être compensée par des contractions excessives des muscles latéraux, se traduisant par des contraintes anormales sur la hanche.

La plupart des auteurs proposent, dans le genu valgum, d'aboutir, grâce à une ostéotomie de varisation fémorale, à une « normocorrection » de l'axe mécanique (alignement des trois points de repère), ce qui correspond en fait à une hypercorrection de 2° par rapport à l'axe mécanique).

Ostéotomies supracondyliennes de varisation

Compte tenu des contraintes existant au fémur distal, il nous paraît préférable d'utiliser un matériel monobloc qui permet une correction automatique et autorise une mobilisation précoce. L'indication essentielle de l'ostéotomie fémorale distale de varisation est le genu valgum par hypoplasie du condyle latéral.

Ostéotomie : doit-elle être latérale ou médiale ?

L'ostéotomie d'ouverture latérale (fig 2B) est la plus simple, par sa voie d'abord aisée et parce qu'il s'agit d'une ostéotomie bâillante ne nécessitant pas de greffe. Ses limites sont les varisations importantes (de l'ordre de 20°) car elles peuvent entraîner une distension du nerf péronier commun et il existe un risque de démontage de l'ostéotomie bâillante, surtout dans les cas de texture osseuse médiocre (sujets âgés). Dans ces cas, une ostéotomie de fermeture médiale (fig 2C), après résection cunéiforme, apporte une plus grande sécurité.

La voie d'abord cutanée de ces ostéotomies supracondyliennes peut être une voie parapatellaire latérale ou médiale, permettant, par un décollement sous-fascial, de passer en arrière du muscle vaste latéral ou du muscle vaste médial : ces voies d'abord peuvent être reprises ultérieurement pour une prothèse de genou. Cependant, pour des raisons de facilité, nous préférons habituellement utiliser des voies franchement latérales ou franchement médiales pour effectuer l'ostéotomie. En effet, les troubles de cicatrisation sont rares au niveau de l'extrémité distale du fémur et il y a peu de risques à effectuer une prothèse totale de genou par une voie parapatellaire médiale après une ostéotomie supracondylienne de valgisation faite par voie latérale. En cas de doute, on demande un délai de quelques semaines entre la date d'ablation de la lame-plaque et celle de la prothèse totale.

Ostéotomie de varisation par ouverture latérale

Planification

On utilise la lame-plaque Strelitzia, à 95° d'angulation, également employée pour l'ostéosynthèse des fractures supracondyliennes (fig 4). Sa lame mesure 6 à 9 cm et elle est guidée par une broche-guide de 25/10 mm. Une plaque à trois vis diaphysaires est suffisante pour ces ostéotomies sur lesquelles l'appui est différé jusqu'à consolidation. Il n'est pas indispensable, avec les lames-plaques Strelitzia, de contrôler par une parallélisation de broches le caractère automatique de la correction obtenue. En effet, la stabilité de ce matériel est beaucoup plus grande que celle des lames-plaques d'extrémité supérieure du tibia : la lame-plaque Strelitzia est plus épaisse et ne risque pas de faire perdre une partie de la correction en se déformant. De plus, son ancrage dans les condyles est beaucoup plus puissant que l'ancrage d'un « col de cygne » dans l'épiphyse tibiale et il n'y a pas de risque de balayage. Si la lame est suffisamment longue, et bien positionnée dans les condyles, la correction « automatique » sera obtenue. Pour avoir une bonne prise, la lame doit être épiphysaire, pénétrant le condyle latéral 20 à 30 mm au-dessus de l'interligne. L'ostéotomie est horizontale, environ 50 mm au-dessus de l'interligne. Pour une varisation de 15°, la broche-guide de la lame-plaque doit donc être introduite à 110°.

Installation (fig 5)

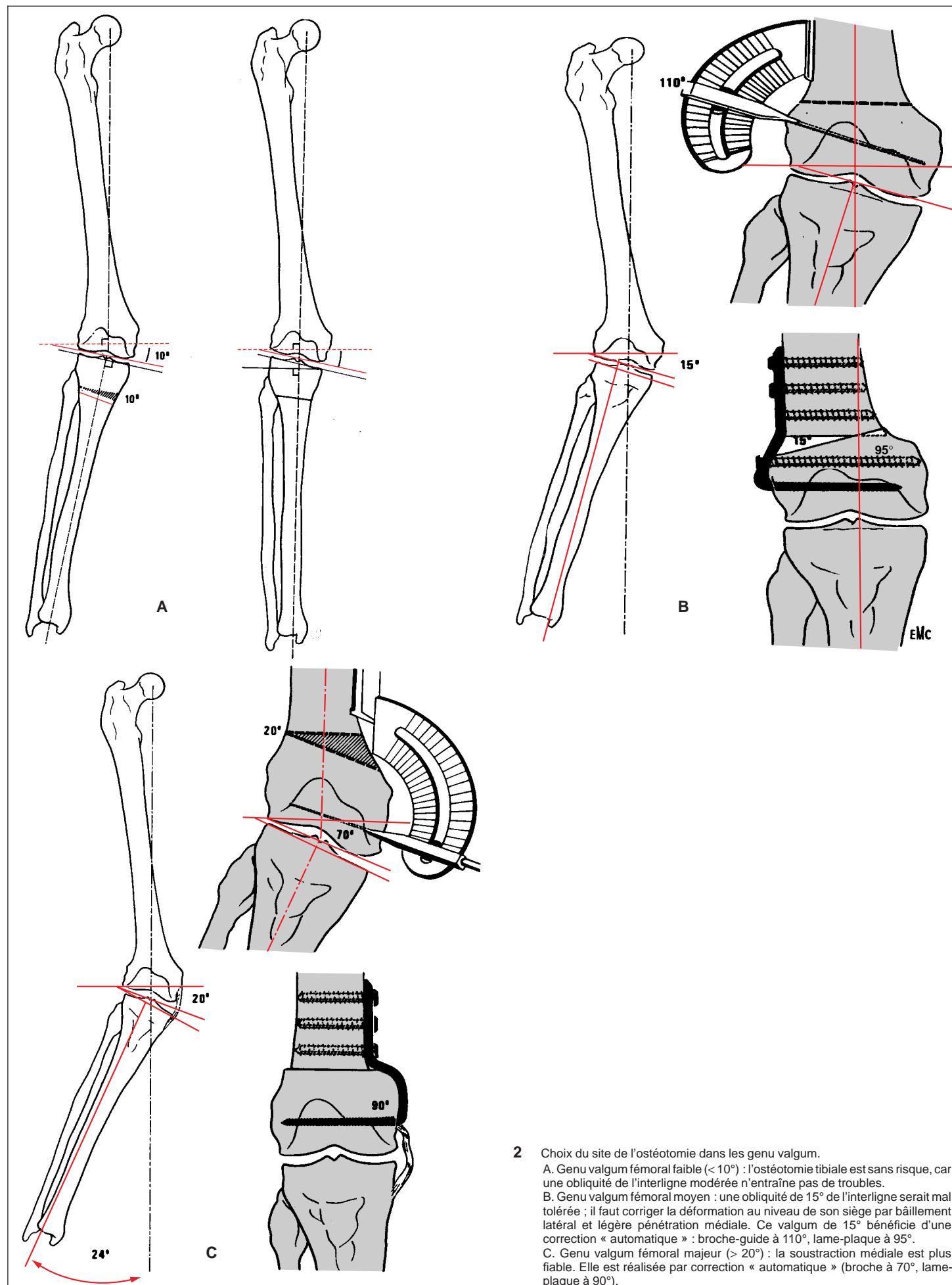
L'opéré est installé sur table ordinaire, maintenu en décubitus latéral par des appuis pubien et fessier. Le membre inférieur repose sur des appuis « à arthrodèse », l'un au niveau de la région malléolaire, l'autre au niveau de la cuisse, pour ne pas gêner les contrôles par amplificateur de brillance.

L'hémotase provisoire est assurée par un garrot pneumatique situé à la racine de la cuisse.

Abord (fig 6)

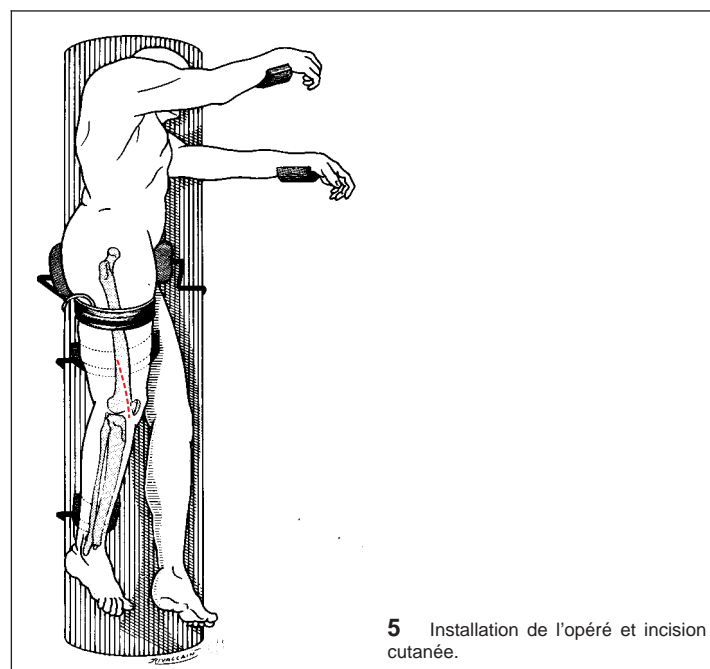
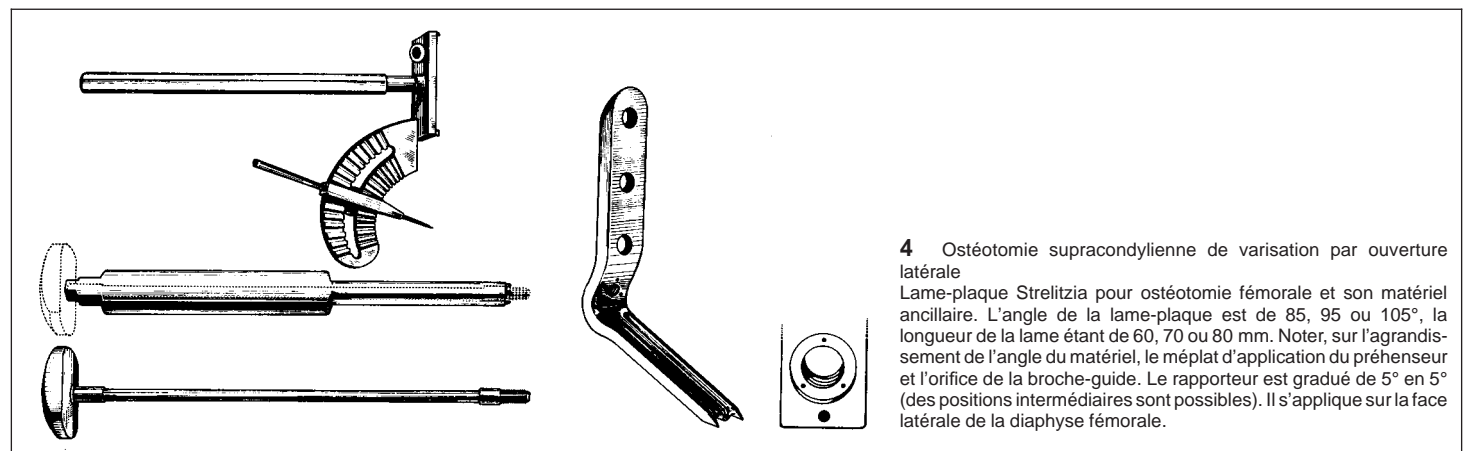
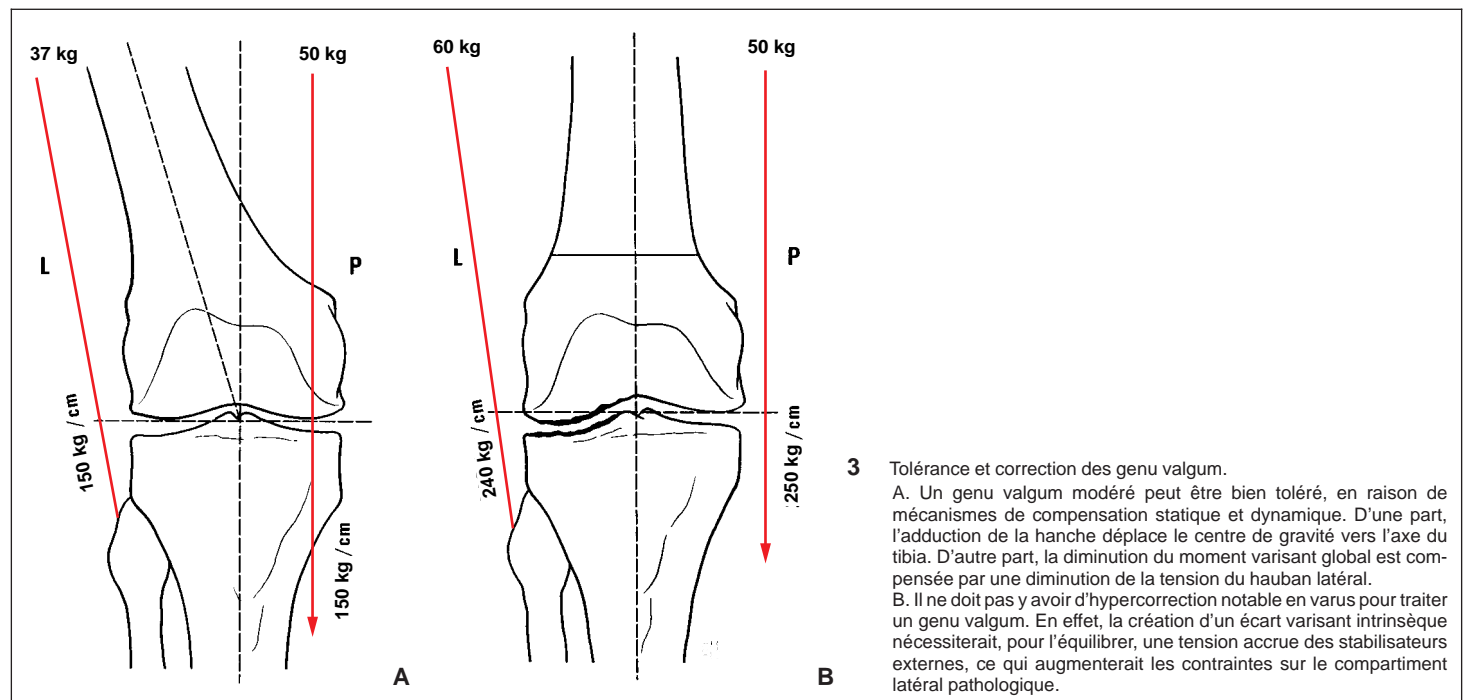
La peau est incisée selon une ligne débutant 15 cm au-dessus de l'interligne du genou, à la face latérale de la diaphyse, et se dirigeant en s'incurvant un peu d'arrière en avant vers l'insertion tibiale du ligament patellaire, sans cependant dépasser l'interligne.

Le fascia lata est divisé dans l'axe de ses fibres selon le même trajet, puis l'aponévrose du vaste latéral est incisée au niveau de son insertion sur la cloison intermusculaire. Le vaste est alors ruginé de la seule face latérale de la diaphyse (tandis qu'on lie quelques pédicules et notamment l'artère articulaire supéroexterne). La rugination ne dénude les faces antérieure et latérale que sur 2 cm de hauteur, au niveau de l'ostéotomie, en regard de l'anneau du long adducteur. En arrière, on peut s'aider d'une décortication des crêtes de bifurcation de la ligne âpre. Deux écarteurs à bec, antérieur et postérieur, protègent le pédicule fémoral de toute échappée, tout en limitant le déperistage de la zone charnière de l'ostéosynthèse.



2 Choix du site de l'ostéotomie dans les genu valgum.

- A. Genu valgum femoral faible ($< 10^\circ$) : l'ostéotomie tibiale est sans risque, car une obliquité de l'interligne modérée n'entraîne pas de troubles.
- B. Genu valgum femoral moyen : une obliquité de 15° de l'interligne serait mal tolérée ; il faut corriger la déformation au niveau de son siège par bâillement latéral et légère pénétration médiale. Ce valgum de 15° bénéficie d'une correction « automatique » : broche-guide à 110° , lame-plaque à 95° .
- C. Genu valgum femoral majeur ($> 20^\circ$) : la soustraction médiale est plus fiable. Elle est réalisée par correction « automatique » (broche à 70° , lame-plaque à 90°).



est dégagée jusqu'au tubercule condylien, dont le bord supérieur est le niveau de pénétration préférentiel de la plaque, si cela est compatible avec la correction à réaliser.

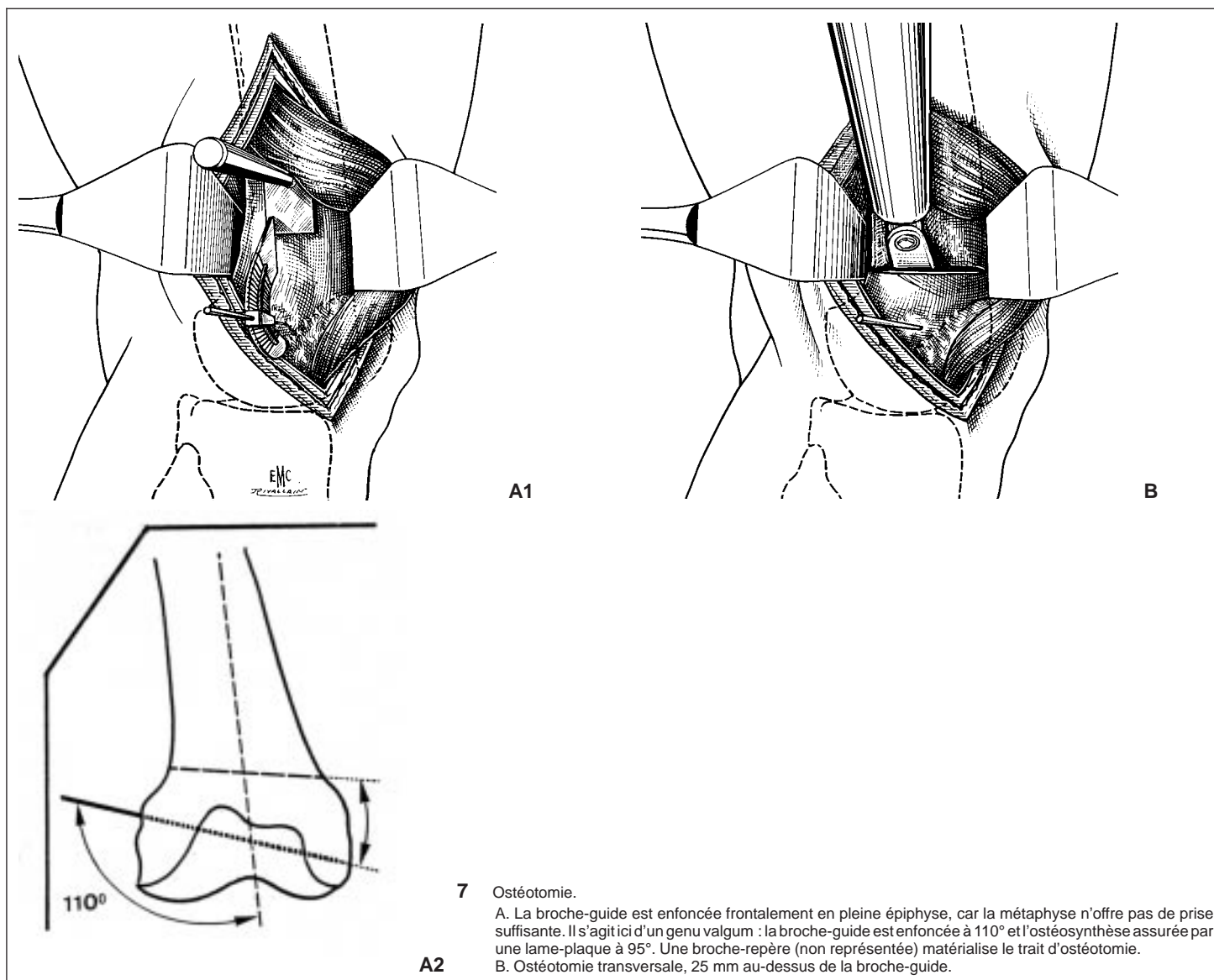
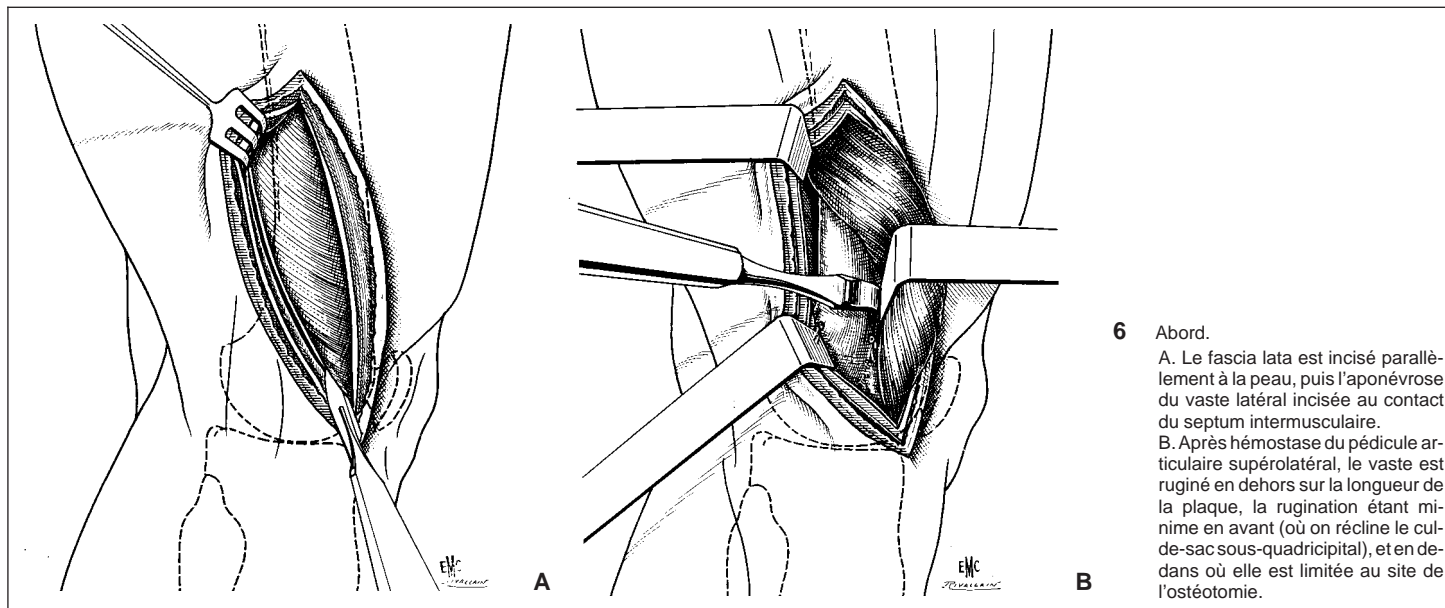
Broches-repères. Ostéotomies (fig 7)

Après avoir préparé son point d'entrée à la pointe carrée de 3 mm, on enfonce la broche-guide de 25/10 de diamètre et 20 cm de long, en s'aidant du rapporteur bien appliqué sur la diaphyse. Elle doit être strictement frontale. Une autre broche matérialise le niveau de l'ostéotomie. Un contrôle radiologique de face vérifie la position des deux broches. On enfonce alors la broche-guide pour qu'elle prenne appui dans la corticale médiale. On réalise l'ostéotomie à la scie sur les faces latérales, antérieure et postérieure, en prenant garde de ne pas créer d'éclat en dedans et de respecter les 25 mm de corticale latérale qui séparent la base de la lame et le trait d'ostéotomie. Les tout premiers centimètres de la lame-plaque sont enfoncés en veillant à ce que la plaque soit bien parallèle au plan frontal, puis on termine au ciseau étroit l'ostéotomie de la corticale interne.

Ostéosynthèse (fig 8)

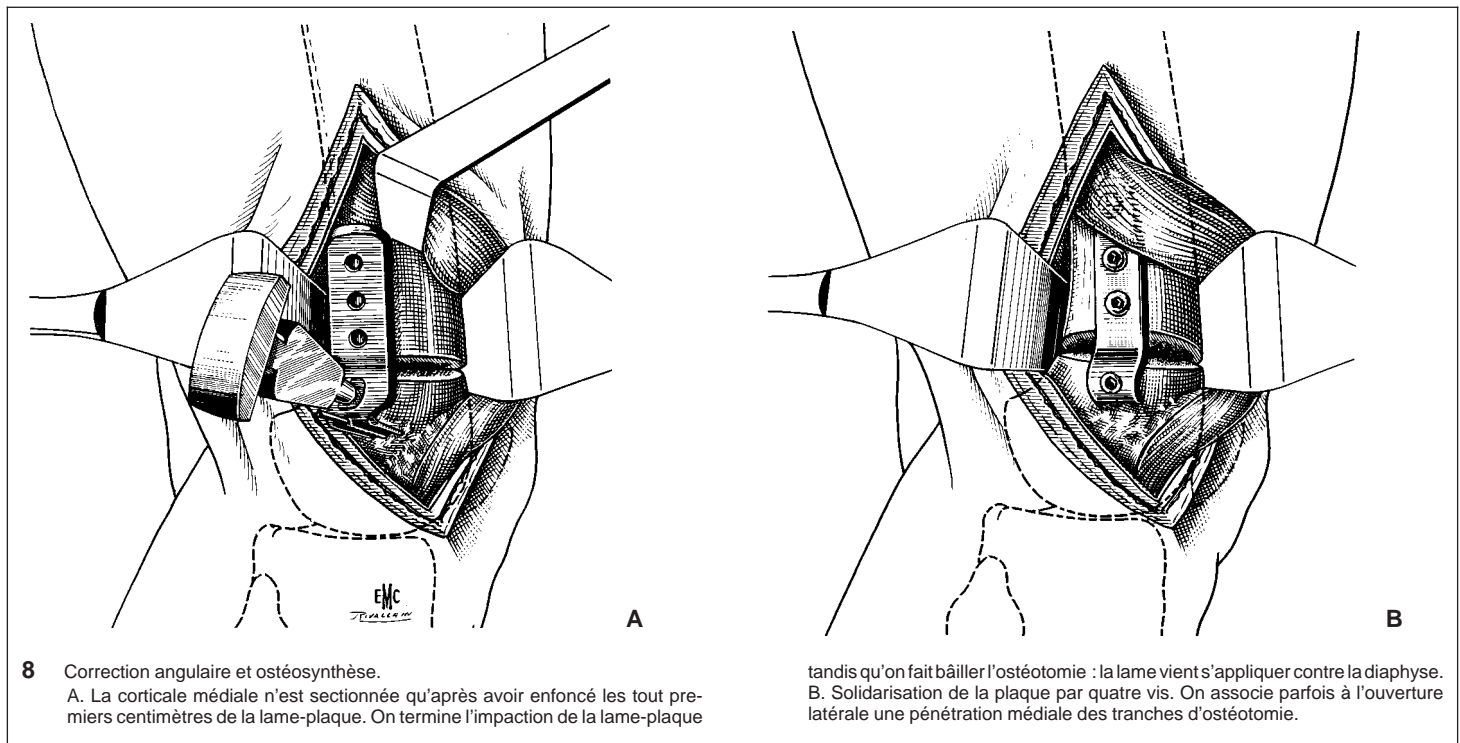
On vérifie que la correction angulaire peut être réalisée, puis on enfonce complètement la lame-plaque, maintenue par le porte-implant. Comme au niveau du tibia, il importe d'utiliser une lame pas trop longue (à la radiographie, son extrémité médiale doit rester 1 cm en deçà de la projection de la corticale médiale) et dont l'implantation ne doit pas être modifiée si on veut disposer d'une tenue efficace dans le spongieux

On est parfois gêné par le cul-de-sac sous-quadricipital, au-dessous duquel on glisse l'écarteur antérieur ; en bas, la face latérale du condyle



épiphysaire. Une vis unicorticale est mise en place sur la plaque fémorale et un contrôle scopique confirme que le contact des corticales médiales est satisfaisant. Une impaction réalisée en frappant de haut en

bas, de la paume de la main sur le genou fléchi, peut améliorer le contact médial si nécessaire. Le contrôle radiographique étant satisfaisant, on met en place une vis dans le trou préhenseur, situé immédiatement



au-dessus de la lame et parallèle à elle. Puis on termine la fixation de la plaque sur la diaphyse par trois vis bicorticales de 5 mm de diamètre.

Le comblement du bâillement osseux surviendra spontanément sans utilisation de greffe ni de biomatériau.

Fermeture

Le vaste latéral est reposé et le fascia lata suturé sur un drain aspiratif. Suture cutanée.

Le genou est placé sur arthromoteur dès le lendemain et la mobilisation active douce en pendulaire est débutée après l'ablation du pansement. L'appui est autorisé entre le 2^e et le 3^e mois.

Ostéotomie de varisation par fermeture médiale (fig 2C)

Le matériel utilisé est une lame-plaque de même type, mais angulée à 90° et possédant un déport^[3] du fait de la « marche d'escalier » qu'entraîne la résection cunéiforme à base médiale. Le calque est réalisé avec une broche-guide située à 15-20 mm de l'interligne, plutôt à la partie antérieure de l'épiphyse. Il précise l'angulation de la broche-guide de la lame-plaque (ici 70° pour une varisation de 20°) et l'importance de la résection cunéiforme (parallèle à la broche en bas, perpendiculaire à l'axe fémoral en haut).

L'intervention est menée soit par une voie parapatellaire médiale, soit plutôt par une voie de Gernez médiale sur un sujet en décubitus dorsal, membre inférieur surélevé par des coussins. Après mise en place des broches-guides, contrôle radiographique, on amorce le logement de la lame-plaque. Puis on retire le matériel, on effectue la résection cunéiforme et on termine la fixation. L'appui est autorisé au 60^e jour.

Ostéotomies supracondyliennes d'extension et de flexion

La correction d'un flectum (fig 9) est le plus souvent aisée. Elle se fait par résection cunéiforme à base antérieure, voire par résection trapézoïdale si l'on craint que l'extension ne mette en tension anormale le pédicule vasculaire. La résection cunéiforme achevée, la rectitude est obtenue en étendant la jambe ; la tension capsulaire postérieure entraîne l'épiphyse fémorale. Il ne reste qu'à visser la plaque arrivée au contact de la diaphyse.

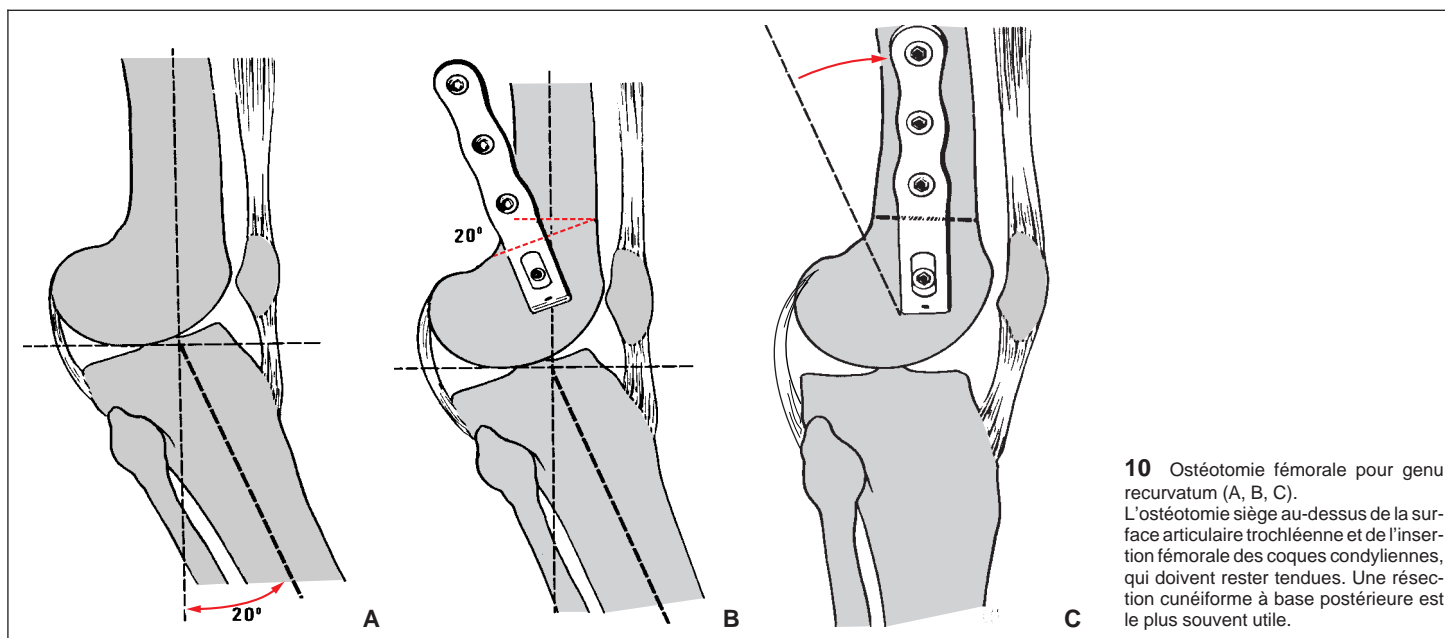
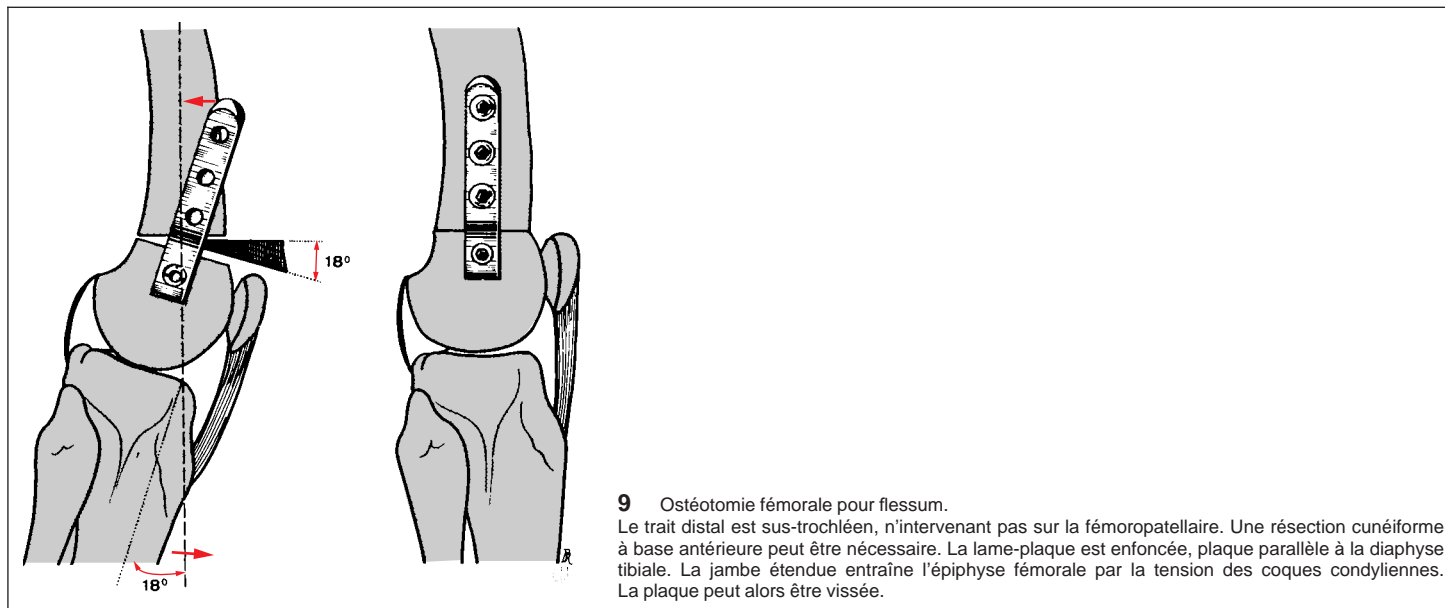
La correction d'un recurvatum (fig 10) se fait selon le même principe. Après mise en place de la broche-guide, le genou est maintenu en hyperextension et la lame enfoncée sur 3 cm, la plaque formant, avec la diaphyse fémorale, un angle égal à celui dont on veut réduire le recurvatum. Puis on pratique la résection cunéiforme et on fixe de façon définitive la lame-plaque.

Dans les deux cas, il faut veiller à ce que le trait d'ostéotomie n'intéresse jamais la surface trochléenne et qu'il n'y ait pas de translation antérieure de l'épiphyse qui pourrait avoir pour conséquence une surcharge de l'articulation fémoropatellaire.

L'association de corrections sagittale et frontale importantes peut entraîner des modifications axiales imprévues et il est, dans ce cas, prudent de contrôler cliniquement l'axe global du membre inférieur, comme dans une prothèse totale de genou, en le recouvrant entièrement de jersey stérile, en repérant radiologiquement le centre de la tête fémorale et éventuellement en opérant en décubitus dorsal.

En conclusion, dans l'arthrose latérale sur genu valgum, et notamment sur hypoplasie du condyle latéral, l'ostéotomie fémorale distale, si elle est réalisée avec rigueur, est équivalente, dans sa période postopératoire, à l'ostéotomie tibiale, et stabilise efficacement l'arthrose^[2, 4]. De surcroît, l'ostéotomie fémorale distale réalise efficacement la correction des déviations sévères dans le plan sagittal (flectum, recurvatum), ainsi que celle des déviations mixtes, sagittales et frontales.

(figures 9, 10) Références ➤



Références

- [1] Dunoyer J, Aubriot JH. Gonarthrose avec genu valgum. *Ann Orthop Ouest* 1988 ; 20 : 131-191
- [2] Edgerton BC, Mariani EM, Morrey BF. Distal femoral varus osteotomy for painful genu valgum. A five to 11 follow-up study. *Clin Orthop* 1993 ; 288 : 263-269
- [3] Gardes JC. Ostéotomie fémorale basse de fermeture interne pour correction des gonarthroses avec genu valgum. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 (suppl II) : 110-112
- [4] McDermott AG, Finklestein JA, Farine I, Boynton EL, Macintosh DL. Distal femoral varus osteotomy for valgus deformity of the knee. *J Bone Joint Surg* 1988 ; 70 : 110-116
- [5] Teinturier P, Bouleret J, Terver S, Delisle JJ. Les ostéotomies supra-condyliennes. *Rev Chir Orthop* 1975 ; 61 (suppl II) : 291-295

Ostéotomies du tibia proximal

F Langlais
H Thomazeau

Résumé. – Les ostéotomies de l'extrémité proximale du tibia ont pour indication principale les gonarthroses fémorotibiales par déviations axiales.

Leurs indications se fondent sur une étude précise des axes des membres inférieurs et des forces qui s'y appliquent, et sur le bilan radiographique préopératoire (qui définit les indications d'ostéotomies, leur niveau et l'amplitude de la correction à réaliser).

Les ostéotomies tibiales de valgisation pour arthrose sur genu varum sont les plus fréquentes. Nous donnons la préférence aux ostéotomies tibiales de fermeture latérale maintenue par lame-plaque : celle-ci permet une correction angulaire « automatique » et précise (gage de la longévité de l'intervention), et une bonne solidité. D'autres techniques sont également décrites, par exemple l'ostéotomie tibiale d'ouverture médiale et les ostéotomies de valgisation pour traitement des genoux instables, associées ou non à une ligamentoplastie.

Lorsqu'elles sont réalisées selon ces indications et selon ces techniques, les ostéotomies tibiales permettent à la chirurgie conservatrice de faire régresser l'arthrose pendant une à deux décennies. Elles peuvent être reprises, à long terme, par des prothèses totales de genou, sans morbidité significative liée aux antécédents d'ostéotomie.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

Les ostéotomies du genou restent d'indication fréquente, et en particulier l'ostéotomie tibiale de valgisation, car lorsque leurs indications et leurs réalisations sont satisfaisantes, elles apportent plus d'une décennie de bons résultats, comme l'a montré notamment le symposium de la SOFCOT de 1992 [15].

Nous détaillerons d'abord le bilan préopératoire d'une gonarthrose, commun aux différents types d'ostéotomie, puis décrirons l'ostéotomie tibiale de valgisation et enfin les autres types d'ostéotomie tibiale.

Axes fémorotibiaux normaux et pathologiques

Un bilan radiologique précis permet de poser l'indication d'ostéotomie et de la planifier. Il nécessite de bien connaître les aspects mécaniques et dynamiques des axes fémorotibiaux.

Axes fémorotibiaux

Il importe tout d'abord de préciser les angles de référence dans le plan frontal et de distinguer l'axe mécanique, les axes anatomiques et les axes diaphysaires (fig 1).

Axe mécanique

Les points de repères couramment utilisés pour l'étudier dans le plan frontal sont :

- le centre de la tête fémorale ;
- le centre de l'articulation du genou, défini comme l'intersection de la tangente aux condyles fémoraux et de la perpendiculaire en son milieu à la ligne joignant les épines tibiales ;
- le centre du plafond de la mortaise tibiopéronière. Notons que, lors de l'appui unipodal, le centre de gravité est à l'aplomb du polygone de sustentation, donc de la coque talonnière et non pas du pilon tibial, ce qui induit une très légère erreur.

Il est convenu de considérer que ces trois points sont alignés, car la ligne qui joint le centre de la tête fémorale au centre de la mortaise (et qui est donc l'axe mécanique du membre inférieur) passe pratiquement par le centre du genou. C'est donc cet alignement des trois points qui sera pris comme axe de référence pour tout bilan d'ostéotomie.

Axes anatomiques

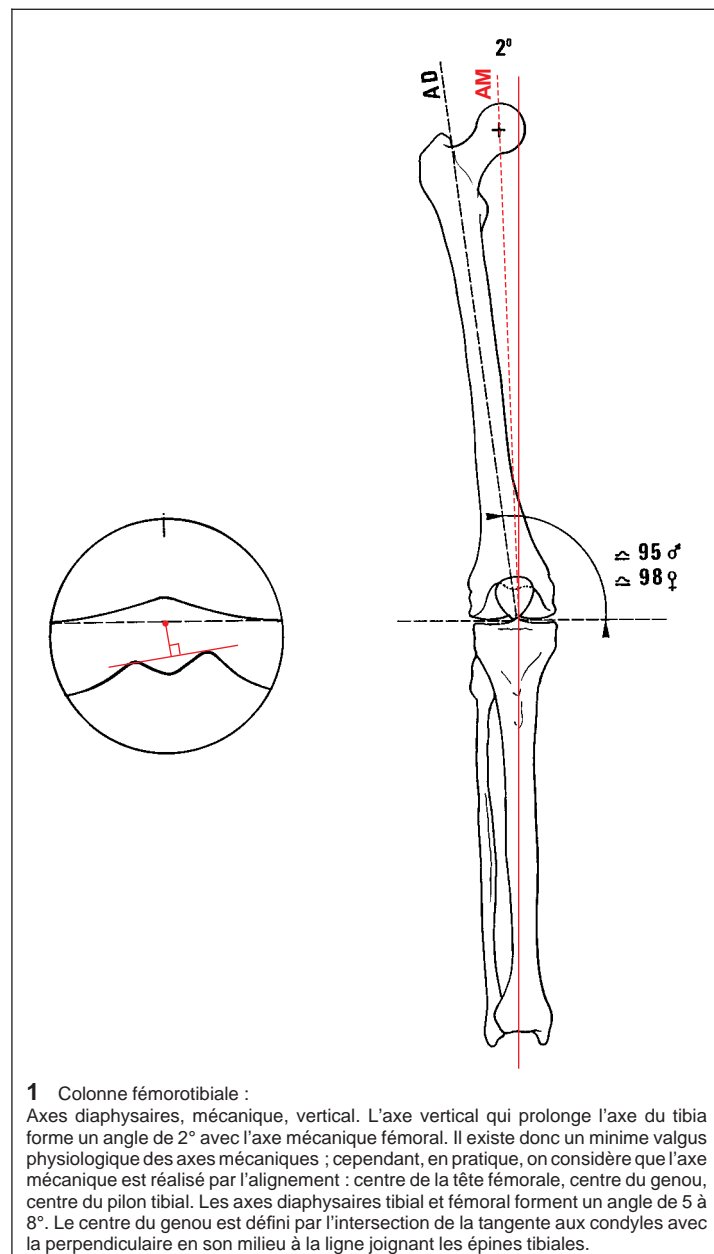
Mais, en réalité, l'axe mécanique représente une légère simplification par rapport à l'anatomie. En effet, en moyenne, l'axe anatomique du tibia (centre du genou-centre de la mortaise) est en valgus de 2° par rapport à l'axe anatomique du fémur (tête fémorale-centre du genou).

Frantz Langlais : Professeur des Universités, chef de service.

Hervé Thomazeau : Professeur des Universités.

Service de chirurgie orthopédique, traumatologique et réparatrice, centre hospitalier universitaire, hôpital Sud, 16, boulevard de Bulgarie, 35056 Rennes, France.

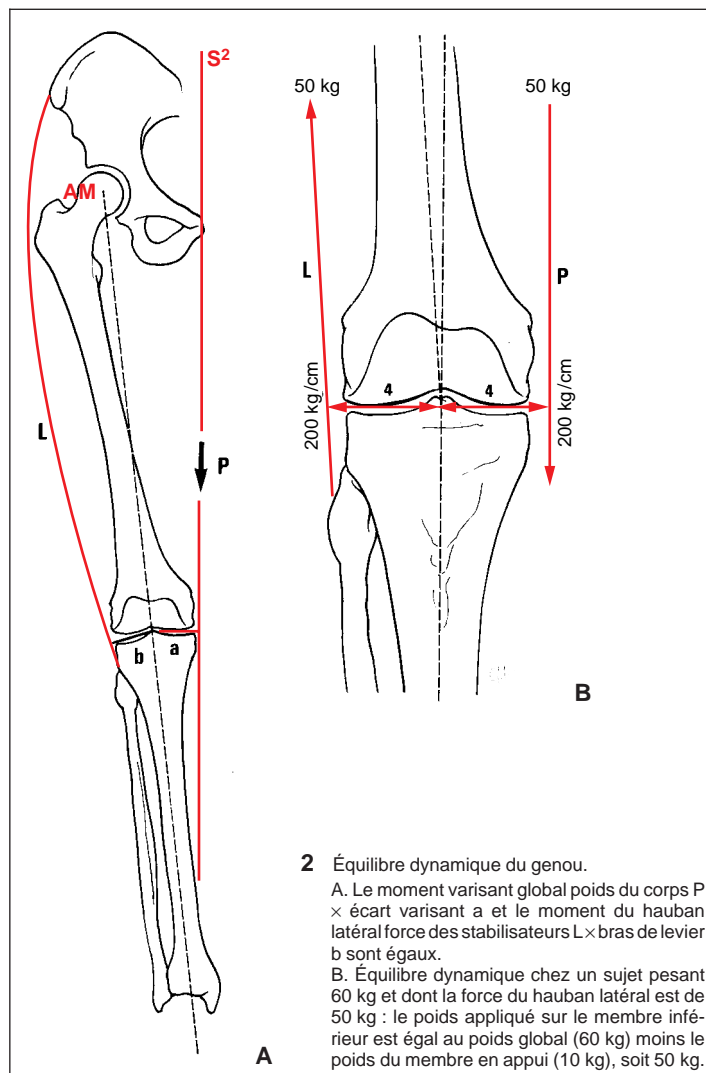
Toute référence à cet article doit porter la mention : Langlais F et Thomazeau H. Ostéotomies du tibia proximal. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-830, 1999, 17 p.



Mais on peut, en pratique, confondre l'axe mécanique et l'axe anatomique car il existe des variations individuelles non pathologiques liées au morphotype. Ainsi, par rapport aux axes anatomiques moyens, il existe souvent un léger valgum chez la femme, tandis qu'un morphotype en varum modéré est souvent retrouvé chez l'homme sportif. Il existe donc des variations physiologiques de 2° de part et d'autre des axes anatomiques. Ainsi, par rapport à l'axe fémorotibial mécanique de référence, le genu varum qui risque d'être arthrogène débute au-dessous de 0° et le genu valgum arthrogène au-dessus de 6°. Le choix d'un axe mécanique de référence, un peu « varisé » par rapport aux axes anatomiques, explique en partie la nécessité d'une hypercorrection dans l'ostéotomie tibiale de valgisation. Un valgus des axes anatomiques de 2° ne sera pas, en fait, une hypercorrection, mais une simple mise en conformité du nouvel axe avec le valgus moyen de l'axe mécanique.

Axes diaphysaires

Pour le tibia, l'axe mécanique se confond avec l'axe diaphysaire : le plan des plateaux tibiaux est perpendiculaire à la diaphyse. Il en va différemment pour la diaphyse fémorale, en raison de l'existence du col. Ainsi, plus le col est long (et, à longueur égale, plus il est varisé), plus l'angle entre le fût diaphysaire et l'axe mécanique est grand. Chez l'homme, l'angle « tangente aux condyles-diaphyse » est d'environ 95°, mais il est souvent plus important chez la femme (97° à 98°).



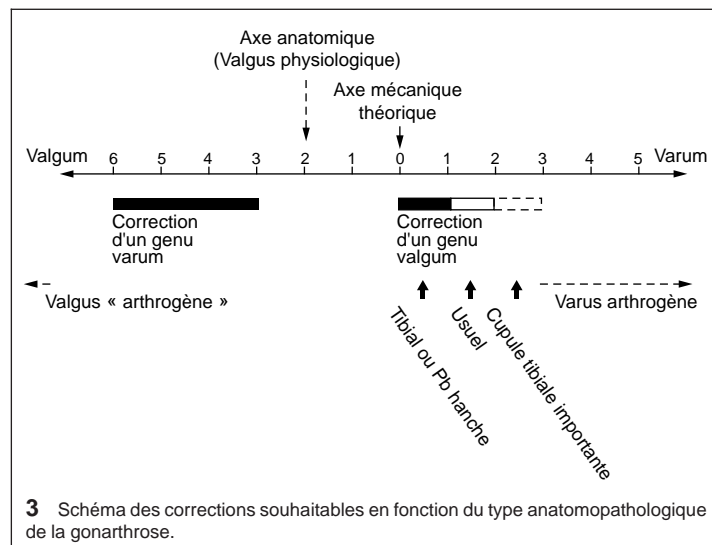
Aspects dynamiques

Les contraintes qui s'exercent sur le genou doivent être identiques sur les deux compartiments [12]. De part et d'autre du centre du genou, deux moments égaux vont s'appliquer. Étudions-les en appui monopode (fig 2) :

- le poids du corps s'applique sur le centre de gravité (en regard du bord supérieur de S2) et se trouve à l'aplomb de l'appui calcaneé. Cette force verticale se projette donc en dedans du genou et on peut déterminer le moment variant, égal au produit du poids du corps (moins celui du membre en appui) par le bras de levier (tracé entre le centre du genou et la perpendiculaire abaissée de ce point sur ce vecteur poids). Ce moment variant global dépasse volontiers, sur un genou normal, 200 kg/cm (il correspond à un poids partiel de 50 kg – pour un sujet de 60 kg – avec un bras de levier de 40 mm) ;

- pour s'opposer à ce moment variant, un moment latéral égal doit s'exercer : il est réalisé par la contraction du plan stabilisateur latéral. De l'extension à la flexion entrent successivement en action le vaste latéral, le fascia lata (tendu par le gluteus maximus – grand fessier – et le tenseur du fascia lata), puis le biceps fémoral. Le produit de la force de ces muscles par leur bras de levier doit être égal au moment variant.

L'importance de la correction, à déviation angulaire égale, ne doit pas être la même dans la gonarthrose médiale et dans la gonarthrose latérale, et elle doit être déterminée avec une grande précision. Il paraît en effet acquis que l'effet antalgique précoce est lié à l'action trophique de l'ostéotomie, mais que l'effet à long terme tient à la précision de la correction angulaire : insuffisante, elle laisse persister une surcharge pathologique avec reprise précoce de la détérioration ; satisfaisante, elle imprime au compartiment sain des contraintes légèrement supérieures aux contraintes arthrogènes, tandis qu'elle soulage le compartiment détérioré ; excessive, elle entraîne un effet antalgique précoce, bientôt masqué par la dégradation du compartiment sain sous l'effet de charges anormales.



L'hypocorrection aboutit donc à l'échec précoce, l'hypercorrection à la détérioration secondaire : cela justifie nos efforts à la recherche d'une correction optimale (fig 3).

Correction angulaire dans l'arthrose médiale

L'importance de la correction dépend du mécanisme de l'arthrose.

Un genu varum anatomique, de siège tibial, est le facteur déterminant habituel. Si on trace la ligne tête fémorale-pilon tibial, elle passe en dedans du centre du genou et entraîne un moment varisant intrinsèque lié à la morphologie ostéoarticulaire ; ce genu varum anatomique peut être aggravé par une composante dynamique : en effet, pour faire face au moment varisant interne, les muscles externes doivent accroître leur traction, augmentant ainsi les forces globales subies par le genou. Il est vraisemblable qu'un nombre appréciable de genu varum restent compensés tant que ce hauban externe est efficace. À l'inverse, une fois l'arthrose installée, une correction en léger valgum devient nécessaire pour compenser l'affaiblissement de ce hauban.

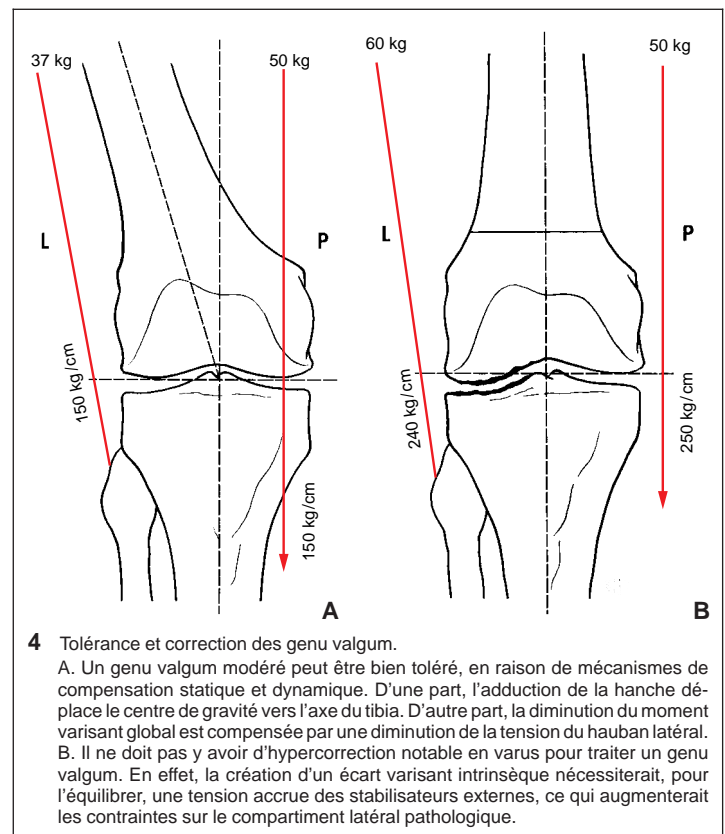
Il arrive plus rarement que des arthroses fémorotibiales importantes surviennent en l'absence de désaxation majeure. Elles sont dues à la prédominance des facteurs dynamiques sur les facteurs anatomiques [16] :

- augmentation du moment varisant extrinsèque lié, soit à une surcharge pondérale, soit au morphotype, notamment avec un bassin large sur un sujet bréviligne ;
- diminution du moment valgisant par insuffisance des muscles stabilisateurs latéraux, comme l'ont montré les estimations de la force de ces muscles réalisées chez ces patients arthrosiques.

Ainsi, devant un genu varum, la correction doit usuellement siéger au niveau du tibia et il importe d'obtenir une hypercorrection : les axes mécaniques postopératoires du fémur et du tibia doivent réaliser un genu valgum de 3 à 6° (par rapport au genu valgum anatomique moyen, il y a donc un excès de correction de 1 à 4°). Cette hypercorrection permet une répartition légèrement excédentaire des charges sur le compartiment externe sain et une compensation de la diminution du moment valgisant (conséquence de la diminution de force du hauban externe) par un déplacement suffisant vers l'extérieur du point d'application des contraintes varisantes. Cette hypercorrection de 3 à 6° est proposée, *que l'arthrose soit liée à des facteurs morphologiques ou dynamiques* [11].

Correction angulaire dans l'arthrose latérale

La déviation fémorotibiale en valgus est fréquente, elle est habituellement liée à une hypoplasie du condyle latéral : si une correction angulaire se révèle nécessaire, elle sera donc faite au niveau fémoral. Cependant, un valgus modéré ne donne que rarement naissance à une gonarthrose. En effet, le moment valgisant étant augmenté par le valgus, il n'y a pas besoin de contractions accrues du hauban latéral pour stabiliser le genou (fig 4A). De plus, en mettant la hanche en adduction, le patient place son centre de gravité à l'aplomb du centre du genou, au-dessus du tibia vertical, ce qui évite les excès de contraintes sur le compartiment latéral.



Il faut cependant noter que les muscles tenseurs du hauban latéral (gluteus maximus, tenseur du fascia lata) sont impliqués à la fois dans la stabilisation de la hanche et dans celle du genou. Ainsi, des tensions anormales du hauban latéral, destinées à stabiliser une hanche pathologique, peuvent solliciter anormalement le compartiment latéral du genou, en dehors de toute anomalie morphologique.

Enfin, des asymétries peuvent être le fait d'une malformation de la hanche, notamment une hanche luxée : celle-ci sollicitera anormalement le compartiment latéral dans l'appui monopode.

Compte tenu de ces éléments, la correction opératoire d'un genu valgum doit souvent rester plus modérée que celle d'un genu varum. En effet :

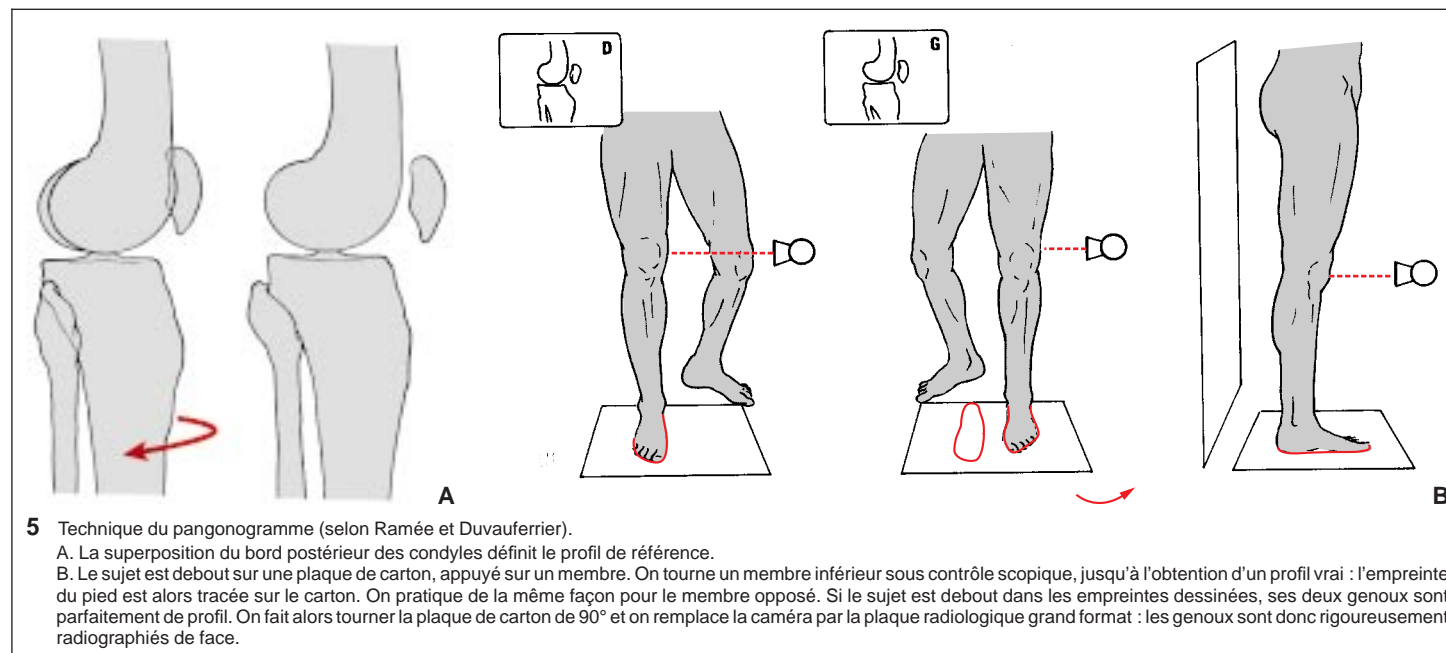
- un varum postopératoire important augmente le moment varisant : celui-ci doit être compensé par une plus grande traction du hauban latéral, ce qui aggrave la détérioration du compartiment latéral (fig 4B) ;
- un genu valgum au-dessous d'une hanche pathologique ne doit pas être hypercorrigé, puisque l'augmentation du moment varisant intrinsèque nécessiterait d'être compensée par des contractions excessives des muscles latéraux, se traduisant par des contraintes anormales sur la hanche.

La plupart des auteurs proposent, dans le genu valgum, d'aboutir, grâce à une ostéotomie de varisation fémorale, à une « normocorrection » de l'axe mécanique (alignement des trois points de repères), ce qui correspond en fait à une hypercorrection de 2° par rapport à l'axe mécanique. Au cas où le condyle aurait creusé, dans le plateau tibial latéral, une cupule profonde et où il semble qu'une normocorrection ne serait pas suffisante pour mettre le plateau tibial médial en charge, le varum postopératoire doit être de 2 à 3° (axes mécaniques).

Bilan radiologique préopératoire

Ce bilan a trois objectifs :

- confirmer que la gonarthrose est accessible à l'ostéotomie, car elle est la conséquence d'une déviation axiale, et en préciser l'importance ;
- orienter vers une ostéotomie tibiale ou fémorale ;
- indiquer la correction angulaire à réaliser.



Il se fonde sur :

- un cliché de face et de profil des genoux en décubitus. L'un et l'autre sont réalisés genou en extension maximale, sur grande plaque (18 x 43). Ils permettent, notamment : le bilan des surfaces articulaires (intégrité ou surcharge compartimentaire) ; la mesure de l'obliquité des surfaces articulaires par rapport aux axes diaphysaires (varus épiphysaire tibial selon la ligne de Levigne ^[10]) ; sur le profil, la recherche d'une cupule postérieure et la mesure de la pente tibiale ; le calque préopératoire ;
- des incidences fémoropatellaires à 30° de flexion, recherchant des signes de souffrance et leur rapport avec la déviation fémorotibiale : le pincement est-il du côté de la déviation frontale (genu valgum et pincement latéral) ou du côté inverse (pincement latéral et genu varum) ?
- un pangonogramme dont le but est triple :
 - préciser la déviation angulaire globale ;
 - mesurer un éventuel bâillement articulaire ;
 - déterminer les écarts varisants (intrinsèque, extrinsèque et global), qui permettront de calculer les moments varisants.

Le pangonogramme peut être fait, soit en appui unipodal, soit en appui bipodal.

Le cliché en appui unipodal est celui qui semble se rapprocher le plus des sollicitations de la marche et il a l'intérêt de démasquer les laxités. Cependant, il est difficile à réaliser chez beaucoup de patients invalidés et il n'apporte pas plus pour l'étude de laxité que les clichés dynamiques en varus et valgus.

Le meilleur compromis paraît être le cliché en appui bipodal préconisé par Massare et Ramadier : il donne une idée correcte de la statique globale des membres inférieurs et des laxités (qui seront ensuite mieux étudiées sur les clichés dynamiques). Nous avons mis au point, avec Ramée et Duvauferrier ^[7], un examen reproductible évitant, en particulier, les erreurs de positionnement rotatoire dont nous savons les conséquences sur la mesure de la déviation frontale. Il utilise, comme plan de repère, le plan bicondylien postérieur et fait appel à un calque des empreintes plantaires, qui sert de témoin pour l'orientation des clichés et facilite leur lecture par le chirurgien (fig 5). Le patient est placé debout, à distance de l'ampoule radiologique, de profil, pieds posés sur une plaque de carton orientée par rapport à la direction du rayon incident. On fait tourner un membre inférieur jusqu'à ce que, en scopie, l'image des deux bords postérieurs des condyles se superpose : on trace alors, sur le carton, l'empreinte du pied correspondant à cette position. On réalise la même manœuvre pour l'autre jambe en s'efforçant, s'il s'agit d'un genu varum, de mettre le plus possible en contact les deux talons. Ainsi, est marquée sur le calque la position des pieds permettant d'obtenir deux clichés de profil strict des genoux. Il n'y a plus qu'à tourner le calque de 90° en demandant au patient de replacer ses pieds dans les empreintes tracées. Le sujet est radiographié sur une cassette 40 x 120. Les genoux sont obligatoirement de face stricte si les pieds se

superposent aux empreintes précédemment dessinées. Sur le cliché de face obtenu, on marque les trois repères classiques (hanche, genou, mortaise) ainsi que le bord supérieur de S2. On trace les tangentes au bord inférieur des condyles fémoraux et au bord supérieur des plateaux tibiaux (correspondant au fond des cupules, si ceux-ci ont subi cette déformation).

On mesure ainsi :

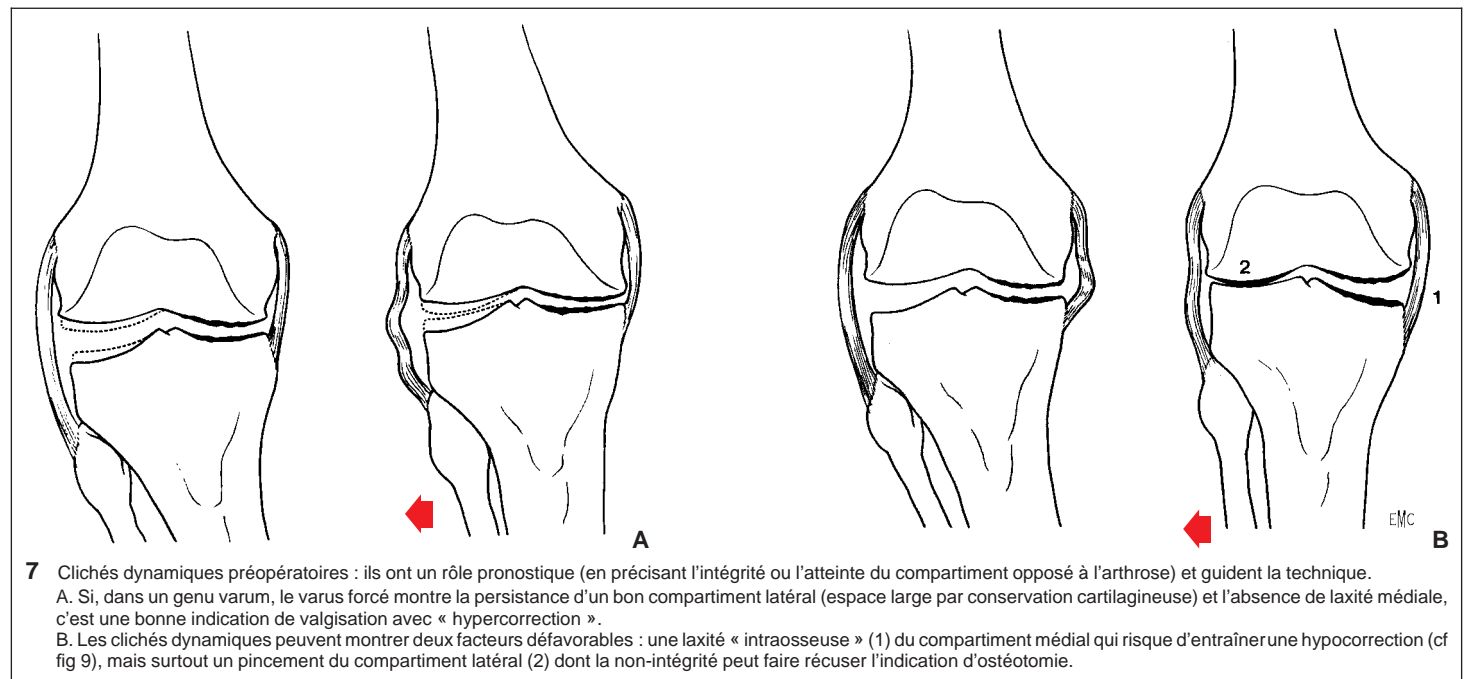
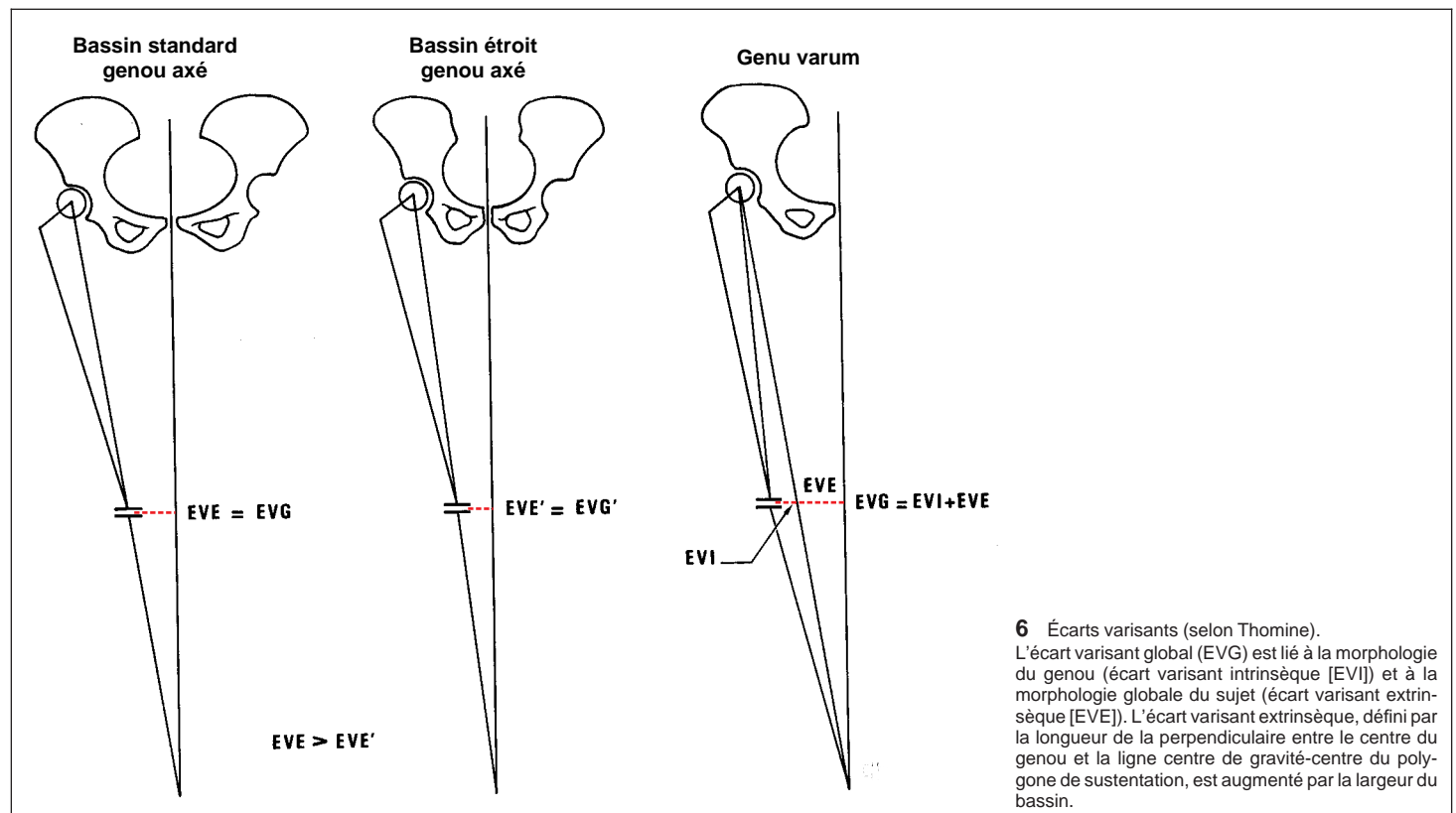
- l'angulation entre les axes mécaniques fémoral et tibial ;
- le bâillement articulaire entre les tangentes fémorale et tibiale, par exemple : bâillement externe sur genu varum aggravant la déviation angulaire globale ;
- l'écart varisant global. On trace la ligne joignant S2 au centre de la mortaise : elle passe en dedans du plateau tibial. On abaisse, du centre du genou, la perpendiculaire à cette ligne gravitaire : sa longueur est celle de l'écart varisant global. La droite tracée entre la tête fémorale et la mortaise tibiale découpe cet « écart varisant global » en deux parties : périphérique, c'est l'écart varisant intrinsèque ; médiane, c'est l'écart varisant extrinsèque (fig 6) (lié au morphotype global des membres inférieurs : largeur du bassin, longueur des diaphyses, etc) ;
- des clichés dynamiques en varus et valgus forcés, qui sont très utiles pour apprécier le pronostic et préciser les laxités. À signaler que le cliché en *schuss*, de face, genou à 30° de flexion, objective également, de façon correcte, les usures articulaires.

Gonarthrose : est-elle accessible à l'ostéotomie ?

Celle-ci est conseillée s'il y a une déviation axiale (par exemple un genu varum) entraînant une arthrose par surcharge d'un seul compartiment (par exemple médial), tandis que le compartiment opposé (latéral) est indemne. L'ostéotomie peut alors rééquilibrer les charges sur les deux compartiments.

Classiquement, la surcharge compartimentaire se manifeste, d'un côté par un pincement articulaire, une densification du plateau tibial (en cupule ou en triangle dense périphérique), de petits ostéophytes affrontés et des travées verticales condyliennes et tibiales objectivant les excès de charge. Le compartiment opposé est indemne, parfois même un peu élargi par bascule des épiphyses vers le côté pincé. En l'absence de signe de surcharge, même s'il y a une déviation axiale, il est souvent utile de confirmer que les gonalgies sont bien liées à cette déviation axiale. La scintigraphie est l'examen le plus fiable, il révèle l'hyperfixation du compartiment douloureux et la normofixation du compartiment totalement sain. Si le compartiment opposé n'est pas intact, il faut rechercher si ne s'associe pas, à l'anomalie axiale, une affection métabolique (chondrocalcinose, par exemple). C'est un facteur de moins bon pronostic pour l'ostéotomie, car celle-ci ne remettra pas en charge un compartiment parfaitement sain.

Les clichés dynamiques en varus et valgus sont indispensables car ils précisent l'état des deux interlignes. Le pincement du côté pathologique



confirme le diagnostic, tandis que si persiste du côté sain une bonne épaisseur du cartilage malgré la mise en charge, le pronostic de l'ostéotomie est favorable (fig 7A). En revanche, si le côté présumé sain se pince lors des clichés dynamiques, son intégrité est sujette à caution et l'ostéotomie est déconseillée (fig 7B).

La meilleure indication d'ostéotomie est celle de la gonarthrose débutante sur déviation axiale, voire la gonarthrose sur lésions post-traumatiques (séquelles de ménisectomies, de fractures extra-articulaires, de laxité stabilisée). En revanche, l'ostéotomie est déconseillée si la destruction articulaire n'est pas essentiellement liée à une déviation axiale, notamment en cas d'atteinte bicompartimentaire, par exemple dans les arthrites inflammatoires (polyarthrite rhumatoïde) ou certaines décompensations bicompartimentaires d'arthropathies métaboliques (chondrocalcinose).

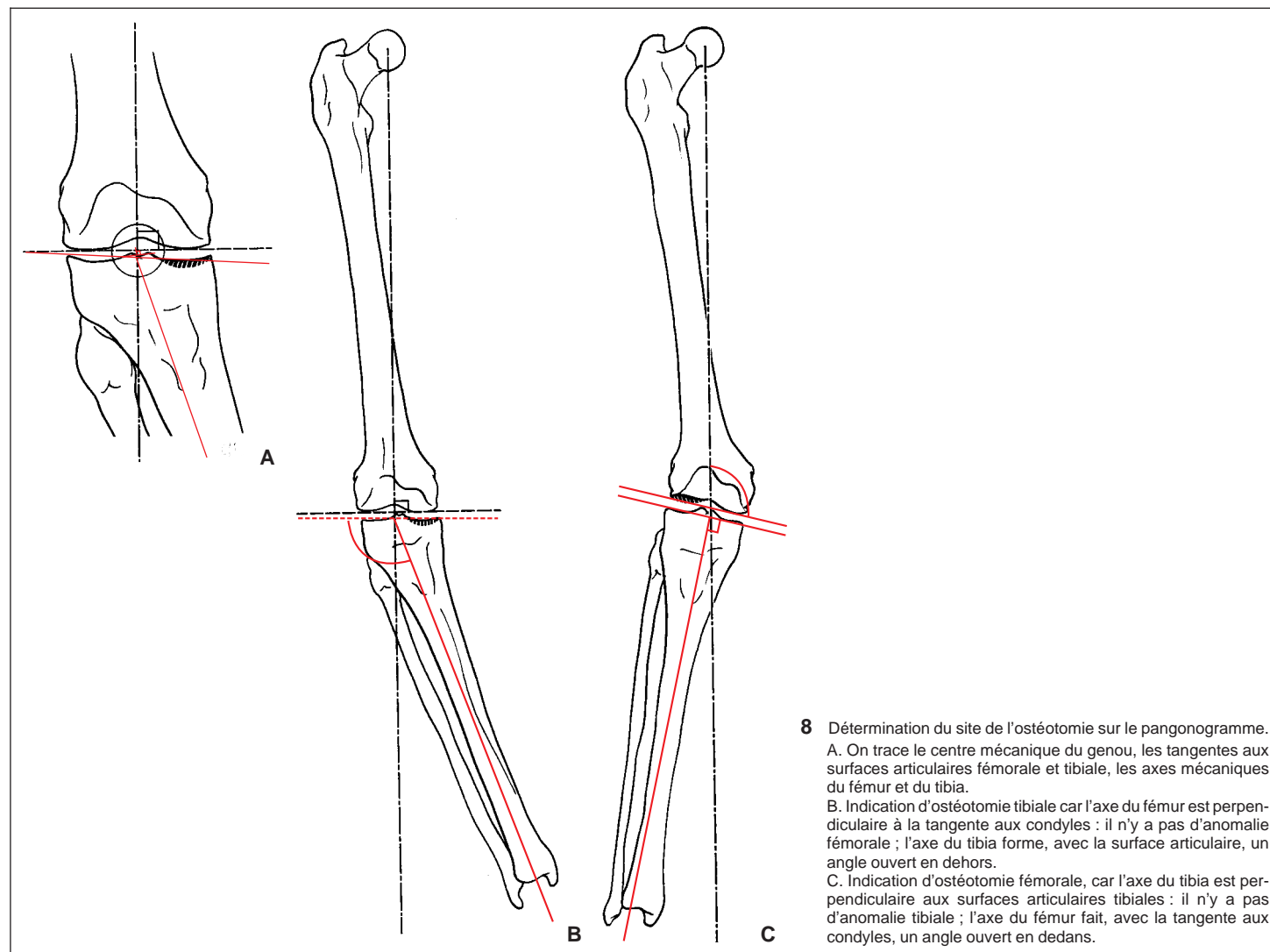
Siège de l'ostéotomie : doit-il être tibial ou fémoral ?

Il est essentiel de rechercher le niveau d'anomalie morphologique, car c'est là que portera habituellement la correction. Le siège et la mesure exacte de la correction angulaire à réaliser sont décidés sur le pangonogramme (fig 8).

Au tibia, il n'y a pas d'anomalie si la tangente aux plateaux est perpendiculaire à l'axe mécanique. En cas de genu varum, la tangente et l'axe forment un angle obtus en dehors.

En ce qui concerne le fémur, l'axe mécanique et la tangente au bord inférieur des deux condyles forment un angle droit. En cas de genu valgum, ils dessinent un angle obtus ouvert en dedans.

L'angle entre les axes mécaniques de chaque os et les surfaces articulaires correspondantes est donc précisé, ainsi que l'angle formé par les axes mécaniques fémoral et tibial entre eux : ce dernier doit être égal



à la somme des anomalies fémorale et tibiale, additionné au bâillement entre les deux surfaces. Dans le cas contraire, les mesures doivent être à nouveau vérifiées.

Le siège et l'importance des déformations étant définis, le niveau de l'ostéotomie est donc maintenant connu.

En règle générale :

- les genu varum sont d'origine tibiale et seront traités par ostéotomie tibiale de valgisation ;
- les genu valgum sont liés à une hypoplasie du condyle latéral et seront traités par ostéotomie fémorale de varisation.

Il est cependant des cas particuliers ; on donne en effet la préférence :

- à l'ostéotomie tibiale :
 - pour la correction d'anomalies mixtes, à la fois fémorales et tibiales, à condition qu'après ostéotomie, l'obliquité de l'interligne n'excède pas 10° ;
 - pour de sévères arthroses fémoropatellaires associées : la congruence fémoropatellaire peut, en effet, être correctement rétablie en effectuant au niveau tibial à la fois l'ostéotomie et une transposition tubérositaire ;
- à l'ostéotomie fémorale, lorsqu'il existe des flectum ou des recurvatum articulaires dépassant 20° : la correction se fait alors près de l'axe de flexion du genou et donne une bien meilleure morphologie qu'une ostéotomie tibiale. La réputation de morbidité plus importante de l'ostéotomie fémorale par rapport à l'ostéotomie tibiale ne nous paraît pas justifiée si on utilise, pour l'ostéotomie fémorale, une lame-plaque appropriée.

Importance de la correction angulaire à réaliser

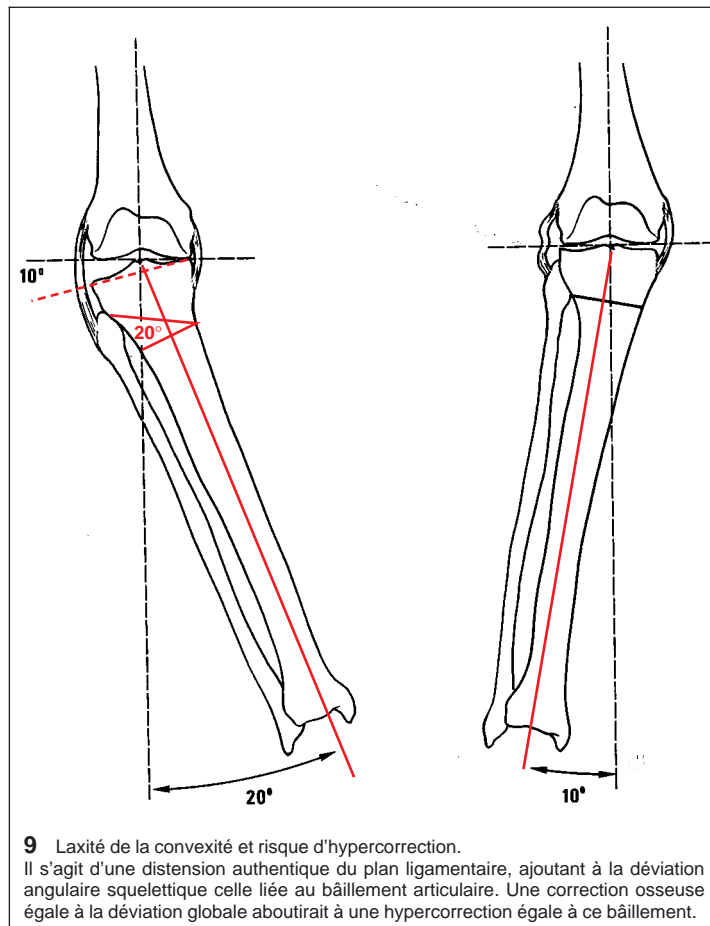
Dans le genu varum

L'ostéotomie doit siéger à proximité ou au niveau de la déformation et donc être tibiale (exception faite des genu varum sur cal vicieux supracondyliens). Nous séparerons les gonarthroses avec un varum fémorotibial de plus de 5° , où nous décidons de la correction selon les données morphologiques fémorotibiales classiques, et les gonarthroses avec un varum de moins de 5° , où intervient l'écart varisant global.

Gonarthrose interne avec varum de plus de 5°

Nous avons déjà justifié l'intérêt d'une hypercorrection de 3 à 6° par rapport à l'axe mécanique de référence. Il importe de différencier cette hypercorrection (qui pour nous signifie passage, après l'ostéotomie, de la ligne de charge, non plus au centre du genou, mais légèrement dans le compartiment sain) d'un « excès de correction » (plus de 6° de valgus) où un risque arthrogène ultérieur n'est pas exclu. L'hypercorrection de 3 à 6° vise à soulager le compartiment médial arthrosique et à compenser l'affaiblissement du hauban latéral. Elle est d'autant plus importante que le compartiment latéral est sain, que le sujet est pesant, que le compartiment médial est plus détruit (mais sans laxité de la concavité). L'hypercorrection doit rester faible si le compartiment latéral est imparfait (séquelle d'arthrite, chondrocalcinose, ménisectomie latérale) ou s'il existe une laxité médiale notable.

Il est essentiel de ne corriger que le genu varum osseux et non pas le bâillement articulaire. En effet, si, sur un genu varum global de 20° (comportant 10° de genu varum osseux et 10° de bâillement articulaire latéral), on faisait une valgisation tibiale de 20° , on aboutirait, en postopératoire, à un genu valgum de 10° et donc à une hypercorrection aboutissant, à moyen terme, à une dégradation du compartiment latéral



(fig 9). La correction à effectuer est donc seulement la déviation osseuse, additionnée d'une hypercorrection d'environ 5°.

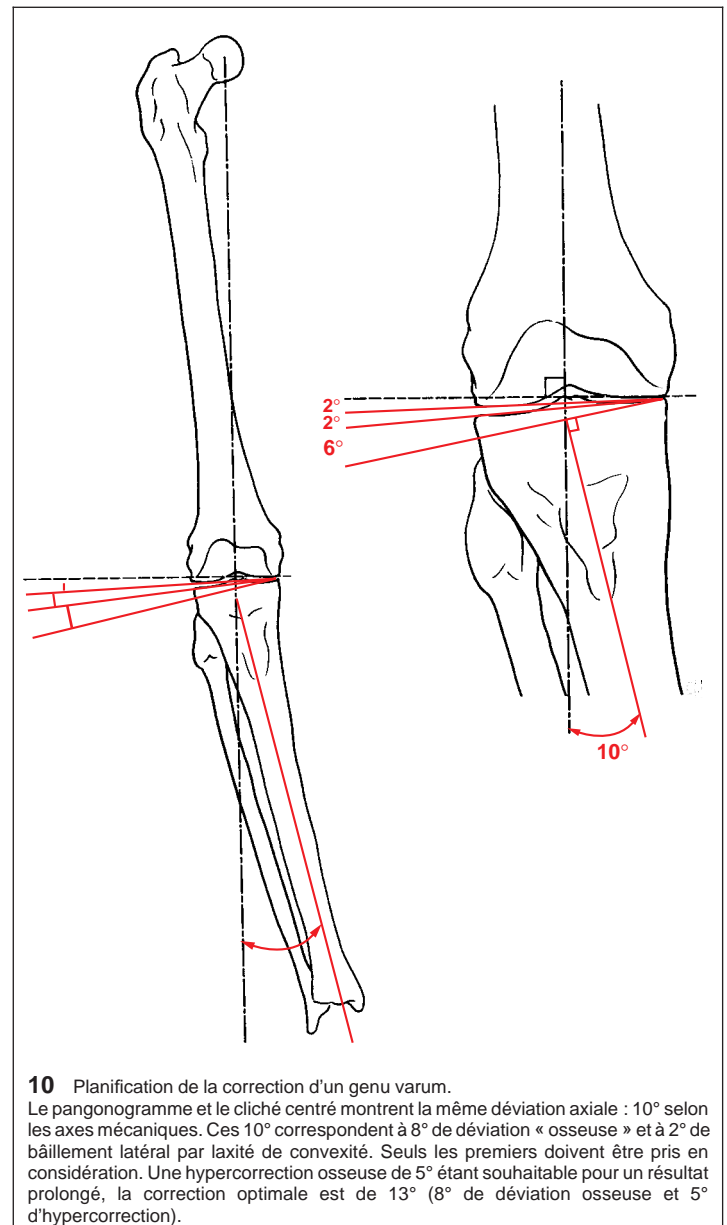
Considérons l'exemple (fig 10) d'une déviation angulaire globale de 10° : elle correspond à un varum tibial de 6°, fémoral de 2° et à un bâillement articulaire de 2°. Le compartiment latéral est intact. La déviation osseuse proprement dite est donc de 8°, soit 10° de déviation globale moins 2° de bâillement articulaire, ou encore 6° de varum tibial plus 2° de varum fémoral. L'hypercorrection souhaitée étant de 5°, la valgisation tibiale à réaliser sera de 8° (déviation osseuse), plus 5° (hypercorrection), soit 13°.

Gonarthrose médiale avec varum des axes mécaniques inférieur à 5°

Il s'agit, le plus souvent, soit d'une gonarthrose survenant sur un facteur favorisant (ménisectomie médiale, laxité post-traumatique du genou, etc), soit d'une « gonarthrose varisante essentielle ». Cette dernière est la conséquence d'un écart varisant extrinsèque anormal avec décompensation arthrosique par affaiblissement progressif du hauban latéral trop sollicité ; une déviation angulaire en varus peut, secondairement, survenir par destruction du compartiment médial. La correction angulaire vise à obtenir un moment varisant interne global d'environ 200 kg/cm, auquel paraît pouvoir résister un hauban latéral, même affaibli (Blaimont [16]). On opte donc, habituellement, pour une hypercorrection de 4 à 5° des axes mécaniques fémoral et tibial.

Dans les genu valgum

À l'exception des gonarthroses sur déviation tibiale exclusive (par exemple, séquelle d'enfoncement du plateau tibial latéral non accessible à une ostéotomie du cal vicieux), où l'ostéotomie tibiale est indiquée, il nous paraît préférable de recourir à l'ostéotomie fémorale dès que le valgum dépasse 10°. Cette ostéotomie se situe en effet au voisinage du centre de flexion du genou, au site même des déformations (hypoplasie condylienne latérale, le plus souvent). Surtout, elle évite la persistance postopératoire d'un interligne oblique, rançon d'une ostéotomie tibiale : la gonarthrose latérale se caractérise en effet souvent par le creusement d'une cupule sur le plateau tibial latéral, à l'origine de contraintes de cisaillement douloureuses si l'interligne reste oblique.



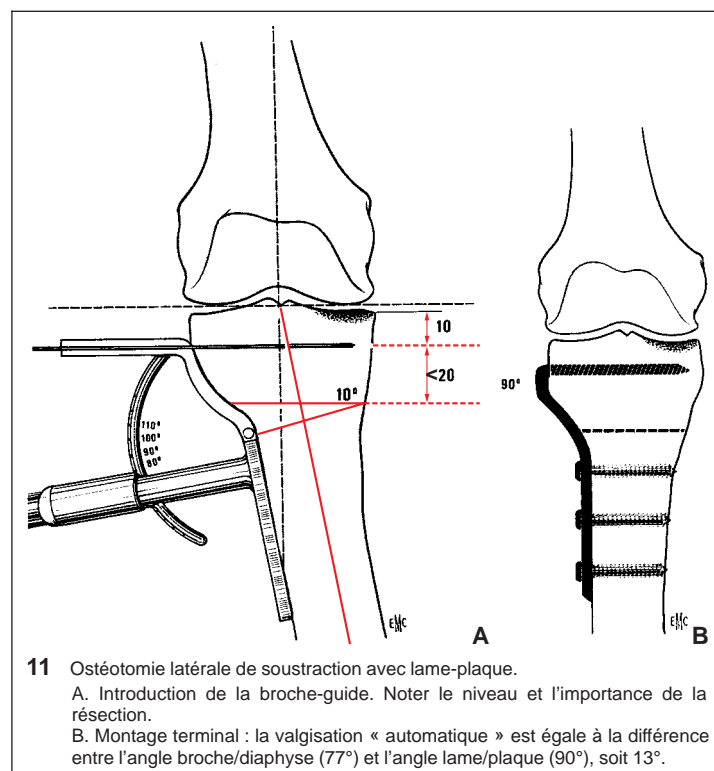
Quelle est l'amplitude de la correction à réaliser ?

– S'il s'agit d'une ostéotomie tibiale de varisation pour anomalie tibiale, il paraît souhaitable d'aboutir à un alignement des axes mécaniques fémoral et tibial. Cette rectitude de l'axe mécanique global correspond, en fait, à une hypercorrection en varus de 2° par rapport au valgus anatomique.

– S'il s'agit d'une ostéotomie fémorale de varisation, les axes mécaniques fémoral et tibial doivent être alignés après ostéotomie (rarement, un varus de 2 à 3° est nécessaire pour remettre en charge le compartiment médial opposé à une profonde cupule tibiale latérale). Une mise en varus plus importante est risquée : elle augmente le moment varisant global qui doit être compensé par une contraction accrue du hauban latéral ; s'associe alors à la surcharge mécanique médiale, une hyperpression dynamique latérale. En matière de genu valgum, l'hypercorrection ne doit donc être envisagée qu'avec circonspection (fig 3).

Quelle technique d'ostéotomie tibiale de valgisation choisir ?

Les deux techniques les plus répandues sont d'une part l'ostéotomie de soustraction latérale avec ostéosynthèse par lame-plaque, et d'autre part l'ostéotomie d'ouverture médiale.



Ostéotomie de fermeture latérale par lame-plaque (fig 11)

Elle a l'avantage de ne nécessiter aucun bâillement osseux. Elle consolide donc aisément, et, lors d'une reprise ultérieure par prothèse totale, celle-ci s'appuiera sur un os de texture normale. Le premier avantage de la lame-plaque est la précision de la correction obtenue (facteur essentiel de la longévité de la correction angulaire), tant par l'exactitude de la correction immédiate que par l'absence de déplacement secondaire, due à la stabilité du matériel. Le second avantage est la possibilité d'associer aisément à la valgisation d'autres corrections angulaires et, en particulier, une déflexion, fréquemment nécessaire dans les genoux arthrosiques. Enfin, la solidité du matériel, autorisant une mobilisation précoce, évite les troubles trophiques. En revanche, cette ostéotomie a l'inconvénient de nécessiter un geste sur la fibula (soit de désarticulation tibiofibulaire supérieure, soit d'ostéotomie fibulaire). Ce type d'ostéotomie est particulièrement recommandé lorsqu'il faut corriger simultanément plusieurs déviations.

Ostéotomie d'ouverture tibiale médiale (cf fig 25)

Elle a pour avantage l'absence de geste sur la fibula. À l'inverse, elle rend plus difficile la correction de déviations associées, notamment d'un flexum, et elle a besoin d'une ostéosynthèse complémentaire si l'on veut éviter les tassements secondaires. Elle permet d'obtenir une bonne texture osseuse si on utilise des autogreffes de crête iliaque (mais leur prélèvement est douloureux et alourdit la chirurgie) ou des allogreffes. L'utilisation de cales de ciment ou de substituts osseux (corail, phosphate de calcium) a l'avantage de la facilité, mais ne permet peut-être pas d'avoir une texture métaphysaire adaptée à l'assise d'une prothèse ultérieure. L'indication préférentielle de l'ostéotomie d'ouverture interne est sans doute la valgisation isolée.

Autres techniques plus rarement utilisées

Les ostéotomies de fermeture latérale fixées par agrafes sont techniquement plus simples que les ostéotomies montées par lame-plaque, mais la correction risque d'être moins précise si on n'associe pas un contrôle par parallélisation de broche à la mesure du coin osseux retiré. Si on veut éviter les risques de déplacement secondaire dus à la faiblesse du montage par agrafes, ou si on veut faire une ostéotomie comportant des corrections associées (telle une déflexion), mieux vaut alors remplacer la fixation par agrafes par l'utilisation d'une plaque

vissée, ce qui rend l'intervention aussi complexe, mais moins fiable, que l'utilisation d'une lame-plaque. Comme toute ostéotomie de soustraction latérale, cette technique nécessite de surcroît une ostéotomie fibulaire ou une désarticulation tibiofibulaire proximale. Elle ne paraît donc recommandée que lorsque l'on veut effectuer une valgisation modérée isolée, ou dans certains cas où l'on ne veut pas de matériel d'ostéosynthèse encombrant, par exemple une ostéotomie de valgisation simultanée à une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur [2, 8, 9, 13].

Les ostéotomies avec fixateur externe [14] ne paraissent plus de mise car, lorsque cette intervention est proposée sur une arthrose évoluée, elle nécessitera, au bout de une à deux décennies, une reprise par prothèse : le trajet des broches représente alors un risque non négligeable d'infection tardive.

Quoi qu'il en soit, les ostéotomies tibiales doivent être actuellement considérées comme un traitement permettant de repousser de une ou deux décennies la mise en place d'une prothèse totale [4, 5, 6]. Il faut donc, dès l'ostéotomie, penser à la voie d'abord ultérieure de cette prothèse : nous recommandons d'utiliser pour les ostéotomies tibiales une voie d'abord cutanée antérieure qui est compatible aussi bien avec une soustraction latérale qu'une addition médiale, et facilitera la pose ultérieure d'une prothèse de genou.

Nous détaillerons successivement les ostéotomies tibiales :

- de valgisation *isolée* par fermeture latérale par lame-plaque ;
- de valgisation *associée* (déflexion, rotation) par fermeture latérale par lame-plaque ;
- de valgisation par *addition* médiale ;
- autres (valgisation par agrafes, flexion).

Valgisation isolée par fermeture latérale fixée par lame-plaque

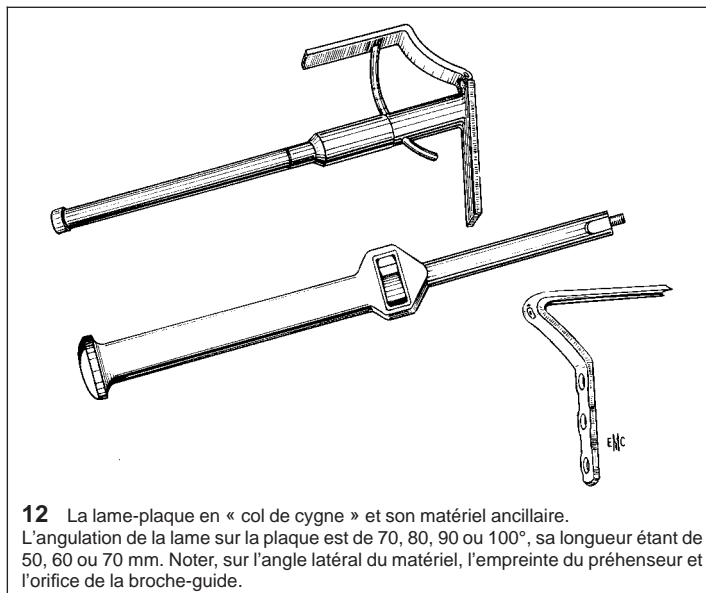
Principes (fig 11)

Il s'agit d'une correction dite « automatique » dans la mesure où la correction obtenue dépend uniquement de deux angles. En effet, si on souhaite une valgisation de 13°, on met en place, à l'aide du rapporteur et avant toute ostéotomie, une broche-guide à peu près parallèle à l'interligne qui fait, avec la face externe de la diaphyse, un angle connu (ici 77°). Puis on réalise l'ostéotomie de soustraction et on ostéosynthèse l'épiphyse sur la diaphyse à l'aide d'une lame-plaque d'angulation définie (ici 90°). La lame étant enfoncée sur la broche-guide, et la plaque venant se visser sur la diaphyse exactement là où s'appuyait le rapporteur, la correction obtenue est la soustraction des deux angulations, soit 13°. Cette correction est considérée comme « automatique » car elle n'est influencée ni par la laxité, ni par le repérage peropératoire des axes du membre, mais seulement par les deux segments situés de part et d'autre du trait d'ostéotomie. Cependant, le caractère « automatique » de cette correction dépend du respect de plusieurs points techniques [7].

En effet, il peut y avoir un déplacement secondaire si des contraintes trop importantes sont appliquées sur le matériel d'ostéosynthèse qui peut soit se cintrer, soit balayer dans l'épiphyse. Il ne faut donc pas appliquer de force la diaphyse sur la plaque en fin d'ostéotomie, ce qui risquerait de trop la solliciter. Il faut s'assurer qu'il n'existe aucun bâillement métaphysaire interne au niveau du trait, car celui-ci pourrait aboutir à une varisation secondaire. De même, pendant l'opération, on doit confirmer que la correction a été obtenue grâce à la parallélisation de deux broches : celles-ci sont enfoncées de part et d'autre du site de l'ostéotomie selon un angle divergent égal à la correction à obtenir ; on vérifie, une fois l'ostéotomie fixée, qu'elles sont devenues parallèles. Enfin, il ne faut pas compter sur la précision du coin réséqué pour obtenir la correction souhaitée : la base du coin à réséquer varie de façon considérable en fonction de la morphologie métaphysaire, et l'impaction des surfaces osseuses peut modifier la correction souhaitée.

Technique de la valgisation isolée par lame-plaque

Nous prendrons comme exemple une valgisation modérée (13°), non associée à d'autres corrections et réalisée à l'aide d'une lame-plaque en « col de cygne » [3].



12 La lame-plaque en « col de cygne » et son matériel ancillaire. L'angulation de la lame sur la plaque est de 70, 80, 90 ou 100°, sa longueur étant de 50, 60 ou 70 mm. Noter, sur l'angle latéral du matériel, l'empreinte du préhenseur et l'orifice de la broche-guide.

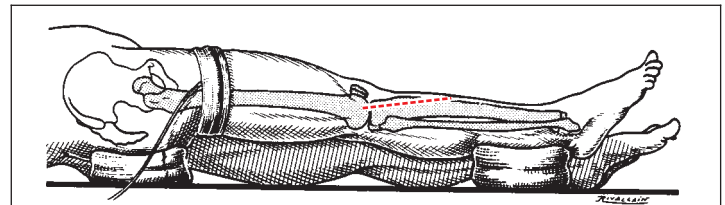
Planification opératoire, calque

À la fin du bilan radiologique, ont été décidés :

- le siège tibial de l'ostéotomie ;
- son importance : 13° (8° de correction de genu varum osseux et 5° d'« hypercorrection ») ;
- les corrections associées (ici on ne pratique aucune autre modification) :
 - fémorotibiale : pas d'extension diaphysaire puisqu'il n'y a pas de flexum ; pas de rotation interne diaphysaire puisqu'il n'y a pas d'écuelle tibiale postéromédiale ;
 - fémoropatellaire : on ne désire aucune modification des rapports rotule/trochlée ;
- le niveau d'introduction de la broche-guide et son angulation, décidés sur le *calque du genou de face* : elle doit pénétrer 10 mm au-dessous de l'interligne. Le plus souvent, on souhaite rétablir une perpendicularité entre les surfaces tibiales et la diaphyse, synthésées par une lame-plaque à 90°. Pour une valgisation de 13°, la broche est donc enfoncée à 77°. On veille soigneusement à ce que la broche ne soit ni trop ascendante, car la pointe de la lame, arrivant dans l'os sous-chondral densifié du plateau arthrosique, pourrait créer un refend articulaire, ni trop descendante, car le matériel s'adapterait moins bien à la morphologie osseuse, translatant la diaphyse en dehors (cf fig 16). Signalons que la précision théorique de la correction est de 2,5°, car le rapporteur est gradué de 5° en 5°, mais peut être utilisé en position intermédiaire entre deux graduations ;
- la position des broches-repères d'ostéotomie délimitant la résection cunéiforme : la broche supérieure est à peu près parallèle à la broche-guide, 2,5 à 3 cm au-dessous de l'interligne, la broche inférieure est pratiquement perpendiculaire à la diaphyse, au niveau ou légèrement au-dessus de l'angulation du rapporteur, et atteint la corticale médiale au même niveau que la supérieure ;
- les caractéristiques de la lame-plaque (Descamps, Orion) (fig 12). Les lames-plaques en « col de cygne » ont des angulations de 10° en 10° (70°-80°-90°-100°) mais celle à 90° est utilisée dans la grande majorité des cas. La longueur de la lame usuellement utilisée est de 6 ou 7 cm : compte tenu de l'obliquité de la face médiale du tibia, la projection de la pointe de la lame doit rester à 1 cm en dehors du contour tibial médial, si on veut éviter toute effraction de la corticale médiale, inutile mécaniquement et douloureuse sous la peau.

Installation (fig 13)

L'opéré est installé en décubitus dorsal, la fesse du côté opéré surélevée par un coussin d'épaisseur telle que le plan des faces postérieures des condyles soit parallèle à la table. Des alèses pliées, placées sous le mollet, maintiennent la jambe à l'horizontale. Un garrot pneumatique est installé à la racine de la cuisse. On vérifie que l'amplificateur de brillance permet un bon contrôle de face et de profil de la métaphyse tibiale. La déplétion sanguine est assurée par surélévation, puis le garrot est gonflé.



13 Installation : l'opéré est en décubitus dorsal, un coussin sous la fesse limite la rotation externe, un autre maintient la jambe étendue, un garrot est placé à la racine de la cuisse.

Abord (fig 14)

L'incision cutanée est rectiligne et médiane : elle commence 3 cm au bord supérieur de la rotule pour descendre, 1 cm en dehors de la crête tibiale, jusqu'à 15 cm au-dessous de l'interligne. La dissection se fait au-dessous des fascia crural et prérotulien, et permet de décoller le lambeau sous-aponévrotique jusqu'à la partie moyenne du bord latéral du tibia. On arrive ainsi sur le tractus iliotibial (bandelette de Maissiat) qui est divisé selon l'axe de ses fibres jusqu'au tubercule de Gerdy. Cette incision se prolonge sur l'aponévrose du muscle tibial antérieur, 5 mm en dehors de la crête tibiale.

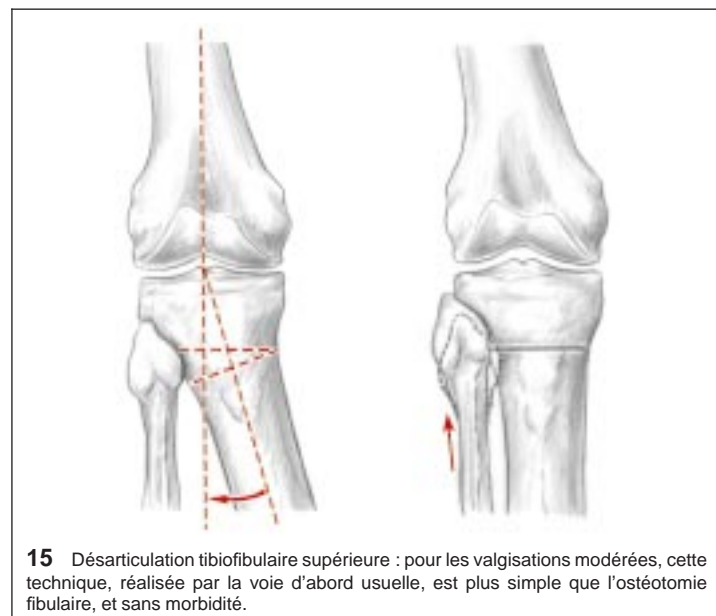
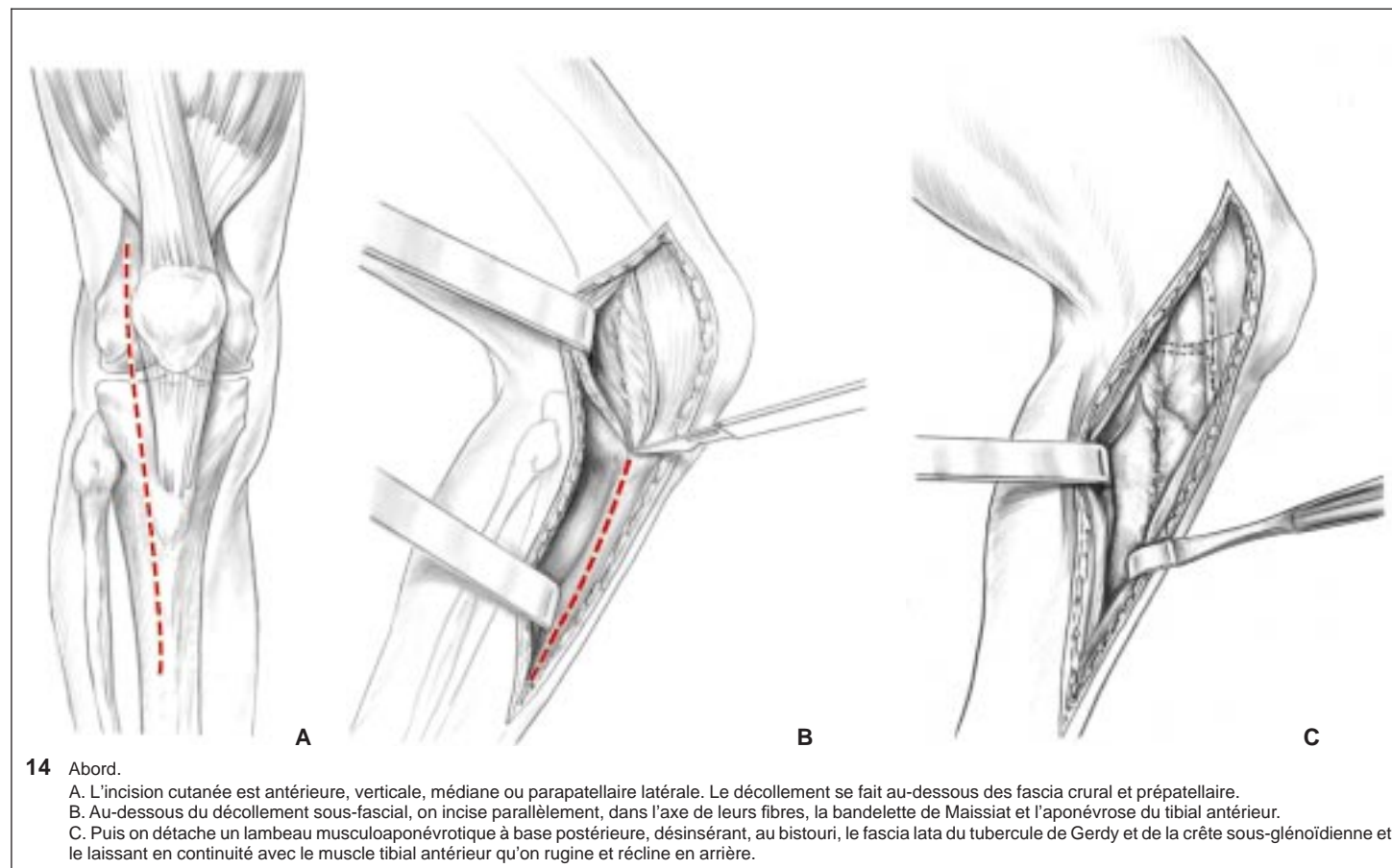
En arrière, il est essentiel de réaliser un vaste lambeau musculoaponévrotique à charnière postérieure, qui vient recouvrir le matériel d'ostéosynthèse et protéger le nerf péronier commun (sciatique poplitée externe). Il est constitué de la partie postérieure du tractus iliotibial, puis du muscle tibial antérieur, détaché au bistouri de la crête oblique latérale et ruginé de son insertion tibiale. Cette rugination se prolonge sur 4 à 5 cm de hauteur à la face postérieure de la métaphyse, en regard du trait d'ostéotomie. Elle est facilitée par la mise en flexion de la jambe, qui détend les muscles postérieurs et éloigne le paquet vasculonerveux. On réalise alors la désarticulation tibiofibulaire supérieure (fig 15) : le bord antérieur de l'articulation tibiofibulaire étant exposé, on en sectionne la capsule au bistouri. On introduit dans l'interligne une rugine dont le tranchant est au contact du tibia : elle va sectionner la capsule postérieure ; en basculant la rugine, on vérifie que les deux os peuvent s'écarter d'environ 5 mm.

En avant, il est pratique de mettre en évidence le ligament patellaire (tendon rotulien) en passant au ras de sa face antérieure, laissant le plan cutanéograisseux solidaire du plan aponévrotique superficiel : on n'écarte cette lèvre à la vascularisation fragile que pour vérifier le trajet de l'ostéotomie dans la partie antérieure du trait. On sépare également la face profonde du ligament patellaire du ligament adipeux auquel il adhère souvent. Le muscle tibial antérieur est ruginé de la face latérale du tibia sur 8 à 10 cm. La section de la membrane interosseuse au bord postérolatéral du tibia facilite l'exposition. On ne récline le muscle vers l'arrière, avec des écarteurs de Farabeuf larges, qu'au moment de la pose du rapporteur et de la plaque. On doit éviter les écarteurs contre-coudés qui prennent appui sur la diaphyse et risquent de comprimer le muscle inutilement, et pourraient amener à un œdème et à un syndrome de loge. Celui-ci peut être masqué par une anesthésie locorégionale.

Mise en place des broches (fig 16)

L'interligne articulaire est repéré en dehors en y enfonçant une aiguille intramusculaire.

Le niveau de la broche-guide est 10 mm plus bas. Le rapporteur de Descamps, qui a exactement la forme de la plaque d'ostéosynthèse, est placé le plus haut possible sur la face externe de la diaphyse, sagittalement, en veillant à ce que sa partie basse reste parfaitement au contact de l'os. Le point d'introduction de la broche doit être à mi-distance de la face antérieure et postérieure du tibia, et le bord antérieur du rapporteur à 1 cm en arrière de la crête tibiale (on a habituellement tendance à être trop antérieur au niveau de l'épiphyse). Le plan du rapporteur doit être strictement parallèle au plan frontal : on vérifie, en pliant le genou à angle droit, que la broche-guide n'est pas oblique en arrière et en dedans. L'orifice cortical latéral est foré à la pointe carrée de 3 mm ; on enfonce au marteau la broche-guide sur 6 cm environ. On



repère alors le niveau de l'angulation du rapporteur, qui marque la limite inférieure de la résection cunéiforme, puis, le rapporteur étant enlevé, on place les deux broches-repères de cette résection. Enfin, on place les broches de parallélisation (fig 17). Celles-ci peuvent être à la face latérale du tibia, en utilisant la broche-guide de la lame et une broche diaphysaire. Cette solution a cependant l'inconvénient que les broches gênent l'abord du foyer opératoire. Il est plus simple de continuer d'enfoncer la broche-guide, de façon à ce qu'elle transfixie en dedans l'épiphyse tibiale et ressorte sur 4 ou 5 cm. On branche alors sur cette broche un rapporteur qui permet d'envoyer une broche tibiale distale située au-dessous du niveau de l'ostéotomie et formant, avec la première, un angle égal à celui que l'on veut corriger. La scopie contrôle alors le niveau de la broche-guide et des broches-repères. Leur position sera modifiée si elle ne correspond pas au calque préopératoire.

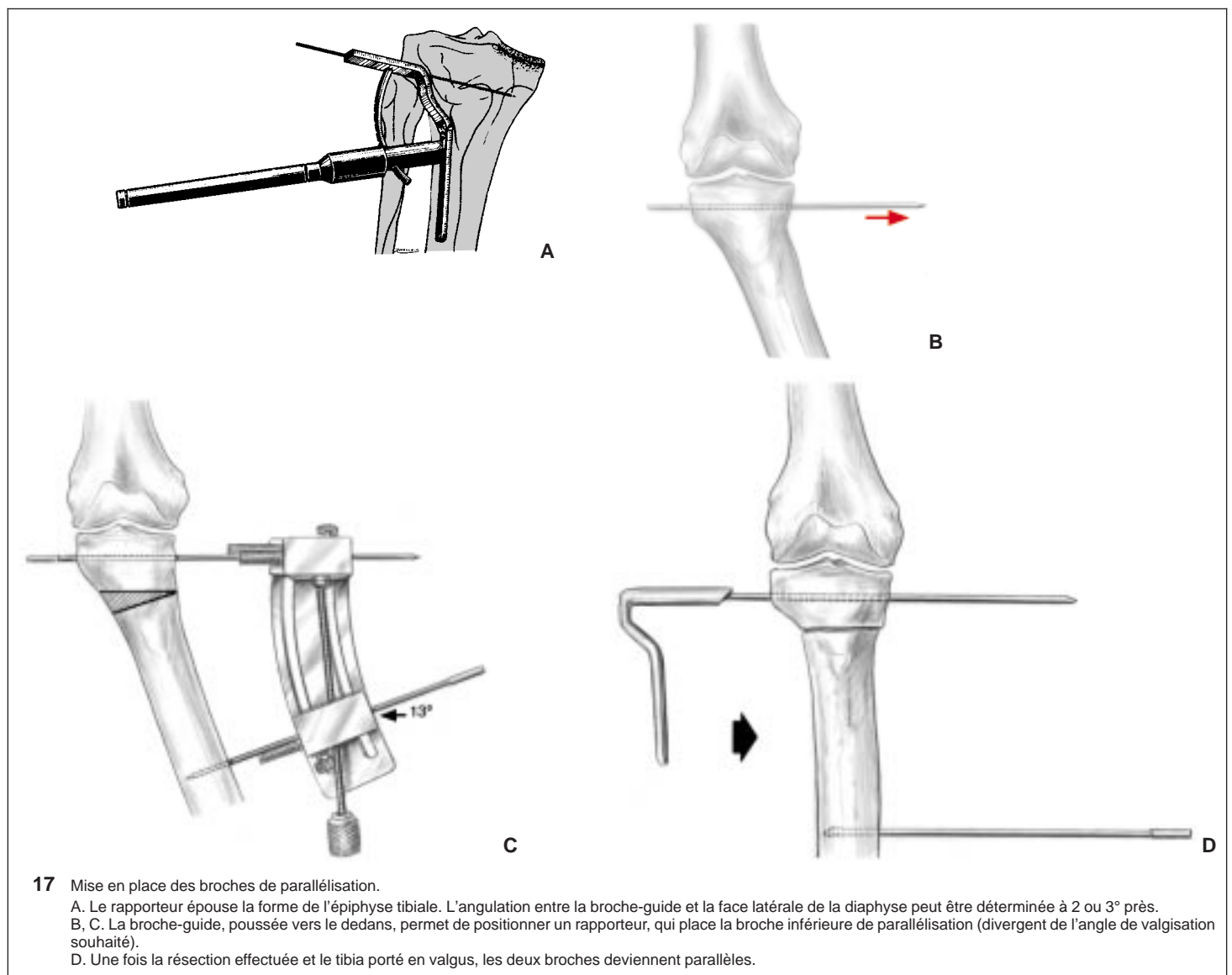
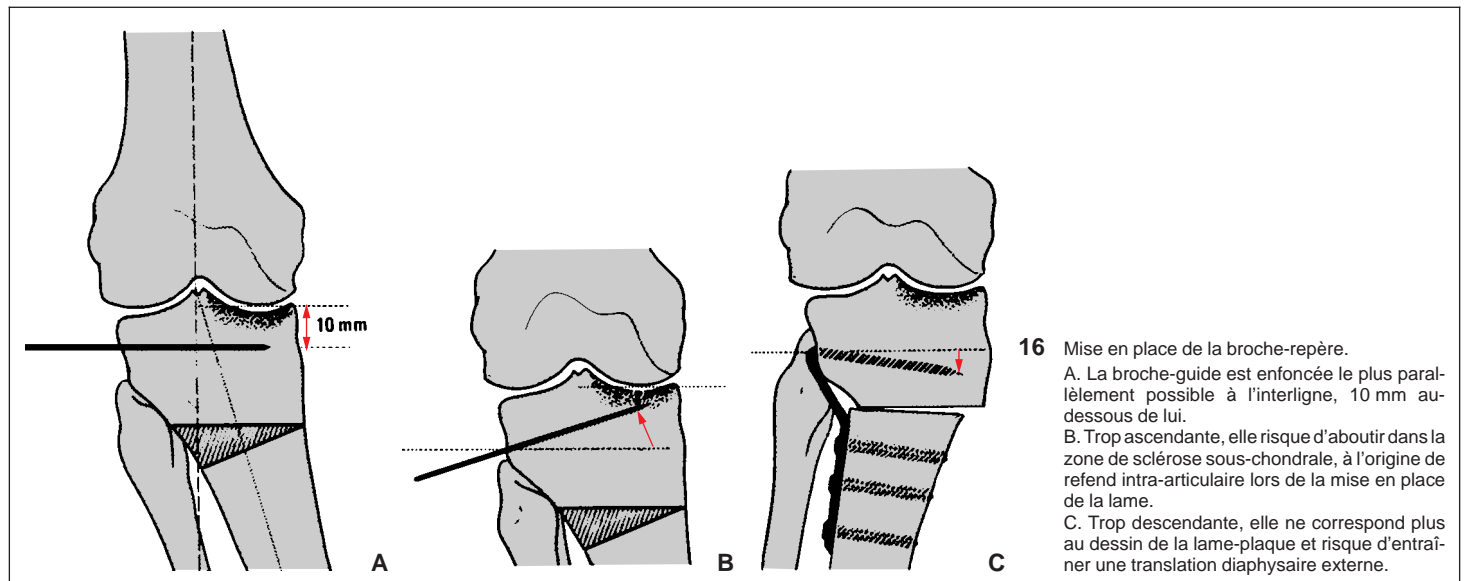
Ostéotomie, contrôles clinique et radiologique

On amorce la pénétration de la lame-plaque, montée sur son préhenseur, sur 20 à 30 mm, en vérifiant que la plaque est bien parallèle au bord antérieur de la diaphyse (il en irait différemment si un flectus devait être corrigé). On retire la lame pour faciliter l'ostéotomie. La résection cunéiforme est réalisée à la scie oscillante. On éloigne le paquet vasculonerveux en fléchissant le genou à angle droit (une lame malléable postérieure peut être utilisée), la section la plus difficile étant l'angle postéromédial (fig 18).

Le trait d'ostéotomie, horizontal en arrière, devient oblique en haut à la partie antérieure, de façon à laisser la tubérosité tibiale (et le ligament patellaire) solidaire du fragment distal. Cette coupe ascendante commence habituellement 15 mm en arrière du bord antérieur du tibia et monte en formant un angle de 60° avec le trait horizontal. Puis on trace le trait inférieur et retire à la pince gouge le coin osseux.

L'ostéotomie paraissant achevée, on porte la jambe en dedans, genou en extension. Si aucune varisation ne se produit, il faut compléter en dedans l'ostéotomie au ciseau tranchant et étroit de 15 mm. Quand on peut mobiliser la diaphyse sur l'épiphyse, on enfonce la lame sur 3 cm et on amène la diaphyse en valgus jusqu'à ce qu'elle se trouve parallèle à la plaque. Quelquefois, la valgisation ne se fait pas aisément et il faut reprendre l'ostéotomie à la pince gouge fine, soit en excisant une saillie médiane du spongieux, soit en réséquant un butoir antérieur. Il est essentiel qu'aucun mouvement de force ne soit nécessaire pour rendre parallèles la diaphyse et la plaque : cette dernière doit en effet seulement être le témoin de la modification angulaire et maintenir la nouvelle position obtenue (fig 19). Si un effort est réalisé pour mettre au contact plaque et diaphyse (par exemple en utilisant un davier), il y a risque de perte de correction, soit par balayage de la lame, soit par élasticité du matériel.

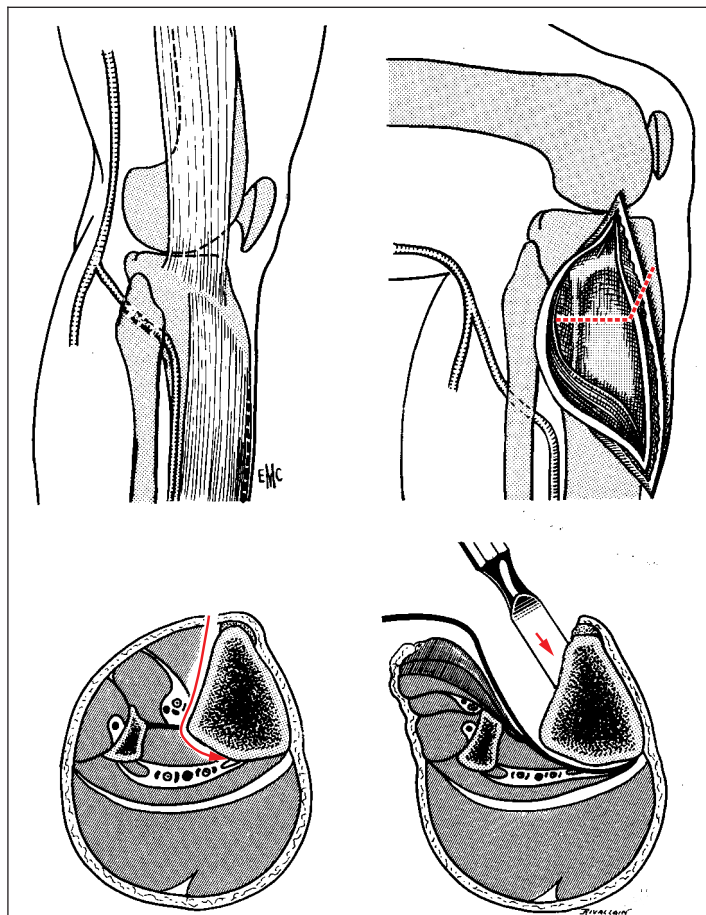
Le parallélisme plaque/diaphyse étant acquis, on impacte à fond la lame, la main de l'aide faisant contre-appui en dedans. On pousse de bas en haut dans l'axe de la jambe étendue pour parfaire le contact médial. On vérifie que les deux broches de parallélisation sont devenues parallèles et on fixe provisoirement la plaque sur la diaphyse à l'aide de deux vis



unicorticales. Le contrôle scopique confirme la bonne longueur de la lame, mais surtout la qualité de l'indispensable contact médial. Si celui-ci n'était pas obtenu, il faut effectuer une petite recoupe métaphysaire. Il n'y a en effet aucun inconvénient à ce que l'ostéotomie soit légèrement bâillante en dehors, si le contact interne est certain. Les broches sont alors retirées.

Fixation-fermeture

On solidarise plaque et diaphyse par trois vis de 5 mm de diamètre, un peu obliques vers l'arrière et le dedans, pour ne pas faire saillie à la face médiale sous-cutanée du tibia, mais au niveau du bord postéromédial, mieux protégé. Le muscle tibial antérieur est soigneusement ramené sur



18 Exposition du site d'ostéotomie.

Mieux vaut fléchir le genou à 90° pendant la taille de l'ostéotomie pour éloigner le paquet vasculonerveux. On dégage la face latérale, qui est presque sagittale, pour pouvoir y appliquer la lame-plaque. La face postérieure n'est ruginée que sur les quelques centimètres en regard de l'ostéotomie. On protège à ce niveau les parties molles par une lame malléable.

le matériel. Quelques points s'appuient sur les deux berges de son aponévrose, l'une laissée sur la crête, l'autre recouvrant le muscle, sans chercher à les mettre au contact : ils maintiennent le muscle pour qu'il recouvre la plaque. Une fermeture sous tension, comprimant le muscle, pourrait exposer à un syndrome de loge. Le fascia lata est suturé ainsi que la sous-peau. Le drain de Redon est sous-cutané et donc pas au contact direct du foyer d'ostéotomie.

Soins postopératoires

Dès le deuxième jour postopératoire, le malade réalise des contractions isométriques du quadriceps, ainsi que des mouvements de circumduction du pied, pour lutter contre le risque de phlébite. Vers le quatrième ou cinquième jour, il commence des petits mouvements pendulaires de flexion (extension active sans lutter contre la pesanteur). On obtient habituellement l'extension au bout de 1 semaine et une flexion indolore de 90° au bout de 3 semaines.

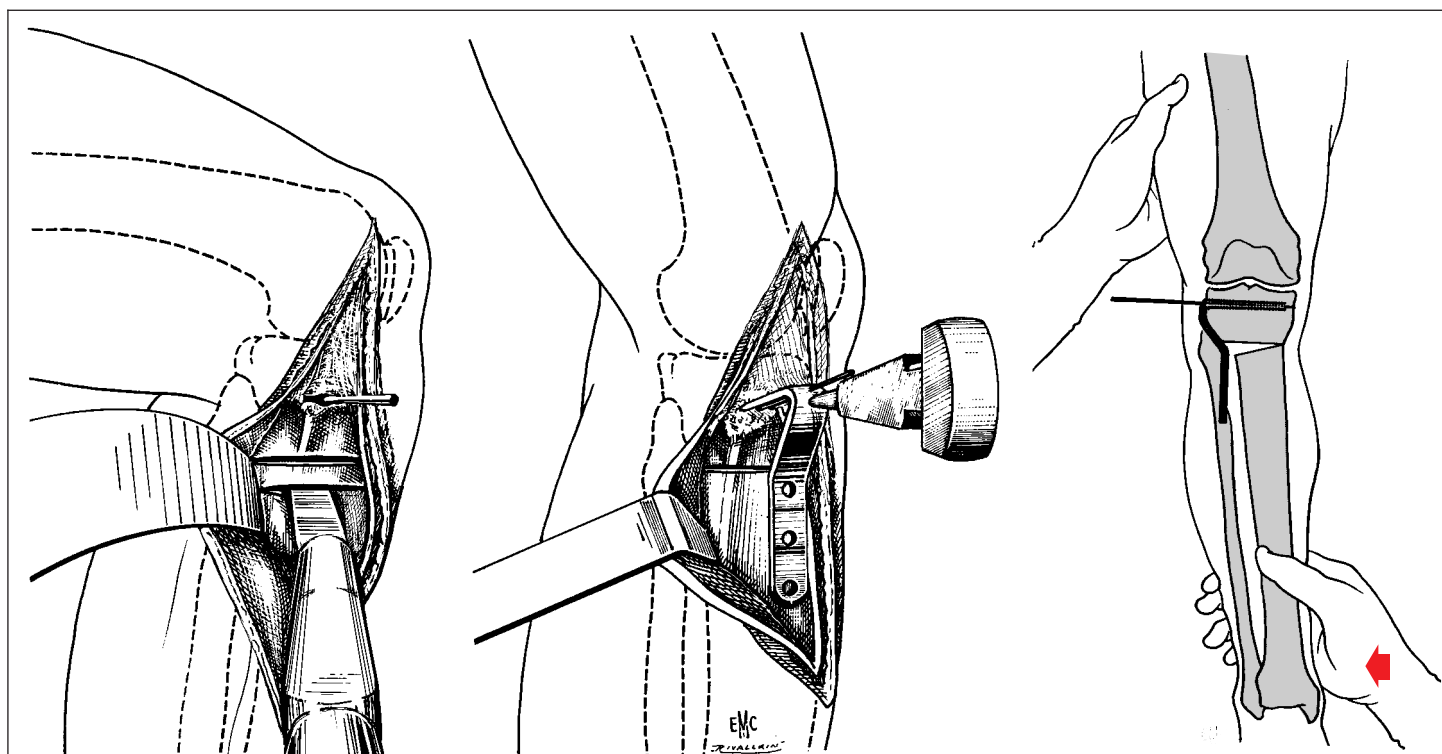
Il faut *formellement éviter la mobilisation active du genou au-delà de ces limites* ou si elle est douloureuse, car elle risque d'entraîner des micromouvements de la lame dans l'épiphyse et de retarder la consolidation. De surcroît, cette rééducation est tout à fait inutile puisque cette opération extra-articulaire n'aboutit jamais à une diminution de l'amplitude de la mobilité.

Le malade débambule d'emblée avec deux cannes-béquilles, sans appui, celui-ci étant d'habitude autorisé vers le deuxième mois (un traitement anticoagulant est prescrit jusqu'à cette date). Cependant, chez les sujets âgés qui ont du mal à débambuler sans appui, l'appui partiel (20 kg environ) peut être autorisé en raison de la solidité du matériel si l'on a obtenu un bon contact médial, une ostéosynthèse solidement fixée et un axe du genou bien corrigé.

Autres valgisations tibiales par lame-plaque

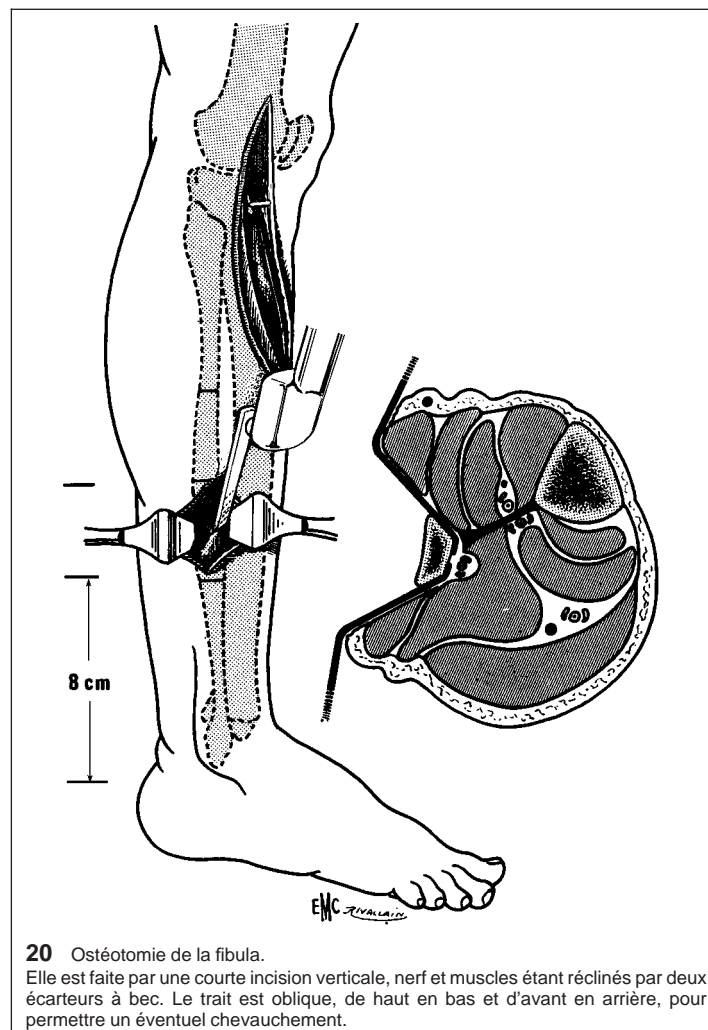
Valgisation importante

Si la valgisation atteint 10 à 15°, le raccourcissement latéral entraînerait une dislocation péronéofibulaire supérieure trop importante. Nous préférons pratiquer alors une ostéotomie de la diaphyse de la fibula à la partie basse de son tiers moyen (fig 20) : incision sur la ligne malléole latérale-col de la fibula, débutant 8 cm au-dessus de la pointe de la malléole et montant sur 5 cm ; incision de l'aponévrose latérale en



19 Correction angulaire.

Compte tenu de l'élasticité relative du matériel et du risque de balayage de la lame dans le spongieux métaphysaire, c'est la jambe qui doit venir au contact de la lame et non pas la plaque qui doit être appliquée de force sur le tibia par un davier.



évitant le nerf péroné superficiel (musculocutané) ; passage entre muscles fibulaires long et court, arrivant sur la fibula qui est ruginée sur 2 ou 3 cm. Deux écarteurs à bec s'appuient sur l'os et protègent le paquet vasculonerveux qui chemine à sa face médiale : l'ostéotomie est faite à la scie, oblique de haut en bas et d'avant en arrière, ainsi que de dehors en dedans. On écarte les berges de l'ostéotomie en y introduisant un ciseau. Pendant la fermeture de l'ostéotomie tibiale, on vérifie qu'il se produit bien un chevauchement des fragments fibulaires. La fermeture concerne uniquement l'aponévrose et la peau.

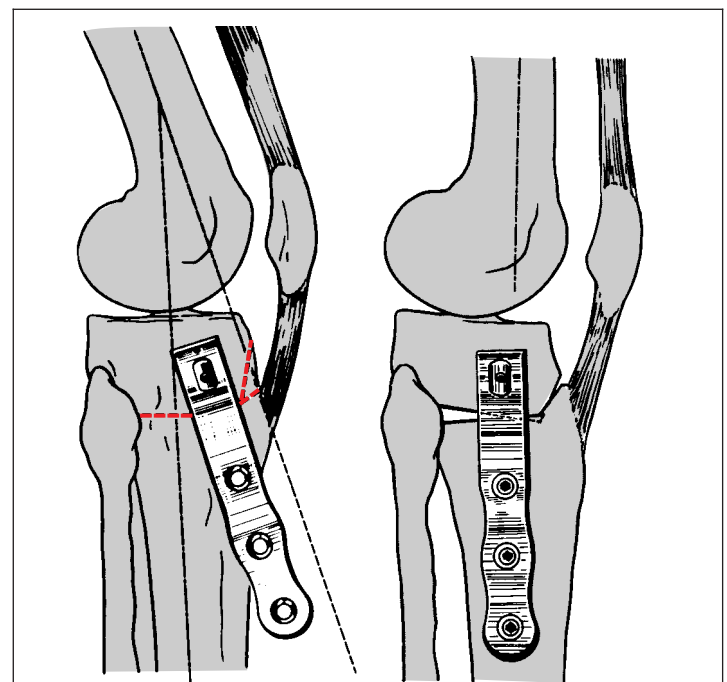
Valgisation-déflexion (fig 21)

C'est une éventualité fréquente, l'ostéotomie étant bien souvent réalisée sur un genou en flectum arthrosique de 10 à 15°. Ce flectum ne modifie pas sensiblement la mesure du varum sur le pangonogramme si on utilise notre technique qui évite toute rotation (à l'inverse, une rotation interne pourrait effacer tout ou partie du varum...).

La solidité du montage permet de corriger le flectum sans résection cunéiforme complexe. La technique est un peu modifiée.

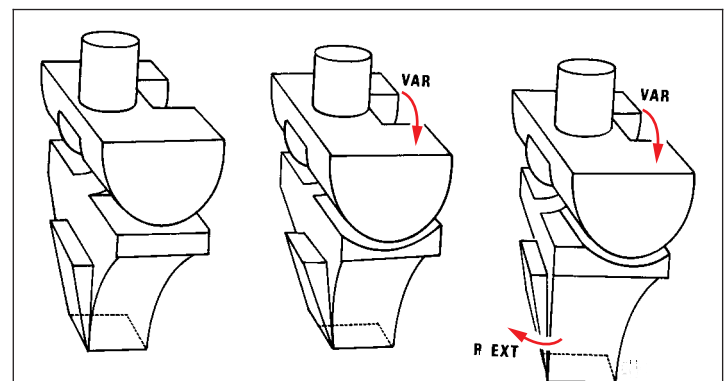
On veille au caractère parfaitement frontal de la broche-guide, car l'extension sera obtenue en faisant tourner la lame-plaque autour de cette broche : si elle était oblique vers l'arrière et le dedans, l'extension entraînerait un mouvement parasite diminuant la valgisation obtenue.

Avant de tailler l'ostéotomie, on place le genou en extension maximale. Puis on prépare le trajet de la lame-plaque sur 30 mm en enfonçant celle-ci sur la broche-guide, la plaque étant exactement dans le prolongement de l'axe fémoral et faisant donc, avec l'axe du tibia, un angle égal à celui dont on veut corriger le flectum. Le trait d'ostéotomie est relevé en avant en spatule, pour se terminer au-dessus de l'insertion du ligament patellaire. Après ostéotomie et impaction complète de la lame, on visse la diaphyse sur la plaque, obtenant les deux corrections souhaitées : on observe un léger bâillement des traits en arrière et une petite impaction en avant.



21 Ostéotomie tibiale pour genu flectum.

L'ostéotomie en chevron doit aboutir en avant, au-dessus du tubercule tibial, laissant l'insertion du ligament patellaire solidaire de la diaphyse. La lame-plaque est enfoncée parallèle à l'axe du fémur, puis vissée après avoir effectué l'extension tibiale.



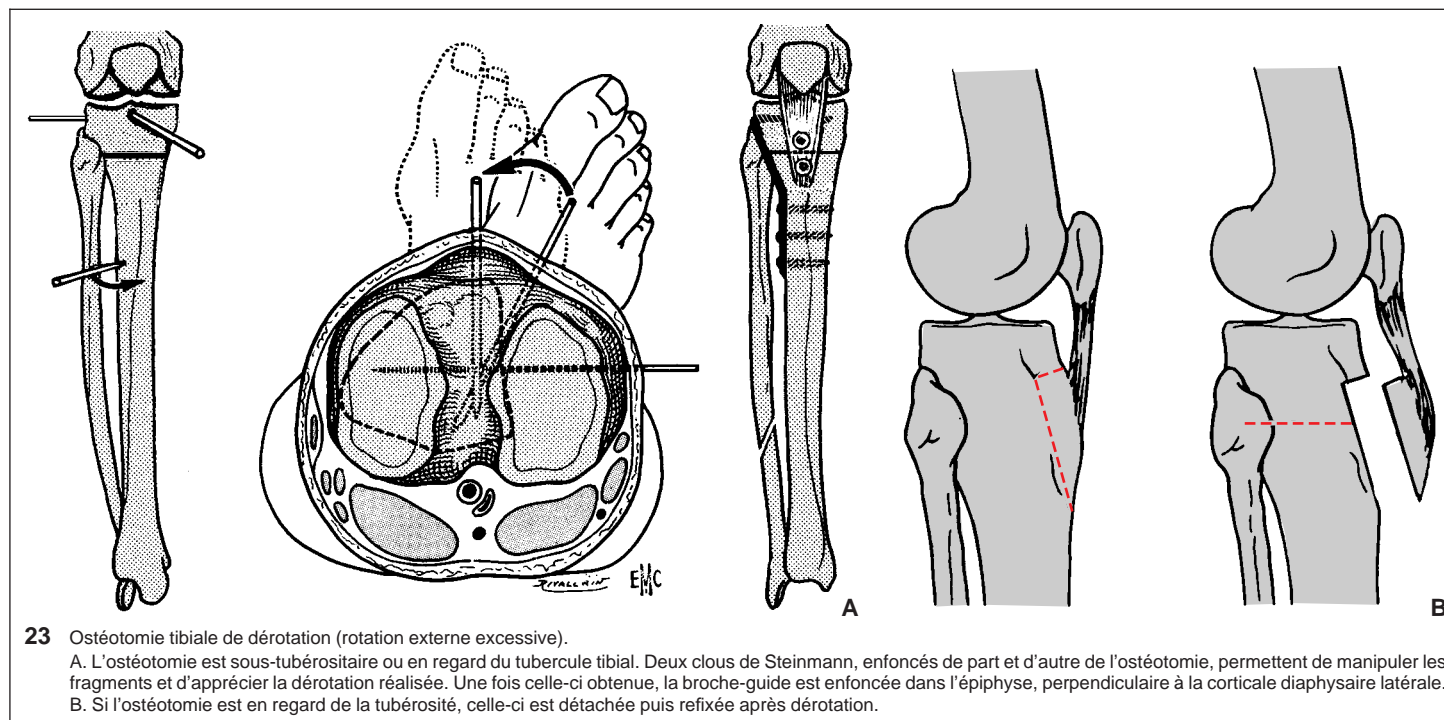
22 Genu varum et écuelle postérieure (selon Castaing).

Le genu varum s'accompagne d'une rotation externe du tibia lorsque le condyle médial vient se loger dans la cupule de la partie postérieure du plateau tibial médial. La mesure de la déviation angulaire doit donc se faire en prenant, comme référence, l'axe bicondylien. C'est également selon cet axe qu'on effectuera la correction frontale (axe de la broche-guide si on utilise la lame-plaque).

Valgisation-rotation interne

Genu varum et arthrose rotatoire (fig 22)

Il arrive, dans certains genu varum, que la pénétration du condyle dans le plateau tibial médial se fasse préférentiellement à sa partie postérieure : cela entraîne une rotation externe du tibia sous le fémur qui donne, sur le cliché de face, une apparente subluxation latérale du tibia. La correction angulaire doit respecter ce modelé arthrosique fémorotibial. La valgisation est réalisée selon la technique usuelle et il n'y a pas d'erreur significative si l'on utilise notre technique de pangonogramme qui mesure le varum dans le plan des condyles. Parfois, on souhaite tourner la jambe vers le dedans. Mieux vaut ne pas dépasser 20°, à la fois pour des raisons vasculaires et pour ne pas induire de mouvements parasites dans la valgisation. Le rapporteur est placé sur la face latérale du tibia, au contact de l'os par son arête antérieure. Il forme, avec cette face latérale, un angle de 20° ouvert vers l'arrière. À la fin de l'intervention, la plaque est donc également oblique vers l'arrière : en venant y visser la face latérale du tibia, normalement sagittale, on entraîne la rotation interne souhaitée de la diaphyse tibiale.



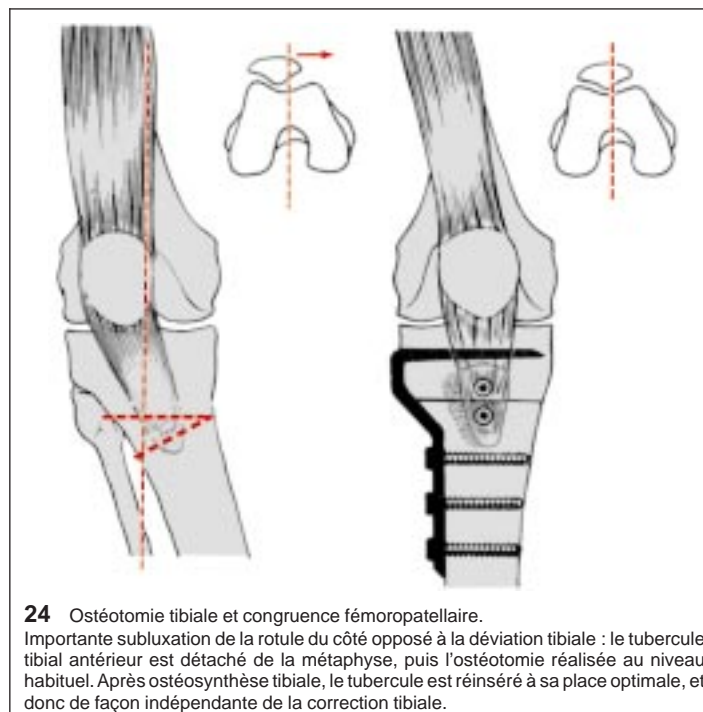
Ostéotomie de rotation isolée (fig 23)

Dans certaines anomalies rotatoires du membre inférieur, et en dehors de toute arthrose d'un compartiment latéral, il peut être justifié de réaliser une rotation interne du squelette tibial. Celle-ci doit rester modérée car le risque de syndrome de loge et de paralysie du sciatique péronier est important [9]. Après abord usuel et désarticulation tibiofibulaire, on détache le tubercule antérieur du tibia. Pour contrôler la rotation, on met en place deux grosses broches ou clous de Steinmann, l'un dans la face externe de la diaphyse, l'autre dans l'épiphyse tibiale, formant entre eux l'angle de rotation que l'on souhaite obtenir. La rotation est obtenue par parallélisation dans le plan horizontal de ces deux clous de Steinmann. La broche-guide est alors enfoncée à 90° par rapport à l'axe de la diaphyse et perpendiculaire à sa face latérale, puis on pratique une ostéotomie horizontale, en regard du tubercule tibial détaché. La lame-plaque est alors vissée, puis on replace le tubercule tibial à cheval sur le trait d'ostéotomie, en réglant sa position pour une congruence fémoropatellaire optimale.

Valgisation-transposition du tubercule tibial antérieur (fig 24)

L'ostéosynthèse par lame-plaque, dont le trait d'ostéotomie se termine au-dessus du tubercule tibial, permet, en principe, des modifications de la position de la tubérosité tibiale simultanée de la valgisation. En fait, la latéralisation est très faible et de moins de 5 mm pour une valgisation de 10 à 15°. Il n'y a en règle pas d'indication de déplacer significativement la tubérosité tibiale dans les ostéotomies, car la minime subluxation externe de la rotule que l'on peut observer bien souvent dans le genu varum n'est pas liée à une malposition de la tubérosité, mais à une contracture de compensation du hauban latéral. Lorsque le genu varum est corrigé, cette contracture disparaît et la rotule se recentre vers le dedans, alors même que la tubérosité tibiale a été légèrement translatée en dehors.

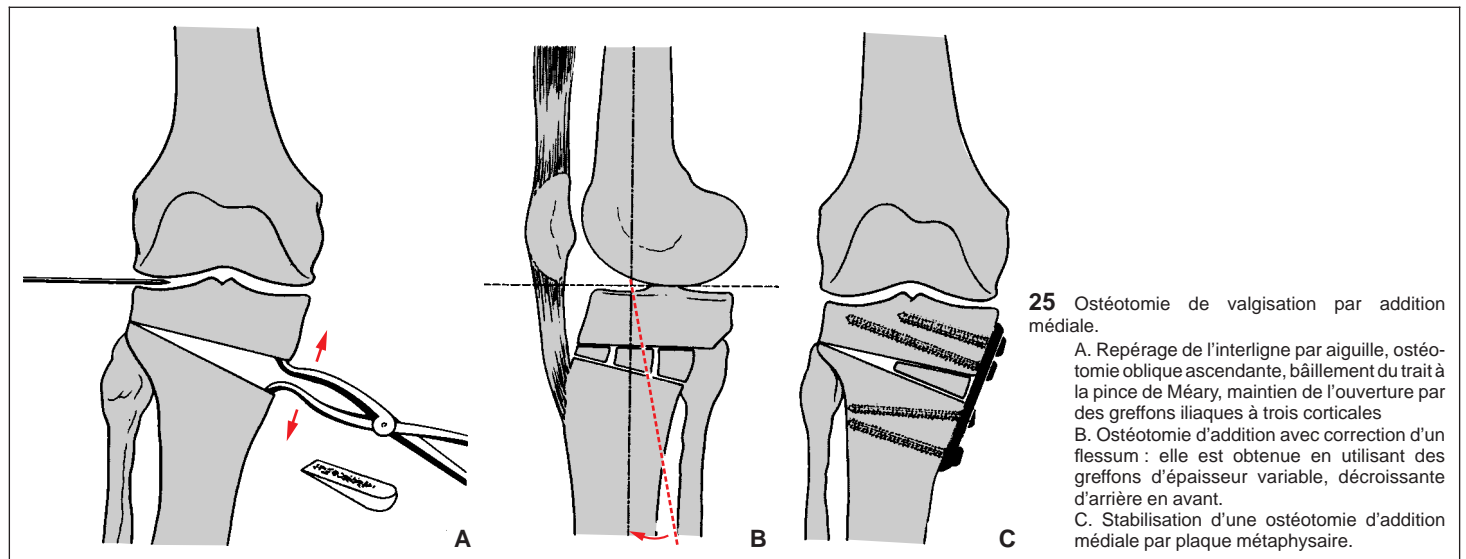
Exceptionnellement, par exemple pour des séquelles traumatiques, il peut être nécessaire de régler indépendamment l'axe diaphyso-épiphysaire du tibia (par l'ostéotomie métaphysaire habituelle) et le recentrage de la fémoropatellaire. Ceci s'obtient en débutant l'intervention par un détachement de la tubérosité tibiale, que l'on laisse pédiculisée en dedans par les parties molles. Le trait supérieur de l'ostéotomie de la tubérosité est horizontal, luttant contre son ascension ultérieure. Le trait de l'ostéotomie métaphysaire est fait à cheval sur le trait de section tubérositaire. On règle l'ostéotomie tibiale, puis on règle le centrage fémoropatellaire en mobilisant le tubercule tibial. Enfin, celui-ci est ostéosynthésé par deux vis situées de part et d'autre du trait



d'ostéotomie métaphysaire. La réalisation d'une telle section tubérositaire est tout à fait compatible avec une rééducation pendulaire précoce.

Ostéotomies tibiales de valgisation par addition médiale

Planification préopératoire : l'utilisation d'un calque définissant le niveau de l'ostéotomie est utile ; il précise le point d'introduction de la broche-guide d'ostéotomie par rapport à l'interligne et son orientation. Il détermine également le bâillement médial à réaliser qui varie significativement [1] selon le niveau de l'ostéotomie et la largeur du tibia. De toute façon, comme dans toute technique ne bénéficiant pas d'une correction « automatique » par lame-plaque, il est indispensable, en cours d'opération, de confirmer que la correction angulaire a été obtenue par une parallélisation de broches. En effet, le contrôle radiologique de l'alignement tête fémorale-centre du genou-centre de la mortaise, grâce



à un cordeau ou à une tige métallique, ne peut être fiable que s'il n'y a pas de laxité, et ceci qu'il s'agisse d'une ostéotomie latérale ou médiale. S'il existe une laxité médiale, lorsque l'on porte la jambe en valgus, on fait bâiller le compartiment médial et l'opérateur peut croire avoir fait une correction angulaire satisfaisante alors que la correction osseuse est insuffisante (fig 26B).

L'incision cutanée est antérieure médiane, ou légèrement reportée en dedans, verticale. Cette incision pourra donc être reprise ultérieurement lors de la mise en place d'une prothèse totale de genou par voie parapatellaire interne. Une fois le décollement sous-aponévrotique effectué, l'abord osseux se fait par une incision médiale traversant les insertions du ligament collatéral médial et des muscles de la patte d'oie. L'ostéotomie est métaphysaire, son trajet oblique vers le haut et le dehors étant repéré par une broche-guide. Deux autres broches-guides sont placées à la face latérale de la jambe, l'une dans la métaphyse, l'autre dans la diaphyse, et divergent d'un angle égal à la valgisation qu'on veut obtenir.

Après contrôle radiologique de la position de la broche-guide, on effectue l'ostéotomie, dont on fait bâiller le trait en dedans tandis que l'on conserve le contact des corticales latérales. Le bâillement est obtenu en portant la jambe en valgus, mais surtout en s'aidant de pinces écartantes de type Méary (fig 25A). On vérifie alors que la correction angulaire a été bien obtenue, d'une part grâce à l'écartement des berges, et d'autre part grâce à la parallélisation des broches. Les pinces écartantes sont alors remplacées par trois greffons iliaques à trois corticales, taillés en coin et placés d'avant en arrière. Un flexum ne dépassant pas 10° peut être corrigé par des greffons plus haut en arrière qu'en avant (fig 25B). La tension des parties molles suffit habituellement à maintenir les greffons. Il est cependant préférable de compléter le montage par l'utilisation d'une plaque, notamment en L inversé, qui évite toute hypocorrection secondaire par tassement des greffons ou par leur pénétration métaphysaire (fig 25C). L'utilisation d'autres types de cales (allogreffes, notamment de tête fémorale, phosphates et carbonates de calcium, voire ciment) peut être également réalisée, mais ne dispense pas de l'ostéosynthèse complémentaire. On peut également se dispenser de toute addition, le bâillement maintenu par l'ostéosynthèse se comblant spontanément. Bien entendu, aucun geste sur la fibula n'est nécessaire.

Si une ostéosynthèse médiale a été utilisée, les modalités de la rééducation sont identiques à celles de l'ostéotomie de soustraction latérale par lame-plaque.

Autres ostéotomies tibiales

Ostéotomies latérales de soustraction avec agrafes

Planification préopératoire : les techniques de soustraction d'un coin mesuré, ou d'appréciation clinique de la rectitude du membre après ostéotomie, conduisent à de fréquentes hypocorrections dont le mécanisme doit être précisé. La mesure du coin enlevé est très

imprécise (fig 26A). Pour un même niveau d'ostéotomie, la base du coin retiré est de taille nettement différente selon les dimensions du tibia. Mais, pour un même tibia, cette dimension varie également selon le niveau de l'ostéotomie et l'obliquité du trait. La mesure peropératoire de l'axe du membre peut entraîner une importante sous-correction, s'il y a une usure osseuse du compartiment arthrosique, avec détente ligamentaire de la concavité. Lorsque l'opérateur porte la jambe en valgus, il croit que la correction osseuse réalisée est suffisante pour obtenir un membre en rectitude ; en fait, le compartiment médial bâille, et dès qu'on relâche la mise en valgus, le genou retrouve un certain varus osseux (fig 26B).

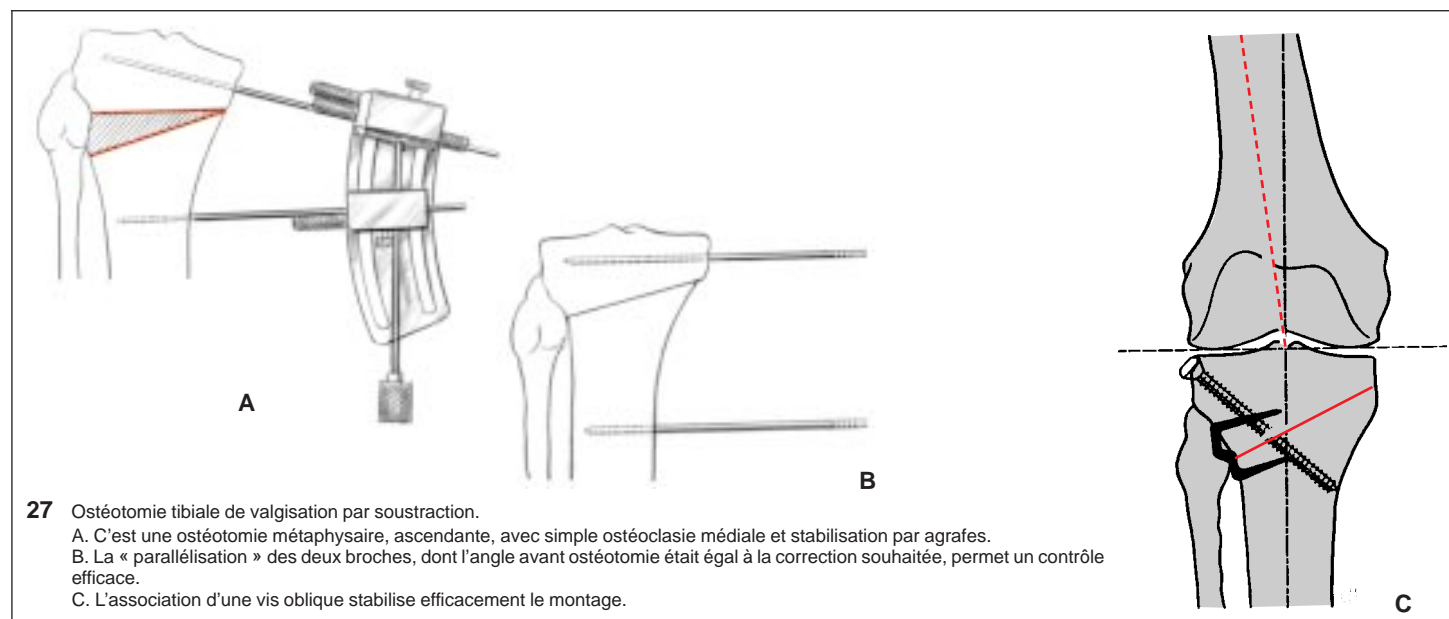
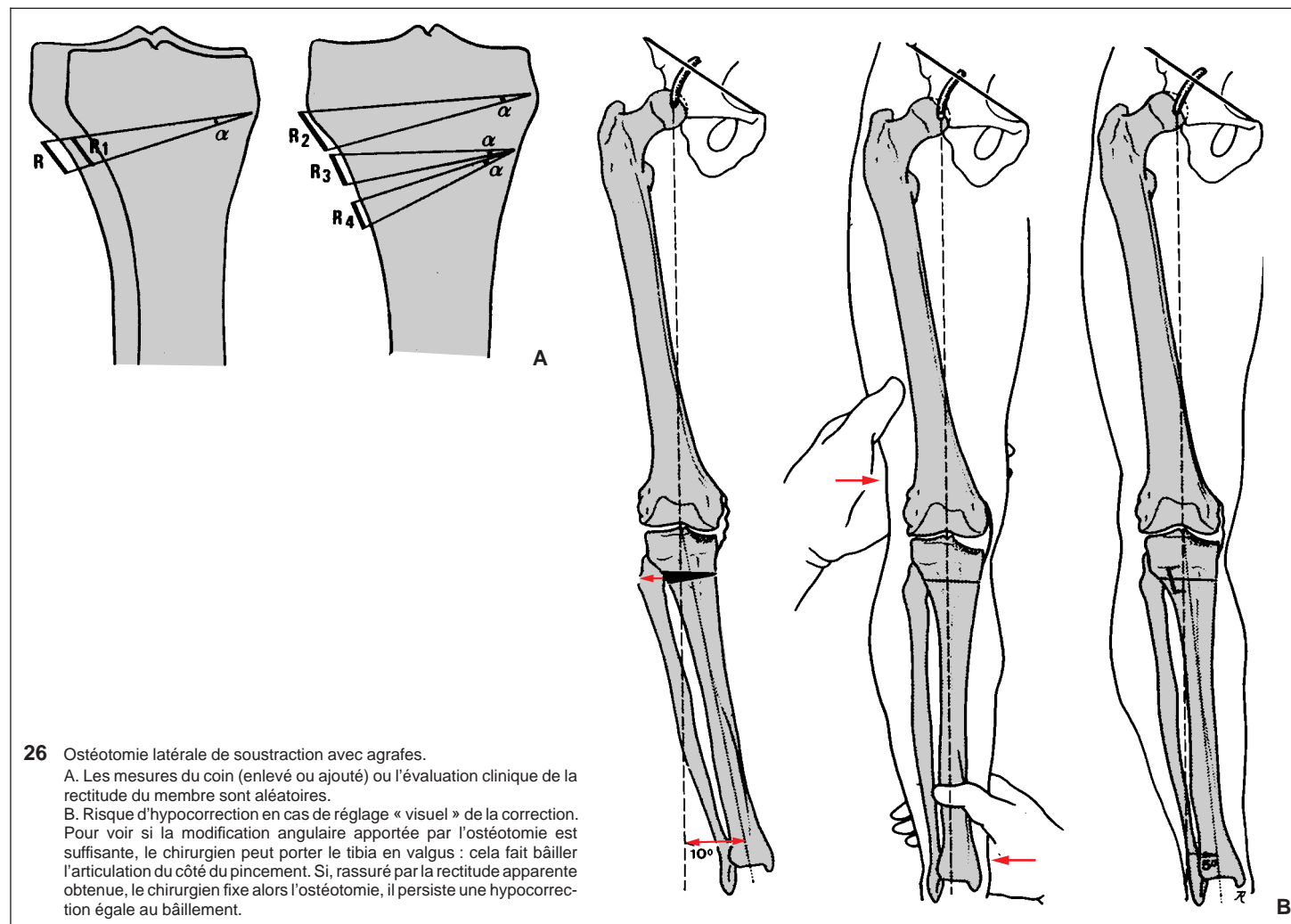
La planification préopératoire est donc indispensable pour définir le niveau et la direction des deux broches-repères qui déterminent le coin métaphysaire à réséquer. Cependant, ici aussi, en l'absence de matériel permettant une correction « automatique », il faut de surcroît utiliser la parallélisation des broches pour s'assurer que la correction souhaitée a été obtenue (fig 27A, B).

L'abord cutané est antérieur, vertical ou légèrement décalé vers le dehors, de façon à permettre ultérieurement une intervention de type prothèse totale de genou par une voie parapatellaire latérale ou médiane. Une fois le décollement sous-aponévrotique effectué, la voie d'abord osseuse est métaphysaire latérale, de type abord pour fracture du plateau tibial. Le muscle tibial antérieur est récliné. Deux broches sont placées au niveau de la métaphyse et convergent vers la corticale médiale, définissant le coin osseux à réséquer (certains matériels ancillaires permettent de s'assurer de la convergence de ces broches au niveau de cette corticale). Puis on place, à la face médiale de la jambe, deux broches de parallélisation, divergentes de l'angle à corriger et enfoncées, l'une dans la métaphyse, l'autre dans la diaphyse.

On vérifie alors radiologiquement la bonne position des broches déterminant le coin de résection, puis on excise le coin osseux en conservant une charnière médiale. Ce coin se situe habituellement un peu au-dessus du tubercule antérieur du tibia et le trait d'ostéotomie peut donc être horizontal dans le plan sagittal. Comme pour toute ostéotomie de fermeture, une désarticulation péronéofibulaire est pratiquée pour une correction de moins de 10°, tandis qu'on lui préfère une ostéotomie fibulaire distale si la correction atteint ou dépasse 15°. On porte alors la jambe en valgus et on fixe les tranches osseuses par deux ou trois agrafes. L'utilisation d'un vissage oblique, de haut en bas et de dehors en dedans, croisant le trait, apporte un élément de solidité appréciable, sans alourdir la technique (fig 27C). Avant la fermeture, on s'assure qu'il n'y a pas de bâillement médial qui nécessiterait d'effectuer un réajustement des surfaces d'ostéotomie ou la mise en place d'une agrafe médiale.

La plupart des opérateurs protègent ce montage un peu fragile par un plâtre sur lequel ils autorisent parfois l'appui dès le quinzième jour. La consolidation est obtenue en 45 jours environ.

La stabilité de cette ostéotomie justifie que la corticale médiale soit plutôt ostéoclasée qu'ostéotomisée, et elle est donc peu recommandée lorsqu'il faut associer une déflexion à la correction du varus.



Elle est, en revanche, intéressante par sa simplicité dans les petites valgisations associées à une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur.

Ostéotomie tibiale de flexion

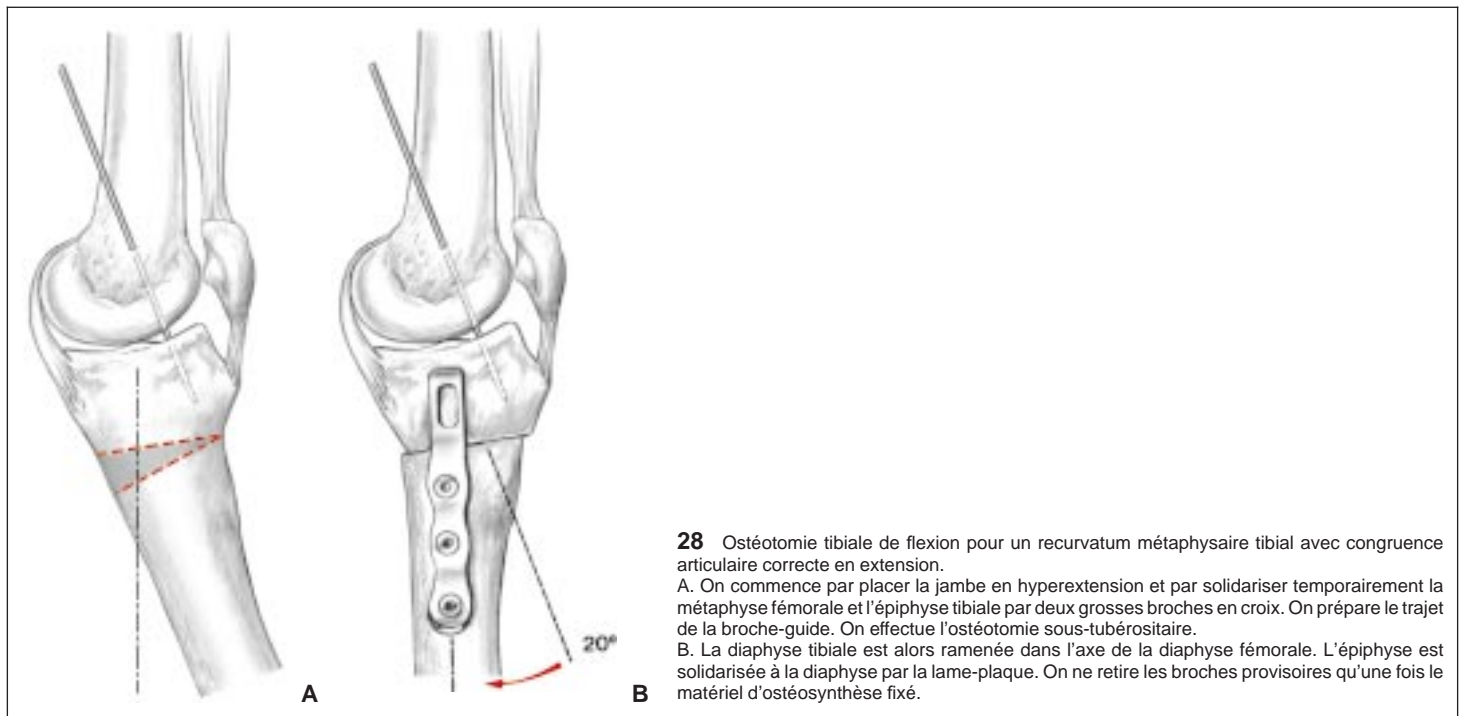
Le genu recurvatum a trois origines :

– la distension des coques condyliennes se voit surtout dans les genoux paralytiques. La plicature des parties molles est peu durable ; en

revanche, leur remise en tension après une ostéotomie supracondylienne, proche du centre de rotation du genou, est beaucoup plus efficace ;

– les cals vicieux supracondyliens sont à traiter par ostéotomie supracondylienne, au siège même de la déformation ;

– les déformations métaphysaires tibiales, volontiers post-traumatiques, notamment après épiphysiodèse antérieure du tibia, sont plus rares. Elles doivent être traitées par ostéotomie tibiale au niveau de la déformation.



Dans les cals vicieux épiphysométaphysaires du tibia, les rapports entre le plateau tibial et les condyles fémoraux sont normaux lorsque le genou est en extension. La correction est effectuée au niveau de la déformation par une ostéotomie tibiale montée par lame-plaque (fig 28). L'intervention est menée par une incision cutanée antérieure, avec décollement latéral. L'ostéotomie est horizontale, recourbée en spatule en avant pour laisser le tubercule tibial en continuité avec la diaphyse. Il peut être utile de fixer temporairement l'épiphyse tibiale sur l'épiphyse fémorale en position d'extension maximale par deux grosses broches en croix. La lame-plaque tibiale est introduite dans l'épiphyse tibiale, la lame étant dans le prolongement de la diaphyse fémorale. Puis on fait bâiller en avant le trait d'ostéotomie tibiale, amenant ainsi la diaphyse tibiale sous la plaque. S'il existe une ouverture tibiale antérieure importante, l'addition de greffons antérieurs en cales facilite la consolidation.

Les ostéotomies sont devenues le plus souvent des interventions de relais, puisqu'au bout de 10 à 15 ans l'arthrose recommence à évoluer, orientant vers une prothèse. Ces ostéotomies ne sont justifiées que si leur réalisation technique est suffisante pour pouvoir remplir ce contrat de longévité. Les techniques que nous avons décrites réduisent les complications postopératoires et permettent, à long terme, une reprise par arthroplastie sans difficultés significativement accrues par l'antécédent d'ostéotomie.

Références

- [1] Babin-Chevaye J, Castaing J, Burdin P et al. Ostéotomies pour gonarthroses fémoro-tibiales internes (étude méthodologique). *Ann Orthop Ouest* 1982 ; 14 : 3-91
- [2] Dejour H, Neyret P, Boileau P, Donell S. Anterior cruciate reconstruction combined with valgus tibial osteotomy. *Clin Orthop* 1994 ; 299 : 220-228
- [3] Descamps L, Jarsaillon B, Schuster P, Vergnat C. Synthèse angulaire dans l'ostéotomie tibiale haute de valgisation pour arthrose. À propos d'une série de 554 cas. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 231-236
- [4] Hernigou P. Recul à plus de 20 ans de la gonarthrose fémoro-tibiale interne après ostéotomie tibiale de valgisation. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 : 241-250
- [5] Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity (a ten to thirteen-year follow-up study). *J Bone Joint Surg* 1987 ; 69A : 332-354
- [6] Ivarssen I, Mynerts R, Gillquist. High tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee (11 to 13 years follow-up). *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72B : 238-244
- [7] Langlais F, Thomazeau H. La prévention des erreurs angulaires dans les ostéotomies tibiales. Symposium SOFCOT. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 (suppl 1) : 102-104
- [8] Lerat JL, Moyen B, Garin C, Mandrino A, Besse JL, Brunet-Guedj E. Laxité antérieure et arthrose interne du genou. *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 : 365-374
- [9] Lerat JL, Taussig G. Anomalies de rotation des membres inférieurs. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 61-63
- [10] Levigne C, Dejour H, Brunet-Guedj E. Intérêt de l'axe épiphysaire dans l'arthrose. In : Les Gonarthroses. Journées lyonnaises du genou, 1991 : 127-141
- [11] Lootvoet L, Massinon A, Rossillon R, Himmer O, Lamber K, Ghosez JP. Ostéotomie tibiale haute de valgisation externe pour gonarthrose sur genu varum (193 cas après 6 à 10 ans). *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 : 375-384
- [12] Maquet P. Biomécanique du genou. Berlin : Springer Verlag, 1977 : 1-237
- [13] Neyret J, Boileau B, Dejour H. Ostéotomie tibiale haute et laxité chronique antérieure évoluée. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 (suppl 1) : 137-138
- [14] Perusi M, Baietta D, Pizzoli A. La correction chirurgicale du genu varum arthrosique par « l'hémicalotaxis ». *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 : 739-743
- [15] Segal P, Burdin P. Les échecs des ostéotomies tibiales de valgisation pour gonarthrose. Symposium SOFCOT. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 (suppl 1) : 85-125
- [16] Thomine JL, Boudjemaa A, Gibon Y, Biga N. Les écarts varisants dans la gonarthrose. Fondement théorique et essai d'évaluation pratique. *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 319-323

Plasties périphériques dans les lésions ligamentaires chroniques du genou

V Chassaing
J Lemoine

Résumé. – Les auteurs décrivent différentes techniques de plasties périphériques dans les lésions ligamentaires chroniques du genou. Elles s'associent souvent à une réparation du pivot central. Suivant la localisation de la lésion périphérique, ces plasties peuvent être antéroexternes, externes, postéroexternes, internes et postéro-internes. Leurs indications sont précisées.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Les lésions périphériques chroniques du genou sont le plus souvent associées à une atteinte du pivot central et leur traitement est lié à la réparation intra-articulaire.

Les plasties périphériques décrites dans la littérature sont nombreuses. En dehors de la plastie de Lemaire, bien connue dans ses résultats, ses indications et ses limites, il est difficile de se faire une idée de leur efficacité en l'absence de signes objectifs, cliniques, radiologiques ou instrumentaux permettant de les juger. La description dans cet article de ces techniques ne constitue pas un label de qualité et une grande prudence est conseillée dans les indications des plasties postéro-internes et postéroexternes.

Plasties antéroexternes

Les plasties antéroexternes corrigent le ressaut rotatoire interne^[18] ou *pivot-shift*^[11] sans corriger le tiroir antérieur. Parmi ces techniques, la plus connue, la plus ancienne et actuellement la plus utilisée, est celle décrite par Marcel Lemaire en 1967^[18, 21, 27].

INDICATIONS

Elle peut être indiquée en association avec une ligamentoplastie intra-articulaire ou seule.

Les indications d'une plastie antéroexterne associée à une plastie intra-articulaire, variables d'un opérateur à l'autre, sont essentiellement fonction du sport pratiqué et de l'importance de la laxité jugée sur le Lachman clinique et radiologique, et sur l'importance du ressaut en rotation interne. Bien que les avis divergent, il semble qu'une telle association réduise le pourcentage de ressaut résiduel et puisse protéger le transplant intra-articulaire^[8, 12].

Les indications de la plastie de Lemaire isolée sont très rares, limitées à certaines ruptures partielles du ligament cruciatum anterioris (ligament croisé antérieur).

TECHNIQUE DE L'INTERVENTION DE LEMAIRE

■ Installation

L'opéré est en décubitus dorsal avec un garrot pneumatique à la racine de la cuisse. Le genou est maintenu sur un support ou un étrier d'arthroscopie, entre 30 et 45° de flexion. Le pied repose sur une table. La jambe est placée en rotation externe.

■ Voie d'abord

L'incision cutanée est arciforme dans le sens des fibres du fascia lata. Elle débute près du tubercule de Gerdy, se dirige vers le tubercule du ligament collatérale fibulaire (latéral externe), puis dans l'axe de la cuisse. Une incision cutanée de 7 cm de long est habituellement suffisante (fig 1A). Un décollement sous-cutané permet le prélèvement de la plastie sans accroître l'incision.

■ Prélèvement de la plastie

Elle est prélevée sur le fascia lata. Cette bandelette doit mesurer de 12 à 15 cm de long selon la taille de l'opéré, sur 1 cm de large. Elle reste pédiculée au tubercule de Gerdy. Le tracé de la bandelette suit la direction des fibres du fascia (fig 1B). En incisant son bord inférieur, il faut faire attention à l'insertion du ligament collatérale fibulaire. La face profonde de la plastie est nettoyée au bistouri afin de faciliter son passage dans le tunnel osseux.

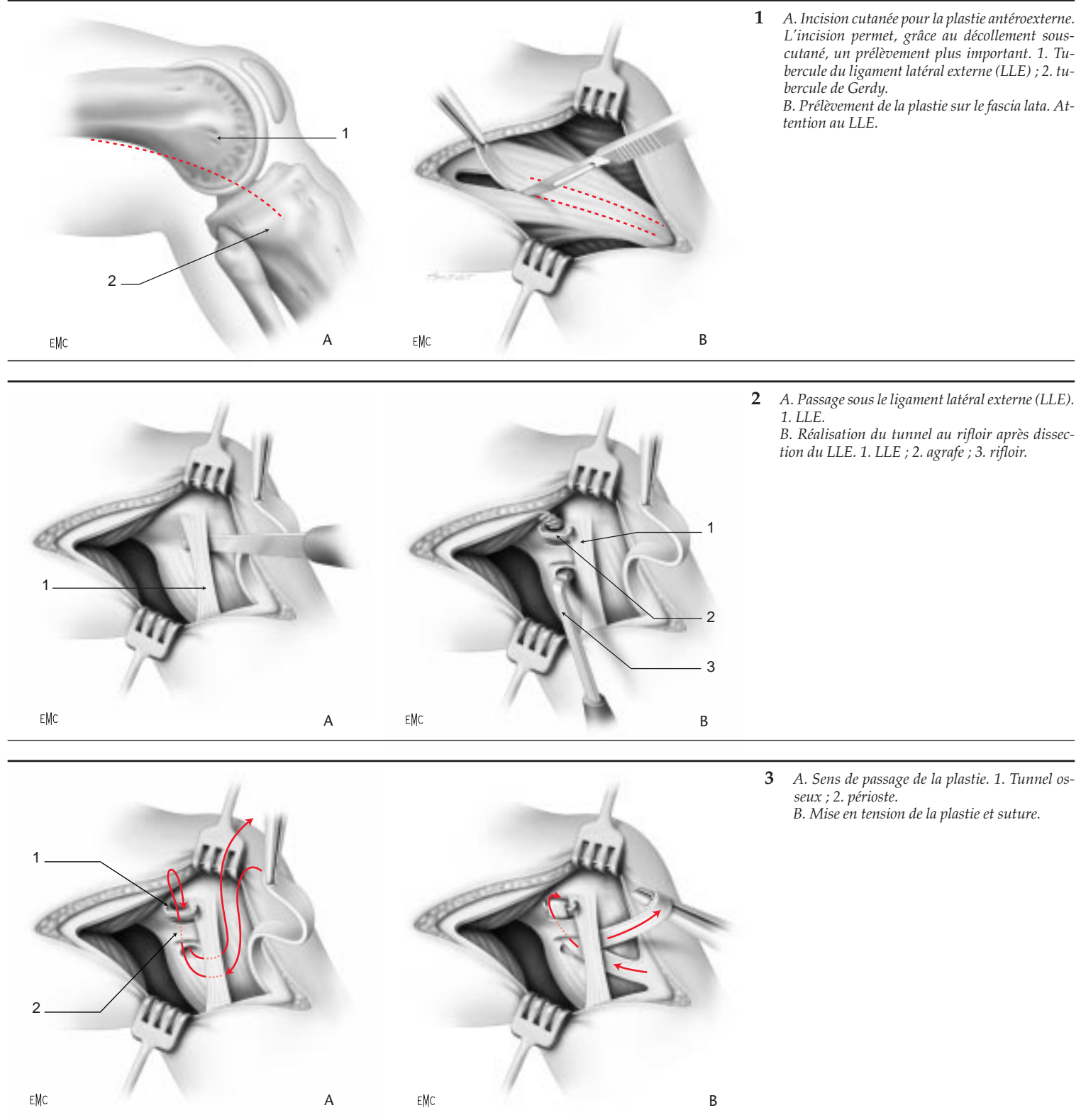
■ Préparation du trajet de la plastie

En refoulant vers le haut le cul-de-sac synovial, on dissèque prudemment l'insertion supérieure du ligament collatérale fibulaire (fig 2A). À l'aide d'une rugine fine, le périoste est décollé depuis la partie postérieure du ligament collatérale fibulaire, immédiatement en arrière de son insertion, jusqu'à une zone située 2 à 3 cm au-dessus d'elle. Un tunnel transosseux est réalisé, en utilisant d'abord deux petites pointes carrées, puis une râpe courbe spéciale, le rifloir de Lemaire. L'orifice inférieur du tunnel est situé juste en arrière du tubercule d'insertion du ligament collatérale fibulaire et son orifice supérieur au-dessus du tubercule à proximité de la zone périostée décollée. Une agrafe de Dujarier est placée tangentiellement au bord inférieur de l'orifice supérieur. Elle évite une section lente de l'os par la plastie fortement tendue, avec la détente que cette section entraînerait (fig 2B).

■ Passage de la plastie

Un fil tracteur est solidement fixé à l'extrémité de la plastie en évitant de former un gros moignon : il s'opposerait au passage de la

Vincent Chassaing : Ancien chef de clinique-assistant des hôpitaux de Paris.
Jérôme Lemoine : Ancien chef de clinique-assistant des hôpitaux de Paris.
Clinique des Maussins, 67, rue de Romainville, 75019 Paris, France.



plastie. La plastie est d'abord passée sous le ligament latéral externe, puis dans le décollement sous-périosté en direction de l'orifice supérieur du tunnel osseux. Elle chemine ensuite de haut en bas dans le tunnel osseux. La plastie est alors fortement mise en tension en vérifiant que la jambe est en rotation externe. Elle est suturée au périoste puis repassée sous le ligament collatérale fibulaire avant d'être suturée à elle-même, la portion initiale de la plastie engainant la portion terminale (fig 3A, B).

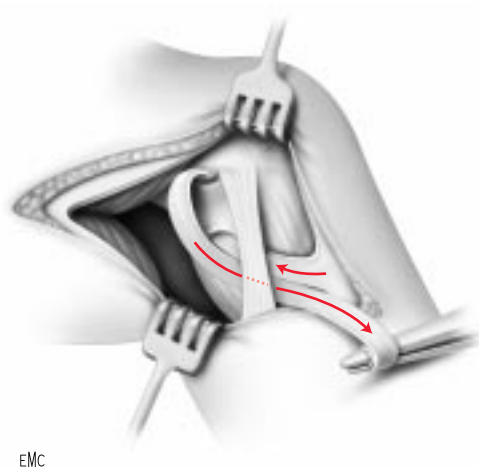
■ Fermeture

Le plan profond situé sous le fascia lata, constitué par les fibres de Kaplan^[17] est refermé. La suture du fascia lata est facilitée par la

remise en extension complète du genou. En cas de traction excessive, une section du retinaculum patellae transversum laterale (aileron rotulien externe) aide cette fermeture. Un drain aspiratif est mis en place dans le décollement sous-cutané.

■ Suites opératoires

Le montage est solide, aucune immobilisation postopératoire n'est nécessaire. L'appui est autorisé. L'ablation des cannes et la rééducation sont débutées à la troisième semaine postopératoire. Après 2 mois de rééducation, il est possible de recommencer l'entraînement sportif.



4 Variante Chassaing.

VARIANTE

Certaines modifications peuvent être proposées (Chassaing ^[6]) :

- abandon du passage sous-périoste pour éviter le décollement de structures postéroexternes ;
- suppression de l'agrafe ;
- modification du sens du trajet de la plastie : après le passage sous le ligament collatéral fibulaire, la bandelette de fascia lata peut pénétrer dans le tunnel de bas en haut. Elle est ensuite retournée vers le bas et suturée au périoste. Elle repasse enfin sous le ligament collatéral fibulaire pour être suturée à elle-même (fig 4).

AUTRES TÉNODÈSES ANTÉROEXTERNES

À la suite de Lemaire, de nombreuses ténodèses externes extra-articulaires ont été décrites. Elles conservent le principe du contrôle de la rotation interne du tibia par rapport au fémur pour supprimer le ressaut en rotation tibiale interne.

■ Certaines utilisent également une bandelette de fascia lata (fig 5)

- Galway ^[11] et Mac Intosh ^[24] décrivent une technique utilisant une bandelette de fascia lata, laissée insérée sur le Gerdy et passée sous le ligament collatéral fibulaire.
- La plastie de Losee ^[23] se rapproche de l'intervention de Lemaire : la bandelette de fascia lata pénètre dans un tunnel osseux antéropostérieur creusé dans le condylus lateralis femoris (condyle externe), qui ressort en arrière. Elle cravate ensuite vers l'avant le complexe arqué pour passer sous le ligament collatéral fibulaire et être agrafée sur le Gerdy.
- Jäger, rapporté par Goertzen ^[12], isole une bandelette de fascia lata qui garde son insertion sur le Gerdy. L'insertion fémorale du ligament collatéral fibulaire est détachée, ce qui permet à ce ligament, en le réinsérant, de le rendre superficiel par rapport au fascia lata.
- La plastie d'Ellison ^[9] aboutit à une plastie identique, mais en détachant du tubercule de Gerdy une pastille osseuse et sa bandelette de fascia lata. L'ensemble, qui reste solidaire du reste du fascia lata, est passé sous le ligament collatéral fibulaire, près de son insertion fémorale, pour être fixée sur le tibia.
- Andrews ^[1] fixe directement la bandelette de fascia lata sur la face externe du condylus lateralis femoris par des points transosseux.

■ D'autres utilisent le ligament patellae (tendon rotulien) ou le tendon quadricipitis (quadricipital) ^[4, 22]

C'est un retour externe qui prolonge une plastie intra-articulaire au tendon rotulien (intervention de Mac Intosh ou de Mac InJones). Ces techniques sont décrites au chapitre de la chirurgie des lésions du ligament cruciatum anterioris.

Plasties externes et postéroexternes

Les lésions des formations périphériques externes sont habituellement associées à une atteinte du pivot central (le plus souvent du ligament cruciatum posterioris ou croisé postérieur). Non réparées en urgence, elles évoluent vers une laxité chronique souvent combinée frontale (externe) et rotatoire (postéroexterne) responsable d'une instabilité, surtout si le morphotype est en varus. À ce stade chronique, les résultats du traitement sont parfois décevants, d'où l'importance de reconnaître et de traiter les lésions externes au stade aigu ^[7, 10, 16, 25].

INDICATIONS

La réparation d'une lésion associée du pivot central est très importante. L'indication d'un geste périphérique externe et surtout postéroexterne doit être prudente en raison de résultats incertains. Il faut parfois avoir la sagesse de se contenter, dans des laxités postéroexternes, d'une simple ostéotomie tibiale de valgisation. Son indication doit être portée dès qu'il existe un axe du membre inférieur en varus. Elle peut être isolée ou associée à une plastie externe et/ou postéroexterne qu'elle protège alors ^[28]. Elle est réalisée en premier dans le même temps opératoire ^[10]. Il est préférable de réaliser une ostéotomie de fermeture externe dont l'abord chirurgical est en continuité avec celui du ligament collatéral fibulaire. En cas d'association, l'ostéotomie est pratiquée en premier. Le mode de synthèse doit être choisi afin de ne pas gêner les gestes ligamentaires associés.

VOIE D'ABORD

L'incision est externe dans l'axe des fibres du fascia lata, suffisamment longue pour permettre à la fois l'exploration du ligament latéral externe (collatéral fibulaire) et des structures postéroexternes, ainsi qu'éventuellement le prélèvement de la plastie sur le tendon du biceps femoris (biceps) ou sur le fascia lata. Cette exploration dans les lésions anciennes est souvent décevante en raison de la difficulté à identifier les éléments anatomiques. Avant toute dissection du point d'angle, le repérage du nerf peroneus communis (sciatique poplité externe) est important ^[10].

TECHNIQUES

De nombreuses interventions ont été décrites qui reprennent des principes souvent assez proches. Une immobilisation en attelle 6 semaines sans appui est préconisée par la majorité des auteurs.

■ Remise en tension postéroexterne de Hughston ^[7, 14, 15]

Un pavé osseux de 3 cm × 3 cm emportant les insertions osseuses du tendon du popliteus (poplité), du ligament collatéral fibulaire et la partie antérieure et externe du tendon du gastrocnemius caput laterale (jumeau externe) est prélevé sur la face externe du condylus lateralis femoris. Il va être translaté et fixé par des agrafes le plus possible en haut et en avant, le genou étant à 40° de flexion et en forte rotation interne.

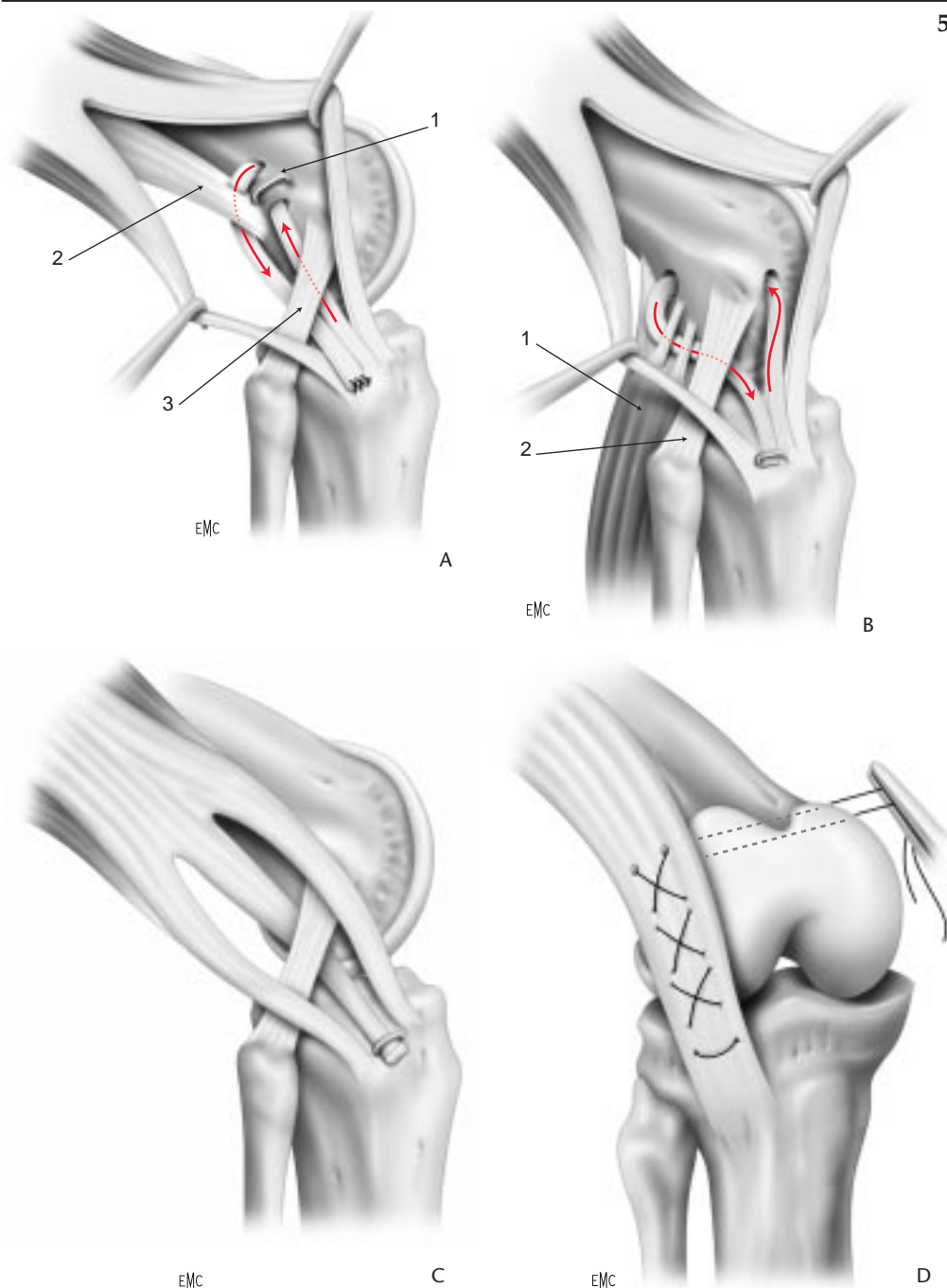
■ Plastie au biceps selon Muller (fig 6) ^[26]

Cette ligamentoplastie du ligament collatéral fibulaire utilise le tiers ou la moitié du tendon du biceps femoris prélevé en se prolongeant sur la lame aponévrotique et en gardant son insertion sur la tête du péroné (caput fibulaire).

La plastie est suturée à l'insertion du ligament collatéral fibulaire, puis le double vers le haut en remontant le long des reliquats de ligament auxquels elle est solidarisée. Elle traverse un court tunnel transosseux de part et d'autre de l'insertion haute du ligament et redescend pour être suturée à elle-même et aux reliquats de ligament collatéral fibulaire sur le péroné.

■ Plastie postéroexterne au fascia lata de Muller ^[26]

Une bandelette de fascia lata de 1 à 1,5 cm de large est détachée du Gerdy puis passée dans un tunnel transosseux (4 à 5 mm de



5 **Plasties antéroexternes au fascia lata.**
 A. *Plastie de Mac Intosh.* 1. Agrafe ; 2. septum intermusculaire ; 3. ligament latéral externe (LLE).
 B. *Plastie de Losee.* 1. Muscle jumeau externe ; 2. LLE.
 C. *Plastie d'Ellison.*
 D. *Plastie d'Andrews.*

diamètre), d'avant en arrière, qui arrive juste en dessous du cartilage tibial externe. Elle est fixée par des points transosseux ou agrafée au niveau de l'insertion fémorale du popliteus (fig 7).

■ **Ténodèse selon Clancy** ^[25]

Le principe de l'intervention est de dérouter le tendon du biceps toujours inséré sur la tête du péroné en le ténodésant au tubercule du ligament collatérale fibulaire. On crée ainsi un nouveau ligament collatérale fibulaire et on remet en tension les éléments capsulaires postéroexternes et du système arqué grâce aux expansions du biceps femoris (fig 8). De plus, la ténodèse élimine l'effet de rotation externe du tibia induit par le biceps femoris qui aggrave la subluxation postéroexterne.

■ **Plasties au fascia lata de Jaeger** ^[16]

Une bandelette de 15 à 20 cm de fascia lata est utilisée. La plastie de type I (fig 9A) vise à neutraliser la laxité rotatoire externe en reconstituant une sangle postéroexterne, alors que la plastie de type II (fig 9B) pallie en plus l'insuffisance du ligament collatérale fibulaire dans son contrôle de la décoaptation en varus.

■ **Plastie « petit poplité » et « grand poplité » de Bousquet** ^[3, 10]

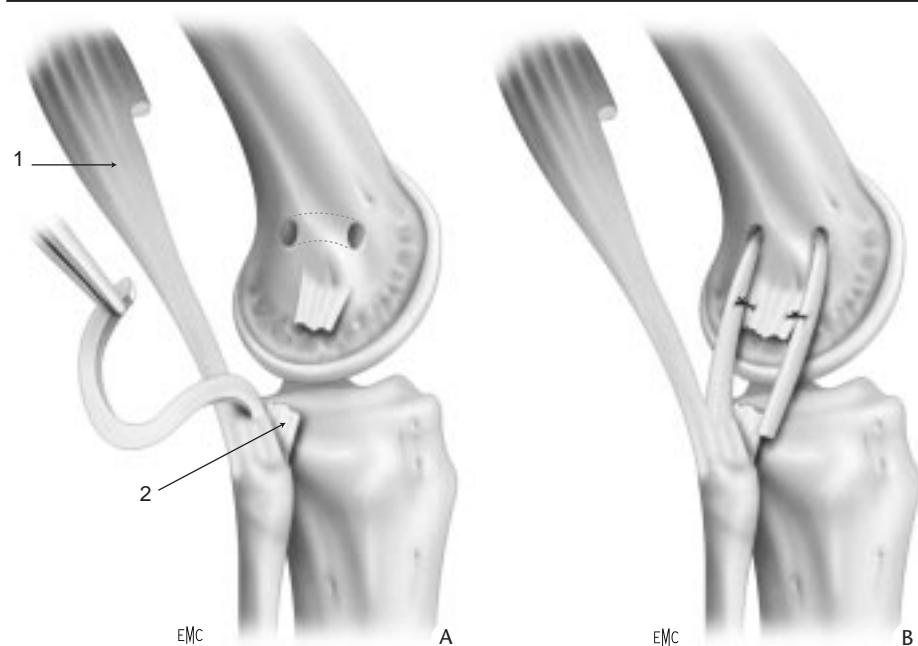
Le petit poplité est une plastie antirotatoire dans le plan horizontal utilisant une partie du tendon du biceps. Il réalise essentiellement la réfection du ligament fibulopoplité, poulie de réflexion du tendon principal du popliteus. Le grand poplité utilise un transplant libre de ligament patellae et de tendon quadricipitis. Il reconstitue à la fois le tendon du popliteus et le ligament collatérale fibulaire. Les deux interventions peuvent être associées (fig 10A, B).

Plasties internes et postéro-internes

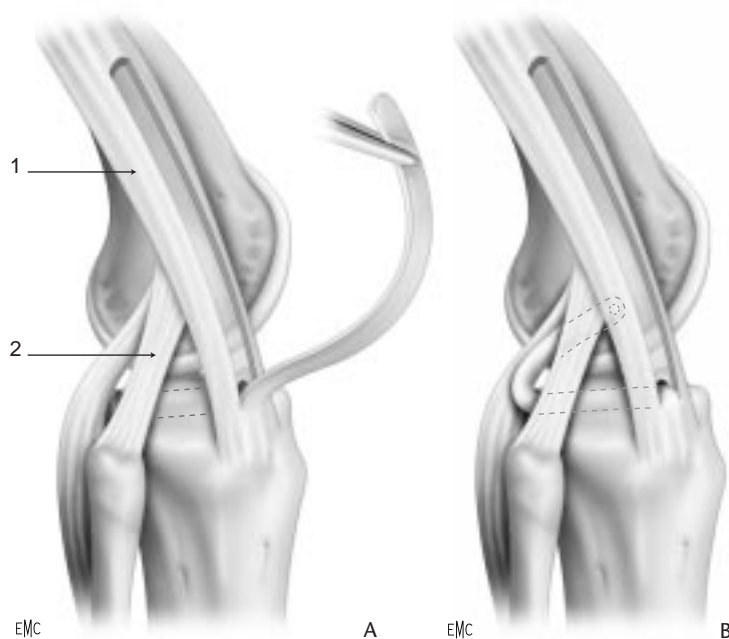
Elles concernent les laxités internes et postéro-internes (fig 11).

INDICATIONS

La laxité interne isolée est rarement mal tolérée, en revanche, associée à une atteinte du pivot central, elle peut nécessiter un traitement spécifique, en plus de la réparation intra-articulaire. Son



6 *Plastie externe au biceps de Muller.*
 A. Prélèvement d'une bandelette sur le tendon du biceps. 1. Biceps ; 2. ligament latéral externe.
 B. Trajet de la plastie.



7 *Plastie de Muller au fascia lata (A, B). 1. Fascia lata ; 2. ligament latéral externe.*

diagnostic est clinique. La laxité postéro-interne, associée ou non à une laxité interne, accompagne habituellement une lésion du pivot central, essentiellement du ligament cruciatum posterioris. Il est très difficile d'en faire le diagnostic car l'examen clinique est insuffisant, d'où l'importance des examens radiographiques dynamiques et en particulier des clichés en rotation à la recherche d'un recul du plateau tibial interne [5]. Si la reconstruction intra-articulaire est primordiale, l'indication d'une plastie postéro-interne associée est délicate car il est difficile d'en apprécier l'efficacité réelle.

TECHNIQUE DES PLASTIES INTERNES ET POSTÉRO-INTERNES

■ *Plastie interne*

À la suite de Helfet [13] et de Hughston [14, 15], elle a été bien décrite par Lemaire [21].

Installation

L'installation est identique à celle de la plastie antéroexterne : table cassée, appui sous la cuisse ou étau d'arthroscopie, jambe pendante ou reposant sur une table.

Voie d'abord

L'incision antéro-interne est à cheval sur l'interligne, longitudinale ou arciforme à concavité postérieure. Elle doit permettre d'explorer la totalité du ligament collatérale mediale (latéral interne), depuis son insertion fémorale jusqu'aux fibres basses du faisceau superficiel.

L'aponévrose du sartorius (couturier) est incisée parallèlement au bord antérieur du tendon. On aperçoit alors facilement les fibres basses du ligament collatérale mediale et, en poursuivant vers l'arrière, on découvre les tendons du gracilis (droit interne) puis du semi-tendineux (demi-tendineux) qui sont situés dans le feuillet superficiel de ce plan.

En haut, l'exposition de l'insertion fémorale du ligament collatérale mediale nécessite habituellement de dégager et relever le bord inférieur du vastus medialis (vaste interne).

Exploration

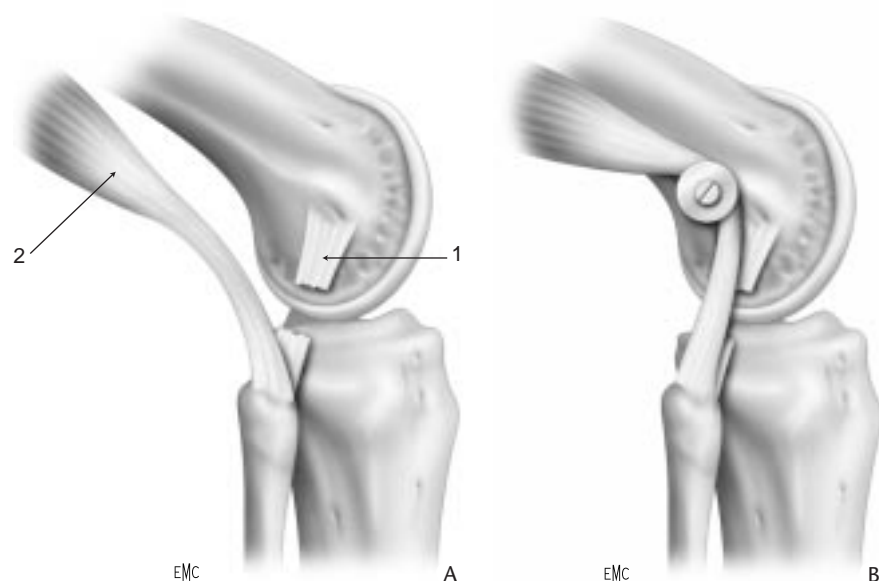
On explore le ligament collatérale mediale en l'incisant longitudinalement en son milieu sur toute sa longueur, dans le sens de ses fibres, à la recherche, dans son épaisseur, d'une zone cicatricielle témoignant du niveau de la rupture. Cette incision servira de lit à la plastie ultérieure. Elle part, en haut, de l'insertion fémorale du ligament collatérale mediale au niveau d'un point isométrique repéré au compas, dont nous reverrons la détermination.

Prélèvement du gracilis

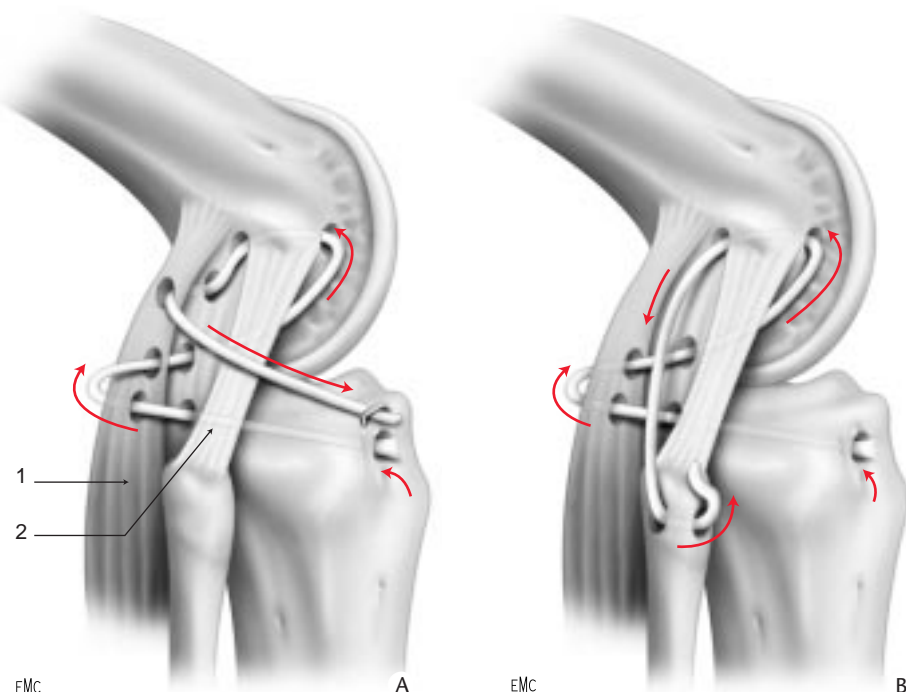
Guidé par la palpation, le tendon du gracilis est repéré, entièrement libéré sur ses premiers centimètres de toute attache ou adhérence. Ce temps est important pour faciliter le *stripping* et éviter sa section trop basse.

Pour pouvoir conserver son insertion tibiale, il est nécessaire d'utiliser, non pas un *stripper* annulaire fermé, mais un *stripper* ouvert, en « tire-bouchon ». Le *stripper* est mis en place et progressivement poussé loin, une forte traction étant appliquée au tendon, de façon à sectionner le plus haut possible la lame tendineuse dans son corps musculaire. Il est ensuite débarrassé de ses résidus musculaires à la rugine. Son extrémité libre est lacée par un fil de traction suffisamment solide.

8 Ténodèse externe au biceps de Clancy (A, B). 1. Ligament latéral externe ; 2. tendon du biceps.



9 Plasties de Jaeger I et II (A, B). 1. Muscle jumeau externe ; 2. ligament latéral externe.



Préparation du trajet de la plastie

À la partie basse du ligament collatérale mediale, le tendon du gracilis, toujours inséré sur le tibia, est amené dans la tranchée ligamentaire et fixé à ses berges.

En haut, il passe dans un tunnel fémoral intraosseux semi-circulaire dont l'orifice inférieur est situé au niveau de l'insertion fémorale du ligament collatérale mediale et dont l'orifice supérieur débouche au-dessus.

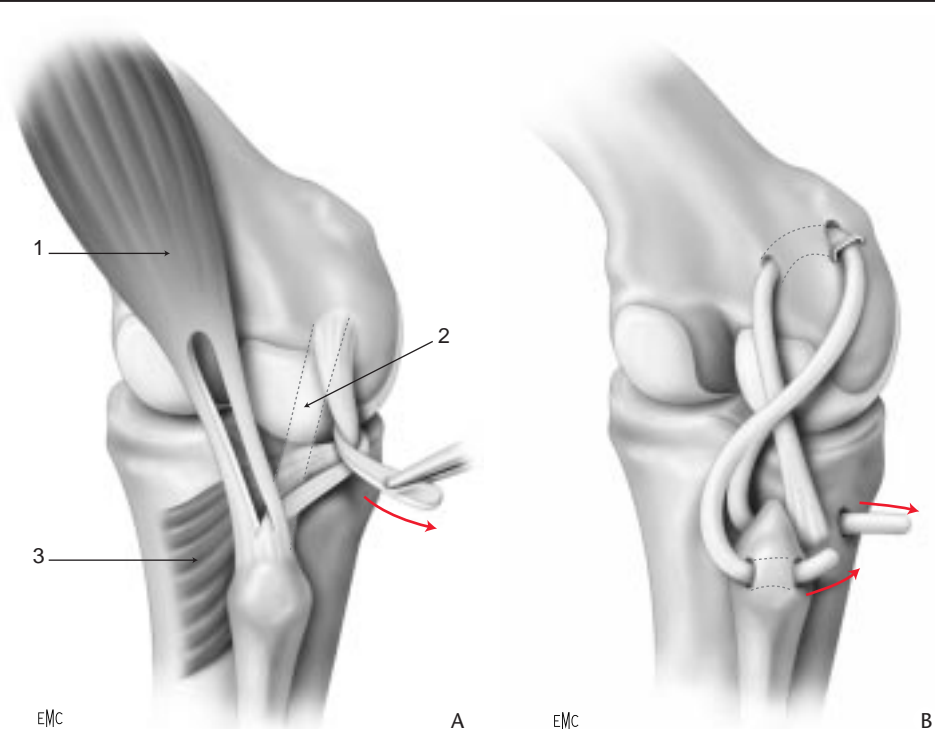
Le temps le plus important de cette ligamentoplastie est la détermination de l'emplacement exact de l'orifice inférieur de ce tunnel. Il doit permettre une isométrie parfaite de la plastie au cours des mouvements de flexion-extension du genou. L'utilisation d'un compas permet de déterminer de façon précise le point fémoral d'isométrie : un repère par un point de suture est mis en place à la partie toute inférieure du ligament collatérale mediale, en son milieu. La pointe supérieure du compas permettra de localiser le point isométrique que l'on cherche : elle est enfoncée au niveau de ce qui paraît le mieux correspondre à l'insertion fémorale du ligament collatérale mediale. L'autre pointe du compas est amenée

en regard du repère qu'elle suit lors de la mobilisation du genou. Lors de cette mobilisation, il importe de garder le genou en rotation nulle et en varus pour éviter que la laxité interne ne fausse l'analyse. Le genou est alors progressivement fléchi tout en surveillant la position du repère par rapport à cette pointe du compas. On arrive ainsi, en tâtonnant, à trouver un point fémoral isométrique tel qu'aucune modification de longueur ne survienne lors du passage de l'extension complète à une flexion de 90° (fig 12).

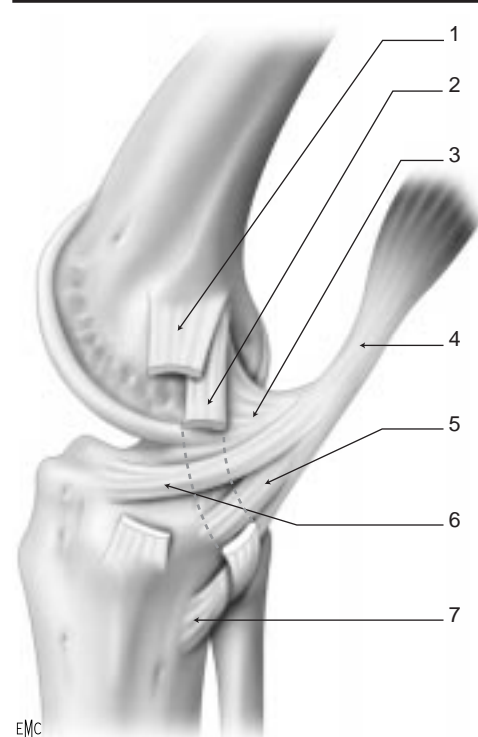
Ce point détermine l'emplacement de l'orifice inférieur du tunnel fémoral. Il est agrandi à la pointe carrée. L'utilisation du rifloir de Lemaire, petite râpe courbe, permet de creuser un tunnel semi-circulaire qui ressort du fémur par un orifice sus-jacent.

Plastie proprement dite

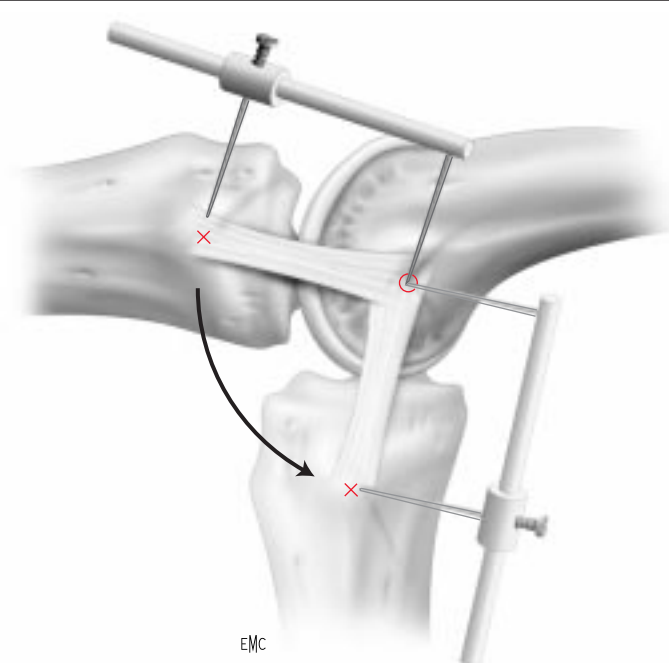
Le tendon du gracilis, amarré aux berges de la tranchée du ligament collatérale mediale à sa partie inférieure et retenu par son insertion tibiale conservée, poursuit son trajet vers le haut dans cette tranchée. Il pénètre dans le tunnel fémoral par son orifice inférieur, ressort au niveau de l'orifice supérieur, pour être retourné vers le bas et suturé



10 Plasties du poplité de Bousquet.
A. Plastie du « petit poplité ». 1. Biceps ; 2. ligament latéral externe ; 3. poplité.
B. Plastie du « grand poplité ».



11 Anatomie du point d'angle postéro-interne. Noter les relations étroites entre le ligament latéral interne (LLI) et le point d'angle postéro-interne (faisceau postéro-interne du LLI, demi-membraneux). 1. LLI ; 2. faisceau postéro-interne du LLI ; 3. expansion supérieure capsulaire ; 4. demi-membraneux ; 5. tendon direct ; 6. tendon réfléchi ; 7. expansion inférieure tibiale.



12 Recherche au compas du point fémoral isométrique : l'isométrie est obtenue lorsque le repère reste en regard de la pointe inférieure du compas.

à lui-même sous tension (fig 13), le genou étant maintenu en varus. On vérifie ensuite la qualité du contrôle de la laxité interne.

Mise en tension du ligament collatérale mediale

La zone ligamentaire pathologique ayant été repérée, une retension est pratiquée. Si la distension est située à la partie moyenne du ligament, une recoupe suivie d'une suture en « paletot » peut être effectuée, en appuyant les sutures sur le transplant. Une désinsertion haute ou basse du ligament collatérale mediale peut nécessiter une réinsertion osseuse.

Fermeture

Fermeture sur un drain de Redon.

Suites opératoires

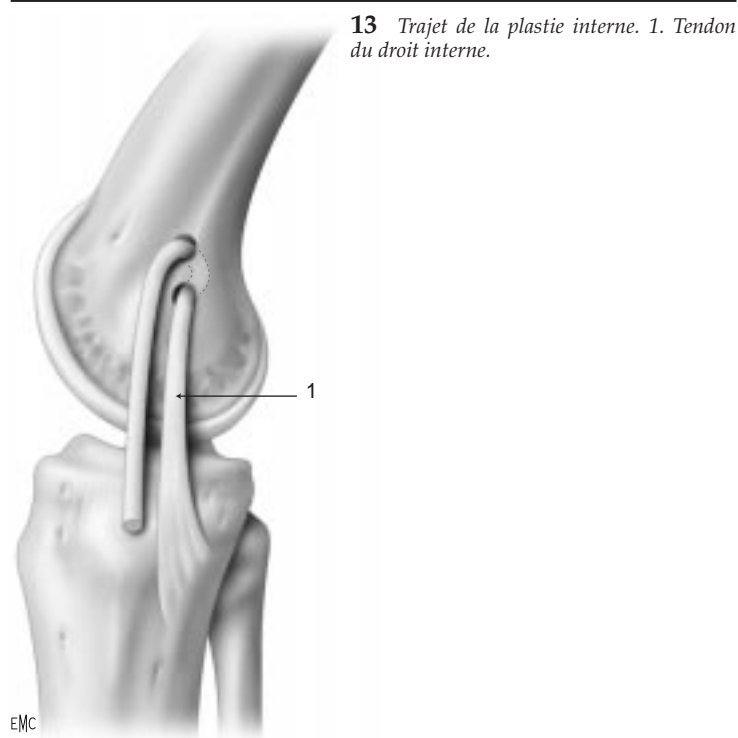
Une immobilisation n'est pas systématique et la reprise précoce de la marche est possible en gardant le genou en extension et en utilisant des cannes pendant 4 semaines. La rééducation est ensuite entreprise.

■ Plasties postéro-internes

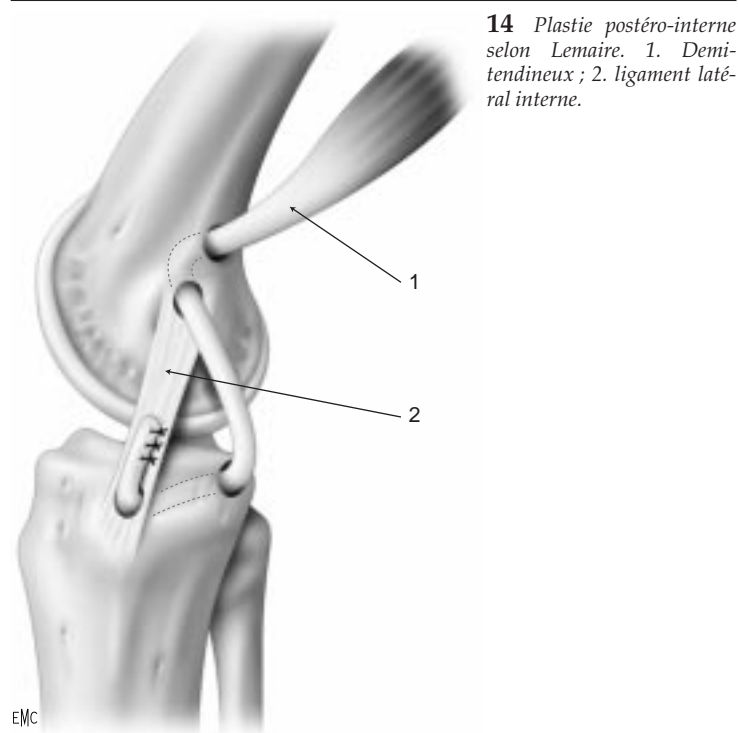
Plusieurs gestes peuvent être effectués.

Plastie postéro-interne au tendon du demi-tendineux de Lemaire ^[21] (fig 14)

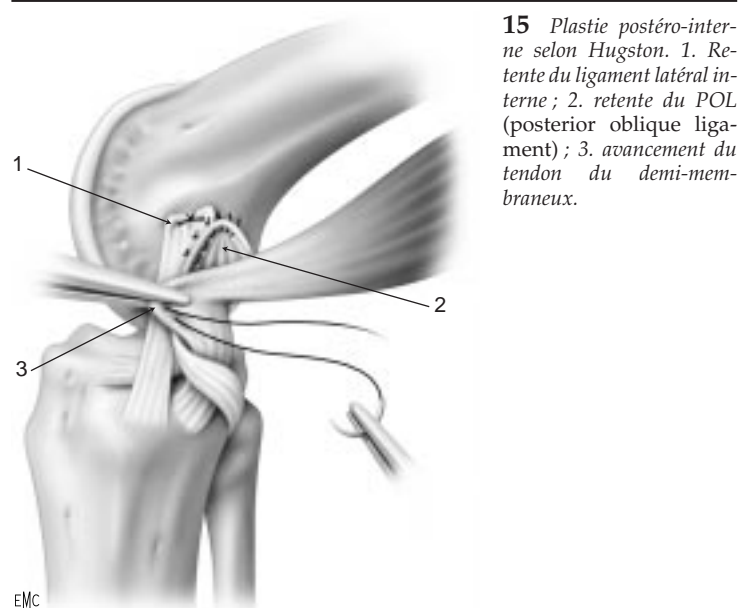
Elle a pour but de suppléer à l'insuffisance du faisceau postéro-interne du ligament latéral interne en reproduisant son trajet. Le



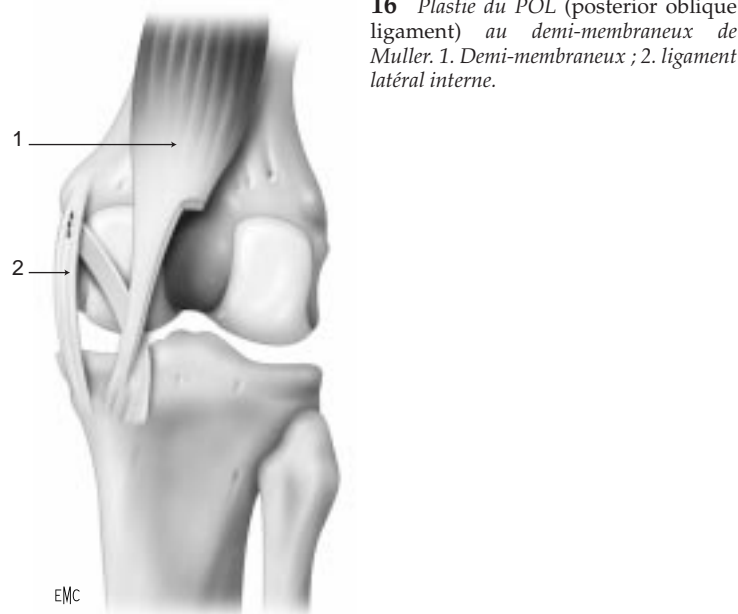
13 Trajet de la plastie interne. 1. Tendon du droit interne.



14 Plastie postéro-interne selon Lemaire. 1. Demi-tendineux ; 2. ligament latéral interne.



15 Plastie postéro-interne selon Hugston. 1. Retente du ligament latéral interne ; 2. retente du POL (posterior oblique ligament) ; 3. avancement du tendon du demi-membraneux.



16 Plastie du POL (posterior oblique ligament) au demi-membraneux de Muller. 1. Demi-membraneux ; 2. ligament latéral interne.

introduit. Il ressort par son orifice antérieur. Il est mis en tension avant d'être suturé au ligament collatérale mediale.

Plastie de Hugston [14, 15]

Elle associe plusieurs gestes (fig 15) :

- remise en tension du ligament latéral interne au niveau de son insertion fémorale ;
- avancement du *posterior oblique ligament* (POL ou faisceau postéro-interne du ligament collatérale mediale) : il est réinséré sur le fémur après l'avoir mis en tension vers l'avant et vers le haut. Son bord antérieur est suturé au ligament collatérale mediale. Muller [26] le détache du fémur avec une petite pastille osseuse pour faciliter sa réinsertion plus en avant sous le ligament collatérale mediale ;
- avancement du semi-membranosus : son expansion sur la capsule et son tendon direct sont réinsérés plus en avant sur le POL.

Ces réinsertions sont facilitées par l'utilisation d'ancres intraosseuses [2].

repérage de l'insertion fémorale du ligament collatérale mediale est effectué au compas, permettant de creuser au rifloir un tunnel fémoral semi-circulaire de la même façon que pour la plastie interne. Un autre tunnel, tibial, est creusé sous le plateau tibial interne : son orifice antérieur est situé au niveau de l'insertion tibiale du ligament collatérale mediale, son orifice postérieur en arrière du plateau, entre capsule et insertion du tendon direct du semi-membranosus (demi-membraneux). L'utilisation du tendon du semi-tendinosus paraît préférable à celle du gracilis en raison de sa plus grande longueur. Il est désinséré au niveau de la patte d'oie et libéré, en gardant son attache musculaire. Il est passé d'abord de haut en bas dans le tunnel fémoral. Il croise obliquement vers l'arrière la face interne du genou pour atteindre l'orifice postérieur du tunnel tibial dans lequel il est

Plastie du POL au demi-membraneux de Muller (fig 16) [26]

Elle a également pour but de remplacer le faisceau postéro-interne du ligament collaterale mediale ou de renforcer sa retente. La moitié postérieure du tendon du semi-membranosus est prélevée, en

la laissant insérée sur le tibia. Elle est passée sous le tendon restant du semi-membranosus et son extrémité est suturée, sous le ligament collaterale mediale, au fémur et au ligament collaterale mediale lui-même.

Références

- [1] Andrews JR, Sanders RA, Morin B. Surgical treatment of anterolateral rotatory instability. A follow-up study. *Am J Sports Med* 1985 ; 13 : 112-119
- [2] Baker CL, Shalvoy RM. Treatment of acute and chronic injuries to the medial structures of the knee. *Oper Tech Sports Med* 1996 ; 4 : 166-173
- [3] Bousquet G, Le Beguec P, Girardin P. Les laxités chroniques du genou. Paris : Medsi/ Mc Graw-Hill, 1991
- [4] Burdin PH, Foulst H, Gardes P.. Transplant libre du tendon rotulien pour laxité antérieure du genou. Influence de l'adjonction d'une plastie antéro-externe extra-articulaire. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 (suppl 1) : 179
- [5] Chambat P, Chassaing V, Christel P, Moyen B, Neyret PH, Puddu JC et al. Le ligament croisé postérieur. Symposium. *Rev Chir Orthop* 1995 ; 81 (suppl II) : 21-72
- [6] Chassaing V. La ligamentoplastie palliative (technique Lemaire) pour rupture du croisé antéro-externe. *Rev Chir Orthop* 1980 ; 66 : 93-96
- [7] Christel P, Witoet J, Darman Z. Résultats du traitement chirurgical des laxités postéro-externes du genou. *J Traumatol Sport* 1994 ; 11 : 213-222
- [8] Dejour H, Ait Si Selmi T, Dejour D. Résultats à plus de 10 ans de 52 laxités antérieures isolées traitées par greffe libre de tendon rotulien associée à une plastie de Lemaire. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 87 (suppl II) : 83
- [9] Ellison AE. Distal iliotibial band transfer for anterolateral rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1979 ; 61 : 330-337
- [10] Farizon F, Cypres A, Bousquet G. Traitement chirurgical des laxités postéro-externes du genou. *J Traumatol Sport* 1994 ; 11 : 205-211
- [11] Galway RD, Beaupre A, Mac Intosh DL. Pivot shift: a clinical sign of anterior cruciate insufficiency. *J Bone Joint Surg Br* 1972 ; 54 : 743
- [12] Goertzen M, Schulitz KP. Plastie isolée intra-articulaire au semi-tendinosus ou plastie combinée intra- et extra-articulaire, dans les laxités antérieures chroniques du genou. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 : 113-117
- [13] Helfet AJ. The management of internal derangement of the knee. Philadelphia : JB Lippincott, 1963 : 569-589
- [14] Hughston JC. The importance of the posterior oblique ligament in repairs of acute tears of the medial ligaments in knees with and without associated rupture of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1994 ; 76 : 1328-1343
- [15] Hughston JC, Norwood L. Chronic posterolateral rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1985 ; 67 : 351-359
- [16] Jaeger JH, Balliet JM, Scchlatterer B. Les diverses techniques chirurgicales dans le traitement des laxités postéro-externes du genou. *J Traumatol Sport* 1994 ; 11 : 197-204
- [17] Kaplan E. The iliotibial tract: Clinical and morphological significance. *J Bone Joint Surg Am* 1958 ; 40 : 817-832
- [18] Lemaire M. Ruptures anciennes du ligament croisé antérieur du genou. *J Chir* 1967 ; 93 : 311-320
- [19] Lemaire M. Instabilité chronique du genou. *J Chir* 1975 ; 110 : 281-294
- [20] Lemaire M, Combelles F. Technique actuelle de plastie ligamentaire pour rupture ancienne du ligament croisé antérieur du genou. *Rev Chir Orthop* 1980 ; 66 : 523-525
- [21] Lemaire M, Miremad C. Instabilité chronique antérieure et interne du genou. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 : 591-601
- [22] Lerat JL, Mandrino A, Moyen B, Besse JL. Influence de la plastie antéro-externe sur les résultats à deux ans de la plastie du ligament croisé antérieur. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 (suppl 1) : 129-130
- [23] Losee RE, Johnson TR, Southwick WO. Anterior subluxation of the lateral tibial plateau. A diagnostic test and operative repair. *J Bone Joint Surg Am* 1978 ; 60 : 1015-1030
- [24] Mac Intosh DL, Darby TA. Lateral substitution reconstruction. *J Bone Joint Surg Br* 1976 ; 58 : 142
- [25] Martin S, Clancy W. Posterolateral instability of the knee: treatment using the Clancy biceps femoris tenodesis. *Oper Tech Sports Med* 1996 ; 4 : 182-191
- [26] Muller W. The knee: Form, function and ligament reconstruction. New York : Springer Verlag, 1983
- [27] Poitout G. Atlas de techniques chirurgicales du genou. Paris : Masson, 1993
- [28] Veltri D, Russel F. Treatment of acute and chronic injuries to the postero lateral and lateral knee. *Oper Tech Sports Med* 1996 ; 4 : 174-181



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-852]

Prothèses de genou infectées

Alain Lortat-Jacob : Professeur des Universités, praticien hospitalier
CHU Paris-ouest, service de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital Ambroise-Paré, 9,
avenue Charles-De-Gaulle, 92104 Boulogne cedex France

Résumé

Résumé. - Les auteurs rapportent différentes techniques dans le traitement de l'infection des prothèses de genou. Ils décrivent le lavage, la synovectomie, la repose en un temps ou en deux temps. Les échecs de ces techniques sont repris par arthrodèse le plus souvent, avec greffe et éventuellement par enclouage fémorotibial.

© 1997 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

[Haut de page](#)

INTRODUCTION

L'infection sur une prothèse de genou crée une situation clinique difficile dont le diagnostic n'est pas toujours aisé et dont le traitement doit trouver le compromis entre la sécurité infectieuse et le résultat fonctionnel.

[Haut de page](#)

DIAGNOSTIC &[13]

Il repose sur la ponction (fig 1).

Comment ?

La ponction doit être faite à distance de l'incision dans le cul-de-sac synovial sous-quadricipital. L'anesthésie n'est pas indispensable. Cette ponction nécessite les plus grandes précautions d'asepsie. On ne peut la faire en consultation que si la réalisation technique de cette ponction ne pose pas de problème d'asepsie. Elle est faite au trocart, le plus gros possible. Le liquide doit être confié au laboratoire de microbiologie au plus vite et techniqué dans les meilleures conditions. Il faut savoir éviter de ponctionner lorsque la technique en aval ne suivra pas. Un prélèvement laissé en attente a beaucoup de risque de ne pas « pousser ».

Quand ?

Dans les suites immédiates, un train fébrile, une cicatrice rouge sont des indications à la ponction. Un écoulement par la cicatrice impose la ponction. Dans ce cas, le prélèvement de l'écoulement est un mauvais geste. Le risque de contamination cutanée est important. Il est préférable de faire une ponction en zone saine plutôt que de recueillir un écoulement.

À la consultation, une prothèse douloureuse sans raison, ou un descellement bipolaire rapide imposent la ponction.

Une atteinte de l'état général, chez un sujet porteur de prothèse articulaire, fait faire la ponction de même que l'élévation des marqueurs biologiques de l'inflammation (numération-formule sanguine, vitesse de sédimentation, protéine C réactive).

Quoi qu'il en soit, c'est la ponction et la seule ponction qui fera le diagnostic. Autant ce geste est difficile pour une prothèse de hanche, autant il est simple et doit être fait facilement pour les prothèses de genou. Les marqueurs isotopiques n'ont à l'heure actuelle, aucune fiabilité et c'est la ponction qui doit être pratiquée plutôt que toute autre exploration paraclinique.

Résultats

La ponction peut être négative :

- soit le liquide articulaire ne pousse pas. C'est le cas des malades sous antibiotiques. Il faut faire arrêter les antibiotiques et refaire une ponction après un certain délai (10 jours au minimum). Il faut penser aux mycobactéries qui poussent très lentement. On aura intérêt à établir un dialogue personnalisé avec le laboratoire de microbiologie ;
- soit le liquide pousse à un germe qui n'a pas la réputation d'être pathogène. Tous les germes, en fait, peuvent être pathogènes même si leur antibiogramme pourrait faire penser à des souillures. Corynébactéries et staphylocoques blancs (*Staphylococcus epidermidis*) sont capables de provoquer de véritables infections. C'est l'intérêt d'être sûr de la qualité de son prélèvement. Un prélèvement fait sur la peau laissera un doute de contamination. Il n'en sera pas de même avec la ponction. Il faut savoir discuter avec le laboratoire de microbiologie pour faire rechercher des signes de pathogénicité : par ailleurs, le typage du germe est intéressant. Si ce même germe apparemment banal est retrouvé à plusieurs occasions, sa mise en cause devient certaine. Or, seul le typage peut affirmer qu'il s'agit du même germe ;

- soit la ponction n'a pas trouvé de liquide. Il s'agit, en fait, d'un gros pannus synovial. Il faut alors faire une biopsie synoviale sous anesthésie générale, les prélèvements étant envoyés en microbiologie et en histologie.

Haut de page

TRAITEMENT MÉDICAL

Le traitement est médical autant que chirurgical :

- la renutrition peut être nécessaire si la protidémie est trop basse. Une anémie inflammatoire doit être compensée ;
- les antibiotiques ne sont prescrits qu'après le retour des prélèvements. En effet, des premiers prélèvements négatifs doivent en faire refaire d'autres qui auront encore moins de probabilité d'être positifs en présence d'antibiotiques.

Il faut prescrire une bithérapie par voie veineuse. Les antibiotiques doivent être synergiques ; la bithérapie intraveineuse est poursuivie 3 semaines après le temps de nettoyage quel qu'il soit. Après le temps de repos, nous conseillons 3 semaines de bithérapie intraveineuse, puis le relais per os est pris. Une antibiothérapie orale à fort tropisme osseux est poursuivie jusqu'à la fin du troisième mois.

Haut de page

LAVAGE ARTICULAIRE

Lavage articulaire par arthroscopie ^[5]

Le lavage articulaire simple est fait par l'arthroscope. Il n'y a pas d'intérêt à faire une arthrotomie pour réaliser le lavage simple. En revanche, il nous semble, en cas d'arthrite septique sur prothèse, que la synovectomie par arthroscopie soit difficile et peu satisfaisante. L'arthroscopie n'a d'autre intérêt que le lavage. Dès qu'on envisage une synovectomie, il faut savoir faire l'arthrotomie.

- **Technique (fig 2).** Décubitus dorsal ; garrot pneumatique. L'arthroscope est introduit dans le cul-de-sac supérieur, plutôt interne. Le trocart d'irrigation est introduit dans le cul-de-sac supérieur par voie externe. On fait d'emblée les prélèvements bactériologiques. L'arthroscope n'a pas d'intérêt majeur pour examiner l'état de l'articulation. En revanche, il permet l'introduction de liquide en grande quantité et assure un lavage sous pression. On peut, à l'aide de l'arthroscope, par ailleurs, faire sauter des cloisonnements, notamment dans le cul-de-sac sous-quadricipital. Il faut passer environ 5 L de liquide. Le liquide utilisé est soit du sérum physiologique, soit du sérum physiologique additionné d'un antiseptique Dakin® ou Bétadine®. L'effet de chasse mécanique est en fait plus important que la stérilisation par l'antiseptique.

Synovectomie (fig 3 A, B, C, D, E)

- **Technique.** Décubitus dorsal ; garrot pneumatique. Reprise de la voie

synoviale apparaît épaisse, elle est décollée au ciseau et au bistouri. Elle est désinsérée de l'os à la rugine de Lambotte. Le genou à 90° de flexion permet de faire une synovectomie de l'échancrure et un lavage est associé pour la face postérieure de l'articulation. En cas de prothèse cimentée, on peut avoir intérêt à faire une ablation temporaire de la pièce fémorale qui, habituellement, s'enlève facilement. Cette ablation permet d'avoir un jour intra-articulaire très important et de faire un nettoyage postérieur beaucoup plus important. L'ablation temporaire de la pièce tibiale n'est pas souhaitable car elle entraîne habituellement une perte d'os considérable. Il en est de même lorsqu'il s'agit d'une prothèse recouverte d'hydroxyapatite qui tient généralement très bien sur l'os. Très souvent, la prothèse fémorale est reposée sans même refaire un scellement itératif. La fermeture est faite en deux plans sur un drain de Redon®. La fermeture cutanée doit être parfaitement étanche, avec des berges de peaux vivantes.

Lambeau du jumeau interne Technique de fermeture des reprises de prothèse de genou (fig 4 A)

Au moindre doute sur la suture cutanée, il faut faire un lambeau de jumeau interne ^[15]. C'est le lambeau musculaire pur qui s'adapte le mieux.

- On commence par faire l'excision de la zone cutanée douteuse ou nécrosée. Dès lors, se dessine une perte de substance qui interdit la fermeture directe.
- Prélèvement du lambeau de jumeau : grande incision postéro-interne. La dissection du jumeau interne est faite en partant de sa face antérieure. Il est disséqué au doigt, dissocié du soléaire (fig 4 B). Cette dissection au doigt amène jusqu'à la naissance de l'artère jumelle qui n'a pas besoin d'être individualisée. Le jumeau est disséqué de la face cutanée postérieure. Il est sectionné avec 1 ou 2 cm de fibres du tendon d'Achille (fig 4 C).
- Mise en place du lambeau : le jumeau est levé en partant du bas (fig 4 D). La ligne médiane est repérée par le changement d'orientation des fibres. Le lambeau musculaire peut être soit passé en sous-cutané jusqu'à la perte de substance du genou, soit passé à travers une vaste tranchée qui amène au niveau du genou (fig 4 E). Il recouvre en totalité la zone excisée. Parfois, on peut être amené à faire un décollement cutané de toute la zone comprise entre le site de prélèvement et le site receveur.
- Le jumeau (fig 5 A, B, C) couvre parfaitement la quasi-totalité de la face antérieure du genou. Nous réalisons un lambeau musculaire pur sur lequel secondairement est appliquée une greffe de peau. La date idéale de la greffe de peau n'est pas précise, elle se situe entre le 8^e et le 21^e jour.

D'autres techniques peuvent être utilisées : lambeau musculocutané.

Le lambeau de jumeau peut être prélevé avec une palette cutanée adjacente réalisant un lambeau musculocutané. Cette technique a une rançon cicatricielle importante. Elle permet de descendre plus bas et d'avoir un lambeau plus grand mais habituellement, le lambeau musculaire de jumeau interne est largement suffisant. Par ailleurs, la plasticité du muscle est plus importante quand il n'y a pas de palette cutanée en regard.

En cas de perte de substance étendue en hauteur, lorsque le jumeau interne ne suffit pas, on peut s'aider de l'artifice suivant : l'incision de prélèvement est postéro-interne et vers le haut, elle ne rejoint pas la perte de substance cutanée. Elle s'incurve vers l'arrière. Le muscle est prélevé, il est passé en sous-cutané vers la zone receveuse. Puis, toute la zone cutanée comprise entre l'incision postérieure et la perte de substance est décollée. Ce décollement est fait au ras de l'os, en partant de l'avant après avoir repéré le plan du paquet tibial postérieur. On réalise donc à la partie basse de la perte de substance, un véritable lambeau bipédiculé fasciocutané de grande fiabilité qui permet de couvrir la face antérieure du tibia allant en haut de la tubérosité tibiale et pouvant descendre sur 15 cm vers le bas (fig 5). La fermeture de la zone donneuse se fait souvent simplement par suture directe, rarement sur drainage, on peut laisser ouvert en arrière en cas de tension excessive, ce qui est rare.

ABLATION DE LA PROTHÈSE (FIG 6 A, B, C)

En décubitus dorsal, avec garrot pneumatique, la voie d'abord reprend la cicatrice cutanée en l'excisant. De proche en proche, on fait un nettoyage articulaire en partant du cul-de-sac synovial sous-quadricipital. On luxe l'appareil extenseur, le genou est mis en flexion, la rotule est basculée. La synovectomie antérieure est poursuivie. On enlève dans l'ordre, l'insert plastique tibial lorsque cela est possible, puis la pièce fémorale et on termine par l'embase tibiale. On a vu que, hormis les prothèses à revêtement réhabitable, la pièce fémorale est enlevée aisément. En revanche, la pièce tibiale a souvent une tenue épiphysaire très forte, on peut s'aider d'une section de la tubérosité tibiale antérieure pour minimiser les dégâts osseux.

Section de la tubérosité tibiale antérieure ^[4] (fig 7 A, B)

Après avoir repéré le bord supérieur de la tubérosité tibiale antérieure, à la scie oscillante, on enlève une baguette antérieure emportant le tendon rotulien. Cette baguette doit faire au moins 10 cm de long sur 2 cm de large, son épaisseur est variable. À la partie haute, elle va obligatoirement jusqu'au ciment. À la partie basse, en fonction des nécessités, on pourra la faire suffisamment épaisse pour permettre d'accéder au canal médullaire (ablation du ciment). La baguette permet de relever en bloc l'appareil extenseur et la rotule. L'abord devient parfait, permettant un contrôle total de l'excision. Cet abord extensif est pour nous systématique quand la flexion du genou est inférieure à 70°.

La pièce rotulienne est souvent difficile à enlever car le plot d'ancrage est rétentif. Il faut avoir soigneusement étudié la morphologie rotulienne sur l'incidence fémoropatellaire. Dans certains cas, on aura intérêt à faire une patellectomie. Bien évidemment, la patellectomie est incompatible avec la section de la tubérosité tibiale antérieure. Rappelons la prudence nécessaire à l'ablation de la pièce rotulienne.

L'ablation du ciment est assez aisée. Le scellement des prothèses à glissement étant habituellement purement épiphysaire, le ciment est enlevé de proche en proche au ciseau frappé et à la fraise boule. Le ciment rotulien est enlevé à la fraise boule progressivement. Cette excision est le temps de vérité. Elle ne doit rien laisser de douteux ou de dévitalisé. L'évolution ultérieure en dépend.

En cas de prothèse à tiges endomédullaires, l'ablation du ciment est plus difficile. Lorsqu'il s'agit de prothèse à charnière, il est impératif d'avoir connaissance du type de la prothèse. Il faut avoir avec soi le matériel spécifique qui peut être nécessaire à l'ablation de l'axe. Une fois les pièces « déboîtées », l'ablation des prothèses est aisée. L'ablation du ciment est souvent aléatoire en l'absence de descellement. On a donc intérêt à faire des voies d'abord extensives : la fémorotomie et la tibiotomie.

Technique de la fémorotomie pour ablation de ciment fémoral (fig 8 A, B, C)

La trépanation est faite dans un plan sagittal. La scie oscillante attaque la face antérieure du fémur en son milieu, traverse la corticale. Elle s'attaque alors au ciment. L'opérateur sent très bien la différence de matériau. Il traverse le vide médian, retrouve du ciment acrylique et franchit la corticale postérieure. Le trait de scie transfixiant est fait de bas en haut. À la partie basse, on ne perçoit qu'une seule traversée acrylique médullaire et traverse le bouchon obturateur, on va jusqu'au fémur sain. Dès lors, on fait un trait transversal sur la moitié interne ou

ciment est alors total. Il ne faut pas omettre de refaire des prélèvements microbiologiques à l'interface.

Tibiotomie pour ablation du ciment tibial

Habituellement, nous l'associons à la section de la tubérosité tibiale antérieure. Lorsque le plan préopératoire a montré que le ciment serait difficile à enlever, nous organisons la section de la tubérosité tibiale antérieure de telle sorte qu'elle donne accès au centre de la diaphyse (fig 9 A, B). Le ciment adjacent peut donc être enlevé par là. Lorsque le ciment descend très bas, nous faisons la même technique qu'au fémur : section sagittale longitudinale jusqu'en zone saine, puis section transversale et ouverture du tibia. L'ablation du ciment est grandement facilitée et le nettoyage est complet.

Réparation des voies d'abord extensives

La plupart du temps, la fémorotomie et la tibiotomie sont réparées par deux ou trois cerclages au fil d'acier, très simplement. La tubérosité tibiale est traitée différemment en fonction de la repose ou non d'une prothèse.

En cas de repose, elle est vissée en position permettant l'alignement de l'appareil extenseur. La hauteur est calculée pour ne pas abaisser la rotule. Deux vis de 50 mm assurent une prise suffisante. La rééducation en flexion débutera prudemment, dès la cicatrisation cutanée, et ne sera franche et passive qu'au 30^e jour.

En cas de non-repose de prothèse, la tubérosité tibiale est laissée en place en position enfouie dans le foyer épiphysaire sans précautions particulières. La réparation à proprement parler est repoussée au temps de repose de prothèse. Si on utilise un espaceur en ciment acrylique, on peut « planter » la tubérosité dans le ciment en train de prendre.

Une fois la prothèse enlevée, on peut soit en reposer une (repose en un temps), soit se mettre en situation d'attente par immobilisation temporaire avec ou sans un procédé relarguant des antibiotiques locaux.

Fixateur temporaire fémorotibial (fig 10)

- **Technique.** Trois fiches fémorales sont mises en zone saine, au-dessus du foyer opératoire. Elles respectent les principes de la fixation diaphysaire en un plan : fiche de diamètre externe de 6 mm, porte-fiches le plus long possible avec une fiche la plus proche que l'on peut et une fiche la plus loin possible du foyer. Le groupe de fiches fémorales est postéroexterne derrière la cloison intermusculaire. Le groupe tibial est antéro-interne, là où l'os est sous-cutané. Deux barres d'union suffisent. Aucun matériel n'est mis pour tenir l'appareil extenseur. Lorsque la décision de repose de prothèse est prise, il faudra penser à décaler dans le temps l'ablation du fixateur et la repose de prothèse pour n'opérer que lorsque les orifices de fiches du fixateur sont cicatrisés (quelques jours).

Espaceur

Les procédés relarguant des antibiotiques font appel au ciment acrylique sous la forme d'un bloc de ciment mélangé à des antibiotiques. On utilise quatre ou cinq paquets de ciment. Le choix de l'antibiotique est fait en fonction de la sensibilité du germe, c'est dire l'intérêt fondamental de la connaissance du germe avant la

la vancomycine (1 g par sachet de 60 g de ciment) et l'amikacine (Amiklin®). Les précautions à prendre sont de mélanger la poudre à la poudre, bien l'homogénéiser, et de mettre le liquide après. Le ciment ainsi réalisé perd certainement des propriétés mécaniques, il devient plus pâteux et difficile à mettre en place. Utilisé en temps qu'« espaceur », la perte des propriétés mécaniques a peu d'importance. Le rôle mécanique de l'espaceur est indiscutable, il maintient l'écart évitant les rétractions. Il peut être utilisé de deux façons :

- **espaceur stabilisant (fig 11)** : le bloc de ciment acrylique est mis en place entre le fémur et le tibia, il existe un contact entre les deux pièces osseuses ; la perte de substance osseuse n'est pas très importante. Dès lors, on peut se contenter de ce procédé de stabilisation ; le ciment ayant pénétré dans la métaphyse tibiale et fémorale, il a un rôle mécanique considérable et permet même l'appui. Lorsque la perte de substance osseuse est plus importante, la stabilisation n'est pas suffisante avec le seul bloc de ciment. Il faut y adjoindre un fixateur externe tel qu'il est décrit plus haut (fig 12) ;
- **espaceur acrylique permettant la mobilité (fig 13)** : le principe de cette technique est de mettre en place deux blocs de ciment, s'articulant l'un avec l'autre, reproduisant plus ou moins grossièrement la forme de la prothèse. La mobilisation du genou est alors possible, entretenant la trophicité, évitant les adhérences, et facilitant grandement la réimplantation. Les séries publiées semblent encourageantes, l'élément anti-infectieux du ciment prévalant largement sur son effet corps étranger. Toutefois, cette technique est fortement controversée pour plusieurs raisons :
 - risque d'émergence de germes résistants par la pression de sélection de l'antibiotique relargué de façon incontrôlable ;
 - réapparition d'une infection, le bloc de ciment se comportant comme un corps étranger. À l'heure actuelle, les séries publiées sont encourageantes, mais le nombre des cas ne permet pas une validation statistique.

Les chapelets de Gentabilles® sont très intéressants car la diffusion des antibiotiques est importante. Lorsque le germe est sensible à la gentamicine, ils sont une alternative préférable au bloc de ciment. Les billes sont enfouies dans le foyer opératoire, un chapelet dans la diaphyse tibiale, un autre chapelet dans la diaphyse fémorale et deux chapelets dans le foyer de résection. La concentration d'antibiotiques est plus importante mais il est nécessaire d'y adjoindre une stabilisation temporaire par fixateur, stabilisation qui n'est pas systématique dans l'utilisation de l'espaceur.

La fermeture cutanée est faite en deux plans, de façon étanche sur drainage aspiratif (un ou deux drains). En cas de difficulté à la fermeture cutanée, il faut savoir tricher en jouant sur la longueur et sur l'épaisseur de l'acrylique chargé de relarguer les antibiotiques. En effet, la fermeture impose une plastie à l'aide du jumeau interne ; nous préférons la faire lors du deuxième temps de repos de prothèse.

Haut de page

REPOSE DE PROTHÈSE

Elle peut être faite dans la même intervention que le nettoyage. On parle donc de chirurgie en un temps, soit après une période probatoire dont on discutera plus tard la durée, on fait alors de la chirurgie en deux temps.

Schéma préopératoire

La technique de repos nécessite un schéma préopératoire précis. Lorsque la

préopératoire ne doit tenir compte que des problèmes mécaniques, en sachant que les rescellements en zone épiphysaire sont aléatoires, et qu'il faudra très souvent disposer de prothèses à prise endomédullaire.

Le schéma doit définir (fig 14) :

- la longueur de la prise endomédullaire éventuelle (A) ;
- la présence d'un defect fémoral (B) ;
- la présence d'un defect tibial (B) ;
- la hauteur prothétique (C).

Malheureusement, ce schéma ne peut être précis qu'après l'ablation de la prothèse. En effet, le sacrifice osseux est souvent imprévisible avant le premier temps de nettoyage. C'est un des avantages de la chirurgie en deux temps. La longueur de la tige endomédullaire étant définie au niveau fémoral et tibial, une perte de substance osseuse épiphysaire devra être prévue et réparée. Une petite perte de substance condylienne sera au mieux compensée par une cale métallique (fig 15 A, B). Une perte de substance épiphysaire totale imposera la reconstruction par greffe. Il faut éviter les greffes inférieures à 2 cm car elles ont tendance à se lyser. En dessous de 2 cm, nous faisons plus volontiers appel à la cale métallique. Au-delà, nous utilisons la greffe corticospongieuse autologue (crête iliaque) (fig 15 C). Les vastes pertes de substance sont traitées par greffe d'os de banque. L'os de banque ne nous a pas procuré de surcroît d'infection. Il s'incorpore assez difficilement. La bonne indication est l'implantation dans l'os épiphysaire pour diminuer la taille du « tromblon » (fig 15 D). L'os de banque est ainsi entièrement, ou presque, environné de tissus osseux, de piètre qualité mécanique certes, mais de pouvoir ostéogénique vraisemblable. La stabilité primaire du montage est assurée par la prise endomédullaire. La prothèse est cimentée. Nous utilisons du ciment aux antibiotiques. Lorsque le germe est résistant aux aminosides, nous faisons notre mélange en peropératoire en incorporant l'antibiotique efficace hydrosoluble à la poudre acrylique (Vancocine® 1g/dose, Amiklin® 1g/dose).

Le type de la prothèse est difficile à définir avant l'intervention. Il faut le plus souvent faire appel à des prothèses plus contraintes que la prothèse initiale. En effet d'une part, l'excision a souvent détruit une bonne partie des éléments de stabilité périphérique, d'autre part, les éléments périphériques ayant subi l'infection perdent leur souplesse et leur capacité d'adaptation à la remise en tension. Nous pensons que dans un certain nombre de cas, il faut même faire appel à des prothèses fortement contraintes (type GSB). Nous essayons le plus possible de ne pas poser de prothèses à charnières vraies, mais cela nous arrive dans un certain nombre de cas graves. La prothèse de reprise habituelle pour nous, reste une prothèse à glissement mais fortement contrainte, et postérostabilisée.

Hauteur de la prothèse

En cas de prothèse à charnière, ce problème ne se pose pas, surtout quand on a fait une voie d'abord extensive par section de la tubérosité tibiale antérieure. Quand on utilise une prothèse de reprise à glissement, il faut absolument disposer d'une prothèse de hauteur suffisante pour remettre en tension les éléments périphériques. Pour « gagner » de la hauteur prothétique, on peut augmenter l'épaisseur du plateau tibial en sachant que le plus souvent, on est limité à 20 mm. Par ailleurs, la remise en tension par augmentation isolée de l'épaisseur tibiale risque de provoquer une rotule basse douloureuse. Certes, on peut jouer sur la repose de la tubérosité tibiale antérieure, mais reposée trop haute, la fusion osseuse est difficile à obtenir. Il faut donc pouvoir jouer aussi sur l'abaissement de la pièce fémorale en disposant de prothèses à cales métalliques condyliennes. On conçoit que cette difficulté puisse parfois devenir insurmontable, et imposer une prothèse à charnière posée par voie d'abord extensive avec section de la tubérosité tibiale antérieure. Le principe de la repose de prothèse de genou est de remettre l'interligne articulaire à hauteur physiologique. Cette hauteur est donnée par la tête du péroné, l'interligne doit être 20 mm au-dessus de la tête du péroné.

Pour ce faire, il faut disposer de pièces de reconstruction tibiale et fémorale. Après avoir repositionné la pièce tibiale au besoin sur cales métalliques ou sur os

de banque, on en a vu les avantages et les inconvénients (**tableau I**), on mesure l'écart de flexion et l'écart d'extension pour positionner la pièce fémorale avec une tension ligamentaire suffisante, ce qui peut amener à faire une reconstruction plus ou moins étendue du fémur.

Il faut savoir toutefois qu'en cas de grosse perte de substance périphérique entraînée par les excisions à visée de nettoyage, on peut être amené à ne pas mettre de prothèse à glissement postérostabilisée au profit d'une prothèse à charnière. Il faut donc toujours avoir, disponibles et stériles, des prothèses à charnière lorsqu'on fait une reprise de prothèse de genou infectée.

Haut de page

ARTHRODÈSE

Après prothèse, c'est une intervention délicate. Les échecs de fusion sont fréquents et les reprises septiques ne sont pas rares. Réaliser la fusion du genou après ablation de prothèse septique impose une stabilisation parfaite et durable, ainsi qu'une greffe osseuse qui pour nous est quasi systématique.

Stabilisation

Par fixateur externe (**fig 16**)

Le fixateur doit être stable et dynamisable. Il faut utiliser un des fixateurs modernes mis sur le marché ; sa géométrie des fiches doit être celle décrite dans la **figure 16**. Les fiches sont de diamètre extérieur 6 mm. Quatre fiches sont nécessaires par fragment. En cas d'absence totale de contact, il faudra faire des montages en deux plans. La position des plans de fixation a peu d'importance dans ce contexte. Nous préférons faire des montages en deux plans dans les pertes de substance importantes car les délais de fusion vont être très longs et la tolérance à long terme est meilleure dans ces montages importants.

Clou fémorotibial (**fig 17 A, B, C, D**)

Il peut être utilisé. Il impose une certitude de contrôle de l'infection et une couverture cutanée correcte. Le clou doit être fabriqué sur mesure, la longueur étant calculée en préopératoire. Certains fabricants reconstituent une courbure complexe à incurvation postérieure et externe. De tels clous sont plus esthétiques lorsqu'ils sont en place, réduisant le varus provoqué par le clou rectiligne ; mais ils sont plus difficiles à bien positionner. Il est indispensable que le clou ait un diamètre au moins de 11 mm. Le diamètre est limité le plus souvent par le diamètre du tibia.

- **Technique de mise en place :**
 - après ablation de la prothèse et nettoyage du foyer, on cathétérise la diaphyse fémorale ;
 - alésage fémoral et tibial à 11 mm par le foyer ;
 - mise en place du clou en va-et-vient soit par le foyer, soit par le trochanter ;
 - on teste la tenue en rotation ; en cas de persistance d'une mobilité en rotation, le clou est verrouillé en haut et en bas à l'aide de l'amplificateur de brillance. On met en place un bloc de ciment acrylique aux antibiotiques. La peau est refermée soit simplement, soit par un lambeau de jumeau interne ;
 - drain de Redon®.

Greffe osseuse

Elle est pour nous quasi systématique. Nous utilisons préférentiellement le spongieux, en raison de sa grande plasticité et de sa meilleure résistance à l'infection. Le spongieux est prélevé sur les deux crêtes iliaques postérieures (technique décrite dans le fascicule 44-030 de l'Encyclopédie médico-chirurgicale). Le spongieux est positionné dans le foyer en tassant fortement. On remplit toute la cavité de résection par le matériel spongieux.

Nous préférons n'effectuer cette greffe que lorsque l'assèchement est obtenu avec certitude, protéine C réactive normalisée. Habituellement, nous attendons donc le 15^e jour au moins.

Haut de page

AMPUTATION

C'est la solution ultime, malheureux aboutissement des échecs successifs que l'on peut subir ; il ne peut s'agir que d'une amputation de cuisse. La fermeture cutanée est rarement souhaitable en raison de l'infection. Les amputations s'adressent à des personnes âgées dont les possibilités de rééducation sont faibles, l'appareillage est donc rarement possible. Elle n'a pour seule ambition, le plus souvent, qu'une éradication de l'infection.

Haut de page

INDICATIONS (TABLEAU II)

Elles sont en fait très difficiles à poser. Nous avons décrit diverses étapes thérapeutiques de lourdeur croissante, allant du lavage articulaire jusqu'à l'amputation. Chacune de ces étapes doit répondre à une situation clinique définie par la résistance du germe, l'état général du malade et la contamination de l'interface os/prothèse.

Pas de nécessité à nettoyer l'interface os-prothèse

Lavage articulaire ^[5]

Il répond à l'abcès aigu d'origine hématogène. Une prothèse parfaitement scellée contaminée par une bactériémie d'origine digestive, urinaire ou cutanée, doit être traitée par un lavage articulaire arthroscopique. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'abcès aigu postopératoire n'est pas une bonne indication au lavage simple. En effet, la contamination massive peropératoire concerne certainement l'interface prothèse-os, donc nécessite plus que le lavage simple.

L'écoulement clair postopératoire impose le nettoyage. La nécrose cutanée ne doit pas être sous-estimée. Elle va inmanquablement contaminer la prothèse de dehors en dedans. Le lavage par arthrotomie est donc pratiqué et la fermeture cutanée est faite au besoin par un lambeau de jumeau interne. À l'heure actuelle, nous n'hésitons pas à faire un lambeau de jumeau interne, tant le risque est grand en cas de contamination de dehors en dedans.

Place de la synovectomie

Elle est très réduite ^[14]. En effet, elle correspond à des situations rares où il n'y a pas de contamination de l'interface. C'est le cas des infections hématogènes vieilles par un traitement médical. Mais dans ce cas, il faut vraiment être sûr que l'interface ne soit pas infecté.

Nettoyage de l'interface os-prothèse

En fait dans la majorité des cas, on se trouvera dans la nécessité de nettoyer l'interface os- prothèse, ce qui amène à enlever la prothèse.

Repose de prothèse en un temps

Elle est rarement possible. Ce serait la meilleure solution sur le plan fonctionnel mais indiscutablement, c'est une solution moins sûre sur le plan infectieux . Par ailleurs, sur le plan mécanique après l'ablation de la prothèse, on peut être dans une situation difficile et ne pas forcément disposer du matériel nécessaire (prothèses à queue longue, os de banque). Seuls quelques cas bien choisis répondent à la repose de prothèse en un temps : germe connu et sensible à la gentamicine, excision satisfaisante, condition mécanique simple.

Repose en deux temps ^[17]

Elle est donc en fait la majorité de nos indications. Se posent alors plusieurs questions :

- le délai de repose : nous pensons qu'entre 25 et 45 jours, le bienfait anti-infectieux est suffisant. Au-delà, le résultat fonctionnel est moins bon. Avant le 25^e jour, l'intérêt de la chirurgie en deux temps est moindre. Le délai d'attente doit intégrer aussi l'ancienneté de l'infection. Plus l'infection est ancienne, plus la stérilisation de l'os sera difficile à obtenir. Habituellement, nous nous fions à l'état local et à la protéine C réactive. Dès que la protéine C réactive est normalisée, nous reposons la prothèse. À l'inverse, un état local peu satisfaisant et une protéine C réactive augmentée aux alentours de la 3^e semaine nous feront faire un nettoyage itératif ^[9] ;
- l'espaceur acrylique est devenu pour nous pratiquement systématique. Il comble l'espace mort tout en préservant le volume où sera réimplantée la prothèse ; en outre, il permet de faire une certaine antibiothérapie locale ^[2]. Si les travaux théoriques sur le relargage des antibiotiques à travers l'acrylique en bloc ne sont pas convaincants, l'innocuité clinique n'est plus à démontrer ; quant au bienfait de cette technique, il est autant psychologique que réel. L'espaceur a en outre, un rôle de stabilisation. Mais lorsque le germe est sensible à la gentamicine, nous préférons les Gentabilles® qui relarguent bien plus d'antibiotiques que le bloc compact d'acrylique. Lorsque la situation mécanique est assez simple, que l'infection semble assez facile à éradiquer, que l'on connaît le germe, et qu'on dispose d'un antibiotique local, l'espaceur acrylique peut être utilisé sous forme d'espaceur articulé. Lorsque la situation est moins favorable, perte de substance osseuse, fémorotomie et tibiotomie, on préfère un espaceur stabilisant. Celui-ci peut nécessiter la mise en place d'un fixateur externe si la stabilité n'est pas suffisante, avec le seul bloc de ciment. Enfin, lorsqu'on ne connaît pas le germe, il ne nous paraît pas prudent de mettre en place un espaceur acrylique sans antibiotiques. Nous faisons donc alors appel au fixateur externe. Rappelons qu'il faut impérativement décaler dans le temps l'ablation du fixateur et la repose de prothèse, pour ne poser la prothèse que lorsque les orifices de fiches sont cicatrisés (5 jours environ) ;
- dans la repose de prothèse, nous faisons le plus souvent appel à des prises endomédullaires. La reconstruction épiphysaire est donc moins

fondamentale. La conduite à tenir devant une perte de substance osseuse dépend de la taille du vide :

- pour les petites pertes de substance (2 cm), nous ferons une prothèse un peu plus volumineuse (côtés métalliques et ciment) ;**
- les vastes pertes de substance épiphysaires seront comblées par des épiphyses de banque ;**
- pour les pertes de substance intermédiaires, nous ferons appel à des greffes corticospongieuses iliaques autologues.**

Là encore, la qualité de la fermeture cutanée est essentielle. Le jumeau interne doit être largement indiqué. Le lambeau doit être fait dans le temps de repose car s'il est fait dans le premier temps, il risque de souffrir lors de la réintervention ou d'être trop « court » si on gagne trop en hauteur sur la prothèse.

Arthrodèse

Elle est indiquée :

- quand l'état général ne permet pas de faire des interventions itératives ;**
- quand l'état local rend peu sûre la repose de prothèse, ou rend le résultat fonctionnel mauvais (rupture de l'appareil extenseur).**

En fait, la difficulté d'obtenir la fusion osseuse est telle que la repose de prothèse est paradoxalement une solution de facilité relative. La greffe osseuse spongieuse est le plus souvent nécessaire et en cas de difficulté prévisible de fusion, il faut impérativement faire appel au clou fémorotibial, dont le risque infectieux existe indiscutablement. Par ailleurs, le lambeau de jumeau interne est nécessaire dans l'enclouage fémorotibial.

On voit que l'infection des prothèses de genou pose des problèmes difficiles. Il faut en connaître les étapes thérapeutiques et les adapter à la condition locale et à l'état général, en sachant que rien ne serait plus grave que d'avoir une étape de retard, on risque alors de courir à l'échec dont un certain nombre se termine par l'amputation.

Références

- [1] Bliss AG, McBride C Infected total knee arthroplasties. *J Bone Joint Surg* 1981 ; 63B : 614
- [2] Booth RE, Lotke PA The results of spacer. Block technique in revision of infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1989 ; 248 : 57-60
- [3] De Cloedt PH, Emery R, Legaye J, Lokietek W Les prothèses totales de genou infectées. Orientation du choix thérapeutique. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 : 626-633
- [4] Dolin MG Osteotomy of the tibial tubercle in the total knee replacement : a technical note. *J Bone Joint Surg* 1983 ; 65A : 704-706
- [5] Flood JN, Kolarik DB Arthroscopic irrigation and debridement of infected total knee arthroplasty report of two cases. *Arthroscopy* 1988 ; 4 : 182-186 [\[crossref\]](#)
- [6] Freeman MA, Sudlow RA, Casewell MW, Radcliff SS The management of infected total knee replacements. *J Bone Joint Surg* 1985 ; 67B : 764-768
- [7] Göksan SA, Freeman MA One stage reimplantation for infected total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1992 ; 74B : 78-82
- [8] Grogan TJ, Dorey F, Rollins J, Amstutz MC Deep sepsis following total knee arthroplasties. Ten years experience at the university of California of Los Angeles medical center. *J Bone Joint Surg* 1986 ; 68A : 226-234
- [9] Insall JN, Thompson FM, Brause BD Two stage reimplantation of the salvage of infected total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1983 ; 65A : 1087-1098
- [10] Jacobs MS, Hungerford DS, Krackow KA, Lennox DW Revision of septic total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1989 ; 238 : 159-166
- [11] Knutson K, Lindstrand A, Lidgren L Arthrodesis for failed knee arthroplasty. A report of 20 cases. *J Bone Joint Surg* 1985 ; 67B : 47-52
- [12] Lortat-Jacob A, Lelong P, Benoit J, Ramadier JO Arthrodèse du genou après ablation de prothèse totale selon une technique inspirée de la méthode de Papineau. *Rev Chir Orthop* 1979 ; 65 : 461-468
- [13] Petty W, Bryan RS, Coventry MB, Peterson LF Infection after total knee replacement. *Orthop Clin North Am* 1975 ; 6 : 1005

- [14] Rand JA, Bryan RS, Morrey BF, Westholm F Management of infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1986 ; 205 : 75-85 **[crossref]**
- [15] Sudlow RA, Ratcliffe SS, Freeman MA, Casewell MW The treatment of infected total knee replacement. *J Bone Joint Surg* 1988 ; 67B : 144
- [16] Wilson MG, Kelley K, Fhornehill TS Infection as a complication of a total knee replacement arthroplasty. Risk factors and treatment in 67 cases. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72A : 878-883
- [17] Windsor RE, Insall JN, Urs WK, Miller DV, Brause BD Two stage reimplantation for the salvage of total knee arthroplasty complicated by infection. Further follow up and refinement of indications. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72A : 272-278

© 1997 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Fig 1 :

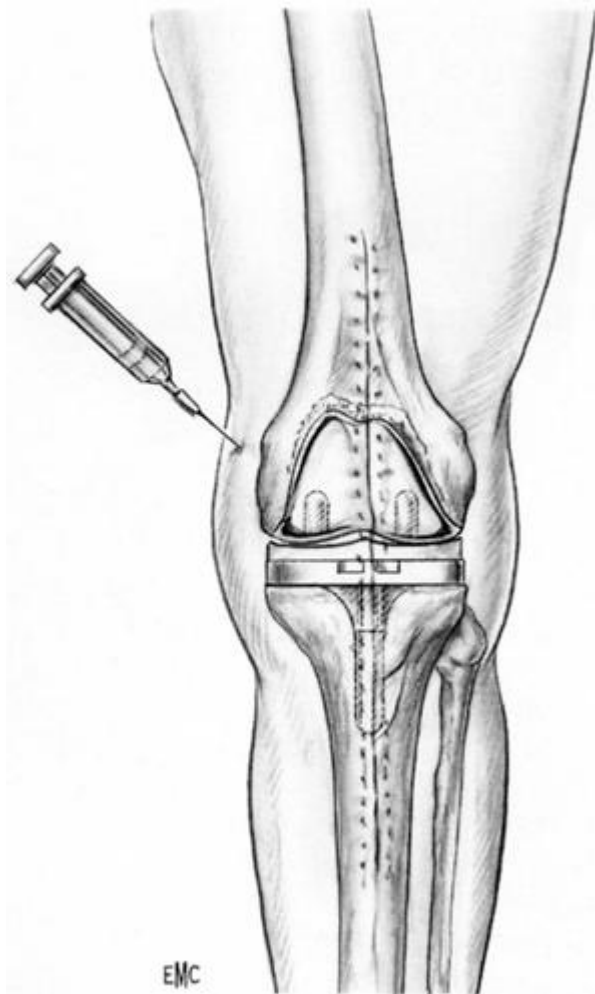


Fig 1 :

Le diagnostic d'infection d'une prothèse de genou repose sur la ponction. Les indications de la ponction doivent être très larges.

Fig 2 :

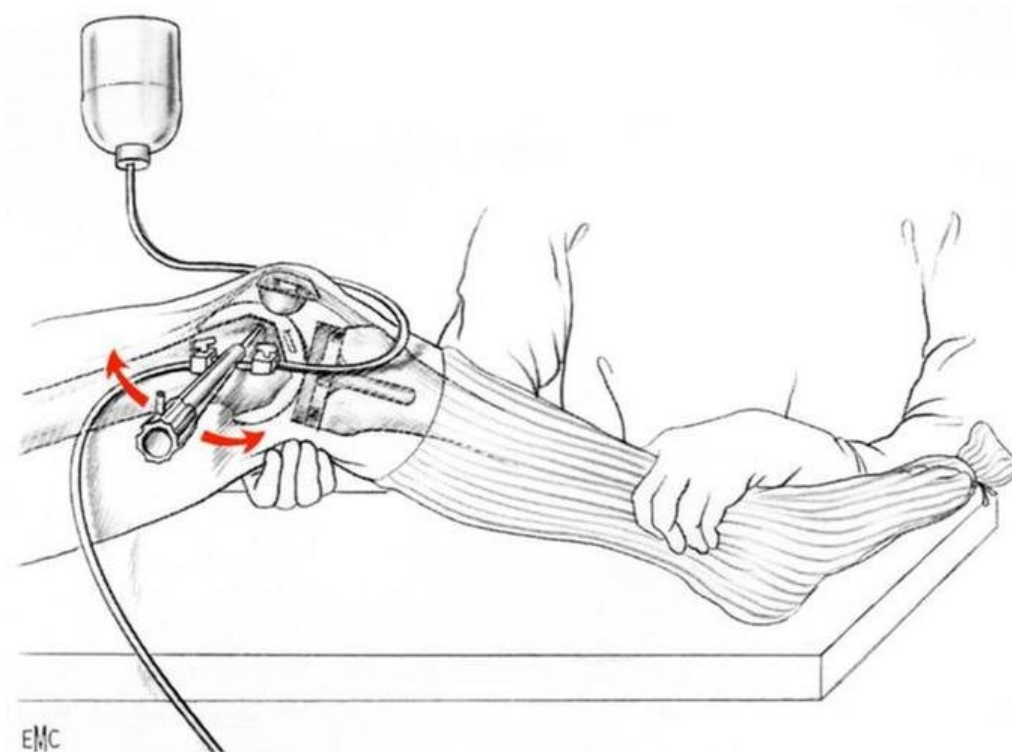


Fig 2 :

Lavage arthroscopique.

L'arthroscopie n'a pas pour but de visualiser les lésions mais d'introduire du liquide sous forte pression afin d'effondrer les logettes et de permettre un lavage plus efficace.

Fig 3 :

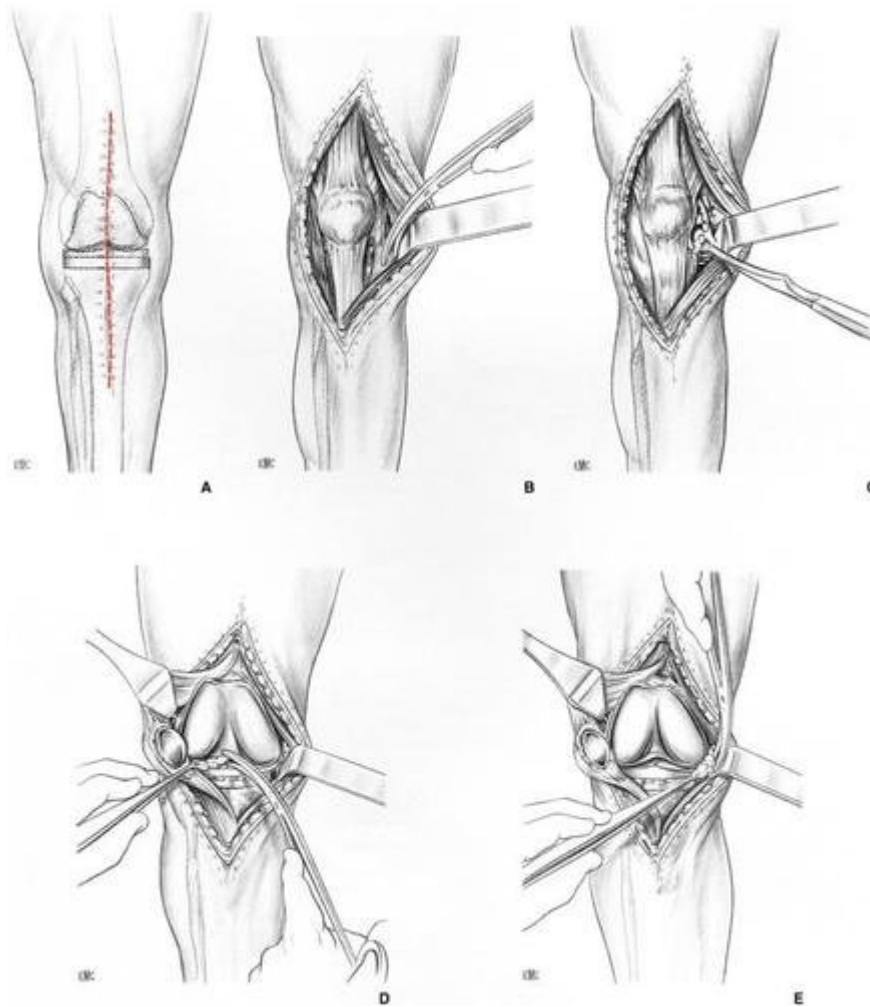


Fig 3 :

Synovectomie pour prothèse du genou infectée.

A. Voie d'abord médiane reprenant la voie précédente.

B. Décollement périphérique. La synoviale interne apparaît.

C. On commence par faire la synovectomie interne puis on luxe l'appareil extenseur en dehors.

D. La luxation de l'appareil extenseur permet d'aborder l'échancrure et de faire la synovectomie la plus totale possible.

E. Synovectomie des rampes condyliennes.

Fig 4 :

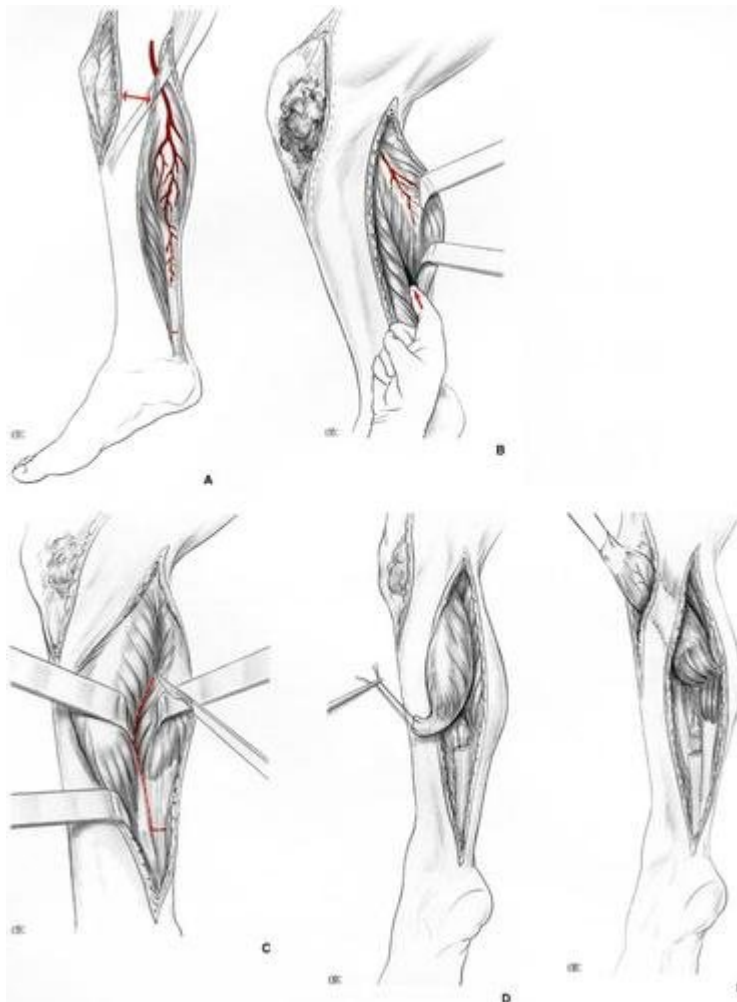


Fig 4 :

Lambeau de jumeau interne pour prothèse de genou infectée.

A. L'incision postéro-interne doit respecter un pont cutané d'au moins 6 cm avec la face postérieure de la perte de substance.

B. Le décollement du jumeau interne et du soléaire se fait au doigt.

C. La levée du lambeau se fait par section, 2 cm en dessous du début du tendon d'Achille. On clive le jumeau interne et le jumeau externe au bistouri.

D. Le lambeau est levé de bas en haut.

E. Le lambeau est passé en sous-cutané, en décollant le pont cutané formé entre la perte de substance et l'incision postérieure.

Fig 5 :

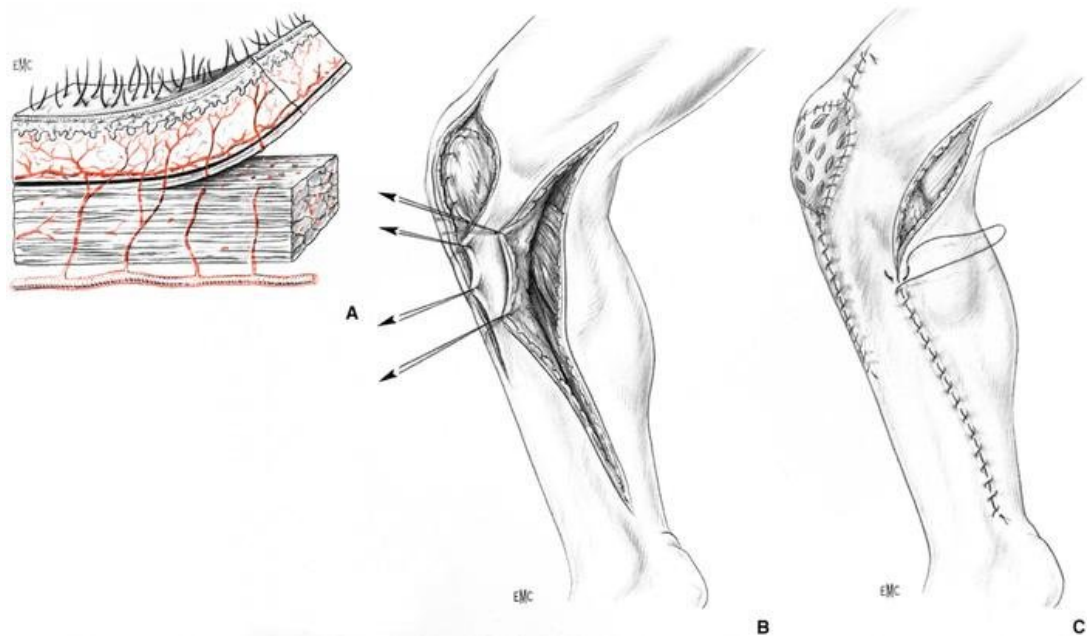


Fig 5 :

Vaste perte de substance. La partie basse est confiée à un lambeau fasciocutané bipédiculé associé.

A. Lambeau de jumeau interne plus lambeau fasciocutané bipédiculé.

B. La partie basse de l'incision ayant servi à prélever le lambeau est décollée sous l'aponévrose, réalisant un véritable lambeau fasciocutané. Il est avancé, il couvre la partie basse de la perte de substance ; la partie haute étant couverte par le muscle jumeau interne.

C. Le lambeau de jumeau interne est recouvert d'une greffe de peau effectuée soit d'emblée, soit secondairement. L'incision postéro-interne ayant servi à prélever le jumeau est habituellement suturable directement.

Fig 6 :

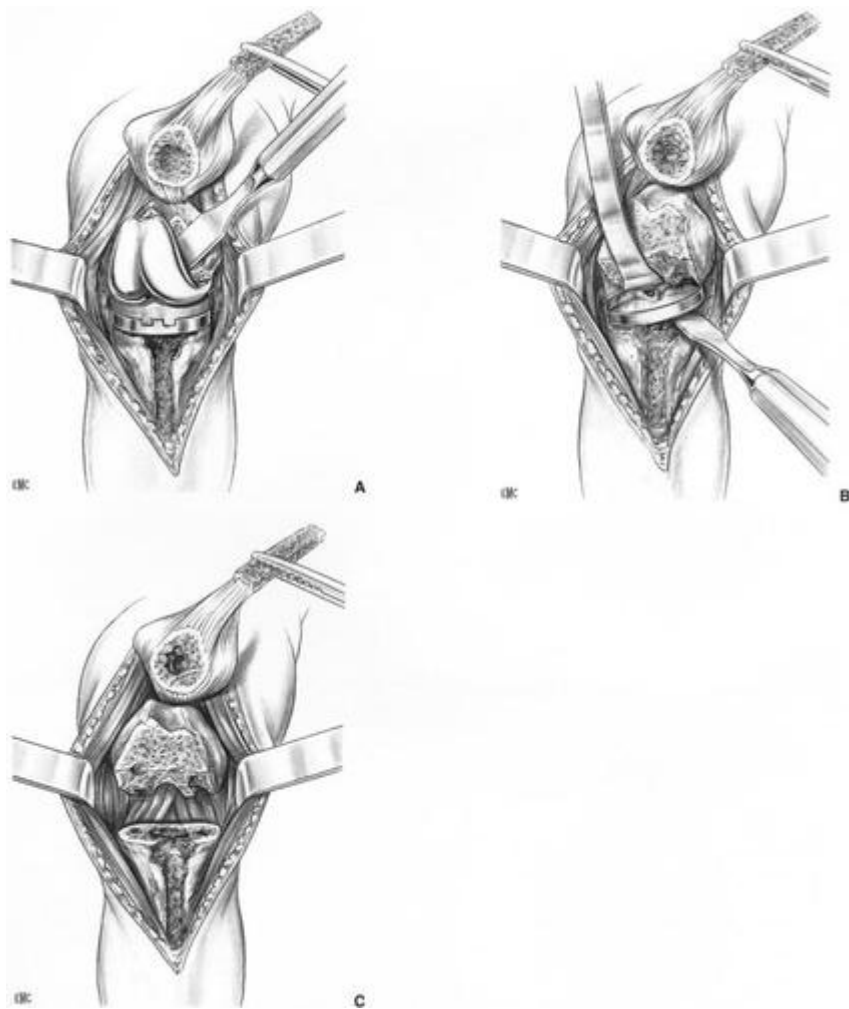


Fig 6 :

Ablation de prothèse après relèvement de la tubérosité tibiale.

A. On commence par enlever la prothèse fémorale.

B. La prothèse tibiale est enlevée secondairement.

C. La prothèse rotulienne est enlevée en dernier.

Fig 7 :

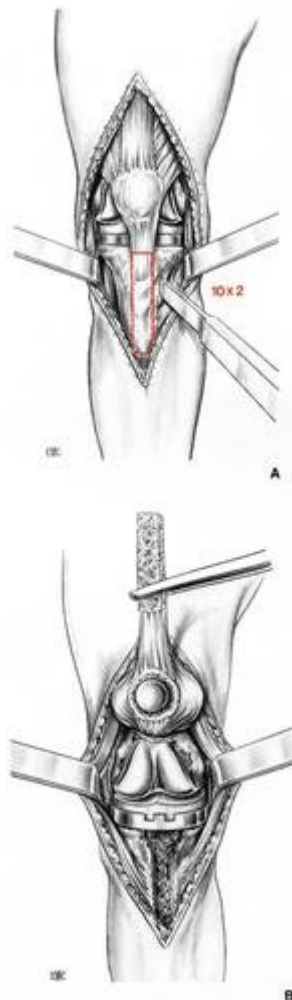


Fig 7 :

A. Ostéotomie de la tubérosité pour voie d'abord de prothèse de genou infectée.

La section de la tubérosité est faite au ciseau frappé. Elle doit faire au moins 10 cm de long sur 2 cm de large.

B. On récline en bloc vers le haut l'appareil extenseur, permettant un jour très large sur l'articulation prothétique.

Fig 8 :

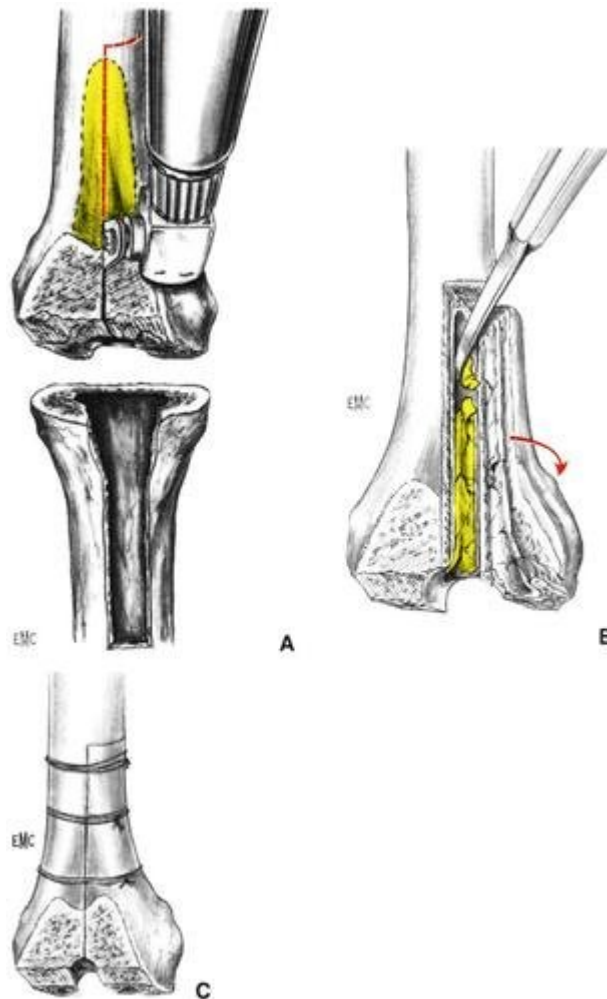


Fig 8 :

Fémorotomie pour ablation de ciment endomédullaire.

A. Après ablation de la prothèse, trait à la scie oscillante traversant l'os cortical puis le ciment puis l'os cortical postérieur. Un trait transversal à la partie haute permet d'ouvrir.

B. Un trait transversal à la partie haute permet d'ouvrir un véritable volet permettant l'ablation du ciment et le nettoyage de l'interface.

C. La synthèse est assurée par un cerclage métallique.

Fig 9 :

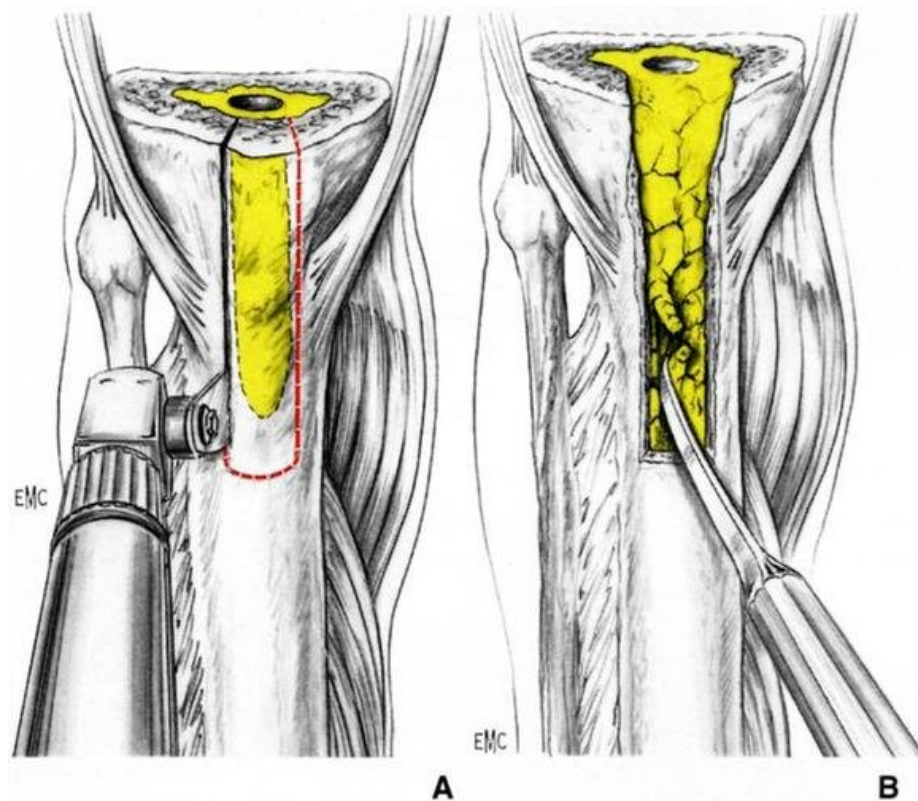


Fig 9 :

Ablation du ciment tibial endomédullaire.

A. La voie d'abord avec relèvement de la tubérosité est agrandie en profondeur jusqu'à obtenir le contact avec le canal médullaire.

B. L'abord endomédullaire est fait après avoir relevé le très gros fragment de tubérosité tibiale antérieure.

Fig 10 :

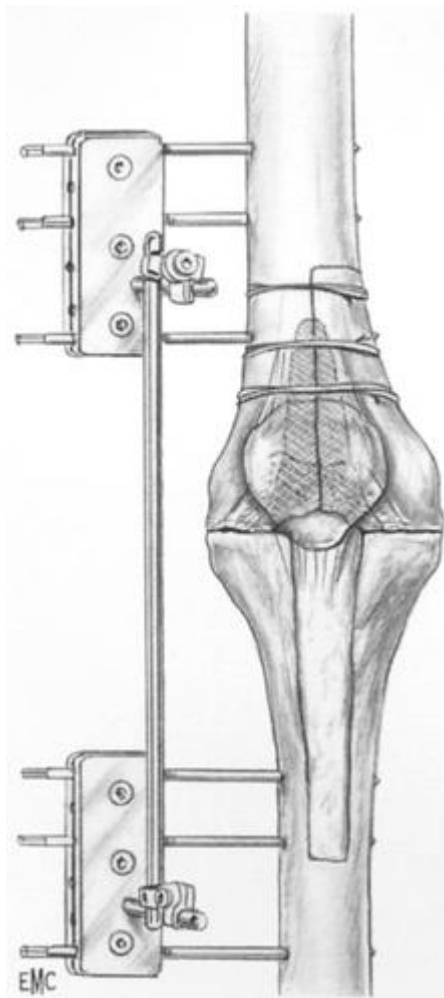


Fig 10 :

Fixateur fémorotibial.

En cas d'instabilité après ablation de la prothèse, on met en place un fixateur fémorotibial. Les fiches inférieures du fémur peuvent être mises à cheval sur la fémorotomie, faisant la synthèse du volet.

Fig 11 :



Fig 11 :

Espaceur acrylique stabilisant.

La mise en place dans le foyer d'ablation de prothèse d'un bloc de ciment pénétrant dans les cavités médullaires, dans certains cas, suffit à stabiliser le foyer.

Fig 12 :

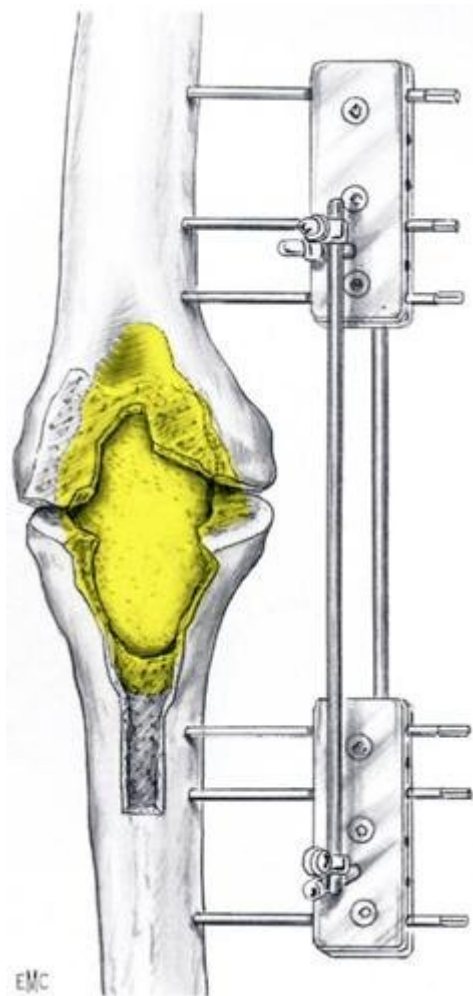


Fig 12 :

Association espaceur + fixateur externe.

Lorsque après la mise en place de l'espaceur la perte de substance des épiphyses est importante, on peut avoir intérêt à stabiliser par un fixateur externe fémorotibial temporaire.

Fig 13 :



Fig 13 :

Espaceur articulé.

Dans certains cas, l'espaceur est fabriqué en deux blocs, modelés en forme de prothèse, permettant une mobilisation. Il sera remplacé secondairement par une prothèse lorsque l'infection sera guérie.

Fig 14 :

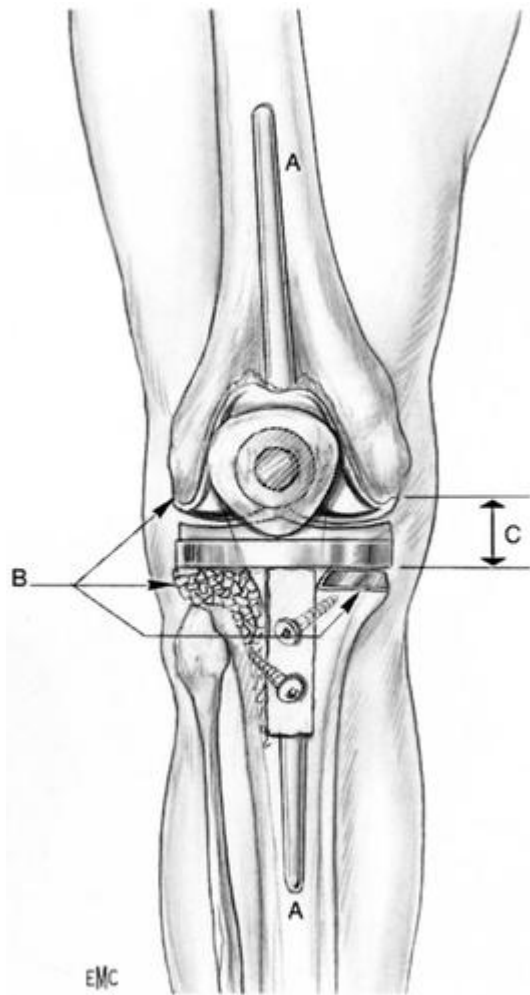


Fig 14 :

Repose de prothèse de genou.

Problèmes à régler : (A) éventuelle prise centromédullaire ; (B) pertes de substance épiphysaire, fémorale et tibiale ; (C) hauteur de l'encombrement prothétique.

Fig 15 :

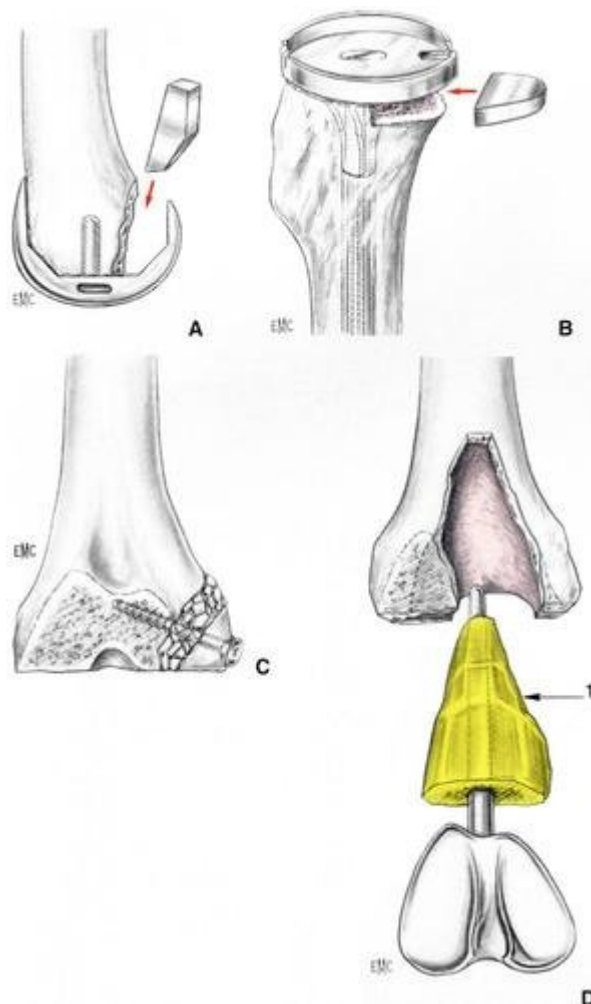


Fig 15 :

Traitement des pertes de substance épiphysaires.

- A. Perte de substance fémorale postérieure, inférieure à 2 cm : cale métallique trapézoïdale.
- B. Perte de substance du plateau tibial, inférieure à 2 cm : cale métallique.
- C. Perte de substance supérieure à 2 cm : greffe autologue corticospongieuse vissée.
- D. Perte de substance épiphysaire massive, comblement par une épiphyse de banque (1) plus prise centromédullaire.

Fig 16 :

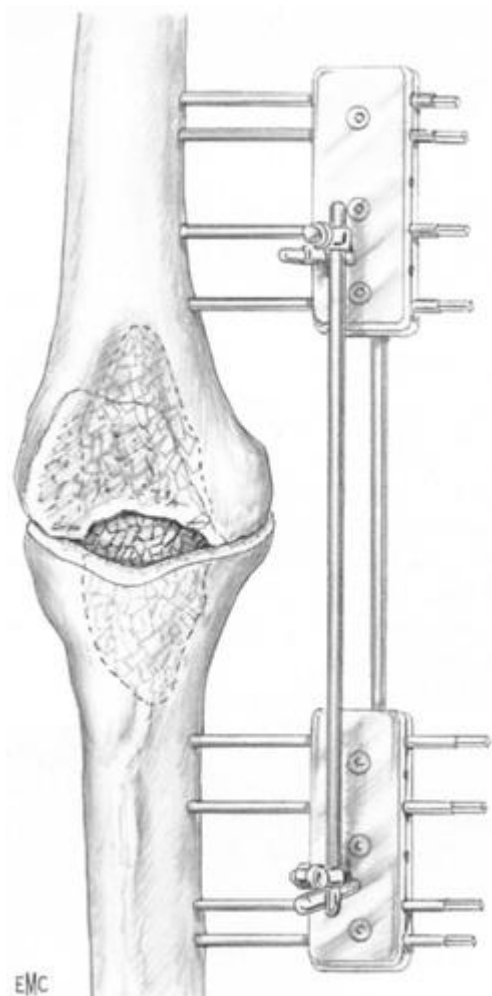


Fig 16 :

Arthrodèse de genou par fixateur.

La greffe est pratiquement systématique, on utilise du spongieux remplissant le volume laissé par l'ablation de prothèse.

Fig 17 :

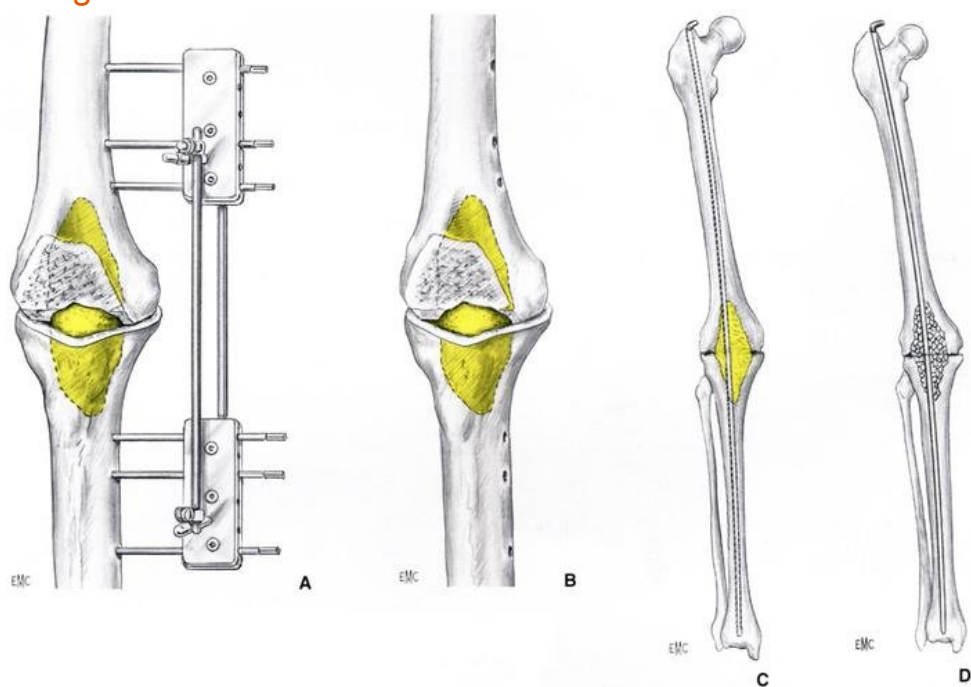


Fig 17 :

Arthrodèse par clou fémorotibial.

A. Dans un premier temps, ablation de prothèse, espaceur de ciment plus antibiotiques et fixateur fémorotibial.

B. Ablation du fixateur quelques jours avant la pose du clou.

C. Mise en place du clou fémorotibial effectué sur mesures (diamètre au moins égal à 11). La perte de substance est comblée temporairement par du ciment.

D. On a acquis la certitude qu'il n'y a pas de reprise infectieuse, greffe spongieuse remplaçant le ciment acrylique.

Tableaux

Reconstruction chirurgicale du ligament croisé postérieur

P Christel

P Djian

Résumé. – La reconstruction chirurgicale du ligament croisé postérieur a récemment progressé du fait d'une meilleure connaissance de son anatomie et de sa biomécanique. Pour obtenir un résultat anatomique satisfaisant, la position des sites d'insertion, surtout au niveau du condyle médial, est essentielle à respecter. L'utilisation de l'arthroscope et de l'amplificateur de brillance améliore la précision du positionnement de la greffe. La plupart des techniques décrites utilisent des greffes de tendons autologues, prélevées aux dépens du tendon rotulien, du tendon quadricipital ou des ischiojambiers. La reconstruction peut se faire par arthrotomie ou arthroscopie, en utilisant soit une greffe à un faisceau, soit une greffe à deux faisceaux. Seule la seconde technique de reconstruction permet de reproduire la physiologie du ligament croisé postérieur avec un faisceau antérieur se tendant en flexion et un faisceau postérieur se tendant en extension. La reconstruction à un faisceau est plutôt utilisée dans les laxités postérieures isolées de faible amplitude et les reconstructions à deux faisceaux dans les laxités postérieures importantes, toujours combinées à des atteintes périphériques. Dans ce cas, la reconstruction du ligament croisé postérieur doit être associée à une reconstruction périphérique et éventuellement à une ostéotomie tibiale.

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

La reconstruction chirurgicale du ligament croisé postérieur (LCP) est moins bien codifiée que celle du ligament croisé antérieur (LCA). Cela tient d'une part à la fréquence moindre des lésions du LCP, et d'autre part aux difficultés techniques spécifiques inhérentes aux caractéristiques anatomiques du LCP [11]. Cependant, devant un diagnostic plus précoce et plus fiable des ruptures du LCP, rendu possible surtout par l'utilisation de l'imagerie par résonance magnétique (IRM), le développement des techniques chirurgicales et arthroscopiques de reconstruction du LCP s'est récemment accru [8, 15, 33, 48, 50].

Il existe actuellement trois types de techniques à notre disposition pour reconstruire le LCP : d'une part les techniques à un faisceau, soit « anatomique » remplaçant le faisceau antérolatéral, soit « isométrique » où le tunnel fémoral est foré dans la zone la plus isométrique du LCP, et d'autre part les techniques à deux faisceaux « anatomiques » qui reconstituent un LCP à deux faisceaux non isométriques, tendus respectivement en extension puis en flexion.

Nous envisagerons dans un premier temps les différentes greffes utilisables pour reconstruire le LCP, puis les principes généraux de la reconstruction, et enfin les différentes techniques utilisables par arthrotomie et arthroscopie.

Rappels anatomiques et biomécaniques

Le LCP est inséré du côté tibial sur la partie distale de la surface rétrospinale, et du côté fémoral sur la face axiale du condyle médial.

La surface d'insertion condylienne, qui peut mesurer jusqu'à 32 mm d'avant en arrière, étant beaucoup plus étendue que du côté tibial, le LCP a une forme d'éventail à sommet distal [1, 26]. Le LCP est renforcé par les ligaments méniscofémoraux : en avant le ligament de Humphrey, en arrière le ligament de Wrisberg. Ces ligaments sont inconstants et leur rôle mal connu. Enfin, le LCP bénéficie d'une vascularisation plus riche que celle du LCA [38, 44].

Le LCP est composé de deux faisceaux : le faisceau antérolatéral, le plus volumineux, et le faisceau postéromédial. Les caractéristiques morphométriques de leur insertion fémorale ont fait récemment l'objet de plusieurs publications [35, 42]. Le faisceau antérolatéral est tendu en flexion, tandis que le faisceau postéromédial est tendu entre 0 et 30° de flexion du genou (fig 1). Le faisceau postéromédial assure, en synergie avec les structures capsuloligamentaires postérolatérales du genou, la stabilité postérieure en début de flexion [1, 24, 26, 41, 46].

Le LCP est beaucoup moins isométrique que le LCA. Grood [23] a montré que la zone condylienne pour laquelle la variation de distance entre les sites d'insertion est de moins de 2 mm, zone dite « isométrique », mesure 3 × 11 mm, et est orientée, sur le genou en extension, légèrement vers le bas et l'arrière par rapport au plan horizontal (fig 2). C'est dans cette zone que le tunnel condylien doit être foré dans les reconstructions « isométriques » par greffe à un faisceau.

Choix de la greffe

La reconstruction arthroscopique du LCP peut se faire par autogreffe ou allogreffe, voire pour certains par ligament prothétique. Le choix de la greffe est variable [2].

AUTOGREFFES

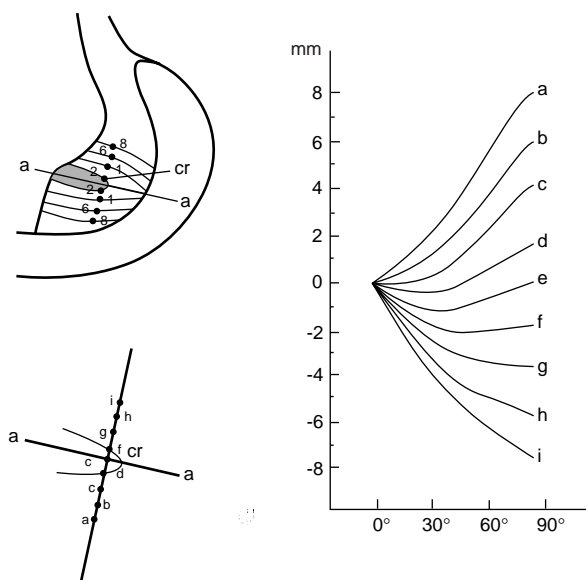
Le tendon rotulien, le tendon quadricipital ou les tendons ischiojambiers peuvent être utilisés. La fixation os-os présente un

Pascal Christel : Ancien professeur des Universités, chirurgien des hôpitaux de Paris, clinique Nolle, 21, rue Brochant, 75017 Paris, France.

Patrick Djian : Ancien chef de clinique-assistant, chirurgien attaché, hôpital Lariboisière, 2, rue Ambroise-Paré, 75475 Paris cedex 10, France.



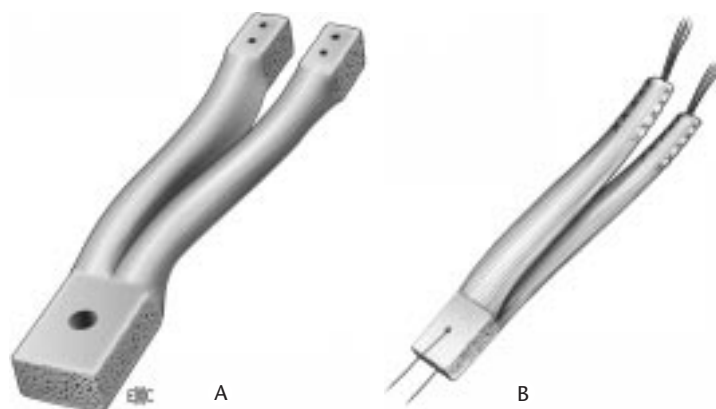
1 Schémas illustrant la variation de tension des différents faisceaux du ligament croisé postérieur (LCP). Le faisceau antérolatéral (bb') est tendu en flexion, tandis que le faisceau postéromédial (aa') est tendu en extension.



2 Carte isométrique de l'insertion fémorale du ligament croisé postérieur (LCP) selon Grood [23].

La ligne aa qui représente la ligne la plus isométrique a une direction pratiquement antéropostérieure, genou en extension. Le point cr indique l'intersection entre l'axe de flexion du genou et la face axiale du condyle médial. Noter que la ligne aa passe près du point cr. Les courbes dans l'encadré de droite montrent la variation de distance tibiofémorale pour différents points de la zone d'insertion fémorale du LCP. Les points proximaux par rapport à la ligne isométrique (f, g, h, i) correspondent à un rapprochement des insertions lors de la flexion, tandis que les points distaux par rapport à la ligne aa (a, b, c) correspondent à un éloignement des sites d'insertion. Les sites d'insertion situés le long de la ligne aa ne varient pratiquement pas de longueur entre 0 et 90° de flexion.

avantage biologique et mécanique démontré sur la fixation os-tendon, mais le passage des chevilles osseuses, surtout au niveau de l'orifice intra-articulaire du tunnel tibial, est difficile, faisant préférer à certains l'utilisation des ischiojambiers ou du tendon quadricipital, la cheville rotulienne étant alors encastrée dans le fémur. Enfin, la « ligamentisation » des autogreffes de LCP ne serait pas aussi favorable que celle du LCA [3]. Le prélèvement des autogreffes de LCP répond à des critères légèrement différents de ceux du LCA.



3 A. Transplant de tendon rotulien os-tendon-os à deux faisceaux. La cheville osseuse tibiale mesure 12 mm de large. Le faisceau destiné à remplacer le contingent antérolatéral mesure 7 mm de large et celui destiné au contingent postéromédial 5 mm.
B. Transplant de tendon quadricipital à deux faisceaux. La cheville osseuse mesure 12 mm de large et la partie tendineuse de la greffe 10 cm.

■ Greffe de tendon rotulien os-tendon-os à un faisceau

La résistance maximale de rupture en traction du transplant varie selon sa largeur, 2 238 N pour 7 mm, augmentant à 4 390 N pour 15 mm [10, 14, 16]. Ainsi, un transplant de 10 à 12 mm de large est suffisant pour la reconstruction du LCP, et compte tenu de l'étendue de l'insertion du LCP sur le fémur, il est nécessaire de prélever une greffe d'au moins 12 mm. La cheville qui doit prendre le virage tibial postérieur ne doit pas excéder 15 mm de long pour faciliter sa bascule. Le calibrage des chevilles osseuses doit être très précis et vérifié soigneusement à l'aide de calibreurs cylindriques. Le passage de la greffe doit être facile et il faut éviter tout passage à « frottement dur ».

■ Greffe de tendon rotulien à deux faisceaux [13, 35]

Comme dans le cas précédent, la greffe fait 12 mm de large et comprend une cheville tibiale prolongée de deux faisceaux de tendon rotulien, respectivement de 5 et 7 mm de largeur, se terminant par deux chevilles rotuliennes de 5 et 7 mm de large et 15 mm de long (fig 3). Le plus gros faisceau est utilisé pour reconstruire le contingent de fibres antérieur, et le plus petit pour le contingent postérieur du LCP. Des fils de traction de couleurs différentes sont utilisés pour chaque cheville osseuse rotulienne de manière à pouvoir les identifier facilement dans leur trajet intra-articulaire.

■ Greffe de tendon quadricipital os-tendon

L'utilisation du tendon quadricipital pour les reconstructions du LCP a été développée par Stäubli [47]. Un tendon quadricipital de 10 mm de large et 10 cm de long montre une résistance maximale à la traction comprise entre 2 173 et 2 353 N. Son prélèvement doit se faire sans ouvrir le cul-de-sac sous-quadricipital pour éviter des adhérences à ce niveau. Il existe un plan de clivage entre le tendon terminal du droit antérieur (muscle rectus femoris) et la portion terminale plus profonde des autres tendons du quadriceps permettant éventuellement de faire un transplant à deux faisceaux. L'extrémité libre des tendons est fauiliée avec plusieurs fils tressés non résorbables déc 2. La cheville osseuse rotulienne mesure 12 mm de large, 10 mm d'épaisseur et 20 mm de longueur. Son prélèvement est plus difficile que pour le tendon rotulien et nécessite d'utiliser une scie oscillante pour découper la face profonde de la cheville osseuse.

■ Greffe de tendons ischiojambiers

L'utilisation de deux brins tendineux, comme elle avait été proposée autrefois [4], est mécaniquement insuffisante. Pour obtenir une résistance mécanique adéquate, il est nécessaire de prélever les tendons des muscles droit interne (muscle gracilis) et demi-tendineux (muscle semi-tendinosus) sur environ 17 à 20 cm et de les

utiliser chacun en double, de façon à obtenir une greffe à quatre brins. Lorsque les quatre brins sont tendus de façon identique, la greffe présente une résistance de $4\,090 \pm 295\text{ N}$ [6]. Un des avantages est la surface de section du transplant qui est plus importante qu'un transplant de tendon rotulien. Cette surface est corrélée significativement à la charge à la rupture [6, 27]. Les extrémités tendineuses sont fauflées avec du gros fil non résorbable qui est noué sur des vis ou des agrafes, ou peuvent être fixées par des vis d'interférence [39]. Une reconstruction à un ou deux faisceaux peut être réalisée.

■ Greffe de fascia lata

L'utilisation du fascia lata n'est pas recommandée pour les reconstructions du LCP, car la résistance à la traction de ce transplant n'est que de 50 % du LCA [9].

ALLOGREFFES

Faute de banque de tissu, elles sont peu ou pas utilisées en France. En revanche, elles sont largement utilisées aux États-Unis [10, 18 à 20, 36, 48]. De nombreuses allogreffes tendineuses sont disponibles : tendon rotulien, tendon quadricipital, tendon d'Achille, etc, fraîches, congelées ou lyophilisées. Elles posent, comme toutes les allogreffes tissulaires, des problèmes de stérilité, de réaction immunitaire, de transmission d'infections virales, etc. Plusieurs auteurs recommandent de les renforcer avec des renforts synthétiques pour en limiter la distension postopératoire.

RENFORTS LIGAMENTAIRES

Il s'agit de renforts de type Kennedy-Lad® ou bandelettes de (PDS) polydioxanone, suturés ou non à la greffe. Certains recommandent de les fixer à chacune de leur extrémité par une vis avec rondelle, ce qui leur confère en fait un rôle de prothèse [28]. Comme pour le LCA, il n'est pas démontré que l'utilisation d'un renfort améliore le résultat.

PROTHÈSES LIGAMENTAIRES

Il existe des modèles à un ou deux faisceaux qui donneraient des résultats plus constants que pour le LCA, du fait de la situation extrasynoviale de l'implant. Leur utilisation reste cependant peu répandue.

Principes généraux de la reconstruction du ligament croisé postérieur

Nous prendrons comme exemple la reconstruction du LCP utilisant une greffe mise en place par l'intermédiaire de tunnels osseux tibiaux et fémoraux. Cette technique peut être réalisée par arthrotomie ou sous contrôle arthroscopique (cf infra). Quelle que soit l'approche utilisée, les principes généraux restent fondamentalement identiques.

INSTALLATION

Le patient est installé en décubitus dorsal, un coussin sous la fesse homolatérale corrigeant la rotation latérale du membre inférieur. L'hémostase temporaire est assurée par un garrot pneumatique placé à la racine de la cuisse, appui sous la cuisse, genou fléchi entre 70 et 90°. Ce type d'installation permet de mobiliser le genou sans restriction. L'utilisation d'un amplificateur de brillance, habillé stérile, est fortement recommandée.

PRÉPARATION DE L'ÉCHANCRURE ET DU TIBIA

Après avoir vérifié le contenu intra-articulaire et traité les lésions méniscales et cartilagineuses à la demande, on réalise une excision

Cahier des charges minimal de reconstruction chirurgicale du LCP.

- Sélection d'une greffe adéquate.
- Utilisation recommandée d'un amplificateur de brillance.
- Forage d'un tunnel tibial en flexion du genou.
- Tunnel tibial au moins à 45° sur l'horizontale, débouchant dans le tiers inférieur de la surface rétrospinale.
- Position précise du ou des tunnels fémoraux.
- Lors de la fixation, mise en tension de la greffe à 70° de flexion pour les reconstructions à un faisceau, ainsi que pour le faisceau antérolatéral dans les reconstructions à deux faisceaux.
- Mise en tension du faisceau postéromédial, proche de l'extension complète.
- Correction de toutes les composantes de la laxité.
- Immobilisation postopératoire en extension complète.

du LCP cicatriciel en conservant un reliquat fibreux au ras du condyle permettant de garder le repère de son insertion condylienne. Avec une rugine courbe et étroite, la surface rétrospinale est dégagée, puis nettoyée. Ce nettoyage doit s'étendre à 1,5 cm sous la hauteur de l'interligne fémorotibial, car l'insertion du LCP descend très bas.

MISE EN PLACE DE LA BROCHE GUIDE TIBIALE

La visée doit impérativement se faire en flexion du genou d'au moins 70° pour que les éléments vasculonerveux postérieurs s'échappent le plus loin possible en arrière. Plus le genou est en extension, plus ces éléments sont plaqués contre la face postérieure du tibia, augmentant significativement le risque vasculaire. En extension complète du genou, l'artère poplitée est située 5 mm en arrière du tibia, rendant très hasardeuses les visées dans cette position [37].

La visée se fait au mieux sous contrôle radioscopique par amplificateur de brillance de profil : le viseur adapté est introduit par en avant et sa pointe est fichée dans la surface rétrospinale, le plus bas possible. La broche guide part de la face médiale du tibia, en dedans de la tubérosité tibiale antérieure (TTA). La patte d'oie, qu'il faut légèrement désinsérer, est réinsérée en fin d'intervention. Dans le plan sagittal, la broche fait un angle de 45 à 60° avec le plan des plateaux tibiaux. Elle doit arriver dans le tiers inférieur de la surface rétrospinale. Elle doit être parallèle à la corticale postérieure médiane du tibia située en dessous de la surface rétrospinale, 5 à 6 mm en avant (fig 4). En cas de position non satisfaisante, il faut utiliser un guide de correction de visée et mettre une nouvelle broche en place, toujours sous contrôle radioscopique. Dans le plan frontal, la broche est dirigée en haut et en dehors. Elle doit être située d'autant plus à la partie latérale de la surface rétrospinale qu'il existe une composante postérolatérale à corriger. Une fois en bonne position, la broche ne doit pas dépasser la corticale de plus de 1 à 2 mm.

FORAGE DU TUNNEL TIBIAL

Un instrument courbe doit protéger l'extrémité proximale de la broche et l'empêcher de migrer durant le forage du tunnel. Sous contrôle radioscopique, on peut soit percer le tunnel directement au diamètre désiré, soit utiliser des forets de diamètres croissants. Dans ce dernier cas, il faut s'assurer à l'amplificateur de brillance que l'on ne dévie pas du trajet original. Une fois le tunnel percé, son extrémité proximale est débarrassée des parties molles l'entourant pour ne pas gêner le passage ultérieur de la greffe, puis chanfreinée.

VISÉE FÉMORALE

L'extrémité distale du muscle vaste interne (muscle vastus medialis) est décollée de façon à exposer la face médiale du condyle médial. Un écarteur récline le muscle. Avec un viseur spécifique, la broche-guide est mise en place de l'extérieur vers l'intérieur de



4 Vérification radiologique peropératoire de la position des différentes broches guides (technique à deux faisceaux). La broche tibiale est parallèle à la corticale postérieure et aboutit dans le tiers distal de la surface rétrospinale.



5 Position des tunnels fémoral et tibial dans une reconstruction à un faisceau.

l'articulation. Sa position au niveau de la face axiale du condyle constitue un des points clés de la reconstruction du LCP [29, 35, 42]. Il existe plusieurs schémas cartographiant les centres d'insertion fémoraux des deux faisceaux ligamentaires [35, 42]. On comprend aussi l'intérêt de conserver les fibres d'insertion du LCP sur le condyle pour guider la mise en place des broches. Il faut, pour ce temps opératoire, avoir en mémoire la carte d'isométrie de Grood (fig 2) [23]. Ainsi, plus la position du tunnel est antérieure et inférieure par rapport au toit de l'échancrure, plus la distance entre les sites d'insertion de la greffe durant la flexion augmente [21], et plus la non-isométrie de la greffe est importante.

La broche guide doit avoir une orientation oblique en bas, en dehors et plutôt en arrière de manière à éviter à la greffe un angle aigu à la jonction condyle médial-échancrure. Il faut cependant conserver, au niveau de la face cutanée du condyle, un pont osseux supérieur à 5 mm entre le bord antérieur du tunnel et la limite cartilagineuse antérieure. Il y a en effet des risques de fracture du condyle lors de la fixation du transplant avec une vis d'interférence, mais aussi des risques de nécrose condylienne du fait de la disposition de la vascularisation intra-osseuse [43, 49].

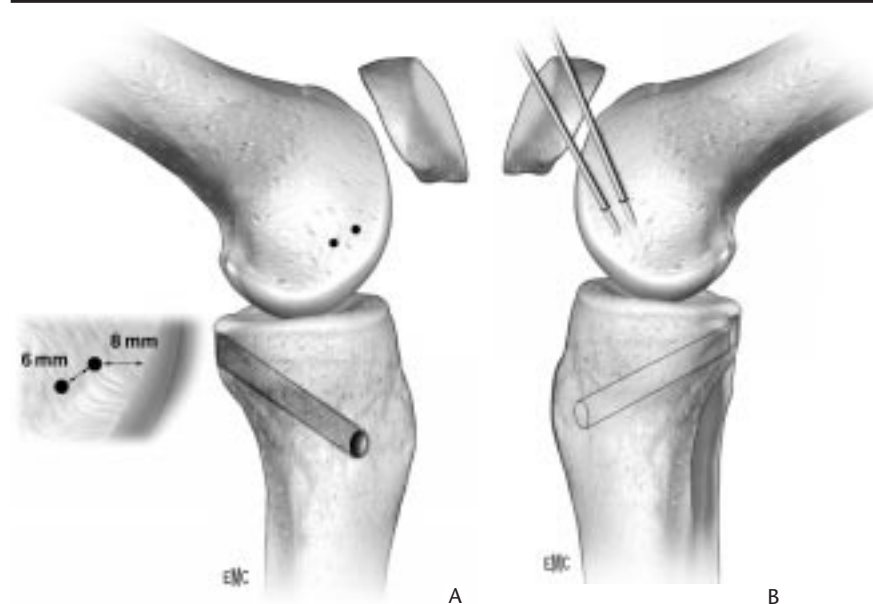
En cas de technique à un faisceau « anatomique », le but est de remplacer le contingent antérieur du LCP. La broche doit pénétrer l'articulation environ 10 mm en arrière de la limite cartilagineuse

antérieure du condyle médial, 2 à 3 mm en dessous de la jonction paroi condylienne médiale-toit de l'échancrure (fig 5). Cette jonction est cependant difficile à estimer car il n'existe pas, comme pour le LCA, de limite nette entre la face axiale du condyle et le toit de l'échancrure.

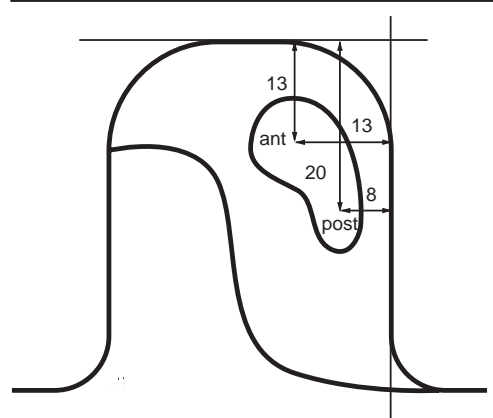
En cas de technique à un faisceau « isométrique », la broche guide doit se situer dans la zone isométrique décrite par Grood [23]. Comme cela a été évoqué précédemment, cette zone est peu étendue et la marge d'erreur très étroite.

En cas de technique à deux faisceaux, la broche antérieure est située à 8 mm en arrière de la surface articulaire et la seconde 5 à 6 mm en arrière de la précédente (fig 6) [13]. Les deux broches, selon Morgan et al [35], doivent se trouver respectivement à 20 et 13 mm sous la jonction toit-face axiale du condyle médial (fig 7). Les repères varient légèrement selon les auteurs [29, 35, 42]. Les broches sont convergentes vers l'intérieur de l'articulation, de façon à ce que, d'une part, le pont osseux séparant les deux tunnels au niveau de la face superficielle du condyle médial soit le plus épais possible, et d'autre part, que les deux tunnels se jouxtent au niveau intra-articulaire.

Les travaux de Race et Amis [42] ont montré que parmi les trois techniques précédentes, seule la reconstruction à deux faisceaux est capable de restaurer une stabilité postérieure, entre 0 et 120° de flexion, similaire à celle du LCP normal.



6 Schéma illustrant la position des broches fémorales [20].
A. La broche antérieure est positionnée 8 mm en arrière de la bordure cartilagineuse et la seconde 6 mm en arrière de la précédente.
B. Les broches convergent vers l'intérieur de l'articulation.



7 Coordonnées des centres des deux faisceaux du ligament croisé postérieur (LCP) sur la face axiale du condyle interne selon Morgan et al ^[35]. Les distances en millimètres sont données par rapport à deux lignes tangentes à l'échancrure intercondylienne. La ligne horizontale passe par le sommet de l'échancrure, tandis que la ligne verticale passe par le bord interne de celle-ci.
ant : antérieur ; post : postérieur.

FORAGE DU TUNNEL FÉMORAL

Une curette introduite par en avant protège l'extrémité de la broche et le LCA. Le ou les tunnels peuvent être d'emblée percés à leur diamètre définitif (fig 8). L'orifice intra-articulaire est ensuite nettoyé, puis chanfreiné.

PASSAGE DE LA GREFFE ET POSITION DU GENOU LORS DE LA FIXATION

L'utilisation d'un passe-fil courbe facilite grandement le passage des fils de traction de la greffe en arrière du tibia. Les modalités à respecter dépendent de la nature de la greffe. Elles seront développées ultérieurement.

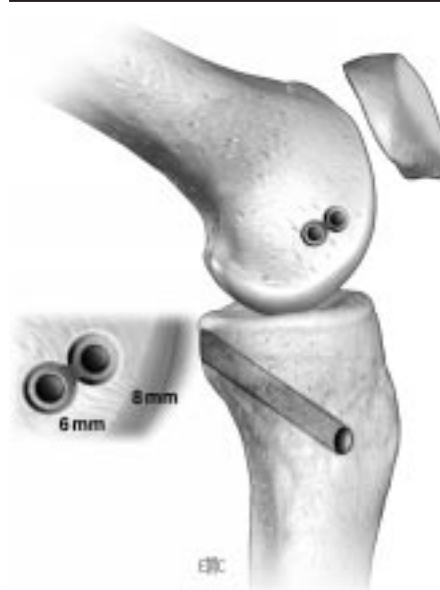
En cas de plastie à un faisceau, il faut tendre la greffe à 70° de flexion en maintenant le tibia en tiroir antérieur et en compensant la rotation externe en cas de laxité postérolatérale associée ^[25].

En cas de plastie à deux faisceaux, le faisceau remplaçant le contingent postérieur est tendu et fixé en extension du genou, tandis que le contingent antérieur est tendu à 70° de flexion ^[13].

Spécificités liées à la nature de la greffe utilisée

PASSAGE DE LA GREFFE

Le passage d'un transplant libre de tendon rotulien se fait du tibia vers le fémur. Le passage du virage tibial postérieur est toujours un peu difficile. Les fils de traction de la cheville osseuse doivent être



8 Position des deux tunnels fémoraux.

tirés vers le haut, et non pas vers l'avant, par une pince ou un crochet introduits par en avant ou par une voie postéromédiale.

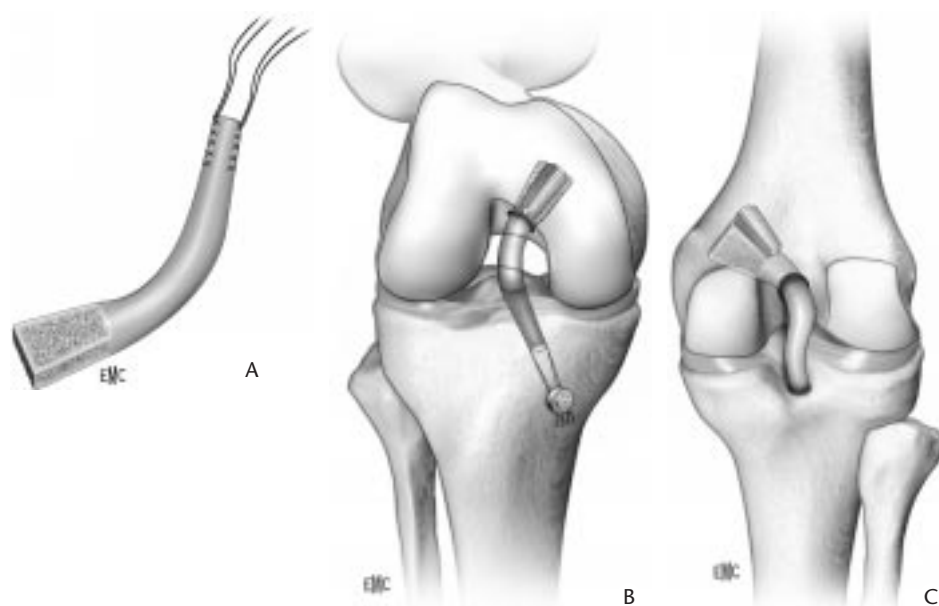
Dans le cas de l'utilisation d'une greffe de tendons ischiojambiers, le passage peut se faire indifféremment de tibial en fémoral ou de fémoral en tibial.

Dans le cas de l'utilisation d'un transplant de tendon quadricipital os-tendon, le passage se fait de fémoral en tibial, avec la cheville osseuse fixée dans le condyle médial (fig 9).

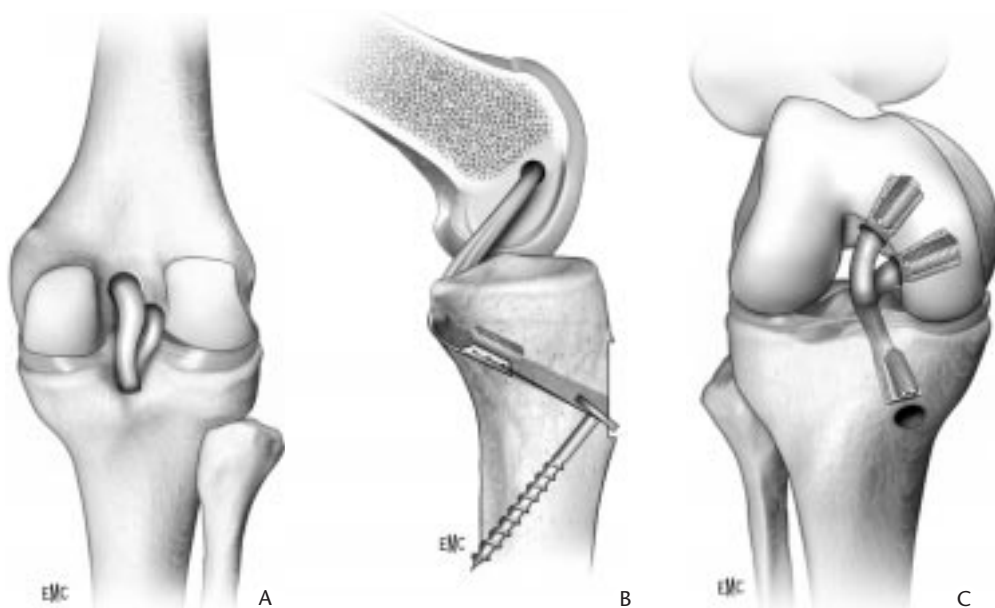
D'une manière générale, le passage du coude tibial postérieur est toujours plus facile quand il n'y a pas de cheville osseuse.

MOYENS DE FIXATION DE LA GREFFE

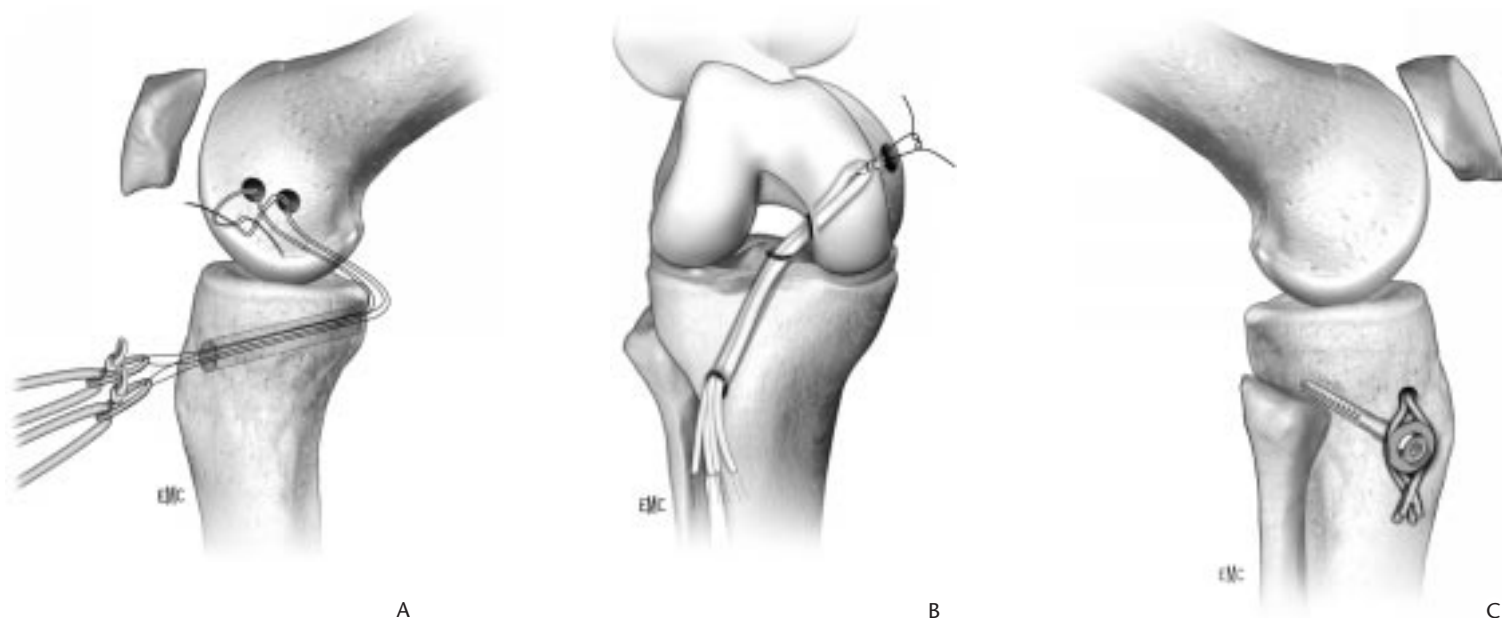
La greffe de tendon rotulien est d'abord fixée du côté tibial par une vis d'interférence placée à sa face antérieure, l'extrémité tendineuse de la cheville osseuse devant être proche de la surface rétrospinale (fig 10). Nous avons pris l'habitude de mettre dans la cheville tibiale un fil de traction métallique (12/10) qui, en plus de la fixation par la vis d'interférence, est noué autour d'une vis bicorticale avec rondelle. Nous avons en effet constaté que la tenue de la vis d'interférence dans l'os spongieux épiphysaire tibial postérieur était souvent médiocre. La cheville fémorale est fixée dans un second temps à l'aide d'une vis d'interférence mise en place de dehors en



9 Le passage d'une greffe de tendon quadricipital (A) se fait de fémoral en tibial. La cheville osseuse est fixée dans le condyle par une vis d'interférence (B, C). Du côté tibial, la fixation peut se faire par une agrafe si le transplant est assez long, mais plus souvent par une vis bicorticale avec rondelle sur laquelle les fils de traction de la greffe sont noués.



10 A. Représentation schématique de la fixation d'une greffe de tendon rotulien (vue postérieure).
B. Technique à un faisceau. Une vis d'interférence fixe chaque cheville osseuse dans chaque tunnel osseux. Par sécurité, les fils de traction de la cheville tibiale sont noués sur une vis avec rondelle tibiale.
C. Technique à deux faisceaux. Le faisceau antérieur est tendu en flexion à 70° et le faisceau postérieur est tendu en extension.



11 Schémas illustrant le passage et la fixation d'une greffe de tendons ischiojambiers reconstruisant le ligament croisé postérieur (LCP) selon une technique à deux faisceaux.

A. Le passage se fait de tibial en fémoral.

B. Les fils de traction fémoraux sont noués sur le pont osseux des deux tunnels. Celui-ci peut être renforcé par une agrafe.
C. Fixation distale de la greffe sur une vis avec rondelle à picots plaquant les tendons contre la corticale tibiale.

dedans. La mise en place d'une vis d'interférence de 9 mm est recommandée au tibia sur la face spongieuse^[10]. Des vis d'interférence de 7 mm sont utilisées pour les fixations fémorales.

Les tendons ischiojambiers se fixent en nouant leurs fils de traction sur des agrafes ou des vis avec rondelle (fig 11). Des vis d'interférence à filet mousse peuvent aussi être utilisées^[7, 39]. La tenue mécanique des vis avec rondelle est supérieure à celle des agrafes^[17], et après 6 semaines, du tissu nécrosé est trouvé sous les agrafes alors que du tissu vivant est trouvé sous les rondelles à picots. Nous recommandons donc préférentiellement l'utilisation de vis avec rondelle pour la fixation des tendons contre l'os.

Le tendon quadricipital est fixé du côté condylien, soit à frottement dur, soit par une ou deux vis d'interférence ; du côté tibial, les fils de traction sont noués sur une vis avec rondelle ou sur deux vis si le transplant est utilisé en version deux faisceaux, chacun étant tendu à un degré différent de flexion du genou.

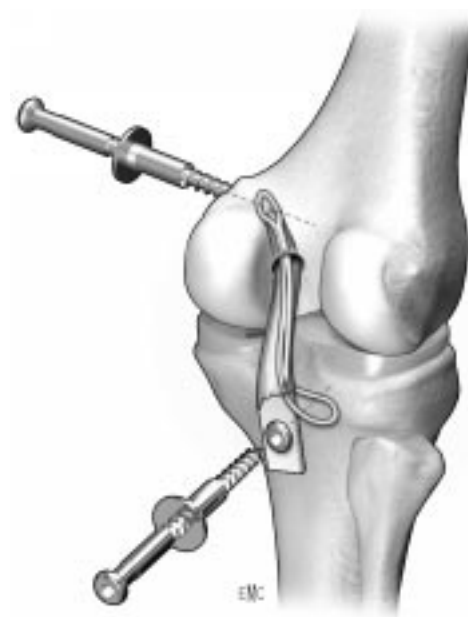
CAS PARTICULIER DES PROTHÈSES

Pour protéger l'implant de l'abrasion contre les parois osseuses, surtout au niveau des orifices des tunnels osseux, il est préférable de conserver la gaine synoviale, même cicatricielle, du LCP, et de passer la prothèse dans cette gaine. Cela maintient la prothèse en situation extrasynoviale et limite le relargage intra-articulaire des particules d'usure.

Reconstruction du ligament croisé postérieur par arthrotomie

VOIES D'ABORD

Elle peut être uniquement antéromédiale, aboutissant en haut le long du bord médial du muscle vaste médial (vastus medialis).



12 Illustration schématisque d'une reconstruction en deux temps, sans tunnel tibial, avec renfort ligamentaire. Le renfort est passé dans la greffe selon la technique dite du « hot-dog ». Renfort et greffe sont fixés séparément.

Cependant, par cette voie, on n'a pas de contrôle visuel direct de la surface rétrospinale. On peut s'aider pour cela d'une arthrotomie postéromédiale, par laquelle la surface rétrospinale est exposée, en désinsérant le tiers postérieur du ménisque médial de la capsule, le ménisque étant réinséré en fin d'intervention [31].

RECONSTRUCTION SANS TUNNEL TIBIAL

Dejour installe le patient de manière à pouvoir aborder l'articulation à la fois par voie antéromédiale et par voie de Trickey.

Le premier temps, effectué par voie antéromédiale, consiste à prélever la greffe de tendon rotulien os-tendon-os et à faire le temps condylien en fixant la greffe dans le condyle médial et en abandonnant la greffe dans l'échancrure avec ses fils de traction.

Après avoir basculé le patient, la surface rétrospinale est abordée par voie de Trickey. La cheville osseuse laissée dans l'échancrure est récupérée puis fixée avec une vis avec rondelle sur la surface rétrospinale avivée (technique dite *inlay*).

Jakob [28] utilise la même démarche, mais effectue cette intervention en deux temps, à 1 semaine d'intervalle (fig 12).

Reconstruction du ligament croisé postérieur par arthroscopie

Le matériel d'arthroscopie comprend les éléments suivants : optique 4,5 mm, 30°, caméra vidéo, arthropompe, *shaver*, instrumentation de base (pinces basket, curettes, etc) et instrumentation spécifique à LCP.

Trois entrées principales, antérolatérale, antéromédiale et postéromédiale, sont nécessaires [5].

Il est essentiel de bien voir, donc de réséquer la synoviale et le tissu cicatriciel postérieur. Il faut faire une plastie postérieure de l'échancrure et dégager la surface rétrospinale de manière à ce qu'elle soit bien visualisée (fig 13). Pour ce temps opératoire, l'utilisation d'instruments courbes est très utile. Il faut se souvenir que le tibia est en subluxation postérieure et que l'on a tendance à être toujours trop antérieur. L'utilisation de l'arthroscope permet un positionnement plus précis des tunnels osseux [34], condition indispensable à l'amélioration des résultats anatomiques des reconstructions du LCP. Cependant, la reconstruction arthroscopique du LCP est une technique difficile et rigoureuse qui nécessite une grande habitude de la chirurgie ligamentaire du genou par arthroscopie.

Gestes associés

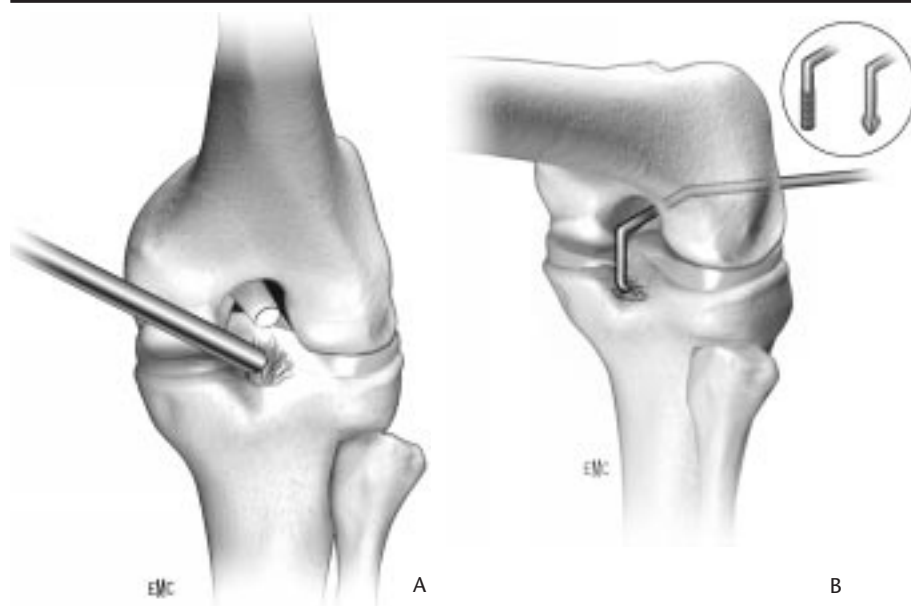
Toutes les composantes de la laxité doivent être corrigées. Il faut commencer par remplacer le LCP pour supprimer le tiroir postérieur, puis faire les plasties périphériques qui corrigent la laxité frontale et l'anomalie rotatoire.

En cas d'atteinte postérolatérale, il faut faire une plastie postérolatérale dont la nature dépend des lésions, avec ou sans ostéotomie tibiale. En cas d'ostéotomie, celle-ci doit être effectuée en premier, avant la plastie du LCP.

En cas d'atteinte postéromédiale, il faut faire une plastie médiale dont la nature dépend là encore des lésions capsuloligamentaires médiales.

Suites opératoires

Le genou est immobilisé en extension complète et le patient installé dans son lit avec un coussin sous la jambe de manière à empêcher la



13 Technique arthroscopique.
A. L'optique est poussée à travers l'échancrure intercondylienne et l'utilisation d'une voie postéro-interne pour les instruments motorisés permet de nettoyer le pied du ligament croisé postérieur (LCP) sur la surface rétrospinale.
B. L'utilisation d'instruments angulés tels que curettes, râpes, rugines permet de bien nettoyer l'insertion tibiale. Notez que le genou est fléchi à 90° et qu'une plastie postérieure de l'échancrure a été effectuée pour améliorer la vision.

subluxation postérieure du tibia par le simple effet de la gravité. Par sécurité, certains préfèrent utiliser une broche d'olécranisiation patellotibiale, technique décrite par Grammont^[22] ; cependant, comme l'ont montré les résultats du symposium de la SOFCOT de 1994 consacré au LCP, cette olécranisiation de la rotule n'améliore pas les résultats anatomiques^[11] et peut être source de douleurs fémoropatellaires résiduelles^[30].

Les contractions isométriques du quadriceps en extension complète sont débutées à la 48^e heure. Quand un bon verrouillage quadricipital est obtenu, l'appui est autorisé, en extension, sous couvert de deux cannes béquilles. Durant les 15 premiers jours, l'extension active et la flexion passive sont seules autorisées. La rééducation va privilégier ensuite le travail en chaîne cinétique fermée^[12, 32, 40, 45].

Références

- [1] Allen AA, Harner CD, Fu FH. Anatomy and biomechanics of the posterior cruciate ligament. *Sports Med Arthrosc Rev* 1994 ; 2 : 81-87
- [2] Bach BR. Graft selection for posterior cruciate ligament surgery. *Oper Tech Sports Med* 1993 ; 1 : 104-109
- [3] Bosch U, Gässler N, Decker B. Alterations of glycosaminoglycans during patellar tendon autograft healing after posterior cruciate ligament replacement. A biochemical study in a sheep model. *Am J Sports Med* 1998 ; 26 : 103-108
- [4] Bousquet G, Girardin P, Cartier JL, Dejesse A, Eberhard P. Traitement chirurgical des ruptures chroniques du ligament croisé postérieur. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 (suppl 2) : 188-190
- [5] Boytim MJ, Smith JP, Fischer DA, Quick DC. Arthroscopic posteromedial visualization of the knee. *Clin Orthop* 1995 ; 310 : 82-86
- [6] Brown CH, Hammer D, Hecker AT, Steiner ME, Hayes WC. Biomechanics of semitendinous and gracilis tendon grafts. Abstract book of the 23th Annual Meeting of the AOSSM, 1997 : 538-541
- [7] Brown CH, Sklar JH, Hecker AT, Hayes WC. Endoscopic hamstring ACL Graft fixation. Abstract book of the 23th Annual Meeting of the AOSSM, 1997 : 534-537
- [8] Bush-Joseph AA, Bach BR Jr.. Arthroscopic assisted posterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft. *Sports Med Arthrosc Rev* 1994 ; 2 : 106-119
- [9] Butler DL, Branch TP, Hutton WC. Optimal graft fixation - The effect of gap size on bone plug fixation in ACL reconstruction. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 524-529
- [10] Butler DL, Noyes FR, Walz KA. Biomechanics of human knee ligament allograft treatment. *Trans Orthop Res Soc* 1987 ; 12 : 128
- [11] Chambat P. Symposium « Le ligament croisé postérieur ». *Rev Chir Orthop* 1995 ; 81 suppl II : 23-72
- [12] Christel P, Darnault A, Simonet J. Rééducation du genou après lésion ou chirurgie du ligament croisé postérieur. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation 1997, 26-240-D-20 : 1-12
- [13] Christel P, Djian P, Charon PH. Arthroscopie PCL reconstruction with two-bundle bone-tendon-bone patellar autograft. *Arthroscopy* ; 1999 15, suppl 1 : S42
- [14] Clancy WG, Shelbourne KD, Zoellner GB, Keene JS, Reider B, Rosenberg TD. Treatment of knee joint instability secondary to rupture of the posterior cruciate ligament. Report of a new procedure. *J Bone Joint Surg Am* 1983 ; 65 : 310-322
- [15] Clancy WG Jr, Timmerman LA. Arthroscopically-assisted posterior cruciate ligament reconstruction using autologous patellar tendon graft. *Oper Tech Sports Med* 1993 ; 1 : 129-135
- [16] Cooper DE, Deng XH, Warren RF, Burstein AH. Strength of the central third patellar tendon: a biomechanical study. Abstract book of the 59th AAOs, 1992
- [17] Daniel DM, Robertson DB, Flood DL, Biden EN. Fixation of soft tissue. In : Jackson DW, Drez D eds. The anterior cruciate deficient knee. New concepts in ligament repair. St Louis : CV Mosby, 1987 : 114-126
- [18] Fanelli GC, Edson CJ. Posterior cruciate ligament injuries in trauma patients: part II. *Arthroscopy* 1995 ; 11 : 526-529
- [19] Fanelli GC, Giannotti BF, Edson CJ. The posterior cruciate ligament arthroscopic evaluation and treatment. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 673-688
- [20] Fenton PJ, Paulos LE. Posterior cruciate ligament reconstruction with allograft augmentation. *Sports Med Arthrosc Rev* 1994 ; 2 : 129-136
- [21] Funahashi TT, Kaufman KR, Daniel DM. Isometry and graft placement in posterior cruciate ligament reconstructive surgery. *Oper Techn Sports Med* 1993 ; 1 : 110-114
- [22] Grammont P. Olecranization of the patella. Proceedings of european society for the knee and arthroscopy, Berlin, 11 april 1984
- [23] Grood ES, Hefzy MS, Lindenfield TN. Factors affecting in the region of most isometric femoral attachments. Part I: the posterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1989 ; 17 : 197-207
- [24] Harner CD, Höher J, Vogrin TM, Carlin GJ, Woo SL. The effects of a popliteus muscle load on in situ forces in the posterior cruciate ligament and on the knee kinematics. A human cadaveric study. *Am J Sports Med* 1998 ; 26 : 669-673
- [25] Harner CD, Miller MD. Graft tensioning and fixation in posterior cruciate ligament surgery. *Oper Tech Sports Med* 1993 ; 1 : 115-120
- [26] Harner CD, Xerogeanes JW, Livesay GA, Carlin GJ, Smith BA, Kusayama T et al. The human PCL complex: an interdisciplinary study. Ligament morphology and biomechanical evaluation. *Am J Sport Med* 1995 ; 23 : 736-745
- [27] Hecker AT, Brown CH, Deffner KT, Rosenberg TD. Tensile properties of young multiple stranded hamstring grafts. Abstract book of the 23th annual meeting of the AOSSM, 1997 : 542-545
- [28] Jakob RP, Edwards JC. Posterior cruciate ligament reconstruction anterior-posterior two-stage technique. *Sports Med Arthrosc Rev* 1994 ; 2 : 137-145
- [29] Juergensen K, Edwards JC, Jakob RP. Positioning of the posterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994 ; 2 : 133-137
- [30] Kambic HE, Dass AG, Andrich JT. Patella-tibial transfixation for posterior cruciate ligament repair and reconstruction: a biomechanical analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997 ; 5 : 245-250
- [31] Levy IM, Riderman R, Warren RF. An anteromedial approach to the posterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 1984 ; 190 : 174-181
- [32] Lutz GE, Palmitier RA. Comparison of tibiofemoral joint forces during open-kinetic-chain and closed-kinetic-chain exercises. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 732-739
- [33] Malek MM, Fanelli GC. Technique of arthroscopically assisted PCL reconstruction. *Orthopaedics* 1993 ; 16 : 961-966
- [34] Mariani PP, Adriani C, Santori N, Maresca G. Arthroscopic posterior ligament reconstruction with bone-tendon-bone patellar graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997 ; 5 : 239-244
- [35] Morgan CD, Kalman VR, Grawl DM. The anatomic origin of the posterior cruciate ligament: where is it ? References landmarks for PCL reconstruction. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 325-331
- [36] Noyes FR, Barberwestin SD. Posterior cruciate ligament allograft reconstruction with and without a ligament augmentation device. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 371-182
- [37] Odensten M, Gillquist J. Reconstruction of the posterior cruciate ligament using a new drill-guide. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1993 ; 1 : 39-43
- [38] Petersen WJ, Tillman BN. Blood and lymph supply of the posterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999 ; 7 : 42-50
- [39] Pinczewski LA, Thureson P, Otto D, Nyquist F. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction using four-strand hamstring tendon graft and interference screws. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 661-665
- [40] Puddu PC, Gianni E, Cerullo G. La rééducation après reconstruction du LCP. *Rev Chir Orthop* 1995 ; 81 (suppl 2) : 63-65
- [41] Race A, Amis AA. Loading of the two bundles of the posterior cruciate ligament. *J Biomech* 1996 ; 29 : 873-879
- [42] Race A, Amis AA. PCL reconstruction. In vitro biomechanical comparison of isometric versus single and double-bundled anatomic grafts. *J Bone Joint Surg Br* 1998 ; 80 : 173-179
- [43] Reddy AS, Frederick RW. Evaluation of the intraosseous and extraosseous blood supply to the distal femoral condyles. *Am J Sport Med* 1998 ; 26 : 415-419
- [44] Scapinelli R. Vascular anatomy of the human cruciate ligaments and surrounding structures. *Clin Anat* 1997 ; 10 : 151-162
- [45] Schutz EA, Irrgang JJ. Rehabilitation following posterior cruciate ligament injury or reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev* 1994 ; 2 : 165-173
- [46] Skyhar MJ, Warren RF, Ortiz GJ, Schwartz E, Otis JC. The effect of sectioning of the posterior cruciate ligament and the posterolateral complex on the articular pressure within the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 694-699
- [47] Stäubli HU, Schatzmann L, Brunner P, Rincon L, Nolte LP. Quadriceps tendon and patellar ligament: cryosectional anatomy and structural properties in young adults. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996 ; 4 : 100-110
- [48] Swenson TM, Harner CD, Fu FH. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction with allograft. *Sports Med Arthrosc Rev* 1994 ; 2 : 120-128
- [49] Veltri DM, Warren RF, Silver G. Complications in posterior cruciate ligament surgery. *Oper Tech Sports Med* 1993 ; 1 : 154-158
- [50] Warren RF, Veltri DM. Arthroscopically-assisted posterior cruciate ligament reconstruction. *Oper Tech Sports Med* 1993 ; 1 : 136-142

Ruptures de l'appareil extenseur du genou et fractures de rotule

T Ait Si Selmi
P Neyret
F Rongieras
J Caton

Résumé. – Les ruptures de l'appareil extenseur correspondent aux solutions de continuité qui interrompent la chaîne de transmission de l'extension de la jambe sur la cuisse. Elles peuvent siéger en tout point de la chaîne d'extension, aussi bien au niveau du quadriceps (corps musculaire ou insertions iliaque ou rotulienne) qu'à la rotule, au tendon rotulien ou à son insertion tibiale. Elles peuvent encore être consécutives à une intervention chirurgicale (ligamentaire ou prothétique) et sont de traitement difficile.

© 1999, Elsevier, Paris.

Rappels anatomiques et biomécaniques

Anatomie

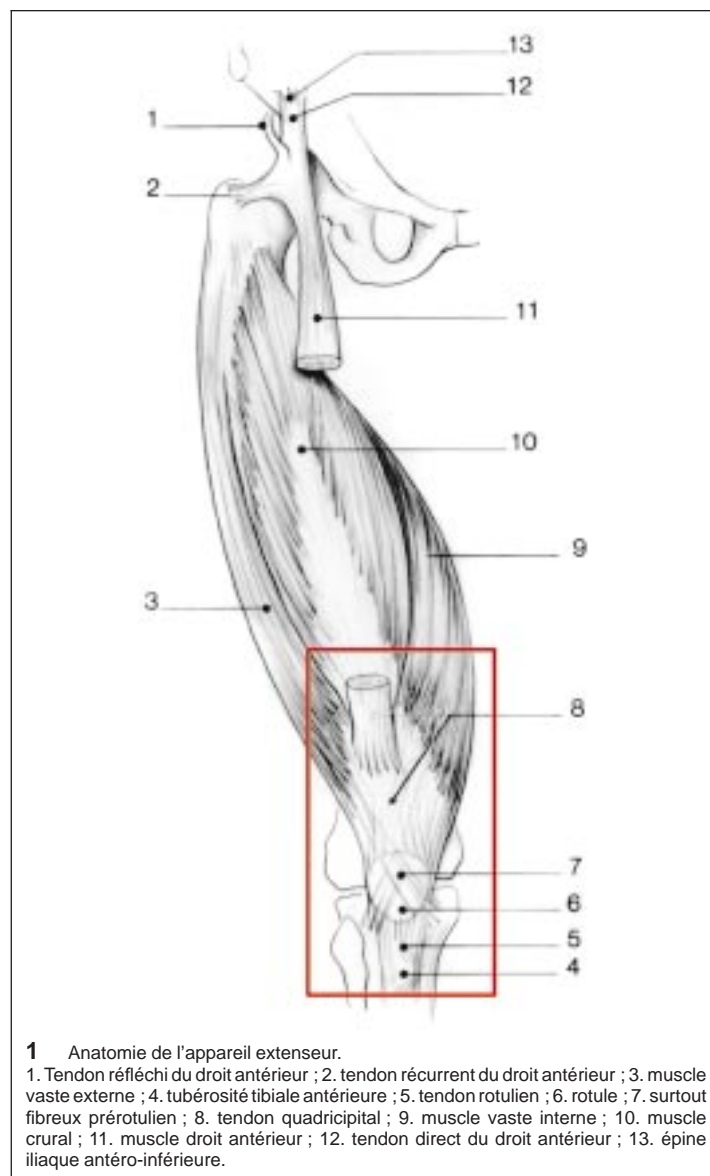
Quadriceps

Le quadriceps est constitué par quatre muscles disposés selon trois plans (fig 1). On distingue :

- le muscle crural (vaste intermédiaire), situé sur le plan profond. Il s'insère sur les faces antérieure et latérale de la diaphyse fémorale. Son tendon distal s'insère sur le bord supérieur de la rotule^[80] et fusionne latéralement avec les tendons des muscles vastes médial et latéral^[10, 11, 13, 85] ;
- le muscle vaste interne (vastus medialis) s'insère sur la lèvre interne de la ligne âpre et sur la cloison intermusculaire interne. Les fibres du vaste interne se répartissent de façon distale en deux contingents d'orientation différente par rapport à la rotule^[80, 94] ;
- le muscle vaste externe (vastus lateralis) s'insère sur toute la hauteur de la lèvre latérale de la ligne âpre. Il s'enroule autour du fémur pour rejoindre en avant les autres chefs musculaires^[39] ;
- le muscle droit antérieur de la cuisse (rectus femoris) est un muscle biarticulaire. Son insertion proximale s'effectue sur l'épine iliaque antéro-inférieure par son tendon direct. Le tendon réfléchi s'insère au-dessus de l'acétabulum et le tendon récurrent se détache du tendon réfléchi pour se diriger vers le bord supérieur du ligament iliofémoral qu'il renforce. Son tendon distal gagne le pôle supérieur de la rotule.

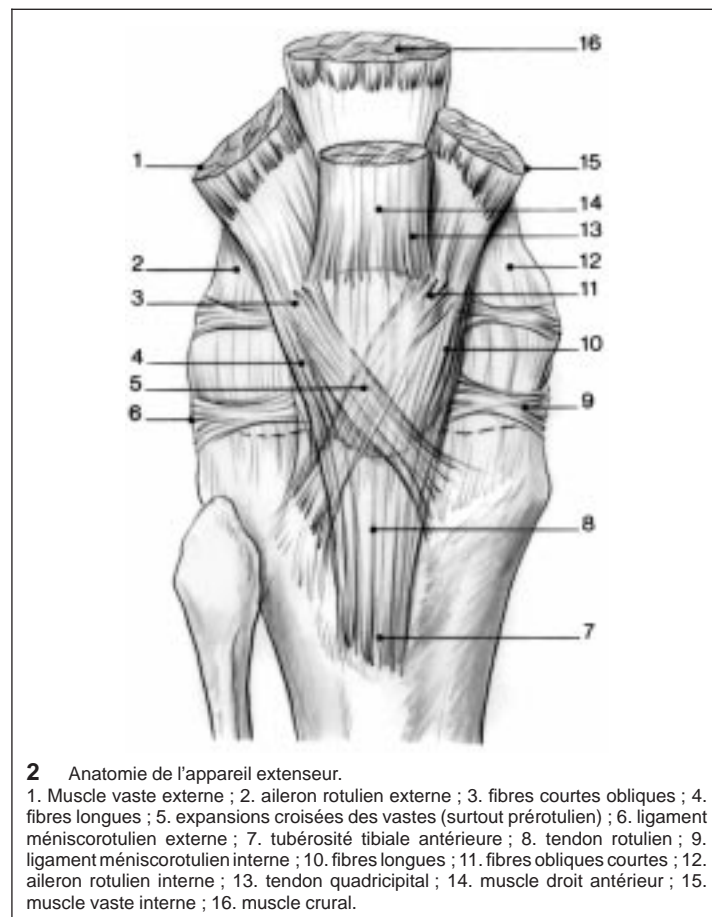
Tarik Ait Si Selmi : Assistant chef de clinique.
 Philippe Neyret : Professeur des Universités.
 Centre Livet, 8, rue de Margnolles, 69300 Caluire, France.
 Frédéric Rongieras : Assistant des hôpitaux des Armées, hôpital d'instruction des Armées Desgenettes, 108, boulevard Pinel, 69009 Lyon, France.
 Jacques Caton : Praticien hospitalier, centre hospitalier Saint-Joseph et Saint-Luc, 9, rue du Professeur Grignard, 69007 Lyon, France ; clinique Emilie de Vialar, 116, rue Antoine-Charial, 69003 Lyon, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Ait Si Selmi T, Neyret P, Rongieras F et Caton J. Ruptures de l'appareil extenseur du genou et fractures de rotule. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-730, 1999, 16 p.



1 Anatomie de l'appareil extenseur.

1. Tendon réfléchi du droit antérieur ; 2. tendon récurrent du droit antérieur ; 3. muscle vaste externe ; 4. tubérosité tibiale antérieure ; 5. tendon rotulien ; 6. rotule ; 7. surtout fibreux prérotulien ; 8. tendon quadricipital ; 9. muscle vaste interne ; 10. muscle crural ; 11. muscle droit antérieur ; 12. tendon direct du droit antérieur ; 13. épine iliaque antéro-inférieure.



Le tendon quadricipital est constitué classiquement de trois plans distincts, difficiles à individualiser chirurgicalement, qui réunissent les tendons des quatre chefs musculaires. Il s'insère sur la berge antérieure du bord supérieur de la rotule, et les fibres les plus superficielles passent en avant de la rotule, formant le surtout fibreux prérotulien, pour se confondre plus bas avec les fibres du tendon rotulien.

Rotule

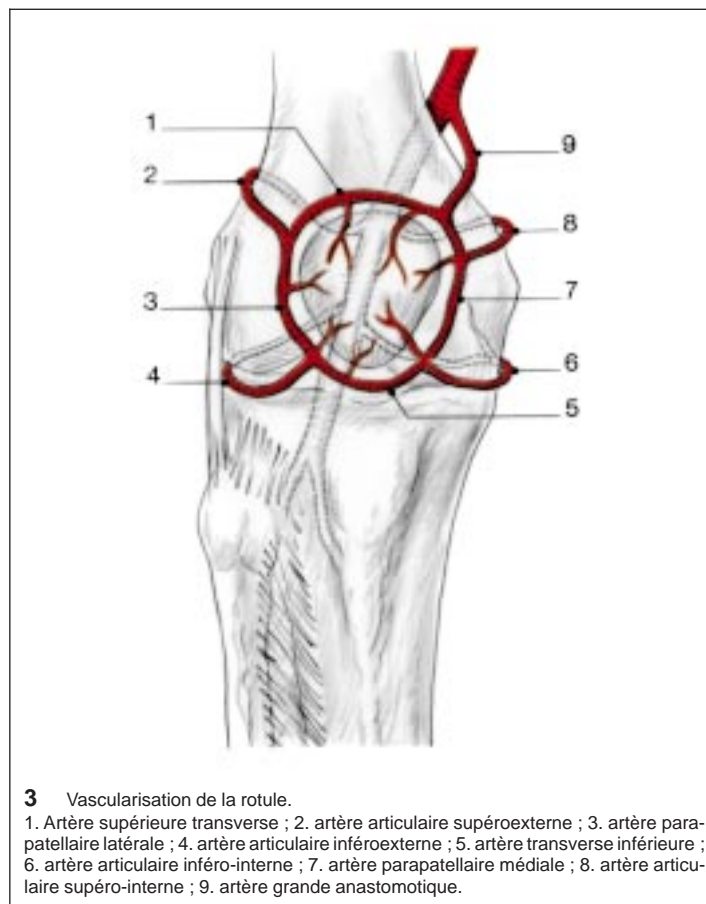
Située au sein de l'appareil extenseur quadricipital, la rotule est constituée d'os spongieux trabéculaire avec une couche corticale périphérique épaisse en avant. Le cartilage articulaire, situé sur la face postérieure de la rotule, est d'épaisseur importante, allant jusqu'à 5 mm dans sa partie centrale.

La rotule est amarrée au genou par les ailerons chirurgicaux qui assurent sa stabilité transversale (fig 2). En dedans, on distingue l'aileron interne (ou ligament patellofémoral médial) qui unit les deux tiers supérieurs du bord interne de la rotule au condyle interne, et le ligament méniscoretulien qui s'insère sur le tiers inférieur du bord interne pour se terminer à la partie antérieure du ménisque interne.

En dehors, on distingue l'aileron externe qui est mieux individualisé et s'étend de la moitié supérieure du bord externe de la rotule jusqu'au tubercule condylien externe, et le ligament méniscoretulien externe qui amarre le tiers inférieur de la rotule à la partie antérieure du ménisque externe. Complétant ce dispositif, les vastes possèdent des expansions aponévrotiques directes verticales (fibres longues) descendant le long des bords de la rotule et rejoignant les bords du tendon rotulien, ainsi que des expansions croisées qui passent en avant de la rotule et s'insèrent sur l'extrémité supérieure du tibia.

La vascularisation de la rotule doit être bien comprise. Elle peut être menacée par des voies d'abord extensives ou itératives, ou par une section des ailerons, générant un risque accru de pseudarthrose ou de nécrose. Elle est assurée par des branches du cercle artériel anastomotique du genou (fig 3). On distingue deux types de vascularisations [8] :

– une *vascularisation extrarotulienne formant un cercle périrotulien*. L'artère supérieure transverse est formée par la réunion des artères articulaires supérieures externe, interne et la grande anastomotique. De



cette artère supérieure transverse naissent les vaisseaux prépatellaires supérieurs qui cheminent dans le tissu conjonctif situé à la face antérieure du tendon quadricipital. Dans la partie inférieure du cercle périrotulien, la réunion des artères articulaires inférieures externe et interne forme l'artère transverse inférieure. Celle-ci passe en arrière du tendon rotulien et assure la vascularisation du paquet adipeux sous-rotulien, ou *fat pad*, ainsi que du tendon rotulien. Elle donne naissance à des branches prépatellaires inférieures. Les branches parapatellaires médiale et latérale relient les artères transverses inférieure et supérieure, formant le cercle artériel périrotulien ;

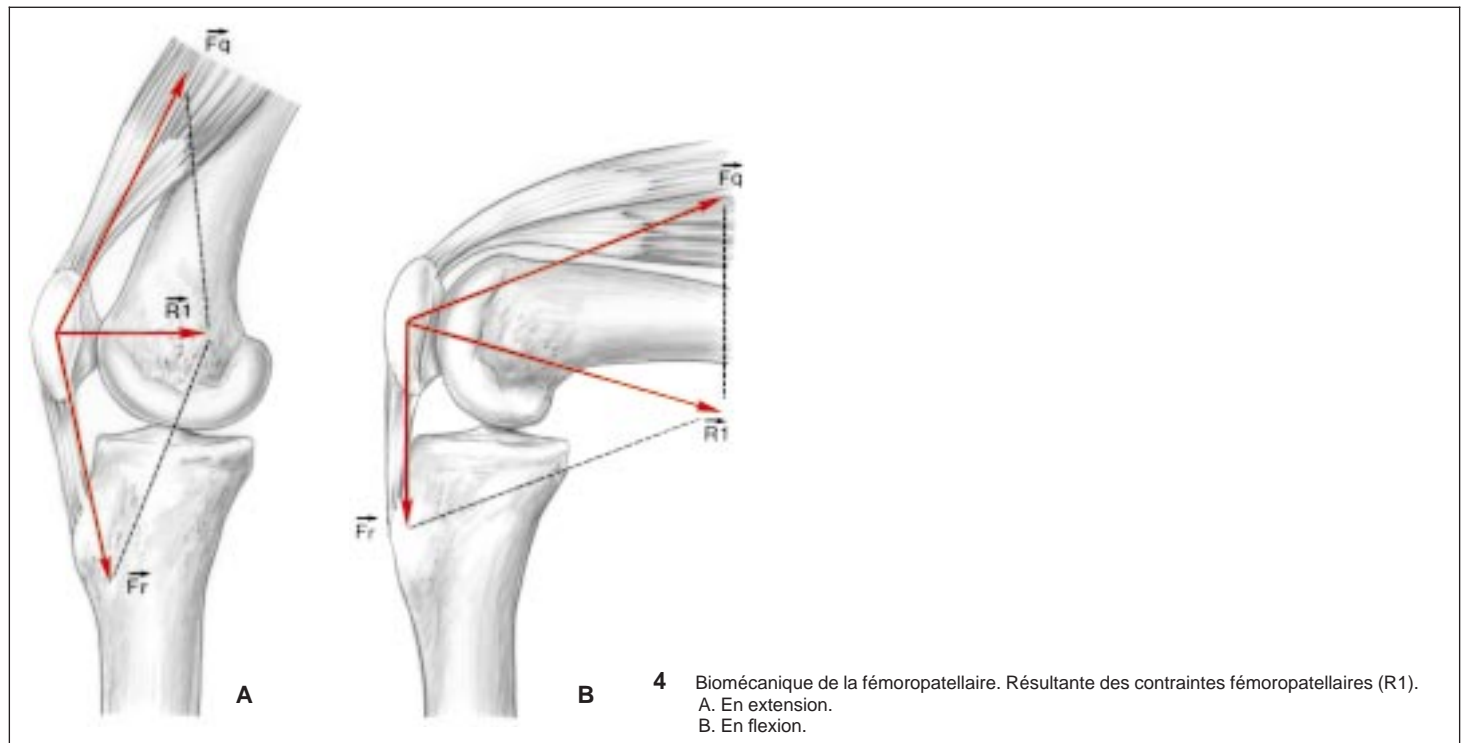
– une *vascularisation intrarotulienne assurant la vascularisation de la rotule*. Dans la partie supérieure, les artères prépatellaires supérieures donnent naissance à des artérioles qui pénètrent dans la rotule par la partie centrale de la face antérieure. Elles assurent la vascularisation des trois quarts supérieurs de la rotule. Dans sa partie inférieure, des artérioles naissent de l'artère transverse inférieure et pénètrent dans la rotule à sa partie postéro-inférieure dans sa zone non articulaire. Ces systèmes, inférieur et supérieur, s'anastomosent au sein même de l'os dans le tiers distal de la rotule [85, 86].

Tendon rotulien

Le tendon rotulien s'étend de la pointe de la rotule à la tubérosité tibiale antérieure (TTA). C'est un cordon fibreux épais de 5 à 7 mm, large d'environ 3 cm [13, 80] et de longueur variable, de 43 mm en moyenne [55]. Sa vascularisation est assurée par les artères articulaires inférieures, par l'artère transverse inférieure et par l'artère récurrente tibiale antérieure [12].

Biomécanique

Les contraintes exercées sur la rotule et l'appareil extenseur sont très importantes. Dans le plan sagittal, la position de la rotule par rapport à la TTA varie en fonction du degré de flexion du genou. Le recul du fémur en flexion, contrôlé par le dessin du contour condylien et le pivot central, permet de conserver un bras de levier quadricipital efficace. La rotule est située en avant de la TTA, pour une flexion inférieure à 60° [18]. La contraction du quadriceps ainsi que le poids corporel sont à l'origine des forces appliquées sur la rotule (fig 4). Celles-ci peuvent être



décomposées en une force de compression fémoropatellaire R1 qui est la résultante de la force de traction quadriceps Fq et de la force exercée par le ligament rotulien Fr [14, 63, 64]. Cette force, qui est peu importante en extension, augmente en même temps que la flexion de 6 % par degré de flexion. Ainsi, à 60° de flexion, cette force R1 atteint en montant les escaliers 4 fois le poids du corps, en descendant les escaliers 3,3 fois le poids du corps et 7,6 fois le poids du corps lors d'une flexion complète [93].

Le tendon rotulien, pour sa part, subit des forces allant de 614 kg/cm² à 5° à 1 039 kg/cm² à 90° [90]. Si l'on diminue la longueur du tendon rotulien, les forces de compression R1 au niveau de la face postérieure de la rotule augmentent du fait de la diminution du bras de levier.

Ruptures du quadriceps

Nous envisagerons successivement les avulsions de l'insertion proximale du quadriceps, les lésions du corps musculaire, puis du tendon quadricepsal.

Avulsion de l'insertion proximale du quadriceps (droit antérieur)

L'avulsion ou désinsertion supérieure du tendon du droit antérieur est une pathologie rare, survenant le plus souvent chez un sujet jeune (12 à 16 ans) [21].

Traitement

Méthodes

Le traitement fonctionnel est simple et repose sur le repos sportif et les médicaments antalgiques et anti-inflammatoires. La reprise du sport s'effectue progressivement dès le quarante-cinquième jour.

Proposé par Judet, le traitement chirurgical repose sur le vissage de la pastille osseuse désinsérée [46]. Le patient est installé en décubitus dorsal. L'asepsie doit délimiter un champ qui comporte l'aile iliaque et le tiers supérieur de la cuisse. On utilise la voie d'abord de Hueter. L'incision suit un trajet dont la direction est donnée par l'épine iliaque antérosupérieure (EIAS) et le bord supéroexterne de la rotule. Elle débute sous l'EIAS et se prolonge en bas sur 15 cm. La dissection du plan sous-cutané permet de déterminer en haut l'interstice entre le couturier en dedans et le tenseur du fascia lata en dehors. On doit ménager et récliner en dedans le nerf fémorocutané qui chemine à ce

niveau. On découvre ainsi l'insertion proximale du tendon qui est avulsée. Après repositionnement de la pastille osseuse, facilité par la flexion de la hanche, la synthèse s'effectue au moyen d'une vis spongieuse 6,5 munie d'une rondelle. La fermeture s'effectue sur un drain aspiratif. Les suites postopératoires ne nécessitent pas pour Judet d'immobilisation, mais le patient peut être laissé au lit hanche fléchie afin de réduire les contraintes sur la synthèse. La consolidation est obtenue en 45 jours et les sports sont repris au troisième mois.

Indication

Le traitement fonctionnel est le plus souvent employé et donne d'excellents résultats. C'est le traitement habituel des avulsions chez l'enfant et l'adolescent. L'évolution naturelle se fait vers la consolidation en 3 à 6 mois. Les pseudarthroses sont exceptionnelles [35].

Le traitement chirurgical peut être proposé d'emblée en cas de fragment volumineux. On peut également parfois proposer l'exérèse simple d'un fragment pseudarthrosé et douloureux.

Traumatisme du corps musculaire du quadriceps

Les ruptures du quadriceps représentent 20 % des ruptures de l'appareil extenseur [19]. Elles concernent surtout le droit antérieur (73 %) en raison de son caractère biarticulaire (extenseur du genou et fléchisseur accessoire de la cuisse) et de sa situation superficielle et antérieure qui l'expose davantage aux traumatismes [21, 69, 76]. Ces ruptures sont totales dans 8 à 18 % des cas et en majorité partielles dans 78 à 82 % des cas [17, 19, 31]. Les autres chefs peuvent être atteints parallèlement ou de manière isolée (vaste interne : 18 % ; vaste externe : 9 %).

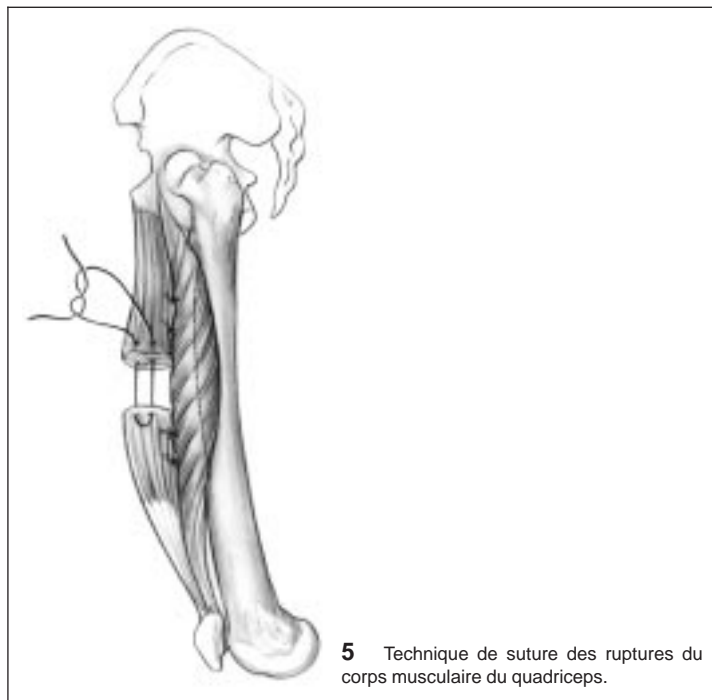
Traitement

Méthodes

Le traitement médical comporte l'utilisation d'une attelle amovible en extension (l'appui est autorisé sous couvert de cannes canadiennes), la prescription de physiothérapie, d'antalgiques et un repos sportif d'au moins 30 jours. La rééducation comprend la mobilisation de la rotule et la flexion progressive du genou, qui doit être seulement passive et ne doit pas excéder 90° pendant 45 jours dans les ruptures complètes. Les massages sont à proscrire car ils sont à l'origine d'ossification que l'on peut tenter de prévenir par les anti-inflammatoires non stéroïdiens.

Le traitement de la rupture musculaire peut être chirurgical.

– Le conditionnement initial vise à amender les phénomènes douloureux et inflammatoires locaux par l'usage d'une gouttière plâtrée de repos, d'antalgiques, d'anti-inflammatoires et de glaçage.



– Le traitement chirurgical permet d'obtenir un affrontement et une cicatrisation correcte des extrémités musculaires. Il peut être différé de quelques jours. Le patient est installé en décubitus dorsal. Un garrot pneumatique est mis en place à la racine de la cuisse. Une cale est disposée en bout de table permettant de maintenir le genou alternativement étendu ou fléchi. Une cale latérale située en regard de la cuisse empêche la chute du membre en dehors. La voie d'abord est verticale médiane, centrée sur la rupture. Le foyer de rupture est soigneusement nettoyé et paré. Les extrémités musculaires sont affrontées par des points en cadre résorbables, et amarrées à leur face profonde sur l'aponévrose postérieure et sur le vaste intermédiaire par des points en U, pour assurer la suture musculaire précaire [37]. La plaie est fermée sur un drain aspiratif (fig 5). Les suites postopératoires comportent une immobilisation par une attelle en extension pendant 21 jours, puis la rééducation est débutée [21, 35].

– Au stade chronique, la formation d'un pseudokyste peut être à l'origine de claquages à répétition, voire d'une rupture musculaire. Dans ce cas, la cavité pseudokystique doit être drainée et obturée par une suture en « paletot » [19].

Indication

Le traitement des formes mineures (stades I, élongation, et II, claquage) est médical. Le traitement logique des ruptures complètes (stade III) est la suture chirurgicale, d'autant plus qu'il s'agit d'un sujet jeune et sportif, avant le stade de rétraction fibreuse. Les formes passées inaperçues, au stade de kyste, peuvent nécessiter un drainage et une obturation du kyste.

Rupture du tendon du quadriceps

La rupture du tendon quadricipital constitue l'atteinte la plus fréquente dans les ruptures de l'appareil extenseur après les fractures de rotule. On distingue la rupture du tendon lui-même (dans 60 % des cas) ou le décalotement quadricipital (40 % des cas).

Rupture du tendon quadricipital proprement dit

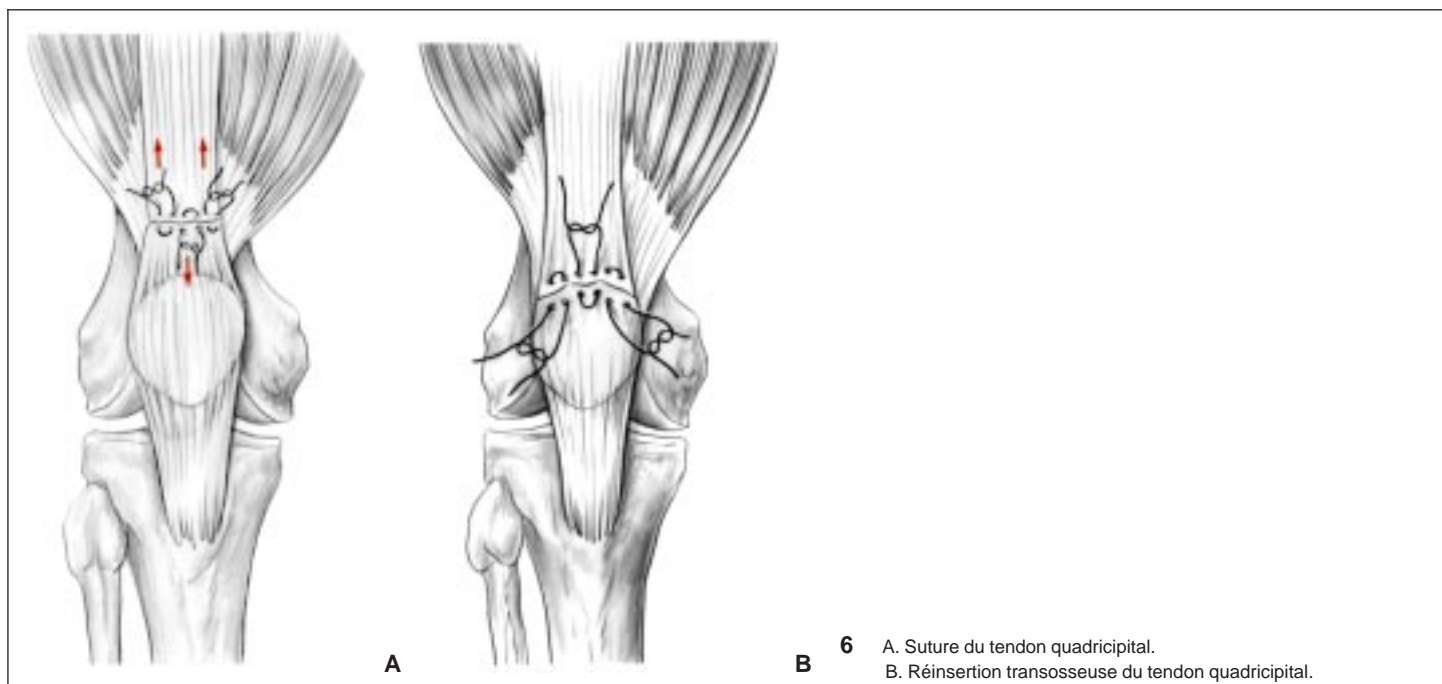
Traitement

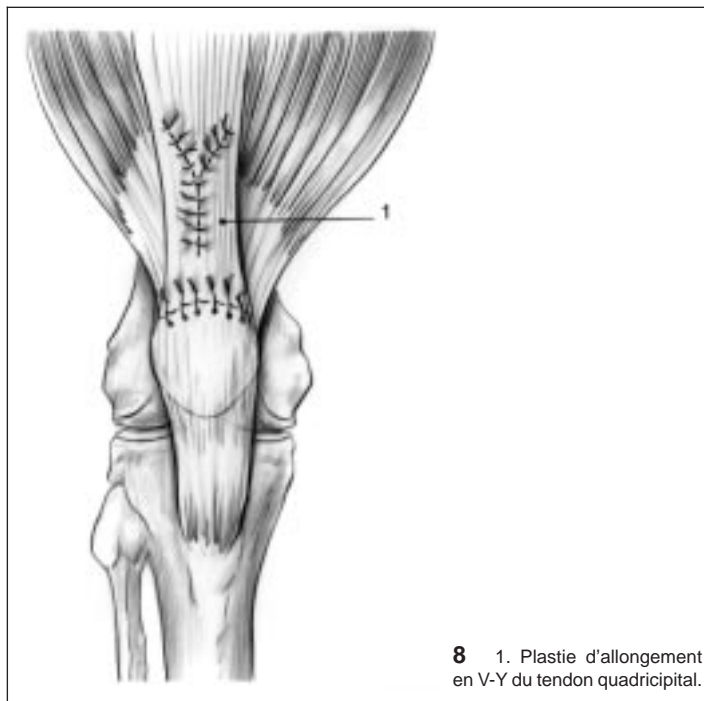
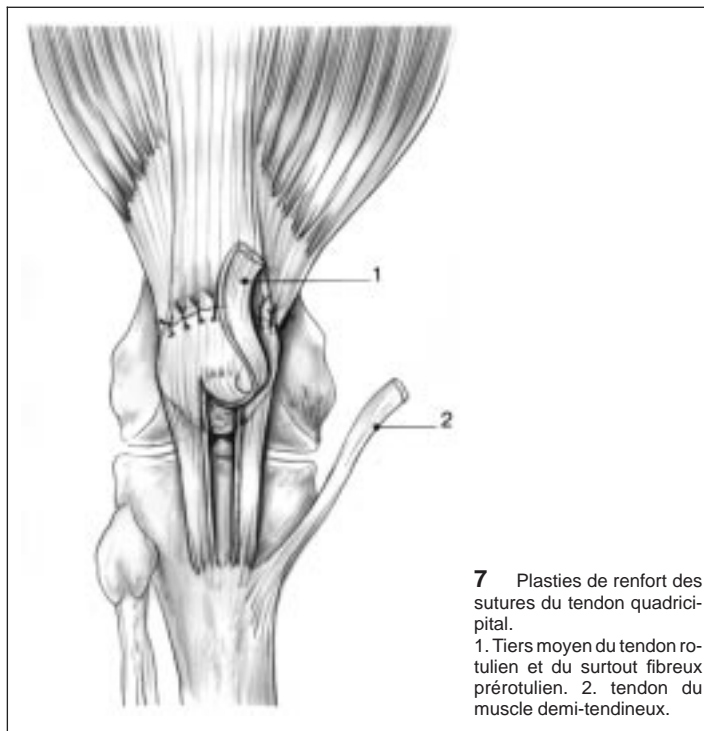
• Méthodes

Le traitement chirurgical varie selon le stade de la rupture. L'installation est la même que pour les ruptures musculaires : le patient est installé en décubitus dorsal, un garrot placé à la racine du membre. La voie d'abord est verticale médiane, centrée sur le bord supérieur de la rotule.

Dans les lésions récentes, l'hémarthrose est évacuée, les moignons tendineux sont nettoyés puis suturés bord à bord par des points en U de sens opposés (fig 6A), si le moignon distal est suffisant. Sinon, le moignon proximal est réinséré au bord supérieur de la rotule, préalablement avivé, par des points transosseux s'appuyant sur la rotule [67] (fig 6B). Il faut utiliser un fil non résorbable de gros diamètre (Mersuture n°5). Cette suture ou réinsertion est suffisante dans la majorité des cas mais elle peut être renforcée par un cadrage effectué à l'aide d'un greffon de demi-tendineux ou d'une bandelette de fascia lata [56, 88, 89], ou encore protégée par un *pull-out* [89] (fig 7).

La prise en charge des ruptures négligées parfois pendant plusieurs mois est difficile car parfois la rétraction quadricipitale peut être importante. Le principe de la suture ou de la réinsertion est le même, mais l'affrontement des extrémités peut nécessiter le recours à certains artifices techniques. Un allongement du quadriceps peut être effectué par la méthode de Codivilla qui utilise une plastie en V-Y (fig 8), par d'autres plasties de type MacLaughlin ou Scuderi [61, 88], ou en utilisant le tiers moyen du tendon rotulien qui est retourné [23] (fig 7). Parfois, la rétraction quadricipitale est telle qu'il est nécessaire de libérer le quadriceps à la manière de Judet [45]. Dans les formes chroniques, on peut également observer un abaissement de la rotule par rétraction des ailerons rotuliens qui devront être sectionnés de part et d'autre de la rotule pendant l'intervention.





La fermeture s'effectue sur un drain aspiratif intra-articulaire, genou fléchi pour affronter convenablement les berges de la plaie.

L'immobilisation postopératoire dans une gouttière cruropédieuse pour une durée de 6 semaines, temps de la cicatrisation, est nécessaire. Cette gouttière doit être confectionnée en légère flexion, 15° environ, pour éviter la constitution ou la pérennisation d'une rotule basse. La rééducation est entreprise précocement.

• Indications

Le traitement chirurgical est la règle dans les ruptures du tendon quadricipital [5]. C'est une urgence relative. On peut volontiers reporter de quelques jours l'intervention, avant que la rétraction ne survienne, à l'origine d'une raideur et nécessitant des artifices de renforcement de la suture qui est soumise à des tensions plus importantes lors de la flexion.

Décalotement du tendon quadricipital

Cette lésion fut décrite pour la première fois par Trillat [95]. Du point de vue anatomopathologique, elle réalise une véritable avulsion d'un manchon ostéopériosté emportant le surtout fibreux prérotulien et l'insertion inférieure du quadriceps. Ce décalotement peut intéresser les ailerons rotuliens.

Traitement

• Méthodes

Les principes thérapeutiques sont les mêmes que précédemment. Le traitement chirurgical comporte la réinsertion de ce manchon ostéopériosté dans les formes récentes au moyen de points en U séparés, utilisant un fil de gros diamètre (Mersuture n°5 par exemple). Le traitement des formes tardives, outre l'ablation des ossifications et la réinsertion quadricipitale, comprend parfois le traitement d'une rotule basse. Pour ces dernières, le premier geste consiste à libérer les ailerons rotuliens et la face postérieure du tendon. Les suites postopératoires sont superposables aux ruptures du tendon.

• Indication

Le traitement des avulsions du tendon quadricipital est chirurgical.

Ruptures du tendon rotulien

C'est une éventualité plus rare. La rupture est pratiquement toujours complète (97 % des cas), intéresse en général la pointe de la rotule (43 %) et la région sous-rotulienne (14 %), la partie moyenne et l'insertion distale du tendon sont quant à elles plus rarement le siège de la rupture.

Traitement

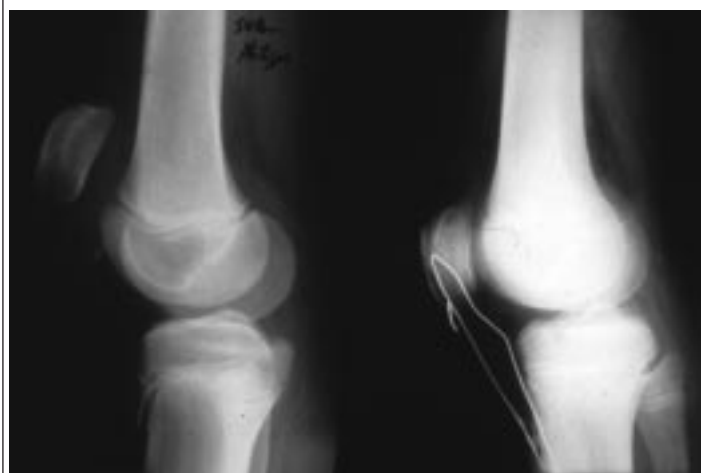
Méthodes

Le traitement chirurgical varie selon l'ancienneté des lésions. L'installation peut être la même que pour les ruptures du quadriceps avec une cale en bout de table ou utiliser un support à ménisque maintenant le genou fléchi à 45°. L'extension est obtenue facilement en reposant le genou sur la table ou en faisant soutenir le pied par l'aide opératoire, lors de la réalisation de la suture, afin de détendre transitoirement les berges. La voie d'abord est verticale médiane centrée sur le tendon rotulien. Une radiographie de contrôle de profil à 30° est toujours réalisée après réparation pour régler la hauteur rotulienne par comparaison au côté sain (index de Caton et Deschamps = $1 \pm 0,2$) [20].

Ruptures récentes

Dans les ruptures récentes, les extrémités dilacérées du tendon rotulien sont rapprochées par des points d'affrontement [3, 43, 46, 75]. Un renforcement de cette suture précaire doit être effectué par une bandelette de PDS®, ou pour certains par un cadrage en Dacron® [53]. Une protection de la suture peut être assurée par un cadrage métallique transitoire, passé dans la TTA et dans la rotule [61, 70] (fig 9). Néanmoins, le cadrage par fil métallique est peu satisfaisant du fait de sa rigidité, de sa propension à se rompre, de la nécessité d'une réintervention pour ablation de matériel, mais surtout du fait de sa tendance à faire basculer la rotule dans le plan sagittal, voire à l'abaisser.

Pour obtenir d'emblée une réparation solide, compatible avec une rééducation précoce, sans avoir recours au cadrage métallique, il est préférable d'associer à la suture du tendon un renfort tendineux latéral constitué par une autogreffe de demi-tendineux et un renfort central constitué par le retournement sur lui-même du surtout prérotulien (fig 10). Le prélèvement du tendon du demi-tendineux nécessite d'agrandir un peu la cicatrice vers le bas et de décoller la berge interne de la plaie pour se porter sur la patte d'oie. Le couturier est récliné vers le bas. Le tendon du demi-tendineux est aisément repéré, un peu avant sa terminaison conjointe, sous le tendon du droit interne (fig 11A). Il est sectionné et son extrémité est fauflée par un fil tracteur. Ses connexions avec le jumeau interne et son insertion accessoire inférieure, présente dans deux tiers des cas, sont libérées. Un *stripper* spécial permet de détacher sa partie proximale, aponévrotique, du corps musculaire. On



9 Cadragage métallique tibiorotulien.

obtient ainsi un greffon d'environ 25 à 30 cm de long [74] (fig 11B). Un tunnel transversal de 4,5 mm de diamètre est foré dans la TTA. Le greffon est passé dans le tunnel à égale longueur. Les deux brins sont tendus proximale et suturés bord à bord avec le tendon rotulien, le surtout prérotulien et le tendon du quadriceps. La partie centrale de la suture est renforcée par un lambeau de retournement du tendon quadricipital et du surtout prérotulien. Une bandelette de 15 mm de large

est prélevée aux dépens du tiers central du tendon quadricipital, centrée sur le bord supérieur de la rotule, sur 5 cm de long. Les fibres profondes doivent être respectées pour éviter une effraction articulaire. Dans le prolongement, le surtout fibreux est incisé jusqu'à la corticale antérieure de la rotule réalisant une bandelette de 15 mm de large, sur toute la hauteur de la rotule, en ménageant une charnière inférieure. Le surtout est décollé de la corticale antérieure puis l'ensemble du greffon est retourné sous la forme d'un ruban recouvrant la suture du tendon rotulien. Il est suturé sur ses bords à ce dernier.

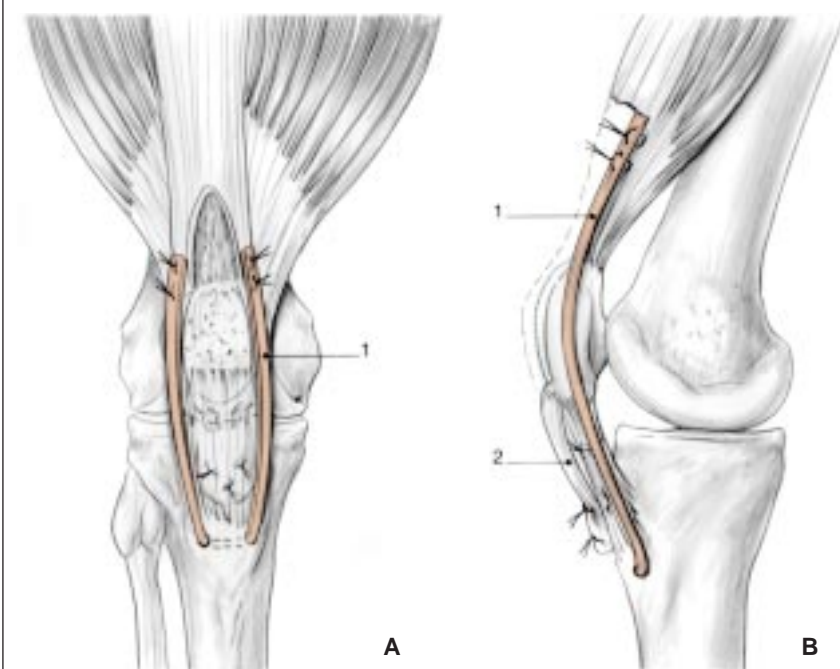
Ruptures anciennes

La prise en charge des lésions anciennes du tendon rotulien est plus difficile car il faut vaincre la rétraction du quadriceps et obtenir, après réparation, une hauteur rotulienne satisfaisante.

Pour cela, certains auteurs [33, 92] proposent la mise en place en percutané d'une traction transrotulienne ou d'un fixateur externe qui permettra d'obtenir progressivement une descente de la rotule en préopératoire.

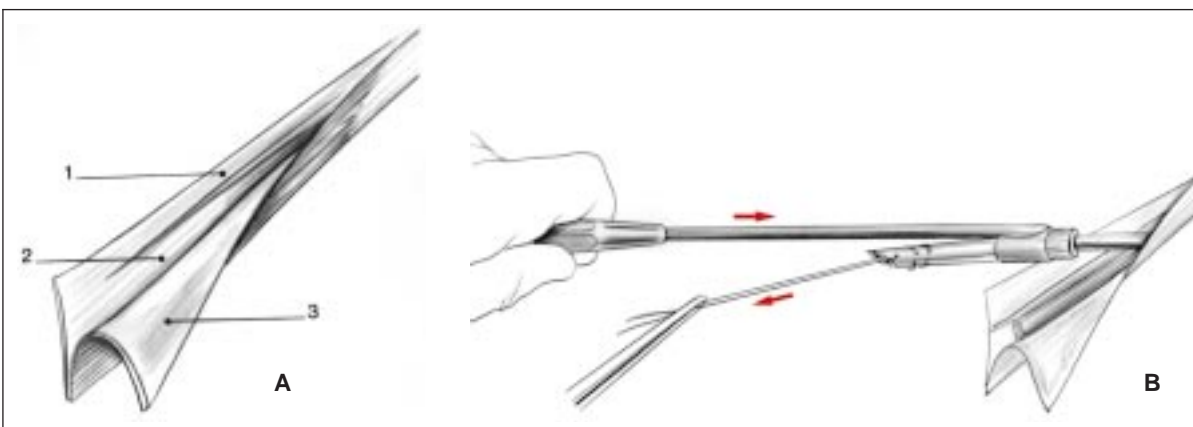
Dans le cadre de ces ruptures anciennes, la qualité du tendon rotulien restant peut ne pas suffire et nécessite de recourir à une véritable reconstruction de celui-ci. De nombreux artifices techniques ont été proposés : reconstruction d'un tendon rotulien à l'aide d'un greffon de demi-tendineux isolé [49] ou associé à un greffon du droit interne (muscle gracile) [33], renforcement par un lambeau aponévrotique, par du fascia lata [89] ou encore selon la technique du service énoncée précédemment.

La protection temporaire de la reconstruction est nécessaire compte tenu de la tendance à la rétraction. Elle peut être confiée à un cadragage métallique (fig 9) [61], à un cerclage au fil 12/10^e ou encore à du

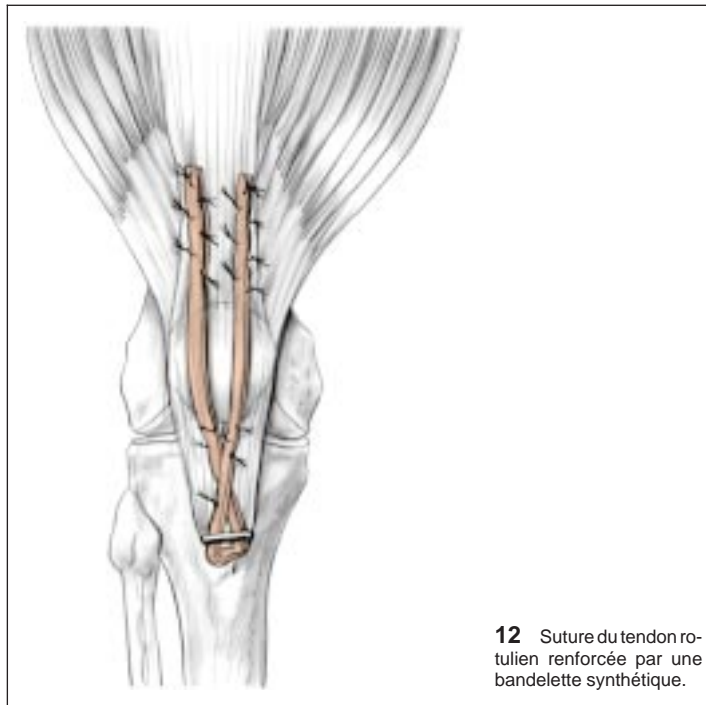


10 Suture du tendon rotulien.

A1, B1. Greffon aux dépens du tendon du droit interne passé dans un tunnel en regard de la tubérosité tibiale antérieure. B2. Lambeau de retournement aux dépens du tiers central du tendon quadricipital et du surtout prérotulien.



11 A. Patte d'oie. 1. Tendon du muscle droit interne. 2. tendon du muscle demi-tendineux. 3. tendon du muscle couturier après relèvement. B. Prélèvement rétrograde du tendon du demi-tendineux, sectionné sur le tibia, au moyen d'un stripper.



12 Suture du tendon rotulien renforcée par une bandelette synthétique.

Dacron®^[56]. Il est plus simple d'employer une bandelette de PDS® pour protéger la reconstruction du tendon. La bandelette est doublée et fixée distalement au moyen d'une agrafe sur la TTA. Les deux brins proximaux sont divergents en haut, formant un V à la face antérieure de la rotule. Ils se terminent de part et d'autre du tendon quadricipital auquel ils sont suturés, genou fléchi à 60°, si bien qu'ils sont détendus en extension, limitant ainsi le risque d'abaisser la rotule. Ce procédé de renfort n'a pas les inconvénients du cadrage métallique (basculage sagittale de la rotule, effraction cutanée...) (fig 12).

Lorsque la qualité du moignon tendineux restant est insuffisante ou en cas de reprise, l'utilisation d'une autogreffe controlatérale est la technique de choix^[28, 72]. Elle comporte un greffon composite de 1 cm de large avec, de haut en bas : tendon quadricipital, baguette osseuse rotulienne, tendon rotulien, baguette osseuse tibiale. La baguette rotulienne est prélevée sous forme de « queue d'aronde », c'est-à-dire d'un trapèze de 20 mm de base et de 10 mm de sommet (fig 13A, B). Une tranchée analogue est ménagée à la face antérieure de la rotule et de la tubérosité tibiale du genou receveur pour accueillir la greffe (fig 13C). Une fois en place, elle permet de restituer automatiquement la hauteur,

vérifiée au cours de l'intervention par une radiographie de profil. Ce montage présente un intérêt biomécanique certain puisque les points d'application des contraintes sont physiologiques dans l'axe de la rotule aussi bien dans le plan frontal que sagittal. La fixation proximale est assurée par une suture du greffon sur les berges du tendon quadricipital. La baguette rotulienne taillée en « queue d'aronde » s'oppose à la rétraction proximale de la rotule. Le greffon rotulien est suturé en regard du tendon rotulien restant. Distalement, la baguette tibiale est logée dans la tranchée réceptrice et fixée au moyen d'un fil métallique amarré sur une vis tibiale ou une agrafe.

L'utilisation d'une allogreffe est possible, mais compte tenu du risque infectieux, il ne faut l'envisager qu'en cas de destruction étendue de l'appareil extenseur, lorsqu'une autogreffe n'est pas envisageable.

La fermeture s'effectue sur un drain aspiratif. Les consignes postopératoires sont superposables à celles observées dans les réparations du tendon quadricipital.

Indications

La réparation chirurgicale doit être la règle quelle que soit l'ancienneté de la rupture. D'une manière générale, il ne faut pas se contenter d'une suture isolée du tendon mais recourir à un renfort, soit synthétique, soit en utilisant le demi-tendineux et le surtout fibreux prérotulien. Les résultats des ruptures fraîches du tendon rotulien sont satisfaisants puisqu'une reprise du sport est en général possible au sixième mois, avec un niveau sportif comparable au bout de 8 à 18 mois^[50, 53]. Dans les formes négligées, seule la reconstruction du tendon rotulien au moyen d'un transplant controlatéral est possible et donne de bons résultats dans ce contexte. Les reconstructions du tendon après prothèse du genou, en particulier lorsque la rotule a été prothésée, sont les plus difficiles. Elles nécessitent parfois le recours à une arthrodèse secondaire en cas d'échec.

Fractures et arrachements de la tubérosité tibiale antérieure

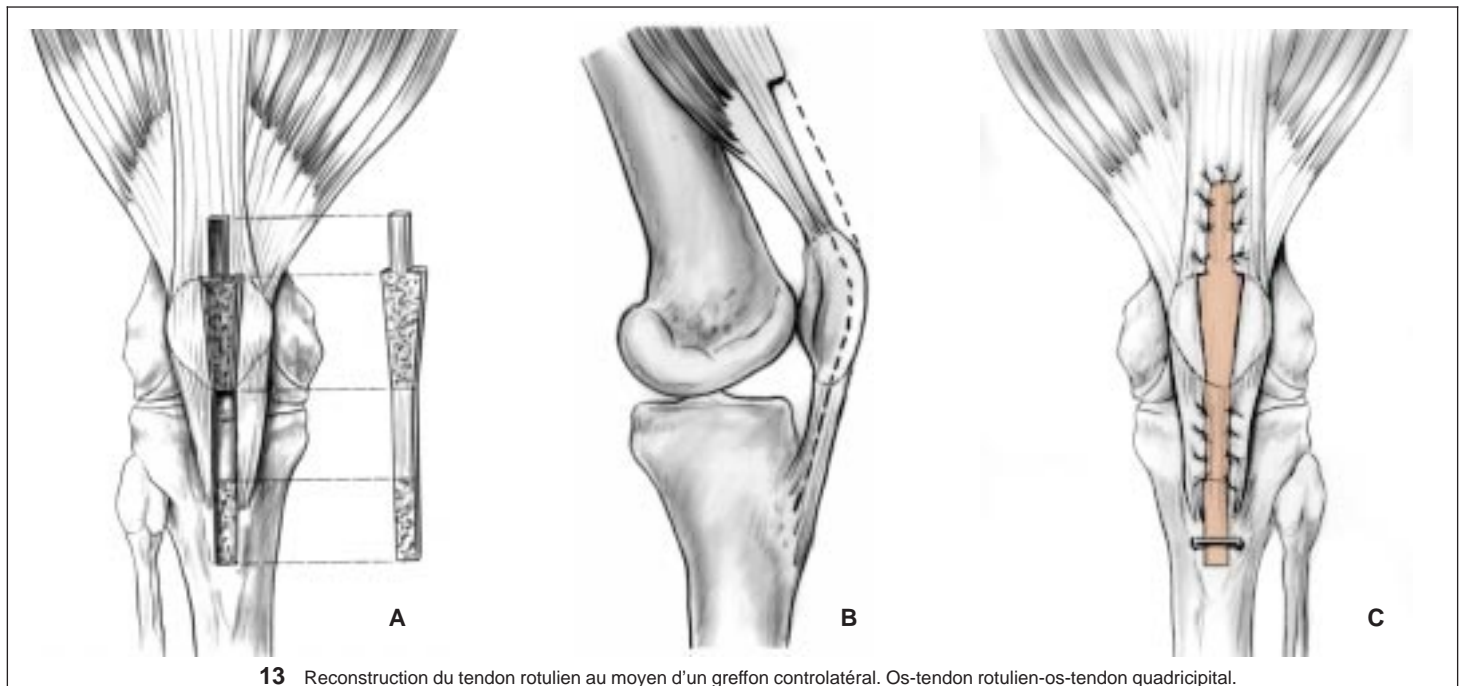
On distingue trois types de lésions.

Fractures, décollements épiphysaires de l'enfant et de l'adolescent

Traitement

Méthodes

Le traitement conservateur consiste en une réduction par manœuvre externe suivie d'une immobilisation plâtrée proche de l'extension pendant 30 à 45 jours.



13 Reconstruction du tendon rotulien au moyen d'un greffon controlatéral. Os-tendon rotulien-os-tendon quadricipital.

Le traitement chirurgical consiste en un vissage simple. La voie d'abord est antérieure, verticale, centrée sur la fracture. Après réduction, l'ostéosynthèse est assurée par des broches, ou mieux, par une ou deux vis spongieuses munies de rondelles ^[66]. Leur trajet doit soigneusement éviter le cartilage de conjugaison.

Indication

Le traitement est purement orthopédique dans le stade I (fracture non déplacée) et chirurgical pour les stades II et III. Le risque d'épiphyse antérieure du cartilage de conjugaison, à l'origine d'un genu recurvatum, est toujours possible, même en cas de traitement orthopédique d'un stade I, en liaison avec le traumatisme initial. Les parents doivent en être informés et la surveillance doit être prolongée dans le temps.

Fracture de la tubérosité tibiale antérieure compliquant les fractures des plateaux tibiaux

Cette lésion est en fait relativement fréquente puisqu'elle est présente dans 10 % des fractures des plateaux tibiaux ^[65]. Cette fracture survient en général lors d'un accident de la circulation : elle est associée dans la plupart des cas à une fracture bitubérositaire. Le traitement chirurgical comporte la synthèse de la TTA après reconstruction de l'épiphyse proximale du tibia.

Fracture et arrachements iatrogènes de la tubérosité tibiale

Diagnostic

Ils se rencontrent au décours d'un relèvement de la TTA (instabilité rotulienne objective, prothèse du genou). La baguette tibiale est fixée par des vis et c'est au cours d'un traumatisme minime ou d'une chute que l'on observe la fracture de la baguette au-dessus des vis. Cet accident peut également survenir lors d'un abaissement rotulien pour rotule haute chez un adolescent spastique. Néanmoins, ces arrachements ou pseudarthroses s'observent presque exclusivement lorsque la baguette a été totalement détachée et sont exceptionnels lorsqu'elle reste pédiculée à sa partie distale comme dans l'Emslie-Trillat.

Traitement

Le traitement est avant tout préventif. Il faut prélever une baguette osseuse suffisamment longue (8 cm) et comportant du tissu spongieux. La fixation est assurée par deux vis AO de 4,5 ou trois vis de 3,5 en compression, prenant bien la corticale tibiale postérieure, suivant un trajet horizontal ^[72].

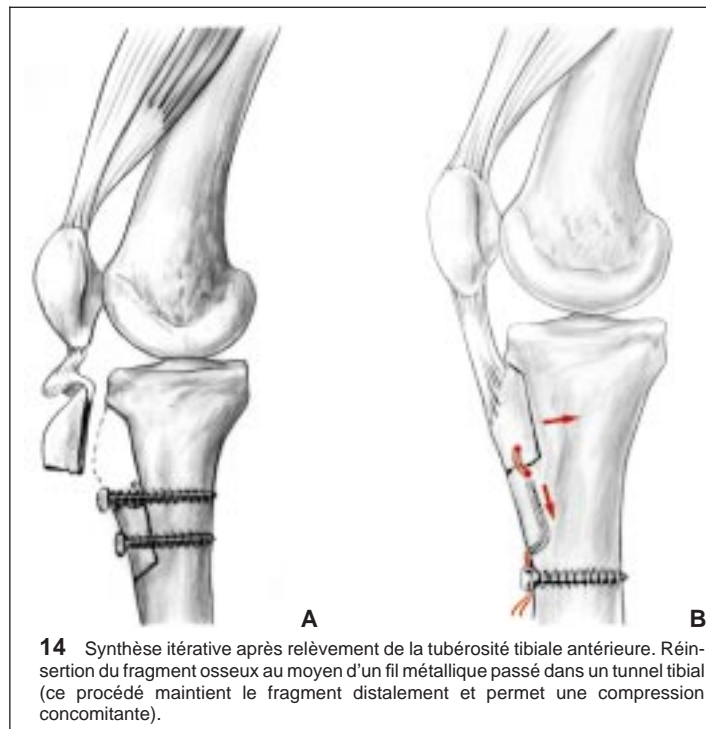
Le traitement curatif consiste en la fixation itérative du fragment osseux proximal sur la TTA. Le foyer de pseudarthrose est avivé soigneusement. Une greffe de spongieux est disposée dans le foyer. Le fil métallique passé dans le fragment osseux le tracte vers le bas. La fixation distale se fait au moyen d'une vis sur laquelle s'appuie le fil. La réalisation d'un tunnel tibial, dans lequel passe le fil tracteur, permet d'assurer la compression du fragment osseux et de la greffe. Une agrafe ou une vis peuvent compléter cette compression si le fragment est de taille suffisante (fig 14).

Les suites postopératoires et la rééducation sont communes aux autres lésions de l'appareil extenseur.

Fractures de rotule

Généralités - classification

Les fractures de rotule correspondent non seulement à une atteinte de l'appareil extenseur du genou, mais elles ont également la particularité d'être des fractures articulaires. À ce titre, le retentissement sur le genou risque de limiter non seulement l'extension, mais plus généralement la fonction du genou en laissant des séquelles douloureuses avec raideur. À terme, elles risquent de compromettre l'avenir social, sportif et professionnel du blessé. La fracture de rotule expose par ailleurs à de nombreuses complications immédiates ou à moyen terme et au



traitement particulièrement difficile avec finalement un résultat souvent incomplet. Il est donc indispensable de bien les connaître afin de pouvoir prévenir leur survenue ou de les prendre correctement en charge.

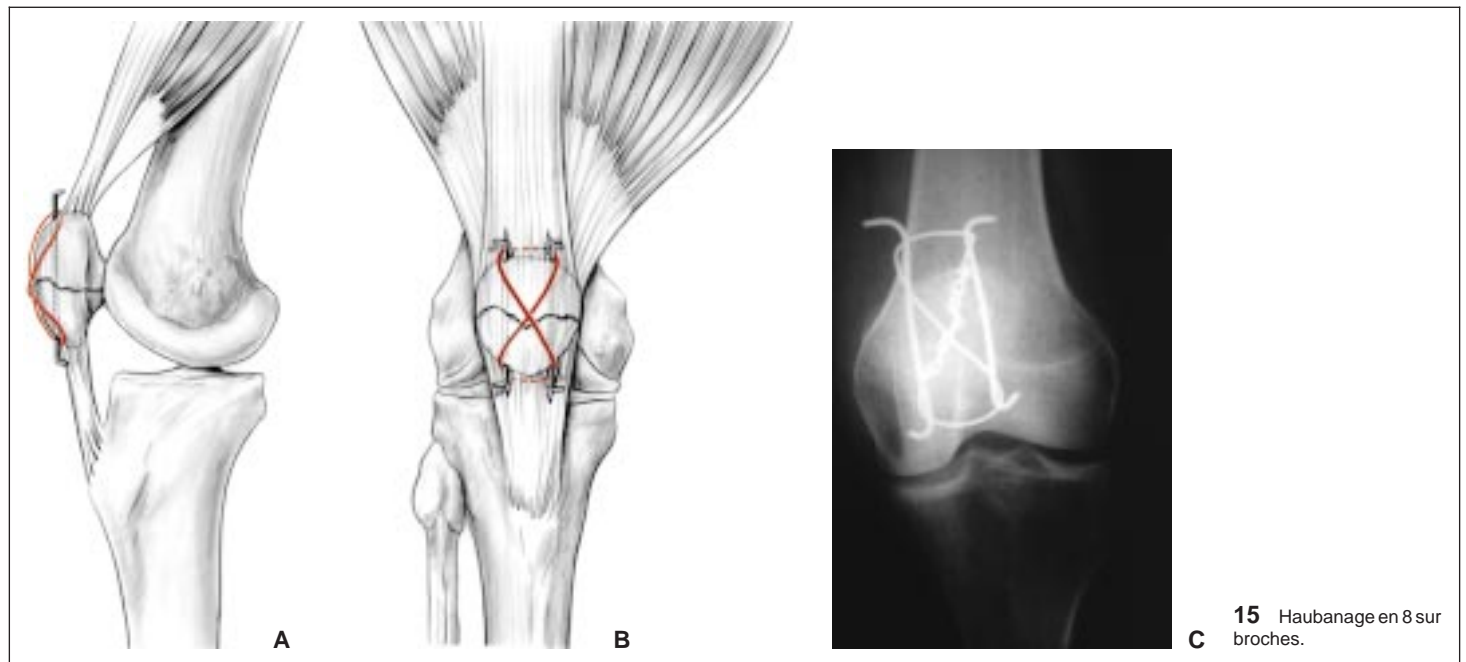
Au terme du bilan radioclinique, le type de fracture peut être précisé en fonction du trait de fracture et du déplacement. On peut distinguer des fractures transversales déplacées ou non déplacées, des fractures verticales internes ou externes, des fractures polyfragmentaires, voire comminutives, déplacées ou non, des fractures ostéochondrales sous la forme d'un corps étranger radio-opaque détaché au détriment de la face articulaire de la rotule. On peut encore observer des fractures-avulsions du bord supérieur ou inférieur de la rotule (*sleeve fracture*), surtout chez l'enfant ^[4]. Ces fractures articulaires ont fait l'objet d'une classification en trois types selon Duparc ^[54, 82]. Cette classification s'applique aux fractures comportant au moins un trait articulaire transversal.

Traitement

Méthodes

Traitement orthopédique

Celui-ci peut demander une hospitalisation de quelques jours lorsque le patient souffre beaucoup ou, bien sûr, s'il existe des lésions associées ^[15]. Une hémarthrose abondante et douloureuse doit être ponctionnée dans des conditions d'asepsie parfaite. Une attelle amovible postérieure genou fléchi à 20° est mise en place, associée à des antalgiques et des anti-inflammatoires. La rééducation est débutée dès que possible entre 0 et 60°. Entre deux séances de rééducation, le genou est replacé dans son attelle de repos à 20°. À partir du dixième jour, en fonction de la douleur, les amplitudes de mobilisation peuvent être augmentées, sans dépasser 90°, jusqu'à ce que la consolidation soit acquise, aux alentours du quarante-cinquième jour. La rééducation comporte également des mobilisations douces de la rotule, latéralement et verticalement. Le réveil du quadriceps est entrepris précocement. Il ne doit y avoir aucun travail contre résistance du quadriceps sous peine de risque d'un déplacement secondaire. L'appui est autorisé avec une attelle en extension, car dans ces conditions le quadriceps est décontracté et il n'exerce pas de traction délétère sur la rotule. L'utilisation de cannes canadiennes n'est pas obligatoire, mais souvent nécessaire. Elle dépend de la capacité du patient à marcher avec une attelle d'extension. Des radiographies de surveillance sont indiquées à j8, j15 et j45 pour vérifier la consolidation et l'absence de déplacement secondaire.



15 Haubanage en 8 sur broches.

Traitement chirurgical

• Principes techniques

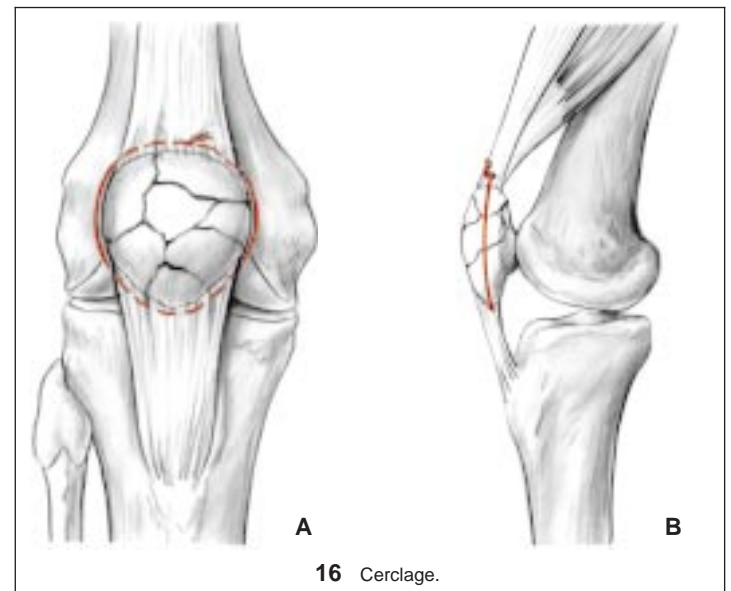
Le patient est installé en décubitus dorsal, un support à ménisque disposé sous le genou, ainsi maintenu à 45° de flexion, ou au moyen d'une cale distale sous le pied. Un garot pneumatique est disposé à la racine de la cuisse. La voie d'abord est le plus souvent verticale, médiane ou paramédiane interne. Elle est parfois imposée par la plaie dans les fractures ouvertes, nécessitant un parage des berges et un lavage abondant de l'articulation. S'agissant d'une fracture articulaire, la réduction doit être parfaite. L'arthrotomie exploratrice limitée est systématique, le plus souvent interne même si l'articulation est visible à travers les fragments osseux. Elle recherche des lésions chondrales qui peuvent affecter la surface trochléenne ou des condyles ainsi que la face postérieure de la rotule, mais surtout elle permet de contrôler la réduction anatomique. On peut aussi suggérer d'utiliser l'arthroscopie pour faire le bilan articulaire et limiter l'arthrotomie, mais cela est techniquement difficile en raison de l'hémarthrose, des fuites d'eau et de la difficulté à explorer les facettes articulaires rotuliennes. Le foyer de fracture est nettoyé à la curette, le tissu fibreux invaginé est refoulé de part et d'autre du foyer fracturaire sur chacune des berges pour contrôler la réduction et limiter les incarcérations, sources de pseudarthroses. La réduction est maintenue transitoirement par un davier à pointe « dent de lion » d'Ollier. Les ailerons chirurgicaux sont suturés lorsqu'ils apparaissent déchirés. Plusieurs méthodes d'ostéosynthèse sont possibles. Elles ont surtout pour but d'assurer un montage solide qui permet une mobilisation rapide du genou sans risque de déplacement secondaire.

• Méthodes

Les méthodes d'ostéosynthèse sont nombreuses.

– Le haubanage sur broches.

Il utilise le principe de compression du hauban ^[70] (fig 15A, B). Disposé en avant de la face antérieure de la rotule, il est mis en tension lors de la flexion du genou. Il empêche ainsi la tendance naturelle au diastasis antérieur au cours de la flexion du genou. Il nécessite qu'il n'y ait pas de defect sur la face postérieure articulaire de la rotule. Deux broches parallèles de 18/10° sont introduites de part et d'autre de la ligne médiane, séparant la rotule en trois tiers égaux. En haut, il faut disciser un peu les fibres du tendon quadricipital pour repérer les broches qui font issue au bord supérieur de la rotule, dans l'épaisseur du tendon. Les extrémités des broches dépassent en haut et en bas. Le hauban est achevé par un fil métallique qui est passé en avant de la rotule et en arrière de l'extrémité de chacune des broches suivant un trajet en « 8 » ou sous la forme d'un simple cadre (fig 15C). Il est préférable de faire passer le fil dans l'épaisseur des tendons quadricipital et rotulien, ce qui prévient le débricolage en cas de migration d'une des broches. Le serrage du fil



16 Cerclage.

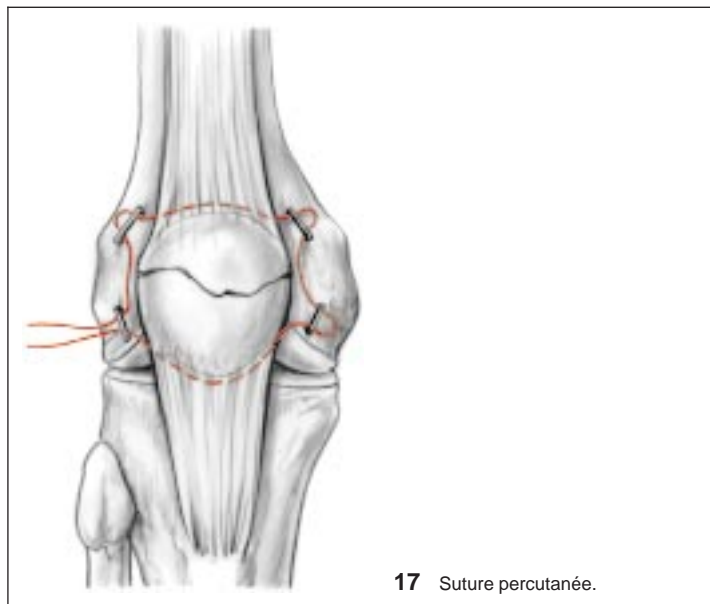
métallique assure la compression des différents fragments. La boucle qui ferme le cerclage doit être recoupée et retournée soigneusement pour ne pas menacer la peau, en regard du tendon quadricipital. De même, les broches doivent être recoupées et recourbées à leurs extrémités. Le haubanage sur broches est la technique de référence. Son intérêt principal est qu'il se met en tension lors de la flexion du genou et lutte contre l'éversion de la face antérieure de la rotule. Pour respecter son principe, il doit passer en avant de la rotule et non sur les côtés. Il permet en outre un certain modelage articulaire, fort utile dans les fractures polyfragmentaires où la réduction anatomique est illusoire.

– Le haubanage simple par fil métallique.

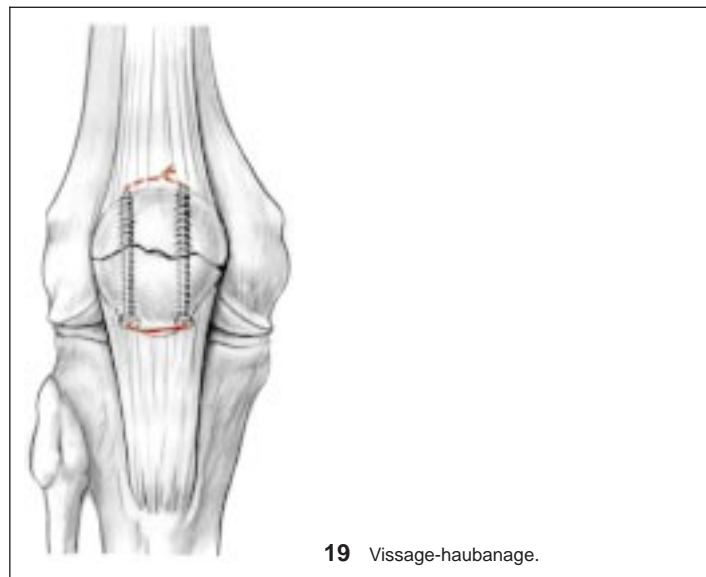
Le principe est le même mais le cadre métallique n'est pas appuyé sur des broches mais simplement passé distalement dans l'épaisseur du tendon rotulien et proximale dans le tendon quadricipital. L'inconvénient de cette technique est lié au fait que les fils sont appuyés sur les parties molles tendineuses qui n'ont pas la stabilité des broches.

– Le cerclage.

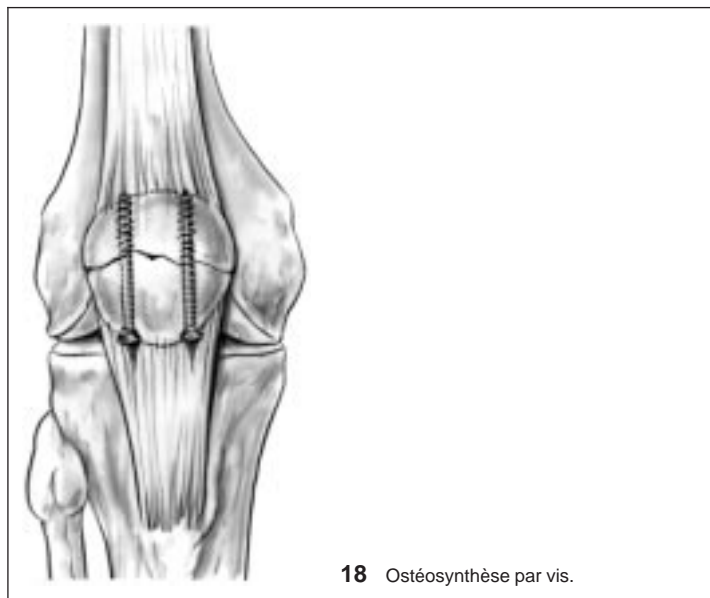
Il ne reprend pas le principe du hauban antérieur. Il consiste simplement en la mise en place d'un fil métallique circulaire longeant la périphérie de la rotule et passant distalement dans le tendon rotulien et proximale dans le tendon quadricipital (fig 16). Lors du serrage, les fragments sont réunis les uns aux autres de manière concentrique. Le cerclage et le haubanage peuvent être combinés.



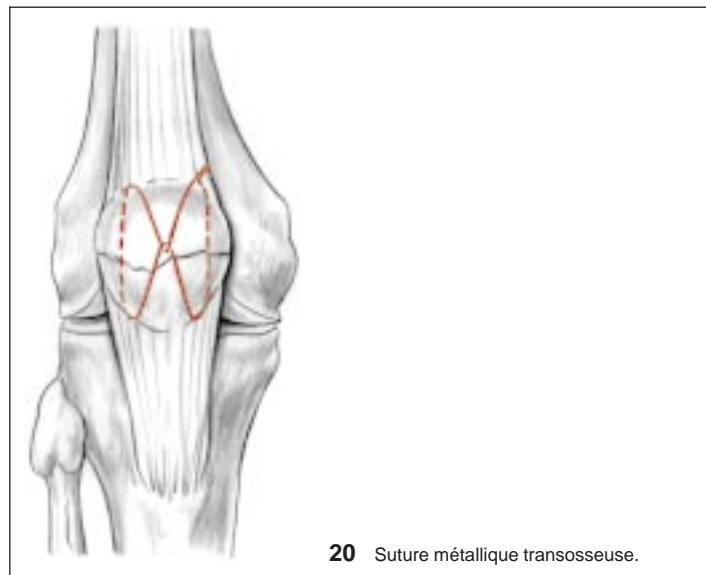
17 Suture percutanée.



19 Vissage-haubanage.



18 Ostéosynthèse par vis.



20 Suture métallique transosseuse.

– La suture percutanée ^[59].

Cette technique reprend le principe du cerclage mais est réalisée à l'aide d'un fil de suture non métallique passé en percutané et dont le serrage assure la cohésion des différents fragments (fig 17). Cette technique récente et élégante n'a pas encore fait la preuve de sa fiabilité.

– L'ostéosynthèse par vis.

Le principe du vissage en compression est classique et peut être appliqué à toutes les ostéosynthèses. L'avantage est d'utiliser un matériel peu encombrant et intraosseux sans risque de migration du matériel ou de lésion cutanée qui sont parfois observées avec l'utilisation de fils métalliques et de broches. S'agissant d'un montage rigide, il ne tolère pas le moindre défaut de réduction. La tenue des vis doit être suffisante, ce qui contre-indique leur emploi en cas d'os porotique. Recommandée par Benjamin ^[6], cette ostéosynthèse utilise deux vis AO 3,5 parallèles. Elle peut être utilisée en cas de fractures verticales, mais surtout en cas de fractures transversales (fig 18).

– Le vissage percutané assisté par arthroscopie ^[11].

Le contrôle de la réduction est assuré par arthroscopie, la stabilisation du foyer de fracture est effectuée au moyen d'un davier pointu transcutané, deux vis sont mises en place en percutané. On peut utiliser idéalement des vis canulées mises en place sur des broches transitoires.

– Le vissage-haubanage.

Certains auteurs proposent d'effectuer un haubanage qui ne s'appuie pas sur les tendons ni sur des broches mais dont le fil métallique est passé à travers deux vis canulées qui ont été préalablement mises en place

parallèlement entre elles et perpendiculairement au foyer de fracture (fig 19). Le cerclage métallique peut être disposé en cadre ou en 8. Son serrage assurerait une stabilité et une sécurité maximales. Théoriquement séduisant, il associe les inconvénients des deux systèmes et n'a en fait guère d'intérêt dans la mesure où les deux fragments osseux ne sont pas mis en compression par le serrage du fil métallique, les vis ne permettant pas leur migration.

– La suture métallique transosseuse ^[57].

Cette technique, peu répandue, utilise uniquement un fil métallique. Deux tunnels parallèles sont effectués dans le grand axe de la rotule dans lesquels sont passés un fil métallique croisé en avant de la rotule et dont le serrage assure une compression des fragments (fig 20). Cette suture transosseuse peut être complétée par un cerclage lorsqu'il existe de multiples fragments périphériques.

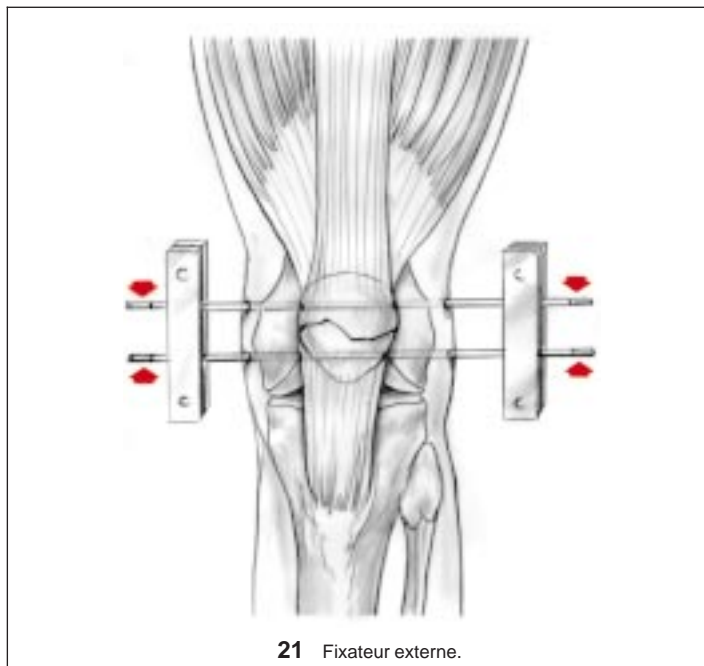
– Le fixateur externe.

Il est surtout recommandé en cas de fractures négligées nécessitant le rapprochement puis la mise en compression progressive des fragments éloignés ou en cas de fractures ouvertes où la présence de matériel d'ostéosynthèse interne rend le risque septique important ^[78]. La technique consiste en l'introduction de deux broches parallèles transversales passant le long des bords supérieur et inférieur de la rotule mises en percutané (fig 21). L'extrémité des broches étant reliée par deux clamps latéraux qui permettent la compression immédiate ou progressive.

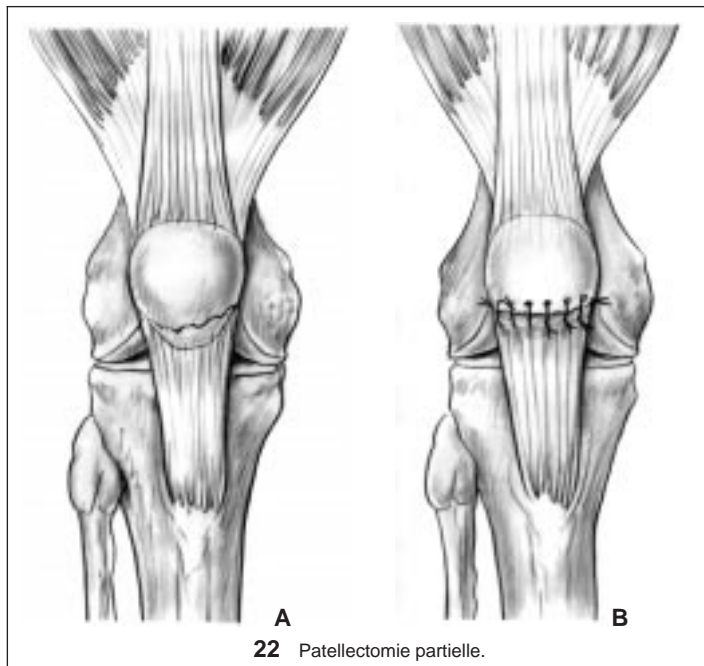
– La patellectomie.

Patellectomie partielle.

Lorsqu'il existe une perte de substance du cartilage articulaire ou une comminution particulièrement sévères, aucune réduction satisfaisante



21 Fixateur externe.



22 Patellectomie partielle.

n'est possible, mais une patellectomie qui consiste en l'ablation des fragments qui ne peuvent être ostéosynthés est envisageable. Lorsque le tendon fibreux prérotulien est en continuité, il n'est pas nécessaire de reconstruire l'appareil extenseur par un apport tendineux ou synthétique supplémentaire.

Lorsque la résection intéresse le pôle supérieur de la rotule, le tendon quadricipital doit être fixé par des points transosseux au pôle supérieur de la rotule restante. On se retrouve alors dans une situation équivalente aux ruptures distales du tendon quadricipital.

De même, lorsque la résection concerne le pôle inférieur, le tendon rotulien doit être fixé à la partie distale et postérieure de la rotule restante pour éviter une bascule sagittale antérieure de celle-ci (fig 22). La fixation utilise des points transosseux, auxquels il faut ajouter un renfort tel qu'une bandelette tressée ou une plastie au demi-tendineux, plutôt qu'un cadrage métallique (cf supra Ruptures du tendon rotulien).

Dans les fractures comminutives laissant persister la pointe de la rotule on peut proposer un encastrement de celle-ci dans le fragment proximal préalablement évidé à la curette. La fixation se fait au moyen de fils transosseux passés de bas en haut à travers le fragment distal, puis à travers la logette proximale, pour être noués en tension au sommet de la rotule, comprimant ainsi les fragments entre eux.

Lorsqu'il s'agit d'une fracture longitudinale, l'exérèse simple des petits fragments latéraux est suffisante.

Lorsque la résection doit emporter plus de la moitié de la rotule, il vaut mieux préférer une patellectomie totale [53]. En effet, dans ce cas, la rotule restante dont la congruence est insuffisante risque de basculer, entraînant une cinétique fémoropatellaire conflictuelle et douloureuse.

Patellectomie totale [51].

Les conséquences biomécaniques de la patellectomie totale ne sont pas négligeables. Elle entraîne une augmentation importante du travail du quadriceps (15 à 50 %) [47, 48, 73, 91] et augmente de 30 % les contraintes au niveau du tendon rotulien [68]. Déjà en 1909, Heineck [41], rejoint par d'autres auteurs [40, 63, 87], condamnait cette technique pour les fractures simples et indiquait qu'elle devait être réservée aux fractures comminutives échappant à toute ostéosynthèse. À l'inverse, d'autres publications [16, 30, 42] ont rapporté un certain succès des patellectomies totales. En tout état de cause, cette technique mutilante n'est à envisager qu'en dernier recours.

Autant que possible l'exérèse des fragments rotuliens doit respecter le surtout fibreux qui assure la continuité de l'appareil extenseur. Pour y parvenir, il faut utiliser une arthrotomie parapatellaire interne et éverser la rotule en dehors.

Le rétablissement de la continuité peut faire appel à une tubulisation du surtout fibreux restant. Certains, comme Trillat, proposent de conserver la pointe de la rotule qui est extra-articulaire. Si le tissu restant est insuffisant on peut réaliser, à la manière de Castaing, une plastie au moyen d'un lambeau quadricipital en V inversé que l'on retourne vers le bas, ce qui permet de combler la perte de substance.

Les soins postopératoires reposent sur le même principe que ceux évoqués au chapitre du traitement orthopédique.

Indications

Elles reposent sur les données de l'examen clinique confrontées à l'analyse des radiographies [71].

Traitement orthopédique

Il est indiqué lorsque le déplacement est faible, c'est le cas des fractures verticales sans incongruence des surfaces articulaires avec un déplacement latéral inférieur à 1 mm, des fractures transverses extra-articulaires non déplacées, ou des fractures transversales intra-articulaires mais dont le déplacement n'excède pas 1 mm avec une congruence articulaire dont l'imperfection ne doit pas excéder 1 mm de « marche d'escalier » [15].

Traitement chirurgical

Lorsque les déplacements dépassent les critères précédents, il faut recourir à la réduction chirurgicale à ciel ouvert ou sous arthroscopie associée à une ostéosynthèse. La plus efficace est l'ostéosynthèse par fil métallique (haubanage en 8) appuyée sur des broches (ou des vis) [6, 26, 70, 83, 97]. La fixation par vis seule est réservée généralement aux fractures à trait transversal ou vertical simple et lorsque l'os n'est pas porotique (sujet jeune). Lorsqu'il existe une ouverture du foyer de fracture, le traitement de la fracture repose sur le même principe. L'ostéosynthèse n'est pas contre-indiquée à condition que la couverture cutanée soit suffisante, que l'on associe des antibiotiques à large spectre et un drainage suffisant. En cas de perte de substance étendue, il faut préférer avoir recours à des lambeaux cutanés, libres ou pédiculés, plutôt qu'à la patellectomie totale. Lorsque la fracture est comminutive ou la perte de substance osseuse abondante, il est illusoire d'espérer une réduction anatomique. La patellectomie est envisageable. L'alternative est d'obtenir la consolidation des multiples fragments au moyen d'un cerclage. La mobilisation passive et douce associée, sur un appareil motorisé, permet le modelage de la face articulaire de la rotule sur la surface trochléenne.

Le fixateur externe peut être employé en cas de fracture ouverte ou de fracture négligée dont les fragments sont éloignés, pour obtenir un rapprochement progressif.

Lorsque la fracture survient sur une rotule arthrosique, dont le résultat fonctionnel, même en cas de bonne réduction, ne sera pas satisfaisant a priori, une patellectomie totale peut être envisagée, d'autant plus qu'elle ne compromet pas toujours le résultat fonctionnel d'une prothèse totale de genou ultérieure [71].

Le traitement des fractures associées, du fémur surtout, mais aussi du tibia, fréquemment observées après un accident de la voie publique, doit être conduit dans le même temps opératoire que celui de la rotule à chaque fois que cela est possible. Tout doit concourir à une mobilisation précoce du genou car le risque de raideur est majeur [22]. En cas de rupture associée du ligament croisé postérieur (LCP), s'il existe une avulsion osseuse fémorale ou tibiale, sa réinsertion sera effectuée en même temps que l'ostéosynthèse de rotule. Lorsque la rupture du LCP est intraligamentaire, on débute par l'ostéosynthèse de la rotule et le traitement du LCP est éventuellement envisagé ultérieurement, en fonction de la tolérance fonctionnelle.

Complications

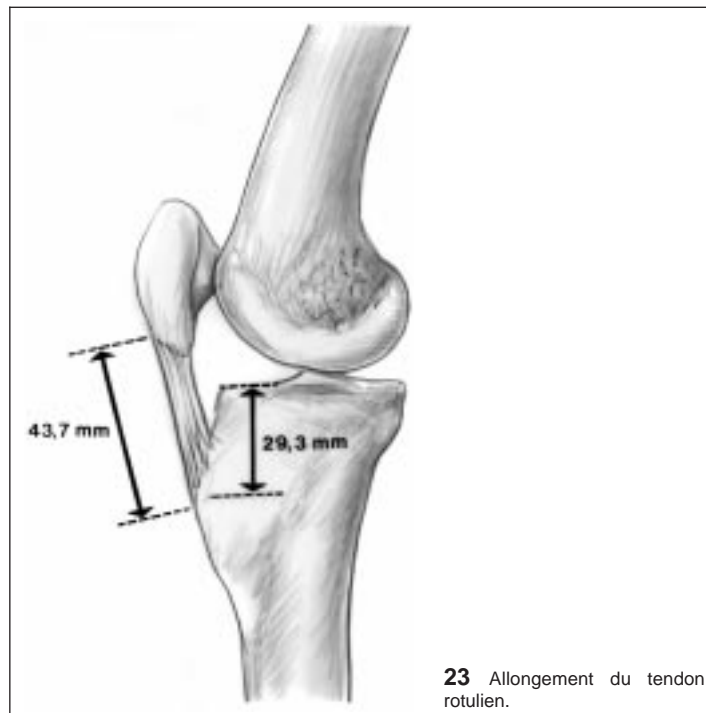
Raideurs du genou

Elles constituent une complication fréquente et se manifestent le plus souvent par un défaut de flexion. Elles s'inscrivent parmi les raideurs postopératoires, parfois définitives, d'origine intra-articulaire. Elles peuvent être la conséquence d'adhérences du quadriceps consécutives à une fracture du fémur associée, mais aussi de la rétraction des ailerons après algoneurodystrophie. Un traitement de choix consiste en une arthrolyse du genou [45]. Les mobilisations en force sous anesthésie générale sont à proscrire du fait du risque de débricolage de l'éventuel matériel d'ostéosynthèse, du risque de rupture du tendon quadricipital ou du tendon rotulien, de l'avulsion de la TTA ou de lésions cartilagineuses par hyperpression. Il faut préférer à cette méthode ancienne et dangereuse l'arthrolyse conduite sous arthroscopie. Celle-ci est indiquée dans les 3 premiers mois, alors que la raideur est liée à quelques brides cicatricielles facilement levées. Après le sixième mois, l'arthrolyse arthroscopique est souvent insuffisante et le recours à une chirurgie à ciel ouvert est le plus souvent nécessaire. L'arthrolyse doit comporter une libération des adhérences du cul-de-sac sous-quadricipital ainsi que des joues condyliennes internes et externes. Lorsqu'elle est réalisée tardivement et que la rotule est abaissée, elle doit comporter en outre une section des ailerons rotuliens internes et externes par deux voies d'abord pour éviter les décollements cutanés prérotuliens avec le risque de nécrose qui en découle. Dans les suites de l'arthrolyse, l'appui précoce est autorisé et, dans la mesure du possible, tous les traitements anticoagulants sont proscrits, même à dose préventive, en raison du risque de complication locale liée à l'hématome. Le genou doit être mis en place dans des gouttières de postures alternées en flexion et en extension, toutes les 6 heures, durant les 4 à 8 jours suivant l'intervention. Une rééducation active sur attelle motorisée pluriquotidienne est prescrite entre les périodes de repos dans les attelles posturales. La lutte contre la raideur doit toujours être avant tout préventive, reposant sur la mobilisation précoce, la lutte contre l'infection, le traitement des fractures associées...

Rotules basses

Les rotules basses modérées sont assez fréquentes. Elles sont asymptomatiques et ne nécessitent aucune mesure particulière. Les rotules basses sévères surviennent après traitement orthopédique ou chirurgical mal conduit. En phase aiguë, elles peuvent être suspectées devant la survenue de douleurs importantes, inhabituelles, gênant la rééducation, la mobilité de la rotule est réduite et le réveil du quadriceps tardif. Cliniquement, elles se manifestent par des douleurs prérotuliennes à type de brûlure ou en « étai », avec sensation de barre sous-rotulienne et de genou serré. Les douleurs sont exacerbées par l'appui en flexion et les escaliers. La flexion est également limitée. La radiographie permet de visualiser la morphologie de la rotule, la modification de la trame osseuse et de mesurer l'index rotulien qui est inférieur à 0,6 [20]. La vue axiale retrouve les classiques images en « coucher de soleil ». Cette complication doit surtout faire l'objet de mesures préventives. Il faut éviter d'immobiliser le genou en extension et préférer une attelle de repos à 20° de flexion qui met en tension le tendon rotulien. Il faut proscrire les cadrages métalliques unissant la rotule au tibia dont le serrage excessif peut abaisser la rotule et la faire basculer.

Lorsque la rotule basse est constituée, elle peut être traitée par un allongement du tendon rotulien [27] ou par une ostéotomie d'ascension de la TTA. L'évaluation précise de la hauteur rotulienne et de la longueur du tendon peut reposer sur les mesures radiographiques par la mesure de



23 Allongement du tendon rotulien.

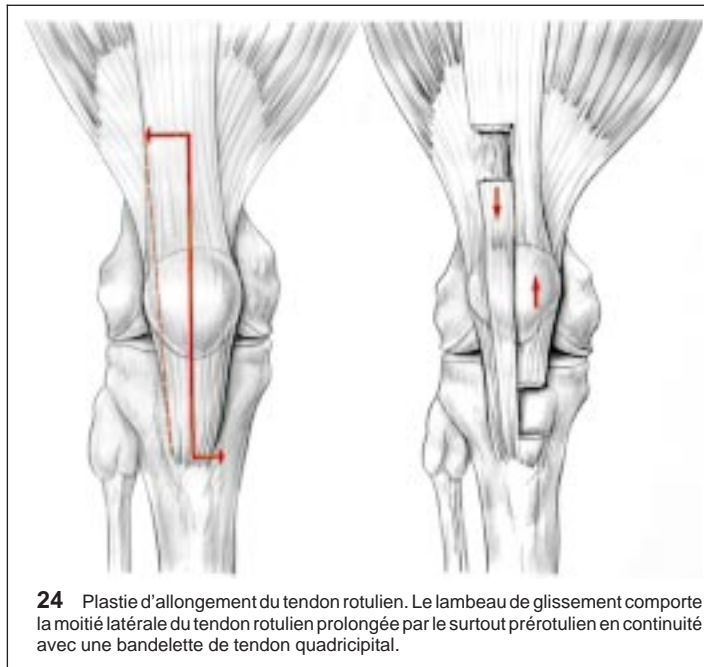
l'index rotulien de Caton et Deschamps [20], mais surtout actuellement sur les mesures en imagerie par résonance magnétique (IRM) [55]. En IRM, la longueur moyenne du tendon rotulien dans une population témoin est de 43,7 mm, tandis que la hauteur de la tubérosité tibiale est de 29,3 mm, cette dernière mesure étant constante, y compris chez des patients souffrant de rotule haute. Ainsi, l'option de remonter la tubérosité tibiale nous paraît moins logique que l'allongement du tendon lui-même qui a notre préférence (fig 23).

L'allongement du tendon rotulien repose sur le principe du lambeau de glissement décrit par Dejour [27]. Le patient est installé comme pour une fracture de rotule. La voie d'abord est verticale médiane mais souvent dictée par les voies précédentes. L'intervention débute par la section large des ailerons rotuliens de part et d'autre du tendon, de la rotule et la libération du paquet adipeux (*fat pad*) sous-rotulien. Au besoin, cette libération se poursuit proximale en discisant l'aponévrose des vastes le long de leur bord inférieur. Un lambeau comportant la moitié externe du tendon rotulien, du surtout prérotulien prolongé par une bandelette externe aux dépens du tendon quadricipital, est préparé et laissé pédiculé sur la tubérosité tibiale (fig 24A). La moitié interne du tendon rotulien est sectionnée au ras de la TTA et permet la remontée de la rotule (fig 24B). La bonne hauteur est vérifiée par un cliché de contrôle de profil à 30° de flexion. Le lambeau est suturé bord à bord sur toute sa longueur avec le tendon quadricipital, le surtout prérotulien et le tendon rotulien restant. Le tout est renforcé par une bandelette tressée de PDS® comme exposé précédemment. La fermeture nécessite souvent des incisions de décharge de la berge interne pour rallonger l'aileron interne rétracté. L'aileron externe est laissé ouvert en règle. La rééducation n'est pas spécifique, seule l'attelle de repos en flexion à une angulation supérieure, 60° environ, en fonction du degré nécessaire à la mise en légère tension du tendon rotulien. Elle sera conservée environ 1 mois entre les séances de kinésithérapie.

La correction de la hauteur rotulienne par ostéotomie de transfert proximal de la TTA est plus simple mais elle est moins logique. Certains préfèrent l'employer mais l'indication doit être limitée aux rotules basses modérées, d'ailleurs souvent peu ou pas symptomatiques.

Pseudarthroses

Par définition, elles correspondent à une non-consolidation après un délai de 6 mois. Elles se manifestent par des signes fonctionnels où la douleur domine, associés à une faiblesse du genou dans la vie quotidienne et des difficultés dans les escaliers, tandis que les activités sportives sont impossibles. L'extension active est diminuée. Les radiographies objectivent l'écart dû à l'ascension du fragment proximal et à la rétraction du tendon rotulien.



Le traitement théorique, mais peu fiable, repose sur l'ostéosynthèse itérative des fragments et l'autogreffe spongieuse après avivement du foyer de pseudarthrose [9, 84].

Le renfort par greffon controlatéral est notre technique de prédilection [28, 81]. Le principe est le même que pour la reconstruction du tendon rotulien. Une fois les fragments rapprochés et avivés, l'ostéosynthèse est réalisée, ménageant une tranchée verticale sur la face antérieure de la rotule destinée à recevoir le greffon autologue controlatéral, qui pontre la fracture. Cette option présente le double avantage d'un apport osseux autologue et d'un renfort mécanique longitudinal mais elle reste techniquement difficile.

Ainsi, l'excision d'un ou plusieurs fragments nécrosés, associée à une réparation du système extenseur, est souvent nécessaire même si elle a pour conséquence de raccourcir le système extenseur [25].

Cals vicieux

La consolidation des fractures de rotule comme de toutes les fractures peut se faire en position vicieuse. Différents types de cals vicieux sont observés.

Dans les cals vicieux avec décalage, la surface articulaire est le siège d'une « marche d'escalier ». Ce décalage est à l'origine de douleurs, de blocages ou accrochages rotuliens. Lorsque le décalage excède 1 mm, la correction chirurgicale précoce est souhaitable pour éviter la survenue d'une arthrose. Une fois la consolidation obtenue, la seule solution théorique serait l'ostéotomie correctrice de la rotule, dans le cal, mais cette technique n'est pas classiquement utilisée.

Lorsqu'il s'agit d'une fracture transversale ou verticale, on peut observer un diastasis résiduel. Celui-ci ne doit pas être toléré s'il excède 2 mm. Si la consolidation est acquise, elle conduit à une mégarotule. Lorsqu'il s'agit d'une fracture de la pointe qui consolide avec un diastasis, cela conduit à une image particulière avec ossification en goutte. Elle s'accompagne d'une réduction de la longueur fonctionnelle du tendon rotulien et de douleurs comparables à celles observées dans les rotules basses. Lorsque la gêne fonctionnelle est sévère, une patellectomie du pôle inférieur sera proposée, souvent associée à un renfort par des bandelettes résorbables, voire une autogreffe par demitendineux ou mieux par un greffon controlatéral pour prévenir une avulsion du tendon rotulien [28].

On peut en rapprocher les mégarotules ou patella magna qui correspondent à un élargissement de la rotule qui paraît s'étaler [96]. Fréquemment observées après une fracture de rotule, elles sont souvent asymptomatiques. Le traitement éventuel repose sur la régularisation de l'os excédentaire dont la limite est fixée par le pourtour de la surface cartilagineuse articulaire de la rotule latéralement, et les tendons quadricipital et rotulien verticalement. Lerat décrit la patellectomie modelante sous forme d'une résection rectangulaire avec deux traits de

scie horizontaux, parallèles aux pôles de la rotule, et deux traits parallèles à ses bords. Distalement, il faut veiller à l'intégrité du tendon rotulien. Il faut insister également sur le respect des ailerons rotuliens (risque de nécrose).

Arthrose fémoropatellaire

Elle est favorisée par une réduction imparfaite et une immobilisation prolongée [36, 44]. Edwards [34] a montré que l'évolution arthrosique à long terme était liée à un diastasis supérieur ou égal à 2 mm et/ou un décalage supérieur à 1 mm, justifiant la réduction chirurgicale des fractures déplacées. Le traitement médical doit être poussé au maximum, associant antalgiques, anti-inflammatoires non stéroïdiens, infiltration, physiothérapie... En cas d'échec, la patellectomie partielle ou encore les prothèses fémoropatellaires peuvent être indiquées [2].

Cas particuliers

Fractures ostéochondrales

Elles correspondent à l'avulsion d'un fragment d'os sous-chondral et du cartilage adhérent. Elles ne rentrent pas strictement dans le cadre des ruptures de l'appareil extenseur dans la mesure où elles n'interrompent pas la chaîne d'extension du genou. Le traitement repose sur l'exérèse simple, sous arthroscopie, du fragment libre intra-articulaire.

Fractures de rotule chez l'enfant

Les fractures de rotule chez l'enfant sont exceptionnelles. Elles représentent moins de 1 % de la pathologie traumatique de l'enfant [7, 62]. Elles sont également rares chez l'adolescent. En effet, la rotule est protégée par l'épaisseur du cartilage articulaire qui amortit les chocs, et la laxité ligamentaire la met à l'abri des traumatismes indirects. Le diagnostic peut en être difficile. Il ne faut pas hésiter à recourir aux clichés comparatifs. Toute hémiarthrose post-traumatique doit la faire suspecter systématiquement. On en distingue trois types :

- les fractures du corps de la rotule, qui n'ont rien de spécifique par rapport à l'adulte et répondent aux mêmes principes de traitement ;
- les avulsions du pôle supérieur ou inférieur de la rotule, qui sont les plus fréquentes avant 16 ans [79]. Elles correspondent à l'avulsion du tendon rotulien ou quadricipital emportant un fragment ostéocartilagineux plus ou moins important. Elles dominent au pôle inférieur de la rotule, déterminant la *sleeve fracture* ou fracture en « manchon ». Le diagnostic n'en est pas toujours aisé. En effet, l'avulsion peut emporter un fragment distal du noyau d'ossification, parfois visible sur les radiographies (fig 25A). L'extension de la lésion au cartilage articulaire est invisible, tout au plus on peut la soupçonner devant l'existence d'une hémiarthrose (fig 25B). L'ascension de la rotule peut être notée mais elle est inconstante. L'IRM permet de préciser l'étendue exacte de la lésion ou même d'établir le diagnostic positif lorsque les radiographies sont normales [4]. Le traitement doit être chirurgical ;
- les fractures ostéochondrales sont plus fréquentes chez l'adolescent et sont le plus souvent consécutives à une luxation externe de la rotule.

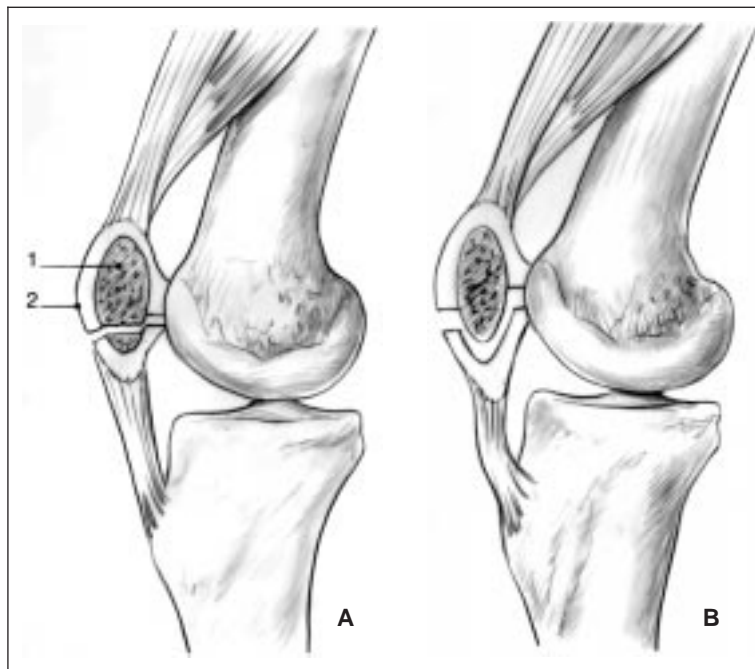
Fractures de fatigue

Le traitement repose sur le repos sportif et sur l'adaptation des habitudes d'entraînement. Le traitement chirurgical est envisagé pour synthétiser une fracture déplacée ou pour l'exérèse d'un fragment osseux marginal. Une intervention à visée étiologique peut être proposée dans certains cas à type de section d'un aileron rotulien ou d'expansion du vaste externe, voire de plastie d'allongement du vaste interne ou externe (fig 26). La résection du fragment supéroexterne d'une patella bipartita peut être proposée dans certaines formes douloureuses [77, 93].

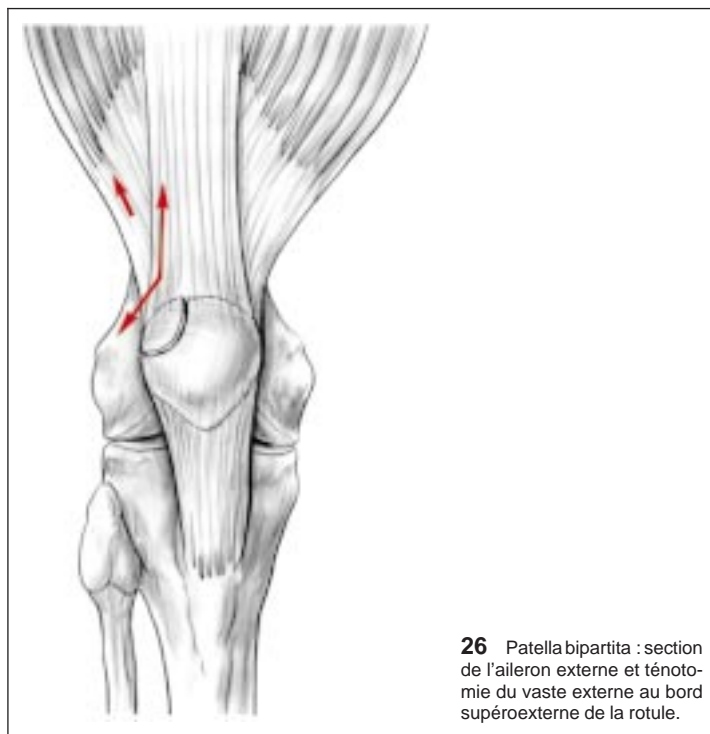
Fractures de rotule après chirurgie du genou

Fractures de rotule sur prothèse totale du genou

Les complications rotuliennes sont au premier rang des complications après prothèse totale de genou. La fréquence des fractures de rotule sur prothèse est estimée à environ 3 % [29, 32, 38, 52, 58, 60]. Un certain nombre de facteurs de risque sont mis en évidence. Ils comportent la résection osseuse excessive, les nécroses de la rotule liées à une voie d'abord



25 Sleeve fracture. 1. Noyau d'ossification ; 2. manchon cartilagineux.



26 Patella bipartita : section de l'aileron externe et ténotomie du vaste externe au bord supéroexterne de la rotule.

extensive, une flexion dépassant 120° (la rotule venant s'écraser sur le carter fémoral en cours de flexion), la présence d'un plot central sur le bouton rotulien (qui crée une zone de faiblesse et agit comme un billot) et les prothèses du genou après ostéotomie tibiale de valgisation. La section de l'aileron externe parfois associée ou la résection du ligament adipeux^[52] ont un rôle controversé et ne constituent pas un facteur de risque dans notre expérience.

Le traitement dans ce contexte ne peut pas faire appel à l'ostéosynthèse classique dans la mesure où la qualité et la quantité d'os disponible sont insuffisantes. D'autre part, les risques de complications septiques ou de nécroses cutanées sont trop importants. Le traitement doit se limiter à l'exérèse de fragments de ciment ou à l'ablation simple du bouton rotulien.

Fractures de rotule après greffe du ligament croisé antérieur

Elles sont exceptionnelles^[24]. Elles sont estimées à moins de 1 % des cas. Elles surviennent lors du prélèvement du greffon aux dépens du tiers moyen du tendon rotulien prolongé par une baguette osseuse prélevée

sur la rotule. Lorsque le prélèvement est trop agressif, une fracture peut survenir qui peut être diagnostiquée en peropératoire, ou il peut s'agir d'une simple fissure qui se révèle au décours de la rééducation.

En cas de fracture verticale, le recours à un vissage transversal simple, en compression par une vis AO de 4,5, est suffisant. En cas de fracture horizontale, le haubanage sur broche est la technique de choix. La rééducation est différée. Le genou est maintenu au repos dans une attelle à 20° de flexion pour limiter le risque de rotule basse, et une flexion n'excédant pas 90° avant 45 jours.

D'une manière générale, les fractures de rotule compliquant une chirurgie du genou prothétique ou ligamentaire compromettent sérieusement le résultat final et nécessitent souvent une reprise chirurgicale précoce souvent mal vécue par le patient, comme la plupart des complications iatrogènes.

Soins postopératoires

La rééducation doit prendre en compte des contraintes importantes exercées sur la rotule.

Mesures générales

La surveillance de la cicatrice opératoire est indispensable. En flexion, la vascularisation cutanée prérotulienne est nettement diminuée. D'autre part, le matériel superficiel peut menacer la peau. Insistons sur le risque de nécrose cutanée en cas de reprise itérative, lié à la survenue d'un hématome prérotulien, et qui nous conduit à limiter l'emploi des anticoagulants, d'autant plus que l'appui précoce est le plus souvent autorisé. L'ablation des drains de Redon s'effectue entre le troisième et le cinquième jour postopératoire. L'ablation des fils survient entre j12 et j15. Des anti-inflammatoires non stéroïdiens, des antalgiques et un glaçage sont prescrits à la demande.

Rééducation

Le genou est immobilisé alternativement dans une attelle de repos à 20° empêchant l'abaissement de la rotule, et une attelle en extension pour la marche, pour limiter la flexion, source de contraintes excessives sur la réparation chirurgicale. La mobilisation est entreprise immédiatement sur attelle motorisée entre 0 et 60°. Elle permet d'obtenir progressivement 90° de flexion du genou au quarante-cinquième jour, plus rarement d'emblée, lorsque le montage est suffisamment solide. La consolidation ou la cicatrisation sont obtenues habituellement en 45 jours. La mobilisation sans restriction est alors entreprise. La reprise de

l'appui est immédiate sous couvert d'une attelle en extension tant que le verrouillage actif du quadriceps n'est pas acquis, puis sans attelle [28, 71]. Les béquilles ne sont pas indispensables. La mobilisation quotidienne de la rotule verticalement et horizontalement est également nécessaire.

La consolidation des fractures est suivie par des contrôles radiographiques à j7, j21 et j45. La reprise du sport entre 3 et 6 mois débute progressivement, après renforcement du quadriceps et bon contrôle proprioceptif. L'ablation de matériel éventuel s'effectue entre le sixième et le dix-huitième mois en fonction de la tolérance locale.



C'est du traitement initial que dépend l'avenir fonctionnel du genou. Imparfait, c'est le début d'une histoire longue et difficile. S'il existe un certain nombre de propositions thérapeutiques pour venir à bout de certaines complications, permettant de se tirer de situations compromises, voire catastrophiques, elles ne permettent le plus souvent pas de garantir un résultat excellent. Lorsque le traitement est bien conduit d'emblée, les séquelles se limitent à quelques douleurs climatiques.

Références

- [1] Appel MH, Seigel H. Treatment of transverse fractures of the patella by arthroscopic percutaneous pinning. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 119-121
- [2] Argenson JN, Guillaume JM, Aubaniac JM. Is there a place for patellofemoral arthroplasty ? *Clin Orthop* 1995 ; 321 : 162-167
- [3] Badelon O, Saillant G, Roy-Camille R. Les ruptures récentes du tendon rotulien : à propos de 9 cas. *J Chir* 1985 ; 122 : 519-522
- [4] Bates D, Hresko M, Jaramillo D. Patellar sleeve fracture : demonstration with MR imaging. *Radiology* 1994 ; 193 : 825-827
- [5] Benazet JP, Dufour C, Saillant G, Roy-Camille R. La chirurgie des lésions musculo-aponévrotiques du membre inférieur du sportif. *J Traumatol Sport* 1990 ; 7 : 80-89
- [6] Benjamin J, Bried J, Dohm M, Mcmurtry M. Biomechanical evaluation of various forms of fixation of transverse patellar fractures. *J Orthop Trauma* 1987 ; 1 : 219-222
- [7] Berard J, Ourcival S. Fractures et luxations traumatiques de la rotule. In : Groupe d'étude en orthopédie pédiatrique. Chirurgie et orthopédie du genou de l'enfant. Montpellier : Sauramps médical, 1993 : 285-291
- [8] Bjorkstom S, Goldie IF. A study of the arterial supply of the patella in the normal state, in chondromalacia and in osteoarthritis. *Acta Orthop Scand* 1981 ; 51 : 63-70
- [9] Bohler L. The treatment of fractures. New York : Grune and Stratton, 1959
- [10] Bonnel F. Anatomie de l'appareil extenseur du genou. In : L'appareil extenseur du genou. Paris : Masson, 1985 : 1-7
- [11] Bonnel F, Chevreil JP, Outrequin G. Anatomie clinique. Paris : Springer-Verlag, 1991 ; tome 1 : Les membres.
- [12] Bonnel F, Pujol J, Cahuzac JP, Dimeglio A. La vascularisation artérielle rotulienne et périrotulienne. In : L'appareil extenseur du genou. Paris : Masson, 1985 : 10-15
- [13] Bouchet A, Cuilleret J. Anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle. Villeurbanne : SIMEP, 1990 tome 3 : Le membre supérieur, le membre inférieur.
- [14] Bousquet G. Les ruptures traumatiques des ligaments croisés du genou. Problèmes physiopathologiques et traitement chirurgical. [thèse], Lyon, 1969
- [15] Braun W, Wiedermann M, Ruter A, Kundel K, Kolbinger S. Indications and results of nonoperative treatment of patellar fracture. *Clin Orthop* 1993 ; 289 : 197-201
- [16] Brooke R. The treatment of fractured patella by excision : a study of morphology and function. *Br J Surg* 1937 ; 24 : 733-747
- [17] Brossard JJ. Résultats de 3 années de consultations de médecine du sport dans un CHU. [thèse], Lyon, 1975
- [18] Carret JP. Biomécanique de l'articulation du genou. In : Conférences d'enseignements. Cahiers d'enseignements de la Sofcot. Paris : Expansion scientifique française, 1991 : 189-208
- [19] Caton J. Les fractures du système extenseur du genou (fractures de rotules exceptées). [thèse], Lyon, 1977 : n° 196
- [20] Caton J, Deschamps G, Chambat P, Lerat JL, Dejour H. Les rotules basses. À propos de 128 observations. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 317-325
- [21] Chalon JF. La grande fragilité de l'appareil extenseur (fractures de rotule exceptées). [thèse], Lyon, 1976 : n° 234
- [22] Chatta G, Orengo P. Les lésions traumatiques de l'appareil extenseur du genou. *Encycl Med Chir* (Elsevier, Paris), Appareil locomoteur, 14-081-A-10, 1985 : 1-14
- [23] Chekofsky KM, Spero CR, Scott WN. A method of repair of late quadriceps rupture. *Clin Orthop* 1980 ; 147 : 190-191
- [24] Christen B, Jakob RP. Fractures associated with patellar ligament grafts in cruciate ligament surgery. *J Bone Joint Surg* 1992 ; 74B : 617-619
- [25] Crenshaw AH. Operative orthopedics. St Louis : CV Mosby, 1987
- [26] Curtis MJ. Internal fixation for fractures of the patella. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72B : 280-282
- [27] Dejour H. Les rotules basses. 8^{es} Journées lyonnaises de chirurgie du genou. Lyon, 6 avril 1995
- [28] Dejour H, Denjean S, Neyret PH. Traitement des ruptures anciennes ou itératives du ligament patellaire par auto-greffe controlatérale. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 : 58-62
- [29] Deroche PH. La prothèse totale à glissement du genou HLS I. [thèse], Lyon, 1992 : n° 34
- [30] Dobbie RP, Ryerson S. The results of fractured patella by excision. *Surg Gynecol Obstet* 1992 ; 78 : 58-62
- [31] Donnezan B. Accidents musculaires chez le sportif. [thèse], Montpellier, 1975
- [32] Doolittle KH, Turner RH. Patellofemoral problems following total knee arthroplasty. *Orthop Rev* 1988 ; 17 : 696-702
- [33] Ecker ML, Lotke PA, Glazer RM. Late reconstruction of the patellar tendon. *J Bone Joint Surg* 1979 ; 61A : 884-886
- [34] Edwards B, Johnell O, Redlund I. Patellar fractures: a 30 year follow-up. *Acta Orthop Scand* 1989 ; 60 : 712-714
- [35] Ferro RM, Merrien Y, Latouche JC, Richard M, Vancuyck A, Berthelemy P. Aspect chirurgical des ruptures par élongation du droit antérieur chez le sportif. In : L'appareil extenseur du genou. Paris : Masson, 1985 : 49-56
- [36] Fourati MK, Essadam M, Ben Hassine M. Résultats lointains du traitement des fractures de rotule. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 361-364
- [37] Genety J, Brunet-Guedj E. Traumatologie du sport en pratique médicale courante. Paris : Vigot, 1976
- [38] Grace JN, Sim FH. Fracture of the patella after total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1988 ; 230 : 168-175
- [39] Hallisey M, Doherty N, Bennett W, Fulkerson J. Anatomy of the junction of the vastus lateralis tendon and the patella. *J Bone J Surg* 1987 ; 69A : 545-549
- [40] Haxton M. The function of the patella and the effects of its excision. *Surg Gynecol Obstet* 1945 ; 80 : 389
- [41] Heineck AP. The modern operative treatment of fractures of the patella. *Surg Gynecol Obstet* 1909 ; 9 : 177
- [42] Horwitz T, Lambert RG. Patellectomy in the military service. *Surg Gynecol Obstet* 1946 ; 82 : 423
- [43] Hsu KY, Wang KC, Ho WP, Hsu R. Traumatic patellar tendon ruptures : a follow-up study of primary repair and neutralization wire. *J Trauma* 1994 ; 36 : 658-660
- [44] Jaeger JH. L'arthrose fémoropatellaire. 61^e réunion annuelle de la Sofcot. Paris : Expansion scientifique française, 1986
- [45] Judet J, Judet H, Aouak D. Les raideurs du genou d'origine articulaire. *Chirurgie* 1989 ; 115 : 457-460
- [46] Judet R, Judet J. Rupture de l'appareil extenseur du genou. Traité de thérapeutique chirurgicale. Tome 1 : Chirurgie orthopédique et traumatologique des membres. Paris : Masson, 1964
- [47] Kaufer H. Mechanical function of the patella. *J Bone Joint Surg* 1971 ; 53A : 1551-1560
- [48] Kaufer H. Patellar biomechanics. *Clin Orthop* 1979 ; 144 : 51-54
- [49] Kelikian H, Riashi E, Gleason J. Restoration of quadriceps function in neglected tear of the patellar tendon. *Surg Gynecol Obstet* 1957 ; 104 : 200-204
- [50] Kelly DW, Carter V, Jobe F. Patellar and quadriceps tendon ruptures jumper's knee. *Am J Sports Med* 1984 ; 12 : 375-380
- [51] Kelly MA, Insall JN. Patellectomy. *Orthop Clin North Am* 1986 ; 17 : 289-295
- [52] Kraay MJ, Goldberg VM. Patellar fracture and breakage. In : Fu F, Harner C, Vince K eds. Knee surgery. Baltimore : William and Wilkins, 1995 : 1473-1482
- [53] Kuechle DK, Stuart MJ. Isolated rupture of the patellar tendon in athletes. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 692-295
- [54] Lajoie D, Benkhatar D. Les fractures de rotule. X^{es} journées de chirurgie orthopédique et traumatologique de l'hôpital Bichat, 5-6 mai 1983 : 1-23
- [55] Lapra C, Lecoultre B, Ait SI, Selmi T, Neyret P. Le tendon rotulien dans l'instabilité rotulienne : étude IRM. In : Le genou dégénératif, GETROA opus XXIV. Montpellier : Sauramps médical, 1997 : 227-232
- [56] Levy M, Goldstein J, Rosner M. A method of repair for quadriceps tendon or patellar ligament (tendon) ruptures without cast immobilization. Preliminary report. *Clin Orthop* 1987 ; 218 : 297-301
- [57] Lotke PA, Ecker ML. Transverse fractures of the patella. *Clin Orthop* 1981 ; 158 : 180-201
- [58] Lynch AF, Rorabeck CH, Bourne RB. Extensor mechanism complications following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1987 ; 2 : 589-591
- [59] Ma YZ, Zhang YF, Qu KF, Yeh YC. Treatment of fractures of the patella with percutaneous suture. *Clin Orthop* 1984 ; 191 : 235-241
- [60] MacCollum MS, Karpman RR. Complications of the PCA anatomic patella. *Orthopedics* 1989 ; 12 : 1423-1428
- [61] MacLaughlin HL. Repair of rupture of patellar tendon. *Am J Surg* 1947 ; 74 : 758-764
- [62] Maguire JK, Canale ST. Fractures of the patella in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 1993 ; 13 : 567-571
- [63] Maquet P. Mechanics and osteoarthritis of the patellofemoral joint. *Clin Orthop* 1979 ; 144 : 70-73

[64]

Maquet P. Biomechanics of the knee. Berlin : Springer-Verlag, 1984

[65]

Melere G. Les fractures des plateaux tibiaux. [thèse], Lyon, 1976

[66]

Mirbey J, Besancenot J, Chambers RT, Durey A, Vi-chard P. Avulsion fracture of the tibial tuberosity in the adolescent athlete. Risk factors, mechanism of injury, and treatment. *J Trauma* 1980 ; 20 : 867-872

[67]

Miskew D, Pearson R, Pankovich A. Mersilene strip su-ture in repair of disruptions of the quadriceps and patel-lar tendons. *Am J Sports Med* 1988 ; 16 : 336-340

[68]

Morrison JB. The mechanics of the knee joint in rela-tion to normal walking. *J Biom* 1970 ; 3 : 51-61

[69]

Moyen B, Comtet JJ, Brunet E, Genety J, Herzberg G. Ruptures du droit antérieur chez le sportif. In : L'appa-reil extenseur du genou. Paris : Masson, 1985 : 57-58

[70]

Muller ME, Allgower M, Schneider R, Willenegger H. Le cerclage à effet de hauban de la rotule. Manuel d'ostéosynthèse. Paris : Springer-Verlag, 1980 : 248-253

[71]

Neyret PH. Les fractures de la rotule. Conférences en-seignement Sofcot. Paris : Expansion scientifique fran-çaise, 1995 : 123-135

[72]

Neyret PH, Donell ST, Carret JP, Dejour H. Patellar ligament rupture treated by contralateral patellar liga-ment autograft and its application with tibial allografts. *Knee* 1994 ; 1 : 158-160

[73]

O'Donoghue DH, Thompkins F. Strength of quadriceps function after patellectomy. *West J Surg Obstet Gyne-col* 1952 ; 60 : 159-167

[74]

Pagnani MJ, Warner JP, O'Brien SJ et al. Anatomic considerations in harvesting the semitendinosus and gracilis tendons and a technique of harvest. *Am J Sports Med* 1993 ; 21 : 566-571

[75]

Persson K, Merkow R, Templeman D, Sieber J, Gustilo R. Patellar tendon rupture: description of a simplified operative method for a current therapeutic problem. *Arch Orthop Trauma Surg* 1992 ; 112 : 47-49

[76]

Pillet J, Achoubi R, Albaret P. À propos de 6 cas de rupture totale du droit antérieur chez le footballeur. *Med Sport* 1974 ; 3 : 21-131

[77]

Polard JL, Husson JL. Les fractures de fatigue de la rotule. In : Pathologie chirurgicale du genou du sportif. Paris : Expansion scientifique française, Cahiers d'en-seignement de la Sofcot, 1996 ; n°59 : 185-188

[78]

Quan-Yi L, Jia-Wen W. Fracture of the patella treated by open reduction and external compressive skeletal fixation. *J Bone Joint Surg* 1987 ; 69A : 83-89

[79]

Ray JM, Hendrix J. Incidence, mechanism of injury and treatment of fractures of the patella in children. *J Trauma* 1992 ; 32 : 462-467

[80]

Reider B, Marshall J, Koslin B, Ring B, Girgis F. The anterior aspect of the knee joint. *J Bone Joint Surg* 1981 ; 63A : 351-356

[81]

Reynaud P, Donell S, Dejour D, Neyret PH. Patellar fractures: pseudarthroses and malunions. *Curr Opin Orthop* 1996 ; 7 : 87-93

[82]

Ricard R, Moulay A. Les fractures de rotule. In : Ca-hiers d'enseignement de la Sofcot. Paris : Expansion scientifique française, 1975 : 75-91

[83]

Rink P, Scott F. The operative repair of displaced patel-lar fractures. *Orthop Rev* 1991 ; 20 : 157-165

[84]

Satku K, Kumar VP. Surgical management of non union of neglected fractures of the patella. *Injury* 1991 ; 21 : 108-110

[85]

Scapinelli R. Blood supply of the human patella. *J Bone Joint Surg* 1967 ; 49B : 563-570

[86]

Scapinelli R. Studies on the vasculature of the human knee joint. *Acta Anat* 1968 ; 70 : 305-311

[87]

Scott JC. Fractures of the patella. *J Bone Joint Surg* 1985 ; 67B : 416-419

[88]

Scuderi C. Ruptures of the quadriceps tendon. *Am J Surg* 1958 ; 95 : 629-635

[89]

Siwek CW, Rao JP. Ruptures of the extensor mecha-nism of the knee joint. *J Bone Joint Surg* 1981 ; 63A : 932-937

[90]

Smidt G. Biomechanical analysis of knee flexion and extension. *J Biomech* 1973 ; 6 : 79-92

[91]

Sutton F. The effect of patellectomy on knee function. *J Bone Joint Surg* 1976 ; 58A : 537-540

[92]

Takebe K, Hirohata K. Old rupture of the patellar ten-don. A case report. *Clin Orthop* 1985 ; 196 : 253-255

[93]

Teitz C, Harrington R. Patellar stress fracture. *Am J Sports Med* 1992 ; 20 : 761-765

[94]

Terry G. The anatomy of the extensor system. *Clin Sports Med* 1989 ; 8 : 163-177

[95]

Trillat A, Dejour H, Jouvinox P. Décalottement ostéo-périosté du tendon quadricipital chez l'adolescent. *Rev Chir Orthop* 1968 ; 54 : 294

[96]

Vainionpää S, Böstman O, Päätilä H, Rokkanen P. Megapatella following a rupture of patellar tendon. A case report. *Am J Sports Med* 1985 ; 13 : 204-205

[97]

Weber MJ, Janecki CJ, McLeod P, Nelson CL, Thomp-son JA. Efficacy of various forms of fixation of trans-verse fractures of the patella. *J Bone Joint Surg* 1980 ; 62A : 215-220

Sutures méniscales

T Ait Si Selmi
L Jacquot
P Neyret

Résumé. – Les lésions méniscales isolées, ou a fortiori associées à une lésion ligamentaire, de même que les méniscectomies, sont pourvoyeuses d'arthrose. De cette constatation est né le concept « d'économie méniscale », ou nécessité de conserver le capital méniscal. Les sutures à ciel ouvert ont fait leurs preuves, mais du fait d'une certaine iatrogénicité, de l'engouement pour l'arthroscopie et de la demande de solutions moins invasives, quantité de méthodes de réparation méniscales sont apparues sur le « marché ». Ces différentes techniques n'ont pas toutes fait la preuve de leur efficacité, et les plus récentes demandent à être éprouvées dans le temps. La survenue d'une lésion méniscale constitue un événement moins anodin qu'on ne pouvait le penser, et il convient de discuter avec discernement l'alternative d'une réparation ou d'une méniscectomie.

© 2003 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : ménisques, lésion méniscale, suture méniscale, arthroscopie.

Introduction

La survenue d'une lésion méniscale a souvent été considérée comme un accident mineur, dont le traitement de choix a longtemps été la méniscectomie, d'abord totale (intramurale), effectuée à ciel ouvert ; puis « économique » grâce à l'apport de l'arthroscopie. Nombre d'auteurs ont montré cependant le mauvais pronostic à long terme des lésions méniscales. C'est le cas en particulier pour les lésions méniscales internes, associées à une laxité antérieure, que celle-ci soit opérée ou non, avec survenue d'une arthrose fémorotibiale interne (AFTI) à 10 ans ou plus d'évolution [20, 25, 32, 57, 68]. Les méniscectomies sur genou stable, même partielles, n'ont pas un pronostic meilleur en termes d'arthrose, avec à 10 ans 20 % d'AFTI après méniscectomie interne, et 40 % d'arthrose fémorotibiale externe (AFTE) après méniscectomie externe [5, 25, 42, 45, 56, 58, 73, 79].

Le concept « d'économie méniscale », ou nécessité de conserver le capital méniscal, voire plus récemment de réalisation des greffes méniscales, s'est aujourd'hui imposé.

Repères historiques

La première suture méniscale a été réalisée par Thomas Annandale [4] en 1883.

Don King en 1936 fut le premier à rapporter la meilleure cicatrisation des lésions méniscales en situation périphérique, en rapport avec leur portion vasculaire [44].

À la même époque, il précisa la relation de cause à effet entre méniscectomie et arthrose [43], suivi par Fairbank [36] en 1948, qui fit la relation entre la méniscectomie, même partielle, et la survenue de modifications radiographiques.

Hiroshi Ikeuchi [40] réalisa la première suture méniscale sous arthroscopie à Tokyo en 1969.

De Haven [29] dans les années 1970 effectua la première suture méniscale par arthrotomie rétroligamentaire.

Henning [37] pratiqua la première suture sous arthroscopie aux États-Unis en 1980, et facilitera la diffusion de cette technique dans le monde entier.

Anatomie

La connaissance de l'anatomie et des différentes fonctions remplies par les ménisques permettent d'expliquer les conséquences délétères à terme sur le genou, lorsque ceux-ci sont déficients, d'une part, et de mieux appréhender les bases physiologiques de la cicatrisation méniscale, d'autre part.

ANATOMIE MACROSCOPIQUE

Les ménisques sont des fibrocartilages dont le bord périphérique est convexe, en forme de « C », qui s'interposent en partie entre le fémur et le tibia. On distingue trois tiers, ou segments, d'avant en arrière. Les extrémités sont aussi appelées cornes méniscales. On peut considérer les ménisques comme le prolongement des plateaux tibiaux, améliorant la congruence de l'extrémité supérieure du tibia avec les condyles fémoraux. Les ménisques sont plus épais en périphérie et attachés à la capsule articulaire, tandis que leur bord central est fin et libre de toute attache [85].

Le ménisque interne est globalement semi-circulaire et sa longueur est d'approximativement 3,5 cm. Il est plus épais en arrière. Il est inséré en avant sur le plateau tibial en avant du pied du ligament croisé antérieur. Juste en arrière, il est relié à la corne antérieure du ménisque externe par le ligament transverse. La corne postérieure est attachée au tibia en arrière, entre la corne postérieure du ménisque externe et le ligament croisé postérieur. Le segment moyen est intimement lié à la capsule articulaire. On distingue le ligament

Tarik Ait Si Selmi : Praticien hospitalier.
L Jacquot : Assistant-chef de clinique.
Philippe Neyret : Professeur, chef de service.
Service de chirurgie du genou, clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique, hôpital de la Croix-Rousse, centre Livet, 8, rue de Marnolles, 69300 Caluire, France.

méniscotibial (ligament coronaire des Anglo-Saxons) et le ligament ménisconfémoral. À sa partie moyenne, cette attache est renforcée par le faisceau profond du ligament latéral interne [85].

Le ménisque externe est presque circulaire, et recouvre une bonne partie de la surface du plateau tibial externe. Il est d'épaisseur constante sur toute sa longueur. La corne antérieure est attachée au plateau tibial en arrière de l'insertion du pied du ligament croisé antérieur, avec lequel il a quelques connexions. La corne postérieure est attachée au tibia juste en avant de la corne postérieure du ménisque interne [85]. En arrière, le ménisque externe est également relié à la face axiale du condyle externe au moyen des ligaments ménisconfémoraux qui cravatent le ligament croisé postérieur (ligament de Humphrey en avant et de Wrisberg en arrière). Il existe un tissu très lâche reliant la capsule et le bord périphérique du ménisque externe à sa partie moyenne, sans connexion avec le ligament latéral externe. Il existe une échancrure à sa partie moyenne et périphérique, ou hiatus poplité, livrant passage au tendon du muscle poplité.

MICROSTRUCTURE

Sur le plan histologique, le ménisque est un fibrocartilage composé d'un réseau de fibres de collagène entrelacées, de cellules (fibrochondrocytes) responsables de la synthèse du collagène et de la matrice comportant des glycoprotéines et des protéoglycanes. La matrice extracellulaire est composée essentiellement de collagène (60 à 70 % du poids sec). Le collagène est à 90 % de type I [35].

Le réseau de collagène forme une architecture tridimensionnelle responsable en grande partie des propriétés mécaniques des ménisques. L'orientation générale des fibres est circonférentielle. Ces fibres sont barrées par des fibres à orientation radiaire qui limiteraient l'éventualité d'une fissure longitudinale secondaire à une compression excessive [19]. La microscopie électronique permet de distinguer trois couches distinctes : une couche superficielle faite d'un réseau de fibres entrecroisées ; une couche sous-jacente formée de fibres dont l'orientation paraît plus anarchique ; et une couche moyenne, dont les fibres sont plus épaisses, dirigées de manière circonférentielle. C'est cette dernière couche qui confère aux ménisques leur résistance à la traction, et qui permet la transmission des contraintes à travers l'articulation du genou [9, 89].

VASCULARISATION

La cicatrisation méniscale est directement tributaire de la vascularisation méniscale, même si celle-ci est relativement pauvre [7, 26].

Seul le tiers périphérique est vascularisé chez l'adulte, la portion centrale demeurant avasculaire. L'apport vasculaire est issu essentiellement des artères géniculées interne et externe, supérieure et inférieure. Elles donnent des branches qui se distribuent en un plexus vasculaire synovial et capsulaire, à partir duquel est assuré l'apport sanguin de la périphérie des ménisques [7]. Les vaisseaux intraméniscaux ont une distribution radiaire, centripète, couvrant 10 % à 30 % du ménisque interne et 10 % à 25 % du ménisque externe, à partir du bord périphérique. L'artère géniculée moyenne contribue à la vascularisation des cornes méniscales antérieures et postérieures par le biais de leurs attaches ligamentaires sur le tibia. L'hiatus poplité est pratiquement avasculaire.

Fonctions

TRANSMISSION DES CONTRAINTES

Les ménisques jouent un rôle fondamental dans la transmission des contraintes à travers l'articulation du genou. Environ 50 % des

contraintes en compression sont transmises à travers les ménisques, genou en extension, et environ 85 % genou fléchi à 90° [1]. En cas de méniscectomie, l'aire de contact entre les extrémités osseuses est réduite d'approximativement 50 %, ce qui augmente singulièrement les forces par unité de surface, et explique la survenue de lésions chondrales [1]. Ceci se traduit en pratique par la survenue d'ostéophytes, d'une modification du contour des condyles (remodelé), et la survenue d'un pincement articulaire [25, 36, 56].

La méniscectomie même partielle accroît sensiblement les contraintes fémorotibiales. Une résection même limitée, de 15 % à 34 % du capital méniscal est susceptible d'augmenter les pressions de contact de 350 % [70].

ABSORPTION DES CHOCS

Les propriétés viscoélastiques des ménisques auraient pour effet d'absorber les chocs au cours de la marche, la méniscectomie diminuant cette capacité d'absorption de 20 % [70, 84]. La perte de cette propriété serait également susceptible d'expliquer l'évolution arthrosique à long terme en cas de méniscectomie [63].

CONTRÔLE DE LA TRANSLATION TIBIALE ANTÉRIEURE

Bien que la méniscectomie interne isolée ne paraisse pas modifier la translation tibiale, il a été démontré que la méniscectomie associée à une rupture du ligament croisé antérieur augmentait significativement la translation tibiale antérieure [32, 38, 57]. Cependant, la méniscectomie externe ne semble pas avoir le même effet sur la translation tibiale antérieure, même en cas d'absence du ligament croisé antérieur [46].

LUBRIFICATION

Le profil des ménisques permet d'ajuster très nettement la conformité des surfaces articulaires, et contribue ainsi à la congruence globale de l'articulation. Cette aspect particulier contribuerait également à la lubrification de l'articulation.

PROPRIOCEPTION

Les ménisques paraissent jouer un rôle proprioceptif, en particulier par l'apport d'informations sur la position articulaire. Cela est suggéré par l'existence de terminaisons nerveuses de types I et II au sein des cornes méniscales.

Cicatrisation

DONNÉES HISTOLOGIQUES

La cicatrisation méniscale est directement tributaire de la proximité de la lésion méniscale avec la vascularisation attenante, comme l'ont démontré les travaux fondamentaux de King [43]. Cependant, la capacité de la vascularisation à générer une réponse inflammatoire comparable à celle observée dans les processus de cicatrisation des tissus conjonctifs est toute aussi importante [7].

Après la survenue d'une lésion dans la portion vasculaire du ménisque, il apparaît un caillot fibrinocruorique, riche en cellules de l'inflammation. À partir de la berge périphérique vascularisée, le réseau capillaire se développe et prolifère, à travers ce support fibrineux. Ce phénomène s'accompagne de la prolifération de cellules mésenchymateuses indifférenciées. Parfois, la lésion se comble d'un tissu cicatriciel cellulaire et fibrovasculaire qui relie les berges de la lésion, donnant un aspect continu et comparable au tissu adjacent normal. Le remodelage de ce tissu cicatriciel peut demander plusieurs mois avant de présenter un aspect normal [7]. Cependant, des études biomécaniques ont montré la faible résistance de ce tissu par comparaison avec un tissu méniscal normal (33 % à 8 semaines, 52 % à 4 mois et 62 % à 6 mois) [66].

FACILITATION

L'étude de la cicatrisation méniscale, corroborée par de nombreuses études cliniques, plaide pour la réparation des lésions en zone vasculaire périphérique dite « rouge-rouge », qui sont d'excellent pronostic. Les lésions siégeant à la limite de la zone vasculaire, ou zone « rouge-blanche », sont également susceptibles de cicatrifier par l'apport vasculaire qui émane de la berge périphérique.

Les lésions les plus centrales, en zone avasculaire, dite « blanche-blanche », sont quant à elles, au moins en théorie, incapables de cicatrisation. Les réparations méniscales n'ont d'ailleurs longtemps été proposées que dans les localisations comportant au moins une zone rouge, les lésions centrales étant traitées par une ménisectomie économique.

Cependant, dans le but d'étendre les indications à la zone blanche-blanche, un certain nombre d'artifices reposant sur des études expérimentales ont été proposés :

- la réalisation de perforations à travers la lésion permet de créer des canaux à travers lesquels les néovaisseaux et le tissu cicatriciel peuvent migrer, formant de véritables ponts [7, 83, 90] ;
- l'avivement (au moyen d'une râpe ou d'un couteau synovial) de la synoviale de la jonction ménisque-capsule, sur les bords supérieurs et inférieurs, conduisant à une prolifération vasculaire superficielle le long des faces fémorale et tibiale, venant en pont à la rencontre l'une de l'autre tapisser la berge périphérique de la lésion. La berge périphérique devient alors vasculaire et permet d'assurer la cicatrisation, comme on l'observe dans les zones rouge-blanche [37] ;
- l'adjonction d'un caillot fibrinocruorique a également permis chez le chien d'obtenir une cicatrisation en zone avasculaire, malgré l'absence de néovascularisation des berges de la lésion [8]. Ceci s'explique probablement par l'apport de facteurs sanguins localement (facteurs de croissance d'origine plaquettaire et fibronectine), issus du caillot et susceptibles de faciliter la migration et la prolifération cellulaire, comme cela a été montré à partir de cultures cellulaires chez le lapin [87, 88], ou la chèvre [62].

DONNÉES MÉCANIQUES

Bien que les modalités de la rééducation après suture méniscale diffèrent beaucoup d'une équipe chirurgicale à l'autre, il est indispensable d'avoir à l'esprit un certain nombre de données expérimentales pour déterminer un protocole postopératoire approprié.

■ Mobilisation articulaire

Au cours de la flexion du genou, il se produit une translation postérieure des ménisques sur les plateaux tibiaux. Le ménisque interne recule de 5,1 mm et le ménisque externe de 11,2 mm en moyenne [81]. Bien que ce recul soit observé tout au long de l'arc de flexion, il reste modéré, entre 15° et 60°. À l'inverse, dans les amplitudes extrêmes couplées à des rotations, des déformations méniscales importantes ont été observées [54]. Cependant, bien que les amplitudes articulaires extrêmes soient délétères pour la cicatrisation méniscale, une immobilisation complète diminue la formation et la maturation du collagène nouvellement formé [33].

■ Contraintes en compression (appui)

Les forces de compression induites par la reprise de l'appui, sont converties en forces de tension en raison de l'architecture même des ménisques [82]. L'effet de l'appui sur une lésion radiaire aurait tendance à séparer les bords de la lésion, ce qui est défavorable. À l'inverse, en cas de lésions longitudinales, qui sont les lésions accessibles à une suture, l'effet de la compression est théoriquement bénéfique puisqu'il tendrait à coapter les berges, donc à faciliter la cicatrisation.

Techniques

DIFFÉRENTS PROCÉDÉS

Il faut dans un premier temps opposer les sutures à ciel ouvert, où une véritable arthrotomie rétroligamentaire est effectuée, et les sutures réalisées par arthroscopie.

Parmi les techniques arthroscopiques, on distingue selon le trajet emprunté les techniques dites de dehors en dedans, de dedans en dehors et tout en dedans :

- dans les deux premiers cas il s'agit de véritables sutures, utilisant des fils montés sur des aiguilles, qui transfixient le ménisque respectivement depuis l'intérieur, ou depuis l'extérieur de l'articulation ;
 - dans le dernier cas, les différentes manœuvres sont conduites depuis l'articulation mais utilisent des fils, des implants, ou encore des implants munis de fils comme moyen de contention de la lésion.
- Chacune de ces techniques nécessite un certain nombre de voies d'abord arthroscopiques, combinées ou non à des contre-incisions. Les spécificités de chacune sont abordées aux paragraphes correspondants.

INSTALLATION

L'anesthésie doit être suffisante pour permettre de réaliser ces gestes assez minutieux avec un minimum de confort (anesthésie générale ou rachianesthésie). Le patient est installé en décubitus dorsal, avec un garrot à la racine de la cuisse. Le genou repose sur une cale latérale et le pied est appuyé sur une cale distale, permettant de maintenir le genou fléchi à 90° ou de l'étendre à la demande. Un étau peut être utilisé, mais avec l'inconvénient de restreindre la liberté de mouvement. Le clamage doit être large, surtout lorsque l'on doit associer d'autres gestes (greffe du ligamentaire ou ostéochondrale, ostéotomie, réduction d'une fracture...). Il est utile de disposer d'une arthropompe pour améliorer le champ de vision, ainsi que de matériel motorisé de type « shaver » pour aviver les berges de la lésion méniscale. Le temps exploratoire doit toujours précéder les gestes éventuellement associés, afin de définir préalablement la chronologie des gestes à effectuer et de se munir du matériel nécessaire.

TECHNIQUE À CIEL OUVERT (DE HAVEN)

Les techniques à ciel ouvert [30] sont moins en vogue depuis le développement de l'arthroscopie. Elles nécessitent de prolonger la voie d'abord interne en décollant la berge interne de l'incision, ou de réaliser une voie d'abord complémentaire postéro-interne ou postéroexterne. La capsule articulaire est incisée en regard de la lésion méniscale de même que la berge périphérique (fig 1). Des points verticaux séparés sont mis en place sous contrôle de la vue et appuyés sur la capsule. Le dernier point est effectué de telle sorte qu'il permet de suturer le mur méniscal précédemment incisé. Si cette technique est en perte de vitesse depuis l'avènement de l'arthroscopie, elle a l'avantage de l'abord direct de la lésion et limite le risque de complications. D'autre part, elle permet de réaliser des



1 Suture méniscale à ciel ouvert.

points verticaux qui cravatent les fibres longitudinales périphériques du ménisque, offrant la meilleure tenue à l'arrachement (105 N). Cependant, l'abord direct ne permet pas d'accéder aux lésions les plus centrales.

TECHNIQUES ARTHROSCOPIQUES

De nombreuses variantes techniques sont disponibles actuellement. Schématiquement, il faut opposer, selon la voie d'abord et le sens de la mise en place des sutures, les techniques dites de dehors en dedans ; les techniques dites de dedans en dehors et les techniques tout en dedans (*all inside*).

■ Technique de dedans en dehors (Henning)

Cette technique fut décrite par Henning [37], puis modifiée par Cannon [22, 24]. Elle nécessite une contre-incision rétroligamentaire interne ou externe. Il n'est en effet pas concevable de récupérer les aiguilles à l'aveugle, en transcutané, en raison du risque de lésions vasculonerveuses surtout pour les lésions de la corne postérieure.

Il est utile de tracer des repères anatomiques à l'aide d'un crayon dermographique (tête du péroné, tubercule de Gerdy, contour condylien, interligne articulaire) avant d'inciser la peau (fig 2A).

La voie d'abord accessoire est conduite genou fléchi à 90°. L'incision est verticale et parallèle au bord postérieur du ligament latéral interne (LLI) en dedans et du ligament latéral externe (LLE) en dehors. Elle mesure environ 7 cm et est conduite à cheval sur l'interligne, légèrement décalée vers le bas pour tenir compte du trajet oblique vers le bas des aiguilles provenant des voies arthroscopiques.

En dedans, la patte d'oie et le demi-membraneux sont refoulés en bas et en arrière. L'espace entre bord postérieur du LLI et bord antérieur du jumeau est repéré, puis l'espace entre face postérieure de la capsule et face antérieure du jumeau est décollé (fig 2B).

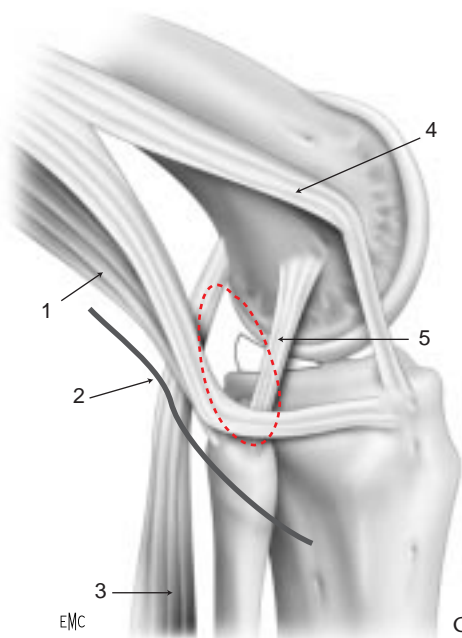
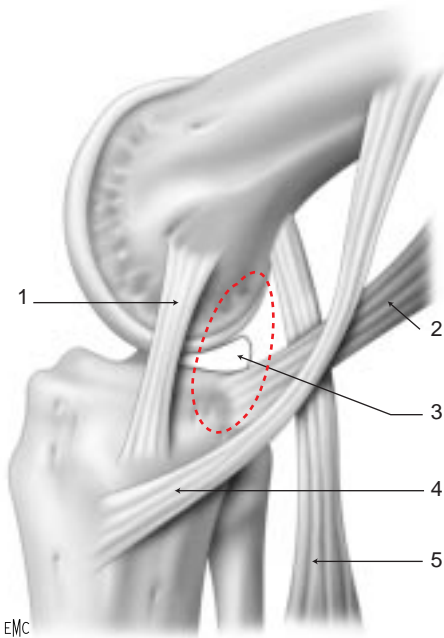
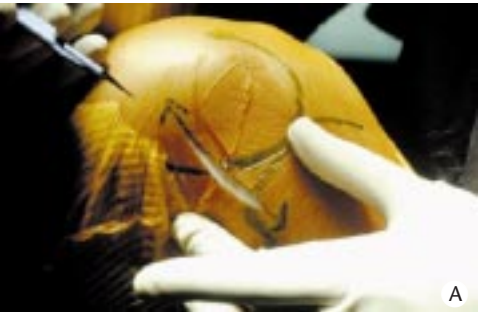
En dehors, le fascia lata est incisé horizontalement en regard du LLE. L'espace entre LLE en avant et jumeau en arrière est facilement repéré. La berge postérieure du fascia lata et la cloison intermusculaire attenante, ainsi que le biceps sont refoulés en bas et en arrière (protégeant le sciatique poplitée externe [SPE]), puis l'espace entre capsule postérieure est décollé (fig 2C).

Une valve spéciale (ou une simple cuillère) est alors disposée entre la capsule et la face antérieure du jumeau interne ou externe selon le cas (fig 2D).

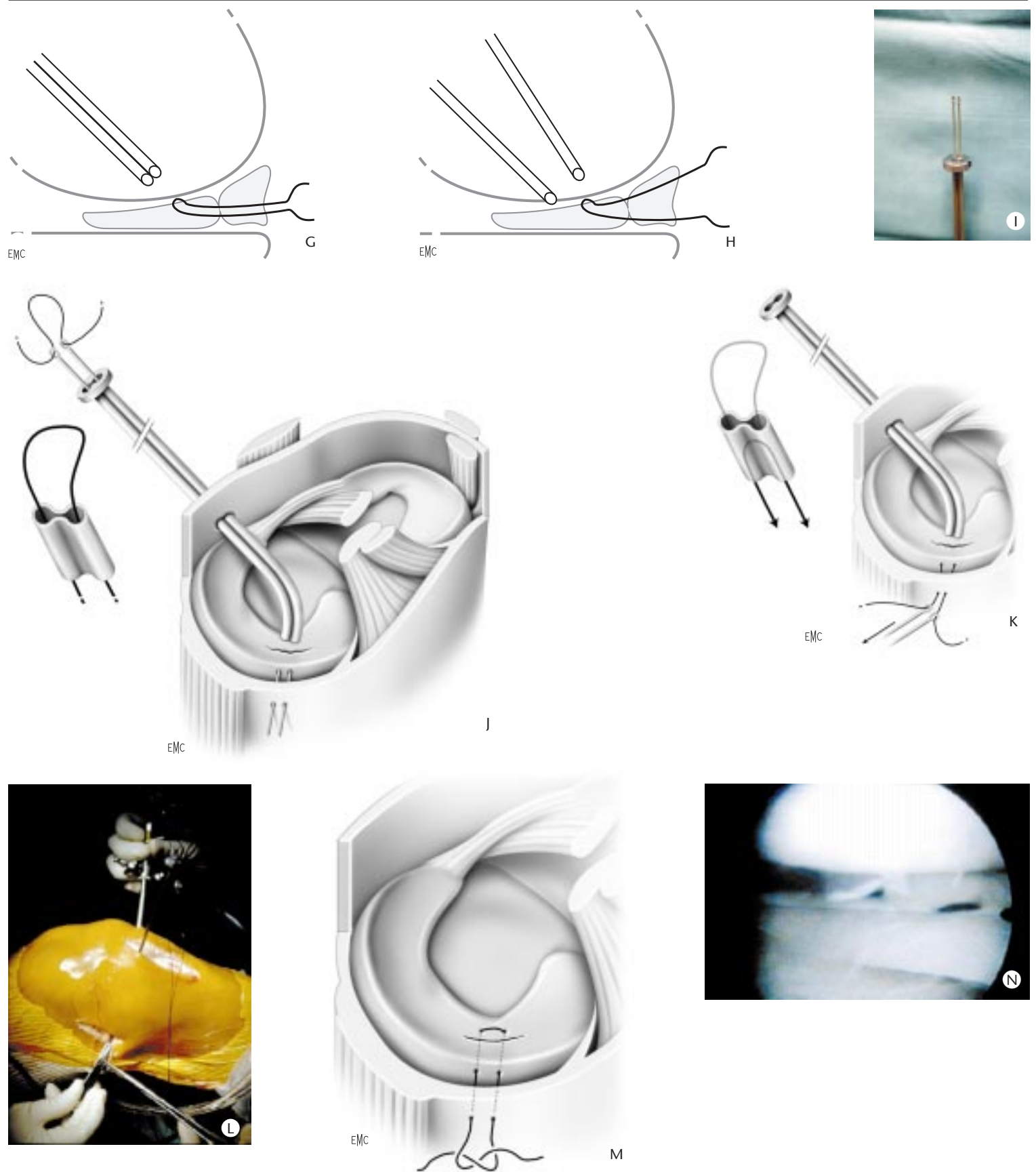
Le danger est constitué par l'artère poplitée en arrière, la branche accessoire du nerf saphène interne en dedans, ou le nerf sciatique poplitée externe en dehors.

On utilise des canons de visée simples ou doubles introduits, par la voie instrumentale, dont les variétés de courbures permettent d'atteindre chaque zone du ménisque incriminé (fig 2E). L'extrémité du canon vient alors s'appuyer, sous contrôle arthroscopique, sur le bord supérieur de la berge de la lésion (fig 2F).

Les canons doubles permettent de réaliser des points de largeur prédéterminée. Les canons simples sont moins encombrants, mais nécessitent de multiplier les manœuvres. Ils ont cependant l'avantage de permettre la mise en place de fils dont les trajets divergents assurent une meilleure coaptation des berges de la lésion (fig 2G, H). Les canons doubles, bien que moins manœuvrables, peuvent cependant autoriser cette astuce en introduisant les aiguilles l'une après l'autre.



2 Technique de dedans en dehors.
A. Repères anatomiques.
B. Espace de dissection médial. 1. Ligament latéral interne ; 2. demi-membraneux ; 3. ménisque interne ; 4. patte d'oie ; 5. jumeau interne.
C. Espace de dissection latéral. 1. Biceps ; 2. sciatique poplitée externe ; 3. jumeau externe ; 4. fascia lata ; 5. ligament latéral externe.
D. Mise en place d'une cuillère protectrice.
E. Canons de visée.
F. Vue arthroscopique du canon de visée.



2 (Suite) Technique de dedans en dehors.
 G. Visée avec canon double.
 H. Visée avec canon simple.
 I. Canon double et aiguille à chas.
 J. Canon double courbe : introduction des aiguilles.

K. Passage du fil.
 L. Récupération des fils par la contre-incision.
 M. Serrage des nœuds.
 N. Vue arthroscopique, points de suture.

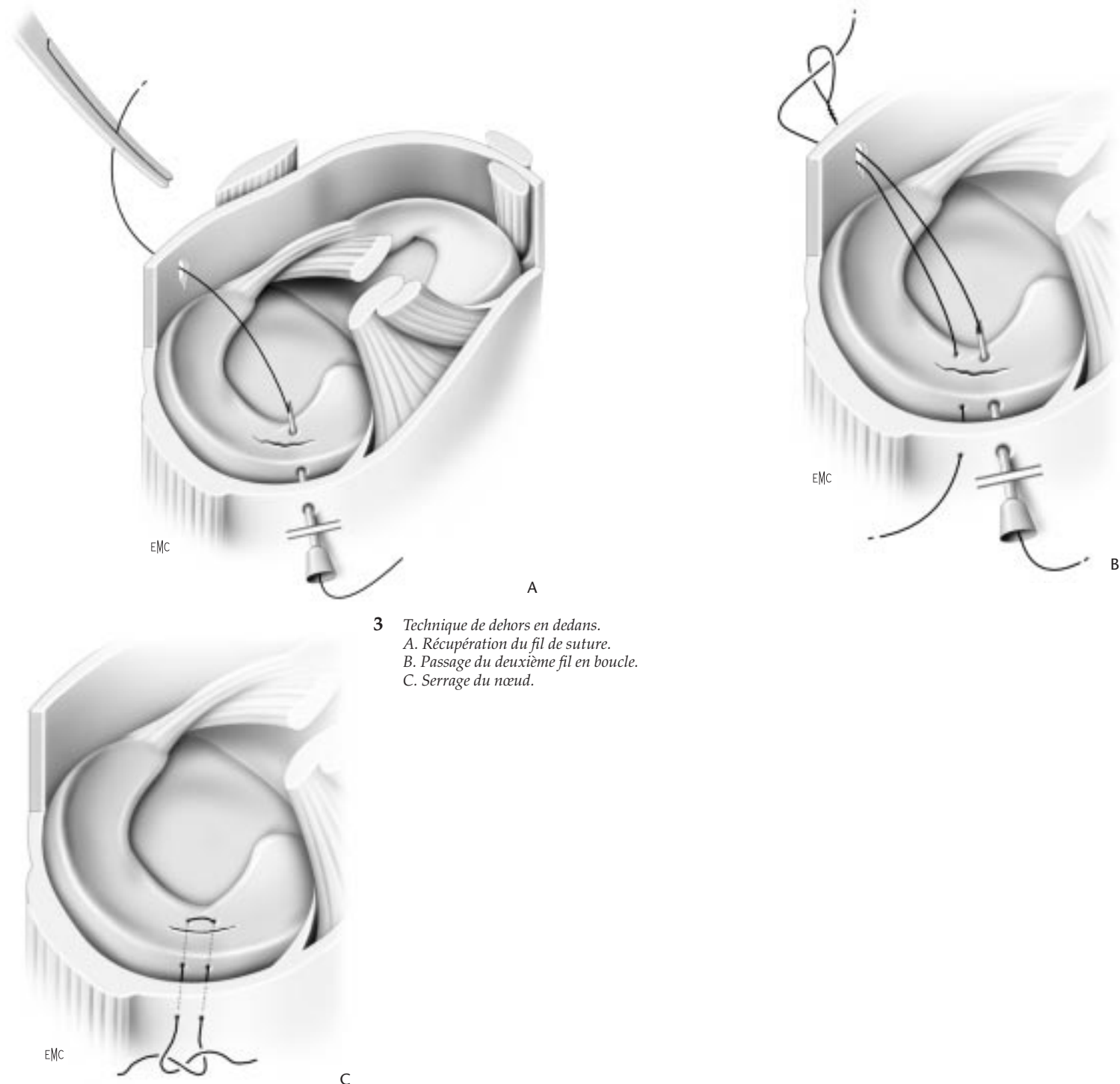
Une ou deux aiguilles à chas, munies d'un fil de suture, sont mises en place simultanément dans les canules doubles (ou successivement dans une canule simple). Elles sont poussées de manière à transfixier chacune des berges de la lésion méniscale (fig 2J, K).

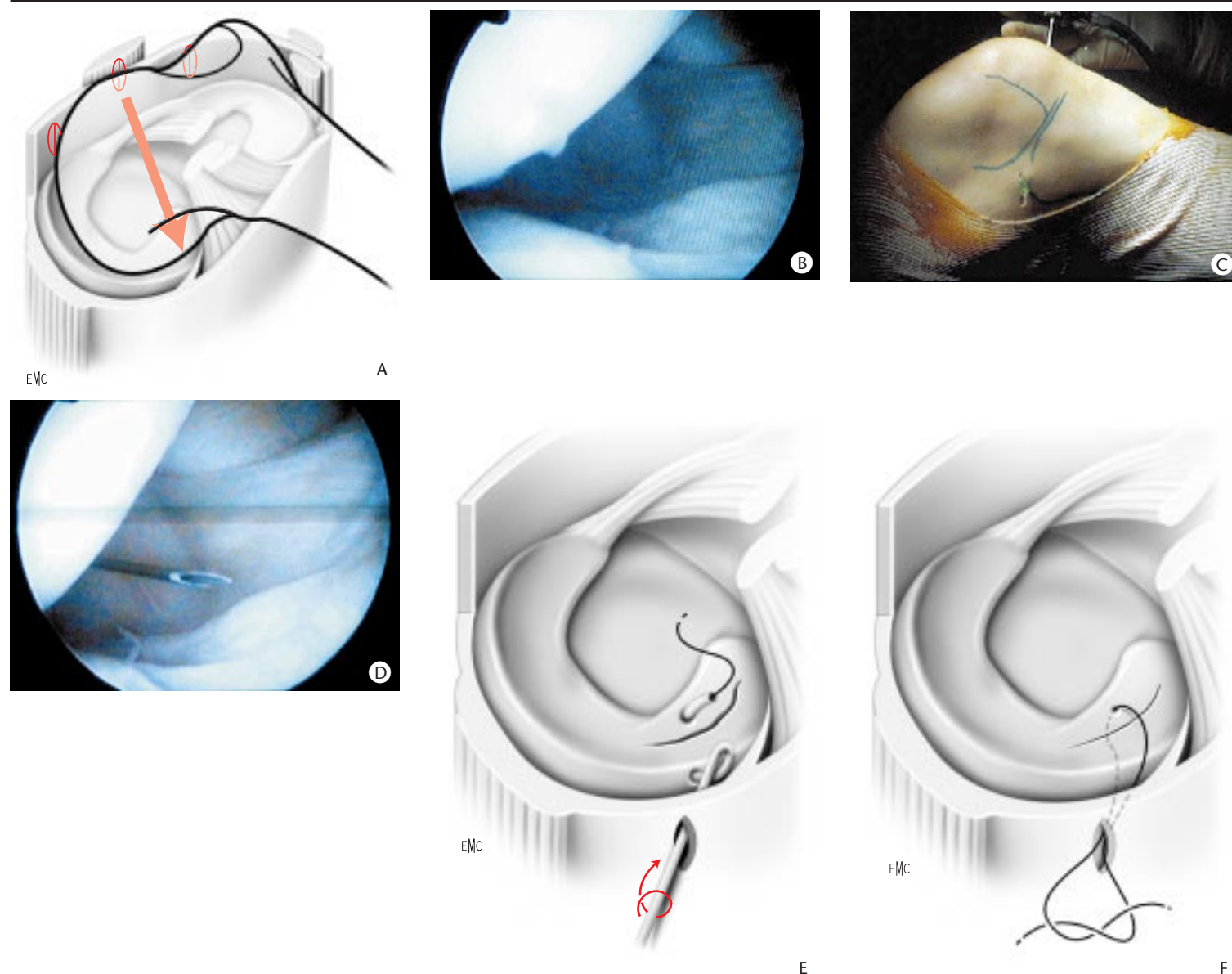
Les aiguilles sont récupérées par la voie d'abord accessoire (fig 2L). Une fois les fils extraits en dehors, la disposition des sutures est vérifiée (fig 2M), puis les fils sont suturés deux à deux, par des points appuyés sur la capsule, réalisant des points en « U » (fig 2N).

■ Technique de dehors en dedans (Warren)

Décrite par Warren^[86], cette technique fut également défendue par Johnson^[41]. La technique de dehors en dedans repose sur le même principe de sutures directes, au moyen de fils qui sont mis en

place à travers les lésions méniscales à l'aide de grandes aiguilles à chas. Là encore, il faut d'abord réaliser une courte voie d'abord accessoire pour éviter les lésions vasculonerveuses. L'arrivée et le bon positionnement des aiguilles et des fils sont contrôlés en intra-articulaire au moyen de l'optique, une pince permettant de récupérer le fil à travers l'abord de la voie instrumentale (fig 3A). Une deuxième aiguille est mise en place, dans laquelle est passée une boucle, récupérée de la même manière (fig 3B). L'extrémité du premier fil est passée dans la boucle, puis la boucle et le fil sont récupérés à l'extérieur en tirant sur la boucle. Les nœuds sont effectués en dehors, réalisant des points en « U » (fig 3). Une instrumentation spéciale, comportant notamment un lasso pour récupérer la deuxième extrémité du fil, peut être utile. Néanmoins, de simples aiguilles à ponction lombaire peuvent faire l'affaire.





4 A. Voie transtendineuse de Gilquist.
B, C, D. Repérage de l'incision cutanée par une aiguille transfixiante.

E. Passage du fil au moyen de l'aiguille « queue de cochon »
F. Serrage du nœud (point vertical).

■ Technique tout en dedans Morgan

Sutures au fil

Les réparations méniscales selon cette technique ont d'abord fait appel à des sutures. Cette technique a été développée initialement par Morgan^[51, 53] et reprise par Maruyama^[49]. Elle est surtout recommandée dans les lésions postérieures. Cette technique nécessite de pouvoir accéder par arthroscopie au bord postérieur du plateau tibial interne ou externe pour contrôler la suture. Il faut donc que le genou soit suffisamment compliant pour pouvoir passer l'arthroscope à travers l'échancrure.

Ceci est d'autant plus facile dans le compartiment externe que les reliquats du ligament croisé antérieur ont été réséqués dans un contexte de greffe ligamentaire associée. Il est parfois utile d'invertir la voie arthroscopique et la voie instrumentale, pour accéder au compartiment postéroexterne ou postéro-interne en « croisant le tir ». Enfin, il est parfois nécessaire de réaliser une voie d'abord transtendineuse de Gilquist (fig 4A).

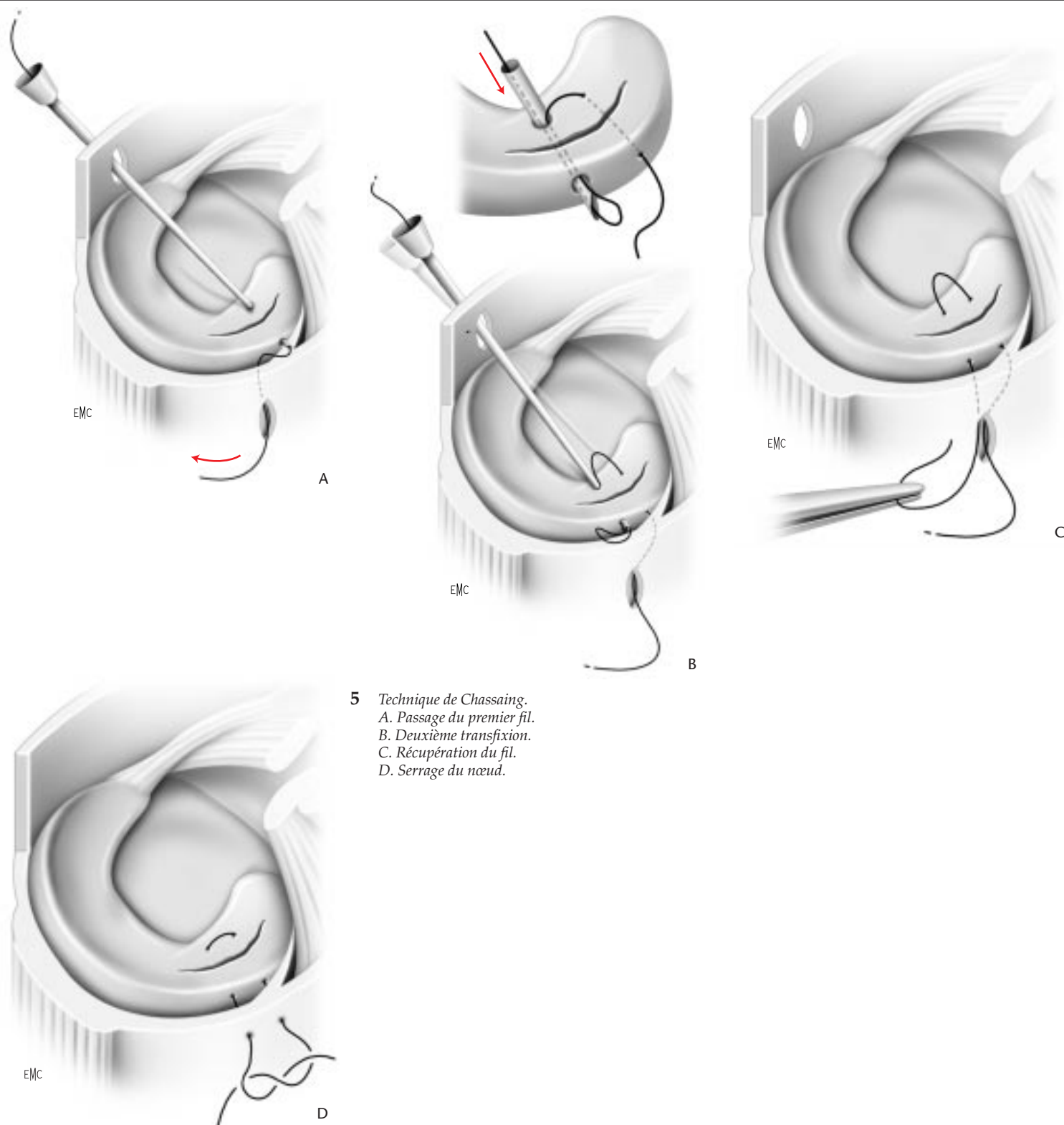
D'autre part, cette technique nécessite de réaliser une troisième voie arthroscopique instrumentale, soit postéroexterne, soit postéro-interne selon le ménisque concerné.

Après avoir marqué au stylo dermique les reliefs osseux, la voie supplémentaire est figurée au moyen d'une aiguille

intramusculaire introduite de dehors en dedans, sous contrôle arthroscopique, pour localiser le niveau idéal de l'incision cutanée (fig 4B, C, D).

Dans la technique de Morgan, une aiguille spéciale en « queue de cochon » est mise en place, par la voie postérieure accessoire, à travers la lésion méniscale. Dans cette aiguille est passé un fil de dehors en dedans. L'aiguille est alors retirée. L'extrémité du fil est récupérée par une pince ou un crochet à travers cette même voie (fig 4E). Le nœud est réalisé à l'extérieur puis poussé au contact du ménisque à l'aide d'un poussoir, sous contrôle arthroscopique, réalisant un point simple, vertical (fig 4F).

Une variante technique développée par Chassaing^[27] consiste à perforer le ménisque depuis l'articulation à l'aide d'une aiguille canulée. Un fil est passé dont l'extrémité est récupérée par la voie postérieure (fig 5A). Puis le ménisque est transfixié une deuxième fois, toujours depuis l'articulation, à la manière d'une machine à coudre (fig 5B). Le deuxième brin est ensuite extrait de la même manière par la voie accessoire (fig 5C), puis le nœud est poussé au contact de la lésion méniscale sous contrôle arthroscopique (fig 5D). On obtient une suture horizontale et un point en « U ». Une aiguille spéciale, dont la base du biseau est émoussée, est indispensable pour que le fil ne soit pas accidentellement sectionné.



5 *Technique de Chassaing.*
 A. Passage du premier fil.
 B. Deuxième transfixion.
 C. Récupération du fil.
 D. Serrage du nœud.

Implants

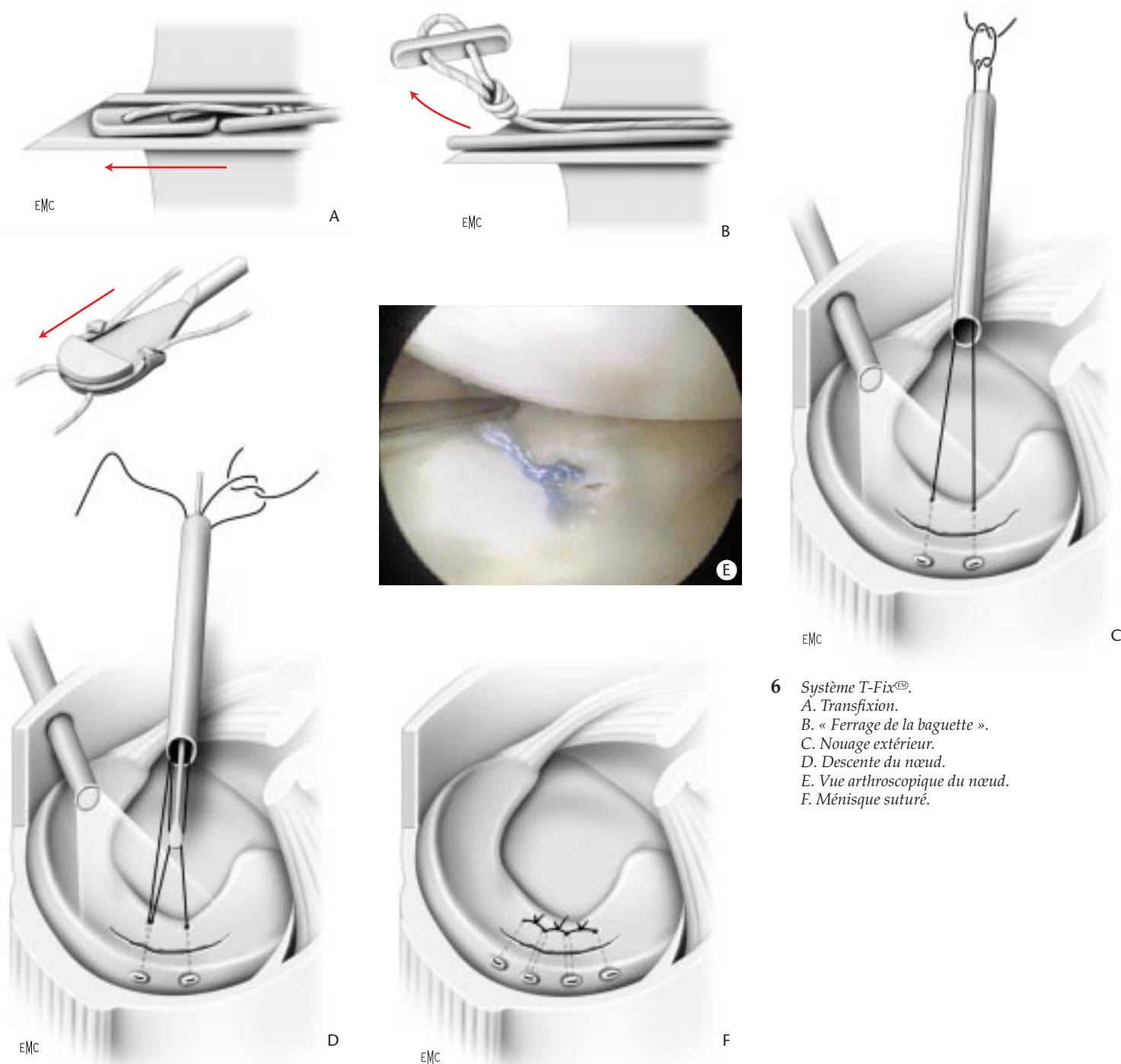
Il existe différents implants qui ont en commun de ne pas nécessiter de voies d'abord accessoires, donc de limiter le risque de complications.

• T-Fix[®] (Barret)

Il s'agit d'un moyen de fixation utilisant des fils successifs appuyés sur une barrette de plastique [14, 15]. La barrette, munie d'un brin de fil unique ou double, est passée à travers la lésion méniscale au moyen d'une aiguille pré-montée (fig 6A). La barrette est ensuite « ferrée » à la manière d'un grappin contre le rebord du mur

méniscal (fig 6B). L'opération est répétée de manière à disposer des fils tous les 7 à 8 mm. Les fils de deux barrettes successives sont récupérés par la voie instrumentale, et noués à l'extérieur (fig 6C). Puis le nœud est appuyé sur la face supérieure (ou inférieure) du bord libre, au moyen d'un pousse-nœud (fig 6D, E). L'opération est répétée autant de fois que le nécessite la lésion (fig 6F).

Des techniques dérivées de ces implants composites (fil et ancre) ont vu le jour très récemment, permettant de faire l'économie de la réalisation et de la mise en place du nœud à proprement parler, qui est la phase la plus délicate de la méthode précédente.



6 Système T-FixTM.
 A. Transfixion.
 B. « Ferrage de la baguette ».
 C. Nouage extérieur.
 D. Descente du nœud.
 E. Vue arthroscopique du nœud.
 F. Ménisque suturé.

• Fast-FixTM

Il repose sur une aiguille prémontée munie de deux barrettes (grappins), passées successivement à travers la lésion, distantes de quelques millimètres (fig 7A, B). Celles-ci sont reliées par un fil muni d'un nœud coulant intégré qu'il suffit de faire coulisser en tractant sur un brin unique au moyen d'un pousse-nœud spécial (fig 7C). Il en résulte un point horizontal, en pont entre deux implants.

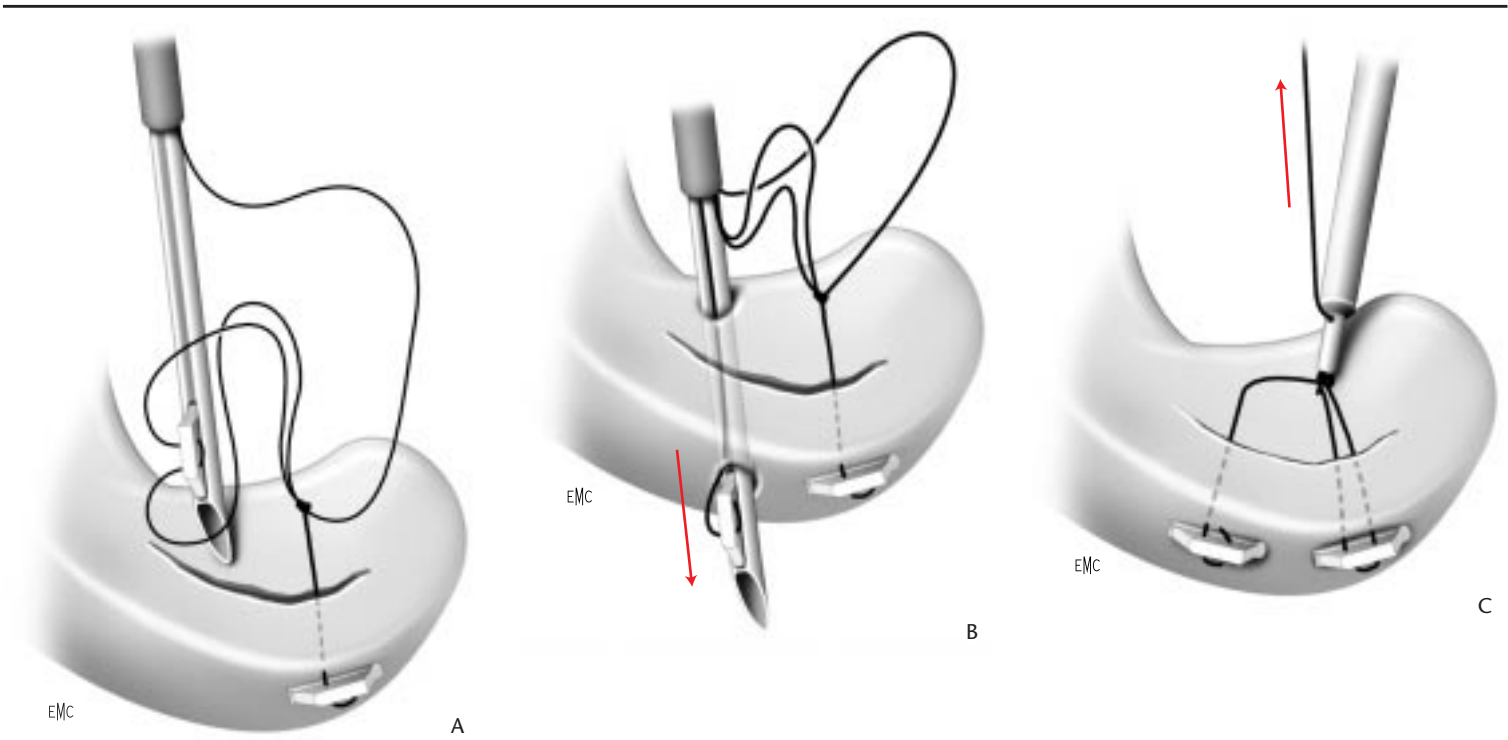
• Rapid-LockTM

Il comporte un fil unique fixé au moyen d'un grappin mis en place à travers la lésion (fig 8A, B). La cohésion et la contention des berges étant assurées par une petite garde de plastique coulisant en sens unique le long du fil puis appliquée sur la surface méniscale (fig 8C).

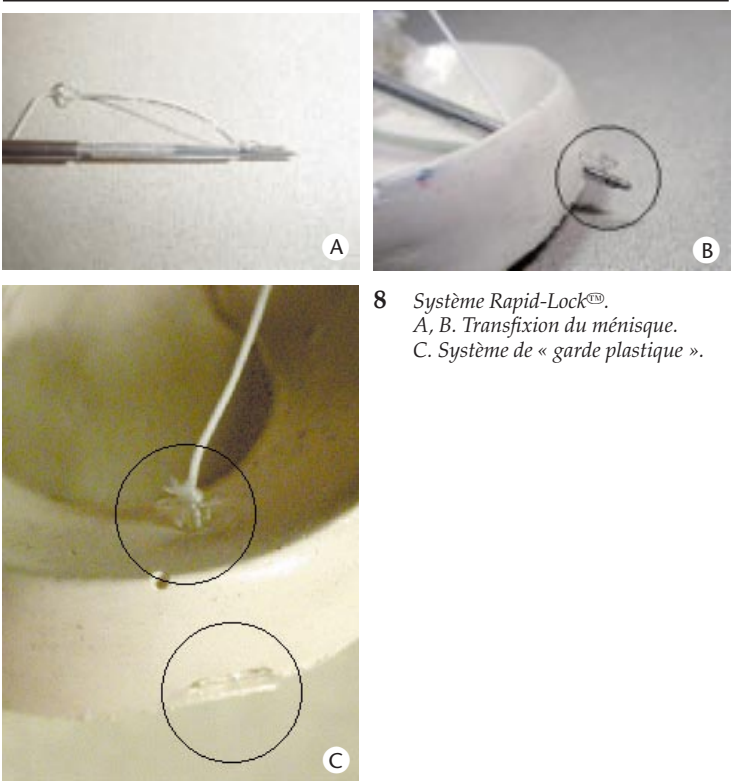
• Autres procédés

D'autres procédés plus simples ne font pas appel à des fils, mais à des implants transfixiant la lésion. Ils sont mis en place au moyen de pistolets à usage unique, rechargeables ou non, munis d'aiguilles de directions et de courbures variées. On peut retenir :

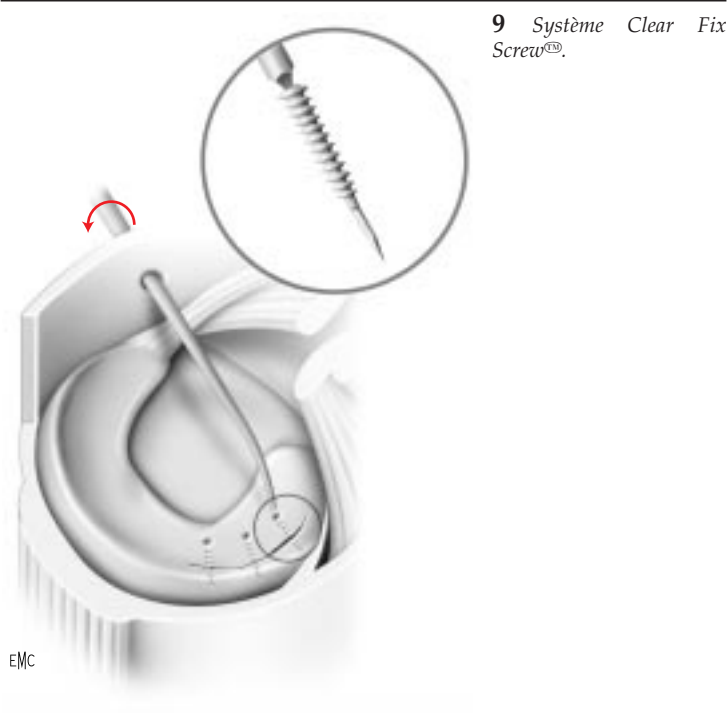
- mini-vis résorbables Clear Fix ScrewTM (fig 9) ;
- clavettes agissant comme des boutons de manchette J-FastTM (fig 10A, B) ;
- agrafes simples (Biomet StapleTM) ; ou agrafes comportant un fil (SDSorb StaplesTM) ;
- mini-harpons : Bio StingerTM, Biofix ArrowsTM [2] (fig 11), Clear FixTM Dart (fig 12).



7 *Système Fast-Fix[®].*
A. Mise en place du premier implant. B. Mise en place du deuxième implant. C. Serrage du nœud.



8 *Système Rapid-Lock[®].*
A, B. Transfixion du ménisque.
C. Système de « garde plastique ».



9 *Système Clear Fix Screw[®].*

Suites postopératoires [11, 20, 47, 70]

MOBILISATION ARTICULAIRE

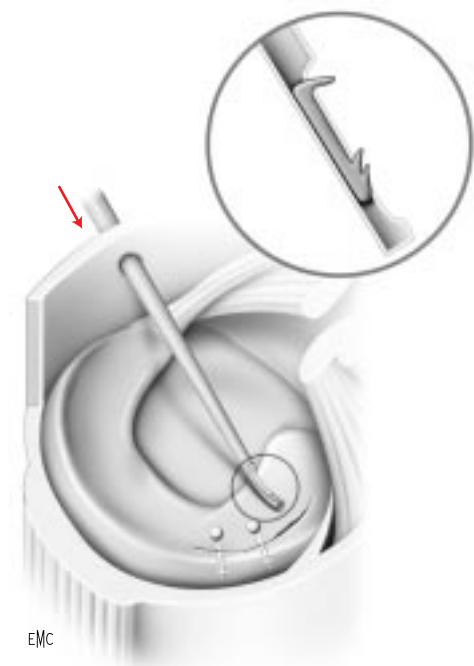
Elle doit être immédiate, dès le lendemain de l'intervention. La recherche de l'extension complète, ou la flexion au-delà de 90° peuvent être différées de 3 à 6 semaines, en particulier pour les sutures sur genou stable. L'aspect de la suture en peropératoire peut faire modifier ces restrictions.

REPRISE DE L'APPUI

Elle doit être différée de 4 à 6 semaines pour les sutures sur genou stable. Elle est immédiate pour les sutures qui accompagnent une greffe du ligament croisé antérieur (LCA). Dans certains cas cependant, où une translation tibiale excessive a été notée sur le cliché de profil en appui monopodal, il est prudent de différer l'appui de 1 mois ; ou encore lorsqu'une ostéotomie a été associée.

REPRISE SPORTIVE

Elle n'est pas envisageable avant le 3^e mois postopératoire. Elle doit débuter par la reprise des sports sans pivot ni contact (natation, vélo, footing), puis s'étendre vers des sports plus contraignants (tennis, ski, puis football, rugby...) de manière progressive entre 3 et 6 mois.

10 Système J-Fast[®].11 Système Biofix Arrows[®].12 Système Clear Fix[®] Dart.

Complications

Elles diffèrent selon les techniques utilisées. La technique de dedans en dehors peut entraîner des complications parfois sévères, mais souffre d'être la mieux répertoriée. Austin ^[10] relève 18 % de complications, dont la plupart sont spontanément régressives. On peut observer des lésions du sciatique poplitée externe en dehors ou du nerf saphène interne en dedans, généralement transitoires. Une lésion de l'artère poplitée est également possible. Des ruptures de matériel dans le genou, ou des infections peuvent être observées, mais sont peu spécifiques. Les raideurs postopératoires sont surtout observées en cas de chirurgie ligamentaire associée. Pour Henning ^[37], le taux de complications est plus faible avec la technique de dehors en dedans.

Les techniques utilisant des implants ont des complications plus spécifiques. Song ^[74] rapporte un cas d'arthrite aseptique après utilisation d'une ancre biorésorbable. Anderson ^[3] fait état de lésions chondrales après utilisation du même type de matériel. La formation de kystes méniscaux a également été observée ^[47], ainsi que la migration ou la rupture d'implants.

Choix de la technique

CHOIX DU MATÉRIEL

■ Sutures utilisant un fil

Parmi les techniques utilisant un fil, la direction de celui-ci influence la solidité mécanique de la suture. Les points verticaux paraissent les plus solides parce qu'ils cravatent les fibres longitudinales périphériques perpendiculairement. La force d'arrachement serait de 105 N contre 89 N pour les sutures horizontales qui s'appuient sur le bord supérieur ou inférieur du ménisque, ce qui est toutefois suffisant. Les sutures intraméniscales, ne s'appuyant pas sur une des surfaces, ont une résistance insuffisante.

Les fils employés sont lentement ou non résorbables (PDS). Les points doivent être espacés de 7 à 8 mm. Il faut en disposer au moins deux ou trois pour une lésion de plus de 10 mm. Il faut enfin réaliser au moins sept boucles lorsqu'on utilise un monofil, en inversant leur sens.

■ Sutures utilisant des implants

La floraison récente de techniques utilisant des implants est née de la meilleure connaissance de l'évolution des ménisectomies donc du souci de ménager le capital méniscal, mais également du souhait de disposer de techniques faciles à mettre en œuvre et peu invasives, à l'image de l'arthroscopie. Certains de ces implants sont résorbables, certains sont combinés avec un fil. Ils revêtent des formes très variées. Le mise en place se fait strictement sous arthroscopie, « tout en dedans ». Leur nature récente et leur facilité de mise en place ont conduit à leur diffusion rapide, mais des études récentes viennent pondérer cet enthousiasme et permettent de faire un choix plus éclairé ^[6, 12, 17].

On peut émettre des réserves, dans la mesure où ces procédés n'ont pas montré leur supériorité par rapport aux sutures transméniscales aux fils appuyés sur la capsule, et du fait que les études ont un faible recul. La situation, la rigidité, la forme ou l'encombrement de ces implants seraient par ailleurs susceptibles de perturber la biomécanique méniscale.

Barber ^[12] a réalisé une étude comparative de différentes méthodes disponibles, qui est très instructive.

Pour Arnoczky ^[6], le minimum requis est de 35 N. D'autre part, il indique que pour les implants résorbables, la durée de résorption doit être suffisamment longue, compte tenu du délai de cicatrisation méniscale qui demande au moins 45 jours, voire plusieurs mois.

CHOIX DE LA MÉTHODE

■ Localisation de la lésion

Lorsque la lésion est postérieure, la technique de dehors en dedans ne permet pas de réaliser des points dont la direction soit perpendiculaire à la lésion, ce qui rend donc cette méthode plus aléatoire. Elle est en revanche supérieure pour les lésions des segments moyen ou antérieur. Elle peut être utile pour mettre en place un caillot fibrinocruorique au sein de la lésion. Elle permet de placer le fil tracteur à travers la berge périphérique de la lésion, dont l'extrémité est récupérée par la voie arthroscopique à laquelle est attaché le caillot. Puis le fil tracteur est retiré, emportant avec lui le caillot entre les berges de la fissure méniscale.

Pour les lésions de siège postérieur, toutes les autres techniques sont envisageables. Les techniques de Morgan ou de Chassaing sont en revanche limitées aux réparations siégeant très en arrière. Pour les techniques de dedans en dehors, ou tout en dedans (utilisant des implants) il faut au besoin intervertir les voies optiques et instrumentales, et choisir la courbure de canule (ou d'autres formes d'ancillaires prémontés) qui autorise une disposition orthogonale du procédé de fixation par rapport à la lésion.

Les lésions très périphériques, mal visibles parfois en arthroscopie, peuvent être plus accessibles à une suture à ciel ouvert ou à une

technique de dehors en dedans. Il nous paraît dangereux de recourir à un distracteur articulaire (de type fixateur externe). Ainsi, si certains genoux paraissent « serrés », le choix de la localisation des voies arthroscopiques prend toute son importance et est généralement garanti par l'expérience de l'opérateur.

■ Association à une greffe ligamentaire

La rupture du LCA ne permet pas de visualiser le compartiment fémorotibial interne, car le valgus nécessaire à l'ouverture de l'interligne peut maintenir la position de subluxation antérieure du tibia. Ceci est corrigé au besoin en imprimant une rotation externe à la jambe, qui réduit le tibia et permet un meilleur jour sur le compartiment postérieur et la corne postérieure du ménisque interne. La résection préalable du moignon ligamentaire facilite également la vision ainsi que les manœuvres instrumentales. Les sutures doivent être mises en place avant la fixation du transplant ligamentaire qui, dans le cas contraire, serait menacée par les manœuvres instrumentales ou des contraintes rendues nécessaires par la réparation méniscale.

Résultats

Ils varient selon les auteurs et selon les techniques et sont mieux connus pour les sutures vraies [31, 60, 64, 65, 77]. Il est important de noter que l'on ne dispose pas de données importantes ou, encore moins, récentes, sur ces techniques nouvelles utilisant des implants. Les résultats varient également en fonction du type d'évaluation : cliniquement, des taux de succès variant de 87 % à 98 % ont été rapportés [26, 31, 60]. L'évaluation arthroscopique est moins enthousiaste, avec un taux d'échec avoisinant les 20 % [21, 39, 67]. Cannon [23] introduit une nuance selon le degré de tissus cicatrisé. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est peu fiable et il faut lui préférer l'arthroscanner [28]. L'âge du patient et le délai d'intervention interviennent, avec un résultat meilleur avant 40 ans et dans les 6 premières semaines [13]. Le type de lésion, sa localisation et sa latéralité ont une influence sur le résultat : le meilleur pronostic allant aux lésions longitudinales, périphériques transfixiantes du ménisque externe [68]. Enfin les sutures de lésions isolées sont de moins bon pronostic que les sutures méniscales associées à une greffe du LCA, avec des taux d'échec respectifs de l'ordre de 40 %, contre 10 % [21, 32, 34, 72]. Ceci s'explique par la présence d'une hémarthrose postopératoire assez abondante, facilitant la cicatrisation, et par la correction du facteur causal qu'est la laxité antérieure, diminuant la contrainte anormale sur les ménisques [38].

Indications

Elles découlent de l'étude des résultats des ménisectomies d'une part et des sutures d'autre part [18, 55, 80]. Les sutures méniscales s'adressent aux lésions du ménisque interne, comme du ménisque

externe. En principe, les lésions méniscales devraient être suturées à chaque fois que possible. Cependant, si certaines lésions méniscales isolées peuvent bénéficier d'une suture, ce geste se conçoit surtout dans le cadre des laxités antérieures opérées conjointement.

Quel que soit le type de lésion rencontré, il faut se poser malgré tout la question de la réparer, de la laisser en place, ou de l'exciser. Plusieurs facteurs entrent en ligne de compte pour déterminer la meilleure option, comportant : le type de lésion, l'existence d'une rupture associée du LCA, l'âge du patient, l'ancienneté de la lésion, la latéralisation de la lésion (ménisque interne ou externe), la survenue d'une lésion itérative...

L'indication idéale concerne les lésions périphériques, transfixiantes, longitudinales et périphériques. Les lésions périphériques n'excédant pas 10 mm de long seraient susceptibles de cicatriser spontanément et pourraient être laissées en place [16, 78].

Les lésions radiaires, complexes, ou bien encore une « anse de seau » vieillie et rétractée ne peuvent pas être suturées de manière satisfaisante. Le traitement doit être une ménisectomie la plus économique possible. En aigu, les désinsertions périphériques, emportant le mur méniscal, sont susceptibles de cicatriser si le genou est stabilisé.

Conclusion

Si les sutures méniscales sont l'indication idéale dès qu'elles sont possibles, elles n'en restent pas moins de réalisation technique difficile et exigeante. Elles peuvent être conduites par arthrotomie ou par arthroscopie. Dans ce dernier cas, une maîtrise et une expérience importantes de l'arthroscopie sont indispensables. Il faut garder à l'esprit l'adage : « mieux vaut une ménisectomie économique bien conduite qu'une suture approximative, fastidieuse qui peut parfois se grever de complications sévères ».

Les allogreffes méniscales ou les tuteurs associés ou non à des cultures cellulaires constituent des alternatives d'avenir en cours d'évaluation [50, 61, 75, 76].

Remarques. – La classification commune ne reflète pas, et même mélange, les différentes méthodes de contention de la lésion méniscale. De plus, les différentes techniques n'ont pas les mêmes propriétés mécaniques, certaines d'entre elles étant semble-t-il insuffisantes. Une classification basée sur le type de méthode employé (suture, implant, système mixte) paraît préférable. D'autre part, le terme même de suture devient obsolète avec l'avènement des implants : on devrait lui préférer le terme de réparation méniscale.

Pour en savoir plus :

– Ait Si Selmi T, Aydogdu S, Chambat P, Neyret P. *Greffe du LCA sous arthroscopie*. CD ROM, Encyclopédie Médico-Chirurgicale. Ed. Elsevier, Paris, 2000.

– Cannon WD. *Arthroscopic Meniscal Repair*. Monograph Series from American Academy of Orthopaedic Surgeons. First Edition, 1999.

Références

- [1] Ahmed AM, Burke DL. In-vitro measurement of static pressure distribution in synovial joints: Part I. Tibial surface of the knee. *J Biomech Eng* 1983 ; 105 : 216-225
- [2] Albrecht-Olsen P, Kristensen G, Tormala P. Meniscus bucket-handle fixation with an absorbable Biofix tack: development of a new technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1993 ; 1 : 104-106
- [3] Anderson K, Marx RG, Hannafin J, Warren RF. Case report: chondral injury following meniscal repair with a biodegradable implant. *Arthroscopy* 2000 ; 16 : 749-753
- [4] Annandale T. An operation for displaced semi-lunar cartilage. *Br Med J* 1885 ; 1 : 79
- [5] Appel H. Late results after menisectomy in the knee joint: a clinical and roentgenologic follow-up investigation. *Acta Orthop Scand [suppl]* 1970 ; 133 : 1-111
- [6] Arnoczky SP, Lavagnino AM. Tensile fixation strengths of absorbable meniscal repair devices as a function of hydrolysis time. *Am J Sports Med* 2001 ; 29 : 118-123
- [7] Arnoczky SP, Warren RF. The microvasculature of the meniscus and its response to injury: an experimental study in the dog. *Am J Sports Med* 1983 ; 11 : 131-141
- [8] Arnoczky SP, Warren RF, Spivak JM. Meniscal repair using an exogenous fibrin clot: an experimental study in dogs. *J Bone Joint Surg Am* 1988 ; 70 : 1209-1217
- [9] Aspden RM, Yarker YE, Hukins DW. Collagen orientations in the meniscus of the knee joint. *J Anat* 1985 ; 140 : 371-380
- [10] Austin KS, Sherman OH. Complications of arthroscopic meniscal repair. *Am J Sports Med* 1993 ; 21 : 864-869
- [11] Barber FA. Unrestricted rehabilitation of meniscus repairs. [abstract]. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 353
- [12] Barber FA, Herbert MA. Meniscal repair devices. *Arthroscopy* 2000 ; 16 : 613-618
- [13] Barrett GR, Field MH, Treacy SH, Ruff CG. Clinical results of meniscus repair in patients 40 years and older. *Arthroscopy* 1998 ; 14 : 824-829
- [14] Barrett GR, Richardson K, Koenig V. T-Fix endoscopic meniscal repair: Technique and approach to different types of tears. *Arthroscopy* 1995 ; 11 : 245-251
- [15] Barrett GR, Treacy SH, Ruff CG. The T-Fix technique for endoscopic meniscus repair: Technique, complications, and preliminary results. *Am J Knee Surg* 1996 ; 9 : 151-156
- [16] Baufils PH, Bastos R, Wakim E, Cho SH, Petit-Jouvet C. La lésion méniscale dans le cadre de la ligamentoplastie de substitution du ligament croisé antérieur : suture méniscale ou abstention. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 : 285-291
- [17] Boenisch UW, Faber KJ, Ciarelli M, Steadman JR, Arnoczky SP. Pull-out strength and stiffness of meniscal repair using absorbable arrows or ti-cron vertical and horizontal loop sutures. *Am J Sports Med* 1999 ; 27 : 626-631
- [18] Brown GC, Rosenberg TD, Deffner KT. Inside-out meniscal repair using zone-specific instruments. *Am J Knee Surg* 1996 ; 9 : 144-150
- [19] Bullough PG, Munuera L, Murphy J, Weinstein AM. The strength of the meniscus of the knee as it relates to their fine structure. *J Bone Joint Surg Br* 1970 ; 52 : 564-567

- [20] Burks RT, Metcalf MH, Metcalf RW. Fifteen-year follow-up of arthroscopic partial meniscectomy. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 673-679
- [21] Buseck MS, Noyes FR. Arthroscopic evaluation of meniscal repairs after anterior criciate ligament reconstruction and immediate motion. *Am J Sports Med* 1991 ; 19 : 489-494
- [22] Cannon WD Jr. Arthroscopic meniscal repair. In : McGinty JB, Caspari RB, Jackson RW, Phoeling GG eds. *Operative arthroscopy*. New York : Raven Press, 1991 : 237-251
- [23] Cannon WD Jr, Vittori JM. The incidence of healling in arthroscopic meniscal repairs in anterior cruciate ligament-reconstructed knees versus stable knees. *Am J Sports Med* 1992 ; 20 : 176-181
- [24] Cannon WD, Morgan CD. Meniscal repair: part II. Arthroscopic repair techniques. *J Bone Joint Surg Am* 1994 ; 76 : 294-311
- [25] Chambat P. Symposium meniscectomies sous arthroscopie à plus de 10 ans sur un genou stable sans antécédents chirurgicaux. Conclusion. Société Française d'Arthroscopie. Paris. 30 novembre-1^{er} décembre 1996
- [26] Chan PS, Kneeland JB, Gannon FH, Luchetti WT, Herzog RJ. Identification of the vascular and avascular zones of the human meniscus using magnetic resonance imaging: correlation with histology. *Arthroscopy* 1998 ; 14 : 820-823
- [27] Chassaing V. Sutures méniscales : « Tout en dedans ». In : Conférence d'enseignement de la société française d'arthroscopie. Paris : Expansion Scientifique Française, 1996 : 205-210
- [28] Coudane H, Blum A, Lefebvre F, Quievreux PH. Imagerie et pathologie du ménisque opéré. In : Le genou traumatique et dégénératif. Montpellier : Sauramps médical, 1999 : 419-424
- [29] De Haven KE. Peripheral meniscus repair: an alternative to meniscectomy. *Orthop Trans* 1981 ; 5 : 399-400
- [30] De Haven KE, Black KP, Griffiths HJ. Open meniscus repair technique and two- to nine-year results. *Am J Sports Med* 1989 ; 17 : 788-795
- [31] De Haven KE, Lohrer WA, Lovelock JE. Long-term results of open meniscal repair. *Am J Sports Med* 1995 ; 23 : 524-530
- [32] Dejour H, Walch G, Neyret P, Adeleine P. Résultats des laxités chroniques antérieures opérées. À propos de 251 cas revus avec un recul minimum de 3 ans. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 : 622-636
- [33] Dowdy PA, Miniaci A, Arnoczky SP, Fowler PJ, Boughner DR. The effect of cast immobilization on meniscal healing: an experimental study in the dog. *Am J Sports Med* 1995 ; 23 : 721-728
- [34] Eggl S, Wegmuller H, Kosina J, Huckell C, Jakob RP. Long-term results of arthroscopic meniscal repair. An analysis of isolated tears. *Am J Sports Med* 1995 ; 23 : 715-720
- [35] Eyre DR, Koob TJ, Chun LE. Biochemistry of the meniscus: unique profile of collagen types and site-dependent variations in composition. *Orthop Trans* 1983 ; 7 : 264
- [36] Fairbank TJ. Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Br* 1948 ; 30 : 664-670
- [37] Henning CE. Arthroscopic repair of meniscus tears. *Orthopedics* 1983 ; 6 : 1130-1132
- [38] Hollis JM, Pearsall AW, Niciforos PG. Change in meniscal strain with anterior cruciate ligament injury and after reconstruction. *Am J Sports Med* 2000 ; 28 : 700-704
- [39] Horibe S, Shino K, Maeda A, Nakamura N, Marsumoto N, Ochi T. Results of isolated meniscal repair evaluated by second-look arthroscopy. *Arthroscopy* 1996 ; 12 : 150-155
- [40] Ikeuchi H. Surgery under arthroscopic control in proceedings of the Société internationale d'arthroscopie. *Rheumatology* 1975 ; 57-62
- [41] Johnson LL. Meniscus repair : the outside-in technique. In : Jackson DW ed. *Master techniques in orthopaedic surgery: reconstructive knee surgery*. New York : Raven Press, 1995 : 51-68
- [42] Johnson RJ, Kettelkamp DB, Clark W, Leaverton P. Factors effecting late results after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am* 1974 ; 56 : 719-729
- [43] King D. The healing of semilunar cartilages. *J Bone Joint Surg* 1936 ; 18 : 333-342
- [44] King D. The function of semilunar cartilages. *J Bone Joint Surg* 1936 ; 18 : 1069-1076
- [45] Krause WR, Pope MH, Johnson RJ, Wilder DG. Mechanical changes in the knee after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am* 1976 ; 58 : 599-604
- [46] Levy IM, Torzilli PA, Gould JD, Warren RF. The effect of lateral meniscectomy on motion of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1989 ; 71 : 401-406
- [47] Lombardo S, Eberly V. Meniscal cyst formation after all-inside. Meniscal repair. *Am J Sports Med* 1999 ; 27 : 666-667
- [48] Mariani PP, Santori N, Adriani E, Mastantuono M. Accelerated rehabilitation after arthroscopic meniscal repair: a clinical and magnetic resonance imaging evaluation. *Arthroscopy* 1996 ; 12 : 680-686
- [49] Maruyama M. The all-inside meniscal suture technique using new instruments. *Arthroscopy* 1996 ; 12 : 256-258
- [50] Milachowski KA, Weismeier K, Wirth CJ, Kohn D. Meniscus transplantation: experimental study and first clinical report. [abstract]. *Am J Sports Med* 1987 ; 15 : 626
- [51] Morgan CD. The "all-inside" meniscus repair. *Arthroscopy* 1991 ; 7 : 120-125
- [52] Morgan CD, Wojtys EM, Casscells CD, Casscells SW. Arthroscopic meniscal repair evaluated by second-look arthroscopy. *Am J Sports Med* 1991 ; 19 : 632-637
- [53] Morgan CS, Casscells SW. Arthroscopic meniscus repair: a safe approach knee posterior norms. *Arthroscopy* 1986 ; 2 : 3-12
- [54] Muller W. The knee: form, function, and ligament reconstruction. Berlin : Springer-Verlag, 1983
- [55] Neyret P, Chatain F, Chambat P. Traitement des lésions méniscales : indication des méniscectomies et des sutures méniscales. In : Le genou traumatique et dégénératif. Montpellier : Sauramps médical, 1999 : 425-436
- [56] Neyret P, Donell ST, Dejour D, Dejour H. Partial meniscectomy and anterior cruciate ligament rupture in soccer players. A study with a minimum 20 year follow-up. *Am J Sports Med* 1993 ; 21 : 455-460
- [57] Neyret P, Donell ST, Dejour H. Results of partial meniscectomy related to the state of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br* 1993 ; 75 : 35-40
- [58] Northmore-Ball MD, Dandy DJ. Long-term results of arthroscopic partial meniscectomy. *Clin Orthop* 1982 ; 167 : 31-42
- [59] O'Brien WR, Warren RE, Friederich NE et al. Degenerative arthritis of the knee following anterior cruciate ligament injury: a multicenter, long-term follow-up study. *Orthop Trans* 1989 ; 13 : 546
- [60] Perdue PS, Hummer CD, Colosimo AJ, Heidt RS, Dormer SG. Meniscal repair: outcomes and clinical follow-up. *Arthroscopy* 1996 ; 12 : 694-698
- [61] Plasschaert F, Vandekerckhove B, Verdonk R. A known technique for meniscal repair in common practice. *Arthroscopy* 1998 ; 14 : 863-868
- [62] Port J, Jackson DW, Lee TQ, Simon TM. Meniscal repair supplemented with exogenous fibrin clot and autogenous cultured marrow cells in the goat model. *Am J Sports Med* 1996 ; 24 : 547-555
- [63] Radin EL, Rose RM. Role of subchondral bone in the initiation and progression of cartilage damage. *Clin Orthop* 1986 ; 213 : 34-40
- [64] Rockborn P, Gillquist J. Results of open meniscus repair. Long-term follow-up study with a matched uninjured control group. *J Bone Joint Surg Br* 2000 ; 82 : 494-498
- [65] Rodeo SA, Warren RF. Meniscal repair using the outside-to-inside technique. *Clin Sports Med* 1996 ; 15 : 469-481
- [66] Roeddecker K, Muennich U, Nagelschmidt M. Meniscal healing: a biomechanical study. *J Surg Res* 1994 ; 56 : 20-27
- [67] Rosenberg TD, Scott SM, Goward DB, Dunbar WH, Ewing GW, Johnson CL et al. Arthroscopic meniscal repair evaluated with repeat arthroscopy. *Arthroscopy* 1986 ; 2 : 14-20
- [68] Rubman MH, Noyes FR, Barber-Westin SD. Arthroscopic repair of meniscal tears that extend into the avascular zone. A review of 198 single and complex tears. *Am J Sports Med* 1998 ; 26 : 87-95
- [69] Ryu RK, Dunbar XH. Arthroscopic meniscal repair with two-year follow-up: a clinical review. *Arthroscopy* 1988 ; 4 : 168-173
- [70] Seedhom BB, Hargreaves DJ. Transmission of the load in the knee joint with special reference to the role of the menisci: part II. Experimental results, discussion and conclusions. *Eng Med* 1979 ; 8 : 220-228
- [71] Shelbourne KD, Patel DV, Adsit WS, Potter DA. Rehabilitation after meniscal repair. *Clin Sports Med* 1996 ; 15 : 595-612
- [72] Shelbourne KD, Rask BP. The sequelae of salvaged nondegenerative peripheral vertical medial meniscus tears with anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2001 ; 17 : 270-274
- [73] Sommerlath KG. Results of meniscal repair and partial meniscectomy in stable knees. *Int Orthop* 1991 ; 15 : 347-350
- [74] Song EK, Lee KB, Yoon TR. Case report: aseptic synovitis after meniscal repair using the biodegradable meniscus arrow. *Arthroscopy* 2001 ; 17 : 77-80
- [75] Stone KR, Rodkey WG, Webber RJ, McKinney L, Steadman JR. Future directions: collagen-based prostheses for meniscal regeneration. *Clin Orthop* 1990 ; 252 : 129-135
- [76] Stone KR, Steadman JR, Rodkey WG, Li ST. Regeneration of meniscal cartilage with use of a collagen scaffold : analysis of preliminary data. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 1770-1777
- [77] Stone RG, Frewin PR, Gonzales S. Long-term assessment of arthroscopic meniscus repair: a two to six year follow-up study. *Arthroscopy* 1990 ; 6 : 73-78
- [78] Talley MC, Grana WA. Treatment of partial meniscal tears identified during anterior cruciate ligament reconstruction with limited synovial abrasion. *Arthroscopy* 2000 ; 16 : 6-10
- [79] Tapper EM, Hoover NW. Late results after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am* 1969 ; 51 : 517-526
- [80] Tenuta JJ, Arcieri RA. Arthroscopic evaluation of meniscal repairs: factors that effect healing. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 797-802
- [81] Thompson WO, Thaeta FL, Fu FH, Dye SF. Tibial meniscal dynamics using three-dimensional reconstruction of magnetic resonance images. *Am J Sports Med* 1991 ; 19 : 210-215
- [82] Vedi V, Williams A, Tennant SJ, Spouse E, Hunt DM, Gedroyc WM. Meniscal movement. An in-vivo study using dynamic MRI. *J Bone Joint Surg Br* 1999 ; 81 : 37-41
- [83] Veth RP, Den Heeten GJ, Jansen HW, Nielsen HK. Repair of the meniscus: an experimental investigation in rabbits. *Clin Orthop* 1983 ; 175 : 258-262
- [84] Voloshin AS, Wosk J. Shock absorption of meniscectomized and painful knees: a comparative in vivo study. *J Biomed Eng* 1983 ; 5 : 157-161
- [85] Warren R, Arnoczky SP, Wickiewicz TL. Anatomy of the knee. In : Nicholas JA, Herschmann EB eds. *The lower extremity and spine in sports medicine*. St Louis : CV Mosby, 1986 : 657-694
- [86] Warren RF. Arthroscopic meniscal repair. *Arthroscopy* 1985 ; 1 : 170
- [87] Webber RJ, Harris MG, Hough AJ Jr. Cell culture of rabbit meniscal fibrochondrocytes: proliferative and synthetic response to growth factors and ascorbate. *J Orthop Res* 1985 ; 3 : 36-42
- [88] Webber RJ, York L, Vander Schilden JL, Hough AJ Jr. Fibrin clot invasion by rabbit meniscal fibrochondrocytes in organ culture. *Trans Orthop Res Soc* 1987 ; 12 : 470
- [89] Yasui K. Three dimensional architecture of human normal menisci. *J Jpn Orthop Assoc* 1978 ; 52 : 391-399
- [90] Zhang Z, Arnold JA. Trephination and suturing of avascular meniscal tears: a clinical study of the trephination procedure. *Arthroscopy* 1996 ; 12 : 726-731

Synovectomie du genou

O Charrois
S Louisia
P Beaufils

Techniques par arthrotomie et technique endoscopique

Résumé. – La synoviale peut être à l'origine ou être le siège de nombreuses affections pouvant justifier sa destruction ou son excision chirurgicale. Nous décrivons ici les techniques classiques de synovectomie par arthrotomie antérieure et postérieure mais aussi les techniques de synovectomie sous contrôle endoscopique qui, lorsqu'elles sont indiquées ont, du fait de leur caractère moins invasif, de meilleurs résultats fonctionnels. En plus des voies d'abord endoscopiques habituelles, nous décrivons ici une technique originale en « va-et-vient » entre les deux voies postérieures. Cette technique, qui nécessite une bonne maîtrise de l'arthroscopie, permet une excision étendue de la synoviale des compartiments postérieurs.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : genou, synoviale, synovectomie, arthroscopie.

Introduction

La synoviale peut être à l'origine ou être le siège de nombreuses affections pouvant justifier sa destruction ou son excision chirurgicale. Certaines affections, localisées, ne nécessitent qu'une synovectomie parcellaire qui n'altère pas la fonction de la synoviale, alors que d'autres, diffuses, nécessitent une synovectomie totale. L'excision complète de cette structure, nécessaire au bon fonctionnement articulaire, est envisageable car sa capacité de régénération permet, à terme, la restauration d'une néosynoviale fonctionnelle ; néanmoins, elle est techniquement irréalisable. En effet, si la plus grande partie de la synoviale localisée à la partie antérieure du genou est accessible à une excision chirurgicale, son intrication, à la partie moyenne et postérieure du genou, avec les ménisques et les éléments capsuloligamentaires rend son excision totale impossible sans de sérieux dommages de ces structures. La synovectomie ne doit donc pas être considérée comme une excision « carcinologique » mais plutôt comme un compromis entre la réduction du volume de tissu pathologique et le respect des éléments anatomiques du genou.

L'agressivité de la synovectomie par arthrotomie comparée à la relative innocuité et à l'amélioration des techniques médicales de synoviorthèse a, dans un premier temps, fait reculer les indications des synovectomies. Depuis le développement des techniques, moins invasives, de synovectomie sous contrôle arthroscopique [7, 10, 13], elles ont repris une place importante dans le traitement des affections

synoviales. Néanmoins, cette technique dont la morbidité est moindre et dont le résultat fonctionnel est meilleur, ne se justifie que si l'excision synoviale est aussi complète que si elle avait été réalisée par arthrotomie.

Indications

Toute affection synoviale chronique responsable ou entretenant une inflammation ou un saignement peut, dès lors qu'elle n'est pas accessible à un traitement médical, justifier une synovectomie. De la nature de cette affection, et en particulier de son caractère diffus ou localisé, dépend l'étendue de la synovectomie.

POLYARTHRITE RHUMATOÏDE

La synovectomie peut trouver une indication à mi-chemin entre traitement médical et arthroplastie lorsque ni traitement de fond ni synoviorthèse ne permettent de contrôler l'inflammation synoviale d'un genou dont l'état articulaire reste conservé [5, 16]. Dans cette indication, la synovectomie tente d'être totale. Elle ne semble néanmoins pas pouvoir être définitivement curative, la néosynoviale régénérée pouvant, à nouveau, être le siège d'un processus inflammatoire équivalent.

ARTHROPATHIES HÉMOPHILIQUES

Lorsque les hémarthroses persistent malgré un traitement médical adapté, la résection de la synoviale hypertrophique permet de limiter les récides hémorragiques et leurs conséquences articulaires [11, 15, 19]. La synovectomie, qui nécessite une prise en charge périopératoire spécialisée des anomalies de l'hémostase, concerne surtout la région antérieure du genou, visant à réséquer les zones hypertrophiques sans chercher à être totale. Chez ces

Olivier Charrois : Ancien interne des hôpitaux de Paris, ancien chef de clinique assistant, clinique Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris.

Stéphane Louisia : Ancien interne des hôpitaux de Paris, chef de clinique assistant.

Philippe Beaufils : Chef de service, praticien hospitalier.

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital André Mignot, 177, rue de Versailles, 78157 Le Chesnay cedex, France.



1 Disposition de la synoviale et de ses culs-de-sac.

patients, la fréquence de la contamination par les virus de l'immunodéficience humaine et de l'hépatite C impose des précautions particulières ; la réalisation arthroscopique de la synovectomie, entre autres avantages, limite le risque d'accident d'exposition au sang.

SYNOVITE VILLONODULAIRE

Hormis le cas des formes tumorales circonscrites pédiculées qui sont accessibles à une résection localisée emportant la totalité de la tuméfaction et une large collerette synoviale autour de leur pédicule, le caractère généralement diffus de cette affection impose une synovectomie la plus complète possible. Celle-ci peut être arthroscopique ^[1], mais l'étendue postérieure, voire extra-articulaire dans le creux poplité, de la dystrophie peut imposer le choix d'une excision par arthrotomie ou l'association des deux techniques ^[12].

CHONDROMATOSE ET OSTÉOCHONDROMATOSE

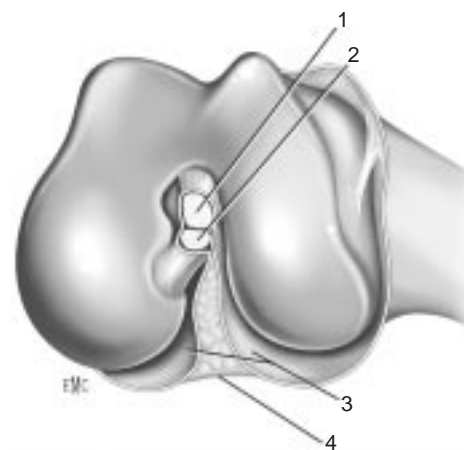
La synovectomie peut s'associer à l'ablation des corps libres intra-articulaires ^[6]. Seules les zones en cours de métaplasie sont réséquées.

ARTHRITE SEPTIQUE

Le drainage articulaire doit être associé à une antibiothérapie adaptée au germe. L'arthroscopie permet d'orienter le lavage articulaire et, pour les formes traitées tardivement, d'exciser les fausses membranes et d'effondrer les collections cloisonnées. Une synovectomie de réduction focalisée sur les zones hypertrophiques, qui sont essentiellement localisées à la partie antérieure de la cavité articulaire, peut utilement compléter ce nettoyage ^[3, 8, 9].

Rappel anatomique

Au genou, il est possible de distinguer la synoviale entourant la cavité sus- et péripatellaire, volumineux plan de glissement de l'appareil extenseur, de celle, au relief rendu complexe par la présence des ménisques et des ligaments croisés, entourant les compartiments fémorotibiaux (fig 1).



2 Représentation de la capsule postérieure des coques condyliennes et du méso des ligaments croisés (d'après Rouvière).

1. Ligament croisé postérieur ; 2. ligament croisé antérieur ; 3. coques condyliennes ; 4. plan fibreux postérieur.

La cavité synoviale antérieure réunit la cavité péripatellaire et la cavité sous-quadriceps. Durant le développement embryonnaire, ces deux compartiments sont séparés par une cloison qui peut subsister plus ou moins complètement. La cavité antérieure est séparée de la face antérieure du fémur et des faces postérieures du quadriceps, de son tendon et du tendon patellaire par des plans graisseux qui facilitent son clivage à ces différents niveaux. La synoviale s'insère à la périphérie du revêtement cartilagineux de la patella et de la trochlée. À son sommet, le cul-de-sac sous-quadriceps est suspendu par l'insertion du muscle sous-crural ou tenseur du cul-de-sac, chef du muscle crural. De part et d'autre de la patella, capsule et synoviale adhèrent aux ailerons patellaires ; le plan de clivage de la synoviale est donc difficile à distinguer à ce niveau, mais le repérage préalable de ce plan au-dessus et en dessous des ailerons permet de les épargner lors de l'excision de la synoviale.

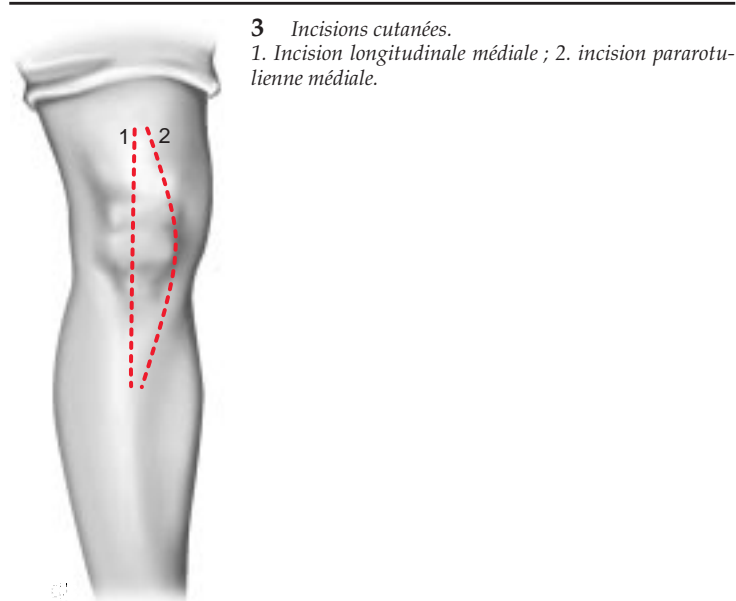
La cavité synoviale se prolonge vers l'arrière au-dessus et en dessous des ménisques directement insérés sur la capsule articulaire. Le revêtement synovial recouvre les ligaments croisés dans l'échancrure où existe fréquemment une cloison fibrograisseuse ou ligament adipeux unissant graisse sous-patellaire et toit de l'échancrure. En arrière, la synoviale tapisse les coques condyliennes et s'insère à la périphérie du revêtement cartilagineux des condyles et des plateaux tibiaux. À la partie postérieure de l'échancrure intercondylienne, un méso sagittal tapissé de synoviale vient entourer les ligaments croisés, cloisonnant les compartiments postéromédial et postérolatéral (fig 2). À sa partie postéromédiale, en dehors et en arrière des ischiojambiers, la cavité articulaire communique parfois avec la bourse du muscle gastrocnémien médial par l'intermédiaire de laquelle elle peut se prolonger en arrière, formant un kyste poplité.

Synovectomie antérieure par arthrotomie

INSTALLATION

L'anesthésie opératoire peut être générale ou locorégionale par une rachianesthésie ou par une anesthésie tronculaire associant un bloc antérieur des nerfs fémoral, obturateur et latéral de cuisse (blocs séparés ou bloc « trois en un » iliofascial) et un bloc postérieur sciatique. Quel que soit le type d'anesthésie opératoire choisi, l'association à une anesthésie tronculaire par un cathéter introduit à proximité du nerf fémoral au pli inguinal facilite l'analgésie postopératoire et de ce fait la rééducation précoce ^[4].

L'opéré est installé en décubitus dorsal sur une table ordinaire, un coussin sous la fesse homolatérale évitant la chute du membre en



3 Incisions cutanées.
1. Incision longitudinale médiale ; 2. incision parapatellaire médiale.

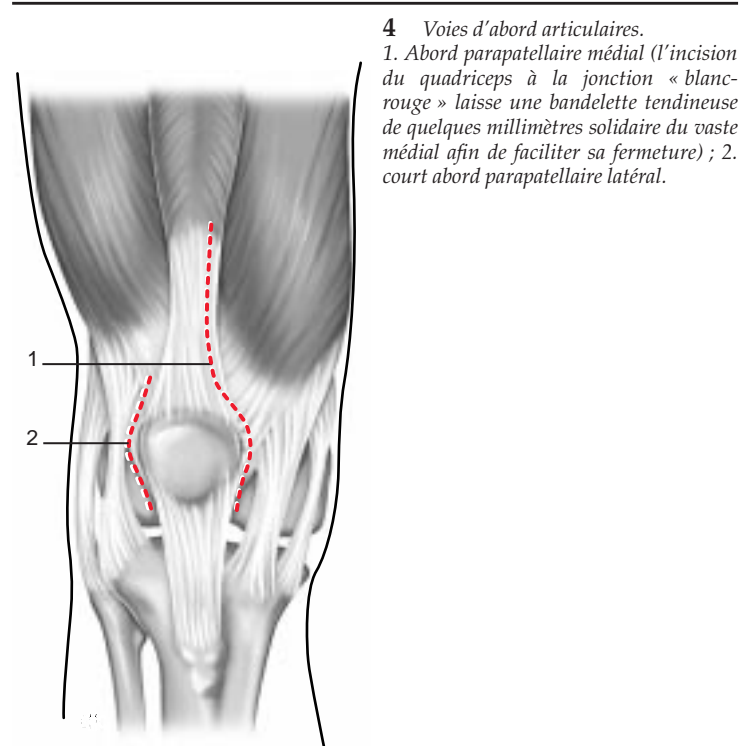
rotation externe. Un garrot pneumatique, qui est gonflé genou fléchi afin de ne pas limiter la course de l'appareil extenseur, est mis en place à la racine de la cuisse. La position genou fléchi, nécessaire à certains temps de l'intervention, peut être maintenue, soit par l'aide, soit par un appui sous-crural en « U », qui peut être relevé ou abaissé au contact de la table, soit par un dispositif à crémaillère fixé au membre par une attelle suropédieuse métallique.

VOIE D'ABORD

La cavité articulaire est abordée par une voie parapatellaire médiale comme pour une arthroplastie. Cette voie d'abord donne un bon jour sur le cul-de-sac sous-quadricipital, les parties antérieures du compartiment fémorotibial médial et de l'échancrure intercondylienne et permet, après luxation de la patella, d'accéder à la partie antérieure du compartiment fémorotibial latéral. L'incision cutanée, longue d'une vingtaine de centimètres, est soit longitudinale médiale centrée sur la patella, soit arciforme, parapatellaire médiale. La voie parapatellaire débute une dizaine de centimètres au-dessus de la patella, longe le bord médial du tendon quadricipital puis de la patella, environ 1 cm en dedans de cette dernière, puis elle s'infléchit en dehors pour rejoindre le bord médial du tendon patellaire et de la tubérosité tibiale (fig 3). Le tissu graisseux sous-cutané est incisé selon le même trajet, découvrant le plan musculotendineux. Au niveau du muscle quadricipital, l'appareil extenseur est ouvert à la jonction « blanc-rouge » correspondant à la convergence du vaste médial sur le tendon quadricipital. L'ouverture peut se faire, soit en séparant le corps musculaire du tendon, soit dans le tendon lui-même, une bandelette tendineuse de quelques millimètres restant solidaire du vaste, facilitant la fermeture ultérieure de ce plan (fig 4). L'incision se prolonge en bas le long de la patella sectionnant l'aileron médial, en laissant le long de la patella une bandelette de largeur suffisante pour permettre sa suture, puis le long du tendon patellaire jusqu'à son insertion distale. L'ouverture suffisamment haute du quadriceps et la libération du tendon patellaire sont nécessaires pour luxer la patella sans risque de rupture de l'appareil extenseur, en particulier à son insertion tibiale. Lorsque l'exposition de la partie antérieure du compartiment fémorotibial latéral est insuffisante pour permettre une synovectomie « totale », il est possible, en décollant le tissu cellulocutané au ras du plan musculoaponévrotique, d'aborder l'articulation par une courte voie complémentaire parapatellaire latérale (fig 4).

EXCISION DE LA SYNOVIALE

L'abord articulaire peut, dans un premier temps, tenter de respecter l'étanchéité de la cavité synoviale. Après ouverture de l'appareil



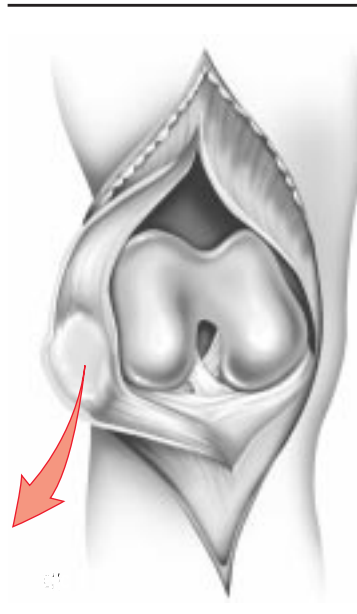
4 Voies d'abord articulaires.
1. Abord parapatellaire médial (l'incision du quadriceps à la jonction « blanc-rouge » laisse une bandelette tendineuse de quelques millimètres solidaire du vaste médial afin de faciliter sa fermeture) ; 2. court abord parapatellaire latéral.

extenseur et de l'aileron patellaire, la synoviale est progressivement séparée du fémur et du quadriceps. La libération de la synoviale sous-quadricipitale est facilitée par l'existence de plans graisseux aisément clivables au bistouri ou aux ciseaux. Au sommet du cul-de-sac sous-quadricipital, les fibres du muscle sous-crural sont sectionnées. La dissection « cavité fermée » peut être prolongée vers le bas où un épais paquet graisseux sépare tendon patellaire et synoviale. Afin d'éviter l'ouverture de la cavité articulaire ou une détérioration de l'aileron patellaire, il est préférable de repérer préalablement les plans de clivage situés au-dessus et en dessous de cet aileron puis de les rejoindre au bistouri car à ce niveau la synoviale, fortement adhérente au plan capsuloligamentaire, est difficile à dissocier. Un vaste lambeau synovial comprenant cul-de-sac sous-quadricipital et cavité médiopatellaire peut alors être excisé en sectionnant ses insertions patellaire et trochléenne, son extension latéropatellaire en dehors et fémorotibiale en dedans. À ce dernier niveau, il faut prendre garde de ne pas léser le ménisque médial. Cette dissection peut également être réalisée en ouvrant d'emblée la synoviale selon le même tracé que celui de l'ouverture du plan musculoaponévrotique. La synoviale, détendue par la fuite du liquide synovial et moins facile à manipuler, est écartée du plan musculofibreux par deux paires de pinces à hémostase alternativement manipulées par l'opérateur et son aide.

La synovectomie de la partie antérieure du compartiment fémorotibial médial se prolonge vers l'arrière en excisant progressivement au bistouri la synoviale tapissant la rampe condylienne jusqu'au ménisque en bas et au ligament latéral médial en arrière.

Dans l'échancrure intercondylienne, les ligaments croisés sont pelés de leur revêtement synovial à l'aide d'une pince-gouge, assez fine pour être introduite entre et le long des ligaments, plutôt que d'un bistouri.

L'excision de la synoviale de la partie antérolatérale du genou est réalisée selon les mêmes principes techniques mais les difficultés d'accès à ce compartiment la rendent plus laborieuse. La synovectomie peut néanmoins le plus souvent être réalisée par la seule voie d'abord articulaire parapatellaire médiale en luxant la patella. Afin d'obtenir un jour suffisant, l'appareil extenseur doit avoir été largement ouvert vers le haut entre le muscle vaste médial et le tendon du droit antérieur et disséqué vers le bas jusqu'à l'insertion osseuse du tendon patellaire. La patella ayant été luxée, genou en extension, l'aide écarte l'appareil extenseur en exerçant, à



5 L'appareil extenseur est écarté vers le dehors à l'aide d'un écarteur à griffes pour donner accès au compartiment latéral et vers le bas afin de détendre le tendon patellaire et de le protéger d'une désinsertion.

l'aide d'un écarteur à griffe ancré à l'angle supéromédial de la patella, une traction vers le dehors mais aussi vers le bas afin de détendre le tendon patellaire et de le protéger d'une désinsertion de la tubérosité tibiale antérieure (fig 5). Lorsque ces manœuvres ne permettent pas une synovectomie latérale suffisante, un court abord parapatellaire latéral permet de la compléter.

FERMETURE

L'hémostase des lumières vasculaires visibles est d'abord réalisée garrot gonflé et peut être utilement complétée une fois le garrot lâché. Avant de lâcher le garrot, de grandes compresses sont introduites dans la cavité articulaire et un pansement compressif est réalisé. Le garrot est lâché et, après quelques minutes, le pansement et les compresses les plus superficielles sont retirées. L'hémostase des plans superficiels est réalisée puis complétée en profondeur après l'ablation des compresses restantes.

Après mise en place d'un drainage intra-articulaire et sous-cutané, la paroi est fermée plan par plan. Le plan musculoaponévrotique est suturé par des points séparés de fil non résorbable ou à résorption lente, assez solidement pour permettre une mobilisation précoce. Le tendon du droit antérieur est soigneusement suturé sur toute sa longueur et son épaisseur car il est souvent constitué, à proximité de son insertion patellaire, de deux feuillets. Un pansement compressif est mis en place pour 12 à 24 heures.

SOINS POSTOPÉRATOIRES

Dans les heures suivant l'intervention, le drainage est surveillé afin que l'aspiration n'entretienne pas un saignement trop abondant. Dans un tel cas, l'aspiration est interrompue en supprimant le vide durant quelques heures et le genou peut être fléchi pour diminuer le saignement.

Le pansement compressif est retiré le lendemain afin de permettre une rééducation précoce. Celle-ci consiste essentiellement à mobiliser l'articulation et est réalisée au mieux à l'aide d'un arthromoteur et d'une analgésie par un cathéter crural, tous deux facilitant le relâchement musculaire et permettant ainsi de restaurer rapidement et dans de bonnes conditions de confort la mobilité passive de l'articulation.

L'appui complet est autorisé dès le deuxième jour, protégé par deux cannes-béquilles. Une prévention des accidents thromboemboliques est assurée durant les 2 premières semaines par une héparine de bas poids moléculaire.

Selon les quantités recueillies, le drainage est retiré au deuxième ou au troisième jour, de préférence juste après une mobilisation.

Synovectomie postérieure par arthrotomie

Lorsque la synovectomie par arthrotomie tente d'être « totale » ou que la localisation de l'affection synoviale est postérieure, une synovectomie postérieure est indiquée. L'abord de la synoviale postérieure est malaisé, aucune voie d'abord ne permettant l'accès simultané aux parties postérieures des deux compartiments fémorotibiaux et de l'échancrure intercondylienne. La voie d'abord doit donc être choisie en fonction du ou des compartiments dont on souhaite privilégier la synovectomie.

VOIES POSTÉROLATÉRALE ET POSTÉROMÉDIALE

Deux voies verticales courtes (de 5 à 7 cm) rétroligamentaires permettent d'aborder chaque compartiment fémorotibial. Ces deux voies peuvent être réalisées en décubitus dorsal, sans modifier l'installation de la synovectomie antérieure, en s'aidant des rotations de hanche et de la bascule du patient par un coussin placé alternativement sous chaque fesse. La flexion du genou permet un accès facile à la synoviale tapissant la face antérieure des coques condyliennes mais ni la partie postérieure de l'échancrure intercondylienne ni un kyste poplité ne sont accessibles.

VOIES POSTÉRIEURES POPLITÉES

La voie postéromédiale décrite par Trickey permet l'accès à la partie postérieure de l'échancrure intercondylienne mais impose une installation en décubitus ventral. Un coussin placé sous la cheville permet, en fléchissant le genou d'une quinzaine de degrés, de détendre les vaisseaux poplités. L'incision initialement verticale postérieure médiane s'incurve en suivant le relief du versant médial du gastrocnémien médial (fig 6). L'aponévrose est incisée selon le même trajet, la branche cutanée du nerf saphène est repérée puis refoulée afin d'accéder à l'insertion condylienne du gastrocnémien médial. Le tendon du gastrocnémien est sectionné en amont de son pédicule vasculonerveux à 3 cm de son insertion condylienne (fig 7). En refoulant en dehors son corps musculaire qui protège les vaisseaux poplités, on accède à la capsule et au ligament poplité oblique qui sont incisés longitudinalement sur la ligne médiane. Cet abord permet l'accès à un kyste poplité, aux parties postérieures de l'échancrure intercondylienne et du compartiment fémorotibial médial mais pas à la partie postérieure du compartiment fémorotibial latéral. Il existe différentes variantes de cette voie d'abord. Moyennant une dissection préalable des vaisseaux poplités, il est possible d'accéder sélectivement à la partie postérieure de l'échancrure intercondylienne en écartant, sans les sectionner, les gastrocnémiens ou d'accéder à la partie postérieure du compartiment fémorotibial latéral en refoulant en dedans les vaisseaux poplités puis en sectionnant le tendon du gastrocnémien latéral.

La synovectomie des compartiments postérieurs se fait pas à pas en pelant au bistouri ou à la pince-gouge les coques condyliennes et les ligaments croisés de leur synoviale. Seule l'excision d'un kyste synovial peut être réalisée d'un bloc après avoir localisé et lié le pertuis le mettant en communication avec la cavité articulaire.

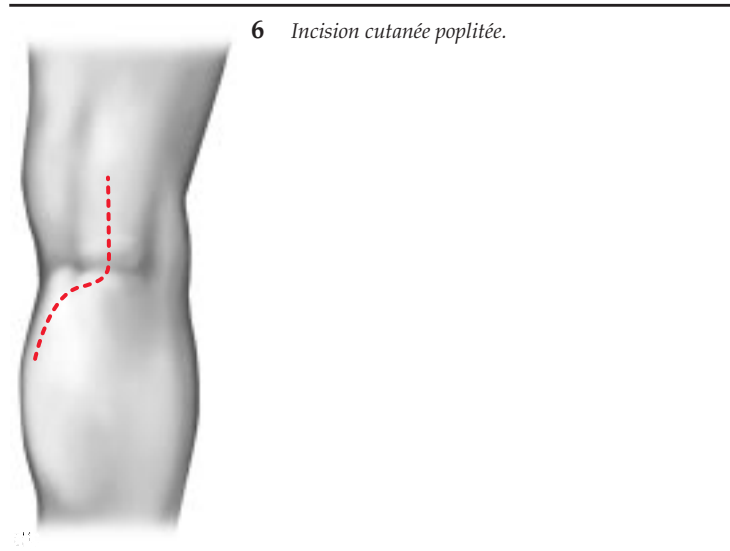
Fermeture, drainage et rééducation sont réalisés selon les mêmes principes que ceux de la synovectomie antérieure.

Synovectomie endoscopique

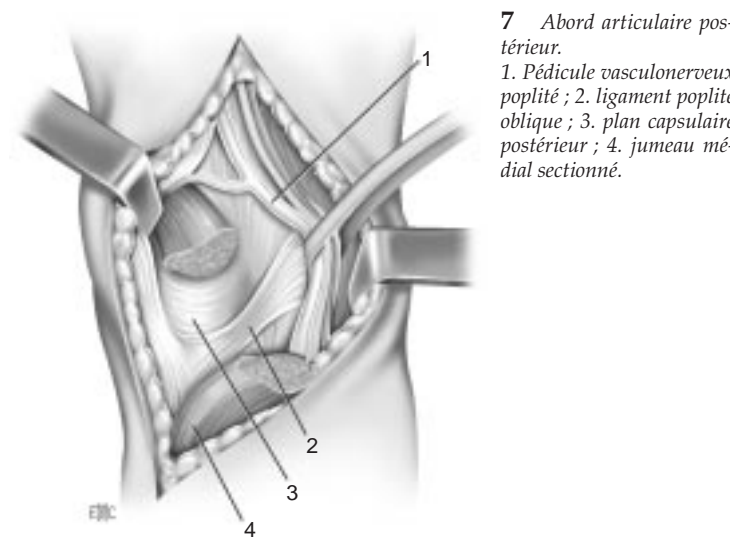
INSTALLATION

L'anesthésie est la même que pour une synovectomie par arthrotomie associant une anesthésie opératoire générale ou locorégionale et une analgésie postopératoire tronculaire assurée par un cathéter introduit à proximité du nerf fémoral au pli inguinal.

L'opéré est installé en décubitus dorsal sur une table ordinaire. Un garrot pneumatique est mis en place à la racine de la cuisse. Un



6 Incision cutanée poplitée.



7 Abord artirculaire postérieur.

1. Pédicule vasculonerveux poplité ; 2. ligament poplité oblique ; 3. plan capsulaire postérieur ; 4. jumeau médial sectionné.

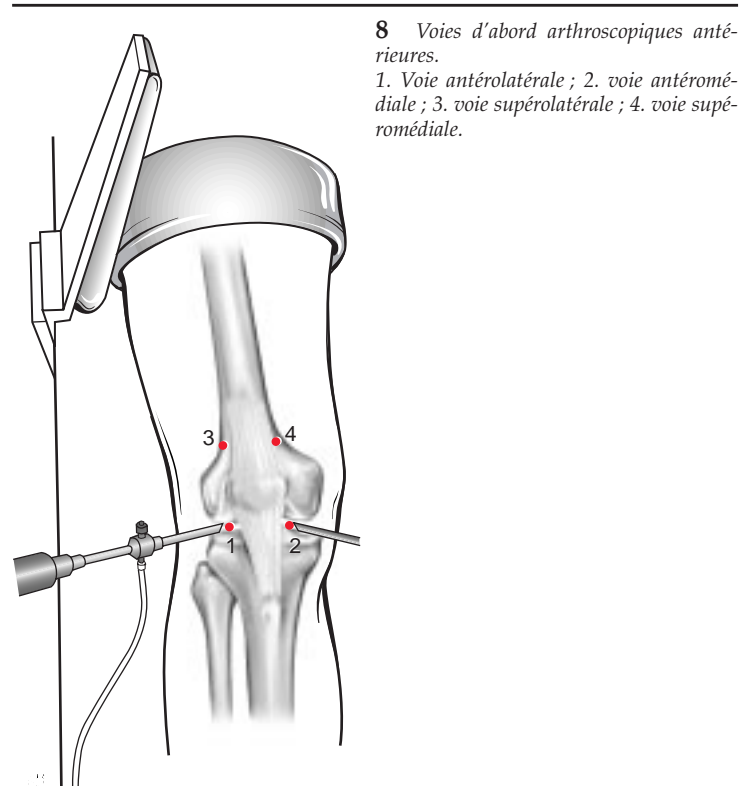
contre-appui, placé à la face latérale de la cuisse, peut faciliter les manœuvres de décoaptation du compartiment fémorotibial médial.

En plus du matériel habituel nécessaire à une arthroscopie du genou, optique fore-oblique à 30°, palpeur et pinces, il est indispensable de disposer d'un couteau résecteur motorisé de 5,5 mm droit et éventuellement courbe, et il est conseillé d'utiliser une pompe de remplissage articulaire. Cette dernière, en assurant le gonflement permanent, facilite l'hémostase, améliore la visibilité intra-articulaire et refoule les éléments vasculonerveux postérieurs de la synovectomie. Le laser et les bistouris électriques adaptés à l'endoscopie sont une aide appréciable mais non indispensable pour assurer l'hémostase de petits vaisseaux. Du fait de leur médiocre rendement de résection, ils ne peuvent se substituer au couteau motorisé pour l'excision du tissu synovial. Les outils de thermocoagulation qui permettent simultanément résection et hémostase sont peut-être une alternative à l'utilisation du couteau motorisé mais leur efficacité et leur innocuité dans cette indication restent à démontrer.

VOIES D'ABORD

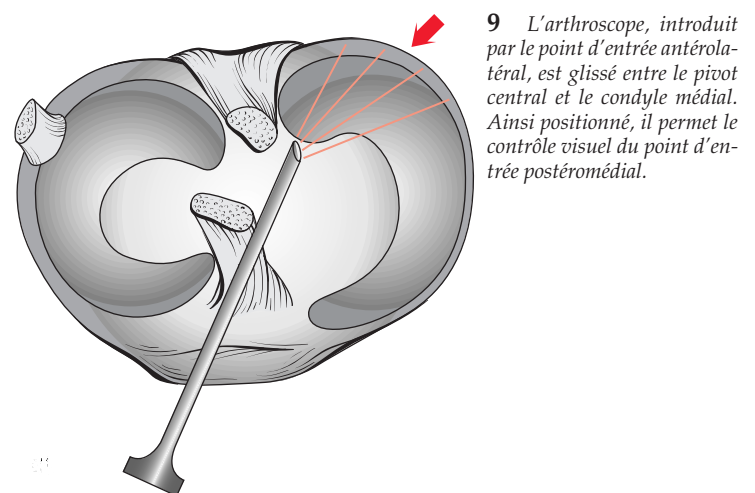
Au nombre de six, elles permettent d'accéder à la totalité de la cavité articulaire.

Les quatre voies antérieures sont habituelles (fig 8). Les voies antérolatérale et médiale sont situées dans les triangles délimités par le tendon patellaire, le condyle et le rebord antérieur du plateau tibial. Il est préférable de les placer un peu plus haut que pour une ménissectomie afin de franchir plus facilement le relief des



8 Voies d'abord arthroscopiques antérieures.

1. Voie antérolatérale ; 2. voie antéromédiale ; 3. voie supérolatérale ; 4. voie supéromédiale.



9 L'arthroscope, introduit par le point d'entrée antérolatéral, est glissé entre le pivot central et le condyle médial. Ainsi positionné, il permet le contrôle visuel du point d'entrée postéromédial.

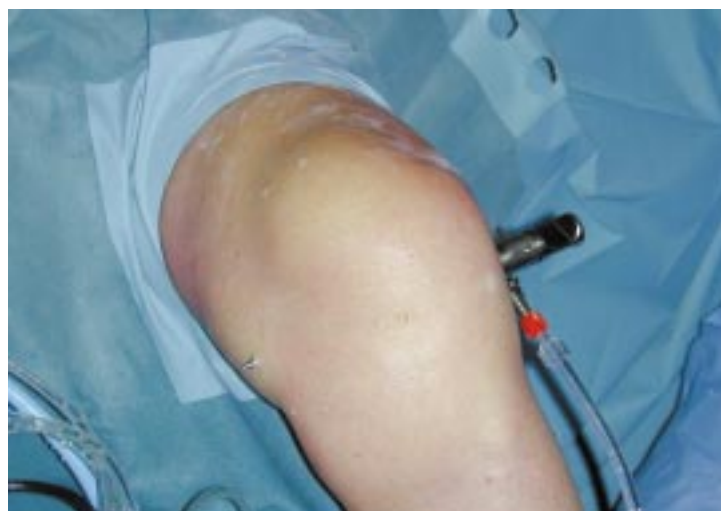
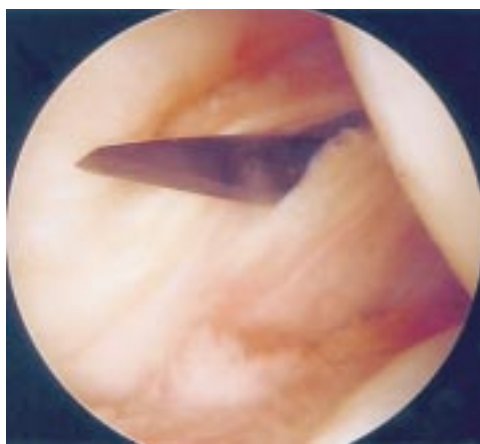
épineuses pour accéder à la partie postérieure de l'articulation. Les voies supérolatérale et médiale sont situées de part et d'autre du tendon quadricipital, environ 3 cm au-dessus des angles supérieurs de la patella et non à son contact.

Les deux voies postérieures sont de réalisation plus difficile et nécessitent une bonne expérience de l'arthroscopie [2, 17].

La voie postéromédiale est réalisée sous contrôle visuel endoartculaire. Genou fléchi à 90°, l'optique est introduite obliquement depuis le point d'entrée antérolatéral jusqu'à la partie postérieure du compartiment fémorotibial médial, en passant dans l'échancrure le long du pivot central (fig 9). L'introduction de l'optique peut être, soit directe, soit réalisée à l'aide d'un trocart mousse qui contourne le condyle médial dans l'interligne fémorotibial, le long de sa face axiale puis de sa face postérieure. La transillumination permet de déterminer le point d'entrée cutané qui est rétroligamentaire, situé 1 cm au-dessus de l'interligne fémorotibial et en arrière du condyle interne, en avant du nerf saphène et de la veine grande saphène (fig 10). Après avoir vérifié son bon positionnement par la mise en place d'une aiguille, l'incision est réalisée selon le même trajet.



10 La transillumination permet de déterminer le point d'entrée cutané qui est rétroligamentaire. En cartouche, contrôle endoscopique de l'incision.



11 Technique en « va-et-vient ». L'incision cutanée postérolatérale est réalisée en regard de la saillie du trocart introduit par voie postéromédiale.



La voie postérolatérale peut être réalisée de façon symétrique, l'optique étant cette fois introduite obliquement depuis le point d'entrée antéromédial jusqu'à la partie postérieure du compartiment fémorotibial latéral.

Ces deux voies postérieures « croisées » permettent d'accéder à la partie postérieure des ménisques et aux coques condyliennes, mais leur obliquité et l'existence d'une cloison sagittale séparant les compartiments postéromédial et postérolatéral limitent l'accès à la partie postérieure de l'échancrure intercondylienne. Cette limite nous a amené à utiliser une technique en « va-et-vient » entre les deux voies postérieures permettant de créer un espace accessible en arrière du pivot central. La voie postéromédiale est réalisée de la façon précédemment décrite en veillant à ce qu'elle soit suffisamment postérieure pour que le trocart qui y est introduit puisse passer en arrière du condyle médial en restant dans un plan frontal, sans prendre une direction postérieure qui serait dangereuse pour les éléments vasculonerveux. L'optique est introduite par le point d'entrée postéromédial permettant de visualiser le ligament croisé postérieur et la cloison postérieure au contact de laquelle il est poussé. La canule étant maintenue en place, l'optique est remplacée par un mandrin mousse qui perfore cette cloison au-dessus du ligament croisé postérieur, pénétrant dans le compartiment latéral. Le mandrin est poussé contre la paroi articulaire postérolatérale, déterminant le point d'entrée correspondant. L'incision cutanée est réalisée en regard de son extrémité (fig 11). Après avoir retiré le mandrin, un couteau motorisé est introduit dans l'extrémité de la canule puis ramené dans le compartiment médial. La cloison postérieure est progressivement réséquée, ce qui crée un espace postérieur unique dans lequel il est possible de travailler sous contrôle permanent de la vue (fig 12).



12 Technique en « va-et-vient ». Vue postérieure du condyle et du plateau tibial médial, du ligament croisé postérieur et du condyle latéral.

EXCISION DE LA SYNOVIALE

Son étendue est déterminée par le bilan préopératoire et surtout par une exploration et des biopsies systématiques de toute la cavité articulaire qui sont réalisées avant toute résection synoviale.

La résection de la synoviale est progressivement réalisée sous le contrôle de la vue à l'aide du couteau motorisé utilisé sur le mode oscillatoire. En profondeur, la résection s'arrête au plan capsulaire mais il est indispensable d'avoir conscience de la position du résecteur par rapport aux éléments anatomiques périarticulaires vulnérables (artères, nerfs mais aussi tendon patellaire et ligaments latéraux ^[18]). À la partie postérieure de la cavité articulaire, si les

éléments vasculonerveux sont refoulés vers l'arrière par le gonflement articulaire lorsque le genou est fléchi, ils restent fixés à proximité de la partie supérieure du tibia par l'arcade fibreuse du soléaire et sont donc vulnérables à ce niveau.

Lorsque la synovectomie est extensive, il est indispensable de tenir compte du gonflement de la synoviale, qui va se gorger d'eau au cours de l'arthroscopie, et des fuites extra-articulaires. Afin de limiter les fuites liquidiennes vers les loges de jambe et de cuisse, nous débutons la synovectomie par la partie antérieure de la cavité articulaire. Les quatre voies antérieures permettent, en permutant régulièrement voies optique et instrumentale et en utilisant un drainage supérieur qui éloigne les débris de résection du champ visuel, de réséquer l'essentiel de la synoviale située dans le cul-de-sac sous-quadricipital, les rampes condyliennes, la partie antérieure de l'échancrure intercondylienne et au-dessus des ménisques. La cavité sous-quadricipitale est accessible en extension ; la résection de sa synoviale est facilitée par une contre-pression digitale appliquée par l'aide sur la partie distale de la cuisse. L'accès à l'échancrure et aux compartiments fémorotibiaux est facilité par la flexion du genou et les contraintes frontales en varus et valgus. Les voies supérieures donnent un angle d'attaque différent au résecteur, permettent de vérifier selon un point de vue différent que la résection est complète et, s'il y a lieu, de la compléter. Signalons que la résection antérieure sous-patellaire n'a pas à être étendue au paquet adipeux de Hoffa, qui ne participe pas à la pathologie synoviale et protège le tendon patellaire.

La synovectomie postérieure peut être réalisée par les voies postérieures classiques isolées. Elles permettent une synovectomie des coques condyliennes mais ne donnent pas accès aux tissus pathologiques sus- et rétroligamentaires situés à la partie postérieure de l'échancrure intercondylienne. Si une résection endoscopique de ces tissus est envisagée, nous préconisons la technique des deux voies postérieures en « va-et-vient » précédemment décrite. Cette technique nécessite une bonne maîtrise de l'arthroscopie et plutôt qu'une résection incomplète par excès de prudence ou dangereuse par défaut, il ne faut pas hésiter à associer à la synovectomie antérieure endoscopique un abord postérieur direct par arthrotomie [12].

FERMETURE

Un drain intra-articulaire est introduit, au travers d'un trocart, dans l'une des voies d'abord antérieures (de préférence dans une des voies supérieures dont les trajets pariétaux, plus épais, sont moins vulnérables à une fistulisation) ; son positionnement intra-articulaire est vérifié avant de retirer l'optique. Les différents orifices d'entrée cutanés sont suturés. Un pansement compressif est mis en place pour 12 à 24 heures après avoir vérifié qu'une fuite de sérum ne tende pas anormalement les loges de jambe.

SOINS POSTOPÉRATOIRES

Réalisés dans de meilleures conditions de confort qu'après une synovectomie par arthrotomie [14], leurs principes sont néanmoins les mêmes. Le pansement compressif est retiré dès le lendemain et la mobilisation débutée. Selon les habitudes, le drainage peut être retiré, soit le lendemain, soit au deuxième ou au troisième jour. L'appui complet est autorisé dès le deuxième jour, protégé par deux cannes-béquilles. Une prévention des accidents thromboemboliques est assurée durant les 2 premières semaines par une héparine de bas poids moléculaire.

Conclusion

Seule la pathologie synoviale dicte l'étendue de la synovectomie qui ne doit pas être influencée par le choix de la technique par arthrotomie ou de la technique endoscopique.

Pour les synovectomies de la partie antérieure de la cavité articulaire, la technique arthroscopique a, du fait de sa moindre morbidité, notre préférence. Excepté le cas de volumineuses lésions pseudotumorales, elle permet une excision complète de la synoviale pathologique.

À la partie postérieure de l'articulation, l'étendue de la résection est adaptée à l'affection synoviale. Lorsqu'une simple synovectomie de réduction est requise, elle peut être réalisée par une technique arthroscopique utilisant les voies postérieures classiques. Lorsque la synovectomie doit être totale, elle peut être réalisée, soit par une arthrotomie qui peut être associée à une synovectomie antérieure arthroscopique, soit par une technique endoscopique en « va-et-vient ».

Références

- [1] Béguin J, Locker B, Vielpeau C, Souquière G. Pigmented villonodular synovitis of the knee: results from 13 cases. *Arthroscopy* 1989 ; 5 : 62-64
- [2] Boytim MJ, Smith JP, Fischer DA, Quick DC. Arthroscopic posteromedial visualization of the knee. *Clin Orthop* 1995 ; 310 : 82-86
- [3] Bussière F, Beaufile P. Arthrite septique du genou à pyogènes chez l'adulte. Traitement arthroscopique. À propos de 19 cas. *Rev Chir Orthop* 1998 ; 84 (suppl 2) : 47
- [4] Capdevila X, Bernard N, Morau D. Analgésie pour la chirurgie du genou. In : Conférence d'actualisation 2000. Paris : Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS et SFAR, 2000 : 21-41
- [5] Combe B, Krause E, Dossa J, Sany J. Intérêt de la synovectomie sous arthroscopie dans le traitement des synovites persistantes des rhumatismes inflammatoires chroniques. *Rev Rhum Mal Ostéoartic* 1987 ; 54 : 633-636
- [6] Dorfmann H, De Bie B, Bonvarlet JP, Boyer T. Arthroscopic treatment of synovial chondromatosis of the knee. *Arthroscopy* 1989 ; 5 : 48-51
- [7] Hichuenboten CL. Arthroscopic synovectomy. *Arthroscopy* 1985 ; 1 : 190-193
- [8] Ivey M, Clark R. Arthroscopic debridement of the knee for septic arthritis. *Clin Orthop* 1985 ; 199 : 201-206
- [9] Jackson R. The septic knee. Arthroscopic treatment. *Arthroscopy* 1985 ; 1 : 194-197
- [10] Klein W, Jensen KU. Arthroscopic synovectomy of the knee joint: indication, technique and follow-up results. *Arthroscopy* 1988 ; 4 : 63-71
- [11] Le Balc'h T, Girard F, Chaix O, Francoy P, Jouanin T, Mazas F. La synovectomie arthroscopique du genou chez l'hémophile. Étude comparative avec une série de synovectomies chirurgicales. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 (suppl 2) : 122-125
- [12] Le Tiec T, Hulet C, Locker B, Béguin J, Vielpeau C. La synovite villonodulaire du genou : analyse d'une série de 17 cas et revue de la littérature. *Rev Chir Orthop* 1998 ; 84 : 607-616
- [13] Locker B, Hulet C. Synovectomie arthroscopique : technique. In : Arthroscopie. Paris : Elsevier-Société Française d'Arthroscopie, 1999 : 231-234
- [14] Matsui N, Taneda Y, Ohta H, Itoh T, Tsuboguchi S. Arthroscopic versus open synovectomy in the rheumatoid knee. *Int Orthop* 1989 ; 13 : 17-20
- [15] Montane I, McCollough NC, Lian EC. Synovectomy of the knee for hemophilic arthropathy. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 210-216
- [16] Olgilvie-Harris DJ, Babinski A. Arthroscopic synovectomy of the knee for rheumatoid arthritis. *Arthroscopy* 1991 ; 7 : 91-97
- [17] Olgilvie-Harris DJ, Biggs DJ, Mackay M, Weisleder L. Posterior portal for arthroscopic surgery of the knee. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 608-613
- [18] Sprague NF. Complications in arthroscopy. New York : Raven Press, 1989
- [19] Triantafyllou SJ, Hanks GA, Handal JA, Greer RB. Open and arthroscopic synovectomy in hemophilic arthropathy of the knee. *Clin Orthop* 1992 ; 283 : 196-204



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-850]

Technique d'implantation des prothèses du genou

Henri Dejour : Professeur de clinique de chirurgie orthopédique
Chirurgie orthopédique et traumatologique, Pavillon 3A, centre hospitalier Lyon-Sud, 69495 Pierre-Bénite cedex France
David Dejour : Chef de clinique-assistant des hôpitaux de Lyon

© 1996 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Le genou est composé de trois articulations bien distinctes ayant chacune leurs causes et leurs modalités d'usure :

- *l'articulation fémorotibiale interne ;*
- *l'articulation fémorotibiale externe ;*
- *l'articulation fémoropatellaire.*

Pour traiter les atteintes arthrosiques, inflammatoires, post-traumatiques ou tumorales de l'articulation du genou, il faut bien souvent recourir à des prothèses de type différent. Ces prothèses peuvent se répartir en trois grandes classes : les prothèses charnières très contraintes, les prothèses à glissement plus ou moins contraintes selon que l'on respecte un ou les deux ligaments croisés auxquelles on peut rapprocher les prothèses de reprise, enfin les prothèses unicompartmentales qui ne remplacent que l'un des trois compartiments. Chacun de ces trois types de prothèse a des avantages et des inconvénients.

Différents éléments vont jouer dans le choix du type de prothèse.

L'atteinte ostéocartilagineuse localisée à un des trois compartiments ou étendue aux trois compartiments.

L'état des ligaments et en particulier des ligaments croisés.

Les déviations et les destructions osseuses.

PROTHÈSES CHARNIÈRES &NBSP;^[2] (FIG 1)

Elles ont marqué le début historique de la chirurgie prothétique du genou.

Elles sont constituées d'un élément fémoral et d'un élément tibial, chacun fixé par une tige centromédullaire de grande longueur dans le fémur et le tibia. Ces deux éléments sont unis par un axe, ou par des systèmes voisins, autorisant les mouvements de flexion-extension parfois de rotation et assurant à lui seul la stabilité passive de l'articulation. On parle de prothèses contraintes.

La massivité du système entraîne des inconvénients importants : risque d'embolie graisseuse peropératoire, sepsis postopératoires plus fréquents, et sa rigidité est responsable de fractures de fatigue de l'axe ou bien de descellement après quelques années.

Ces prothèses restent cependant précieuses pour le traitement des tumeurs osseuses avec résection métaphysaire ou lorsqu'il existe des destructions osseuses ou ligamentaires telles que la stabilité ne peut être assurée par les éléments naturels osseux et ligamentaires.

Haut de page

PROTHÈSES UNICOMPARTIMENTALES (FIG 2)

Elles sont, à l'opposé, des remplacements limités des surfaces articulaires usées par l'arthrose au niveau de l'un des trois composants du genou : fémorotibial interne, fémorotibial externe, fémoropatellaire. L'élément prothétique fémoral est métallique, il reconstitue par sa forme le condyle ou la trochlée détérioré, l'élément prothétique tibial est en polyéthylène, l'épaisseur variable de ce plateau permet la correction axiale de la déviation arthrosique initiale. La stabilité de ces éléments nécessite l'intégrité des ligaments, en particulier des ligaments croisés. Ces prothèses sont dites non contraintes, la stabilité étant totalement le fait des ligaments anatomiques.

Haut de page

PROTHÈSES TOTALES À GLISSEMENT OU PROTHÈSES TRICOMPARTIMENTALES

Elles sont aujourd'hui les plus employées ^[19] ; elles ont le même principe de remplacement des surfaces articulaires que la prothèse unicompartmentale mais elles réalisent un remplacement en bloc pour les trois composants avec un carter fémoral métallique qui s'articule avec une assise de polyéthylène remplaçant les deux plateaux tibiaux et un bouton rotulien.

Les rapports du carter fémoral et du plateau tibial peuvent être sans aucune contrainte si les deux ligaments croisés sont respectés ^[3] (fig 3) ; mais dans l'arthrose évoluée le ligament croisé antérieur a disparu dans 40 % des cas.

Une autre modalité est de conserver uniquement le ligament croisé postérieur ^[22], la contrainte des deux éléments prothétiques est minime (fig 4).

Enfin, le ligament croisé postérieur peut être réséqué, carter fémoral et

plateau tibial s'adaptent avec un système de semi-contrainte : ce sont les prothèses postérostabilisées (fig 5 et 6).

Haut de page

PROTHÈSES DITES DE REPRISE (FIG 7)

Elles permettent de conserver le système à glissement même dans les cas où les pertes de substances sont importantes, qu'il s'agisse d'un échec de prothèse unicompartimentale ou totale, d'une reprise d'ostéotomie ou même de cas vierges très évolués. Dans la plupart des cas, ces prothèses de reprise font appel au système postérostabilisé et les implantations se font avec des tiges additionnelles centromédullaires, plus ou moins grandes, pour assurer la stabilité osseuse ; l'os disparu pouvant être comblé par des greffes ou plus volontiers par des cales adaptées au système prothétique.

Nous aurons essentiellement en vue les prothèses à glissement qui sont devenues de beaucoup les plus utilisées, nous verrons ensuite, et plus brièvement, les problèmes spécifiques posés par les prothèses unicompartimentales.

La stabilité du genou est liée essentiellement à trois facteurs qui vont conditionner le bon fonctionnement et la longévité de la prothèse.

Haut de page

CONDITIONS THÉORIQUES DE LA STABILITÉ PROTHÉTIQUE

Axe fémorotibial mécanique (fig 8)

L'alignement tête fémorale - milieu du genou - milieu de la tibiotarsienne pour réaliser un axe fémorotibial mécanique de 180° est certainement l'objectif fondamental et prioritaire. Toutes les études insistent sur l'importance de cet alignement pour la longévité des prothèses. Il permet une répartition harmonieuse des pressions sur les plateaux tibiaux externe et interne, il évite les forces de distraction ligamentaire externe en cas de varus fémorotibial ou les forces de distraction fémorotibiales internes en cas d'axe fémorotibial en valgus. On admet aujourd'hui que la meilleure façon de réaliser cet alignement est d'avoir un axe mécanique fémoral de 90° et un axe mécanique tibial de 90° . $90^\circ + 90^\circ = 180^\circ$, mais il faut bien voir que sur le genou normal, cet alignement se fait d'une façon bien souvent différente avec, comme l'a montré Hungerford, un interligne oblique lié au fait qu'il existe un varus tibial de 3° et un valgus fémoral de 3° . Les 180° se décomposent donc en $93^\circ + 87^\circ$.

Système ligamentaire (fig 9)

Le système ligamentaire est le deuxième garant de la stabilité du genou, les ligaments croisés antérieur (LCA) et postérieur (LCP) forment le véritable pivot central de l'articulation déterminant à eux seuls les axes de rotation. On peut dire que les formations ligamentaires périphériques n'ont qu'un rôle accessoire

des deux ligaments croisés.

L'absence de LCP entraîne une translation tibiale postérieure des deux plateaux tibiaux. Cette translation postérieure est toujours très importante, de l'ordre de 1 cm et demi, elle est faible, voire nulle en extension, elle est maximale en flexion c'est-à-dire pour monter ou descendre un escalier. Très rapidement on s'est rendu compte qu'une telle prothèse à glissement avec résection du LCP nécessitait un système dit postérostabilisé où une came tibiale s'oppose à la subluxation postérieure du tibia.

L'absence de LCA entraîne une translation tibiale antérieure des deux plateaux. Cette translation tibiale est créée par la contraction du quadriceps et l'appui monopodal. Son importance varie en fonction de l'énergie cinétique : faible à la marche elle augmente à la course, au saut, elle est maximale dans la position proche de l'extension c'est-à-dire de la marche. Cette translation tibiale antérieure est d'autant plus importante que la pente tibiale est importante.

Elle est faible tant que la corne postérieure du ménisque interne est intacte, c'est-à-dire tant qu'il y a une cale postérieure.

Les premières prothèses à glissement comportaient une résection des deux ligaments croisés. Très rapidement on s'est rendu compte que pour avoir un bon résultat, il fallait rendre la prothèse plus contrainte avec un système dit postérostabilisé, système qui lie le carter fémoral et le plateau tibial pour éviter la subluxation postérieure liée à la section du croisé postérieur. Pour compenser la section du LCA, la pente tibiale prothétique est faible, de l'ordre de 5° et les plateaux légèrement concaves dans tous les sens avec une saillie centrale représentant le massif des épines tibiales et s'opposant aux subluxations latérales.

Sont ensuite apparues des prothèses qui cherchent à être plus conservatrices vis-à-vis des croisés.

Le plus souvent il s'agit de prothèses qui sacrifient le LCA mais qui conservent le LCP.

Le LCP étant exceptionnellement lésé, cette conservation est presque toujours possible, nous essaierons d'étudier les avantages et les inconvénients ^[15] de cette technique par rapport aux prothèses postérostabilisées, ces deux systèmes représentant la grande majorité des interventions actuelles.

D'autres auteurs ont développé des prothèses conservant les deux ligaments croisés mais ceci n'est pas toujours possible puisque dans 40 % des cas le LCA a disparu. En outre, ces prothèses posent des problèmes techniques difficiles que nous évoquerons.

Système extenseur

La destruction ou la paralysie du quadriceps rend impossible la mise en place d'une prothèse du genou habituelle puisque la flexion ne pourra pas être contrôlée. L'absence de rotule par patellectomie n'est pas rédhibitoire si l'appareil extenseur a été bien reconstitué, bien axé et fonctionnel ; malgré tout, les risques d'un résultat moins satisfaisant sont plus grands dans ce cas. La luxation permanente ou habituelle de la rotule pose également un problème technique important qu'il est indispensable de résoudre ; si un genou normal peut fonctionner avec une rotule luxée il n'en est pas de même avec une prothèse. La réaxation du système extenseur est donc indispensable et il ne faut pas oublier que la luxation permanente de la rotule est toujours liée à une rétraction du quadriceps.

CONDITIONS ANATOMIQUES DE LA DÉTÉRIORATION ARTICULAIRE CONDUISANT À LA MISE EN PLACE D'UNE PROTHÈSE

Une des données fondamentales de la détérioration de l'articulation du genou, qu'il s'agisse d'un processus arthrosique ou d'un processus inflammatoire, c'est dans la très grande majorité des cas, la latéralisation du processus de destruction ostéocartilagineuse. Sous l'influence des facteurs statiques qui s'exercent sur lui en appui monopodal, le genou bascule en varus ou en valgus. S'installe alors un cercle vicieux biomécanique où l'hyperpression dans la concavité creuse peu à peu une cupule d'usure et où les fortes distensions de la convexité créent ou aggravent la laxité, et donc la déformation frontale en appui.

Pour échapper à ce schéma évolutif, la prothèse implantée doit d'abord corriger le défaut frontal, mais celui-ci a trois origines qu'il faut bien analyser (fig 10 et 11).

Varus ou valgus osseux extra-articulaire

Cette déformation est le plus souvent constitutionnelle mais il peut également s'agir d'un cal vicieux postfracturaire. La mesure de cette déformation est importante à réaliser mais elle n'est pas toujours facile. C'est sur une goniométrie prenant l'ensemble des membres inférieurs que l'on pourra le plus aisément faire ces mesures et surtout bien préciser le lieu de la déformation : tibiale ou fémorale, distale, diaphysaire ou proximale.

L'axe mécanique fémoral est assez facile à déterminer radiologiquement car l'usure condylienne est faible, mais il faut bien savoir que la rotation du fémur modifie cet angle, la rotation interne le diminue d'une façon importante, il est parfois utile de faire un cliché prenant le fémur en entier et en légère rotation externe. On considère que l'axe normal est de 90° , c'est en tout cas l'angle le plus favorable pour les prothèses puisqu'il assure une répartition harmonieuse des contraintes sur les plateaux tibiaux. Dans les arthroses externes, le genu valgum est le plus souvent fémoral, l'angle mécanique étant aux alentours de 80° . Il n'est pas rare que dans les genu varum il y ait une composante fémorale de 1 à 3° dont il faudra bien tenir compte sous peine de garder un varus fémorotibial.

L'axe mécanique tibial est beaucoup plus difficile à définir puisque l'usure en cupule fait disparaître les repères. La détermination opératoire de cet axe mécanique ne pose, en revanche, pas de problème. Nous rappelons que l'axe mécanique du tibia est chez le sujet normoaxé en varus de 2 à 3° , que dans les genu varum constitutionnels ce varus peut aller jusqu'à 10 - 11° . Dans les genu valgum, la composante tibiale est plus rare, mais elle peut exister de l'ordre de 3 à 4° .

Varus ou valgus d'usure

L'abrasion ostéocartilagineuse est le plus souvent l'élément principal de la déformation globale. Sur le condyle, l'abrasion est distale, parfois antérieure, jamais postérieure respectant toujours la courbe postérieure des condyles, ce qui permet de garder un excellent repère pour la rotation fémorale. Cette abrasion est rarement très importante, n'enlevant, après les 2 mm du cartilage, que 1 à 2 mm d'os sous-chondral. En revanche, cette abrasion est très importante sur le plateau tibial créant rapidement une cupule soit postérieure, soit moyenne et latérale, cette cupule a couramment 5 à 6 mm de profondeur, elle peut être supérieure à 10 mm.

Heureusement, pour la reconstitution, cette cupule respecte la partie axiale du

plateau proche des épines tibiales et, au moins en partie, l'anneau cortical périphérique. La perte de substance, après résection de 10 mm de l'extrémité supérieure du tibia, n'est donc que très rarement complète et son comblement éventuel se limite à une zone postérolatérale de 1 à 2 cm de large et de quelques millimètres de profondeur.

Varus ou valgus d'origine ligamentaire Balance ligamentaire

Le bâillement dans la convexité visible seulement sur les clichés radiologiques en appui monopodal peut augmenter sensiblement la déviation frontale.

L'interprétation classique est celle développée surtout par Insall ^[12], avec la théorie de la balance ligamentaire qui doit être rétablie pour équilibrer la distension ligamentaire de la convexité et la rétraction ligamentaire de la concavité ; d'où la notion très importante de *release* de la concavité. Il faut bien voir en effet que la retension, le raccourcissement d'un ligament dans le cadre d'une chirurgie prothétique sont souvent bien théoriques et que la seule solution pour rééquilibrer est de détendre le côté rétracté. Cette notion de rétraction-distension et de balance ligamentaire reste aujourd'hui très importante mais elle mérite d'être critiquée et limitée ^[4].

Les radiographies préopératoires en stress corrigeant la déformation montrent que les phénomènes de rétraction empêchant la réduction existent mais qu'ils sont rares et limités aux formes très évoluées. Il semble bien que la frontière soit l'état du ligament croisé antérieur. Quand celui-ci est intact, la rétraction n'existe pas ; en revanche lorsque l'évolution arthrosique a détruit le ligament croisé antérieur, une rétraction peut bloquer plus ou moins le condyle dans la cupule tibiale. Il en est de même pour les distensions ligamentaires qui semblent peu fréquentes au moins tant que le LCA est présent.

Si l'on considère l'allongement du membre inférieur après implantation d'une prothèse totale du genou sans conservation des croisés avec distension et distracteur fémorotibial, celui-ci reste très faible, il est de 2,5 mm pour les arthroses internes, ce qui correspond à l'élasticité physiologique des formations capsuloligamentaires externes. Il est par contre de 6,5 mm pour les arthroses externes, ce qui montre que du côté interne la distension est certainement plus présente mais qu'elle reste modérée.

Le bâillement articulaire de la concavité, surtout lorsqu'il est externe n'exprime pas forcément une laxité réelle mais simplement la bascule du condyle de la convexité dans la cupule tibiale.

Haut de page

THÉORIE DES COUPES OSSEUSES ET DE L'ÉQUILIBRAGE LIGAMENTAIRE DANS LES PROTHÈSES TOTALES DU GENOU

Une prothèse du genou quel que soit son type doit obéir à un certain nombre de *principes mécaniques* pour atteindre ses objectifs :

- l'axe mécanique fémorotibial doit être le plus proche possible de 180° ;
- elle doit être stable en flexion et en extension ;
- la hauteur de l'interligne et donc de la rotule doit être respectée ;
- le genou prothétique doit avoir une mobilité de 0 à 120°.

Pour atteindre ces objectifs il faut réaliser un certain nombre de coupes osseuses qui définissent un espace entre tibia et fémur ; espace qui va être occupé exactement par la prothèse. Cet espace, ce vide que nous appellerons « p » doit être strictement le même en extension et en flexion (fig 12). Le comblement de

cet espace par la prothèse doit tendre harmonieusement tous les ligaments, tant en flexion qu'en extension, avec un interligne de hauteur normale pour que la rotule soit bien positionnée.

Ces coupes osseuses sont :

*la coupe tibiale ;
les coupes fémorales ;
 la coupe fémorale distale ;
 les deux coupes fémorales : antérieure et postérieure ;
la coupe rotulienne.*

Une coupe osseuse est déterminée par deux éléments : son orientation par rapport à l'os et l'épaisseur de la résection.

Son orientation

L'orientation dans le plan frontal doit être perpendiculaire à l'axe mécanique du tibia ou du fémur. L'orientation dans le plan sagittal est en général perpendiculaire à l'axe du fémur et du tibia mais pour certains, au niveau du tibia, la coupe peut être inclinée vers l'arrière recréant une pente tibiale plus ou moins importante.

Le niveau de la coupe

Dans l'idéal, il faut que l'on coupe de telle façon que l'on retrouve un interligne de hauteur normale tout en logeant l'épaisseur de la prothèse et nous verrons que ceci n'est pas toujours évident. Le niveau de la coupe doit permettre de tendre harmonieusement les ligaments latéraux. Cet équilibrage est important quel que soit le type de prothèse à glissement mais il est d'autant plus essentiel que l'on sacrifie un et surtout les deux ligaments croisés.

Ces différentes coupes interviennent chacune de façon variable dans la cinématique du genou et dans l'équilibre ligamentaire.

La coupe tibiale joue un rôle équivalent en extension et en flexion ; en revanche les coupes fémorales, vont intervenir d'une façon différente : la coupe fémorale distale joue un rôle de stabilité essentiellement en extension face à la coupe tibiale alors que son rôle est nul en flexion où c'est la coupe fémorale postérieure qui fait face à la coupe tibiale.

Prenons l'exemple d'un flexum avec flexion normale et qui ne semble pas lié à une rétraction postérieure. Si on le corrige par une résection supplémentaire tibiale, il y aura comme effet secondaire néfaste, une laxité en flexion. Si on le corrige par une résection fémorale distale, il n'y aura aucune laxité supplémentaire en flexion. C'est donc le bon choix.

Existe t-il un lien entre ces différentes coupes ? En d'autres termes, une coupe donnée dépend-elle d'une coupe préalablement exécutée ?

En pratique, beaucoup de chirurgiens se comportent comme s'il n'existait pas de lien entre les coupes qui apparaissent alors indépendantes les unes des autres. Cette conception qui se révèle satisfaisante dans de très nombreux cas expose cependant à des déconvenues d'autant plus que les lésions sont évoluées ou que la déviation axiale constitutionnelle est importante.

Dire que les coupes ne sont pas liées, c'est admettre que la réalisation de ces coupes permet à la prothèse de retrouver l'anatomie du genou préalable à la détérioration de telle façon que les ligaments croisés et les ligaments latéraux soient harmonieusement tendus tant en extension qu'en flexion. Mais en fait, même sur un genou dit normal, la substitution prothétique ne peut pas prétendre à une restauration parfaite de l'anatomie des surfaces articulaires donc à une

tension harmonieuse des ligaments croisés. On est en effet obligé de composer avec deux éléments : dans le plan frontal, l'obliquité de l'interligne et dans le plan sagittal l'existence d'une pente tibiale très variable. Il faut avoir bien conscience de ces problèmes même si sur le plan pratique ils peuvent souvent paraître comme secondaires.

Plan frontal : interligne oblique, conséquence sur les coupes (fig 13)

Dans le genou normal, l'interligne est oblique d'environ 3°. Si la coupe tibiale est réalisée comme il se doit perpendiculaire à l'axe mécanique tibial, la résection sera plus importante en dehors qu'en dedans. Lors de la coupe distale du fémur, l'équilibre entre les deux coupes sera retrouvé puisque la coupe perpendiculaire à l'axe mécanique du fémur va enlever plus d'os du côté interne que du côté externe. L'espace « p » en extension est bien équilibré, mais il n'en est pas de même en flexion, où la coupe fémorale distale n'est pas intervenue sur l'espace « p » en flexion. Il persiste donc en flexion, un espace plus petit en dedans et plus large en dehors ; c'est ce qui donne d'ailleurs une impression de rétraction interne. Celle-ci est faible et elle est facilement levée par un *release* interne. Si les ligaments croisés sont préservés, cette correction est plus difficile, c'est vraisemblablement pourquoi certains auteurs ont préconisé une coupe plus importante sur la partie postérieure du condyle interne par rapport au condyle externe. L'espace « p » en flexion devient ainsi régulier mais au prix d'une rotation externe de la prothèse par rapport au fémur, puisque l'on a « avancé » le condyle interne par rapport au condyle externe. Cette résection supplémentaire postérieure est souvent invoquée pour améliorer la stabilité de la rotule mais ce rôle d'équilibrage en flexion est peut-être bien le plus important. Il a de toute façon un effet néfaste puisqu'il crée une rotation externe du fémur et l'on sait que cette rotation externe aggrave les contraintes en varus.

Plan sagittal : la pente tibiale, conséquence sur les coupes osseuses

Les plateaux tibiaux sont inclinés vers l'arrière formant par rapport à la diaphyse un angle appelé pente tibiale ; cette pente est très variable, elle se situe en général entre 3 et 12° ; cette pente est liée à l'anatomie et à la fonction des ligaments croisés (fig 14). Si l'on diminue la pente tibiale, il se produit une translation tibiale postérieure par rapport aux condyles, c'est-à-dire un tiroir postérieur. Si l'on augmente la pente tibiale, il se produit une translation tibiale antérieure, c'est-à-dire un tiroir antérieur. La coupe tibiale devant être perpendiculaire à l'axe du tibia, elle supprime la pente tibiale, celle-ci est retrouvée d'une façon standard dans la prothèse, qui, en règle générale, a une pente de 4 à 5°. S'il existe une pente tibiale forte de 10° et plus, la coupe tibiale va enlever plus d'os en avant et moins en arrière. Il y aura donc en flexion une hypertension du LCP avec limitation importante de la flexion et des contraintes excessives sur la partie postérieure des plateaux tibiaux. Si l'on augmente la coupe tibiale, on crée une laxité en extension (fig 15).

Une section supplémentaire de 1 à 2 mm des condyles postérieurs est plus judicieuse mais elle risque d'obliger à employer des prothèses fémorales plus petites par rapport à la prothèse tibiale (fig 15 B).

Notons que ce problème est résolu également par la résection du LCP et la mise en place d'une prothèse postérostabilisée.

Ces problèmes, importants à analyser sur le plan théorique, restent cependant dans la plupart des cas peu importants sur le plan pratique sauf pour une pente tibiale très forte avec conservation du LCP, car heureusement, les ligaments du genou ont une certaine élasticité qui leur permet de s'adapter facilement à des différences de 2 à 3 mm telles qu'on les voit pour corriger un interligne oblique.

On peut donc dire qu'il est possible de mettre en place sur un genou préalablement bien axé une prothèse dans d'excellentes conditions, celle-ci ne faisant que compenser l'usure ostéocartilagineuse qu'elle soit en varus ou en valgus. Malgré tout, aucune prothèse n'est réellement anatomique.

En revanche, les problèmes deviennent plus difficiles à résoudre lorsque l'on demande à la prothèse et donc aux coupes osseuses de corriger non seulement la déformation frontale liée à l'usure mais la déviation frontale constitutionnelle ; or, nous avons vu que l'un des objectifs de la mise en place d'une prothèse était bien de corriger le varus ou le valgus initial pour se retrouver avec un axe fémorotibial à 180°.

La correction de ces anomalies osseuses constitutionnelles est variable suivant le type et l'origine de la déviation frontale. Nous analyserons sur le plan théorique uniquement les deux déviations les plus fréquentes, à savoir le varus osseux d'origine tibiale et le valgus osseux d'origine fémorale.

Correction d'un varus osseux d'origine tibiale

Le plan de la coupe tibiale étant perpendiculaire à l'axe mécanique, s'il existe, comme c'est souvent le cas, un varus osseux constitutif de 5 à 6°, il y aura obligatoirement une coupe bien plus importante du côté externe que du côté interne. Pour nous, c'est l'origine la plus fréquente de ce que l'on a appelé distraction externe et rétraction interne. En effet, la coupe crée une laxité de résection externe alors que le côté interne semble très fermé.

Le relâchement interne devra être beaucoup plus important et si les ligaments croisés sont conservés, leur tension sera très grande et surtout sur le LCP. Le raisonnement est ici le même que celui conduit pour l'interligne oblique, mais le problème est beaucoup plus difficile car nous arrivons aux limites de l'élasticité des ligaments et de relâchement possible.

L'hypertension du LCP est un des points importants chez tous les concepteurs de prothèses conservant le LCP. Cette hyperpression peut avoir deux conséquences : elle est maximale en flexion comme nous l'avons montré ^[4], d'où limitation de la flexion du genou et raideur. En extension, du fait de l'absence du LCA, elle favorise une translation tibiale antérieure très nocive pour le devenir de la prothèse.

Certains ont parlé d'allonger le LCP, ceci n'est guère réaliste et pour tout chirurgien qui a l'expérience des ligaments du genou, cet allongement est l'équivalent ici à une section, en tout cas sur le plan du résultat (fig 16).

On peut augmenter l'importance des coupes osseuses soit :

- couper 2 à 3 mm de plus sur les deux condyles mais l'on diminue ainsi la taille du carter fémoral par rapport au plateau tibial ;
- ou encore recouper 2 ou 3 mm au niveau de la coupe tibiale avec le risque d'une laxité en extension.

Correction d'un valgus osseux d'origine fémorale

Pour être perpendiculaire à l'axe mécanique fémoral, la coupe osseuse fémorale distale va enlever beaucoup plus d'os du côté interne que du côté externe. Très souvent même, la coupe affleure à peine le condyle externe, d'où la création d'un vide interne et même d'une laxité de résection interne qui s'oppose à une pseudorétraction externe liée à l'absence de résection osseuse. Mais les effets de cette coupe asymétrique sont beaucoup moins graves que pour le varus tibial car cette coupe asymétrique n'intervient pas sur la coupe fémorale postérieure qui sera donc normale, sans hypertension au niveau du LCP concerné. En revanche, la laxité interne est souvent très importante, certains auteurs, surtout lorsqu'ils préconisent la conservation du LCP, ont proposé de retendre le ligament latéral interne (LLI) ; pour beaucoup d'auteurs cette retension reste aléatoire dans ses résultats.

Conclusion sur la théorie des coupes osseuses dans le plan frontal

Lorsque la déformation frontale est liée à l'usure, la correction par la prothèse ne pose guère de problème même dans les cas d'arthrose évoluée avec véritable distension-rétraction des formations latérales.

En revanche, lorsque la déformation frontale est liée à une déformation osseuse, la correction est difficile. Elle ne peut se faire que par des moyens palliatifs qui ont des effets secondaires non désirables surtout en cas de varus tibial. Grâce à l'élasticité ligamentaire, ces effets peuvent être considérés comme négligeables jusqu'à une correction de 5 à 6°, au-delà la correction est très difficile surtout en cas de conservation du LCP. L'allongement de ce ligament n'est guère satisfaisant de même que les retensions ligamentaires périphériques. La résection du LCP permet de repousser le problème mais à partir de 10° de déformation, comme on peut en observer après des cals vicieux post-traumatiques, l'ostéotomie correctrice de la déformation s'impose.

Haut de page

BILAN PRÉOPÉRATOIRE

Le bilan préopératoire est clinique et radiographique, il doit permettre de préciser les difficultés d'implantation éventuelles et d'élaborer dans tous les cas une stratégie opératoire cohérente et complète.

La mobilité du genou peut poser des problèmes d'exposition.

Flexum, limitation de la flexion ne sont guère à redouter dans les arthroses essentielles qui débutent entre 50 et 60 ans et que l'on opère après 65 ans. L'élément antalgique est très prédominant dans la limitation des mouvements et la simple arthrolyse lors de la voie d'abord donne largement une flexion de 90° nécessaire à une bonne exposition de l'articulation. Le flexum se corrige également très bien, il n'y a pas lieu de craindre une rétraction éventuelle du LCP même si le LCA a disparu depuis longtemps, laminé par les ostéophytes de l'échancrure. Ce sont ceux-ci qui sont responsables du flexum et leur ablation redonne une extension normale.

En revanche, dans les arthroses secondaires (post-traumatiques ou après tuberculose), le genou est enraidit souvent depuis plusieurs décades, le problème est alors beaucoup plus difficile. Si la flexion est inférieure à 45°, il y a peu de chances pour que l'on puisse, par une simple arthrolyse, trouver les 90° indispensables, car cette limitation de la flexion est liée à une rétraction du quadriceps. Il faut donc, soit relever la tubérosité tibiale antérieure ou sectionner le tendon du quadriceps en sus-rotulien. On pourra ainsi mettre dans de bonnes conditions la prothèse, mais en postopératoire la flexion en sera guère meilleure qu'en préopératoire même si l'on a pris la précaution de suturer avec allongement le tendon quadricipital ou de remonter la baguette tibiale.

Le geste le plus satisfaisant sur le plan théorique est de faire en premier un geste de libération du quadriceps de type opération de Judet mais il s'agit d'une intervention non dénuée de risques lorsqu'elle se combine à une prothèse totale.

Dès que le flexum atteint 30°, les rétractions postérieures sont fréquentes et nécessitent une libération des coques condyliennes. Là le LCP participe à la rétraction et son sacrifice est souvent nécessaire.

Il faut garder à l'esprit un principe élémentaire : *ne jamais corriger un défaut ligamentaire par une coupe osseuse*. Avant de couper un peu plus de fémur pour obtenir l'extension complète, il faut s'assurer que la libération postérieure a été réalisée d'une façon parfaite.

L'importance de la déviation frontale n'est pas toujours synonyme de difficulté, au moins tant que cette déviation trouve son origine dans l'usure. Il n'en est pas de même lorsqu'il existe un varus ou un valgus extra-articulaire osseux.

Le bilan radiographique doit comporter au minimum :

- une radiographie de face du genou en appui monopodal et incidence de schuss ;
- une radiographie de face en position de correction de la déviation (stress en valgus ou varus) ;
- une radiographie de profil à 30° de flexion ;
- une goniométrie de face de l'ensemble des membres inférieurs ;
- une vue axiale des rotules à 30° de flexion.

On doit calculer les axes mécaniques du tibia et du fémur, des calques des prothèses montrent avec précision le niveau des coupes idéales et permettent de se rendre compte des difficultés probables.

A chaque stade opératoire, les données opératoires avec le matériel ancillaire seront confrontées aux données radiographiques préopératoires, surtout pour le varus ou valgus fémoral.

Haut de page

INTERVENTION

Installation

Elle est très importante pour pouvoir réaliser correctement la prothèse. Le patient est étendu en décubitus dorsal, le membre inférieur opéré doit être complètement libre et mobilisable jusqu'à la racine de la cuisse. Le genou doit pouvoir passer, sans difficulté, de la flexion complète pour l'exposition et la mise en place des éléments prothétiques, à l'extension complète pour bien juger de l'axe fémorotibial et de l'équilibrage ligamentaire. Un support latéral placé en dehors de la cuisse juste en dessous du grand trochanter va éviter la bascule en rotation externe du membre. Une cale où le talon va pouvoir se bloquer de façon à ce que le genou soit à 90° sans l'assistance d'aide opératoire est placée. Certaines équipes utilisent une botte spéciale dans laquelle la jambe opérée est enfilée, cette botte s'adapte sur une crémaillère et va permettre de bloquer le genou à différents angles de flexion sans aide extérieure.

La rapidité de l'intervention est un élément non négligeable pour la prévention des sepsis et des phlébothromboses, il est bon d'opérer avec deux aides expérimentés et une instrumentiste qui gère le matériel ancillaire toujours important. Habituellement, l'opérateur et l'instrumentiste sont du même côté que la jambe opérée et les deux aides seront en face, mais certains opérateurs préfèrent être du côté opposé de la jambe, l'instrumentiste est alors en bout de table et les deux aides sont du côté de la jambe.

L'utilisation du garrot est habituelle, elle facilite l'exposition chirurgicale. La présence d'antécédents vasculaires peut contraindre à ne pas l'utiliser.

Voie d'abord

surtout éviter de faire une nouvelle incision trop près et parallèle à l'incision ancienne car le risque de nécrose cutanée est grand. Ce problème doit nous interroger devant toute chirurgie du genou où l'on doit se dire que dans X années une réintervention avec mise en place d'une prothèse est possible surtout si l'on réalise une opération type ostéotomie.

Voie antéro-interne

C'est la voie d'abord standard qui permet, dans de bonnes conditions, d'implanter une prothèse, qu'il s'agisse d'une arthrose interne mais aussi, si le valgus n'est pas majeur, d'une arthrose externe.

Pour éviter toute dévitalisation des tissus superficiels, il faut que l'incision cutanée réponde au mieux à l'incision profonde évitant ainsi toute dissection et surtout les décollements cutanés.

Le genou en flexion, l'incision cutanée rectiligne est antéro-interne passant sur le bord médial de la rotule, remontant sur la cuisse de 5 à 6 cm et allant jusqu'à 1 cm en dessous de la tubérosité tibiale antérieure (fig 17). L'arthrotomie antéro-interne est très large (fig 18), elle doit commencer entre vaste interne et droit antérieur repéré à la partie haute de l'incision, puis descendre au ras du bord médial de la rotule, longer le tendon rotulien et s'arrêter en dessous du bord interne de la tubérosité tibiale antérieure (TTA). La résection intramurale du ménisque interne et le décollement ostéopériosté de la capsule interne complètent l'exposition interne.

Le genou est mis en extension pour luxer le système extenseur en dehors en éversant la rotule. Il faut parfois sectionner quelques brides synoviales du cul-de-sac sous-quadricipital, parfois sectionner a minima l'aileron externe, enfin le nettoyage de l'espace entre la partie supérieure du plateau et la TTA facilite la luxation de la rotule.

Le genou est remis en flexion à 90°, le système extenseur luxé, il faut être très prudent et faire attention de ne pas désinsérer le tendon rotulien. On peut alors réséquer, dans sa totalité, le ligament adipeux pour exposer la face profonde du tendon rotulien et le compartiment externe.

On réalise une méniscectomie externe la plus complète possible visualisant hiatus poplité et tendon poplité, puis section du LCA lorsqu'il est présent ce qui permettra la luxation antérieure du tibia.

Cette luxation mettant le plateau tibial interne en avant du condyle interne est un temps important pour réaliser la coupe tibiale dans de bonnes conditions.

L'exposition sera complétée différemment suivant le type d'arthroses.

S'il s'agit d'une arthrose interne (fig 19), le décollement capsulaire interne se poursuivra très loin en arrière allant jusqu'à désinsérer le demimembraneux et le point d'angle postéro-interne. Cette libération interne se fait le genou en hyperflexion l'aide numéro un créant un tiroir antérieur pieds en rotation externe, l'extrémité supérieure du tibia est alors complètement exposée grâce à deux écarteurs contre-coudés, un placé à la partie postérieure des condyles, l'autre en dehors du plateau externe.

S'il s'agit d'une arthrose externe (fig 20), le décollement capsulaire interne sera minimale permettant simplement la méniscectomie interne.

Voie d'abord antéroexterne ou voie de Keblish (fig 21) ^[16]

Cette voie d'abord est utilisée pour les arthroses externes associées à un valgus irréductible.

L'incision cutanée rectiligne longue débute 6 cm au-dessus de la rotule, passe sur le bord latéral de celle-ci et descend 1 cm au-dessous de la TTA. L'arthrotomie débute sur le bord externe du quadriceps, coupe l'aileron externe puis descend le long du tendon rotulien jusqu'en dedans du tubercule de Gerdy. Il faut bien respecter le ligament adipeux qui sera très utile pour fermer l'arthrotomie en fin d'intervention. La libération externe se poursuit par la désinsertion du ligament latéral externe et du muscle poplité au ras de l'os, celle-ci pourra être augmentée par un allongement du fascia lata, soit par sa section, soit une plastie en Z, T, Y, il faut alors avoir une attention particulière au nerf sciatique poplité externe (SPE), l'auteur parfois préconise la résection de la tête du péroné pour éviter une tension excessive du SPE lors de la correction de la déformation. Le système extenseur est luxé en dedans, l'auteur réalise un relèvement partiel du tendon rotulien en le détachant à sa partie supérieure par un décollement ostéopériosté de la tubérosité tibiale antérieure à l'aide d'un ostéotome.

Voie d'abord interne ou externe associée à une ostéotomie de relèvement de la tubérosité tibiale antérieure (fig 22)

Cette option peut être utilisée pour une voie antéro-interne ou antéroexterne. Elle offre l'avantage d'une très large voie d'abord. Cette option doit être décidée en préopératoire et ne doit pas être une solution de repli peropératoire. L'indication principale est la raideur ne permettant pas une flexion de 90°, cette voie d'abord est également utile dans les rotules basses, les arthroses externes à grand valgus, enfin dans les reprises chirurgicales.

La baguette osseuse doit être longue (6 cm) pour permettre une bonne consolidation osseuse. Préparation première des deux trous de vis qui serviront à la fixation. L'ostéotomie est réalisée au moyen d'une scie oscillante, elle est complète d'un côté et à la partie inférieure de même il est nécessaire de faire une courte ostéotomie à la partie basse de la baguette de l'autre côté pour éviter tout risque de fragilisation lors de la clasp. Le relèvement est effectué en fragilisant la corticale opposée à l'ostéotomie à l'aide d'un ostéotome ; il faut prendre garde de bien conserver le pédicule périosté de la partie supérieure de la baguette si la baguette n'est pas complètement relevée. Il faut prendre garde de ne pas exposer le canal médullaire du tibia pour éviter toute fuite de ciment lors du scellement de la pièce définitive. La baguette sera fixée en fin d'intervention par deux vis bicorticales.

Voie en V Y (fig 23)

Cette voie d'abord a été décrite pour la première fois par Coonse-Adams en 1943. Cette technique a été ensuite modifiée par Insall en 1993, elle a les mêmes indications que le relèvement de la TTA, à savoir les reprises chirurgicales difficiles ou encore en cas de raideur en extension empêchant toute luxation du genou.

L'incision débute par une voie antéro-interne classique puis après dissection du tendon quadricipital, celui-ci est sectionné depuis la partie supéroexterne de la rotule pour rejoindre l'arthrotomie interne. Cette manœuvre permet de récliner un lambeau à base inférieure comprenant la rotule. Le système pourra ainsi être récliné et le genou luxé. En fin d'intervention le tendon quadricipital peut être allongé afin d'autoriser des amplitudes de flexion normale en fermant le tendon en Y inversé.

Réalisation des coupes osseuses

Fémur

Coupe distale

La détermination de l'axe mécanique du fémur peut se faire soit à l'aide d'un ancillaire à visée extramédullaire soit par un ancillaire à visée centromédullaire.

Ancillaire extramédullaire

Il nécessite le repérage de la mortaise tibiotarsienne et le repérage préopératoire de la tête fémorale, soit par l'utilisation d'un amplificateur de brillance, soit par le repérage du pouls fémoral pour matérialiser l'axe mécanique. Cette technique se heurte à de nombreux problèmes techniques qui vont aboutir à des imprécisions sur les coupes :

- utilisation de l'amplificateur de brillance ;
- épaisseur des champs opératoires ;
- épaisseur du garrot ;
- risque de faute d'asepsie ;
- surtout les repères étant à distance de l'os il est difficile d'avoir une réelle précision.

Cette technique est à l'heure actuelle pratiquement abandonnée.

Ancillaire intramédullaire

C'est la méthode de choix, car elle est simple, fiable et ne prend en compte que les structures osseuses. Elle nécessite une analyse radiographique précise du fémur.

Le principe de l'ancillaire intramédullaire est de rapporter l'axe anatomique (axe diaphysaire) à l'axe mécanique qui est le véritable objectif dans la mise en place de la pièce fémorale. On sait que l'axe anatomique II (droite reliant le milieu de la diaphyse au centre anatomique du genou, cet axe représente le guide intramédullaire) fait un angle de 5 à 6° par rapport à l'axe mécanique, si l'angle fémoral mécanique (AFM) est égal ou inférieur à 90°. Il faut en préopératoire connaître l'angle fémoral mécanique pour apporter dans la coupe le valgus nécessaire à l'obtention d'un AFM de 90°. Si l'axe mécanique est supérieur à 90°, ce valgus sera insuffisant et il persistera un varus postopératoire, c'est pourquoi le valgus devra être augmenté à 7°, 8° voire 9°, si l'axe mécanique est de 91°, 92°, 93° (fig 24).

Cette méthode nécessite une certaine rigueur pour la mise en place de la tige centromédullaire.

Le point de pénétration de la tige centromédullaire est important. Il doit être situé au sommet de l'échancrure qui doit être bien dégagé d'éventuels ostéophytes pour mettre en évidence l'implantation du ligament croisé postérieur, le point d'entrée sera au bord externe de ce ligament. Si l'implantation était plus médiane, la valgisation serait plus importante, si elle était plus latérale, il existerait une varisation. La tige centromédullaire doit être longue mais l'existence d'une prothèse de hanche sus-jacente rend parfois cette condition difficile à réaliser. Le calibre de la tige doit être suffisant pour bien se positionner dans le canal et doit également épouser la courbure antéropostérieure du fémur dans le plan sagittal.

L'axe anatomique défini doit être en liaison avec le bord postérieur des condyles pour ne pas avoir de problème de rotation. La détermination de la hauteur de coupe sera abordée dans le chapitre « équilibrage de la prothèse ».

Coupes antéropostérieures

impératifs cinématiques. La coupe antérieure aura une importance pour le jeu rotulien mais surtout pour la stabilité primaire de l'implant. Ces deux coupes sont dépendantes l'une de l'autre puisque leur écartement donne la taille du carter fémoral.

Coupe postérieure

La coupe des condyles postérieurs est facilitée par le fait qu'il n'y a pratiquement jamais d'usure à leur niveau. Elle va réséquer exactement l'épaisseur des condyles prothétiques soit le plus souvent 10 mm par rapport aux bords postérieurs des condyles. La coupe postérieure est perpendiculaire à la coupe distale.

S'il y a un excès de coupe cela va créer une laxité en flexion avec apparition d'un tiroir postérieur. Cet effet néfaste sera majeur pour les prothèses conservant le ligament croisé postérieur puisqu'elles n'ont aucun moyen de contrôle de la subluxation postérieure. S'il s'agit d'une prothèse postérostabilisée, cette coupe excessive permet d'accroître la flexion mais le système mécanique n'étant pas fait pour aller au-delà de 120°, il y a un risque d'instabilité de la prothèse en hyperflexion avec une subluxation possible.

S'il y a insuffisance de coupe, la flexion peut créer une hypertension postérieure d'autant plus importante que le LCP est conservé, entraînant alors une limitation de la flexion et générant des forces d'arrachement à la partie antérieure du plateau.

Coupe antérieure

La coupe antérieure est légèrement oblique en haut pour retrouver la tangente avec la corticale antérieure du fémur.

L'écartement entre la coupe fémorale antérieure et postérieure définit la taille du carter fémoral qui sera emboîté sur ces coupes de telle façon qu'il n'y ait aucun flexum ni aucun recurvatum.

Habituellement les différents types de prothèse proposent cinq tailles, l'incrément étant alors de 4 mm ce qui veut dire que l'adaptation prothétique aux deux coupes définies idéalement sera de plus ou moins 2 mm. Si l'on considère que la coupe de référence est la ligne des condyles postérieurs, il pourra exister un excès ou un défaut de coupe antérieure. Ceci n'aura aucune importance sur la cinématique de la prothèse fémorotibiale, mais un excès de coupe risque de fragiliser la corticale antérieure, un défaut de créer une saillie antérieure nocive pour le fonctionnement du système extenseur.

L'inadaptation n'étant au maximum que de 2 mm, ces effets nocifs sont faibles, voire souvent négligeables, d'où l'importance d'autres facteurs de décision pour la taille de la prothèse à savoir l'adaptation à la taille du plateau tibial, l'adaptation à la largeur frontale des condyles. Malgré tout, ce problème du nombre des tailles disponibles, est certain, l'idéal serait de proposer au moins huit tailles pour avoir une adaptation presque parfaite. Ce large éventail de tailles permet de réaliser une coupe antérieure tangente à la corticale antérieure tout en respectant le niveau de la coupe postérieure.

Tibia

La coupe tibiale doit être perpendiculaire à l'axe mécanique, il faut également retrouver une pente tibiale physiologique de 5 à 7°. Soit cette pente est donnée dans la coupe, soit la pente est donnée dans le dessin même de la prothèse autorisant une coupe orthogonale à la coupe du plan frontal.

Dans le plan frontal

Le but est l'obtention d'un axe mécanique de 90°. Comme pour le fémur deux types d'ancillaire sont disponibles, soit une visée intramédullaire, soit une visée extramédullaire. Ils sont d'ailleurs le plus souvent couplés.

Ancillaire intramédullaire

Le point d'entrée de cette tige centromédullaire doit :

- être au centre du plateau tibial dans le sens antéropostérieur pour ne pas donner un recurvatum, si la tige est trop en avant, ou, un flexum si la tige est trop en arrière ;

- être dans le prolongement du canal médullaire pour avoir un axe mécanique exact.

L'intérêt principal de cette méthode est la stabilité mécanique de l'ancillaire, qui permet de faire un réglage indépendant de l'axe, de la rotation et de la pente tibiale. L'inconvénient majeur est son imprécision dans la détermination de l'axe du fait de l'anatomie même du tibia. Son canal, souvent étroit, et sa diaphyse fréquemment incurvée, font que la tige centromédullaire doit être fine pour la cathétériser entraînant alors une imprécision dans la détermination de l'axe.

Ancillaire extramédullaire (fig 25)

La visée extramédullaire est la plus précise pour la détermination du varus valgus, l'axe du tibia est facilement apprécié la jambe étant totalement dans le champ opératoire.

La tige doit passer au milieu de la mortaise tibiotarsienne et arriver au niveau du deuxième rayon du pied.

Autant la détermination du repère inférieur est simple et précise, autant le repère supérieur est difficile à déterminer. Le centre supposé du genou va définir à la fois l'axe mécanique mais aussi la rotation de la pièce tibiale par rapport à la diaphyse. On doit prendre en compte différents repères anatomiques pour être le plus exact possible :

- premièrement le centre du genou est pratiquement confondu avec la partie postérieure de l'insertion du LCA ;

- deuxièmement, l'axe mécanique doit passer en dedans de la TTA pour qu'il y ait une TA-GT positive ;

- troisièmement, cet axe doit également se trouver sur une perpendiculaire menée de la ligne des bord postérieurs des plateaux lorsque ceux-ci sont bien repérables.

La tige doit être parallèle à la crête tibiale ainsi il sera possible de donner la pente tibiale désirée soit en l'inclinant plus ou moins, soit par un angle de coupe propre au guide de coupe.

Dans la plupart des cas, la pente physiologique est donnée dans la prothèse elle-même, ce qui permet de réaliser une coupe perpendiculaire à la diaphyse. Cette option est favorable à la stabilité primaire de l'implant puisqu'il n'y aura que des forces de compression et aucune force de cisaillement au niveau de l'interface os-prothèse.

Cette pente, quelle que soit son origine, doit être aux alentours de 5° pour ne pas provoquer une translation tibiale antérieure en appui monopodal.

La solution de coupe idéale semble être la combinaison d'une visée extramédullaire très précise sur la détermination de l'axe, avec une tige centromédullaire, qui elle, permet de définir la rotation et l'inclinaison de la coupe.

Le niveau de résection osseuse doit obéir à deux objectifs :

**premièrement, correspondre à l'épaisseur du plateau tibial prothétique ;
deuxièmement, garder ou retrouver la hauteur normale de l'interligne.**

Dans la plupart des cas l'épaisseur du plateau est comprise entre 8 et 10 mm. Le niveau de l'interligne est repéré par rapport au plateau sain.

En cas de genu varum la coupe sera par exemple de 10 mm par rapport au plateau tibial externe sain.

En cas de genu valgum, une coupe à 10 mm par rapport au plateau tibial interne sain risque d'être un peu trop importante, compte tenu de l'interligne oblique et l'on risque ainsi d'avoir une laxité interne de résection. Il est donc préférable de ne faire qu'une coupe de 7 à 8 mm.

Dans le cas des prothèses conservant le LCP, cette épaisseur de coupe est limitée par la nécessité de conserver l'îlot d'insertion du LCP qu'il ne faut absolument pas fragiliser. Dans tous les cas, cette coupe ne peut pas être trop importante car alors elle diminuerait l'appui périphérique cortical de l'implant garant d'une stabilité durable.

Il faut également savoir que c'est elle qui définit la hauteur rotulienne.

Dans les arthrites où l'usure est globale à la fois en dehors et en dedans, la détermination est plus aléatoire. Il faut simplement se rappeler que la disparition totale du cartilage correspond à 2 ou 3 mm, il faudra donc couper 7 à 8 mm d'os.

Dans les reprises d'ostéotomie, il faut également bien tenir compte de la résection épiphysaire osseuse réalisée et la coupe sera en général moins importante, nous conseillons vivement de faire un calque de la prothèse sur la radio préopératoire.

Une fois la coupe faite, il faut vérifier la planéité de celle-ci et déterminer la taille du plateau prothétique. Lors de cette étape il faut bien penser à vérifier les bords corticaux en particulier sur le Gerdy car il persiste fréquemment à ce niveau une saillie qui peut entraîner un varus de la pièce définitive. Il faut bien vérifier l'absence d'ostéophytes sinon ces derniers devront être régularisés.

C'est à ce moment que l'on va décider de combler un éventuel defect osseux dû à une cupule trop profonde. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées (fig 26) :

**une allogreffe maintenue par des vis ou des broches mais l'incorporation osseuse est aléatoire avec un risque de tassement secondaire ;
utilisation de la coupe tibiale de l'autre plateau fixé de la même manière, c'est une manière élégante et efficace mais ici aussi quelques tassements secondaires ont été observés ;
pitonnage par une ou plusieurs vis qui seront ensuite noyées dans le ciment lors de la mise en place du plateau définitif ;
simple comblement par du ciment.**

Enfin, une dernière option peut être envisagée si la perte de substance est inférieure à 2 mm, c'est la recoupe tibiale de 2 mm pour mettre un plateau plus épais (12 mm au lieu de 10 mm) mais cela a l'inconvénient de diminuer le capital osseux et cette solution n'est guère possible si l'on conserve le LCP.

Coupe de la rotule

La rotule est le maillon essentiel du système extenseur. Il va falloir remplacer la surface articulaire de celle-ci sans modifier son épaisseur et surtout en veillant à ne pas la fragiliser pour éviter les fractures qui sont des complications redoutables.

Cette coupe se fait genou en extension la rotule éversée en dehors.

La méthode la plus utilisée est le « coupe-cigare » sorte de davier plat qui entoure la rotule. Il faut qu'il s'applique sur le tendon quadricipital en haut et sur le tendon rotulien en bas. Certains de ces ancillaires ont un palpeur qui permet de définir plus ou moins exactement l'épaisseur de la coupe.

La préparation de cette coupe est importante. Il faut bien dégager les parties supérieure et inférieure de la rotule pour voir exactement les insertions tendineuses de même que les versants interne et externe. L'écueil principal de cette méthode est son imprécision dans la détermination de l'épaisseur et la tendance habituelle à ne pas assez couper la rotule en dedans, entraînant une coupe asymétrique sur la rotule. Cette coupe doit être parallèle à la corticale antérieure de la rotule.

Un nouveau type d'ancillaire est apparu. Il utilise le principe des râpes circulaires. Le premier temps est la mesure de l'épaisseur rotulienne, puis la hauteur de coupe est réglée de façon à n'enlever que l'épaisseur du bouton rotulien prothétique. Plusieurs cylindres sont disponibles pour encercler exactement la rotule, il faut prendre celui qui est le plus proche de son diamètre. Ici aussi il faut impérativement dégager les parties supérieure et inférieure du système extenseur de façon à avoir un appui stable. Puis une fraise cylindrique type « fraise de cotyle » mais plate est introduite dans le cylindre et la surface articulaire va pouvoir être enlevée de façon symétrique et précise sans risque de trop ou pas assez couper.

Pour éviter tout risque de fracture de rotule, il faut conserver un minimum de 10 mm d'os. Il faut également éviter de garder une rotule trop épaisse ce qui est un facteur de subluxation rotulienne. Théoriquement, il faut enlever une épaisseur égale à celle du bouton rotulien prothétique, cette mesure est en général facile à faire car la rotule est le plus souvent peu remaniée. En revanche, lorsque la rotule est très usée en cupule ne gardant que moins de 10 mm d'épaisseur, comme on peut le voir dans les chondrocalcinoses, il est préférable de faire une régularisation simple de la rotule sans mettre de bouton prothétique car les risques de descellement sont trop grands.

A l'opposé, certains auteurs ont proposé lorsque la rotule est normale, de ne pas la prothéser. Cette attitude n'a pas encore trouvé un accord général.

Les quelques travaux publiés font état le plus souvent de résultats fonctionnels légèrement inférieurs en cas d'absence de bouton rotulien par persistance de douleurs, de craquements de type rotulien, mais d'autres trouvent à l'inverse, des résultats plus satisfaisants en l'absence de prothèse rotulienne.

De nouvelles études sont certainement nécessaires. De toute façon il faut bien voir que l'absence de bouton rotulien ne peut se concevoir que si la trochlée de la prothèse est apte à s'adapter à la rotule normale ce qui est probablement très variable suivant le dessin de la prothèse.

Equilibrage de la prothèse

L'équilibrage ligamentaire de la prothèse est fondamental puisqu'il va assurer la stabilité de celle-ci à la fois en flexion et en extension. Cette étape est habituellement facile dans les cas où il n'existe pas d'importante déformation osseuse ou encore s'il n'existe pas de rétraction ou de distension ligamentaire.

L'équilibrage sera plus difficile si on note :

- la présence d'importantes déformations osseuses constitutionnelles en varus ou en valgus car les coupes osseuses seront asymétriques et entraîneront une laxité de résection ;

- s'il existe une rétraction de la concavité avec « un ligament court » et une distraction de la convexité avec « un ligament long ».

La prothèse sera calée sur le côté distendu car toute tentative de rétention ligamentaire est beaucoup plus aléatoire même si cela a été préconisé par certains. Il faut d'abord faire une libération des tissus mous du côté de la concavité pour permettre la correction axiale, cette première étape se fait au moment de l'abord chirurgical.

En cas d'arthrose interne, la libération comprend systématiquement une désinsertion complète de la capsule libérant tout le point d'angle postéro-interne jusqu'au LCP. Certains auteurs préconisent une désinsertion systématique au ras de l'os du demi membraneux.

Le vrai *release* interne est la désinsertion sous-périostée du faisceau superficiel du LLI, cette désinsertion se fait progressivement à la raspatoire de haut en bas. Il faut savoir que si la désinsertion est totale cela créera une laxité interne surtout si l'on sectionne le LCP. Cette désinsertion est très rarement nécessaire.

En cas d'arthrose externe, la première étape de la libération est la libération au ras de l'os du complexe ligament latéral externe poplité, beaucoup plus rarement il sera nécessaire de désinsérer le fascia lata. La section du tendon du biceps cité par certains auteurs est plus théorique que pratique. Notons que la désinsertion du ligament latéral externe poplité et du fascia lata donne une vraie laxité externe et doit être exceptionnelle.

Ces libérations sont identiques que l'on pose une prothèse postérostabilisée ou une prothèse conservant le LCP. Les étapes suivantes seront différentes.

Prothèse postérostabilisée

Dans ce type d'arthroplastie la coupe tibiale, effectuée en premier, est la coupe de référence. Elle permet de définir la hauteur rotulienne. Le premier test d'équilibrage se fera en flexion après avoir coupé la partie postérieure des condyles. On intercale un *spacer* correspondant à la taille de la prothèse et l'on vérifie qu'à 90° il n'existe pas de laxité interne ou externe. Il faut obtenir une tension symétrique entre le compartiment interne et externe. Si celui-ci n'est pas satisfaisant car trop serré du côté de la concavité alors le relâchement doit être complété. C'est aussi à ce moment-là que l'épaisseur du plateau tibial est déterminée, habituellement 10 mm mais dans les arthroses externes il n'est pas rare d'être obligé de mettre un plateau de 12 mm.

La deuxième étape est l'équilibrage en extension. Il est nécessaire d'utiliser un tendeur qui s'appuie sur le tibia et sur le fémur et qui va distraire harmonieusement les deux os. L'espace distracté va dépendre de la distension de la convexité et du relâchement de la concavité. Cette distraction doit aboutir à une stabilité fémorotibiale parfaite sans laxité latérale, ni flexum, ni recurvatum. Cette distraction permet également d'abaisser au maximum la coupe fémorale distale, ce qui est indispensable pour conserver une hauteur de l'interligne normale et donc une hauteur rotulienne normale. En l'absence d'abaissement de cette coupe, l'équilibrage se ferait par un plateau tibial plus épais ce qui entraînerait une rotule basse.

Ce tendeur est un instrument qu'il faut bien apprendre à connaître pour éviter les tensions excessives qui aboutiraient à un flexum ou au contraire une tension insuffisante génératrice de recurvatum et de laxité latérale.

Prothèse conservant le LCP

Ces prothèses n'ont habituellement pas de coupe osseuse de référence c'est-à-dire qu'il est possible de débiter aussi bien par le fémur que par le tibia. La stabilité de la prothèse sera assurée par les ligaments latéraux mais aussi par le LCP. La présence du LCP limite l'épaisseur des coupes, au niveau du fémur

L'équilibrage consiste à avoir un LCP tendu en flexion et en extension, et des formations périphériques suffisamment relâchées pour permettre la correction axiale.

L'équilibrage dans le plan frontal est difficile s'il existe une distension vraie ou encore si les coupes sont asymétriques à cause de déformations osseuses constitutionnelles. Dans ces situations il persiste une laxité car le *release* du LCP est en fait très théorique, mais on admet que la présence du LCP rend moins préjudiciable cette laxité résiduelle.

Le problème principal est la présence d'une pente tibiale anatomique plus importante que celle de la prothèse avec alors une hypertension du LCP en flexion. Certaines équipes choisissent de refaire la coupe tibiale et d'augmenter alors la pente avec le risque de diminuer la stabilité primaire de l'implant et surtout de créer une translation tibiale antérieure en appui monopodal. D'autres équipes refont une coupe fémorale postérieure sans modifier le tibia. Cette solution plus satisfaisante sur le plan biomécanique oblige à utiliser un carter fémoral plus petit ce qui n'est pas sans inconvénient.

Mise en place des pièces d'essai

La première pièce mise en place est le plateau tibial, le tibia doit être luxé en avant et le condyle fémoral externe doit vraiment passer en arrière du plateau pour ne pas gêner le contrôle de la rotation. Le carter fémoral sera mis en place genou en hyperflexion puis impacté dans le fémur le genou à 90° de flexion. La rotule ne présente pas de problème particulier.

Il faut en premier lieu vérifier la stabilité primaire de l'implant.

Le carter fémoral doit parfaitement s'emboîter sur le fémur sans espace entre la pièce et l'os. Il faut bien veiller à centrer la prothèse entre les deux condyles, et éviter de mettre la pièce en flexum ce qui est un défaut fréquent si l'on n'y prend pas garde.

Le tibia doit avoir un appui périphérique sur toutes les corticales mais ne doit pas déborder. Il faut repérer la rotation de la pièce par rapport aux plateaux postérieurs et par rapport à la TTA (fig 27).

Lors de cette vérification il faut prendre garde aux petits défauts de planéité des coupes sur les chanfreins fémoraux, ou encore au niveau du tubercule de Gerdy sur le tibia, car ces défauts minimes sont capables de créer des valgus ou des varus lors de la mise en place des pièces définitives.

Lorsque l'on a dû combler un defect osseux tibial, il est indispensable de mettre une quille tibiale plus longue pour assurer une bonne stabilité à long terme.

Les pièces d'essai en place, plusieurs mouvements de flexion-extension sont effectués, on appréciera :

- l'absence de flexum et une flexion d'au moins 120° ;
- l'absence de laxité interne et externe en flexion et en extension ;
- une rotation des pièces correcte. Une avancée du plateau tibial interne témoigne d'une rotation externe excessive de celui-ci alors qu'une avancée du plateau tibial externe sera secondaire à un excès de rotation interne ;
- le système extenseur est réduit, le jeu rotulien doit être parfait ;
- le plateau tibial ne doit pas bâiller en avant ce qui signe une hyperpression postérieure ;
- un défaut d'axe qui s'il est suspecté imposera de faire une radiographie peropératoire avec une tige radio-opaque pour matérialiser l'axe mécanique.

Problèmes

Persistance d'un flexum

La première étape sera la correction d'une rétraction postérieure que l'on corrigera par un geste sur les parties molles avec libération des coques condyliennes à partir de l'échancrure. Si celui-ci est insuffisant c'est alors le signe d'un défaut de coupe fémorale distale. Il faudra donc refaire une coupe distale de 2 mm de façon à ne modifier que l'équilibre en extension.

Présence d'un recurvatum

C'est le témoin d'un plateau tibial trop mince, il faudra alors prendre la taille supérieure en prenant garde de ne pas serrer le genou en flexion car la modification de la hauteur du plateau tibial modifie également l'équilibre en flexion.

Rotule qui se luxé en flexion

Soit la rotule est trop épaisse : il faut refaire la coupe.

Soit l'aileron rotulien est rétracté : il faut le sectionner vers le haut en restant prudent pour ne pas dévasculariser la rotule.

Soit plus rarement il existe un trouble de rotation dans la pièce tibiale ou fémorale parfois les deux.

A ce stade, seule la rotation de la pièce tibiale peut être modifiée, si malgré tous les gestes précédents, la rotule a toujours tendance à se luxer, il faut envisager une médialisation de la tubérosité tibiale antérieure.

Mise en place des pièces définitives

Une fois l'essai correct on prendra les pièces définitives. La technique varie selon que l'on cimente une ou plusieurs pièces ou que l'on utilise du « sans ciment ».

Fermeture

Le garrot est lâché après le scellement des pièces prothétiques, il faut faire une hémostase sérieuse, puis fermeture de l'arthrotomie avec un fil résorbable de gros calibre. Le plan sous-cutané sera fermé avec un fil plus fin. De façon générale deux drains sont placés en intra-articulaire, ils seront laissés en moyenne 3 jours.

Soins postopératoires

A la sortie du bloc opératoire la jambe est mise dans une attelle en extension. Cette immobilisation a un but antalgique, elle sera laissée jusqu'au début de la rééducation le lendemain de l'intervention.

Le traitement anticoagulant est débuté le soir de l'intervention avec des héparines de bas poids moléculaire.

La jambe controlatérale portera une chaussette ou un bas de contention, on devra attendre l'ablation des drains pour pouvoir en mettre un à la jambe opérée.

Une surveillance clinique journalière à la recherche d'une phlébite est nécessaire, parfois un contrôle doppler systématique n'est pas inutile puisque le taux de thromboses veineuses avoisine 33 %.

Rééducation

Elle commence le lendemain avec un premier lever, la marche se fait à l'aide du cadre de marche pendant les 2 ou 3 premiers jours, l'appui est complet, progressivement les patients marcheront avec deux cannes canadiennes.

La rééducation s'attache à la récupération de la flexion et de l'extension passive puis active.

L'utilisation du Kinetec est pour certains la meilleure façon de récupérer rapidement une bonne mobilité, pour d'autres cette rééducation indiscutablement très efficace, n'est indispensable que si le genou est douloureux à la mobilisation classique.

En règle générale, la flexion atteint 90° entre le 10^e et le 30^e jour. Lorsque la flexion reste très limitée au 15^e-21^e jour, certains auteurs préconisent une mobilisation sous anesthésie.

L'existence d'un flexum n'est pas rare dans les premières semaines, il faut veiller à bien le corriger.

Cas particulier lié au relèvement de la tubérosité tibiale antérieure : les patients devront marcher jambe en extension pendant 6 semaines, l'appui est autorisé le lendemain de l'intervention et le travail de la flexion, lui aussi immédiat, ne devra pas dépasser 90° pendant les 6 premières semaines.

Haut de page

PROTHÈSES UNICOMPARTIMENTALES

Les prothèses unicompartmentales (PUC) ont quelques aspects spécifiques quant à leur technique de pose. Elles sont considérées comme un resurfaçage de l'articulation, elles ne pourront en aucun cas corriger une déformation d'origine osseuse, la seule correction angulaire qu'elles peuvent apporter c'est le varus ou valgus d'usure.

Voies d'abord

Deux voies sont utilisées selon que l'on pose une prothèse unicompartmentale interne ou une prothèse unicompartmentale externe.

Prothèses unicompartmentales internes

Elles se mettent en place par une voie antéro-interne classique, il faut remonter entre le vaste médial et le rectus femoris suffisamment haut pour pouvoir luxer en dehors la rotule sans pour autant l'éverser. Il ne faut pas faire de *release* interne puisqu'il n'y a aucun équilibrage ligamentaire à faire, le décollement capsulaire doit permettre simplement de bien dégager la corne antérieure du ménisque interne et de passer la scie oscillante pour faire la coupe. La ménisectomie intramurale sera faite au moment de la voie d'abord, souvent il faut compléter la résection de la corne postérieure après la coupe du plateau car l'exposition est meilleure.

Prothèses unicompartmentales externes

Certaines équipes utilisent la voie d'abord antéro-interne mais la voie de choix reste la voie externe avec parfois relèvement de la TTA (cf Voie d'abord). La rotule est luxée en dedans en même temps que la TTA. Aucun *release* externe n'est effectué.

Coupes osseuses

L'ordre des coupes est stéréotypé et débute par le tibia.

Tibia

L'ancillaire utilisé est de type extramédullaire. Le premier temps consiste à repérer l'axe mécanique du tibia en positionnant une tige parallèle à la crête tibiale. En haut le repère est le centre du genou, juste en regard du pied du LCA, en bas la tige devra arriver au milieu de la mortaise tibiotarsienne. La coupe tibiale ne doit pas modifier la pente tibiale pour ne pas changer la tension des formations ligamentaires en particulier du LCP. Habituellement la pente tibiale physiologique varie entre 5° et 7°, l'ancillaire donnera donc une pente de ce même nombre de degrés puisque la tige repère est parallèle au tibia.

La coupe doit passer au ras du massif des épines tibiales.

La détermination de la hauteur de coupe est fondamentale puisque c'est à ce moment-là que l'on peut créer soit une hypercorrection, soit une hypocorrection. Deux méthodes sont habituellement utilisées :

l'utilisation d'un palpeur posé sur le plateau sain va permettre de faire une coupe de l'épaisseur du plateau prothétique et ainsi d'arriver au même niveau que l'autre plateau. L'inconvénient de cette méthode est qu'elle ne tient pas compte du fémur et de l'axe mécanique du membre inférieur, on risque alors d'avoir un défaut de correction ;

la deuxième méthode consiste à mettre la jambe en extension après avoir fixé la tige extramédullaire sur le tibia, puis un palpeur va venir au contact du bord inférieur du condyle. Il faut réaliser, par des manœuvres externes, la correction angulaire qui correspond à l'usure et surtout prendre garde de ne pas faire un varus ou valgus forcé. Une fois ce repère pris, on abaissera le niveau de coupe de l'épaisseur du plateau prothétique ajouté de l'épaisseur du condyle prothétique. L'intérêt d'une telle méthode est de pouvoir contrôler visuellement l'axe de la jambe et ainsi d'éviter les problèmes d'hyper- ou d'hypocorrection.

La coupe tibiale faite, on teste le plateau d'essai qui doit remplir le même espace que le plateau enlevé, et bien appuyer sur les bords corticaux du tibia.

Fémur

L'ancillaire de coupe du fémur est très variable en fonction des différents modelés de prothèse. Il doit déterminer la position du patin condylien par rapport au plateau tibial.

Il n'y a aucune résection distale à faire sur le fémur puisque l'usure du cartilage et de l'os sous-chondral va correspondre à l'épaisseur du patin condylien soit environ 3 mm. L'ancillaire de coupe ne sera utile que pour axer le patin, réaliser un plot d'ancrage et faire un chanfrein postérieur.

Mise en place des pièces d'essai

Le patin condylien va avoir une bonne stabilité primaire par son plot d'ancrage, en revanche le plateau tibial ne sera pas fixé, il faut vérifier deux éléments :

la persistance d'une petite laxité physiologique du côté de la prothèse. Celle-ci ne doit en aucun cas être sous tension car cela signe une hypercorrection, cette laxité ne doit pas non plus être trop importante. L'axe du membre inférieur ne doit pas chercher à être normocorrigé car ce n'est pas le but d'une prothèse unicompartmentale ;

les mouvements de flexion et d'extension du genou réalisés plusieurs fois doivent être aisés sans hyperpression en flexion, le plus important va être de vérifier que la plateau tibial ne bâille pas en avant par hyperpression postérieure.

Haut de page

REPRISES DE PROTHÈSE TOTALE DU GENOU

On peut être amené à reprendre une prothèse pour des causes très variées :

les sepsis précoces ou secondaires avec ou sans descellement ;
le descellement mécanique traduisant soit un défaut de scellement initial, soit une usure, le plus souvent liée à un défaut mécanique ;
une mauvaise cinématique entraînant raideur, douleur ou instabilité ; il peut s'agir d'une malposition des pièces, ou d'un défaut d'équilibrage avec par exemple une laxité latérale.

Reprises septiques

Le point capital et préalable, est l'identification du germe et l'établissement d'un antibiogramme, car si le traitement antibiotique est insuffisant à lui seul, aucun résultat valable ne peut être obtenu sans une antibiothérapie à haute dose, adaptée et de longue durée.

L'ablation de la prothèse et la réalisation d'une arthrodèse du genou ont été pendant longtemps la seule solution thérapeutique. Techniquement, la réalisation d'une arthrodèse après ablation d'une prothèse est difficile, les défauts de consolidation sont fréquents. Par ailleurs, l'handicap fonctionnel est extrêmement important car outre le blocage de l'articulation du genou, il existe toujours un raccourcissement de 5 à 6 cm.

A l'heure actuelle, l'arthrodèse est réservée aux échecs des traitements suivants :

le parage-lavage-drainage s'est avéré insuffisant dans la plupart des cas ;
l'ablation de la prothèse — et sa réimplantation — est aujourd'hui le traitement de choix. Peu d'auteurs préconisent une réimplantation en un temps.

Les meilleurs résultats semblent obtenus par une réimplantation secondaire après 3 à 6 semaines de traitement antibiotique par voie veineuse.

Le schéma thérapeutique le plus employé est le suivant :

hémocultures, ponction essaient de mettre en évidence le germe, de l'identifier et d'étudier sa résistance aux antibiotiques ;

ablation de la prothèse et du ciment, nettoyage, synovectomie, mise en place d'un spacer de ciment aux antibiotiques pour stabiliser le genou et maintenir un espace libre entre fémur-tibia et également entre rotule-fémur ;

drainage, traitement aux antibiotiques, surveillance précise bactériologique des redons qui doivent être très rapidement stériles, surveillance par les marqueurs de l'infection (VS vitesse de sédimentation, CRP *C-reactive protéine*). Le genou est immobilisé dans un plâtre pour certains mais il faut bien entretenir par la rééducation le jeu du quadriceps, de la rotule et le jeu de l'ensemble des muscles de la jambe et de la cuisse ;

après un délai moyen de 4 semaines et à condition que les paramètres biologiques de l'infection soient favorables : réintervention, prélèvement bactériologique et mise en place de la prothèse de reprise, le plus souvent avec du ciment aux antibiotiques.

Réimplantation prothétique

Elle pose des problèmes techniques assez comparables qu'il s'agisse de la réimplantation secondaire d'une prothèse septique ou qu'il s'agisse d'un descellement mécanique, voire d'un défaut cinématique de la prothèse.

Ces reprises ont un problème spécifique lié à la perte de substance osseuse de l'extrémité inférieure du fémur et plus fréquente encore du tibia.

En règle générale on fera appel à des prothèses à glissement spéciales possédant des tiges centromédullaires et le plus souvent de type semi-contraintes postérostabilisées. Dans certains cas où les destructions osseuses sont majeures, compromettant l'équilibre ligamentaire et la reconstruction, on peut être amené à mettre en place une prothèse contrainte type charnière.

Abord

L'abord n'est pas toujours aisé du fait de la raideur éventuelle du genou. Lorsqu'une luxation du tibia par rapport au fémur n'est pas possible, il faut relever le système extenseur soit par ostéotomie de la TTA, soit le plus souvent par une voie en VY à travers le tendon quadricipital.

Hauteur de l'interligne

Le premier problème à résoudre dans la technique opératoire est celui de la hauteur de l'interligne. Bien souvent, le seul repère indiscutable est la tête du péroné qui sera bien repérée sur les radiographies et opératoirement ; on peut ainsi établir d'une façon correcte la hauteur de l'interligne. Le plateau tibial prothétique devant être à la distance prévue de la tête du péroné. Dans la plupart des cas, on pourra utiliser une prothèse postérostabilisée sauf peut-être dans certaines reprises de prothèse unicompartmentale où il existe au moins un compartiment interne ou externe à peu près correct et reconnaissable.

Reconstitution de l'extrémité supérieure du tibia

Compte tenu du problème que nous avons souligné de la hauteur de l'interligne, la reconstitution doit commencer obligatoirement par le tibia. Le plus simple est de retrouver le canal médullaire et de mettre, avec parfois alésage, une tige

est de beaucoup la meilleure pour la prothèse. De toute façon l'insertion du tendon rotulien qui doit être bien repéré marque l'extrême limite.

Les pertes de substances osseuses sont très fréquentes, heureusement le plus souvent asymétrique respectant à peu près l'un des plateaux. Le comblement de cette perte de substance ne peut plus se faire avec l'os prélevé localement, les allogreffes sont bien incertaines, le pitonnage et le ciment ne donnent pas d'assise valable compte tenu de l'importance du defect osseux, restent les cales métalliques qui sont de plus en plus utilisées et qui prolongent vers le bas le plateau tibial concerné.

Un problème difficile est celui de la rotation du plateau, le seul repère valable ici est la tubérosité tibiale antérieure, l'axe mécanique du tibia étant déterminé par une tige extramédullaire joignant le milieu de la tibiotarsienne et le bord interne de la TTA.

Une fois que l'on a bien amarré un plateau tibial sur une tige centromédullaire avec une hauteur de l'interligne correcte, on détermine l'épaisseur nécessaire du plateau prothétique.

Reconstitution de l'extrémité inférieure du fémur

Habituellement, la perte de substance est plus modérée au niveau de l'extrémité inférieure, malgré tout, très souvent, la partie postérieure des condyles n'existe plus, il faut donc trouver une autre manière pour bien positionner le carter fémoral, tant sur le plan de la rotation, que sur le plan antéropostérieur.

Le guide le plus fiable est là encore, le canal médullaire associé à la corticale fémorale antérieure qui doit être dégagée sur quelques centimètres.

Le carter fémoral solidarisé à une tige centromédullaire de 10 cm va devoir affleurer la corticale antérieure du fémur.

L'équilibrage ne peut guère se faire ici que par l'essai direct des pièces prothétiques. En règle générale, il n'y a guère de problèmes ligamentaires, la difficulté étant de bien retrouver la hauteur du carter fémoral et sa rotation, de telle façon que, descendue au contact du plateau tibial, qui définit la hauteur de l'interligne, la prothèse soit stable, sans baillement ni laxité tant en flexion qu'en extension. Reste alors à apprécier les pertes de substance fémorale distale postérieure qui seront comblées le plus souvent par des cales métalliques.

Quelle que soit la qualité de la reconstitution épiphysaire tibiale ou fémorale, les pièces prothétiques doivent être obligatoirement amarrées sur des quilles centromédullaires. Au niveau du tibia, la quille doit, au minimum, dépasser de 2 à 3 cm l'ancienne quille, en général la longueur de ces quilles varie de 6 à 10 cm. Au niveau du fémur une quille de 10 cm est en général suffisante.

Comme pour les prothèses mises en première intention, il faut essayer d'obtenir un axe mécanique de 180°. En cas de perte de substance interne, surtout s'il y a une tendance à la laxité externe, il est préférable d'avoir un valgus de 2 à 3°.

Rotule

Il faut être très prudent avec la rotule, en dehors des sepsis elle est très souvent non descellée et il est préférable de ne pas la toucher même si elle apparaît un peu usée. En effet, lorsque l'on est obligé d'enlever le bouton rotulien, la réimplantation d'un autre bouton prothétique est le plus souvent très aléatoire. Dès qu'il n'y a pas 10 mm d'épaisseur d'os correct, l'échec, à plus ou moins brève échéance, est la règle. Il est donc important, et en particulier pour les reprises dites « difficiles », de faire une simple régularisation de la rotule sans remettre de bouton prothétique.

Références

- [1] Aglietti P, Buzzi R, D'Andria S, Scrobe F Quadricepsplasty with the V-Y incision in total knee arthroplasty. *Ital J Orthop Traumatol* 1991 ; 17 : 23-29
- [2] Aubriot JH, Deburge A, Schramm P The Guepar prosthesis. *Acta Orthop Belg* 1973 ; 39 : 257-279
- [3] Cloutier JM, Colombet P Total knee arthroplasty using Cloutier's non-constrained prosthesis. *Acta Orthop Belg* 1985 ; 51 : 498-519
- [4] Dejour H, Deschamps G. Technique opératoire de la prothèse totale à glissement. Les prothèses totales du genou. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. 1989 : 13-23
- [5] Dejour H, Deschamps G, Chambat P. La prothèse HLS. Les prothèses totales du genou. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT : 1989 : 99-103
- [6] Deroche P, Neyret P, Noël E, Dejour H Total prosthesis on a rheumatoid knee. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1992 ; 59 : 421-427
- [7] Hungerford DS, Krackow KA Total joint arthroplasty of the knee. *Clin Orthop* 1985 ; 192 : 23-33
- [8] Hutten D. Conception des prothèses uni et tricompartmentales à glissement du genou. Conception des prothèses articulaires. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. 1993 : 94-126
- [9] Hutten D, Nordin JY. Principes techniques des prothèses tricompartmentales à glissement. Prothèses totale du genou. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. 1989 : 25-40
- [10] Insall J, Aglietti P A five to seven-year follow-up of unicondylar arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1980 ; 62-A : 1329-1337
- [11] Install J, Msika C, Lachiewicz P, Burstein A Total condylar posterior stabilized (PS) knee prosthesis. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 (Suppl 2) : 153-155
- [12] Insall JN Surgical techniques and instrumentation in total knee arthroplasty. *Surgery of the knee* 1993 ; 2 (chap 26) : 739-804
- [13] Insall JN, Binazzi R, Soudry M, Mestriner LA Total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1985 ; 192 : 13-22
- [14] Insall JN, Kelly M The total condylar prosthesis. *Clin Orthop* 1986 ; 205 : 43-48
- [15] Juillard R Prothèse totale à glissement du genou et ligament croisé antérieur. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 (Suppl 1) : 161
- [16] Keblish PA The lateral approach to the valgus knee. Surgical technique and analysis of 53 cases with over two-year follow-up evaluation. *Clin Orthop* 1991 ; 271 : 52-62
- [17] Krackow KA Total knee arthroplasty : technical planning and surgical aspects. *Instr Course Lect* 1986 ; 35 : 272-282
- [18] Laskin RS, Rieger MA The surgical technique for performing a total knee replacement arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 1989 ; 20 : 31-48
- [19] Marmor L Unicompartmental knee arthroplasty. Ten to 13-year follow-up study. *Clin Orthop* 1988 ; 228 : 171-177
- [20] Scott RD, Cobb AG, McQueary FG, Thornhill TS Unicompartmental knee arthroplasty. Eight-to 12-year follow-up evaluation with survivorship analysis. *Clin Orthop* 1991 ; 271 : 96-100
- [21] Scott RD, Siliski JM The use of a modified V-Y quadricepsplasty during total knee replacement to gain exposure and improve flexion in the ankylosed knee. *Orthopedics* 1985 ; 8 : 45-48
- [22] Scott RD, Volatile TB Twelve years'experience with posterior cruciate-retaining total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1986 ; 205 : 100-107
- [23] Trousdale RT, Hanssen AD, Rand JA, Cahalan TD V-Y quadricepsplasty in total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1993 ; 286 : 48-55

© 1996 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Fig 1 :



Fig 1 :

Prothèse à charnière de type Guépar. La charnière postérieure autorise la flexion et l'extension et donne une stabilité latérale en l'absence de système ligamentaire.

Fig 2 :



Fig 2 :

Prothèse unicompartmentale interne, préservation de la pente tibiale, absence d'hypercorrection.

Fig 3 :



Fig 3 :

Prothèse conservant les deux ligaments croisés : prothèse type Hermès. Cliché de face : conservation du massif des épines tibiales et de l'interligne oblique. Cliché de profil : visualisation du massif des épines tibiales.

Fig 4 :



Fig 4 :

Prothèse conservant le ligament croisé postérieur : prothèse type Themis. Le bord postérieur du plateau tibial est plat alors qu'il existe un relèvement du bord antérieur. Noter l'ancrage par vis, prothèse sans ciment.

Fig 5 :



Fig 5 :

Prothèse postérostabilisée : prothèse type HLS II. Cliché de face : visualisation du 3^e condyle sur le carter fémoral. Cliché de profil : le bord postérieur et antérieur du plateau tibial est relevé (prothèse semi-contrainte).

Fig 6 :

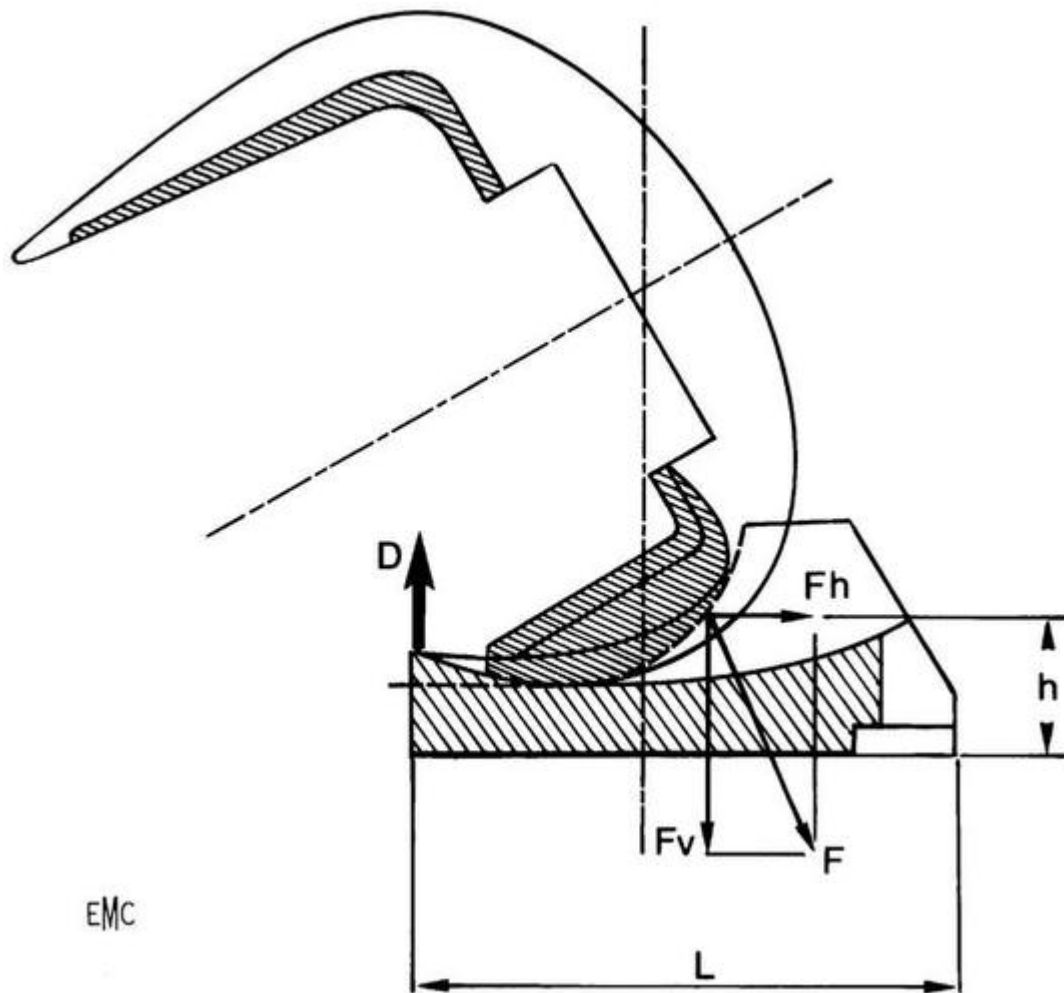


Fig 6 :

Coupe médiane de la prothèse montrant le 3^e condyle et la cale tibiale permettant la stabilisation postérieure à 30° de flexion.

Fig 7 :



Fig 7 :

Prothèse de reprise : notez les quilles centromédullaires, le relèvement de la tubérosité tibiale et l'absence de prothèse de rotule.

Fig 8 :

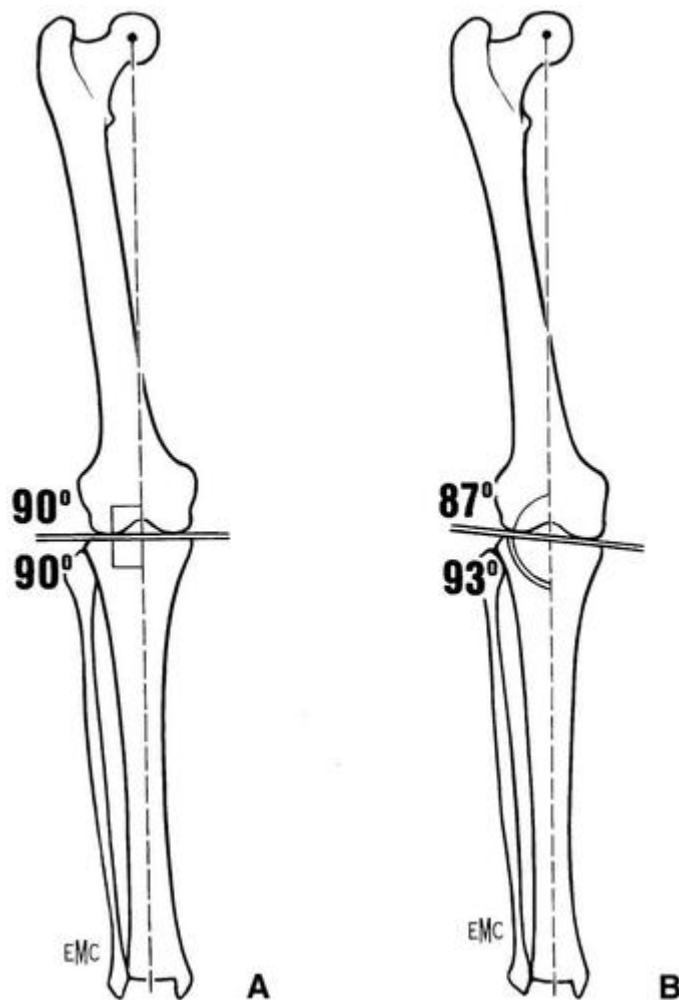


Fig 8 :

A. Axe fémorotibial mécanique idéal pour une prothèse : $90^\circ + 90^\circ = 180^\circ$

B. Anatomiquement, il existe un interligne oblique avec un varus épiphysaire osseux d'origine tibiale de 3° et un valgus épiphysaire d'origine fémorale de 3° . L'axe fémorotibial de 180° est alors obtenu avec $93^\circ + 87^\circ = 180^\circ$.

Fig 9 :

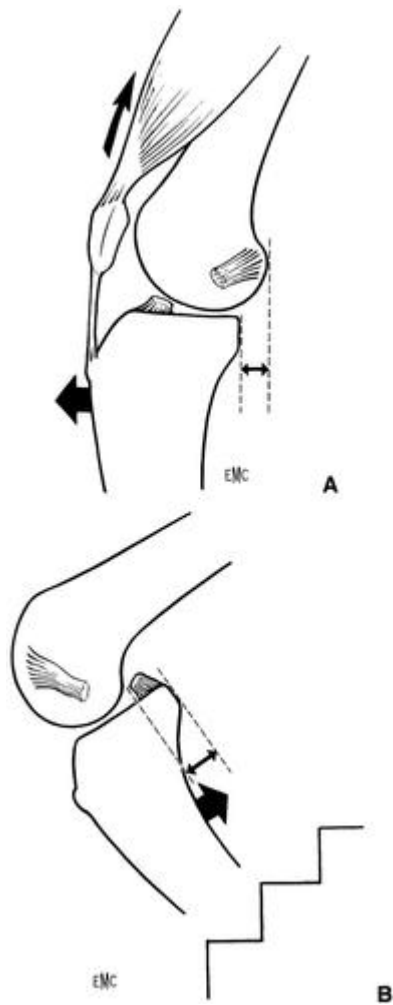


Fig 9 :

A. La section du ligament croisé antérieur entraîne une translation tibiale antérieure.

B. La section du ligament croisé postérieur entraîne une translation tibiale postérieure.

Fig 10 :

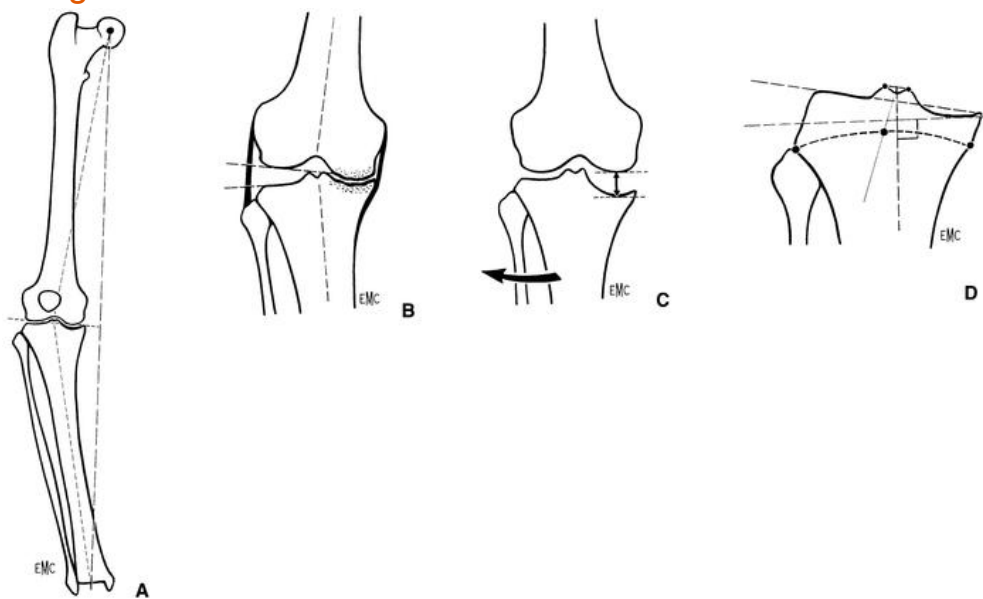


Fig 10 :

Arthrose fémorotibiale interne.

A. Goniométrie en appui bipodal : rotule de face.

Axe mécanique en varus, angle fémorotibial $> 180^\circ$, l'axe mécanique du membre inférieur passe en dedans du centre du genou. On mesure sur ce cliché l'angle fémoral mécanique du fémur qui, dans ces arthroses internes est entre 91° et 93° .

B. Appui monopodal de face en légère flexion.

— Cupule interne.

— Le bâillement externe est une des composantes du varus global, il peut traduire simplement la bascule du condyle dans la cupule interne ou plus rarement une laxité externe.

C. Radiographie de face en valgus forcé.

Il permet d'apprécier la réductibilité du varus d'usure, il permet également de bien mesurer la profondeur de la cupule interne.

D. Le genu varum constitutionnel est surtout d'origine tibiale.

Le varus épiphysaire de Lévine est souvent bien mesurable faisant prévoir une coupe tibiale très asymétrique pour retrouver un axe tibial mécanique à 90° .

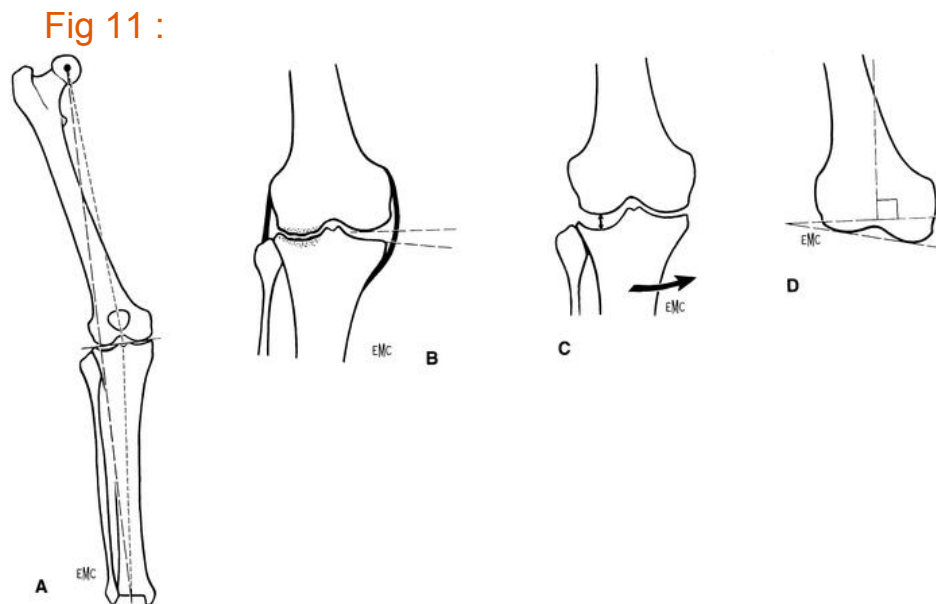


Fig 11 :

Arthrose fémorotibiale externe.

A. Goniométrie en appui bipodal : rotule de face.

Axe mécanique en valgus, angle fémorotibial $< 180^\circ$, l'axe mécanique du membre inférieur passe en dehors du centre du genou. On mesure sur ce cliché l'angle fémoral mécanique du fémur qui, dans ces arthroses externes, est entre 80° et 88° .

B. Appui monopodal de face en position de shuss pour bien montrer la cupule toujours postérieure :

— Cupule externe.

— Le bâillement interne est une des composantes du valgus global, elle peut traduire simplement la bascule du condyle dans la cupule externe ou plus souvent une distension interne.

C. Radiographie de face en varus forcé.

Il permet d'apprécier la réductibilité du valgus d'usure, il permet également de bien mesurer la

profondeur de la cupule interne. Le manque de réduction traduisant une rétraction externe.

D. Le genu valgum constitutionnel est surtout d'origine fémorale.

Pour retrouver un axe fémoral mécanique à 90° , il obligera à une coupe fémorale asymétrique coupant beaucoup en dedans et peu en dehors.

Fig 12 :

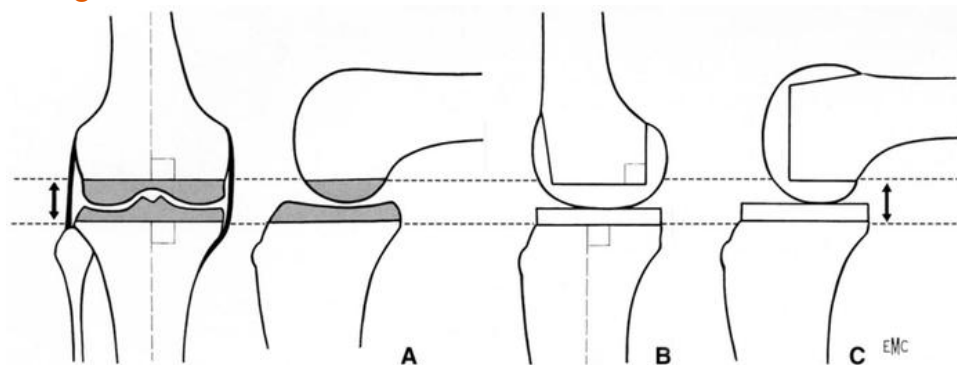


Fig 12 :

Prothèse idéale : l'espace P est le même en extension et en flexion, la prothèse maintient les formations périphériques tendues de façon symétrique et isométrique. Trois coupes distinctes :

- A. Coupe tibiale qui intervient en flexion et extension
- B. Coupe fémorale distale qui n'intervient qu'en extension
- C. Coupe fémorale postérieure qui n'intervient qu'en flexion.

Fig 13 :

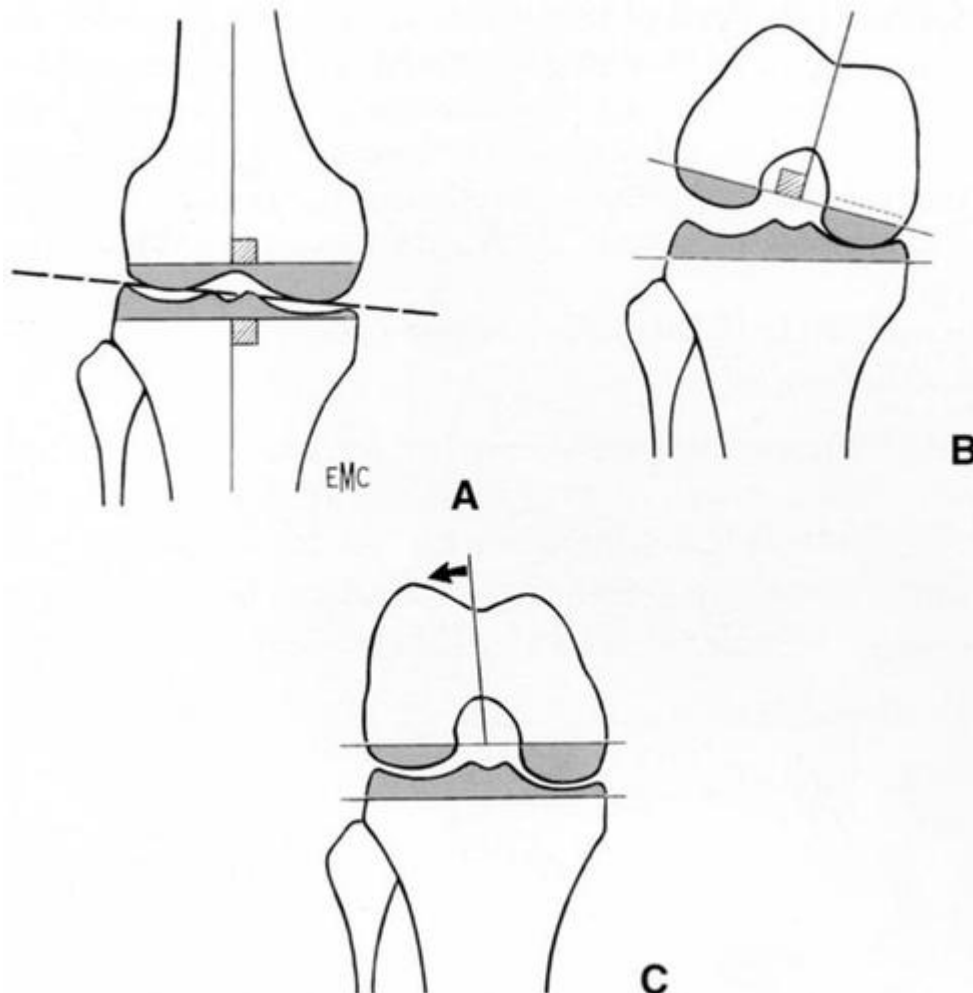


Fig 13 :

A. Interligne oblique sur un genou normoaxé. L'interligne est oblique de 3° avec un varus tibial à 93° et un valgus fémoral à 87°.

La réalisation de la coupe tibiale pour obtenir un axe tibial mécanique à 90° impose une coupe bien plus importante en dehors qu'en dedans.

La réalisation de la coupe fémorale pour obtenir l'axe fémoral mécanique à 90°, à l'inverse, il faut réséquer plus d'os au niveau du condyle interne que du condyle externe.

Globalement, ces deux résections s'équilibrent parfaitement en extension donnant un espace prothétique « p » sans tension ni laxité périphérique.

B, C. Interligne oblique : en revanche en flexion il n'y a pas de compensation au niveau fémoral de l'excès de coupe externe et du défaut de coupe interne d'où une impression de rétraction interne et de laxité externe.

Habituellement, le *release* interne normal fait céder ce déséquilibre. Pour certains on peut rééquilibrer en récupérant 2 mm de condyle postérieur interne pour retrouver alors l'espace « p » sans tension ni distension périphérique, l'on crée ainsi une rotation externe prothétique fémorale.

Fig 14 :

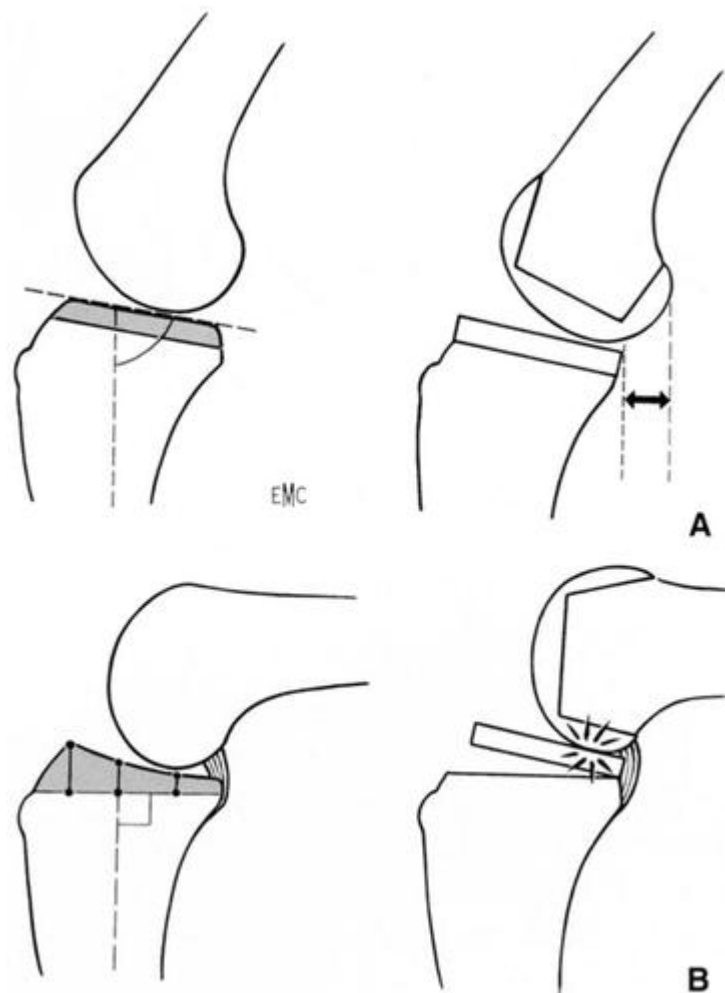


Fig 14 :

A. Si la coupe tibiale est parallèle à la pente tibiale, la résection osseuse est équivalente en avant et en arrière, l'équilibrage est correct en extension et en flexion mais l'absence de ligament croisé antérieur tend à provoquer une subluxation antérieure du tibia.

B. Si la coupe est perpendiculaire à l'axe mécanique du tibia, on coupera beaucoup d'os en avant, ménageant un espace en extension normale et très peu d'os en arrière entraînant une hypertension du ligament croisé postérieur en flexion, responsable d'un effet « came » sur le plateau tibial prothétique.

Fig 15 :

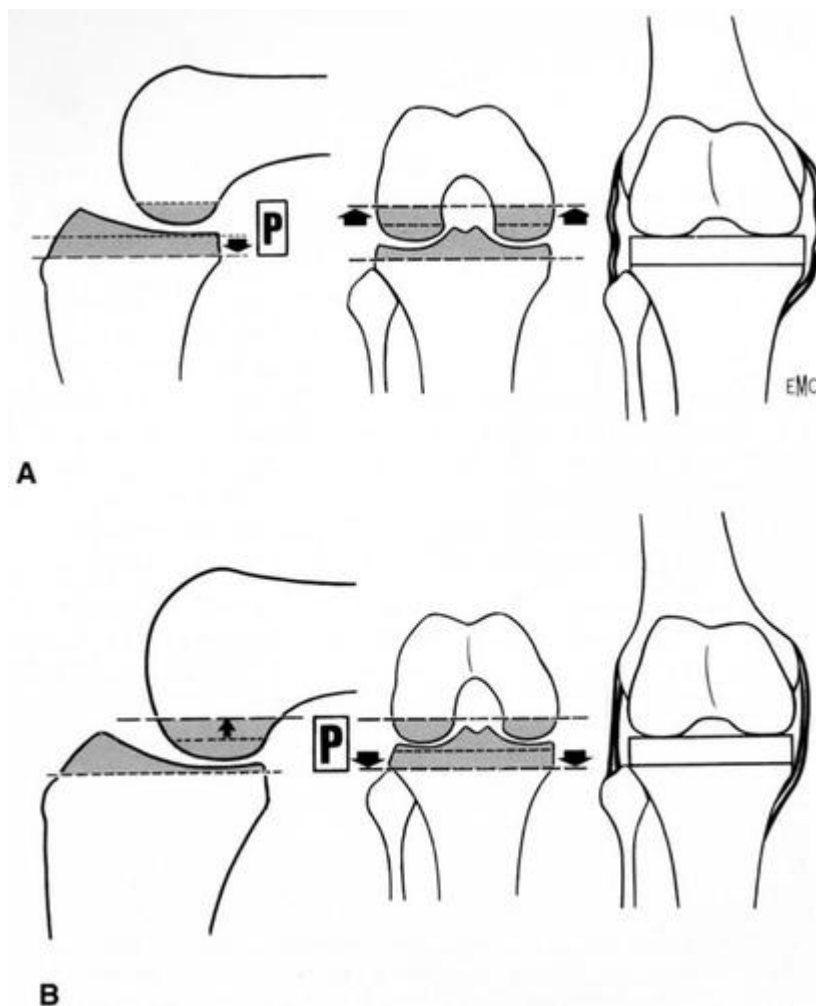


Fig 15 :

A. L'espace « p » de la prothèse est trouvé en flexion par un abaissement de la coupe tibiale, en extension il y aura une laxité.

B. L'espace « p » de la prothèse est trouvé en flexion par une remontée de la coupe fémorale postérieure.

En extension, la coupe postérieure n'a aucune influence sur la stabilité prothétique.

Fig 16 :

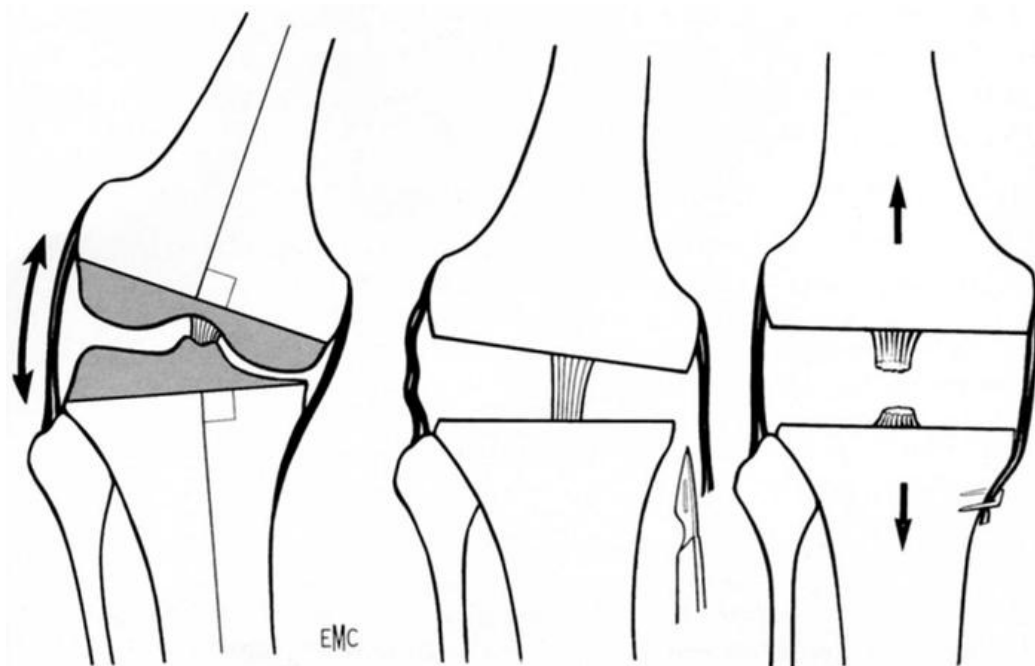


Fig 16 :

En cas de déformation osseuse constitutionnelle, le relâchement interne ne suffit pas, l'équilibrage de la prothèse nécessite la section du ligament croisé postérieur.

Fig 17 :

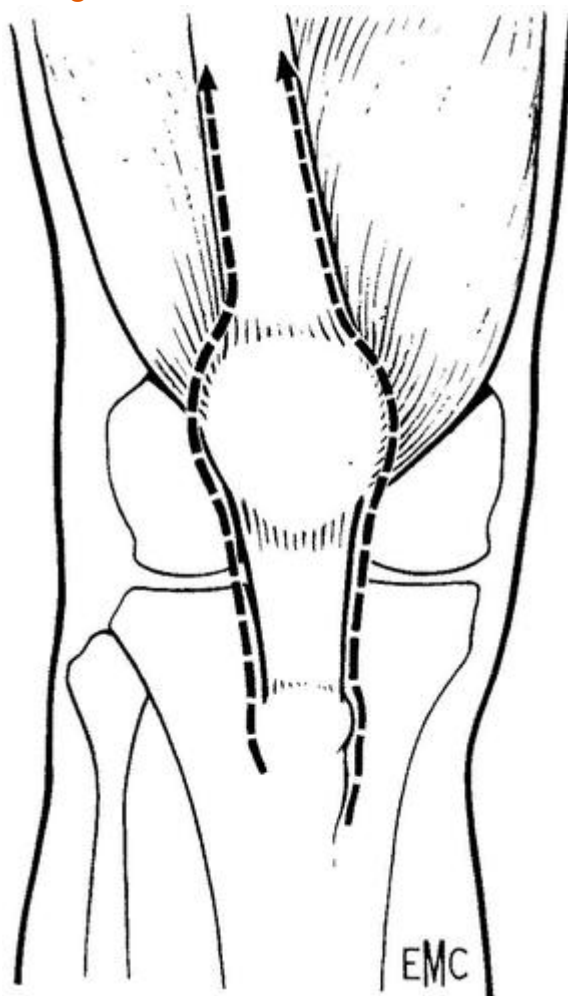


Fig 17 :

Voie d'abord antéro-interne ou antéroexterne.

Fig 18 :

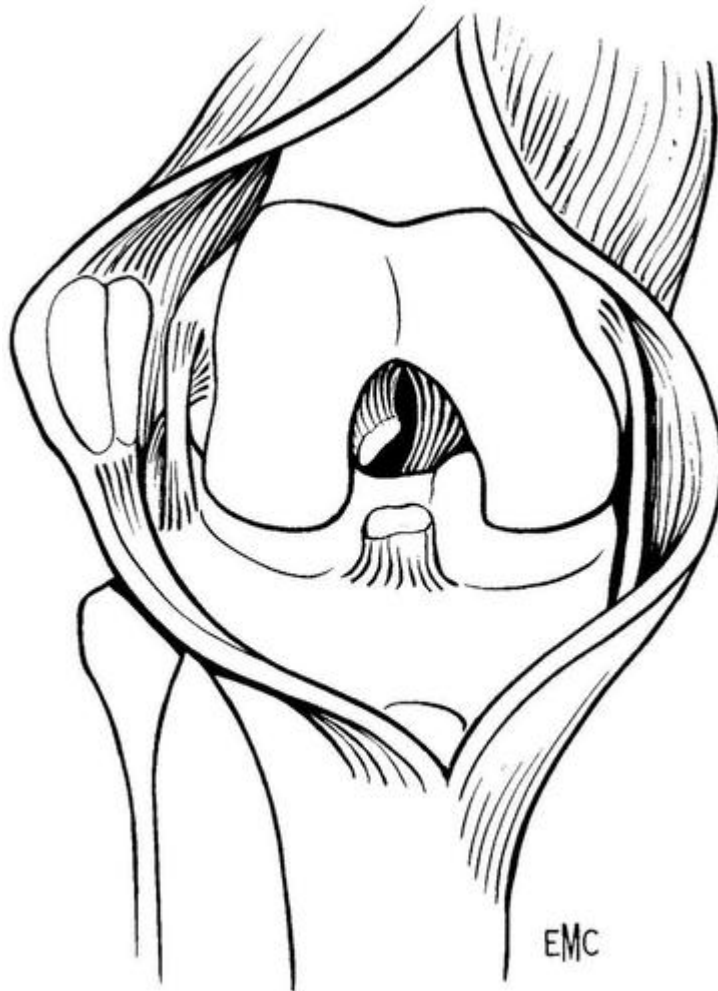


Fig 18 :

Arthrotomie antéro-interne.

Fig 19 :

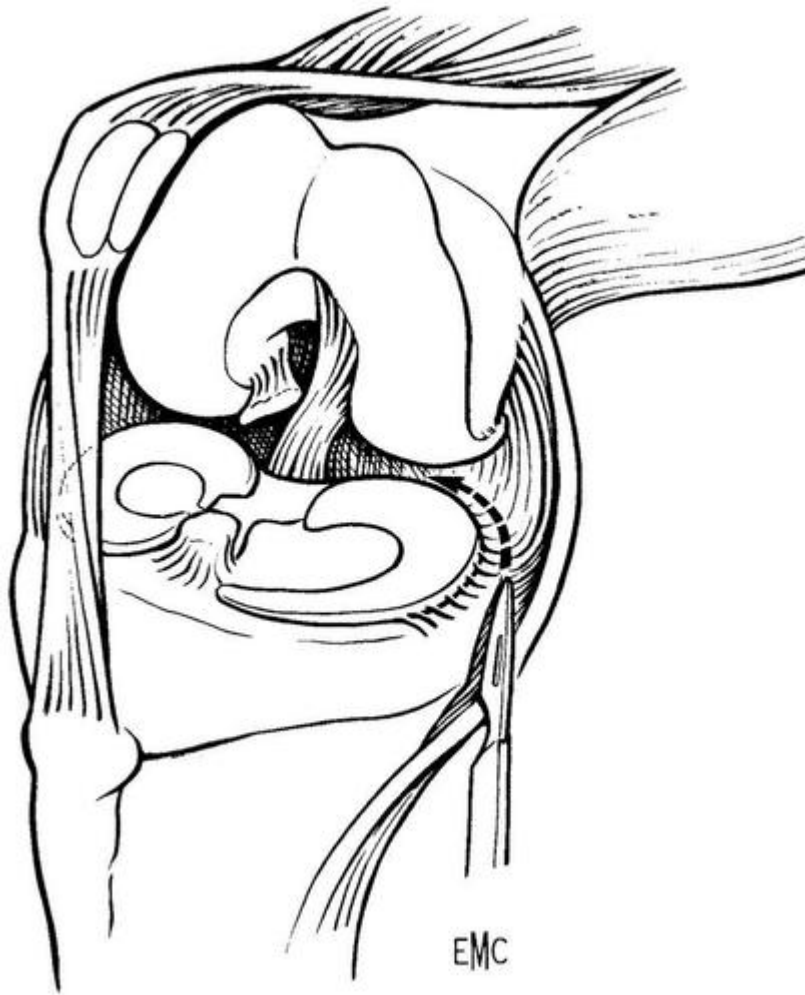


Fig 19 :

Relâchement interne.

1. Désinsertion de la capsule.
2. Désinsertion du demi-membraneux
3. Désinsertion basse du ligament latéral interne.

Fig 20 :

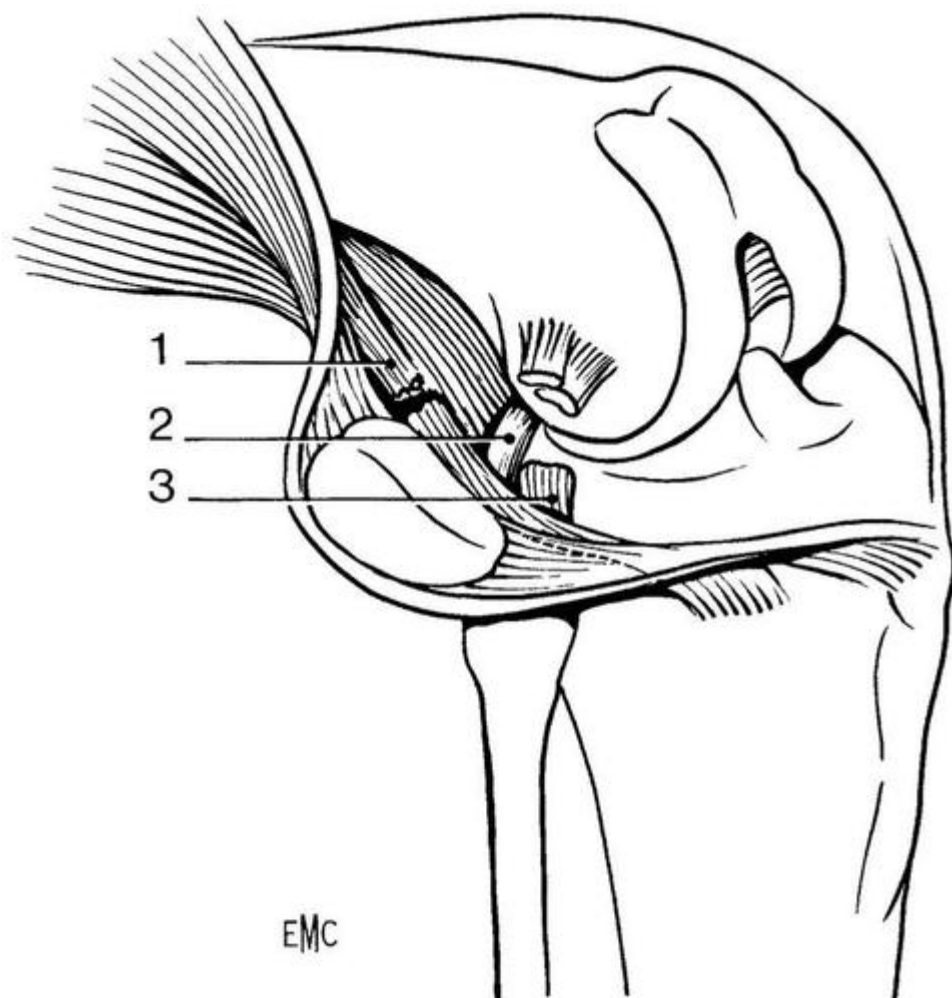


Fig 20 :

Relâchement externe.

1. Section du fascia lata.

2. Désinsertion du poplitée.

3. Désinsertion du ligament latéral externe.

Fig 21 :

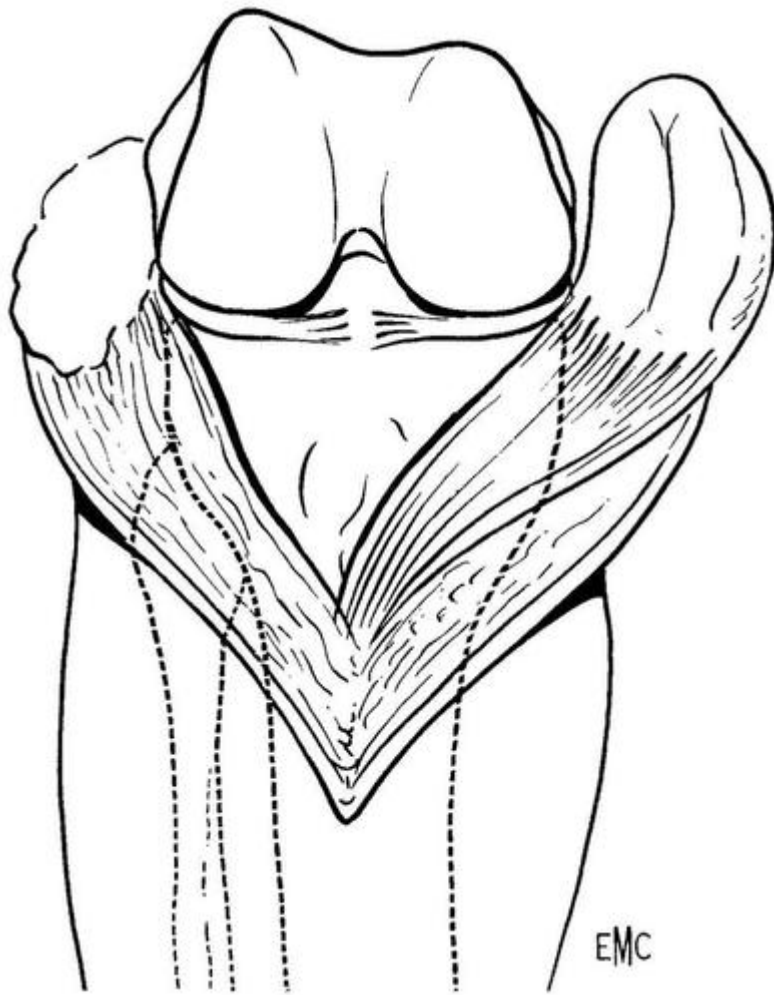


Fig 21 :

Voie externe de Kiblish.

Fig 22 :

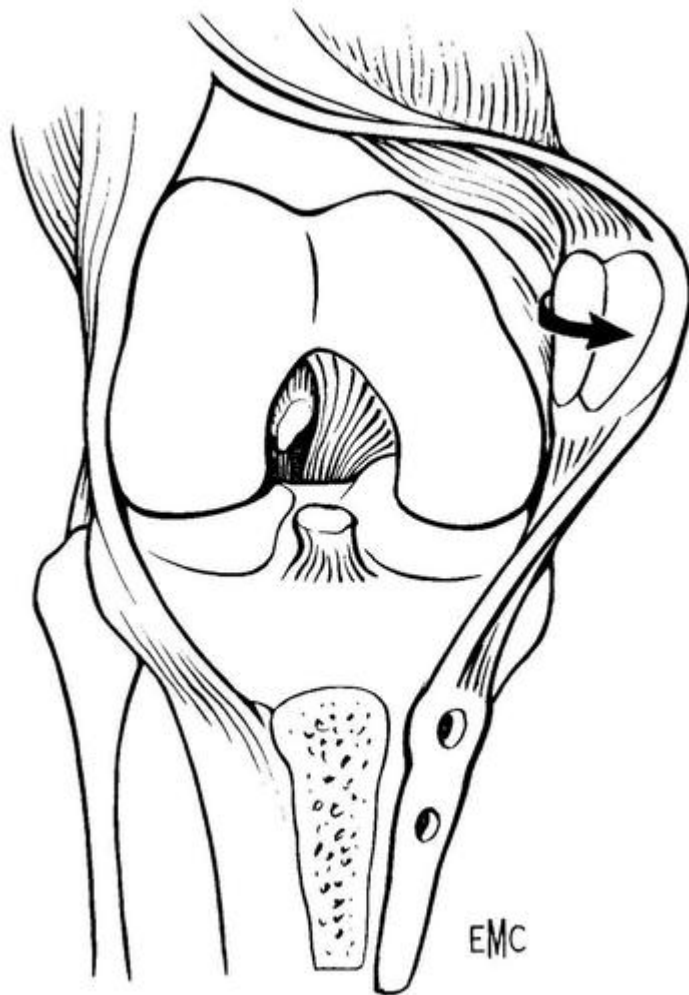


Fig 22 :

Voie externe avec ostéotomie de la tubérosité tibiale antérieure.

Fig 23 :

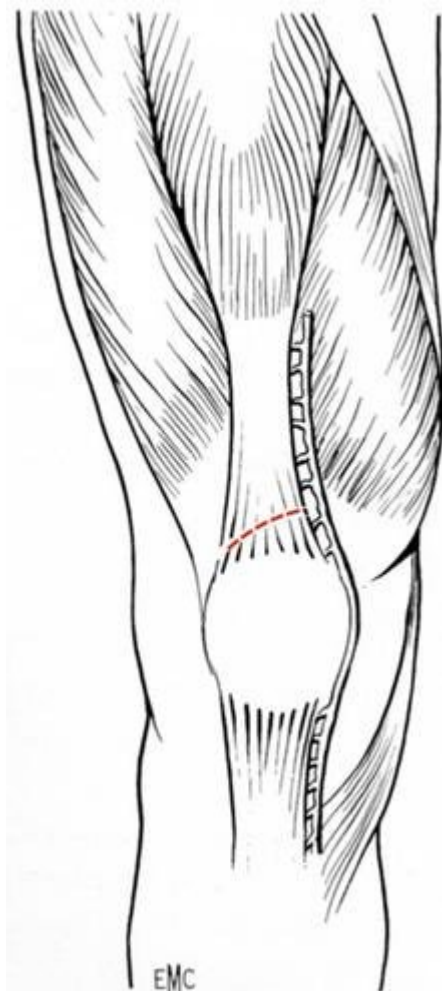


Fig 23 :

Voie en VY d'Insall.

Fig 24 :

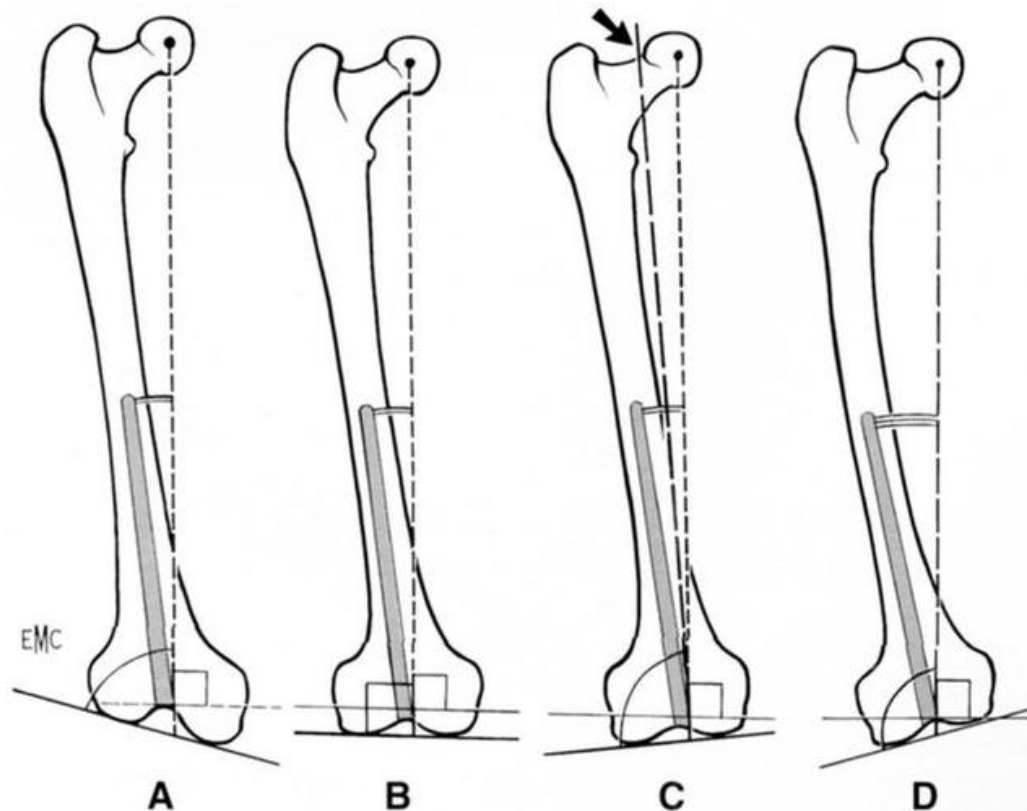


Fig 24 :

A. Valgus fémoral, si l'on donne à la tige centromédullaire un valgus de 5° l'axe mécanique prothétique sera à 90°. Noter l'importance de la coupe du condyle interne facteur de « laxité interne » et le peu de coupe interne facteur de « rétraction externe ».

B. Fémur avec un axe mécanique à 90°, si l'on donne à la tige centromédullaire un valgus de 5 à 6°, l'axe mécanique fémoral sera à 90°. Noter la résection équivalente des condyles en dedans et en dehors.

C. Fémur avec un axe fémoral mécanique de 92°, si l'on a à la tige centromédullaire un valgus de 6° il persistera un valgus fémoral de 2°.

D. Pour ce type de fémur en varus AFM 92°, il est nécessaire de donner à la tige centromédullaire un valgus de 8° ce qui donne un AFM prothétique de 90°. Noter l'asymétrie de résection des condyles, l'excès de coupe externe « facteur de laxité externe », très faible résection interne facteur de « rétraction interne ».

Fig 25 :

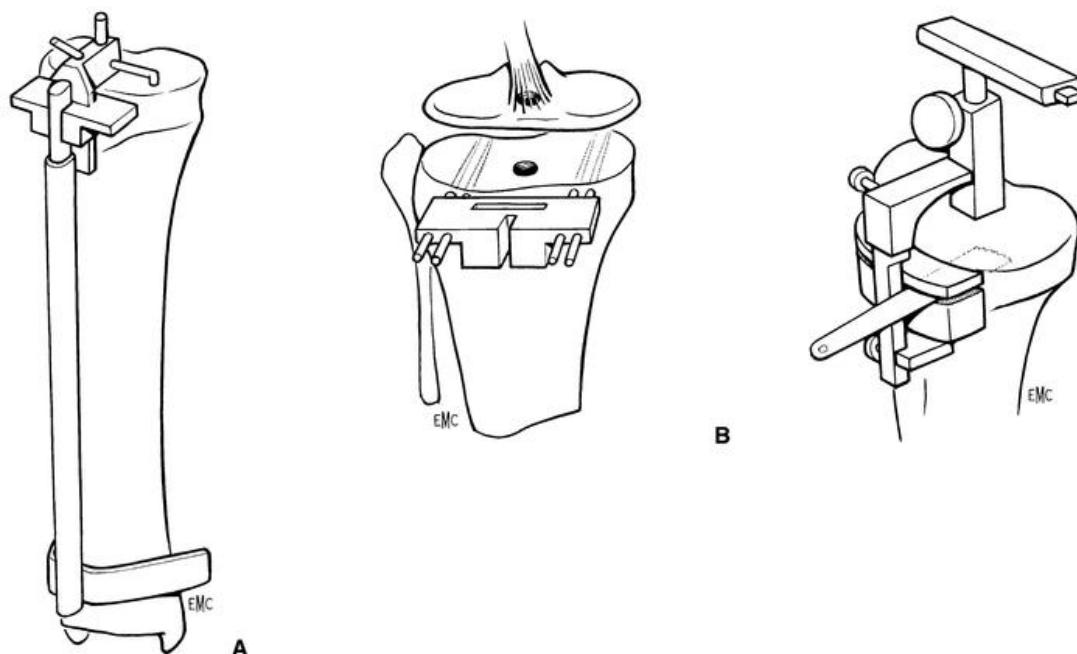


Fig 25 :

A. Détermination de l'axe mécanique tibial par une broche extramédullaire appuyée sur une broche centromédullaire, noter le palpeur de hauteur de l'interligne et la fixation en bonne rotation du matériel ancillaire.

B. La réalisation des coupes est toujours difficile entre le contraste de l'os condensé dur de la concavité et l'os mou et friable de la convexité. Il faut employer des lames épaisses et longues guidées soit par des broches, soit par des guides-lames à fente.

Fig 26 :

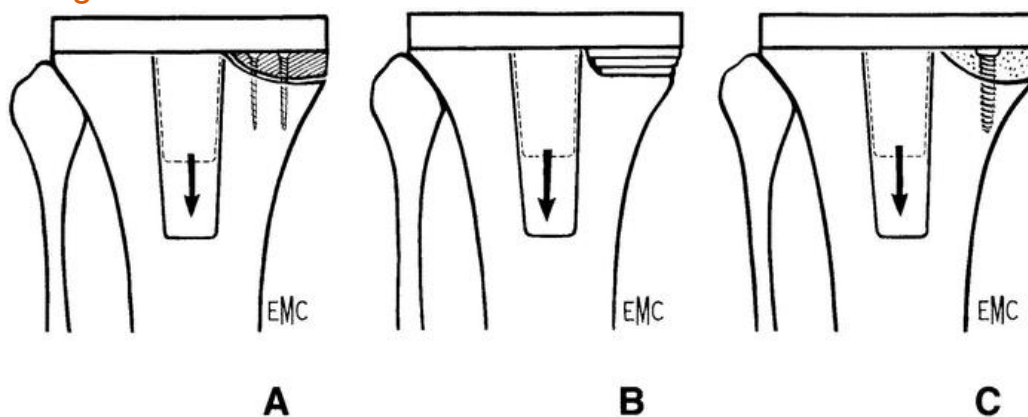


Fig 26 :

A. Auto- ou allogreffe visée.

B. Cales métalliques.

C. Pitonnage par une vis noyée dans le ciment.

Dans tous les cas mise en place d'une quille plus longue.

Fig 27 :

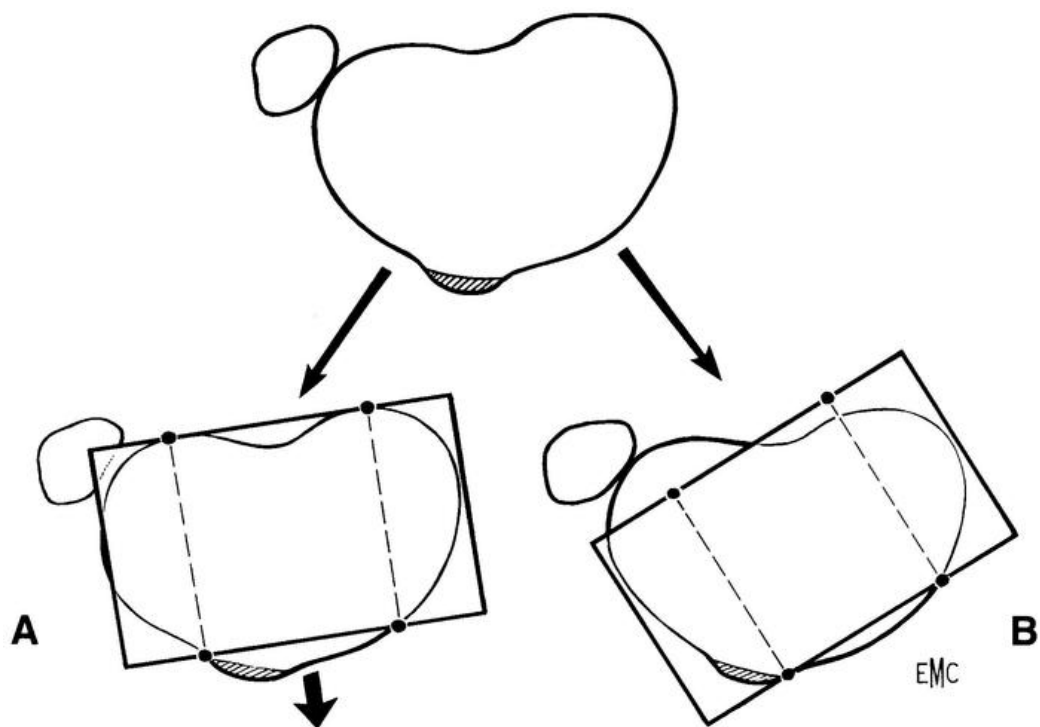


Fig 27 :

A. Bonne position du plateau prothétique avec un appui symétrique de la prothèse sur le bord postérieur des deux plateaux tibiaux.

B. Défaut de rotation le plus communément observé car créé par le condyle externe qui a tendance en flexion à repousser le plateau en avant, la partie interne du plateau est dans le vide et la partie postérieure du plateau tibial externe n'est pas recouverte.

Techniques chirurgicales dans l'instabilité rotulienne chez l'adulte

D. Dejour, R. Prado, J. Mercado

L'instabilité rotulienne est définie par des critères cliniques et radiographiques. Le chirurgien doit rétablir une congruence fémoropatellaire et un alignement du système extenseur qui préviendra de nouveaux épisodes de luxation de la rotule. On définit des interventions sur les parties molles, avec la section de l'aileron externe et la plastie du vaste interne, la réparation du ligament patellofémoral médial, et les gestes osseux, soit pour permettre le réalignement du système extenseur par une médialisation de la tubérosité tibiale antérieure, soit pour normaliser l'index rotulien dans les patella alta. Dans certains cas plus rares, c'est la forme de la trochlée qui peut être modifiée par des trochléoplasties, soit de relèvement de la berge externe, soit de creusement ou d'enfoncement de la trochlée. La préparation du schéma thérapeutique préopératoire fait l'inventaire des différentes anomalies morphologiques observées et quantifiées sur les examens paracliniques (radiographies standards et scanner) et corrige une à une ces anomalies en combinant les différentes techniques chirurgicales.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Luxation de rotule ; Instabilité rotulienne ; Dysplasie de trochlée ; Trochléoplastie

Plan

| | |
|---|---|
| ■ Introduction | 1 |
| Trois populations sont définies | 1 |
| Quatre facteurs anatomiques principaux de l'instabilité | 2 |
| Facteurs secondaires | 2 |
| ■ Arthroscopie-lavage avec ablation de corps étrangers | 2 |
| ■ Gestes sur les parties molles | 2 |
| Section de l'aileron externe | 2 |
| Plastie du vaste interne | 3 |
| Plastie du ligament patellofémoral médial (MPFL) | 4 |
| Libération du système extenseur (opération de Judet) | 5 |
| ■ Gestes osseux | 5 |
| Tubérosité tibiale antérieure (TTA) | 5 |
| Trochléoplasties | 7 |
| Ostéotomie de la rotule | 9 |
| Ostéotomie fémorale et tibiale | 9 |
| ■ Conclusion | 9 |

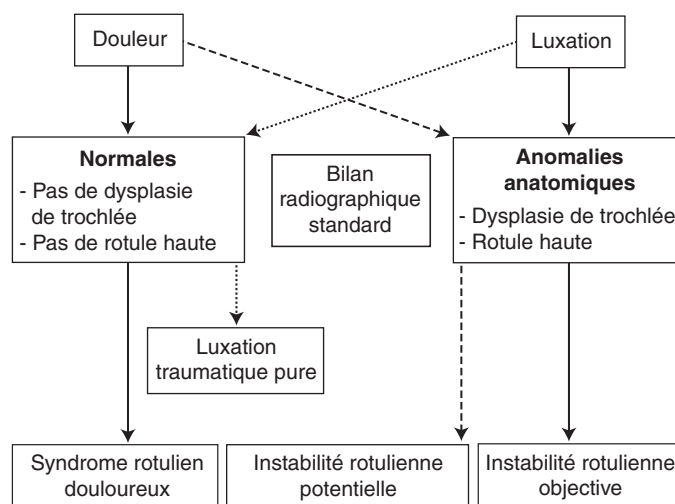


Figure 1. Classification des syndromes fémoropatellaires.

■ Introduction

La pathologie rotulienne est un motif très fréquent de consultation en chirurgie du genou.

L'articulation fémoropatellaire est peu congruente. La stabilité passive dépend de la morphologie de la trochlée et de la rotule, la stabilité active dépend des haubans musculaires qui permettent un centrage actif de l'articulation dans les mouvements quotidiens et sportifs. Plus que dans d'autres pathologies, il faut définir les populations à qui vont s'adresser les traitements chirurgicaux pour éviter d'être iatrogène.

En 1987, H. Dejour a proposé une classification de la pathologie fémoropatellaire (Fig. 1) comprenant trois populations,

quatre facteurs anatomiques principaux de l'instabilité rotulienne et quatre facteurs secondaires [1, 2]. C'est à partir de la connaissance de ces éléments qu'une proposition thérapeutique est avancée.

Trois populations sont définies

- Instabilité rotulienne objective : patients ayant eu au moins une luxation vraie de rotule (perte de contact permanente entre deux surfaces articulaires), existence d'au moins une anomalie anatomique.
- Instabilité rotulienne potentielle : aucune luxation vraie de rotule, mais douleurs et anomalies anatomiques.

- Syndrome rotulien douloureux : pas de luxation, pas d'anomalie anatomique.

À ces trois populations, on peut ajouter une sous-catégorie correspondant aux instabilités rotuliennes aiguë et traumatique, ou premier épisode de luxation. Ici, on retrouve fréquemment un des facteurs anatomiques de l'instabilité, mais parfois ceux-ci sont de faible grade. En revanche, on doit rechercher les lésions de passage témoin de la luxation (fracture-arrachement du bord médial de la rotule, fracture ostéocondrale du condyle externe, lésion de contusion osseuse vue à l'imagerie par résonance magnétique [IRM] sur le bord médial de la rotule et sur la face externe du condyle latéral).

Quatre facteurs anatomiques principaux de l'instabilité

Ce sont :

- la dysplasie de trochlée [1, 3, 4] ;
- la rotule haute [5] ;
- la distance excessive entre tubérosité tibiale antérieure et gorge de la trochlée (TA-GT) [6] ;
- la bascule rotulienne excessive.

Facteurs secondaires

Ce sont :

- l'antéversion fémorale excessive ;
- une torsion tibiale externe excessive ;
- le genu recurvatum ou encore le genu valgum excessif.

Au stade aigu, rares sont les indications chirurgicales ; elles font appel à des techniques de fixation des lésions osseuses, certains discutent des gestes sur les parties molles. Ce sont habituellement les instabilités rotuliennes objectives chroniques et très rarement les instabilités potentielles qui requièrent un traitement chirurgical. Le chirurgien dispose de techniques pour modifier les parties molles (ligaments et muscles), et les structures osseuses. Le traitement complet de l'instabilité rotulienne fait appel, le plus souvent, à la combinaison des deux.

■ Arthroscopie-lavage avec ablation de corps étrangers

Certains proposent cette indication dans le cadre des instabilités rotuliennes objectives après le premier épisode de luxation [7, 8] pour évacuer une hémarthrose génératrice d'une distension hyperalgique du genou. Après lavage, l'arthroscopie permet l'exploration articulaire et l'analyse de la dysplasie de la trochlée, de la lésion de l'aileron interne, plus difficilement l'évaluation de la lésion du ligament patellofémoral médial, des lésions cartilagineuses, des lésions de passage, tel que l'arrachement du versant interne de la rotule et/ou une fracture du condyle externe avec un fragment mobile. En cas d'arrachement du versant interne de la rotule et si le fragment est de petite taille, il est enlevé. Certains [9, 10] proposent, en cas d'arrachement d'un volumineux fragment interne de la rotule, de faire une ostéosynthèse de ce fragment par une vis ou des points transosseux [11]. Il a été discuté dans ce cadre de l'urgence une reconstruction du plan médial :

- soit par suture simple de l'aileron, avec une réinsertion par des points transosseux sur l'épicondyle médial ;
- soit par reconstruction du ligament patellofémoral médial ;
- soit encore par une plastie du vastus medialis [12].

Ces gestes sont alors, pour ces auteurs, toujours associés à une section de l'aileron externe.

En cas de fracture du condyle externe, l'indication peut être la simple ablation du fragment libre intra-articulaire, parfois le repositionnement par une vis si le fragment est supérieur à 5 mm de diamètre, en particulier chez les enfants [13].

Ces indications doivent rester exceptionnelles, car elles surviennent dans un cadre post-traumatique et exposent aux

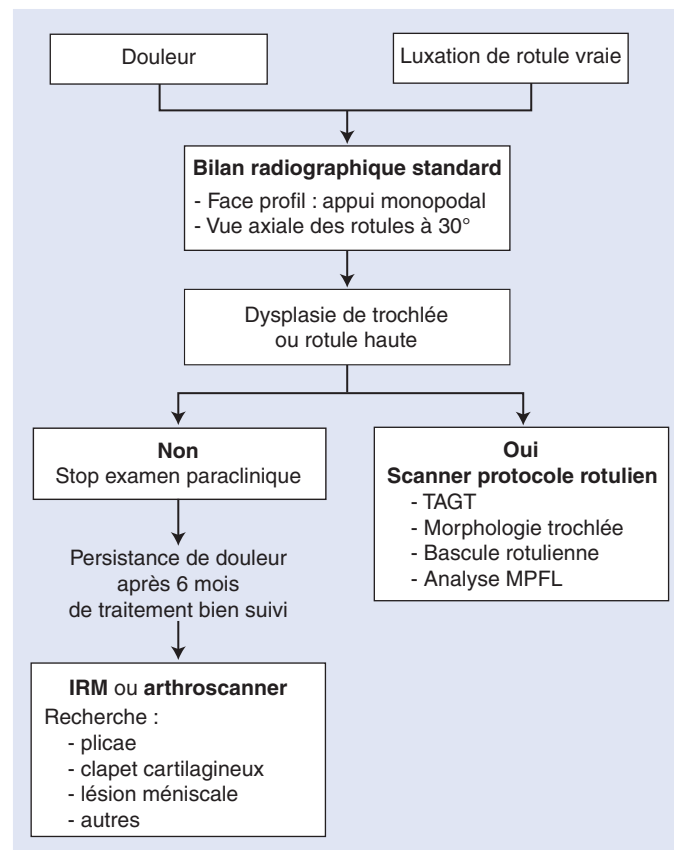


Figure 2. Arbre décisionnel. Examens complémentaires.

MPFL : ligament patellofémoral médial ; TAGT : distance excessive entre tubérosité tibiale antérieure et gorge de la trochlée.

complications de la chirurgie précoce du genou, à savoir raideur, risque d'algodystrophie avec rotule basse comme il a été décrit dans la chirurgie aiguë du ligament croisé antérieur. La pathologie rotulienne étant de loin une chirurgie sensible, il semble important de savoir prendre son temps avant de décider d'une telle indication. Les gestes décrits ci-dessous et les différentes techniques sont proposés dans le cadre de l'instabilité rotulienne objective chronique après analyse de l'imagerie (Fig. 2) :

- bilan standard ; radiographie de face et de profil en appui monopodal (20° de flexion), vue axiale des rotules à 30° de flexion ;
- scanner des membres inférieurs selon le protocole codifié.

■ Gestes sur les parties molles

Section de l'aileron externe (Fig. 3)

Technique

Chirurgie conventionnelle

L'exposition se fait soit par un décollement sous-cutané lors d'une incision antéro-interne, soit par une incision directe centrée sur le bord externe de la rotule. L'aileron est sectionné à 1 cm du bord externe de la rotule et descend en direction du plateau tibial externe. Il ne faut pas remonter trop haut en direction du vaste externe. La section doit rester extrasynoviale. Il est plus facile de retrouver ce plan lorsque l'on part de la partie inférieure. Une attention particulière est portée à l'hémostase de l'artère genu superior lateralis. Un drainage est mis en place pour éviter tout hématome postopératoire.

Technique arthroscopique

Ce geste technique est possible sous arthroscopie. Il est fait soit par section aux ciseaux type Metzemaum sous contrôle

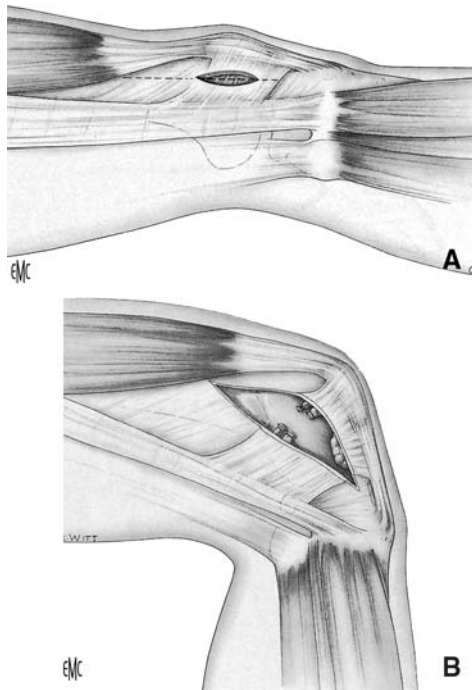


Figure 3. Section de l'aileron externe. La section de l'aileron externe est faite à 1 cm du bord externe de la rotule. Une attention particulière est portée à l'hémostase. La section descend le long du tendon rotulien et remonte à 2 cm au-dessus de la rotule.

vidéo, soit directement à l'électrocoagulation par bistouri électrique ou sonde [14-18]. La section est plus ou moins étendue. Il est certain qu'elle doit descendre vers le tendon rotulien le plus bas possible et remonter au-dessus de la rotule. Les auteurs ne sont pas toujours en accord sur le degré de libération, variant entre 1 cm au-dessus de la rotule, nécessaire, et 8 cm.

Cette chirurgie doit être faite le plus prudemment possible car le taux de complication est très élevé, en particulier le risque d'hémarthrose postopératoire, son taux variant de 6 à 10 %, ce qui est le plus fort taux de complication postopératoire des arthroscopies [16, 19, 20]. La deuxième complication est la rétraction cutanée postopératoire liée aux lésions du tissu graisseux sous-cutané par une électrocoagulation trop puissante. Le gain obtenu par l'arthroscopie sur la taille des cicatrices disparaît alors. Il a été également rapporté des nécroses cutanées.

Il apparaît important de laisser un drain en postopératoire immédiat. Les soins postopératoires ne présentent pas de particularité par rapport à une chirurgie conventionnelle.

Rééducation postopératoire

La marche est autorisée avec un appui immédiat. La récupération des amplitudes articulaires est complète et sans limitation.

Indications

C'est un geste pratiquement toujours nécessaire dans la chirurgie rotulienne pour instabilité rotulienne, mais non suffisant, s'il est isolé, pour prévenir la récurrence des luxations [2, 21]. L'indication de section isolée de l'aileron externe est donc discutable et relativement faible. Une étude du Patellofemoral Study Group [22] montre qu'elle est très restreinte : entre un et cinq cas par an pour des chirurgiens spécialisés dans la pathologie fémoropatellaire, soit 2 % des indications.

Le syndrome rotulien avec sensation de blocage prédominante est une indication qui doit rester exceptionnelle et seulement être proposée après échec d'un traitement médical bien conduit (étirement des chaînes musculaires antérieures et postérieures).

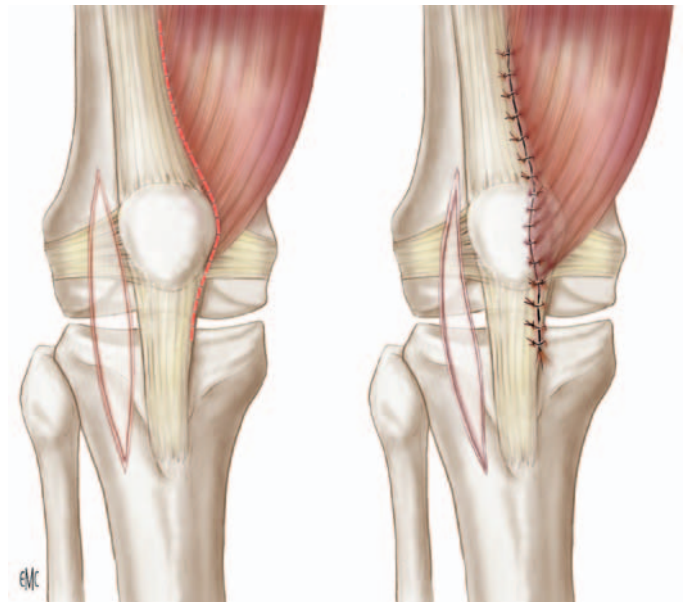


Figure 4. Plastie du vaste interne. Après section première de l'aileron externe, le lambeau musculoaponévrotique de vaste interne est médialisé et amené au niveau de la ligne médiane de la rotule, puis abaissé afin que les fibres charnues soient au contact de la rotule. Il permet d'horizontaliser la rotule et doit être associé à une section de l'aileron externe.

Plastie du vaste interne (Fig. 4)

Technique

Décrite par Insall [23] en 1976, c'est une translation externe musculoaponévrotique du muscle vaste interne et de l'aileron rotulien.

Après section première de l'aileron rotulien externe, on réalise une arthrotomie antéro-interne remontant entre vaste interne et droit antérieur. On obtient un lambeau musculoaponévrotique de vaste interne. Le péri-tendon rotulien interne est relevé au contact de l'os jusqu'à la partie médiane de la rotule.

Le genou est mis en extension et le vaste interne peut être médialisé jusqu'à la partie centrale de la rotule entre le péri-tendon rotulien et la corticale antérieure rotulienne. On peut associer un abaissement modéré. Trois points de fixation temporaire permettent de tester la plastie qui doit horizontaliser la rotule et autoriser une flexion jusqu'à 90° sans tension excessive. Si le contrôle est satisfaisant, on peut alors terminer la suture avec du fil résorbable.

Rééducation postopératoire

- Appui immédiat avec une attelle en extension pendant 45 jours.
- Récupération immédiate des amplitudes articulaires jusqu'à 90° jusqu'au quarante-cinquième jour, puis récupération complète de la mobilité.
- Sport autorisé à 6 mois.

Indications

La plastie du vaste interne est discutée lorsque l'on observe une dysplasie du vaste interne caractérisée par une absence du contingent musculaire oblique et une insertion verticale à distance du bord supéro-interne de la rotule. On peut également décider d'utiliser cette technique si les données cliniques confirment une bascule rotulienne externe. C'est surtout l'évaluation de la bascule rotulienne quantifiée au scanner qui définit la meilleure indication. Le seuil pathologique de la bascule rotulienne quadriceps contracté et décontracté est de 20° [23] ; au-delà de cette valeur, la bascule est considérée comme pathologique.

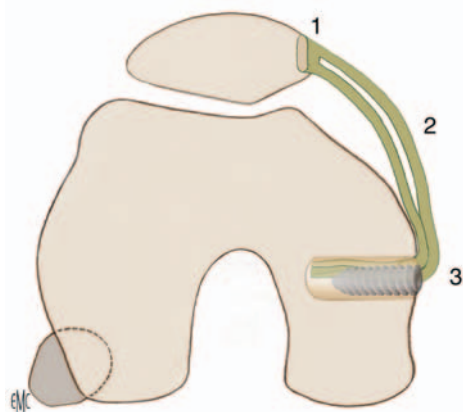


Figure 5. Plastie du ligament patellofémoral médial (MPFL) avec ancrage osseux. La plastie du MPFL est faite avec le tendon du gracilis ou semi-tendinosus (2) ; elle passe dans deux tunnels osseux au bord médial de la rotule (1) et est fixée dans un tunnel borgne (3), entre l'insertion du troisième adducteur et l'épicondyle interne, par une vis d'interférence résorbable.

La plastie isolée du vaste interne est un facteur de correction de la bascule rotulienne, mais son indication tend à diminuer car il est démontré que ce geste augmente la sidération et l'amyotrophie du quadriceps en postopératoire, l'activité électromyographique est perturbée durablement, enfin et surtout la bascule rotulienne n'est corrigée objectivement que de 2° à 7° (quadriceps contracté et décontracté). L'efficacité clinique de ce geste est donc discutable. Le facteur étiologique de la bascule rotulienne est plus la dysplasie de trochlée que la dysplasie du vaste interne, qui est secondaire et non primitive.

Plastie du ligament patellofémoral médial (MPFL)

Les études anatomiques et biomécaniques ont mis en évidence le rôle fondamental [24] du LPFL dans la stabilisation passive de la rotule. Les études IRM après luxation aiguë de la rotule [7] montrent qu'il y a toujours une rupture de ce ligament, en particulier à son insertion sur l'épicondyle. Il a d'abord été décrit des reconstructions [25] de ce ligament en utilisant des ligaments synthétiques [26] qui ont été rapidement abandonnés en raison de leur rigidité. Désormais, les techniques de reconstruction du MPFL utilisent le plus souvent le tendon du semi tendinosus ou du gracilis [27-29], et plus rarement le tendon du quadriceps [30].

Techniques

Technique avec ancrage par tunnel osseux [26, 29, 31] (Fig. 5)

Description. Par une incision centrée sur la patte d'oie, on prélève le gracilis s'il est de taille satisfaisante ou le semi-tendinosus. Ce geste ne présente pas de caractéristique propre. La greffe est nettoyée des restes de fibre musculaire puis tubulisée à ses deux extrémités par du fil résorbable de taille 2. Une seconde incision parapatellaire médiale expose le bord interne de la rotule ; on doit rechercher les feuillets du ligament patellofémoral médial restant, pas toujours individualisable. Le premier feuillet correspond au rétinaculum, le deuxième feuillet au MPFL, le troisième à la capsule articulaire. Le bord osseux de la rotule est exposé. Une miniarthrotomie permet l'exploration articulaire à la recherche de lésions cartilagineuses (cette exploration peut être faite par une arthroscopie première). Deux tunnels sont perforés à la mèche 4,5 mm. Distant de 15 mm, certains préféreront faire un ancrage patellaire par le passage de la greffe en sous-périoste : repérage de l'épicondyle interne et incision centrée sur celui-ci, puis tunnellisation sous-cutanée entre l'épicondyle et le bord médial de la rotule. Une autre technique d'ancrage

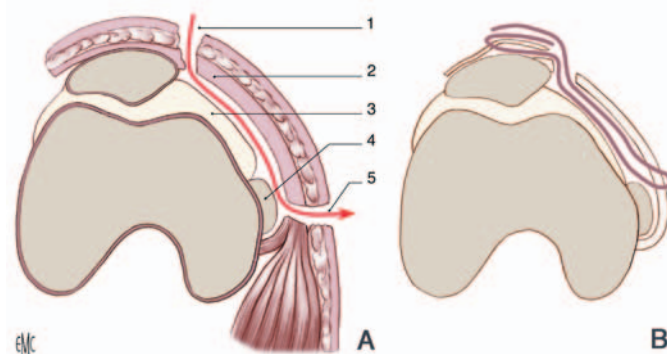


Figure 6.

A, B. Plastie du ligament patellofémoral médial (MPFL) selon la technique de Chassaing. Il s'agit d'une suture en « paletot » de l'aileron interne complétée par une ligamentoplastie du MPFL avec le gracilis. 1. Incision antérieure ; 2. aileron patellaire médial ; 3. synoviale ; 4. ligament collatéral médial ; 5. ponction cutanée en regard du condyle fémoral médial.

postéro-interne est décrite en passant autour du tendon du troisième adducteur. L'isométrie du futur ligament peut être testée avec un fil de suture entre les deux points d'ancrage ; on peut alors perforer un tunnel borgne à la mèche de 7 mm. La greffe est passée en lasso dans les deux tunnels patellaires, puis tractée dans le tunnel borgne épicondylien et fixée par une vis d'interférence. Il est très important de ne pas faire une hypercorrection car c'est le risque principal. Il faut considérer cette plastie comme un frein à la luxation mais pas comme un geste de recentrage.

Rééducation postopératoire. Appui immédiat avec une attelle en extension pendant 30 jours. Récupération immédiate des amplitudes articulaires jusqu'à 90° jusqu'au trentième jour, puis récupération complète de la mobilité et renforcement musculaire en chaînes cinétiques fermées entre 0° et 60°. Sport autorisé à 6 mois.

Technique avec ancrage par tunnellisation dans les parties molles (technique Chassaing [27]) (Fig. 6)

Elle consiste en une suture en paletot de l'aileron patellaire médial, complétée par une ligamentoplastie reconstruisant le ligament fémoropatellaire à l'aide du tendon du gracilis. Ce dernier a été prélevé au *stripper* par une petite incision en dedans de la tubérosité tibiale. Une incision antérieure de 3 à 4 cm, longitudinale, en regard du bord médial de la patella, permet une section longitudinale de l'aileron patellaire médial, prolongée vers le haut dans le tendon quadricipital à quelques millimètres des fibres musculaires du vaste médial, et vers le bas le long du tendon patellaire. On a ainsi accès à l'espace situé entre l'aileron patellaire en superficiele et la synoviale en profondeur. Le clivage de ce plan extra-articulaire est poursuivi aux ciseaux le long de la face médiale du genou, jusqu'à l'insertion du ligament collatéral médial sur le fémur. Le tendon du gracilis est introduit dans ce plan à l'aide d'une petite pince courbe porteuse de son fil de traction. En arrière, en regard du condyle médial et de l'insertion fémorale du ligament collatéral médial, la pince perfore l'aileron patellaire médial et ressort par un orifice cutané punctiforme effectué au bistouri en regard du condyle médial. On réalise ainsi un premier passage du tendon tracté par son fil. La pince vide, réintroduite à nouveau dans ce même plan, traverse en arrière une deuxième fois l'aileron à 1 cm de la première perforation. Elle charge le fil de traction qui permet un deuxième passage d'arrière vers l'avant du tendon. On obtient ainsi en arrière un amarrage en « U » sur l'aileron médial en regard de l'épicondyle fémoral médial.

En avant, l'amarrage sur la patella est placé au milieu de son bord médial. Cet amarrage est effectué par un passage sous-périoste, à la face antérieure de la patella, à la rugine fine : une extrémité du tendon du gracilis est passée sous le périoste pour être retournée et fixée à l'autre brin tendineux par quelques points. Cette fixation patellaire est pratiquée sous tension, sur

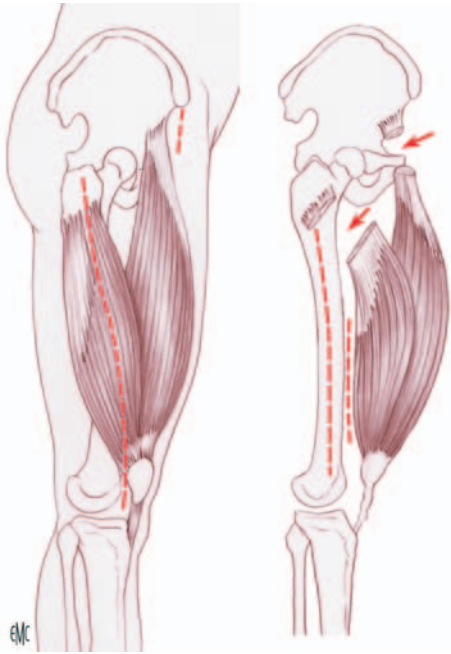


Figure 7. Libération du système extenseur (opération de Judet). Le quadriceps est désinséré sur toute sa longueur, sans oublier la section du droit antérieur sur l'épine iliaque antéro-inférieure.

un genou fléchi à 45°, de façon à éviter une hypercorrection médiale. L'intervention est terminée par une suture en paletot de l'aileron patellaire médial, à points séparés.

Indications

La plastie du MPFL isolée s'adresse aux instabilités rotuliennes objectives avec de faibles anomalies anatomiques : dysplasie de trochlée de type A, index rotulien normal et TAGT inférieure à 20 mm. Dans ces cas peu évolués, il faut tester le déplacement médial de la rotule avant la section de l'aileron externe et, s'il n'y a pas de rétraction de ce dernier, il apparaît préférable de ne pas le sectionner pour éviter toute hypercorrection.

La plastie du MPFL associée est indiquée lorsque la dysplasie est de haut grade (type B, C, D), ou qu'il existe une rotule haute, ou encore une TAGT très pathologique, supérieure à 20 mm. Le rôle de la plastie du MPFL est la correction de la bascule rotulienne ; elle remplace efficacement la plastie du vaste interne.

Libération du système extenseur (opération de Judet) (Fig. 7)

Technique

Cette intervention, décrite par Judet [25] pour les raideurs du genou, permet d'allonger le quadriceps (voir fascicule 44-840 de l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale).

Rééducation postopératoire

Il faut considérer cette intervention comme une arthrolyse du genou. La rééducation doit faire alterner des attitudes de posture en flexion à 90° et des mobilisations sur arthromoteur. Il n'y a pas de limitation dans la récupération des amplitudes articulaires. L'appui est autorisé avec une attelle en extension tant que le verrouillage du quadriceps n'est pas complet.

Indications

Les luxations permanentes ou habituelles de rotule ont souvent pour origine une rétraction du quadriceps. Le test clinique permettant de poser l'indication de l'intervention de

Judet consiste à réduire ou maintenir la rotule en face de la trochlée : si le quadriceps est court, la flexion du genou est impossible sans la luxation de la rotule. Dans ces cas particuliers de luxations permanentes ou habituelles, la rétraction du système extenseur est le plus souvent proximale, nécessitant alors une intervention de type Judet, mais parfois, de façon rare, la rétraction est distale avec une rotule basse. Il est alors parfois nécessaire d'allonger le quadriceps, non pas dans sa partie proximale mais dans sa partie distale, en faisant un allongement du tendon rotulien [32].

■ Gestes osseux

Tubérosité tibiale antérieure (TTA)

Technique

Elle a été décrite initialement par Emslie puis diffusée par Trillat [21, 33-35]. La modification de l'insertion du tendon rotulien permet de corriger le mauvais alignement du système extenseur et/ou de normaliser l'index rotulien.

Cette intervention était décrite avec une incision externe. L'évolution de la chirurgie du genou, en particulier de la chirurgie prothétique, fait désormais préférer une incision antéro-interne. L'exposition de la TTA doit être complète quel que soit le geste réalisé. L'insertion haute du tendon rotulien est individualisée, puis on délimite le trajet de l'ostéotomie au bistouri en incisant le périoste. La longueur de l'ostéotomie est de 6 cm, les traits d'ostéotomie sont faits à la scie oscillante ou à l'ostéotome en allant jusqu'à l'os spongieux pour prévenir le risque de pseudarthrose.

Médialisation (Fig. 8)

La TTA n'est pas totalement détachée à sa partie inférieure pour conserver une charnière osseuse. La TTA est fixée par une seule vis. Le prétrou de fixation est fait avant l'ostéotomie à la mèche 3,2, puis à la mèche 4,5 afin de permettre une compression lors du vissage. Le lit du nouvel emplacement est préparé après avoir dégagé le périoste à la rugine et abrasé à l'ostéotome le bord médial de l'ostéotomie. Cela permet d'éviter un effet

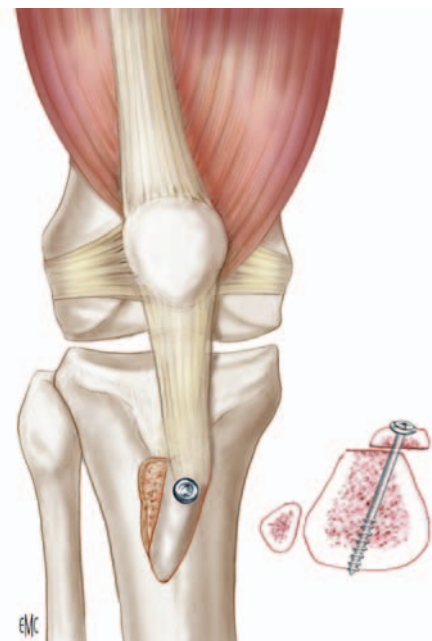


Figure 8. Médialisation de la tubérosité tibiale antérieure. La tubérosité tibiale antérieure est détachée sur une longueur de 6 cm. Une charnière inférieure est conservée. La tubérosité est médialisée du nombre de millimètres souhaité en fonction des données du scanner. Elle est fixée ensuite par une vis bicorticale en compression.

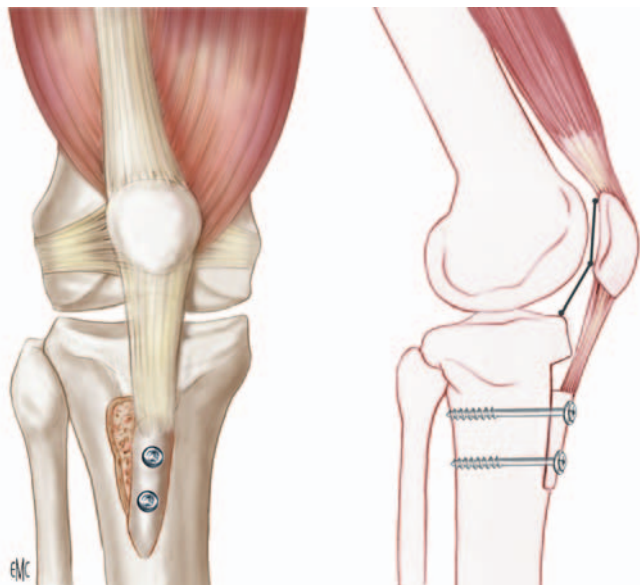


Figure 9. Abaissement de la tubérosité tibiale antérieure. La tubérosité tibiale antérieure est détachée sur une longueur de 6 cm, puis on résèque le nombre de millimètres qui permet de normaliser l'index rotulien. Elle est fixée ensuite par deux vis bicorticales en compression perpendiculaire au tibia.

d'avancement qui n'est pas souhaitable. La TTA est détachée depuis sa partie supérieure avec un ostéotome, puis la médialisation est faite du nombre de millimètres décidé en préopératoire d'après les valeurs du scanner. La médialisation est maintenue avec un poinçon enfoncé au bord externe de la baguette osseuse. On peut alors faire le trou de la corticale postérieure avec la mèche 3,2 et fixer la tubérosité avec une vis 4,5. Un nouveau contrôle de la médialisation est fait à la règlette après la mise en compression de la baguette. La TAGT doit être ramenée dans des valeurs situées entre 10 et 15 mm. Goutallier et al. ont bien montré la corrélation entre la valeur de l'angle trochléen et la valeur optimale de la TAGT : plus l'angle trochléen est important, plus la médialisation peut être importante, alors que si l'angle trochléen est faible la médialisation ne doit pas être trop forte pour éviter un conflit entre le bord médial de la rotule et la berge médiale de la rotule, générant alors une hypercorrection [36].

Il existe une variante à la médialisation décrite par Fulkeron [37] qui consiste en une antéromédialisation de la tubérosité tibiale antérieure. C'est une combinaison comprenant le principe de la médialisation classique auquel est ajouté un effet de type Maquet [38] pour théoriquement diminuer les forces de compression fémoropatellaires. L'ostéotomie de la TTA est alors oblique de dehors en dedans pour que, lors du déplacement médial de la tubérosité, il existe un avancement de cette dernière de 1 à 2 cm. Cette technique est peu utilisée en Europe, car les principes de Maquet n'ont pas été validés en pratique clinique.

Abaissement de la TTA (Fig. 9)

La TTA doit être totalement détachée ; c'est pourquoi la baguette est fixée par deux vis.

Les emplacements des vis sont faits avant l'ostéotomie. Les deux vis sont espacées de 2 cm en partant du bord supérieur de la baguette. Celle-ci est préparée comme pour la médialisation, mais sa longueur est augmentée du nombre de millimètres nécessaires à l'abaissement prévu. Le trait d'ostéotomie inférieure est limité par deux prétrous à la manière du timbre-poste pour éviter tout refend diaphysaire. La tubérosité est détachée à l'ostéotome depuis la partie supérieure, puis saisie par un davier pour réséquer la partie inférieure nécessaire à l'abaissement prévu. La tubérosité inférieure est ensuite affinée pour être

régulière et bien s'adapter à son nouvel emplacement. Toute saillie de la TTA est à éviter car c'est une zone très sensible en position « à genoux ».

L'abaissement est maintenu par un poinçon et la fixation débute par la vis inférieure. Les vis doivent être perpendiculaires à la crête tibiale pour éviter lors de la compression de faire remonter la TTA et perdre la correction souhaitée. Les vis doivent être bicorticales pour assurer une bonne compression de la tubérosité. L'abaissement entraîne automatiquement une médialisation de quelques millimètres (de 4 à 5 mm), qui est mentionnée dans le compte-rendu opératoire [39]. On peut associer une médialisation après avoir mis la première vis sans la serrer. Une fois la médialisation obtenue, la deuxième vis est mise. L'intervention se termine par la vérification du bon ajustement inférieur et du nombre de millimètres de médialisation.

On peut discuter un geste complémentaire de ténodèse du tendon rotulien décrit par Neyret et al. lors de l'abaissement. Ils ont montré que la rotule haute se traduit par un allongement du tendon rotulien et non par un défaut d'insertion du tendon rotulien sur la TTA [40]. En cas d'abaissement important supérieur à 15 mm, on peut observer un effet « essuie-glace » du tendon rotulien dont l'insertion est alors trop basse. Ils proposent donc de combiner à l'abaissement osseux une ténodèse du tendon rotulien sur la partie supérieure de la TTA.

Avancement

Cette technique décrite par Maquet [38] consiste à associer à la médialisation un avancement de la baguette tibiale pour diminuer les forces de compression exercées sur la fémoropatellaire [41]. On utilise la même technique que pour la médialisation, mais une greffe d'os iliaque est intercalée entre TTA et tibia. La fixation fait appel à une ou deux vis. L'opération de Maquet (avancement pur de la TTA de 2 cm) générant trop de problèmes de consolidation osseuse, de cicatrisation cutanée, de désordres esthétiques et fonctionnels avec des douleurs lors de la position à genoux, elle est désormais abandonnée.

Rééducation postopératoire

Elle est commune aux gestes sur la TTA. La marche est autorisée sous couvert d'une attelle en extension, avec un appui total. La récupération des amplitudes articulaires débute le premier jour postopératoire, mais ne doit pas dépasser 90° pour éviter une tension excessive sur la fixation de la TTA. Au quarante-cinquième jour postopératoire, l'attelle est abandonnée et la récupération des amplitudes articulaires est totale. La reprise des sports est autorisée au sixième mois postopératoire.

Indications

La médialisation est indiquée en cas de mauvais alignement du système extenseur. La difficulté provient de la définition même du mauvais alignement. On peut utiliser les données cliniques que sont l'angle Q en flexion et/ou en extension, ou alors des données plus objectives provenant de l'imagerie médicale [1, 3], comme l'aspect de la rotule sur la vue axiale à 30° de Merchant avec le calcul de l'angle de congruence, ou bien l'évaluation de la TAGT mesurée sur une superposition de coupes au scanner, jambe en extension. C'est la TAGT la plus fiable et la plus reproductible. La valeur-seuil de 20 mm a été définie comme pathologique [1, 3] ; il convient donc de médialiser la TTA pour ramener la valeur de la TAGT entre 10 et 15 mm. Goutallier [42] souligne que la correction de la TAGT doit également prendre en compte la morphologie de la trochlée ; plus la trochlée est creuse, plus il faut se méfier de ne pas trop médialiser, car dans ces cas un conflit avec la berge médiale de la trochlée est possible, entraînant un mauvais résultat sur la douleur.

Lorsqu'il existe une rotule haute selon les index de Insall-Salvati ou de Caton-Deschamps, la valeur de l'abaissement est égale au nombre de millimètres permettant de normaliser l'index rotulien utilisé. On prévient ainsi tout risque de rotule basse iatrogène.

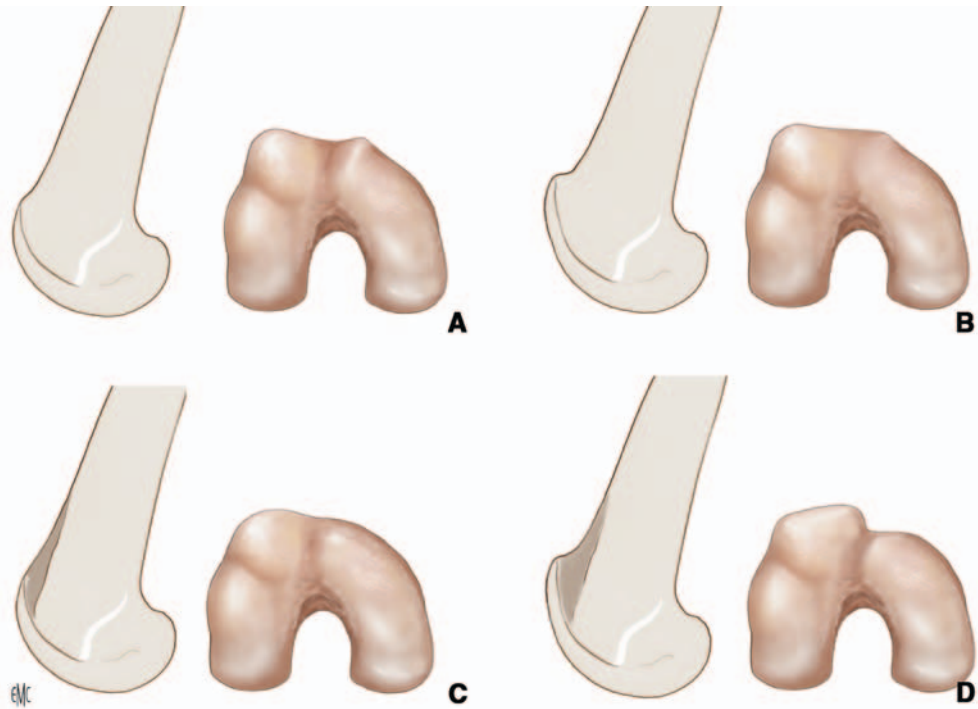


Figure 10. Classification de la dysplasie trochlée de Dejour.
A. Stade A : signe du croisement et trochlée peu profonde.
B. Stade B : signe du croisement, éperon sus-trochléen, trochlée plate.
C. Stade C : signe du croisement, double contour, asymétrie des versants trochléens.
D. Stade D : stades B + C, asymétrie des versants et raccordement en falaise.

L'avancement de la TTA est directement issu d'études biomécaniques montrant qu'il permet de diminuer les contraintes fémoropatellaires, mais seule la technique de Fulkerson reste utilisée.

En revanche, les résultats sont moins probants sur le plan clinique [43], et aussi le plan fonctionnel, car cette TTA proéminente est source de douleur en position à genoux et les résultats ne sont pas meilleurs qu'avec une simple médialisation.

Trochléoplasties

Techniques

Les techniques de trochléoplastie sont intéressantes lorsqu'il existe une dysplasie de trochlée de grade élevé.

La trochlée est dite dysplasique lorsqu'elle perd son caractère congruent en étant soit plate, soit même à l'extrême convexe. Plusieurs auteurs ont analysé l'anatomie de la trochlée fémorale. H. Dejour en 1987 a défini la dysplasie de trochlée par le signe du croisement sur la radiographie du genou en profil strict [1]. Lorsque la ligne de fond de trochlée vient croiser le bord antérieur des deux condyles (signe du croisement), la trochlée est plate. En 1998, après une nouvelle étude, D. Dejour [3, 4] a modifié la classification en associant la morphologie de la trochlée au scanner sur la coupe de référence (première coupe avec du cartilage) et la morphologie sur la radiographie de profil. Cette analyse permet de mieux définir les quatre stades de la dysplasie et de codifier les indications de trochléoplastie (Fig. 10). C'est la notion de proéminence de la trochlée par rapport au cortex antérieur qui est discriminative pour l'indication de ces chirurgies.

La congruence de la trochlée peut être modifiée soit par le relèvement de la berge externe, soit par l'enfoncement de la gorge trochléenne.

Trochléoplastie de relèvement (Fig. 11)

Décrite par Albee [44] en 1915, elle consiste, après avoir exposé la trochlée, à faire une ostéotomie du versant externe de

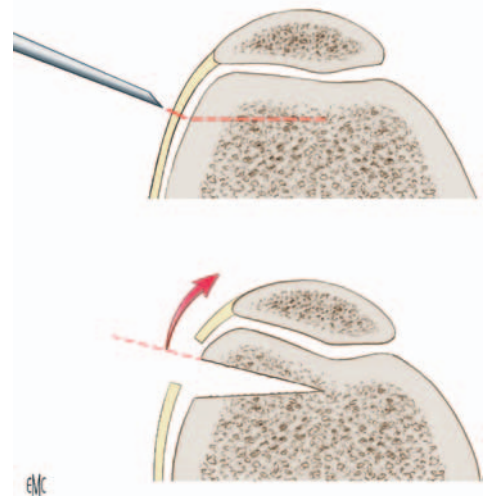


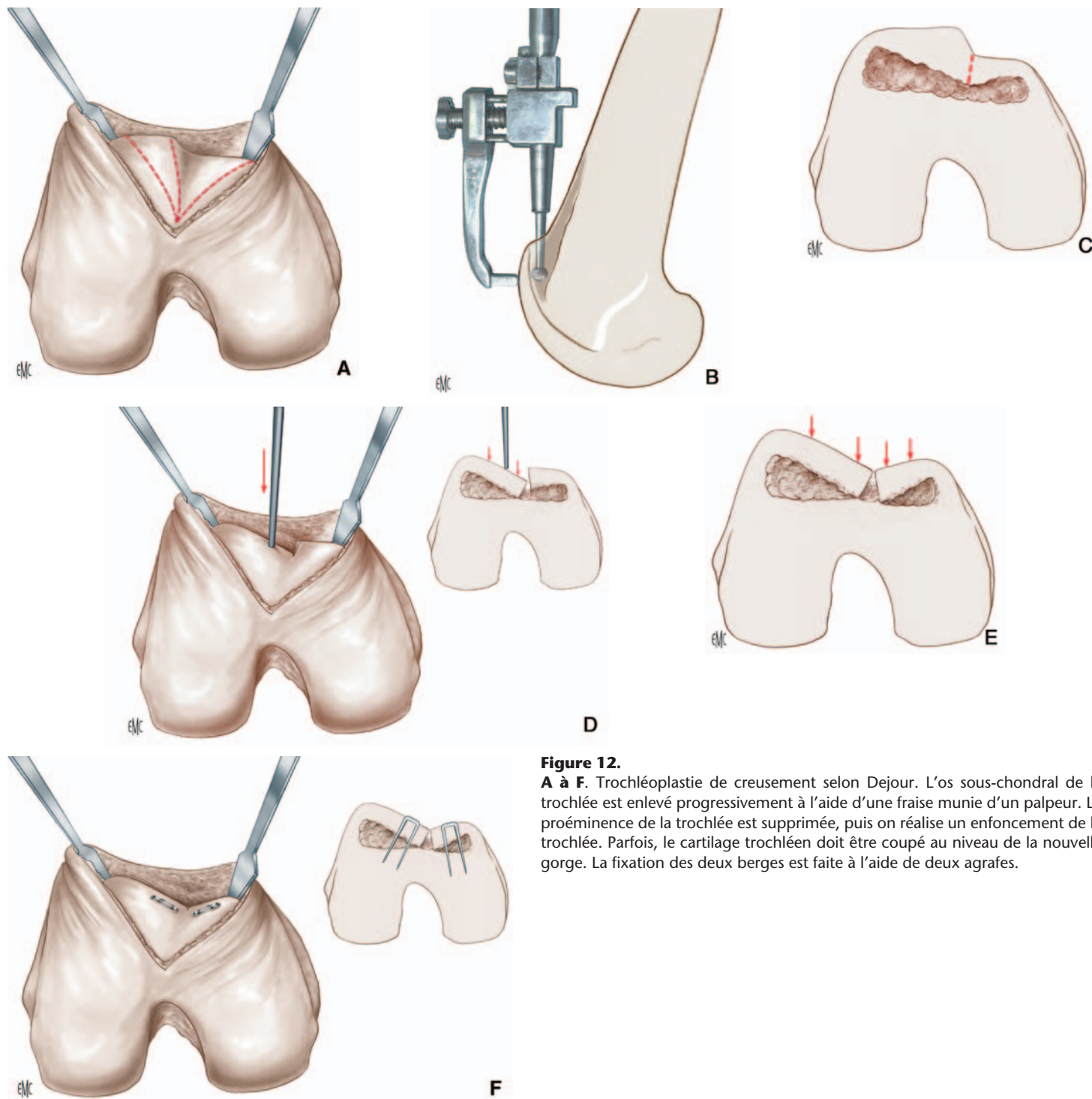
Figure 11. Trochléoplastie de relèvement de la berge externe (Albee). La berge externe de la trochlée est relevée après avoir réalisé une ostéotomie. Cette trochléoplastie permet d'augmenter l'angle trochléen. Elle ne s'adresse qu'à des trochlées plates et non proéminentes.

la trochlée allant jusqu'à la gorge trochléenne. Le trait d'ostéotomie doit être fait à 5 mm du cartilage pour conserver une épaisseur suffisante et éviter le risque de nécrose de la trochlée. Progressivement, on relève la berge externe de 5 mm, l'ouverture étant maintenue par une greffe d'os corticospongieux (crête iliaque, ou prélèvement local, ou substitut osseux). L'ostéotomie est fixée par des fils résorbables ou non résorbables transosseux. Cela permet de recréer un versant externe rétentif prévenant la luxation de la rotule.



Trochléoplastie de creusement (Fig. 12)

Décrite initialement par Masse [45] en 1978, puis modifiée et codifiée par Dejour en 1987 [1], cette intervention va supprimer la proéminence de la trochlée et recréer une gorge trochléenne.

**Figure 12.**

A à F. Trochléoplastie de creusement selon Dejour. L'os sous-chondral de la trochlée est enlevé progressivement à l'aide d'une fraise munie d'un palpeur. La proéminence de la trochlée est supprimée, puis on réalise un enfoncement de la trochlée. Parfois, le cartilage trochléen doit être coupé au niveau de la nouvelle gorge. La fixation des deux berges est faite à l'aide de deux agrafes.

Elle est plus difficile techniquement, mais plus étiologique compte tenu des différents stades de dysplasie de trochlée.

La nouvelle trochlée est dessinée. La gorge trochléenne prend sa référence de départ dans l'échancrure intercondylienne puis une direction en haut et en dehors de 3 à 6° ; les bords antérieurs sont limités par les gouttières condylotrochléennes toujours visibles. La trochlée est exposée, puis la synoviale et le périoste péri-trochléen sont incisés depuis la gouttière condylotrochléenne médiale jusqu'à la gouttière condylotrochléenne latérale. Une bandelette d'os cortical est enlevée tout autour de la trochlée, permettant d'exposer l'os spongieux. L'épaisseur de cette bandelette est égale à la proéminence de la trochlée (distance entre corticale antérieure du fémur et limite cartilagineuse de la trochlée).

L'os spongieux est enlevé avec une curette de petit calibre, puis à l'aide d'une fraise munie d'un palpeur tout l'os spongieux sous-trochléen est enlevé. Il faut être très prudent pour ne pas

faire une effraction du cartilage, et ne pas brûler le cartilage et l'os sous-chondral. Le creusement est plus important dans la partie médiane de la trochlée. L'os spongieux est enlevé jusqu'à l'échancrure. La trochlée doit être très souple pour éviter une fracture lors de son enfoncement.

La trochlée est enfoncée au niveau de la gorge. On est obligé parfois, pour obtenir une correction parfaite et une gorge bien congruente, de sectionner le cartilage au fond de la gorge.

La trochlée est ensuite fixée avec deux agrafes de petite taille, une hampe sur la corticale fémorale l'autre sur la trochlée, chaque agrafe maintenant un versant de la trochlée. La congruence et le nouvel angle trochléen sont vérifiés et mesurés. Il ne doit pas y avoir d'accrochage dans les mouvements de flexion et d'extension du genou. Le périoste et la synoviale péri-trochléens sont refermés autour de la trochlée.

Très souvent, on observe des lésions cartilagineuses rotuliennes de type III de Outerbridge. Localisées au milieu ou à la

pointe de la rotule, elles occupent toute la largeur de la rotule. Elles correspondent au conflit entre la proéminence de la trochlée et la rotule au moment des mouvements de flexion et d'extension. Il convient de régulariser ces irrégularités au bistouri.

Rééducation postopératoire

L'appui est autorisé immédiatement. La récupération des amplitudes articulaires est sans limitation d'amplitude. Le rodage articulaire est très important pour permettre au cartilage de retrouver sa trophicité. La trochléoplastie est un geste rarement isolé ; il faut alors tenir compte pour les consignes postopératoires des gestes associés.

Indications

Les trochléoplasties de relèvement sont indiquées dans les trochlées plates ou peu profondes sans proéminence, alors que les autres facteurs de l'instabilité sont à la limite de la normale. Il faut se méfier de ne pas augmenter la proéminence de la trochlée qui pourrait créer un conflit avec la rotule dans les mouvements de flexion du genou.

Les trochléoplasties de creusement sont indiquées dans les dysplasies graves de type B et D où il existe une proéminence de la trochlée avec un conflit entre la trochlée et la rotule. La meilleure indication se retrouve lorsqu'il existe une course anormale de la rotule toujours témoin d'une forte dysplasie fémoropatellaire.

Autre technique : trochléoplastie d'enfoncement ^[36]

Cette opération, menée par une voie antérolatérale, a pour but de diminuer la proéminence de la trochlée sans modifier l'angle trochléen. Un coin osseux en arrière de la trochlée est enlevé de manière à supprimer le conflit entre trochlée et rotule lors du mouvement de flexion/extension du genou. Elle a un effet « anti-Maquet » ; elle est associée à une médialisation de la TTA. Les indications selon l'auteur concernaient des syndromes rotuliens pour lesquels une inadéquation entre TAGT et angle trochléen était notée.

Ostéotomie de la rotule

Décrite par Morsher ^[46], c'est une ostéotomie de fermeture antérieure fixée par des fils transosseux pour restaurer une rotule à deux facettes. Sa réalisation est difficile car la rotule est un petit os mal vascularisé et très corticalisé. Il est malaisé de définir exactement la proportion de chaque facette et de déterminer la localisation de la future crête. Le risque de nécrose et de pseudarthrose est assez important.

L'ostéotomie rotulienne est indiquée dans les dysplasies rotuliennes telle que le type IV de Wiberg ^[47] où la rotule est plate. Elle peut être alors un complément aux trochléoplasties.

Ostéotomie fémorale et tibiale

Il existe de rares cas d'instabilité rotulienne dont la cause (outre les facteurs principaux de l'instabilité) est soit un défaut d'axe du membre inférieur avec un genu valgum excessif, soit un trouble de torsion des membres inférieurs.

Le genu valgum augmente l'angle Q et aggrave les forces luxantes de la rotule. Pour que le genu valgum soit considéré comme pathologique, il doit être excessif et supérieur à 10°. L'anomalie est d'origine fémorale, avec une hypoplasie du condyle externe. La réalisation d'une ostéotomie correctrice fémorale, soit par addition externe, soit par soustraction interne, est alors logique.

Lorsqu'il existe des troubles de torsion, ils sont mixtes, associant une antéversion excessive et une torsion tibiale externe excessive. La complexité de ces troubles de torsion, parfois ajoutés à des défauts d'axe comme le genu valgum, doit rendre prudentes les indications chirurgicales, d'autant que cela entraîne des gestes lourds pour une pathologie souvent bénigne.

Les ostéotomies de dérotation fémorale sont plus efficaces en région intertrochantérienne et les ostéotomies de dérotation tibiale se font plutôt en sus-tubérositaire. Il ne faut pas oublier dans ces gestes de prendre en compte la TAGT, qui reste la valeur la plus importante.

Conclusion

Les instabilités rotuliennes objectives sont plurifactorielles. L'analyse clinique et paraclinique préopératoire fait l'inventaire des anomalies reconnues. Elles sont colligées sur un tableau. Puis le planning préopératoire consiste à corriger chaque facteur par la technique appropriée (Tableau 1), (Fig. 13).

La chirurgie de l'instabilité rotulienne est difficile, car chaque facteur peut être hyper- ou hypocorrigé. Les hypocorrections conduisent à des récurrences de luxation, les hypercorrections donnent des douleurs. La place de l'arthroscopie est faible ; elle peut être intéressante pour l'ablation de corps étranger ou pour faire un bilan préopératoire, mais son rôle thérapeutique est mineur. La base thérapeutique repose sur les gestes osseux qui réalignent le système extenseur, l'avenir est peut-être l'amélioration des techniques de trochléoplastie. Une mention particulière doit être donnée aux plasties du MPFL prometteuses mais dont l'évaluation à long terme mérite d'être poursuivie.

Les instabilités rotuliennes potentielles ou les syndromes rotuliens douloureux nécessitent exceptionnellement un traitement chirurgical. Il faut alors impérativement proposer dans un premier temps un traitement médical basé sur la rééducation, comprenant des étirements musculaires et un rééquilibrage des chaînes musculaires et de la statique vertébrale.

Tableau 1.

Traitement des instabilités rotuliennes objectives chroniques adapté aux différentes anomalies anatomiques.

| Facteur de l'instabilité | Valeurs seuil | Intervention |
|--|--------------------------------------|--|
| Type de dysplasie | Type A Type C Type B et type D | Pas de geste ou trochléoplastie de relèvement Pas de geste Trochléoplastie de creusement |
| Index rotulien (Caton-Deschamps) | AT/AP Si supérieur à 1,2 | Abaissement : index = 1 Valeur de l'abaissement = AT - AP |
| TAGT (extension) | Si supérieur à 20 mm | Médialisation 10 mm < TAGT < 15 mm |
| Bascule rotulienne quadriceps contracté et décontracté | Si supérieur à 20° | Plastie MPFL + /- correction de la dysplasie de trochlée |

MPFL : ligament patellofémoral médial ; TAGT : distance excessive entre tubérosité tibiale antérieure et gorge de la trochlée.

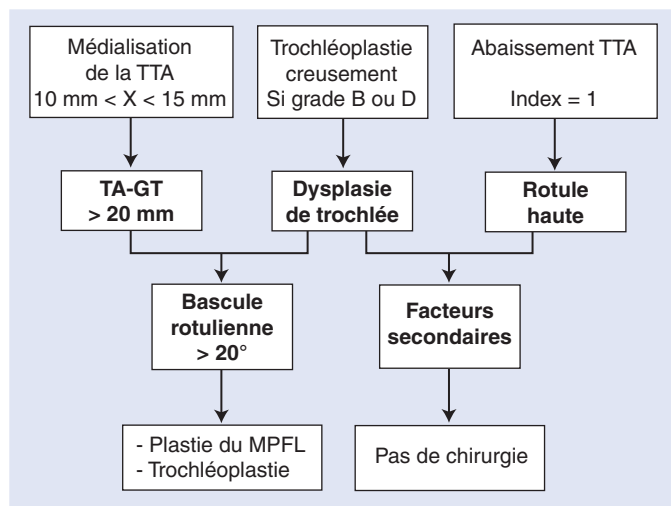


Figure 13. Arbre décisionnel. Algorithme chirurgical : correction des facteurs principaux de l'instabilité un par un dans le même temps chirurgical. TTA : tubérosité tibiale antérieure ; MPFL : ligament patellofémoral médial.

■ Références

- [1] Dejour H, Walch G, Neyret P, Adeleine P. Dysplasia of the femoral trochlea. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1990;**76**:45-54.
- [2] Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994;**2**:19-26.
- [3] Tavernier T, Dejour D. Knee imaging: what is the best modality. *J Radiol* 2001;**82**(3Pt2):387-405 (407-8).
- [4] Tecklenburg K, Dejour D, Hoser C, Fink C. Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;**14**:235-40.
- [5] Caton J, Deschamps G, Chambat P, Lerat JL, Dejour H. Patella infera. Apropos of 128 cases. *Rev Chir Orthop* 1982;**68**:317-25.
- [6] Goutallier D, Bernageau J, Lecudonnet B. The measurement of the tibial tuberosity. Patella groove distanced technique and results (author's transl). *Rev Chir Orthop* 1978;**64**:423-8.
- [7] Elias DA, White LM, Fithian DC. Acute lateral patellar dislocation at MR imaging: injury patterns of medial patellar soft-tissue restraints and osteochondral injuries of the inferomedial patella. *Radiology* 2002;**225**:736-43.
- [8] Henry JE, Pflum Jr. FA. Arthroscopic proximal patella realignment and stabilization. *Arthroscopy* 1995;**11**:424-5.
- [9] Nikku R, Nietosvaara Y, Kallio PE, Aalto K, Michelsson JE. Operative versus closed treatment of primary dislocation of the patella. Similar 2-year results in 125 randomized patients. *Acta Orthop Scand* 1997;**68**:419-23.
- [10] Nomura E, Inoue M, Kurimura M. Chondral and osteochondral injuries associated with acute patellar dislocation. *Arthroscopy* 2003;**19**:717-21.
- [11] Ten Thije JH, Frima AJ. Patellar dislocation and osteochondral fractures. *Neth J Surg* 1986;**38**:150-4.
- [12] Rillmann P, Fischer A, Berbig R, Holzach P. Arthroscopic repair of the medial retinaculum after first time dislocation of the patella. *Unfallchirurg* 1999;**102**:167-72.
- [13] Toupin JM, Lechevallier J. Osteochondral fractures of the external femoral condyle after traumatic patellar dislocation during physical exercise in children. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1997;**83**:540-50.
- [14] Aglietti P, Pisaneschi A, Buzzi R, Gaudenzi A, Allegra M. Arthroscopic lateral release for patellar pain or instability. *Arthroscopy* 1989;**5**:176-83.
- [15] Metcalf RW. An arthroscopic method for lateral release of subluxating or dislocating patella. *Clin Orthop Relat Res* 1982;**167**:9-18.
- [16] O'Neill DB. Open lateral retinacular lengthening compared with arthroscopic release. A prospective, randomized outcome study. *J Bone Joint Surg Am* 1997;**79**:1759-69.
- [17] Schonholtz GJ, Zahn MG, Magee CM. Lateral retinacular release of the patella. *Arthroscopy* 1987;**3**:269-72.
- [18] Sherman OH, Fox JM, Sperling H, Del Pizzo W, Friedman MJ, Snyder SJ, et al. Patellar instability: treatment by arthroscopic electro-surgical lateral release. *Arthroscopy* 1987;**3**:152-60.
- [19] Small NC. An analysis of complications in lateral retinacular release procedures. *Arthroscopy* 1989;**5**:282-6.
- [20] Vialle R, Beddouk A, Cronier P, Fournier D, Papon X, Mercier P. Prevention of hemorrhagic complications in the lateral retinacular section of the patella. A study of the lateral arteries of the knee applied to the prevention of knee hemarthrosis. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1997;**83**:665-9.
- [21] Marcacci M, Zaffagnini S, Iacono F, Visani A, Petitto A, Neri NP. Results in the treatment of recurrent dislocation of the patella after 30 years' follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1995;**3**:163-6.
- [22] Fithian DC, Paxton EW, Post WR, Panni AS. Lateral retinacular release: a survey of the International Patellofemoral Study Group. *Arthroscopy* 2004;**20**:463-8.
- [23] Nove-Josserand L, Dejour D. Quadriceps dysplasia and patellar tilt in objective patellar instability. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1995;**81**:497-504.
- [24] Amis AA, Firer P, Mountney J, Senavongse W, Thomas NP. Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *Knee* 2003;**10**:215-20.
- [25] Mountney J, Senavongse W, Amis AA, Thomas NP. Tensile strength of the medial patellofemoral ligament before and after repair or reconstruction. *J Bone Joint Surg Br* 2005;**87**:36-40.
- [26] Nomura E, Inoue M. Surgical technique and rationale for medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation. *Arthroscopy* 2003;**19**:E47.
- [27] Chassaing V, Tremoulet J. Medial patellofemoral ligament reconstruction with gracilis autograft for patellar instability. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2005;**91**:335-40.
- [28] Cossey AJ, Paterson R. A new technique for reconstructing the medial patellofemoral ligament. *Knee* 2005;**12**:93-8.
- [29] Schottle PB, Fucentese SF, Romero J. Clinical and radiological outcome of medial patellofemoral ligament reconstruction with a semitendinosus autograft for patella instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;**13**:516-21.
- [30] Steensen RN, Dopirak RM, Maurus PB. A simple technique for reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a quadriceps tendon graft. *Arthroscopy* 2005;**21**:365-70.
- [31] Mikashima Y, Kimura M, Kobayashi Y, Asagumo H, Tomatsu T. Medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar instability. *Acta Orthop Belg* 2004;**70**:545-50.
- [32] Dejour D, Levigne C, Dejour H. Postoperative low patella. Treatment by lengthening of the patellar tendon. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1995;**81**:286-95.
- [33] Aglietti P, Buzzi R, De Biase P, Giron F. Surgical treatment of recurrent dislocation of the patella. *Clin Orthop Relat Res* 1994;**308**:8-17.
- [34] Marcacci M, Zaffagnini S, Lo Presti M, Vascellari A, Iacono F, Russo A. Treatment of chronic patellar dislocation with a modified Elmslie-Trillat procedure. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004;**124**:250-7.
- [35] Trillat A, Dejour H, Couette A. Diagnostic et traitement des subluxations récidivantes de la rotule. *Rev Chir Orthop* 1964;**50**:813-24.
- [36] Goutallier D, Raou D, Van Driessche S. Retro-trochlear wedge reduction trochleoplasty for the treatment of painful patella syndrome with protruding trochleae. Technical note and early results. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002;**88**:678-85.
- [37] Fulkerson JP. Anteromedialization of the tibial tuberosity for patellofemoral malalignment. *Clin Orthop Relat Res* 1983;**177**:176-81.
- [38] Maquet P. Advancement of the tibial tuberosity. *Clin Orthop Relat Res* 1976;**115**:225-30.
- [39] Servien E, Ait Si Selmi T, Neyret P. Subjective evaluation of surgical treatment for patellar instability. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2004;**90**:137-42.
- [40] Neyret P, Robinson AH, Le Coultre B, Lapra C, Chambat P. Patellar tendon length--the factor in patellar instability? *Knee* 2002;**9**:3-6.
- [41] Maquet P. Biomechanics of the patello-femoral joint. *Acta Orthop Belg* 1978;**44**:41-54.

- [42] Goutallier DBJ. Le point sur la TA-GT. Pathologie fémoro-patellaire. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°71*. Paris: Expansion Scientifique Publications; 1999. p. 175-82.
- [43] Morshuis WJPP, De Rooy KP. Anteromedialisation of the tibial tuberosity in the treatment of patellofemoral pain and malalignment. *Clin Orthop Relat Res* 1990;**255**:242-50.
- [44] Albee F. Bone graft wedge in the treatment of habitual dislocation of the patella. *Med Record* 1915;**88**:257.
- [45] Masse Y. Trochleoplasty. Restoration of the intercondylar groove in subluxations and dislocations of the patella. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1978;**64**:3-17.
- [46] Morscher E. Osteotomy of the patella in chondromalacia. Preliminary report. *Arch Orthop Trauma Surg* 1978;**92**:139-47.
- [47] Wiberg G. Roentgenographic and anatomic studies on the femoropatellar joint. *Acta Orthop Scand* 1941;**12**:319-410.

D. Dejour (corolyon@wanadoo.fr).

R. Prado.

J. Mercado.

COROLYON, Clinique Sauvegarde, avenue David-Ben-Gourion , 69000 Lyon cedex 09, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Dejour D., Prado R., Mercado J. Techniques chirurgicales dans l'instabilité rotulienne chez l'adulte. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-735, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Traitement chirurgical des lésions du ligament croisé antérieur

JC Imbert
F Kelberine

Résumé. – Venant après un certain nombre de tentatives infructueuses mais importantes sur le plan historique [22, 28, 31, 52, 70, 72, 93, 110, 115, 116], c'est au cours des années 1980 que les techniques de reconstruction du ligament croisé antérieur ont acquis une fiabilité à moyen terme, comme nous l'avons souligné lors d'une précédente mise au point sur la chirurgie ligamentaire du genou [78]. Toutefois, l'absence de connaissance des résultats à long terme laissait persister des imprécisions sur les indications des différents procédés jusqu'alors proposés [29, 30, 32, 53, 77, 103, 106, 121, 125].

Au cours de la dernière décennie, les travaux à propos des transplants ont porté sur la biologie [46, 73, 76, 98, 104, 153], sur la résistance mécanique [26, 27, 159], sur le contrôle des principes de pose (placement et fixation) [18, 62, 92, 100, 101, 103, 109, 122, 138, 144, 145, 148, 171], sur l'évaluation des résultats anatomiques et fonctionnels [3, 4, 10, 14, 26, 48, 75, 84, 91, 120, 133, 134, 150, 166] ainsi que sur l'analyse des échecs [1, 5, 12, 20, 89, 99, 136, 149, 159, 163, 176, 177].

Le bilan de ces travaux, quelques ouvrages princeps [35, 47, 51, 55, 84, 125] et les concertations au cours de congrès nationaux et internationaux ont abouti au déclin, voire à l'abandon des procédés moins adaptés et, inversement, à la généralisation des techniques plus fiables et moins agressives.

Bien codifiée et parfaitement évaluée, la ligamentoplastie au tendon rotulien (os-tendon-os) fixée par vis d'interférence est actuellement la plus utilisée [83, 85, 86, 88, 97, 130, 135, 180]. Les développements plus récents utilisant les ischiojambiers semblent présenter des suites plus simples, ce qui nécessite confirmation [3, 19, 54, 61, 95, 112, 123, 139, 140, 146, 172, 175].

© 2000 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Histoire naturelle

L'évolution naturelle des laxités antérieures est bien connue à la suite de nombreux travaux épidémiologiques et statistiques. L'identification du phénomène du ressaut antéroexterne, consécutif à la rupture du ligament croisé antérieur (LCA), est à l'origine d'un syndrome chronique susceptible d'aboutir progressivement à l'arthrose. Ce risque justifie pour certains une indication opératoire à caractère préventif autant que l'instabilité proprement dite.

Les lésions anatomiques de base sont directement responsables de l'instabilité. Elles intéressent le LCA, mais aussi les structures périphériques externes (tractus iliotibial de Kaplan ou fibres profondes du fascia lata), second verrou de la rotation interne [57, 94]. Les reconstructions intra-articulaires apportent dans la grande majorité des cas une résistance suffisante pour compenser cette défaillance périphérique. Il est parfois nécessaire de réaliser une plastie mixte intra- et extra-articulaire qui n'est pas systématique en raison d'une complexité chirurgicale et d'une iatrogénie supérieures aux gestes intra-articulaires isolés, surtout lorsqu'ils sont effectués sous contrôle arthroscopique. La défaillance de ce verrou périphérique est une constante lésionnelle, y compris dans les lésions « soi-disant » isolées du LCA [125].

Le ressaut antéroexterne est l'expression clinique de l'insuffisance du LCA. Il traduit un déboîtement articulaire au cours duquel s'enchaînent très rapidement une subluxation puis une réduction brutale du condyle externe sur le plateau tibial. Il nécessite au départ une rotation interne, expliquant l'action de la chirurgie qui tend à restituer le contrôle de cette rotation [59, 114].

La brutalité du phénomène et son caractère répétitif sont susceptibles d'endommager gravement les autres structures articulaires méniscales, cartilagineuses et ligamentaires périphériques (qu'il faut distinguer des lésions de base sus-citées). Ce déboîtement se transmet ainsi progressivement au compartiment interne. Ces lésions, diffusant progressivement en « tache d'huile », représentent le mécanisme de globalisation d'une laxité antérieure. Conséquences et non causes des entorses, elles sont moins justiciables et moins accessibles au traitement chirurgical stabilisateur.

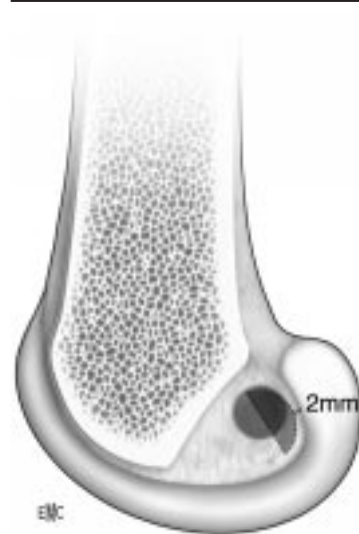
Les autres lésions périphériques peuvent être présentes d'emblée en rapport avec le traumatisme initial. Fonction de la direction du traumatisme, elles sont le plus souvent localisées (antéro-internes, antéroexternes, postéroexternes ou postérieures) et peuvent parfois justifier une réparation chirurgicale spécifique, même au stade chronique.

Anatomie du ligament croisé antérieur

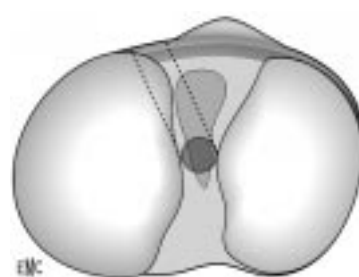
La connaissance de ces notions est indispensable pour la réalisation d'une ligamentoplastie.

Jean-Claude Imbert : Chirurgien orthopédiste, clinique mutualiste de la Digonnière, 60, rue Robespierre, 42030 Saint-Étienne cedex 2, France.

François Kelberine : Chirurgien orthopédiste, clinique provençale, cours Gambetta, 13617 Aix-en-Provence cedex 01, France.



1 Zone d'insertion fémorale du ligament croisé antérieur et projection de l'orifice fémoral du tunnel.



2 Zone d'insertion tibiale du ligament croisé antérieur et projection de l'orifice tibial du tunnel (selon Howell).

ZONES D'INSERTION

L'insertion fémorale est une fossette ovale à la partie postérieure de la surface axiale du condyle externe ; le contour postérieur de cette surface est parallèle au rebord cartilagineux postérieur du condyle ; son axe est proche de la verticale, légèrement orienté vers l'avant sur un genou en extension (fig 1).

L'insertion tibiale est grossièrement triangulaire. La partie postérieure plus étroite correspond à l'arrivée du LCA, naturellement resserrée entre les épines tibiales. À la partie antérieure, les fibres se dispersent en « éventail », renforçant les cornes antérieures méniscales ainsi que le ligament transverse sur lequel il s'insère (fig 2). Cette disposition en « éventail » diminue son épaisseur, évitant un conflit avec le toit de l'échancrure le genou en extension. Cette conformation n'est pas reproductible lors d'une ligamentoplastie, ce qui explique la possibilité de syndrome du cyclope.

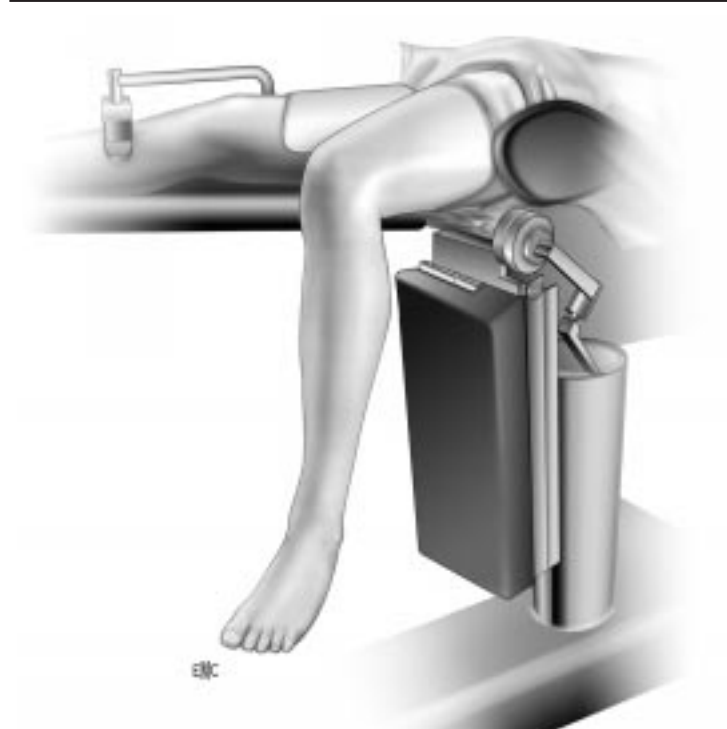
ORIENTATION

Le LCA dans son ensemble est orienté en bas, en dedans et en avant. Projeté sur le plan horizontal, il est en rotation interne de 40° environ. Dans le plan sagittal, son obliquité est variable, il se verticalise en extension et s'horizontalise en flexion, l'angle par rapport à l'horizontale étant en moyenne de 80° en extension et de 30° en flexion à 90°.

FASCICULATION ET ISOMÉTRIE

Les fascicules élémentaires du LCA ne contrôlent pas les mêmes secteurs d'amplitude articulaire. Ils sont artificiellement regroupés en deux contingents, le faisceau antéro-interne tendu en flexion correspondant à la zone d'insertion fémorale la plus postérieure, et le faisceau postéroexterne, tendu en extension, à la zone la plus antérieure.

Les transplants utilisés pour le remplacement du LCA n'ont pas cette structure et ne peuvent pas reproduire l'isométrie de tous les faisceaux ; un choix s'avère nécessaire. C'est le faisceau antéro-interne, le plus horizontal, dont les sites d'insertion sont les plus



3 Installation du patient. Noter la présence d'une valve externe permettant la mise en valgus en cas de chirurgie du compartiment interne.

distant, qu'il était communément admis de reproduire chirurgicalement. Cette attitude s'est modifiée à la suite des travaux de Howell [76] et si le point fémoral est resté le même, le point tibial est devenu plus postérieur se rapprochant davantage de l'anatomie du faisceau postéroexterne.

Enfin, le trajet différent des faisceaux à partir de l'insertion fémorale a pour effet d'induire une torsion dans l'axe du ligament, torsion d'environ 90° dans le sens de la rotation externe, que certains réalisent lors des ligamentoplasties.

Principes généraux

Il s'agit d'un geste chirurgical orthopédique qui nécessite les précautions d'usage.

PRÉPARATION

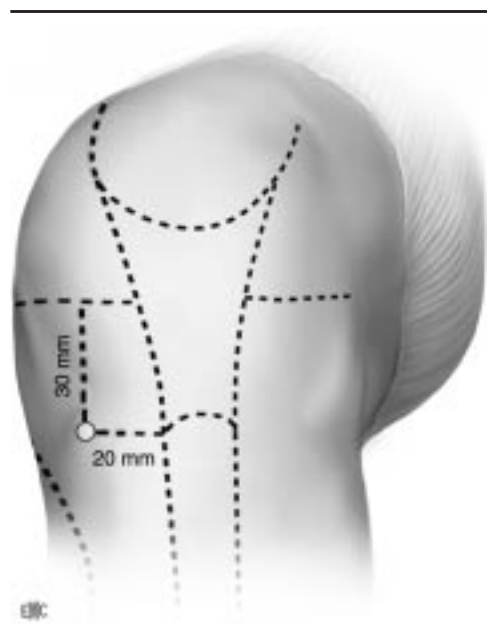
L'asepsie débute la veille de l'intervention avec une application antiseptique protégée par un large pansement de l'ensemble du membre inférieur, sauf naturellement pour les cas d'urgence. Le rasage, le matin de l'intervention, est suivi d'un nouveau badigeon antiseptique.

INSTALLATION

Le patient est en décubitus dorsal avec le genou fléchi comme pour toute chirurgie ligamentaire. La flexion peut être maintenue, soit par un support sous le genou, soit à l'aide d'une barre positionnée sous le pied homolatéral, soit jambe pendante (en cassant, par exemple, l'extrémité d'une table de type Maquet). Notre préférence va à cette dernière solution qui permet d'écarter indépendamment les deux membres inférieurs autorisant une plus grande liberté gestuelle de l'opérateur et un positionnement de l'aide à la face interne de l'articulation, utile pour certaines phases opératoires (fig 3).

DÉTERMINATION DES REPÈRES CUTANÉS

Tracer au crayon dermatographique stérile certains repères principaux du genou : pourtour de la rotule, celui de la tubérosité tibiale



4 Repères cutanés au crayon dermographique (le petit cercle blanc correspond au point de pénétration tibial).

antérieure (TTA), bords du tendon rotulien, interlignes internes et externes, bord postéro-interne du tibia, voire saillie du bord supérieur de la patte-d'oie (souvent perçue à la palpation) (fig 4). Ces éléments facilitent le tracé de l'incision cutanée, les points d'entrée arthroscopiques, ainsi que le point d'entrée cortical du tunnel tibial qui est situé environ à 20 mm en dedans du pôle supérieur de la TTA et à 30 mm sous l'interligne.

PROTECTION DE LA SURFACE OPÉRATOIRE

Le clamage est classique après badigeonnage. Bien qu'il existe actuellement dans les pays anglo-saxons une tendance à pratiquer cette chirurgie sans couverture cutanée, la surface cutanée doit à notre avis être protégée par un jersey collé, ou mieux par un plastique adhésif qui donne plus de souplesse aux points de pénétration en cas d'arthroscopie simultanée.

Si l'intervention doit se prolonger, les zones exposées sont régulièrement humidifiées par des compresses, voire même temporairement refermées en cas d'utilisation d'un autre abord.

GARROT

Il est gonflé après vidange vasculaire du membre (à l'aide d'une bande d'Esmarch ou par simple élévation), de 300 à 500 mmHg selon les gabarits. Il peut être laissé en place 2 heures sans inconvénient, délai amplement suffisant pour une reconstruction du LCA de première intention. En cas d'intervention prolongée (gestes chirurgicaux associés ou reprise), il peut être regonflé après 10 minutes d'interruption pour 1 heure supplémentaire.

INTÉRÊTS DE L'ARTHROSCOPIE

L'arthroscopie permet indéniablement de compléter le bilan articulaire et d'orienter ainsi la stratégie thérapeutique. Ceci est particulièrement vrai pour les lésions méniscales ou cartilagineuses qui représentent un élément important du pronostic à long terme.

Sur le plan thérapeutique, bien que les résultats à long terme soient identiques à ceux des ligamentoplasties intra-articulaires réalisées par « miniarthrotomie » [69, 135, 142, 158], la tendance actuelle est à la généralisation de cette assistance arthroscopique en raison des avantages suivants :

- l'éclairage et le grossissement apportés par l'arthroscope apportent une meilleure visualisation. L'identification des zones d'insertion ligamentaire est plus facile, accentuant la précision du positionnement du greffon, en particulier au fémur. Il en est de

même du nettoyage de l'échancrure de son éventuelle plastie comme de la régularisation des orifices des tunnels. L'intégrité de la corticale postérieure du tunnel fémoral est aussi mieux contrôlée. Ces éléments sont encore plus appréciables en cas de reprise, compte tenu des remaniements dus aux gestes antérieurs ;

- des suites plus simples dans les 3 premiers mois postopératoires ont été rapportées dans l'enquête multicentrique de la SFA en 1994 [50].

La généralisation de l'arthroscopie est favorisée par la quantité croissante d'orthopédistes formés à cet outil technique et par la demande croissante des patients qui, à tort ou à raison, y voient une simplification de l'acte chirurgical et de ses suites.

PRÉVENTION DU SAIGNEMENT POSTOPÉRATOIRE

En rapport avec les sites de prélèvement des transplants ou avec les gestes osseux (creusement des tunnels, plastie de l'échancrure), le saignement postopératoire peut entraîner un hématome sous-cutané et/ou une hémarthrose. L'hémostase pas à pas, la limitation des décollements sous-cutanés (une seconde incision est préférable à un large décollement) et la fermeture plan par plan le réduisent significativement.

Quant au drainage aspiratif, s'il reste la meilleure prévention pour les zones de décollement sous-cutané, son utilité est mise en doute dans l'articulation où il est susceptible d'entretenir le saignement osseux par un effet de vide intra-articulaire. C'est pourquoi certains préfèrent l'injection de Xylocaïne® adrénalinée et/ou drainent l'articulation en positionnant le drain à l'orifice externe du tunnel tibial.

IMMOBILISATION ET RÉÉDUCATION POSTOPÉRATOIRES

Les principes de rééducation ont aussi évolué en 20 ans. En s'adaptant à de nouvelles techniques fiables à ancrage solide et aux suites moins agressives [158], l'immobilisation a été considérablement réduite, autorisant l'appui et une récupération articulaire et musculaire rapides. Une genouillère et des cannes canadiennes sont habituellement utiles les premiers jours postopératoires à titre antalgique. Après 4 ou 5 jours, le verrouillage quadricipital en extension complète est souvent acquis, ce qui permet un déplacement en appui total sans canne ni attelle. La récupération des amplitudes est débutée immédiatement mais en chaîne fermée dans les 60 premiers degrés, ce qui diminue les contraintes de translation antérieure sur le transplant [119]. Le stade analytique précocement franchi, le passage rapide à une phase de reconditionnement global (rééducation proprioceptive et travail musculaire global) vise à rééduquer les chaînes segmentaires et la synergie agoniste-antagoniste. Cette rééducation permet à 2 mois de reprendre les sports en décharge (vélo, natation), le footing à 4 mois et les sports collectifs ou à pivot et contact à 6 mois. L'isocinétisme est un outil intéressant en phase de réadaptation. Mais la fragilisation des transplants au cours des premiers mois postopératoires [6, 46, 73] et le risque encouru par une sollicitation trop précoce du système extenseur quand il a été prélevé [159, 164] doivent rester présents à l'esprit du praticien et du patient pour éviter toute reprise trop rapide. Ces délais peuvent varier selon la technique chirurgicale et le degré de récupération fonctionnelle. En cas de chirurgie ligamentaire périphérique associée, ce protocole peut être modifié : si l'immobilisation est impérative, elle est la plus brève possible utilisant des matériaux légers amovibles ou articulés en alternance avec une éventuelle mobilisation passive continue dirigée. Aussi, le séjour en centre de rééducation est plus rare, réservé à des cas particuliers (isolement social, sportifs de haut niveau en période de reconditionnement avant la reprise). La chirurgie du LCA isolé de première intention peut même être réalisée en ambulatoire avec une rééducation minimale en milieu chirurgical.

CHOIX DU TRANSPLANT

Comment choisir entre ischiojambier et tendon rotulien pour reconstruire un LCA ?

Historiquement, les premières tentatives chirurgicales aux ischiojambiers manifestaient des résultats insuffisants [1, 3, 4, 19, 61, 105, 112, 123, 134, 140, 175]. Leur utilisation est redevenue d'actualité grâce à l'augmentation de la résistance du transplant, son trajet plus court et la fiabilité de son ancrage [15, 44, 54, 118, 139, 146, 150, 168, 172].

La macrostructure de ces deux greffons est très différente : le tendon rotulien est un transplant ostéotendineux monobloc quadrilatère à la coupe alors que les ischiojambiers forment un transplant purement tendineux plurifasciculé où chaque faisceau est grossièrement cylindrique. Il n'existe en revanche pas de différence de microstructure entre eux. La surface à la coupe du quadruple semitendinosus-gracilis (ST-G), quasi équivalente à celle du LCA, est nettement supérieure à celle d'un tendon rotulien de 10 mm [68, 173, 174]. Ces deux greffons ont des propriétés mécaniques comparables avec une résistance initiale supérieure (au moins 120 %) à celle du LCA normal [13, 18, 27, 45, 129, 133, 171]. Leur rigidité identique reste évidemment moindre pour un ischiojambier fixé aux extrémités des tunnels que pour un tendon rotulien fixé à l'entrée d'eux [13]. Cet important module d'élasticité pourrait expliquer en partie la tendance aux moins bons résultats anatomiques des séries aux ischiojambiers. Inversement, Grood [67] et Shino [162] attribuent à la différence de calibre leurs résultats anatomiques favorables aux ischiojambiers à 12 mois.

Le système d'ancrage du tendon rotulien fixé par vis d'interférence a été évalué [92, 100, 101, 103, 122] : la résistance initiale de l'interface os-os est au moins égale à 50 % de la résistance du transplant à condition que l'angle entre la vis et le greffon ne dépasse pas 20° [92, 100]. Cette solidité autorise une rééducation immédiate. Pour un ischiojambier à quatre faisceaux, la résistance à l'arrachement est équivalente, voire supérieure, à celle du tendon rotulien [13, 109, 139, 144, 145, 148], même quand il est fixé indirectement par fil de rappel et ruban de polyester [144, 146].

En dépit de ces faits expérimentaux, nous pensons que :

- une fixation directe du transplant est préférable à une fixation indirecte par l'intermédiaire de matériaux textiles ;
- il est intéressant, pour les ischiojambiers, d'associer à la fixation distale un blocage dans les tunnels pour sécuriser la fixation et réduire le module d'élasticité ;
- après engluement cicatriciel, la résistance de l'ancrage devient supérieure à celle du transplant et ne représente plus le point faible de l'ensemble [145]. Ce délai semblerait, chez l'animal, plus court pour la fixation os-os (6 semaines) que pour la fixation os-tendon (8 à 12 semaines).

L'intégration biologique est similaire, aboutissant à une ligamentisation qui reste de toute façon incomplète quel que soit le greffon [6, 11, 13, 46, 73, 76, 104, 153]. Il n'a pas été démontré que plusieurs structures de petit calibre sont réhabitées plus rapidement qu'une volumineuse.

La morbidité du site de prélèvement semble moindre pour les ischiojambiers que pour le prélèvement rotulien [5, 14, 17, 20, 63, 87, 99, 136, 147, 151, 156, 160, 161, 165, 176]. Les douleurs antérieures du genou, observées entre 12 et 50 % des cas après utilisation de l'appareil extenseur, sont parfois en rapport avec une rétraction du tendon rotulien restant [124, 126, 137] ou une tendinite [63].

Mais le site de prélèvement n'est pas seul en cause. Ces douleurs sont aussi retrouvées après prélèvement ischiojambier [120, 155] ou rotulien controlatéral [159], après reconstruction par allogreffe, dans la chirurgie des lésions fraîches, voire dans l'histoire naturelle des genoux instables [33, 105, 120, 149, 152, 163]. Le flessum résiduel, un retard de rééducation, une chondropathie rotulienne sont autant de facteurs responsables de ces douleurs [96, 160].

Si le tendon rotulien se reconstitue de façon satisfaisante [12, 33, 38, 79, 117], il apparaît qu'une régénération du semitendinosus soit aussi possible bien qu'inconstante et imparfaite mécaniquement [34, 163].

La récupération musculaire isocinétique est plus rapide après prélèvement ischiojambier avec un quadriceps qui retrouve des valeurs subnormales (86 %) à 6 mois contre 1 an après prélèvement

rotulien. La fonction globale des ischiojambiers semble peu modifiée bien que Marder [120] ait noté au Cybex une perte de force significative de la patte-d'oie après plastie aux ST-G ; sa répercussion précise sur la fonction rotatoire du genou ou les synergies musculaires n'est pas éclaircie.

Enfin, les séries cliniques présentées [4, 10, 14, 26, 48, 75, 81, 91, 133, 150, 166], y compris celles comparatives [2, 14, 120, 134], n'ont pas mis en évidence de différence significative ni sur le plan anatomique ni sur le plan fonctionnel. Cependant, à terme, il apparaît toujours une détente du greffon ischiojambier entre 0,3 et 0,6 mm au Lachman différentiel [2, 14] et Aglietti [2] a noté dans sa série une reprise sportive plus fréquente après plastie au tendon rotulien (80 % vs 47 %).

Au total, le transplant actuel de référence reste encore l'appareil extenseur en raison de sa fiabilité à moyen et long termes. Le recours aux ischiojambiers se justifie dans les reprises quand le prélèvement initial a été rotulien, après chirurgie ou pathologie du système extenseur, devant la nécessité de greffons multiples, lors des réparations en urgence (où le prélèvement rotulien semble plus iatrogène), et enfin pour éviter l'épiphyseodèse d'un cartilage de croissance encore fertile chez l'adolescent [111].

AUTRES AUTOTRANSPANTS

Bien qu'employés systématiquement par certains, leur utilisation est pour nous exceptionnelle dans le cadre de techniques moins utilisées, de plastie mixte avec renfort externe [7, 78, 106, 114, 131, 182] ou lors de reprises après épuisement des sites de prélèvement habituels [90].

Il est alors possible de faire appel au fascia lata, au tendon quadricipital solidaire d'un bloc osseux rotulien [96, 141, 169, 170], voire au tiers du tendon d'Achille avec bloc osseux calcanéen [117, 181], éventualité plutôt réservée aux reconstructions par allogreffes.

Reconstruction du LCA utilisant le tendon rotulien sous contrôle arthroscopique avec tunnel borgne

INSTALLATION

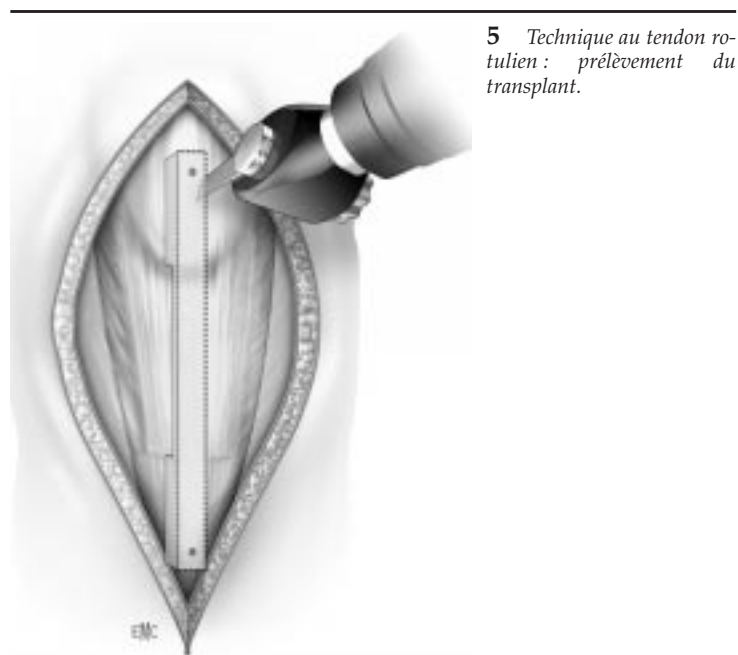
Nous utilisons une table type Maquet à segments cruraux et jambiers mobilisables séparément. Le membre opposé est légèrement écarté, genou fléchi. La cuisse opérée est légèrement surélevée par rapport au bassin pour que le genou se positionne spontanément à 90° mais reste mobilisable de l'extension à 120°. Une cale à sa face externe permet un stress en valgus pour une chirurgie méniscale. Cette position rend difficile la recherche d'un ressaut qui doit être apprécié avant l'installation, manœuvre qui est réitérée en fin d'intervention.

PRÉLÈVEMENT DU GREFFON ROTULIEN « OS-TENDON-OS »

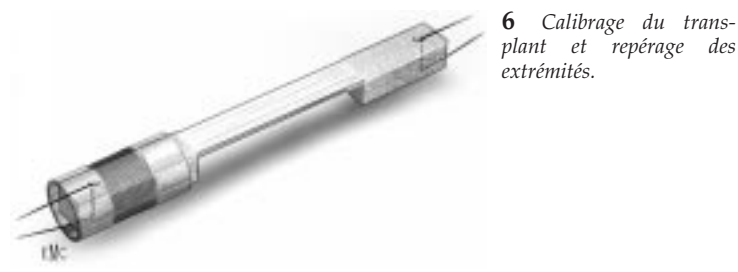
Pour mieux contrôler ce temps important, nous préférons une incision unique à deux petites incisions centrées sur la pointe de rotule et sur la TTA.

Les repères cutanés (tubérosité tibiale, pointe de rotule, interlignes interne et externe) sont dessinés sur la peau. L'incision fait 7 à 9 cm ; elle est centrée sur le tiers moyen du tendon rotulien ou légèrement décalée en dedans pour faciliter l'accès au futur point d'entrée du tunnel tibial cortical. Le péritendon est incisé longitudinalement et disséqué pour exposer les bords latéraux du tendon, ce qui est parfois délicat en cas d'adhérences.

La largeur du prélèvement fait un tiers de la partie moyenne du tendon mesurée à l'aide d'un centimètre. Elle est en général de 11 mm et ne doit pas dépasser 40 % de la largeur totale pour limiter le risque de complication. Les contours des blocs osseux rotulien et tibial sont tracés au bistouri dans le prolongement des incisions. Il existe des gabarits destinés à rendre les coupes plus précises qui, avec l'expérience, s'avèrent inutiles.



5 Technique au tendon rotulien : prélèvement du transplant.



6 Calibrage du transplant et repérage des extrémités.

Du côté tibial, le bloc osseux mesure environ 30 mm de long sur 11 mm de large, sa taille permet d'obtenir un greffon rectangulaire ou trapézoïdal à la coupe. La seconde forme est théoriquement plus économique et ménage mieux les insertions restantes du tendon rotulien.

Du côté rotulien, le bloc mesure environ 25 mm de long sur 10 mm de large, sa coupe est rectangulaire et son épaisseur moindre. Bien évidemment, la taille des blocs est adaptée à la morphologie du patient et du système extenseur s'échelonnant de 8 à 13 mm.

Les deux blocs sont perforés à leur extrémité distale avec une mèche de 2 mm pour mettre ultérieurement en place des fils de traction. Il est plus facile d'effectuer ces perforations avant le prélèvement (fig 5).

Celui-ci est réalisé à la scie oscillante avec une lame dont la largeur est adaptée à celle des greffons pour ne pas empiéter latéralement lors des coupes transversales. Pour obtenir une section triangulaire ou trapézoïdale, la scie doit être inclinée depuis les traits de coupe latéraux vers la partie centrale du greffon. Un petit ostéotome peut être utilisé comme levier pour compléter la libération des blocs. Le bloc tibial est détaché d'abord. Il est récliné vers le haut à l'aide d'un forceps et dégagé à sa face profonde du tissu graisseux au bistouri ou au ciseau dissectionnaire jusqu'à exposer la pointe de la rotule. Le bloc rotulien est alors libéré. Chaque bloc osseux est vérifié à l'aide d'un calibre (fig 6) et éventuellement régularisé à la scie oscillante ou avec un petit rongeur. Une trace au marqueur (ou au bleu de méthylène) à la jonction du tendon sur le bloc osseux destiné au tunnel fémoral permet le contrôle arthroscopique de son positionnement. Un fil solide (Vicryl® 4 ou 5) est passé dans le futur bloc fémoral (le plus petit), un métallique dans le futur bloc tibial (le plus volumineux).

Le greffon préparé peut être entouré d'une gaze humide sans être immergé dans un liquide susceptible de produire une réaction œdémateuse. Il est réservé pour la suite de l'intervention. La

longueur totale du greffon approche 100 mm avec des blocs osseux de 25 et 30 mm et une partie tendineuse d'environ 45 mm. Ce segment tendineux comprend donc une partie intra-articulaire (30 mm) et une autre localisée dans le tibia proximal (15 mm). La longueur de la greffe et celle du trajet depuis le fond du tunnel fémoral jusqu'à sa sortie tibiale ne sont pas toujours identiques, ce qui nécessite, nous le verrons, des astuces de mise en place et/ou de fixation.

Des accidents de prélèvement (fracture d'un bloc osseux, désinsertion de la jonction os-tendon-os, rupture du tendon) peuvent survenir. Ils nécessitent des solutions de rattrapage : retournement de la greffe en utilisant au fémur le bloc initialement prévu au tibia, suture du tendon, ostéosynthèse du greffon, adjonction d'un renfort naturel ou synthétique, modification du système d'ancrage, prélèvement d'un autre greffon, etc.

Des anomalies constitutionnelles ou acquises de l'appareil extenseur peuvent altérer la continuité ou la solidité du greffon ou modifier sa longueur (patella alta, hyperlaxité, rétraction). Elles doivent être dépistées avant l'intervention par un bilan clinique, radiologique ou échographique et peuvent conduire à une modification du choix du greffon.

TEMPS ARTHROSCOPIQUE : EXPLORATION ARTICULAIRE ET PRÉPARATION DE L'ÉCHANCRURE

Ce temps suit habituellement le prélèvement. Exceptionnellement, il peut le précéder devant la nécessité d'informations complémentaires qui pourraient modifier l'indication opératoire (lésions dégénératives, doute diagnostique...).

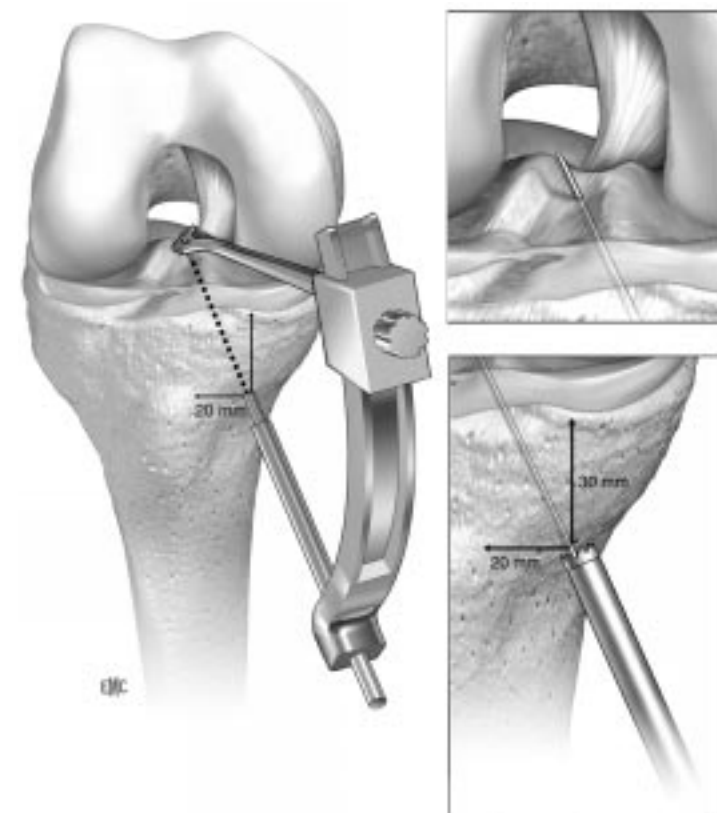
L'arthroscope peut être introduit à la hauteur de la pointe de la rotule au bord latéral du tendon rotulien. Mais nous préférons passer au travers de la brèche du prélèvement. La voie instrumentale située au bord interne du tendon rotulien sur la même ligne horizontale doit être suffisamment médialisée pour éviter le croisement des instruments. Un lavage initial est nécessaire pour évacuer le liquide synovial parfois hémarthrosique. La section de l'inconstant ligamentum mucosum (ou plica inférieure) permet une meilleure visualisation. Si la quasi-totalité des chirurgiens opère en phase aqueuse, l'un des auteurs (Imbert) intervient par habitude en phase gazeuse (insufflateur de CO₂ à pression contrôlée) en associant un lavage intermittent pour évacuer les débris. Le bilan systématique qui analyse ménisque et cartilage peut déboucher sur des gestes associés décrits plus loin.

La résection des vestiges du LCA est faite au bistouri à petite lame monté sur un manche long et fin, à la pince basket ou à l'aide de couteaux motorisés lorsque le praticien est entraîné à leur maniement. L'insertion tibiale, les adhérences au contact du ligament croisé postérieur (LCP) et les résidus postérieurs sur le condyle externe sont ainsi excisés. La face médiale du condyle externe est alors nettoyée à l'aide d'une curette droite pour se débarrasser de la synoviale jusqu'au plafond. Une seconde curette courbe permet de dégager le rebord postérosupérieur de l'échancrure (zone *over the top*) des formations conjonctives et capsulaires pour montrer parfaitement la future zone de visée fémorale (fig 7). Au cours de ces manœuvres comme lors des temps ultérieurs, un grand soin doit être apporté à la préservation du LCP dont les contours ne sont pas toujours nets du fait d'une synoviale parfois exubérante.

Le rebord cartilagineux antérieur du condyle externe peut aussi être réséqué à la curette afin d'améliorer la visibilité du fond de l'échancrure. Toutefois, une plastie osseuse destinée à élargir significativement l'échancrure (*notch-plasty*) pour prévenir un éventuel conflit avec le transplant ne doit pas, à notre avis, être pratiquée systématiquement. Nous la réservons à deux circonstances : en cas de rupture ancienne du LCA lorsqu'il existe une prolifération ostéophytique manifestement sténosante, ou quand le transplant mis en place entre en conflit avec la face axiale du condyle externe. Dans ce dernier cas toutefois, il vaut mieux corriger la cause (en améliorant le cas échéant l'orientation du transplant) que d'en pallier les effets.



7 Vue endoscopique de l'échancrure après synovectomie et représentation schématique des futurs emplacements des orifices des tunnels.

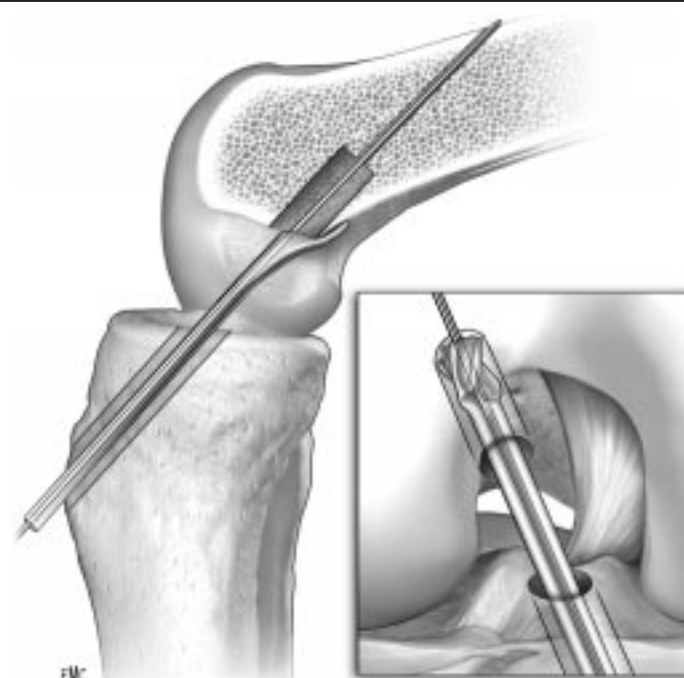


8 Repérage et creusement du tunnel tibial à l'aide du viseur tibial.

REPÉRAGE ET CREUSEMENT DU TUNNEL TIBIAL (fig 8)

Le premier temps consiste à repérer le point d'entrée du futur tunnel sur la corticale antéro-interne du tibia. Il se situe dans un quadrilatère délimité par le bord interne du tendon rotulien en dehors, le bord antérieur du ligament latéral interne (LLI) en dedans, le bord supérieur de la patte-d'oie en bas et le rebord du plateau tibial interne en haut. Bien que soumis à variation en fonction du gabarit du patient, nous le réalisons à 20 mm en dedans de la jonction os-tendon rotulien, à 10 mm du bord supérieur de la patte-d'oie et à 30 mm en dessous du rebord du plateau tibial interne.

Le second temps repère le point de sortie articulaire du tunnel. Dans le plan frontal, il est à égale distance des rebords cartilagineux des plateaux tibiaux sur la surface préspinale, entre la paroi axiale du condyle externe et le LCP qu'il ne faut pas craindre de « frôler » avec l'extrémité de la future broche-guide. Dans le plan sagittal, il débouche à proximité du LCP mais il faut conserver une distance de 2 mm environ entre le bord postérieur du futur orifice de sortie



9 Repérage et creusement du tunnel fémoral à l'aide du viseur fémoral.

tibial et le rebord postérieur du tibia matérialisé par le LCP. La sortie se fait donc dans la portion postérieure de l'ancienne insertion tibiale du LCA.

La broche-guide est alors mise en place. La plupart des techniques comportent l'utilisation d'un viseur dont une partie est introduite par la voie d'abord interne puis appliquée sur le point choisi de la surface préspinale. Un canon d'entrée est positionné en regard du point de pénétration cortical tibial préalablement repéré. Les deux éléments sont solidarisés de façon stable pour pousser la broche. Avec l'expérience, il devient possible de mettre en place la broche « au jugé » quitte à en modifier le trajet si le premier est imparfait. Sur un genou en flexion à 90°, la direction doit chercher à atteindre le futur point fémoral à la partie postérieure du condyle pour aligner les tunnels tibial et fémoral. Cet axe fait un angle d'environ 40° avec les plateaux et également 40° avec le plan sagittal de l'articulation, ce qui correspond aux axes physiologiques du LCA. Il faut éviter une direction trop sagittale, qui médialiserait le transplant et menacerait le LCP, et également éviter une orientation trop verticale qui n'aboutirait pas au point anatomique d'insertion postérieure condylienne et risquerait d'entraîner un conflit avec le bord antérieur de l'échancrure. Il faut si nécessaire corriger le point d'entrée cortical pour mieux diriger la broche.

Dans un troisième temps, le tunnel tibial est creusé à l'aide d'une mèche, d'une fraise ou d'une tréphine perforée guidée par la broche. Une tréphine permet une découpe plus nette sans débris enlevant les vestiges du LCA les plus antérieurs (prévention du syndrome du cyclope) et procure une carotte osseuse utilisable pour la fixation intraosseuse ou pour le comblement des defects du prélèvement. Le spongieux tibial n'étant pas toujours de bonne qualité, il est possible de le compacter en utilisant l'artifice décrit au chapitre de la reconstruction par ischiojambiers.

La progression de l'instrument est contrôlée sur l'écran pour préserver le LCP et pour éviter d'empiéter sur le condyle externe. Après lavage articulaire, un obturateur ferme l'entrée du tunnel tibial, évitant les fuites. L'orifice intra-articulaire est vérifié et, si nécessaire, dégagé du tissu conjonctif en excès à l'aide d'un couteau motorisé ou d'un emporte-pièce de Kérisson dont les mâchoires orientées vers l'arrière permettent un travail rétrograde.

REPÉRAGE ET CREUSEMENT DU TUNNEL FÉMORAL (fig 9)

Le premier temps consiste à repérer le point d'entrée de la broche fémorale qui sert de guide pour le futur tunnel. Ce point se situe à la jonction du plafond et du bord externe de l'échancrure à sa partie

postérieure. Son repérage peut être simplement visuel, mais les erreurs sont alors fréquentes. Nous préférons utiliser un guide de visée proposé par la plupart des fabricants dont l'intérêt est d'éviter un placement trop antérieur non anatomique ou au contraire une effraction de la corticale postérieure. Il s'agit d'un palpeur qui s'applique au rebord postérosupérieur du condyle externe solidaire d'une gaine perforée où une broche est introduite. La distance entre le palpeur et l'orifice de la gaine (7 mm le plus souvent) fixe le centrage du tunnel et permet de creuser un tunnel de 5 mm de rayon en préservant une marge de sécurité de 2 mm avec la corticale postérieure du fémur. Certaines marques présentent une gamme de guides de 5 à 7,5 mm permettant de s'adapter aux différentes tailles de greffon.

La mise en place de la broche peut être réalisée par la voie d'abord antéro-interne sur un genou en flexion à 120°. Cette modalité autorise une meilleure manœuvrabilité intra-articulaire du matériel et l'intérêt de ne pas changer la position du genou pour la mise en place de la vis d'interférence. En revanche, la vision arthroscopique est nettement moins bonne, surtout en présence d'une synoviale volumineuse.

La broche peut aussi être introduite au travers du tunnel tibial avec un genou à 80 ou 90° de flexion. Le degré de liberté est moins important, ce qui est peu gênant quand le calibre du tunnel tibial est supérieur à celui du tunnel fémoral, si les fraises utilisées sont montées sur une tige fine et si l'orientation du tunnel est adéquate, essentiellement dans le plan sagittal. Mais c'est la solution que nous préconisons en raison de la meilleure visibilité arthroscopique, bien qu'il faille modifier la flexion du genou pour introduire ensuite la vis d'interférence par la voie d'abord capsulaire antéro-interne.

Le guide en place, la broche est poussée au travers du condyle fémoral, puis de la corticale externe fémorale pour émerger à la jonction des faces antérieure et externe de la cuisse. Un point peu éloigné de l'articulation est un gage supplémentaire d'un bon positionnement ; celui-ci doit être reconsidéré en cas d'anomalie trop flagrante.

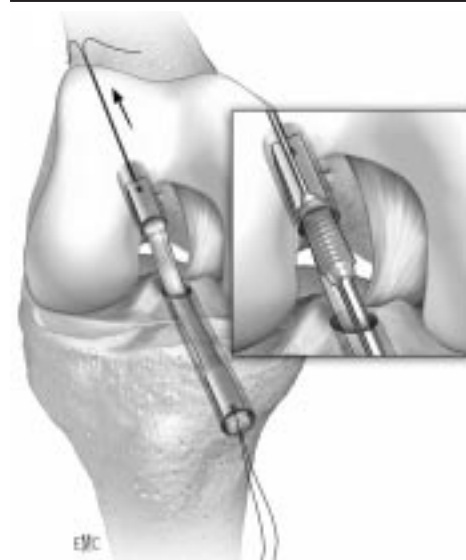
Sur cette broche-guide, le creusement est effectué à la fraise qui correspond au calibre du greffon sur une longueur d'environ 30 mm, soit 5 mm de marge par rapport à la longueur d'un greffon de 25 mm. La profondeur exacte du creusement est appréciée grâce aux graduations millimétriques gravées sur la tige de la fraise. La lecture de la marque graduée à l'entrée du tunnel tibial permet de juger la longueur complète du trajet pour la comparer à celle du transplant ; ce qui peut permettre une adaptation en cas de transplant long. Il est moins gênant d'avoir une jonction os-tendon légèrement en retrait de l'orifice que trop extériorisée qui présente un risque de fracture du greffon. La régularisation de l'orifice du tunnel borgne par chanfreinage à la fraise ou au *shaver* avant l'introduction du greffon ou avec une curette s'il est déjà fixé limite le risque de conflit entre le tendon et le rebord osseux. Une spatule introduite par la voie arthroscopique interne est utile pour protéger le LCP de la fraise vulnérante. Un lavage articulaire soigneux permet d'éliminer les débris osseux qui pourraient s'interposer entre les parois du tunnel et le greffon.

MISE EN PLACE ET FIXATION DU GREFFON

La broche-guide utilisée pour le creusement du tunnel fémoral est munie d'un chas à son extrémité distale. Elle est laissée en place. Le fil solide de traction qui a été passé dans le fragment du transplant destiné au fémur est ressorti à l'aide de cette broche à la face externe de cuisse (*fig 10*). Le greffon est introduit dans le tunnel tibial au travers de l'articulation puis dans le tunnel fémoral borgne au fond duquel il vient en butée. L'utilisation de vaseline stérile facilite ce passage. La face spongieuse du greffon doit regarder en avant et en haut pour plaquer le tendon le plus *over the top* possible. Les fils de traction sont maintenus en tension le temps nécessaire à la mise en place de la vis d'interférence. La marque à la jonction ostéotendineuse permet d'apprécier la position du bloc osseux par rapport à l'orifice fémoral.



10 Introduction du greffon à l'aide de la broche à chas.



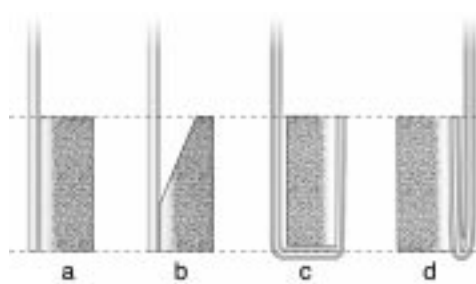
11 Fixation du greffon dans le tunnel fémoral : mise en place de la vis d'interférence proximale.

La broche destinée à guider la vis canulée est introduite par la voie arthroscopique interne. Elle est appliquée entre la face spongieuse du greffon et le bord du tunnel à 11h pour un genou droit et à 13h pour un genou gauche. Elle est poussée doucement alors que le genou est progressivement fléchi à 120° ; sa pénétration facile entre les surfaces osseuses traduit son parallélisme au greffon, gage d'une excellente tenue. La vis (de la longueur du greffon × 7 mm) est glissée sur la broche puis vissée en veillant à ne pas enrouler la partie tendineuse du transplant. Il est possible mais non indispensable d'utiliser pour cela un système de protection solidaire du tournevis. Le vissage s'arrête quand la tête de vis a franchi l'orifice du tunnel fémoral et fait apparaître la jonction ostéotendineuse du bloc (*fig 11*).

Pour s'assurer de la solidité de la fixation fémorale, le greffon est fortement sollicité par l'intermédiaire du fil métallique distal. Un contrôle visuel s'assure de l'absence de conflit avec les bords de l'échancrure. La mobilisation de l'articulation en flexion-extension doit alors rechercher l'existence d'un avalement du bloc osseux à l'orifice extra-articulaire du tunnel tibial ; le fragment a tendance à rentrer dans le tunnel en extension complète. Cet avalement ne doit pas dépasser 3 mm entre la flexion à 90° et l'extension complète pour satisfaire la notion d'isométrie. Au-delà, le transplant est soumis à des sollicitations excessives en hyperextension. Si l'avalement est important, et faute de pouvoir modifier les tunnels à ce stade de l'opération, il faut privilégier la fixation distale, le genou proche de l'extension. La tension appliquée à l'extrémité du greffon pendant la



12 Fixation du greffon dans le tunnel tibial après vérification d'isométrie : mise en place de la vis d'interférence distale.



13 Adaptation du greffon à la longueur du trajet : a. prélèvement standard ; b. raccourcissement par artifice de prélèvement sur la tubérosité tibiale ; c. plicature ventrale du bloc osseux ; d. plicature dorsale.



14 Technique au tendon rotulien : radiographie de contrôle postopératoire.

fixation tibiale doit verrouiller le tiroir antéropostérieur et le ressaut interne du tibia [129]. Mais une tension trop importante (qui se traduit en pratique par des chiffres différentiels nuls ou négatifs à l'arthromètre) est source de complications. Elle peut entraîner des modifications viscoélastiques du greffon et aboutir à une détente secondaire ou induire des contraintes anormales sur les cartilages articulaires avec un effet arthrogène [13, 64, 74, 129, 173].

Des appareils spécifiques ont été développés pour mesurer cette tension mais aucun ne s'est avéré réellement précis. D'autre part, les valeurs n'ont pas été clairement définies et varient en fonction de la position du genou [180], le type, la longueur et la fixation du greffon utilisé [25]. La force à appliquer doit être plus importante quand on se rapproche de l'extension, si le transplant utilisé est moins rigide et s'il est fixé à distance des orifices articulaires des tunnels. Les chiffres rapportés se situent dans une fourchette large entre 5 et 40 N [25, 55, 180] pour un genou entre 30 et 45° de flexion.

Finalement, ce réglage reste pour nous empirique se basant essentiellement sur la présence et l'importance d'un avalement en flexion-extension. S'il est nul, la tension peut être importante et le transplant fixé sur le genou relativement fléchi (80°). S'il est conséquent, nous diminuons la tension en fixant le greffon proche de l'extension (environ 30°).

Le bloc osseux tibial est orienté face spongieuse vers l'avant et le haut comme le bloc fémoral. Certains ont proposé d'effectuer une rotation interne du greffon de 90°, voire de 180°, pour tenter de reproduire la rotation du LCA originel. Bien que cet artifice soit couramment utilisé et que nous le réalisons régulièrement, il n'a pas été prouvé qu'il améliorerait les résultats anatomiques.

Une broche-guide est glissée entre la face spongieuse du greffon et la paroi du tunnel tibial (fig 12). Sa localisation autour du greffon peut corriger certaines petites malpositions en repoussant le bloc osseux vers la destination désirée. Ici aussi, la vis doit être parallèle au greffon et au tunnel. Son calibre (le plus souvent 9 mm) dépend de la congruence entre tunnel et greffon mais aussi de la densité osseuse de la métaphyse appréciée lors du creusement initial.

En fin de ligamentoplastie, le genou est testé, soit cliniquement, soit à l'aide d'une arthrométrie peropératoire. Si ces tests sont jugés satisfaisants (absence de ressaut, pas de rupture du transplant), le fil métallique est retiré. En cas d'erreur ou de complication, sa présence offre la possibilité de retirer la vis, le transplant et de reprendre le montage.

ADAPTATION DE LA LONGUEUR DU GREFFON (fig 13)

Si le greffon est trop long, l'utilisation d'une vis d'interférence distale peut être remise en question. Le greffon osseux peut alors être encastré dans la corticale antéro-interne du tibia préalablement effondrée au chasse-greffon et en utilisant à ce niveau un autre moyen de fixation plus classique (agrafe simple ou tabouret, vis sur rondelle). Une vis d'interférence complémentaire à bords mousse de

9 mm peut être adjointe dans le tunnel pour renforcer cette fixation. La meilleure stratégie reste malgré tout d'évaluer la longueur du tendon rotulien en début d'intervention. Si cette dernière semble excessive :

- le prélèvement du bloc tibial peut être modifié en prolongeant la découpe osseuse au-dessus de la jonction os-tendon sur environ 10 mm de sorte que le greffon conserve la même longueur en agrandissant le bloc osseux au-dessus de la jonction avec seulement 20 mm en dessous ;
- au niveau fémoral, la jonction os-tendon peut être proximalisée de 10 mm à l'intérieur du tunnel. Ces deux artifices permettent de raccourcir le montage de 20 mm et donc d'intégrer la plus grande partie du greffon tibial dans son tunnel ;
- il existe une troisième possibilité permettant, avant la mise en place du greffon fémoral, de rabattre le greffon tibial sur la portion tendineuse adjacente en désépaississant la face spongieuse et en plaçant un fil de traction dans cette plicature. Après fixation fémorale, ce fil de traction permet de mettre en place une vis d'interférence comme à l'accoutumée.

Un greffon trop court n'est pas un inconvénient majeur à condition que l'extrémité supérieure du greffon ne dépasse pas dans l'articulation et que la vis d'interférence assure une bonne tenue dans un os spongieux moins solide qu'un appui cortical.

TEMPS DE FERMETURE

Nous ne suturons pas les berges tendineuses du tendon rotulien, mais nous reconstituons le péri-tendon dans le but de guider la prolifération du conjonctif cicatriciel néoformé. Un contrôle radiologique postopératoire permet surtout de s'assurer de la position des vis si ces dernières sont métalliques (fig 14) mais reste utile à titre systématique, même en présence de matériel résorbable.

Quant aux defects osseux sur la tubérosité tibiale et la pointe rotulienne, il nous semble souhaitable de les combler avec les carottes du prélèvement bien qu'il n'y ait pas de preuve de leur efficacité sur la diminution des douleurs antérieures postopératoires. Nous n'avons pas observé, contrairement à Lerat ^[108], de survenue de complications spécifiques à ce procédé.

Reconstruction du LCA au tendon rotulien par miniarthrotomie

Nous ne décrivons que les modifications par rapport à la technique précédemment rapportée.

- Une arthroscopie préalable est nécessaire pour l'évaluation intra-articulaire et le traitement éventuel des lésions méniscales ou cartilagineuses.
- La préparation du greffon est modifiée par certains dans le but d'une fixation fémorale en *press-fit* sans vis d'interférence. Le bloc destiné au fémur est régularisé au rongeur pour obtenir une forme cylindrique régulière ^[135].
- L'arthrotomie est réalisée au travers de la brèche du tendon rotulien et du Hoffa. Un rétracteur autostatique à trois valves muni d'un conducteur de lumière froide raccordé au câble d'arthroscopie améliore la vision pour le nettoyage de l'échancrure.
- Le creusement du tunnel fémoral est moins bien vu par cet abord. Le genou à 120° de flexion, le même guide fémoral est utilisé pour la mise en place de la broche. Le creusement du tunnel est réalisé en deux temps en cas de mise en place du greffon en *press-fit* : la corticale est d'abord amorcée avec une fraise au calibre du greffon puis le tunnel est complété à un calibre inférieur de 1 mm.
- Le passage du greffon au niveau fémoral se fait avec les fils de traction récupérés par la même broche à chas. Le greffon est impacté en force à petits coups successifs (ce qui est difficilement réalisable sous arthroscopie) jusqu'à mettre la jonction ostéotendineuse au niveau de l'orifice. Une traction distale puissante sur le greffon vérifie sa bonne impaction dans le tunnel. Si elle s'avère insuffisante, une vis d'interférence peut compléter la stabilisation.

Reconstruction arthroscopique du LCA par transplant ischiojambier avec tunnel borgne

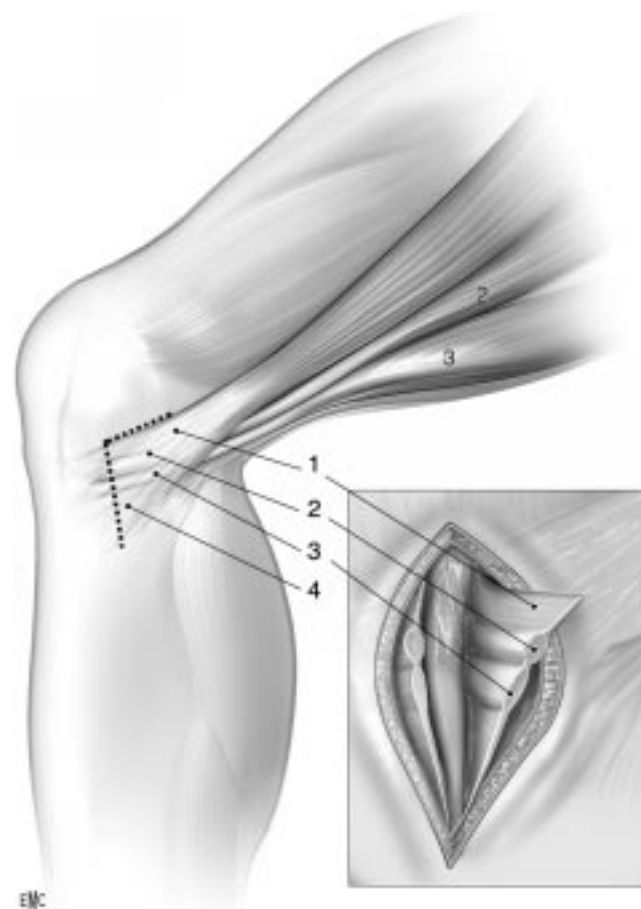
L'installation du patient est la même que pour le procédé au tendon rotulien et il est également important de dessiner sur la peau les repères anatomiques pour situer la patte-d'oie et le rebord postéro-interne du tibia.

PRÉLÈVEMENT DU GREFFON

Une incision cutanée verticale d'environ 4 cm débute à 15 mm en dedans de la crête tibiale au bord supérieur de la TTA. Le bord supérieur de la patte-d'oie est facilement repéré au doigt (fig 15).

Les deux tendons du gracilis et du semitendinosus, conjoints à leur insertion tibiale, sont recouverts par l'aponévrose du sartorius. Pour individualiser ces tendons, il est possible :

- soit d'inciser l'aponévrose du sartorius dans son axe longitudinal entre les deux tendons. Le repérage digital est imprécis en avant car les tendons sont aplatis et confondus. Il devient plus facile en remontant vers le haut où ils sont individualisés. Chacun d'eux est séparé de l'aponévrose du couturier, leur insertion distale est isolée, détachée et saisie à l'aide d'un forceps. La traction dans l'axe permet une dissection aux petits ciseaux libérant les tendons du tissu cellulograisieux et des expansions, en particulier celles reliant le bord inférieur du semi-tendineux à l'aponévrose du soléaire ;
- soit, et c'est notre façon de procéder, de repérer avec une pince à disséquer le bord supérieur de la patte-d'oie qui est incisé. On



15 Prélèvement du greffon ischiojambier : repérage et incision de la patte-d'oie. 1. Couturier ; 2. droit interne ; 3. semi-tendineux ; 4. tracé de l'incision sur la patte-d'oie dont la face profonde est exposée.

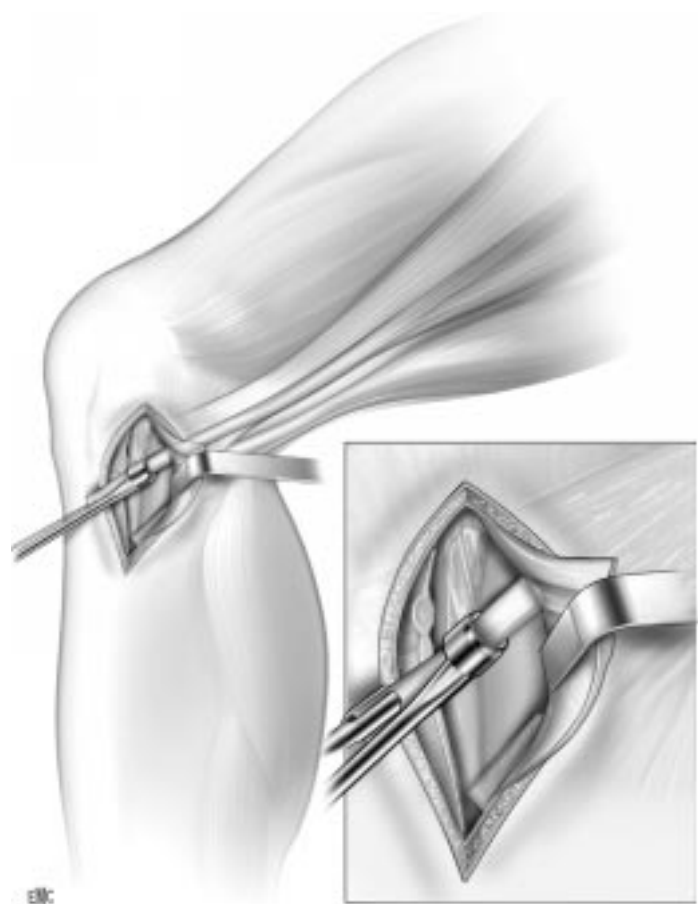
délimite alors son angle antérosupérieur qui est légèrement ruginé, puis libéré au bistouri et récliné en bas et en dedans afin de faire apparaître la face profonde des deux tendons qui sont détachés comme ci-dessus. Après le prélèvement, le coin antérosupérieur correspondant à l'aponévrose restante du sartorius est refixé par un point en « X » (fig 16).

Le prélèvement utilise un *stripper* ouvert ou fermé dans lequel le gracilis puis le semitendinosus sont passés et maintenus sous tension à l'aide de deux pinces à ménisque (plutôt qu'une seule risquant de déraiper et de le lacérer). Ce *stripper* est poussé de façon insistante et progressive, sans à-coup brutal, en s'assurant de bien rester dans l'axe longitudinal du muscle afin d'éviter une section transversale du tendon. La dissection peut être facilitée en enduisant la boucle du *stripper* de vaseline stérile. Elle est menée jusqu'au muscle où la libération se fait facilement. Deux *strippers* de diamètre différent sont préférables : un étroit pour le gracilis et un large pour le semitendinosus.

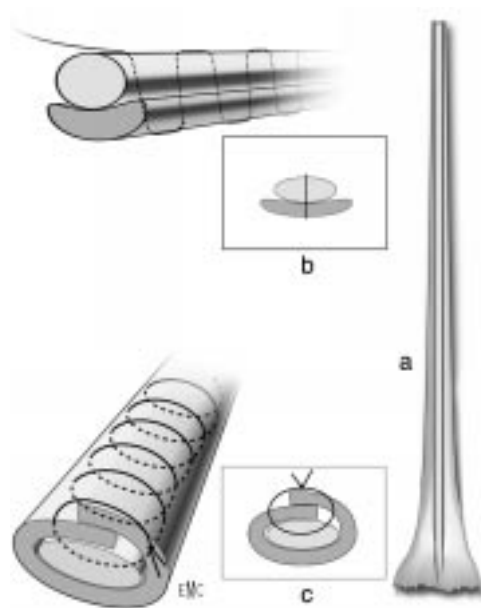
Avant de reconstituer le sartorius, un drain aspiratif est glissé avec une longue pince sans griffe le plus haut possible dans la loge postéro-interne de cuisse, son extrémité sortant par le plan de décollement pour ressortir à la face interne du mollet.

La préparation débarrasse les tendons des fibres musculaires restantes. Ils sont mesurés : le gracilis est plus grêle et plus court de 20 à 30 mm que le semitendinosus plus épais. Accolés et maintenus conjointement à leurs extrémités par un forceps, ils sont suturés l'un à l'autre à l'aide d'un surjet de fil résorbable (Vicryl®) (fig 17). Les extrémités du montage sont faufilees avec un fil identique qui sert de tracteur. Le maintien par l'aide ou un ancillaire spécifique d'une bonne traction pendant ces temps réalise un préconditionnement conseillé ^[64, 74] pour allonger le greffon dont l'élasticité est plus importante que celle d'un prélèvement rotulien.

Le transplant est alors replié en « U » sur la boucle d'un fil tracteur proximal réalisant ainsi un greffon à quatre faisceaux. Deux sutures



16 Prélèvement des greffons à la face profonde de la patte-d'oie : dissection du gracilis puis du semitendinosus à l'aide du stripper.



17 Préparation du greffon. a. Adossement du sartorius et du semitendinosus ; b. suture par surjet longitudinal sur les deux tiers supérieurs ; c. suture par surjet hélicoïdal sur la tubulisation du tiers inférieur.

étagées vont solidariser les deux jambes du transplant pour aboutir à une structure unique au moins dans le segment proximal destiné au tunnel fémoral (environ 40 mm). La vis d'interférence fémorale n'a ainsi pas tendance à dissocier les différents faisceaux. Dans le segment distal intra-articulaire, l'individualisation des deux jambages du transplant est plus conforme à la structure fasciculaire du LCA, bien qu'il n'existe aucune preuve de la supériorité de cette formule. La longueur usuelle des prélèvements varie entre 20 et 30 cm, ce qui aboutit, après préparation, à un greffon de 10 à 15 cm toujours assez long pour une technique de type tunnel borgne. L'excès de longueur (20 à 40 mm) est partiellement réséqué après

fixation. Quant au calibre final, il est en moyenne de 8 à 9 mm, exceptionnellement 10. Une marque est réalisée à 30 mm de l'extrémité proximale pour servir de limite à l'introduction du greffon dans le fémur.

Les temps d'exploration articulaire et de préparation de l'échancrure sont conduits comme pour le tendon rotulien précédemment décrit.

CREUSEMENT DES TUNNELS ET PASSAGE DU GREFFON

Le diamètre des tunnels correspond au calibre du greffon afin de l'insérer en *press-fit*. Mais sa longueur est supérieure (30 à 35 mm) pour accroître la zone de contact avec les parois osseuses.

Compte tenu de la faible densité osseuse de la métaphyse tibiale, il est recommandé, pour une bonne tenue du greffon, de creuser le tunnel à un calibre inférieur de 1 mm au diamètre de la greffe (voire 2 mm sur un os déminéralisé comme dans certaines reprises). Après avoir amorcé la corticale antérieure tibiale au diamètre du greffon, il est intéressant d'utiliser un dilateur (type bougie) introduit en force qui permet d'élargir au calibre définitif tout en « compactant » le spongieux périphérique.

Le tunnel fémoral étant de calibre identique, il est préférable de le réaliser par la voie d'abord antéro-interne plutôt que par l'intermédiaire du tunnel tibial.

Le passage du transplant à frottement dur à l'aide d'un fil de traction est facilité par l'utilisation de vaseline stérile et son impaction au fond du tunnel fémoral est contrôlée grâce à la marque préalablement faite sur le greffon.

FIXATION FÉMORALE DU TRANSPLANT

Il existe à l'heure actuelle trois possibilités :

- le maintien par vis d'interférence seule nécessite de préférence une vis à filetage mousse (résorbable ou métallique). Celle-ci est plutôt surdimensionnée en maintenant la tension du greffon à chaque extrémité pour éviter que le greffon ne s'enroule. L'introduction de la vis est donc plus facile par la voie arthroscopique antéro-interne genou fléchi à 120° qu'au travers de l'étroit tunnel tibial. Le bon positionnement horaire de la vis par rapport au greffon est plus délicat qu'avec un bloc osseux de transplant rotulien et nécessite l'utilisation impérative d'une broche-guide ;

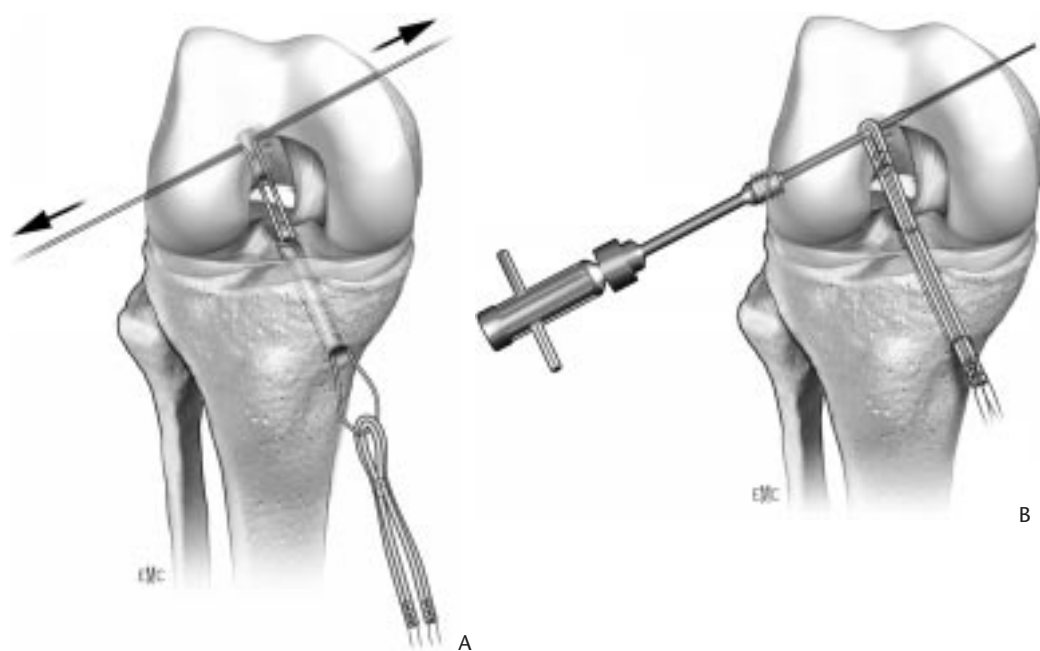
- la suspension au plafond du tunnel fémoral est plus complexe. Elle fait appel à des implants et à des instrumentations spécifiques. C'est la solution que nous préconisons pour les ligamentoplasties de première intention mais elle peut être également très utile dans les reprises quand l'élargissement du tunnel fémoral ou l'obligation de creuser un second tunnel rend aléatoire la fixation par vis :

- le Transfix (Arthrex®) fait appel à un système de visée perpendiculaire au grand axe du tunnel fémoral. La boucle du transplant est fixée au moyen d'un implant métallique introduit transversalement au travers du condyle fémoral à partir de sa corticale externe. Ce verrouillage satisfaisant évite tout dérapage ou lacération (fig 18) ;

- le système Innovative (FH®) comprend un implant en polyéthylène fait de deux portions mâle et femelle. La femelle est introduite et fixée au fond du tunnel fémoral, la portion mâle est solidaire de la boucle du transplant. Ces deux portions sont ensuite solidarifiées par vissage ;

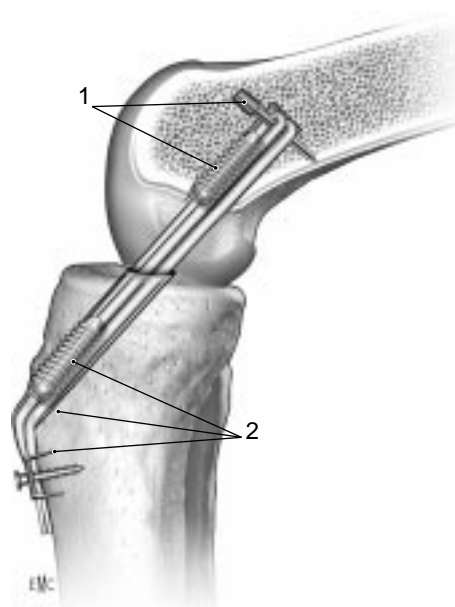
- le système *endo-button* (Acufex® ou Storz®) ;

- dans ce contexte de fixation os-tendon, nous pensons qu'il est préférable, si l'on souhaite débiter une rééducation précoce, d'associer ces deux types d'ancrage. En effet, la fixation uniquement par vis laisse persister un risque (faible et temporaire) de glissement progressif du greffon lors des cycles de rééducation ; en particulier, si le calibre de la vis n'est pas parfaitement adapté à ceux du greffon et du tunnel. Par ailleurs, la suspension au plafond laisse persister une mobilité du greffon dans le tunnel et en diminue la raideur. Woo [179] a montré que ce module d'élasticité peut aboutir à une détente progressive significative en dépit d'une parfaite tension peropératoire.



18 Fixation fémorale du greffon par suspension au plafond du tunnel (Transfix).

A. Introduction du transplant sur la boucle du fil métallique transfémoral.
B. Fixation par vis transversale.



19 Fixation fémorale et tibiale : figuration du concept de double fixation périphérique et intratunnellaire.

1. Suspension fémorale sécurisée par vis d'interférence dans le tunnel fémoral ;
2. fixation par agrafe à la sortie du tunnel tibial sécurisée par vis d'interférence dans le tunnel tibial.



20 Technique aux ischiojambiers : radiographie de contrôle postopératoire.

FIXATION TIBIALE DU TRANSPLANT

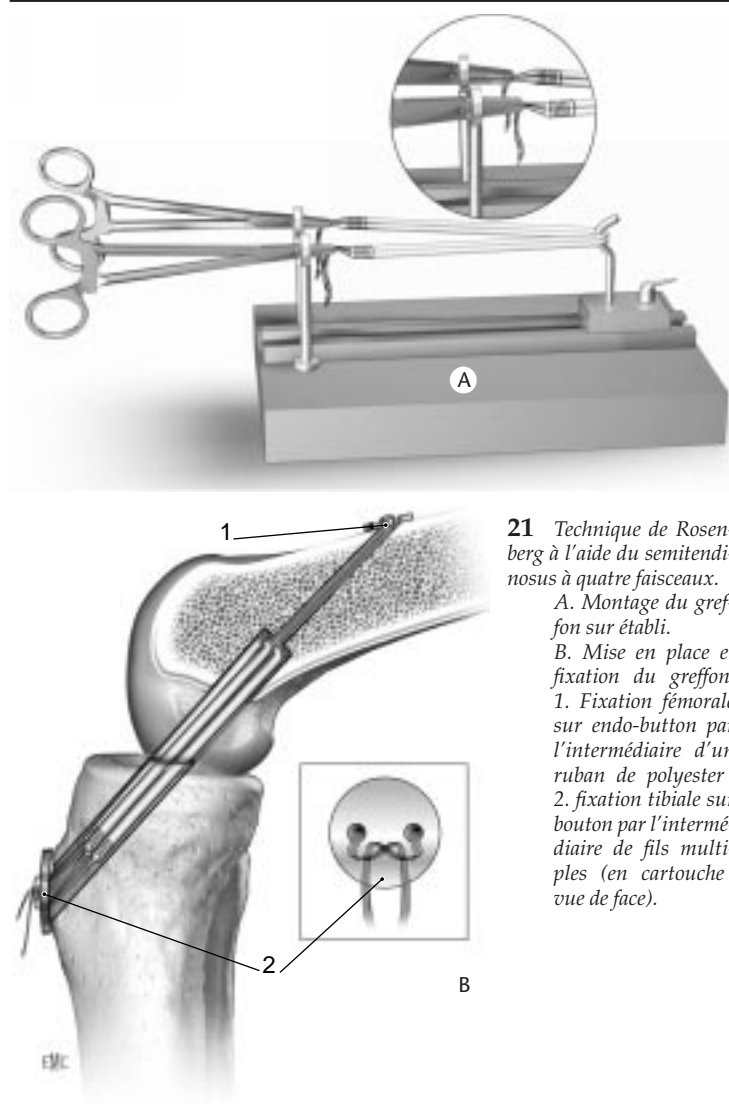
Bien entendu, elle est réalisée après avoir effectué les vérifications habituelles de tension, d'isométrie, et après avoir contrôlé la présence d'un éventuel avalement sur le genou en extension. Comme pour le temps fémoral, il existe trois possibilités :

- le maintien par vis d'interférence seule nécessite une vis de 9 mm (compte tenu de la faible densité osseuse) naturellement adaptée si le diamètre du tunnel est plus petit. Elle est aussi la plus longue possible (jusqu'à 30 mm), l'idéal étant que la tête de la vis affleure l'orifice cortical et que sa pointe soit proche de l'orifice intra-articulaire ;
- l'ancrage cortical seul fixe la partie distale du greffon à sa sortie du tunnel. Il peut être réalisé avec une agrafe de type Lerat, avec deux agrafes simples (la seconde étant mise au-dessus de la première après retournement du transplant vers le haut) ou à l'aide d'une vis avec rondelle (éventuellement crantée) qui semble procurer la meilleure tenue ^[144] ;
- comme pour la fixation fémorale, nous privilégions notre concept de double fixation avec fixation corticale première, suivie de la mise en place de la vis d'interférence (fig 19). Il est primordial qu'aucun test d'hyperextension ne soit effectué tant que cette double fixation n'a pas été réalisée.

Enfin, comme pour la plastie au tendon rotulien, des radiographies de contrôle sont réalisées en fin d'intervention (fig 20).

Variante : ligamentoplastie effectuée à l'aide du semitendinosus à trois ou quatre faisceaux

La longueur souvent excessive du montage précédent a amené Rosenberg ^[138], soucieux de préserver deux ischiojambiers sur trois et leur fonction, à n'utiliser que le semitendinosus monté en triple ou en quadruple (fig 21A). À son avis, un transplant de semitendinosus à quatre faisceaux est même plus solide que le transplant aux ischiojambiers décrit précédemment. En revanche, la surface de contact de ce greffon avec les tunnels est plus faible, ne permettant pas l'utilisation de vis d'interférence. Sa brièveté oblige à une fixation corticale (par l'intermédiaire de fils de rappel ou d'un ruban prothétique) au moins à une des extrémités. Au fémur, où il s'agit toujours d'un tunnel borgne, le greffon est tracté au plafond par des fils de rappel ou par ruban amarrés sur la corticale par un

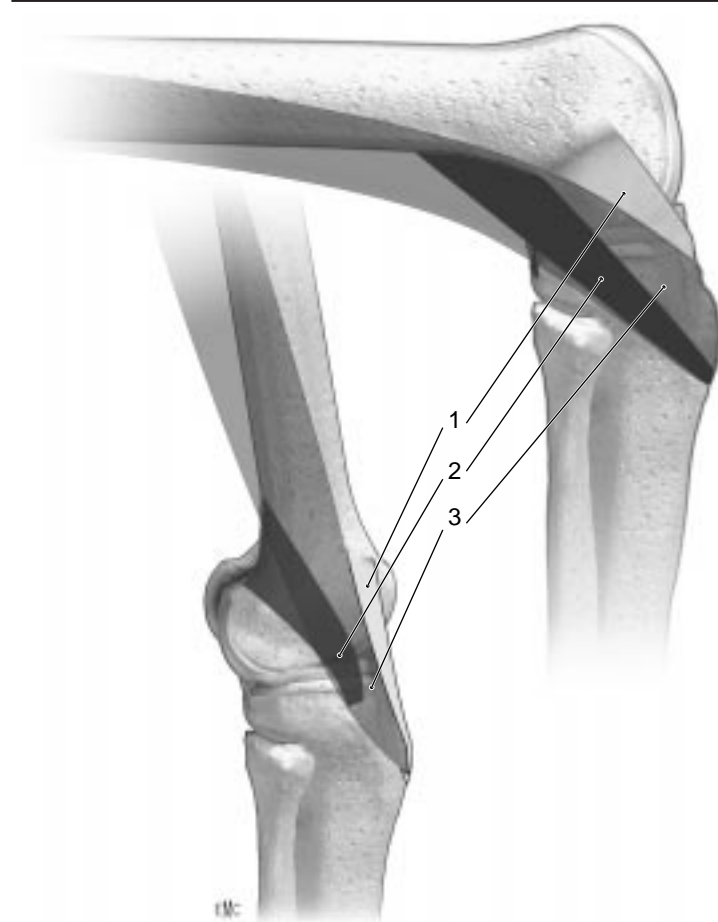


21 Technique de Rosenberg à l'aide du semitendinosus à quatre faisceaux.

A. Montage du greffon sur établi.

B. Mise en place et fixation du greffon.

1. Fixation fémorale sur endo-button par l'intermédiaire d'un ruban de polyester ; 2. fixation tibiale sur bouton par l'intermédiaire de fils multiples (en cartouche : vue de face).



22 Représentation schématique du verrou périphérique de la rotation interne de jambe : 1. capsule antéroexterne ; 2. portion profonde inextensible du fascia lata (tractus iliotibial ou fibres de Kaplan) ; 3. fascia lata superficiel.

système d'endo-button en polyéthylène (Acufex®) ou métallique (Storz®) ou par une ancre à os (Mitek®). Au tibia, le greffon est amarré par l'intermédiaire de fils de rappel, soit sur un bouton, soit sur une vis corticale avec rondelle (fig 21B).

Pour ces mêmes raisons (contact osseux modeste, ancrage plus aléatoire), il est conseillé de protéger cette ligamentoplastie par le port d'une attelle souple pendant 1 mois et en évitant de solliciter l'extension complète pendant 6 semaines.

Plasties extra-articulaires associées aux plasties intra-articulaires

Ces interventions, qui proposaient de rétablir le verrou périphérique de la rotation interne pour faire disparaître le ressaut (fig 22), ont connu une vogue importante entre 1970 et 1980. Elles représentaient une alternative intéressante à une chirurgie intra-articulaire à cette époque lourde et moins efficace que les procédés actuels. Elles étaient alors réalisées isolément sans geste intra-articulaire. Inaugurées en France par Lemaire [106] et à l'étranger par Andrews [8], Ellison [41], Losee [114], elles étaient d'une grande simplicité d'exécution mais avec des résultats malheureusement inconstants [29, 30, 41, 106, 114, 125]. Cette chirurgie, plus fonctionnelle qu'anatomique, laissait persister un important Lachman et aboutissait, en cas d'échec, à une décoaptation externe liée au prélèvement du hauban du fascia lata ; l'ensemble se révélant alors très arthrogène [58]. Pour ces raisons, ces plasties ne sont plus pratiquées seules. En revanche, elles conservent un intérêt en association à une plastie intra-articulaire sur des genoux très laxés où une meilleure stabilité est

obtenue en reconstituant non seulement le pivot central mais également le verrou périphérique [1, 7, 24, 32, 37, 42, 60, 131].

TECHNIQUE DE LEMAIRE AU FASCIA LATA

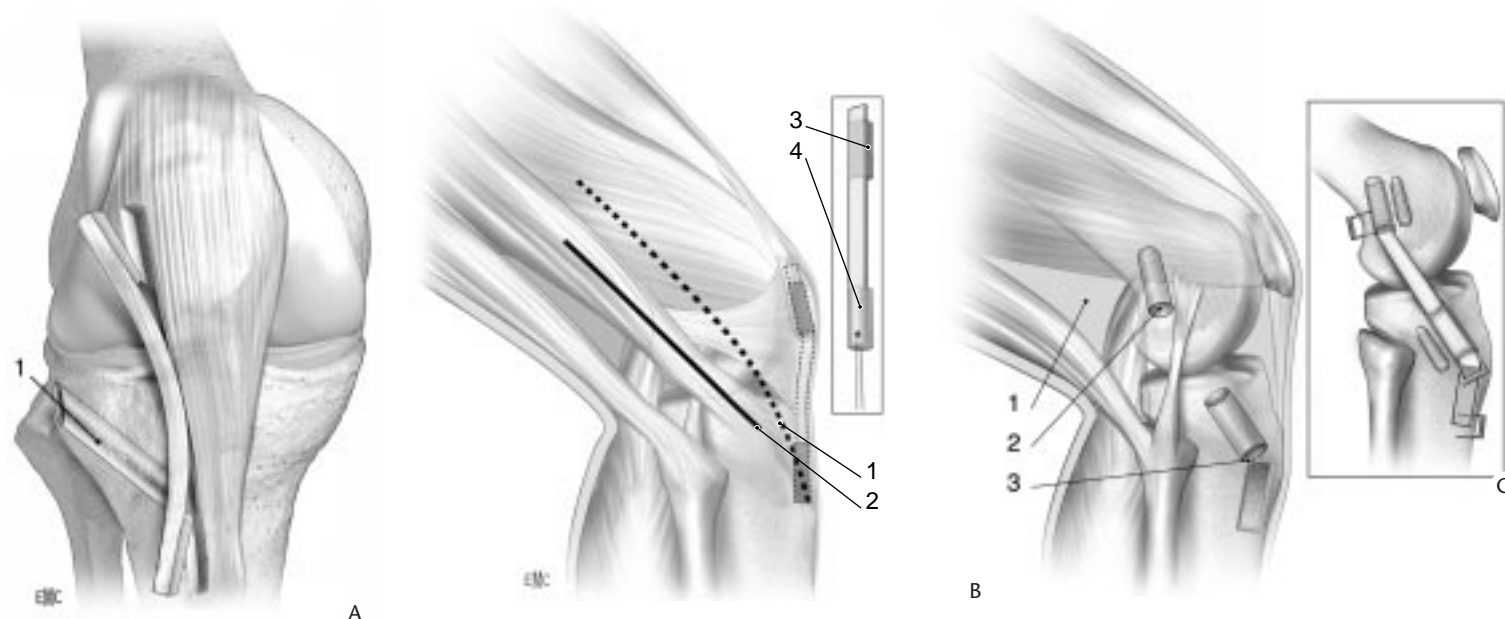
Nous ne détaillerons pas cette technique, décrite par ailleurs au chapitre de la chirurgie des lésions périphériques.

TECHNIQUE DE PLASTIE EXTRA-ARTICULAIRE AU TENDON ROTULIEN

Cette technique originale utilise un transplant os-tendon-os prélevé aux dépens du quart externe du tendon rotulien. Il s'agit, comme l'option de Lemaire, d'une ténodèse externe cherchant à contrôler le ressaut. Elle vise à minimiser les insuffisances des plasties au fascia lata en augmentant la résistance de la greffe et de ses ancrages, et en lui donnant un trajet anatomique calqué sur le faisceau profond du fascia lata (tractus iliotibial) sans altérer le hauban externe de l'articulation. Ce procédé permet en outre de contrôler partiellement une laxité en varus sur le genou en extension. Bien qu'elle n'ait encore fait l'objet d'aucune publication, les résultats d'une série prospective de 764 cas réalisée entre 1986 et 1991 à titre isolé ont fait l'objet d'une communication récente [81], la comparant à d'autres séries de ligamentoplastie. Cette intervention utilise une partie du tendon rotulien ; elle peut être associée à une plastie intra-articulaire utilisant un transplant ischiojambier.

■ Prélèvement du transplant

L'incision antéroexterne débute au bord latéral de la TTA et remonte le long de l'aileron rotulien externe vers le condyle externe sur 15 cm. Après incision du surtout entourant le tendon rotulien, le greffon est prélevé, emportant le quart externe du tendon rotulien (environ 8 mm de large) avec deux blocs osseux (de 8 sur 25 mm)



23 Plastie extra-articulaire au tendon rotulien (technique personnelle).

A. Prélèvement du transplant os-tendon-os sur le quart externe du tendon rotulien. 1. Tunnel tibial au travers du tubercule de Gerdy.

B. Voie d'abord et modelage du transplant. 1. Incision cutanée ; 2. incision du fascia lata ; 3. prélèvement rotulien destiné au tunnel tibial ; 4. prélèvement tibial destiné au tunnel fémoral.

C. Mise en place et fixation du transplant. 1. Dièdre entre jumeau interne (gastrocnemius), biceps (biceps femoris) et vaste interne (vastus medialis) ; 2. tunnel fémoral ; 3. tunnel tibial débouchant dans la zone de prélèvement du greffon.

détachés à la scie oscillante aux dépens de la tubérosité tibiale en bas et de la corticale antérieure de la rotule en haut. Il est utile de conserver une petite languette de tendon quadricipital d'environ 10 mm dans le prolongement du prélèvement rotulien pour y fixer un fil tracteur (fig 23). Le bloc osseux correspondant au prélèvement tibial est modelé au rongeur de façon cylindrique pour pouvoir ensuite être introduit en *press-fit* dans le tunnel fémoral.

■ Préparation des tunnels fémoral et tibial

L'incision du fascia lata dans l'axe des fibres permet d'exposer la face externe de l'articulation. Le jumeau externe et l'aponévrose du vaste externe en avant, le biceps en arrière limitent une zone avasculaire perméabilisable au doigt qui donne accès à la partie postérieure de l'échancrure intercondylienne. Le centre du futur tunnel fémoral est matérialisé à l'aide d'une pointe carrée sur le condyle externe en arrière de l'insertion proximale du ligament latéral externe. Une broche-guide est alors introduite obliquement de bas en haut et d'avant en arrière. Son placement est « contrôlé » par un index glissé le long de la ligne de bifurcation externe de la ligne âpre sur un genou en flexion. Il sert de repère d'axe et vérifie l'absence d'effraction corticale postérieure. Un tunnel de 8 ou 9 mm est creusé à la fraise centrée sur la mèche sur une longueur égale au greffon osseux. Un tunnel tibial est réalisé à l'aide d'une fraise perforée de 9 mm au travers du tubercule de Gerdy. Celui-ci est transfixié, le guide puis la fraise aboutissant dans la partie haute du site de prélèvement tibial. La partie distale est légèrement agrandie à la bougie ou à l'aide d'impacteur.

■ Mise en place et fixation du transplant

Le bloc osseux proximal, grossièrement cylindrique, est poussé dans l'orifice fémoral pour affleurer la corticale externe. Il est fixé, soit par une petite agrafe barbelée introduite depuis la corticale postérieure, soit par une vis d'interférence (de 7 mm × 25 mm) placée en avant de lui en s'aidant d'une broche. Lorsque cette intervention est associée avec un procédé intra-articulaire, il faut veiller à ce qu'il ne se produise pas de collision entre les systèmes de fixation utilisés au niveau fémoral. Greffon et vis doivent pénétrer suffisamment pour éviter tout conflit mécanique avec le fascia lata refermé.

Le bloc osseux distal est attiré au travers du tunnel tibial à l'aide du fil tracteur passé dans la languette tendineuse quadricipitale ; une

bonne congruence avec le tunnel peut nécessiter un remodelage du greffon à la pince-gouge ou du tunnel à la bougie. La fixation distale utilise deux petites agrafes crantées perpendiculaires entre elles ; elles bloquent le greffon dans le lit du prélèvement tibial. Si le greffon est court, une vis d'interférence, introduite de bas en haut, le fixe dans le tunnel tibial.

Il est bien sûr nécessaire de contrôler l'existence d'un éventuel avalement distal du greffon en hyperextension du genou qui peut amener à modifier la position du squelette jambier lors de la fixation tibiale. Celle-ci se fait habituellement en rotation indifférente. Il est recommandé de fermer le surtout rotulien avant de fermer le fascia lata.

VARIANTE

Dans le cas où la plastie extra-articulaire est réalisée en complément d'une plastie intra-articulaire au tendon rotulien et où l'on ne souhaite pas effectuer un prélèvement rotulien controlatéral, le même type de montage peut être effectué à l'aide du semitendinosus utilisé à double en tant que transplant libre. L'utilisation d'un greffon osseux prélevé au niveau tibial permet une bonne impaction de la boucle du transplant dans le tunnel fémoral et la fixation est assurée comme dans le cas précédent par agrafes barbelées ou vis d'interférence.

Plasties mixtes intra- et extra-articulaires avec un seul transplant

Elles se proposent de reconstituer les deux verrous de la laxité antérieure, comme l'adjonction d'une plastie extra-articulaire à une greffe du LCA que nous avons évoquée précédemment, mais dans une intervention unique. L'idée originale dont le mérite revient à Mac Intosh^[116] n'a en fait jamais été publiée par son auteur. Au retour d'un séjour dans son service, nous l'avons introduite en France en 1978 en y apportant quelques modifications. Par la suite, d'autres auteurs s'en sont inspirés comme Marshall aux États-Unis^[121] et Lerat en France a développé la technique dite de « Mac InJones »^[108]. Ces techniques se différencient par le greffon et la façon de l'utiliser ; elles ont en commun la conservation d'une continuité entre les parties intra- et extra-articulaire de l'intervention.

Il s'est agi des premières plasties intra-articulaires véritablement fiables qui ont progressivement pris le pas sur les plasties extra-articulaires à partir de 1980. Mais, en raison du caractère extensif du prélèvement avec d'importantes incisions et des suites opératoires plus longues et plus difficiles, elles furent elles-mêmes remplacées par les plasties intra-articulaires au transplant libre rotulien dans les années 1990. C'est pour ces raisons que leur indication est désormais restreinte bien que certains continuent de les utiliser de façon routinière. Le temps intra-articulaire de ces interventions peut être indifféremment pratiqué sous arthroscopie ou par miniarthrotomie.

Technique de Mac Intosh modifiée avec transplant prélevé aux dépens de l'appareil extenseur

Cette technique que nous avons publiée en 1984^[77] était dérivée d'une intervention démontrée mais jamais publiée par Mac Intosh. Elle comportait les temps suivants.

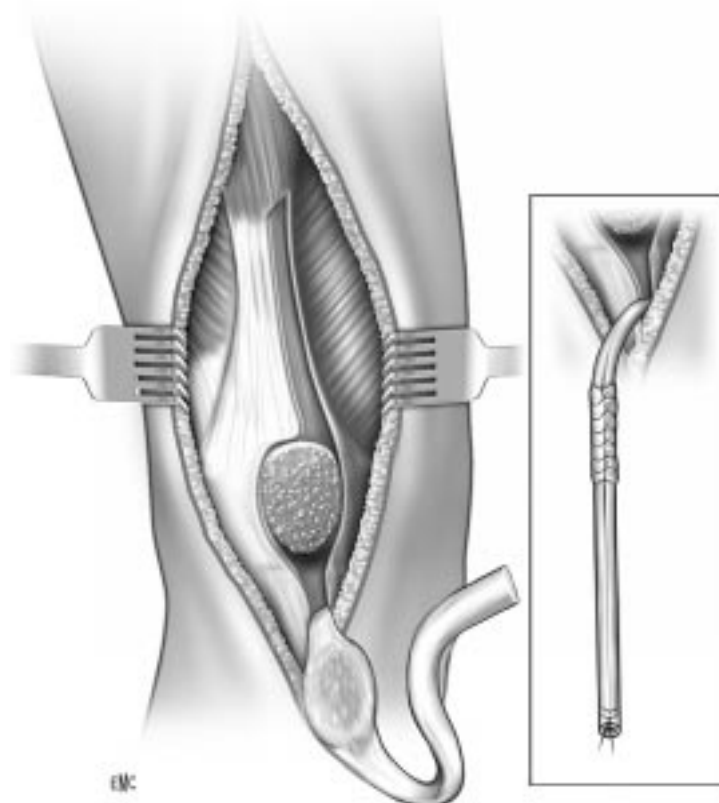
PRÉLÈVEMENT DU TRANSPLANT

Par une incision verticale antérieure prérotulienne, délimitation du greffon aux dépens des trois portions de l'appareil extenseur : droit antérieur sur une largeur de 10 mm, décortication d'un médaillon à la face antérieure de la rotule, et troisième portion sous-rotulienne correspondant au tiers interne du tendon rotulien, l'ensemble restant pédiculé au tibia. Ce greffon est préparé par enroulement sur elle-même de la portion correspondant au médaillon rotulien (fig 24).

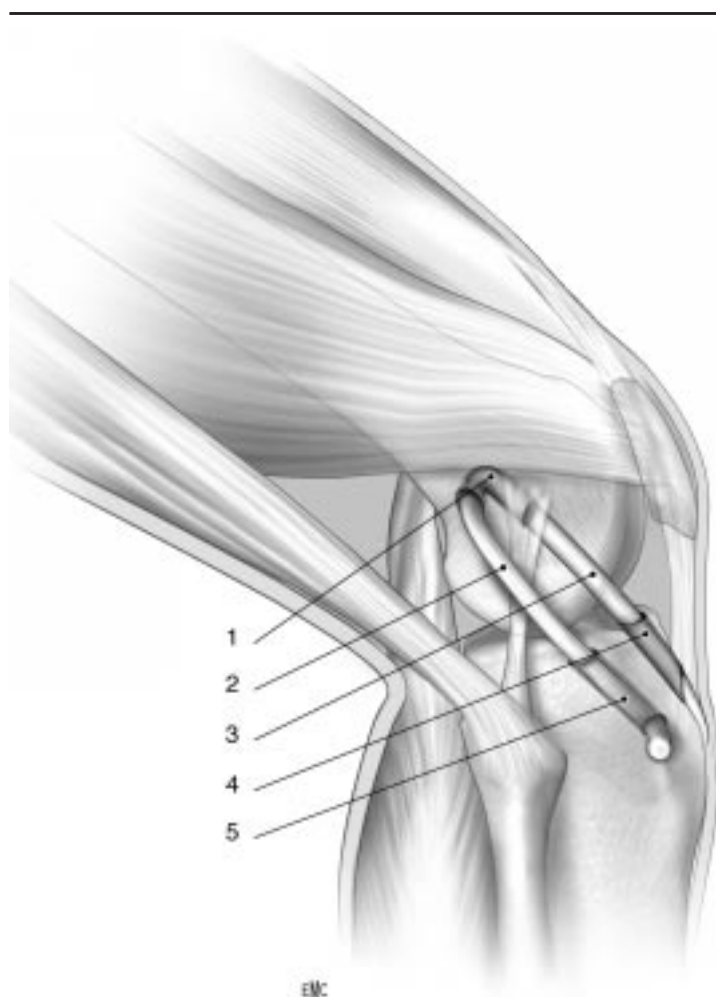
CREUSEMENT DES TUNNELS TIBIAL ET FÉMORAL

Le tunnel tibial est creusé selon les modalités habituelles à partir d'un point situé au niveau de l'implantation du greffon sur la TTA.

Le tunnel fémoral est réalisé à l'aide d'un viseur. Son orifice externe est centré sur une mèche-guide juste en dessous et en arrière de



24 Plastie mixte intra- et extra-articulaire aux dépens de l'appareil extenseur (technique personnelle modifiée d'après Mac Intosh) : prélèvement du transplant.



25 Plastie mixte intra- et extra-articulaire aux dépens de l'appareil extenseur (technique personnelle modifiée d'après Mac Intosh) : mise en place et fixation du transplant. 1. Tunnel fémoral transcondylien ; 2. portion périphérique extra-articulaire ; 3. portion centrale intra-articulaire ; 4. tunnel au travers du tubercule de Gerdy ; 5. tunnel transtibial antérieur.

l'insertion proximale du ligament latéral externe (LLE). Son orifice intra-articulaire est situé à l'insertion la plus postérieure du LCA en essayant de ne pas effondrer la corticale postérieure. Un calibre supérieur de 1 mm par rapport au transplant en facilite le passage quitte à compléter la fixation dans cette portion du trajet à l'aide d'une vis d'interférence. Le rebord antérieur de l'orifice intra-articulaire, siège de réflexion du transplant, est régularisé à la curette sous contrôle arthroscopique afin de le rendre moins traumatisant.

PASSAGE ET FIXATION DU TRANSPLANT

Le fil tracteur du transplant est poussé au travers du tunnel tibial jusque dans l'articulation où il est attrapé par une longue pince introduite par le tunnel transcondylien. Le transplant est alors attiré successivement dans le tunnel tibial, dans l'articulation puis dans le tunnel condylien à la sortie duquel il est récupéré. La tension du segment intra-articulaire est vérifiée ainsi que l'isométrie à la sortie de l'orifice condylien externe (fig 25).

TEMPS PÉRIPHÉRIQUE EXTERNE : MISE EN TENSION ET FIXATION DU TRANSPLANT

Un troisième tunnel est creusé au travers du tubercule de Gerdy. Le transplant est conduit directement depuis son émergence condylienne dans ce dernier tunnel à la sortie duquel il est amarré sur les parties molles, genou fléchi à 90°, pied en légère rotation externe.



26 *Plastie mixte intra- et extra-articulaire avec double greffon ischiojambier-fascia lata (technique de Zarins modifiée) : préparation du greffon. Le lambeau de fascia lata pédiculé est tubulisé autour de l'ischiojambier libre.*

VARIANTE TECHNIQUE (MAC INJONES SELON LERAT)

Cette modification concerne l'utilisation d'un greffon libre prélevé aux dépens de l'appareil extenseur. Il comprend un tiers du tendon rotulien emportant un bloc osseux tibial et un autre rotulien prolongé en haut par une bandelette de tendon quadricepsal d'environ 15 cm. Le fil tracteur est amarré au fragment tibial du greffon. Le bloc rotulien taillé en trapèze vient alors s'encaster de dehors en dedans dans le tunnel condylien. Le bloc osseux tibial est fixé dans le tunnel tibial par une vis d'interférence. La bandelette quadricepsale émergeant du condyle externe est passée dans un tunnel transfixiant le tubercule de Gerdy puis rabattue et suturée à elle-même sous tension après vérification de l'isométrie.

Technique de Mac Intosh modifiée utilisant un greffon double ischiojambier et fascia lata

Après que Zarins^[182] ait décrit sous une autre forme cette double utilisation de greffon en 1986, nous avons rapporté une technique personnelle en 1987^[78]. En 1990, nous avons justifié son indication à l'occasion du symposium de la SOFCOT consacré au traitement des lésions fraîches des ligaments du genou. Le but étant de préserver l'appareil extenseur, l'association d'une bandelette de fascia lata pédiculée au semi-tendineux libre apporte une résistance mécanique intra-articulaire suffisante alors que le fascia lata utilisé seul dans sa fragile portion proximale ne peut conduire qu'à l'échec (fig 26).

TEMPS DE PRÉLÈVEMENT DU GREFFON

Les prélèvements du semi-tendineux ou du fascia lata ont été rapportés précédemment. Mais la bandelette de fascia lata doit être longue (environ 20 cm) en s'élargissant à sa partie proximale (soit 30 à 40 mm) pour être enroulée autour de l'ischiojambier ce qui permet d'obtenir un greffon d'environ 8 mm de diamètre

pédiculé sur le Gerdy. Un surjet au fil résorbable solidarise le greffon et un fil tracteur est mis en place à son extrémité.

CREUSEMENT DES TUNNELS TIBIAL ET FÉMORAL

Ces temps sont identiques à ceux du Mac Intosh avec l'appareil extenseur à la nuance près que l'orifice cortical du tunnel tibial est au même niveau mais en dedans du bord interne du tendon rotulien puisque ce dernier n'est pas prélevé.

PASSAGE ET FIXATION DU GREFFON

On procède de façon inverse : le fil tracteur du greffon est poussé au travers du tunnel condylien jusque dans l'articulation (fig 27A) où il est attrapé par une longue pince introduite par le tunnel tibial. Le greffon est alors attiré successivement dans le tunnel condylien, dans l'articulation puis dans le tunnel tibial à la sortie duquel il est récupéré. L'isométrie est vérifiée. La tension du segment extra-articulaire est vérifiée avant la fixation tibiale sur un genou fléchi à 90° sans rotation externe forcée. Une vis d'interférence peut éventuellement être nécessaire dans le tunnel condylien s'il existe une mobilité du greffon. L'extrémité libre est fixée sur la corticale antérieure tibiale par agrafage. Une vis d'interférence (7 mm × 25 mm) complète la fixation dans un tunnel de 8 mm pour un greffon de 8 mm (fig 27B). Le *testing* peut être effectué après cette double fixation.

La fermeture externe participe à la fixation en solidarisant la partie extra-articulaire à la face profonde de la lèvre postérieure du fascia lata reconstituant ainsi une anatomie normale où fibres superficielles et profondes du fascia lata sont solidaires.

CHIRURGIE DES LÉSIONS FRAÎCHES DU LCA

Cette chirurgie a débuté dans les années 1950 où Palmer et O'Donoghue préconisaient la suture simple du LCA. Trente ans plus tard, 60 % des genoux restèrent stables, soit l'équivalent du traitement conservateur.

Le renforcement des sutures fut alors envisagé (par autogreffe ou prothèse, par plastie d'addition externe ou plastie mixte). Malgré une amélioration nette des résultats, certains éléments restaient péjoratifs : intervention en urgence, nécessité d'incisions multiples, complexité opératoire accrue, renforts volumineux encombrant l'échancrure.

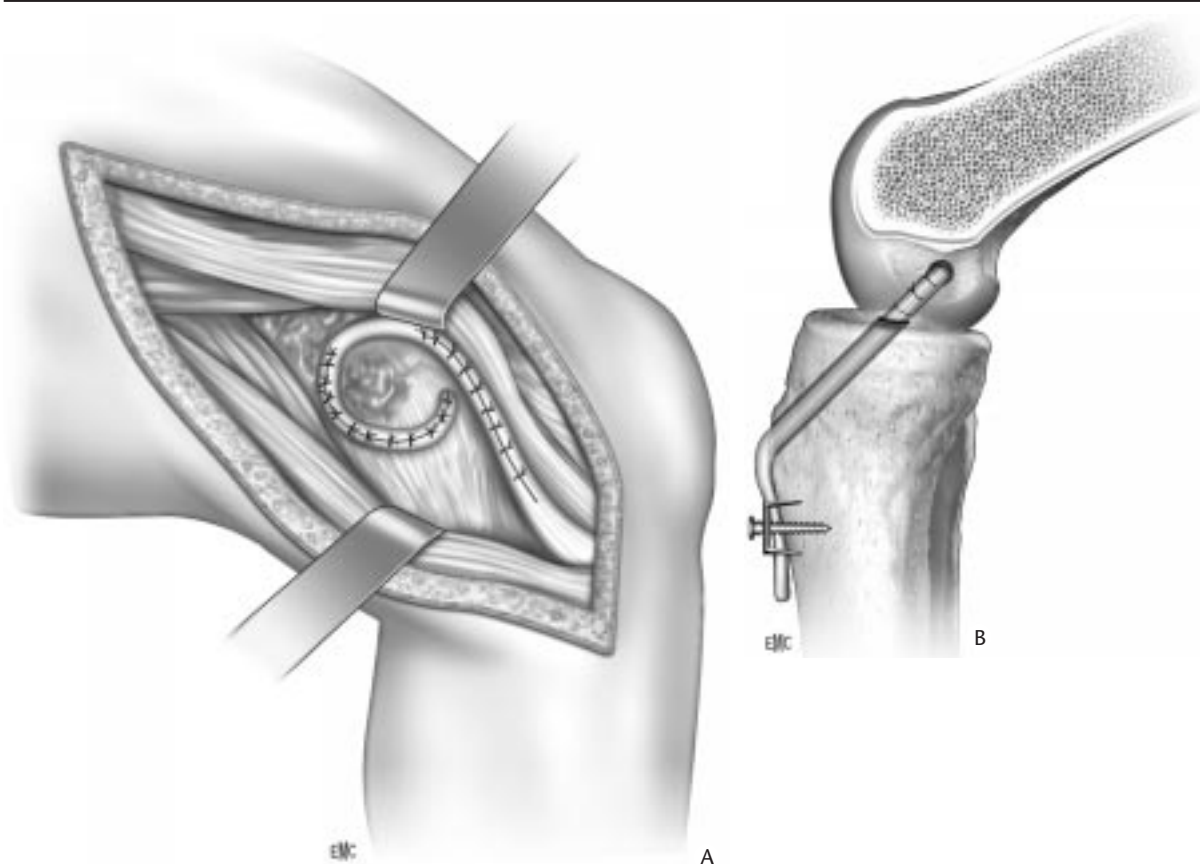
C'est pourquoi la suture en urgence (renforcée ou non) fut progressivement supplantée par la plastie de reconstruction d'emblée dans les années 1990^[43]. Cette évolution ne justifiant plus d'intervenir en urgence a amené tout naturellement au concept de chirurgie différée après récupération fonctionnelle. Ce qui, dans le cas des ruptures isolées, permet de simplifier notablement les suites opératoires.

Techniques de sutures renforcées

Quelques auteurs y sont encore favorables lorsque la rupture siège au voisinage de l'insertion ou quand il s'agit d'une désinsertion fémorale vraie. Leur credo est le rétablissement d'une véritable proprioceptivité et une amélioration de la revascularisation du néo-LCA en raison de la conservation d'un environnement synovial et vasculaire. Elle est généralement renforcée par un greffon ischiojambier. La technique de Marshall est la technique de suture la plus utilisée.

TECHNIQUE DE MARSHALL

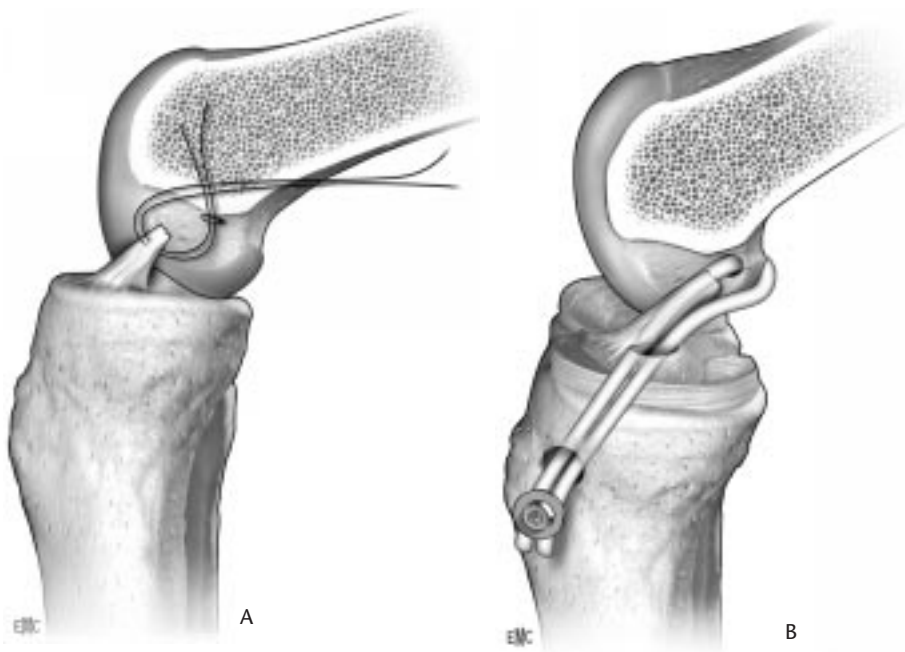
Par une arthrotomie antéro-interne, le moignon du LCA est fauflé par plusieurs fils en « U » étagés. Une contre-incision postéroexterne permet de forer le condyle externe à la mèche de 3,5 mm vers



27 Plastie mixte intra- et extra-articulaire avec double transplant ischiojambier-fascia lata (technique de Zarins modifiée).

A. Portion extra-articulaire externe et pénétration transcondylienne.

B. Portion intra-articulaire et fixation tibiale.



28 Technique de suture renforcée.

A. Réinsertion du moignon du ligament croisé antérieur selon la technique de Marshall : la moitié des fils de suture est attirée par la boucle au travers du tunnel transcondylien postérieur ; revenir « over the top » pour se nouer avec l'autre moitié.

B. Renforcement au semitendinosus. Technique du sandwich (Brémant) : les deux jambages ensèrent le ligament croisé antérieur suturé.

l'insertion condylienne du LCA. La moitié des brins est alors passée au travers du tunnel, l'autre moitié passant en arrière du condyle *over the top*. Les brins noués entre eux à la face externe du condyle permettent à la fois d'attirer le moignon vers le haut et de le plaquer sur son insertion anatomique à la face axiale du condyle (fig 28A).

ISCHIOJAMBIERS

Ils ont été utilisés pour renforcer des sutures fraîches. Pédiculés en haut ou en bas, utilisés en tant que greffe libre, à simple, double, triple ou quadruple associés avec d'autres transplants (fascia lata ou prothèse de renforcement) passés selon un trajet *over the top* ou dans

un tunnel fémoral, toutes les formules ont été tour à tour proposées [44, 127].

En France, Brémant a présenté en 1990, à l'occasion du symposium de la SOFCOT sur les lésions ligamentaires fraîches [80], une technique dite du *sandwich* : le semi-tendineux est passé en boucle autour du condyle externe, dans le tunnel fémoral et en *over the top*, comme dans les réinsertions du LCA par suture. Les deux jambes de ce transplant qui sont intra-articulaires ensèrent le moignon dans l'échancrure puis empruntent un tunnel tibial unique à la sortie duquel elles sont fixées par agrafes. Ce tunnel tibial émerge légèrement en avant et en dedans de l'insertion basse du LCA qu'il respecte (fig 28B).

Plasties palliatives d'emblée

En l'absence de particularités techniques liées à la notion de lésions fraîches, il faut se référer au chapitre des lésions chroniques. Le choix du transplant demande toutefois une réflexion en fonction du délai entre l'accident et l'intervention.

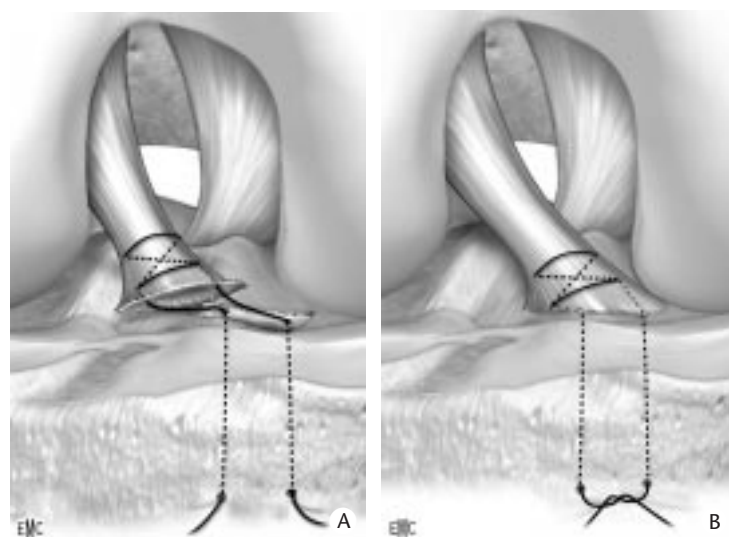
- La réparation d'une rupture isolée du LCA peut être différée après une récupération fonctionnelle suffisante. Elle est traitée par la technique utilisée habituellement pour les lésions chroniques.
- Si le profil du patient est particulier ou si l'existence de lésions périphériques graves associées imposent un geste en urgence, on s'oriente vers un transplant respectant l'appareil extenseur, surtout si les suites opératoires nécessitent une immobilisation. En effet, dans ces interventions précoces, le risque de raideur ou d'algodystrophie est élevé, surtout en cas de prélèvement aux dépens du tendon rotulien^[127]. Dans ce contexte, nous conseillons, soit une reconstruction intra-articulaire aux ischiojambiers^[155], soit une technique mixte avec double transplant ischiojambier-fascia lata^[78]. Cette dernière nous semble particulièrement indiquée s'il existe des lésions périphériques externes à réparer (poplité, LLE...).

Repositionnement d'un arrachement osseux tibial

Il s'agit d'une lésion classique dont l'indication opératoire est formelle quand le fragment est déplacé, même si les fibres ligamentaires ont pu subir une déformation plastique au moment du traumatisme.

Le fragment qui correspond à la surface préspinale est remplacé sur sa zone de contact spongieux, parfois en réalisant une petite logette pour une éventuelle retension. La fixation peut être réalisée sous arthroscopie en utilisant un ou plusieurs fils non résorbables, passés en « U » au travers du fragment et de l'insertion basse du LCA. Deux tunnels partant de la corticale antéro-interne du tibia et aboutissant dans la zone fracturaire sont forés à la mèche de 3,5 mm. Les brins de fil sont alors récupérés à l'aide d'une boucle de fil d'acier et sont noués sur la corticale (fig 29). La fixation peut aussi se faire par miniarthrotomie à l'aide d'une vis, d'une agrafe ou d'une suture appuyée au fil métallique.

Dans le cas particulier de l'enfant^[143], le risque d'épiphysiodèse pourrait justifier une fixation de moindre solidité par agrafage ou petits clous de type Smilie avec des précautions postopératoires importantes. La réalisation de deux tunnels à la mèche de 2 mm ne



29 Ostéosynthèse de l'avulsion tibiale du ligament croisé antérieur.
A. Mise en place des fils en rappel.
B. Suture.

représente qu'un risque extrêmement minime de soudure cartilagineuse à condition qu'elle soit faite en une fois. Ce qui autorise une suture appuyée.

Chirurgie de reprise après échec de ligamentoplastie intra-articulaire

Si certaines reprises ne sont guère plus délicates que des interventions de première intention, il n'en est pas de même pour toutes et cette chirurgie peut poser des problèmes extrêmement embarrassants. Il est donc nécessaire de programmer ce type d'intervention en s'appuyant sur une documentation clinique et radiologique préopératoire qui permet d'établir un bilan anatomique local dont dépendent étroitement le geste chirurgical et ses suites opératoires. Dans ce but, il est utile d'obtenir :

- le compte rendu opératoire initial ;
- une imagerie par résonance magnétique (IRM) qui, malgré les possibles artefacts, permet d'évaluer l'état du transplant mais aussi du cartilage et des structures méniscoligamentaires ;
- un scanner qui apprécie au mieux la localisation et la conformation des anciens tunnels ;
- une éventuelle scintigraphie si une algodystrophie est suspectée et fait alors repousser l'intervention.

ÉTIOLOGIE DES ÉCHECS

- La faillite du transplant (autogreffe ou prothèse) est la cause la plus fréquente avec une laxité persistante ou récidivée après la première ligamentoplastie. Certaines insuffisances peuvent survenir précocement (avant le troisième mois postopératoire) : fracture ou arrachement d'un bloc osseux après transplant rotulien, débricolage du système de fixation avec glissement insidieux du transplant.
- L'existence d'une atteinte ligamentaire périphérique (verrou postéroexterne ou postéro-interne) mal contrôlée initialement peut expliquer la dégradation d'un premier transplant. Elle ne doit pas rester méconnue.
- Un conflit antérieur peut associer un fessum, des douleurs et parfois la sensation d'un ressaut mécanique intra-articulaire. Ses causes sont une tension excessive du transplant, une malposition des orifices articulaires des tunnels (anisométrie, anomalies par rapport à l'échancrure), un transplant trop volumineux pour l'échancrure parfois elle-même sténosée, ou enfin une interposition antérieure (syndrome du cyclope).
- Une lésion méniscale peut être la principale manifestation clinique ; mais sa survenue traduit en fait l'existence d'une insuffisance du verrouillage articulaire et sa résection peut aboutir à une réelle instabilité secondaire.
- Les symptômes fémoropatellaires gênent considérablement l'indication opératoire, quelle que soit leur cause :
 - cartilagineuse : chondropathie contemporaine de l'accident initial ou due à un fessum ;
 - osseuse : fissure ou fracture rotulienne après prélèvement du greffon ;
 - tendineuse : rupture partielle du tendon restant ou tendinite après kinésithérapie inadaptée ;
 - cicatricielle : fibrose du Hoffa souvent associée à une rotule basse, parfois dans le cadre d'une algodystrophie.
- L'atteinte dégénérative fémorotibiale peut aller de la chondropathie modeste à la véritable arthrose ; elle peut être liée à l'évolution naturelle de la traumatologie initiale mais aussi à l'iatrogénie des interventions préalables (ménisectomie ancienne ou laxité insuffisamment contrôlée).

L'analyse de ces éléments aboutit à une discussion préopératoire avec le patient pour délimiter les symptômes ou lésions améliorables

par une nouvelle intervention en précisant clairement ceux qui ne rentrent pas dans les objectifs de cette chirurgie. Si, le plus souvent, la stabilité peut être améliorée, il n'en est pas de même des douleurs d'ordre dégénératif qui persistent fréquemment quel que soit le traitement effectué. En tout état de cause, les objectifs sont moins ambitieux que pour la chirurgie de première intention ; le but est prioritairement de rétablir les conditions d'une activité quotidienne normale sans pouvoir garantir la reprise du sport au meilleur niveau. Enfin, le patient doit être également informé des suites opératoires plus délicates et des délais de récupération plus longs qu'après une ligamentoplastie de première intention.

ARTHROSCOPIE OU CHIRURGIE CONVENTIONNELLE ?

Ce choix dépend des difficultés techniques prévisibles et de l'expérience de l'opérateur dont l'objectif est avant tout de se mettre dans les meilleures conditions de confort opératoire.

L'utilisation des incisions précédentes, même au prix d'un décollement cutané, est préférable à la réalisation d'incisions multiples. En fait, le choix de l'abord dépend étroitement du choix du transplant choisi pour cette reprise.

CHOIX DU NOUVEAU TRANSPLANT

– Les allogreffes sont peu utilisées en France en raison des difficultés d'obtention. Dans d'autres pays, elles sont le transplant de choix de la chirurgie de reprise. Prélevées à partir du tendon rotulien ou du tendon d'Achille cryoconservés, elles rendent le geste chirurgical beaucoup plus simple avec des suites plus faciles. Leur volume permet de combler des défauts osseux conséquents. Leurs inconvénients résident dans une réhabilitation plus lente [46, 56, 73] avec une fiabilité à long terme qui n'est pas encore clairement définie, sans négliger le risque exceptionnel de transmission d'affections virales [21].

– Les autogreffes peuvent provenir d'un transplant rotulien ou ischiojambier homo- ou controlatéral. S'il s'agit d'un échec de ligamentoplastie artificielle, le tendon rotulien est bien sûr disponible. Si l'échec survient après chirurgie au tendon rotulien, le choix se fait entre les ischiojambiers homolatéraux ou parfois le tendon rotulien controlatéral.

Selon les gestes associés nécessaires, des prélèvements multiples sont envisageables (par exemple : un tendon rotulien controlatéral pour le LCA et un semi-tendineux homolatéral pour le renforcement du plan interne).

ABLATION DU MATÉRIEL PRÉCÉDENT

– Après plastie autologue, l'ablation concerne les vis d'interférence parfois de fabrication ancienne ou peu utilisées. Il faut essayer de se procurer le tournevis adéquat pour éviter de foirer la tête de vis. La

récupération de la vis intra-articulaire est parfois difficile malgré une pince préhensive. Cependant, si une vis métallique ou une agrafe corticale ne siègent pas sur le nouveau trajet, leur ablation est inutile surtout quand elle risque d'entraîner une perte de substance osseuse préjudiciable à une bonne fixation du nouveau transplant.

– Après ligamentoplastie artificielle, son exérèse en monobloc ou en deux parties est généralement possible avec le Dacron®, ce qui ne l'est pas toujours avec d'autres prothèses qui s'effilochent ou se fragmentent. Les conséquences inflammatoires et dégénératives des particules de relargage incrustées dans la synoviale [132] peuvent parfois justifier d'une synovectomie en fonction de l'aspect macroscopique. L'ablation des agrafes à l'aide d'un système spatulé permettant de faire levier n'est pas toujours aisée et peut être source de complication : impaction de la corticale osseuse au point d'appui, arrachement osseux localisé, fracture partielle du matériel, voire impossibilité d'ablation. Les chevilles carbonées peuvent être démontées en brisant avec des mèches de taille croissante le système de verrouillage central. Après ablation du matériel d'ancrage, la saisie des extrémités prothétiques par une pince autobloquante assure la prise la plus efficace pour leur extirpation. Cette chirurgie devient de plus en plus rare en raison du vieillissement de la population ayant fait l'objet de ligamentoplastie synthétique.

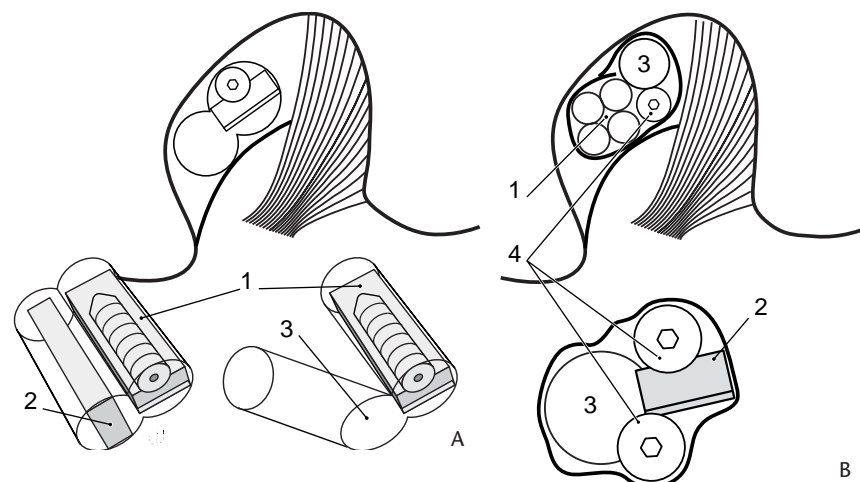
– Si l'ablation des éléments de la première intervention laisse subsister une perte de substance osseuse majeure [154], une greffe au besoin iliaque doit être envisagée dans un premier temps. La nouvelle ligamentoplastie est repoussée après reconstitution du stock osseux.

STRATÉGIE VIS-À-VIS DU TUNNEL FÉMORAL

Lorsque aucun tunnel n'a encore été creusé dans le fémur, ce qui est le cas après ablation d'un ligament artificiel placé *over the top*, la situation est la plus facile et revient à une chirurgie de première intention. En revanche, la plupart du temps il est nécessaire de corriger un ancien trajet généralement trop antérieur et/ou trop médian. Cette correction ne pose pas trop de problème sauf en cas d'ostéolyse, celle-ci se voyant plus souvent après ablation de ligament artificiel qu'après transplant autogène ; dans ce dernier cas, la conduite dépend de l'importance de la perte de substance et de sa topographie par rapport au tracé du nouveau tunnel. Il y a quatre cas de figure possibles :

- pas de recoupement entre l'ancien et le nouveau tunnel ;
- recoupement à l'orifice d'entrée, mais le nouveau tunnel diverge ensuite en zone saine ;
- recoupement de la totalité du trajet en « canon de fusil » ;
- ostéolyse massive.

On peut, si nécessaire, proposer les procédés suivants (fig 30A, B) :



30 Reprise après échec de ligamentoplastie : stratégie vis-à-vis du tunnel fémoral.

A. En cas d'absence de recoupement ou de recoupement partiel de l'ancien et du nouveau trajet. 1. Bloc osseux du nouveau transplant rotulien ; 2. greffe osseuse dans le tunnel confluent ; 3. tunnel divergent : pas de nécessité de greffe.

B. En cas de confluence des deux trajets ou d'ostéolyse massive. 1. Avec nouveau transplant aux ischiojambiers ; 2. avec nouveau transplant rotulien surdimensionné ; 3. avec greffon osseux ; 4. vis d'interférence.

– le surdimensionnement du bloc tibial si le nouveau greffon est muni de blocs osseux afin de combler au mieux la cavité. La vis d'interférence est insérée de façon à refouler le tendon dans la zone la plus « anatomique » ;

– l'utilisation d'une seconde vis d'interférence et/ou d'une vis plus large pouvant être associée à l'artifice précédent ;

– le prélèvement d'un greffon osseux par carottage ou à défaut par découpe directe à la scie sur la corticale antéro-interne du tibia permettant de combler le defect, ce qui est particulièrement intéressant quand le greffon est purement tendineux.

Dans ces reprises, la réalisation du tunnel fémoral de dehors en dedans peut être intéressante :

– pour creuser le nouveau tunnel dans un axe impossible à réaliser par visée arthroscopique ;

– pour reproduire un trajet *over the top* dans les rares cas où le trajet initial trop postérieur aurait délabré la corticale ;

– pour fixer le nouveau transplant sur la corticale externe par agrafage ou sur vis de rappel.

STRATÉGIE VIS-À-VIS DU TUNNEL TIBIAL

Comme au fémur, les ostéolyses sont plus fréquentes sur ligament artificiel, et l'ostéolyse du néotunnel peut être aggravée par une déminéralisation globale métaphysaire (après algodystrophie par exemple). Cet élargissement du tunnel tibial peut prendre plusieurs aspects : régulier et cylindrique, fusiforme et ballonné, ou enfin conique à base articulaire. Les artifices palliatifs sont superposables à ceux décrits au fémur. Mais si le defect est large à l'orifice intra-articulaire, comme dans le cas d'un cône, il est préférable de le greffer par arthrotomie.

ANCrages

La solidité de l'ancrage est un point critique des reprises. Dans les cas difficiles, l'ancrage dépend du type de transplant utilisé. En cas de transplant rotulien, l'ostéosynthèse du nouveau bloc osseux demande à être particulièrement sécurisé. En cas de transplant ischiojambier, la situation est mécaniquement plus favorable permettant de faire appel au concept de « double fixation » que nous avons développé (cf supra). Au niveau tibial, il faut particulièrement se méfier d'une densité osseuse médiocre, même en l'absence de perte de substance radiologique.

SUITES OPÉRATOIRES

Les protocoles de rééducation sont les mêmes qu'après ligamentoplastie de première intention mais sont personnalisés en fonction des constatations peropératoires et des techniques utilisées. Cette rééducation doit, par principe, être moins agressive s'il existait un épanchement préopératoire ou des séquelles trophiques. Enfin, l'évolution postopératoire guide bien sûr la rééducation car les délais d'indolence et d'assèchement articulaire sont habituellement majorés, augmentant d'autant l'utilisation de contention souple et de cannes.

Gestes chirurgicaux associés

TRAITEMENT DES LÉSIONS LIGAMENTAIRES ASSOCIÉES

■ Lésions fraîches

Dans la plupart des cas, les lésions périphériques internes ou externes de gravité moyenne sont traitées de façon conservatrice. Si un traitement orthopédique est indiqué et qu'il est suivi d'une cicatrisation satisfaisante, on se retrouve dans le cas de figure d'une lésion isolée du LCA. Des lésions plus sévères pourront requérir une

chirurgie réparatrice rapide qui reste une chirurgie difficile et mal codifiée avec des suites fonctionnelles délicates, de sorte que certains préfèrent repousser au stade chronique l'indication d'un renforcement palliatif [72]. Les cas de figure les plus difficiles associant des lésions périphériques graves avec la rupture des deux ligaments croisés sortent du cadre de notre propos. Signalons simplement qu'une parfaite connaissance de l'anatomie et qu'une maîtrise de la chirurgie ligamentaire sont nécessaires. Par ailleurs, le risque d'un temps opératoire excessif impose parfois de repousser au stade chronique la reconstitution d'un des ligaments croisés.

■ Lésions chroniques

Elles touchent le plus souvent le plan ligamentaire interne. Un renforcement peut être envisagé en cas de laxité très importante (dépassant + + au *testing*) ou quand cette laxité persiste en extension après reconstruction du LCA [72]. Ce dernier point (laxité résiduelle en valgus) représente, à notre avis, une cause d'échec sous-estimée des plasties du LCA en raison de la nécessaire complémentarité des verrous central et périphérique. L'utilisation préférentielle du semitendinosus pour cette chirurgie fait que la reconstruction du LCA dans ce type de double indication fait appel au tendon rotulien.

Un renforcement périphérique externe peut être programmé en cas de laxité en varus. Les difficultés et les limites de la chirurgie du point d'angle postéroexterne et du poplité sont connues et on préfère, dans les formes graves, une ostéotomie tibiale de valgisation qui trouve là sa seule véritable indication en chirurgie ligamentaire du genou en l'absence d'arthrose constituée. Pour la plastie externe, nous préférons le tendon rotulien décrit précédemment au fascia lata. Il présente en outre l'avantage d'associer au contrôle de la rotation, un effet antivarus sur le genou en extension.

TRAITEMENT DES LÉSIONS MÉNISCALES

La préservation méniscale, élément primordial du résultat à long terme, doit être considérée comme une priorité, aussi bien dans les lésions fraîches que dans les lésions chroniques.

Dans les lésions récentes du LCA, l'existence d'une large désinsertion méniscale appréciée à l'IRM peut être un argument supplémentaire pour une chirurgie de reconstruction précoce (mais non urgente) [36]. La suture méniscale associée à la réparation permet de bonnes perspectives de cicatrisation chez les sujets les plus jeunes. Il est cependant connu que certaines de ces lésions cicatrisent spontanément. En cas de lésions ligamentaires périphériques chirurgicales, la réparation méniscale fait partie intégrante du traitement.

Dans les cas de laxité antérieure chronique, le traitement des lésions méniscales renvoie au chapitre correspondant de l'Encyclopédie médico-chirurgicale. Les limites de la conservation peuvent être poussées plus loin que pour les lésions isolées. Nombre d'entre elles peuvent être négligées si le genou récupère une parfaite stabilité [82]. En pratique, les languettes isolées ou les « anses de seau » chroniques et remaniées sont excisées. Les lésions postérieures luxables sous le condyle au palpeur sont suturées.

Cas particuliers

GONARTHROSE ET LAXITÉ ANTÉRIEURE

■ Principes

L'association d'une ostéotomie de valgisation à une reconstruction ligamentaire peut être envisagée essentiellement quand, en plus de son instabilité, le patient présente une décompensation douloureuse d'une arthrose compartimentaire interne sur un morphotype en varus [16, 49].

Si l'arthrose interne est avancée et essentiellement douloureuse mais avec une disparition de l'instabilité (en raison des modifications

cinétiques articulaires de l'arthrose ou de la diminution des activités), il est licite de se limiter à une ostéotomie sans reconstruction ligamentaire.

Enfin, quand la gonarthrose est bicompartimentaire et/ou lorsque une ménisectomie externe a été réalisée, il faut éviter l'ostéotomie. Mais si l'atteinte prédomine en interne, une ostéotomie de normocorrection peut être proposée tout en prévenant le patient du risque de dégradation ultérieure quasi inévitable.

■ Techniques

Quelle que soit la technique de l'ostéotomie tibiale de valgisation, sa réalisation précède toujours le geste ligamentaire. Deux éléments nous paraissent importants :

- il est préférable d'effectuer une normocorrection pour éviter une hypercorrection en valgus mal ressentie sur le plan fonctionnel chez le sportif encore actif ;

- sa fixation ne doit pas gêner le creusement du tunnel tibial.

Une ostéotomie de soustraction externe est ostéosynthésée avec une plaque vissée ou une lame-plaque latérale dont la fixation épiphysaire (vis ou lame) est plutôt dirigée vers l'arrière. Les agrafes, elles aussi peu encombrantes, peuvent être employées indifféremment dans les ostéotomies curviplanes ou par soustraction externe.

L'ostéotomie curviplane a notre préférence bien qu'elle ne soit pas classique dans ce type d'indication en raison de l'absence de résection osseuse et de son effet de retension sur le LLI qui peut être utile en cas de laxité interne associée.

Ces deux techniques sont préférables à une ostéotomie d'addition interne qui crée un defect osseux en regard du futur tunnel tibial.

LAXITÉ ANTÉRIEURE CHEZ L'ENFANT

De nombreuses techniques ont été proposées pour éviter ou limiter le passage des tunnels au travers des cartilages de croissance.

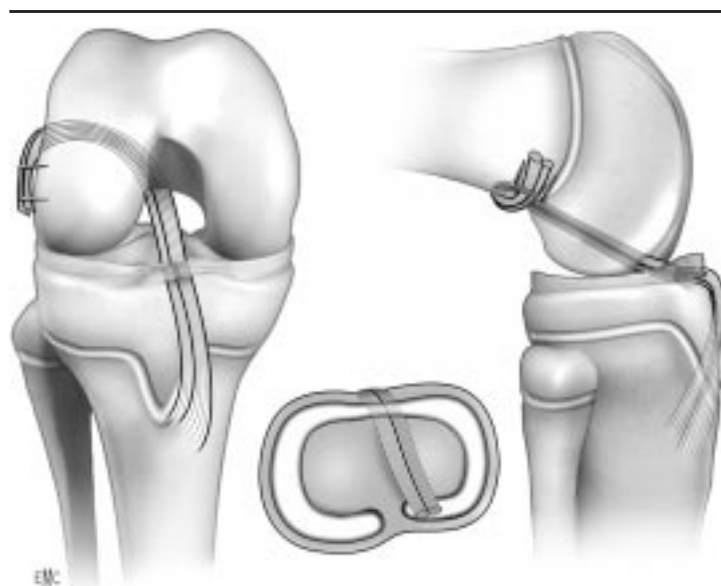
- La plastie extra-articulaire au fascia lata élimine le ressaut mais ne peut être considérée actuellement que comme une solution d'appoint temporaire.

- Les plasties intra-articulaires utilisant le tendon rotulien [17, 115], le fascia lata [143], les ischiojambiers [111, 136] comportent la plupart des imperfections sur la qualité mécanique du transplant, l'emplacement des points d'attache ou la solidité de l'ancrage. L'adjonction d'un renfort externe au fascia lata améliore les résultats anatomiques et diminue la proportion d'échecs qui reste malgré tout plus élevée que dans la chirurgie de l'adulte.

En pratique, la stratégie chirurgicale doit être adaptée au stade de croissance qui repose sur un bilan complet : radiographies du genou, âge osseux, courbe de croissance des années précédentes, taille des parents et de la fratrie éventuelle (référence peut être faite à l'atlas de Greulich et Pyle [66] et aux courbes de croissance selon Green et Anderson [65]). Trois cas sont possibles :

- le grand adolescent à cartilages visibles mais à croissance terminée pour qui les méthodes chirurgicales sont les mêmes que chez l'adulte ;

- l'adolescent avec une faible perspective de croissance (quelques centimètres) : le creusement d'un tunnel au travers de la plaque de conjugaison ne semble pas pouvoir donner lieu à une épiphysiodèse, à condition d'être comblé par un transplant tendineux [112, 128, 143, 166]. Ceci proscriit l'utilisation du tendon rotulien d'autant que son prélèvement pourrait encore à ce stade exposer à une soudure prématurée de la tubérosité tibiale. La fixation est, dans la mesure du possible, indirecte à la sortie des tunnels. Au fémur, la suspension au plafond d'un tunnel borgne (cf supratechnique aux ischiojambiers) est particulièrement indiquée. Si une fixation intratunnellaire s'avère nécessaire, la vis doit être courte pour ne pas chevaucher la plaque épiphysaire. Il est bien sûr exclu de greffer ;



31 Cas particulier de l'enfant. Technique de Brief modifiée par Parker et Drez avec utilisation des ischiojambiers pédiculés.

- le grand enfant dont la croissance n'est pas terminée : l'innocuité de la traversée des épiphyses à cet âge n'est pas certaine. Il faut préférer le traitement conservateur limitant les sports à risque en s'aidant d'une orthèse jusqu'à maturation suffisante.

Le traitement chirurgical doit être réservé aux instabilités dans la vie quotidienne ou dans le choix délibéré (des parents) de poursuivre la pratique sportive de haut niveau. La technique que nous préconisons est celle de Brief modifiée par Parker et Drez [17, 136]. Le gracilis et le semitendinosus sont prélevés pédiculés sur leur insertion tibiale. Le greffon pénètre l'articulation en contournant le rebord antérieur du tibia sous la corne antérieure du ménisque interne et le ligament jugal. Ce passage se fait en encastrant le transplant dans un sillon assez profond respectant la plaque épiphysaire. Il se dirige vers l'insertion tibiale anatomique du LCA, puis traverse l'échancrure et perfore la capsule pour contourner le rebord postérieur du condyle externe (*over the top*). Parker et Drez [136] conseillent de creuser un sillon dans ce rebord pour se rapprocher du point anatomique d'insertion du LCA. Après réflexion, le transplant est fixé à la face externe de la métaphyse fémorale par agrafage (fig 31). L'association à une plastie extra-articulaire externe au fascia lata en augmente la solidité.

Indications

LAXITÉS CHRONIQUES

L'indication est facile devant le handicap majeur dû aux épisodes d'instabilité au cours des activités sportives ou professionnelles, voire dans la vie courante. Quand ces activités restent possibles, la répétition d'accidents même minimes augmente le risque d'évolution dégénérative. Les résultats de la chirurgie deviennent alors plus aléatoires.

La découverte fortuite d'une rupture du LCA (sans instabilité fonctionnelle) est rare. Elle peut se faire au cours d'un examen systématique, d'un bilan (IRM) ou à l'occasion d'un geste chirurgical autre (arthroscopie). De première intention, l'abstention s'impose. Mais l'information du patient est nécessaire pour lui expliquer les risques évolutifs ; il peut s'en dégager une éventuelle indication de reconstruction ultérieure.

■ Quelle technique proposer ?

Les ligamentoplasties intra-articulaires permettent de stabiliser la plupart des genoux.

L'indication d'une plastie externe ou le recours à une plastie mixte sont indiqués dans trois cas :

- l'existence de lésions associées périphériques externes qui entraînent un ressaut de grande amplitude et/ou une laxité en varus ;
- la présence de facteurs anatomiques prédisposant à des difficultés du contrôle du ressaut (varus épiphysaire marqué ou une hyperlaxité avec recurvatum) ;
- la nécessité d'assurer le résultat d'une reprise chirurgicale.

LÉSIONS FRAÎCHES

L'indication opératoire et son délai par rapport à l'accident initial sont plus complexes. Ils doivent être envisagés à trois niveaux.

■ **Traitement conservateur ou intervention d'emblée ?**

Le traitement conservateur et l'évolution naturelle des ruptures du LCA aboutissent à un certain pourcentage de genoux stables y compris à long terme en raison de la possible cicatrisation du moignon tendineux en « nourrice » sur le LCP ou sur le condyle externe [35, 36]. Inversement, il est important d'éviter l'apparition de lésions méniscales dont 50 % sont amorcées à l'occasion de la rupture ligamentaire ou au cours de l'année suivante [36].

Ce dernier argument nous semble suffisant pour justifier une reconstruction de principe dès que le sujet est confronté à des activités sportives ou professionnelles contraignantes, comportant un risque prévisible de décompensation à court terme. Bien qu'il n'y ait pas d'urgence devant une lésion isolée récente du LCA, l'excellente « image de marque » de cette intervention amène les patients (surtout sportifs) à demander une reconstruction précoce (avant que l'instabilité n'apparaisse).

■ **En cas d'intervention, dans quel délai opérer ?**

La forte proportion de raideurs et d'algodystrophies rapportée après intervention en « urgence » (surtout avec des transplants rotuliens) a guidé la tendance actuelle à différer la ligamentoplastie de 3 à 4 semaines pour que le genou récupère une fonction suffisante [84, 102, 160]. Quelques rares auteurs jugent ce risque surestimé et proposent des gestes presque immédiats, essentiellement chez les sportifs. Nous pensons qu'il ne doit pas y avoir d'arbitraire quant au délai et que l'objectif doit être d'intervenir sur un genou sec, souple, bien musclé et indolore de sorte que la chronologie est variable d'un sujet à l'autre.

Dans ce contexte, il existe deux types de patients clairement différents :

- le sédentaire dont la vie journalière ou sportive ne s'accompagne qu'occasionnellement de pratiques à risque. Les suites opératoires souvent difficiles doivent rendre prudent sur le délai d'intervention, voire sur l'indication ;
- le sportif motivé (d'autant qu'il s'agit de haut niveau ou de professionnel) dont la récupération postopératoire est souvent rapide et simple, même dans le cadre de l'urgence.

■ **Quels types d'interventions proposer ?**

Si l'indication est différée, les techniques sont celles des laxités chroniques.

Si l'intervention est immédiate, il est préférable de s'orienter vers un transplant autre que l'appareil extenseur. Nous préférons alors dans les plasties intra-articulaires utiliser les ischiojambiers ; et dans les plasties mixtes, prélever un double transplant ischiojambier et fascia lata (selon Mac Intosh modifié).

Conclusion

Les progrès réalisés en matière de reconstruction du LCA permettent à l'heure actuelle d'espérer un résultat satisfaisant chez la plupart des patients. Il reste malgré tout délicat de promouvoir une technique chirurgicale en particulier.

Les techniques intra-articulaires pures sont les plus usitées. Le tendon rotulien est le plus employé, mais l'utilisation des ischiojambiers devient plus fréquente. Il s'agit d'une tendance actuelle mais il est impossible d'affirmer la prépondérance de l'un sur l'autre, tant sur les résultats anatomiques que fonctionnels.

Les techniques mixtes associant procédés intra- et extra-articulaires sont plus conformes à l'anatomie des lésions, qui ne sont pas limitées au seul LCA, mais sont indiscutablement plus lourdes d'où leur désaffection actuelle.

Cependant, si la stabilisation articulaire est un facteur décisif pour la prévention des phénomènes dégénératifs, elle ne peut parvenir à ce but que si les ménisques sont fonctionnels. C'est souligner l'importance de la conservation méniscale, tant curative que préventive. Il faut aussi savoir ne pas trop prolonger les délais de la reconstruction ligamentaire chez les sujets les plus utilisateurs de leurs genoux.

Malgré les améliorations observées, on ne peut prétendre à l'heure actuelle restaurer un genou entièrement normal. Aucun greffon n'a jamais la fasciculation normale d'un LCA. Par ailleurs, les études animales ont montré que les greffes perdent une proportion importante de leur force initiale, jamais retrouvée même à long terme. Enfin, il persiste toujours un déficit fonctionnel lié au prélèvement d'où qu'il provienne.

Se rapprocher de l'anatomie et de la biologie normales du LCA passe donc obligatoirement par de futurs développements [39, 40, 79, 84, 179] comme : la fabrication en laboratoire de greffes biologiques par cultures tissulaires ou de supports inducteurs de ligamentisation ; la maîtrise en chirurgie humaine des facteurs de croissance et de cicatrisation avec l'apport du génie génétique ; les progrès des techniques chirurgicales dont la fiabilité et la reproductibilité seront peut-être améliorées par les méthodes de navigation au service de robots.

Ce sont autant de voies de recherche qui vont, au cours des prochaines décennies, optimiser l'ensemble de la chirurgie ligamentaire et celle du LCA en particulier.

Références ➤

Références

- [1] Aglietti P, Buzzi R, D'Andria S, Zaccherotti G. Long-term study of anterior cruciate ligament reconstruction for chronic instability using the central one-third patellar tendon and a lateral extraarticular tenodesis. *Am J Sport Med* 1992 ; 20 : 38-45
- [2] Aglietti P, Buzzi R, Zaccherotti G, De Biase P. Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sport Med* 1994 ; 22 : 211-217
- [3] Aichroth PM, Al-Duri Z. The technique for arthroscopic-assisted ACL reconstruction with four-strand gracilis and semitendinosus. *Orthopedics* 1994 ; 3 : 219-225
- [4] Allen CR, Fox RJ, Fu FH, Rudy TW, Sakane M, Woo SL. Do bone-patellar tendon-bone and the quadruple-hamstrings tendon graft restore intact ACL function? *Arthroscopy* 1998 ; 14 (suppl 1) : 20
- [5] Almekinders LC, Moore T, Freedman D, Taft TN. Post-operative problems following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1995 ; 3 : 78-82
- [6] Amiel D, Kleiner JB, Roux RD, Harwood FL, Akeson WH. The phenomenon of "ligamentization": anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon. *J Orthop Res* 1986 ; 4 : 162-172
- [7] Anderson AF, Snyder RB, Liscomb AB. Anterior cruciate ligament reconstruction using the semitendinosus and gracilis tendon augmented by the Lasee iliotibial band tenodesis. A long-term study. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 620-626
- [8] Andrews JR, Sanders R. A mini-reconstruction technique in treating anterolateral rotary instability. *Clin Orthop* 1983 ; 172 : 93-96
- [9] Arnoczky SP, Swenson CL. Retroviral transmission by the transplantation of connective-tissue allografts. *J Bone Joint Surg Am* 1994 ; 76 : 1036-1041
- [10] Bach BR, Jones GT, Sweet FA. Arthroscopy assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon substitution 2 to 4-year follow-up results. *Am J Sport Med* 1994 ; 22 : 758-767
- [11] Ballock RT, Woo SL, Lyon RM, Hollis JM, Akeson WH. Use of patellar tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction in the rabbit: a long-term histologic and biomechanical study. *J Orthop Res* 1989 ; 7 : 474-485
- [12] Bernicker JP, Lintner DM, Bocell JR. Serial magnetic resonance imaging of the patellar tendon defect during the first year following ACL reconstruction. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 382-383
- [13] Beynnon BD, Johnson RJ, Fleming BC. The mechanics of anterior cruciate ligament reconstruction. In : Jackson DW, Arnoczky SP, Woo SL, Frank CB, Simon TM eds. The anterior cruciate ligament current and future concepts. New York : Raven Press, 1993 : 259-272
- [14] Beynnon BD, Johnson RJ, Kannus P, Kaplan M, Nichols CE, Renstrom PA et al. A prospective randomized clinical investigation of anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of the bone-patellar tendon-bone and semitendinosus-gracilis autografts. *Arthroscopy* 1998 ; 14 (suppl I) : 20
- [15] Blickenstaff KR, Grana WA, Egle D. Analysis of a semitendinosus autograft in a rabbit model. *Am J Sports Med* 1997 ; 25 : 554-559
- [16] Boileau P, Neyret P, Dejour H. Place de l'ostéotomie tibiale de valgisation associée à une plastie extra-articulaire de Lemaire dans le traitement de l'arthrose fémorotibiale interne après laxité antérieure chronique. *Rev Chir Orthop* 1993 ; 79 (suppl I) : 101
- [17] Brief LP. ACL reconstruction without drill holes. *Arthroscopy* 1991 ; 7 : 350-357
- [18] Brown CH Jr, Hecker AT, Hipp JA, Myers ER, Hayes WC. The biomechanics of interference screw fixation of patellar tendon anterior cruciate ligament grafts. *Am J Sports Med* 1993 ; 21 : 880-886
- [19] Brown CH Jr, Steiner ME, Carson EW. The use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction: technique and results. *Clin Sports Med* 1993 ; 12 : 723-756
- [20] Brown DW, Curry CM, Ruterbories LM. Evaluation of pain after arthroscopically assisted ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 1997 ; 25 : 182-186
- [21] Brückner H. A new method of reconstructing the anterior cruciate ligament. *Chirurgie* 1966 ; 37 : 413-414
- [22] Brückner H. Ein neues operatives Behndlungsprinzip für die Plastik von Seitenband und Knieschellenbandlasionen. *Zbl Chir* 1964 ; 89 : 1144-1150
- [23] Buck BE, Malinin TI. Human bone and tissue allografts: preparation and safety. *Clin Orthop* 1996 ; 303 : 8-17
- [24] Burdin P, Foulst H, Gardes P. Transplant libre du tendon rotulien pour laxité antérieure du genou. Influence de l'adjonction d'une plastie antéro-externe extra-articulaire. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 (suppl I) : 179
- [25] Burks RT, Leland R. Determination of graft tension before fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1988 ; 4 : 260-266
- [26] Buss DD, Warren RE, Wickiewicz TL, Galinat BJ, Panariello R. Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament with use of autogenous patellar ligament grafts. Results after twenty-four to forty-two months. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 1346-1355
- [27] Butler DL. Anterior cruciate ligament: its normal response and replacement. *J Orthop Res* 1989 ; 7 : 910-921
- [28] Campbell WC. Reconstruction of the ligaments of the knee. *Am J Surg* 1939 ; 43 : 473-480
- [29] Carson WG. Extra-articular reconstruction of the anterior cruciate ligament: lateral procedures. *Orthop Clin North Am* 1985 ; 16 : 191-221
- [30] Chassaing V. La ligamentoplastie palliative (technique Lemaire) pour rupture du ligament croisé antéro-externe. *Rev Chir Orthop* 1980 ; 66 (suppl II) : 523-525
- [31] Cho KO. Reconstruction of the anterior cruciate ligament by semitendinosus tenodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1975 ; 57 : 608-612
- [32] Clancy WG Jr, Nelson DA, Reider B, Narechania RG. Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg Am* 1982 ; 64 : 352-359
- [33] Coupens SD, Yates CK. MRI evaluation of the patellar tendon after use of its entral one third for ACL reconstruction. *Arthroscopy* 1991 ; 7 : 334
- [34] Cross MJ, Roger G, Kujawa P. Regeneration of the semitendinosus and gracilis tendons following their transection for repair of the ACL. *Am J Sports Med* 1992 ; 20 : 221-233
- [35] Daniel D, Akeson W, O'Connor J. Knee ligaments, function, injury and repair. New York : Raven Press, 1990
- [36] Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, Kaufman KR. Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 632-644
- [37] Dejour H, Ait Si Selmi T, Dejour D. Résultats à plus de 10 ans de 52 laxités antérieures isolées traitées par greffe libre de tendon rotulien associée à une plastie de Lemaire. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 83 (suppl II) : 87
- [38] Dupont JY, Bellier G, Houles JP, Texier J, Texier P, Mena-Dupont D. Évaluation du tendon rotulien restant après prélèvement pour reconstruction ligamentaire du genou. Étude par échographie, scanner et biopsies. *J Traumatol Sport* 1993 ; 10 : 83-101
- [39] Dye SF. The future of anterior cruciate ligament restoration. *Clin Orthop* 1996 ; 325 : 131-139
- [40] Dye SF. Overview of biologic intervention in sports medicine. *Sports Med Arthrosc Rev* 1998 ; 6 : 69-73
- [41] Ellison AE. Distal iliotibial band transfer for anterolateral rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1979 ; 61 : 330-337
- [42] Engebretsen L, Leww E, Lewis JL, Hunter RE. The effect of an iliotibial tenodesis on intraarticular graft forces and knee joint motion. *Am J Sports Med* 1990 ; 18 : 169-176
- [43] Engebretsen L. The acute repair of anterior cruciate ligament tears. In : Jackson DW, Arnoczky SP, Woo SL, Frank CB, Simon TM eds. The anterior cruciate ligament current and future concepts. New York : Raven Press, 1993 : 273-279
- [44] Engebretsen L, Benum P, Fasting O, Molster A, Strand T. A prospective randomized study of three surgical techniques for treatment of acute ruptures of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1990 ; 18 : 585-590
- [45] Engebretsen L, Lewis JL. Graft selection and consideration in ACL reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev* 1996 ; 4 : 336-341
- [46] Falconiero RP, Distefano V. Comparison of revascularization and ligamentization of autograft and allograft tissue for ACL reconstruction in humans. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 333-334
- [47] Feagin JA. The crucial ligaments: diagnosis and treatment of ligamentous injuries about the knee. New York : Churchill-Livingstone, 1990
- [48] Feagin JA, Wills RP, Lambert KL. Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patella tendon-bone versus semitendinosus anatomic reconstruction. *Clin Orthop* 1997 ; 341 : 69-72
- [49] Ferretti A, Contedua E, DeCarli A, Fontana M, Mariani PP. Osteoarthritis of the knee after ACL reconstruction. *Int Orthop* 1991 ; 15 : 367-371
- [50] Frank A. Suites à court terme des reconstructions du LCA. *Ann SFA n° 4* : 1994 ; 93-99
- [51] Frank CB, Jackson DW. The science of reconstruction of anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 : 1556-1576
- [52] Franke K. Zur behandlung von kreubandverlet Zungen des Kniegelenkes. *Mes Sport* 1974 ; 14 : 342-345
- [53] Franke K. Clinical experience in 140 cruciate ligament reconstructions. *Orthop Clin North Am* 1976 ; 7 : 191-193
- [54] Fu FH. Using bioabsorbable interference screw fixation for hamstring ACL reconstruction. *Orthop Today* 1998 ; 1 : 24-26
- [55] Fu FH, Harner CD, Vince KG. Knee surgery. Baltimore : Williams and Wilkins, 1994
- [56] Fu FH, Schulte KR. Anterior cruciate ligament surgery 1996: state of the art ? *Clin Orthop* 1996 ; 325 : 19-24
- [57] Fulkerson JP, Gossling HR. Anatomy of the knee joint lateral retinaculum. *Clin Orthop* 1980 ; 153 : 183-188
- [58] Gacon G, Barba L, Lalain JJ, Deroche C. Résultats à plus de 10 ans de 63 plasties intra-articulaires du LCA utilisant le fascia lata (Mac Intosh). *J Traumatol Sport* 1993 ; 10 : 73-82
- [59] Galway RD, Beaupre A, MacIntosh DC. Pivot shift: a clinical of ACL insufficiency. *J Boint Joint Surg Br* 1972 ; 54 : 763
- [60] Goertzen M, Schultz KP. Plastie isolée intra-articulaire au semitendinosus ou plastie combinée intra- et extra-articulaire dans les laxités antérieures chroniques du genou. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 : 113-117
- [61] Gomes JL, Marczyk LS. Anterior cruciate ligament reconstruction with a loop or double thickness of semitendinosus tendon. *Am J Sports Med* 1984 ; 12 : 199-203
- [62] Goradia V, Grana WA, Egle D. Biomechanics of endoscopic fixation in ACL reconstruction: semitendinosus vs patellar tendon grafts. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 383-384
- [63] Graf B, Uhr F. Complications of intra-articular anterior cruciate reconstruction. *Clin Sport Med* 1988 ; 7 : 835-848
- [64] Graf BK, Vanderby R. Autograft reconstruction of the anterior cruciate ligament placement, tensioning and preconditioning. In : Jackson DW, Arnoczky SP, Woo SL, Frank CB, Simon TM eds. The anterior cruciate ligament current and future concepts. New York : Raven Press, 1993 : 281-289
- [65] Green WJ, Anderson M. Experiences with epiphyseal arrest in correcting discrepancies in length of the lower extremities infantile paralysis. *J Bone Joint Surg* 1947 ; 29 : 659-675

- [66] Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Stanford university press, 1959
- [67] Grood ES, Walz-Hasselfeld KA, Holden JR. The correlations between anteroposterior translation and cross-sectional area of ACL reconstructions. *J Orthop Res* 1992 ; 10 : 878-885
- [68] Hamada M, Shino K, Mitsuoka T. Cross sectional area measurements of the semitendinosus tendon for ACL reconstruction. *Arthroscopy* 1998 ; 14 : 696-701
- [69] Harner CD, Marks PH, Fu FH. Anterior cruciate ligament reconstruction: endoscopic versus two-incisions technique. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 503-512
- [70] Hey-Groves EW. The cruciate ligament of the knee joint: their function, rupture and the operative treatment of the same. *Br J Surg* 1920 ; 7 : 505-515
- [71] Hey-Groves EW. Operation for the repair of the cruciate ligaments. *Lancet* 1917 ; 2 : 674-675
- [72] Hillard-Sembell D, Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC. Combined injuries of the anterior cruciate and medial collateral ligaments of the knee. Effect of treatment on stability and function of the joint. *J Bone Joint Surg Am* 1996 ; 78 : 169-176
- [73] Hortsman JK, Ahmadu-Suka F, Nordin RW. Anterior cruciate ligament reconstruction: progressive histologic changes toward maturity. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 509-517
- [74] Howard ME, Cawley PW, Losse GM. Bone-patellar tendon-bone grafts for ACL reconstruction: the effect of graft pre-tensioning. *Arthroscopy* 1996 ; 12 : 287-292
- [75] Howe JG, Johnson RJ, Kaplan MJ, Fleming B, Jarvinen M. Anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps patellar tendon graft. Part I: Long-term follow-up. *Am J Sports Med* 1991 ; 19 : 447-457
- [76] Howell SM, Knox KE, Farley TE. Revascularization of a human anterior cruciate ligament graft during the first two years of implantation. *Am J Sports Med* 1995 ; 23 : 42-49
- [77] Imbert JC. Ligamentoplastie sous arthroscopie dans les laxités antérieures chroniques du genou. Technique personnelle à partir du procédé de MacIntosh. *Encycl Méd Chir* (Paris France), Instantanés Médicaux, 1984 ; 55 : 41-46
- [78] Imbert JC. Chirurgie ligamentaire du genou. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, 44-790, 1987 ; 1 : 2-8
- [79] Imbert JC. État actuel et perspective d'évolution des matériaux pour la reconstruction des ligaments croisés. *J Traumatol Sport* 1997 ; 14 : 107-112
- [80] Imbert JC. Traitement des lésions fraîches des ligaments du genou. *Rev Chir Orthop* 1991 ; 77 (suppl 1) : 127
- [81] Imbert JC, Dupré LA, Tour L, Imbert P. Clinical comparison of three different ACL reconstruction procedures: a prospective study of 2 196 cases. Communication at the 8th ESSKA congress, Nice, april 29-may 2, 1998
- [82] Imbert JC, Fayard JP. Aspect diagnostique et thérapeutique des lésions méniscales lors des laxités antérieures chroniques du genou. *J Traumatol Sport* 1984 ; 1 : 8-14
- [83] Imbert JC, Frank A. Reconstruction du ligament croisé antérieur sous arthroscopie. *Ann SFA* ; n° 4 : 1994 ; 105-108
- [84] Jackson DW, Arnoczky SP, Woo SL, Frank CB, Simon TM. The anterior cruciate ligament: current and future concepts. New York : Raven Press, 1993
- [85] Jackson DW, Jennings LD. Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament using a patellar tendon bone autograft. *Clin Sports Med* 1988 ; 7 : 785-800
- [86] Jackson DW, Lemos MJ. Autograft reconstruction of anterior cruciate ligament: bone-patellar tendon-bone. In : Jackson DW, Arnoczky SP, Woo SL, Frank CB, Simon TM eds. The anterior cruciate ligament current and future concepts. New York : Raven Press, 1993 : 259-272
- [87] Jackson DW, Schaefer RK. Cyclops syndrome: loss of extension following intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1990 ; 6 : 171-178
- [88] Jarvinen M, Natri A. Reconstruction of chronic anterior cruciate ligament insufficiency on athletes using a bone-patellar tendon-bone autograft. *Int Orthop* 1995 ; 19 : 1-6
- [89] Johnson DL, Fu FH. Anterior cruciate ligament reconstruction: why do failures occur? *Instr Course AAOS* 1995 ; 44 : 391-406
- [90] Johnson DL, Harner CD, Maday MG. Revision anterior cruciate ligament surgery. In : Fu EH, Harner CD, Vince KG eds. Knee surgery. Baltimore : Williams and Wilkins, 1994 : 877-896
- [91] Johnson RJ, Eriksson E, Haggmark T, Pope MH. Five to ten-year follow-up evaluation after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 1984 ; 183 : 122-140
- [92] Jomha NM, Raso VJ, Leung P. Effect of varying angles on the pullout strength of interference screw fixation. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 580-583
- [93] Jones KJ. Reconstruction using the central one-third of the patella ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1963 ; 45 : 925-932
- [94] Kaplan EB. The iliotibial tract. *J Bone Joint Surg Am* 1958 ; 40 : 817-832
- [95] Karlson JA, Steiner ME, Brown CH, Johnston J. Anterior cruciate ligament reconstruction using gracilis and semitendinosus tendons. Comparison of through-the-condyle and over-the-top graft placements. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 659-666
- [96] Kelberine F. Les autogreffes dans les ligamentoplasties intra-articulaires du LCA. *Ann SFA* ; n° 4 : 199439-48
- [97] Kennedy JC, Roth JH, Mendenhall HV, Sanford JB. Intra-articular replacement in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Am J Sports Med* 1980 ; 8 : 1-8
- [98] Kleiner JB, Amiel D, Roux RD, Akeson WH. Origin of replacement cells for the anterior cruciate ligament autograft. *J Orthop Res* 1986 ; 4 : 466-474
- [99] Kleipool AE, VanLoon T, Marti RK. Pain after use of the central third of the patellar tendon for cruciate ligament reconstruction 33 patients followed 2-3 years. *Acta Orthop Scand* 1994 ; 65 : 62-66
- [100] Kohn D, Rose C. Primary stability of interference screw fixation. Influence of screw diameter and insertion torque. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 334-338
- [101] Kurosaka M, Yoshiya S, Andrish JT. A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1987 ; 15 : 225-229
- [102] Kurzweil PR, Jackson DW. Chronic anterior cruciate ligament injuries. In : Fu FHHarner CDVince KG eds. *Knee surgery*. Baltimore : Williams and Wilkins, 1994 : 731-748
- [103] Lambert KL. Vascularized patellar tendon graft with rigid internal fixation for anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop* 1983 ; 172 : 85-89
- [104] Lane JG, MacFadden P, Bowden K, Amiel D. The ligamentization process: a 4-year cas study following ACL reconstruction with a semitendinosus graft. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 149-153
- [105] Larson RV, Erickson D. Complications in the use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev* 1997 ; 5 : 91-99
- [106] Lemaire M, Combelles F. Technique actuelle de plastie ligamentaire pour rupture ancienne du ligament croisé antérieur. *Rev Chir Orthop* 1980 ; 66 : 523-525
- [107] Lerat JL, Dupré LA, Tour L, Tarquini C, Dumont P. Remplacement des deux ligaments croisés avec un transplant unique provenant du système extenseur. Ligamentoplastie quadricipitale bicroisée. *Rev Chir Orthop* 1986 ; 72 : 223-226
- [108] Lerat JL, Mandrino A, Besse JL, Moya E, Brunet-Guedj E. Influence d'une ligamentoplastie extra-articulaire externe sur les résultats de la reconstruction du ligament croisé antérieur avec le tendon rotulien, avec quatre ans de recul. *Rev Chir Orthop* 1997 ; 83 : 591-601
- [109] Levin J, Spinner M, Kenin A. A comparative study of tendon to tendon and tendon to bone suture line strength. *Clin Orthop* 1966 ; 48 : 223-228
- [110] Lindemann K. Über den plastischen Ersatz Kreuzbänder durch gestielte Sehnenverpflanzung. *Z Orthop* 1950 ; 79 : 316-344
- [111] Lipscomb AB, Anderson AF. Tears of the ACL in adolescents. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 19-28
- [112] Lipscomb AB, Johnston RK, Snyder RB, Brothers JC. Secondary reconstruction of anterior cruciate ligament athletes by using the semitendinosus tendon. *Am J Sports Med* 1979 ; 7 : 81-84
- [113] Liu SII, Kabo IM, Osto L. Biomechanics of two types of bone-tendon-bone graft for ACL reconstruction. *J Bone Joint Surg Br* 1995 ; 77 : 232-235
- [114] Losee RE, Johnson TR, Southwick WO. Anterior subluxation of the lateral tibial plateau. A diagnostic test and operative repair. *J Bone Joint Surg Am* 1978 ; 60 : 1015-1030
- [115] MacCarroll JR, Rettig C, Shelbourne KD. ACL injuries in the young athlete with open physe. *Am J Sports Med* 1988 ; 16 : 44-47
- [116] MacIntosh DL, Tregonning RJ. A follow-up study and evaluation of the "over the top" repair of acute tear of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br* 1977 ; 59 : 511
- [117] McKernan DJ, Paulos LE. Graft selection. In : Fu FH, Harner CD, Vince KG eds. *Knee surgery*. Baltimore : Williams and Wilkins, 1994 : 667-678
- [118] Maeda A, Shino K, Horibe S. ACL reconstruction with multistranded autogenous semitendinosus tendon. *Am J Sports Med* 1996 ; 24 : 504-509
- [119] Manuel M, Lintner D. Biomechanical comparison of hamstrings use patellar tendon ACL reconstruction: the effect of closed-chain exercises. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 384
- [120] Marder RA, Raskind JR, Carroll M. Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 1991 ; 19 : 478-484
- [121] Marshall JL, Warren RF, Wickiewicz TL, Reider B. The anterior cruciate ligament. A technique of repair and reconstruction. *Clin Orthop* 1979 ; 143 : 97-106
- [122] Matthews LS, Lawrence SJ, Yahiro MA, Sinclair MR. Fixation strengths of patellar tendon-bone-grafts. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 76-81
- [123] Mott H. Semitendinosus anatomic reconstruction for cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop* 1983 ; 172 : 90-92
- [124] Muellner T, Kaltenbrunner W, Nolic A, Mittlboeck M, Schabus R, Vecsei V. Shortening of the patellar tendon after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1998 ; 14 : 592-596
- [125] Muller W. The knee. New York : Springer Verlag, 1983
- [126] Murakani S, Muneta T, Ezura Y. Quantitative analysis of synovial fibrosis in the infra-patellar pad before and after ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 1997 ; 25 : 29-34
- [127] Nogalski MP, Bach BR. Acute anterior cruciate ligament injuries. In : Fu FH, Harner CD, Vince KG eds. *Knee surgery*. Baltimore : Williams and Wilkins, 1994 : 679-730
- [128] Nottage WM, Matsuura PA. Management of complete traumatic anterior cruciate ligament tears in the skeletally immature patient: current concepts and review of the literature. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 569-573
- [129] Noyes FR, Butler PD, Grood ES, Zernicke PD, Hefzy M. Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee ligament repair and reconstructions. *J Bone Joint Surg Am* 1984 ; 66 : 344-352
- [130] O'Brien SJ, Warren RF, Pavlov H, Panariello R, Wickiewicz TL. Reconstruction of the chronically insufficient anterior cruciate ligament with the central third of the patellar ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1991 ; 73 : 278-286
- [131] O'Brien SJ, Warren RF, Wickiewicz TL. The iliotibial band lateral sling procedure and its effect on the results of ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 1990 ; 18 : 355-361
- [132] Olson EJ, Kang JD, Fu FH, Georgescu HI, Mason GC, Evans CH. The biochemical and histological effects of artificial ligament wear particles: in vitro and in vivo studies. *Am J Sports Med* 1989 ; 16 : 558-570
- [133] O'Neil DB. Arthroscopically assisted reconstruction of anterior cruciate ligament. A prospective randomized analysis of three techniques. *J Bone Joint Surg Am* 1996 ; 78 : 903-931
- [134] Otero AL, Hutcheson L. A comparison of the doubled semitendinosus/gracilis and central third of the patellar tendon autografts in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 143-148
- [135] Paessler HH. Neue Operationsmethod zur anatomiegerechten Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands mit der Petellarsehne. *Arthroscopie* 1997 ; 10 : 250-255
- [136] Parker AW, Drez D, Cooper JL. ACL injuries in patients with open physes. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 44-47
- [137] Paulos L, Wnorowski DC, Greenwald AE. Infrapatellar contracture syndrome: diagnostic, treatment, and long-term follow-up. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 440-449
- [138] Pie K, Baltz M, Fulkerson J. The effect of Kurosaka screw divergence on the holding strength of bone tendon bone grafts. *Am J Sports Med* 1995 ; 23 : 332-335
- [139] Pinczewski LA, Clingeleffer AJ, Sci BA. Integration of hamstring tendon graft with bone on reconstruction of the ACL. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 641-643
- [140] Pudda G, Ippolito E. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the semitendinosus tendon. *Am J Sports Med* 1983 ; 11 : 14-16
- [141] Purnell ML, Lamoreaux L. Autogenous quadriceps tendon ACL revision reconstruction long-term follow-up study. Meeting Sports Medecine, Stockholm, [abstracts book], 1995 : 65
- [142] Raab DJ, Fischer DA, Smith JP. Comparison of arthroscopic and open reconstruction of the anterior cruciate ligament: early results. *Am J Sports Med* 1993 ; 21 : 680-681
- [143] Rask BP, Micheli MJ. Knee ligament injuries and associated derangements in children and adolescent. In : Fu FH, Harner CD, Vince KG eds. *Knee surgery*. Baltimore : Williams and Wilkins, 1994 : 365-381
- [144] Robertson DR, Daniel DM, Bieden E. Soft tissue fixation to bone. *Am J Sports Med* 1986 ; 14 : 398-403
- [145] Rodeo SA, Arnoczky SP, Torzelli PA, Hidaka C, Warren RF. Tendon, healing in a bone tunnel. A biomechanical and histological study in the dog. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 1795-1803
- [146] Rosenberg TD, Deffner KT. Quadrupled semitendinosus ACL reconstruction: 5-year results in patients without meniscus loss. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 386
- [147] Rosenberg TD, Franklin JL, Baldwin GN, Nelson KA. Extensor mechanism function after patellar tendon graft harvest for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1992 ; 20 : 519-526
- [148] Rowden NJ, Sher D, Rogers GJ. ACL graft fixation: initial comparison of patellar tendon and semitendinosus autograft in young fresh cadavers. *Am J Sports Med* 1997 ; 25 : 472-478
- [149] Rubinstein RA Jr, Shelbourne KD, Vanmeter CD, MacCarroll JR, Rettig AC. Isolated autogenous bone-patellar tendon-bone graft site morbidity. *Am J Sports Med* ; 1994 ; 22 : 324-327
- [150] Ruland CM, Freidman MJ, Kollias SL. Arthroscopic reconstruction of "isolated" ACL tears: a comparison of the patellar tendon and the double-loop semitendinosus, gracilis autografts. *Arthroscopy* 1996 ; 12 : 348-389
- [151] Sachs RA Jr, Daniel DM, Stone ML, Garfein RF. Patellar femoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1989 ; 17 : 760-765

- [152] Saddemi SR, Frogameni AD, Fenton PJ, Hartman J, Hartman W. Comparison of perioperative morbidity of anterior cruciate ligament autografts versus allografts. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 519-524
- [153] Scranton PE, Lanzer WL, Ferguson MS. Mechanisms of ACL neovascularization and ligamentization. *Arthroscopy* 1998 ; 14 : 702-716
- [154] Seeman MD, Steadman JR. Tibial osteolysis associated with GoreTex grafts. *Am J Knee Surg* 1993 ; 6 : 118-123
- [155] Sgaglione NA, Warren RF, Wickiewicz TL, Gold DA, Panariello RA. Primary repair with semitendinosus tendon augmentation of acute anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med* 1990 ; 18 : 64-73
- [156] Shaffer BS, Tibone JE. Patellar tendon length change after anterior cruciate ligament reconstruction using the midthird patellar tendon. *Am J Sports Med* 1993 ; 21 : 449-454
- [157] Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1990 ; 18 : 292-299
- [158] Shelbourne KD, Rettig AC, Hardin G, Nakagawa S. Miniarthrotomy versus arthroscopic assisted anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 72-75
- [159] Shelbourne KD, Rubinstein RA Jr, Vanmeter CD, MacCarroll JR, Rettig AC. Correlation of remaining patellar tendon width with quadriceps strength after autogenous bone, patellar tendon, bone anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 774-777
- [160] Shelbourne KD, Trumpet RV. Preventing anterior knee pain after ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 1997 ; 25 : 41-47
- [161] Shino K, Nakagawa S, Inoue M, Horibe S, Yoneda M. Deterioration of patellofemoral articular surfaces after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1993 ; 21 : 206-211
- [162] Shino K, Nakata K, Horibe S. Quantitative evaluation after arthroscopic ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 1993 ; 21 : 609-616
- [163] Simonian PT, Cooley VJ, Deneka D. Assessment of morbidity of semitendinosus and gracilis tendon harvest for ACL reconstruction. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 382
- [164] Snyder-Mackler L, Delitto A, Bailey SL, Stralka SW. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1995 ; 77 : 1166-1173
- [165] Sommer CJ, Friederich NF, Muller W. Anterior knee pain after reconstruction of injury to the ACL: the adherent patellar ligament (Vorderer Knieschmerz nach VKB Ersatzplastik : das adherente Ligamentum Patellae). *Chescheiz Z Sportmed Sport Traumatol* 1997 ; 45 : 25-27
- [166] Specchiulli F, Laforgia R, Mocci A. Anterior cruciate ligament reconstruction. A comparison of 2 techniques. *Clin Orthop* 1995 ; 311 : 142-147
- [167] Stadelmaier DM, Arnoczky SP, Dodds J, Ross H. The effect of drilling and soft tissue grafting across open growth plates. A histologic study. *Am J Sports Med* 1995 ; 23 : 431-435
- [168] Stahelin AC, Weiler A. All inside ACL reconstruction using semitendinosus tendon and soft threads biodegradable interference screw fixation. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 773-779
- [169] Staubli HU. The quadriceps tendon-patellar bone construct for ACL reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev* 1997 ; 5 : 59-67
- [170] Staubli HU, Schatzmann L, Brunner P. Tensile properties of central part of the quadriceps tendon and patellar ligament from the same young donor initial graft. Meeting Sports Medecine, Stockholm, [abstracts book], 1995 : 25
- [171] Steiner ME, Hecker AT, Brown CH Jr, Hayes WC. Anterior cruciate ligament graft fixation. Comparison of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 240-246
- [172] Sung-Jae K, Hyun-Kon K, Yun-Tae L. Arthroscopic ACL reconstruction using autogenous hamstring tendon graft without detachment of tibial insertion. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 656-660
- [173] Tohyama H, Beynnon BD, Johnson RJ. The effect of ACL graft elongation at the time of implantation on the mechanical behaviour of the graft and knee. *Am J Sports Med* 1996 ; 24 : 608-614
- [174] Tohyama H, Beynnon BD, Johnson RJ. Morphometry of the semitendinosus and gracilis tendons with application to ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1993 ; 9 : 143-147
- [175] Tolin BS, Friedman MJ. Autograft reconstruction of the anterior cruciate ligament semitendinosus reconstruction. In : Jackson DW, Arnoczky SP, Woo SL, Frank CB, Simon TM eds. The anterior cruciate ligament current and future concepts. New York : Raven Press, 1993 : 315-323
- [176] Tria AJ Jr, Alicea JA, Cody RP. Patella baja in anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. *Clin Orthop* 1994 ; 299 : 229-234
- [177] Vergis A, Gillquist J. Graft failure in intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction: a review of the literature. *Arthroscopy* 1995 ; 11 : 312-321
- [178] Woo SL, Smith BA, Johnson GA. Biomechanics of knee ligaments. In : Fu EH, Harner CD, Vince KG eds. Knee surgery. Baltimore : Williams and Wilkins, 1994 : 155-172
- [179] Woo SL, Suh JK, Parsons IM. Biologic intervention in ligament healing: effect of growth factors. *Sports Med Arthrosc Rev* 1998 ; 6 : 74-82
- [180] Yasuda K, Tsujino J, Tanabe Y. Effects of initial graft tension on clinical outcome after ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 1997 ; 25 : 99-106
- [181] Zariczny JB. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using free tendon graft. *Am J Sports Med* 1987 ; 15 : 464-470
- [182] Zarins B, Rowe CR. Combined anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus tendon and iliotibial tract. *J Bone Joint Surg Am* 1986 ; 68 : 160-177

Voies d'abord du genou

F Dubrana
Y Poureyron
P Brunet
W Hu
C Lefevre

Résumé. – L'articulation du genou est superficielle et d'accès facile. Les voies d'abord doivent préserver le système ligamentaire pour conserver la mobilité et la stabilité. Les progrès de la rééducation et des techniques chirurgicales permettent une reprise fonctionnelle rapide, à condition de respecter au mieux l'innervation, la vascularisation cutanée et le drainage lymphatique. Dans cet article, les voies d'abord du genou sont regroupées en trois catégories : les voies antérieures, les voies latérales et les voies postérieures.

Pour chacune de ces voies, ont été décrits : l'installation du patient, l'incision cutanée, l'exposition, la fermeture, les variantes et les extensions, les avantages, les inconvénients et les indications.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : abord, voies d'abord du genou, artère, nerf.

Introduction

L'articulation du genou est superficielle. Elle est à la fois mobile et stable. Les voies d'abords qui ont été initialement décrites respectaient les axes vasculaires et les structures ligamentaires entrant en jeu dans la stabilité du genou. Elles permettaient un abord facilité des compartiments antérieurs [6]. La possibilité d'interventions chirurgicales itératives et le risque de nécrose cutanée ont fait abandonner les voies comportant de grands décollements cutanés [1, 13, 14, 17, 24, 25, 26]. Les progrès de la rééducation et des techniques chirurgicales permettant une reprise fonctionnelle rapide ont limité les abords passant à travers l'appareil extenseur [6, 13]. C'est en grande partie l'essor de la chirurgie ligamentaire et prothétique qui a clarifié les principes chirurgicaux en respectant au mieux l'innervation, la vascularisation cutanée et le drainage lymphatique [21].

Particularités anatomiques

ARTÈRES

Le système artériel du genou est représenté par un tronc unique, l'artère poplitée, aux collatérales nombreuses (fig 1). L'artère est fixée en haut du creux poplité par ses connections avec le muscle grand adducteur et en bas par le muscle soléaire [3]. Elle est, du fait de contraintes biomécaniques, plus proche du plan ostéoarticulaire en flexion qu'en extension. Les branches collatérales sont nombreuses et forment, d'après Scapinelli [26], le cercle artériel de la patella. Les vaisseaux cheminent dans l'épaisseur du fascia superficiel et



1 Réseau vasculaire antérieur. 1 : Artère collatérale médiale supérieure ; 2 : artère collatérale médiale inférieure ; 3 : artère collatérale latérale supérieure ; 4 : artère collatérale latérale inférieure ; 5 : étoile vasculaire latérale ; 6 : artère tibiale antérieure ; 7 : artère récurrente tibiale antérieure.

fournissent aux téguments une riche vascularisation [3]. À la face profonde, les vaisseaux convergent vers le quadrant inférolatéral de la patella, formant d'après Müller [21] une étoile vasculaire qui constitue le départ principal de la vascularisation de la patella. La vascularisation cutanée est différente. Il existe une pauvreté latérale comparée à la richesse des vaisseaux médiaux provenant du muscle vaste interne [8]. Pour limiter le risque de souffrance cutanée, il faut préférer les incisions cutanées médianes qui épargnent les artères superficielles internes et les artères profondes externes. Toute dissection doit être faite au ras du surtout fibreux prépatellaire pour limiter le risque de nécrose cutanée.

Frédéric Dubrana : Chirurgien des Hôpitaux, praticien hospitalier.

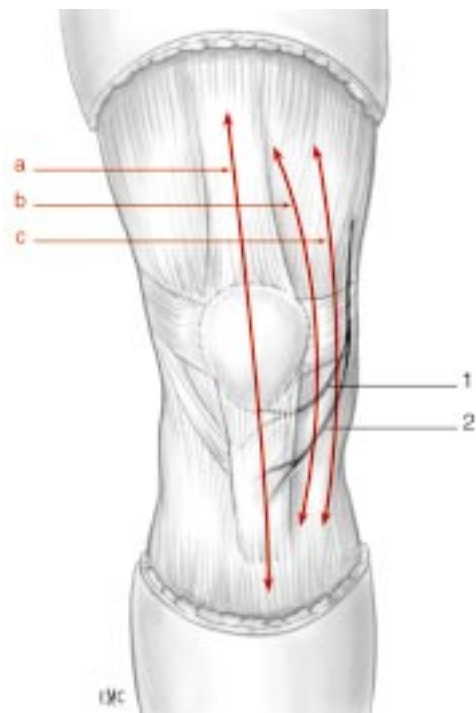
Yann Poureyron : Chirurgien des Hôpitaux, praticien hospitalier.

Philippe Brunet : Interne des Hôpitaux.

Weigo Hu : Professeur associé, praticien associé.

Christian Lefevre : Professeur des Universités, praticien hospitalier.

Centre hospitalier universitaire de la Cavale Blanche, chirurgie orthopédique et traumatologie, boulevard Tanguy-Prigent, 29609 Brest cedex, France.



2 Nerf saphène et ses branches de division. 1 : Branche supérieure du nerf saphène ; 2 : branche inférieure du nerf saphène ; a : incision antérieure ; b : incision médiale ; c : incision postéromédiale.

NERFS

Deux branches du nerf saphène innervent la face antérieure et antéromédiale du genou. Elles cheminent dans le tissu cellulaire sous-cutané, le plus souvent accompagnées par une veinule [21]. La branche supérieure croise l’articulation fémorotibiale 2 cm en dedans du ligament patellaire (tendon rotulien) et donne des branches terminales cutanées et articulaires [21, 27]. La branche inférieure croise l’articulation en arrière du ligament collatéral tibial (ligament latéral interne) et passe 6 cm sous la patella. Lorsque le genou est en flexion, la distance entre la patella et la branche inférieure augmente de 10 mm [27]. La branche inférieure du nerf saphène doit être repérée dans la partie basse des incisions parapatellaires internes (fig 2), car sa section est source d’hypoesthésie, de névralgies et d’algodystrophie [8, 23]. Les incisions en flexion limitent le risque de lésion nerveuse.

LYMPHATIQUES

Les lymphatiques de l’articulation du genou sont satellites des artères et aboutissent dans le grand courant lymphatique saphénien qui accompagne la grande veine saphène [3]. Le risque de lymphoedème postopératoire par lésion des tronc collecteurs doit faire préférer les incisions verticales, centrales ou latérales. Il faut éviter les incisions horizontales, notamment à la face médiale du genou.

VOIES D’ABORD ET RISQUES LÉSIONNELS EN FONCTION DES STRUCTURES ANATOMIQUES SOUS-CUTANÉES

Ils sont résumés dans les tableaux I et II.

Voies antérieures

VOIE ANTÉRIEURE ET MÉDIALE

C’est la voie la plus utilisée. De nombreuses variantes ont été décrites par Cadenat [6] (voies transtubérositaires ou transpatellaires).

■ Installation

Patient installé en décubitus dorsal, un contre-appui est positionné à la face externe de la cuisse. Il empêche la chute du membre en

Tableau I. – Incisions cutanées verticales.

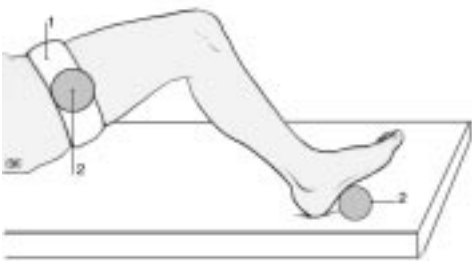
| Incisions | Antérieures | | | Médiales | Latérales |
|--------------|-------------|----------|----------|----------|-----------|
| | Médiale | Centrale | Latérale | | |
| Artères | + | 0 | + | + | + |
| Nerfs | + | 0 | 0 | + | 0 |
| Lymphatiques | + | 0 | 0 | + | 0 |

0 : risque faible ; + : risque modéré ; ++ : risque important.

Tableau II. – Incisions cutanées horizontales ou obliques sous-rotuliennes.

| Incisions | Médiales | Latérales |
|--------------|----------|-----------|
| Artères | + | + |
| Nerfs | ++ | + |
| Lymphatiques | ++ | + |

0 : risque faible ; + : risque modéré ; ++ : risque important.



3 Installation (voies d’abord antérieures, postéromédiales et postérolatérales). 1 : Garrot ; 2 : contre-appuis.

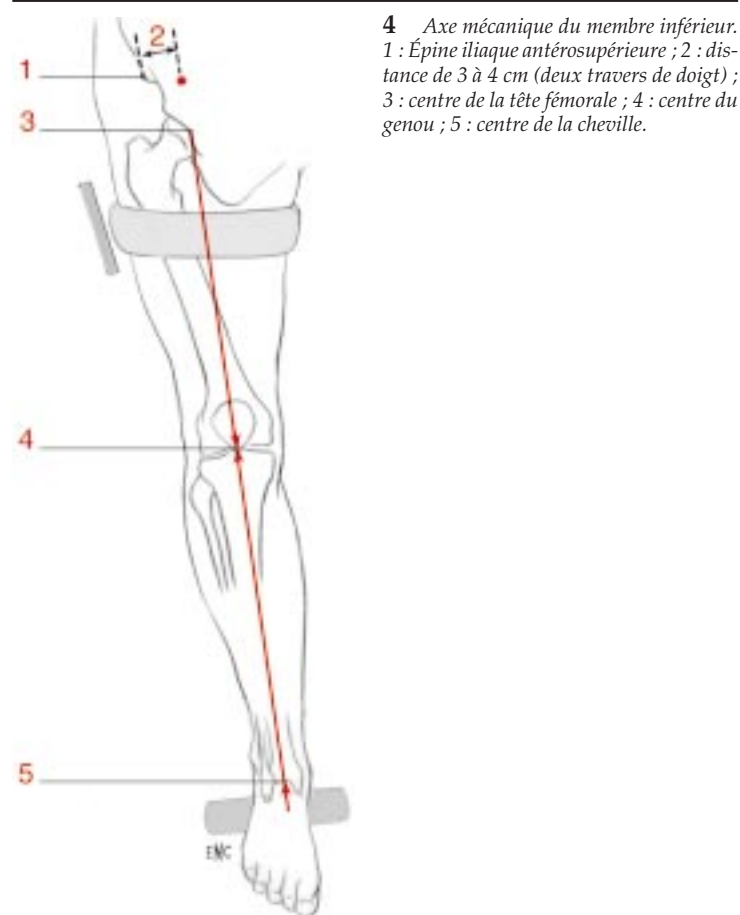
rotation externe de hanche. Un deuxième contre-appui, mis au niveau du pied, maintient le genou fléchi à 90° (fig 3). Un garrot peut être placé à la racine de la cuisse en fonction des préférences personnelles de l’opérateur. L’installation des champs doit permettre de repérer l’épine iliaque antérosupérieure. Le centre de la tête fémorale se projette en moyenne deux travers de doigt en dedans de l’épine iliaque antérosupérieure (fig 4), permettant de vérifier si besoin l’axe du membre inférieur en cours d’intervention [14].

■ Incision

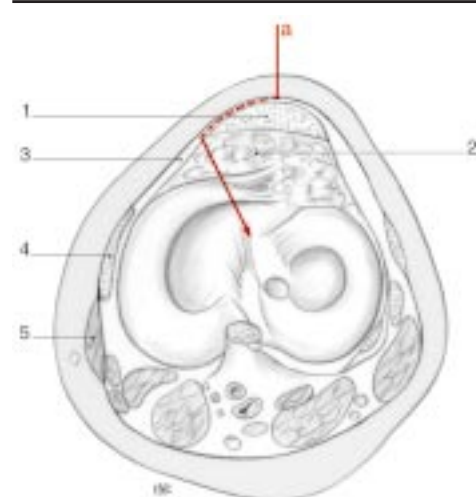
L’incision cutanée et sous-cutanée est médiane et verticale (fig 5). Sa longueur est variable. Elle s’étend de 5 cm au-dessus de la patella à 2 cm sous la tubérosité tibiale. L’incision médiane est préférable (fig 6A) car elle épargne les vaisseaux nourriciers du réseau vasculaire antérieur et sectionne les nerfs près de leur terminaison. Elle est faite le genou fléchi à 90°, ce qui permet de centrer l’incision sur la patella et éloigne la branche inférieure du nerf saphène. Cette incision peut être légèrement décalée en dedans, particulièrement si un abord médial doit être fait. Toute dissection sous-cutanée doit être évitée pour limiter le risque de nécrose. Les lambeaux cutanés et sous-cutanés doivent être disséqués au ras du surtout fibreux prérotulien. Le décollement interne est limité et laisse en dedans le rameau rotulien du nerf saphène (fig 6B).

■ Exposition

L’ouverture de l’articulation se fait de haut en bas. L’incision débute au niveau du tendon quadricipital, quelques millimètres en dehors de l’insertion du muscle vaste médial, puis s’incurve au niveau du rétinaculum et passe 2 cm en dedans de la patella et du ligament patellaire (un travers de doigt). Le plan capsulaire est ouvert dans le même temps. À la partie basse de l’incision, le ménisque médial doit être préservé. La jambe en extension, la patella est si besoin retournée et luxée en dehors ; elle se maintient luxée en fléchissant doucement le genou jusqu’à 90° et l’on obtient une large exposition



4 Axe mécanique du membre inférieur.
1 : Épine iliaque antérosupérieure ; 2 : distance de 3 à 4 cm (deux travers de doigt) ; 3 : centre de la tête fémorale ; 4 : centre du genou ; 5 : centre de la cheville.



5 Voie antérieure et médiale. 1 : Tendon patellaire ; 2 : ligament adipeux infrapatellaire ; 3 : rétinaculum ; 4 : ligament collatéral tibial ; 5 : muscle sartorius ; a : incision cutanée et sous-cutanée.

articulaire (fig 6C). Une désinsertion sous-périostée inférieure à 10 mm de l'insertion haute du ligament patellaire est parfois nécessaire pour éviter son arrachement lors du retournement.

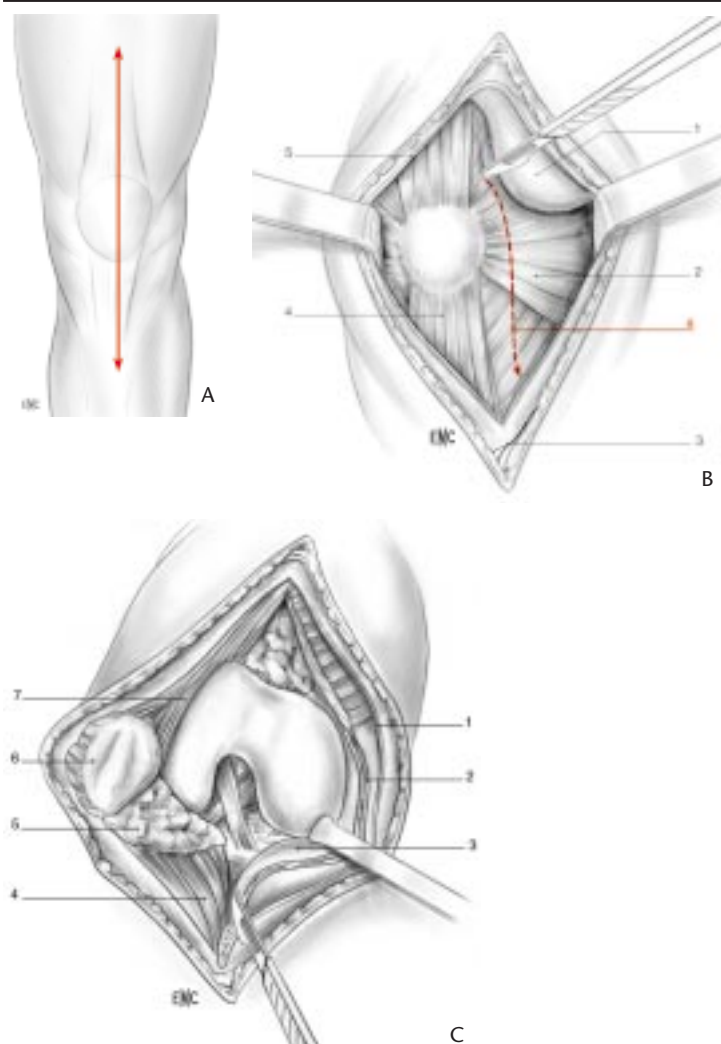
■ Fermeture

La réparation de cette voie nécessite la réinsertion du muscle vaste médial sur le tendon quadricipital, la suture en un plan du rétinaculum et du plan capsulaire. En général, la réparation doit se faire le genou fléchi entre 40° et 60°. Un drain aspiratif est placé dans l'articulation, un autre en sous-cutané.

■ Variantes de la voie d'abord

Extension vers le bas

Pour explorer les tendons de la patte d'oie, le muscle semi-membraneux et le ligament collatéral médial, l'incision est décalée en dedans et prolongée vers le bas de 5 cm (fig 7). Si besoin, seule la

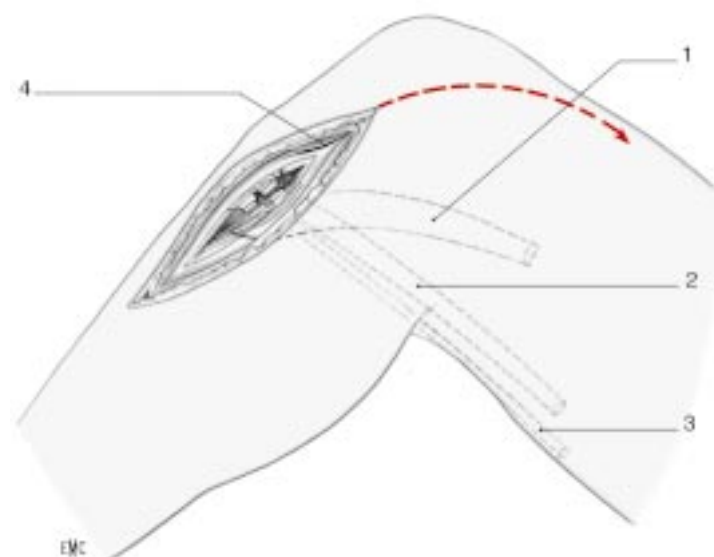


6 A. Voie antérieure et médiale. Incision cutanée.
B. Voie antérieure et médiale. Ouverture du rétinaculum. 1 : Muscle vaste médial ; 2 : rétinaculum ; 3 : branche inférieure du nerf saphène ; 4 : ligament patellaire ; 5 : fascia superficiel ; a : section du rétinaculum.
C. Voie antérieure et médiale. Exposition de l'articulation après avoir luxé la rotule. 1 : Fascia superficiel ; 2 : rétinaculum ; 3 : capsule et synoviale ; 4 : ligament patellaire ; 5 : ligament adipeux infrapatellaire ; 6 : patella ; 7 : tendon quadricipital.

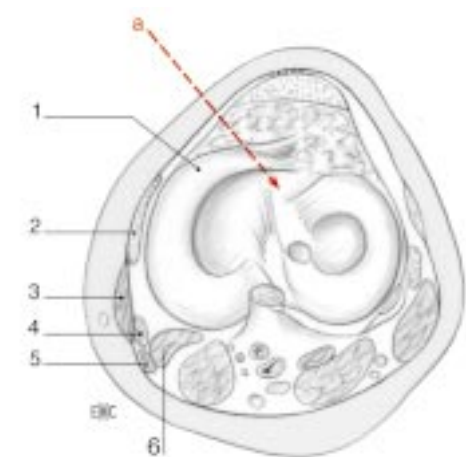
partie basse de l'incision peut être réalisée. Il faut repérer le rameau inférieur du nerf saphène. La section du muscle sartorius (muscle couturier) sur son insertion tibiale permet d'aborder de haut en bas les insertions des muscles gracile (droit interne), semi-tendineux et en profondeur semi-membraneux.

Voie médiale sous le muscle vaste médial (subvastus)

Cet abord respecte l'appareil extenseur et la vascularisation de la patella [7, 12, 18]. L'incision cutanée est variable et dépend de l'intervention à pratiquer. Elle peut être verticale, centrée sur la patella, ou interne (fig 8) et suit alors le relief postérieur du muscle vaste médial pour se terminer en dedans de la tubérosité tibiale (fig 9A). L'incision s'effectue le genou fléchi à 90°. Après l'ouverture du fascia superficiel, le bord inférieur du muscle vaste médial est repéré et décollé à l'aide d'un doigt du septum intermusculaire sur une distance de 10 cm. L'ouverture articulaire s'effectue en « L » inversé, section horizontale de l'insertion du rétinaculum sur le muscle vaste médial, puis section verticale du rétinaculum à 2 cm du bord interne de la patella (fig 9B). La jambe en extension, la patella peut être luxée en dehors si la libération du muscle vaste médial est suffisante. Il existe des contre-indications qui sont liées à la difficulté de la luxation de l'appareil extenseur : antécédents d'arthrotomie et d'ostéotomie tibiale, reprises de prothèses de genou, patella baja et obésité.



7 Extension de la voie antérieure et médiale. 1 : Sartorius ; 2 : gracile ; 3 : semi-tendineux ; 4 : branche inférieure du nerf saphène.



8 Variantes de la voie antérieure et médiale. 1 : Ménisque médial ; 2 : ligament collatéral tibial ; 3 : sartorius ; 4 : gracile ; 5 : semi-tendineux ; 6 : semi-membraneux ; a : incision cutanée et sous-cutanée.

Voie médiale à travers le muscle vaste médial (midvastus)

Cet abord transmusculaire respecte le tendon quadricipital, l'insertion suprapatellaire du muscle vaste médial et les branches sus-patellaires du cercle artériel de la patella^[9]. L'incision cutanée est identique à la voie subvastus. Après l'ouverture du fascia superficiel, le coin supéro-interne de la patella est repéré. La dissection est faite au ras surtout fibreux prépatellaire, permettant de visualiser la surface antérieure de la patella, le tendon quadricipital et le muscle vaste médial. Le genou fléchi à 90°, le muscle vaste médial est incisé puis dissocié au doigt dans le sens de ses fibres. La dissection doit s'arrêter 4 cm au-dessus du coin supéro-interne de la patella (fig 9C) pour ne pas léser la veine et le nerf saphène^[9]. L'ouverture articulaire s'effectue en « L » inversé et la patella peut être luxée en dehors sans difficulté. La fermeture s'effectue le genou fléchi à 60°, permettant une tension correcte du système extenseur^[9]. Une suture est faite à l'insertion de l'incision musculaire et capsulaire ; la partie haute du muscle n'a pas besoin d'être suturée. Les contre-indications sont les mêmes que pour la voie subvastus.

Plasties quadricipitales

Ces plasties sont utilisées pour éviter la rupture de l'appareil extenseur.

– *Plastie en « Y » de Coonse et Adams*^[2, 14]. L'incision sus-patellaire verticale se situe au milieu du tendon quadricipital et s'arrête 2 cm au-dessus de la base de la patella. Les incisions obliques se situent

sur le bord médial et latéral de la patella (fig 9D). Pour ne pas compromettre la vascularisation de la patella, la base tibiale de la plastie doit être large.

– *Plastie en « V » inversé d'Insall*^[2, 14]. Il s'agit d'une variante de la technique de Coonse et Adams. L'abord est conventionnel antéromédial. À l'apex du tendon quadricipital, une deuxième incision, oblique à 45° vers le bas et le dehors, est faite. Elle intéresse le rétinaculum latéral et s'arrête à la partie supérieure du tractus iliotibial (fig 9E).

– *Plastie en « L » inversé (rectus snip)*^[2, 11]. L'abord est antéromédial, à 2 cm sous l'apex du tendon quadricipital. L'incision devient oblique en s'étendant latéralement à travers le tendon jusqu'aux fibres musculaires du vaste latéral (fig 9F).

Du fait de l'atteinte de l'appareil extenseur, ces voies d'abords sont d'utilisation exceptionnelle car elles peuvent être responsables d'un déficit d'extension^[2]. Les principales indications sont la chirurgie prothétique de reprise et les abords de genoux raides. Les plasties en « V » ou en « L » inversé ont notre préférence car elles se greffent sur une voie d'abord conventionnelle et peuvent être faites à la demande. La fermeture s'effectue le genou fléchi à 30°, limitant ainsi le déficit d'extension^[2]. En premier, on suture le rétinaculum médial de bas en haut, puis le rétinaculum latéral.

■ Avantages

La voie antéromédiale et ses variantes sont des voies d'abord simples et rapides qui permettent de luxer la patella et qui donnent une bonne visualisation de l'articulation. Elles respectent la veine saphène, les troncs collecteurs lymphatiques et la branche inférieure du nerf saphène.

■ Inconvénients

Au cours de la voie antérieure, l'appareil extenseur est sectionné, exposant ainsi aux subluxations de la patella et compliquant la rééducation. Si elles sont possibles, les voies médiales préservant l'appareil extenseur doivent être préférées.

■ Indications

Les principales indications sont les arthroplasties, la synovectomie, l'arthrodèse, les plasties ligamentaires, les traumatismes de l'extrémité inférieure du fémur.

VOIE ANTÉRIEURE ET LATÉRALE

La voie antérolatérale est symétrique à la voie antéromédiale. Cependant, cette voie ne permet qu'une vision partielle, car la patella ne peut pas se retourner en totalité. L'ostéotomie de la tubérosité tibiale^[2, 4, 10, 19, 28] et les modifications décrites par Keblisch^[15, 16] permettent toutefois une bonne visualisation de l'articulation.

■ Installation

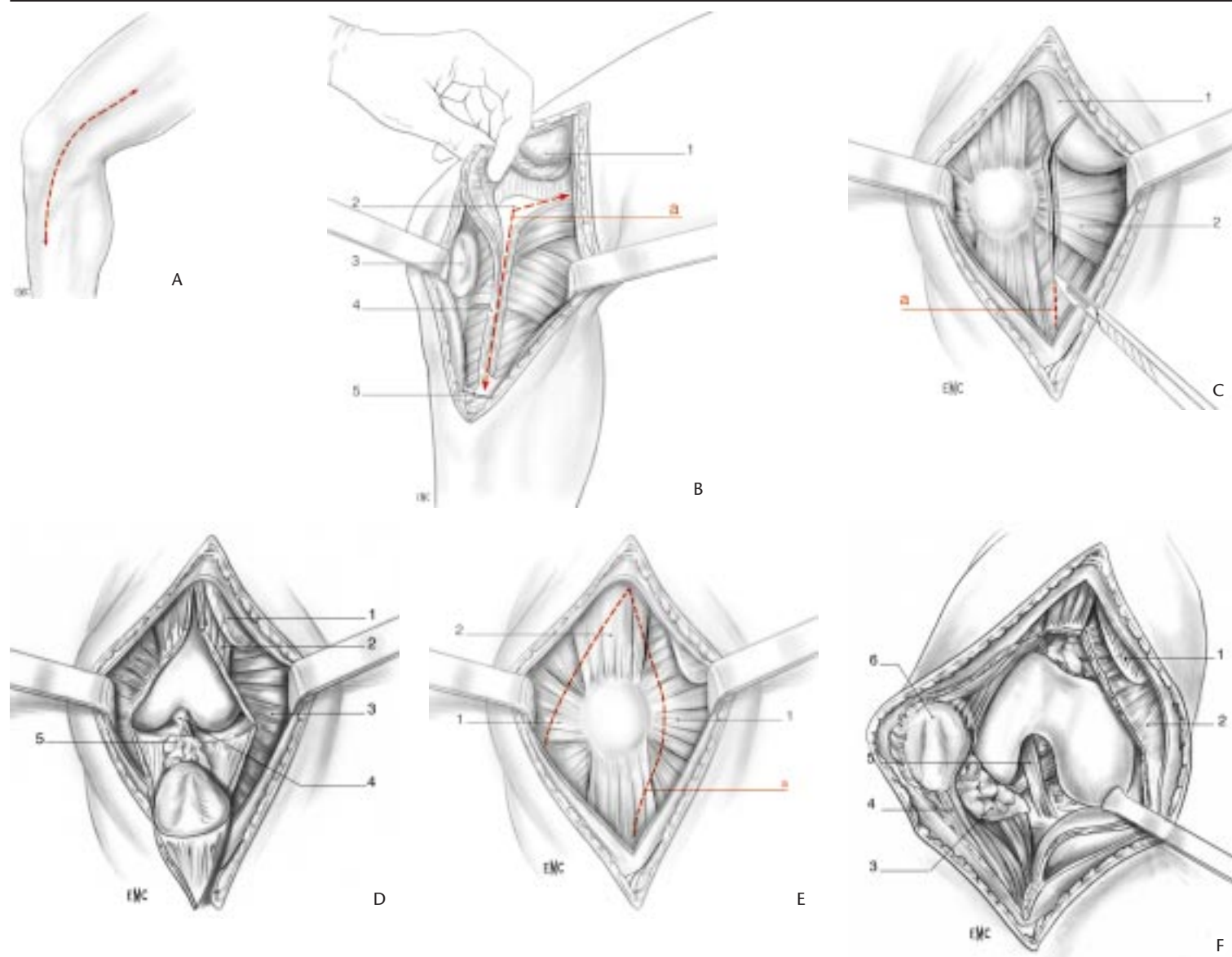
Elle est identique à la voie antéromédiale.

■ Incision

L'incision cutanée et sous-cutanée est médiane ou légèrement latérale, ce qui évite les pertes de sensibilité, en avant de la patella et de la tubérosité tibiale (fig 10). Sa longueur est variable. Elle s'étend de 5 cm au-dessus du bord de la patella, à 2 cm sous le bord latéral de la tubérosité tibiale. Elle est faite le genou fléchi à 90°, ce qui permet de bien positionner l'incision, surtout lors de déformations importantes en valgus (fig 11A).

■ Exposition

L'ouverture de l'articulation se fait de haut en bas. L'incision débute au niveau du tendon quadricipital, quelques millimètres en dedans de l'insertion du muscle vaste latéral, puis s'incurve en incisant le rétinaculum à 2 cm en dedans de la patella et du ligament patellaire



- 9 A. Variantes de la voie antérieure et médiale. Incision cutanée.
 B. Voie médiale subvastus. Relèvement du muscle vaste médial et ouverture du rétinaculum. 1 : Vaste médial ; 2 : capsule articulaire ; 3 : patella ; 4 : rétinaculum ; 5 : nerf saphène ; a : incision capsulaire.
 C. Voie médiale midvastus. Incision du muscle vaste médial et ouverture du rétinaculum. 1 : Vaste médial ; 2 : rétinaculum ; a : incision musculaire et du rétinaculum.
 D. Voie médiale de Coonse et Adams. Relèvement du système extenseur. 1 : Vaste médial ; 2 : tendon quadriceps ; 3 : rétinaculum ; 4 : ligament croisé antérieur ; 5 : ligament adipeux infrapatellaire.
 E. Voie médiale en « V » inversé d'Insall. 1 : Rétinaculum ; 2 : tendon quadriceps ; a : incision.
 F. Voie médiale en « L » inversé (« rectus snip »). Exposition de l'articulation après avoir luxé la rotule. 1 : Muscle vaste médial ; 2 : rétinaculum ; 3 : ligament adipeux infrapatellaire ; 4 : ligament patellaire ; 5 : ligaments croisés ; 6 : patella.

(fig 11B). À la partie haute de l'incision chemine l'artère proximolaterale du genou et, à la partie basse, l'artère distolaterale dont l'hémostase soignée doit être réalisée. Le plan capsulaire est ouvert dans le même temps. À la partie basse de l'incision, le ménisque latéral et le corps adipeux infrapatellaire (ligament adipeux de Hoffa) doivent être préservés (fig 11C).

■ Fermeture

La réparation de cette voie nécessite la suture en un plan du rétinaculum et du plan capsulaire. Un drain aspiratif est placé dans l'articulation et un autre en sous-cutané.

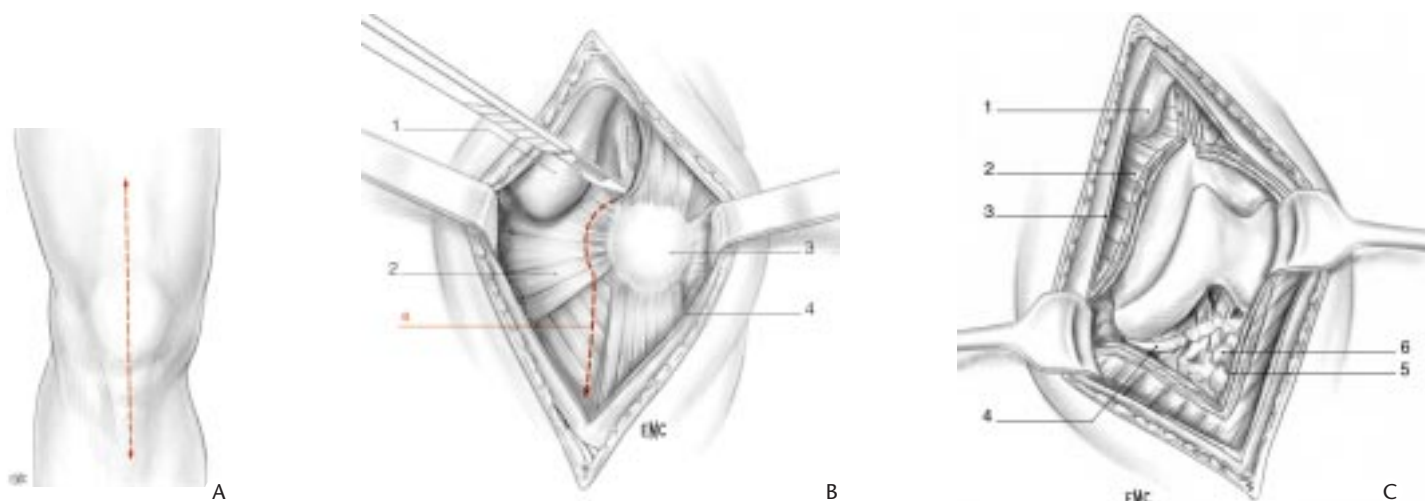
■ Variantes de la voie antérolatérale

Éversion de la tubérosité tibiale

Une extension de la voie antérolatérale est possible en réalisant une éversion de la tubérosité tibiale (fig 12). Cette ostéotomie doit respecter quatre critères, selon Vielpeau et al ^[28] :

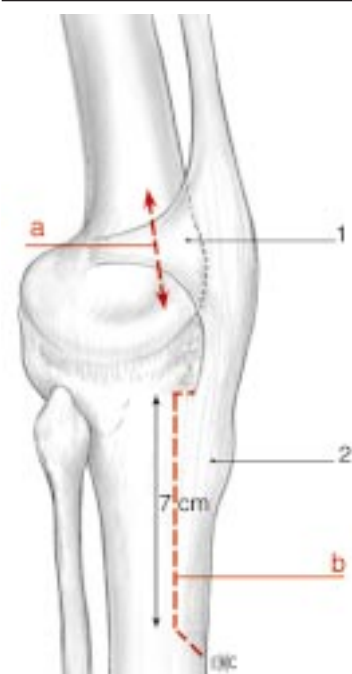


- 10 Voie antérieure et latérale. 1 : Ligament adipeux infrapatellaire ; 2 : ménisque latéral ; 3 : tractus ilio-tibial ; a : incision cutanée et sous-cutanée.

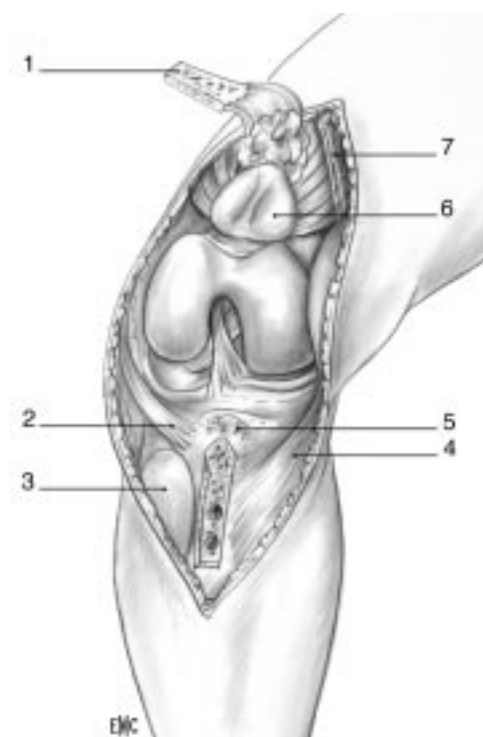


11 A. Voie antérieure et latérale. Incision cutanée.
B. Voie antérieure et latérale. Ouverture du rétinaculum. 1 : Vaste latéral ; 2 : rétinaculum ; 3 : patella ; 4 : fascia superficiel ; a : incision.

C. Voie antérieure et latérale. Exposition articulaire. 1 : Vaste latéral ; 2 : rétinaculum ; 3 : fascia superficiel ; 4 : ménisque latéral ; 5 : capsule articulaire et synoviale ; 6 : ligament adipeux infrapatellaire.



12 Ostéotomie de la tubérosité tibiale. 1 : Rétinaculum ; 2 : ligament patellaire ; a : incision du rétinaculum ; b : ostéotomie osseuse.



13 Extension de la voie antérieure et latérale. 1 : Ostéotomie de la tubérosité tibiale ; 2 : bandelette iliotibiale ; 3 : muscle tibial antérieur ; 4 : muscles sartorius, gracile et semi-tendineux ; 5 : attaches du ligament adipeux infrapatellaire ; 6 : patella ; 7 : capsule et rétinaculum patellaire médial.

- une longueur de baguette de 7 cm ;
- la confection d'une marche d'escalier servant de butée à la partie proximale pour éviter l'arrachement de la tubérosité tibiale lors de la contraction du quadriceps ;
- la préservation d'une charnière interne de bonne qualité ;
- la terminaison de l'ostéotomie en pente douce pour éviter une fracture du tibia sous-jacente.

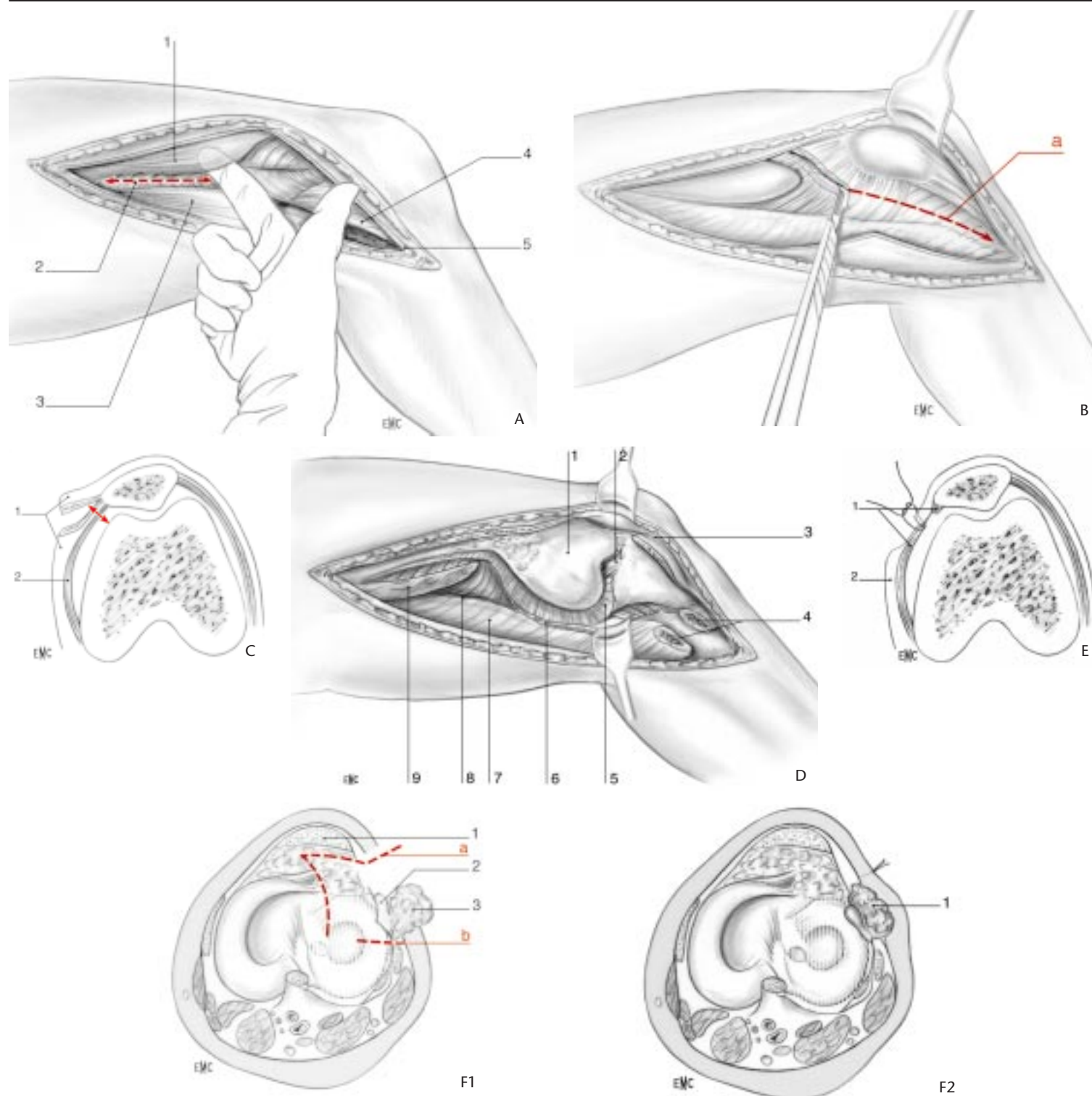
Avant de réaliser les coupes osseuses, on fore à la mèche les trajets des vis qui serviront à la réinsertion. Les coupes sont faites à la scie oscillante ou à l'ostéotome. En cas d'abord extensif (fig 13), le relèvement de la tubérosité tibiale est possible. Il s'effectue sans difficulté après avoir sectionné le rétinaculum patellaire médial et coupé les attaches basses du corps adipeux infrapatellaire^[10]. La fermeture des deux rétinaculums et des plans capsulaires s'effectue par des points séparés, en commençant par l'interne. Si la tension est trop importante après la fermeture capsulaire, le rétinaculum externe est laissé ouvert. La réinsertion de la tubérosité tibiale est faite avec des vis corticales. Cependant, si la charnière interne est en continuité, Vielpeau et al^[28] préconisent une fixation par deux sutures transosseuses au fil résorbable.

Variante de Keblish

La voie externe initialement décrite par Keblish^[15] ne nécessitait pas, pour son auteur, d'ostéotomie de la tubérosité tibiale. Elle permettait de luxer la patella en dedans et de fermer l'articulation du genou sans tension grâce à l'utilisation d'un lambeau du corps adipeux infrapatellaire^[15, 19, 28]. Keblish utilise actuellement un abord simplifié permettant d'éviter l'utilisation d'un lambeau^[16]. Cet abord est basé sur l'anatomie en « feuillets » des formations périphériques parapatellaire en trois plans :

- un plan superficiel, formé par le fascia superficiel et le tractus iliotibial en continuité ;
- un plan moyen, présent sur les deux tiers supérieurs : il correspond au rétinaculum qui est formé par la jonction du tendon du vaste latéral et de l'aileron patellaire ;
- un plan profond, au niveau de l'articulation, formé par la capsule articulaire et la synoviale.

L'abord de Keblish^[16] réalise une incision décalée de ces trois plans. L'incision cutanée est identique à la voie antérolatérale, mais s'étend



- 14** A. Variante de la voie antérieure et latérale. Abord de Keblish, section du septum intermusculaire. 1 : Muscle vaste latéral ; 2 : septum intermusculaire latéral ; 3 : tractus iliotibial ; 4 : rétinaculum ; 5 : fascia superficiel.
- B. Variante de la voie antérieure et latérale. a : Abord de Keblish, section du rétinaculum.
- C. Variante de la voie antérieure et latérale. Abord de Keblish, plastie frontale en « Z » du rétinaculum, l'ouverture capsulaire s'effectue à l'aplomb de la patella. 1 : Rétinaculum ; 2 : capsule et synoviale.
- D. Variante de la voie antérieure et latérale. Abord de Keblish, ouverture articulaire. 1 : Trochlée ; 2 : ligament croisé antérieur ; 3 : ligament patellaire ; 4 : tubercule du tractus iliotibial ; 5 : ménisque latéral ; 6 : capsule et synoviale ; 7 : tractus iliotibial ; 8 : septum intermusculaire ; 9 : muscle vaste latéral.
- E. Variante de la voie antérieure et latérale. Abord de Keblish, fermeture par plastie d'allongement. 1 : capsule et synoviale ; 2 : rétinaculum.
- F. Variante de la voie antérieure et latérale. Abord de Keblish, lambeau du ligament adipeux infrapatellaire (F1). 1 : Ligament patellaire ; 2 : ligament adipeux infrapatellaire ; 3 : ménisque latéral ; a : dissection antérieure du ligament adipeux infrapatellaire ; b : section du ménisque latéral. Fermeture du ligament adipeux infrapatellaire au rétinaculum (F2). 1 : Ligament adipeux infrapatellaire.

7 cm au-dessus de la patella. L'incision se continue en profondeur à travers le fascia superficiel puis s'incurve le long du bord latéral de la patella. À la partie haute, le muscle vaste latéral est décollé au doigt pour exposer le fémur (fig 14A), et l'on sectionne les insertions fémorales du septum intermusculaire latéral jusqu'aux attaches

condyliennes. Ces insertions sont en continuité avec la bandelette iliotibiale et sont responsables de la fixation du varus. L'incision du plan moyen débute au niveau du tendon quadricipital, quelques millimètres en dedans du muscle vaste latéral, jusqu'à la partie haute de la patella, puis elle s'incurve en parapatellaire externe et

passé à 3 cm de la patella (fig 14B). L'épaisseur du rétinaculum à ce niveau permet de réaliser une plastie frontale en « Z » (fig 14C). Une hémostase soigneuse doit être réalisée. L'ouverture du plan profond capsulaire s'effectue à l'aplomb du bord rotulien, puis se continue à travers le corps adipeux infrapatellaire. L'appareil extenseur est ensuite basculé en dedans, ce qui offre un bon jour sur l'articulation. Cette voie peut être complétée si besoin en relevant le tubercule du tractus iliotibial (tubercule de Gerdy). Il faut poursuivre alors l'incision dans l'aponévrose jambière. Puis le décollement sous-périosté s'effectue à l'ostéotome, en avant vers la tubérosité tibiale, et en arrière, en direction de l'angle postérolatéral du tibia (fig 14D). La fermeture s'effectue genou fléchi, en rattachant les deux berges du tractus iliotibial. La capsule est suturée si besoin au bord externe du rétinaculum, réalisant ainsi un effet d'allongement (fig 14E).

Si l'on utilise cette voie lors de genu varum ou lors d'importantes déformations en genu valgum, l'utilisation d'un lambeau du corps adipeux infrapatellaire initialement décrit par Keblish^[15] peut s'avérer nécessaire^[19, 28]. Il faut repérer la bourse séparant le corps adipeux infrapatellaire du pôle supérieur de la tubérosité tibiale antérieure. La synoviale et le corps adipeux sont séparés de la face profonde du tendon rotulien. En soulevant l'appareil extenseur, on incise le pôle interne du corps adipeux infrapatellaire qui est récliné autour d'un pédicule externe, comportant si besoin le segment antérieur du ménisque latéral. Ce lambeau est suturé au bord externe du rétinaculum, réalisant ainsi un effet d'allongement (fig 14F).

■ Avantages

La voie antérolatérale est simple et rapide. En réalisant une ostéotomie de la tubérosité tibiale ou la libération de Keblish, elle permet de luxer la patella. Si le plan fibreux externe est rétracté, la fermeture de cette voie est facilitée en utilisant la plastie en « Z » du rétinaculum ou le lambeau du corps adipeux infrapatellaire.

■ Inconvénients

Il existe un risque de nécrose cutanée lors d'une dissection externe extensive. Le prélèvement de la tubérosité tibiale doit être assez long pour limiter le risque de fracture et de pseudarthrose.

■ Indications

Ce sont les arthroplasties et les fractures de l'extrémité distale du fémur.

Voie postéro-interne

INSTALLATION

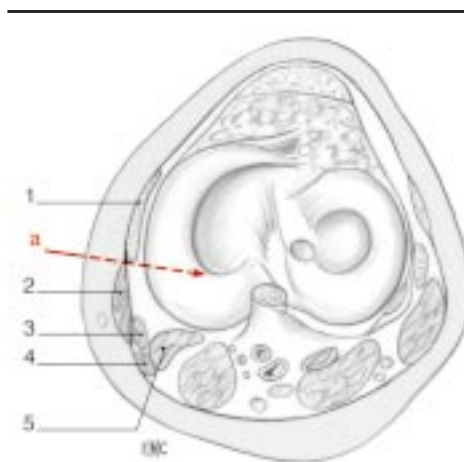
Elle est identique à la voie antéromédiale. On repère le relief du muscle vaste médial et des muscles ischiojambiers.

INCISION CUTANÉE

L'incision cutanée et sous-cutanée est légèrement incurvée (fig 15). Elle se situe à la jonction des deux tiers antérieurs et du tiers postérieur de la cuisse, juste en avant du relief des muscles de la patte d'oie et du muscle semi-membraneux (fig 16A). Elle s'effectue le genou en flexion pour éloigner la branche distale du nerf saphène. Sa longueur est variable selon l'abord désiré ; en général, longue de 6 cm, elle s'étend du condyle médial à 2 cm sous l'interligne articulaire. Il faut faire attention à la grande veine saphène qui passe normalement 2 cm en arrière de l'incision.

EXPOSITION

À la partie basse de l'incision, on repère la branche sous-rotulienne du nerf saphène. L'aponévrose du muscle sartorius, en continuité avec le fascia superficiel, est incisée longitudinalement à son bord



15 Voie postéro-médiale. 1 : Ligament collatéral tibial ; 2 : sartorius ; 3 : gracile ; 4 : semi-tendineux ; 5 : semi-membraneux ; a : incision cutanée et sous-cutanée.

supérieur, au-dessus des tendons des muscles gracile et semi-tendineux. Ces tendons sont réclinés vers l'arrière pour exposer le ligament collatéral tibial sous-jacent (fig 16B). L'arthrotomie est réalisée en arrière des fibres postérieures du ligament collatéral tibial, exposant ainsi le condyle médial et le ménisque médial (fig 16C).

EXTENSION

Pour visualiser le nerf tibial (nerf sciatique poplitée interne) et les vaisseaux poplités, les insertions des muscles de la patte d'oie et du semi-membraneux sont détachées, ainsi que l'insertion du chef médial du muscle gastrocnémien (jumeau interne)^[22].

FERMETURE

La réparation de cette voie nécessite la suture du plan capsulaire, un drain aspiratif étant placé dans l'articulation, un autre en sous-cutané. L'aponévrose du sartorius doit être refixée.

AVANTAGES

Cette voie donne un bon jour sur les structures postéromédiales.

INCONVÉNIENTS

Il existe un risque de lésion d'une des branches du nerf saphène et la grande veine saphène doit être préservée.

INDICATIONS

Les principales indications sont la résection ou la suture du segment postérieur du ménisque médial, la synovectomie, la plastie ligamentaire du point d'angle postéromédial.

Voie postéroexterne

INSTALLATION

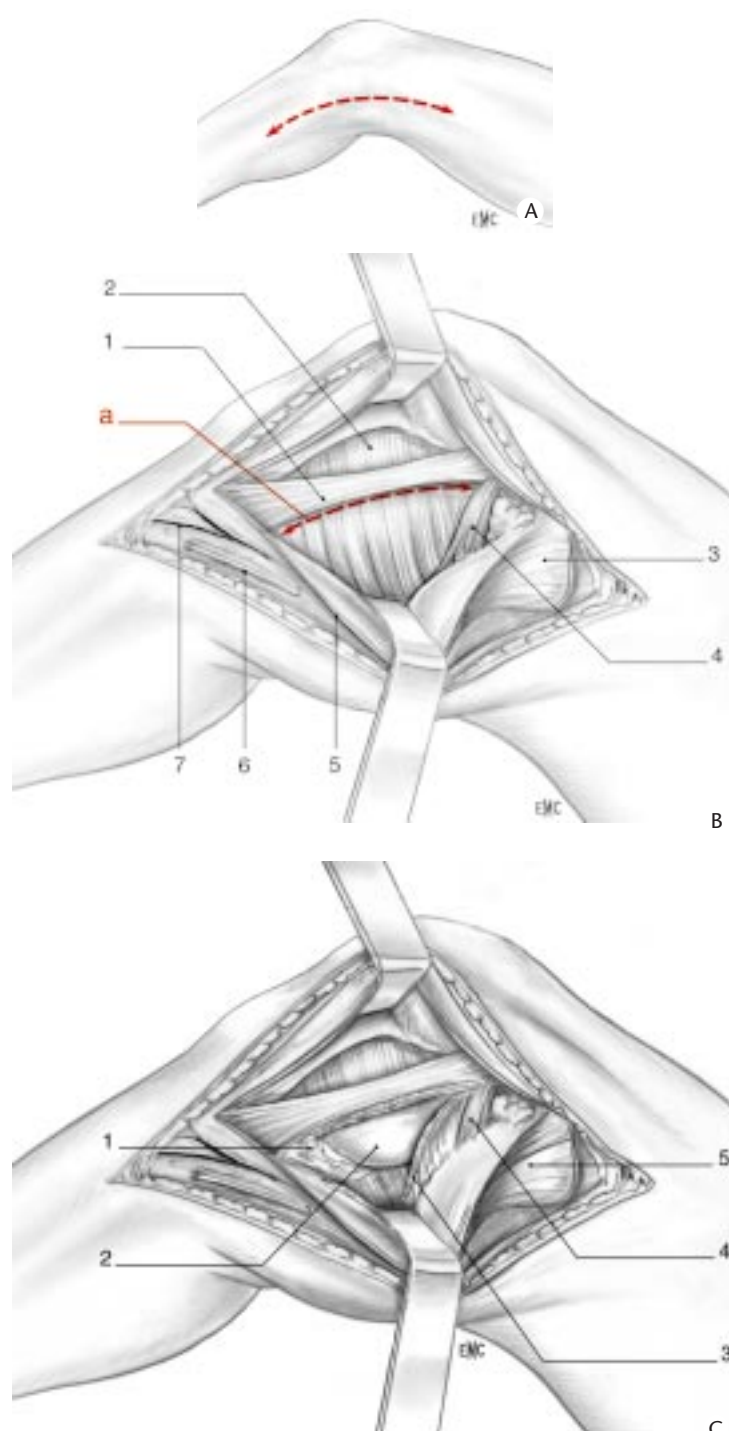
Elle est identique à celle de la voie antéromédiale. On repère le tendon du biceps fémoral, le tubercule du tractus iliotibial et la tête du péroné.

INCISION CUTANÉE

L'incision cutanée et sous-cutanée se situe à la jonction des deux tiers antérieurs et du tiers postérieur de la cuisse, juste en avant du tendon du biceps fémoral (fig 17). Elle s'incurve légèrement en direction du tubercule du tractus iliotibial. Sa longueur est variable, en général de 15 à 18 cm (fig 18A).

EXPOSITION

La dissection s'effectue en avant ou en arrière du tractus iliotibial (fig 18B). En avant, elle permet d'aborder le condyle latéral, l'articulation fémorotibiale et le plateau tibial. En arrière, elle permet

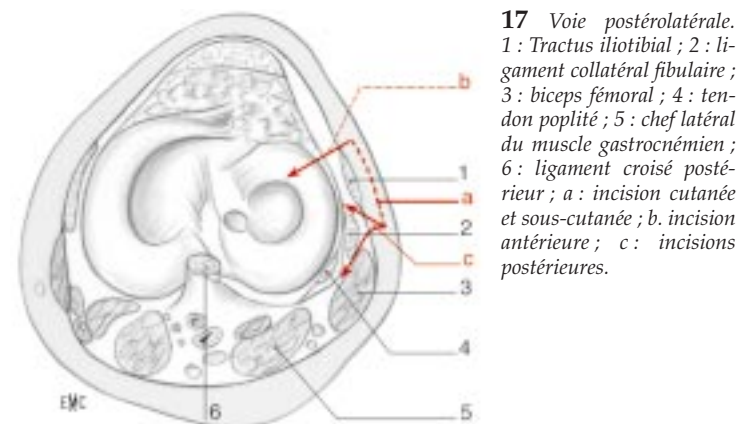


16 A. Voie postéromédiale. Incision cutanée.
B. Voie postéromédiale. Incision rétroligamentaire. 1 : Ligament collatéral tibial ; 2 : capsule articulaire ; 3 : muscle gracile, semi-tendineux et semi-membraneux ; 4 : chef médial du muscle gastrocnémien ; 5 : sartorius ; 6 : veine saphène ; 7 : branche inférieure du nerf saphène ; a : ouverture articulaire rétroligamentaire.
C. Voie postéromédiale. Ouverture articulaire. 1 : Ménisque médial ; 2 : condyle médial ; 3 : capsule et synoviale articulaire ; 4 : chef médial du muscle gastrocnémien ; 5 : muscle gracile, semi-tendineux et semi-membraneux.

d'aborder la partie postéroexterne de l'articulation du genou. À la partie haute de l'incision chemine l'artère proximolatérale du genou et à la partie basse l'artère distolatérale, pour lesquelles une hémostase soigneuse doit être réalisée.

■ Abord antérieur au tractus iliotibial

Le tractus iliotibial est écarté vers l'arrière et le muscle vaste latéral vers le haut. On repère au doigt l'insertion haute du ligament



17 Voie postérolatérale.
1 : Tractus iliotibial ; 2 : ligament collatéral fibulaire ; 3 : biceps fémoral ; 4 : tendon poplité ; 5 : chef latéral du muscle gastrocnémien ; 6 : ligament croisé postérieur ; a : incision cutanée et sous-cutanée ; b : incision antérieure ; c : incisions postérieures.

collatéral fibulaire (ligament latéral externe) (fig 18C) et la capsule et la synoviale sont incisées en avant ce ligament. Pour faciliter l'abord, le tubercule du tractus iliotibial peut être détaché en sous-périosté ou avec un fragment osseux (fig 18D). Si l'abord du tibia s'avère nécessaire, l'aponévrose jambière est incisée et le muscle tibial antérieur détaché vers le bas en préservant ses fibres musculaires.

■ Abord postérieur au tractus iliotibial

L'incision se situe en arrière du tractus iliotibial (fig 19) qu'il faut séparer du septum intermusculaire latéral. Le biceps fémoral est écarté vers l'arrière et le vaste latéral vers l'avant. L'insertion haute du chef latéral du muscle gastrocnémien (muscle jumeau externe), qui est recouverte de tissu adipeux, est dégagée avec une compresse. On repère ensuite au doigt le ligament collatéral fibulaire. La capsule est ouverte entre le chef latéral du muscle gastrocnémien et le ligament collatéral fibulaire (fig 19A). Il faut alors faire attention au tendon du muscle poplité qui croise l'articulation fémorotibiale juste en arrière du ligament collatéral fibulaire. En écartant vers l'arrière la capsule articulaire, on aborde le ménisque latéral et la partie postéroexterne de l'articulation (fig 19B).

EXTENSION

En passant le long du bord postérieur du biceps fémoral, on repère après ouverture de l'aponévrose le nerf fibulaire commun (nerf sciatique poplité externe). Pour visualiser le nerf tibial (nerf sciatique poplité interne) et les vaisseaux poplités, le chef latéral du muscle gastrocnémien est détaché au niveau de son extrémité supérieure. L'abord du ligament croisé postérieur est possible pour P Neyret (manuscrit en préparation), en passant en arrière du chef latéral du muscle gastrocnémien (fig 19C). La dissection se poursuit en profondeur en longeant le muscle poplité, l'ouverture de la capsule s'effectuant au pied du ligament croisé postérieur.

FERMETURE

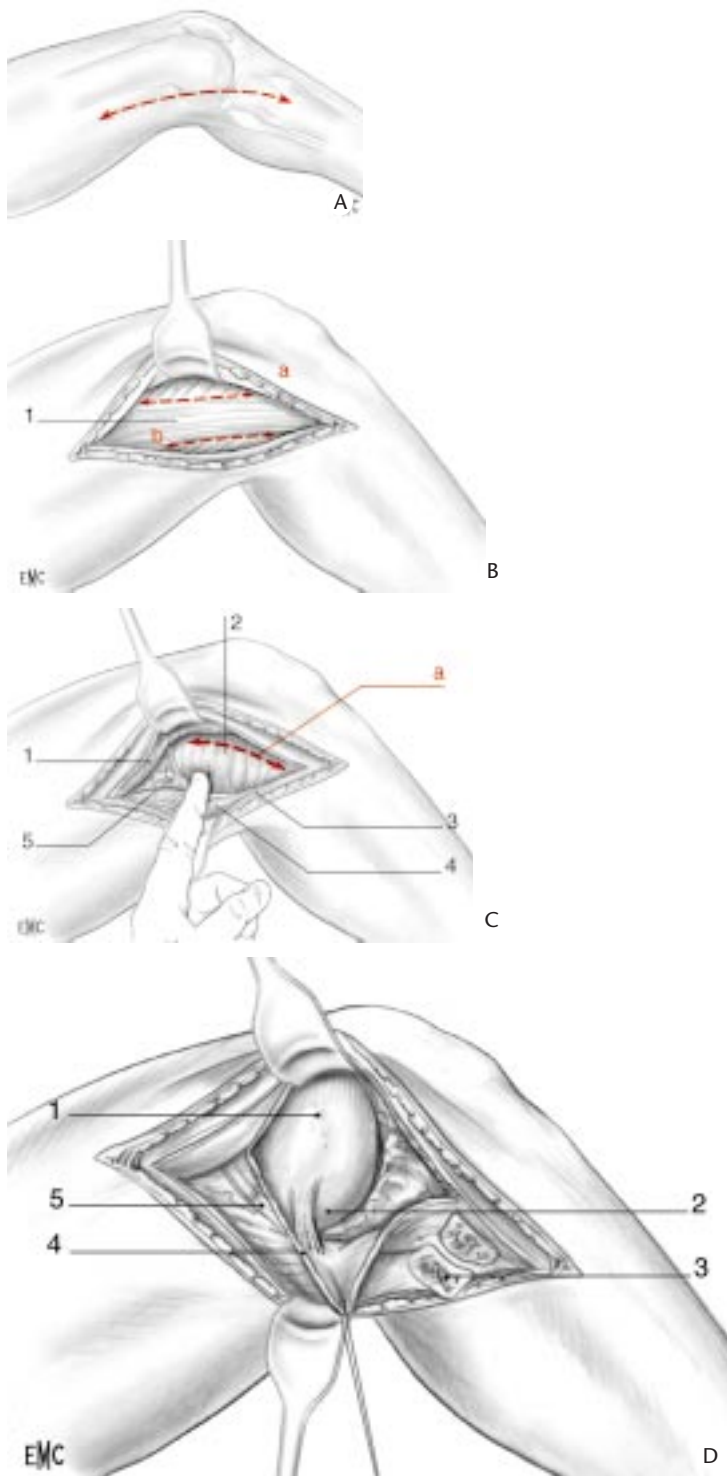
La réparation de cette voie nécessite la suture du plan capsulaire, la réinsertion du muscle gastrocnémien du muscle tibial antérieur et si besoin du tractus iliotibial avec des fils ou une agrafe. Un drain aspiratif est placé dans l'articulation, un autre en sous-cutané.

AVANTAGES

Cette voie donne un bon jour sur les structures postérolatérales et permet même d'aborder les structures postérieures.

INCONVÉNIENTS

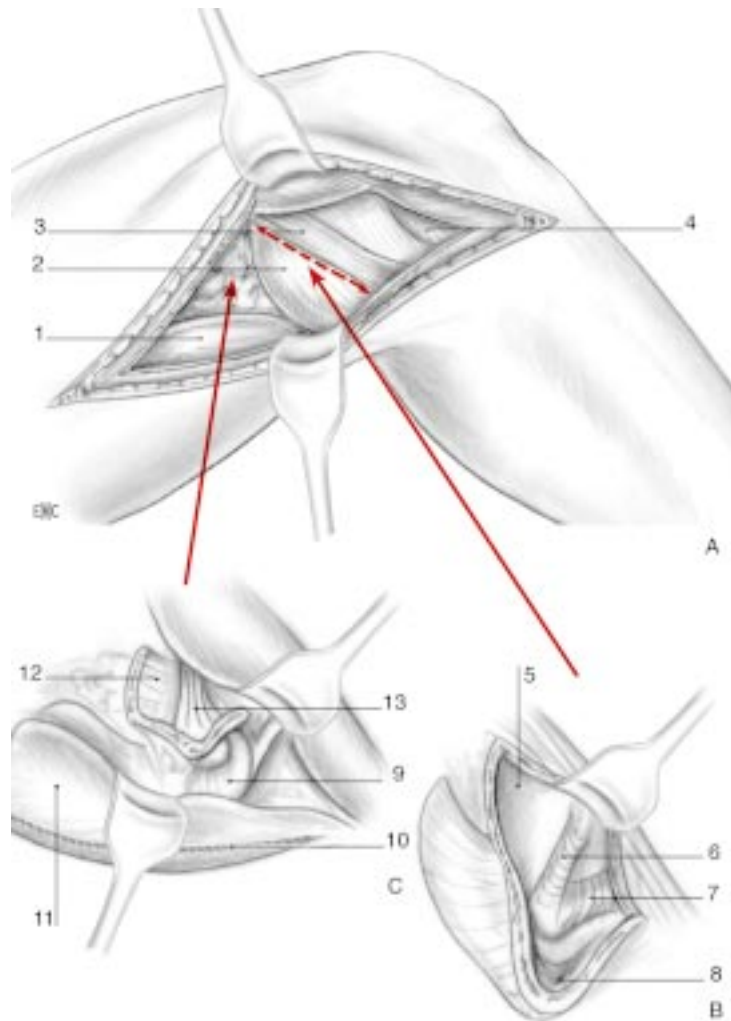
La dissection doit être prudente, notamment lors de reprises chirurgicales, car la ligature des artères proximolatérale et distolatérale expose au risque de nécrose cutanée. Lors d'arthrotomies, il faut faire attention au tendon du muscle poplité.



- 18** A. Voie postérolatérale. Incision cutanée.
 B. Voie postérolatérale. 1 : Tractus iliotibial ; a : incision antérieure ; b : incision postérieure.
 C. Voie postérolatérale. Incision antérieure au tractus iliotibial. 1 : Muscle vaste latéral ; 2 : capsule et synoviale articulaire ; 3 : fascia superficiel ; 4 : tractus iliotibial ; 5 : ligament collatéral fibulaire ; a : ouverture articulaire.
 D. Voie postérolatérale. Incision antérieure au tractus iliotibial. Ouverture articulaire. 1 : Condyle latéral ; 2 : tendon du muscle poplité ; 3 : désinsertion du tubercule du tractus iliotibial ; 4 : capsule et synoviale articulaires ; 5 : ligament collatéral fibulaire.

INDICATIONS

Les principales indications sont la suture ou la résection du segment postérieur du ménisque latéral, la synovectomie, la réparation du ligament collatéral fibulaire, les plasties ligamentaires du point d'angle postérolatéral et du ligament croisé postérieur et les ostéosynthèses des fractures du plateau tibial ou du condyle fémoral latéral.



- 19** Voie postérolatérale.
 A. Incision postérieure au tractus iliotibial. 1 : Biceps fémoral ; 2 : chef latéral du gastrocnémien ; 3 : ligament collatéral fibulaire ; 4 : tractus iliotibial.
 B. Abord rétroligamentaire. 5 : Condyle latéral ; 6 : tendon du muscle poplité ; 7 : ménisque latéral ; 8 : capsule articulaire.
 C. Abord postérieur. 9 : Muscle poplité ; 10 : nerf fibulaire commun ; 11 : chef latéral du gastrocnémien ; 12 : capsule articulaire ; 13 : ligament croisé postérieur.

Voie longitudinale

Seule la voie externe sous-méniscale peut être utilisée sans risque.

INSTALLATION

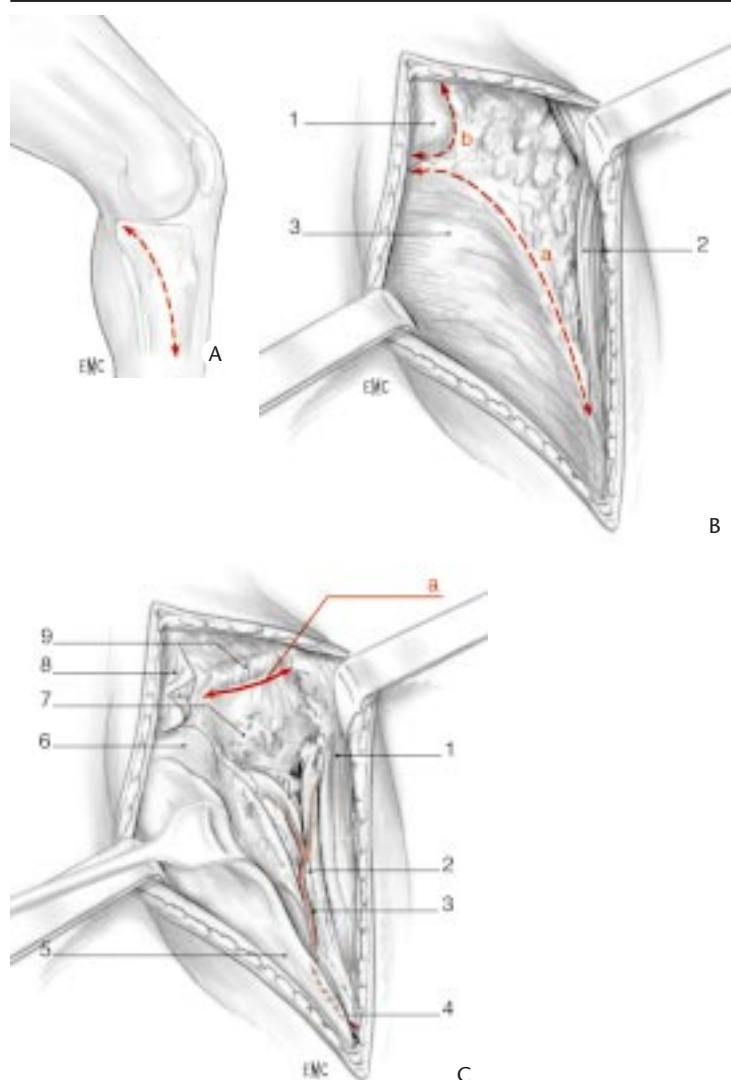
Elle est identique à celle de la voie antéromédiale. Le genou est fléchi à 90°. On repère le tubercule du tractus iliotibial et la tête du péroné.

INCISION CUTANÉE

L'incision cutanée et sous-cutanée est horizontale ou oblique (fig 20A). Sa longueur est variable. En « L » inversé, elle s'étend du bord externe de la tubérosité tibiale à la tête du péroné (fig 20B). Une extension est possible vers le bas en suivant la crête tibiale.

EXPOSITION

Le muscle tibial antérieur est détaché vers le bas pour exposer le tibia. L'incision est faite sur l'aponévrose d'insertion, en préservant les fibres musculaires (fig 20C). À la partie basse de l'incision passe l'artère récurrente tibiale ; une hémostase soigneuse doit être réalisée. Il faut respecter l'artère tibiale antérieure qui est facilement repérable dans son atmosphère graisseuse. Le ligament patellaire est individualisé à la partie haute. Pour accéder au ménisque latéral, il



20 A. Abord longitudinal latéral. Incision cutanée.
B. Abord longitudinal latéral. Incision sous-cutanée. 1 : Tractus iliotibial ; 2 : ligament patellaire ; 3 : muscle tibial antérieur ; a. désinsertion du muscle tibial ; b. relèvement du tractus iliotibial.
C. Abord longitudinal latéral. 1 : Ligament patellaire ; 2 : tibia ; 3 : artère récurrente tibiale antérieure ; 4 : artère tibiale antérieure ; 5 : muscle tibial antérieur ; 6 : tête fibulaire ; 7 : tubercule d'insertion du tractus iliotibial ; 8 : tractus iliotibial ; 9 : ménisque latéral ; a : arthrotomie sous-méniscale.

faut détacher l'insertion du tractus iliotibial en sous-périosté ou avec un coin osseux. Après avoir repéré l'interligne articulaire à l'aide d'une aiguille intradermique, une arthrotomie sous-méniscale est réalisée, permettant de visualiser le plateau tibial.

FERMETURE

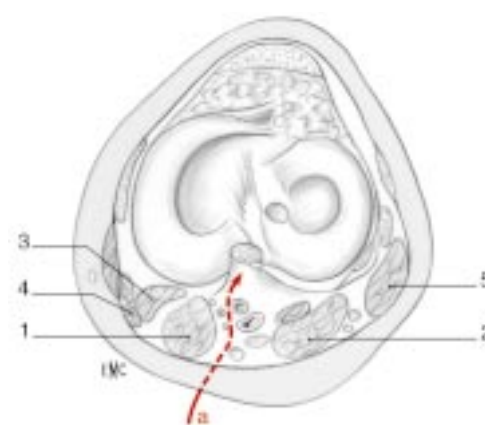
La réparation de cette voie nécessite la suture du plan méniscal, le rapprochement du muscle tibial antérieur et si besoin du tubercule du tractus iliotibial avec une agrafe. Un drain aspiratif est placé dans l'articulation et en sous-cutané.

AVANTAGES

C'est une voie qui permet une bonne visualisation de l'extrémité supérieure du tibia et du plateau tibial externe.

INCONVÉNIENTS

Il faut faire attention au nerf fibulaire en arrière et à l'artère tibiale antérieure en bas.



21 Voie postérieure et médiane. 1 : Chef médial du gastrocnémien ; 2 : chef latéral du gastrocnémien ; 3 : semi-membraneux ; 4 : semi-tendineux ; 5 : biceps fémoral ; a : incision cutanée et sous-cutanée

INDICATIONS

Les principales indications sont les traumatismes de l'extrémité supérieure du tibia et les ostéotomies tibiales.

Voies postérieures

VOIE POSTÉRIEURE ET MÉDIANE

Cette large voie, décrite par Trickey^[5], nécessite une dissection importante des vaisseaux et des nerfs au creux poplité pour atteindre l'articulation du genou (fig 21).

■ Installation

Le patient est en décubitus ventral, avec un garrot à la racine de la cuisse et un billot de gélatine placé sous le cou-de-pied pour maintenir le genou en légère flexion.

■ Incision cutanée

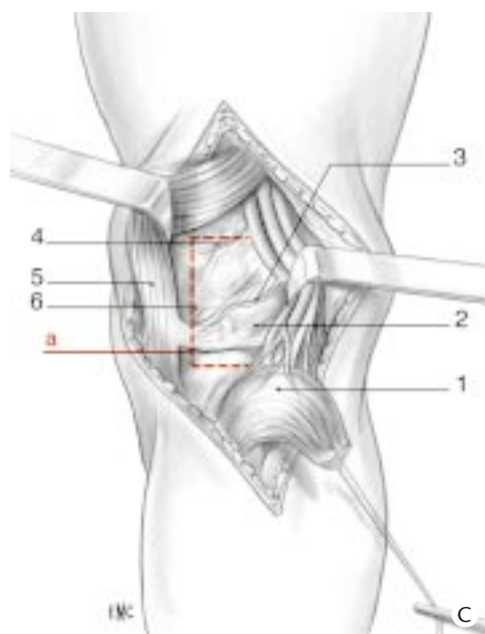
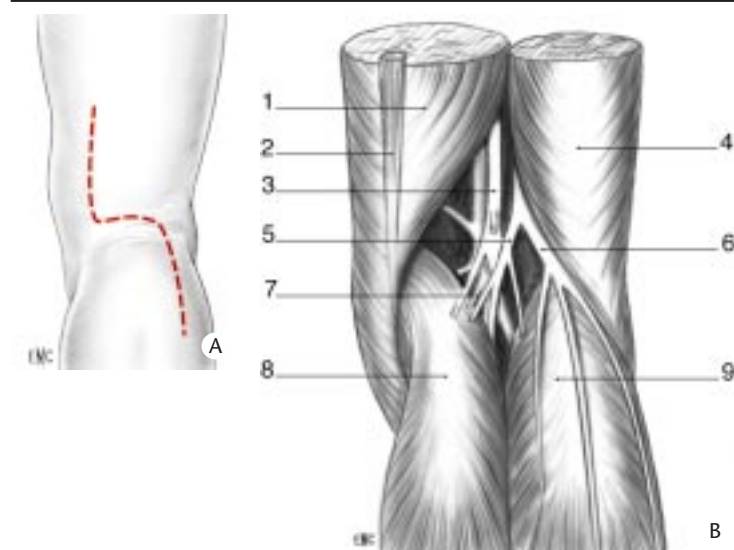
L'incision cutanée et sous-cutanée s'effectue de haut en bas et de dedans en dehors, selon une forme de « S » italique (fig 22A). Elle débute le long du relief du tendon du semi-tendineux, s'incurve en dehors au niveau du pli de flexion cutané du genou (situé deux travers de doigt au-dessus de l'interligne articulaire), puis descend verticalement le long du bord externe du chef latéral du gastrocnémien. Il est prudent de faire des marques sur les deux lèvres de l'incision pour faciliter la fermeture.

■ Exposition

L'aponévrose est incisée longitudinalement en dedans du nerf cutané postérieur de la cuisse (saphène externe) qui la traverse d'avant en arrière, à la partie basse de la voie d'abord. Les nerfs tibial et fibulaire commun sont disséqués sous le bord interne du biceps fémoral, laissant apparaître les vaisseaux poplités (fig 22B). Artère et veine cheminent dans une gaine commune (veine plus superficielle et en dehors de l'artère) qui est disséquée sous le bord externe du semi-membraneux. Le paquet vasculonerveux est écarté en dehors, le semi-membraneux en dedans, ce qui donne accès à l'insertion supérieure du chef médial du gastrocnémien. Ce dernier est sectionné à un travers de doigt de son origine et récliné en dehors (en prenant garde de ne pas léser son paquet vasculonerveux supérieur), ce qui découvre le plan capsulaire postérieur. L'arthrotomie est réalisée longitudinalement ou en « volet »^[24] après ligature des vaisseaux artériels supérieurs (les moyens sont préservés car l'une des branches vascularise les ligaments croisés) (fig 22C).

■ Fermeture

Après avoir lâché le garrot pour vérifier l'hémostase, le plan capsulaire est refermé sur un drain de Redon intra-articulaire. Le chef médial du gastrocnémien est suturé, puis l'aponévrose est à son tour fermée sur un second drain.



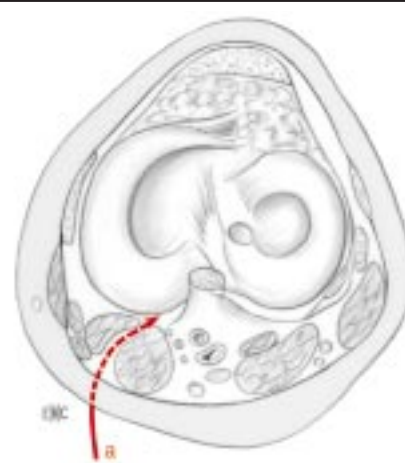
- 22 A. Voie postérieure et médiane. Incision cutanée.
 B. Voie postérieure et médiane. Dissection vasculonerveuse. 1: Semi-membraneux ; 2 : semi-tendineux ; 3 : vaisseaux poplités ; 4 : biceps fémoral ; 5 : nerf tibial ; 6 : nerf fibulaire commun ; 7 : vaisseaux et nerfs supérieurs du chef médial du gastrocnémien ; 8 : chef médial du gastrocnémien ; 9 : chef latéral du gastrocnémien.
 C. Voie postérieure et médiane. Ouverture artriculaire. 1: Chef médial du gastrocnémien ; 2 : ligament poplité oblique ; 3 : artère artriculaire moyenne ; 4 : artère artriculaire supérieure ; 5 : semi-membraneux ; 6 : capsule artriculaire ; a : arthrotomie sous-méniscale.

■ Extension de la voie d'abord

Le plan capsulaire postéroexterne peut être abordé en refoulant en dedans les vaisseaux poplités et le nerf tibial. Il est nécessaire ensuite de ligaturer les anastomoses entre petite veine saphène (veine saphène externe) et veine poplitée pour pouvoir écarter en dehors le nerf fibulaire commun, le biceps fémoral et le nerf cutané postérieur de la cuisse^[20]. La section du chef latéral du gastrocnémien à un travers de doigt de son origine permet d'exposer la capsule artriculaire condylienne latérale qui est incisée en volet à charnière inférieure : corne postérieure du ménisque externe, ligament méniscofémoral postérieur et origine fémorale du ligament croisé antérieur sont alors exposés.

■ Avantages

La voie postérieure médiane donne une bonne visualisation des cornes postérieures méniscales et du plancher du ligament croisé postérieur, permettant de fixer ce dernier en cas de lésion récente.



23 Voie postérieure et interne. a : Incision cutanée et sous-cutanée.

■ Inconvénients

La dissection importante et difficile de cet abord doit faire préférer, chaque fois que possible, une voie plus élective.

■ Indications

Ce sont : les ligamentoplasties et fixations du ligament croisé postérieur au plancher, le temps postérieur d'une synovectomie ou d'une arthrolyse, l'exérèse d'un kyste synovial de Baker, l'exérèse d'une tumeur ou une réparation de plaie nerveuse, la réinsertion méniscale au niveau des cornes postérieures.

VOIE POSTÉRIEURE ET INTERNE

■ Installation

Elle est identique à celle de la voie postérieure médiane.

■ Incision cutanée

Elle s'effectue de haut en bas et de dehors en dedans (fig 23), selon une forme de « L » inversé (fig 24A). Horizontale au niveau du pli de flexion du genou, elle s'incurve pour descendre verticalement le long du bord interne du chef médial du gastrocnémien.

■ Exposition

L'aponévrose est incisée sur le bord interne du chef médial du gastrocnémien. La dissection se poursuit entre semi-membraneux et gastrocnémien, jusqu'à la capsule artriculaire condylienne médiale (fig 24B). Récliné en dehors, le chef médial du gastrocnémien protège le paquet vasculonerveux poplité. Il peut être sectionné partiellement, voire en totalité, à travers le ligament poplité oblique (tendon récurrent du semi-membraneux) (fig 24C).

■ Fermeture

Elle est identique à celle de la voie postérieure médiane.

■ Avantages

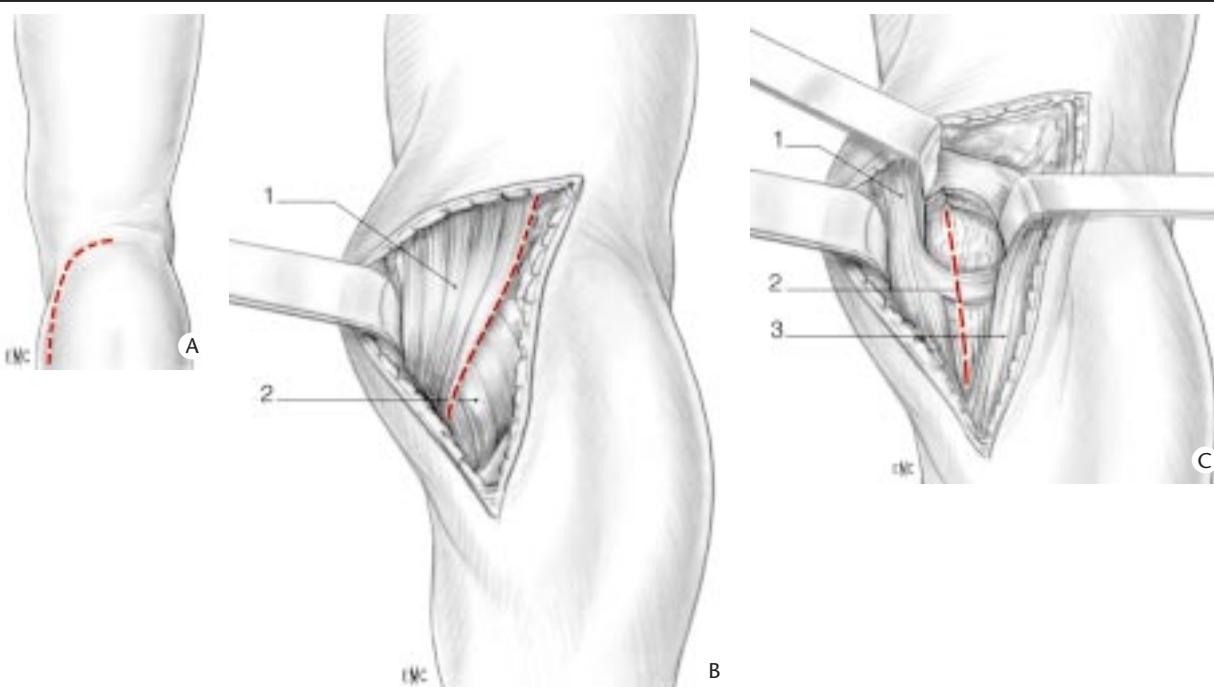
Cette voie d'abord est simple, sécurisante, et offre un excellent jour sur la surface rétrospinale et la partie postérieure de l'échancrure intercondylienne.

■ Inconvénients

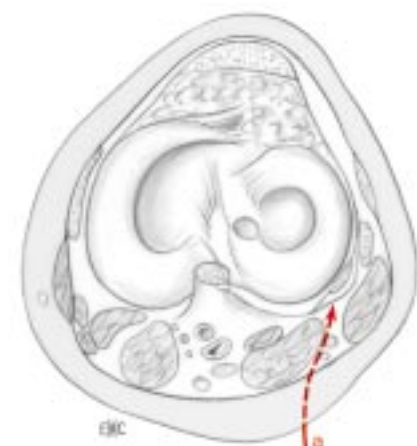
Il est impossible par cet abord de visualiser la capsule artriculaire condylienne latérale.

■ Indications

Ce sont : la fixation du ligament croisé postérieur au plancher et l'arthrolyse postérieure en association avec la voie postérieure externe.



24 A. Voie postérieure et interne. Incision cutanée.
B. Voie postérieure et interne. Dissection musculaire. 1 : Semi-membraneux ; 2 : chef médial du gastrocnémien.
C. Voie postérieure et interne. Ouverture articulaire ; 1 : Semi-membraneux ; 2 : ligament poplite oblique ; 3 : chef médial du gastrocnémien.



25 Voie postérieure et externe. a : Incision cutanée et sous-cutanée.

VOIE POSTÉRIEURE EXTERNE

■ Installation

Elle est identique à celle de la voie postérieure médiane.

■ Incision cutanée

Elle s'effectue de haut en bas et de dedans en dehors (fig 25), selon un trajet oblique le long du bord postérieur du tendon du biceps fémoral (fig 26A).

■ Exposition

L'aponévrose est incisée sur le bord postérieur du tendon du biceps fémoral. Le nerf fibulaire commun est disséqué sous le bord interne du tendon du biceps fémoral, puis est récliné en dehors avec lui (fig 26B). Sectionné partiellement à un travers de doigt de son origine et écarté en dedans, le chef latéral du gastrocnémien laisse découvrir la capsule articulaire condylienne latérale. L'arthrotomie est réalisée longitudinalement au-dessus du muscle poplité dont le tendon s'enfonce sous la capsule (fig 26C).

■ Fermeture

Elle est identique à celle de la voie postérieure médiane.

■ Avantages

Une neurolyse complète du nerf fibulaire commun et de ses branches, nerf cutané sural latéral (cutané péronier), nerf fibulaire profond (tibial antérieur), nerf fibulaire superficiel (musculocutané) peut être réalisée en prolongeant l'incision cutanée et aponévrotique en bas et en avant sous la tête du péroné.

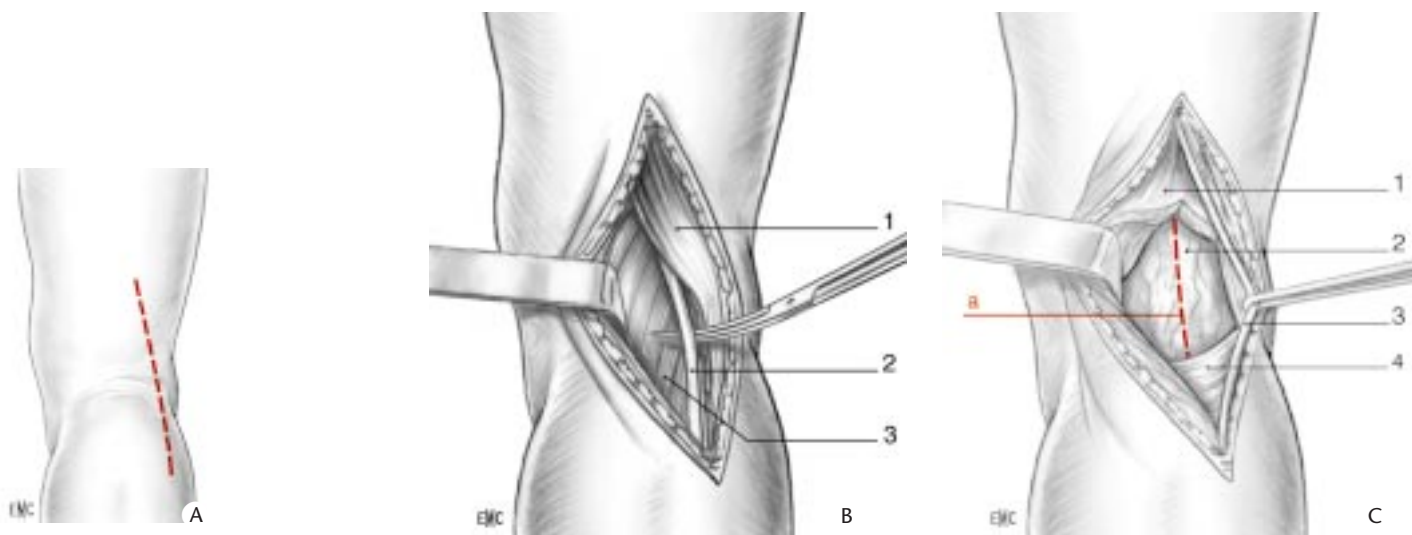
■ Inconvénients

Cette voie d'abord ne donne pas un jour suffisant sur le bord postérieur du plateau tibial externe et ne permet aucun geste sur le ligament croisé postérieur.

■ Indications

Ce sont l'exérèse d'une tumeur ou la réparation de plaies nerveuses et l'arthrolyse postérieure.

Figure 26 et Références ➤



26 A. Voie postérieure et externe. Incision cutanée.

B. Voie postérieure et externe. Dissection nerveuse. 1 : Biceps fémoral ; 2 : nerf fibulaire commun ; 3 : chef latéral du gastrocnémien.

C. Voie postérieure et externe. Incision articulaire. 1 : Chef latéral du gastrocnémien ; 2 : capsule articulaire ; 3 : nerf fibulaire commun ; 4 : poplité ; a : arthrotomie.

Références

- [1] Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S. Voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique. Paris : Masson, 1988 : 137-157
- [2] Berger RA, Rosenberg AG. Surgical exposures in revision total knee arthroplasty. In : Lokke PA, Garino JP eds. Revision total knee arthroplasty. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1999 : 157-172
- [3] Bonnel R, Chevrel JP, Outrequin G. Anatomie clinique : les membres. Paris : Springer-Verlag, 1991 : 395-459
- [4] Burki H, Von Knoch M, Heiss C, Drobny T, Munzinger U. Lateral approach with osteotomy of the tibial tubercle in primary total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1999 ; 362 : 156-161
- [5] Burks T, Schaffer J. A simplified approach to the tibial attachment of the posterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 1990 ; 254 : 216-219
- [6] Cadenat FM. Les voies de pénétration des membres. Paris : Doin, 1978 : 283-308
- [7] Cuny C, Beau P, Delagoutte JP. L'abord interne du genou dans la chirurgie prothétique. *Rev Chir Orthop* 1990 ; 76 : 344-346
- [8] De Peretti F, Argenson C, Beracassat R, Bourgeon Y. Problèmes artériels et nerveux posés par les incisions antérieures au niveau de l'articulation du genou. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 (suppl II) : 231-233
- [9] Engh GA, Parks NL. Surgical technique of the midvastus arthrotomy. *Clin Orthop* 1998 ; 351 : 270-274
- [10] Fernandez DL. Anterior approach to the knee with osteotomy of the tibial tubercle for bicondylar tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1988 ; 70 : 208-219
- [11] Garvin KL, Scuderi G, Insall JN. Evolution of the quadriceps snip. *Clin Orthop* 1995 ; 321 : 131-137
- [12] Hofmann AA, Plaster RL, Murdock LE. Subvastus (southern) approach for primary total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1991 ; 269 : 70-77
- [13] Honnart F. Voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique. Paris : Masson, 1989 : 124-145
- [14] Insall JN, Windsor RE, Norman Scott W, Kelly MA, Aglietti P. Surgery of the knee. New York : Churchill Livingstone, 1993 : 135-148
- [15] Keblish PA. The lateral approach to the valgus knee: surgical technique and analysis of 53 cases with over two-year follow-up evaluation. *Clin Orthop* 1991 ; 271 : 52-62
- [16] Keblish PA. La voie d'abord externe dans la chirurgie prothétique du genou. *Maîtrise Orthop* 2000 ; 96 : 6-15
- [17] Masquelet AC, McCullough CJ, Tubiana R. Voies d'abord chirurgicales du membre inférieur. Paris : Masson, 1994 : 138-177
- [18] Matsueda M, Gustilo RB. Subvastus and medial parapatellar approaches in total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 2000 ; 371 : 161-168
- [19] Merti P, Jarde O, Blejwas D, Vives P. L'abord latéral du genou avec relèvement de la tubérosité tibiale pour la chirurgie prothétique. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 : 264-267
- [20] Minkoff J, Jaffel L, Menendez L. Limited posterolateral surgical approach to the knee for excision of osteoid osteoma. *Clin Orthop* 1987 ; 223 : 237-246
- [21] Müller W. Le genou : anatomie, biomécanique et reconstruction ligamentaire. Berlin : Springer-Verlag, 1994 : 158-170
- [22] Muscat JO, Rogers W, Cruz AB, Schenck RC. Arterial injuries in orthopaedics: the posteromedial approach for vascular control about the knee. *J Orthop Trauma* 1996 ; 10 : 476-480
- [23] Poehling GG, Pollock FE, Kroman LA. Reflex sympathetic dystrophy of the knee after sensory nerve injury. *Arthroscopy* 1988 ; 4 : 31-35
- [24] Poitout DG. Atlas de techniques chirurgicales du genou. Paris : Masson, 1993 : 86-88
- [25] Samuel P, Leroux D, Blanchard JP. Voies d'abord du genou. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-720, 1985 : 1-16
- [26] Scapinelli R. Blood supply of the human patella: its relation to ischaemic necrosis after fracture. *J Bone Joint Surg Br* 1967 ; 49 : 563-570
- [27] Tifford CD, Spero L, Luke T, Plancher KD. The relationship of the infrapatellar branches saphenous nerve to arthroscopy portals and incisions for anterior cruciate ligament surgery. An anatomy study. *Am J Sports Med* 2000 ; 28 : 562-567
- [28] Vielpeau C, Hulet C, Tallier E, Locker B. La voie antéro-latérale dans les prothèses totales du genou pour gonarthrose sur genu varum. *Ann Orthop Ouest* 2000 ; 32 : 67-71

Techniques d'ostéosynthèse des fractures diaphysaires de jambe de l'adulte

P. Simon, J.-M. Cognet

Les fractures de jambe sont multiples et souvent complexes : il s'agit d'un segment squelettique à deux os ; les parties molles qui ne le protègent qu'en partie sont fréquemment lésées ; enfin, le segment diaphysaire central a une longueur réduite. Les indications thérapeutiques doivent tenir compte tout autant des dommages des parties molles que du type de fracture. Si le traitement orthopédique n'est plus guère utilisé de nos jours, les fractures de la diaphyse tibiale ne peuvent plus être considérées de façon schématique comme des fractures à enclouer lorsqu'elles sont fermées, et à stabiliser par fixateur externe lorsqu'elles sont ouvertes. Les techniques et les modalités des différents moyens d'ostéosynthèse – enclouage, ostéosynthèse par plaque, fixation externe – ont considérablement évolué ces dernières années si bien que leurs indications respectives sont totalement à revoir. La plaque retrouve des indications dans les fractures difficiles à enclouer comme les fractures proximales ou distales ; l'enclouage est possible dans des fractures ouvertes graves au prix d'un parage soigneux et d'un lambeau immédiat ou précoce.

© 2006 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Enclouage centromédullaire verrouillé ; Ostéosynthèse mini-invasive ; Ostéosynthèse par plaque ; Fixation externe ; Syndrome de loge ; Fracture ouverte

Plan

| | |
|---|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Anatomopathologie | 1 |
| ■ Méthodes thérapeutiques | 3 |
| Enclouage centromédullaire | 3 |
| Ostéosynthèse par plaque | 5 |
| Fixation externe | 6 |
| Gestes associés | 7 |
| ■ Indications | 8 |
| Reste-t-il des indications au traitement orthopédique ? | 8 |
| Indications en fonction des lésions des parties molles | 8 |
| Indications en fonction du type de fracture | 9 |
| ■ Cas particuliers | 12 |
| Fractures du tibia et syndrome des loges | 12 |
| Polytraumatisé ou polyfracturé | 12 |
| ■ Conclusion | 12 |

■ Introduction

Les choix thérapeutiques dans les fractures de la diaphyse tibiale de l'adulte restent encore à l'heure actuelle une source de controverses, souvent un choix d'école. Pourtant leur fréquence, la sévérité de leurs complications, les progrès récents dans les différentes techniques auraient dû conduire à des attitudes consensuelles. Pour traiter correctement une fracture diaphysaire de jambe une attitude éclectique est de mise, et aucune méthode ne permet de faire face au mieux à toutes les situations. Si le traitement orthopédique ne conserve qu'une place restreinte dans la pratique quotidienne, du moins en France,

l'enclouage centromédullaire, l'ostéosynthèse par plaque, la fixation externe ont bénéficié d'évolutions significatives ces dernières années et leurs indications respectives semblent se préciser. Les complications des fractures de la diaphyse tibiale, qu'il s'agisse des dommages des parties molles ou des syndromes de loge nécessitent par ailleurs une prise en charge spécifique (Fig. 1).

■ Anatomopathologie

Ne sont abordées dans cet article que les fractures diaphysaires du tibia, c'est-à-dire celles affectant cet os long en dehors des deux carrés épiphysaires, selon la classification internationale de l'AO ^[1] (Fig. 2), récentes, à l'exclusion des pseudarthroses septiques ou aseptiques.

L'ouverture cutanée est évaluée, après le parage chirurgical, selon les classifications classiques de Cauchoix et Duparc ou de Gustilo. La première, modifiée par Duparc et Hutten, ^[2] a pour elle sa simplicité ; à l'inverse elle est restée désespérément hexagonale et ne prend en compte que les lésions cutanées. La seconde ^[3, 4] de diffusion internationale, est plus difficile à utiliser et semble peu reproductible. De plus, aucune de ces deux classifications ne prend en compte l'importance de la contamination, ni la présence éventuelle de corps étrangers. Le délai entre l'accident et la prise en charge, le mécanisme causal (faible énergie, haute vitesse, écrasement, section...) sont des facteurs importants à prendre en compte. La précocité de la couverture du foyer conditionne également le risque septique puisque, dans la majorité des cas, les ostéites secondaires sont liées à l'inoculation de germes hospitaliers et non aux germes initiaux en majeure partie éliminés lors du débridement.

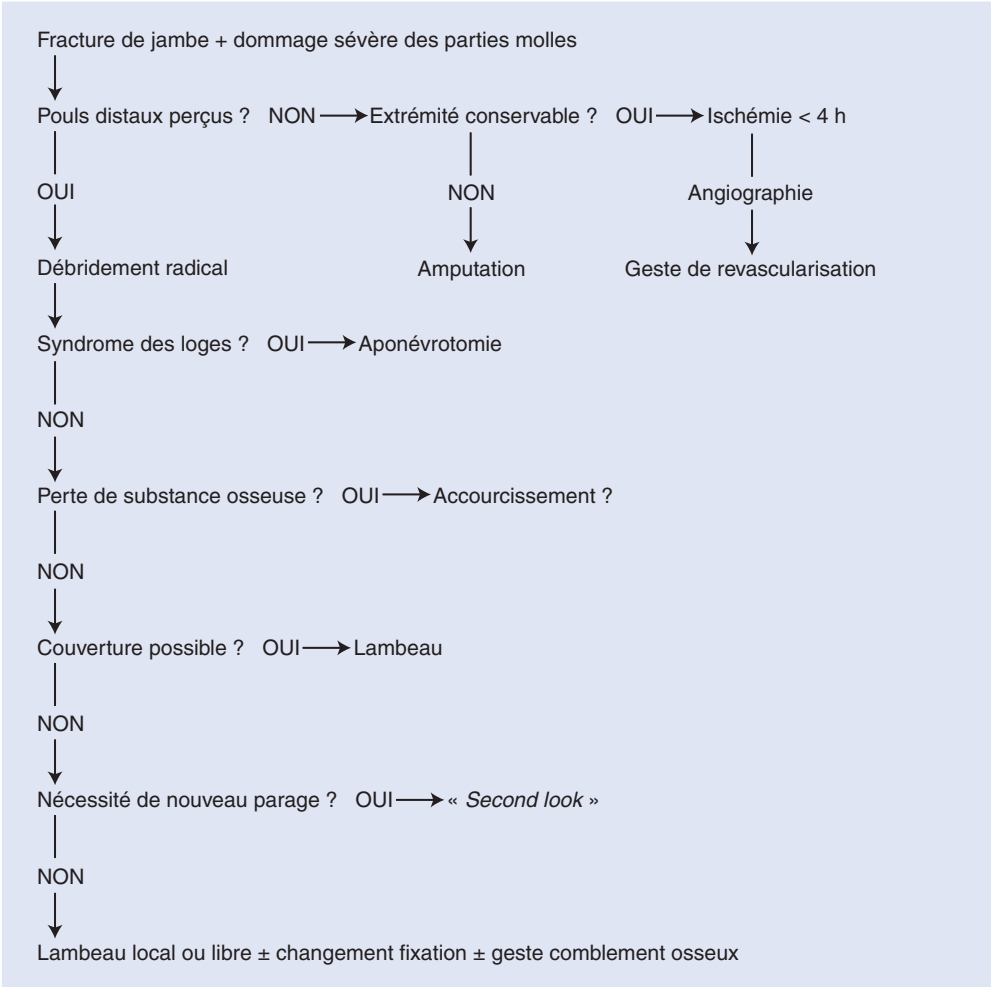


Figure 1. Arbre décisionnel.



Figure 2. Limites de la diaphyse tibiale selon la définition des carrés épiphysaires.

Tableau 1. Classification des fractures fermées selon Tschérne.

| | |
|----|--|
| C0 | Fracture fermée sans traumatisme des parties molles (menace cutanée ; mécanisme indirect) |
| C1 | Dermabrasion superficielle ou contusion cutanée liée au déplacement d'un fragment osseux (de l'intérieur vers l'extérieur), ou phlyctènes en regard du foyer |
| C2 | Contusion appuyée par choc direct, dermabrasion contaminée, ou imminence de syndrome des loges |
| C3 | Contusion étendue, décollement sous-cutané étendu, syndrome des loges constitué, lésion vasculaire fermée |

Classifier les fractures fermées selon les dommages des parties molles est tout aussi important et souvent oublié par nombre de chirurgiens, particulièrement dans notre pays. L'œdème, la contusion, le décollement sous-cutané sont autant d'éléments qui doivent inciter à la prudence, voire faire proposer un traitement d'attente. Tschérne [5] a le premier insisté sur les lésions des parties molles dans les fractures dites fermées, mettant en exergue le risque de nécrose cutanée, donc d'exposition secondaire du foyer de fracture (Tableau 1). Tout décollement ou toute contusion appuyée affectant le tissu sous-cutané, comme on les rencontre dans les écrasements ou les dégâts, risque de conduire à une nécrose sus-jacente. C'est dire que les dommages cutanés doivent toujours être pris en compte avant de poser une indication opératoire et de choisir une technique d'ostéosynthèse.

L'évaluation clinique des complications vasculonerveuses, comme dans toutes les fractures, doit être systématique. Les troubles sensitifs doivent être particulièrement recherchés sur un patient conscient, et leur origine précisée (section, dilacération,

compression nerveuse). Les lésions vasculaires doivent être appréciées en tenant compte de l'âge et du terrain : l'angiographie doit être réalisée chaque fois qu'une ischémie est manifeste, mais peut l'être de façon simple en salle d'opération ce qui fait gagner un temps précieux.

De même, la prise des pressions intramusculaires est systématique si un syndrome de loge est suspecté, ce qui est le cas dans environ 5 % des fractures de jambe. Les patients à risque semblent être les sujets jeunes, présentant volontiers une fracture déplacée à faible énergie : [6] l'exemple de la fracture transversale déplacée du footballeur après un tacle est classique. Enfin, rappelons que l'ouverture cutanée ne met pas à l'abri d'un syndrome de loges. La symptomatologie clinique est bien connue : douleurs vives, loges non dépressibles, douleur exacerbée à la mobilisation passive des orteils, paresthésies. La prise des pressions ne fera que confirmer la suspicion clinique et c'est, faut-il le rappeler, la différence entre pression diastolique et pression intramusculaire qui importe : une différence inférieure à 30 mmHg impose la fasciotomie.

“ Point important

Bien apprécier les dommages des parties molles en regard d'une fracture de jambe est aussi important pour une fracture fermée que pour une fracture ouverte.

■ Méthodes thérapeutiques

Enclouage centromédullaire

La technique de l'enclouage centromédullaire à foyer fermé, avec alésage et verrouillage est classique [7, 8]. La constance de ses résultats, avec moins de 2 % de pseudarthroses et de 3 % de complications septiques, justifie sa place de choix dans l'arsenal thérapeutique. Cependant, depuis une quinzaine d'années un certain nombre de faits qui semblaient acquis ont été remis en question : la position opératoire, l'alésage systématique, la mise en place de clous à frottement dur, l'utilisation d'artifices d'aide à la réduction méritent d'être discutés. En revanche, le dogme du foyer fermé demeure intangible et fait partie intégrante de la méthode.

Technique classique de l'enclouage alésé verrouillé sur table orthopédique

Le patient est installé en décubitus dorsal, une barre à genou positionnée au tiers distal de la cuisse et non dans le creux poplité pour éviter la compression du nerf fibulaire commun ; la jambe fracturée est alignée et la réduction dans les trois plans de l'espace réalisée grâce à la traction transcalcaneenne (Fig. 3A). La flexion du genou doit être d'environ 90°, au risque de perturber le passage de l'arcade de l'amplificateur de brillance pour l'incidence de face et d'amener la patella devant le point d'entrée tibial, ce qui gênerait l'introduction du clou. Il est indispensable, avant de débiter l'intervention proprement dite, de vérifier la parfaite visualisation de l'ensemble du tibia de face et de profil, l'opérateur se tenant éloigné de la table, ce qui participe aux mesures de radioprotection.

L'incision cutanée est longitudinale, de 2 à 3 cm à partir de la pointe de la rotule. L'abord est ensuite réalisé habituellement en incisant le tendon patellaire en son milieu. La trépanation corticale est effectuée avec la pointe carrée droite, puis la préparation réalisée avec la pointe carrée courbe, appelée encore queue de cochon : celle-ci doit être rapidement orientée dans l'axe de la diaphyse pour éviter l'effraction de la corticale postérieure et une éventuelle lésion neurovasculaire postérieure. Certains matériels disposent d'une fraise centrée par une broche. Quoi qu'il en soit, il est essentiel que le point d'introduction soit parfaitement dans l'axe du canal médullaire dans le plan

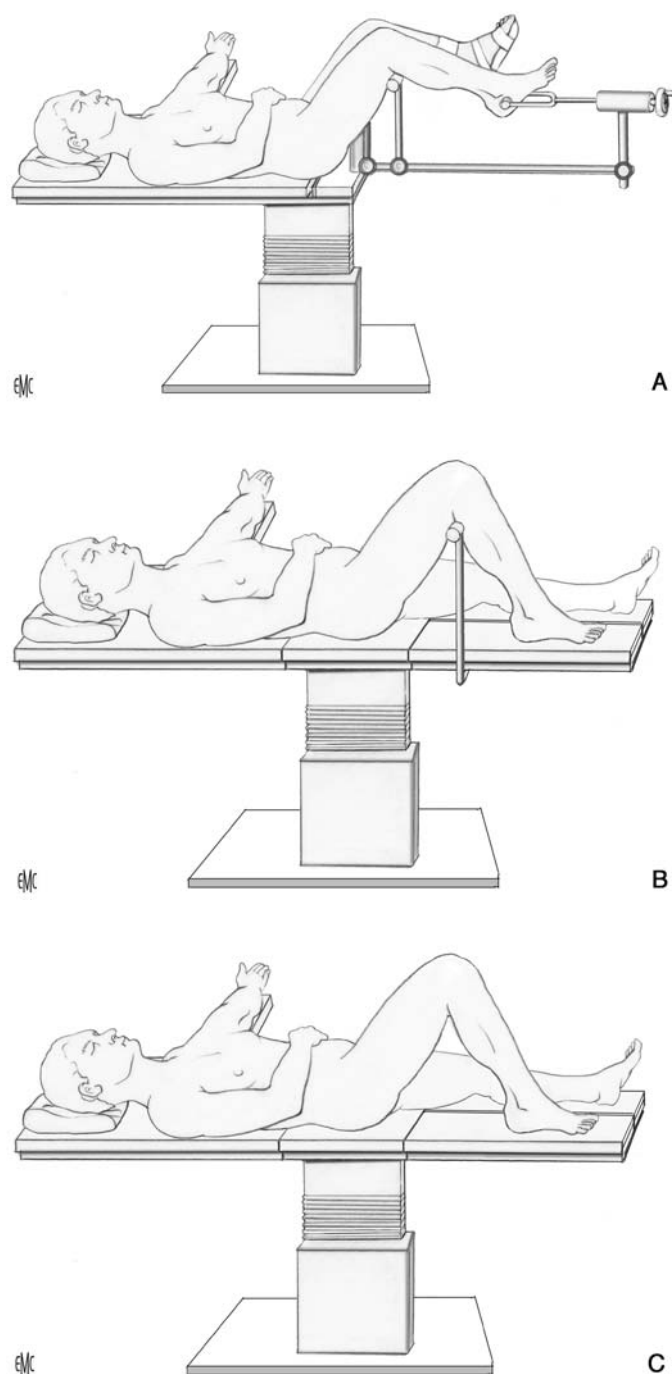


Figure 3. Installation pour l'enclouage centromédullaire.

- A.** Sur table orthopédique.
- B.** Sur table ordinaire avec barre à genou.
- C.** Sur table ordinaire en simple flexion.

frontal et suffisamment proche de la surface articulaire dans le plan sagittal, surtout dans les fractures proximales. Dans certains cas, le contrôle radioscopique du point d'entrée peut être utile.

Le guide d'alésage à olive est alors introduit dans la cavité médullaire et le passage du foyer de fracture contrôlé à l'amplificateur de face et de profil. L'alésage doit ensuite être mené avec un moteur à rotation lente, de 0,5 mm en 0,5 mm en commençant avec un alésoir de taille adaptée à la morphologie du canal médullaire (se méfier des canaux étroits où il est prudent de débiter à 7 mm) ; le passage du foyer de fracture doit être contrôlé à l'amplificateur, parfois moteur arrêté si le foyer est très comminutif. Ce passage peut être rendu difficile par un fragment cortical basculé obstruant partiellement le canal et qu'il convient de repousser préalablement avec le guide d'alésage béquillé ; l'abord du foyer de fracture pour cette raison

Tableau 2.

Avantages et inconvénients de l'installation sur table orthopédique ou sur table ordinaire pour l'enclouage centromédullaire du tibia.

| | Table orthopédique | Table ordinaire |
|-------------------------|--|---|
| Avantages | Réduction préopératoire Pas d'aide opératoire | Rapidité d'installation Ostéosyntheses multiples possibles |
| Inconvénients | Risque de distraction Risque de compression neurologique Risque de syndrome des loges Changement d'installation pour deuxième geste | Réduction par un aide opératoire Risque de cal vicieux |
| Critères d'installation | Barre à genou sous la cuisse | Coussin triangulaire ou barre à genou |

doit rester exceptionnel. L'alésage est classiquement poursuivi jusqu'à ce que deux alésoirs consécutifs aient mordu la corticale. Le clou utilisé est en principe d'un diamètre inférieur de 1 à 1,5 mm à celui du dernier alésoir utilisé. Sa longueur est calculée par déduction à partir d'un deuxième guide de la même longueur que le guide d'alésage. Le clou du diamètre et de la longueur adéquate est enfoncé sur le guide d'enclouage, après remplacement du guide d'alésage par ce dernier grâce au tube de téflon. Tout au long de l'avancée du clou, la poignée d'enclouage doit être poussée fermement en direction de la tête du patient de façon à éviter que l'extrémité du clou vienne buter sur la corticale postérieure et induise l'apparition d'un refend.

Le verrouillage proximal est alors réalisé grâce à la poignée porte-clou et aux douilles spécifiques. Le verrouillage distal est ensuite effectué, le plus souvent à main levée, idéalement avec un nez de moteur radiotransparent, ce qui permet de centrer facilement l'extrémité de la mèche par rapport au trou et de limiter le temps d'irradiation.

Table orthopédique ou ordinaire ?

L'un des principes de base de la chirurgie à foyer fermé est de commencer l'intervention sur une fracture préalablement réduite : ce dogme de la réduction préopératoire sur table orthopédique est aujourd'hui remis en cause. En effet, si la table orthopédique permet effectivement réduction, stabilisation du foyer et contrôle de la rotation, elle n'est pas sans risque : elle augmente le temps opératoire et l'incidence du syndrome de loges ; elle comporte un risque non négligeable de compression du nerf fibulaire commun, pas toujours évité par une installation rigoureuse, ainsi qu'un risque de distraction excessive du foyer de fracture, pas toujours facile à annuler après la mise en place du clou ; enfin, elle rend difficile le contrôle de la réduction dans les fractures du tiers proximal et empêche habituellement tout autre geste sur le membre inférieur ipsi- ou contralatéral. Les partisans de la table ordinaire défendent eux l'innocuité et la facilité de l'installation, le contrôle de la réduction étant toujours possible soit par l'évaluation clinique soit par contrôle scopique. Dans la seule étude randomisée disponible, [9] la qualité de la réduction est comparable dans les deux techniques (8 % de cals vicieux), et la table ordinaire ne majore pas le risque de complication peropératoire, de comminution, ni le temps d'irradiation. Pour ses auteurs, comme pour beaucoup d'équipes, l'installation sur table ordinaire est devenue la règle.

L'installation sur table ordinaire doit cependant permettre réduction manuelle et contrôle radioscopique peropératoire. Il est commode d'utiliser un coussin triangulaire ou mieux une barre à genou (Fig. 3B) ; le positionnement en forte flexion du genou, le pied reposant sur la table, peut suffire (Fig. 3C). Un aide opératoire est indispensable pour maintenir la réduction pendant l'alésage éventuel et l'enclouage. Le Tableau 2 résume les avantages et les inconvénients des deux solutions et les critères d'installation à respecter dans les deux cas. Quelle que soit l'installation, il convient de porter une attention toute particulière au contrôle de la rotation, les cals vicieux rotatoires

“ Point important

L'enclouage d'une fracture du tibia est possible sur table orthopédique ou sur table ordinaire : le risque de cal vicieux est équivalent dans les deux cas et sa prévention doit être une préoccupation essentielle de l'opérateur.

étant beaucoup plus fréquents qu'il est classique de le dire, faute de bilans scanographiques systématiques.

Abord transtendineux ou paratendineux ?

L'abord paratendineux médial diminuerait l'incidence des douleurs du genou postopératoires ; [10, 11] il faut savoir que les douleurs du genou postenclouage sont retrouvées dans la moitié des cas et que, une fois sur trois, elles ne disparaissent pas après l'ablation du clou.

Clou alésé ou non alésé ?

Le débat est vif et il est difficile de trancher. Sur la base d'études expérimentales montrant l'effet délétère de l'alésage sur la vascularisation médullaire et corticale, [12, 13] de nombreux auteurs ont proposé l'utilisation systématique de clous non alésés, tout particulièrement au tibia. Certaines études expérimentales ayant montré la réduction du risque infectieux avec l'utilisation de clous pleins non alésés, [14] l'enclouage non alésé a été adopté par beaucoup pour le traitement des fractures ouvertes, mais aussi des fractures fermées avec contusion cutanée [15]. Le rôle exact de l'alésage sur le risque de syndrome de loges est discuté : il est connu que la simple introduction d'une broche-guide élève déjà de façon significative la pression intramédullaire ; la forme des têtes d'alésage semble également importante à prendre en considération. Plus récemment, d'autres études, soit expérimentales soit cliniques, sont venues à l'inverse confirmer le rôle du produit d'alésage dans l'apparition du cal périosté. Il semble donc actuellement raisonnable de prôner un alésage limité au tibia où un clou de diamètre 10 ou 11 est habituellement suffisant [16, 17]. L'utilisation de clous verrouillés dont la stabilité repose essentiellement sur le verrouillage proximal et distal ne justifie d'ailleurs pas d'introduire des clous à frottement dur. Il est de plus souvent prudent de passer un ou deux alésoirs avant d'introduire un clou plein non alésé surtout en cas de canal médullaire étroit : ce calibrage du canal est pour nombre d'auteurs la technique de référence. Alors que les clous alésés sont généralement fendus et creux, les clous non alésés sont généralement pleins et de petit diamètre, même s'il existe maintenant des clous non alésés canulés permettant leur mise en place sur une broche-guide.

Utilisation des vis de guidage (« poller screws »)

L'élargissement du canal médullaire au tiers proximal ou distal, le mauvais centrage du clou, la situation oblique du trait et l'asymétrie des forces musculaires sont les facteurs incriminés dans la survenue des cals vicieux angulaires après enclouage. L'utilisation de clous de petit diamètre majore de plus incontestablement ce risque. Aussi peut-il être utile de placer, avant l'introduction du clou, des vis de guidage ou *poller screws* (du nom des plots directionnels utilisés dans la voirie) dans la concavité de la déformation que l'on veut corriger : une vis placée dans le segment court, généralement en situation métaphysaire, va du fait de la tension des parties molles guider le clou et entraîner une correction automatique de la déformation [15, 18]. Ceci peut être réalisé tant dans le plan frontal pour lutter contre le valgus ou le varus (Fig. 4), que dans le plan sagittal pour lutter contre l'antecurvatum ; les vis de guidage sont également utiles pour éviter la translation dans des fractures obliques, en particulier dans les bifocales. Les vis de guidage peuvent aussi être utilisées pour corriger l'alignement après la mise en place du clou, et ainsi améliorer la stabilité de la fracture enclouée.

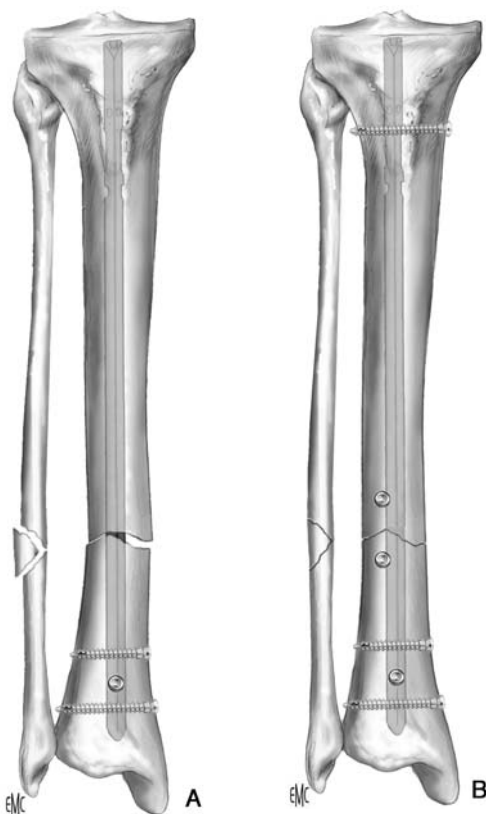


Figure 4. Utilisation des vis de guidage (*poller screws*).

A. Dans cette fracture du tiers distal de jambe l'enclouage a pérennisé une position vicieuse en valgus, fréquemment liée à une position trop médiale du guide puis du clou.

B. La mise en place de vis dans la concavité permet le recentrage du clou et la correction de l'axe.

Verrouillage

L'enclouage non verrouillé n'est possible que dans les fractures médiadiaphysaires simples. Le principe du verrouillage dynamique ou statique n'a rien de spécifique au niveau du tibia. Le verrouillage dynamique est indiqué dans les fractures proximales ou distales pour lesquelles la stabilité rotatoire et angulaire du clou dans le massif métaphysaire est insuffisante. Le verrouillage statique est obligatoire pour les fractures spiroïdes, les fractures médiadiaphysaires à gros troisième fragment, les fractures bifocales à traits obliques, les fractures comminutives. L'utilisation de clous non alésés de petit diamètre rend également obligatoire le verrouillage statique.

Les clous des différents fabricants se distinguent par le nombre, la situation, et la direction des vis de verrouillage. Au niveau proximal, le nombre de vis va de 2 à 4 ; la direction des vis est soit frontale, soit oblique à 45° par rapport au plan frontal, soit sagittale, cette dernière position exposant aux blessures des éléments vasculonerveux. Les trous du clou sont cylindriques ou oblongs permettant une dynamisation tout en bloquant la rotation et en limitant le télescopage. La visée proximale pour tous les matériels fait appel à un viseur solidaire de l'extrémité proximale du clou et à des douilles adaptées. Pour le verrouillage distal le nombre de vis va de 2 à 4 ; la direction des vis est habituellement frontale mais certains clous disposent de vis antéropostérieures. Pour les clous de dernière génération, les trous sont très distaux ce qui permet au moins en théorie d'envisager l'enclouage de fractures très basses. La visée distale n'est pas encore optimisée malgré de nombreuses tentatives : le plus couramment elle se fait sous contrôle de l'amplificateur de brillance soit à main levée, soit par le biais d'un arceau spécifique (clou de Grosse et Kempf), soit encore grâce à la fluoroscopie ; certains matériels s'émancipent de l'amplificateur de brillance grâce à un viseur externe solidaire de l'extrémité proximale du clou, mais qui nécessite un stabilisateur pour palper le relief antérieur du clou ou le repérage d'une rainure latérale, ce qui permet de contrôler le vrillage du clou.

Il est souvent illusoire de vouloir effacer la distraction du foyer de fracture par le relâchement de la traction de la table orthopédique ou des frappes sur le talon. Il est beaucoup plus simple d'utiliser la technique dite « *backstrike* » décrite par Krettek, c'est-à-dire de réaliser le verrouillage distal en premier, de frapper ensuite à l'aide de la poignée d'extraction du clou comme si l'on voulait extraire le clou et, une fois la distraction effacée, de verrouiller l'extrémité proximale [15].

“ Point important

L'existence d'un défaut d'axe impose de reprendre l'enclouage et d'utiliser les vis de guidage ; la persistance d'une distraction du foyer de fracture doit faire recourir à une technique de verrouillage distal premier.

Question de la dynamisation

Il est admis que la dynamisation n'est pas indispensable à l'obtention d'un cal périphérique de bonne qualité. En revanche, il ne faut pas laisser passer le bon moment pour relancer une consolidation qui tarde à se manifester. Cette réintervention simple, décrite par certains, a pourtant fait la preuve de son efficacité si son indication est posée à temps : l'absence d'un début de cal, de flou nuageux autour du foyer, à la sixième semaine doit à notre avis faire envisager la dynamisation et l'on retire toujours les vis de verrouillage les plus éloignées du foyer de fracture, pour autant qu'il y ait une réserve d'impaction sur l'autre versant. La dynamisation est bien sûr systématique si l'enclouage verrouillé statique a pérennisé une distraction interfragmentaire. Après un enclouage non alésé, un retard de consolidation risque de conduire à des bris de matériel, le plus souvent des ruptures des vis de verrouillage en raison de leur petit diamètre : il est souvent préférable de proposer devant un foyer gelé après enclouage non alésé un changement de clou avec alésage, plutôt qu'une simple dynamisation : celle-ci risquerait en effet de rendre instable le montage et de ne pas suffire pour favoriser l'apparition du cal périosté.

Ostéosynthèse par plaque

L'ostéosynthèse n'a de justification que par sa qualité, c'est-à-dire la stabilité du foyer de fracture : le simple vissage n'a donc pas lieu d'être et doit être évité puisqu'il nécessite toujours une immobilisation plâtrée complémentaire.

Ostéosynthèse classique

Telle que l'AO l'avait prônée dans les années 1960 à 1980 (Open Reduction and Internal Fixation ou ORIF), elle fait appel à la plaque associée à la compression interfragmentaire pour améliorer la stabilité du montage. L'incision cutanée est un peu plus longue que la taille de la plaque prévue, habituellement sur la face médiale de la jambe. La plaque est placée sur le tibia en respectant autant que possible les parties molles et sans dépériorisation extensif [19, 20]. La compression peut être assurée par une vis de traction mise en place après méchage de la corticale proximale à la taille du filet de la vis soit 4,5 mm et de la corticale distale à seulement 3,2 mm pour des vis corticales AO ; la compression peut aussi être assurée par l'utilisation de plaques dont les trous ont une pente orientée vers le foyer de fracture, dites plaques à compression dynamique (DCP). Un minimum de sept prises corticales de part et d'autre du foyer de fracture est nécessaire mais la stabilité n'est jamais suffisante pour autoriser une remise en charge immédiate. À côté des plaques DCP déjà mentionnées, certaines plaques ont été spécialement développées pour minimiser le dommage à la vascularisation périostée comme les plaques à contact limité (LC-DCP pour *low contact*) ou les plaques à surface irrégulière ou

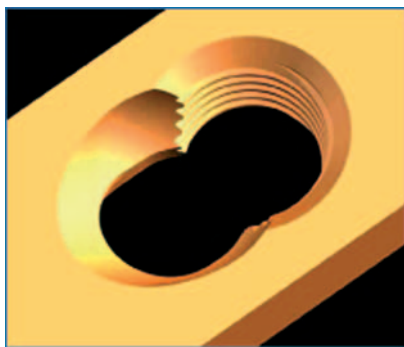


Figure 5. Le trou combiné des plaques LCP (Locking Compression Plate) permet la mise en place de vis à tête de verrouillage dans la partie fileté du trou ou de vis standard avec effet compressif dans la partie unité compression dynamique (Synthès®).

adhérente. L'ostéosynthèse à foyer ouvert selon la technique classique comporte un risque non négligeable de complication cutanée ou septique en rapport avec l'importance de l'abord cutané nécessaire pour la réduction et la mise en place de la plaque.

Ostéosynthèse par plaques à vis bloquées

Développées dès les années 1990, les plaques à vis verrouillées ont profondément modifié les indications et les techniques chirurgicales. Le trou combiné des plaques LCP (Locking Compression Plate) de l'AO permet de conserver les avantages du trou DCP, ce qui permet de réaliser si besoin une compression, en y associant ceux du trou fileté qui assure le verrouillage de la tête de vis dans la plaque (Fig. 5). La stabilité de la plaque n'est plus liée à la friction créée à la jonction os-plaque mais au blocage des têtes de vis dans le trou fileté de la plaque. La mise à disposition de ces plaques représente un progrès technologique indéniable et nécessite de la part du chirurgien une véritable adaptation technique : il est indispensable d'utiliser des douilles pour le méchage qui doit se faire parfaitement dans l'axe du filetage de la plaque ; il faut d'autre part savoir utiliser, comme dans la fixation externe, une stabilisation à distance du foyer de fracture et résister à la fâcheuse tentation de placer une vis dans tous les trous ou des vis à proximité immédiate du foyer, et ce pour garantir un montage suffisamment élastique favorisant l'apparition du cal [21]. La mise en place des vis doit se faire en utilisant un tournevis à limiteur de couple pour ne pas endommager le filetage et ne pas s'exposer à des difficultés d'extraction de matériel.

Ostéosynthèse mini-invasive

L'ostéosynthèse mini-invasive (Mini Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis ou MIPPO) s'oppose en tout point à l'ostéosynthèse classique. Il ne s'agit plus de rechercher la réduction la plus parfaite possible pour obtenir la stabilité puisque l'utilisation d'un ensemble plaque et vis autostables permet d'aligner et de stabiliser la fracture sans l'aborder. Ainsi, l'ostéosynthèse interne moderne peut allier les avantages du foyer fermé (respect de l'hématome fracturaire et réduction du risque infectieux) à celui de l'ostéosynthèse stable et suffisamment solide pour autoriser une remise en charge rapide. Les plaques peuvent être des plaques droites pour la partie moyenne de la diaphyse et surtout des plaques anatomiques prémoulées pour le tibia proximal (Fig. 6A) ou le tibia distal (Fig. 6B) [22]. Les publications sont encore peu nombreuses et font référence à des plaques classiques posées par voie mini-invasive du moins pour les fractures diaphysaires [23, 24]. En tout état de cause les plaques sont longues, les vis espacées et ne remplissant pas tous les trous.

Technique de l'ostéosynthèse par plaque percutanée

La réduction préopératoire doit être effectuée au mieux à l'aide d'un distracteur (appuyé sur des broches de fixation

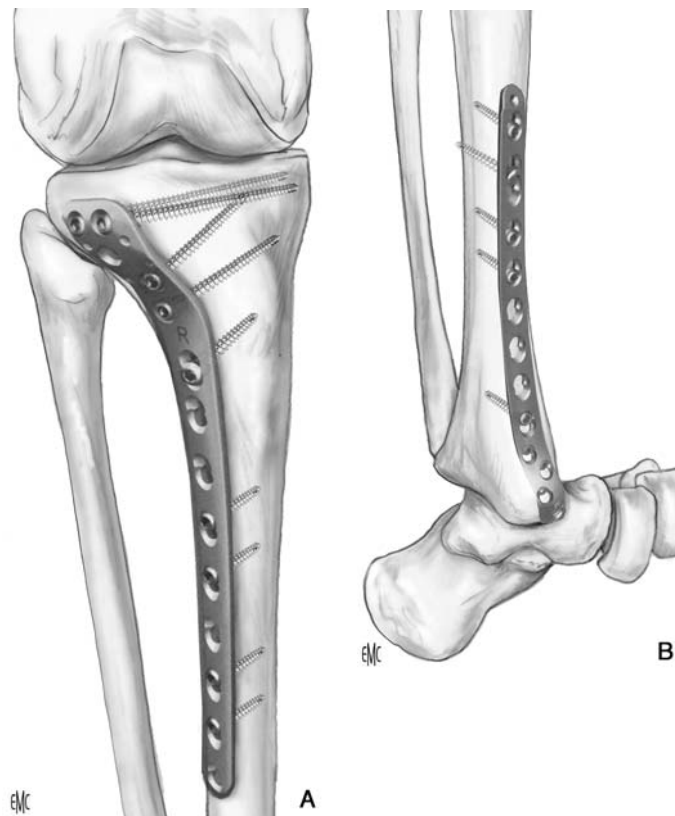


Figure 6. Plaque LCP (Locking Compression Plate).
A. Pour tibia proximal.
B. Pour tibia distal.

externe) ou un véritable fixateur externe temporaire ; elle peut aussi être assurée par la traction sur table orthopédique. La mise en place des plaques LCP en mini-invasif est grandement facilitée par leur extrémité spatulée agissant comme une rugine, ce qui permet de les glisser au contact de la corticale sans dépériostage, par une courte incision à distance du foyer. S'il s'agit d'une plaque « tibia proximal » longue, l'incision est menée sur 3 cm environ à partir du tubercule de Gerdy ; s'il s'agit d'une plaque « tibia distal », l'incision est menée à partir de la pointe de la malléole médiale sur 3 cm en direction proximale. La plaque est introduite dans l'axe de la diaphyse en s'aidant soit du viseur spécifique en cas de plaque LISS (Less Invasive Stabilization System), soit simplement d'une douille de visée placée dans le dernier trou. Un contrôle scopique est indispensable pour vérifier le positionnement de la plaque de face et surtout de profil. Si la plaque se trouve trop éloignée de la surface corticale, il est possible de la rapprocher en utilisant un davier coaxial percutané ou plus simplement une vis corticale classique. En revanche, les vis à tête de verrouillage empêchent le rappel de l'os contre la plaque, ce qui présente l'intérêt de préserver la vascularisation périostée. Les vis verrouillées sont autoforeuses et autotaraudeuses ou simplement autotaraudeuses. Le méchage s'effectue à la mèche 4,3 mm pour les vis verrouillées de 5,0 mm. Les vis corticales classiques de 4,5 peuvent être utilisées en complément pour réaliser un vissage compressif interfragmentaire ou rappeler si nécessaire un segment osseux contre la plaque pour parfaire la réduction. Les plaques pour tibia distal font appel à des vis verrouillées de diamètre 5 pour la fixation en zone diaphysaire et des vis verrouillées de 3,5 pour la fixation épiphysaire.

Fixation externe

La fixation externe a été et reste largement utilisée en raison du moindre taux d'infection qu'elle est supposée engendrer dans les fractures ouvertes graves de jambe. À l'inverse, elle se solde dans toutes les séries par un délai de consolidation plus long, un taux élevé de pseudarthrose aseptique, des complications infectieuses au site d'insertion des fiches, un risque élevé de fracture itérative à l'ablation du fixateur [25, 26].

Matériels actuels

La fixation externe moderne repose sur l'utilisation de fiches de gros calibre (5 mm est un minimum au tibia), de barres de jonction également de gros diamètre. Les fixateurs monocylindriques avec gros corps unilatéral, dérivé du fixateur axial dynamique de l'école de Vérone (Orthofix®), ont montré leur efficacité : ils supposent toutefois une préréduction et ne sont pas toujours simples à utiliser en cas de fracture bifocale. Les fixations de type Ilizarov sont abandonnées par la plupart des équipes compte tenu de la complexité de leur mise en place, de leur mauvaise tolérance chez l'adulte, de la gêne à la réalisation des éventuels lambeaux. Les fixateurs modulaires de type Hoffmann restent répandus, faciles à utiliser surtout en situation d'urgence. Pour stimuler l'apparition du cal, des systèmes de distraction/compression alternée, comme le procallus (Orthofix®), ont été proposés [27]. Des systèmes de fixation externe à usage unique sont maintenant disponibles sur le marché : Xcaliber (Orthofix®), Percy FX du Service de santé des Armées par exemple.

La tenue à long terme du fixateur est également un problème majeur. Les fiches revêtues d'hydroxyapatite ont montré une meilleure tenue dans l'os spongieux des zones métaphyséoépiphysaires : le couple nécessaire à leur extraction est à peu près équivalent à celui nécessaire pour leur mise en place alors que pour les fiches en inox ce couple est nul [28]. En os cortical ces fiches hydroxyapatite sont également utiles en cas d'ostéoporose. Même si ces fiches ne sont pour l'heure proposées que par Orthofix®, il est tout à fait possible de les utiliser avec d'autres fixateurs.

Principe de mise en place

La table orthopédique n'est pas indispensable ; un plateau radiotransparent de table ordinaire est en général suffisant. Il n'est pas inutile de rappeler que la pose d'un fixateur externe est exigeante et que la qualité de la pose conditionne la stabilité du montage et sa tenue à long terme. Il convient d'utiliser des fiches de gros diamètre, ce qui impose un préperçage à la mèche pour éviter de fragiliser les corticales. Quel que soit le matériel retenu, les fiches sont insérées grâce aux douilles gigognes pour assurer une bonne protection vis-à-vis des parties molles. Elles sont classiquement posées sur la face médiale du tibia, corridor idéal puisque dépourvu d'insertions musculaires ; toutefois, si l'opérateur prévoit dans son planning thérapeutique la réalisation ultérieure d'un lambeau de couverture ou un relais par une plaque, il peut être amené à choisir une position différente.

Il faut respecter un strict parallélisme des fiches si celles-ci se trouvent insérées dans une tête ou mâchoire porte-fiche. Le parallélisme des fiches et leur bon espacement sont facilités par l'utilisation systématique des ancillaires (fantômes, douilles, etc.). Il convient de plus de placer les fiches proximales et distales dans une direction parfaitement perpendiculaire au segment diaphysaire correspondant et ensuite, lors du montage du corps du fixateur, de paralléliser les deux jeux de fiches. En revanche, en cas de systèmes modulaires de type Hoffmann ou AO, les fiches peuvent être positionnées de façon convergente, solidarisées par une barre d'union de part et d'autre du foyer de fracture, les deux groupes étant ensuite réunis par une barre de jonction.

“ Point important

La pose d'un fixateur externe impose la même rigueur que pour toute autre ostéosynthèse. De sa qualité dépend la stabilité du montage à long terme.

Fixation externe primaire et enclouage secondaire délibéré

Le caractère ingrat de la consolidation sous fixation externe impose soit une remise en charge précoce si elle est possible, soit une greffe osseuse délibérée complémentaire, surtout en cas de fracture ouverte. En fait, si la fixation externe peut être envisagée comme traitement unique, visant à obtenir stabilisation et consolidation, elle peut aussi être envisagée comme traitement d'attente, le relais étant pris une fois les lésions cutanées réglées, par un enclouage secondaire, ce qui raccourcit le temps de consolidation et améliore la tolérance [26, 29]. Il est prudent, pour réduire le risque septique lié à la contamination du trajet des fiches du fixateur, de réaliser dans un premier temps l'ablation du fixateur, puis une immobilisation plâtrée de 2 semaines ; ceci permet d'obtenir la cicatrisation des trajets de fiches et de vérifier la normalisation des critères biologiques de l'inflammation, la protéine C réactive en particulier, avant d'effectuer l'enclouage dans un deuxième temps opératoire.

Gestes associés

Débridement des fractures ouvertes

Le débridement de la fracture est le temps capital de l'intervention : le parage doit être drastique, tous les tissus dévitalisés devant être systématiquement excisés, qu'il s'agisse de la peau, du sous-cutané, des fascias, du muscle, de l'os. Il est préférable de réaliser ce temps opératoire sans garrot pneumatique de manière à pouvoir apprécier le saignement des tranches tissulaires après l'excision. L'irrigation est indispensable pour éliminer les débris végétaux et les corps étrangers, mais le laveur pulsé est décrié par certains en raison des dommages supplémentaires qu'il inflige aux tissus. La haute pression est certes efficace dans la décontamination bactérienne mais elle est accusée de favoriser les lésions des parties molles, de retarder la consolidation, voire d'entraîner des bactéries à l'intérieur du canal médullaire ; [30, 31] à l'inverse la basse pression serait d'autant moins efficace pour décontaminer le foyer que le délai entre la fracture et l'intervention serait supérieur à 3 heures [32]. Pour les ouvertures de type 1 il semble inutile de procéder à une suture cutanée. Les lésions de type 2 sont plutôt suturées en évitant toute traction excessive et les points ischémiques. Les lésions de type 3 nécessiteront un geste de couverture cutanée rapide de façon à éviter l'apparition d'un tissu de granulation qui favoriserait la propagation de l'infection.

Lambeaux de couverture

Si les lambeaux de rotation doivent être appris et dominés par tout chirurgien traumatologue, il n'en va pas de même des lambeaux libres ; la pratique trop occasionnelle de la microchirurgie pourrait d'ailleurs être reprochée, dans un contexte médico-légal, en cas d'échec d'un lambeau libre.

Le choix de la technique de couverture [33] ne peut être fait qu'après le parage soigneux de la plaie et le bon sens doit présider au choix technique en privilégiant les techniques les plus simples donc les plus fiables. Dans certains cas, la couverture osseuse peut être obtenue par un simple lambeau de translation du muscle tibial antérieur, ou par un lambeau fasciocutané bipédiculé ou lambeau aponévrotique de décharge postérieure de Picot. Quand l'exposition est plus importante mais localisée au tiers moyen ou proximal de jambe, il faut recourir au lambeau de gastrocnémien ou de soléaire, et ces lambeaux musculaires peuvent chaque fois que possible être réalisés en urgence. Enfin, dans les pertes de substance cutanée les plus graves le lambeau libre de grand dorsal a toute sa place.

Si la perte de substance cutanée et l'attrition des parties molles sont associées à une perte de substance osseuse, se pose alors la question : raccourcir ou maintenir la longueur ? Le raccourcissement intentionnel peut permettre d'obtenir la couverture cutanée, et de stabiliser le foyer en mettant au contact les fragments proximal et distal ; ultérieurement, un allongement progressif permet de retrouver la longueur initiale.

L'alternative est le maintien de la longueur, la perte de substance cutanée devant être traitée par un lambeau et la perte de substance osseuse être compensée par un lambeau osseux libre vascularisé, une greffe conventionnelle ou une technique d'ascenseur.

“ Point important

Un lambeau musculaire du tibial antérieur, du chef médial du gastrocnémien, voire un hémisoléaire doit pouvoir être réalisé en urgence par le chirurgien qui prend en charge une fracture ouverte de jambe.

■ Indications

Le traitement des fractures diaphysaires de jambe n'est pas encore consensuel, c'est du moins ce qu'a récemment montré une enquête auprès d'un panel de chirurgiens orthopédistes à propos d'une simple fracture fermée du tiers moyen ! [34] Rappelons que l'indication thérapeutique doit être prise en tenant compte de deux éléments : le type de fracture d'une part, le degré de lésion des parties molles d'autre part ; c'est dire que l'indication se pose tout autant au lit du patient que devant le négatoscope.

Reste-t-il des indications au traitement orthopédique ?

Les résultats très favorables du traitement fonctionnel méritent d'être rappelés ici : ceci dit, dans 5 à 10 % des cas, la déformation résiduelle n'est guère acceptable selon les critères habituellement retenus en Europe [35]. La question ne se pose que devant une personne relativement jeune, acceptant les

contraintes du traitement orthopédique et préférant ne pas être opérée, présentant une fracture des deux os de la jambe avec un déplacement initial tolérable, c'est-à-dire un raccourcissement inférieur à 10 mm, une angulation inférieure à 5°, et une translation maximale de l'ordre d'une épaisseur de corticale. Cependant, Puno [36] a rapporté un taux d'intervention secondaire de 13,5 % après traitement orthopédique ; plusieurs études comparatives, traitement orthopédique versus enclouage, ont montré des délais de consolidation plus courts et des taux de cal vicieux plus faibles dans le groupe traité par enclouage par rapport au groupe traité orthopédiquement [37, 38].

Indications en fonction des lésions des parties molles

Fractures fermées

L'enclouage centromédullaire avec alésage reste la méthode de référence pour la majorité des fractures diaphysaires fermées (stade 0 de Tscherné). La qualité et la constance du résultat sont prouvées. L'alésage diminue le risque de cal vicieux, de retard de consolidation et de pseudarthrose, mais aussi le risque de fracture de fatigue du matériel, particulièrement des vis [39-41].

Si les meilleures indications de l'ostéosynthèse par plaque proviennent en fait des limites de l'enclouage, en revanche un revêtement cutané sérieusement contus est une des contre-indications formelles à la plaque à foyer ouvert. Les possibilités actuelles d'ostéosynthèse par plaque « à foyer fermé », c'est-à-dire par voie mini-invasive, vont vraisemblablement permettre de restreindre ces limites dans les années à venir [21, 23, 24].

La fixation externe pour la plupart des auteurs trouve ses meilleures indications dans les fractures ouvertes à gros délabrement cutané et forte contamination. Peu d'écoles [42] ont pu prôner la fixation externe comme traitement d'élection des fractures fermées de jambe. Certaines fractures complexes, comme des fractures plurifragmentaires ou comminutives étendues fermées sont de bonnes indications pour la fixation externe, qui représente alors un traitement orthopédique amélioré (Fig. 7). Certaines fractures métaphysoépiphysaires ou

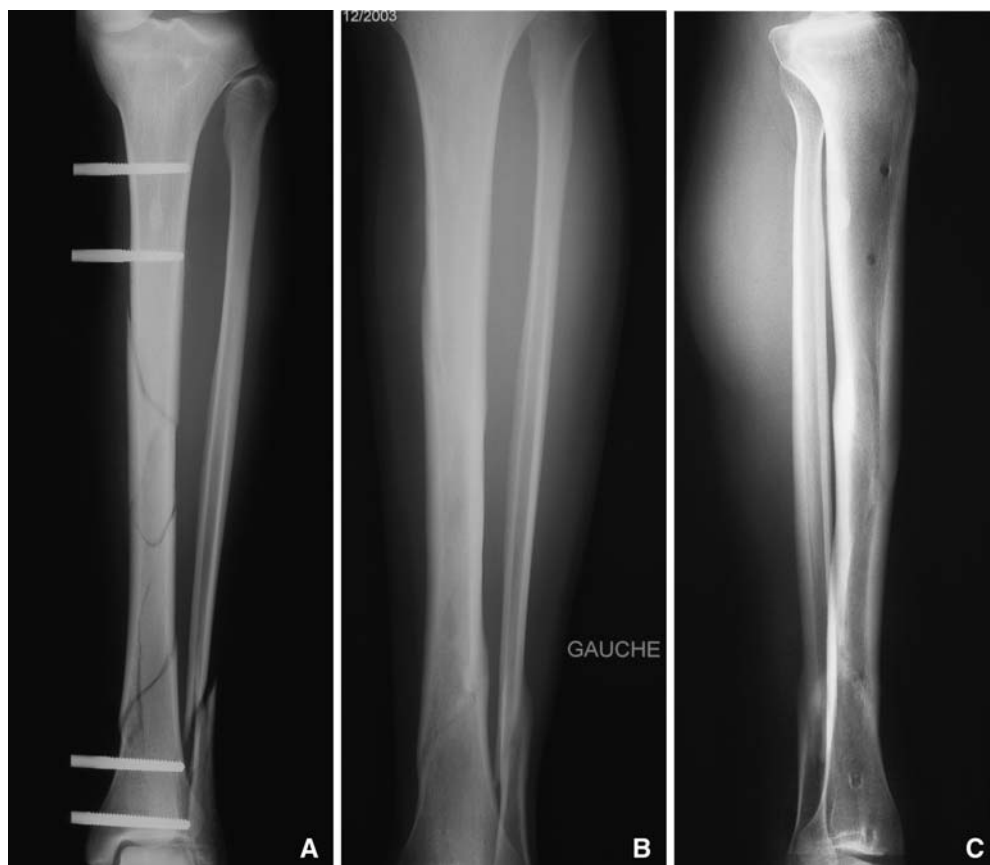


Figure 7. Fracture plurifragmentaire fermée, parfaitement alignée par fixateur externe simple (A). Consolidation obtenue en 12 semaines de face (B) et de profil (C).

métaphysaires à irradiation articulaire peuvent également être traitées par fixation externe classique ou hybride.

Rappelons que, dans le cadre des fractures de jambe, il est important de savoir prendre en compte la nature du traumatisme, de bien évaluer les lésions à type de décollements sous-cutanés ou de contusion appuyée, source de nécrose secondaire. Dans le doute, il est sage de mettre en place une traction ou une fixation externe d'attente. La fixation externe est une bonne indication dans les fractures de jambe à peau contuse ou décollée, particulièrement chez le sujet âgé, surtout si la fracture se prête mal à l'enclouage. L'enclouage par clou de petit calibre sans aucun alésage ou plutôt avec alésage limité est dans ces cas de dommages cutanés fermés une bonne option largement validée [17].

“ Point important

Même si l'on choisit d'utiliser un clou non alésé, le passage d'un ou deux alésours de faible diamètre est préférable, simplifie la procédure et réduit le risque de non-consolidation.

Fractures ouvertes

L'ouverture cutanée multiplie par 2 le délai de consolidation, par 3 le risque de pseudarthrose, par 5 le risque d'infection. Pourtant il est bien admis à l'heure actuelle que les indications des fractures ouvertes Gustilo 1 ou 2 peuvent être identiques à celles de fractures fermées [17]. Le taux d'infection après enclouage est tout à fait acceptable : 1,8 % dans les Gustilo 1, pour 3,8 % dans les Gustilo 2 et 9,5 % dans les Gustilo 3 [43]. Dans les fractures de type Cauchois 3 ou Gustilo 3B dans lesquelles la couverture tégumentaire ne peut être obtenue sans lambeau, l'attitude à adopter dépend pour beaucoup de l'environnement chirurgical. Il semble réaliste de proposer un parage et une stabilisation initiale par clou non alésé si un lambeau de rotation peut être réalisé [44]. Si tel n'est pas le cas, une stabilisation par fixateur externe et une couverture secondaire par lambeau musculaire libre dans les 5 jours suivie d'un enclouage secondaire délibéré est une bonne option. Si certaines équipes prônent la stabilisation par clou et la couverture par lambeau libre en urgence avec d'excellents résultats, [45] cette organisation n'est pas transposable partout. L'attitude ne peut pas être univoque et elle dépend tout autant des lésions locales de chaque patient que de l'environnement hospitalier dans lequel le chirurgien évolue. Ce qui est capital en revanche, c'est de définir au départ une stratégie thérapeutique qui intègre d'emblée la couverture, la fixation osseuse, les gestes d'aide éventuels à la consolidation [46].

La conduite à tenir vis-à-vis des pertes de substance osseuse est importante à préciser. Tout segment osseux dévitalisé, déperiosté, dépourvu de toute insertion musculaire, doit être éliminé. Deux solutions se présentent alors : soit le maintien de la longueur, le comblement de la perte de substance faisant appel, dans un deuxième temps, à une greffe spongieuse, ou corticospongieuse, ou encore à une greffe osseuse vascularisée quelle qu'en soit la technique [47] ; soit le raccourcissement délibéré avec mise au contact des extrémités osseuses restantes et restauration secondaire de la longueur par la technique de l'ascenseur. Quoi qu'il en soit l'ensemble de la procédure doit être d'emblée défini et planifié, idéalement inscrit dans un protocole thérapeutique [48].

Indications d'amputation d'emblée

La décision d'amputation est toujours difficile à prendre. Elle peut être immédiate (dans les 24 premières heures) ou précoce (lors de l'hospitalisation initiale). La décision d'amputation

Tableau 3.

Mangled extremity severity score (un score supérieur à 7 est en faveur de l'amputation immédiate).

| | Points |
|--|--------|
| 1 - Lésions des tissus mous | |
| Faible énergie (fracture simple, arme civile) | 1 |
| Moyenne énergie (fractures multiples, ouvertes) | 2 |
| Haute énergie (écrasement, projectile de guerre, arme de poing) | 3 |
| Très haute énergie (idem + contamination, avulsion étendue) | 4 |
| 2 - Ischémie | |
| Pouls réduit ou absent mais perfusion normale | 1 |
| Absence de pouls, paresthésies, allongement du temps de recoloration | 2 |
| Membre insensible, paralysé (score x 2 si ischémie > 6 h) | 3 |
| 3 - Choc | |
| PAS > 90 mmHg | 0 |
| Hypotension transitoire | 1 |
| Hypotension persistante | 2 |
| 4 - Âge | |
| < 30 | 0 |
| 30-50 | 1 |
| > 50 | 2 |

immédiate repose essentiellement sur la gravité des lésions initiales, et l'état physiologique du patient ; la décision d'amputation secondaire précoce prend en compte outre la viabilité du membre et l'évolution clinique mais aussi le contexte psychologique, social et familial du patient [49]. La lésion d'au moins deux axes vasculaires, une ischémie prolongée de plus de 8 heures, une section du nerf tibial postérieur sont des facteurs classiquement admis comme une indication d'amputation [50, 51]. Il est important toutefois de faire la distinction entre anesthésie plantaire par avulsion ou section nerveuse, anesthésie liée à une pathologie sus-jacente ou générale, ou encore à une fracture très déplacée. Le MESS (*mangled extremity severity score*) (Tableau 3) ou le NISSA (*nerve injury, ischaemia, soft-tissue injury, skeletal injury, shock and age of patient*) sont des scores d'aide validés et un score MESS supérieur à 7 serait une indication d'amputation [52]. Si l'indication d'amputation n'a pas, pour des raisons psychologiques compréhensibles, été posée de première intention, il est capital de ne pas se laisser enfermer dans une attitude conservatrice à outrance qui serait délétère pour le patient sur le plan fonctionnel, mais aussi psychologique et social.

Indications en fonction du type de fracture

L'enclouage verrouillé est, nous l'avons vu, la méthode de référence pour la majorité des fractures diaphysaires, y compris les fractures ouvertes pour autant que la couverture des parties molles ne soit pas menacée ou soit assurée dans les meilleurs délais, au plus tard au quatrième ou cinquième jour. En revanche, un certain nombre de fractures, par leur présentation radiologique du fait de leur trait ou de leur situation, sont maintenant pour la plupart des auteurs de mauvaises indications d'enclouage ; la décision doit être mûrement réfléchie et l'intervention minutieusement planifiée, sous peine de regretter par la suite l'indication initiale devant l'apparition de cal vicieux ou de pseudarthroses parfaitement évitables. Certaines fractures de jambe complexes, spiroïdes multifragmentaires, bifocales, se prêtent mal à l'enclouage. Une comminution du foyer de fracture, d'autant plus que les fragments sont de petite taille, peut également se solder par des difficultés d'enclouage sérieuses, avec parfois une incarceration d'un fragment dans le canal médullaire, à l'origine de fausse route, d'aggravation de la fracture, voire d'ouverture du foyer pour permettre le passage du clou (Fig. 8). Dans ces cas, une ostéosynthèse par plaque peut, et devrait à notre avis, être préférée. Les fractures diaphysaires du tiers proximal ou distal sont mal dominées par l'enclouage,

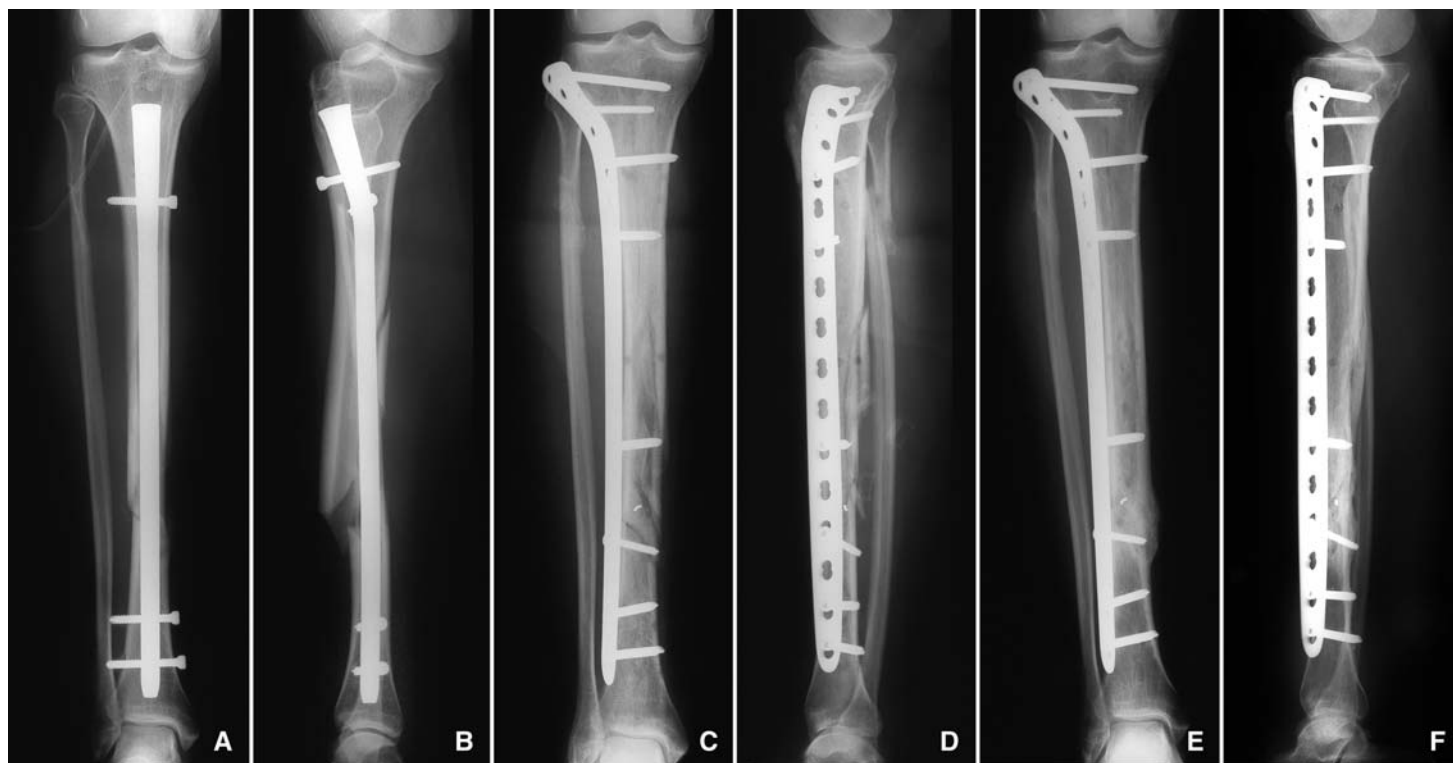


Figure 8. Enclouage alésé non satisfaisant sur une fracture spiroïde courte, compliquée d'un refend postérieur important peropératoire : radiographies postopératoires de face (A) et de profil (B). La tentative de réenclouage se solde par un échec en raison d'une sortie du guide ou du clou au niveau de la corticale postérieure. Ostéosynthèse percutanée par plaque LCP (Locking Compression Plate) longue : radiographies postopératoires de face (C) et de profil (D). Consolidation obtenue sans greffe complémentaire avec appui total et indolore à 5 mois : radiographies à 1 an de face (E) et de profil (F).

source de nombreuses réductions insuffisantes et partant de cals vicieux. Un mauvais centrage du clou dans des fractures métaphysaires ou métaphysodiaphysaires induit facilement un cal vicieux de 5 à 10°. En revanche, la méthode ne peut pas être mise en cause si les indications de verrouillage ne sont pas strictement respectées [53].

Fractures bifocales

Elles peuvent représenter une réelle difficulté pour l'enclouage. En effet, la réduction des foyers est rendue difficile par l'absence de prise sur le fragment intermédiaire qui a tendance à se coucher ou à se translater, ce qui est à l'origine de cal vicieux ou de pseudarthroses ; l'utilisation de pince à champ, de broches ou de vis de Schanz pour tenir le fragment intermédiaire peut être utile. Par ailleurs, le foyer supérieur est le plus souvent oblique court et source de défaut de réduction angulaire : l'utilisation de *poller screws* est vivement recommandée pour dominer le déplacement (Fig. 9). La restauration de la longueur du segment jambier est le deuxième piège de ces fractures. Le retard de consolidation est fréquent en général sur l'un des foyers [54] ; la consolidation peut alors justifier une dynamisation, ce qui risque de faire perdre la longueur initialement retrouvée (Fig. 10).

Fractures du tibia isolé

Non déplacées, ces fractures peuvent parfaitement être traitées orthopédiquement. En cas de déplacement, l'enclouage centromédullaire est préférable mais il expose à un double risque de cal vicieux en varus et de pseudarthrose ; en effet, le déplacement et l'écart interfragmentaire sont difficiles à corriger en raison de l'intégrité de la fibula. L'enclouage alésé reste une valeur sûre mais il faut se méfier de la distraction peropératoire qu'une remise en charge précoce n'efface pas toujours. Des taux de pseudarthrose de 5 % ont été rapportés [55].

Fractures du tiers proximal

Plusieurs articles ont récemment insisté sur la fréquence prohibitive des cals vicieux dans les fractures du tibia proxi-

mal enclouées [56]. Ceci semble dû tant à la localisation du point d'entrée cortical qu'au foyer de fracture lui-même induisant un déplacement en valgus ou en varus. Dans le plan sagittal, les défauts d'axe sont également fréquents : la position en flexion du genou, la traction par le tendon patellaire, l'introduction trop antérieure du clou sont autant de facteurs favorisant [57]. Pour éviter une mauvaise réduction il est indispensable à nos yeux de recourir à une ou plusieurs vis de guidage (*poller screws*) si l'on choisit de réaliser un enclouage centromédullaire. L'existence de plus de deux vis de verrouillage proximal, et quel que soit leur orientation, ne peut corriger un défaut d'axe lié à la mauvaise introduction du clou ; rappelons qu'au moins deux vis de verrouillage sont indispensables pour assurer la stabilité de la fracture : un trait de fracture trop proximal est une contre-indication formelle de l'enclouage. De plus, ces fractures proximales enclouées ont une fâcheuse tendance à évoluer vers la pseudarthrose, conduisant à une chirurgie secondaire dans plus d'un tiers des cas. La solution apportée par les plaques anatomiques à vis bloquées, insérées par voie percutanée représente une alternative très prometteuse [58]. Plus qu'une notion de distance centimétrique par rapport à l'interligne articulaire, c'est la qualité de la réduction préopératoire qui doit permettre de poser une indication pertinente.

Fractures du tiers distal

Beaucoup plus fréquentes que les fractures du tiers proximal, elles sont également grandes pourvoyeuses de cal vicieux, moins facilement admis par les encloueurs. Il faut rappeler ici l'importance du centrage du guide d'alésage puis d'enclouage (il doit être légèrement décalé vers la malléole latérale) en cas de clous alésés, et la nécessité de disposer d'un aide qui assure une réduction et un centrage adéquat en cas de pose de clou non alésé. Là encore le recours aux *poller screws* peut s'avérer indispensable dans certains cas. L'ostéosynthèse de la fibula est un autre moyen adjuvant souvent utile : elle permet de retrouver la longueur du tibia, de corriger les troubles de rotation et de faciliter le bon centrage du clou. Les plaques à vis bloquées



Figure 9. Fracture bifocale avec valgus au niveau du foyer proximal dû à une mauvaise introduction du clou : radiographies postopératoires de face (A) et de profil (B). Retard de consolidation et légère aggravation du valgus à la dixième semaine : radiographies postopératoires de face (C) et de profil (D). Changement de clou après mise en place de vis de guidage : radiographies postopératoires de face (E) et de profil (F). Radiographies à consolidation de face (G) et de profil (H).

insérées en percutané sont maintenant une alternative au clou dans ces indications. Introduites par une courte incision en regard de la malléole médiale, elles sont facilement glissées sous les parties molles au contact de la corticale et ensuite fixées par les vis verrouillées ; la réduction peut être parachevée par la mise en place d'une vis à compression supplémentaire. L'ostéosynthèse par plaque mini-invasive semble permettre une meilleure réduction, une remise en charge plus précoce, un moindre taux de troubles de la consolidation sans majorer le risque cutané.

“ Point important

L'ostéosynthèse mini-invasive par plaque doit être discutée dans les fractures qui se prêtent mal à l'enclouage, soit parce qu'elles sont comminutives, soit parce qu'elles sont localisées au tiers distal ou proximal ou comportent une extension articulaire.

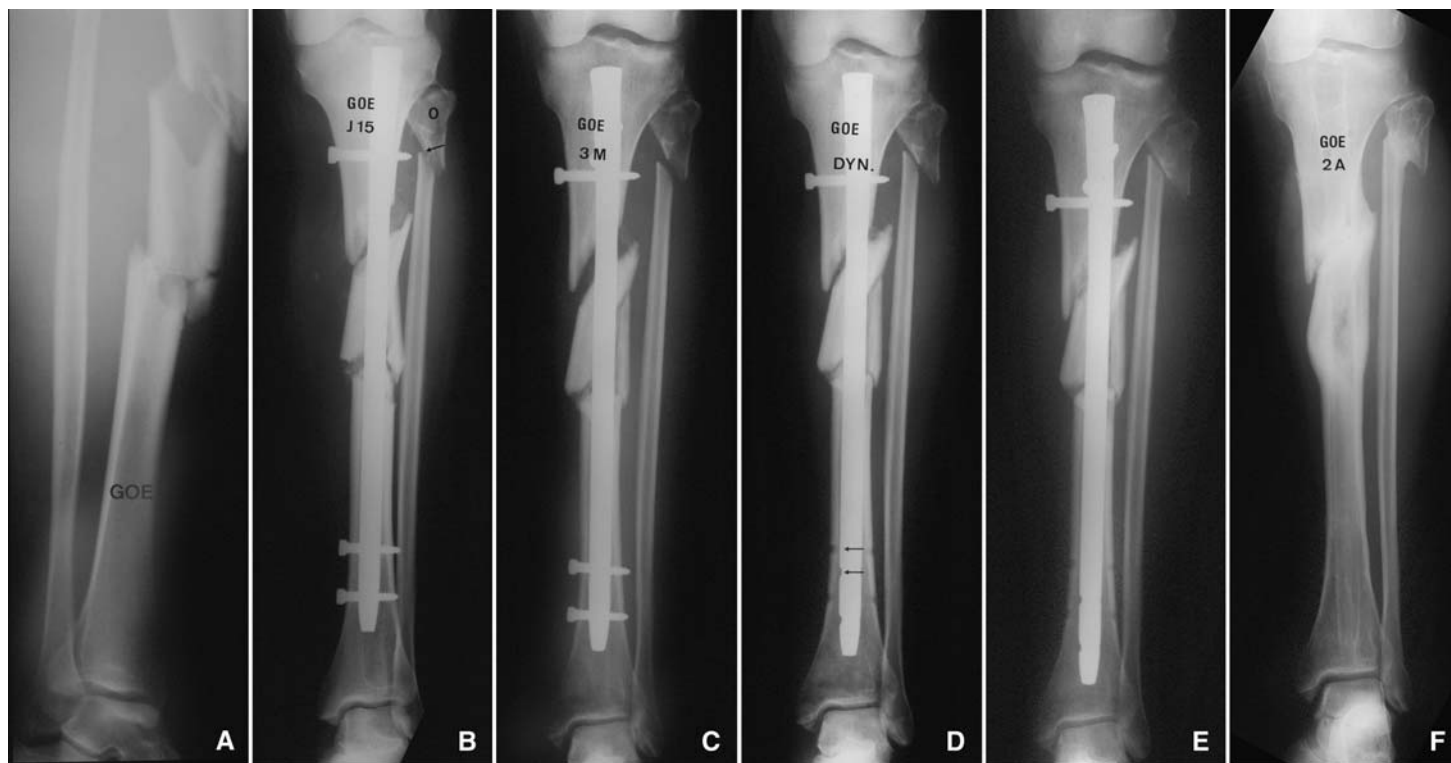


Figure 10. Fracture bifocale de jambe chez une femme de 36 ans (A). Enclouage verrouillé statique qui restaure la longueur mais avec bascule du fragment intermédiaire refendu, ce qui empêche un bon contact interfragmentaire proximal (B). Retard de consolidation avec important écart interfragmentaire à 2 mois (C), ce qui impose une dynamisation (D), qui fera perdre 20 mm de longueur (E) mais permettra la consolidation avec un axe correct : radiographies à 2 ans après ablation du clou (F).

■ Cas particuliers

Fractures du tibia et syndrome des loges

Syndrome des loges préopératoire

Même si pour beaucoup la fixation externe est une solution de prudence, l'enclouage centromédullaire ne semble pas formellement contre-indiqué lorsqu'un syndrome de loge a débuté en préopératoire : le pronostic est à la précocité diagnostique et à la qualité des aponévrotomies. Il convient alors de réaliser dans le même temps opératoire l'aponévrotomie et la fixation interne, ce qui permet d'obtenir de bons résultats fonctionnels [59] ; il peut paraître prudent dans ce cas de choisir un clou sans alésage plutôt qu'un clou alésé même si l'usage de clous alésés ne majore pas l'incidence du syndrome de loges [60].

Syndrome des loges postopératoire

Il ne semble pas justifié de pratiquer de façon systématique une prise des pressions après un enclouage centromédullaire. En revanche, au moindre doute, devant des loges tendues ou des douleurs excessives, la prise des pressions est formellement indiquée, et fortement recommandée d'un point de vue médico-légal. Le diagnostic est parfois difficile en cas de bloc périméveux réalisé par l'équipe anesthésique, l'analgésie postopératoire risquant de fausser complètement l'interprétation clinique et de retarder le diagnostic. Dans ce cas, un monitoring postopératoire avec un cathéter laissé en place dans la loge pour 24 heures semble une mesure de prudence. Le traitement du syndrome des loges postopératoire n'a rien de spécifique, les fasciotomies étant indiquées dans les meilleurs délais ; il est évident qu'en cas d'ostéosynthèse par plaque, celle-ci risque de se trouver alors exposée.

Aponévrotomies

La technique des aponévrotomies est simple. Plutôt que par une incision unique, l'aponévrotomie des quatre loges doit être réalisée par une double voie : l'antérieure est longitudinale à mi-distance de la tubérosité tibiale antérieure et de la tête de la

fibula ; la postérieure est également longitudinale et située 2 cm en arrière du bord postérieur du tibia. L'ouverture des quatre loges doit être soignée et complète ; la peau doit également être totalement incisée contrairement à ce que l'on peut faire pour les syndromes des loges d'effort. La fermeture cutanée est réalisée secondairement et progressivement par la technique du lacet de chaussure ou les dispositifs de rapprochement disponibles sur le marché, plutôt que par greffe de peau mince après bourgeonnement. L'aponévrotomie est un geste d'urgence qui doit être réalisé au plus vite, en tout cas avant la sixième heure si l'on veut espérer une guérison sans séquelles. Dans les cas de diagnostic retardé il n'est pas certain que l'aponévrotomie apporte un bénéfice quelconque ; elle comporte d'ailleurs un risque important de surinfection. Après information du patient l'attitude sage serait plutôt l'abstention.

Polytraumatisé ou polyfracturé

La stabilisation initiale par fixation externe ou clou non alésé peut être indiquée chez le polytraumatisé ou polyfracturé, particulièrement en cas de contusion pulmonaire associée, même si cette attitude est moins importante que pour les fractures diaphysaires fémorales. Plusieurs articles ont récemment mis en lumière les avantages de l'installation sur table ordinaire pour les patients présentant des fractures fémorales et tibiales associées, ipsi- ou controlatérales. En effet, le changement d'installation fait perdre au mieux 30 minutes, nécessite un nouveau champage, allonge le temps opératoire et favorise le refroidissement du patient.

■ Conclusion

L'enclouage centromédullaire était considéré jusqu'à présent comme le traitement de choix des fractures diaphysaires de jambe. Ses indications s'étaient même étendues aux fractures ouvertes de type 3. Pourtant le pourcentage de complications doit faire réviser cette attitude et inciter à plus de prudence et d'exigence. Une place doit à nouveau revenir à la plaque, tout particulièrement à vis bloquées, insérée en percutané, et au

fixateur externe, au moins initial. C'est à ce prix, et en sachant associer à l'ostéosynthèse une bonne prise en charge des dommages associés des parties molles, que l'on doit voir diminuer à la fois le taux de complications septiques et celui des cals vicieux. Enfin, le traitement des fractures diaphysaires de jambe n'étant pas, loin s'en faut, dénué de complications, il convient d'avoir informé le patient de la fréquence de ces complications, de leurs conséquences sur le délai de consolidation, des risques de réintervention.



■ Références

- [1] Muller ME, Nazarian S, Koch P. *Classification AO des fractures*. Berlin: Springer Verlag; 1987.
- [2] Duparc J, Hutten D. Classification des fractures ouvertes. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1981. p. 62-72.
- [3] Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of 1025 open fractures of long bones: retrospective and prospective analysis. *J Bone Joint Surg Am* 1976;**58**:453-8.
- [4] Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DM. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984;**24**:742-6.
- [5] Tscherne H, Ouster HJ. A new classification of soft-tissue damage in open and closed fractures. *Unfallheilkunde* 1982;**85**:111-5.
- [6] Mc Queen MM, Gaston P, Court-Brown CM. Acute compartment syndrom. Who is at risk? *J Bone Joint Surg Br* 2000;**82**:200-3.
- [7] Kempf Y, Pidhorz L. Techniques de l'enclouage centromédullaire. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, 44-016, 1996.
- [8] Leung KS. Tibial fractures. In: Kempf I, Leung KS, editors. *Practice of intramedullary locked nails. Scientific basis and standard techniques*. Berlin: Springer-Verlag; 2002. p. 87-99.
- [9] McKee MD, Schemitsch EH, Wadell JP, Yoo D. A prospective, randomized clinical trial comparing tibial nailing using fracture table traction vs manual traction. *J Orthop Trauma* 1999;**13**:463-9.
- [10] Court-Brown CM, Gustilo T, Shaw AD. Knee pain after intramedullary tibial nailing: its incidence, etiology, and outcome. *J Orthop Trauma* 1997;**11**:10-3.
- [11] Toivonen JA, Vaisto O, Kannus P, Larval K, Honkonen SE, Jarvonen MJ. Anterior knee pain after intramedullary nailing of fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study comparing two different nail-insertion techniques. *J Bone Joint Surg Am* 2002;**84**:580-5.
- [12] Klein MP, Rahn BA, Frigg R, Kessler S, Perren SM. Reaming versus non-reaming in medullary nailing: interference with cortical circulation of the canine tibia. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990;**109**:314-6.
- [13] Schemitsch EH, Kowalski MJ, Swiontkowski MF, Senft D. Cortical bone blood flow in reamed and unreamed locked intramedullary nailing: a fracture tibia model in sheep. *J Orthop Trauma* 1994;**8**:373-82.
- [14] Melcher GA, Metzendorf A, Schlegel U, Ziegler WJ, Perren SM, Printzen G. Influence of reaming versus non-reaming in intramedullary nailing on local infection rate: experimental investigation in rabbits. *J Trauma* 1995;**39**:1123-8.
- [15] Krettek C, Schandelmaier P, Tscherne H. Nonreamed interlocking nailing of closed tibial fractures with severe soft tissue injury. *Clin Orthop* 1995;**315**:34-47.
- [16] Hupel TM, Weinberg JA, Aksenov SA, Schemitsch EH. Effect of unreamed, limited reamed, and standard reamed intramedullary nailing on cortical bone porosity and new bone formation. *J Orthop Trauma* 2001;**15**:18-27.
- [17] Court-Brown CM. Reamed intramedullary tibial nailing. An overview and analysis of 1106 cases. *J Orthop Trauma* 2004;**18**:96-101.
- [18] Krettek C, Stephan C, Schandelmaier P, Richter M, Pape HC, Miclau T. The use of poller screws as blocking screws in stabilising tibial fractures treated with small diameter intramedullary nails. *J Bone Joint Surg Br* 1999;**81**:963-8.
- [19] Rüedi T, Webb JK, Allgöwer M. Experience with the dynamic compressive plate (DCP) in 418 recent fractures of the tibial shaft. *Injury* 1976;**7**:252-7.
- [20] Miclau T, Martin RE. The evolution of modern plate osteosynthesis. *Injury* 1997;**28**(suppl 1):3-6.
- [21] Krettek C. Recent advances in the fixation of fractures of the long bones of the leg. *Eur Instr Course Lect* 1999;**4**:1-1.
- [22] Goesling T, Frenk A, Appenzeller A, Garapati R, Marti A, Krettek C. LISS PLT: design, mechanical and biomechanical characteristics. *Injury, AO/ASIF Scientific* 2003;**34**(suppl):SA11-SA15.
- [23] Collinge CA, Sanders RW. Percutaneous plating in the lower extremity. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;**8**:211-6.
- [24] Oh CW, Park BC, Kyung HS, Kim SJ, Kim HS, Lee SM, et al. Percutaneous plating for unstable tibial fractures. *J Orthop Sci* 2003;**8**:166-9.
- [25] Krettek C, Haas N, Tscherne H. Results of treatment of 202 fresh tibial shaft fractures, managed with unilateral external fixation (monofixateur). *Unfallchirurg* 1989;**92**:440-52.
- [26] Siebenrock KA, Schilling B, Jakob RP. Treatment of complex tibial shaft fractures. Arguments for early secondary intramedullary nailing. *Clin Orthop* 1993;**290**:269-74.
- [27] Scott JC. The influence of fixator design on fracture repair: the orthofix procallus. In: De Bastiani G, Apley AG, Golberg A, editors. *Orthofix external fixation in trauma and orthopaedics*. Berlin: Springer-Verlag; 2000. p. 77-82.
- [28] Magyar G, Toksvig-Larsen S, Moroni A. Hydroxyapatite coating of threaded pins enhances fixation. *J Bone Joint Surg Br* 1997;**79**:487-9.
- [29] Cosco F, Risi M, Pompili M, Boriani S. External fixation and sequential nailing in the treatment of open diaphyseal fractures of the tibia. *Chir Organi Mov* 2001;**86**:191-7.
- [30] Dirschl DR, Duff D, Miclau T, Dahners LE, Edin MI. High pressure pulsatile irrigation of fresh fractures: effects on fracture healing. *J Orthop Trauma* 1998;**12**:460-3.
- [31] Bhandari M, Schemitsch EH, Adili A, Lachawski R, Shaughnessy S. High and low pressure pulsatile lavage of contaminated tibial fractures: an in vitro study of bacterial adherence and bone damage. *J Orthop Trauma* 1999;**13**:526-33.
- [32] Sobel JW, Goldberg VM. Pulsatile irrigation in orthopedics. *Orthopaedics* 1985;**8**:1099-122.
- [33] Masquelet AC. Principles of management of soft-tissue loss. In: *AO principles of fracture management*. Stuttgart: AO publishing Thieme; 2001. p. 641-59.
- [34] Khalily C, Behnke S, Seligson D. Treatment of closed tibia shaft fractures: a survey from the First Orthopaedic Trauma Association and Osteosynthesis International Gerhard Kuntscher Kreis meeting. *J Orthop Trauma* 2000;**14**:577-81.
- [35] Sarmiento A, Sharpe FE, Ebramzadeh E, Normand P, Shankwiler J. Factors influencing the outcome of closed tibial fractures treated with functional bracing. *Clin Orthop* 1995;**315**:8-24.
- [36] Puno RM, Teynor JT, Negano J, Gustilo RB. Critical analysis of results of treatment of 201 tibia shaft fractures. *Clin Orthop* 1986;**212**:113-21.
- [37] Hooper GJ, Keddel RG, Penny ID. Conservative management or closed nailing for tibial shaft fractures: a prospective randomised trial. *J Bone Joint Surg Br* 1991;**73**:83-5.
- [38] Bone LB, Sucato D, Stegemann PM, Rohrbacher BJ. Displaced isolated fractures of the tibial shaft treated with either a cast or intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Am* 1997;**79**:1336-41.
- [39] Blachut PA, O'Brien PJ, Meek RN, Broekhuysen HM. Interlocking intramedullary nailing with or without reaming for the treatment of closed fractures of the tibial shaft. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 1997;**79**:640-6.
- [40] Finkemeier CG, Schmidt AH, Kyle RF, Templeman DC, Varecka TF. A prospective, randomized study of intramedullary nails inserted with or without reaming for the treatment of open and closed fractures of the tibial shaft. *J Orthop Trauma* 2000;**14**:187-93.
- [41] Gregory P, Sanders R. The treatment of closed unstable tibial shaft fractures with unreamed interlocking nails. *Clin Orthop* 1995;**315**:48-55.
- [42] Burny F. Elastic external fixation of tibia fractures. A study of 1421 cases. In: Brooker A, Edwards C, editors. *External fixation: the current state of the art*. London: Williams and Wilkins; 1979. p. 55-73.
- [43] Court-Brown CM, Keating JF, McQueen MM. Infection after intramedullary nailing of the tibia. *J Bone Joint Surg Br* 1992;**74**:770-4.
- [44] Keating JF, O'Brien PJ, Blachut PA, Meek RN, Broekhuysen HM. Locking intramedullary nailing with or without reaming for open fractures of the tibial shaft. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 1997;**79**:334-41.
- [45] Najean D, Tropet Y, Brientini JM, Vichard P. Emergency cover of open fractures of the leg. A propos of a series of 24 clinical cases. *Ann Chir Plast Esthet* 1994;**39**:473-9.

- [46] Cole JD, Ansel LJ, Schwartzberg R. A sequential protocol for management of severe open tibial fractures. *Clin Orthop* 1995;**315**:84-103.
- [47] Atkins RM, Madhavan P, Sudhakar J, Whitwell D. Ipsilateral vascularized fibular transport for massive defects of tibia. *J Bone Joint Surg Br* 1999;**81**:1035-40.
- [48] Watson JT, Anders M, Moed BR. Management strategies for bone loss in tibial shaft fractures. *Clin Orthop* 1995;**315**:138-52.
- [49] Swiontkowski MF, MacKenzie EJ, Bosse MJ, Jones AL, Trivison T. Factors influencing the decision to amputate or reconstruct after high energy lower extremity trauma. *J Trauma* 2002;**52**:641-9.
- [50] Lange RH, Bach AW, Hanson S, Johansen K. Open tibial fractures with associated vascular injuries: prognosis for limb salvage. *J Trauma* 1985;**25**:203-8.
- [51] Lange RH. Limb reconstruction vs. amputation decision making in massive lower extremity trauma. *Clin Orthop* 1989;**243**:17-9.
- [52] Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen Jr. ST. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma* 1990;**30**:568-73.
- [53] Tempelmann D, Larson C, Varecka T, Kyle RF. Decision making errors in the use of interlocking tibial nails. *Clin Orthop* 1997;**339**:65-70.
- [54] Bonneville P, Cariven P, Bonneville N, Mansat P, Martinel V, Verl L, et al. Fractures bifocales du tibia. *Rev Chir Orthop* 2003;**89**:423-32.
- [55] Bonneville P, Bellumore Y, Foucras L, Hezard L, Mansat M. Fractures isolées du tibia traitées par enclouage alésé. *Rev Chir Orthop* 2000;**86**:29-37.
- [56] Lang GJ, Cohen BE, Bosse MJ, Kellam JF. Proximal third tibial shaft fractures. Should they be nailed? *Clin Orthop* 1995;**315**:64-74.
- [57] Freedman EL, Johnson EE. Radiographic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing. *Clin Orthop* 1995;**315**:25-33.
- [58] Cole PA, Zlowodzki M, Kregor PJ. Less invasive stabilization system (LISS) for fractures of the proximal tibia: Indications, surgical technique and preliminary results of the UMC clinical trial. *Injury, AO/ASIF Scientific* 2003;**34**(suppl):SA16-SA29.
- [59] Nassif JM, Gorczyca JT, Cole JK, Pugh KJ, Pienkowski D. Effect of acute reamed versus unreamed intramedullary nailing on compartment pressure when treating closed tibial shaft fractures: a randomized prospective study. *J Orthop Trauma* 2000;**14**:554-8.
- [60] Gershuni DH, Mubarak SJ, Yaru NC, Lee YF. Fracture of the tibia complicated by acute compartment syndrom. *Clin Orthop* 1987;**217**:221-7.

Pour en savoir plus

- Bonneville P. Fractures diaphysaires de l'adulte (fractures pathologiques exclues). EMC (Elsevier SAS, Paris), Appareil Locomoteur, 14-031-A-60, 2005.
- Étude des complications des enclouages centromédullaires des os porteurs (Étude CECOP). Table ronde sous la direction de D Mainard. *Rev Chir Orthop* 2005;**91**(Suppl 5):155-82.
- Jenny JY, Jenny G, Kempf I. Infection after reamed intramedullary nailing of lower limb fractures. A review of 1,464 cases over 15 years. *Acta Orthop Scand* 1994.

P. Simon (patrick.simon@chru-strasbourg.fr).

J.-M. Cognet.

Service de traumatologie, Hôpitaux Universitaires de Strasbourg, 67098 Strasbourg cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Simon P., Cognet J.-M. Techniques d'ostéosynthèse des fractures diaphysaires de jambe de l'adulte. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-870, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations

Arthrodèse du couple de torsion

P.-F. Diebold

L'arthrodèse du couple de torsion fusionne l'articulation sous-talienne, l'articulation talonaviculaire et l'articulation calcanéocuboïdienne. Les indications ont augmenté dans les séquelles des fractures du calcanéus, les déformations fixées de l'articulation sous-talienne et ses grandes désaxations. La forme classique tend à être remplacée par des arthrodèses plus limitées aux indications précises : sous-talienne isolée dans l'insuffisance grave du tendon jambier postérieur, talonaviculaire pour les rhumatismes inflammatoires, arthrodèse calcanéocuboïdienne d'allongement dans les pieds plats valgus constitués. Ces indications opératoires nécessitent des voies d'abord plus limitées que dans la triple arthrodèse classique, un matériel adapté à l'ostéosynthèse. La meilleure connaissance de la biomécanique de l'arrière-pied, la notion de pied astragalien et de pied calcanéen permettent de conserver une fonction adaptative à l'arrière-pied, en particulier quand l'arthrodèse globale du couple de torsion n'est pas nécessaire. La correction des déformations axiales de l'arrière-pied est indispensable avant la fixation des arthrodèses et peut être obtenue avec des voies d'abord sélectives. La fixation d'une des trois articulations par ostéosynthèse retentit sur la fonction de l'articulation adjacente. L'adaptation du patient aux arthrodèses du couple de torsion est lente, mais l'effet de ces arthrodèses sur la douleur est extrêmement positif.

© 2006 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Arthrodèse ; Sous-talienne ; Talonaviculaire ; Calcanéocuboïdienne ; Ostéosynthèse

Plan

| | |
|--|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Technique classique de la double arthrodèse | 2 |
| Installation | 2 |
| Voie d'abord | 2 |
| Préparation | 2 |
| Fixation | 3 |
| Suites opératoires | 4 |
| ■ Arthrodèse par voie médiale | 4 |
| Installation | 4 |
| Étapes suivantes | 4 |
| ■ Variantes | 7 |
| ■ Arthrodèse partielle du couple de torsion | 7 |
| Voie postérieure | 7 |
| Voie médiale | 7 |
| ■ Arthrodèse partielle de l'articulation transverse du tarse | 8 |
| Articulation calcanéocuboïdienne | 8 |
| ■ Arthrodèse talonaviculaire pure | 9 |

■ Introduction

L'arthrodèse du couple de torsion est une technique qui bloque les articulations : sous-talienne - talonaviculaire et calcanéocuboïdienne. Elle est appelée en France la double

arthrodèse (sous-talienne et transverse du tarse) et dans la littérature anglo-saxonne la triple arthrodèse, prenant en compte les trois articulations indépendamment. ^[1]

C'est une intervention dont les indications ont augmenté par la plus grande fréquence de la pathologie chronique du tendon du muscle tibial postérieur (Fig. 1), les séquelles des fractures du calcanéus (Fig. 2), ^[1-3] le traitement chirurgical des lésions de l'arrière-pied des rhumatismes inflammatoires. ^[4]

Les arthrodèses du couple de torsion sont aussi utilisées sous forme partielle : arthrodèse sous-talienne postérieure, arthrodèse talonaviculaire ou calcanéocuboïdienne isolée.



Figure 1. Rupture complète du tendon tibial postérieur.



Figure 2. Séquelles d'une fracture du calcanéus.

■ Technique classique de la double arthrodèse

Bien que nous l'ayons abandonnée sous sa forme originelle, nous décrivons d'abord la technique classique par voie latérale de la double arthrodèse, dite en France de Meary. [5]

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal, avec un coussin sous la fesse homolatérale pour mettre le membre inférieur en rotation interne et bien exposer la face latérale du pied. En cas de malade volumineux, une cale peut être mise sur la table d'opération le long de la face latérale de la fesse opposée, le déroulement de l'intervention nécessitant parfois d'incliner le plateau de la table d'opération du côté opposé.

L'intervention se déroule sous garrot pneumatique placé à la cuisse, le genou étant laissé libre par l'installation des champs opératoires. Sa liberté permet pendant l'intervention de juger de l'axe talonnier par rapport à l'axe jambier et parfois de prélever dans l'extrémité supérieure du tibia des greffons spongieux quand ils sont nécessaires.

Voie d'abord

L'incision cutanée débute 1 cm en arrière et en dessous de la pointe de la malléole latérale et se dirige en avant vers la saillie du bec calcanéen, puis se recourbe en dedans vers l'articulation talonavculaire, atteignant les tendons extenseurs où elle s'arrête (Fig. 3). Les veines superficielles sont liées. Nous utilisons peu la coagulation pour éviter les risques de nécrose cutanée. La branche latérale du nerf fibulaire superficiel est repérée. Elle peut être repérée avant l'incision très simplement et marquée sur la peau : le pied est tourné en rotation médiale maximale en appuyant sur le 4^e orteil. On voit très facilement, dans 90 % des cas, le trajet sous-cutané de la branche latérale du nerf fibulaire superficiel. [6] Le nerf sural est laissé dans la partie basse de l'incision, il doit être repéré soigneusement pour éviter sa

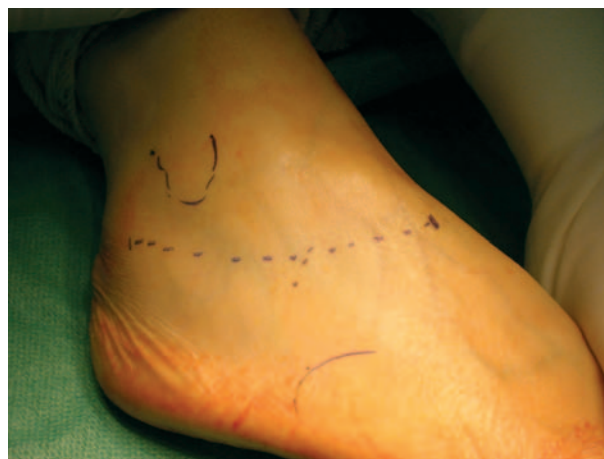


Figure 3. Abord antérolatéral classique.

blessure, source de névrome très invalidant et de traitement difficile. Pour éviter de blesser les branches nerveuses, la dissection sous-cutanée peut être faite après incision avec une pince de Halsted.

Le rétinaculum inférieur des extenseurs (RIE) est repéré avec ses fibres verticales. On isole au bistouri son bord antérieur et son bord postérieur. Une paire de ciseaux est glissée sous le RIE et la cheville est mise en dorsiflexion pour détendre les tendons extenseurs et éviter leur blessure lors de l'ouverture du ligament, qui se fait 2 cm au-dessus de l'insertion sur le calcanéus. Il est relevé en haut et en dedans en disséquant au bistouri au ras de l'os ses fibres profondes. On poursuit la dissection en dedans jusqu'à repérer la capsule talonavculaire. Dans les cas de réintervention, la totalité des tissus mous sont disséqués au ras de l'os et réclinés en dedans sur un écarteur de Hohmann moyen. On évite ainsi de laisser le pédicule vasculonerveux au contact de l'os et de risquer sa lésion.

En avant, on libère le muscle court extenseur (pédieux) sur la grande apophyse du calcanéus. Ce muscle est désinséré en avant et récliné jusqu'à apercevoir son pédicule vasculaire profond. La totalité du muscle est inclinée sur un autre écarteur de Hohmann. On voit alors toute la partie latérale de l'articulation calcanéocuboïdienne.

À la partie inférieure de l'incision, la gaine des tendons fibulaires est décollée en totalité. En général, elle s'ouvre, laissant apparaître les tendons court et long fibulaires. On libère au bistouri la face latérale du calcanéus en arrière et on voit alors l'articulation sous-talienne postérieure. On ouvre au bistouri l'articulation calcanéocuboïdienne. Quand l'interligne est très remanié, il peut être utile de dégager la partie dorsale de l'articulation au ciseau à os, mettant en évidence le niveau exact de celle-ci. Sinon, il suffit d'inciser le ligament bifurqué, d'abord son faisceau calcanéonaviculaire puis calcanéocuboïdien. L'articulation calcanéocuboïdienne est alors ouverte verticalement. Le pied est mobilisé en force et en flexion plantaire, ce qui expose plus largement l'articulation transverse du tarse. Dans le sinus du tarse, le ligament interosseux et tous les tissus cicatriciels sont excisés au maximum au bistouri. On prolonge cette incision en arrière en réclinant vers le bas les tendons fibulaires et en suivant la partie latérale de l'articulation sous-talienne postérieure. Il faut souvent libérer la partie antérieure et inférieure du col talien pour pouvoir commencer la mobilisation de l'articulation sous-talienne postérieure.

Préparation

On avive au ciseau frappé de dehors en dedans et d'avant en arrière l'articulation sous-talienne antérieure puis l'articulation sous-talienne postérieure. Nous utilisons habituellement des ciseaux-gouge qui permettent d'aviver l'os cortical dans le sinus du tarse et d'enlever uniquement les résidus fibreux et l'os sous-chondral. Il faut, pour ouvrir l'articulation sous-talienne



Figure 4. Avivement talonaviculaire conservant la forme anatomique.

postérieure sans risque, avoir d'abord libéré l'articulation talonaviculaire au ciseau courbe (gouge de Guillaume). L'articulation calcanéocuboïdienne, habituellement enraidie quand il s'agit de séquelles d'une fracture du calcanéus,^[7] intervient moins dans la mobilité de l'articulation sous-talienne postérieure. Nous utilisons pour ouvrir la sous-talienne, soit un écarteur de Meary appuyé sur deux broches, la supérieure étant plantée dans le col du talus, l'inférieure plantée dans le bec calcanéen, soit un écarteur d'Hintermann (New Deal) spécialement conçu pour la mise en place des broches dans sa partie distale et évitant à l'écarteur de déraiser.

On avive dans l'ordre la face supérieure du calcanéus, la face inférieure du col talien en enlevant tout le tissu fibreux puis la partie superficielle de l'os cortical calcanéen souvent extrêmement dense. On commence à aviver l'articulation sous-talienne postérieure par le versant talien qui est le plus facile à sculpter, puis par le versant inférieur calcanéen. En dedans, on prend garde aux éléments de la gouttière rétromalléolaire médiale, le tendon du muscle tibial postérieur, le tendon du muscle flexor hallucis longus en arrière et le pédicule vasculonerveux. Sauf en cas de désaxation majeure de l'arrière-pied, cet avivement doit simplement permettre le contact des surfaces talienne et calcanéenne en os sous-chondral.

On reprend l'avivement de l'articulation talonaviculaire en commençant par la tête du talus. Il faut prendre soin de n'enlever que le cartilage et l'os sous-chondral (Fig. 4). Nous utilisons habituellement un ciseau-gouge de type Guillaume, de largeur 18 mm, qui a juste la taille et la forme de la tête talienne. Là aussi, l'écarteur d'Hintermann est d'un apport précieux car le temps d'avivement de l'os naviculaire est difficile. L'os naviculaire est scléreux et la dissection doit être prudente pour éviter la fracture de l'os naviculaire qui survient souvent dans son tiers latéral. Il faut exciser d'abord la lèvre supérieure ostéophytique de la face postérieure du naviculaire, ce qui donne une meilleure assise au ciseau-gouge pour aviver l'os sous-chondral. Garder la forme de l'os naviculaire permet de ne pas mettre à ce niveau de greffon dont l'épaisseur est toujours très difficile à définir pour éviter un changement d'orientation de l'arche médiale du pied.

On finit par l'avivement de l'articulation calcanéocuboïdienne. L'écarteur de Meary-Hinge appuyé sur deux broches ou deux vis (Fig. 5) ou l'écarteur d'Hintermann permettent l'ouverture de cette articulation dont il ne faut pas oublier la forme convexe sur le cuboïde, concave sur le calcanéus. L'avivement doit aller jusqu'à la partie tout inférieure en dedans du bec postéromédial du cuboïde et en haut du bec calcanéen. C'est sur cette articulation que la résection doit être minimale, surtout dans les séquelles des fractures du calcanéus où la colonne latérale est habituellement plus courte que la colonne médiale, facteur de valgus de l'arrière-pied.



Figure 5. Distraction calcanéocuboïdienne.



Figure 6. Ostéosynthèse d'une double arthrodèse.

Fixation

L'arrière-pied est réduit en position neutre. Une broche est introduite au moteur dans le col du talus, de haut en bas, d'avant en arrière, de dedans en dehors. Elle a le trajet que va avoir une vis descendante fixant l'articulation sous-talienne. On voit habituellement son trajet dans le sinus du tarse. Il faut éviter si possible ici la contre-incision cutanée médiale du fait du plus grand risque vasculaire à ce niveau. On réduit alors l'articulation médiotarsienne par rapport à l'arrière-pied en évitant tout excès de supination ou de pronation de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied. L'articulation calcanéocuboïdienne est fixée temporairement par une broche et on peut faire un contrôle sous amplificateur de brillance en simulation de charge pour vérifier le rapport avant-pied/arrière-pied de face. Si le cliché est satisfaisant, la broche est remplacée par une vis perforée mise directement de haut en bas sur la broche laissée en place, ou par une vis ascendante calcanéotalienne mise de bas en haut par une contre-incision cutanée postérieure (Fig. 6), globalement parallèle à la broche et contrôlée sous amplificateur de brillance, en évitant la zone calcanéenne portante. De nombreuses vis perforées sont actuellement disponibles, mais notre préférence va à une vis permettant d'enfourer complètement la tête en intraosseux dans le calcanéus.

On fixe ensuite les articulations calcanéocuboïdienne et talonaviculaire, soit par deux vis antéropostérieures (Fig. 7), soit par deux agrafes. Selon l'habitude de chacun, des greffons peuvent être déposés dans le sinus du tarse.^[1, 8] On ferme ensuite les différents plans : le muscle court extenseur est rabattu en arrière, le ligament frondiforme et les tendons de l'extenseur commun sont rabattus, la peau et le tissu sous-cutané sont refermés en deux plans sur un drain (Fig. 8).



Figure 7. Ostéosynthèse par vis d'une arthrodèse calcanéo-cuboïdienne.



Figure 8. Fermeture de la voie d'abord latérale.

Suites opératoires

Le patient est laissé jambe surélevée dans une attelle postérieure pendant 48 heures. Le drain est ensuite enlevé et nous avons l'habitude de mettre en place une botte plâtrée mettant l'articulation talocrurale à 90° sous une courte anesthésie pour éviter tout équin du pied dû à la douleur. Le patient garde cette immobilisation sans appui pendant 4 semaines. Une nouvelle botte plâtrée est refaite à cette date, laissée en place 4 nouvelles semaines. Un appui progressif est autorisé à partir de la 8^e semaine, l'appui total est possible après la 10^e semaine, la marche en terrain irrégulier est proscrite pendant un premier temps d'adaptation.

Une rééducation de l'articulation talocrurale peut être prescrite, en précisant bien qu'aucun exercice latéral de pronosupination ne doit être pratiqué sur un plateau instable de Freeman.

Le traitement anticoagulant a été instauré selon les habitudes de chacun.

Une radiographie de contrôle sera faite au 6^e et au 12^e mois.

La reprise de l'activité est habituellement postérieure au 8^e mois du fait de l'œdème postopératoire et du temps relativement long d'adaptation qu'il convient d'expliquer aux malades avant l'intervention.

■ Arthrodèse par voie médiale

La voie médiale pure permet de faire l'arthrodèse, soit de l'articulation talonaviculaire seule, [4, 9] soit de l'articulation



Figure 9. Voie d'abord médiale de la talonaviculaire : tracé.



Figure 10. Voie d'abord médiale de la talonaviculaire : incision.

talonaviculaire et de l'articulation sous-talienne. [10, 11] La voie médiale est utile en cas de lésion fixée de l'articulation transverse du tarse. En effet, sans mobilisation de l'articulation talonaviculaire, la correction des déformations de l'articulation sous-talienne par voie latérale pure est souvent aléatoire. Ceci est particulièrement vrai dans les rhumatismes inflammatoires évolués et dans la synostose du tarse.

Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal avec un coussin sous la fesse opposée, permettant de mettre le pied en rotation latérale reposant par son bord sur la table d'intervention. L'intervention se déroule sous garrot pneumatique mis au niveau de la cuisse, le genou est laissé libre par l'installation des champs opératoires.

Étapes suivantes

La voie d'abord est centrée sur la saillie médiale du naviculaire, prolongée vers le haut et vers l'avant jusqu'à l'articulation cunéonaviculaire (Fig. 9-11). Elle fait environ 10 cm.

Les branches de la veine grande saphène sont liées, la gaine du tendon du muscle tibial postérieur est ouverte et la libération de l'articulation talonaviculaire se fait à partir de son bord supérieur. On décolle au bistouri de bas en haut, de dedans en dehors les éléments capsuloligamentaires en dehors et le tendon du muscle tibial antérieur en avant. On arrive en décollant la lèvres dorsale de l'incision sur l'articulation talonaviculaire. Un écarteur de Hohmann est placé sur le naviculaire, il incline en dehors la totalité des tissus mous (Fig. 12, 13).



Figure 11. Cicatrice d'une voie d'abord médiale de la talonaviculaire.

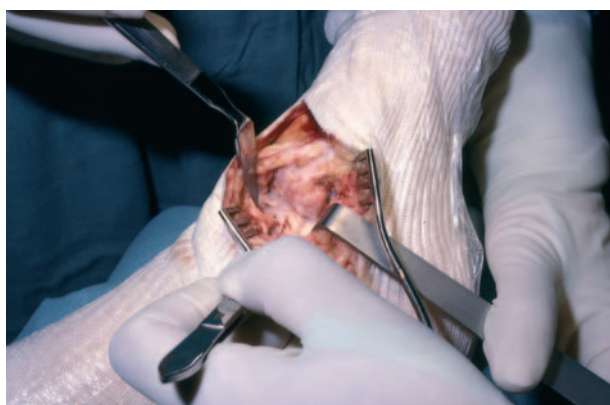


Figure 12. Talonaviculaire : tendon du tibial antérieur récliné vers le haut.



Figure 13. Talonaviculaire : capsule réclinée par l'écarteur de Hohmann.

On vérifie alors le siège de l'articulation talonaviculaire en prenant comme repère le tubercule médial de l'os naviculaire où est inséré le tendon du muscle tibial postérieur. Il faut être certain de sa situation, pour éviter d'ouvrir une articulation cunéonaviculaire, par exemple. Un ciseau-gouge large permet d'ouvrir l'articulation talonaviculaire de haut en bas et de mobiliser la tête du talus. Un écarteur d'Hintermann (New Deal) placé sur deux broches, l'une dans le col du talus l'autre dans le naviculaire, peut être mis en place et la dissection de la tête du talus commence en prenant soin de n'enlever que le cartilage et l'os sous-chondral (Fig. 14). La partie médiale de la tête talienne, habituellement non fonctionnelle dans le pied valgus, se laisse disséquer facilement. L'os sous-chondral est plus dense à la partie latérale.

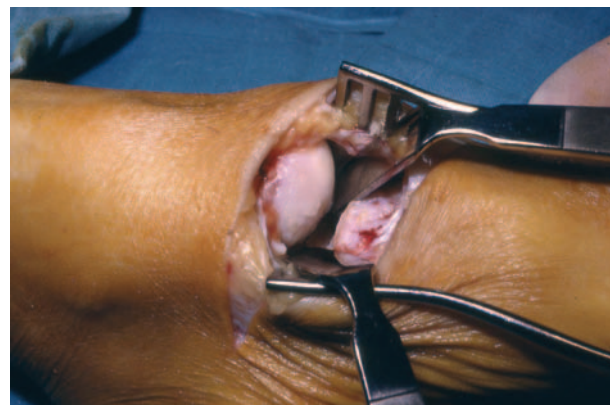


Figure 14. Talonaviculaire : écarteurs de Hintermann en place.

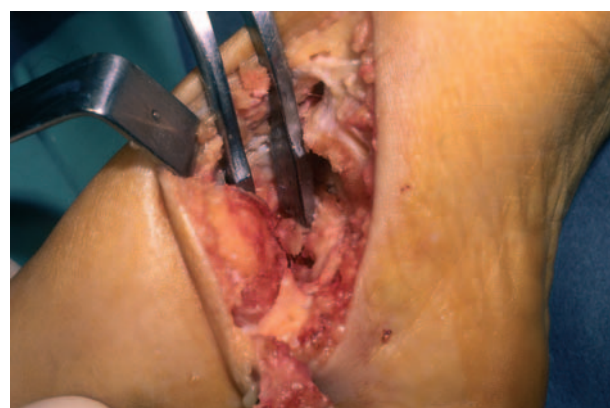


Figure 15. Talonaviculaire avivée, tendon du tibial postérieur récliné, écarteurs de Hinge dans la sous-talienne.

La dissection se fait ensuite en miroir sur la surface naviculaire, en prenant soin d'attaquer la surface avec un ciseau plus fin du fait de la dureté de l'os sous-chondral. La berge postéro-supérieure doit être avivée d'abord pour avoir une meilleure attaque du ciseau sur la face postérieure de l'os naviculaire. Quand l'articulation talonaviculaire est complètement libérée, la mobilité de l'arrière-pied s'améliore. On peut alors mettre en place un écarteur de Meary-Hinge dans l'articulation et l'ouvrir prudemment, ses branches étant maintenues par l'aide opératoire (Fig. 15). On voit alors sous la tête du talus s'ouvrir l'articulation sous-talienne antérieure. L'articulation sous-talienne est alors nettoyée d'avant en arrière en commençant par le calcaneus. On utilise à la partie antérieure de l'articulation des ciseaux-gouge fins et une pince-gouge. Pour le sinus du tarse et l'articulation sous-talienne postérieure, on peut utiliser les ciseaux à os à réintervention contre-coudés pour le fût fémoral de l'AO. Ces ciseaux longs et contre-coudés permettent d'aviver d'avant en arrière le sinus du tarse et en ouvrant progressivement l'écarteur de Hinge, l'articulation sous-talienne postérieure (Fig. 16). Le cartilage est ôté de dehors en dedans et d'avant en arrière, en prenant soin à la partie toute médiale de ne pas léser le tendon du muscle flexor hallucis longus. Il faut ouvrir l'écarteur prudemment pour éviter de fracturer le col de l'astragale. Cette voie a l'avantage d'être dans le grand axe antéropostérieur de l'articulation sous-talienne, permettant au chirurgien de travailler sans changer de place. À ce stade de l'intervention, les écarteurs sont enlevés et la mobilité des articulations sous-talienne et talonaviculaire testée. La possibilité de réduction doit être complète, faute de quoi l'avivement de l'articulation sous-talienne est incomplet et doit être poursuivi. Il faut se souvenir que l'enraidissement de l'articulation calcanéocuboïdienne n'a que peu de retentissement sur l'articulation sous-talienne et qu'il n'entre pratiquement pas en ligne de compte. [12-15] À ce moment de l'intervention, un cliché

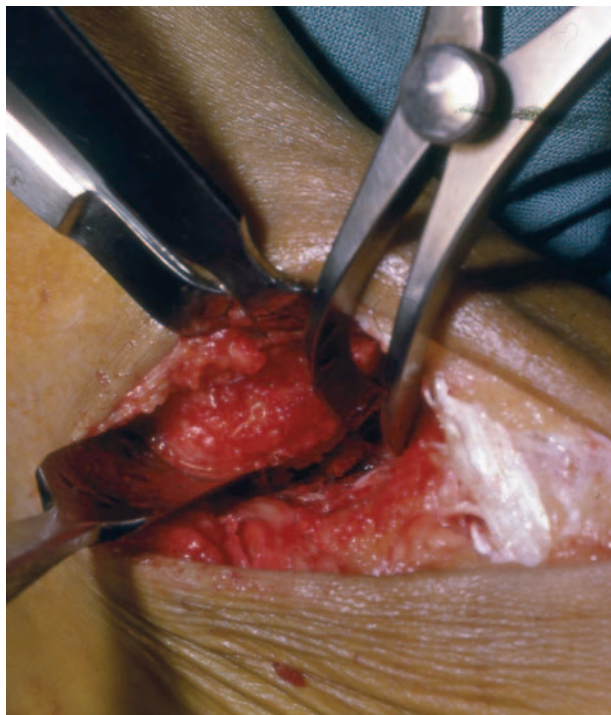


Figure 16. Ouverture de la talonavculaire.

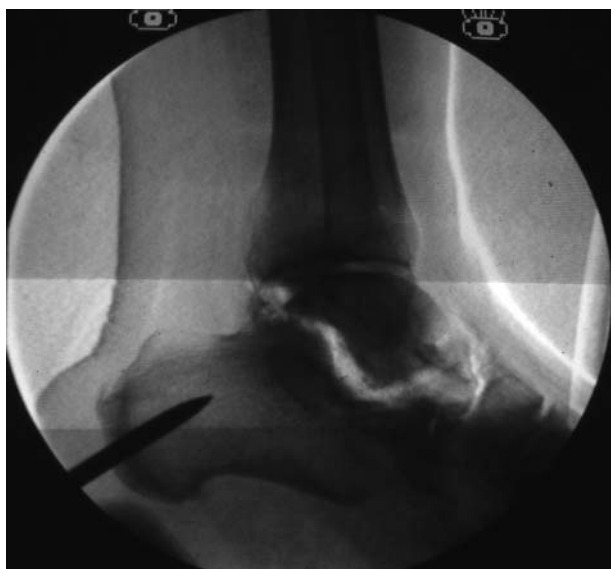


Figure 17. Sous-talienne avivée (amplificateur de brillance), le clou calcanéen permet de réduire le valgus.

radiographique peut être pris pour vérifier la réduction de l'arrière-pied, avant la fixation définitive de l'articulation sous-talienne ^[14] (Fig. 17).

Habituellement, cette étape se fait sans toucher au tendon du muscle tibial postérieur ni au ligament calcanéonavculaire ou *Spring ligament* des Anglo-Saxons. Si la vision sur la partie antérieure de l'articulation sous-talienne semble limitée en dedans, le tendon peut être relevé et déplacé en arrière (Fig. 18). Nous avons l'habitude d'ostéotomiser la partie médiale de l'os naviculaire et de relever avec le fragment osseux ainsi détaché le tendon, ce qui permet la réinsertion facile de l'ensemble par une simple vis en fin d'intervention. Cette voie d'abord médiale, avec le relèvement du tendon tibial postérieur et de la partie médiale de l'os naviculaire, permet de faire une arthrodèse de l'articulation sous-talienne en conservant en totalité la mobilité de l'articulation talonavculaire si le chirurgien le désire. ^[15-17]

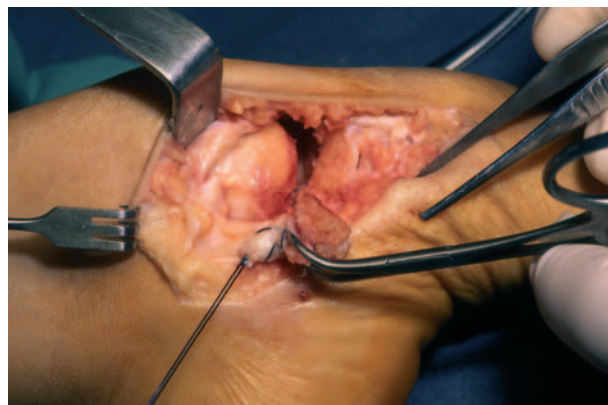


Figure 18. Talonavculaire avivée, on récline par fil le tendon du tibial postérieur.

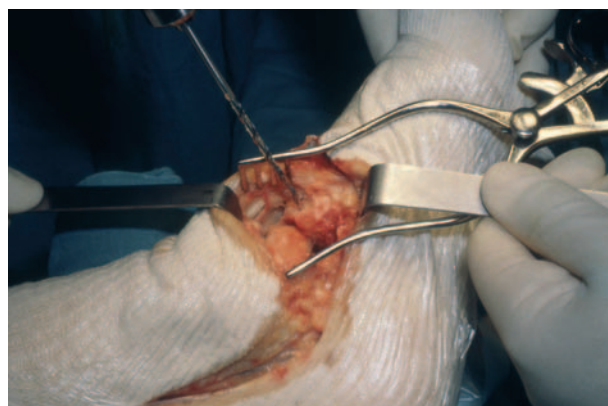


Figure 19. Talonavculaire avivée : forage pour mise en place des agrafes.

À ce moment de l'intervention, l'articulation calcanéocuboïdienne peut être avivée. Elle se trouve exactement en face de l'opérateur au fond du champ opératoire. On commence par aviver la face antérieure du calcanéus de haut en bas, de dedans en dehors, en prenant soin de le faire avec progressivité pour éviter les tissus mous qui sont extrêmement vulnérables sur la face latérale de l'articulation. On avive la face postérieure du cuboïde de la même manière.

La réduction de l'arrière-pied est plus simple dans cette position, le pied reposant sur la table d'opération par son bord latéral. Il faut simplement réduire l'articulation talonavculaire en évitant toute supination résiduelle de l'avant-pied et en donnant une bonne direction de l'arche interne. L'aide opératoire maintient la réduction du médiopied sur l'arrière-pied en soulevant simplement les trois métatarsiens latéraux et en laissant à sa place le premier métatarsien qui se met spontanément en pronation.

La fixation commence par le blocage de l'articulation talonavculaire. Il est préférable, si on décide de la fixer par deux agrafes, de préparer leur mise en place par un forage préalable (Fig. 19) à la mèche de l'os naviculaire pour éviter de le fracturer à l'impaction. Cet os extrêmement dur est habituellement de taille modeste. Selon les travaux d'Imhauser et de Steinhäuser, popularisés en France par Yves Gérard ^[18] puis par l'École de Strasbourg, la fixation de l'articulation talonavculaire est suffisante pour bloquer l'articulation sous-talienne (Fig. 20-22). ^[4, 9, 11] En fait, il persiste une mobilité d'environ 30 % de l'articulation sous-talienne qui explique les douleurs résiduelles de l'arrière-pied quand, en cas de rhumatisme inflammatoire par exemple, on ne fixe que l'articulation talonavculaire. ^[15, 16] Il faut donc également fixer l'articulation sous-talienne, soit par une vis descendante talocalcanéenne, soit par une vis ascendante calcanéotallienne mise en place par une contre-incision postérieure talonnière.



Figure 20. Talonaviculaire fusionnée.



Figure 21. Consolidation talonaviculaire et sous-talienne.



Figure 22. Talonaviculaire avivée : agrafes en place.

La fermeture se fait plan par plan sur un drainage. Les soins postopératoires sont les mêmes que pour une arthrodèse du couple de torsion faite par voie latérale. L'immobilisation plâtrée est donc de 8 semaines.

■ Variantes

L'École anglo-saxonne utilise habituellement la double voie latérale et médiale, [5, 10, 13] ce qui permet d'éviter une extension trop dorsale de l'incision latérale, source de nécrose cutanée fréquente et de cicatrice très disgracieuse (Fig. 23). La position du malade doit être changée en cours d'intervention par le déplacement du billot de la fesse homolatérale à la fesse controlatérale, l'opérateur pouvant se mettre utilement au bout de la table d'opération pour n'avoir pas à se déplacer.

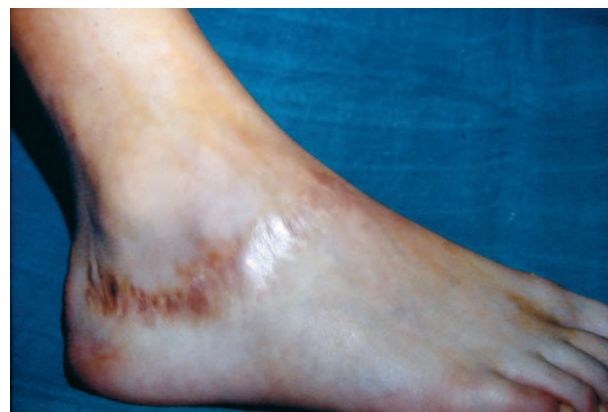


Figure 23. Cicatrice d'abord antérolatéral.

Cette voie est surtout utile en cas de déformation importante et fixée comme dans la chirurgie des séquelles du traitement du pied bot varus équin par exemple.

Des résections osseuses peuvent être ajoutées pour corriger un équin (après avoir allongé le système musculotendineux postérieur) en faisant une résection plus importante à la partie antérieure de la tête du talus, un varus en réséquant dans la sous-talienne postérieure un coin à base latérale, une adduction en faisant une résection à base latérale dans l'articulation transverse du tarse, un cavus en faisant une résection à base dorsale de l'articulation talonaviculaire. Nous préférons cependant faire habituellement la correction du cavus dans l'articulation médiotarsienne.

Les corrections les plus difficiles à pratiquer sont celles de la pronosupination fixée du médio- et de l'avant-pied.

L'expérience prouve qu'il existe une limitation importante de l'amplitude des déplacements par les parties molles et il faut ajouter une résection cunéenne osseuse à base dorsale ou plantaire, selon le déplacement souhaité, pour augmenter l'amplitude des déplacements.

■ Arthrodèse partielle du couple de torsion

La chirurgie de l'insuffisance du tendon du muscle tibial postérieur, ou son transfert dans les séquelles des paralysies du nerf fibulaire commun, a augmenté les indications des arthrodèses partielles du couple de torsion.

Voie postérieure

L'arthrodèse sous-talienne postérieure isolée est utilisée en association avec un transfert tendineux suppléant le tendon du muscle tibial postérieur par l'École américaine. [5] Elle peut être pratiquée par une voie d'abord postérieure pure, en décubitus ventral. [8] L'incision cutanée suit le bord latéral du tendon calcanéen, l'aponévrose de la loge postérieure de la jambe est incisée, un pédicule vasculaire transversal est lié et après relèvement du tendon du muscle fléchisseur propre de l'hallux, l'articulation sous-talienne postérieure abordée. Elle peut être avivée à sa partie médiane et un greffon iliaque est bloqué dans la tranchée préparée (Fig. 24).

Voie médiale

La voie d'abord médiale pure pour l'arthrodèse de l'articulation sous-talienne est la voie d'abord utilisée dans le traitement des synostoses talocalcanéennes médiales. [19] Ces synostoses ont souvent un effet valgisant sur l'arrière-pied et elles doivent être d'abord réséquées avant de faire l'arthrodèse sous-talienne



Figure 24. Sous-astragaliennne postérieure gauche.

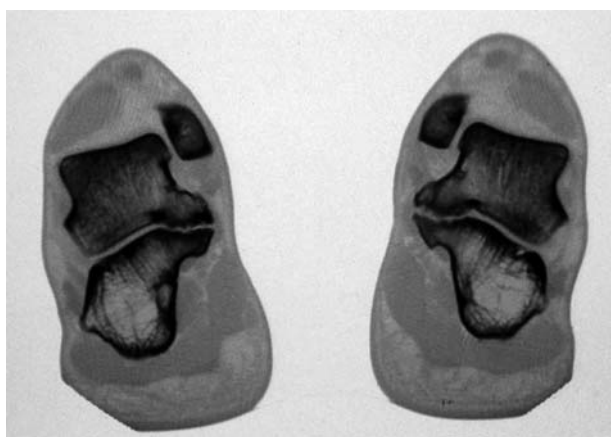


Figure 25. Synostose talocalcanéenne.

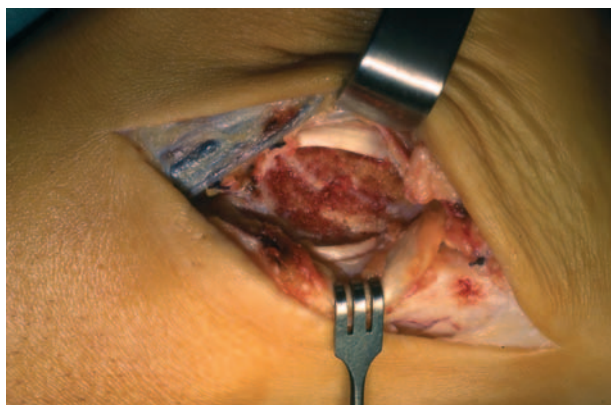


Figure 26. Résection d'une synostose : le tendon du tibial postérieur est récliné vers le bas.

quand la largeur dépasse un tiers de la surface articulaire sous-talienne postérieure et que, sur le scanner, celle-ci est trop atteinte pour conserver sa mobilité (Fig. 25).

L'incision cutanée commence sur le tubercule naviculaire et se dirige en arrière, en passant 1 cm en dessous de la malléole tibiale. Après hémotase, on fore le tubercule médial de l'os naviculaire, ce qui permet sa réinsertion en fin d'intervention. On ouvre la gaine du tendon du muscle jambier postérieur, on libère la partie distale du tendon à la partie inférieure et on ostéotomise à la scie l'os naviculaire en gardant un fragment osseux sur le tendon d'une épaisseur de 15 mm environ. On relève le tendon en arrière et en haut et on libère sa gaine. On incise la gaine tendineuse sur la saillie de la synostose (Fig. 26). On prolonge l'incision en arrière jusqu'au bord antérieur du ligament deltoïde. On récline vers le bas le tendon du muscle



Figure 27. Arthrodèse sous-talienne : vis et broche dans le naviculaire pour réinsertion du tendon tibial postérieur.



Figure 28. Arthrodèse sous-talienne par voie médiale après résection de synostose talocalcanéenne.

fléchisseur propre de l'hallux. On résèque la synostose au ciseau à os et on avive l'articulation sous-talienne postérieure de dedans en dehors au ciseau-gouge. On peut alors fixer l'articulation sous-talienne postérieure par une vis ascendante calcaneotallienne, introduite par une contre-incision postérieure dans la grosse tubérosité calcaneenne en dehors de la zone portante. Après vérification de la bonne impaction de l'articulation sous-talienne postérieure, on referme aux fils résorbables d'arrière en avant le plan capsulaire et le *Spring ligament*. On réinsère ensuite la tubérosité médiale de l'os naviculaire par une vis et la gaine du tendon du muscle tibial postérieur est refermée partiellement d'arrière en avant (Fig. 27, 28). Cette technique peut être utilisée en dehors du traitement de la synostose talocalcanéenne.

■ Arthrodèse partielle de l'articulation transverse du tarse

Articulation calcanéocuboïdienne

Dans le traitement du pied plat valgus de l'enfant, Evans a décrit l'allongement de la colonne latérale du pied par une ostéotomie calcaneenne d'allongement, ostéotomie faite 1 cm en arrière de la surface articulaire calcanéocuboïdienne. [4] Chez l'adulte, dans le traitement du pied plat par insuffisance du tendon du muscle tibial postérieur, cette intervention a été



Figure 29. Abord calcanéocuboïdien avec repère du bec calcanéen.



Figure 30. Arthrodèse calcanéocuboïdienne : allogreffe en place.

accusée d'être arthrogène par augmentation de la pression intra-articulaire calcanéocuboïdienne. [20] Certains auteurs ont alors préféré l'arthrodèse calcanéocuboïdienne avec effet d'allongement par interposition d'un greffon tricortical iliaque. [13, 16, 21, 22]

La voie d'abord est latérale pure, centrée sur la saillie du bec calcanéen. Elle fait 8 cm (Fig. 29). Le nerf sural est abaissé à la partie inférieure de l'incision, le muscle court extenseur est décollé du plan profond d'arrière en avant et de bas en haut, il est relevé, le tendon du court fibulaire est abaissé. L'articulation calcanéocuboïdienne est repérée, un écarteur de Meary ou d'Hintermann appuyé sur deux vis ou deux broches ouvre l'articulation qui est avivée selon la technique déjà décrite (Fig. 30). Un greffon iliaque tricortical trapézoïdal faisant 20 mm/15 mm/10 mm d'épaisseur est impacté dans l'articulation (Fig. 31), l'écarteur est enlevé et le montage fixé, soit par des broches, soit par une vis antéropostérieure, soit par une agrafe (Fig. 32). Le greffon iliaque tricortical peut être remplacé, soit par des cubes d'hydroxyapatite faisant 10 mm de côté (Eurocer®) ou par une allogreffe (crête iliaque conservée). La fixation doit être stable pour éviter l'expulsion vers le haut du greffon avant sa consolidation. Le muscle court extenseur est rabattu sur l'arthrodèse et la plaie fermée en trois plans.

Cet allongement a comme effet de corriger l'abduction de l'avant-pied et d'améliorer la couverture de la tête talienne par l'os naviculaire (Fig. 33, 34).

■ Arthrodèse talonaviculaire pure

Cette intervention a été étudiée et défendue par Imhauser dont les travaux ont été rapportés par Steinhauser et introduits en France par Gérard et Chelius. [18]

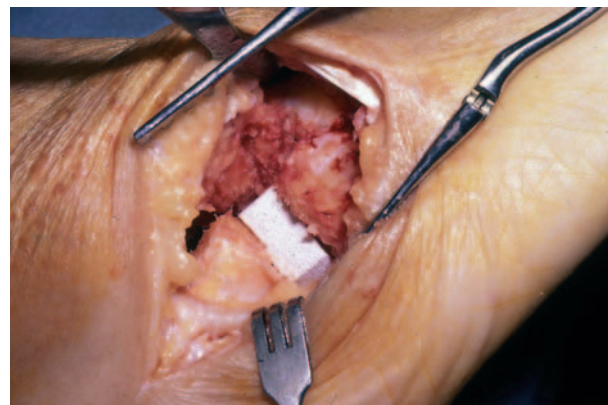


Figure 31. Arthrodèse calcanéocuboïdienne : hydroxyapatite en place.

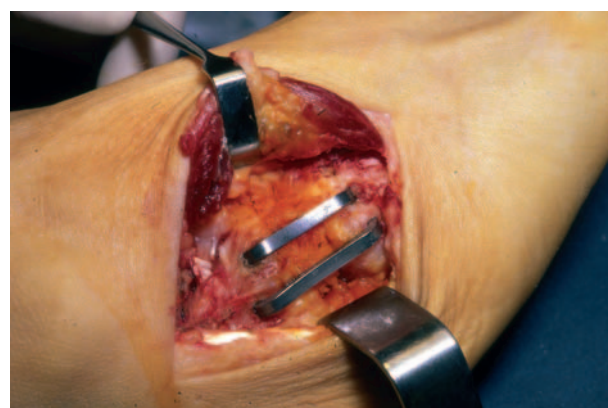


Figure 32. Arthrodèse calcanéocuboïdienne : crête iliaque avec synthèse par deux agrafes.



Figure 33. Arthrodèse calcanéocuboïdienne : aspect à 1 an d'un greffon artificiel.

Elle fut très pratiquée dans les années 1990, mais ses résultats à long terme ont déçu. En effet, l'arthrodèse talonaviculaire laisse une mobilité sous-talienne partielle et dans des indications comme les rhumatismes inflammatoires, cette mobilité peut être source de douleurs. [4, 9, 11]

Nous l'utilisons essentiellement dans les séquelles des fractures du calcanéus, sans grande désaxation de l'arrière-pied où l'enraidissement sous-talien postérieur est déjà important (Fig. 35), et dans les transferts du muscle du tendon tibial postérieur à travers la membrane interosseuse pour pallier une paralysie du nerf fibulaire commun, permettant d'éviter l'effondrement en valgus de l'arrière-pied à la mise en charge postopératoire.

La voie d'abord est médiale, centrée sur le tubercule du naviculaire dirigée en haut et en avant. Après ouverture de la peau, hémostase de la veine grande saphène, ouverture de la



Figure 34. Arthrodèse calcanéocuboidienne : aspect à 1 an d'un greffon artificiel, vue de face.



Figure 35. Arthrodèse talonaviculaire : radiographie à 3 mois.

partie distale de la gaine du tendon du muscle tibial postérieur, l'articulation talonaviculaire est ouverte par distraction, avivée en commençant par la tête du talus puis par la surface postérieure de l'os naviculaire. Seul est enlevé l'os sous-chondral, la forme articulaire conservée permet la réduction et la fixation de l'articulation par deux agrafes, en général de 20 mm × 20 mm (Fig. 36, 37). Le patient est immobilisé par un plâtre sans appui durant 45 jours.



Figure 36. Arthrodèse talonaviculaire : radiographie à 1 an.



Figure 37. Arthrodèse talonaviculaire et sous-talienne droite : vue postérieure de la cheville à 1 an.



Figure 38. Luxation talonaviculaire invétérée.

Le blocage du couple de torsion, qu'il soit complet ou partiel, a bénéficié de l'évolution de l'ostéosynthèse et surtout de l'étude de la biomécanique de l'arrière-pied. [12, 16, 23] Le respect de l'anatomie et la libération complète des différentes articulations permettent leur fixation puis la consolidation qui ne doivent intervenir qu'après réduction complète des déviations à traiter (Fig. 38-40).



Figure 39. Arthrodèse talonavulaire et sous-talienne après réduction.



Figure 40. Arthrodèse talonavulaire et sous-talienne après réduction : résultat à 18 mois.

“ Points à retenir

- Sur le plan anatomique, l'axe de la sous-talienne va d'arrière en avant et de dehors en dedans. La voie médiale est donc dans cet axe.
- L'immobilisation de la talonavulaire seule associée à une immobilisation plâtrée de 2 mois permet la consolidation de la sous-talienne.
- Pied calcanéen et pied astragalien sont indépendants. Quand elle n'est pas atteinte, l'arthrodèse de l'articulation calcanéocuboïdienne n'est pas indispensable.
- L'adaptation du patient à la nouvelle cinétique de son arrière-pied nécessite de 6 à 8 mois.
- La rééducation doit concerner l'articulation talocrurale seule.

“ Conduite à tenir

- L'immobilisation plâtrée gagne à être faite sous anesthésie pour obtenir une dorsiflexion suffisante de la talocrurale.
- L'utilisation de sutures cutanées à résorption rapide permet l'immobilisation plâtrée immédiate.
- En postopératoire, le drainage est conseillé car le saignement postopératoire est important.
- L'œdème postopératoire persiste pendant plusieurs mois, un système de contention est donc souhaitable.
- La rééducation sur vélo d'appartement est extrêmement efficace.
- Les patients reprennent facilement la marche rapide mais la course est extrêmement difficile.



■ Références

- [1] Jardé O, Trinquier JL, Renaux P, Mauger S, Vives P. Arthrodèse sous-astragaliennne pour séquelles de fracture du calcanéum à propos de 57 cas. *Rev Chir Orthop* 1994;**80**:728-33.
- [2] Bednars PA, Beals TC, Manoli A. Subtalar distraction bone block fusion: an assessment of outcome. *Foot Ankle Int* 1997;**18**:785-91.
- [3] Carr JB, Hansen ST, Benirschke SK. Subtalar distraction bone block fusion for the late complications of os calcis fracture. *Foot Ankle* 1988;**9**:81-6.
- [4] Chiodo CP, Martin T, Wilson MG. A technique for isolated arthrodesis for inflammatory arthritis of the talonavicular joint. *Foot Ankle Int* 2000;**21**:307-10.
- [5] Sangeorzan BJ, Smith D, Veith R, Hansen ST. Triple arthrodesis using internal fixation in treatment of adult foot disorders. *Clin Orthop* 1993;**294**:299-307.
- [6] Stephens MM, Kelly PM. Fourth toe flexion sign: a new clinical sign for identification of the superficial peroneal nerve. *Foot Ankle Int* 2000;**21**:860-3.
- [7] Gallie WE. Subastragalar arthrodesis in fracture of the os calcis. *J Bone Joint Surg* 1943;**25**:731-6.
- [8] Chandler JT, Anderson RB, Davis WH, Bonar SK. Results of in situ subtalar arthrodesis for late sequelae of calcaneus fractures. *Foot Ankle Int* 1999;**20**:18-24.
- [9] Fogel GR, Katoh Y, Rand JA, Chao EY. Talonavicular arthrodesis for isolated arthrosis: 9,5-year result and gait analysis. *Foot Ankle Int* 1982;**3**:105-13.
- [10] Graves SC, Mann RA, Graves KO. Triple arthrodesis in older adults: results after long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1993;**75**:355-62.
- [11] Harper MC, Tisdell CL. Talonavicular arthrodesis for the painful adult acquired flat foot. *Foot Ankle Int* 1996;**17**:658-61.
- [12] Aston DJ, Deland JT, Otis JC, Kenneally S. Motion of the hindfoot after simulated arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1997;**79**:241-6.
- [13] Clain MR, Baxter DE. Simultaneous calcaneocuboid and talonavicular fusion: a long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Br* 1994;**76**:133-6.
- [14] McClay I, Bray J. The subtalar angle: a proposed measure of rearfoot structure. *Foot Ankle Int* 1996;**17**:499-502.
- [15] Manter JT. Movements of the subtalar and transversal tarsal joints. *Anat Rec* 1941;**80**:397-410.
- [16] O'Malley MJ, Deland JT, Lee KT. Selective hindfoot arthrodesis for the treatment of adult acquired flatfoot deformity: an in vitro study. *Foot Ankle Int* 1995;**16**:411-7.
- [17] Diebold PF, Daum B. L'astragalo-scapoïdienne, horloge biomécanique du traitement du pied rhumatoïde. In: Claustre J, Simon L, editors. *Le médio-pied*. Paris: Masson; 1989. p. 203-7.
- [18] Gerard Y, Chelius P. Le blocage des mouvements d'articulation sous-astragaliennne par arthrodèse astragalo-scapoïdienne. *Rev Chir Orthop* 1986;**72**(suppl2):104-8.
- [19] Dereymaeker G, de Mulder K. Release of tarsal bone coalition. In: Wulker N, Stephens MM, Cracchiolo A, editors. *Atlas of foot and ankle surgery*. London: Martin Dunitz; 1998. p. 217-24.

- [20] Cooper PS, Nowak MD, Shaer J. Calcaneocuboid joint pressure with lateral column lengthening procedure. *Foot Ankle Int* 1997;**18**: 199-205.
- [21] Hintermann B, Valderrabano V, Kundert HP. Lengthening of the lateral column and reconstruction of the medial soft tissue for treatment of acquired flatfoot deformity associated with insufficiency of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle Int* 1999;**20**:622-4.
- [22] Kimball HL, Aronow MS, Sullivan RJ, Tarinelli DJ, Nowak MD. Biomechanical evaluation of calcaneocuboid distraction arthrodesis. A cadaver study of two different fixation methods. *Foot Ankle Int* 2000; **21**:845-8.
- [23] Dubois D, Revuelta N, Blatt JL, Maynou C, Migaud H, Thevenon A. Analyse tridimensionnelle de la marche après arthrodèse sous-astragaliennne unilatérale. *Rev Chir Orthop* 2001;**87**:685-95.

P.-F. Diebold, Chirurgien orthopédiste, ancien président de la Société française de médecine et de chirurgie du pied, ancien président de l'Association française des chirurgiens du pied, ancien président de l'European Foot and Ankle Society, membre fondateur de l'International Federation of Foot and Ankle Societies (patrice.diebold@wanadoo.fr).

Centre de chirurgie orthopédique ADR, Médipôle Gentilly - Saint-Jacques, 13, rue Blaise-Pascal, 54320 Maxéville, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Diebold P.-F. Arthrodèse du couple de torsion. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-904, 2006.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-902]

Arthrodèse tibio-astragaliennne

B Tomeno : Professeur, chirurgien des hôpitaux, chef de service
Ch Piat : Chef de clinique
Service d'Orthopédie, hôpital Cochin, Paris France

Résumé

L'arthrodèse de l'articulation tibio-astragaliennne dans les séquelles traumatiques, rhumatismales, infectieuses ou neurologiques reste, à l'ère de la chirurgie prothétique, une intervention fiable et fonctionnellement satisfaisante.

Mais ce résultat ne peut être obtenu que par l'utilisation d'une technique rigoureuse, amenant à la fusion tibio-astragaliennne dans une position précise dans les trois plans de l'espace et souvent étendue à la sous-astragaliennne postérieure en cas d'atteinte de cette dernière.

C'est la technique mise au point par Méary ^[20], et utilisée maintenant depuis plus de 30 ans, que nous présenterons, puis ses variantes (pour étendre l'arthrodèse à la sous-astragaliennne postérieure, réaliser une panarthrodèse, une arthrodèse tibio-calcanéenne après astragalectomie) ; enfin nous rappellerons les autres techniques d'arthrodèse tibio-astragaliennne utilisables.

© 1990 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Haut de page

ARTHRODÈSE TIBIO-ASTRAGALIENNE (TECHNIQUE DE
MÉARY)

Elle se caractérise par :

- un abord antéro-externe qui donne un excellent jour sur la face antérieure de l'articulation ;
- la fixation par deux vis croisées ;
- un contrôle clinique et radiologique très précis de la position que l'on donne au pied ;
- la reconstitution d'un plan aponévrotique continu isolant le plan ostéo-articulaire de la peau.

Installation opératoire (fig. 1)

L'opéré est installé en décubitus dorsal.

Un coussin de 4 à 8 centimètres d'épaisseur est placé sous la fesse du côté opéré afin de corriger la rotation externe du membre inférieur et afin que la tibio-astragalienne puisse être vue de face lors des contrôles radiographiques ultérieurs.

Un deuxième coussin est placé à la face postérieure de la jambe opérée, laissant libre le talon pour ne pas être gêné par le membre inférieur opposé et ne pas créer d'antépulsion astragalienne lors de l'intervention.

Le garrot pneumatique placé au tiers supérieur de la cuisse sera gonflé après surélévation du membre pendant quelques minutes (la bande d'Esmarch nous semble inutile).

Après désinfection cutanée et pose d'un jersey collé, les champs protecteurs sont mis en place afin de laisser le genou dans le champ opératoire : il faut, en effet, pouvoir juger du plan de flexion du genou au moment de la fixation de l'arthrodèse pour ne pas faire d'erreur de rotation. L'opérateur se place à la face externe de la cheville, son aide est en face.

Incision cutanée (fig. 2)

Elle débute 8 centimètres au-dessus de la pointe de la malléole externe dans la gouttière inter-tibio-péronière.

Elle est rectiligne et descend de manière légèrement oblique en bas et en avant.

Elle se termine en un point situé à 2 centimètres en dessous et 3 centimètres en avant de la pointe de la malléole externe ; ce point correspond à peu près à la saillie de l'insertion du pédieux sur la grande apophyse du calcaneum.

Les berges cutanées sont écartées a minima avec deux écarteurs à griffes de Volkmann emmenant la totalité du tissu cellulaire sous-cutané. Le décollement sous-cutané doit être le plus limité possible. Quelques petites veines sont alors coagulées.

Il faut ménager le nerf musculo-cutané et ses branches de division qui sont dans l'axe de l'incision : on le repère dans la partie haute de l'incision où il émerge de l'aponévrose jambière (fig. 3) ; il est le plus souvent possible de le refouler en dedans en le laissant dans la berge interne de l'incision. Parfois, une petite branche inférieure croise l'incision dans sa partie toute basse : on la coupe à distance de l'incision, ce qui n'entraîne jamais de troubles.

Section du ligament frondiforme

Le temps suivant est consacré à l'isolement, à la section et au refoulement du ligament frondiforme (fig. 4).

L'origine du ligament frondiforme est facilement repérée à la partie basse de l'incision. On isole au bistouri ses bords antérieur et postérieur. Puis l'incision de l'aponévrose dorsale est complétée :

- d'une part, vers le bas, au bord externe des tendons extenseurs communs ;
- d'autre part, vers le haut, sur toute la hauteur de l'incision, ce qui ouvre largement la loge antéro-externe de la jambe, mettant à nu le corps charnu de l'extenseur commun.

L'origine du ligament frondiforme est chargée dans la totalité de son épaisseur sur la pointe d'une paire de ciseaux courbes. On l'incise transversalement au bistouri, à environ 1 centimètre de son insertion calcanéenne.

Le segment interne du ligament frondiforme est alors relevé puis écarté en dedans, ce qui récline en même temps la totalité des tendons extenseurs.

Il faut parfois, pour permettre une rétraction complète du ligament, sectionner quelques fibres profondes restées intactes. On peut alors glisser une rugine de Lambotte étroite entre la face profonde du ligament frondiforme et la face superficielle de la capsule astragalo-scaphoïdienne. Le bec de la rugine va s'accrocher à la face interne du col de l'astragale.

Un certain nombre de gestes complètent la préparation du champ opératoire

En dedans, il faut s'assurer que le paquet vasculo-nerveux tibial antérieur (devenant pédieux) est solidaire du ligament frondiforme (fig. 5A). Il passe en effet au-dessous du feuillet profond de ce ligament et vient habituellement avec lui. Mais il n'en est pas toujours ainsi, en particulier dans les réinterventions ou dans les séquelles de traumatismes ou d'infection. Il peut coller au plan capsulo-périosté et ne pas venir avec le ligament frondiforme. On risque alors de le blesser dans le temps suivant ; il faut donc le repérer à la partie haute de l'incision dans la loge antéro-externe de la jambe, le suivre vers le bas et s'assurer qu'il se récline avec le ligament frondiforme.

Dans la partie supéro-externe de l'incision, on repère la branche de terminaison antérieure de la péronière qui chemine profondément dans la gouttière inter-tibio-péronière, passe devant le ligament péronéo-tibial antérieur et inférieur avant de se diriger vers le sinus du tarse. Il faut, soit la refouler en dedans, soit la coaguler, car elle peut être source d'une hémorragie importante.

Devant l'extrémité inférieure du tibia, il faut coaguler l'artère qui réunit transversalement à 1 ou 2 centimètres au-dessus de l'interligne cette péronière et l'artère tibiale antérieure.

Enfin, dans l'angle inférieur de l'incision il faut parfois récliner l'origine du pédieux dont la saillie gênerait l'introduction de la vis astragalo-tibiale. On incise verticalement l'origine du pédieux et on se recourbe horizontalement en suivant son bord supérieur (fig. 5B). On repère, arrivant à ce bord supérieur, le paquet vasculo-nerveux du pédieux, venant de l'artère pédieuse que l'on respecte.

Ouverture de l'articulation tibio-tarsienne (fig. 6)

Un écarteur de Farabeuf récline en dedans les tendons extenseurs, ce qui expose largement le plan capsulo-périosté antérieur de l'articulation de la cheville.

Ce plan est incisé en croix au bistouri :

on commence par la branche verticale qui incise en continuité le périoste

du pilon tibial, la capsule, puis le périoste astragalien jusqu'à la partie moyenne du col, pas au-delà ;
la branche transversale de l'incision suit l'interligne.

Les quatre lambeaux sont ensuite isolés à la rugine sur la métaphyse tibiale, au bistouri sur l'épiphyse.

En dedans, la rugine courbe de Lambotte va prendre contact avec le bord interne du tibia au-dessus de la malléole interne ; elle est alors remplacée par un écarteur à bec court et étroit mis en sous-périosté qui récline en bloc les tendons extenseurs et le paquet vasculo-nerveux tibial antérieur. On dégage le bord antérieur de la malléole interne afin de bien voir l'interligne entre la face interne de l'astragale et la malléole interne (fig. 7).

La même manoeuvre de décollement des lambeaux capsulo-périostés est ensuite faite en dehors, mais il n'est pas nécessaire de la pousser très loin ; on n'a pas besoin de voir la malléole péronière en totalité : il suffit de bien exposer le bord antérieur de la malléole externe en sectionnant la partie antérieure de la capsule, en particulier le faisceau antérieur du ligament latéral externe.

On a ainsi un excellent contrôle de l'ensemble de la face antérieure de l'articulation de la cheville.

Avivement des surfaces articulaires

Exposition de la surface articulaire de l'extrémité inférieure du tibia

Le pied est porté en flexion plantaire maximale.

Un ciseau droit, épais et résistant, de type MacEwen, est introduit dans l'articulation d'avant en arrière pour la faire bâiller.

On le remplace par une rugine large de Lambotte que l'on pousse progressivement dans l'interligne, concavité vers le haut, tranchant mordant dans le cartilage pour s'y accrocher. On fait levier en abaissant le manche vers le bas pour refouler le corps astragalien (fig. 8A).

En arrière, le tranchant va jusqu'au bord postérieur du pilon tibial, passant juste au-delà de la marche postérieure. Il faut éviter toute échappée postérieure de la rugine afin de ne pas blesser les éléments tendineux et vasculo-nerveux qui sont directement au contact de ce bord (fig. 8B).

Dans les articulations très serrées :

il faut sectionner le faisceau profond du ligament latéral interne en glissant un ciseau entre malléole interne et face interne du corps de l'astragale ; on peut également en externe sectionner le reste du ligament latéral externe ;

on peut remplacer la rugine par une pince écartante autostatique très puissante.

On parvient ainsi à luxer en avant le pilon tibial et contrôler la totalité de sa face inférieure articulaire qu'on peut alors aviver (fig. 9).

Avivement de l'extrémité inférieure du tibia

Ses modalités dépendent de la position que l'on veut donner au pied.

L'avivement tibial est commencé au ciseau frappé large, attaquant le bord antérieur du tibia, réalisant une coupe plane strictement perpendiculaire à l'axe du tibia, à une hauteur telle qu'on enlève juste la totalité du cartilage articulaire

du tibia (fig. 10 et 11).

La section au ciseau est arrêtée quand les deux tiers antérieurs du pilon sont traversés et cette première lamelle ostéo-cartilagineuse est enlevée. La préparation de la partie postérieure du tibia est complétée à la pince-gouge ; il n'est pas recommandé de dépasser le rebord postérieur du pilon tibial et nous conservons habituellement un petit mur en arrière qui forme butoir et évite toute échappée dangereuse. Cet avivement tibial peut également être réalisé à la scie oscillante.

Exposition et avivement de la face supérieure de l'astragale

La rugine courbe de Lambotte, inversée dans sa position, expose par un mouvement de levier la face supérieure en dôme de la poulie astragalienne.

Celle-ci est taillée au ciseau frappé ou à la scie oscillante, afin de réaliser une large surface plane. Cette surface doit être parallèle à la plante du pied. A partir de ces deux plans de coupes qui fixent l'arthrodèse en bonne position, il sera possible de réaliser des recoupes emportant si nécessaire des coins, après contrôle radiographique (fig. 12).

On termine par l'avivement au ciseau frappé de 10 mm de large des facettes latérales astragaliennes et malléolaires en se contentant d'enlever la totalité du revêtement cartilagineux (fig. 13 et 14).

On s'assure alors que les deux plans de coupes réalisés viennent largement au contact l'un de l'autre (fig. 15). C'est la règle, mais on peut avoir quelques difficultés à faire monter l'astragale, ce qui oblige à reprendre la taille des surfaces et parfois à réséquer la pointe ou les faces latérales des malléoles. En cas d'équin fixé, on peut être amené à sectionner le tendon d'Achille avec un bistouri fin glissé à travers une très courte incision cutanée ; cette section sera réalisée à la jonction tendino-musculaire. Enfin, le coussin placé sous le mollet et laissant libre le pied a permis d'éviter l'antépulsion astragalienne.

De la taille des surfaces articulaires dépend évidemment la position que l'on donne au pied et c'est le point que nous allons maintenant étudier avant de passer à la fixation de l'arthrodèse.

Position à donner au pied dans l'arthrodèse tibiotarsienne

Plan rotationnel

Le pied doit être à 10° de rotation externe par rapport au plan de flexion du genou, réalisant une torsion tibiale externe gauche proche ou égale à celle du côté opposé.

Plan transversal

Il faut laisser persister un valgus du talon ; l'axe médian du tibia doit, en charge, croiser l'appui talonnier à l'union de son tiers interne et de ses deux tiers externes ; il faut absolument éviter le varus qui fait travailler la sous-astragalienne dans des conditions très mauvaises et, dans le doute, il est préférable de donner 10° de valgus plutôt que 1° de varus.

Plan sagittal

Après fusion tibio-astragalienne, l'opéré garde une mobilité de l'avant-pied par

rapport à l'arrière-pied dans le plan sagittal. Cette mobilité vient essentiellement de la médiotarsienne. Elle peut être chiffrée par la mise en flexion dorsale maximale puis flexion plantaire maximale, cliniquement en mesurant la dénivellation obtenue au niveau de l'avant-pied entre ses deux positions extrêmes ; radiologiquement, en mesurant, par rapport à la ligne perpendiculaire à l'axe du tibia et tangente à la coque talonnière, l'amplitude des deux mouvements extrêmes de la face inférieure des sésamoïdes (fig. 16).

On peut parfaitement prévoir, lors de l'opération, quel sera ce jeu (car il se modifie peu en postopératoire) en faisant, une fois la tibio-astragalienne provisoirement fixée, ces deux clichés.

Chez l'homme, nous conseillons une dénivellation permettant 1 cm de flexion dorsale et 2 ou 3 cm de flexion plantaire. L'opéré pourra donc, lorsqu'il marche pieds nus, trouver un appui plantaire total et se chausser avec des talons d'une hauteur habituelle (fig. 17A).

Chez la femme, la même position est à adopter. On peut cependant tolérer de 5 à 10° d'équin si l'opérée désire porter un talon de type bottier. Un équin supérieur est souvent très mal toléré à long terme, générateur de métatarsalgie ou d'une souffrance de la sous-astragalienne postérieure (fig. 17B).

Fixation de l'arthrodèse

Elle est assurée par deux vis de 4,5 à 5 millimètres de diamètre, divergentes dans les trois plans de l'espace. Le pied est réarticulé, fermement maintenu par l'opérateur qui s'assure qu'il est dans la position souhaitée. Le maintien de cette position sera assuré temporairement par deux pointes carrées de 4 millimètres de diamètre, enfoncées sur le trajet du futur matériel de synthèse. Après contrôle radiographique, celles-ci seront remplacées alternativement par deux vis.

Première pointe carrée

Elle est oblique de haut en bas, de dehors en dedans et d'avant en arrière. Elle pénètre au tiers externe de la face antérieure du pilon tibial à 3 ou 4 centimètres au-dessus de l'interligne, passe au centre de la poulie astragalienne, pour se terminer dans le tiers postéro-interne du corps de l'astragale. Ce trajet peut également être réalisé, si l'os est très dur, à la mèche montée sur un moteur (fig. 18).

Deuxième pointe carrée

Elle est alors mise en place. Elle est oblique de bas en haut, de dehors en dedans et d'avant en arrière ; elle croise la pointe précédente en passant en avant d'elle. Pour l'introduire, on récline le pédieux en avant et en bas et on la fait pénétrer à la face externe de l'astragale sous la lame osseuse très épaisse qui unit le col au corps de l'astragale. Elle se termine par la corticale tibiale interne en perforant celle-ci à 3 ou 4 centimètres au-dessus de l'interligne. Le montage temporairement obtenu par ces deux pointes carrées est suffisant pour permettre le contrôle rigoureux de la position donnée au pied :

- la rotation est contrôlée cliniquement en comparant l'axe antéro-postérieur du pied au plan de flexion du genou ;

- la position transversale et antéro-postérieure est contrôlée cliniquement et radiographiquement ;

- on fait une radiographie de face après avoir cerclé l'arrière-pied d'un fil de plomb tendu d'une malléole à l'autre et épousant les contours du talon ; l'axe passant par le milieu du tibia doit croiser le talon à l'union de son tiers interne et de ses deux tiers externes (fig. 19) ;

- on fait deux radiographies de profil, une en flexion dorsale, l'autre en flexion plantaire maximale du pied ; on s'assure que la dénivellation de

l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied correspond bien au calcul préopératoire.

S'il existe une erreur de position, les deux pointes carrées sont retirées ; on reprend les coupes afin de les corriger ; on remet en place les deux pointes carrées et on effectue un nouveau contrôle radiographique.

Si celui-ci est satisfaisant, on remplace alternativement la première puis la deuxième pointe carrée par deux vis reprenant le même trajet. La longueur de la première vis est calculée de façon qu'elle respecte l'articulation sous-astragalienne postérieure. Lors de son serrage, on voit monter l'astragale dont la face supérieure avivée vient s'écraser contre la face inférieure du tibia. Le serrage n'est cependant pas poussé à fond à ce stade. La deuxième vis est alors mise en place. Les deux vis seront ensuite serrées à fond alternativement pour réaliser une impaction progressive et égale (fig. 20).

Parfois, on est gêné pour mettre en place cette deuxième vis par le relief des éléments externes ou le caractère porotique de la partie antéro-externe de l'astragale ; on peut alors, par une courte contre-incision interne, l'introduire de haut en bas, en dehors et en arrière (fig. 18 et 21).

Ce montage assure au foyer d'arthrodèse une stabilité parfaite. On vérifie que la mobilité sous-astragalienne n'est pas touchée. Une nouvelle radiographie de contrôle assure de la bonne position et de la longueur des vis ainsi que de la position obtenue.

Quelques variantes de ce montage méritent d'être signalées

Si la première vis « foire » dans l'astragale, il faut commencer par la vis astragalo-tibiale qui, s'appuyant sur deux corticales, a une meilleure tenue.

Si l'os est très porotique, on peut être amené à mettre en place une rondelle.

En cas de difficulté de tenue, il est possible de mettre en place une agrafe tibio-astragalienne sur la face antérieure, voire, dans certains cas de polyarthrite, sur l'os très porotique, de ne pas mettre en place de synthèse interne.

De petits greffons d'os spongieux prélevés à partir des coupes réalisées sont bourrés au chasse-greffon dans les interstices latéraux pour assurer un contact parfait entre malléole et face latérale correspondantes au corps de l'astragale (fig. 22).

En cas de vide osseux ou de crainte de difficulté de consolidation, comme dans les séquelles de fractures du pilon tibial ou dans les nécroses avec enfoncement osseux de l'astragale, on peut être amené à réaliser d'emblée une greffe cortico-spongieuse iliaque ou tibiale encastrée à la face antérieure de l'articulation avivée, associée à des copeaux purement spongieux.

Fermeture

Les quatre lambeaux capsulo-périostés sont rabattus sur la face antérieure de l'interligne ; il est rarement possible de les suturer hermétiquement.

Ce qui importe, c'est de bien reconstituer le plan aponévrotique qui va isoler, de façon parfaite, le plan osseux du plan cutané :

**deux points reconstituent le ligament frondiforme ;
on adosse à ce ligament frondiforme reconstitué l'aponévrose du pédieux en avant et l'aponévrose jambière en arrière ; un drain de Redon-Jost est mis en place ; les tissus sous-cutanés et cutanés sont alors suturés (fig. 23).**

Immobilisation postopératoire

Il faut mettre en place une botte ou une attelle plâtrée cotonnée, après lâchage du garrot, immédiatement fendue et largement échancrée, maintenant le pied à angle droit (**fig. 24**).

Soins postopératoires

La lutte contre l'oedème comprend la surélévation du pied opéré, ainsi que la mobilisation des orteils. Le béquillage sans appui est vite autorisé, l'antibiothérapie courte est volontiers prescrite. Un traitement anticoagulant est systématiquement prescrit chez l'adulte en l'absence de contre-indication. Au huitième jour, la sortie est autorisée après confection d'un nouveau plâtre circulaire. La botte plâtrée est conservée cinq semaines ; elle est remplacée par une botte de marche pour encore cinq autres semaines.

A l'ablation du plâtre, la rééducation est entreprise. Elle associe une mobilisation active aidée des articulations de l'avant-pied et du médio-pied, une lutte contre l'oedème et les troubles trophiques. Pendant 2 à 3 mois, le port de chaussures souples et montantes (basket, clark) est conseillé. Passé ce délai, un chaussage de type habituel peut être repris. L'arrêt des activités professionnelles et sportives atteint volontiers de six à douze mois.

Haut de page

VARIANTES DE NOTRE TECHNIQUE

Arthrodèse tibio-astragaliennne et sous-astragaliennne postérieure (technique classique)

Cette combinaison est pour nous fréquemment indiquée, car nous fusionnons la sous-astragaliennne postérieure dès qu'il y a le moindre signe de souffrance clinique ou radiologique de cette articulation.

Il faut en revanche impérativement respecter la sous-astragaliennne antérieure qui appartient anatomiquement et physiologiquement au couple de torsion médio-tarsien et dont la fusion est inutile en raison de l'absence de dégradation, même à long terme, dans les arthrodèses tibio-astragaliennes.

La voie d'abord est la même mais son extrémité inférieure se recourbe en arrière sur 1 ou 2 centimètres pour permettre de mieux voir la sous-astragaliennne postérieure après avoir récliné les tendons péroniers.

On commence par l'avivement des surfaces articulaires de la sous-astragaliennne postérieure. Il doit être aussi complet que possible, ce qui est parfois difficile à réaliser étant donné l'abord limité de la sous-astragaliennne postérieure et son absence habituelle de mobilité.

On fait alors l'avivement des surfaces de la tibio-astragaliennne.

Lorsque cette arthrodèse tibio-astragalo-calcanéenne doit corriger un varus (ou un valgus) calcanéen, *il faut faire cette correction par des recoupes tibio-astragaliennes* (la logique demanderait de réséquer un coin dans la sous-astragaliennne mais cela perturberait le jeu de la médio-tarsienne que l'on doit chercher à respecter au maximum).

Le montage est assuré, soit en associant au montage tibio-astragalien classique une troisième vis astragalo-calcanéenne, soit en mettant deux vis en croix partant toutes deux du tibia, traversant l'astragale, pour aller se perdre dans le calcanéum (fig. 25 et 26).

Arthrodèse tibio-astragalienne et sous-astragalienne à l'aide d'une tréphine ^[19]

Cette technique permet d'éviter les longues voies d'abord en « J » habituellement nécessaires qui comportent un risque de nécrose cutanée et donnent un jour limité sur l'articulation à aviver.

Celle-ci est réalisée par une voie d'abord verticale antéro-externe classique ; après avivement tibio-astragalien, une broche de Kirschner est mise en place depuis la face supérieure avivée de l'astragale, se dirigeant obliquement en bas et en arrière, inclinée à environ 60° par rapport à la plante du pied, visant l'angle postéro-inférieur du calcanéum ; elle est aussi oblique en dehors d'une vingtaine de degrés. Elle transfixie l'articulation sous-astragalienne postérieure et vient se ficher profondément dans le calcanéum.

Après réalisation de clichés de contrôle, une grosse tréphine d'environ 20 millimètres de diamètre est enfoncée selon l'axe de la broche ; elle traverse l'astragale puis les cartilages de l'articulation sous-astragalienne, enfin le spongieux calcanéen sur 4 centimètres. Cette tréphine est retirée ; elle renferme un gros cylindre osseux composé successivement de spongieux astragalien, de cartilage astragalien puis calcanéen, enfin de spongieux calcanéen. Par l'orifice ainsi créé, en imprimant au calcanéum des mouvements de varus et de valgus, on aperçoit la périphérie du cartilage thalamique qu'on avive à la curette. On remet alors en place le cylindre ostéocartilagineux après l'avoir retourné de 180° de façon que le spongieux calcanéen ponte l'articulation sous-astragalienne (ou après avoir fragmenté le cylindre pour réséquer son milieu chondral).

Le pied est ensuite réarticulé sous le pilon. Deux pointes carrées assurent une fixation provisoire. Après le contrôle radiographique, l'ostéosynthèse est réalisée à l'aide de deux ou trois vis, comme indiqué précédemment (fig. 27).

Arthrodèse tibio-calcanéenne après astragalectomie

Dans cette indication, l'adjonction d'un greffon osseux est souhaitable. Il permet d'éviter de raccourcir la longueur du membre et de favoriser la fusion osseuse dans ces séquelles de traumatismes, souvent déjà multiopérés :

- abord antéro-externe habituel ;
- avivement des faces inférieure du tibia, supérieure du calcanéum et postérieure du scaphoïde ;
- interposition entre elles d'un greffon cortico-spongieux iliaque interposé ou encastré qui nous semble largement préférable à l'utilisation de la malléole externe qui a pu être proposée par certains ;
- fixation du foyer par deux vis en croix tibio-calcanéennes traversant le greffon ;
- fixation par une vis ou une agrafe de la face postérieure du scaphoïde au bord antérieur du pilon tibial.

Panarthrodèse de l'arrière-pied (tibio-astragalienne, sous-astragalienne, médio-tarsienne)

Cette technique associe celle de la double arthrodèse à l'arthrodèse tibio-astragalienne.

La voie d'abord est celle de l'arthrodèse tibio-astragalienne en prolongeant vers le bas l'incision cutanée.

On commence par aviver l'articulation sous-astragaliennne antérieure puis postérieure en respectant, si possible, le contenu du sinus du tarse dont il faut préserver les vaisseaux à destinée astragaliennne.

On avive ensuite la tibio-tarsienne et c'est à ce niveau, car cela est plus aisé, que d'éventuelles corrections du talus ou de l'équin, de varus ou de valgus, sont pratiquées par résection cunéiforme, même si la totalité des déformations ne siège pas à ce niveau.

La médio-tarsienne est alors avivée avec éventuellement résection de coins, corrigeant une désorientation de l'avant-pied en pronosupination ou un creux du médio-pied (on peut aussi combiner une arthrodèse tibio-astragaliennne et sous-astragaliennne à la tréphine et une médio-tarsienne habituelle).

L'ensemble du pied est alors réarticulé en bonne position. Celle-ci est temporairement maintenue grâce à quelques pointes carrées enfoncées sur le trajet du futur matériel de synthèse.

Deux clichés sont réalisés : un profil pour juger un équin ou un talus résiduel, un cliché de la cheville de face cerclée (incidence de Méary) complété par un cerclage de l'avant-plantte autour des têtes métatarsiennes ; la position de l'arrière-pied est estimée correcte lorsque l'axe mécanique du tibia coupe la partie horizontale sous-talonnnière du cerclage postérieur à l'union de son tiers interne, deux tiers externes ; l'équilibre en pronosupination de l'avant-pied implique que le cerclage antérieur ait son segment plantaire parallèle au segment sous-talonnier du cerclage postérieur et perpendiculaire à l'axe mécanique du membre inférieur.

Les pointes carrées sont alors remplacées par des vis (deux vis en croix pour la tibio-tarsienne, une vis verticale astragalo-calcaneenne, des vis ou des agrafes pour la médio-tarsienne).

Haut de page

AUTRES TECHNIQUES D'ARTHRODÈSE TIBIO-ASTRAGALIENNE

Elles sont très nombreuses, les variations portant essentiellement sur la voie d'abord utilisée, l'avivement et surtout le mode de montage de l'arthrodèse.

Arthrodèse par fixateur externe en compression (fig. 28)

La technique, originellement décrite par Charnley ^[8], comportait, après une incision transversale sur la face antérieure de la cheville, l'avivement des deux extrémités articulaires et le montage par un fixateur externe en simple cadre : deux clous de Steinmann introduits transversalement et perpendiculairement à l'axe du tibia, le premier à la limite du col et du corps de l'astragale, le clou supérieur traversant le tibia 8 centimètres au-dessus de l'interligne. Les deux compresseurs étaient alors serrés progressivement en contrôlant cliniquement et radiologiquement la bonne position de l'astragale par rapport au tibia.

Cependant, cette technique expose aux dangers de fractures du tibia et surtout de difficultés de réglage de la position par une tendance, que donne la compression, à exercer un effet de talus. De plus, la stabilité d'un tel montage reste précaire.

Actuellement, l'utilisation d'un fixateur externe de type Hoffmann ou Ilizarov, avec une prise tibio-calcaneenne (et parfois dans l'avant-pied pour exercer un effet anti-équin), permet la contention avec compression de l'arthrodèse, dans de bien meilleures conditions que le cadre de Charnley et avec un réglage précis de

la position à fixer. Cependant, de par les contraintes exercées par l'utilisation d'un fixateur, cette technique est réservée aux foyers septiques ou ayant été récemment septiques qui contre-indiquent l'utilisation d'une ostéosynthèse interne ou comme moyen de sauvetage quand nous ne parvenons pas, par notre technique, à assurer un montage stable.

Arthrodèse par voie antérieure (fig. 29)

Cette technique, décrite par Watson-Jones ^[21], comporte, après un abord vertical entre jambier antérieur et extenseur propre, l'avivement des surfaces osseuses articulaires puis le prélèvement d'un greffon rectangulaire sur la face antérieure du tibia. Ce greffon est inversé et introduit dans une tranchée tibio-astragalienne ; la synthèse est réalisée par une vis antéro-postérieure introduite dans la face antérieure de l'épiphyse tibiale prenant le greffon. Cette technique peut également être utilisée pour reprendre une non-consolidation d'une arthrodèse tibio-astragalienne.

Arthrodèse tibio-tarsienne percutanée à l'aide d'une tréphine (fig. 30)

Cette technique, décrite par Baciou, est réalisée, après introduction d'une broche de Kirschner servant de guide, depuis le milieu de la base de la malléole interne passant au travers de l'articulation tibio-astragalienne, jusqu'à la malléole externe. Après contrôle radiographique et réalisation d'une incision verticale de 4 centimètres de part et d'autre de la broche guide, une tréphine est introduite par voie interne, traversant successivement la malléole interne, l'extrémité distale du tibia et l'extrémité proximale de l'astragale, puis la portion interne de la malléole externe, laissant la corticale externe intacte. Le guide et la tréphine sont alors retirés et le contenu de la tréphine recueilli ; la carotte prélevée est alors réintroduite, inversée et également tournée de 90°, de sorte que le prélèvement articulaire soit vertical. Aucune synthèse n'est réalisée ; la contention est confiée à une botte plâtrée après avoir fixé le pied dans la position souhaitée.

Cette technique, de réalisation simple et rapide, nécessite impérativement de n'avoir à faire aucune correction de déformation ou que celle-ci soit parfaitement réductible.

Arthrodèse tibio-tarsienne par interposition d'un greffon iliaque (fig. 31)

Cette arthrodèse proposée par Chuinard ^[9], essentiellement chez l'enfant afin de respecter le cartilage de croissance, permet de se passer d'une ostéosynthèse risquant de léser ce cartilage. C'est aussi chez l'adulte un excellent procédé en cas de perte de substance astragalienne ou tibiale.

L'intervention est réalisée par une voie d'abord antéro-externe ou antérieure entre extenseur propre et extenseur commun après repérage du paquet pédieux. Elle comporte : l'avivement des surfaces articulaires et l'interposition d'un fragment de crête iliaque bicortical en forme de coin à base antérieure, éventuellement recoupé en cas de correction à réaliser, qui est encastré à force entre les deux surfaces avivées.

Cette technique a, par ailleurs, l'avantage de ne pas raccourcir le membre inférieur par l'arthrodèse.

Arthrodèse par voie externe et greffon péronier vissé

Cette technique décrite par Crawford-Adams ^[1] comporte, après un abord

greffe.

Elle est actuellement peu utilisée du fait de difficultés techniques liées à l'absence d'isolement entre plans cutanés et osseux, d'un moins bon contrôle de l'articulation, en particulier lors d'éventuelles corrections à réaliser, d'un montage peu stable imposant une longue immobilisation plâtrée et, finalement, grevée d'un taux de pseudarthrose et d'infection qui paraît plus élevé que dans les autres techniques.

Haut de page

CONCLUSION

Les arthrodèses de la cheville demeurent d'excellentes interventions de sauvetage dans les destructions articulaires de l'arrière-pied. Elles n'ont toujours pas été fonctionnellement supplantées par les procédés prothétiques. C'est l'utilisation d'une technique éprouvée qui est le garant de ce résultat en obtenant la fusion de l'articulation dans une position très précise du pied par rapport à la jambe : valgus physiologique, peu ou pas d'équin.

Références

- [1] ADAMS JC Arthrodesis of the ankle joint. Experiences with the transfibular approach. *J. Bone Joint Surg. (Br. Vol.)* 1948 ; 30B : 506-511
- [2] AHLBERG A, HENRICSON AS Late results of ankle fusion. *Acta Orthop. Scand.* 1981 ; 52 : 103-105
- [3] BACIU CC, FILIBIU E Rapid arthrodesis of the ankle joint via verticalisation of the joint space. *Arch. Orthop. Trauma. Surg.* 1979 ; 93 : 261-264
- [4] BACIU CC A simple technique for arthrodesis of the ankle. *J. Bone Joint Surg. (Br. Vol.)* 1986 ; 68 : 266-267
- [5] BROQUIN J, EMANI A, MAURER P, TOMENO B Arthrodèse tibio-tarsienne. Etude des complications et de la tolérance. A propos de 134 cas. *Rev. Chir. Orthop.* 1979 ; 65 : 393-401
- [6] BUCK P, MORREY BF, CHAO EY The optimum position of arthrodesis of the ankle. *J. Bone Joint Surg. (Am. Vol.)* 1987 ; 69 : 1052-1062
- [7] CAMPBELL CJ, RINEHART WT, KALENAK A Arthrodesis of the ankle. Deep autogenous inlay grafts with maximum cancellous bone apposition. *J. Bone Joint Surg. (Am. Vol.)* 1974 ; 56 : 63-70
- [8] CHARNLEY J Compression arthrodesis of the ankle and shoulder. *J. Bone Joint Surg. (Br. Vol.)* 1951 ; 33B : 180-191
- [9] CHUINARD EG, PETERSON RE Distraction-compression bone-graft arthrodesis of the ankle. A method especially applicable in children. *J. Bone Joint Surg. (Am. Vol.)* 1963 ; 45A : 481-490
- [10] DUQUENNOY A, SOULIER A Arthrodèse tibio-tarsienne par greffons cylindriques. *Acta Orthop. Belg.* 1969 ; 35 : 377-391
- [11] DUQUENNOY A, MESTDAGH H, TILLIE B, STAHL Ph Résultats fonctionnels de l'arthrodèse tibio-tarsienne. A propos de 52 cas revus. Long-term results of ankle arthrodesis. *Rev. Chir. Orthop.* 1985 ; 71 : 251-261
- [12] GRAHAM CE A new method for arthrodesis of an ankle joint. *Clin. Orthop.* 1970 ; 68 : 75-77
- [13] HEFTI FL, BAUMANN JU, MORSCHER EW Ankle joint fusion, determination of optimal position by gait analysis. *Arch. Orthop. Trauma. Surg.* 1980 ; 96 : 187-195
- [14] LANCE EM, PAVAL A, FRIES I, LARSEN I, PATTERSON RL Arthrodesis of the ankle joint : a follow up study. *Clin. Orthop.* 1979 ; 142 : 146-158
- [15] LYNCH AF, BOURNE RB, RORABECK CH The longterm results of ankle arthrodesis. *J. Bone Joint Surg. (Br. Vol.)* 1988 ; 70 : 113-116
- [16] MORGAN CD, HENKE JA, BAILEY RW, KAUFER H, ARBOR A Long-term results of tibiotalar arthrodesis. *J. Bone Joint Surg. (Am. Vol.)* 1985 ; 67 : 546-549
- [17] OTTOLENGHI CE, ANIMOSO J, BURGO PH Percutaneous arthrodesis of the ankle joint. *Clin. Orthop.* 1970 ; 68 : 72-74
- [18] SOREN A Safe inlay of bone graft in arthrodesis. *Clin. Orthop.* 1968 ; 58 : 147-152
- [19] TOMENO B, ARAMA Th Arthrodèse associée de la tibio-astragalienne et de la sous-astragalienne (voie trans-astragalienne à l'aide d'une tréphine). *Rev. Chir. Orthop.* 1986 ; 82 : 147-149

- [20] TOMENO B. - Arthrodèses de l'arrière-pied. Nouveau traité de technique chirurgicale. Tome VIII. - Masson et Cie, éd., Paris, 1976, 507.
- [21] WATSON-JONES R. - Fractures and joint injuries. Vol. 2. - Livingstone E and S, ed., Edinburgh, 1960, p. 854.

© 1990 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

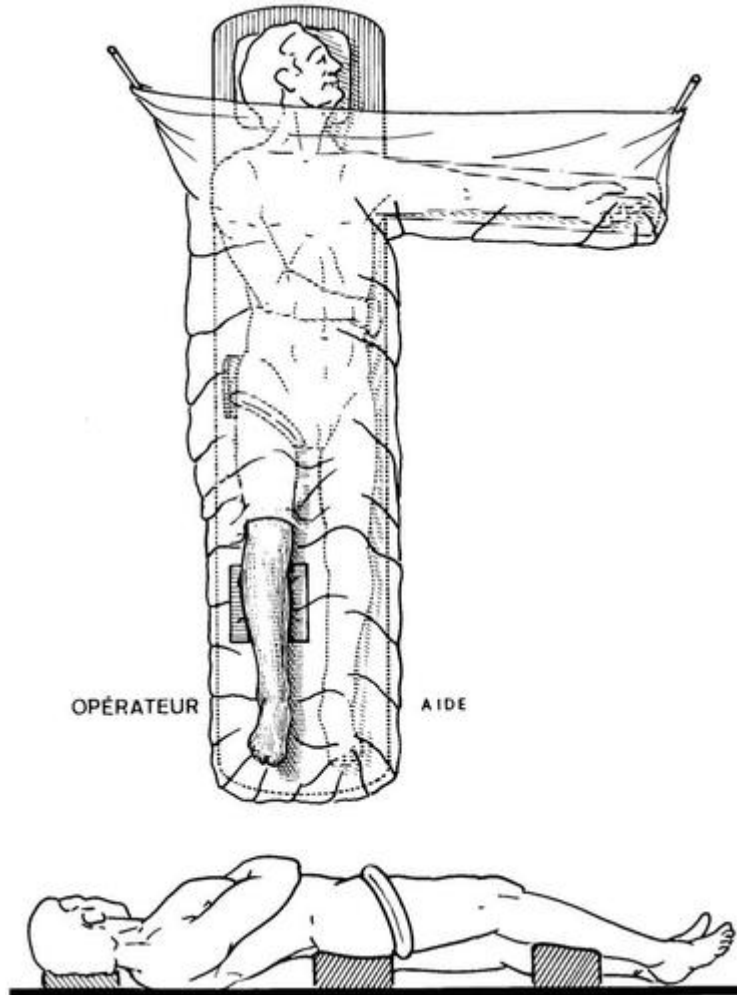


Fig 1 :

Installation de l'opéré pour arthrodèse tibio-astragaliennne. Noter les coussins (sous la fesse, sous le mollet).

Fig 2 :

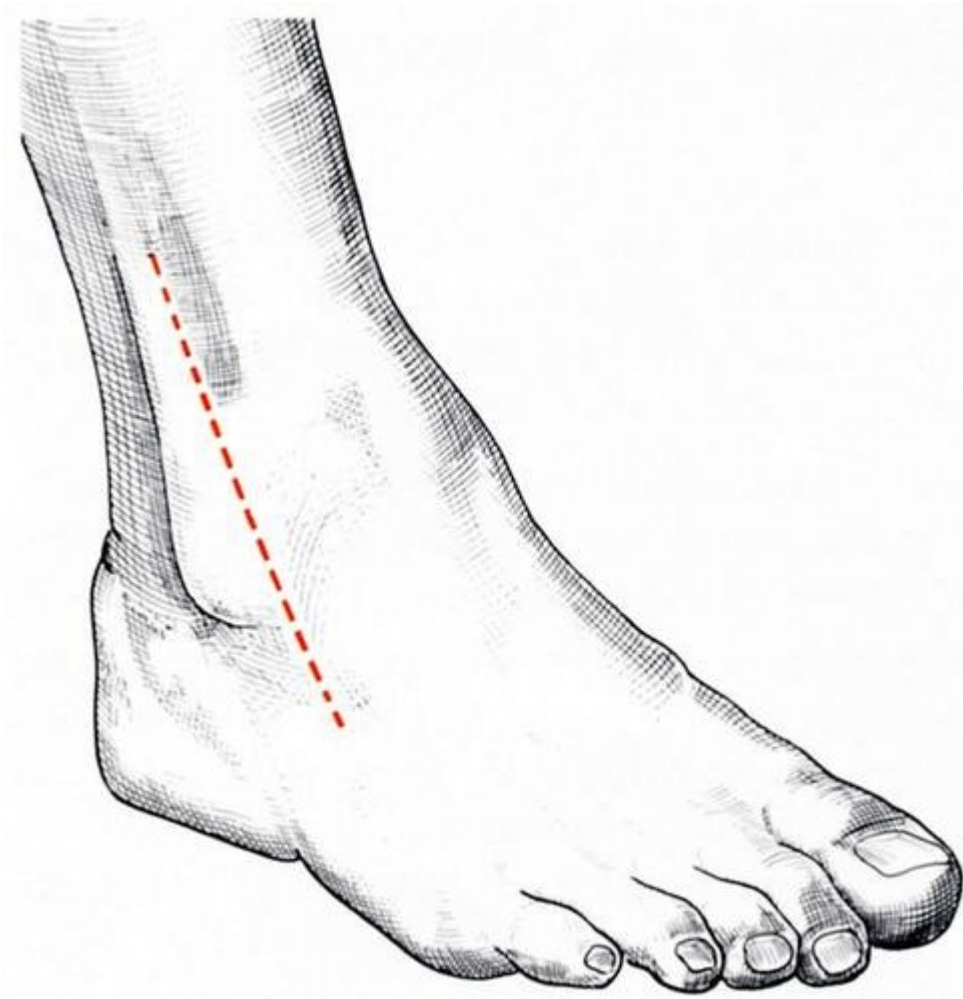


Fig 2 :

La voie d'abord verticale, antéro-externe, pré-malléolaire.

Fig 3 :



Fig 3 :

Repérage et dissection des branches du nerf musculo-cutané.

Fig 4 :

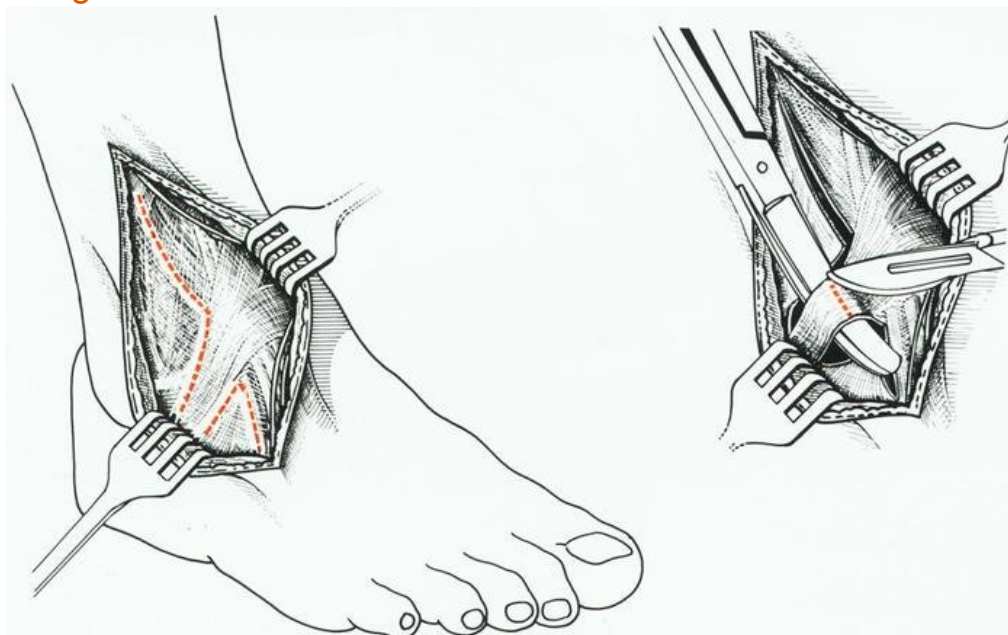


Fig 4 :

Incision du plan aponévrotique et isolement du feuillet superficiel du ligament frondiforme.

Fig 5 :

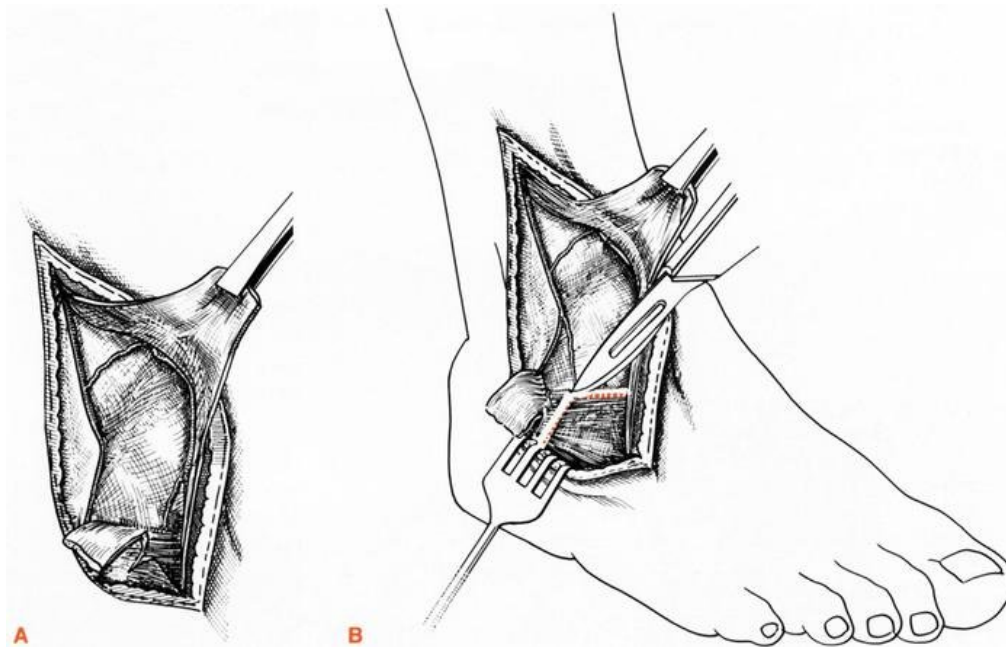


Fig 5 :

A. Relèvement du ligament frondiforme à la face profonde duquel le paquet vasculonerveux reste plaqué.

B. Désinsertion proximale du muscle pédieux.

Fig 6 :

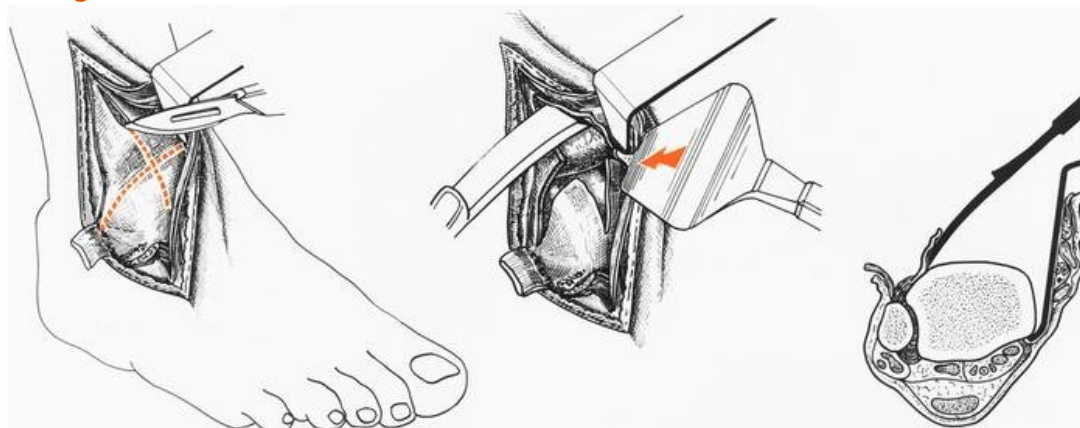


Fig 6 :

Ouverture en croix du plan capsulo-périosté et exposition du pilon tibial « en sous-périosté ».

Fig 7 :



Fig 7 :

Mise en place d'un écarteur à bec sous le périoste de la malléole interne.

Fig 8 :

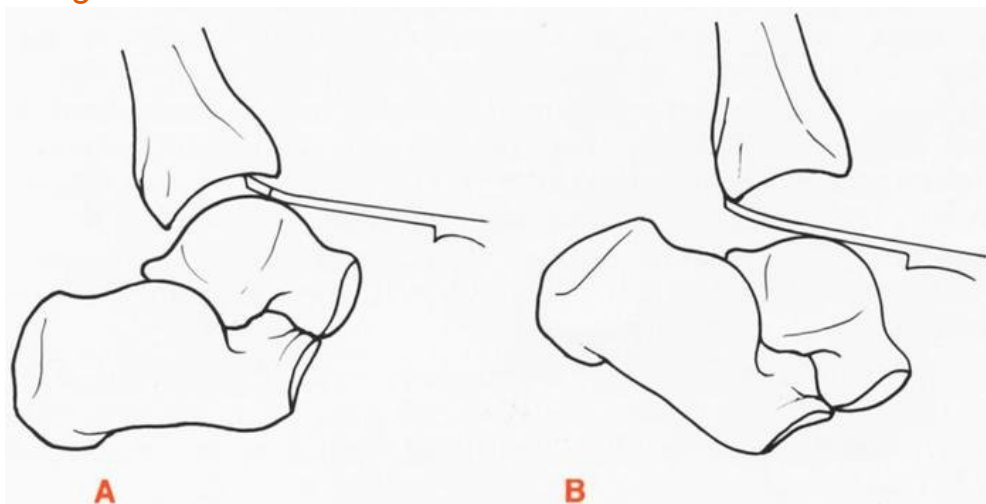


Fig 8 :

Utilisation de la rugine pour exposer la face inférieure du pilon tibial (A). Son bec viendra s'accrocher sur le rebord postérieur du tibia (B).

Fig 9 :

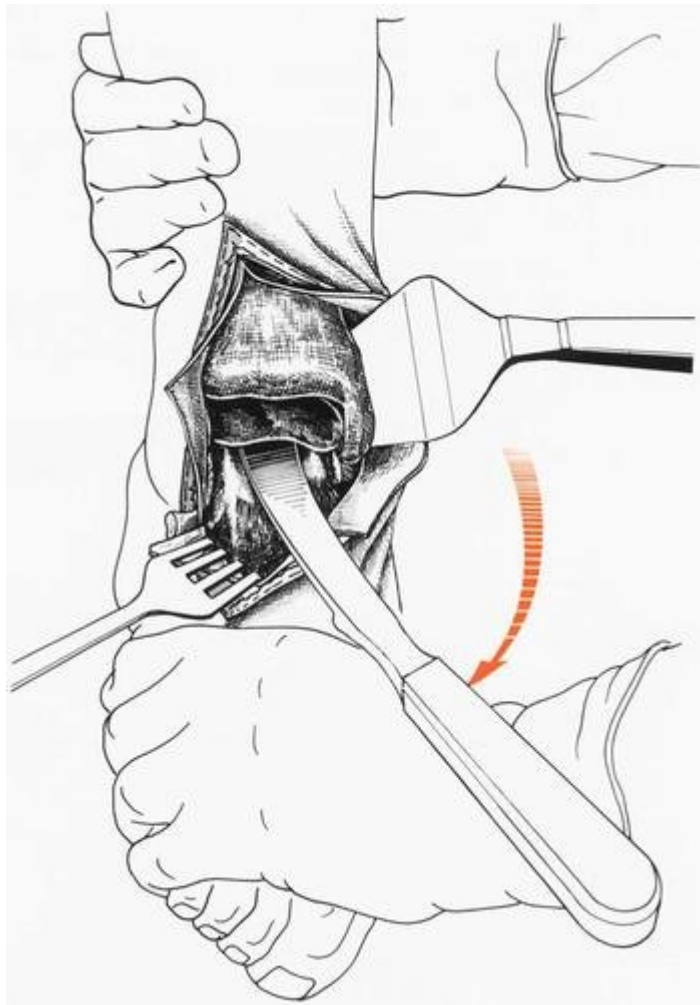


Fig 9 :

Exposition de la face inférieure du pilon tibial.

Fig 10 :



Fig 10 :

Attaque du tibia au ciseau frappé dont le manche doit, en principe, être à angle droit par rapport au tibia (en vue de profil).

Fig 11 :

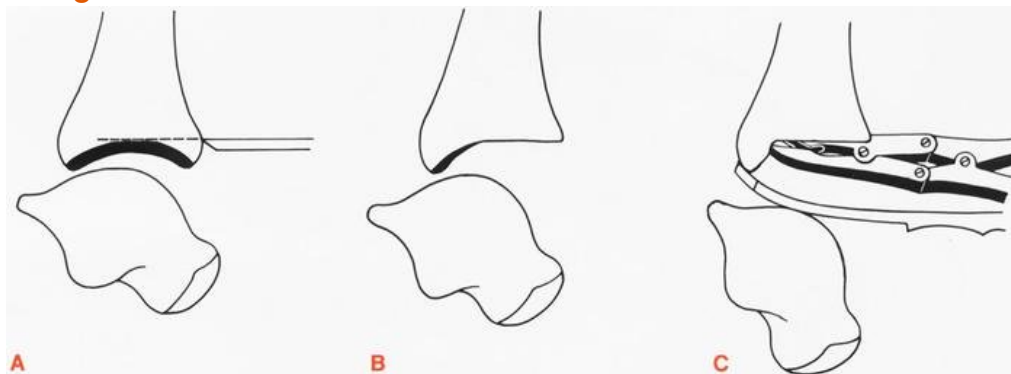


Fig 11 :

Les trois quarts antérieurs du cartilage inférieur du tibia sont enlevés au ciseau frappé (A) en respectant le quart postérieur (B) qui sera enlevé à la pince-gouge (C).

Fig 12 :

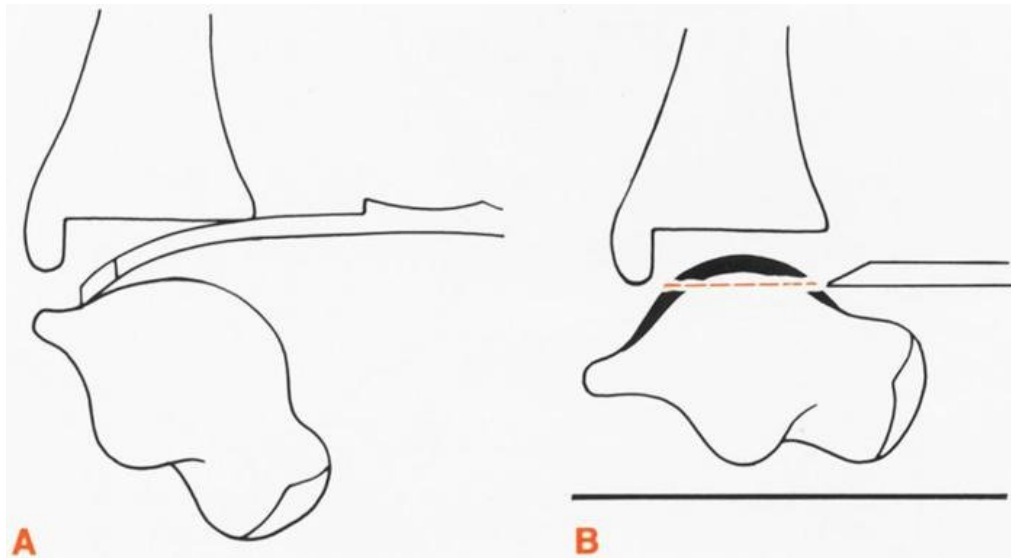


Fig 12 :

Exposition à la rugine (A) du dôme astragalien qui sera ensuite réséqué au ciseau frappé (B).
Noter la direction du ciseau parallèle à la plante.

Fig 13 :

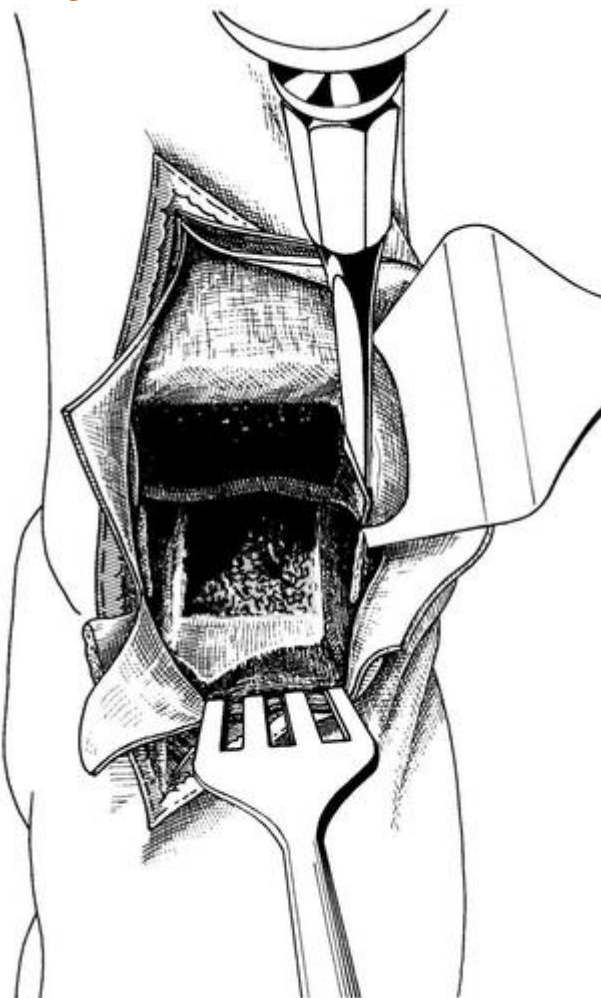


Fig 13 :

Avivement des « berges malléolaires » et des faces latérales de l'astragale.

Fig 14 :



Fig 14 :

Avivement des « berges malléolaires » et des faces latérales de l'astragale.

Fig 15 :

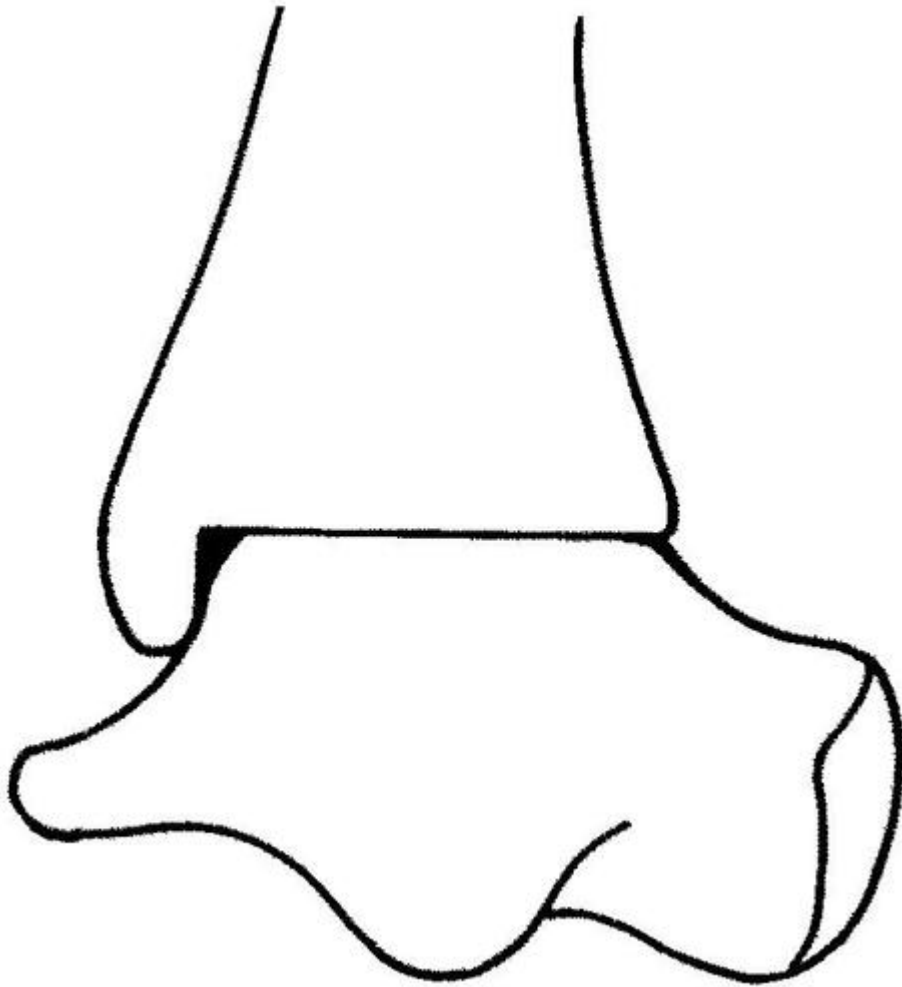


Fig 15 :

Mise en contact des deux sections osseuses.

Fig 16 :



Fig 16 :

Les possibilités de « flexion-extension » de l'avant-pied après arthrodèse tibio-astragaliennne, grâce à la compensation du couple de torsion. Elles sont loin d'être négligeables avec, sur cet exemple d'arthrodèse « à angle droit », 10° de dorsiflexion, 15° de flexion plantaire.

Fig 17 :

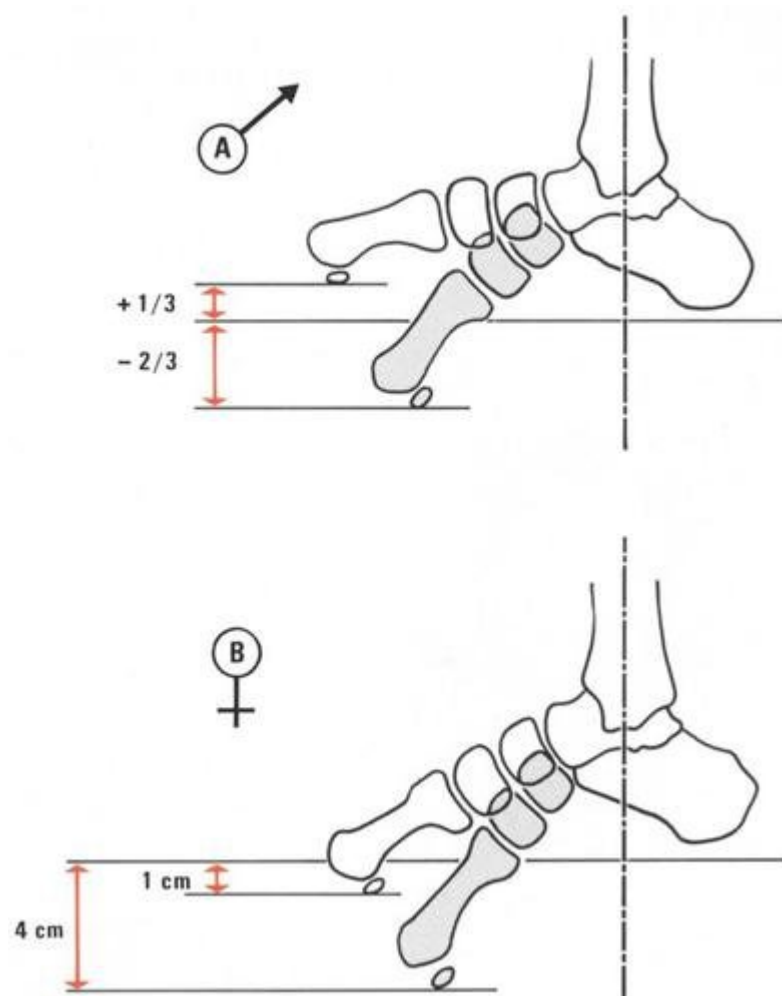


Fig 17 :

Le dénivellé de l'avant-pied après arthrodèse tibio-astragalienne.

Fig 18 :

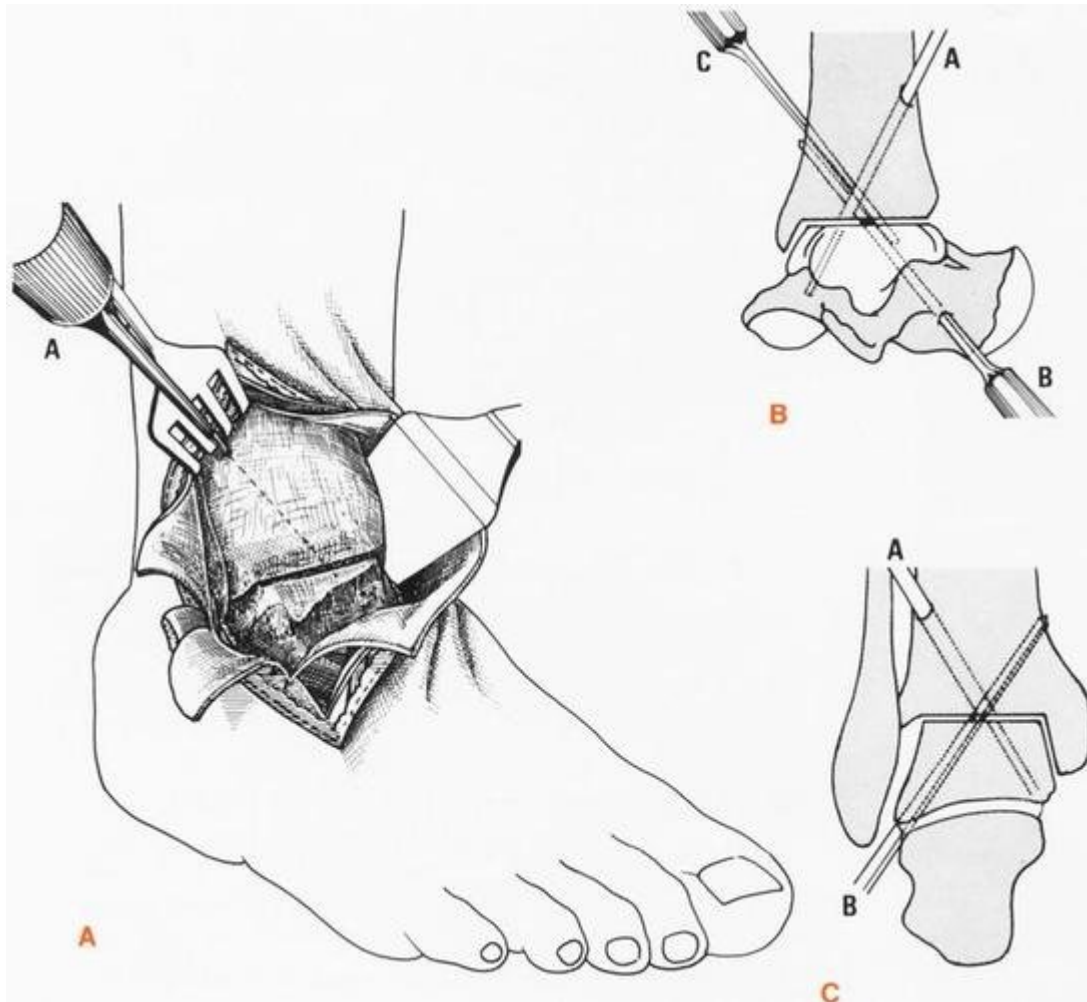


Fig 18 :

Fixation temporaire par « pointes carrées ». Une première pointe (A) est mise de haut en bas et de dehors en dedans. La deuxième peut être ascendante (B) ou descendante (C), mise en place par une contre-incision interne.

Fig 19 :

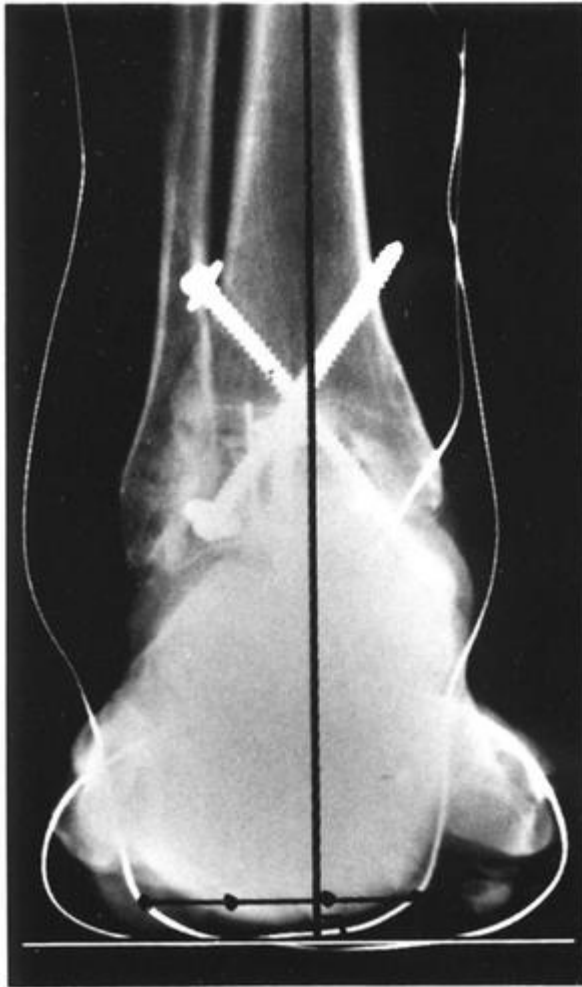


Fig 19 :

Cliché de contrôle peropératoire avec cerclage de la cheville pour s'assurer que l'axe vertical du tibia coupe la plante sous-talonnière à l'union un tiers interne - deux tiers externe. Chez ce patient, on a associé un cerclage de l'avant-plante pour s'assurer qu'elle est perpendiculaire à l'axe mécanique du membre inférieur.

Fig 20 :

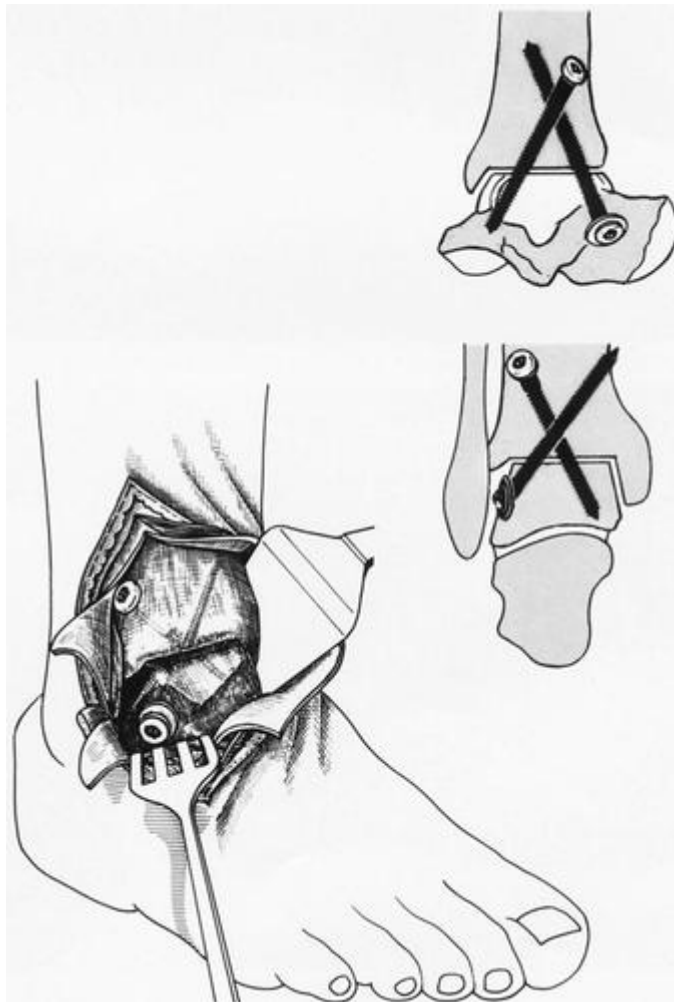


Fig 20 :

La fixation définitive par 2 vis croisées dans les trois plans de l'espace.

Fig 21 :

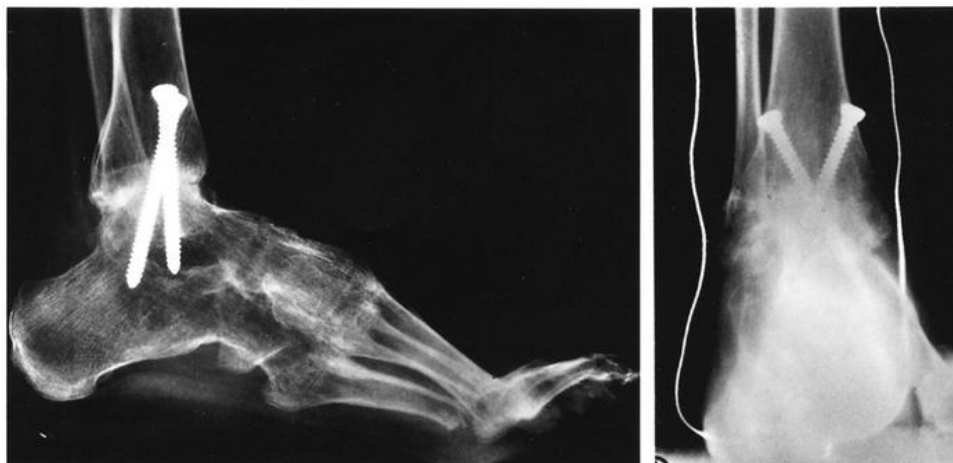


Fig 21 :

Chez cette femme, atteinte de polyarthrite rhumatoïde et dont le couple de torsion a déjà été jadis arthrodésé, il est difficile, lors de l'arthrodèse secondaire de la tibio-astragaliennne, de mettre en place une vis ascendante astragalo-tibiale. Montage par 2 vis descendantes.

Fig 22 :

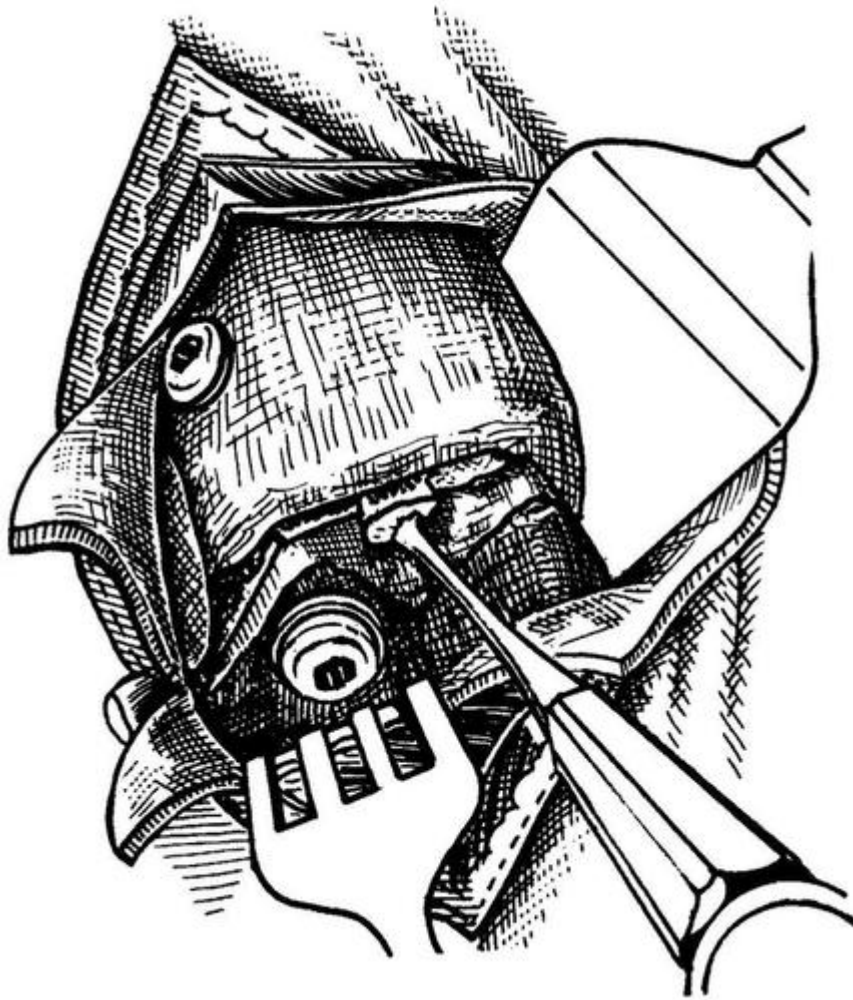


Fig 22 :

De petits greffons corticaux-spongieux sont tassés dans les interstices résiduels.

Fig 23 :

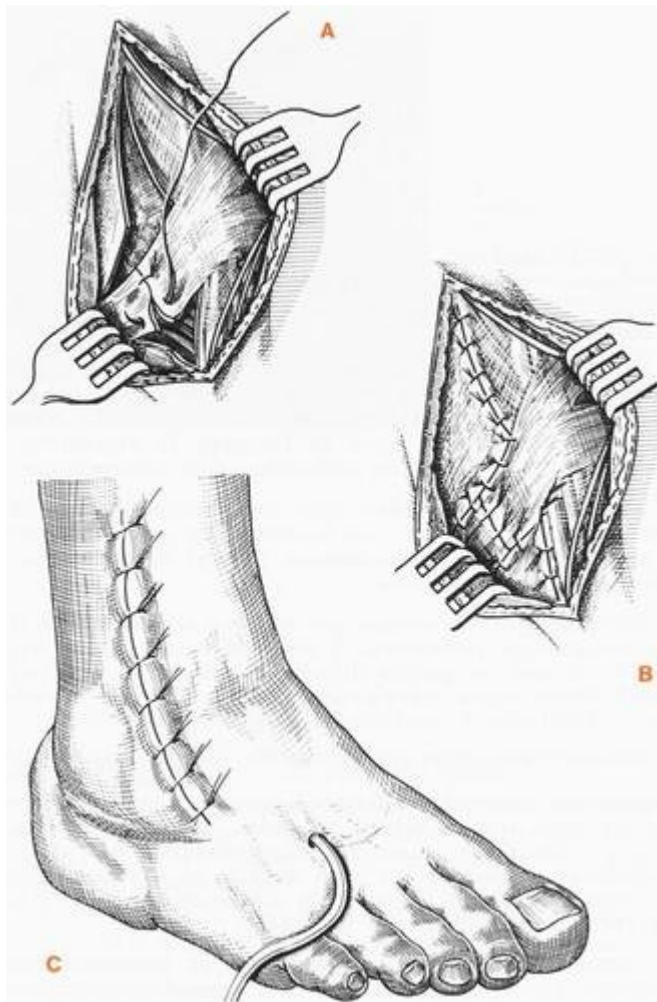


Fig 23 :

Fermeture du ligament frondiforme, drainage et fermeture cutanée.

Fig 24 :

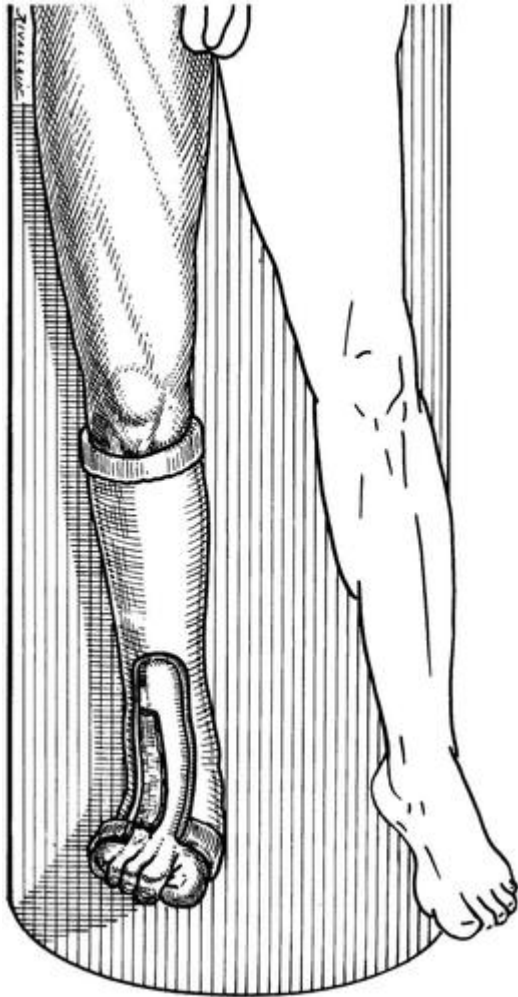


Fig 24 :

Le plâtre postopératoire, largement échancré au-devant du cou-de-pied.

Fig 25 :



Fig 25 :

Arthrodèse de la sous-astragalienne associée à celle de la tibio-tarsienne avec adjonction d'une troisième vis astragalo-calcanéenne. Le « vide » sous-astragalien a été en fait comblé de spongieux.

Fig 26 :



Fig 26 :

Autre montage possible par une association arthrodèse tibio-astragaliennne + sous-astragaliennne. Ici on s'est contenté de mettre des vis descendantes plus longues qu'à l'accoutumée.

Fig 27 :



Fig 27 :

Séquelles arthrosiques posttraumatiques de la tibio-tarsienne et de la sous-astragaliennne.
Arthrodèse des deux articulations « à la tréphine » :

A. Cliché peropératoire, tréphine en place ;

B. Cliché postopératoire avec 2 vis pour fixer la tibio-tarsienne, et une troisième vis pour solidariser astragale et calcanéum.

Fig 28 :



Fig 28 :

Arthrodèse tibio-astragalienne pour arthrite suppurée de cheville. Montage par fixateur externe.

Fig 29 :

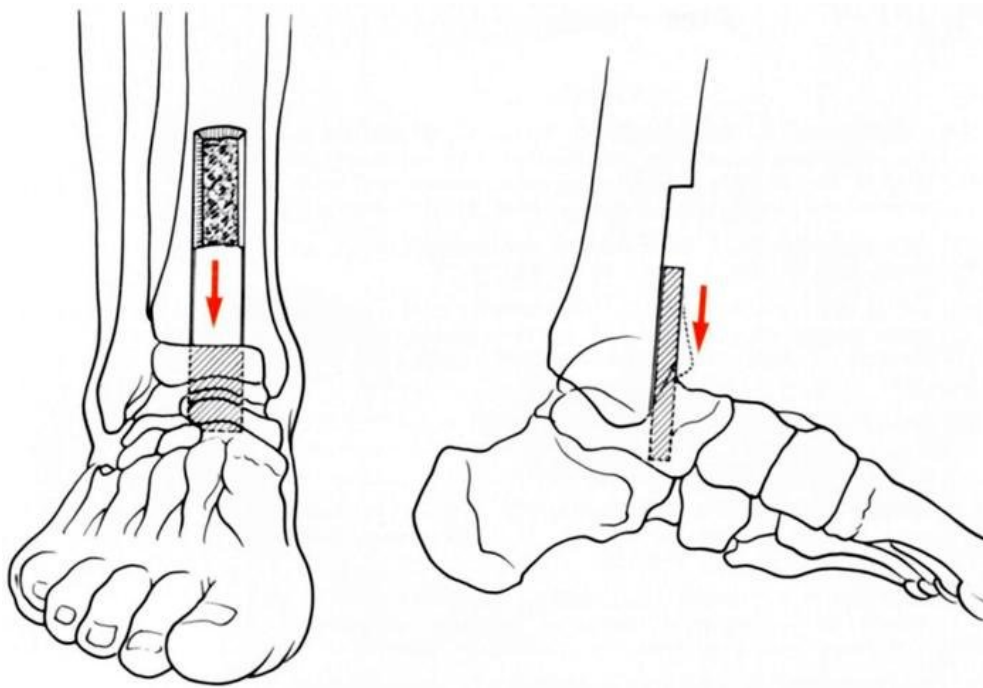


Fig 29 :

Technique de Watson-Jones avec greffon tibial « glissé ».

Fig 30 :

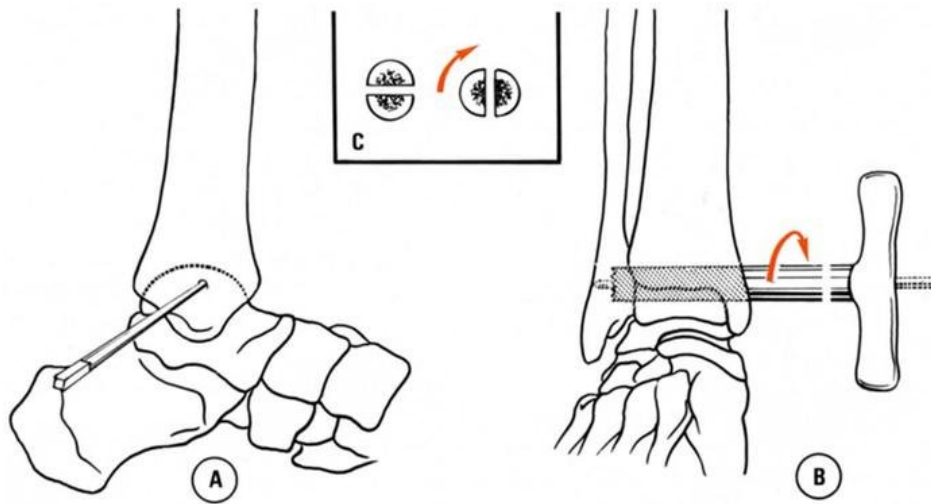


Fig 30 :

Arthrodèse percutanée par voie interne selon Baciú :

A. Broche repère.

B. Tréphine en place.

C. Pivotement du greffon.

Fig 31 :

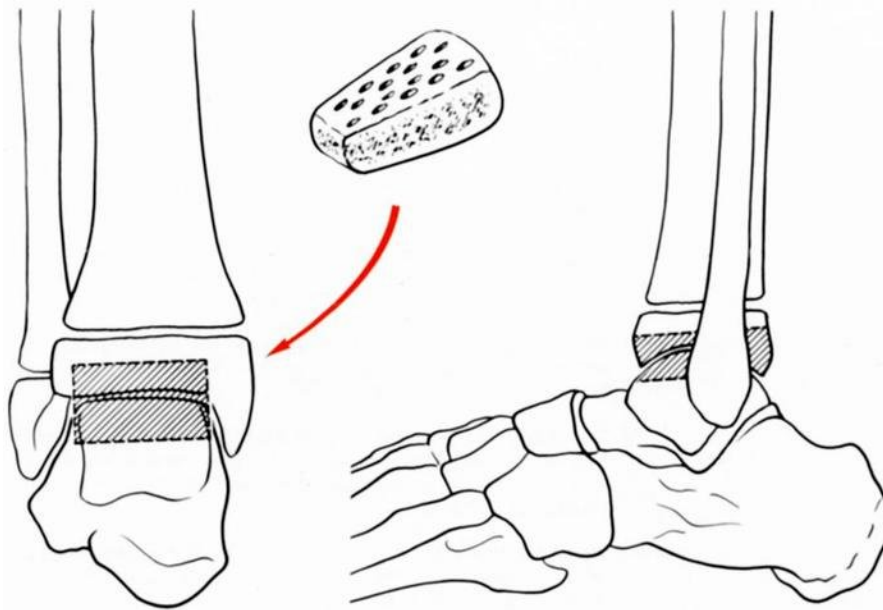


Fig 31 :

Arthrodèse avec interposition d'un greffon iliaque.

Arthroscopie de la cheville

A. Frank, F. Bonnomet, M. Bonnin, S. Guillo, F. Kelberine, A. Amendola

La cheville est la troisième articulation par ordre de fréquence bénéficiant des possibilités thérapeutiques de l'arthroscopie. Désormais, il s'agit d'une technique qui permet une parfaite exploration des différents secteurs articulaires avec du matériel standard. La visualisation directe de toutes les structures intra-articulaires tibiotaliennes a ainsi permis le développement de nombreuses procédures chirurgicales actuellement bien codifiées (ablation de corps étrangers, synovectomie, débridement, contrôle de réduction des fractures et aide à l'ostéosynthèse, arthrodèse...).

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Arthroscopie ; Cheville ; Distraction articulaire ; Arthrodèse tibiotallienne ; Arthrodèse sous-tallienne

Plan

| | |
|--|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Technique | 1 |
| Matériel | 1 |
| Installation | 1 |
| Voies d'abord | 3 |
| ■ Indications | 4 |
| Lésions ostéochondrales du dôme astragalien | 4 |
| Conflit antéroexterne | 5 |
| Pathologies postérieures de la cheville : conflit postérieur de la cheville et tendinopathie du fléchisseur propre de l'hallux | 7 |
| Arthrodèse tibiotallienne | 9 |
| Arthrodèse sous-tallienne par voie postérieure | 10 |
| ■ Conclusion | 11 |

■ Introduction

Après les études princeps anatomiques de Burman en 1931, il a fallu attendre Watanabe en 1970 pour explorer la cheville grâce à son arthroscope de diamètre 1,7 mm pour petites articulations. En 1972, il fut le premier à décrire les trois voies d'abord utilisées actuellement et à décrire l'anatomie arthroscopique de la tibiotallienne. D'autres publications rapportèrent des améliorations techniques, mais aussi des complications en précisant les indications [1-3]. La première publication européenne en 1978 est allemande et revient à Plank [4]. Les premières publications françaises suivirent de 1980 à 1990 par Frank [5, 6] et Herman [7]. Le développement de l'arthroscopie de cheville fut lent du fait de la petite taille de cette articulation très emboîtée et des risques de lésions cartilagineuses, vasculonerveuses ou tendineuses. Les techniques de distraction articulaire, qu'elles soient invasives ou non, ont permis un meilleur accès à l'articulation et donc un élargissement des indications.

■ Technique

Matériel

La vision est le plus souvent réalisée à l'aide du matériel classique utilisé au genou : une optique de diamètre 4,5 mm oblique à 30° est suffisante. Des optiques de diamètre 2,7 mm à grand angle de vision sont parfois utiles surtout pour faciliter le passage dans l'interligne tibiotallien.

L'irrigation se fait par simple gravité et permet d'obtenir une pression de lavage suffisante. Si l'arthropompe apporte un confort de travail, la pression intra-articulaire doit rester faible pour limiter les extravasations de liquide.

L'usage d'un shaver est obligatoire pour élargir l'espace de travail. Les mini-shavers sont généralement insuffisants et le shaver standard de 4 mm est le plus adapté.

Les instruments classiques au genou (baskets, pince préhensive, palpeur) sont utilisables à la cheville. Certains instruments sont intéressants comme des curettes de petit diamètre (2 à 6 mm) parfois angulées ou de petits ostéotomes. Ces instruments sont fragiles, leur manipulation doit être délicate afin d'éviter qu'un fragment cassé migre par gravité vers le compartiment postérieur difficile d'accès.

Enfin, le matériel de distraction est à considérer qu'il s'agisse d'un fixateur externe, d'une broche transcalcaneenne avec étrier pour une traction sur table orthopédique ou d'un système spécifique moins invasif proposé par les industriels.

Un viseur de type ligamentoplastie peut être utile pour réaliser les voies transosseuses.

Installation

Trois installations sont possibles. Elles dépendent des habitudes du chirurgien et de la pathologie à traiter.

Décubitus dorsal

Le patient est installé en décubitus dorsal, le pied et la cheville libres en bout de table. Le pied est porté au zénith en s'aidant d'un billot sous la fesse homolatérale. Un garrot pneumatique est mis en place à la cuisse et est gonflé à la demande du chirurgien.



Figure 1. Installation genou fléchi avec un dispositif non invasif de distraction.



Figure 2. Installation en décubitus ventral, jambe surélevée par un appui et pieds dépassant de la table. Tracé des repères internes.

Décubitus dorsal genou fléchi (Fig. 1)

Le patient est installé en décubitus dorsal genou fléchi par une barre à genou, la jambe pendant dans le vide. Cette installation permet d'une part de pratiquer des voies complémentaires postérieures et d'autre part de positionner une traction vers le bas sans gêner l'opérateur.

Décubitus ventral (Fig. 2)

Le patient est installé en décubitus ventral, pied dépassant de la table avec un petit coussin sous le cou-de-pied surélevant le segment jambier, permettant la flexion dorsale tibiotalienne. Cette installation est utilisée uniquement pour le traitement des lésions postérieures.

Décoaptation

Compte tenu de l'importante coaptation naturelle de l'articulation tibiotarsienne, son exploration complète n'est possible qu'au prix d'une certaine distraction, même en cas d'utilisation de l'arthroscope de petit calibre (diamètre 2,7 mm). Selon Guhl [8], la surface visible du cartilage du dôme talien en dehors de toute distraction atteint au maximum 30 % de la surface totale alors que l'exploration d'une cheville correctement distraite permet une vision quasi complète du dôme talien.

Cette distraction peut être réalisée selon différents procédés plus ou moins invasifs.

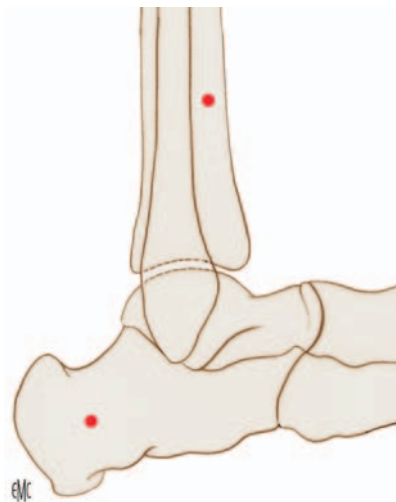


Figure 3. Orifices de pénétration des broches d'un distracteur tibiocalcanéen (face latérale, pied droit).

Distraction manuelle

C'est la plus simple à réaliser. Dépourvue de complication, exercée par l'aide de façon intermittente et donc simplement au moment opportun, elle a comme inconvénient d'être appliquée avec une force non contrôlable, inconstante et qui peut s'épuiser.

Distraction par sangles

Pour soulager l'aide opératoire, certains ont conçu des dispositifs de sangles cravatant la cheville et reliés à un bras de la table orthopédique, au pied du chirurgien [9] ou à sa taille [10]. Des problèmes de striction cutanée et la gêne à la réalisation de certains abords sont des inconvénients classiquement évoqués avec ces sangles, mais ces problèmes semblent maintenant mieux maîtrisés par les dispositifs actuellement mis sur le marché. En revanche, une distraction trop prolongée et trop importante expose à des complications neurologiques (nerf tibial antérieur, nerf fibulaire superficiel) [11].

Dispositifs plus invasifs

Ils nécessitent la mise en place de broches dans le tibia et le talus ou le calcaneum sont également utilisés. Il peut s'agir de dispositifs originaux de distraction pure ou de fixateurs externes utilisés en traumatologie.

Les dispositifs tibiocalcanéens [8, 12] sont positionnés à la face latérale du membre (Fig. 3). L'orifice de pénétration de la tige filetée proximale se situe dans la moitié antérieure de la face antérolatérale du tibia pour ménager le muscle tibial antérieur, 6 à 8 cm au-dessus de l'interligne articulaire. Son axe est parallèle à l'interligne articulaire avec une direction oblique en dedans et légèrement vers l'arrière. Quant à la tige filetée distale, son orifice d'entrée dans le calcaneum se situe environ 2,5 cm au-dessus de la corticale plantaire et 2,5 cm en avant de la corticale postérieure de la grosse tubérosité calcanéenne. Sa direction antéro-postérieure et médiolatérale est identique à celle de la broche tibiale mais il faut veiller à lui donner une direction oblique d'environ 15 à 20° vers le bas pour permettre une distraction homogène et non pas uniquement latérale de l'interligne tibiotalien.

Certains préfèrent utiliser un dispositif tibiotalien qui est alors positionné à la face médiale du membre (Fig. 4). Celui-ci offre en effet l'avantage de ne distraire que l'articulation tibiotalienne en permettant de plus des mouvements de flexion et d'extension de la cheville sans perte de distraction. L'orifice de pénétration de la tige tibiale est situé plus bas que précédemment mais sa direction reste parallèle à l'interligne articulaire. La tige filetée talienne est introduite juste sous la pointe malléolaire médiale selon une direction parallèle à la première tige ou, pour certains, légèrement vers l'avant et le haut d'environ 10° pour éviter d'entrer dans l'articulation sous-talienne [13].

En cas d'arthrodèses, ces dispositifs ont l'avantage de pouvoir être utilisés comme moyen de fixation en compression pour obtenir la fusion entre les deux surfaces avivées.

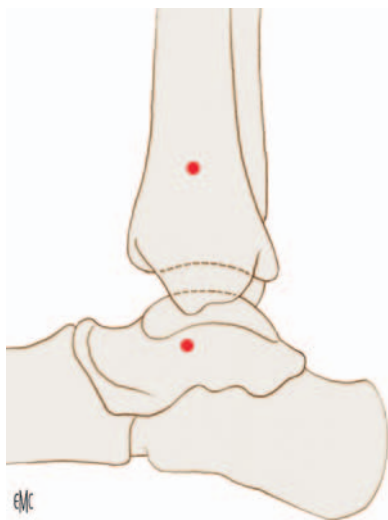


Figure 4. Orifices de pénétration des broches d'un distracteur tibiotalien (face médiale, pied droit).

La mise en place des broches n'est pas toujours aisée et, outre une technique rigoureuse, elle réclame le plus souvent un contrôle scopique. De plus, elle allonge le temps opératoire et des complications spécifiques à ces broches ont été décrites (infection, fracture).

Distraction par broche transcalcaneenne

La distraction peut enfin être obtenue par une simple broche transcalcaneenne reliée à la table orthopédique par un étrier. Depuis longtemps utilisé en traumatologie dans les enclouages, ce dispositif est peu coûteux et moins invasif que les distracteurs mécaniques précédents. C'est celui qui a notre préférence mais il faut bien veiller à positionner la broche calcaneenne un peu plus en avant qu'en cas d'enclouage afin qu'elle se situe à l'aplomb de l'axe tibial. Ceci permet, lors de l'intervention, de pouvoir exercer des mouvements de flexion ou d'extension de la cheville sans faire varier l'intensité de la distraction.

“ Point important

L'efficacité de la distraction est généralement excellente avec les procédés invasifs. Si Guhl [8], à propos de 131 cas, ne retrouvait qu'une complication cutanée directement imputable à ce mode de distraction avec une amélioration nette des conditions d'exploration et des résultats, il semble préférable de limiter au maximum en temps (1 heure) et en force (135 N) cette distraction lors de la réalisation d'une arthroscopie de cheville [14].

Voies d'abord

Au total, sept voies d'abord sont décrites : trois sont antérieures, trois sont postérieures et la dernière est transmalléolaire médiale.

Voies antérieures (Fig. 5)

Repères

Compte tenu de la convexité de l'interligne, leur positionnement distoproximal doit être précis, quelques millimètres en dessous de la marge antérieure du tibia. Si l'abord est trop proximal (en regard de la marge antérieure), la pénétration de l'arthroscope ou des instruments dans l'interligne est impossible ; en revanche, si cet abord est trop distal (> 1 cm sous l'interligne), le matériel arthroscopique, une fois introduit dans l'interligne, viendra buter contre le pilon tibial.

Certains repères sont dessinés au crayon dermographique stérile avant l'incision. Il faut en effet soigneusement repérer le

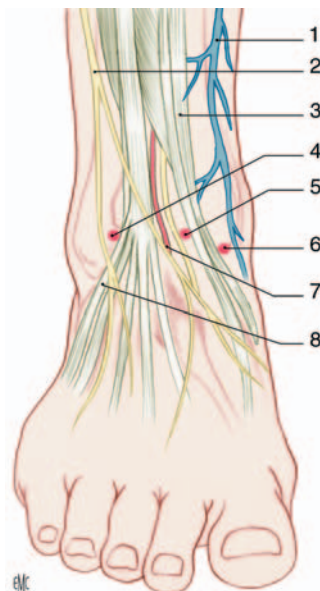


Figure 5. Voies d'abord antérieures. 1. Veine grande saphène ; 2. nerf fibulaire superficiel ; 3. tendon du muscle tibial antérieur ; 4. voie antérolatérale ; 5. voie antérieure pure ; 6. voie antéromédiale ; 7. artère et nerf tibial antérieur ; 8. tendon du muscle 3° fibulaire.



Figure 6. Saillie du nerf fibulaire superficiel en inversion du pied.

relief de la malléole latérale, de la malléole médiale et du tendon du tibial antérieur. L'artère pédieuse est palpée entre le long extenseur de l'hallux et l'extenseur commun des orteils et l'artère tibiale postérieure dans la gouttière rétromalléolaire médiale.

À jour frisant, en dehors et en avant de la malléole médiale, la saillie de la grande veine saphène peut être visible et son trajet est dessiné.

Enfin, avant la mise en place éventuelle du dispositif de distraction, le trajet du nerf fibulaire superficiel ou de ses branches est repéré ; pour cela, la mise en inversion forcée du pied permet, lorsque le cou-de-pied n'est pas trop potelé, de faire saillir ce nerf ou ses branches dorsales de division (Fig. 6).

Description

On distingue les voies antérolatérale, antéromédiale et antérieure pure.

Voie antérolatérale. Elle se situe entre le bord médial de la malléole latérale et le péronier antérieur. Cette voie se situe entre les branches de division médiale et dorsale du nerf fibulaire superficiel qu'il faut repérer et respecter. Après incision cutanée précédée de l'instillation de 10 à 15 ml de sérum physiologique dans l'articulation, l'écartement prudent des mors d'une pince hémostatique permet d'atteindre la capsule articulaire qui est traversée par la canule de l'arthroscope munie d'un mandrin mousse.

Voie antéromédiale. Elle se situe entre le tendon du muscle tibial antérieur et le bord latéral de la malléole médiale. Lorsque la veine grande saphène est difficilement palpable, elle peut être repérée par transillumination grâce à l'arthroscope introduit préalablement par voie antérolatérale.

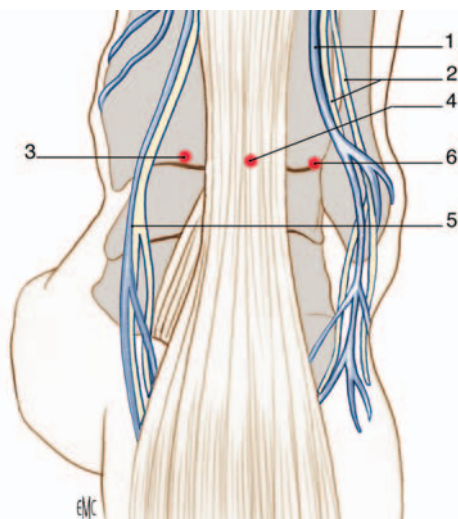


Figure 7. Voies d'abord postérieures. 1. Veine saphène ; 2. nerf sural ; 3. voie postéro-interne ; 4. voie centrale ; 5. paquet vasculonerveux postéro-interne ; 6. voie postéroexterne.

Voie antérieure pure. Elle est décrite entre le tendon du muscle long extenseur de l'hallux et celui du muscle extenseur commun des orteils. Elle expose à un risque élevé de lésion du paquet vasculonerveux tibial antérieur [15] et ne comporte aucun avantage par rapport aux deux autres voies. Elle n'est en fait pas utilisée dans notre expérience ni dans celle de nombreuses équipes [16].

Voies accessoires. En marge des voies antérolatérale et antéromédiale classiques, trois voies accessoires de voisinage sont utilisées par certains.

Ferkel [17] décrit une *voie accessoire antérolatérale* située 1 cm en avant de la pointe de la malléole latérale qui peut être utile pour l'exploration des faisceaux talofibulaires du ligament collatéral latéral, mais la gouttière latérale est étroite et la branche latérale du nerf fibulaire superficiel très proche de cet abord.

Il décrit aussi une *voie accessoire antéromédiale* située 1 cm en avant et en dessous de la pointe malléolaire médiale qui peut être utile pour l'exploration de la gouttière médiale et de la face profonde et antérieure du ligament deltoïdien. Cette voie est très proche de la veine grande saphène et son repérage par transillumination décrit plus haut est ici fort utile.

Buckingham [18] décrit une *voie intermédiaire* entre la voie antéromédiale et la voie antérieure pure située entre le tendon du tibia antérieur en dedans et celui de l'extenseur propre de l'hallux qu'il juge intéressante par son positionnement plus médian que la voie antéromédiale sans entraîner les risques de la voie antérieure pure. L'innocuité neurovasculaire qu'il retrouve sur cadavre mérite d'être confirmée in vivo.

Voies postérieures (Fig. 7)

Compte tenu de la morphologie du pilon tibial, ces abords postérieurs sont situés 1 cm plus distaux que les abords antérieurs.

Il faut distinguer les voies postérolatérale, postéromédiale et transachilléenne. Si le patient est en décubitus ventral, on dessine une ligne perpendiculaire à l'axe de jambe, passant par la pointe inférieure de la malléole latérale, prolongée sur le versant médial de la cheville, et qui passe normalement environ 1 cm en dessous de la malléole médiale (Fig. 2, 8). Les deux voies d'abord sont ensuite dessinées de part et d'autre du tendon calcanéen, juste au-dessus de la ligne dessinée précédemment.

La voie postérolatérale est la plus courante des voies postérieures. Elle est située immédiatement en dehors du tendon d'Achille et en dedans des tendons fibulaires. Le risque essentiel est la lésion de la petite veine saphène et de son nerf satellite, le nerf cutané sural caudal (nerf saphène externe).

La voie postéromédiale située juste en dedans du tendon d'Achille est beaucoup moins utilisée du fait des risques



Figure 8. Installation en décubitus ventral, jambe surélevée par un appui et pieds dépassant de la table. Tracé des repères externes.

importants de lésions du paquet tibial postérieur. Mandrino [19] a proposé une variante de cette voie qui passe au bord postérieur de la malléole médiale, en avant du tendon du tibia postérieur et du long fléchisseur propre de l'hallux, éloignant ainsi cet abord du paquet tibial postérieur et semblant diminuer le risque de lésion du paquet par rapport à la voie initialement décrite par Parisien [20]. Cependant, l'abord postéromédial conserve encore une mauvaise réputation et reste contre-indiqué pour certains [17], en dehors de situations très particulières.

Enfin la voie transachilléenne [21], trop délabrante et d'utilité restreinte, n'a jamais été utilisée dans notre expérience.

Voie transmalléolaire interne

Elle a été décrite par Drez et Guhl [2] pour permettre de visualiser certaines lésions ostéocartilagineuses postéromédiales du dôme talien. Elle nécessite, dans ce cas, le forage d'un canal de 5 mm de diamètre à travers le tibia depuis la région supramalléolaire médiale jusqu'à l'interligne articulaire, dans l'angle de raccordement de la malléole et du pilon tibial afin de permettre l'introduction de l'arthroscope. Compte tenu du diamètre de forage nécessaire, cet abord n'est plus utilisé comme voie de vision.

En revanche, le forage d'un cratère d'une lésion ostéochondrale du dôme talien est souvent réalisé au moyen d'une broche passée par voie transmalléolaire, mais, dans ce cas, le diamètre de forage est bien moindre (25/10 mm) et peu iatrogène.

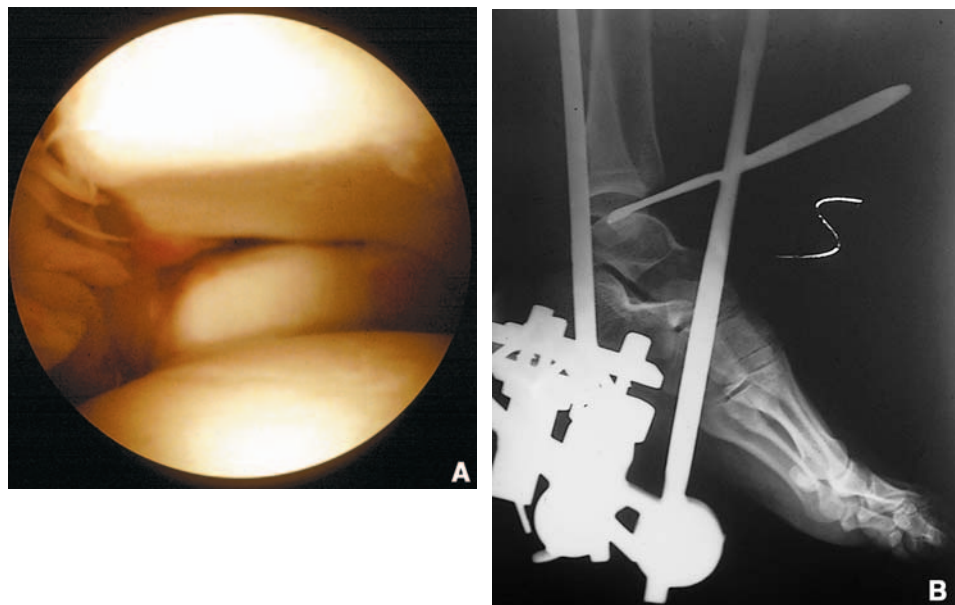
■ Indications

Certaines sont reconnues et validées, tel le traitement des lésions ostéochondrales, des conflits synoviaux et osseux, l'ablation des corps étrangers, l'arthrodèse..., d'autres sont en cours d'étude et de validation (arthrolyse, traitement des laxités ou des fractures articulaires).

Lésions ostéochondrales du dôme astralien

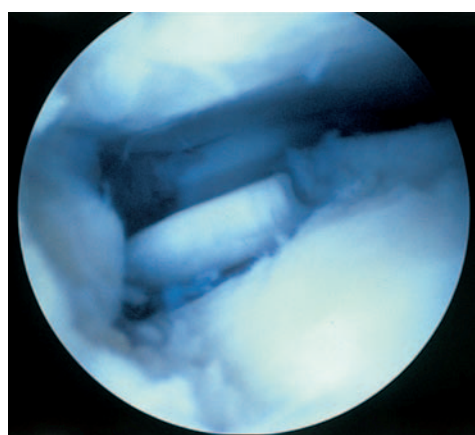
Il faut distinguer les lésions traumatiques (récentes ou anciennes) et les lésions chroniques, caractérisées par une nécrose sous-chondrale, décrites dans la littérature sous différentes terminologies (ostéochondrite, ostéochondrose, ostéonécrose) et dont l'étiologie reste encore méconnue. De nombreux auteurs [22-25] ne font pas cette distinction dans l'analyse de leurs séries. Or, cette distinction nous semble essentielle. Ces lésions diffèrent non seulement par leur étiologie mais aussi par leur aspect radiographique, leur traitement et surtout leur pronostic. L'apport de l'arthroscopie dans le traitement des lésions ostéochondrales du dôme astralien (LODA) est intéressant mais il faut en connaître les limites.

Le traitement arthroscopique des LODA ne nécessite pas de matériel particulier. L'utilisation d'un arthroscope standard de 4,5 mm est habituelle. Résecteur motorisé, curette et pince à préhension suffisent à la plupart des gestes thérapeutiques.

**Figure 9.** Distraction articulaire.

A. Vue endoscopique d'une distraction tibioastragaliennne découvrant la facette articulaire de la malléole externe.

B. Distraction peropératoire par fixateur externe avec curette en place après résection d'un séquestre.

**Figure 10.** Fracture ostéochondrale antéroexterne.

L'irrigation se fait sans hyperpression pour limiter le gonflement de la synoviale.

Deux voies d'abord sont toujours pratiquées : les voies antéroexterne et antéro-interne. Une voie d'abord postérieure peut être utile mais elle est, en pratique, peu utilisée pour cette pathologie. La distraction est indispensable pour traiter les lésions médiales qui sont, dans la grande majorité des cas, très postérieures (Fig. 9).

Fractures ostéochondrales

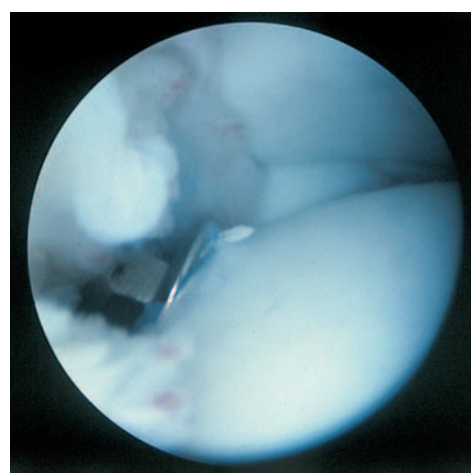
Elles peuvent être traitées soit par ablation simple du fragment libre (Fig. 10), soit par vissage lorsqu'il est plus volumineux (à l'aide d'une vis canulée) sous contrôle arthroscopique (Fig. 11). Dans la majorité des cas, les lésions fracturaires sont antérieures et d'abord facile sans distracteur.

Lésions nécrotiques

Le traitement arthroscopique dépend de l'extension de la lésion et de l'état du cartilage. Les lésions sont souvent postérieures et nécessitent une distraction.

L'excision-curetage du tissu nécrotique avec ablation du séquestre s'adresse aux lésions localisées à cartilage ouvert. Dans la plupart des cas, les limites de la lésion sont marquées par un sillon cartilagineux délimitant la zone de nécrose ostéochondrale. L'excision du tissu nécrotique est complétée par un avivement du fond de la niche à l'aide d'une curette ou d'une fraise motorisée et de perforations type Pridie encore appelées, par certains, « microfractures » (Fig. 12).

En cas de géodes sous-chondrales avec aspect continu du cartilage, il est préférable de pratiquer des perforations transchondrales par voie transmalléolaire interne en utilisant une

**Figure 11.** Vissage d'une fracture ostéochondrale.

broche de 2 mm. Un ou deux trajets transmalléolaires sont suffisants en s'aidant d'un viseur (type viseur plastie ligamentaire du genou) placé en intra-articulaire (Fig. 13). Des mouvements de flexion plantaire et dorsale permettent de multiplier, à partir du même trajet transmalléolaire, les perforations de la zone nécrotique. Certains proposent des perforations par voie rétrograde sous double contrôle (arthroscopie et amplificateur de brillance) pour épargner le cartilage [26].

Les résultats du traitement arthroscopique de ces lésions nécrotiques dépendent de l'extension sous-chondrale des lésions. Lorsqu'elle est importante, une greffe en mosaïque semble préférable à une simple excision-curetage qui laisse un defect important en zone d'appui (Fig. 14).

Conflit antéroexterne

L'entorse de cheville, même bien traitée, peut laisser persister des douleurs. Ces séquelles douloureuses peuvent être dues à des lésions osseuses (fractures ostéochondrales du dôme talien, fractures parcellaires du talus ou du calcanéus), à des lésions tendineuses associées, à la décompensation d'une pathologie chronique ou microtraumatique ou enfin à des anomalies de la cicatrisation ligamentaire [27]. Parfois, une cicatrisation incomplète du ligament talofibulaire antérieur (TAFa) entraîne une synovite chronique hypertrophique douloureuse de la région antérolatérale de la cheville, responsable d'une symptomatologie douloureuse sans instabilité ni laxité. Cette prolifération synoviale peut être « cisailée » à l'angle entre tibia, malléole latérale et joue latérale du talus lors de certains mouvements

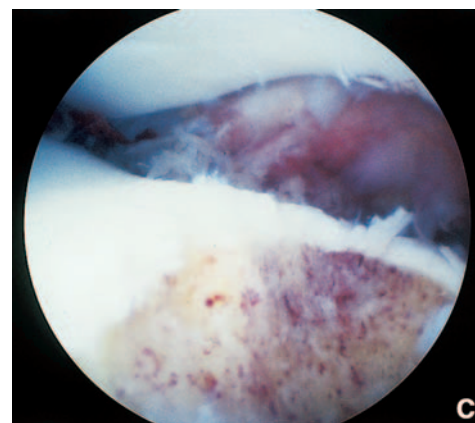
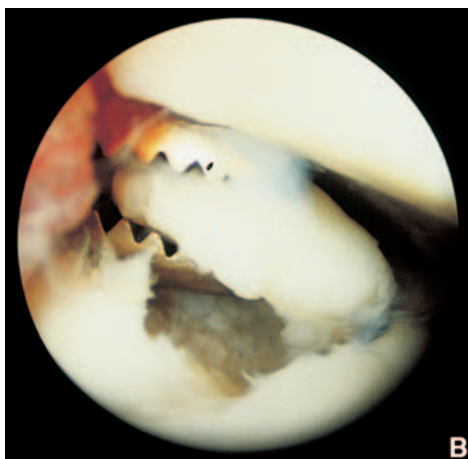
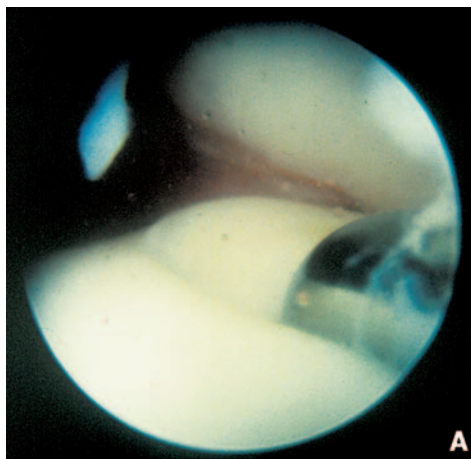


Figure 12. Ostéonécrose.
A. Sillon délimitant la lésion.
B. Ablation du séquestre.
C. Curetage de l'os sous-jacent jusqu'en zone saignante.



Figure 13. Viseur en place pour perforation transmalléolaire interne.

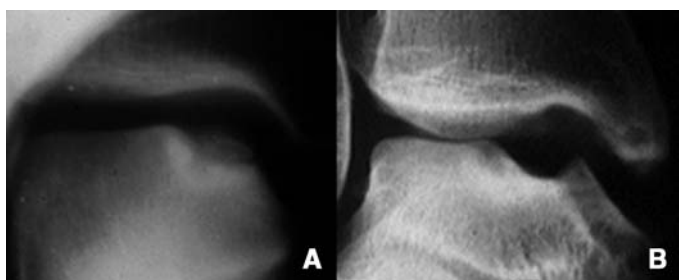


Figure 14.
A. Ostéonécrose localisée extensive.
B. Aspect à 10 ans : aucune réhabilitation et mauvais résultat clinique.

d'où l'appellation de conflit antérolatéral ou de « *soft tissue impingement* » de la cheville. Cette situation représente une indication récente d'arthroscopie, celle-ci permettant une synovectomie partielle. Ce conflit par synovite antérolatérale a été mis en évidence pour la première fois en 1950 par Wolin [28] qui décrit des brides fibreuses cicatricielles entrant en conflit avec le dôme du talus (Fig. 15). Du fait de leur aspect, il qualifia ces lésions de « méniscoïdes » et proposa une synovectomie partielle. C'est Ferkel [29] qui, en 1991, proposa le terme de conflit antérolatéral de la cheville. Il estimait sa fréquence à 3 % des entorses de cheville. Basset [30] a souligné le rôle du faisceau inférieur du ligament tibiofibulaire antérieur (TIFA) qui peut entrer en conflit avec le dôme talien en cas de laxité minime.

Le traitement du conflit antérolatéral repose sur une exérèse arthroscopique du tissu fibreux (Fig. 16) et de la synoviale

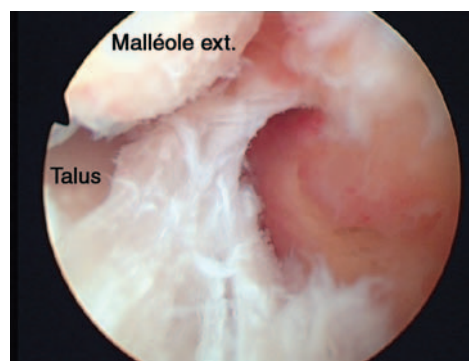


Figure 15. Bride fibreuse antérolatérale en conflit avec le talus.

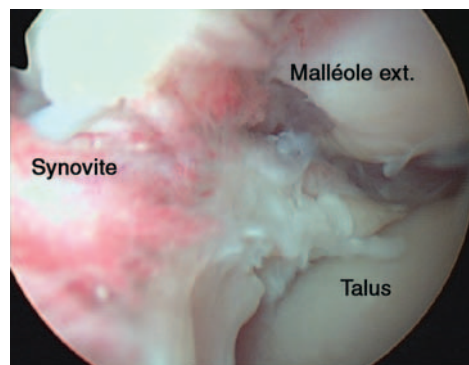
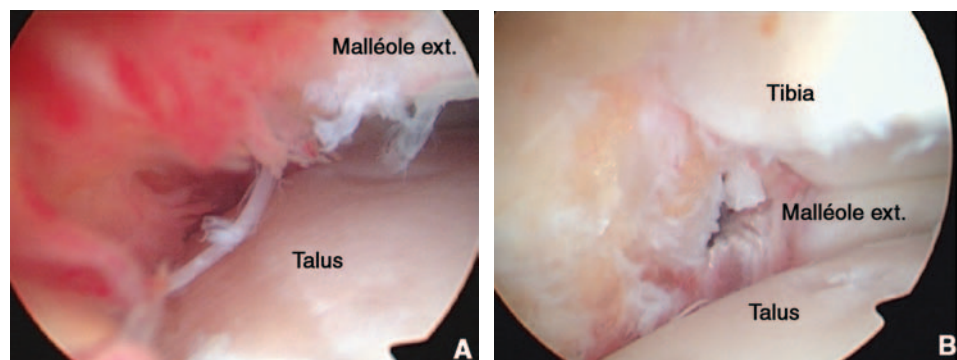
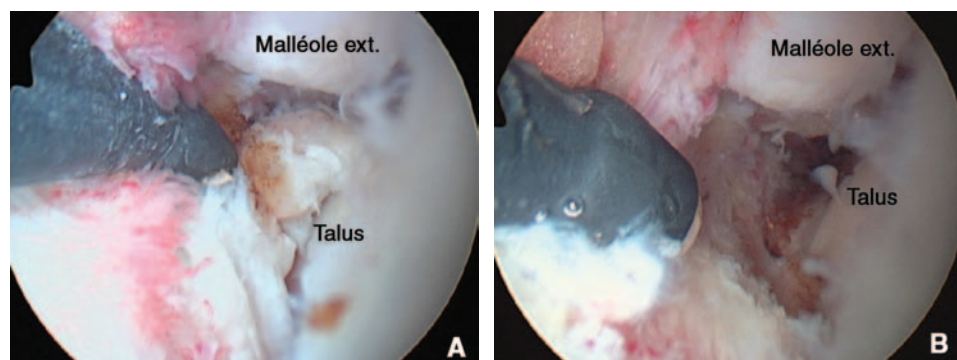


Figure 16. Aspect arthroscopique d'un conflit antérolatéral (cheville droite, optique introduite par voie latérale). ext. : externe.

antérolatérale responsable du conflit (Fig. 17). Cette résection peut être réalisée avec un shaver classique et ne nécessite pas d'utilisation de distracteur. L'optique est introduit par le point d'entrée antéromédial en dehors du tendon du muscle tibial antérieur comme le conseille Buckingham [18] afin de bien visualiser la gouttière antérolatérale, la joue latérale du talus et le ligament Tafa. Pour bien visualiser cette région, la cheville doit être maintenue en flexion dorsale. La résection est réalisée à l'aide d'un shaver en veillant à ne pas léser le ligament Tafa. Dans certains cas, le faisceau inférieur du ligament TIFA est cicatriciel ou hypertrophique et entre en conflit avec l'angle latéral du dôme talien. Une résection peut alors être réalisée à l'aide d'un rongeur. Parfois, il existe un fragment malléolaire pseudarthrosé mobile en conflit avec la joue externe du talus qui doit être excisé soigneusement en respectant au mieux

**Figure 17.**

A. Synovite antéroexterne.
B. Après résection. ext. : externe.

**Figure 18.**

A. Fragment osseux de la pointe de la malléole externe arraché et pseudarthrosé.
B. Après résection du fragment. ext. : externe.

**Figure 19.**

A. Fragment osseux pointe de la malléole externe.
B. Après résection.

l'insertion ligamentaire (Fig. 18, 19). D'éventuels ostéophytes antérieurs peuvent être réséqués dans le même temps à la fraise motorisée (Fig. 20).

Pathologies postérieures de la cheville : conflit postérieur de la cheville et tendinopathie du fléchisseur propre de l'hallux

Le caractère profond des lésions postérieures et la proximité de nombreux éléments vasculonerveux expliquent les difficultés rencontrées et les réticences à utiliser les voies postérieures. L'arthroscopie postérieure, telle que l'a décrite N. Van Dijk [31], a ouvert la voie en codifiant parfaitement cette technique. Par un abord mini-invasif, elle permet d'atteindre les éléments intra-articulaires talocruraux, mais aussi les structures postérieures extra-articulaires, ainsi que l'articulation sous-talienne postérieure. Le patient est installé en décubitus ventral (Fig. 2). On débute toujours par la voie d'abord postérolatérale en incisant *seulement* la peau avec un bistouri lame 15. Puis, à l'aide d'une petite pince hémostatique, on discise le plan sous-

cutané, afin d'écarter les structures nobles jusqu'à rentrer en contact avec l'os. Pendant toute cette manœuvre, le pied est maintenu à 90° par rapport à l'axe jambier, et la progression se fait toujours dans la direction du premier espace inter-métatarsien.

Lorsque l'on a trouvé le contact osseux, tout en gardant exactement la même position, on introduit, à la place de la petite pince, la chemise de l'arthroscope montée d'un trocart mousse. À ce stade, il est recommandé d'effectuer des mouvements de va-et-vient dans le sens vertical à la recherche d'un ressaut, d'autant plus important que le processus postérieur du talus (PPT) est volumineux. Ceci permet de positionner la chemise de l'arthroscope très exactement en regard de l'articulation sous-talienne. On introduit alors l'arthroscope en se dirigeant vers le premier espace. La petite pince est alors introduite dans la voie d'abord médiale. Elle va rejoindre à 90°, en utilisant les mêmes règles de sécurité, la chemise de l'arthroscope, juste en avant du tendon calcanéen. Une fois le contact établi avec la chemise de l'arthroscope, on descend progressivement jusqu'au plan osseux, tout en gardant le contact avec la chemise de l'arthroscope (Fig. 21). Quand la pince arrive au contact de l'os, on recule légèrement l'arthro-

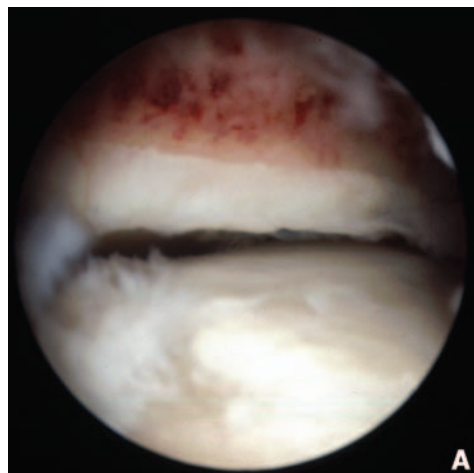


Figure 20. Résection des ostéophytes antérieurs.
A. Vue arthroscopique.
B. Aspect radiologique avant et après résection.

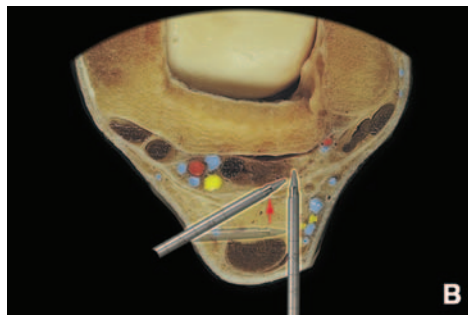


Figure 21.
A et B. Réalisation de l'entrée postéromédiale (avec l'aimable autorisation du docteur Pau Gollano, université de Barcelone, Espagne).

scope afin de placer la pointe de la pince en face du champ de vision. Parfois, on peut déjà, à ce stade, apercevoir, en écartant la pince, l'articulation sous-talienne.

L'intervention se poursuit par l'introduction par la voie d'abord médiale du shaver. Il est très important, après avoir retiré la petite pince, de repositionner l'optique contre le plan osseux dans l'axe du premier espace intermétatarsien. On introduit le shaver qui vient également prendre contact à 90° avec la chemise de l'arthroscope, et descend le long de ce repère, jusqu'au contact osseux (Fig. 22). L'arthroscope est alors légèrement décollé et laisse la place au shaver que l'on peut apercevoir sur l'écran de contrôle. Ce dernier est ensuite positionné environ 1 cm plus distal et latéral, sa fenêtre tournée vers l'avant. Dans cette position, il n'y a aucun danger pour les éléments nobles. À l'aide du shaver, on dégage une chambre de vision. En le retirant légèrement, on doit repérer en premier lieu latéralement l'interligne sous-talien. Un espace de travail suffisant est ensuite créé en regard de la partie latérale de cette articulation.

À ce stade, le reste du travail se fait sous contrôle scopique : juste au-dessus de l'interligne sous-talien, on découvre le ligament talofibulaire postérieur au-dessus duquel le shaver travaille, sa fenêtre orientée en inféromédial. On découvre progressivement l'articulation tibiotalienne dans sa partie latérale. Au-dessous, se trouvent l'os trigone et le début du ligament talofibulaire postérieur et, au-dessus, le ligament intermalléolaire, le tibia et le ligament tibiofibulaire postérieur [32]. Le ligament intermalléolaire est réséqué. On dégage ensuite progressivement, de latéral en médial, l'articulation tibiotalienne. À cette fin, le shaver est plaqué sur la face supérolatérale du processus postérieur du talus. La fenêtre du shaver est d'abord orientée en inféromédial, plaqué contre l'os.

En gardant toujours le contact avec le processus postérieur, la progression s'accompagne d'un changement d'orientation de cette fenêtre qui se termine sur la corticale médiale, fenêtre orientée en latéral afin de ne pas endommager les structures tendineuses. Le shaver se positionne alors entre l'os trigone et le fléchisseur de l'hallux qui constitue la limite médiale de la zone de travail [33]. À ce stade, le processus postérieur du talus est dégagé sur ses faces latérale, supérieure et supéromédiale. Le fléchisseur de l'hallux est parfaitement visible. Son rétinaculum et le ligament talocalcanéen postérieur restent attachés sur la face médiale et inférieure du PPT. Ces éléments sont sectionnés à l'aide d'une pince basket au ras de l'os. Un dernier débridement permet de vérifier la parfaite libération de toutes les faces du PPT (Fig. 23). La résection monobloc de l'os trigone peut aussi être faite de façon très simple sous contrôle scopique à l'aide de l'ostéotome.

Cette voie d'abord offre une excellente vision postérieure de l'articulation talocrurale ainsi que de l'articulation sous-talienne. Il est possible de réaliser une synovectomie postérieure et de contrôler tous les tendons postérieurs (Fig. 24) en positionnant le shaver dans l'espace tibiotalien, juste en avant des tendons postéromédiaux, la fenêtre tournée vers l'avant (Fig. 25). À l'aide de l'aspiration, le shaver attaque les différentes gaines synoviales et les tendons sont protégés. On repère ainsi, après le fléchisseur de l'hallux (FPH), le fléchisseur commun des orteils, puis le tendon du tibial postérieur. En cas de tendinopathie chronique du FPH résistante au traitement médical, il est possible d'ouvrir le canal ostéofibreux péri-tendineux sous arthroscopie. On peut également, par cette voie, enlever des corps étrangers (avulsion osseuse, ostéochondromatose).

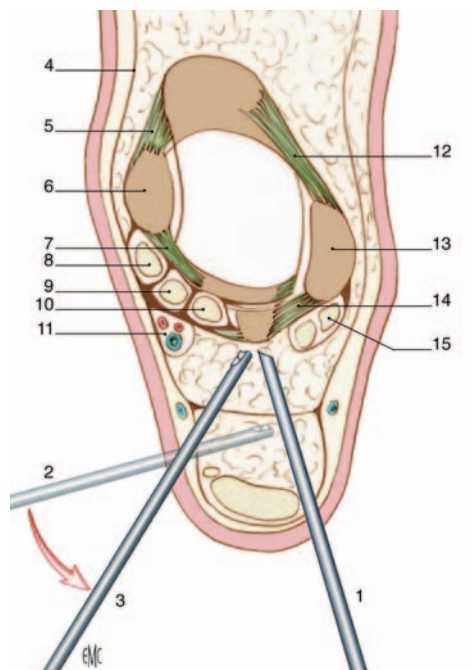


Figure 22. Coupe axiale au niveau du talus : positionnement de l'arthroscope et des instruments (avec l'aimable autorisation de N. Van Dijk [31]). 1. Arthroscope ; 2. shaver introduit perpendiculairement à la chemise de l'arthroscope ; 3. le shaver au contact de la chemise de l'arthroscope descend jusqu'au contact de l'os ; 4. fascia crural ; 5. bande antérieure du ligament deltoïde ; 6. malléole médiale ; 7. bande postérieure du ligament deltoïde ; 8. tendon tibial postérieur ; 9. tendon fléchisseur des orteils ; 10. tendon fléchisseur de l'hallux ; 11. pédicule tibial postérieur ; 12. ligament tabofibulaire antérieur ; 13. malléole latérale ; 14. ligament talofibulaire postérieur ; 15. tendons fibulaires.

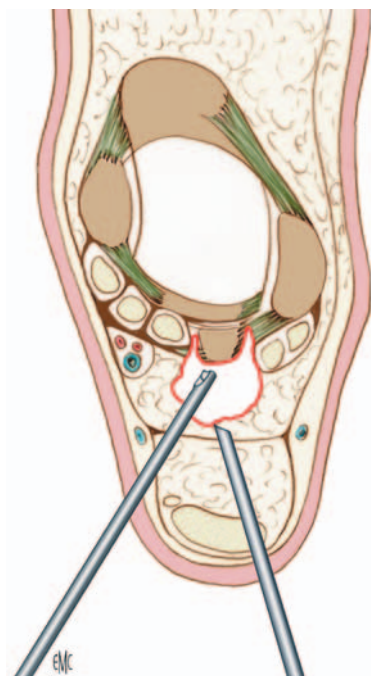


Figure 23. Libération de l'os trigone (avec l'aimable autorisation de N. Van Dijk [31]).

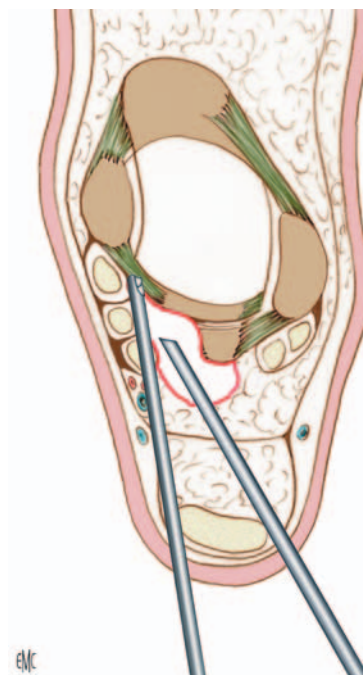


Figure 24. Exploration du fléchisseur propre de l'hallux (FPH).

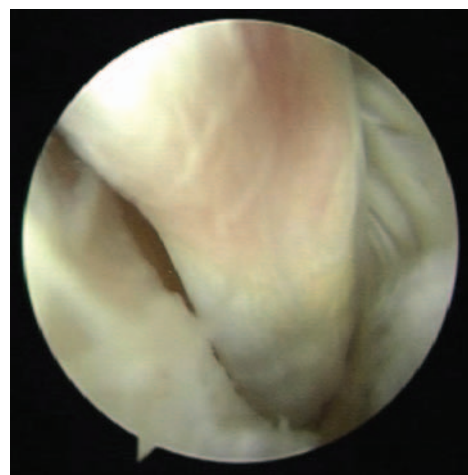


Figure 25. Libération postéromédiale de la cheville (avec l'aimable autorisation de N. Van Dijk [31]).

Arthrodèse tibiotallienne

Les premières séries d'arthrodèse sous arthroscopie ont donné des résultats satisfaisants avec une moindre morbidité [34-37]. Le taux de fusion reste variable mais superposable aux séries actuelles des arthrodèses conventionnelles. L'échec de fusion semble corrélé au mode de fixation : l'utilisation de simples broches [38] ou d'un fixateur externe [39-41] est péjorative. Les inconvénients des techniques arthroscopiques sont la difficulté

de positionner l'arthrodèse dans les différents plans. La correction frontale est plus facile à obtenir que la correction sagittale, souvent incomplète, avec un équin ou un varus résiduel, indépendamment de la déformation préopératoire. Raikin [42] souligne l'impossibilité de translater le talus vers l'arrière. Cependant, la malposition majeure reste rare [36, 38]. Corso et Zimmer [43] notent, à juste titre, que l'arthroscopie ne permet pas de réaliser des coupes asymétriques, rendant impossible la correction anatomique des déformations marquées, ce qui est confirmé dans toutes les séries arthroscopiques. Mais, à déformation modeste comparable, O'Brien [44] constate un meilleur positionnement lors d'une technique arthroscopique.

À l'installation habituelle, la technique et le matériel de base, il faut rajouter instruments classiques : curettes, ostéotomes fins et outils de fixation. Jambe et cheville doivent être largement dégagées pour utiliser un amplificateur de brillance. La technique comprend trois étapes : la libération et la distraction articulaires, l'avivement et la fixation dont dépendent les suites.

Distraction

Elle est systématique même si la résection ouvre un espace de travail. La distraction non invasive (sangle, broche transcalcaneenne, table orthopédique) est parfois suffisante. Néanmoins, le fixateur externe est le plus utilisé car le plus efficace. Il peut être tibioalcaneen, posé en latéral, ou tibiotallien, posé en

médial ; il agit alors directement sur l'articulation. Si le fixateur est envisagé pour stabiliser l'arthrodèse, une seconde broche tibiale transfixiante est nécessaire, ainsi qu'une ou deux fiches spongieuses taliennes de part et d'autre de la fiche initiale. Ceci permet de distraire l'interligne puis de le comprimer en fin d'intervention.

L'efficacité de la traction, quelle qu'elle soit, est vérifiée sous amplificateur de brillance. Elle s'améliore progressivement avec l'excision de la fibrose antérieure et sous-malléolaire et l'ablation des ostéophytes sous-jacents. La section arthroscopique des ligaments latéraux [35] et la ténotomie percutanée partielle du tendon d'Achille ont été proposées [38]. Ces deux derniers gestes permettraient aussi de mieux positionner l'astragale.

Avivement

Atteindre un os franchement vascularisé au niveau de la mortaise tibio péronière et de l'astragale est parfois difficile si l'os est scléreux. L'avivement se fait à l'aide de fraises motorisées, de curettes, d'ostéotomes... La résection de l'ostéophyte antérieur permet de mieux voir l'interligne ; elle est utile au bon positionnement de l'arthrodèse. Il s'agit d'un temps long et fastidieux en raison des nombreux débris qu'il est utile d'évacuer par la voie postérolatérale. Le secteur central porteur est avivé d'avant en arrière, ce qui permet d'atteindre pas à pas le récessus articulaire postérieur en ouvrant l'espace devant le scope. Puis les gouttières talomalléolaires sont préparées pour que le talus de forme pyramidale puisse monter au contact du pilon tibial. Le contact des surfaces articulaires sur la radiographie postopératoire est significativement corrélé à l'avivement de ces gouttières [41]. Le contrôle arthroscopique s'assure de la conservation des contours osseux dans les différents plans pour éviter un bec résiduel ou un defect osseux qui entraîneraient une bascule lors de la compression. Dans ces déformations axées, l'apport de greffe n'influence pas la fusion [43]. La traction est alors relâchée et le pied porté en position d'arthrodèse.

Fixation

La fixation à privilégier est le *vissage en compression*. Des broches percutanées, dont on contrôle l'issue articulaire sous arthroscopie, fixent temporairement l'arthrodèse. Un contrôle radioscopique vérifie le positionnement correct de l'articulation et de son moyen de fixation en évitant la sous-taliennne. Plusieurs vissages par vis canulées montées sur broches sont possibles :

- deux vis tibiotaliennes en croix ou parallèles ;
- deux vis en croix tibiotaliennne et fibulotaliennne.

Une vis complémentaire fibulotibiale ou fibulotaliennne peut resserrer la mortaise.

Une vis postéroantérieure tibiotaliennne au travers du tendon d'Achille a été proposée pour faire reculer le talus et mieux comprimer l'interligne [45].

Le contrôle de la compression sous amplificateur de brillance montre fréquemment un écart de l'interligne tibiotalien en postopératoire immédiat dû à l'irrégularité des surfaces préparées (Fig. 26). Cet aspect, corrélé à la libération des gouttières, a une incidence significative sur le délai mais pas sur le taux de fusion [41].

L'appui est débuté entre 4 et 8 semaines en fonction de l'aspect radiographique et sous couvert d'une orthèse moulée.

Nous avons proposé la fixation par fixateur tibiotalien monobarre dynamique, permettant un appui immédiat (Fig. 27). Dans la série multicentrique de la société française d'arthroscopie (SFA), elle s'est avérée source d'une morbidité accrue (infection sur broches, retard de consolidation) et d'un taux de pseudarthroses plus élevé que le vissage (23 % versus 9 %) [41]. Nous réservons désormais ce montage aux patients ne pouvant suspendre l'appui (cas psychiatriques, personnes âgées, membres supérieurs non fonctionnels) ou aux arthrodèses sur arthrite. Quant à la fixation par fixateur tibioalcanéen axial ou en double cadre, elle doit être abandonnée en raison de la fréquence des complications [39, 40, 42].



Figure 26. Vissage en croix tibiotalien et fibotalien avec un interligne postopératoire présent.



Figure 27. Fixateur externe monobarre en compression : vues clinique (A) et radiographique (B).

Arthrodèse sous-taliennne par voie postérieure

Suite au succès des arthrodèses tibiotaliennes sous arthroscopie, il était logique d'envisager d'arthrodéser la sous-taliennne également sous arthroscopie pour réduire le traumatisme des tissus mous, respecter davantage l'apport vasculaire talien et préserver potentiellement la sensibilité proprioceptive du pied.

Le patient est positionné en décubitus ventral. Le premier abord est postérolatéral par lequel l'arthroscope est poussé au

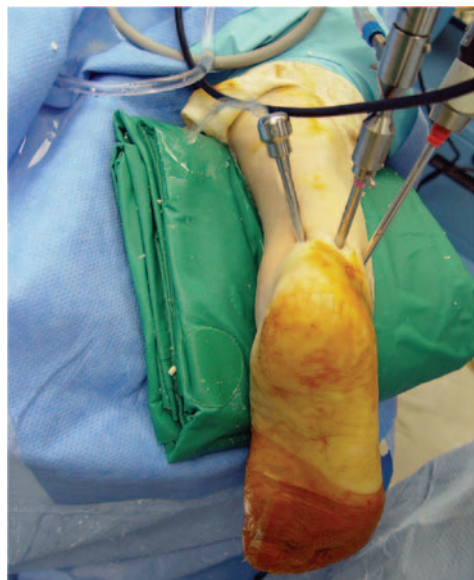


Figure 28. Voies d'abord para-achilléennes médiale, latérale et sous-malléolaire.



Figure 29. Vue arthroscopique des limites de l'avivement sous-talien.

contact du carrefour postérieur. L'abord postéromédial est simulé à l'aiguille en la dirigeant vers le centre de l'articulation sous-talienne en venant au contact du scope qu'elle atteint avec un angle de 90°. Un shaver reproduit ce trajet et permet pas à pas d'ouvrir un espace de travail qui doit toujours rester médian. Le repère médial est le tendon du long fléchisseur de l'hallux (LFH) (Fig. 24) qu'il faut toujours laisser en dedans pour rester à distance du paquet vasculonerveux. Les deux abords peuvent être utilisés alternativement comme voie optique ou instrumentale. Un troisième abord à 1 cm en haut et en arrière de la pointe de la malléole latérale permet de glisser un trocart mousse dans l'articulation pour la décoapter (Fig. 28).

La synovectomie et le débridement sont effectués avec un couteau motorisé droit. Puis le cartilage articulaire de toute la facette postérieure est emporté à l'aide d'une fraise pour acromioplastie, du shaver et de curettes. L'os sous-chondral est emporté jusqu'à l'os spongieux. Pour protéger la vascularisation du sinus du tarse, le débridement doit s'arrêter en arrière du ligament interosseux qui sert de repère arthroscopique pour considérer la préparation suffisante (Fig. 29). Une autogreffe spongieuse morcelée est introduite par l'abord postérolatéral au travers d'une petite canule. Ainsi, seule la facette postérieure de l'articulation sous-talienne est arthrodésée.

La fixation est facilitée par la position ventrale. La broche-guide pénètre à la partie postérolatérale de la grosse tubérosité du calcaneum au-dessus de la zone d'appui et sous l'attache du tendon calcaneum (au niveau du *sweet-spot*) ; elle se dirige en avant et en haut vers le col ou le corps de l'astragale. Une seconde broche-guide est positionnée parallèlement à la première en dedans d'elle. L'ostéosynthèse est effectuée au moyen



Figure 30. Radiographie de profil du vissage en compression fixant l'arthrodèse.

de deux vis spongieuses canulées de 6,5 ou de 7,3 mm, sous contrôle de l'amplificateur de brillance (Fig. 30). Un pansement compressif est appliqué de même qu'une attelle postérieure est mise en place. L'attelle est remplacée par une orthèse de cheville courte amovible dès la fin des phénomènes inflammatoires. Pendant 6 semaines, seule la déambulation sans appui sous couvert de deux béquilles est autorisée. Ensuite, un appui partiel progressif est autorisé en fonction des douleurs à l'appui jusqu'à consolidation radiographique définie par l'évidence de travées osseuses pontant l'arthrodèse. La marche sans orthèse est alors autorisée.

■ Conclusion

L'arthroscopie de la cheville se développe et les indications se multiplient. Une meilleure connaissance de la physiopathologie et les progrès techniques (instrumentation, implants, expérience pratique) en sont responsables. C'est actuellement la troisième articulation (après le genou et l'épaule) qui bénéficie de traitements arthroscopiques. Néanmoins, les complications ne sont pas exceptionnelles, notamment neurologiques compte tenu de la proximité anatomique de certains éléments. Le nerf fibulaire superficiel est le plus fréquemment touché (près de 3 % des cas dans l'étude de la SFA en 1998). La prévention repose sur le repérage des reliefs et des voies d'abord, l'incision cutanée au bistouri puis la dissection des parties molles à la pince et la pénétration articulaire au trocart mousse en visant le centre de l'articulation.

☆ Remerciements, pour leur participation à la rédaction de cet article, à : Y. Carrillon, J. Cazal, P. Christel, J.-F. Gonzales, S. Jambou, O. Laffenêtre, D. Molé, C. Niek Van Dijk, L. Panarella et C. Salzman.



■ Références

- [1] Chen YC. Clinical and cadaver studies on the ankle joint arthroscopy. *J Jpn Orthop Assoc* 1976;**50**:631.
- [2] Drez Jr. D, Guhl JF, Gollehon DL. Ankle arthroscopy: technique and indications. *Foot Ankle* 1981;**2**:138-43.
- [3] Ikeuchi H. *Arthroscopy of the ankle joint*. International Arthroscopy Association meeting; 1977.
- [4] Plank E. Die Arthroskopie Des Oberen Sprunggelenkes. *Helfe Unfallheilkunde* 1978;**131**:245.
- [5] Frank A, Cohen P, Beaufile P, Lamare J. Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the talar dome. *Arthroscopy* 1989;**5**:57-61.
- [6] Frank A, Cohen P, Beaufile P, Lamare JP. Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the astragalar dome. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1988;**74**(suppl2):233-7.
- [7] Herman S, Christel P, Witvoet J. Chirurgie arthroscopique de la cheville sous distraction articulaire. *J Med Lyon* 1990;**1459**:159.
- [8] Guhl JF. New concepts (distraction) in ankle arthroscopy. *Arthroscopy* 1988;**4**:160-7.
- [9] Yates CK, Grana WA. A simple distraction technique for ankle arthroscopy. *Arthroscopy* 1988;**4**:103-5.

- [10] Cameron SE. Noninvasive distraction for ankle arthroscopy. *Arthroscopy* 1997;**13**:366-9.
- [11] Dowdy PA, Watson BV, Amendola A, Brown JD. Noninvasive ankle distraction: relationship between force, magnitude of distraction, and nerve conduction abnormalities. *Arthroscopy* 1996;**12**:64-9.
- [12] Kumar VP, Satku K. The A-O femoral distractor for ankle arthroscopy. *Arthroscopy* 1994;**10**:118-9.
- [13] Skie MC, Ebraheim NA, Hannum SQ, Podeszwa DA. Anatomic considerations for the placement of distraction pins in the talus. *Foot Ankle Int* 1994;**15**:221-2.
- [14] Albert J, Reiman P, Njus G, Kay DB, Theken R. Ligament strain and ankle joint opening during ankle distraction. *Arthroscopy* 1992;**8**:469-73.
- [15] Feiwell LA, Frey C. Anatomic study of arthroscopic portal sites of the ankle. *Foot Ankle* 1993;**14**:142-7.
- [16] Ferkel RD, Scranton Jr. PE. Arthroscopy of the ankle and foot. *J Bone Joint Surg Am* 1993;**75**:1233-42.
- [17] Ferkel RD. *Arthroscopic surgery: the foot and ankle*. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1996.
- [18] Buckingham RA, Winson IG, Kelly AJ. An anatomical study of a new portal for ankle arthroscopy. *J Bone Joint Surg Br* 1997;**79**:650-2.
- [19] Mandrino A, Chabaud B, Moyon B, Brunet-Guedj E. Arthroscopy of the ankle: a new of postero-internal point of entry. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1994;**80**:742-5.
- [20] Parisien JS, Vangsness T, Feldman R. Diagnostic and operative arthroscopy of the ankle. An experimental approach. *Clin Orthop Relat Res* 1987;**224**:228-36.
- [21] Voto SJ, Ewing JW, Fleissner Jr. PR, Alfonso M, Kufel M. Ankle arthroscopy: neurovascular and arthroscopic anatomy of standard and trans-achilles tendon portal placement. *Arthroscopy* 1989;**5**:41-6.
- [22] Baker Jr. CL, Morales RW. Arthroscopic treatment of transchondral talar dome fractures: a long-term follow-up study. *Arthroscopy* 1999;**15**:197-202.
- [23] Parisien JS. Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the talus. *Am J Sports Med* 1986;**14**:211-7.
- [24] Pritsch M, Horoshovski H, Farine I. Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the talus. *J Bone Joint Surg Am* 1986;**68**:862-5.
- [25] Van Buecken K, Barrack RL, Alexander AH, Ertl JP. Arthroscopic treatment of transchondral talar dome fractures. *Am J Sports Med* 1989;**17**:350-6.
- [26] Nelson SC, Haycock DM. Arthroscopy-assisted retrograde drilling of osteochondral lesions of the talar dome. *J Am Podiatr Med Assoc* 2005;**95**:91-6.
- [27] Bonnin M. Les séquelles douloureuses des entorses de cheville. In: Bouysset M, editor. *Le pied en rhumatologie*. Paris: Springer; 1997.
- [28] Wollin I, Glassman F, Sideman S. Internal derangement of the talo fibular compartment of the ankle. *Surg Gynecol Obstet* 1950;**91**:193.
- [29] Ferkel RD, Karzel RP, Del Pizzo W, Friedman MJ, Fischer SP. Arthroscopic treatment of anterolateral impingement of the ankle. *Am J Sports Med* 1991;**19**:440-6.
- [30] Bassett 3rd FH, Gates 3rd HS, Billys JB, Morris HB, Nikolaou PK. Talar impingement by the antero-inferior tibiofibular ligament. A cause of chronic pain in the ankle after inversion sprain. *J Bone Joint Surg Am* 1990;**72**:55-9.
- [31] van Dijk CN, Scholten PE, Krips R. A 2-portal endoscopic approach for diagnosis and treatment of posterior ankle pathology. *Arthroscopy* 2000;**16**:871-6.
- [32] Golano P, Mariani PP, Rodriguez-Niedenfuhr M, Mariani PF, Ruano-Gil D. Arthroscopic anatomy of the posterior ankle ligaments. *Arthroscopy* 2002;**18**:353-8.
- [33] Lijoi F, Lughi M, Baccarani G. Posterior arthroscopic approach to the ankle: an anatomic study. *Arthroscopy* 2003;**19**:62-7.
- [34] Dent CM, Patil M, Fairclough JA. Arthroscopic ankle arthrodesis. *J Bone Joint Surg Br* 1993;**75**:830-2.
- [35] Morgan CD. Arthroscopic tibiotalar arthrodesis. In: Ginty M, editor. *Operative arthroscopy*. New York: Raven Press; 1991. p. 695.
- [36] Myerson MS, Quill G. Ankle arthrodesis. A comparison of an arthroscopic and an open method of treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1991;**268**:84-95.
- [37] Ogilvie-Harris DJ, Lieberman I, Fitisialis D. Arthroscopically assisted arthrodesis for osteoarthrotic ankles. *J Bone Joint Surg Am* 1993;**75**:1167-74.
- [38] Glick JM, Morgan CD, Myerson MS, Sampson TG, Mann JA. Ankle arthrodesis using an arthroscopic method: long-term follow-up of 34 cases. *Arthroscopy* 1996;**12**:422-34.
- [39] Crosby LA, Yee TC, Formanek TS, Fitzgibbons TC. Complications following arthroscopic ankle arthrodesis. *Foot Ankle Int* 1996;**17**:340-2.
- [40] Moeckel BH, Patterson BM, Inglis AE, Sculco TP. Ankle arthrodesis. A comparison of internal and external fixation. *Clin Orthop Relat Res* 1991;**268**:78-83.
- [41] Molé D, Roche O, Nicolay X, Kelberine F, Chauveaux D, Bonnin M. Arthrodesse tibio-talienne sous arthroscopie. In: *Annales de la SFA*. Montpellier: Sauramps Medical; 1999.
- [42] Raikin SM. Arthrodesis of the ankle: arthroscopic, mini-open, open techniques. *Foot Ankle Clin* 2003;**8**:347-59.
- [43] Corso SJ, Zimmer TJ. Technique and clinical evaluation of arthroscopic ankle arthrodesis. *Arthroscopy* 1995;**11**:585-90.
- [44] O'Brien TS, Hart TS, Shreff MJ, Stone J, Johnson J. Open versus arthroscopic ankle arthrodesis: a comparative study. *Foot Ankle Int* 1999;**20**:368-74.
- [45] Cameron SE, Ullrich P. Arthroscopic arthrodesis of the ankle joint. *Arthroscopy* 2000;**16**:21-6.

A. Frank.

F. Bonnomet.

M. Bonnin.

S. Guillo.

F. Kelberine.

A. Amendola.

14, rue Molière, 7815 Le Chesnay, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Frank A., Bonnomet F., Bonnin M., Guillo S., Kelberine F., Amendola A. Arthroscopie de la cheville. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-906, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.comArbres
décisionnelsIconographies
supplémentairesVidéos /
AnimationsDocuments
légauxInformation
au patientInformations
supplémentairesAuto-
évaluations



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-930]

Chirurgie de l'hallux valgus. Techniques - Indications

Jean Schnepf : Ancien professeur agrégé, faculté de Lyon, ancien président de la Société française de médecine et chirurgie du pied

Résumé

L'histoire de la chirurgie de l'hallux valgus (HV) est jalonnée de techniques multiples ; certaines ont acquis la célébrité pour être ensuite rejetées ; d'autres, plus récentes et souvent séduisantes, attendent encore l'épreuve du temps. Ces techniques comportent des gestes communs dont l'efficacité est retenue, mais aussi des particularités qui s'adressent à des lésions anatomopathologiques spécifiques. De toute évidence une même technique ne peut être universelle, elle donne satisfaction dans certains cas et des échecs dans d'autres. C'est dire tout l'intérêt d'une bonne identification des causes et des lésions anatomopathologiques de l'HV dans le choix des gestes thérapeutiques. Cette démarche préalable est indispensable.

© 1996 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

[Haut de page](#)

CAUSES PRÉEXISTANTES À L'HALLUX VALGUS

Les « familles à HV » existent indiscutablement :

- *l'hallomégalie* (gros orteil plus long que le deuxième orteil : pied dit « égyptien ») est une cause d'apparition et de récurrence de l'HV, la longueur du gros orteil ne pouvant

se loger dans une chaussure à bout pointu (**fig 1 A**).

- *le valgus phalangien* (de P2 ou de P1) constitutionnel réalise une « crosse » vers l'extérieur, désaxe l'extenseur propre du gros orteil vers l'extérieur : ceci perturbe l'appui pulpaire du gros orteil et induit le cercle vicieux de l'HV (**fig 1 B**).

L'agénésie de la crête intersésamoïdienne de la tête du premier métatarsien est une cause adjointe à l'HV. Normalement cette crête sagittale individualise deux facettes correspondant chacune respectivement à un sésamoïde et l'agénésie de cette crête favorise le valgus phalangien et la subluxation des sésamoïdes en dehors (**fig 1 C**).

le metatarsus varus congenital (rare) conduit également de façon très régulière à l'HV, associé en cela à la contrainte du bout pointu de la chaussure féminine (**fig 1 D**) ;

l'amputation du deuxième orteil avec conservation du deuxième métatarsien crée un vide commissural qui appelle vers l'extérieur le gros orteil et la déformation se fait en HV (**fig 1 E**).

Récemment, Laporta distingue dans les déformations d'HV :

- type A : élévation de M1 : congénitale, acquise ou iatrogène ;
- type B : premier rayon long ;
- type C : hypermobilité ;
- type D : premier rayon immobile.

Cette classification semble avoir surtout un intérêt dans le cadre de l'ostéotomie de Scarf.

Haut de page

LÉSIONS ANATOMOPATHOLOGIQUES DE L'HALLUX VALGUS

L'exostose de la face interne de la tête métatarsienne est constante. Ce n'est qu'un élément réactionnel, souvent exagéré dans ses apparences cliniques par l'angulation en dedans du premier métatarsien et en dehors de la première phalange qui « déjaugé » la face interne de la tête métatarsienne.

Le désaxage métatarsophalangien est l'élément « progressif » de l'HV qui passe par un stade de réductibilité puis d'irréductibilité et s'exprime cliniquement par une triple déformation (**fig 1 F**) :

- valgus phalangien de 15 à 90° avec défaut d'appui pulpaire ;
- varus métatarsien de 12 à 45° ;
- rotation phalangienne (de 0 à 45°) qui reporte l'appui pulpaire sur le bord interne de P1.

Ce désaxage est la résultante visible d'un déséquilibre caché des structures capsuloligamentaires et tendineuses.

Lésions capsuloligamentaires et tendineuses (**fig 1 G**)

Distension interne de la capsule métatarsophalangienne et du ligament latéral interne avec inhibition progressive du muscle adducteur du gros orteil qui glisse en position plantaire.

Rétraction capsulaire externe, du ligament latéral externe et de l'abducteur du gros orteil (surtout de son faisceau transverse).

Subluxation de la sangle sésamoïdienne en dehors dont l'aspect radiologique est aggravé par le varus métatarsien (la tête métatarsienne n'appuie plus normalement sur les sésamoïdes).

Désaxage du tendon du fléchisseur propre et de l'extenseur propre en dehors formant la corde de l'arc métatarsophalangien ; le tendon de l'extenseur propre, en raison de sa laxité naturelle dans le tissu cellulaire, se déplace aisément mais se réduira aisément, tandis que le tendon fléchisseur solidaire de la sangle sésamoïdienne ne pourra se réaxer qu'avec la réduction de celle-ci.

Progressivité des lésions et leur traduction clinique

Stade de réductibilité : manuellement la réduction est possible, (HV au début), souvent partielle (HV au stade moyen) ; à ce stade les gestes de libération des parties molles sont suffisants.

Stade d'irréductibilité : la libération des parties molles peut être

insuffisante et des gestes d'ostéotomie s'avèrent nécessaires.

Notions

récentes

Valtin a insisté récemment sur la notion de différents stades évolutifs en fonction de l'importance des lésions dégénératives de la métatarsophalangienne. Ces lésions existent et sont en général relativement modérées pendant très longtemps et ce n'est que dans les stades ultimes et très graves de l'HV qu'elles prennent une importance pathologique indiscutable.

Haut de page

VOIES D'ABORD (FIG 2)

La voie interne et la voie externe sont les voies habituellement utilisées ; elles ne s'opposent pas, elles peuvent s'associer.

Voie d'abord interne (fig 2 A)

A cheval sur l'articulation métatarsophalangienne du gros orteil, à la limite de la peau dorsale et de la peau plantaire, rectiligne, elle contourne par le haut l'exostose et les modifications cutanées qui lui correspondent. Une infection même bénigne en apparence en regard de l'exostose est une contre-indication temporaire mais formelle à la chirurgie de l'HV.

D'une longueur de 6 à 10 cm, elle déborde sur la base de P1 vers le bas, et plus ou moins sur la diaphyse du premier métatarsien selon le désir d'accès plus ou moins large sur ce dernier.

Le tissu cellulaire sous-cutané est parcouru d'un réseau veineux qui ne peut être évité totalement, exigeant une hémostase par coagulation ponctuelle. Les filets nerveux sensitifs peuvent habituellement être respectés.

Cette incision donne un accès parfait sur l'exostose, la capsule interne, la base de la première phalange et l'ensemble du métatarsien. Les gestes d'ostéotomie sur la première phalange et le premier métatarsien, se font parfaitement par cette voie. En revanche la libération de la face externe de la tête du premier métatarsien se fait de façon un peu difficile, souvent à l'aveugle en faisant glisser la rugine au contact de l'os. Si l'on veut parfaitement contrôler ce qui se passe au niveau du sésamoïde externe et du muscle abducteur du gros orteil, elle devra être complétée par une voie d'abord externe.

Voie d'abord externe (fig 2 B)

Incision longitudinale dorsale à la partie distale du premier espace intermétatarsien, longue de 5 à 6 cm, jusqu'à la commissure.

L'hémostase du tissu cellulaire lâche est aisée ; on découvre en profondeur, en dehors le corps charnu du premier interosseux dorsal, en dedans la face externe de la capsule métatarsophalangienne et le sésamoïde externe "subluxé" dans le premier espace.

L'accès est aisé sur le tendon fusionné du faisceau oblique et du faisceau transverse de l'abducteur du gros orteil. La « libération de la sangle sésamoïdienne » et la transplantation tendineuse du muscle abducteur du gros orteil se font sous le contrôle de la vue également.

Cette incision est facile, cicatrise bien, et il ne faut pas s'en priver quand, par

l'incision interne, on n'a pu réaliser un geste complet.

Haut de page

PROCÉDÉS ET TECHNIQUES

Chirurgie des parties molles

Les déformations de l'HV se fixent à la fois par rétraction des parties molles externes et par distension des parties molles internes. Leur expression radiologique est, sur les clichés dorsoplantaires, le déplacement des sésamoïdes en dehors, et sur l'incidence de Guntz, le glissement du sésamoïde externe en subluxation sur la face externe de la tête métatarsienne, le sésamoïde interne prenant une position médiane sous la tête du premier métatarsien.

L'action sur les parties molles permet de réduire les déformations de l'HV, mais tout dépend du degré de réductibilité constaté :

dans les HV au début ou au stade moyen, on peut manuellement réduire une part plus ou moins importante de la déformation, ce sont les cas qui relèvent de la chirurgie des parties molles ;

dans les cas majeurs, cette réduction est pratiquement nulle et d'autres techniques doivent être associées à l'action sur les parties molles.

Technique de Keller - Brandes - Lelièvre

Cette technique n'est plus de mode, cependant elle comporte dans sa réalisation des gestes spécifiques qu'il convient de ne pas ignorer et qui sont d'ailleurs utilisés de façon régulière par tous les chirurgiens.

Principe (fig 3 A)

La grande idée de Keller fut « le recentrage de la sangle sésamoïdienne » en libérant cette sangle à sa partie externe afin que la tête métatarsienne se replace dans un berceau sésamoïdien recentré.

Technique opératoire

Voie d'abord interne

Incision cutanée longitudinale interne de 6 cm, plus près de la face dorsale que de la face plantaire, sur un tiers phalangien et deux tiers métatarsiens. L'incision contourne par en haut l'exostose.

Ouverture de la capsule longitudinalement en décalant l'incision un peu vers le bas.

Exostosectomie classique à la scie oscillante ou au ciseau frappé, débutant sur le sillon vertical qui sépare la surface cartilagineuse du fibrocartilage recouvrant l'exostose, se terminant en arrière sans arête vive, sur la diaphyse (fig 3 A).

Libération et réaxation du système sésamoïdien

Il faut pousser P1 en dehors et attirer M1 en dedans pour pouvoir glisser entre capsule et face inférieure de la tête du premier métatarsien une rugine courbe, tranchante, de bas en haut et d'avant en arrière pour couper le ligament latéral externe et libérer le bord externe du sésamoïde. Là est toute la difficulté du geste, car on est gêné par la base de la première phalange : le geste est plus tactile que visuel. Pour faciliter cette libération, Keller réalise simultanément le geste de résection de la base de P1.

Résection de la base de P1

Après libération de la base de P1 à la rugine, cette base est extériorisée et sectionnée : le but de ce geste n'est nullement de réaliser une arthroplastie qui ne se justifierait d'ailleurs pas par l'existence de lésion cartilagineuse de l'articulation MP1. Cette résection a pour but dans l'esprit de son auteur, de permettre la réduction des déviations de l'HV en réalisant un alignement métatarsophalangien jusque-là impossible en raison de la rétraction de l'appareil capsuloligamentaire mais devenant possible quand la diminution de longueur de P1 permet de rehausser la base de P1 dans l'alignement de la tête métatarsienne (fig 3 A).

Il est important de remarquer que cette résection de la base de P1 permet de donner du jour à la voie interne et de compléter et de vérifier la qualité de la libération de la sangle à la partie externe de la tête métatarsienne.

Vérification de la qualité de la libération

Il faut que la tête de M1 repoussée de dedans en dehors, se place sans difficulté de maintien sur le berceau des sésamoïdes. Si cette condition n'est pas respectée, la libération n'a pas été correcte et suffisante, il faut, par une incision externe commissurale la compléter pour, sous le contrôle de la vue, lever les obstacles fibreux, parfois pratiquer une capsulotomie verticale externe, et prendre la décision dans les HV majeurs d'aller plus loin, et envisager un geste d'ostéotomie.

Plastie capsulaire interne

Pour maintenir en place le système sésamoïdien, il faut suturer sous tension les deux berges capsulaires en tirant le lambeau supérieur en avant et le lambeau inférieur en arrière. On peut, selon les cas, soit réséquer l'excédent de capsule, soit pratiquer une suture en paletot qui renforce la réparation. La fixation du lambeau antérieur par un point transosseux réalise un effet antirotation et évite les récidives.

Fermeture sur drain aspiratif

Cette technique associée à un geste d'arthroplastie métatarsophalangienne par résection de la base de P1 fut une règle pour Keller et Lelièvre, mais cette association est actuellement, sauf cas précis, complètement abandonnée (nous la retrouverons au chapitre des arthroplasties). Il n'en reste pas moins qu'au nom de Keller reste attaché le principe de la libération externe de la sangle sésamoïdienne, de son recentrage, de sa stabilisation par cerclage fibreux.

Cette grande idée reste toujours aussi valable actuellement et reste toujours un temps essentiel de toute chirurgie conservatrice de l'HV.

Technique de Petersen

Décrite par Petersen vers 1875, introduite en France par Roy-Camille en 1962,

elle fut défendue ensuite par Lelièvre (fig 3 B).

Technique originale de Petersen

Elle comporte une voie d'abord cutanée commissurale. Après incision de l'aponévrose superficielle, on se trouve dans la zone de glissement entre première et deuxième tête métatarsienne. La partie large d'un écarteur de Farabeuf est glissée dans l'espace interosseux et on le fait tourner de 90° pour obtenir un écartement suffisant des première et deuxième têtes métatarsiennes. On voit alors se tendre la capsule externe de l'articulation MP1 et à sa partie inférieure l'abducteur oblique du gros orteil. Petersen sectionne cette capsule verticalement et l'abducteur au ras de la phalange.

On « pousse » alors en dedans le gros orteil, le sésamoïde externe est disséqué et excisé, ce qui libère le fléchisseur et supprime son effet valgusant.

A ce moment, on rapproche manuellement le premier métatarsien du deuxième métatarsien, et la correction est maintenue ensuite par un point de rapprochement intermétatarsien.

Après fermeture cutanée, une compresse est mise dans la première commissure pour stabiliser la réduction du valgus.

Suites opératoires : le malade se lève le lendemain, kinésithérapie pendant quelques semaines, chaussage autorisé immédiatement mais il est repris en moyenne vers le 45^e jour sans limitation.

Technique utilisée actuellement (Lelièvre)

Elle diffère de façon assez importante de la technique originale :

l'incision commissurale est plus limitée, dorsale stricte, sans aller jusqu'à la commissure et éviter ainsi les cicatrices chéloïdes ;

l'incision de la capsule n'est plus pratiquée de façon verticale mais horizontale, au ras du tendon de l'abducteur et celui-ci est complètement désinséré du sésamoïde externe ;

le sésamoïde externe est laissé en place, il est stabilisé par ses attaches au sésamoïde interne. Le tendon de l'abducteur est fafilé par un fil résorbable et amarré à la face externe de la tête métatarsienne par un point transosseux. Il a fonction de ténodèse et non fonction de transfert musculotendineux.

Un point de rapprochement entre les capsules des première et deuxième têtes métatarsiennes stabilise l'articulation métatarsophalangienne évitant l'hallux varus postopératoire.

En cas de pied égyptien, surtout chez un sujet jeune, il faut associer à l'intervention de Petersen, un raccourcissement - dérotation de P1, garant d'une bonne stabilité du résultat à moyen terme.

Cette intervention simple, logique, est satisfaisante chez l'adulte jeune avec HV modéré, un orteil pas trop long (pied grec ou carré) ; la seule contre-indication véritable semble être un métatarsus varus accentué qui ne permet pas un rapprochement intermétatarsien suffisant.

Technique de McBride

Cette technique conçue par McBride dès 1928, a été améliorée par l'auteur comme en font état ses publications en 1952 et 1967. Elle fut introduite en 1970 en France par Meary et elle est entrée dans la pratique courante d'un très grand nombre de chirurgiens, si bien qu'à présent ses avantages et inconvénients sont

parfaitement identifiés (fig 3 C).

Principes techniques

L'originalité de l'opération de McBride est double :

utilisation systématique de la voie externe pour avoir un accès direct et sous contrôle de la vue, de la libération de la sangle du sésamoïde externe, et de la face externe de l'articulation métatarsophalangienne ; ainsi, clairement et sans aucune difficulté, on peut identifier les éléments de la rétraction des parties molles et les traiter ;

réalisation à partir du tendon de l'abducteur du gros orteil, désinséré du bord externe du sésamoïde et de la base de la phalange, d'un transfert à travers le col du premier métatarsien afin de régler l'axe du métatarsien proche d'un chiffre de varus de 8 à 10° par rapport à l'axe du deuxième métatarsien. (fig 3 C).

Technique

Incision longitudinale dorsale dans la partie distale du premier espace intermétatarsien, longue de 6 cm, allant en avant jusqu'à la commissure premier-deuxième orteil. Dissection du tissu cellulaire sous-cutané qui est lâche, hémostase de quelques vaisseaux, on laisse en dehors le premier interosseux dorsal et on se porte sur la face externe de la métatarsophalangienne. Accès au bord externe du sésamoïde externe qui, généralement, apparaît immédiatement sur la face externe de la métatarsophalangienne quand l'HV est de type moyen. Sur le versant externe du sésamoïde externe on voit l'arrivée des deux tendons réunis de l'abducteur oblique et transverse du gros orteil, tendons qui se prolongent ensuite sur la face externe de la base de la première phalange. Au bistouri, on désinsère cette insertion du versant externe du sésamoïde et de la base de P1, et ce tendon commun forme une lame fibreuse qu'on faufile en tresse pour éviter que le fil ne la coupe longitudinalement ; on garde les deux chefs du fil. McBride conseille alors la sésamoïdectomie (sa présence gêne le rapprochement premier/deuxième métatarsien) ; Meary, Groulier et la plupart des auteurs actuellement, considèrent que cette ablation n'est pas nécessaire. On termine la libération externe par une incision capsulaire verticale juste au niveau de l'interligne articulaire externe ; cette incision doit rester prudente et ne pas déborder sur la face dorsale et plantaire de la capsule. Après cette libération il faut pouvoir corriger le valgus sans difficulté, et habituellement, en poussant en dehors la tête du premier métatarsien, la correction se fait tant du varus métatarsien que du valgus phalangien : la tête de M1 vient se replacer sur les sésamoïdes. Par voie interne on pratique une exostosectomie classique relativement limitée le plus souvent, et on réalise la transplantation de l'abducteur sur le col du premier métatarsien. On fore un canal transversal légèrement oblique en bas et en avant (effet d'abaissement de la tête) à travers le col du premier métatarsien jusqu'à atteindre un diamètre de 6 mm. Par ce canal on fait passer la boucle de fil rigide de dedans en dehors, on amarre à cette boucle les deux chefs du fil de faufile de la lame terminale de l'abducteur et en les retirant, on s'assure que la lame tendineuse faufile bien et s'engage parfaitement jusque dans la partie externe du canal. La seule difficulté alors est le réglage de la tension du transplant, il faut faire assez pour que la correction soit maintenue, il ne faut pas faire trop pour éviter une correction exagérée et un HV. Les deux chefs sont ensuite passés dans la lèvre capsulaire inférieure de la capsule à la face interne de la tête métatarsienne et la reconstruction capsulaire interne est réalisée.

Suites opératoires : en dehors du drainage de la plaie par aspiration, du traitement anticoagulant et du lever précoce, peu de consignes sont à respecter. L'immobilisation de la métatarsophalangienne peut se contenter de la marche sur le talon pendant les premiers jours, de l'utilisation de la chaussure de Barouk.

Complications

On connaît bien les avantages de l'opération de McBride et de ses dérivés, les inconvénients ont été mis en évidence progressivement grâce à des statistiques importantes, en particulier de Groulier et de Tomeno.

Hallux varus

C'est de loin la complication la plus importante.

Quatre causes à l'origine de l'hallux varus

L'arthrolyse externe excessive, en particulier au niveau de l'incision verticale de la capsule externe trop généreuse.

La trop forte mise en tension du tendon transplanté qui porte M1 en valgus et laisse P1 basculer en dedans.

Une exostosectomie trop généreuse qui ampute la tête métatarsienne d'un secteur articulaire et crée ainsi un vide dans lequel bascule la première phalange.

La réduction excessive de la divergence des deux premiers rayons.

Traitement préventif

Tomeno passe le transplant sous le col du premier métatarsien et le fixe à la face interne de la capsule.

Groulier utilise un tunnel à deux diamètres, le tendon n'occupant que la partie externe (large) du tunnel et seuls les fils qui ont été faufileés dans le tendon passent à travers la partie interne (étroite) du tunnel.

Récidive du valgus phalangien

C'est la deuxième grande complication. Pratiquement, elle se voit :

soit dans les cas d'hallomégalie (pied égyptien). Ce genre de complication a disparu depuis que systématiquement les auteurs pratiquent un raccourcissement diaphysaire de la première phalange en présence d'une hallomégalie (fig 3 C) ;

soit dans les cas où le metatarsus varus dépasse 15 à 18°, et Groulier dans ces cas associe toujours une ostéotomie.

Ostéotomies phalangienne et métatarsienne

Ces gestes techniques ne sont pas en soi un traitement de l'HV, mais il faut les considérer comme un temps opératoire qui succède à la libération externe capsuloligamentaire de la métatarsophalangienne, au recentrage de la sangle sésamoïdienne et les ostéotomies ont pour but de corriger ou de compléter la correction de mauvaises positions phalangiennes ou métatarsiennes afin d'éviter la récurrence de la déformation, ces gestes étant exécutés essentiellement quand la réductibilité des lésions n'est pas obtenue suffisamment par les gestes exécutés sur les parties molles.

Depuis 20 ans l'avènement de la scie oscillante a coïncidé avec l'essor des ostéotomies. Les techniques se sont diversifiées, certaines d'entre elles ont prouvé leur efficacité par des statistiques importantes. Depuis 5 ans en France, une nouvelle ostéotomie est apparue : l'ostéotomie de Scarf, complétée récemment par celle de Weil : ces techniques suscitent l'adhésion de beaucoup de chirurgiens ; cet enthousiasme semble justifié mais le recul est encore faible : nous avons connu déjà des enthousiasmes semblables pour le McBride, l'ostéotomie en chevron. Ceci veut dire qu'il convient de prendre en considération ces techniques nouvelles mais peut-être faut-il leur demander la confirmation du temps pour leur donner toute la place qu'elles méritent.

Ostéotomie basale de P1 (fig 4)

C'est un geste techniquement très simple ; Giannestras, Gauthier, Lavigne et bien d'autres, en ont fait un geste de choix.

Protocole opératoire

Préalablement à l'acte technique, une analyse clinique et radiologique de la déformation (calques) est nécessaire pour définir avec précision l'angle de correction nécessaire.

On peut agir :

- soit sur l'angulation pour réduire le valgus phalangien ;
- soit sur la longueur dans les cas d'hallomégalie ;
- soit sur la rotation pour restaurer l'appui pulpaire du gros orteil.

Angulation seule

Pour réaliser l'angulation seule, le geste technique est spécialement simple : nous utilisons volontiers l'ostéotomie à charnière (fig 4 A).

Voie d'abord interne centrée sur la base de la phalange.

Isolement de la métaphyse basale de P1 mise à l'abri des parties molles, et en particulier tendons extenseur et fléchisseur, à l'aide de deux petits éleveurs à bec.

Ostéotomie à la scie oscillante au niveau de la métaphyse proximale (le choix de la métaphyse est justifié parce que la consolidation à ce niveau est spécialement rapide : 3 à 4 semaines). L'ostéotomie peut être faite à charnière avec conservation d'un pont ostéopériosté à la face externe de la diaphyse.

Résection d'un coin à base interne dont l'importance est fonction de la correction du valgus souhaitée.

Fermeture de l'angle ouvert en fracturant avec prudence l'élément osseux de la charnière externe.

Maintien de la coaptation des surfaces osseuses par un hauban en fil à résorption lente associé à l'effet d'un sabot plâtré modelé en position de correction du valgus.

Ostéotomie associée de correction du valgus, de raccourcissement et de dérotation (fig 4 B)

L'ostéotomie doit alors être totale, sans charnière, et après la correction souhaitée sera maintenue par une ostéosynthèse. Pour cela, le siège des deux traits de scie sera métaphysaire pour le trait proximal, diaphysaire pour le trait distal.

Le matériel d'ostéosynthèse dépend des habitudes de chaque chirurgien : petite broche fine en croix, vissage oblique, embrochage axial, petites agrafes peu importe..., ce qui compte c'est que P1 est un os de petite taille ; le matériel doit être parfaitement adapté et la mise en place réussie du premier coup sans fausse route.

L'immobilisation postopératoire peut faire confiance à la solidité de l'ostéosynthèse et se contenter d'un pansement associé à la marche avec une chaussure de Barouk ; pour certains, le patient ne doit pas appuyer sur l'avant-pied pendant 45 jours.

Ostéotomie basale de M1

Ostéotomie associée à une addition osseuse, cette technique est de pratique courante pour corriger un métatarsus varus de M1 quand celui-ci dépasse 15°.

Technique (fig 5)

Incision interne classique prolongée jusqu'à 2 cm au-dessus de la base de M1.

Dégagement par voie sous-périostée à la petite rugine courbe de la métaphyse basale de M1 ; deux petits élévateurs superficialisent la base métatarsienne.

Ostéotomie à la petite scie oscillante strictement localisée à la métaphyse. Le plan de coupe se fait de dedans en dehors en veillant à rester parallèle à l'obliquité de la surface articulaire cunéométatarsienne de dedans en dehors et d'arrière en avant (pour ne pas pénétrer dans l'articulation cunéométatarsienne). Section des corticales interne, supérieure, et inférieure, mais on respecte la corticale externe quand on ne pense corriger que le varus métatarsien.

Mise en place d'un greffon osseux : à l'aide d'une petite lame de lambotte introduite jusqu'à la corticale externe, on fait bâiller le trait d'ostéotomie en direction du bout du pied. Le geste doit être doux, pour ne fracturer que partiellement la corticale externe.

On peut prélever le greffon aux dépens de l'exostose : ce n'est pas la bonne méthode car le tissu est de mauvaise qualité, il ne dispose pas d'élément de corticale suffisamment solide pour stabiliser correctement le greffon et des expulsions ou des écrasements du greffon se voient souvent. Le greffon artificiel est peu utilisé car il entraîne des tassements secondaires.

Un greffon prélevé sur la crête iliaque comporte de la corticale et du spongieux particulièrement adaptés à l'ostéotomie basimétatarsienne si on fait le prélèvement dans la partie renflée de la crête iliaque. Ce greffon en coin se place corticale contre corticale, spongieux contre spongieux et se bloque spontanément quand l'ostéotomie a été faite à charnière jusqu'à 15° de correction ; au-delà de 15° il faut le stabiliser par un hauban pour éviter son expulsion (fig 5 A). On reproche à cette technique de ne corriger que le valgus ; c'est inexact. Si on oriente le plan de coupe de l'ostéotomie différemment, c'est-à-dire en commençant sur la partie haute de la face interne, on peut en y plaçant la partie large du coin, obtenir un abaissement de la tête métatarsienne et ainsi l'amélioration de l'appui pulpaire. Inversement, en commençant à la partie basse de la face interne, en plaçant à ce niveau la partie large du coin, on peut obtenir une élévation de la tête. En revanche, on ne corrige pas la rotation. La consolidation est obtenue en 45 jours en autorisant la marche avec une chaussure de Barouk ou un sabot plâtré.

Indication

L'ostéotomie basimétatarsienne n'est pas une méthode de traitement de l'HV, elle n'est qu'un geste, jamais utilisé isolément, mais associé à la libération des parties molles et, en cas d'hallomégalie, une ostéotomie de la base de P1.

On peut opposer à cette ostéotomie basimétatarsienne, l'ostéotomie dans le premier cunéiforme. Cette intervention a été faite par un certain nombre d'auteurs mais le nombre de cas opérés est encore trop faible pour qu'on puisse la décrire comme une méthode de choix ; elle doit encore être réservée aux spécialistes.

Si on désire faire une ostéotomie ajoutant à la correction le raccourcissement, l'allongement ou une rotation importante, l'ostéotomie ne peut se faire à charnière, mais avec section complète du métatarsien et ostéosynthèse pour stabiliser les fragments (fig 5 B).

Ostéotomie de Hohmann ^[3], ostéotomie sous-capitale du premier métatarsien

L'opération de Hohmann est totalement extra-articulaire. C'est une ostéotomie au niveau du col du premier métatarsien, cunéiforme, à base interne et inférieure : c'est donc une ostéotomie de varisation et de supination, de translation et de flexion. La fixation de l'ostéotomie par deux broches parallèles centromédullaires et un hauban transosseux autorisent la reprise immédiate de la marche avec appui, celui-ci étant protégé par une sandalette spéciale évitant toutes contraintes internes sur le gros orteil. Cette opération détermine un léger raccourcissement du premier métatarsien (5 à 10 mm) compensé fonctionnellement par l'ostéotomie de flexion qui améliore le contact au sol de la première tête métatarsienne et de la pulpe du gros orteil. La consolidation osseuse est obtenue en 2 à 3 mois. Copin, à Strasbourg, en a fait son opération préférée car elle permet de régler en un seul site extra-articulaire toutes les déformations de l'HV. Cette intervention donne régulièrement entre ses mains d'excellents résultats, et en particulier l'appui au sol de la pulpe du gros orteil objectivé par le test de la feuille de papier, est excellent dans 80 % des cas.

Technique opératoire (fig 6)

Incision interne classique, dégagement sous-périosté du col du premier métatarsien sans ouvrir l'articulation métatarsophalangienne. Le muscle adducteur du gros orteil qui a glissé en position plantaire, est désinséré distalement.

Ostéotomie. A la scie oscillante on résèque un coin à base inférieure et interne. Selon l'orientation des temps de coupe, l'opération de Hohmann permet de corriger en un seul site par un geste extra-articulaire, toutes les déformations de l'HV ; réalisant la varisation et la supination, ce qui corrige le valgus et la pronation du gros orteil, en ramenant les sésamoïdes à leur place et l'axe du gros orteil parallèle à l'axe général du pied, c'est-à-dire du deuxième métatarsien..... elle permet, fait particulier, une translation externe de la tête du premier métatarsien, diminuant la largeur du pied et annulant ainsi le metatarsus varus. Enfin, cette ostéotomie, par la forme du coin réséqué, réalise une flexion du col du métatarsien compensant le défaut d'appui du premier rayon et éliminant ainsi les métatarsalgies de transfert.

L'ostéotomie est stabilisée par deux broches parallèles pénétrant la partie interne de la tête métatarsienne et de la métaphyse et se stabilisant dans la cavité médullaire de la partie proximale du métatarsien, l'extrémité de la broche atteignant le bord externe de la base métatarsienne. Un hauban au fil à résorption lente permet de stabiliser le montage.

Suites opératoires : l'immobilisation plâtrée postopératoire conseillée par Hohmann n'a été utilisée que dans un tiers des cas par Copin, la reprise de la marche immédiate se fait à l'aide d'une sandalette spéciale afin d'éviter toute pression valgisante sur le gros orteil.

Cette intervention s'adresse à l'HV léger ou moyen, cependant dans les HV de plus de 40°, un certain nombre de récidives sont notées.

De plus, l'existence d'un hallux interphalangien associé supérieur à 15° nécessite d'associer une ostéotomie de P1.

Ostéotomie métatarsienne bipolaire ^[17]

Cette technique s'adresse électivement aux HV majeurs comportant un metatarsus varus grave pouvant aller jusqu'à 40 et 45°. Ces indications sont donc limitées en fréquence, mais un recul de 15 ans nous confirme leur fiabilité et leur place dans le protocole opératoire après réalisation de la libération externe et de la sangle des sésamoïdes. En effet, le metatarsus varus empêche la tête du métatarsien de venir se replacer normalement dans le berceau sésamoïdien et l'ostéotomie métatarsienne bipolaire rend possible la correction.

Principe (fig 7)

L'ostéotomie métatarsienne bipolaire associée (fig 7 A) :

ostéotomie juxtacéphalique avec soustraction d'un coin corticospongieux à base interne qui permet ainsi de replacer l'axe de la tête métatarsienne dans le prolongement de la diaphyse ;

ostéotomie d'ouverture basimétatarsienne avec addition d'un coin à base interne ;

utilisation pour l'addition du coin prélevé sur la métaphyse juxtacéphalique. Ainsi pour corriger un métatarsus varus de 40° il suffit d'un coin de soustraction juxtacéphalique de 20° qui, reporté ensuite au niveau de l'ostéotomie basimétatarsienne, permet la correction à $20 + 20 = 40^\circ$.

Technique

Difficile non, minutieuse oui, la technique se doit de respecter rigoureusement certains détails.

Voie d'abord

Incision longitudinale sur la face interne du premier métatarsien débordant de 1 cm l'interligne métatarsophalangien vers le bas et de 1 cm l'interligne cunéométatarsien vers le haut. Cette incision contourne par le haut le relief de l'exostose et ses réactions cutanées.

Libération de la sangle sésamoïdienne et des parties molles externes

La technique a été précédemment décrite et nous n'y changeons rien en dehors du fait qu'il convient, lors de ce temps opératoire, de respecter impérativement la zone d'insertion du ligament latéral externe sur la joue externe de la tête métatarsienne car elle coïncide avec la future charnière ostéopériostée.

Ostéotomie de soustraction métaphysaire juxtacéphalique (fig 7 A)

Présentation de la région métaphysaire distale à l'aide de deux petits élévateurs, l'élévateur supérieur protégeant le tendon extenseur.

Dessin au bistouri sur le périoste du coin de soustraction à base interne : c'est un temps important. Le premier trait débute à 2 ou 3 mm en arrière du cartilage céphalique et se dirige en dehors vers la zone d'insertion du ligament latéral externe sans l'atteindre. Le deuxième trait dessine, avec le premier, l'angle de soustraction souhaité (pour un métatarsus varus réclamant une correction de 40°, l'angle de soustraction sera de 20°), les deux traits se rejoindront en dehors en respectant une charnière corticopériostée qui sera ultérieurement fracturée (fig 7 A 1).

Avant de détacher le coin ostéopériosté, il convient avec une mèche fine montée sur minimoteur, de préparer à la limite de la tête et sur la diaphyse, deux passages pour les fils du hauban qui stabiliseront l'ensemble.

Le coin est alors détaché prudemment, il est corticospongieux, il présente une face proximale plus large que la distale, ce détail lui permettra de mieux jouer son rôle de greffon d'addition ultérieurement en s'adaptant parfaitement aux surfaces de l'ostéotomie basimétatarsienne entre lesquelles il devra s'insérer. En attendant ce temps ultérieur, il doit être conservé dans une boîte métallique et non dans une compresse car l'expérience prouve qu'une compresse, même précieuse, posée sur une table d'opération peut la quitter par inadvertance.

La fermeture du dièdre est obtenue en fléchissant doucement la corticale externe par appui de dehors en dedans sur la face externe de l'orteil. Dès qu'un

craquement se fait entendre, ne pas insister, passer le fil du hauban de haut en bas dans chaque trou préalablement réalisé de part et d'autre du foyer d'ostéotomie et pratiquer le serrage jusqu'à coaptation parfaite. On utilise un fil à résorption lente, ainsi l'axe de la tête se retrouve dans l'axe métatarsien (fig 7 A2).

Ostéotomie de la base métatarsienne par addition (fig 7 A3)

Présentation de la face interne de la métaphyse proximale à l'aide de deux petits élévateurs, le supérieur protégeant le tendon extenseur.

Trait unique d'ostéotomie à la scie oscillante s'arrêtant à 2 mm de la corticale externe afin de ménager une charnière ostéopériostée. L'orientation du trait doit être oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant pour rester parallèle à l'interligne cunéométatarsien et éviter une effraction dans l'articulation. Le trait doit respecter entre lui et la base métatarsienne un espace suffisant pour perforer un canal de haut en bas intéressant les deux corticales pour le fil de hauban qui ensuite empruntera un canal parallèle réalisé cette fois sur la partie diaphysaire du métatarsien.

Ouverture du trait d'ostéotomie : une petite lame de lamboite mince mais non flexible, est glissée dans le trait d'ostéotomie et inclinée doucement et lentement vers la tête métatarsienne en jouant sur l'élasticité de la charnière ostéopériostée jusqu'à ce que l'angle correspondant au greffon prélevé soit obtenu. Maintien d'ouverture à l'aide d'un petit davier appliqué sur la diaphyse métatarsienne. Le greffon est alors glissé doucement dans le dièdre et en laissant revenir la diaphyse métatarsienne, la coaptation se fait (bien veiller à placer la face proximale du greffon la plus large sur la face proximale du dièdre et la face distale du greffon moins large sur la face distale du dièdre : ainsi la coaptation se fera corticale contre corticale, précaution essentielle pour éviter le tassement du greffon).

Passage du fil du hauban de haut en bas respectivement dans chaque canal perforé, serrage soigneux.

Reconstitution du ligament latéral interne avec fixation osseuse

Suture

Suture du tissu cellulaire avec drainage de Redon fin, suture cutanée.

Pansement non circulaire (pour éviter que le sang séché ne fasse garrot avec la compresse ; mise en place d'un sabot plâtré laissant libre la tibiotarsienne et la mobilité des orteils ; au moment du séchage, un temps important, il faut placer sous le pied une planchette dont le plan doit être strictement perpendiculaire à l'axe de la jambe si l'on veut que le malade puisse marcher en équilibre. On termine enfin en fendant le plâtre sur le dos du pied pour éviter les douleurs en cas d'œdème postopératoire.

Le lever se fait le lendemain sans appui, le surlendemain avec appui talonnier ; l'appui progressif sur l'ensemble du pied bien à plat, se fera à partir du troisième ou quatrième jour pour devenir total au sixième jour. La montée de l'escalier se fait au septième jour.

Changement de plâtre au 12^e jour. La marche sera autorisée sans précaution spéciale, à l'abri du sabot plâtré qui sera porté jusqu'au 45^e jour.

Remarque : si le malade souffre c'est strictement anormal, il faut savoir pourquoi : ce peut être le pansement, le plâtre qui sont trop serrés, quelquefois ce peut être un débricolage, la radiographie doit le montrer : il ne faut pas laisser passer un tel incident car reprendre un malade précocement n'est pas grave, il est beaucoup plus grave d'être obligé de le faire tardivement.

L'ostéotomie bipolaire métatarsienne, pour correction de grands metatarsus varus, nous a paru plus efficace que la simple ostéotomie d'addition basimétatarsienne, l'avantage essentiel étant de corriger avec un greffon de 20°, une déformation de 40° puisque l'addition de 20° s'associe à la soustraction de 20°.

Des variantes permettent de corriger en même temps que le varus métatarsien, l'angle d'attaque du premier métatarsien au sol dans un plan vertical : il suffit de positionner différemment la charnière ostéopériostée au niveau de l'ostéotomie basimétatarsienne ; en la décentrant vers le bas on augmente l'angle d'attaque du métatarsien au sol, et inversement, en la décentrant vers le haut on peut obtenir une diminution de l'angle d'attaque.

Nous avons pratiqué déjà plusieurs centaines d'ostéotomies métatarsiennes bipolaires. Les mauvais résultats ne viennent que d'une mauvaise technique et les dangers de nécrose de la tête métatarsienne souvent mis en avant pour critiquer la méthode, n'existent pas si on respecte la zone d'insertion du ligament latéral externe. Un nombre infime de pseudarthroses a été constaté : elles ont toutes correspondu à des sujets qui avaient enlevé leur plâtre avant les 45 jours fatidiques et ceci doit être souligné, afin que la durée d'immobilisation plâtrée soit respectée.

Double ostéotomie (basimétatarsienne, basiphalangienne associées)

Particulièrement défendue par Delagoutte depuis 1982, Groulier, Moyen, elle s'intègre dans le cadre du réaxage osseux métatarsophalangien dont les ostéotomies sont un temps osseux après la libération capsuloligamentaire métatarsophalangienne classique.

Technique opératoire (fig 7 B)

Le geste se fait par voie d'abord externe.

Ostéotomie basimétatarsienne

La section osseuse se fait dans la région métaphysaire proximale. L'ostéotomie est voulue « bicorticale » afin de pouvoir mobiliser le fragment distal et corriger non seulement le varus métatarsien mais aussi, quand elle existe, la chute de la tête métatarsienne en diminuant l'angle d'attaque au sol. C'est une ostéotomie d'addition par mise en place d'un coin interne prélevé aux dépens de l'exostose.

Ostéotomie phalangienne

Elle est réalisée au tiers proximal de la phalange, c'est-à-dire métaphysodiaphysaire. Si elle doit comporter un effet de varisation par résection d'un coin interne, celui-ci doit être justement calculé car il faut à tout prix éviter l'excès de varus de la phalange.

Stabilisation des fragments osseux

Après réduction par un alignement sur broche de 12/10^e de mm : nous nous trouvons en présence de quatre fragments : deux d'origine phalangienne et deux d'origine métatarsienne qu'il faut réaligner correctement pour assurer la congruence métatarsophalangienne optimale : la broche est introduite dans le foyer d'ostéotomie phalangien, d'abord d'arrière en avant en la faisant ressortir par la pulpe du gros orteil. A l'aide de daviers les quatre fragments sont alors maintenus dans l'alignement désiré et la broche poussée d'avant en arrière jusque dans la diaphyse métatarsienne en bloquant temporairement l'articulation métatarsophalangienne. Les sésamoïdes se placent d'eux-mêmes sous la tête métatarsienne en même temps que le métatarsus varus se corrige par ouverture du foyer d'ostéotomie métatarsien où sera inséré un coin osseux à base interne taillé aux dépens de l'exostose (lors de l'alignement, il faut veiller à éviter la bascule plantaire de la base de P1).

On termine ensuite la stabilisation métatarsienne par deux broches en croix : l'une, de 12 à 15 cm dirigée à partir de la coupe de l'exostosectomie en haut, va

en arrière et en dehors pour se ficher dans les os du médiotarse. L'autre broche est mise à partir de la base du métatarsien, dans sa partie interne, et dirigée obliquement en avant et en dehors en prenant la partie la plus importante du fragment distal du premier métatarsien. La capsule plantaire est enfin réinsérée sur la face latérale du métatarsien grâce à deux points transosseux passés à l'angle dorsolatéral interne de la tête métatarsienne. Ainsi se fait la stabilisation capsule et sésamoïde. La capsule dorsale est suturée en paletot.

Suture cutanée, pansement compressif, surélévation du membre opéré sont effectués.

L'appui talonnier est autorisé le lendemain, pansement au quatrième jour.

Cette technique d'ostéotomie a donné à Delagoutte des résultats stables ; ils sont acquis en 6 mois pendant lesquels il existe très souvent des troubles trophiques, algodystrophiques.

Il signale dans sa série une seule ostéonécrose de la base de P1 par ostéotomie trop proximale.

C'est un geste donc fiable, mais les troubles trophiques rencontrés par Delagoutte doivent nous faire réfléchir (le caractère « bicortical » des ostéotomies et la stabilisation obligatoire par brochage de tout le premier rayon sont peut-être une cause de ces troubles trophiques).

Ostéotomie diaphysaire de Scarf [1]

Décrite pour la première fois en 1976 par Burutaran (Espagne), utilisée par Zygmund et Gudas en 1982 et très largement depuis 1984 par Weil (Chicago), elle fut introduite en France par Barouk en 1991 et elle est à la fois pratiquée régulièrement et défendue par le groupe Pied Innovation (Barouk, Bordeaux ; Augoyard, Lyon ; Peyrot, Lyon ; Maestro, Nice ; Ragusa, Grenoble ; Valtin, Paris ; Benichou, Montpellier).

La qualité et la précision de ses résultats ont fait son succès et ses indications se sont élargies progressivement aux dépens des autres techniques. L'épreuve du temps cependant n'est pas encore terminée.

Idée directrice : le protocole opératoire comporte, comme dans beaucoup d'autres techniques, des gestes classiques

- libération externe ;
- exostosectomie ;
- ligamentoplastie interne visant l'équilibration ligamentaire, mais l'ostéotomie de Scarf a pour caractéristique d'être une ostéotomie diaphysaire du premier métatarsien, longitudinale et axiale, à géométrie variable permettant de corriger et de maintenir corrigés tous les défauts de désaxage de l'HV, cette ostéotomie est fixée par une ostéosynthèse spécifique utilisant un matériel spécialement étudié pour elle.

Elle permet de conserver ou de rétablir le parallélisme des interlignes articulaires de la MP et de l'articulation P1-P2.

Technique opératoire

Libération externe

Elle doit être décrite car elle diffère de celle pratiquée dans la libération externe classique de l'opération de McBride :

- la voie d'abord est externe, intermétatarsienne, et expose le premier espace grâce à l'écarteur d'Inge modifié ;
- libération du sésamoïde externe en respectant la petite artère située

derrière lui, et surtout, le ligament latéral externe en passant entre sésamoïde et ligament latéral externe et en laissant le tendon de l'abducteur du gros orteil attaché au sésamoïde ;

la section du tendon de l'abducteur du gros orteil sera pratiquée au niveau de son insertion phalangienne ;

en cas de grande déformation, on est conduit à désinsérer les fibres externes du court fléchisseur du gros orteil.

Exostosectomie

Ce geste sera fait par une voie d'abord interne classique, longue de 8 à 10 cm car elle devra permettre également l'ostéotomie métatarsienne, voire l'ostéotomie phalangienne.

Cette exostosectomie doit être faite par section à la scie oscillante selon un plan tangent à la face interne de la diaphyse ; elle doit être suffisante pour ne laisser aucune saillie, source de conflit ultérieur avec la chaussure, mais elle doit s'arrêter, comme il est classique, au sillon interne de l'exostose à la jonction cartilage/os, afin de ne pas déséquilibrer l'articulation métatarsophalangienne (cette exostosectomie va faciliter le contrôle de la face dorsale du col du premier métatarsien où doit débiter le trait d'ostéotomie immédiatement au-dessous de la corticale dorsale du col).

Ostéotomie de Scarf (fig 8)

La qualité de l'opération et ses possibilités de correction dépendent avant tout de l'orientation du trait de coupe.

Coupe longitudinale

Le trait de coupe commence sur la corticale interne du métatarsien, son extrémité antérieure est à 2 mm en arrière du cartilage de la tête métatarsienne et juste sous la corticale dorsale du col (**fig 8 A**).

Remarque : la précision de ce trait est immuable car la face latérale est la grande lame sagittale qui se comporte comme une poutre solide : c'est elle qui va tenir solidement tout le fragment inférieur avec la tête de M1 et c'est pour cette raison que l'on pourra déplacer la tête et le fragment inférieur sans risque de rupture.

La topographie de ce trait d'ostéotomie explique que le geste soit sans danger pour la vascularisation sachant qu'il faut impérativement respecter la zone plantaire entre le col et la diaphyse, de même qu'il faut respecter la petite artère qui glisse sur le col au moment où on dégage la tête médialement.

Tous ces détails sont importants à respecter, l'opération est exigeante, précise et l'à-peu-près n'est pas tolérable.

Sur la corticale externe

Sur la corticale externe, la situation du trait est variable, plus ou moins haute ; elle conditionnera, par sa position, le déplacement de la tête soit vers le haut, ce qui est rarement nécessaire, soit vers le bas, ce qui est habituel. Lors de la coupe, la scie est donc de façon habituelle orientée en direction du cinquième métatarsien (**fig 8 B**).

Traits transversaux

Un trait postérieur intéressera le fragment inférieur, il est oblique de dehors en dedans et d'avant en arrière, faisant 45° avec l'axe du premier métatarsien (c'est à ce niveau que l'on pourra réaliser un raccourcissement).

Le trait antérieur fait 90° avec l'axe du métatarsien, il permet l'allongement ou le raccourcissement.

Déplacement des fragments supérieur et inférieur l'un par rapport à l'autre

L'ostéotomie de Scarf va permettre, par le déplacement du fragment inférieur porteur de la tête métatarsienne, de corriger tous les vices d'axes de l'HV (fig 8 C).

La translation du fragment inférieur porteur de la tête métatarsienne corrige le varus métatarsien si bien que la tête vient se repositionner sans aucune difficulté sur les sésamoïdes.
Une translation latérale plus importante en arrière qu'en avant permet de réaliser une rotation interne de la surface articulaire.
Une translation plus importante en avant qu'en arrière réalise une rotation externe (rarement utilisée).

L'obliquité du trait horizontal à 25° de dedans en dehors et de haut en bas abaisse la tête.

La résection au niveau des extrémités de chaque fragment d'une quantité plus ou moins importante d'os, permet le raccourcissement avec un effet de détension sur l'articulation métatarsophalangienne.

Le glissement des fragments l'un par rapport à l'autre, le supérieur vers le haut et l'inférieur vers le bas, permet l'allongement du premier métatarsien.

L'utilisation des variantes de l'ostéotomie de Scarf peut paraître techniquement délicate et difficile. Il n'en reste pas moins que la précision du geste donne à cette ostéotomie des possibilités qu'aucune autre ostéotomie ne donne. Il convient d'en avoir étudié et compris chaque détail avant de la réaliser. Elle impose par ailleurs qu'avant de prendre le bistouri en main, on ait analysé parfaitement par l'examen clinique et les radiographies, les éléments de la déformation et la correction souhaitable de l'HV.

Fixation

La stabilisation avant vissage se fait à l'aide d'un davier de Jospin modifié, dont le bec inférieur est plus long que le supérieur, avec une obliquité de 20° par rapport au supérieur lors de la prise des deux fragments. La stabilisation ainsi est parfaite (le bon instrument permet de faire le bon chirurgien et la bonne stabilisation) (fig 8 C).

La fixation nécessite la mise en place préalable de broches guides qui dirigeront ensuite la mèche puis les vis. Les broches guides sont des broches de Kirchner 10/10^e pénétrant de haut en bas, d'abord la corticale dorsale, puis la corticale plantaire ; elles sont placées de part et d'autre du davier, la broche proximale doit perforer les deux corticales du fragment supérieur puis la corticale inférieure : ceci permet d'éviter la perte de correction au moment du serrage de la vis.

Sur ces broches glisseront, d'abord la mèche perforée de Scarf puis la vis perforée de Scarf. La vis est percée, et grâce au tournevis percé de Scarf, la vis trouvera automatiquement la perforation de la corticale inférieure. La tête de vis est totalement enfouie sous la corticale et son ablation ultérieure ne sera pas nécessaire.

Résection antéro-interne de la partie du fragment inférieur qui déborde de la tête

Le geste se fait à la demande.

Réfection et rétention capsulaire interne

On réalisera, comme dans les autres techniques, une ligamentoplastie interne avec résection capsulaire du ligament latéral interne et décalage de la suture du ligament latéral interne dans les cas de grand déplacement. Le matériel utilisé est l'Erce dex n° 2.

Ce temps opératoire parachève la réduction de l'HV, la reposition des sésamoïdes, mais en principe il ne doit pas être nécessaire de « forcer » sur la rétention capsulaire pour obtenir le résultat.

A ces temps opératoires propres de l'ostéotomie de Scarf, peut s'ajouter la nécessité d'une *ostéotomie phalangienne* avec ses trois possibilités de varisation, de dérotation, de raccourcissement (indispensable dans l'hallomégalie) mais aussi pour mettre fin à « l'effet de bielle » du valgus phalangien, élément déterminant dans l'évolution de l'instabilité métatarsophalangienne et cause de récurrence de l'HV.

L'ostéotomie de Scarf apparaît comme un geste qui, s'ajoutant aux autres gestes bien classiques de libération de la sangle sésamoïdienne, d'ostéotomie phalangienne, de ligamentoplastie interne, permet de corriger de façon totale tous les désaxages métatarsophalangiens. La technique n'est pas difficile, elle est minutieuse et doit respecter scrupuleusement son protocole, utiliser l'instrumentation spécifique qui s'y rapporte si l'on veut bénéficier de tous ses avantages.

Suites opératoires

Pansement simple, sabot plâtré pendant 4 jours, marche avec une chaussure type II de Barouk à compter du cinquième jour, ablation des fils à la troisième semaine, ensuite petit bandage jusqu'au 45^e jour.

Diebolt attache beaucoup d'importance à la rééducation avec attelle dynamique à la façon de Kleinert.

Complications

La majorité des complications est due à ce que le protocole opératoire n'a pas été suivi rigoureusement.

Incident dû au matériel d'ostéosynthèse

Barouk avait constaté des ruptures de la vis au niveau du collet avec le matériel utilisé au début de son expérience. L'ostéosynthèse est assurée par deux ou trois vis de 2,2 mm de diamètre. Le serrage des vis doit être suffisant pour une coaptation stable mais ne pas être excessif car il aboutirait à relever la tête métatarsienne.

Défaut de correction

La qualité de la correction dépend de la précision de la coupe, elle-même conditionnée par l'analyse parfaite des défauts et ainsi de la correction à réaliser. Le potentiel de correction de ce procédé est énorme, mais encore faut-il l'utiliser avec précision.

Instabilité du montage

Dans les grandes déformations, trois vis sont nécessaires. Dans les déformations mineures, deux vis suffisent. Le serrage doit être correct, ni peu, ni trop.

La qualité de l'os intervient. Weill proposait cette technique jusqu'à 55 ans, mais l'expérience du groupe Pied Innovation montre qu'elle peut être étendue à la tranche entre 55 et 65 ans car la large surface de contact permet une consolidation rapide et si, dans les suites opératoires, on constate une instabilité du montage, il faut réintervenir et ensuite faire une immobilisation par un sabot plâtré (pourcentage de fracture postopératoire 0,9).

Complications vasculaires

Les hématomes postopératoires sont rares si l'hémostase a été rigoureuse pendant l'intervention et après la levée du garrot. Le drainage du plan de décollement par un drain aspiratif évite l'hématome.

Nécrose osseuse

Il ne doit pas y avoir de nécrose osseuse si on respecte les règles du protocole : ne pas dépérioster la face inférieure du métatarsien dans la zone métaphysaire sur 15 mm entre le col et la diaphyse et respecter la petite artère qui passe derrière le sésamoïde externe ainsi que la petite artère qui passe sur le col du premier métatarsien (pourcentage : 0,18) (F infection : 0,6 %).

Récidives

Dans l'expérience des auteurs, les récidives sont rares : il faut savoir analyser leurs causes : insuffisance de translation, mais parfois insuffisance de remise en tension du ligament latéral interne.

Arthroplastie de l'articulation métatarsophalangienne du gros orteil

L'arthroplastie de la métatarsophalangienne du gros orteil est un geste thérapeutique s'adressant aux surfaces articulaires altérées et source de douleur et d'enraidissement. Elle doit donc s'intégrer dans un protocole opératoire comportant également une libération des parties molles, un recentrage de la sangle des sésamoïdes, une équilibration des éléments tendineux, musculaires et capsulaires corrigeant les désaxages osseux.

Deux procédés sont habituels :

l'arthroplastie type Keller-Brandes où la résection osseuse porte uniquement sur la base de P1 associée ou non à la mise en place d'une interposition inerte ;

l'autre procédé est l'arthroplastie métatarsophalangienne dite de Swanson pour laquelle la résection osseuse porte essentiellement sur la tête de M1, accessoirement sur la base de P1, et qui comporte ensuite obligatoirement une interposition par prothèse en Silastic®.

Arthroplastie métatarsophalangienne de Keller - Brandes

A l'origine (1904), cette arthroplastie avec résection de la base de P1 avait surtout pour but de raccourcir P1 et de permettre ainsi plus facilement la réduction des désaxages métatarsiens et phalangiens, la stabilisation de la réduction étant obtenue par un geste de recentrage de la sangle des sésamoïdes et un cerclage fibreux (Lelièvre).

A présent l'opération de Keller - Brandes a subi une éclipse ; on retient surtout d'elle le recentrage de la sangle sésamoïdienne partie prenante de pratiquement toutes les techniques imaginées depuis et on a abandonné la résection de la base de P1 en raison d'échecs dus essentiellement à la difficulté d'apprécier quantitativement la résection à proposer.

Le geste d'arthroplastie mérite d'être connu cependant avec ses difficultés et ses possibilités.

Technique

Voie d'abord axiale, interne, classique, centrée sur la métatarsophalangienne du gros orteil.

Incision longitudinale de la capsule à sa face interne et dégagement de la tête du métatarsien et de la base de la première phalange.

Résection de la base de P1. Réalisé au petit ciseau frappé à l'aide d'une petite scie oscillante, ce geste ne présente aucune difficulté apparente, mais le choix de l'importance de la résection est délicat :

résection trop économique : la réduction de l'HV se fait en force et l'enraidissement est la règle : c'est l'échec ;

résection trop large : la réduction de l'HV est aisée, l'articulation retrouve sa mobilité, mais le déséquilibre de longueur entre l'appareil squelettique et l'appareil tendino-ligamento-musculaire rend ce dernier inefficace et la flexion active de la métatarsophalangienne devient impossible. Il n'y a plus d'appui pulpaire, le report des charges se fait sur le deuxième ou le troisième métatarsien et crée des symptômes de métatarsalgies.

D'un point de vue pratique, un raccourcissement de 7 mm supprime l'appui pulpaire, à 6 mm il y a appui pulpaire mais sans force, à 5 mm l'appui redevient efficace, c'est dire que la marge de tolérance dans l'exécution est faible mais significative et correspond à la nécessité du respect des insertions capsulaires et tendineuses sur la base de P1.

Regnaud remplaçait sur la tranche osseuse de P1 un disque mince ostéocartilagineux avec un tenon osseux taillé dans la pièce de résection en espérant une revitalisation spontanée (fig 9 A).

Dans la même ligne de pensée, l'idée d'interposition s'est concrétisée avec la technique de la « prothèse bouchon en Silastic® » cylindre avec une tigelle axiale destinée à être placée dans le canal médullaire de P1 pour stabiliser cette prothèse. L'avantage est l'indolence, le risque est l'intolérance avec le temps, risque qui a poussé les chirurgiens à ne proposer cette technique que chez les personnes âgées.

Exostosectomie à la demande (ne pas pécher par excès). Libération de la sangle des sésamoïdes à la face externe de la tête métatarsienne. Repositionner la tête métatarsienne sur le berceau des sésamoïdiens. Remise en tension de l'appareil capsuloligamentaire interne par cerclage fibreux à appui transosseux en décalant les lambeaux pour réorienter correctement l'axe métatarsophalangien du premier rayon en utilisant un fil à résorption lente.

Suture cutanée sur un minidrainage, pansement légèrement compressif ; le plâtre est rarement proposé et son utilisation ou non ne fait pas de différence significative dans les résultats.

Suites opératoires

Lever au deuxième ou troisième jour ; ablation des fils au 12^e-15^e jour ; rééducation de l'articulation métatarsophalangienne nécessaire le plus tôt possible en fonction de la douleur, au besoin en la réalisant douce et sous traction axiale au début pour éviter précisément la douleur.

L'appui complet est autorisé en fin de réaction douloureuse.

Résultats lointains : comparée aux autres méthodes, celle-ci est moins bonne : 45 % seulement de bons résultats, 40 % de douleur persistante, dans la plupart des cas mobilité réduite de moitié. En fait, ces résultats ne doivent pas être considérés comme rédhibitoires car les cas qui justifient l'emploi de cette technique sont des cas rares où l'altération articulaire impose l'arthroplastie ; en revanche, les cas sans altération articulaire où la résection de la base de P1 aurait pour rôle essentiel de pouvoir aligner le premier métatarsien et la phalange, doivent abandonner cette méthode au profit d'autres procédés plus efficaces et moins pénalisants.

Arthroplastie métatarsophalangienne par prothèse de Swanson ^[18] (fig 9 B)

Dérivée de l'arthroplastie pour altérations métacarpophalangiennes au niveau de la main, cette technique avait été initialement proposée pour les articulations métatarsophalangiennes détériorées par la polyarthrite et ensuite seulement, l'HV est entré dans son indication précisément dans les cas où la surface articulaire gravement détériorée ne permettait pas l'utilisation d'opération conservatrice.

La prothèse de Swanson comporte un corps d'interposition en Silastic® dont la stabilisation est confiée à deux tiges axiales, l'une dans l'axe du canal médullaire phalangien, l'autre dans l'axe du canal médullaire métatarsien. Des modèles de tailles progressives permettent de répondre aux exigences des variétés anatomiques.

Technique

Abord interne classique en regard de la métatarsophalangienne.

Dégagement modéré de la base de P1 et de la tête du premier métatarsien après capsulotomie longitudinale.

Résection très modeste uniquement cartilagineuse de la base de P1 et résection du tiers distal de la tête métatarsienne (section perpendiculaire à l'axe du métatarsien).

Forage des canaux médullaires de P1 et de M1 pour préparer la réception des tiges de la prothèse en usant de fantômes d'essais pour s'adapter aux tailles variées de la prothèse ; les types 1, 2 et 3 sont habituellement utilisés avec une prédominance très nette du type 2.

Mise en place de la prothèse qui doit se faire sans effort, les surfaces de la partie articulaire proprement dite reposant à plat sur les coupes osseuses.

Temps capsuloligamentaire inspiré de la libération et de la remise en tension de la capsule et de la sangle des sésamoïdes, équilibration de l'axe métatarsophalangien (utilisation de fils à résorption lente).

Suites opératoires

Pansement légèrement compressif, lever au deuxième ou troisième jour, au quatrième jour mettre en place une orthèse moulée (Polysar) ; l'appui sur l'avant-pied est autorisé progressivement au bout de 1 mois avec une semelle orthopédique à appui rétrocapital.

La rééducation doit être commencée dès le deuxième jour avec des massages des membres inférieurs et prolongée souvent 2 à 3 mois.

Cette arthroplastie est caractérisée par son évolution indolore, la mobilité qu'elle donne à l'articulation, qui est cependant rarement supérieure à 50 % de la normale au bout de quelques mois, mais cette mobilité se fait dans les « angles utiles » et l'implant joue parfaitement son rôle « d'espaceur » indispensable pour la pérennité d'une néoarticulation.

Le risque est représenté essentiellement par la tolérance et la résistance du matériau à la fatigue dont les défaillances s'expriment radiologiquement par l'élargissement du canal médullaire en regard des tiges de l'implant, parfois la fracture d'une tige à sa base ; on a parlé de « maladie du Silastic® » avec fibrose réactionnelle histologique ; les cas semblent rares actuellement mais il n'en reste pas moins que la tendance est de proposer ce type d'arthroplastie avec prothèse aux sujets âgés réclamant une activité réduite. L'arthrodèse chez les sujets plus jeunes est une concurrente redoutable de cette intervention.

Arthrodèse de la première métatarsophalangienne pour hallux valgus

L'arthrodèse de l'articulation métatarsophalangienne n'est pas un traitement de l'HV lui-même mais plutôt une solution de nécessité lorsque les lésions cartilagineuses de l'articulation sont devenues irréversibles (spontanément ou à la suite d'échecs thérapeutiques itératifs). (Un HV dans sa forme majeure, même avec un métatarsus varus très important, n'est pas en soi une raison de sacrifier la mobilité articulaire, les gestes thérapeutiques capsuloligamentaires et de réorientation osseuse peuvent traiter la lésion avec de bons résultats dans la mesure où le cartilage est encore intact).

Nos collègues anglo-saxons utilisent très volontiers cette intervention, et si en France elle est encore l'objet d'opinions divergentes, on doit reconnaître que ceux qui l'utilisent ont vu leurs résultats s'améliorer avec leur expérience, ce qui les a conduits à étendre leurs indications, mais également à bien préciser les conditions dans lesquelles l'arthrodèse doit être proposée et réalisée.

Le déroulement du pas en sa phase terminale fait intervenir la flexion dorsale de la tibiotarsienne, de la médiotarsienne, de la métatarsophalangienne et également, de l'articulation interphalangienne P1-P2.

L'arthrodèse métatarsophalangienne limite considérablement la flexion dorsale globale du pied, ce qui veut dire que la tibiotarsienne, la médiotarsienne et l'articulation P1-P2, doivent compenser ce déficit, ce qui veut dire aussi que toute raideur de la tibiotarsienne, médiotarsienne ou articulation P1/P2 est une contre-indication à l'arthrodèse métatarsophalangienne.

Le positionnement de la première phalange par rapport au premier métatarsien doit être parfaitement réfléchi. Meary l'avait déjà fort bien défini :

 dans un plan horizontal le valgus du gros orteil doit être de 20° chez l'homme, de 20 à 25° chez la femme, afin de permettre un chaussage correct ;

 dans le plan sagittal la flexion dorsale doit être de 20 à 25° chez la femme, de 20° chez l'homme. Ceci est très important car toute insuffisance de flexion dorsale expose à un excès d'appui mal toléré sur la première phalange, et à l'inverse un flexum dorsal excessif réduit l'appui pulpaire, expose à des métatarsalgies secondaires, crée des douleurs de contact entre le dos de la première phalange et le bout de la chaussure avec réactions certaines (épaississement, kératose et cors) ;

 dans le plan frontal l'appui pulpaire, pour être satisfaisant, doit être neutre, ni en rotation externe, ni en rotation interne.

Par ailleurs, il ne faut pas seulement penser « gros orteil » mais l'intégrer dans l'ensemble de l'avant-pied. Par exemple : il conviendra de traiter un deuxième orteil en marteau préalablement à l'arthrodèse proprement dite afin d'avoir une longueur de référence et de veiller à éviter un excès de longueur du gros orteil (hallomégalie), l'idéal étant d'obtenir en fin d'intervention une égalisation des deux premiers orteils. En pratique, le protocole opératoire de l'arthrodèse devra être précisé avant l'intervention en analysant non seulement l'état du gros orteil, mais aussi de l'avant-pied, du pied, enfin des habitudes de chaussage du sujet (la hauteur du talon). Dans les cas difficiles et pour mieux faire comprendre au malade ce que pourra lui apporter l'opération, on peut parfaitement lui proposer une immobilisation du gros orteil dans une petite résine, afin qu'il puisse prendre sa décision en toute connaissance de cause (habituellement les sujets jeunes, les sujets présentant un enraidissement de la tibiotarsienne ou de l'articulation P1/P2, ou encore présentant un pied creux important, ne sont pas des cas favorables à l'arthrodèse).

Technique opératoire (fig 10)

Voie d'abord interne classique

Elle se fait à cheval sur la métatarsophalangienne à la limite peau dorsale-peau plantaire. A sa partie haute, Groulier incurve l'incision vers le bas pour avoir un jour plus important sur la zone opératoire et une facilité pour l'ostéosynthèse.

sensitifs).

Arthrolyse de métatarsophalangienne

Dégagement de la base de P1 au-delà de son tubercule interne, de la tête de M1 jusqu'au niveau du col ; ensuite libération de la sangle sésamoïdienne sur sa face externe jusqu'à ce que la tête de M1 refoulée puisse être replacée sans effort au-dessus des sésamoïdes. En principe on ne réalise pas l'exostosectomie d'emblée, ce dernier geste étant reporté à la fin de l'intervention pour conserver au maximum, lors des tailles et des manipulations, des corticales solides.

Avivement des surfaces articulaires phalangiennes et métatarsiennes

S'il n'y a pas d'hallomégalie, on peut parfaitement réaliser une simple abrasion des surfaces articulaires, geste facilité par l'utilisation d'un jeu de fraises respectivement mâles et femelles pour la phalange et pour la tête métatarsienne (Groulier). L'avivement de la tête métatarsienne doit respecter sa face inférieure articulaire pour conserver le cartilage en regard des sésamoïdes.

S'il y a hallomégalie, après avoir choisi et vérifié la position parfaite de la phalange par rapport au métatarsien, on fixe cette position par une broche fine ; on amorce un trait de coupe parallèle de part et d'autre de l'interligne jusqu'au contact de la broche. Réalisé à la scie oscillante, il doit être réussi du premier coup. Ces traits de coupe seront ensuite complétés après le retrait de la broche (fig 10 C).

S'il y a perte de substance au niveau de l'articulation métatarsophalangienne (souvent après des interventions itératives), il faut interposer un greffon corticospongieux de taille adaptée avant de réaliser la fixation.

Vérification de l'orientation de l'arthrodèse

C'est un temps capital car le résultat fonctionnel en dépend. Il faut vérifier :

que le valgus phalangien soit de 15 à 20° chez l'homme, 20 à 25° chez la femme. Pour Groulier (1994) il vaut mieux pécher par excès que par défaut pour éviter tout conflit avec la chaussure ;

que dans le plan sagittal, la flexion dorsale de P1 sur M1 soit de 20 à 25° chez la femme, de 20° chez l'homme (Groulier préfère 25 à 30° chez la femme et 20 à 25° chez l'homme) (fig 10 A) ;

et qu'enfin, la rotation du gros orteil a été corrigée lors du refoulement de la tête sur le berceau des sésamoïdes. Vérifier également que les extrémités des premier et deuxième orteils sont au même niveau.

Ce temps de vérification est absolument capital et c'est seulement après cette vérification que l'ostéosynthèse peut être envisagée.

Ostéosynthèse

C'est un temps opératoire important et minutieux qui doit être réussi du premier coup et la condition préalable est d'utiliser le matériel adapté pour cette chirurgie des petits os (mèches, taraud, vis autotaraudeuses, minimoteur).

Chaque chirurgien a ses habitudes :

on peut immobiliser par une seule vis postéroantérieure associée ou non à une petite broche antirotatoire (Groulier) (fig 10 C) ;

deux broches ou deux vis en croix (l'exostosectomie sera économique pour respecter les points d'appui des vis ou broches) (fig 10 B) ;
agrafes isoélastiques.

Les précautions d'immobilisation postopératoire sont variables selon les chirurgiens :

certains chirurgiens, confiants dans un montage très solide, suppriment toute immobilisation et se contentent d'un pansement matelassé et d'un appui soulagé ;

la chaussure de Barouk permettant un appui exclusif sur le talon laissant l'avant-pied libre, est une solution suivie par beaucoup.

Complications propres à l'arthrodèse métatarsophalangienne (en dehors de l'infection, de l'hématome postopératoire et de la phlébite)

Pseudarthrose vraie

La pseudarthrose vraie est douloureuse, souvent due à une synthèse insuffisante avec débricolage et un terrain défavorable (après ablation d'une prothèse en silicone, les tissus osseux sont particulièrement hostiles à la réhabilitation). La réintervention s'impose avec avivement, souvent apport de tissus osseux de complément, un montage solide, et si par malheur la pseudarthrose était infectée, un système de coaptation type Charnley permettra de rattraper la situation.

Vice de positionnement

En dépit de toutes les précautions préalables, il arrive que le vice de positionnement soit dans le valgus, la flexion dorsale, la rotation métatarsophalangienne :

l'erreur en valgus (elle est rare) est souvent bien tolérée et s'exprime par un conflit en général modéré, avec la chaussure. Le port de chaussures tressées est souvent la solution la plus simple, et dans les cas excessifs, un geste de retouche est nécessaire ;

l'erreur dans le plan sagittal est beaucoup plus dommageable : une flexion dorsale insuffisante détermine un hyperappui douloureux sous la tête de P1 et une douleur ; une flexion dorsale excessive détermine un conflit douloureux sur la face dorsale de l'interphalangienne au contact de la chaussure et un défaut d'appui pulpaire à l'origine de métatarsalgies médianes. Il faut réintervenir pour réorienter correctement la phalange ;

l'erreur dans le plan frontal, c'est-à-dire l'absence de correction de la rotation axiale métatarsophalangienne, aboutit à une hyperpression, en général sur la face interne de l'interphalangienne, source de phénomènes douloureux et de durillon.

Douleur élective dans l'interphalangienne P1-P2

Le plus souvent, il s'agit d'altération de l'articulation ou de raideur partielle antérieure à l'intervention (il aurait fallu reconnaître à temps la lésion). On peut être amené à réaliser une résection économique de la base de P2 à visée arthroplastique.

Troubles statiques associés à l'hallux valgus

Un certain nombre de mauvais résultats sont induits par les troubles statiques associés à l'HV et qui n'ont pas été corrigés :

étalement de la palette métatarsienne ;
pied plat ;
avant-pied varus.

Curvale signale d'une façon générale, que les résultats sont significativement moins bons quand le raccourcissement du premier rayon a abouti à un pied grec.

Ceci prouve une fois de plus que la chirurgie de l'HV, d'une façon générale et spécialement en matière d'arthrodèse de la métatarsophalangienne, doit tenir compte non seulement de l'HV, mais également de l'ensemble du pied.

Haut de page

INDICATIONS THÉRAPEUTIQUES

Si le chirurgien admet qu'il ne doit pas être l'otage d'une technique unique et préférentielle, si avant de décider de son protocole opératoire il a identifié les lésions anatomopathologiques et les perturbations physiologiques qui caractérisent l'HV qu'il va opérer, le choix des gestes nécessaires s'impose et devient, sinon simple, du moins logique dans sa démarche.

La gravité de l'HV est certes jugée par le malade lui-même (douleur, chaussage, gêne, esthétique) mais aussi par un bilan chirurgical de l'HV :

- la mesure exacte des désaxages osseux (valgus phalangien, metatarsus varus, rotation phalangienne) ;
- le degré de décentrage de la sangle sésamoïdienne par rapport à la tête du premier métatarsien (radiographie : incidence de Guntz) ;
- la réductibilité apparente des désaxages à la fois préopératoire et quelquefois aussi, peropératoire.

Il faut ajouter à ces éléments objectifs le bilan des éléments préexistants à l'HV :

- pied égyptien, hallomégalie ;
- valgus de P2 ;
- metatarsus varus constitutionnel ;
- vide interdigital après amputation d'un orteil ;
- hyperlaxité générale ;
- existence d'un pied plat ou d'un pied creux.

Hallux valgus mineur

Il s'agit souvent d'une femme jeune où douleur et esthétique sont au premier plan, aggravées d'ailleurs par l'entêtement à porter des chaussures étroites.

La réduction manuelle du désaxage est en général totalement obtenue.

Le choix thérapeutique est assez simple :

- l'exostosectomie à elle seule rendra à la malade son sourire, mais ce n'est que le traitement du symptôme et non de la cause, il sera donc temporaire dans ses effets ;
- la rééquilibration de l'axe métatarsophalangien par libération des parties molles et recentrage de la sangle sésamoïdienne suffisent le plus souvent à corriger parfaitement l'HV.

Certes il y aura toujours des discussions chirurgicales sur le meilleur procédé à utiliser, les « fans » du Petersen, du McBride, ou même du Giannestras, continueront à défendre leur méthode, mais en fait, leurs résultats seront très comparables car à partir du moment où la rééquilibration de l'axe métatarsophalangien est assurée, le succès est au bout.

En revanche, il est très important de déceler dès ce stade et de traiter à titre

préventif les causes de récurrences :

- hallomégalie (raccourcissement de P1) ;
- valgus osseux de P2 ou de P1 (ostéotomie phalangienne) ;
- pied plat ou pied creux qui nécessitent au minimum une stabilisation complémentaire par semelle orthopédique ;
- éducation du chaussage : il n'est pas toujours simple de faire comprendre que la chaussure portée lors du travail ne doit pas être un carcan, doit apporter le confort, ce qui n'exclut pas a priori le chaussage de moutarde pendant un petit nombre d'heures dans la journée.

Hallux valgus moyen

La déformation est déjà plus importante : valgus phalangien 30°, metatarsus varus 15°, rotation phalangienne 10 à 15° et surtout défaut d'appui pulpaire avec assez souvent une griffe du deuxième orteil plus ou moins importante et un durillon sous la tête du deuxième métatarsien.

La réductibilité préopératoire n'est souvent que partielle, la gêne fonctionnelle et les douleurs poussent la malade à réclamer l'intervention.

Le protocole opératoire comporte bien entendu l'exostosectomie, la libération des parties molles externes et le recentrage de la sangle des sésamoïdes en s'efforçant de réaliser ce geste complètement, au besoin par une voie d'abord externe associée. Après la libération il ne faut pas être obligé de forcer pour « rechausser » la phalange sur la tête métatarsienne.

C'est à ce stade que l'on peut apporter des variantes dans le protocole :

- soit la tête métatarsienne se replace spontanément sur le berceau sésamoïdien : on peut se contenter alors de remettre en tension le ligament latéral interne avec un appui transosseux, mais il est parfaitement licite de proposer la technique de McBride en tant qu'assurance contre la récurrence. Il ne faut pas oublier non plus de corriger la rotation phalangienne ; habituellement cela peut se faire par un geste purement ligamentaire au niveau du ligament latéral interne ;

- soit la tête métatarsienne ne se replace pas spontanément sur le berceau sésamoïdien alors que la libération est correcte : si valgus phalangien et surtout metatarsus varus ne se corrigent pas suffisamment, il faut faire appel à un geste osseux complémentaire : l'HV est plus grave qu'on ne le pensait et l'ostéotomie basimétatarsienne associée au besoin à l'ostéotomie de P1 apporte la solution ;

- enfin, si la griffe du deuxième orteil associée est réductible parfaitement on ne fera rien de plus car la correction de l'HV permettra ipso facto un report de l'appui sur le premier métatarsien et sur l'appui pulpaire du premier rayon : la griffe disparaîtra. Inversement, si cette griffe conserve une irréductibilité de 50 %, et en particulier si il y a rétraction de la capsule métatarsophalangienne à sa partie dorsale, il faudra faire un geste électif sur la griffe du deuxième orteil.

Hallux valgus grave

(Valgus phalangien de 40 à 90°, metatarsus varus de 20 à 45°, rotation phalangienne de 15 à 45°.)

S'il s'agit d'une personne très âgée ayant peu d'activité dans sa vie courante, on peut se contenter d'un geste palliatif : l'exostosectomie, la libération des parties molles sera certes un geste incomplet mais associé à l'utilisation de chaussures tressées et larges, elle redonnera l'autonomie à la patiente ; faire plus est quelquefois excessif.

Si la malade a moins de 65 ans, il convient de faire beaucoup plus : à l'exostosectomie et la libération des parties molles internes, il faut adjoindre obligatoirement un geste osseux, le choix en est large :

soit valgus phalangien de 40° et metatarsus varus de 20 à 30°, on peut proposer une ostéotomie basimétatarsienne au besoin associée à une ostéotomie de P1 ;

soit valgus phalangien de plus de 50° et metatarsus varus de plus de 30°, on peut proposer une ostéotomie métatarsienne bipolaire qui a l'avantage de réaxer la tête sur le métatarsien et de pratiquer une correction du metatarsus varus sans être obligé de mettre un greffon trop important dans la zone basimétatarsienne puisque le greffon enlevé au niveau de l'ostéotomie de soustraction juxtacervicale sera reporté au niveau de l'ostéotomie basimétatarsienne : on peut ainsi corriger un metatarsus varus de 40 à 50° sans difficulté.

Nouvelle venue dans ce traitement, l'ostéotomie de Scarf : cette technique dont les possibilités semblent grandes, est utilisée par nombre de chirurgiens. C'est une opération délicate, qu'il faut apprendre à bien faire. C'est une intervention qui nécessite un déperiostage osseux important, une ostéotomie importante, une ostéosynthèse solide qui connaît quelques complications postopératoires, et si les débuts sont prometteurs entre les mains de ses défenseurs, encore faut-il que le temps vienne en confirmer et en affiner les indications.

Dans les cas (fréquents) de griffe du deuxième orteil associée et le plus souvent griffe irréductible, il est certain que le geste complémentaire doit être fait systématiquement dans le même temps opératoire.

Haut de page

CONCLUSION

La chirurgie de l'HV n'est pas techniquement difficile et les bons gestes sont vite assimilés, encore faut-il qu'on les ait vu faire. Seul le choix des gestes les mieux adaptés est difficile car ils doivent répondre aux lésions anatomopathologiques sans entrer dans la querelle de clocher entretenue parfois par les défenseurs inconditionnels de telle ou telle technique.

Ceci veut dire qu'avant de prendre le bistouri, il faut analyser les plaintes et les soucis des patients, variables selon l'âge, le métier, la psychologie ; faire un état des différentes composantes pathologiques, capsulaires, ligamentaires, musculaires, avec leur réductibilité, faire un bilan des défauts des axes osseux et leur image radiologique, faire un bilan de l'état des surfaces articulaires.

Alors, et alors seulement, le protocole opératoire sera défini en faisant appel aux gestes les plus simples, les moins traumatisants, les plus sûrs et les plus valables dans le temps. Il faut penser à associer les gestes quand ils sont complémentaires et établir les protocoles non seulement en fonction des impératifs de l'examen clinique et de la radiologie, mais également de la motivation et des désirs des patients : cette dernière démarche est essentielle et c'est peut-être là où se trouve une des difficultés les plus grandes de la chirurgie de l'HV.

Les résultats seront donc mérités non seulement par l'effort du geste chirurgical, mais par l'effort que fera le chirurgien pour s'adapter au cas particulier de chaque patient.

Références

- [1] Barouk LS Chirurgie de l'HV. Intérêt de l'ostéotomie de varisation-dérotation phalangienne. *Actual Med Chir Pied* 1992 ; 8-2 : 102-111
- [2] Congrès de Bordeaux. 21-22 octobre 1994, sous la présidence de Barouk LS : compte rendu. In : *Maîtrise orthopédie*. 1985 ; 40 : 1, 16, 17, 18
- [3] Copin G, Kohl P. Traitement de l'HV par l'ostéotomie sous-capitale du premier méta selon Hohmann G. *Entretien de Bichat*. Paris : Expansion scientifique française, 1989 : 139-141

- [4] Docquier J, Soete P, Twahirwaj J L'ostéotomie de Lavigne dans le traitement de l'HV. *Acta Orthop Belg* 1984 ; 50 : 81-91
- [5] Fitzberald IA A review of long term results of arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg* 1969 ; 51 : 488-493
- [6] Gauthier G. Technique personnelle du traitement conservateur dans l'HV. In : SFMCP coordonné par Delagoutte JP ed. *Compte rendu : pathologie du premier rayon*. 1979 : 43-49
- [7] Giannestras NJ. *Foot disorders medical and surgical management*. London : Kimpton, 1967 : 366-371
- [8] Groulier P, Curvale G Résultats du traitement de l'HV selon la technique de McBride (modifiée) avec ou sans ostéotomie phalangienne ou métatarsienne complémentaire. *Rev Chir Orthop* 1988 ; 74 : 539-548
- [9] Groulier P, Curvale G, Lebre Piclet, Kelberine L'arthrodèse de la première articulation MP. *Rev Chir Orthop* 1994 ; 80 : 436-444
- [10] Keller WL The surgical treatment of bunions and hallux valgus. *N Y Med J* 1904 ; 80 : 741-742
- [11] Lavigne Ostéotomie de la première phalange dans le traitement de l'HV. *Ann Orthop Ouest* 1974 ; 6 : 11-16
- [12] Lelievre J. *Pathologie du pied* (4^e ed). Paris : Masson, 1971
- [13] McBride E A conservative operation for bunions. *J Bone Joint Surg* 1928 ; 10 : 735
- [14] McBride E The McBride bunion hallux valgus operation. *J Bone Joint Surg* 1967 ; 49 : 1675-1683
- [15] Michon J, Delagoutte JP, Jandeaux M Arthroplastie par implant de silastic dans la cure d'hallux valgus et des artrites septiques de l'articulation métatarsophalangienne. *Actual Med Chir Pied* 1973 ; 88 : 209-214
- [16] Michon J, Delagoutte JP, Jandeaux M Utilisation de la prothèse de Swanson dans le traitement de l'hallux valgus. *Ann Chir Plast* 1974 ; 19 : 23-29
- [17] Schnepf J, Carret JP Traitement de l'HV avec metatarsus irréductible du premier métatarsien. L'ostéotomie métatarsienne bi-polaire. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 (Suppl II) : 113-116
- [18] Swanson AB Silicone rubber implants for replacement of arthritic or destroyed joint in the hand. *Surg Clin North Am* 1968 ; 48 : 1113-1127
- [19] Tomeno B, Aubriot JH Le traitement de l'hallux valgus par l'opération de McBride Tech. Résultat. *Rev de Chir Orthop* 1983 ; 69 (Suppl II) : 150-165
- [20] Tomeno B, Enami A Traitement de l'HV par la technique de McBride. *Rev Chir Orthop* 1980 ; 66 : 399-400
- [21] Tomeno B, Kaddem SE Arthrodèse métatarsophalangienne du GO. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 379-384
- [22] Valtin B. Hallux valgus - traitement chirurgical [Abstract]. *Rhumato* 1993 n° 101 : 17-24

© 1996 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

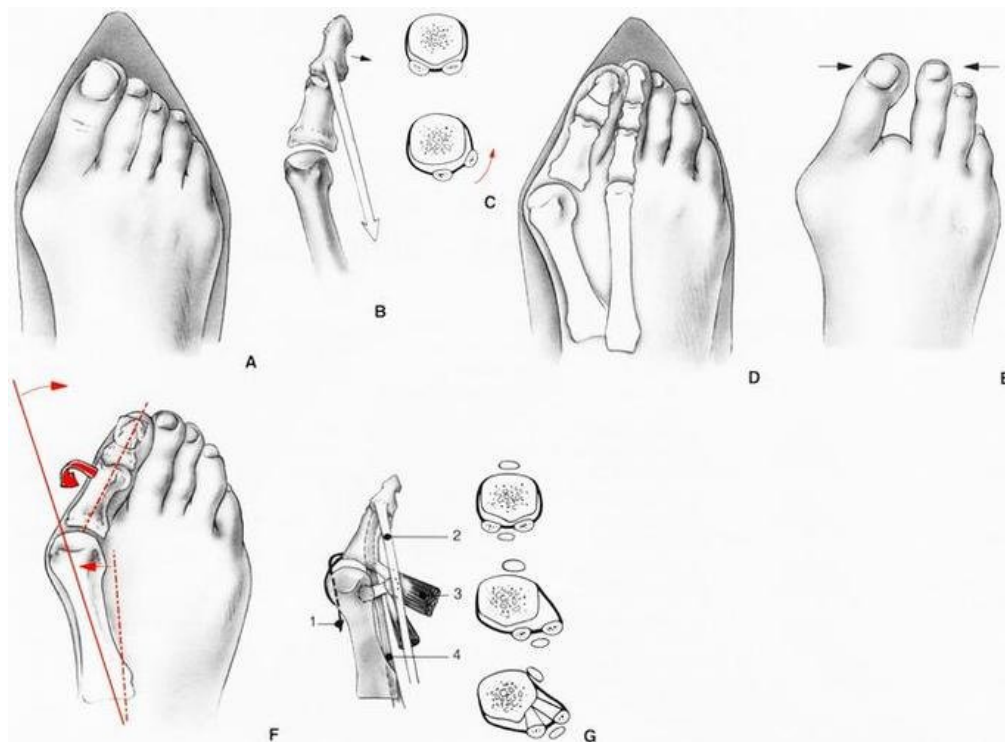


Fig 1 :

A. Hallomégalie : le bout pointu de la chaussure refoule P1 en valgus.

B. Effet de came (ou de bielle) de l'hallux phalangien.

C. Subluxation externe de la sangle sésamoïdienne.

D. Varus de M1 : valgus phalangien par refoulement par la chaussure.

E. Amputation du 2^e orteil : valgus phalangien par « appel du vide » interphalangien.

F. Valgus phalangien, rotation phalangienne, varus métatarsien.

G. Déséquilibre tendinoligamentaire par rétraction des structures externes.

1. Adducteur 1^{er} orteil ; 2. extenseur 1^{er} orteil ; 3. abducteur 1^{er} orteil ; 4. long fléchisseur 1^{er} orteil.

Fig 2 :

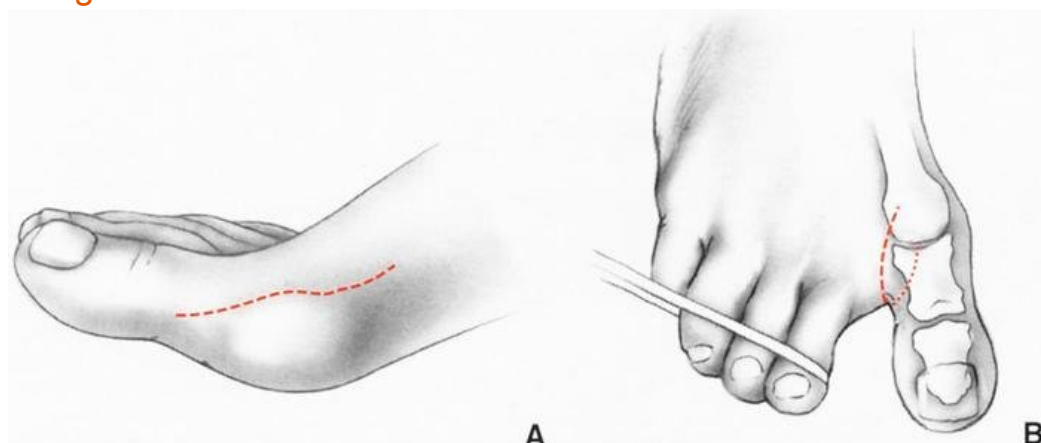


Fig 2 :

Voies d'abord.

A. Voie interne.

B. Voie externe (commissurale).

Fig 3 :



Fig 3 :

A - Technique de Keller-Lelièvre.

1. Exostosectomie, réaxation base de P1 ; 2. réaxage de P1 sur M1 ; 3. libération-recentrage de la sangle des sésamoïdes.

B - Technique de Petersen.

1. Voie d'abord externe ; 2. capsulotomie externe ; 3. sésamoïdectomie externe et libération externe.

C - Technique de McBride.

1. Section des insertions de l'abducteur du GO sur le sésamoïde externe et la base de P1 ; 2. transfert du tendon de l'abducteur à travers le col de M1 : réduction du métatarsus varus ; 3. solidarisation du transfert et de la capsule interne ; raccourcissement de P1 si hallomégalie.

Fig 4 :

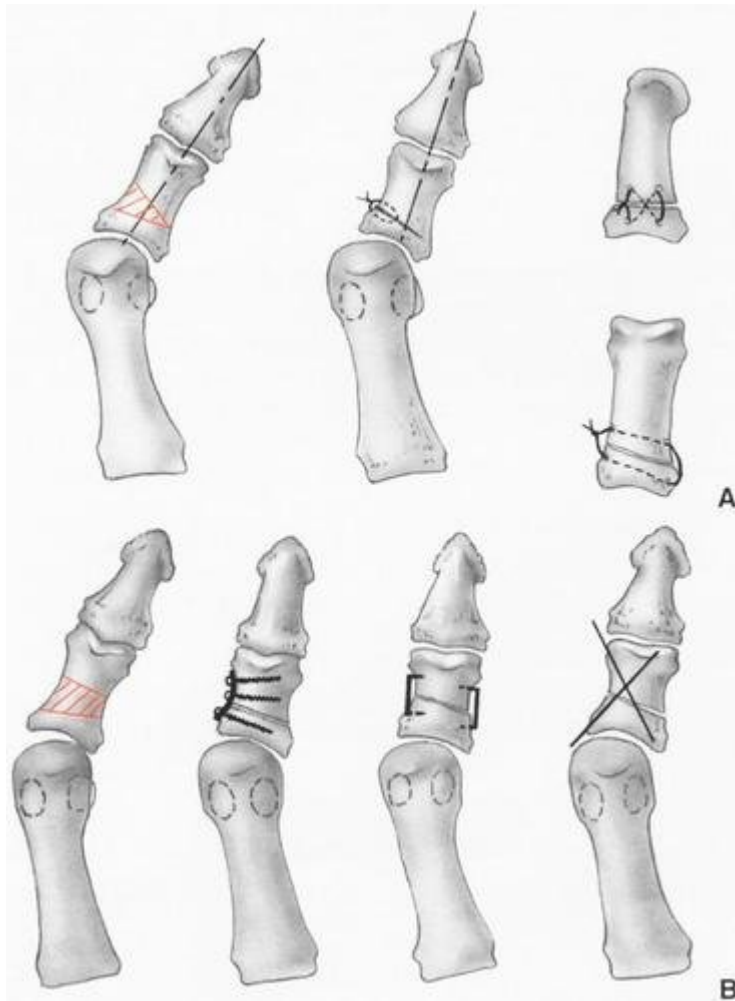


Fig 4 :

A. Ostéotomie à charnière de la métaphyse basale de P1 et coaptation par hauban.

B. Ostéotomie diaphysaire ou métaphysodiaphysaire avec ostéosynthèse (plaque, broches, agrafes).

Fig 5 :

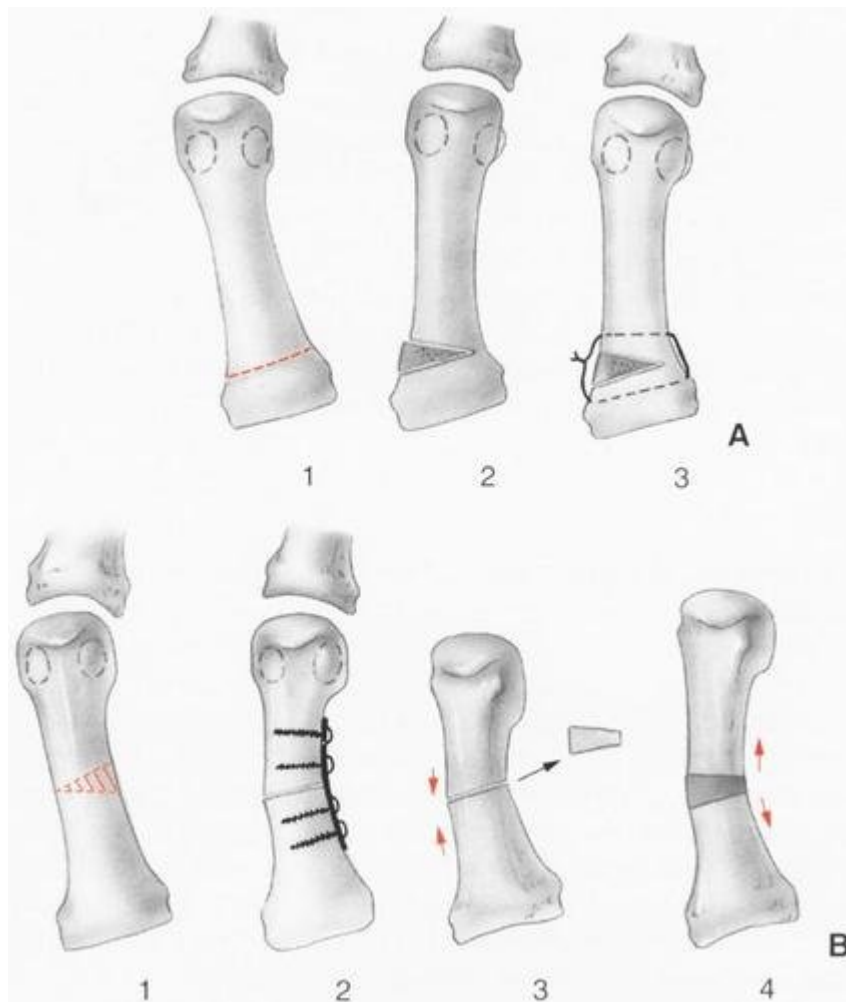


Fig 5 :

A. Ostéotomie de M1 à charnière (Schnepp - Carret)

1. Ostéotomie à charnière de la métaphyse basale de M1 (Schnepp - Carret) ; 2. ouverture de l'ostéotomie ; 3. stabilisation par greffon corticospongieux et hauban.

B. 1. Ostéotomie de M1 totale avec ostéosynthèse (Delagoutte, Groulier) ; 2. ostéotomie diaphysaire totale de M1 ; 3. correction angulaire et rotatoire ; 4. raccourcissement ou allongement (par greffon interposé).

Fig 6 :

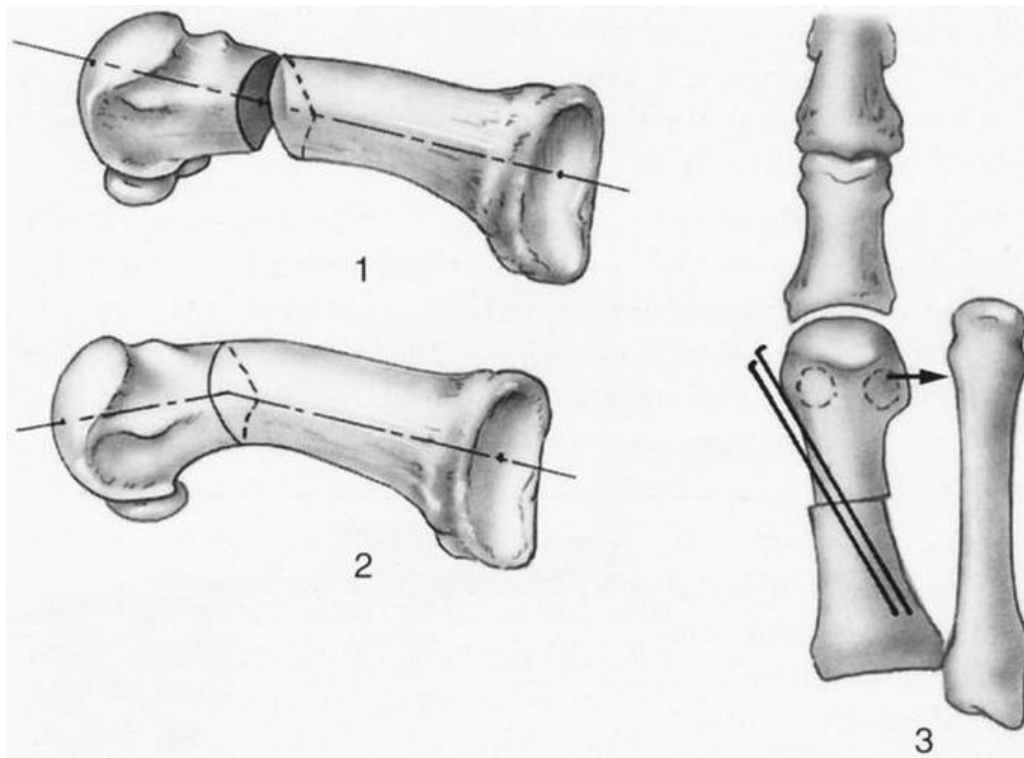


Fig 6 :

Ostéotomie de Hohmann (Copin).

1. Ostéotomie sous-capitale ; 2. abaissement de la tête de M1 ; 3. transfert du fragment céphalique en dedans.

Fig 7 :

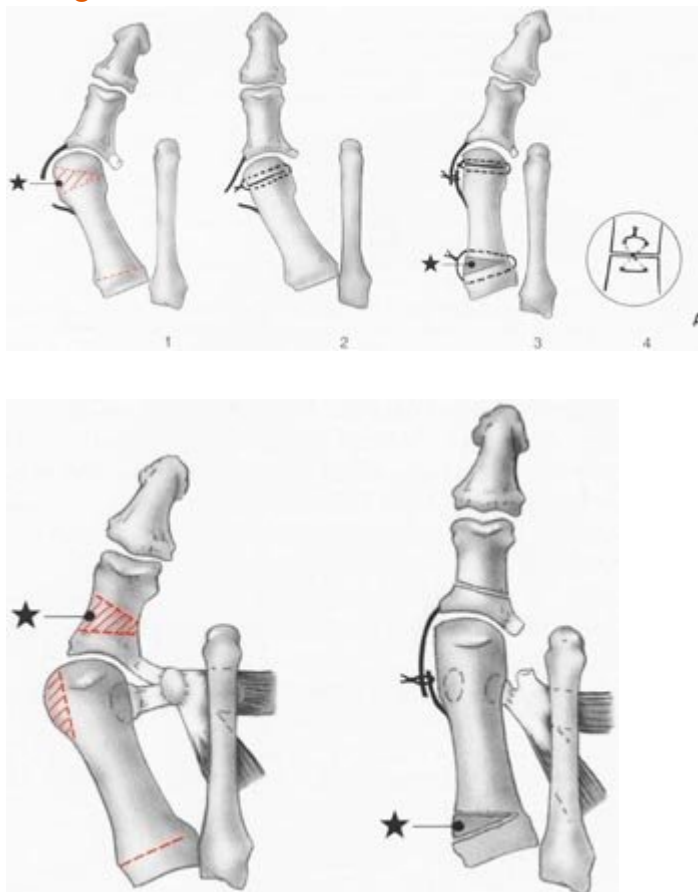


Fig 7 :

Double ostéotomie métatarsienne après libération des parties molles.

A. Ostéotomie bipolaire M1 (Schnepp - Carret). 1. Ostéotomie de soustraction métaphysaire du col de M1, à charnière ostéopériostée ; 2. fermeture de l'angle de soustraction du col + ostéotomie d'ouverture de la base de M1 ; 3. addition du greffon soustrait en 1 ; 4. hauban de stabilisation de l'ostéotomie.

B. Double ostéotomie métatarsienne après libération des parties molles. Ostéotomie basimétatarsienne (M1) + ostéotomie phalangienne (P1).

Fig 8 :

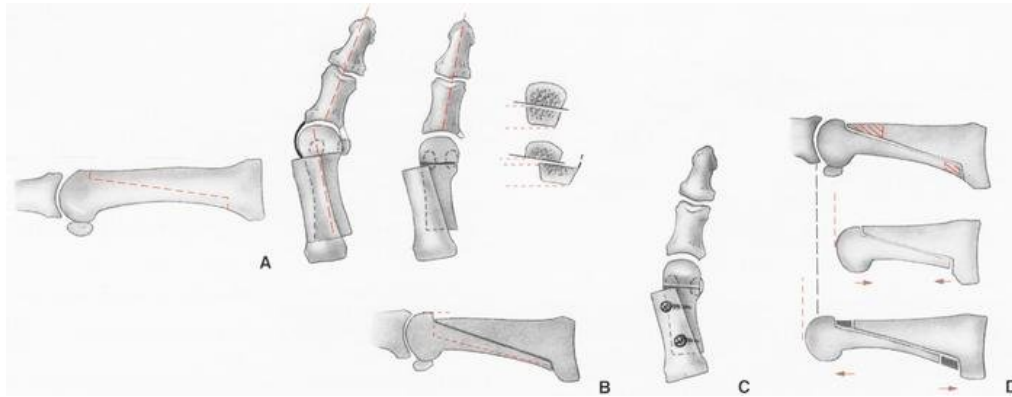


Fig 8 :

A. Ostéotomie de Scarf.

B. Recentrage de la tête de M1 sur le berceau sésamoïdien.

C. Synthèse (technique et matériel spécifique). Relèvement de la tête.

D. Raccourcissement. Allongement.

Fig 9 :

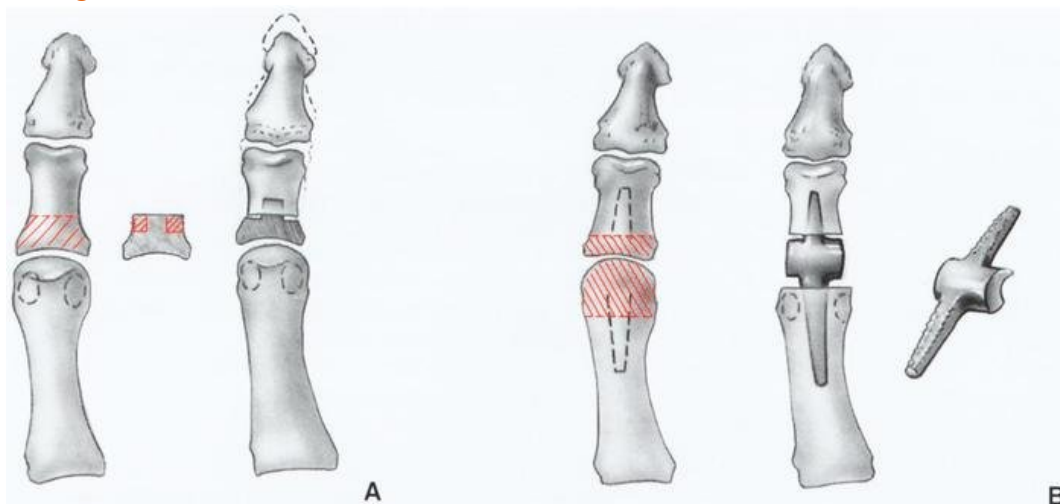


Fig 9 :

Arthroplastie métatarsophalangienne.

A. Résection arthroplastique de la base de P1 (autogreffon de Regnault ou prothèse bouchon).

B. Prothèse de Swanson.

Fig 10 :

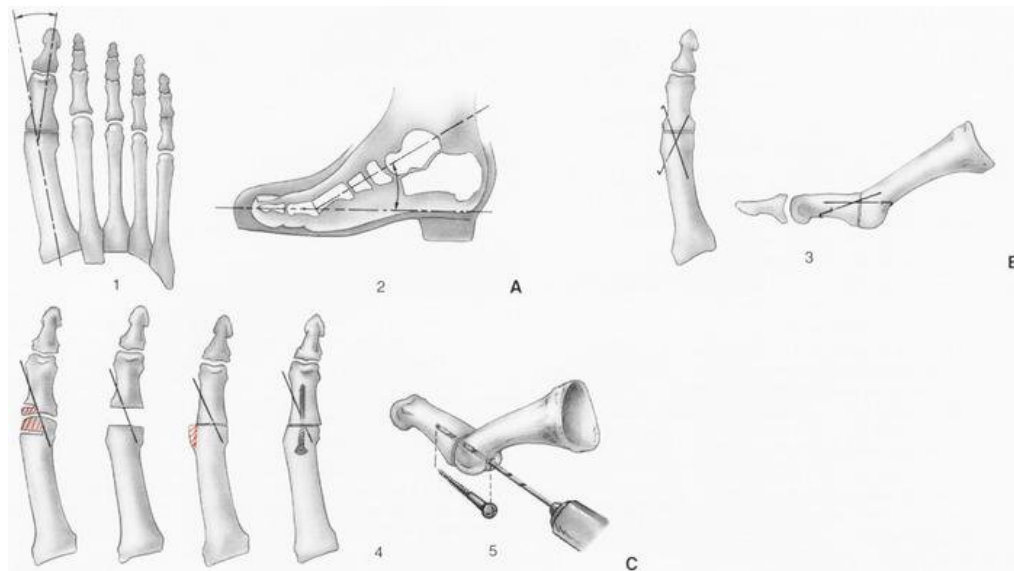


Fig 10 :

A. Technique opératoire. 1. Valgus de P1 (VP ♀ 20° à 25° ♂ 15° à 20°) ; 2. flexion dorsale de la métatarsophalangienne ;

B. 3. synthèse en croix ;

C. 4. raccourcissement plus arthrodèse ; 5. synthèse axiale (d'après Groulier).



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-901]

Chirurgie des laxités chroniques latérales de la cheville

Jean-François Kouvalchouk : Chirurgien orthopédiste, chef de service
Éric Hassan : Chirurgien orthopédiste, assistant
Service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, centre médico-chirurgical Foch, 40, rue
Worth, 92150 Suresnes France

Résumé

Résumé. - Les techniques opératoires pour le traitement des laxités chroniques de cheville sont très nombreuses, mais on peut les classer en deux types d'intervention :

les plasties de substitution, à l'aide d'un tendon de voisinage et notamment le peroneus brevis ; les plus simples (Watson-Jones ou Castaing) ne reprennent qu'un trajet intermédiaire entre celui des faisceaux ligamentaires antérieur et moyen ; d'autres, à visée plus anatomique (Chrisman-Snook ou Colville), s'efforcent de reconstituer les deux faisceaux ; elles ont, en outre, l'avantage de n'utiliser que la moitié du tendon du peroneus brevis, sauvegardant ainsi la fonction dynamique du muscle ;

les interventions de remise en tension ligamentaire avec réinsertion transosseuse tentent de restaurer l'anatomie normale, laissant totalement intact le peroneus brevis et risquant moins d'enraidir l'articulation sous-talienne ; la technique de Duquenois ou d'Ahlgren et une technique personnelle, décrite également par Karlsson, répondent à ces objectifs ; en cas de besoin, des plasties de renfort peuvent être utilisées (ligament frondiforme ou lambeau périostique).

Quelle que soit la technique choisie, un vice architectural par varus calcanéen, risquant de provoquer des contraintes inacceptables sur la restauration ligamentaire, doit toujours être corrigé, s'il est significatif, par une ostéotomie calcanéenne de valgisation.

Les techniques de remise en tension ligamentaire semblent les mieux adaptées, surtout chez le sujet jeune et sportif.

INTRODUCTION

Parmi les nombreuses séquelles possibles des entorses de la cheville, les accidents d'instabilité représentent une part importante, de même que les séquelles purement douloureuses. Cependant, il faut savoir que nombre de ces instabilités ne sont pas des laxités vraies dues à une insuffisance ligamentaire mais reposent sur d'autres étiologies (corps étrangers articulaires ou para-articulaires, défaut de proprioceptivité, voire luxation des tendons fibulaires). Le premier temps, indispensable avant d'envisager le traitement chirurgical de ces accidents d'instabilité, est donc d'être sûr qu'il s'agit bien d'une laxité ligamentaire.

Quelles que soient les possibilités du traitement kinésithérapique ou des orthèses de stabilisation, les laxités chroniques de la cheville, surtout chez le sujet jeune et sportif, ne peuvent répondre qu'à un traitement chirurgical, seul capable d'assurer la stabilité de la cheville et, à terme, la sauvegarde du cartilage articulaire et la prévention d'une arthrose talocrurale à point de départ interne, conséquence des microtraumatismes répétés lors des accidents d'instabilité en inversion.

Cette laxité chronique est facilement prouvée par le varus du talus sur les radiographies en position forcée (autovarus en charge, varus forcé manuel ou instrumental). À l'opposé de leur manque total de fiabilité en matière de lésions fraîches, leur signification est ici indiscutable, et dans l'absolu, et dans la différence qu'ils prouvent par rapport au côté sain. Encore faut-il se méfier, en cas de bilatéralité, des laxités constitutionnelles, où l'indication chirurgicale doit être posée avec beaucoup de prudence.

Dans la longue histoire des techniques chirurgicales proposées pour les laxités chroniques, deux conceptions se dégagent :

- les plasties de substitution à l'aide d'un tendon de voisinage et, notamment, celui du peroneus brevis (PB) ;
- les reconstitutions anatomiques par remise en tension de l'appareil ligamentaire latéral éventuellement complétées par des plasties de renforcement.

Ne seront abordées ici ni les laxités sous-taliennes isolées qui posent des problèmes d'identité, de diagnostic et de traitement non résolus, ni les laxités liées à l'atteinte de la syndesmose tibiopéronière qui sont un tout autre sujet.

En revanche, les laxité sous-taliennes associées aux laxités talocrurales, et dont il est toujours difficile de faire la part respective, ne justifient pas, dans l'état actuel, de thérapeutique spécifique, dans la mesure où les techniques, quelles qu'elles soient, dans le même temps qu'elles stabilisent l'articulation talocrurale, stabilisent également l'articulation sous-talienne en reconstituant le faisceau moyen du ligament collatéral latéral, véritable ligament latéral sous-talien.

Enfin, il faut préciser d'emblée que les prothèses ligamentaires seront totalement exclues de ce cadre, n'ayant à notre avis, aucune place ni justification.

Quelle que soit la technique utilisée, installation du patient et voie d'abord sont identiques et l'exploration articulaire indispensable.

INSTALLATION DE L'OPÉRÉ

L'anesthésie est générale ou locorégionale. Il est parfois souhaitable de réaliser ici des clichés en position forcée si l'on a quelques doutes sur la valeur de ceux réalisés à l'état de veille. Ils permettent d'avoir l'exacte valeur de la bascule du talus.

L'hémostase préventive par garrot pneumatique à la racine du membre est nécessaire.

Le décubitus latéral sur le côté opposé est, de loin, l'installation la plus commode pour aborder la face latérale de la cheville à opérer. Toutes les précautions habituelles à ce mode d'installation doivent être respectées, notamment pour éviter toute compression ou traction des membres supérieurs. La cheville à opérer repose sur une tablette pour assurer la stabilité indispensable du champ opératoire. Quelques champs stériles roulés permettent de placer, selon le temps opératoire, l'articulation en varus pour la faire bâiller ou en valgus pour le temps de fixation de la reconstitution ligamentaire.

Haut de page

VOIE D'ABORD (FIG 1)

Elle est toujours identique. Seule la longueur varie en fonction de la technique choisie. C'est d'ailleurs là un intérêt certain car il est ainsi toujours possible, en cours d'intervention, de modifier le programme prévu pour éventuellement changer de technique en fonction de telle ou telle constatation locale, sans que l'on soit, en quoi que ce soit, gêné. C'est l'une des raisons pour lesquelles toute voie d'abord horizontale sous-malléolaire doit être, à notre avis, proscrite.

La voie d'abord est concave en avant : d'abord verticale, centrée sur l'axe de la malléole latérale, puis recourbée légèrement vers l'avant, en direction de la base du cinquième métatarsien. Elle peut ainsi toujours être prolongée vers le haut ou vers le bas, selon la technique utilisée.

Dans tous les cas, elle doit respecter deux impératifs :

faire attention à la peau ; pas d'incision cutanée angulée et pas de décollement cutané pour ne pas risquer de nécrose cutanée postopératoire ; peau et tissu cellulaire sous-cutané sont incisés jusqu'au plan ligamentaire ; en général, vers l'avant, on trouve une petite formation graisseuse qu'il faut emmener avec la lèvre antérieure de l'incision ; c'est au ras du plan ligamentaire que le décollement se fait ; il faut pouvoir aller en haut jusqu'à l'articulation tibiopéronière inférieure, en avant jusqu'au col du talus, en bas jusqu'à la face latérale du calcaneum et en arrière jusqu'à la gaine des tendons fibulaires qui n'est ouverte que si l'on veut aborder les tendons eux-mêmes ; pas d'écarteurs traumatisants, beaucoup de soin et de douceur avec le revêtement cutané ;

faire attention aux nerfs sensitifs ; le nerf suralis, en arrière, et le nerf peroneus superficialis, en avant, peuvent être lésés lors de l'exposition ; il faut y faire très attention, car toute blessure risquerait d'entraîner un névrome particulièrement douloureux et gênant à ce niveau et dont le traitement ultérieur est loin d'être aisé.

Haut de page

EXPLORATION ARTICULAIRE

On conçoit aisément qu'il s'agit là d'un temps indispensable lorsque l'on connaît la fréquence des lésions articulaires dans les séquelles des entorses de la

cheville. Il peut s'agir de séquelles de fracture de la partie latérale du dôme du talus, de lésions chondrales pures, d'ostéophytes aux limites du revêtement cartilagineux de la malléole latérale ou du pilon tibial, par exemple. L'arthrotomie est toujours prémalléolaire, mais doit être calculée en fonction des gestes ultérieurs. Plaçant la cheville en inversion par un petit rouleau de champs, il est facile de voir et de palper au petit crochet mousse et de réaliser les gestes nécessaires.

À notre avis, il ne saurait être question de traiter une laxité chronique de cheville sans exploration articulaire.

Haut de page

TRAITEMENT DE LA LAXITÉ

Deux conceptions s'opposent (cf supra) :

les plasties ligamentaires à l'aide d'un tendon de voisinage, avec deux sous-groupes :

réfection ligamentaire proprement dite ;
ténodèse ;

les restaurations « anatomiques » par remise en tension de l'appareil ligamentaire latéral.

Ces techniques seront successivement traitées.

Plasties ligamentaires substitutives

Ce sont celles le plus anciennement décrites, notamment par Watson-Jones. De nombreux procédés ont été envisagés qu'il ne peut être question de tous présenter. Nous nous contenterons de décrire les techniques les plus utilisées. La grande majorité d'entre elles utilisent le PB.

Ligamentoplasties au tendon du PB

Technique de Castaing ^[4] (fig 2)

Le rétinaculum des tendons fibulaires est incisé en arrière de la malléole latérale. Le tendon du PB est isolé au bistouri des fibres musculaires qui se jettent sur ses faces antérieure et interne, puis sectionné le plus haut possible. Le corps musculaire du PB est amarré au corps musculaire ou au tendon du peroneus longus pour renforcer son action. Un tunnel est creusé dans la malléole latérale, dans un plan sagittal, juste au-dessus de la partie la plus large de la malléole, légèrement oblique en haut et en avant. Ce tunnel est foré jusqu'à un diamètre d'environ 5 mm en prenant bien soin de ne pas fragiliser la corticale externe. L'extrémité du tendon est fauillée à un fil tracteur et, à l'aide d'un passe-fil, le tendon est passé d'arrière en avant. Le pied étant porté « en force en valgus et à angle droit », le transplant est fixé en tension maximale à la partie distale du tendon dont on a conservé l'insertion sur la base du cinquième métatarsien. Le néoligament forme ainsi un triangle à sommet antéro-inférieur et, par quelques points, on ferme progressivement le sommet du triangle pour obtenir « une tension extrême ».

La justification de cette technique, outre sa simplicité, est, selon l'auteur, que le néoligament forme, sur le pied à angle droit, la bissectrice entre les faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral latéral et, sur le pied en équin, devient

vertical, stabilisant ainsi les articulations talocrurale et sous-talienne.

Cependant, la critique est que cette plastie ne reprend pas le trajet anatomique des faisceaux ligamentaires. Par ailleurs, l'auteur lui-même, dans une note de catamnèse ^[5], contre-indique cette intervention chez le sportif en raison du risque « d'enraidissement de la sous-astragalienne et de la survenue possible de limitation de la flexion dorsale ».

Enfin, et c'est là également une critique majeure, cette technique impose le sacrifice du PB et donc la perte de son rôle dynamique.

C'est là une critique de fond, dans la mesure où ce muscle est le seul véritable éverseur du pied. À notre sens, ce sacrifice est non seulement nuisible, mais encore illogique puisqu'il prive la cheville d'un contrôle actif indispensable à la biomécanique articulaire et, vraisemblablement, à la récupération proprioceptive.

C'est la raison pour laquelle d'autres techniques ont été envisagées, n'utilisant qu'une partie du tendon du PB, et se proposant, de plus, de reconstituer les faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral latéral.

Elmslie semble avoir été le premier à imaginer un tel trajet pour le transplant, mais en utilisant une plastie faite d'une bandelette de fascia lata. Chrisman et Snook en 1969 ^[6], tout en simplifiant la technique, ont proposé une intervention qui reprend les mêmes objectifs quant au trajet de la plastie et n'utilisant qu'une partie du PB de façon à sauvegarder la fonction du muscle. Vidal ^[19], mises à part quelques modifications, en a gardé les principes. Chrisman et Snook dans une publication plus récente ont décrit leur technique actuelle.

Technique de Chrisman et Snook ^[18] (fig 3)

Le tendon du PB est divisé longitudinalement en deux moitiés laissées insérées sur la base du cinquième métatarsien et la division est poursuivie jusqu'à la jonction musculotendineuse où l'une des moitiés est sectionnée de façon à avoir un transplant le plus long possible. Un tunnel est foré dans l'épaisseur de la malléole latérale « de 6 à 9 mm de diamètre » au niveau de l'articulation talocrurale. Le transplant est passé d'avant en arrière. Le pied est alors placé en « légère éversion » et la talocrurale en position neutre et le transplant est fixé par des fils résorbables, aux deux extrémités du tunnel, au périoste et aux tissus ligamentaires avoisinants. Il est ensuite placé « superficiellement » par rapport au tendon du peroneus longus et au contingent restant du PB pour éviter leur luxation et la face latérale du calcanéum abordée plutôt dans sa partie postérieure, au niveau où existe « une crête verticale constante ». De part et d'autre, distants de 15 mm, deux trous sont forés et une petite curette courbe permet de les réunir pour former un tunnel. Le transplant est passé d'arrière en avant et fixé aux deux extrémités aux tissus mous avoisinants. La longueur du transplant doit permettre de le fixer au niveau de l'orifice antérieur de la malléole latérale, plutôt que sur l'insertion sur le cinquième métatarsien, de façon à avoir ainsi un renfort supplémentaire.

La critique de cette technique est qu'aucun des deux trajets du transplant ne reprend exactement la direction anatomique des faisceaux ligamentaires. C'est la raison pour laquelle Colville a proposé un procédé quelque peu différent.

Technique de Colville ^[8] (fig 4)

Les premiers temps de libération du PB sont identiques, mais ici l'auteur recommande de prélever les deux tiers du tendon, sur une longueur de 15 à 20 cm. Des tunnels de 4,5 mm de diamètre sont forés et orientés de telle façon que les trajets des faisceaux moyen et antérieur soient exactement reconstitués. Le tunnel calcanéen est transversal, jusqu'à l'insertion calcanéenne du faisceau moyen. Le tunnel dans la malléole latérale est oblique, et les orifices correspondent aux insertions anatomiques des faisceaux moyen et antérieur, l'orifice postérieur étant situé en profondeur par rapport aux tendons fibulaires. Le tunnel talien est foré verticalement dans le col du talus au niveau de

l'insertion talienne du faisceau antérieur. Le transplant est passé successivement dans le tunnel calcanéen, puis dans le tunnel malléolaire latéral, enfin dans le tunnel talien, le pied étant en éversion et la cheville en position neutre. L'extrémité du transplant est rabattue vers l'arrière et suturée au transplant lui-même, puis l'ensemble de la plastie est fixé, dans ses différents trajets, aux faisceaux ligamentaires restants.

L'avantage de cette technique est donc la reconstitution aussi anatomique que possible des trajets des faisceaux moyen et antérieur, mais comme les précédentes, elle impose de prélever une partie du PB. C'est la raison pour laquelle d'autres auteurs, et notamment Anderson, préfèrent se servir d'autres transplants.

Ligamentoplastie au plantaris (plantaire grêle) (fig 5)

Elle a été décrite notamment par Anderson ^[2]. Si le plantaris n'existe pas, l'auteur recommande l'utilisation d'une bandelette prélevée sur le tendon d'Achille.

Le patient est en décubitus ventral, un coussin sous la hanche homolatérale. L'abord de la cheville est réalisé, pour l'auteur, par une incision courbe, sous-malléolaire latérale, de 9 cm de longueur. Le plantaris est abordé par deux incisions, l'une au bord médial du tendon d'Achille pour en exposer l'insertion calcanéenne, l'autre à la partie haute de la face médiale du tibia où il est sectionné, et le tendon est attiré dans l'incision inférieure, l'insertion calcanéenne étant préservée. Un premier tunnel est foré à travers le calcanéum, de 4 mm de diamètre, débutant près de l'insertion du plantaris et aboutissant à la face latérale du calcanéum en un point situé à 1 cm en arrière et au-dessous de la pointe de la malléole externe. Le second tunnel est transmalléolaire latéral, de 2 cm de longueur, depuis « la surface antérieure » de la malléole jusqu'à sa pointe. Le troisième tunnel est foré verticalement à la face latérale de la base du col du talus. Le transplant est passé dans le tunnel calcanéen, puis sous les tendons fibulaires, à travers le tunnel transmalléolaire, de bas en haut, à travers le tunnel transtalien de haut en bas, reprend le tunnel transmalléolaire de haut en bas et passe à nouveau sous les tendons fibulaires. Il est alors fixé à lui-même et aux fibres restantes du faisceau moyen au niveau de l'orifice du tunnel calcanéen. La partie distale du transplant remonte vers le haut, toujours sous les tendons fibulaires et est fixée au transplant lui-même. Ainsi, la plastie du faisceau moyen se trouve donc être double ou triple.

Cette intervention, dont nous n'avons aucune expérience personnelle, semble quelque peu complexe et si elle peut, éventuellement, se justifier avec le plantaris, nous paraît devoir être rejetée si, en l'absence du plantaris, on devait utiliser une bandelette du tendon d'Achille. Nous nous permettons d'émettre quelques réserves sur cette technique.

Ligamentoplastie au peroneus tertius (troisième fibulaire)

Elle a été récemment décrite par Mabit et al ^[15]. Elle utilise le tendon du peroneus tertius, lorsque cela est possible. Après incision du rétinaculum des extenseurs, le tendon est disséqué jusqu'à son extrémité distale où il est sectionné. Le tendon est disséqué jusqu'à la jonction myotendineuse en prenant garde au pédicule artériel. Un tunnel transmalléolaire est foré depuis le niveau de l'articulation tibiofibulaire jusqu'à l'apex de la malléole latérale au point d'insertion du faisceau antérieur. Un second tunnel est foré dans le col du talus, vertical et légèrement oblique en arrière. Le transplant est passé dans le tunnel malléolaire de haut en bas, puis dans le col du talus de haut en bas et se réfléchit vers l'arrière pour être suturé à lui-même. La boucle peut être resserrée par plusieurs points pour augmenter la tension. Si l'on veut stabiliser l'articulation sous-talienne, après son émergence du tunnel du col du talus, « le transplant est dirigé vers le bas pour être amarré à la face latérale du calcanéum ».

Les remarques que l'on peut faire à propos de cette technique sont de deux

ordres :

d'abord le caractère inconstant et variable du peroneus tertius ; s'il est retrouvé dans environ 90 % des cas, il n'a en fait une « largeur utile que dans 57 % des cas », selon les auteurs ;

par ailleurs, si la reconstitution du faisceau antérieur restaure l'anatomie, il n'en va pas de même pour le faisceau moyen ; la situation du transplant est en effet très antérieure, sans rapport avec le trajet anatomique du faisceau ligamentaire.

Aux dires mêmes de l'auteur, cette plastie « ne constitue qu'une alternative ».

À côté de ces types de plasties, ont été décrites des techniques de ténodèse vraie.

Ténodèse au PB (technique de Gordes et Viernstein ^[10])

L'incision est arciforme, de la malléole latérale jusqu'à la base du cinquième métatarsien. Le PB est sectionné au niveau de son insertion et extrait de sa gaine. Un tunnel horizontal, de 5 mm de diamètre, est foré sous la corticale latérale du calcaneum. Le tendon est passé au-dessus du peroneus longus, puis dans le tunnel et remonte vers la pointe de la malléole latérale.

Dès lors, deux possibilités :

ou bien le tendon est fixé dans un tunnel borgne à ce niveau ;
ou bien un second tunnel est foré en transmalléolaire depuis la pointe jusqu'à son bord antérieur ; le tendon est passé dans le tunnel de bas en haut puis, suivant le trajet du faisceau antérieur, est fixé au col du talus dans un tunnel borgne.

Cette technique, malgré les résultats annoncés par les auteurs, nous paraît devoir être rejetée, notamment par le fait qu'elle sacrifie totalement le PB.

Tous les procédés décrits s'accompagnent, selon leurs auteurs, d'une immobilisation plâtrée postopératoire de 6 semaines.

Remises en tension ligamentaires

C'est là une philosophie toute différente, plus anatomique dans son approche, puisque l'objectif est la remise en tension de l'appareil ligamentaire externe cicatriciel, ayant toute chance ainsi, non seulement de stabiliser talocrurale et sous-talienne, mais sans risque de limitation des amplitudes articulaires notamment de la sous-talienne, critique que l'on peut opposer à toutes les techniques de plastie. Par ailleurs, le rôle dynamique du PB ne peut en aucun cas être altéré, sauvegardant ainsi toutes les possibilités de contrôle actif de la stabilité de la cheville.

Broström en 1966, puis Blanchet, en France, ont eu le mérite d'ouvrir la voie. Ils ont été suivis par d'autres auteurs qui, gardant la philosophie de la technique, ont apporté modifications et améliorations.

Technique de Blanchet ^[3]

Elle consiste en la résection du tissu cicatriciel et en la suture bord à bord de la brèche ligamentaire ainsi créée.

L'incision est verticale sur la saillie de la malléole latérale et la face externe de l'articulation est explorée jusqu'au faisceau moyen que l'on découvre en relevant la gaine des tendons fibulaires. On distingue alors soit un foyer cicatriciel, soit

une déhiscence. Le tissu cicatriciel est excisé jusqu'à retrouver des éléments capsulaires de bonne qualité. Les faisceaux moyen et antérieur sont reconstitués par la suture de la brèche bord à bord. Si la suture est trop faible, ou impossible, on recourt à deux artifices : pour le faisceau moyen, grâce à un petit volet prélevé sur la gaine des tendons fibulaires et rabattu, pour le faisceau antérieur en utilisant le ligament frondiforme. Il est « sectionné le plus loin possible en dedans et on le fait pivoter sur son insertion calcanéenne pour venir le suturer à la malléole externe et au contact de l'astragale ou simplement à l'élément capsulaire de part et d'autre de la brèche ou de la suture ».

Cette technique de réinsertion-suture, cependant, ne peut certainement pas s'adapter à tous les cas, au risque d'être aléatoire.

Techniques de Duquennoy ^[9] et d'Ahlgren ^[1] (fig 6A, B)

Elles sont très proches et peuvent être décrites ensemble. La dissection de l'appareil ligamentaire cicatriciel démarre en sous-périosté au niveau de la malléole latérale, jusqu'à son bord antérieur, se poursuivant en arrière, pour Ahlgren, jusqu'à la marge postérieure de la malléole, juste en avant des tendons fibulaires. Continuant la désinsertion, l'articulation se trouve ainsi ouverte.

Pour Duquennoy, « trois ou quatre points en U sont passés à 1,5 cm environ du bord libre du ligament désinséré, de telle sorte que les chefs de ces points soient bien intra-articulaires ». La réinsertion transosseuse est réalisée par l'intermédiaire de quatre ou cinq canaux transosseux, forés dans le bord antérieur de la malléole latérale à l'aide d'une broche de Kirchner, depuis la face latérale de la malléole jusqu'à la limite de la zone cartilagineuse. Les fils sont passés deux par deux pour pouvoir être serrés sur la malléole, le pied étant à angle droit. Le bord libre des faisceaux désinsérés est ensuite suturé aux éléments restants sur la malléole latérale.

Pour Ahlgren, après l'avivement du bord antérieur de la malléole latérale, quatre tunnels sont forés. Les fils sont passés en pont sur la malléole latérale puis le lambeau, sous bonne tension, est appliqué sur la malléole et les fils noués sur lui. Le bord libre du lambeau est fixé sur le périoste malléolaire.

Ce sont donc deux procédés très proches qui diffèrent seulement, en fait, par le sens du passage des fils.

Si la réparation lui apparaît insuffisante, Duquennoy la complète par une plastie réalisée à l'aide d'une partie du ligament frondiforme, comme précédemment décrite par Blanchet.

Technique personnelle (fig 7A, B, C)

Depuis 10 ans environ, nous utilisons une technique quelque peu différente et qui nous paraît comporter quelques améliorations. Karlsson ^[12] a publié un procédé à peu près identique.

L'appareil ligamentaire latéral est sectionné à environ 3 à 5 mm du rebord antérieur de la malléole latérale depuis l'articulation péronéotibiale antérieure et inférieure en avant, jusqu'à la gaine des tendons fibulaires en arrière. Après l'exploration articulaire, la partie proximale de l'appareil ligamentaire laissée insérée sur la malléole latérale est relevée en sous-périosté, découvrant ainsi le bord antérieur de la malléole, jusqu'à sa pointe en arrière.

Initialement, la réinsertion était assurée par des tunnels transosseux. (fig 7). Depuis quelques années, l'utilisation d'ancres à os a simplifié la technique. Le bord antérieur de la malléole est avivé et trois ancres de taille moyenne sont placées : l'une dans la partie toute supérieure, une autre sur la pointe et la troisième à mi-distance. Les ancres sont montées de fil à résorption lente n°1. Après vérification d'une bonne tension (mais non excessive), les fils sont passés à travers le lambeau ligamentaire et noués l'appliquant ainsi sur la malléole. Puis

les extrémités de ces fils sont repassées à travers le lambeau proximal et noués à nouveau, donc cette fois sur la face latérale de la malléole. Enfin, le lambeau proximal est rabattu et suturé en « paletot » sur le lambeau distal, assurant ainsi un puissant renfort de la zone de réinsertion. Si, toutefois, la solidité paraît insuffisante, un renfort est réalisé à l'aide d'un lambeau périostique (cf infra).

Dans les suites opératoires, la cheville est placée dans une attelle plâtrée postérieure remplacée, dès que les conditions locales le permettent, par une botte prenant le pied en légère éversion. Vers le 15^e jour, dès que tout risque cutané est écarté, la botte est remplacée par une orthèse pneumatique permettant dès ce moment appui partiel, mobilisation de la cheville et travail musculaire actif d'éversion. Elle est gardée jusqu'à la sixième semaine postopératoire.

Cette technique, comme les précédentes, assure une restauration anatomique des faisceaux antérieur et moyen, mais sa solidité, grâce au paletot, paraît beaucoup plus sûre. Les suites opératoires préconisées s'inspirent de tous les travaux concernant la cicatrisation conjonctive : appui, mobilisation et travail musculaire précoces en sont les meilleurs garants, dès lors que les ligaments se trouvent protégés par une orthèse de stabilisation efficace.

Renforts

En cas de stabilisation non satisfaisante (qualité des tissus, hyperlaxité), l'utilisation de renfort peut s'avérer nécessaire.

Bandelettes de tissu résorbable

Elles peuvent doubler les plasties et assurer ainsi une solidité immédiate meilleure et favoriser, avant leur résorption, la formation de tissu conjonctif. Cependant, la situation sous-cutanée immédiate doit rendre prudent, car des phénomènes d'intolérance sont toujours possibles. C'est la raison pour laquelle les prothèses ligamentaires, a fortiori, nous semblent devoir être formellement rejetées.

Ligament frondiforme (fig 8A, B)

Il a déjà été envisagé avec la technique de Blanchet (cf supra). Il faut n'en utiliser qu'une partie de façon à ne pas découvrir les tendons extenseurs ce qui exposerait à des conflits au niveau de la face antérieure du cou de pied. Liu ^[14] a décrit un procédé similaire.

Lambeau périostique de Roy-Camille ^[16] (fig 9A, B)

La voie d'abord est prolongée vers le haut et la face latérale du péroné abordée sur 10 cm de hauteur environ. « Il faut prélever la totalité du surtout fibropériosté », en respectant très soigneusement son attache inférieure, sur une largeur de 1 cm en haut s'évasant en bas jusqu'à 1,5 cm. Il est à noter que la qualité du lambeau est toujours suffisante et ne diminue pas avec l'âge. Le prélèvement doit être effectué au bistouri et non à la rugine. La base d'insertion inférieure est renforcée par deux petits points (ou une petite agrafe). Selon qu'il faut renforcer seulement le faisceau antérieur ou également le faisceau moyen, le lambeau est utilisé dans toute sa largeur ou divisé longitudinalement en deux. Pour le renforcement du faisceau antérieur, un tunnel est foré à la face externe du col du talus et le lambeau passé de haut en bas avant de revenir sur lui-même pour être suturé. Pour le renforcement du faisceau moyen, la face latérale du calcaneum est abordée par une petite contre-incision et un tunnel sous-cortical est foré. Le lambeau est passé sous les tendons fibulaires, puis dans le tunnel

avant de revenir sur lui-même pour être suturé.

Rudert ^[17] a quelque peu modifié cette technique. Le lambeau est divisé longitudinalement en deux bandelettes. À partir de la zone d'insertion, deux tunnels de 4,5 mm sont forés en direction des insertions malléolaires des faisceaux antérieur et moyen et les bandelettes sont passées respectivement dans chacun d'eux. Un petit panneau cortical de 10 mm sur 10 est prélevé au niveau des insertions distales des faisceaux sur le col du talus et la face latérale du calcanéum. La bandelette postérieure est passée sous les tendons fibulaires et placée dans la fenêtre osseuse, sous tension, le pied étant en léger équin. La fenêtre corticale est reposée et fixée par une agrafe ou une petite vis. Puis, le pied étant en éversion et la cheville en position neutre, la bandelette antérieure est fixée de façon identique.

Contrairement à ce que l'on pourrait craindre, il n'est pas observé d'ossification secondaire si le prélèvement est effectué dans les règles. Toutefois, du fait de ce risque, elle est déconseillée chez l'adolescent. Il n'est pas observé non plus, semble-t-il, de diminution significative des amplitudes articulaires. Cependant ce risque existe, tout comme pour les ligamentoplasties de substitution, notamment pour l'articulation sous-talienne.

Haut de page

VICE ARCHITECTURAL DE L'ARRIÈRE-PIED

La statique de l'arrière-pied doit être prise en considération avant le traitement de la laxité de la cheville. En effet, un varus calcanéen est un élément très péjoratif du fait des contraintes qu'il exercera sur la restauration ligamentaire risquant, à terme, d'entraîner un échec. Ce varus, mesuré cliniquement ou par radiographie (podométrie), s'il est significatif, doit impérativement être corrigé dans le même temps opératoire ou dans un temps précédent. Chez le jeune sportif, il ne peut être question de le traiter par arthrodèse sous-talienne. La solution est l'ostéotomie calcanéenne de valgisation (Kouvalchouk ^[13]) (**fig 10**). L'ostéotomie est pratiquée sur la face latérale du calcanéum à la scie sur moteur, selon une direction oblique en bas et en avant, partant juste en avant de l'insertion du tendon d'Achille et aboutissant au niveau de la corticale plantaire juste en arrière de l'articulation calcanéocuboïdienne. Un coin à base externe est enlevé, dont la hauteur dépend de l'angle à corriger. C'est une ostéotomie de fermeture externe, ostéosynthésée par une ou plusieurs agrafes.

Haut de page

CONCLUSION

Dès lors qu'elle existe et qu'elle est symptomatique, la laxité chronique de la cheville ne peut être réellement traitée que chirurgicalement. Il est quelque peu artificiel de distinguer ce qui, dans cette laxité chronique, revient spécifiquement à l'articulation talocrurale et à la sous-talienne, tant l'analyse précise en est actuellement difficile. C'est la raison pour laquelle toutes les techniques actuelles s'attachent à stabiliser les deux articulations en restaurant les faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral latéral. De toute façon, dans la très grande majorité des cas de laxité chronique de la cheville justifiant un traitement chirurgical, les deux faisceaux ont été lésés, et séparer les lésions chroniques liées au faisceau antérieur ou au faisceau moyen est, également, quelque peu artificiel.

Dans leur publication, Hennrikus et al ^[11] insistent aussi sur le fait que dans les lésions graves, les deux faisceaux sont lésés et que tous deux ont un rôle

combiné dans tous les secteurs de mobilité pour assurer la stabilité de la cheville. Par ailleurs, Karlsson ^[12] enregistre de moins bons résultats si le seul faisceau antérieur est restauré.

Selon nous, la technique utilisée doit toujours viser à restaurer les deux faisceaux.

Parmi les très nombreux procédés décrits, le choix existe entre les plasties de substitution à l'aide d'une partie du PB et les techniques de remise en tension de l'appareil ligamentaire cicatriciel, éventuellement renforcées par le ligament frondiforme ou un lambeau périostique.

Pour notre part, la préférence va nettement aux techniques de remise en tension avec réinsertion transosseuse, surtout chez le sujet jeune et sportif, dans la mesure où elles respectent mieux l'anatomie, ne mettent pas en jeu le rôle essentiel dynamique du PB et comportent certainement moins de risque d'enraidir l'articulation sous-talienne.

Parmi quelques publications récentes, deux peuvent être extraites qui vont dans le même sens. Colville ^[7] en arrive à cette conclusion après une revue globale des résultats des séries de la littérature. Plus récemment encore, Hennrikus et al ^[11] ont publié une étude randomisée comparant les résultats d'une série d'interventions de Chrisman-Snook avec ceux d'une série d'intervention de Karlsson (modified-Brostrom procedures). Si dans les deux séries les résultats sont bons ou excellent dans 80 % des cas, ils n'en relèvent pas moins que les complications sont plus fréquentes dans la première série (désunion cutanée, infection superficielle), que la tension excessive du transplant comporte le risque d'enraidir talocrurale et sous-talienne et que le score final est plus faible. Ils soulignent enfin que l'intervention de Chrisman-Snook n'est pas anatomique.

Au total, leur conclusion rejoint la nôtre : les interventions de remise en tension doivent être préférées.

Références

- [1] Ahlgren O, Larsson S Reconstruction for lateral ligament injuries of the ankle. *J Bone Joint Surg* 1989 ; 71B : 300-303
- [2] Anderson ME Reconstruction of the lateral ligaments of the ankle using the plantaris tendon. *J Bone Joint Surg* 1985 ; 67A : 930-934
- [3] Blanchet A La réfection ligamentaire dans les instabilités chroniques de la cheville. *Rev Chir Orthop* 1975 ; 61 (suppl II) : 175-176
- [4] Castaing J, Falaise B, Burdin PH Ligamentoplastie au court péronier latéral dans le traitement des instabilités chroniques de la cheville. Révision à long terme *Rev Chir Orthop* 1984 ; 70 : 653-656
- [5] Castaing J, Le Chevallier PL, Meunier M Entorse à répétition ou subluxation récidivante de la tibio-tarsienne. Une technique simple de ligamentoplastie externe. *Rev Chir Orthop* 1961 ; 47 : 598-608
- [6] Chrisman OD, Snook GA Reconstruction of lateral ligaments tears of the ankle. *J Bone Joint Surg* 1969 ; 51A : 904-912
- [7] Colville MR Reconstruction of the lateral ankle ligaments. *J Bone Joint Surg* 1994 ; 76A : 1092-1102
- [8] Colville MR, Grondel RJ Anatomic reconstruction of the lateral ankle ligaments using a split peroneus brevis tendon graft. *Am J Sports Med* 1995 ; 23 : 210-213
- [9] Duquenois A, Letendard J, Looch PH Remise en tension ligamentaire externe dans les instabilités chroniques de la cheville. *Rev Chir Orthop* 1980 ; 66 : 311-316
- [10] Gordes W, Viernstein K Traitement de l'instabilité tibiotarsienne par ténodèse à l'aide du court péronier latéral. *Int Orthop* 1980 ; 3 : 293-298
- [11] Hennrikus WL, Mapes RC, Lyons PM, Lapoint JM Outcomes of the Chrisman-Snook and modified-Brostrom procedures for chronic lateral instability. A prospective, randomized comparison. *Am J Sports Med* 1996 ; 24 : 400-404
- [12] Karlsson J, Bergsten T, Lansinger O, Peterson L Reconstruction of the lateral ligaments of the ankle for chronic lateral instability. *J Bone Joint Surg* 1988 ; 70A : 581-588
- [13] Kouvalchouk JF, Roy P. Influence des troubles statiques de l'arrière-pied sur la laxité chronique de la cheville et son traitement. In : Cheville et médecine de rééducation. Paris : Masson, 1982 : 97-102
- [14] Liu S, Jacobson K A new operation for chronic lateral ankle instability. *J Bone Joint Surg* 1995 ; 77B : 55-59 [\[crossref\]](#)

- [15] Mabit C, Pecout C, Arnaud JP La ligamentoplastie au troisième fibulaire dans les laxités chroniques de la cheville. Technique chirurgicale. *Rev Chir Orthop* 1996 ; 82 : 70-75
- [16] Roy-Camille R, Saillant G, Gagna G, Benazet JP, Feray CH Les laxités externes chroniques de la cheville. Cure chirurgicale par une ligamentoplastie du périoste. *Rev Chir Orthop* 1986 ; 72 : 121-126
- [17] Rudert M, Wulker N, Wirth CJ Reconstruction of the lateral ligaments of the ankle using a regional periosteal flap. *J Bone Joint Surg* 1997 ; 79B : 446-451
- [18] Snook G, Chrisman OD, Wilson TC Long-term results of the Chrisman-Snook operation for reconstruction of the lateral ligaments of the ankle. *J Bone Joint Surg* 1985 ; 67A : 1-7
- [19] Vidal J, Fassio B, Buscayret CH, Escare PH, Allieu Y Instabilité externe de la cheville. Importance de l'articulation sous-astragalienne : nouvelle technique de réparation. *Rev Chir Orthop* 1974 ; 60 : 635-642

© 1998 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

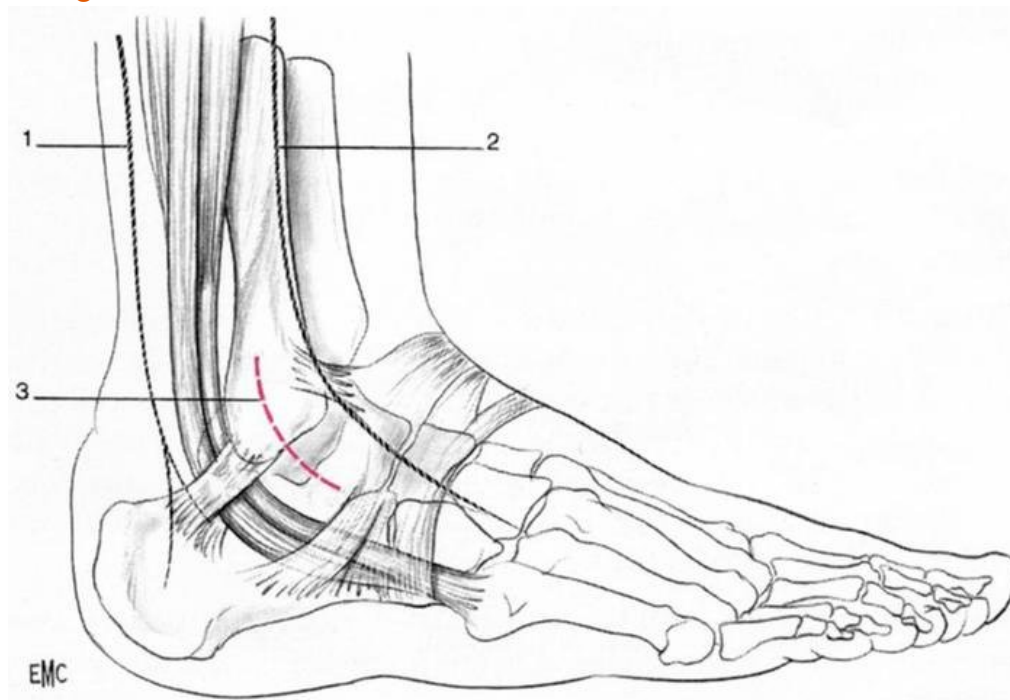


Fig 1 :

Voie d'abord.

1. Nerf suralis ; 2. nerf peroneus superficialis ; 3. tracé de la voie d'abord.

Fig 2 :

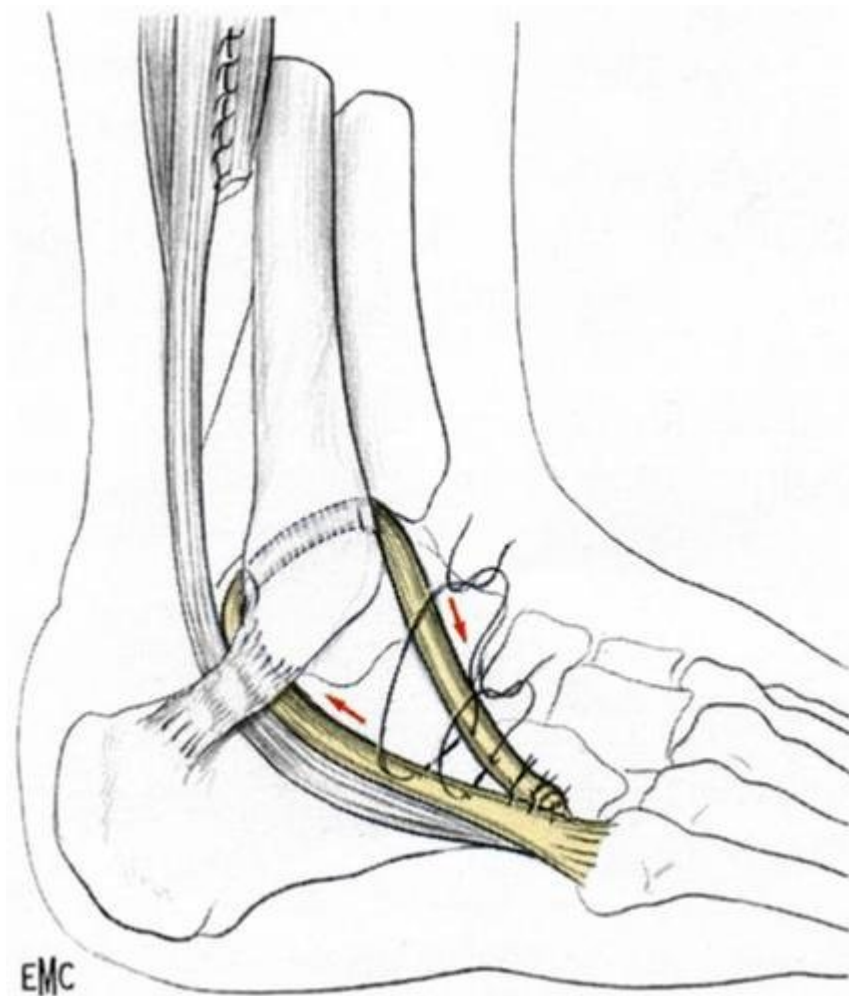


Fig 2 :

Technique de Castaing.

Fig 3 :

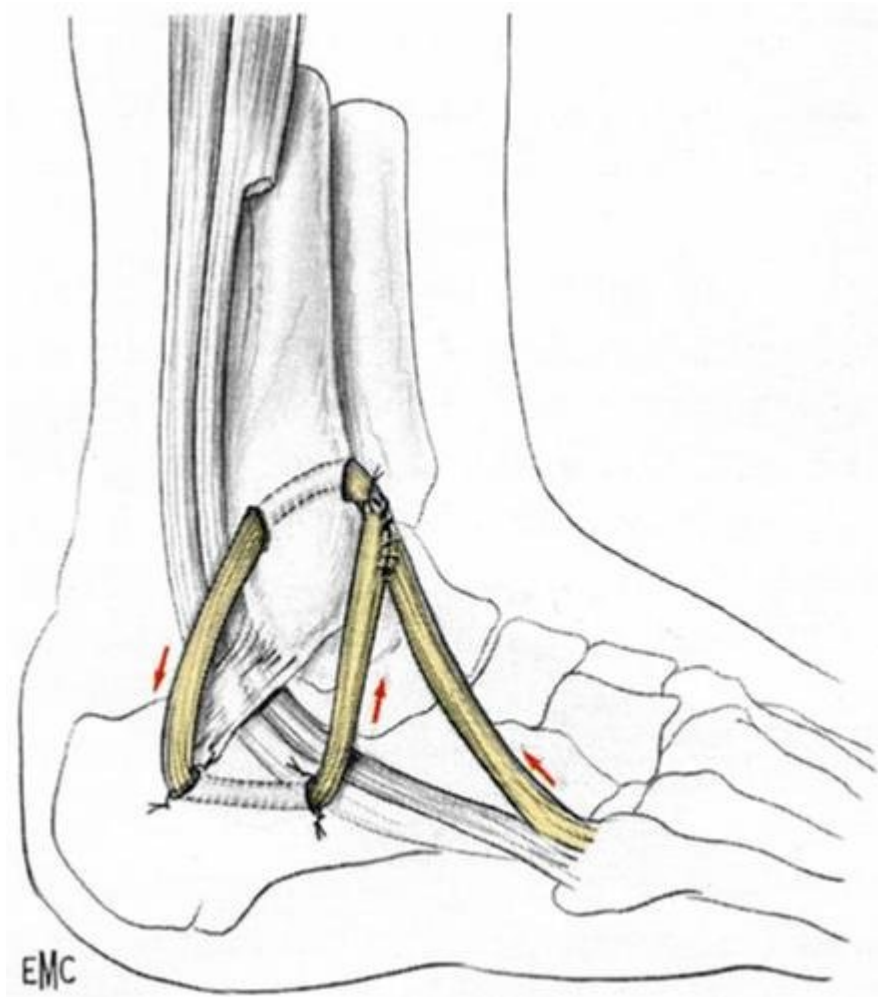


Fig 3 :

Technique de Chrisman et Snook.

Fig 4 :

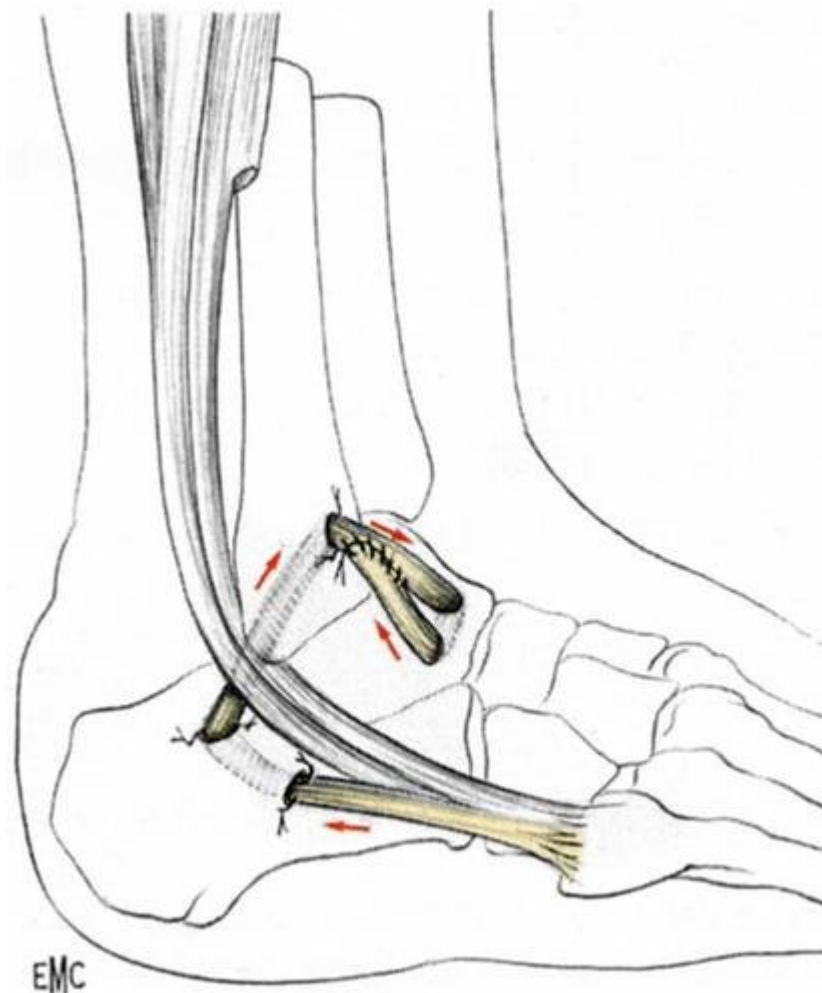


Fig 4 :

Technique de Colville.

Fig 5 :

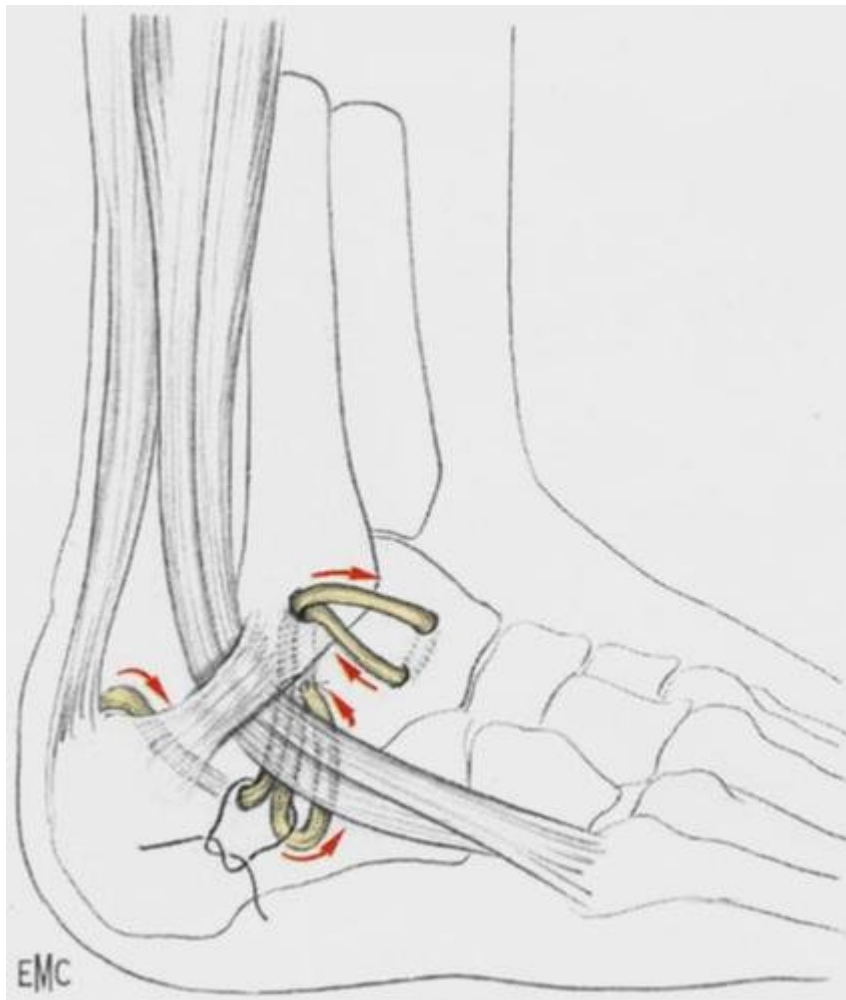


Fig 5 :

Technique d'Anderson.

Fig 6 :

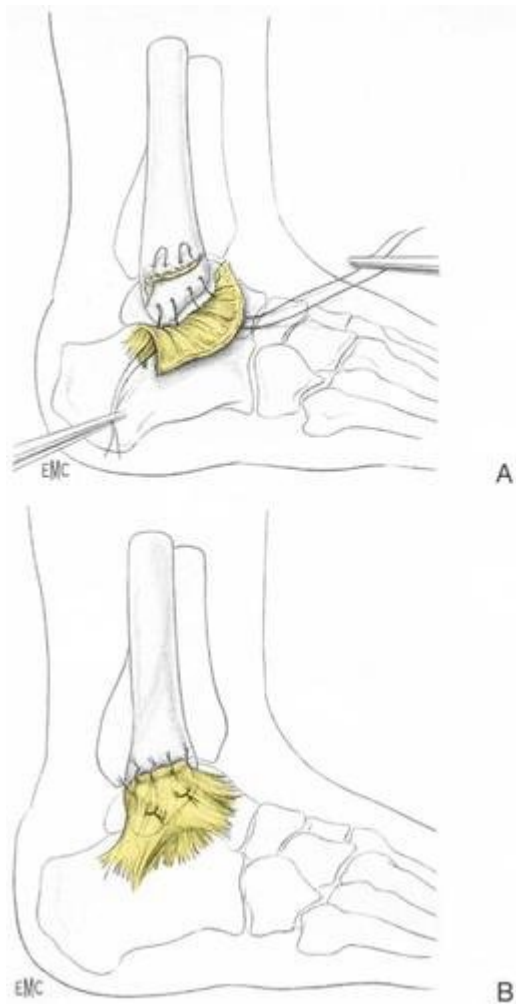


Fig 6 :

Technique d'Ahlgren (ou de Duquenois).

A. Désinsertion proximale, passage des fils.

B. Après rétention et fixation.

Fig 7 :

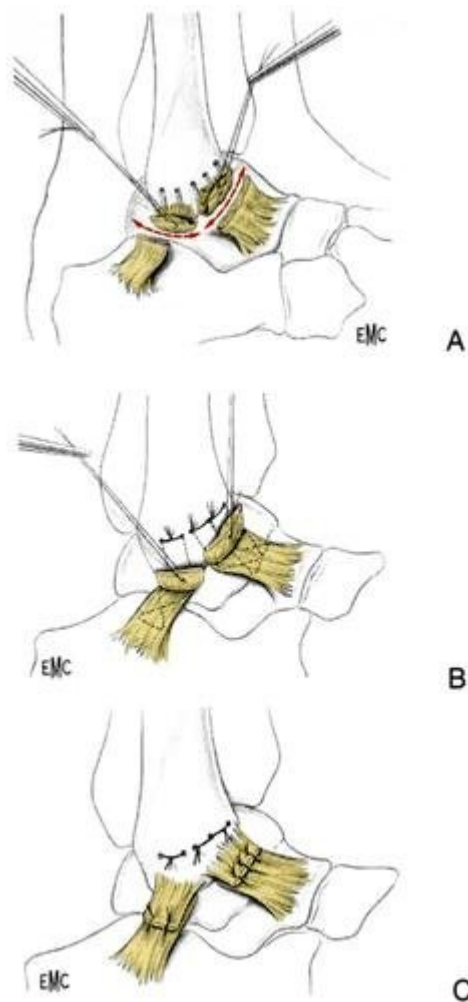


Fig 7 :

Technique personnelle (ou de Karlsson) avec tunnels transosseux.

A. Section juxtaproximale, passage des fils.

B. Réinsertion.

C. Suture en « paletot ».

Fig 8 :

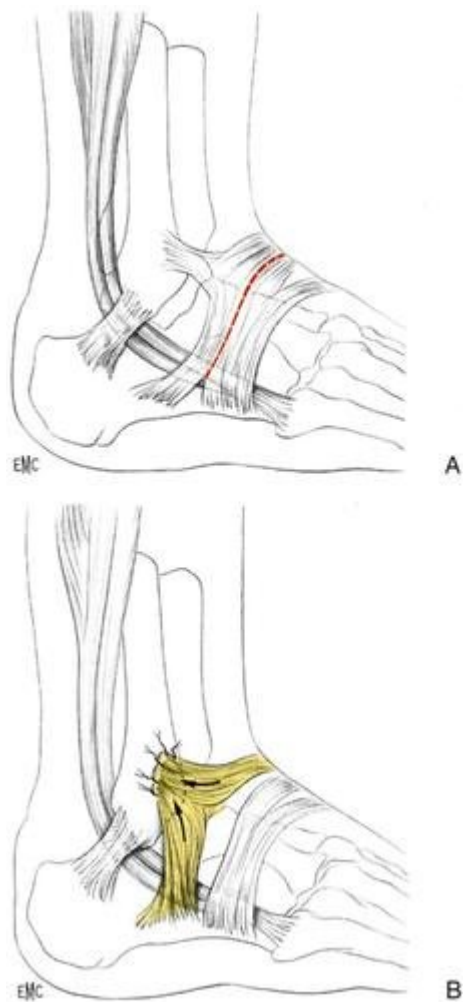


Fig 8 :

Renforcement au ligament frondiforme.

A. Tracé de l'incision.

B. Réinsertion après transfert.

Fig 9 :

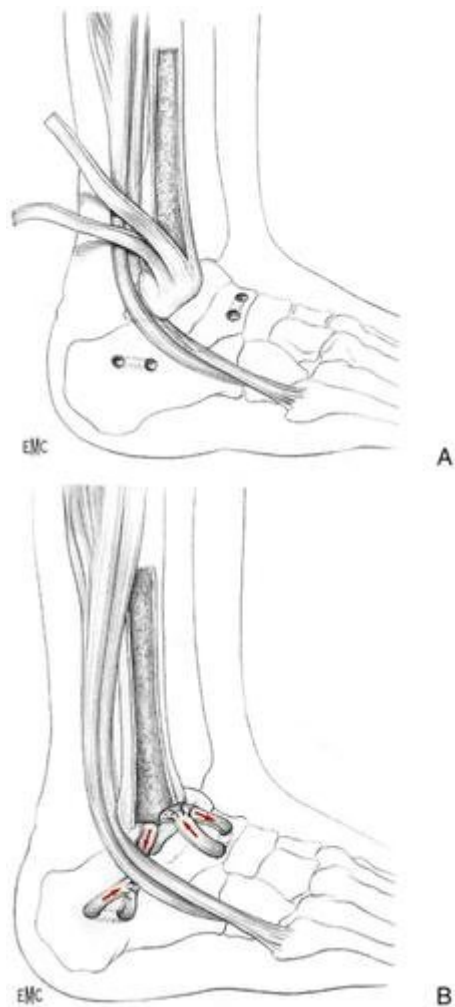


Fig 9 :

Renforcement par lambeau périostique.

A. Prélèvement et division du lambeau.

B. Fixation.

Fig 10 :

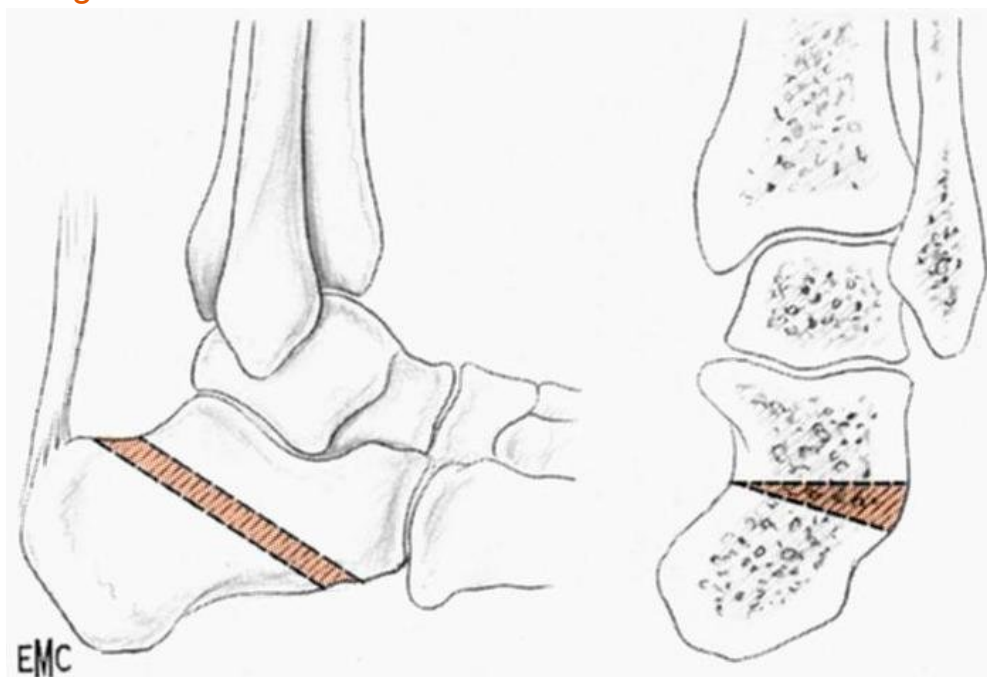


Fig 10 :

Ostéotomie calcanéenne de valgisation.



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-910]

Chirurgie des ruptures du tendon d'Achille

Jean-François Kouvalchouk : Chef de service

Médecin chef, centre de rééducation fonctionnelle LADAPT, 26, rue, Dailly, 92210 Saint-Cloud France

Chef de service, service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, centre médico-chirurgical Foch, 40, rue Worth, 92151 Suresnes France

Luc Watin-Augouard : Chirurgien orthopédiste

Service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, centre médico-chirurgical Foch, 40, rue Worth, 92151 Suresnes cedex France

Résumé

Le traitement chirurgical des ruptures du tendon d'Achille garde une large place, quelles que soient les possibilités et les indications des traitements non opératoires, dont nombre de travaux ont maintenant prouvé l'efficacité, à condition qu'ils soient appliqués avec rigueur et dès les tout premiers jours suivant l'accident ^[10]. Le propos n'est pas ici de rappeler les mérites respectifs des deux méthodes, mais il est certain que l'une des justifications des traitements non opératoires tient au risque de complications cutanées postopératoires. Certes, le plus souvent sans gravité réelle, elles peuvent cependant prendre parfois des proportions majeures, allant jusqu'à la nécrose tendineuse.

Au-delà des risques inhérents à tout acte chirurgical pratiqué à ce niveau, rançons des conditions anatomiques et vasculaires locales, il n'est pas douteux que la technique chirurgicale ait sa part de responsabilités. Il faut insister, d'emblée, sur le fait que ces complications cutanées peuvent et doivent être prévenues par le soin et la rigueur opératoires, qu'il s'agisse des précautions à prendre vis-à-vis du revêtement cutané ou de la technique de réparation elle-même qui se doit, au maximum, d'éviter les matériels volumineux, dévascularisés ou inertes. Il est clair qu'une zone de suture trop saillante, soumettant la cicatrice cutanée à une tension excessive, risque de provoquer désunion ou nécrose alors que la cicatrisation d'une rupture récente elle-même est toujours facilement obtenue par des moyens simples.

RUPTURES RÉCENTES

Le but de l'intervention est de redonner au tendon sa longueur normale, afin de garantir un résultat fonctionnel optimal, notamment en ce qui concerne la force du triceps. La cicatrisation tendineuse ne pose aucun problème. Elle s'effectue dans les délais habituels de la cicatrisation conjonctive, grâce à l'immobilisation postopératoire. La simple suture est donc toujours suffisante et il n'est jamais nécessaire de recourir à une plastie, quel qu'en soit le type.

Technique de base

Installation

Anesthésie générale avec intubation, puis installation en décubitus ventral, avec les précautions habituelles (occlusion des yeux, pas de tension des plexus brachiaux, liberté abdominale, absence de compression au niveau des régions inguinales, protection des zones de pression...).

Garrot pneumatique à la racine de la cuisse, préparation de tout le membre, enveloppé d'un jersey stérile, collé au niveau de l'incision, ou ouvert pour permettre la mise en place d'un champ adhésif. Opérateur et aide face à face, instrumentiste au pied du patient. Il est utile de placer un champ roulé sous la face antérieure de la cheville, de façon à positionner le pied à angle droit pour bien tracer l'incision cutanée (**fig. 1**).

Voie d'abord

Elle est *latéroachilléenne interne*, 2 à 3 cm en dedans du milieu de la face postérieure du tendon, pour éviter tout conflit ultérieur avec des chaussures, notamment à tige montante (chaussures de ski), ce qui risquerait de se produire si l'incision était franchement postérieure. L'incision postéro-externe ne présente pas d'avantage et peut se compliquer d'un névrome sur les branches du nerf saphène externe. L'incision est centrée sur la rupture et mesure 8 cm de longueur environ. *La peau ne doit pas être décollée*, et l'on se rappellera toujours l'aphorisme de Haertsch ^[9] : à la jambe, le plan chirurgical passe sous l'aponévrose. Tout au long de l'intervention, la peau sera soigneusement protégée de pince à disséquer agressive ou d'écarteurs traumatisants. La gaine aponévrotique est donc ouverte dans le plan de l'incision cutanée. Le peritenon est toujours retrouvé dans les ruptures fraîches. Il est soigneusement disséqué du tendon lui-même et, éventuellement, repéré sur fil. L'hémostase de tout ce plan superficiel doit être parfaite.

Réparation tendineuse

La rupture tendineuse apparaît toujours sous forme d'une dilacération totale des fibres. Les caillots sont évacués et les extrémités tendineuses régularisées a minima. Le pied est alors placé en équin non forcé, en déplaçant le champ roulé, objectivant ainsi la longueur du tendon à restituer (**fig. 2**).

La réparation est assurée très simplement par laçage ou suture ^[11].

Laçage

Il se fait au fil à résorption lente, n° 0 ou 1, passé dans chaque extrémité tendineuse, en prenant appui à environ 2 cm de la zone de rupture et en prévoyant des noeuds latéraux. Un passage simple suffit : il ne faut pas « étrangler » le tendon. Les fils sont noués latéralement, en prenant garde de ne pas trop les serrer, afin qu'ils ne déchirent pas le tendon (**fig. 3**). Des points périphériques (ou un surjet) de fil plus fin, à résorption lente, complètent le laçage, pour affronter les berges de la rupture et régulariser, aussi parfaitement que possible, toute la zone des fibres rompues.

Suture périphérique simple

Elle est faite par des points en U, ou un surjet, de fil à résorption lente, n° 0 ou 1 (**fig. 4**).

Fermeture

La gaine est très soigneusement refermée par un surjet de fil à résorption lente, n° 00. Habituellement, cette suture peut être complète. En cas d'impossibilité, on peut utiliser l'artifice proposé par de La Caffinière et Béné ^[7] : il consiste à fendre longitudinalement la gaine en avant du tendon, pour donner de l'étoffe et permettre la fermeture de la gaine en arrière.

Le garrot pneumatique est dégonflé et l'hémostase vérifiée. Un drain aspiratif est glissé le long du tendon. Un plan sous-cutané est réalisé, à points inversés de fil très fin à résorption lente. Enfin, la fermeture cutanée représente un temps essentiel : elle s'exécute à points séparés de fil fin, affrontant parfaitement les berges, mais en s'interdisant formellement tout point qui pourrait être nécrosant.

Pour notre part, nous utilisons toujours une attelle plâtrée postérieure, réalisée en préopératoire. Elle permet la surveillance postopératoire de la cicatrice et, à ce titre, nous semble préférable à une botte fermée. Cette attelle est en position d'équin modéré, la position en équin forcé risquerait d'être un facteur favorisant d'ischémie cutanée. Le lever est immédiat, mais très limité au début afin de réduire le plus possible le gonflement distal, et sans appui.

Quelques jours plus tard, selon l'état de la cicatrice opératoire, une botte en résine en équin est réalisée et laissée jusqu'à la 3^e semaine. Elle est remplacée par une botte en résine prenant le pied à angle droit, pour 3 semaines supplémentaires, permettant l'appui partiel.

Rééducation postopératoire

Toute immobilisation est supprimée à la 6^e semaine. L'appui libre est repris, protégé au début par des cannes anglaises et, éventuellement, par une talonnette.

La rééducation ne comporte, pendant les 3 ou 4 premières semaines, que des exercices visant à récupérer les amplitudes articulaires, par un travail actif pour la flexion dorsale et passif pour la flexion plantaire. Puis, le travail de musculation du triceps est progressivement entrepris. L'appui monopode sur la pointe n'est autorisé qu'au 3^e mois de même que, petit à petit, la reprise des activités sportives.

Interventions de compromis : chirurgie percutanée

Partant du principe que la cicatrisation tendineuse est toujours facilement obtenue et que le seul but de l'intervention, outre la très nette diminution des risques de rupture itérative, est la restauration de la longueur et de la tension du tendon, et tenant compte des avantages et inconvénients respectifs des traitements chirurgical et non opératoire, quelques techniques ont été proposées, tentant de prendre les mérites de chacune des méthodes et d'en éviter les risques. Ce sont les techniques percutanées, qui assurent le

bout-à-bout tendineux, grâce à un abord minime n'exposant pas aux complications cutanées.

Technique de Nada [13]

Deux petites broches parallèles sont posées : l'une transcalcanéenne, l'autre transtendineuse, à environ 2,5 cm au-dessus de la rupture. Le pied étant placé en équin, elles sont maintenues rapprochées, soit par un plâtre qui les noie, soit par un petit appareillage métallique, et laissées en place 4 semaines. Après leur ablation, une immobilisation en équin est poursuivie pour 4 semaines supplémentaires.

Technique d'Aldam [2]

Par une petite incision transversale, le fragment proximal est abaissé, puis lacé. Les deux extrémités des fils, montées sur aiguille droite, sont passées dans le bout distal, ressorties à travers la peau du talon et, après rapprochement des extrémités tendineuses par mise en équin du pied, sont nouées sur bouton. Le pied est maintenu en équin par plâtre pour 6 à 8 semaines.

Technique de Delponte et coll. [8]

Elle utilise un fil de Dacron® de 30 cm de long, muni à quelques centimètres de son extrémité distale d'un harpon de 5 mm de large et serti d'une aiguille de 12 cm de longueur, malléable. Une moucheture cutanée est pratiquée 5 cm en amont de la rupture, permettant l'introduction du matériel de suture dans le fragment proximal où le harpon se bloque. L'aiguille est ensuite guidée en sous-cutané à travers la zone de rupture, puis dans le fragment distal, et émerge dans l'une des gouttières rétromalléolaires, au niveau de l'insertion calcanéenne. Un second montage, identique, est réalisé du côté opposé au précédent, de façon symétrique. Le pied est placé en équin et, après mise en tension, les fils sont bloqués par des plombs perforés appuyés sur rondelle plastique de protection. Les extrémités supérieures des fils de Dacron® sont laissées libres de façon à en permettre l'extraction vers la 4^e semaine. Il n'y a pas d'immobilisation et l'appui est repris vers le 15^e jour.

Ces techniques de compromis, pour intéressantes qu'elles paraissent, demandent toutefois à être confirmées.

Localisations plus rares

Lésions hautes

Situées au niveau de la jonction myotendineuse, c'est-à-dire en territoire bien vascularisé et sous un revêtement cutané de bonne qualité, la suture n'offre aucune difficulté et ne nécessite aucun artifice particulier.

Lésions basses

Elles siègent à proximité immédiate de l'insertion calcanéenne, réalisant parfois une véritable avulsion. Le traitement chirurgical s'impose ici sans discussion. Dans ces formes rares, la seule possibilité est la *réinsertion transosseuse*. Elle peut être réalisée par fil, comme dans les techniques « de compromis » ou en chirurgie conventionnelle, selon des procédés similaires ou par agrafe, que ce soit de petites agrafes pneumatiques ou des agrafes de type tabouret à vis. Le

problème tient ici à la couverture cutanée, particulièrement mince et de mauvaise qualité. Il faut donc, plus que jamais, soigneusement la respecter et tout faire pour que l'agent de réparation ne soit pas agressif ni ne soumette la peau à une tension excessive.

Haut de page

RUPTURES ANCIENNES

Cicatrisations avec excès de longueur

Elles se traduisent par une diminution de la force du triceps, interdisant l'appui monopode sur la pointe et la course, et par une augmentation de la flexion dorsale. Elles sont la rançon d'un mauvais traitement initial, quel qu'il soit, mais aussi, parfois, d'une rupture négligée ayant abouti à une cicatrisation tendineuse avec excès de longueur. S'il se justifie par la gêne fonctionnelle, le traitement chirurgical consiste en un *raccourcissement* du tendon.

Installation et voie d'abord sont toujours les mêmes, à moins qu'un précédent abord n'oblige à reprendre la même voie.

Chaque fois que possible, la gaine tendineuse doit être isolée et disséquée. Le tendon est fendu franchement, au bistouri, dans un plan frontal, sur une longueur de 8 cm environ, laissant ainsi deux moitiés, antérieure et postérieure, d'égale épaisseur. Les extrémités sont coupées transversalement, en bas pour la moitié profonde et qui sera le fragment proximal, en haut pour la moitié superficielle et qui sera le fragment distal (de façon à garder une zone tendineuse saine en regard de la partie basse de la cicatrice, la plus exposée aux adhérences et aux complications cutanées). Chacune des extrémités est réséquée sur une longueur correspondant à l'accourcissement que l'on veut obtenir et qui est estimé selon la position d'équin spontané physiologique du pied. La suture est ensuite réalisée, bord à bord, par de multiples points en X ou en U de fil à résorption lente (fig. 5). L'immobilisation postopératoire est identique à ce qu'elle est pour les ruptures fraîches.

Absences de cicatrisation

C'est la forme habituelle des ruptures anciennes négligées. Elles se présentent sous deux aspects : l'absence totale de cicatrisation, avec un écart interfragmentaire plus ou moins important, ou une pseudocontinuité, où existe, en fait, sous une surface apparemment continue, un écart interfragmentaire occupé par un pseudokyste.

En pratique, les problèmes posés sont les mêmes : il s'agit de rétablir une véritable continuité fonctionnelle. Les techniques chirurgicales sont nombreuses et variées. Le choix dépend des habitudes de l'opérateur mais aussi, et surtout, de l'importance de l'écart interfragmentaire qui existe après régularisation à minima et avivement des berges de la rupture et de la rétraction du fragment proximal. C'est donc, le plus souvent, en *peropératoire* et en fonction des conditions locales que le choix de la technique devra s'opérer.

Dans tous les cas, installation et voie d'abord sont toujours les mêmes que celles déjà décrites et les précautions vis-à-vis du revêtement cutané doivent être, plus encore, respectées, compte tenu des impératifs techniques nécessaires à la réparation tendineuse.

Laçage ou suture

Ces mêmes techniques peuvent être utilisées chaque fois que les conditions locales s'y prêtent, c'est-à-dire lorsque, après la régularisation des extrémités tendineuses, le bout à bout est facilement obtenu par la simple mise en équin du pied. C'est le cas des formes vues dans les quelques semaines qui suivent l'accident. La technique ne diffère en rien de celle qui a déjà été exposée.

Plastie avec le plantaire grêle (fig. 6)

Elle a été décrite par Chigot et coll. ^[5] pour les ruptures récentes et est encore souvent utilisée dans cette indication où elle est le complément de la suture directe dans un but d'augmentation. Néanmoins, selon nous, ce n'est que dans les ruptures anciennes qu'elle trouve sa place, lorsqu'il paraît que la suture simple risque d'être insuffisante.

Le premier temps de l'intervention est donc toujours identique, avec suture ou laçage du tendon, comme précédemment décrit. Le long du bord interne du tendon d'Achille, le tendon du plantaire grêle est repéré. Il est toujours intact, mais il faut connaître son caractère inconstant (il est absent 1 fois sur 7 environ). Pour le prélever, on pratique une courte contre-incision à la face interne de la jambe, à environ 4 travers de doigt au-dessous de l'interligne articulaire du genou et à 1 travers de doigt en arrière du bord postéro-interne du tibia. Après incision de l'aponévrose profonde, on repère le bord interne du jumeau interne et, passant le doigt entre jumeau interne et soléaire, on accroche la corde du tendon du plantaire grêle, facile à identifier si, dans le même temps, on mobilise le tendon au niveau de l'incision inférieure. Le tendon est sectionné le plus haut possible, puis on le ramène dans l'incision inférieure en le faisant coulisser. On obtient ainsi un transplant d'une longueur d'environ 30 cm.

Conservant son insertion inférieure, calcanéenne, le transplant est lacé dans le tendon d'Achille par une série d'allers et retours, de part et d'autre de la zone rompue, soit par l'intermédiaire d'une aiguille à large chas, soit au travers de mouchetures tendineuses réalisées au bistouri fin et très légèrement agrandies par une petite pince, type Halsted. Le transplant est bloqué par de multiples points de fil à résorption lente. Immobilisation et suites sont les mêmes que précédemment.

Plasties avec l'aponévrose du triceps

Technique de Bosworth ^[3]

Elle a été la première décrite. Elle s'adresse aux cas où l'écart interfragmentaire est large et où la remise bout à bout est, sinon impossible, du moins très difficile, voire illusoire. L'intervention se déroule, dans un premier temps, selon la même procédure et, dans la mesure du possible, l'anastomose doit être réalisée. L'incision est prolongée vers le haut, de 5 à 6 cm, exposant ainsi l'aponévrose du triceps. On dessine un lambeau de 1,5 à 2 cm de large, réservant son pédicule inférieur, à environ 2 cm au-dessus de la zone de rupture. On retourne alors le lambeau pour le rabattre au-dessus du fragment distal, auquel il est suturé par de multiples points de fil à résorption lente ; puis les berges de la zone de prélèvement sont rapprochées par plusieurs points (fig. 7).

La critique à faire à cette technique est que la face cruentée du lambeau se trouve placée en situation sous-cutanée, dans la zone où les adhérences sont le plus à craindre. C'est la raison pour laquelle des variantes ont été proposées.

Variantes

sur toute son épaisseur, jusqu'au tissu musculaire du soléaire, selon un V à pointe supérieure, chaque bras du V devant avoir une longueur au moins égale à 1 fois et demi la hauteur du défaut. Le lambeau musculo-aponévrotique est translaté vers le bas et suturé au fragment distal. La zone de prélèvement est refermée, le tout dessinant ainsi un Y renversé (fig. 8). La vitalité du lambeau est assurée par le tissu musculaire sous-jacent qui, par ailleurs, comble la perte de substance. Dans toute la mesure du possible, la gaine est reconstituée.

- La bandelette aponévrotique (Wagdy-Mahmoud [16]) mesure 15 cm de long sur 2 cm de large. Après son prélèvement aux dépens de l'aponévrose du triceps, elle est rabattue autour de son pédicule inférieur, qui a été préservé, situé à environ 3 cm de la zone de rupture. Retournée et passée à travers une fente dans l'extrémité inférieure du fragment proximal, elle en ressort sur son bord externe, avant d'y pénétrer à nouveau par sa face postérieure, pour émerger en plein milieu de l'extrémité rompue du fragment proximal, apparaissant ainsi comme « la continuité du tendon normal ». La face supérieure du calcaneum est exposée, en avant de l'insertion du tendon, et un tunnel est foré, partant de la face inférieure du talon, à travers une petite incision cutanée, à la mèche de 3 ou 4, et aboutissant juste en avant du tendon. L'extrémité du transplant, lacée par un fil tracteur, est ramenée à l'aide d'un passe-fil à travers le tunnel et fixée par un « pull-out » sous le talon après avoir été suturée sur toute la longueur du fragment distal. Le « pull-out » est enlevé à la 6^e semaine, mais l'immobilisation est de 10 semaines selon les auteurs.

Plasties utilisant un tendon fléchisseur des orteils

Plastie avec le fléchisseur commun (Mann [12])

Après l'abord et les gestes locaux habituels, une seconde incision cutanée, longue de 7 cm environ, est réalisée au bord inféro-interne du pied, depuis le scaphoïde jusqu'à la 1^{re} articulation métatarsophalangienne. L'abducteur du gros orteil est récliné pour exposer les tendons du fléchisseur propre du gros orteil et du fléchisseur commun. Ce dernier est sectionné juste en amont de sa division et son extrémité d'aval est suturée en latérotérminale au tendon du fléchisseur propre du I. Le tendon du fléchisseur commun est libéré et attiré dans la voie d'abord principale, pour être placé le long du tendon d'Achille. Une petite contre-incision est pratiquée à la face externe du talon et un tunnel transcalcaneen est réalisé à la mèche, transversal, en avant et au-dessus de l'insertion du tendon d'Achille. Lacé par un fil tracteur, le transplant est passé dans le tunnel grâce à un passe-fil, puis par décollement sous-cutané, il est ramené et fixé sur lui-même ou sur le tendon d'Achille (fig. 9). Enfin, un lambeau aponévrotique est dessiné aux dépens de l'aponévrose du triceps, puis mobilisé vers le bas pour combler la zone de rupture.

Cette technique a l'avantage, théorique, de ne pas perturber la balance inverseur-éverseur et de conserver l'action varisante du tendon d'Achille du fait de la direction du transplant. De plus, elle ne semble pas entraîner de troubles significatifs au niveau des petits orteils.

Plastie avec le fléchisseur propre du gros orteil (Cosentino [6])

Après que les gestes locaux déjà décrits ont été effectués, on dissèque, en profondeur, le corps musculaire et le tendon du fléchisseur propre du I que l'on isole. Par une section, la plus distale possible, sur les deux tiers de son épaisseur, une partie du tendon est prélevée, sans interrompre la continuité du segment restant, et les fibres musculaires du corps charnu sont séparées dans le prolongement, de façon à obtenir un transplant distinct et suffisamment libre. On dispose ainsi d'un transplant tendinomusculaire dont la vascularisation est préservée. Il est passé dans l'épaisseur du fragment proximal, puis dans le fragment distal et il est fixé par de multiples points de fil à résorption lente (fig. 10). Les avantages de cette technique sont d'apporter un transplant bien vascularisé, de volume suffisant, comblant l'écart interfragmentaire sans supprimer la fonction du muscle prélevé.

Plastie avec le court péronier latéral (CPL) (Perez Teufer ^[14])

Le premier temps de l'intervention est toujours le même, permettant l'exploration de la zone de rupture, la régularisation et l'approximation des extrémités tendineuses. Une première contre-incision est pratiquée au niveau de la base du V^e métatarsien pour disséquer, puis sectionner l'insertion terminale du CPL. Le tendon est libéré en sous-cutané, puis extériorisé dans l'incision principale. Le corps musculaire du CPL est mobilisé après désinsertion des fibres de la face externe du péroné pour venir s'appliquer sur le tendon d'Achille de telle façon que les fibres charnues enveloppent les extrémités tendineuses et comblent la perte de substance. Une courte incision cutanée est pratiquée à la face externe du talon. Un trajet sous-cutané, par décollement, permet de rejoindre la zone opératoire, puis un tunnel transcal-canéen transversal est foré de dehors en dedans, avec une mèche de 4 à 5 mm de diamètre, juste en avant et au-dessus de l'insertion du tendon d'Achille. L'extrémité distale du tendon du CPL, lacée d'un fil tracteur, est attirée dans le décollement sous-cutané, puis, à travers le tunnel transosseux, par un passe-fil et rabattue vers le haut le long du bord interne du tendon d'Achille. Des fils à résorption lente appliquent le corps musculaire et le tendon du CPL sur toute la zone de rupture en essayant d'obtenir une surface aussi régulière que possible. La partie terminale est suturée à la face interne du tendon d'Achille, jusqu'au-dessus de la zone de rupture, si la longueur du transplant l'autorise (fig. 11).

La critique théorique à apporter à cette technique est l'utilisation d'un muscle de l'importance du CPL, élément fondamental de la balance inverseur-éverseur et, à ce titre, de la stabilité de la cheville et du pied. C'est pourquoi, à notre sens, elle doit être réservée aux cas où l'écart interfragmentaire est majeur et irréductible. Mais, c'est alors l'une des seules techniques susceptibles de combler la perte de substance en apportant un transplant épais et solide, bien vascularisé par les fibres charnues du corps musculaire. A ce titre, sa connaissance est indispensable.

Techniques utilisant des éléments non prélevés sur place et destinés à renforcer la zone de suture ou à combler l'écart interfragmentaire

Il peut s'agir :

- de bandelette de fascia lata, autologue ou allogreffe conservée ;
- de tissu synthétique résorbable (bandelette de Vicryl[®] ou de PDS) ;
- de véritables prothèses, identiques à celles qui sont proposées pour les remplacements ligamentaires.

A notre avis, ces techniques n'ont que des indications véritablement d'exception, si tant est même qu'elles en aient, dans l'état actuel en ce qui concerne les prothèses, et cela en raison :

- d'une part, des différentes solutions offertes par les plasties prélevées in situ et qui permettent de faire face à toutes les situations ;
- d'autre part, de leur caractère soit dévascularisé, soit inerte, risquant d'augmenter les dangers locaux de nécrose, de sepsis et de désunion, dont on a déjà dit qu'ils étaient majorés par le volume de la zone de suture et la qualité du matériel inclus ;
- Enfin, les allogreffes exposent aux transmissions de maladies virales et, à ce titre, dans l'état actuel, leur utilisation doit être mûrement réfléchie.

Haut de page

Nous ne ferons que citer les ruptures itératives, rares après traitement chirurgical et apanage quasi exclusif des traitement non opératoires. Leur traitement fait appel, en fonction de l'état local, à l'une des techniques déjà vues, notamment celles utilisées pour les formes vues tardivement.

Les véritables complications sont liées aux *problèmes cutanés postchirurgicaux*, dont la fréquence est estimée, dans toutes les séries, à 15 à 20 % des interventions. Il faut rappeler qu'elles peuvent, et doivent être rendues plus rares par toutes les précautions opératoires vis-à-vis de la peau et par les techniques de réparation elles-mêmes. Mais, nul n'est à l'abri.

Désunion cutanée

C'est un incident qui peut paraître mineur. Elle est le plus souvent découverte lors du retrait de l'immobilisation. Les soins locaux, la cicatrisation dirigée en viennent habituellement à bout, sans autre conséquence que le retard à la reprise des activités et une cicatrice inesthétique, adhérente et parfois source de conflit. Cependant, du fait de la mauvaise vascularisation locale, de la présence, immédiatement au-dessous de la plaie, d'un tissu tendineux mal vascularisé, cette désunion cutanée peut toujours prendre des proportions plus sévères.

Nécrose cutanée

Complication majeure, elle peut aboutir à de véritables catastrophes esthétiques et surtout fonctionnelles. Greffes de peau mince, de peau totale ou greffes en pastilles n'ont aucune chance de réussite, compte tenu de la nature du sous-sol. La cicatrisation ne peut être assurée que par des gestes spécifiques de chirurgie plastique. Sans entrer dans les détails techniques qui relèvent du spécialiste, il importe toutefois que le chirurgien orthopédiste, confronté à une complication de cette importance, sache les possibilités thérapeutiques qui lui sont offertes (cf Encyclopédie médico-chirurgicale, Techniques Chirurgicales : Chirurgie Plastique).

Parmi celles-ci, il faut surtout citer les lambeaux fasciocutanés, dont le principe repose notamment sur les travaux de Ponten ^[15] et repris par Casey ^[4]. Ces lambeaux comprennent, outre l'épiderme, le derme et l'hypoderme, l'aponévrose dont le système vasculaire est le soutien de la vascularisation cutanée, dispensant donc de la prise du muscle sous-jacent. En regard du tendon d'Achille, c'est le lambeau fasciocutané externe à pédicule distal qui permet la meilleure couverture. Il est à noter qu'il peut, également, être utilisé en « cross leg » et, plus récemment, en lambeau libre.

Nécrose tendineuse

C'est la complication la plus grave. Elle est secondaire à la nécrose cutanée et le tendon, faute de couverture et du fait de la précarité de sa vascularisation, s'élimine progressivement, dans un tableau de nécrose septique. Le pronostic fonctionnel, autrefois catastrophique, est aujourd'hui nettement amélioré grâce aux possibilités de la chirurgie plastique, même si, par le passé, la simple immobilisation en équin, très prolongée, a pu sauver des situations apparemment désespérées. Actuellement, la couverture cutanée et la reconstruction du tendon par les techniques déjà décrites peuvent être obtenues, en un seul temps ou, plus souvent, en deux temps successifs, avec des résultats fonctionnels corrects, tout en sachant que les séquelles, quoi qu'on fasse, resteront très lourdes.

CONCLUSION

Il est facile d'opposer la difficulté et la complexité du traitement des formes vues tardivement ou des formes compliquées à la simplicité qui devrait être la règle si le traitement chirurgical, dès lors qu'il a été choisi, était appliqué précocement et selon une rigueur opératoire sans défaut. Cette évidence justifie, s'il en était encore besoin, d'insister sur l'importance que revêt ici la technique opératoire pour le traitement d'une lésion dont le blessé est en droit d'attendre qu'elle cicatrise sans séquelle significative.

Références

- [1] ABRAHAM E, PANKOVICH AM Neglected rupture of the Achilles tendon. Treatment by V-Y tendinous flap. *J Bone Joint Surg (Am Vol)* 1975 ; 57 : 253-255
- [2] ALDAM CH Repair of calcaneal tendon ruptures. A safe technique. *J Bone Joint Surg (Br Vol)* 1989 ; 71 : 486-488
- [3] BOSWORTH DM Repair of defects in the tendon-Achilles. *J Bone Joint Surg (Am Vol)* 1956 ; 38 : 111-114
- [4] CASEY R. Les lambeaux fasciocutanés pédiculés à la jambe. *Encycl Med Chir (Paris-France). Techniques Chirurgicales, Chirurgie Réparatrice.* 45850. 23 p
- [5] CHIGOT P, HERLEMONT X, FOURRIER X Traitement des ruptures du tendon d'Achille par autoplastie avec le plantaire grêle. *Med Acad Chir* 1957 ; 83 : 194-198
- [6] COSENTINO R Rotura del tendon de Aquiles. Tratamiento en casos inveterados o recidivados. *Boletines Y Trabajados de la Soc Argent de Orthop y Traumat* 1979 ; XLIV : 335-336
- [7] De la CAFFINIÈRE JY, BENE B Un artifice technique pour éviter les ennuis cutanés dans la réparation chirurgicale des ruptures du tendon d'Achille. *Rev Chir Orthop* 1984 ; 70 : 343-345
- [8] DELPONTE P, POTIER L, De POULPIQUET P, VAUJANY P, BUISSON P Traitement des ruptures sous-cutanées du tendon d'Achille par ténorrhaphie percutanée. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 : 404-407
- [9] HAERTSCH PA The surgical plane in the leg. *Br J Plast Surg* 1981 ; 34 : 464-469
- [10] KOUVALCHOUK JF, RODINEAU J, WATIN-AUGOUARD L Les ruptures du tendon d'Achille. Comparaison des résultats du traitement opératoire et non opératoire. *Rev Chir Orthop* 1984 ; 70 : 473-478
- [11] KOUVALCHOUK JF. La pathologie du tendon d'Achille : rupture et « tendinite ». *Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Conférences d'enseignement* 1987 ; 233-257
- [12] MANN RA, HOLMES GB, SEALE KS, COLLINS DN Chronic rupture of the Achilles tendon. A new technique of repair. *J Bone Joint Surg (Am Vol)* 1991 ; 73 : 214-219
- [13] NADA A Rupture of the calcaneal tendon. Treatment by external fixation. *J Bone Joint Surg (Br Vol)* 1985 ; 67 : 449-453
- [14] TEUFER PEREZ, ILIZALITURRI VM, DEL CAMPO MARTINEZ Ruptures traumatiques du tendon d'Achille. Description d'une technique opératoire de la reconstruction par transplant de greffe en utilisant le court péroné latéral. *Rev Chir Orthop* 1972 ; 58 (Suppl. I) : 219-222
- [15] PONTEN B The fascia-cutaneous flap : its use in soft tissue defects of the lower leg. *Br J Plast Surg* 1981 ; 34 : 215-220
- [16] WAGDY-MAHMOUD S, MEGAHEH AH, EL-SHESHTAWY OE Repair of the calcaneal tendon. An improved technique. *J Bone Joint Surg (Br Vol)* 1992 ; 74 : 114-117

© 1993 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

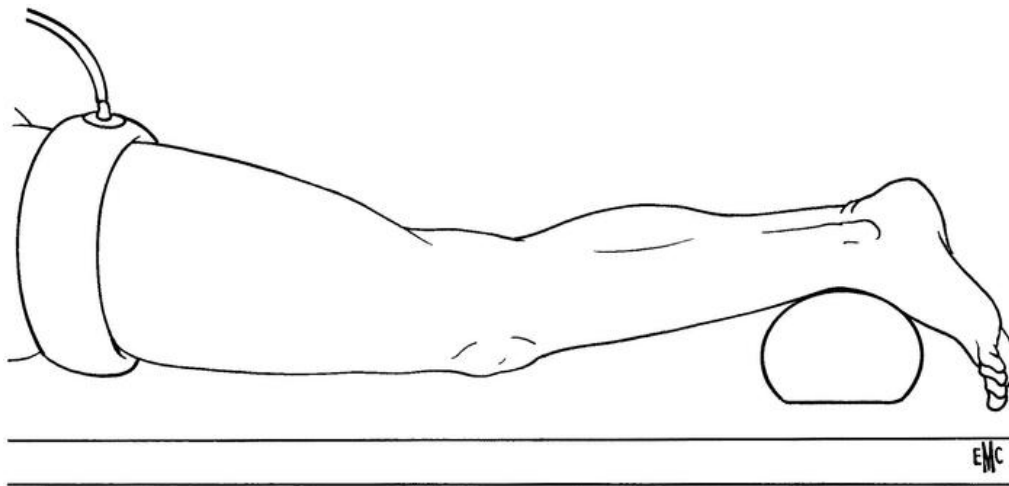


Fig 1 :

Installation opératoire. Position du pied pour l'incision cutanée.

Fig 2 :

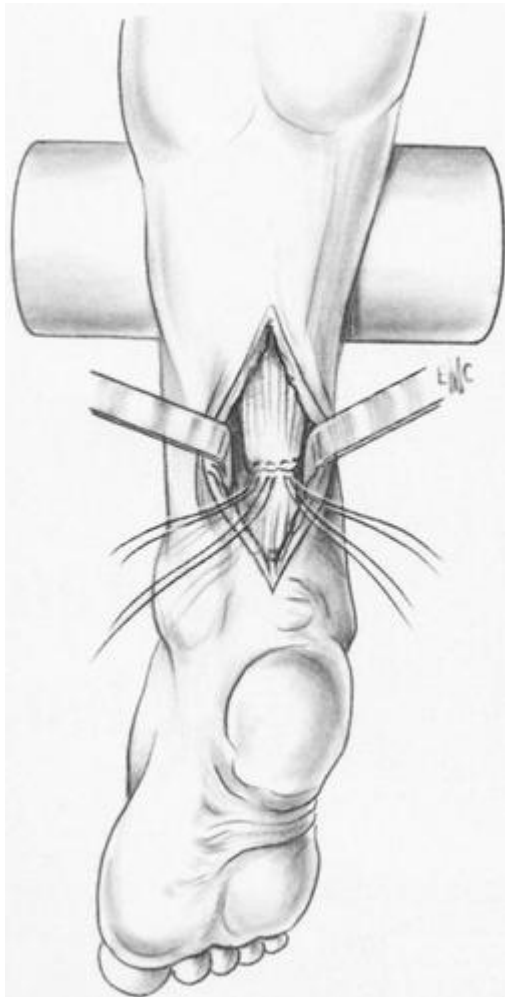


Fig 2 :

Installation opératoire. Position du pied pour le temps de la réparation tendineuse.

Fig 3 :

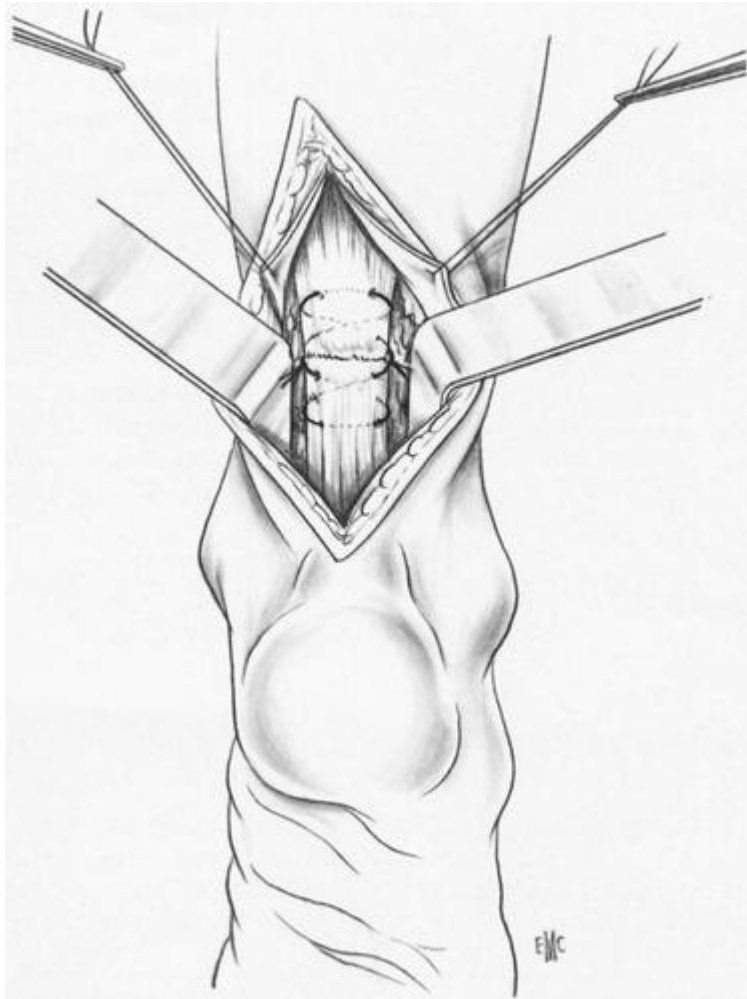


Fig 3 :

Technique de réparation : laçage.

Fig 4 :

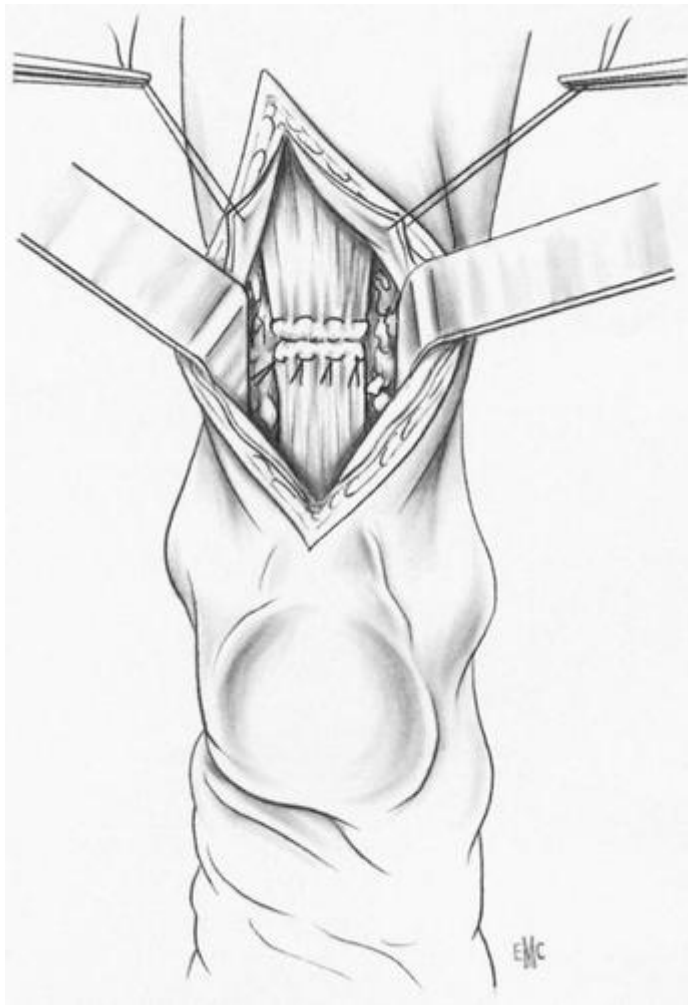


Fig 4 :

Technique de réparation : suture simple.

Fig 5 :

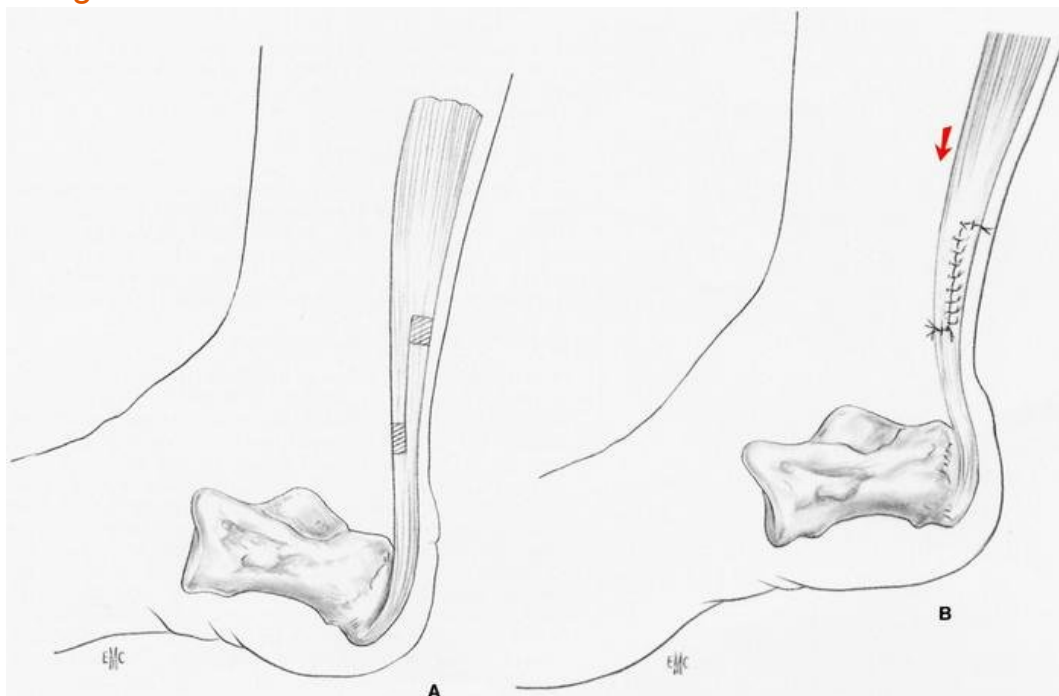


Fig 5 :

Plastie de raccourcissement.

Fig 6 :

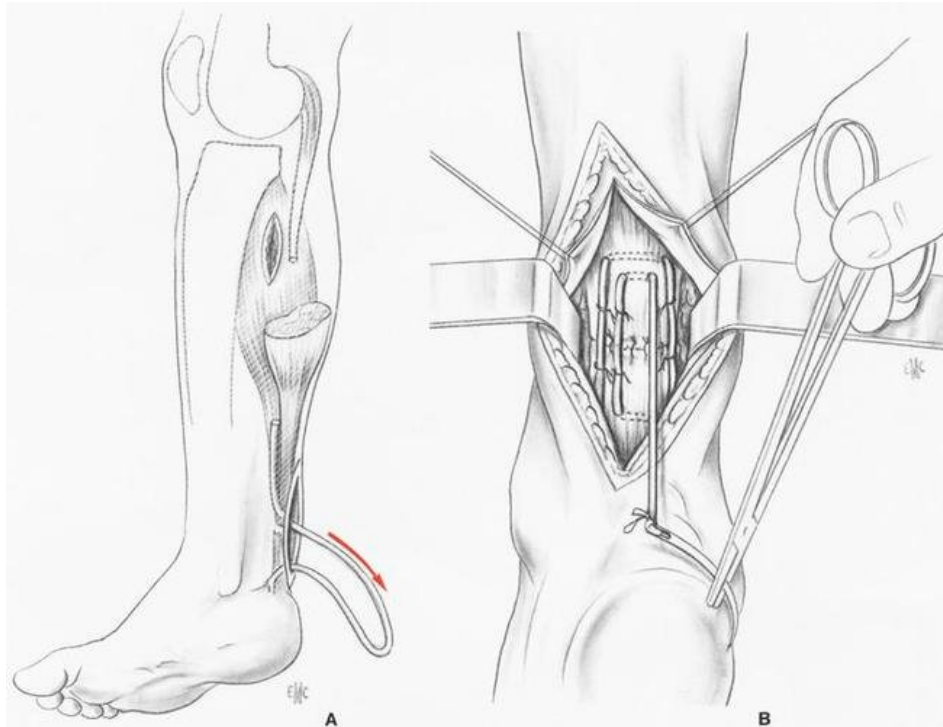


Fig 6 :

Plastie avec le tendon du plantaire grêle : technique de Chigot ^[5].

Fig 7 :

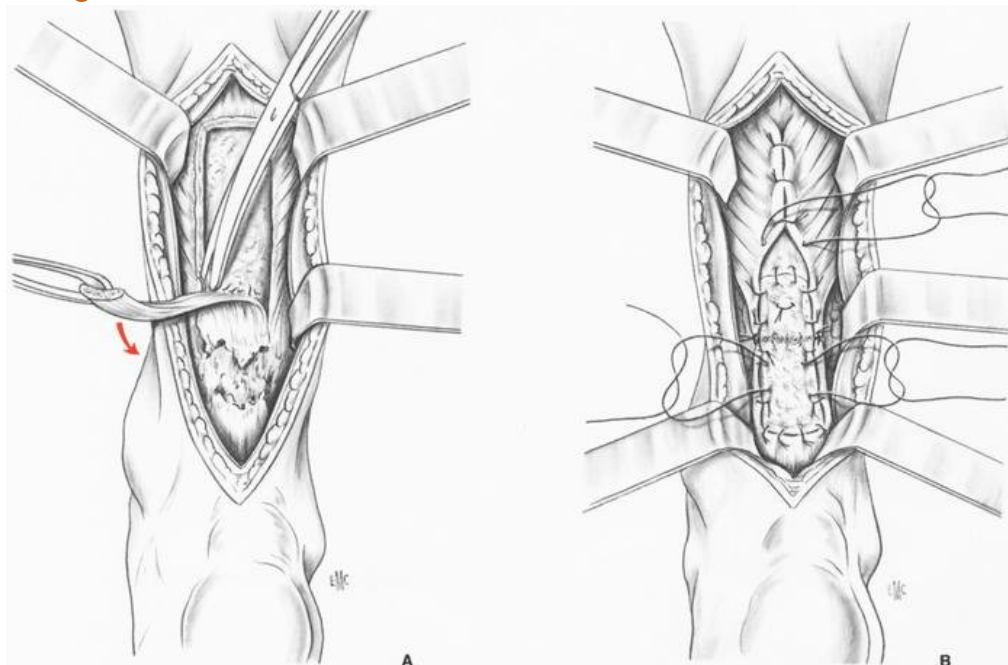


Fig 7 :

Plastie avec l'aponévrose du triceps : technique de Bosworth ^[3].

Fig 8 :

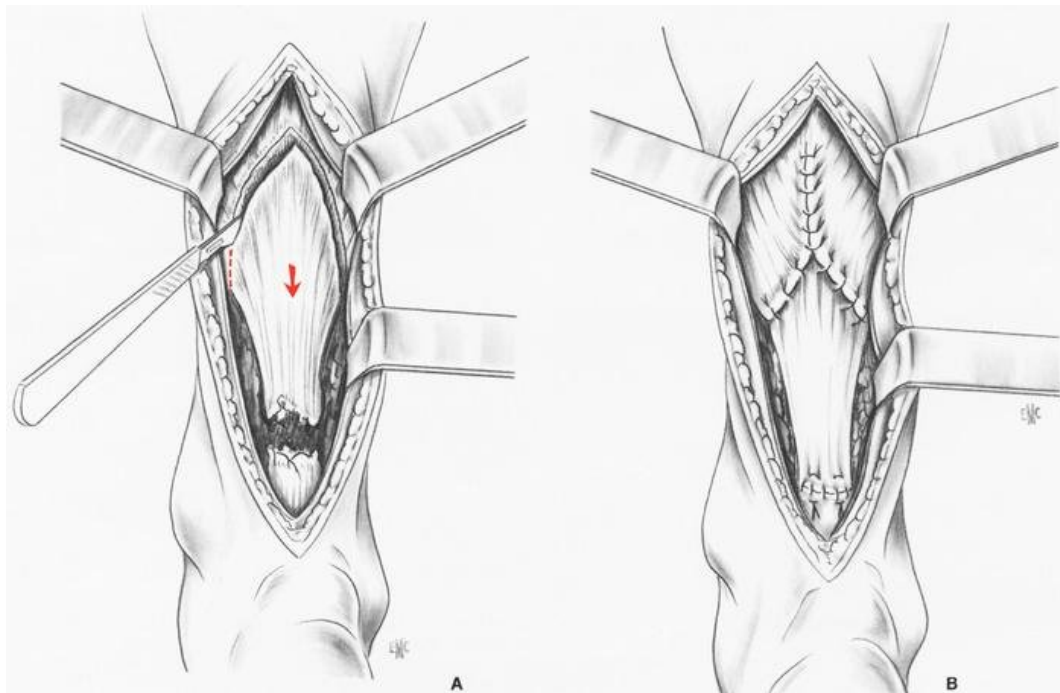


Fig 8 :

Lambeau aponévrotique de triceps en V-Y : technique d'Abraham ^[1].

Fig 9 :

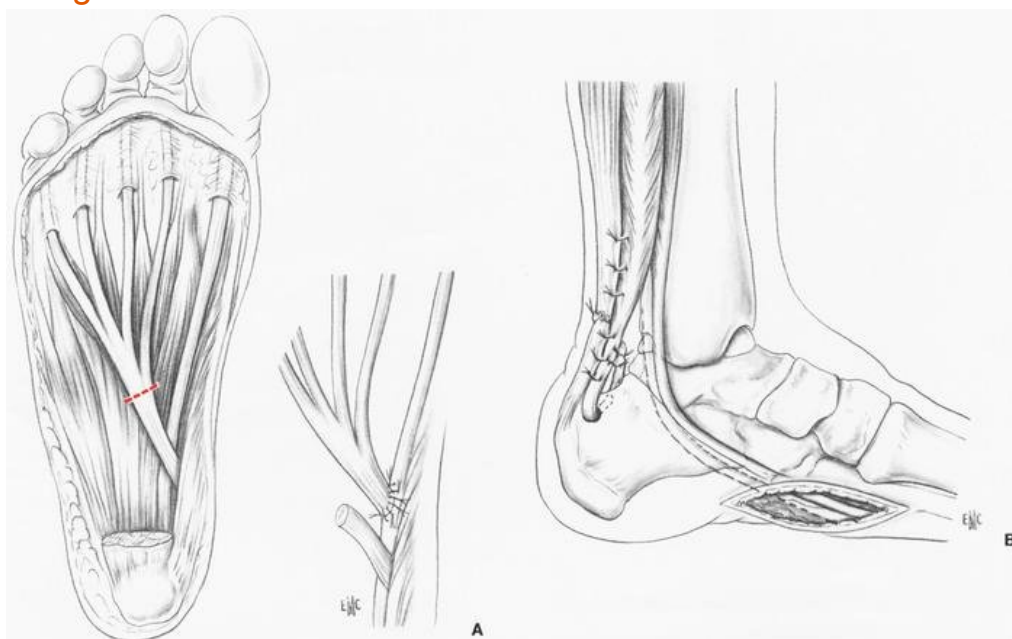


Fig 9 :

Plastie avec le tendon du fléchisseur commun des orteils : technique de Mann ^[12].

Fig 10 :

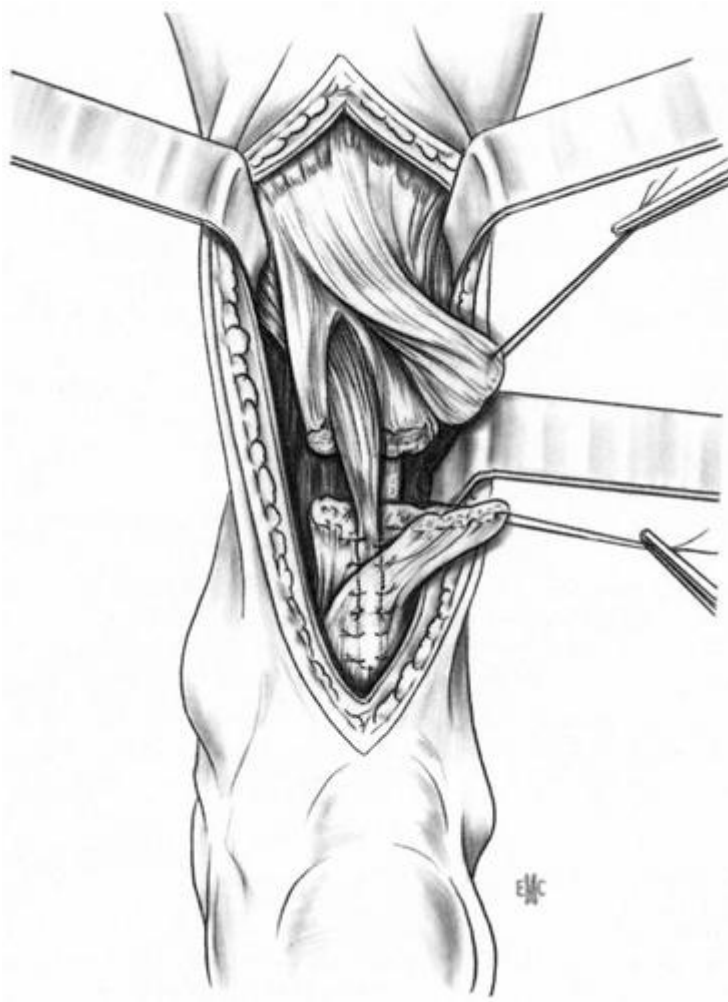


Fig 10 :

Plastie avec le tendon du fléchisseur propre du gros orteil : technique de Cosentino ^[6].

Fig 11 :

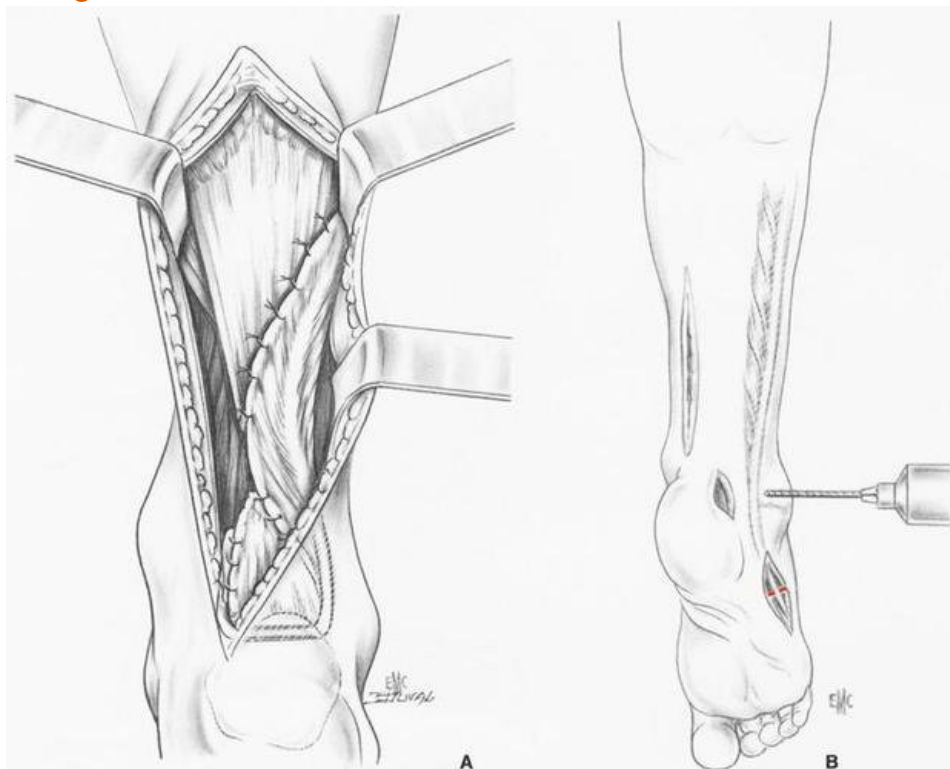


Fig 11 :

Plastie avec le court péronier latéral : technique de Perez Teufer ^[14].



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-921]

Chirurgie du pied bot varus équin

Raphaël Seringe : Professeur des Universités, chef du service de chirurgie orthopédique infantile de l'hôpital Saint-Vincent-de-Paul

Reinhart Zeller : Praticien hospitalier, chef de clinique-assistant
Hôpital Saint-Vincent-de-Paul, 74, avenue Denfert-Rochereau, 75674 Paris cedex 14 France

Résumé

Malgré les progrès thérapeutiques liés à l'amélioration des méthodes orthopédiques de traitement du pied bot varus équin congénital (PBVE), la chirurgie conserve une place importante dans la prise en charge d'un enfant, porteur d'un pied bot. Le PBVE est une déformation tridimensionnelle complexe associant des déformations osseuses, des défauts de forme et d'orientation des surfaces articulaires ainsi que des modifications du jeu articulaire avec une raideur congénitale liée à des rétraction des parties molles.

© 1995 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Haut de page

RAPPEL DE PHYSIOPATHOLOGIE

Pendant longtemps les déformations se résumaient à un équinisme de l'arrière-pied, un varus sous-talien (sous-astragalien), une adduction-supination médiotarsienne et parfois un creux. Comme les rétractions des parties molles semblaient intéresser les structures postérieures et internes du pied, cela conduisait à des interventions chirurgicales de libération postérieure et interne avec une ouverture de l'articulation talonaviculaire (astragaloscaphoïdienne) ainsi qu'une ouverture large de l'articulation sous-talienne [21].

Ces techniques avaient un taux élevé d'échecs soit par hypocorrection avec récurrence, soit par hypercorrection en valgus et translation externe du pied. C'est à partir de 1975 que des progrès décisifs ont pu être réalisés dans la compréhension du PBVE grâce à une meilleure connaissance de l'anatomie pathologique (Seringe). Le démembrement des attitudes vicieuses du PBVE peut se résumer de la façon suivante :

- l'équinisme réside surtout dans l'articulation tibiotarsienne mais également dans l'articulation sous-talienne postérieure ;
- la supination de l'arrière-pied ou supination calcanéenne répond à un double mécanisme : la supination « relative » liée à l'équin tibiotarsien sur un pied en adduction très marquée, et la supination vraie, associée à l'adduction du bloc calcanéopédieux ;
- la supination de l'avant-pied semble purement induite par l'arrière-pied. Cela est lié à la position en adduction-supination du bloc calcanéopédieux sous le talus de telle façon que la surface articulaire antérieure du calcaneum devient sous-jacente à celle du talus au lieu de lui être juxtaposée ;
- l'adduction du bloc calcanéopédieux combine un déplacement en dedans de la pointe du pied (avec un rapprochement entre l'os naviculaire et la malléole tibiale) et un déplacement en dehors du talon (avec rapprochement entre la grosse tubérosité calcanéenne et la malléole fibulaire) ;
- l'adduction médiotarsienne est responsable de l'adduction de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied ce qui rend convexe ou coudé le bord extérieur du pied.

Du fait de la « fausse » supination et du démembrement de l'adduction, il reste trois attitudes vicieuses principales à envisager donc à corriger : l'équinisme tibiotarsien, l'adduction du bloc calcanéopédieux et l'adduction médiotarsienne.

La connaissance de la physiopathologie du PVBE a d'autres implications pour le traitement chirurgical.

La libération chirurgicale d'arrière en avant est logique car la correction première de l'équin peut faire disparaître la supination. C'est cependant une libération d'avant en arrière que préconisent certains auteurs [1].

Le respect des capsules talocalcanéennes permet de limiter le risque d'hypercorrection [19], mais cette opinion n'est pas partagée par tous [20].

Le respect du ligament interosseux talocalcanéen permet de guider la correction de l'adduction du bloc calcanéopédieux sous l'astragale .

L'inégale longueur des arches longitudinales du pied explique le danger de raccourcir une arche interne déjà trop brève : la talectomie comme la navicullectomie doivent être proscrites car leurs conséquences sont désastreuses. En revanche, le raccourcissement de l'arche externe est logique dans le but de réaligner correctement le bord externe du pied [16].

Pour bien allonger l'arche interne, il est nécessaire d'allonger le tendon du jambier postérieur. Pour la même raison, il faut penser à allonger le jambier antérieur dans les cas où il n'y a pas de creux interne. Ceci diminue le risque ou l'importance d'une supination dynamique de l'avant-pied [14].

Haut de page

LIBÉRATION DES PARTIES MOLLES PAR VOIE POSTÉRO-INTERNE

Elle comporte une série de gestes visant à allonger les tendons rétractés, à inciser les aponévroses et les gaines tendineuses, à ouvrir certains interlignes articulaires de façon à obtenir la réduction du pied, c'est-à-dire des rapports presque normaux entre les différentes pièces squelettiques. Une connaissance parfaite de l'anatomie du pied et surtout de l'anatomie pathologique du PBVE est indispensable pour pouvoir réaliser une libération chirurgicale sélective, c'est-à-dire ne concernant que les éléments rétractés et aucune autre structure, au risque d'obtenir une hypercorrection.

L'intervention ici décrite s'applique aux nourrissons proches de l'âge de la marche à partir de 8 à 10 mois, et peut être réalisée pendant toute l'enfance jusqu'à l'âge d'environ 10 ans. Nous déconseillons la chirurgie trop précoce voire néonatale qui n'a pas tenu ses

Installation et voie d'abord

L'intervention se déroule sous anesthésie générale complétée souvent par une anesthésie caudale ou péridurale. L'enfant est installé en décubitus dorsal avec surélévation de la fesse opposée de façon à bien orienter la région postéro-interne du pied. Tout le membre inférieur est préparé stérilement car il faut pouvoir analyser à tout moment de l'intervention la position du pied par rapport au genou. Un garrot pneumatique est placé à la racine de la cuisse (chez le très jeune enfant, il est préférable d'utiliser un garrot stérile que l'on met en place après la pose des champs). La morphologie fusiforme de la cuisse du jeune enfant peut être à l'origine d'un glissement progressif d'un garrot pneumatique avec un risque de dermabrasion. Pour prévenir le glissement, il faut rendre la zone d'appui du garrot cylindrique à l'aide d'une bande Velpeau. L'abord est postéromédial, l'incision est paraachilléenne interne, puis se recourbe au-dessous de la malléole tibiale pour longer le bord interne du pied en une courbe épousant la concavité parfois exagérée de l'arche interne, elle se termine en regard de la base du 1^{er} métatarsien (**fig. 1**). Le tissu cellulaire sous-cutané est incisé jusqu'à l'aponévrose superficielle puis, sans traverser celle-ci, la lèvre antérieure de l'incision est réclinée en avant pour faire apparaître la malléole tibiale. La lèvre postérieure est libérée et réclinée en arrière jusqu'au tendon d'Achille.

Repérage du paquet vasculonerveux et des tendons fléchisseurs

Le paquet vasculonerveux tibial postérieur est repéré par transparence à travers l'aponévrose superficielle. Il en est de même des tendons jambier postérieur, et long fléchisseur commun des orteils dont les gaines sont incisées. Ces deux tendons sont réclinés vers l'avant. Pour isoler facilement le paquet vasculonerveux et le mettre sur un lacs, il est préférable de commencer la dissection dans la région supramalléolaire : il existe là, un feutrage conjonctif très facile à trouver entre le périoste de la métaphyse tibiale distale et le paquet vasculonerveux accompagné par le fléchisseur propre du I (**fig. 2**). La dissection est menée progressivement vers le bas ce qui permet d'exposer l'épiphyse tibiale puis les capsules articulaires tibiotarsiennes. Le paquet vasculonerveux et le tendon du long fléchisseur sont habituellement chargés sur un seul lacs de façon à simplifier l'abord. Le niveau inférieur de la dissection est obtenu lorsque l'on a incisé sur quelques millimètres la partie supérieure de la gaine fibreuse du long fléchisseur du I, qui se trouve exactement en regard de la capsule sous-talienne postérieure. Le paquet vasculonerveux ainsi que le tendon long fléchisseur peuvent être mobilisés de dehors en dedans et vice versa de façon à bien exposer l'articulation tibiotarsienne.

Libération postérieure et postéroexterne

Son but est de corriger l'équinisme par la libération des trois principaux obstacles : le tendon d'Achille, la capsule tibiotalienne postérieure et le noeud fibreux postéroexterne (NFPE). En outre, on obtient simultanément une correction souvent suffisante du varus de l'arrière-pied (à cause de la supination « relative ») et une amorce de dérotation du bloc calcanéopédieux par la libération du NFPE.

Le tendon d'Achille est divisé dans le plan sagittal en vue d'un allongement en Z (**fig. 3**). En mobilisant le pied en flexion-extension, on repère la capsule tibioastragalienne postérieure qui est incisée horizontalement sur quelques millimètres avec la pointe du bistouri. Une spatule mousse permet de s'assurer qu'il s'agit bien de l'articulation tibioastragalienne : la spatule doit être légèrement ascendante par rapport au tibia pour prendre ensuite une direction strictement perpendiculaire. En revanche, si la spatule prend une direction descendante par rapport au tibia c'est qu'elle se trouve dans l'interligne sous-talien postérieur. La capsulotomie tibioastragalienne est poursuivie au moyen d'une paire de ciseaux à bout mousse, plutôt qu'avec le bistouri, de façon à ne pas léser les cartilages articulaires. La capsulotomie est étendue en dedans jusqu'à la malléole tibiale au niveau de la gaine du jambier postérieur et en dehors jusqu'au contact avec la malléole péronière (**fig. 4**).

La libération du NFPE est effectuée après repérage du nerf et de la veine saphène externe. C'est entre le tendon d'Achille et la gaine des péroniers qu'il faut inciser longitudinalement

la partie basse de l'aponévrose jambière renforcée par le ligament annulaire externe du cou-de-pied (**fig. 5**). On tombe dans l'espace cellulograisieux sous-cutané qui contient le nerf et la veine saphène externe. La section du ligament annulaire externe est réalisée de haut en bas avec une paire de ciseaux à bout mousse en réclinant au fur et à mesure le nerf et la veine saphène externe. Les péroniers et leur gaine que l'on doit éviter d'ouvrir, restent solidaires de la malléole externe. Les ciseaux poursuivent la libération du NFPE en conservant le contact avec la face latérale du calcanéum. Un écarteur de Farabeuf permet d'abaisser la grosse tubérosité du calcanéum et de faciliter la visualisation du NFPE. Il faut également sectionner les autres structures qui partent de la malléole externe et qui se fixent sur l'astragale et le calcanéum, la partie la plus latérale de la capsule tibiotarsienne ainsi que les faisceaux postérieur et moyen du ligament latéral externe (**fig. 6**). Une spatule introduite entre la joue externe de l'astragale et la malléole fibulaire permet de s'assurer du caractère complet de la libération. Il faut également faire passer la spatule de la joue externe de l'astragale sur la poulie astragaliennne de façon à s'assurer qu'il n'y a pas d'adhérence anormale qui gênerait la liberté de mouvement et la restauration d'une dorsiflexion satisfaisante du pied. En arrière et en dessous de la malléole péronière, la libération postéroexterne doit être poursuivie suffisamment vers le bas jusqu'au plan frontal passant par l'axe transversal de l'articulation tibiotarsienne. Pour mieux voir et réaliser ce geste ultime de libération postéroexterne, il faut porter le membre inférieur en rotation externe maximale et s'aider d'une surélévation de l'hémibassin opposé. Ainsi on pourra restaurer un mouvement complet de dorsiflexion. Habituellement, à la fin de ce temps postérieur, une amplitude de dorsiflexion du pied de l'ordre de 20° est obtenue et s'accompagne de la disparition de la supination.

Libération antéro-interne et plantaire

Son but est de supprimer un des verrous essentiels du PBVE, le noeud fibreux antéro-interne qui verrouille non seulement l'adduction du bloc calcanéopédieux mais également l'adduction médiotarsienne. Une libération sélective de la plante est nécessaire pour bien « allonger » l'arche interne et permettre la correction de l'adduction médiotarsienne. Mais la libération plantaire doit être évitée s'il existe une déformation en pied convexe par fausse correction consécutive à un traitement orthopédique mal conduit.

Le tendon distal du jambier postérieur est désinséré du tubercule de l'os naviculaire en emportant une mince lamelle superficielle de ce tubercule de façon à pouvoir disposer d'un tendon un peu plus long lors de la réinsertion à la fin de l'intervention. La gaine du jambier postérieur est donc ouverte dans la zone immédiatement prémalléolaire interne (**fig. 7**). Le jambier postérieur peut également être allongé en Z en préservant son insertion sur le scaphoïde. Cela permet d'utiliser ce tendon comme moyen de traction pour mieux décoapter l'articulation talonaviculaire. L'ouverture de cette articulation est difficile en raison de l'épaisseur de sa capsule articulaire, il faut éviter une fausse route pénétrant dans le col de l'astragale.

A la plante, il est souvent nécessaire de sectionner la moitié interne de l'aponévrose plantaire moyenne superficielle : celle-ci est repérée en décollant la lèvre cutanée plantaire et en incisant au bord inférieur de l'adducteur, la cloison intermusculaire interne qui permet de pénétrer dans la loge plantaire moyenne (**fig. 8**).

Le muscle adducteur du I est dégagé dans ses deux tiers proximaux et est progressivement libéré de la cloison intermusculaire interne en faisant attention à ne pas perforer celle-ci qui est le seul élément protecteur vis-à-vis du paquet tibial postérieur, et de sa division en paquet plantaire interne et paquet plantaire externe.

Le bord supérieur arciforme de la cloison intermusculaire interne est habituellement épaissi et accolé à la gaine du tendon du jambier postérieur ainsi qu'à celle du fléchisseur commun superficiel réalisant le noeud fibreux antéro-interne (Master-Knot of Henry). Pour déverrouiller correctement l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied il est nécessaire de sectionner transversalement la cloison intermusculaire interne ainsi que le noeud fibreux antéro-interne. Une pince fine de Halsted permet de réaliser ce geste sans traumatiser le nerf plantaire interne. La gaine du long fléchisseur commun peut être facilement repérée en introduisant par l'orifice supérieur du canal calcanéen un instrument fin et courbe comme une pince précelle. Cette gaine est incisée transversalement en regard de l'articulation médiotarsienne et permet de tomber dans un tissu cellulograisieux qui la sépare du squelette médiotarsien. C'est dans ce tissu cellulograisieux que l'on trouve le tendon long fléchisseur propre du I à son émergence de sa gaine fibreuse (gaine qu'il n'est pas nécessaire d'inciser puisqu'elle est située de façon plus proximale). Un écarteur de Farabeuf peut ainsi récliner tous les éléments résiduels de la plante (les tendons, les muscles de la loge plantaire moyenne ainsi que les paquets vasculonerveux plantaires) et ainsi exposer toute la face plantaire du squelette médiotarsien (**fig. 9**).

A la face dorsale de l'articulation talonaviculaire, il faut effectuer une dissection en passant au ras du squelette au-dessous du pédicule pédieux qu'il n'est pas nécessaire habituellement de repérer. L'articulation talonaviculaire peut alors être ouverte après avoir incisé les structures qui attachent l'os naviculaire au tibia. L'interligne est situé obliquement et profondément et il faut se garder de faire une effraction dans le col de l'astragale (**fig. 10**). En s'aidant d'une spatule introduite dans l'articulation talonaviculaire dès que celle-ci est ouverte, de la pointe du bistouri, on poursuit la capsulotomie avec des ciseaux à bout mousse de façon à couper la totalité de la capsule dorsale, la capsule interne et, au niveau plantaire, le ligament glénoïdien.

A ce stade de l'intervention, le bloc calcanéopédieux peut être mobilisé par rapport à l'astragale et au bloc astragalojambier. On a préservé les capsules sous-taliennes ainsi que le ligament en haie de même que des éléments plus superficiels qui vont de la malléole tibiale au calcanéum (ligament annulaire interne du cou-de-pied et partie correspondante des gaines du canal calcanéen) (**fig. 11**).

L'ouverture complète de la médiotarsienne est souvent nécessaire avec en particulier l'ouverture de l'articulation calcanéocuboïdienne. Par la face plantaire, l'articulation calcanéocuboïdienne prolonge l'articulation talonaviculaire à la manière de la lettre S : à la convexité de la tête astragaliennne fait suite la concavité de l'extrémité distale du calcanéum (**fig. 9**). Il est ainsi facile d'ouvrir l'articulation calcanéocuboïdienne avec une spatule sans risque d'effraction dans les zones cartilagineuses ou osseuses du voisinage. En cas de forte adduction au niveau de la médiotarsienne, il peut être utile d'effondrer la capsule articulaire latérale de la calcanéocuboïdienne à l'aide d'une spatule tranchante. Cela permet d'obtenir une réduction anatomique par glissement. Sans ce geste, ce mouvement se ferait autour du point de pivot constitué par cette capsule articulaire.

Dans la majorité des cas, le tendon du jambier antérieur requiert un allongement qui est effectué par division en Z après dissection du tendon dans le tissu cellulograisieux de la lèvre cutanée dorsale.

Fixation par broche (**fig. 12**)

Une broche est mise en place dans l'arche interne après avoir corrigé l'adduction-supination du pied. Pour éviter une subluxation dorsale de l'os naviculaire, il faut prendre la précaution de mettre le pied en équinisme pendant l'embrochage de l'arche interne. La correction est obtenue en portant l'avant-pied en abduction pendant qu'un aide porte la jambe en rotation interne. Ainsi la fixation sera effectuée dans la position maxima d'adduction de l'avant-pied et du bloc calcanéopédieux par rapport à la jambe. Le pouce de l'opérateur peut également appuyer sur l'os naviculaire pour lui faire prendre une position basse et éviter, là encore, la subluxation dorsale de cet os.

Radiographies peropératoires

Des radiographies de contrôle peropératoire sont effectuées avec une incidence de profil en dorsiflexion maximale et une incidence dorsoplantaire de face en charge simulée sur la cassette.

Que faire en cas de correction incomplète ?

S'il persiste une adduction de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied, c'est l'indication d'un temps supplémentaire de résection cartilagineuse ou ostéocartilagineuse dans l'arche externe de façon à raccourcir l'arche interne. Il faut alors enlever la broche et faire un abord externe par une incision qui va de la pointe de la malléole externe vers le IV^e métatarsien (fig. 13**). La partie proximale du pédieux est désinsérée du calcanéum cependant que les tendons péroniers sont repérés à la face latérale et à la face inférieure de l'articulation calcanéocuboïdienne. La capsule calcanéocuboïdienne est ouverte à la face dorsale et à la face externe de l'articulation. Une résection est pratiquée le plus souvent à la manière de Lichtblau au moyen d'un ostéotome avec résection d'un coin à base externe de 10 à 20° dans l'extrémité distale du calcanéum. On remet alors une nouvelle broche dans l'arche interne en s'assurant d'une bonne congruence au niveau de l'interligne**

calcanéocuboïdien. Dans la plupart des cas, un embrochage de l'arche externe ne paraît pas nécessaire.

Si l'équinisme de l'arrière-pied persiste, il faut vérifier que la libération du noeud postéroexterne est complète et vérifier également la bonne liberté du passage de la spatule entre la joue externe de l'astragale et la malléole externe. Chez des enfants relativement âgés, ou ayant déjà eu une ou plusieurs interventions, il existe des déformations ostéoarticulaires qui ne permettent pas toujours de corriger l'équin. C'est dans ces cas que des plâtres postopératoires changés tous les 8 jours permettent souvent d'obtenir au moins la position à angle droit par rapport à la jambe.

S'il persiste une supination résiduelle de l'arrière-pied, cela peut être expliqué par une absence de divergence astragalocalcanéenne sur le cliché de face. C'est alors l'indication d'une ouverture antéroexterne de l'articulation sous-talienne par la voie d'abord externe. Si après ce temps de libération le résultat est insuffisant, nous conseillons de sectionner le ligament annulaire interne du cou-de-pied de façon à favoriser la bascule du talon en dehors, voire d'ouvrir la partie interne des articulations sous-taliennes postérieure et antérieure. Cette ouverture est souvent indiquée en cas de chirurgie itérative. La capsule sous-astragalienne postérieure est facilement repérée en dessous de l'articulation tibioastragalienne dans sa partie externe où la capsule est particulièrement mince et pellucide. La capsulotomie est poursuivie au fond de la gaine du long fléchisseur propre du I et menée jusqu'au contact du sustentaculum tali. La paire de ciseaux doit remonter au bord supérieur du sustentaculum tali puis passer en avant de cette apophyse osseuse pour rejoindre l'articulation sous-astragalienne antérieure. Il faut toujours préserver le ligament interosseux astragalocalcanéen qui permet de faciliter la rotation du calcanéum sous l'astragale et de préserver la vascularisation astragalienne.

S'il persiste une adduction du bloc calcanéopédieux, la démarche est identique à celle de la correction du varus sous-astragalien et il faut absolument éviter une hypercorrection en valgus. Il faut également s'assurer que le ligament annulaire antérieure du cou-de-pied a été libéré soit à son insertion latérale sur l'extrémité antérieure du calcanéum soit à son extrémité médiale à la face antérieure et interne de la métaphyse tibiale.

S'il persiste un creux, il faut compléter la libération plantaire par une section totale de l'aponévrose plantaire moyenne superficielle et vérifier la libération complète du noeud fibreux antéro-interne, et vérifier également que la capsule médiotarsienne est bien sectionnée complètement à la face plantaire.

Fermeture

Le garrot est lâché avant la fermeture afin de parfaire l'hémostase. On s'assure que le pied est bien revascularisé et que l'artère tibiale postérieure mise en tension par la correction des déformations est encore battante. Le tendon d'Achille est suturé après un allongement modéré de l'ordre de 10 à 15 mm. Il en est de même du tendon du jambier postérieur et éventuellement du tendon du jambier antérieur. L'incision postéro-interne est fermée habituellement sans tension si l'articulation sous-talienne n'a pas été ouverte. Dans le cas contraire, s'il existe une tension il est préférable de laisser ouverte la partie moyenne de l'incision et de fermer seulement le plan sous-cutané cellulograisseux.

Suites opératoires

Une attelle plâtrée postérieure est confectionnée en immobilisant le pied en très légère flexion plantaire. Cette position semble préférable pendant la première semaine, car les suites sont marquées par un oedème du pied et des orteils qui paraît moins important dans cette position. Vers le 7^e jour, lorsque l'oedème a régressé, un plâtre circulaire immobilise le pied en légère flexion dorsale. Jusqu'à l'âge de 4 ans, il est préférable de prendre le genou fléchi à 90°, il s'agit donc d'un plâtre cruropédieux. La durée de l'immobilisation par broche et par plâtre est habituellement de l'ordre de 3 mois. A partir du 40^e jour, un plâtre de marche peut être confectionné. La broche et le plâtre seront enlevés vers le 90^e jour. La rééducation est reprise à raison de 2 ou 3 séances par semaine : c'est une rééducation d'entretien de la mobilité passive associée à un travail actif pour

restaurer l'équilibre musculaire en décharge et lors de la marche. Une attelle nocturne maintenant le pied à angle droit est souvent nécessaire pendant de nombreuses années pour éviter la récurrence de l'équinisme avec la croissance.

Haut de page

AUTRES VOIES D'ABORD POUR LA LIBÉRATION DES PARTIES MOLLES

D'autres voies d'abord que l'incision postéro-interne sont utilisées couramment pour la chirurgie de libération des parties molles du PBVE. Si l'incision postéro-interne permet une exposition large de toute la région plantaire et interne du pied, l'accès postéroexterne de la cheville n'est pas parfaitement visible pour un opérateur non entraîné. Ceci explique l'engouement observé ces dernières années pour deux autres voies d'abord : la voie postéroexterne para-achilléenne et la voie de Cincinnati.

Le double abord : voie postéroexterne associée à une incision plantaire interne

L'enfant est habituellement installé en décubitus ventral et la première incision est verticale para-achilléenne externe. Elle s'infléchit légèrement sous la malléole péronière sans toutefois la dépasser vers l'avant. La libération du NFPE est alors très précise et facile. Pour la deuxième incision l'installation est entièrement modifiée en surélevant la hanche opposée et en tournant le membre inférieur en rotation interne. Cette incision plantaire interne s'étend de la base du premier métatarsien jusqu'à la région rétromalléolaire interne.

Incision de Cincinnati ^[4]

L'incision de Cincinnati est horizontale en fer à cheval depuis la base du 1^{er} métatarsien en dedans (fig. 14 et 15). Elle atteint la malléole externe en dehors et peut être prolongée jusqu'à l'articulation calcanéocuboïdienne en dehors.

Elle passe au-dessous des deux malléoles et au-dessus de la grosse tubérosité postérieure du calcanéum à environ un demi centimètre au-dessus du pli de flexion postérieur. Le jour donné par cette voie d'abord est excellent rendant la dissection plus facile en particulier pour un opérateur occasionnel, peu expérimenté. L'allongement du tendon d'Achille est parfois difficile. Mais il suffit généralement de prolonger les extrémités de l'incision pour réaliser ce geste dans de bonnes conditions.

Les complications dues à cette voie d'abord sont rares si l'on respecte ses règles : inciser perpendiculairement la peau et ne réaliser en aucun cas un décollement vers la coque talonnière. L'exposition large avec une ouverture excessive par dissection extensive peut en effet aboutir à une nécrose de la coque talonnière. Si la peau postérieure blanchit après la fermeture de l'incision au moment de la confection de l'attelle, il suffit de mettre le pied légèrement en équin pour une durée de quinze jours. La position neutre sera ensuite facilement et en toute sécurité obtenue lors de la confection du plâtre.

Haut de page

AUTRES TECHNIQUES UTILISÉES DANS LA CHIRURGIE DU

PIED BOT

De nombreuses techniques chirurgicales ont été décrites pour corriger les défauts résiduels du PBVE.

Opération de Heyman ou libération de l'interligne de Lisfranc ^[7]

Cette technique qui était indiquée lorsque l'adduction résiduelle du pied bot siégeait dans l'interligne tarsométatarsien de Lisfranc (ce qui était assez rare) est de moins en moins pratiquée car ses résultats à long terme n'étaient pas toujours bons : déformation en creux iatrogène pendant la fin de la croissance, douleurs et arthrose tarsométatarsienne, saillies osseuses liées à des subluxations d'un ou de plusieurs rayons du pied... Une variante de cette opération consistait à libérer l'interligne articulaire au niveau des I, IV^e et V^e rayons et d'y associer une ostéotomie de la base du 2^e métatarsien ce qui permet d'éviter une luxation de cet os vis-à-vis de la mortaise formée par les trois cunéiformes.

Ostéotomies calcanéennes de Dwyer ^[5]

On a le choix entre une ostéotomie de soustraction externe qui est relativement facile à faire et qui a l'inconvénient de raccourcir le talon déjà peu développé dans le PBVE et l'ostéotomie d'addition interne. Cette dernière est beaucoup plus logique car elle entraîne un meilleur développement postérieur du talon, mais du fait de l'addition d'un greffon corticospongieux prélevé aux dépens de la crête iliaque, elle entraîne parfois des tensions cutanées sources de désunion. Un autre type d'ostéotomie calcanéenne a été proposé : l'ostéotomie de translation externe de la grosse tubérosité pour améliorer le valgus talonnier et son appui et l'appui du talon au sol. En réalité, ces différentes ostéotomies calcanéennes sont rarement utilisées.

Ostéotomies de l'arche externe

Nous avons déjà vu l'ostéotomie distale du calcanéum selon Lichtblau. Deux autres types d'ostéotomie de raccourcissement de l'arche externe permettant de bien réaligner le bord externe du pied en corrigeant l'adduction du médiotarse peuvent être utilisés : l'ostéotomie de soustraction du cuboïde et la résection arthrodèse calcanéocuboïdienne selon Evans ^[6].

L'ostéotomie de soustraction du cuboïde est indiquée lorsqu'il n'y a pas de subluxation calcanéocuboïdienne. La résection osseuse ne peut pas être très importante : elle est, en effet, limitée par la saillie de la styloïde du V^e métatarsien.

En cas de très forte adduction médiotarsienne sur un pied bot récidivé, la résection calcanéocuboïdienne selon Evans ^[6] peut être indiquée. Elle est facilement réalisée par la même voie d'abord que l'ostéotomie de Lichtblau et comporte délibérément un sacrifice de l'articulation calcanéocuboïdienne. Elle est donc réservée au grand enfant.

L'ostéotomie de Lichtblau ^[11] a notre préférence car elle respecte le versant cuboïdien de l'articulation calcanéocuboïdienne et ses résultats à long terme ont montré que dans la majorité des cas il persistait une bonne mobilité de cette articulation avec un remodelage du côté calcanéen.

Transferts musculaires

La chirurgie de transfert musculaire n'est pas très logique dans une affection congénitale non paralytique comme le PBVE idiopathique. Cependant, le transfert du jambier antérieur sur le dos du pied a longtemps été préconisé. Depuis que nous pratiquons régulièrement l'allongement du jambier antérieur au cours des libérations des parties molles, nous avons obtenu une restauration de l'équilibre musculaire de sorte que nous avons abandonné la chirurgie de transfert. Cependant, cette chirurgie est encore couramment pratiquée par de nombreux auteurs en particulier sous forme d'un transfert de la moitié du tendon du jambier antérieur sur le bord externe du pied : ce type de transfert est intéressant car il aboutit à une rééquilibration effective de la dorsiflexion du pied et supprime la supination dynamique. La partie distale du tendon du jambier antérieur est divisée longitudinalement sur le dos du pied par l'incision interne. On sectionne la moitié interne du tendon à sa partie distale. Cette moitié est récupérée au quart inférieur de la jambe par une contre-incision antérieure puis tunnalisée en sous-cutané en direction du cuboïde où elle sera fixée en transosseux.

Correction des pieds bots par appareil d'Ilizarov [10]

En cas de pied bot invétéré ou de pied bot récidivé multiopéré avec des cicatrices adhérentes, la chirurgie traditionnelle de libération des parties molles donne des résultats inconstants et parfois très insuffisants. C'est l'intérêt de la méthode d'Ilizarov qui peut être envisagée de deux façons différentes : soit ostéotomie dans la région médiotarsienne et correction redressement du pied, soit correction sans ostéotomie par l'appareil d'Ilizarov. La technique n'est pas aussi simple qu'il y paraît, les montages sont souvent complexes, et le résultat ne se maintient pas toujours pendant la fin de la croissance.

Ostéotomies du tibia

Les ostéotomies tibiales sont habituellement palliatives.

Ostéotomie de dérotation externe de jambe

Cette opération était très répandue mais illogique. Elle consiste à corriger, dans le squelette jambier, l'adduction résiduelle du pied. Elle donne, certes, un résultat esthétique valable dans l'immédiat, mais fonctionnellement, elle aggrave la désorientation en dehors de la mortaise tibiotarsienne et elle n'empêche pas la récurrence ou l'aggravation des déformations du pied. Pour cette raison, elle doit être abandonnée.

Ostéotomie supramalléolaire

En fin de croissance, elle peut être utile pour corriger de petits défauts résiduels sur un pied bot sévère déjà opéré à plusieurs reprises. Par exemple, un équinisme irréductible de 20 à 25° peut être corrigé par ce procédé. On peut également y associer la correction d'une supination résiduelle. Par ce moyen simple, le pied peut redevenir facilement chaussable. Cette intervention permet d'éviter une arthrodèse tibiotarsienne qui ferait perdre au pied les quelques degrés de mobilité qui lui restent et qui sont bien utiles à titre d'amortisseur.

Ostéotomie de dérotation interne de jambe

forte torsion externe du squelette jambier. En effet, la chirurgie de correction des défauts du pied amène celui-ci en abduction très importante par rapport au plan frontal du genou, du fait de la torsion externe de jambe. Une ostéotomie de dérotation interne réoriente correctement le pied et la mortaise tibiotarsienne. Actuellement, il est préférable de la réaliser dans la région supramalléolaire, pour des raisons de simplicité et de sécurité. En effet, une ostéotomie de dérotation jambière faite au tiers moyen ou au tiers supérieur peut se compliquer d'un syndrome des loges.

Double arthrodèse sous-astragalienne et médiotarsienne [3]

La double arthrodèse pour pied bot récidivé est réalisée en fin de croissance c'est-à-dire après l'âge de 14 ou 15 ans, et consiste à fusionner en position corrigée les articulations sous-talienne et médiotarsienne. Si l'on veut éviter de trop raccourcir le pied, il faut utiliser deux voies d'abord, l'une interne à visée de libération du noeud fibreux antéro-interne avec si nécessaire une ouverture de la capsule interne sous-talienne, et l'autre externe classique. Toutefois, une libération trop étendue des parties molles risque de compromettre la vascularisation de l'astragale. En outre, il ne faut pas chercher à trop bien corriger l'adduction du bloc calcanéopédieux et à rétablir une trop belle divergence astragalocalcanéenne de face. Cela s'accompagnerait d'une abduction excessive du pied par rapport au genou et d'un valgus excessif du talon. Il faut donc délibérément laisser le calcanéum sous l'astragale, ce qui va créer une incongruence au niveau de l'articulation médiotarsienne puisque l'arrière-pied se situe dans un plan sagittal alors que l'avant-pied se présente dans un plan horizontal (fig. 16). Après réduction-correction, l'os naviculaire se trouve dans un vide antéro-interne, et il y a là un risque de non-fusion et de pseudarthrose parfois douloureuse entre l'os naviculaire et le talus.

Haut de page

CONCLUSION

La chirurgie du PBVE fait appel à des techniques complexes nécessitant un apprentissage patient auprès de chirurgiens orthopédistes d'enfants particulièrement entraînés. Même entre les meilleures mains, il persiste un taux de résultats insuffisants ou d'échec qui avoisine 20 %. Il semble même qu'avec la fin de la croissance un certain nombre de bons résultats se dégrade. En outre, la chirurgie itérative pour récurrence des déformations n'est pas sans danger et peut exposer à des complications ischémiques parfois dramatiques. Quant à la double arthrodèse en fin de croissance, elle vient signer l'échec des méthodes précédentes. Tout ceci souligne l'importance du développement, dans les premiers mois et les premières années de la vie, des méthodes non opératoires pour ne proposer la chirurgie qu'en dernier recours après avoir épuisé toutes les chances du traitement orthopédique.

Références

- [1] BENSACHEL H, CSUKONYI Z, DESGRIPPE Y, CHAUMIEN JP Surgery in residual clubfoot : one stage medioposterior release « à la carte ». *J Pediatr Orthop* 1987 ; 7 : 145-148
- [2] CARROLL N Pathoanatomy and surgical treatment of resistant clubfoot AAOS. *Instr Course Lect* 1988 ; 37 : 93-106
- [3] CHAIX O, TAUSIG G La double arthrodèse dans le traitement du pied bot varus équin congénital. *Rev Chir Orthop* 1983 ; 69 (suppl II) : 141-148
- [4] CRAWFORD A, MARXEN J, OSTERFELD D The Cincinatti incision. A comprehensive approach for surgical procedures of the foot and ankle in childhood. *J Bone Joint Surg* 1982 ; 64 A : 1355-1358
- [5] DWYER F The treatment of relapsed clubfoot by the insertion of a wedge into the calcaneum. *J Bone Joint Surg* 1963 ; 45 B : 67-75
- [6] EVANS D Relapsed clubfoot. *J Bone Joint Surg* 1961 ; 43 B : 722-733

- [7] HEYMAN C, HERNDON C, STRONG J Mobilization of the tarsometatarsal and intermetatarsal joints for the correction of the fore part of the foot in congenital clubfoot or congenital metatarsus varus. *J Bone Joint Surg* 1958 ; 40 A : 299-309
- [8] LASCOMBES P. Pied bot varus équin congénital idiopathique. Description et conduite à tenir avant l'âge de 2 ans. In : Conférence d'enseignement 1990. Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT n° 38. Expansion Scientifique Française. Paris. 1990 ; pp 67-84
- [9] LASCOMBES P. Réduction chirurgicale initiale et ses résultats. In : Carlioz H et Pous JG eds. Pied bot varus équin congénital. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 43. Expansion Scientifique Française. Paris. 1993 ; pp 55-63
- [10] LAVILLE JM, COLLIN JF Traitement du pied bot varus équin récidivé ou négligé par appareil d'Illizarov. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 : 485-490
- [11] LICHTBLAU S A medial and lateral release operation for clubfoot. A preliminary report. *J Bone Joint Surg* 1973 ; 55 : 1377-1384
- [12] MASSE P, BENICHO J, DIMEGLIO A et coll Pied bot varus équin congénital. *Rev Chir Orthop* 1976 ; 62 (suppl II) : 37-50
- [13] McKAY D New concept and approach to clubfoot treatment : section II. *J Pediatr Orthop* 1983 ; 3 : 10-21
- [14] METAIZEAU JP, RUMEAU F, BELTRAMO F, PREVOT J Application de l'informatique à l'étude du traitement chirurgical du pied bot varus équin. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 491-500
- [15] POUS JG, DIMEGLIO A A neonatal surgery in clubfoot. *Orthop Clin North Am* 1978 ; 9 : 233-240
- [16] SERINGE R. Anatomie pathologique. In : Carlioz H et Pous JG eds. Pied bot varus équin congénital. Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT n° 43. Expansion Scientifique Française. Paris. 1993 ; pp 7-20
- [17] SERINGE R, BONVIN JC, MILADI L, FASSIER F Traitement chirurgical du pied bot varus équin congénital idiopathique par libération des parties molles. *Rev Chir Orthop* 1986 ; 72 (suppl II) : 63-65
- [18] SERINGE R, CHEDEVILLE R. Traitement non chirurgical. In : Carlioz H et Pous JG eds. Pied bot varus équin congénital. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 43. Expansion Scientifique Française. Paris. 1993 ; pp 41-54
- [19] SERINGE R, MILADI L. Comparative evaluation of two surgical techniques with and without subtalar relase. In : Simons G ed. The clubfoot. The present and a view of the future. Springer Verlag. New York. 1994 ; pp 463-467
- [20] SIMONS G Complete subtalar release in clubfeet. *J Bone Joint Surg* 1985 ; 67 A : 1044-1065
- [21] TURCO V Resistant congenital clubfoot. One-stage postero medial release with internal fixation. *J Bone Joint Surg* 1979 ; 61 A : 805-814

© 1995 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

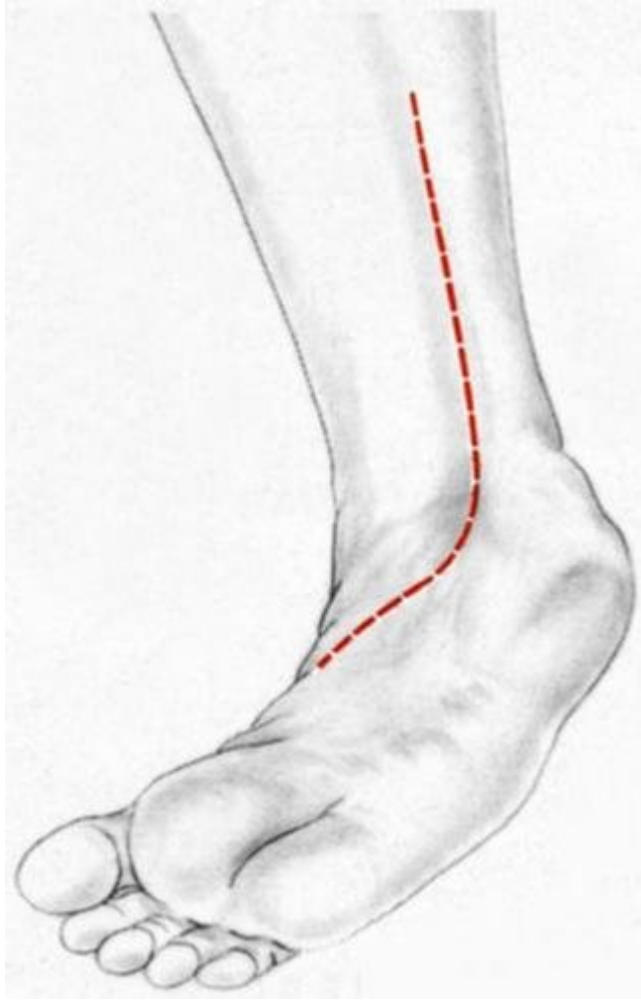


Fig 1 :

Tracé de la voie d'abord postéro-interne.

Fig 2 :

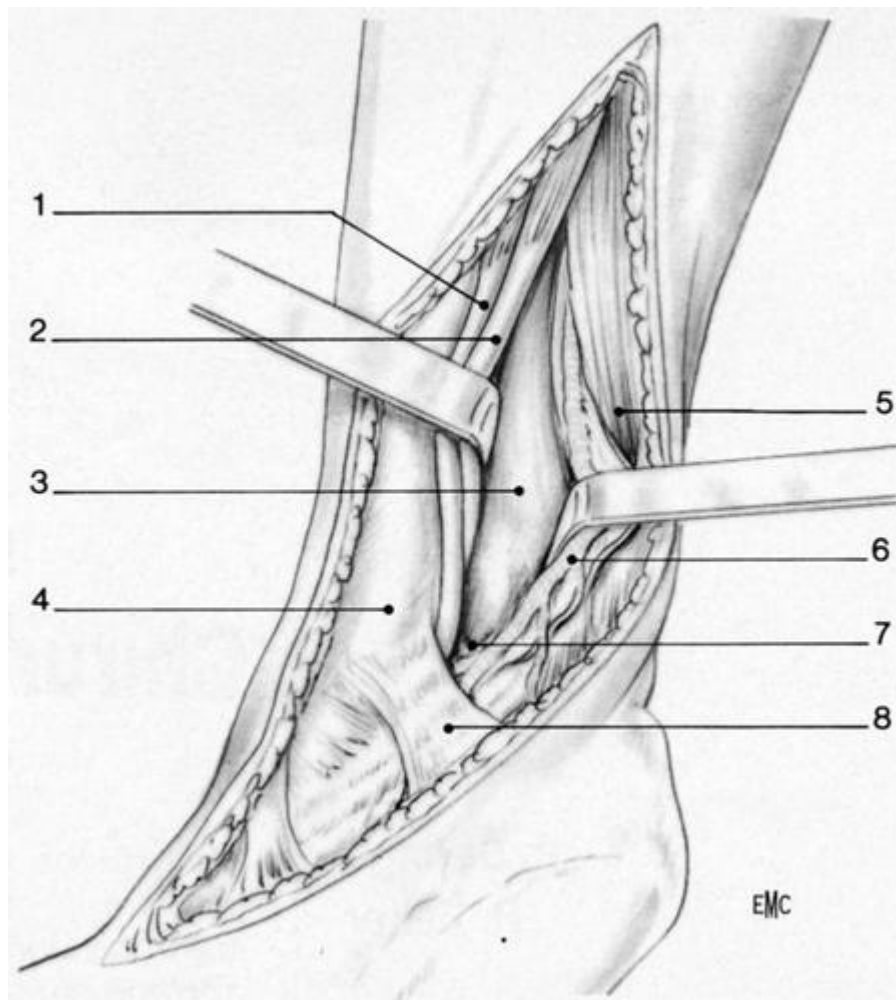


Fig 2 :

Repérage du pédicule vasculonerveux et des tendons fléchisseurs.

1. Tendon du jambier postérieur.
2. Tendon du fléchisseur commun des orteils.
3. Feutrage de la région supramalléolaire postérieure.
4. Malléole tibiale.
5. Tendon d'Achille.
6. Pédicule vasculonerveux tibial postérieur.
7. Capsule tibiotarsienne postérieure.
8. Ligament annulaire interne du cou-de-pied.

Fig 3 :

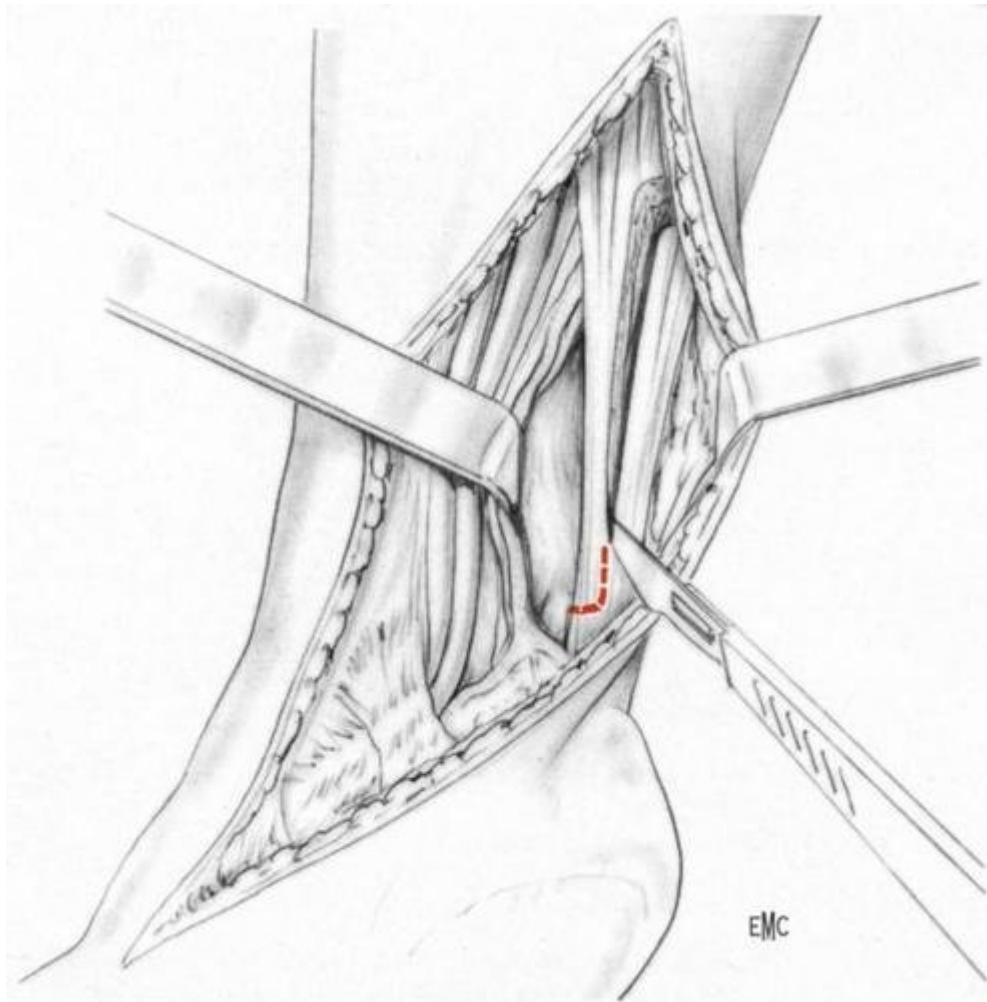


Fig 3 :

Allongement du tendon d'Achille en Z dans un plan sagittal.

Fig 4 :

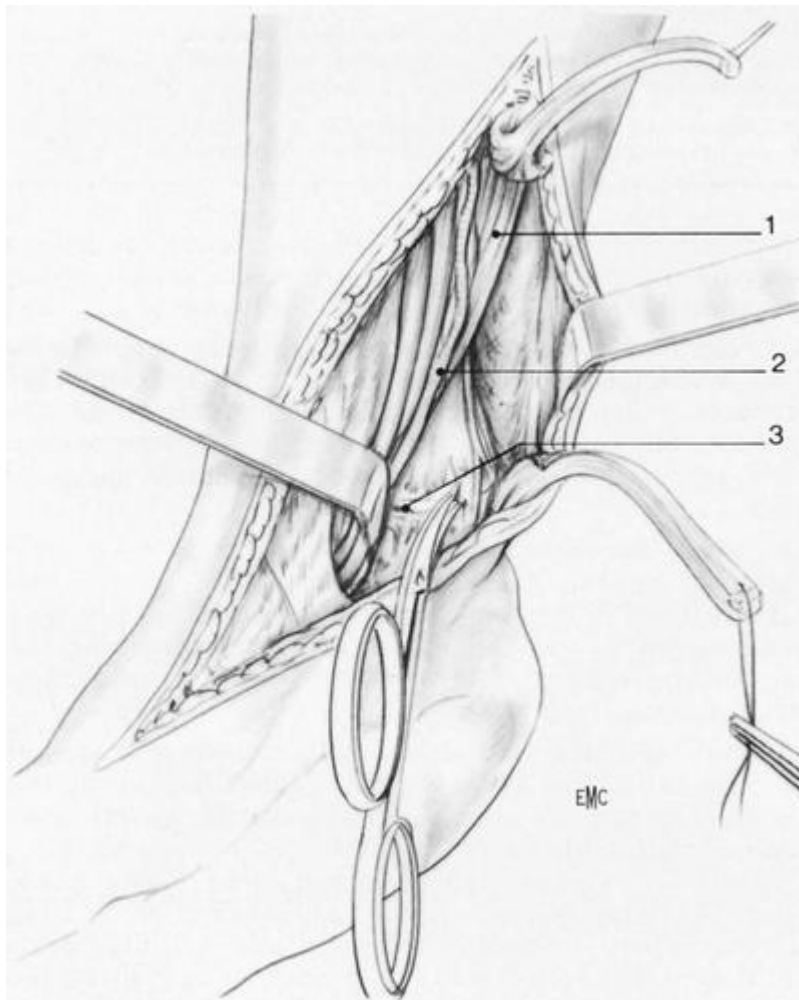


Fig 4 :

Ouverture de la capsule tibiotarsienne postérieure.

1. Long fléchisseur propre du I.
2. Pédicule vasculonerveux tibial postérieur.
3. Interligne articulaire tibioastragalien postérieur.

Fig 5 :

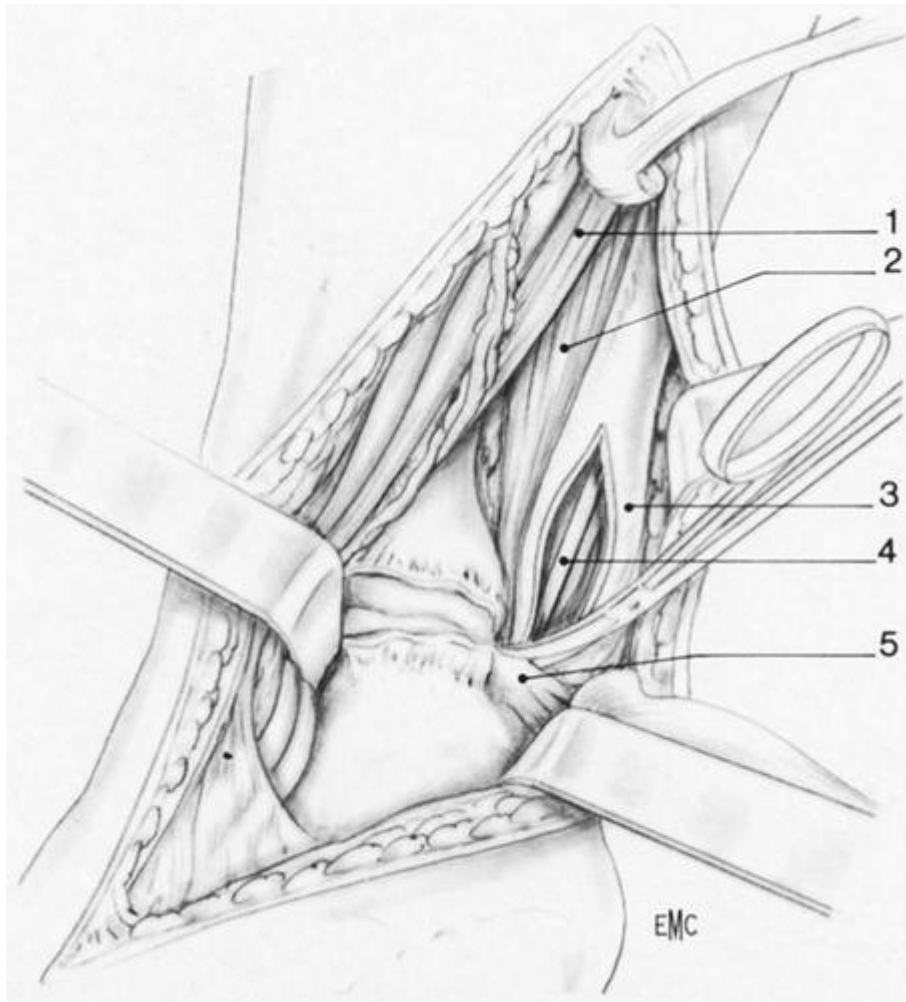


Fig 5 :

Libération du noeud fibreux postéroexterne.

1. Long fléchisseur propre du I.
2. Gaine des péroniers.
3. Aponévrose superficielle externe de la jambe.
4. Nerf et veine saphène externe.
5. Noeud fibreux postéroexterne.

Fig 6 :

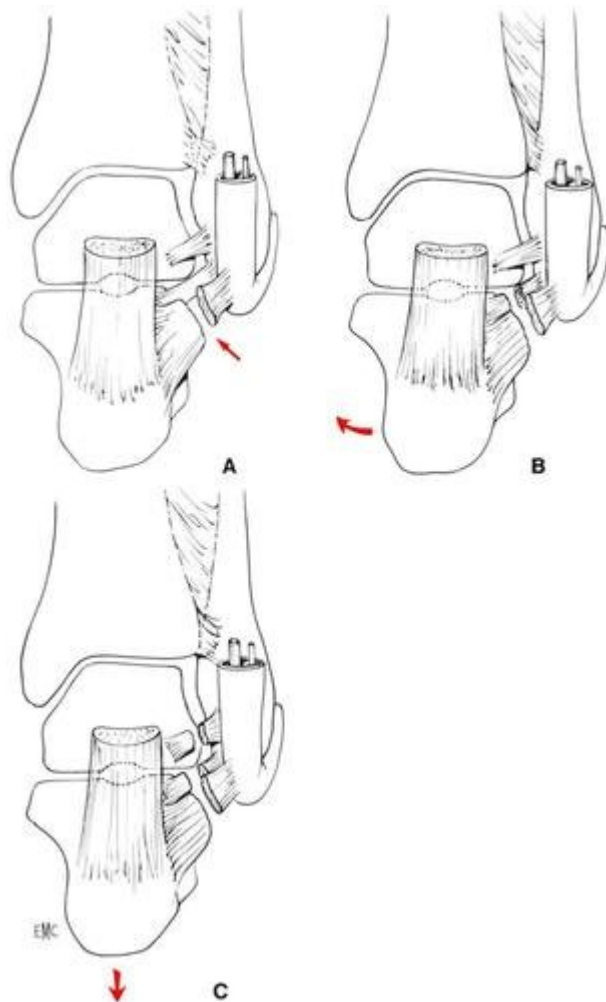


Fig 6 :

Structures du noeud fibreux postéroexterne en vue postérieure.

A. Section du ligament annulaire externe du cou-de-pied.

B. Section du ligament calcanéo-fibulaire permettant une amorce de dérotation du bloc calcanéo-pédieux.

C. Section du ligament talofibulaire permettant un abaissement du calcaneum.

Fig 7 :

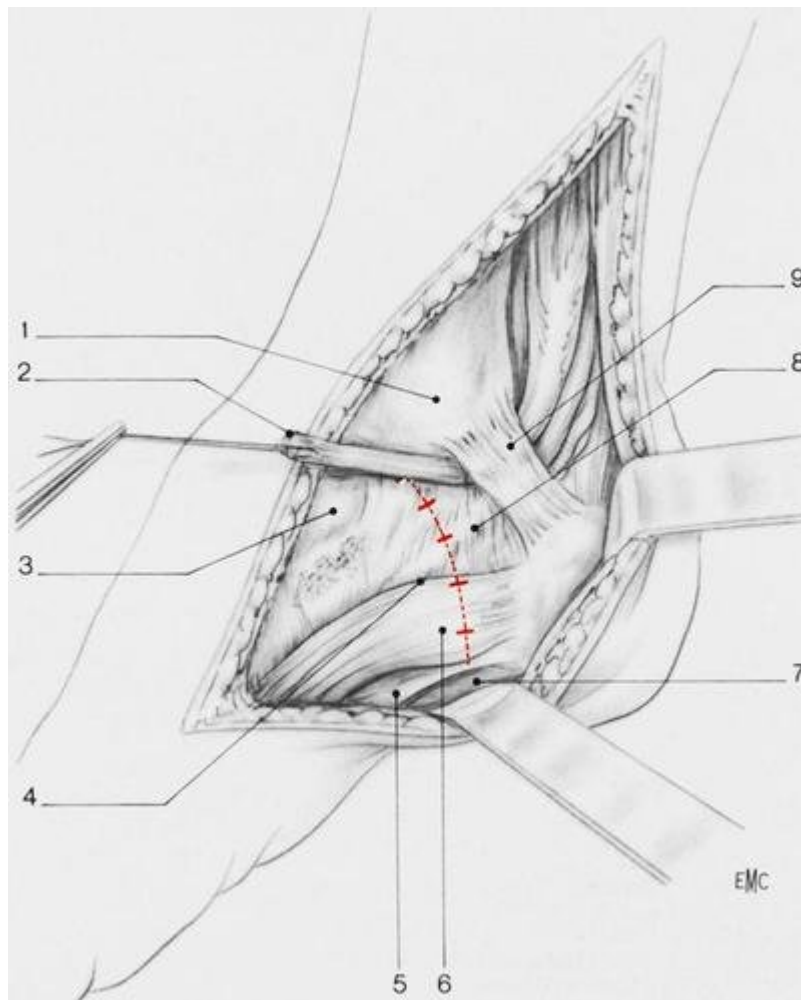


Fig 7 :

Libération antéro-interne et plantaire : identification des principales structures à libérer. C'est au niveau du tracé suivant les petites croix qu'il faut sectionner les principaux verrous.

1. Malléole tibiale.
2. Bout distal du tendon du jambier postérieur.
3. Os naviculaire.
4. Bord supérieur arciforme de la cloison intermusculaire interne.
5. Cloison intermusculaire interne de la plante.
6. Muscle adducteur du I.
7. Aponévrose plantaire moyenne superficielle.
8. Noeud fibreux antéro-interne.
9. Ligament annulaire interne du cou-de-pied.

Fig 8 :

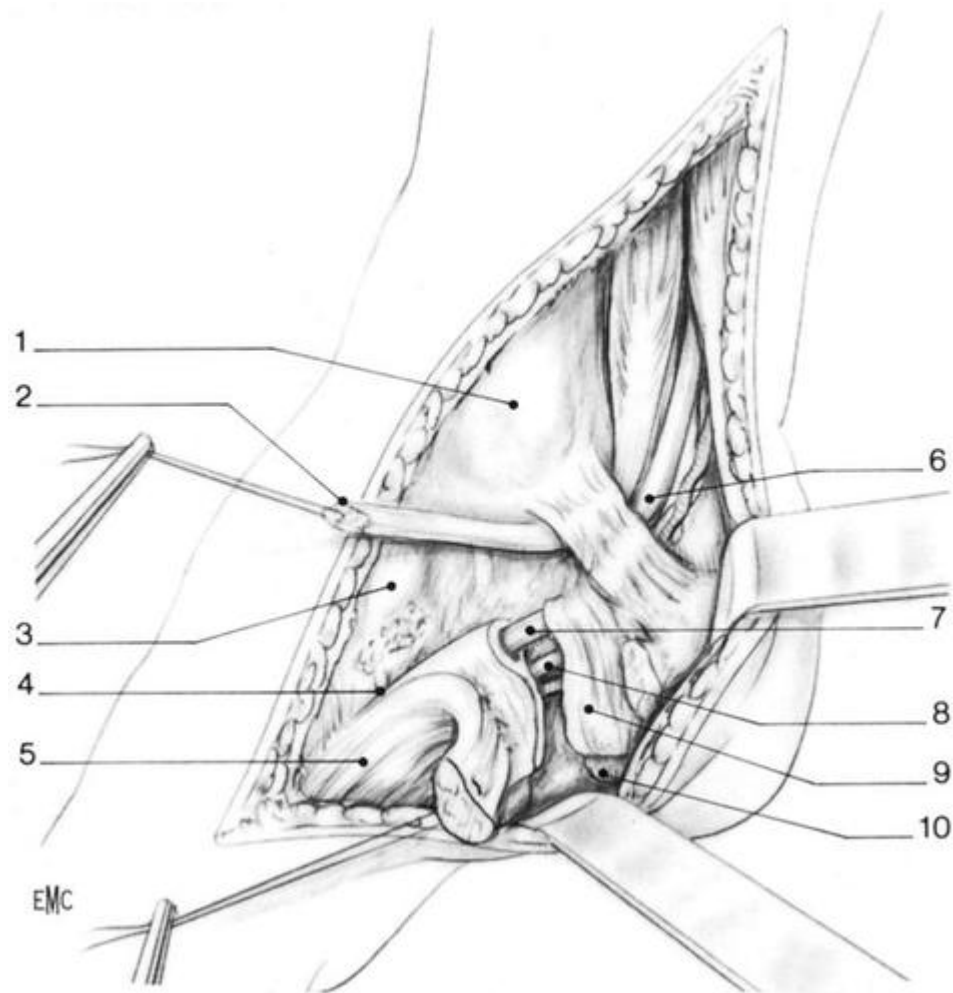


Fig 8 :

Libération antéro-interne et plantaire : temps superficiel montrant la section des principaux verrous suivant le tracé des petites croix de la **figure 7**.

1. Malléole tibiale.
2. Bout distal du tendon du jambier postérieur.
3. Os naviculaire.
4. Bord supérieur arciforme de la cloison intermusculaire interne.
5. Adducteur du I récliné.
6. Tendon du fléchisseur commun des orteils à l'entrée du canal calcanéen.
7. Tendon du fléchisseur commun des orteils dans sa gaine qui a été sectionnée.
8. Nerf plantaire interne.
9. Cloison intermusculaire interne sectionnée.
10. Aponévrose plantaire moyenne superficielle sectionnée.

Fig 9 :

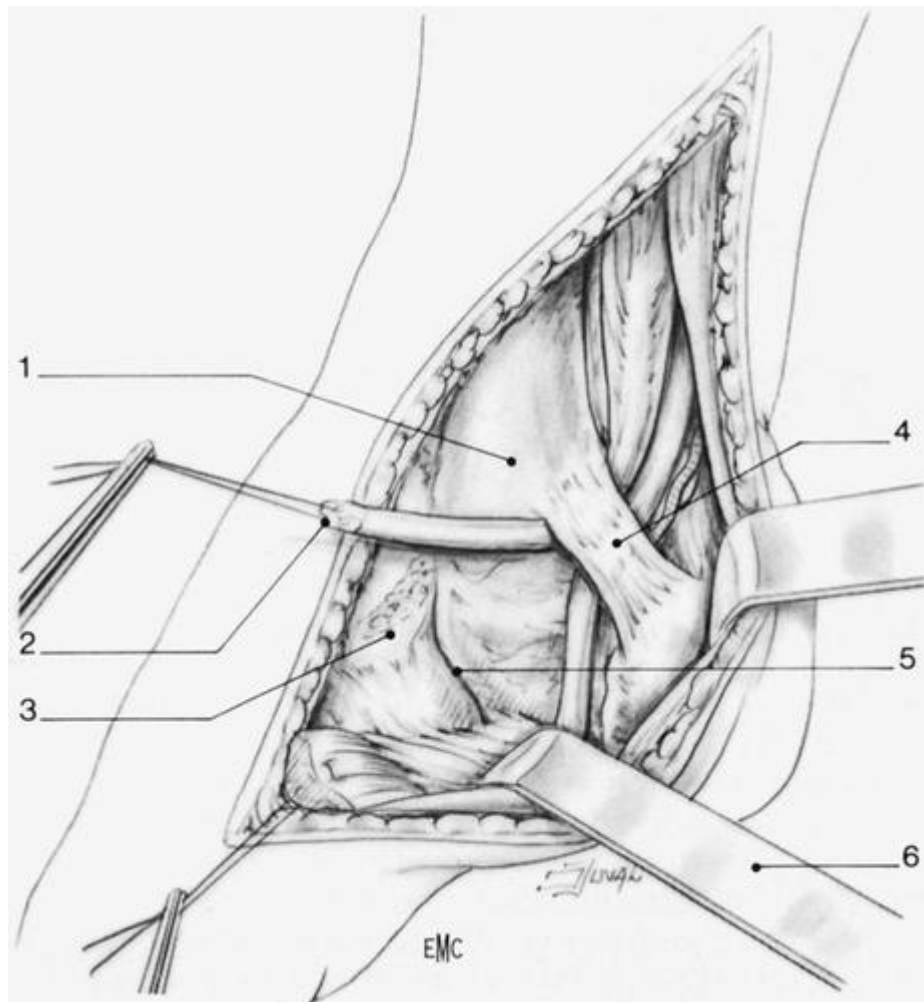


Fig 9 :

Libération antéro-interne et plantaire : temps profond. L'écarteur récline la plante et permet d'exposer la face inférieure du tarse et l'image en S de l'articulation médiotarsienne.

1. Malléole tibiale.
2. Bout distal du tendon du jambier postérieur.
3. Os naviculaire.
4. Ligament annulaire interne.
5. Image en S de la face plantaire de l'articulation médiotarsienne.
6. Ecarteur réclinant la plante.

Fig 10 :



Fig 10 :

L'interligne talonavculaire est situé en profondeur entre la malléole tibiale et le tubercule de l'os naviculaire. La direction de cet interligne est oblique en dehors et en avant d'autant plus que l'abduction résiduelle est importante.

Fig 11 :

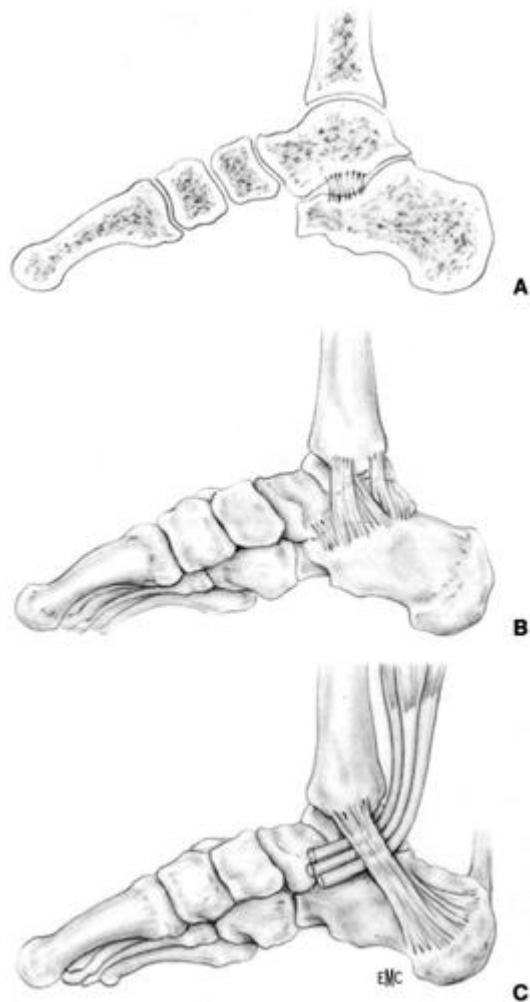


Fig 11 :

Structures à préserver dans la libération des parties molles, pour éviter une hypercorrection.

A. Ligament interosseux talocalcanéen ou ligament en haie de Farabeuf.

B. Capsules talocalcanéennes internes.

C. Ligament annulaire interne.

Fig 12 :

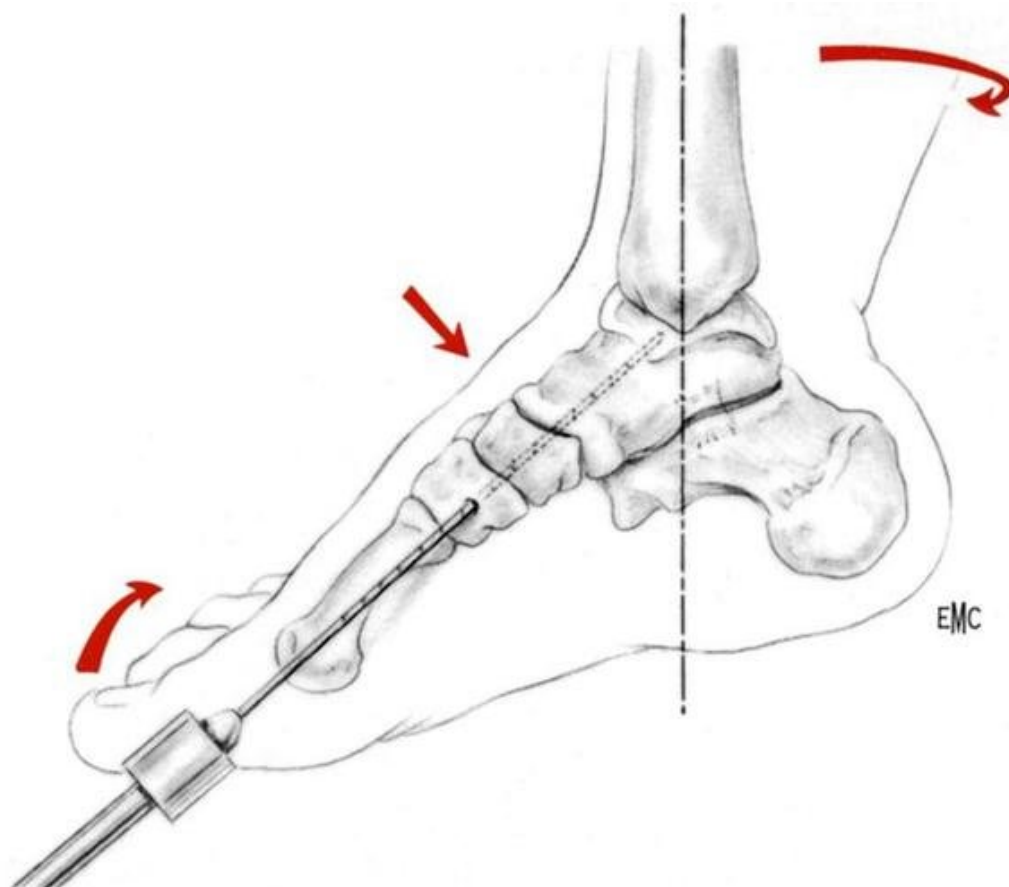


Fig 12 :

Fixation par broche dans la colonne interne. Maintien du bloc astragalojambier en rotation interne, maintien du bloc calcanéopédieux en abduction (ou rotation externe) et appui dorsal sur l'os naviculaire.

Fig 13 :

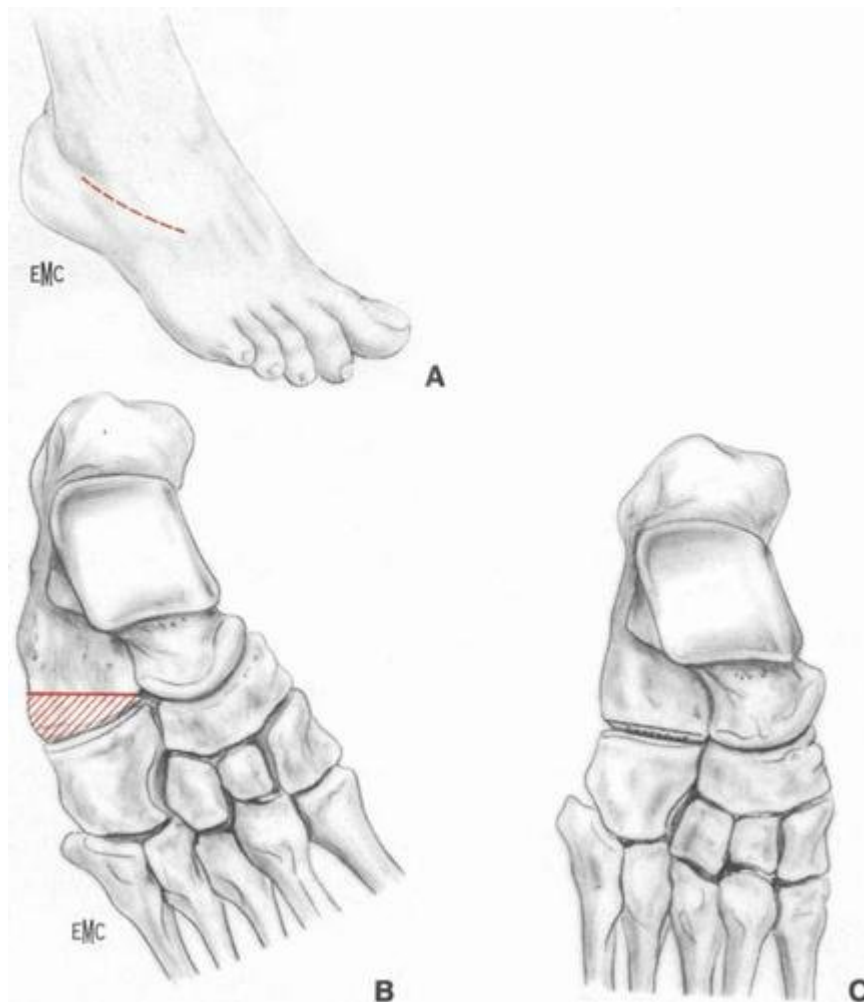


Fig 13 :

Temps externe pour raccourcir l'arche externe et corriger l'adduction médiotarsienne résiduelle.

A. Incision.

B. Schéma de la résection distale selon Lichtblau.

C. Correction obtenue.

Fig 14 :

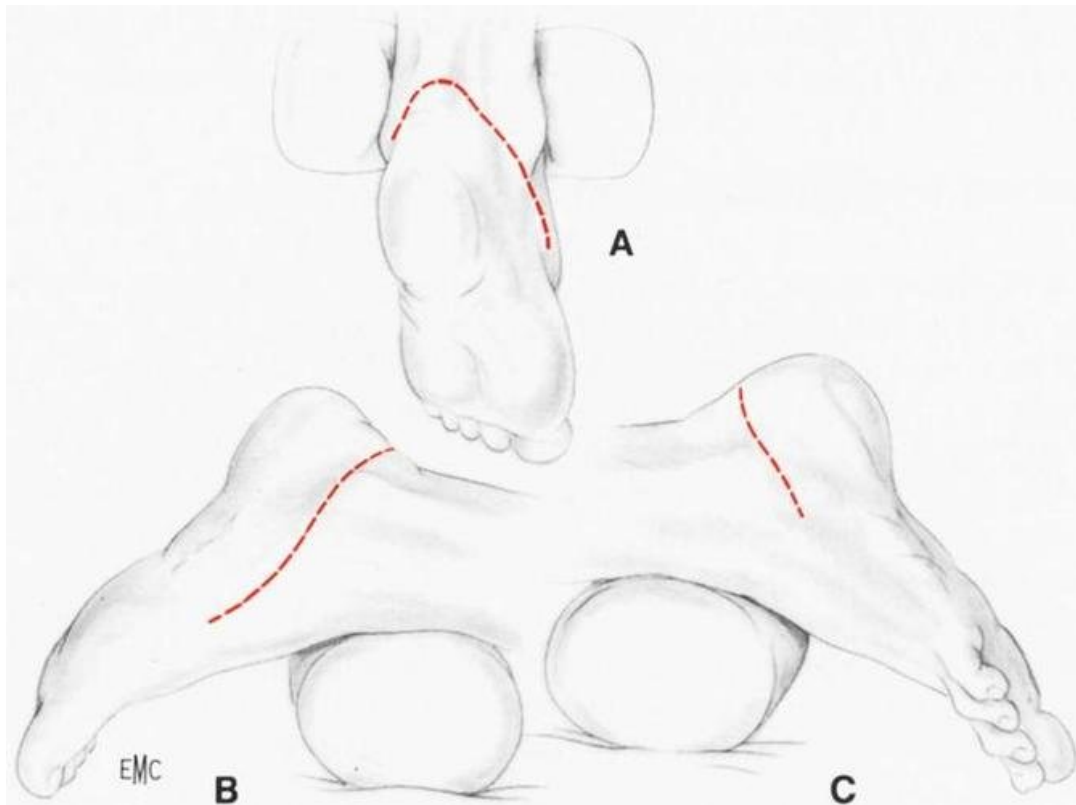


Fig 14 :

Incision de Cincinatti.

Fig 15 :

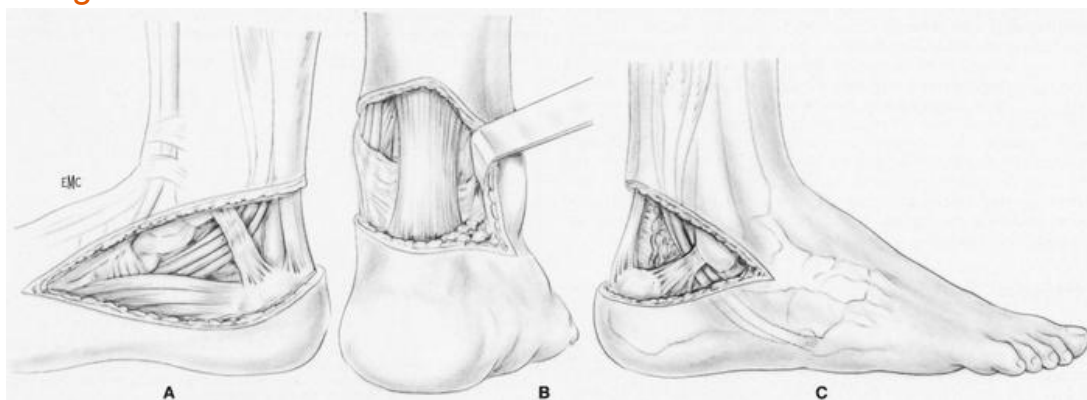


Fig 15 :

Exposition donnée par la voie de Cincinatti.

A. Vue interne.

B. Vue postérieure.

C. Vue latérale.

Fig 16 :

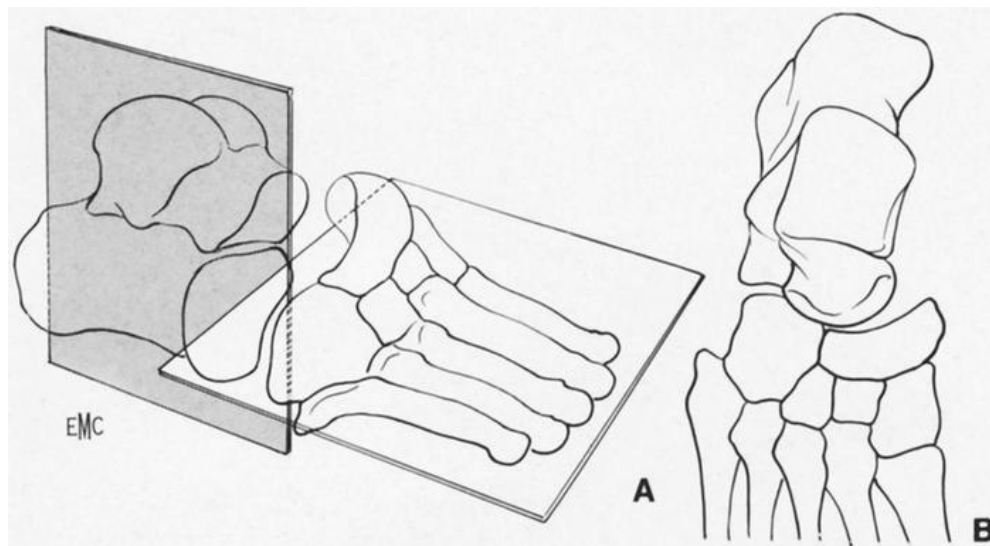


Fig 16 :

Incongruence médiotarsienne lors d'une double arthrodèse.

A, B. L'arrière-pied est dans un plan sagittal, l'avant-pied est dans un plan horizontal. Vide interne talonaviculaire.



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-912]

Chirurgie du tendon d'Achille : tendinites et maladies de Haglund

Jean-François Kouvalchouk : Médecin-chef
Centre de rééducation fonctionnelle LADAPT, 26, rue Dailly, 92210 Saint-Cloud France
Chef de service, service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, centre médico-chirurgical Foch, 40, rue Worth, 92151 Suresnes France
Luc Watin-Augouard : Chirurgien orthopédiste
Service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, centre médico-chirurgical Foch, 40, rue Worth, 92151 Suresnes France

Résumé

Les tendinopathies d'Achille (Kouvalchouk ^[5]) sont l'apanage quasi exclusif des sujets sportifs. La course (et, singulièrement, celle de fond) et les sports comportant des impulsions répétées en sont les pourvoyeurs. Presque toujours, on retrouve, à l'origine, des défauts ou des erreurs dans la pratique sportive. Cependant, cela ne saurait suffire à tout expliquer et les phénomènes de « vieillissement » du tendon ont leur part de responsabilité, expliquant que ces lésions tendineuses surviennent habituellement chez le sportif de la trentaine et au-delà.

Deux points sont d'emblée à souligner :

*le vrai traitement devrait être préventif ;
l'indication chirurgicale ne doit être posée que sur des arguments indiscutables, chez le sportif de compétition et sur des formes rebelles à un traitement « médical » bien conduit dont on sait qu'il donne environ 80 % de résultats positifs.*

Nous n'envisagerons pas ici les lésions tendineuses des maladies inflammatoires ou métaboliques qui posent des problèmes tout différents.

Suivant la classification proposée par Puddu ^[10], nous traiterons successivement les tendinopathies du corps du tendon, puis les péri-tendinites. Nous isolerons les tendinopathies basses (tendinopathies d'insertion et maladie de Haglund).

TENDINOPATHIES DU CORPS DU TENDON

Le terme de « tendinite » doit être rejeté car il n'y a jamais, dans ces formes, de lésions inflammatoires.

C'est ici que la responsabilité des phénomènes de « vieillissement » semble le plus indiscutable. Ippolito [4] et Fonzone [3], notamment, ont bien montré les modifications histologiques et chimiques qui en sont les conséquences. Par ailleurs, de nombreux auteurs, dont Carret et coll [2], ont insisté sur la précarité de l'apport vasculaire dans la zone habituelle des tendinopathies, la même que celle des ruptures, et ce n'est pas une coïncidence.

Le *primum movens* est une microrupture du tendon dont le processus normal de cicatrisation aboutit à un nodule, amas de substance interstitielle, ou, plus rarement, à un kyste, cavité néoformée dont la paroi a la même structure que celle du nodule. Enfin, il a été souligné que tous ces phénomènes sont probablement liés à une disproportion volumétrique entre le muscle que l'entraînement continue à développer, et le tendon qui, chez l'adulte, ne se modifie plus proportionnellement. Ces deux éléments sont à la base des principes du traitement chirurgical :

- exciser les lésions pathologiques ;
- augmenter le volume du tendon et sa solidité en favorisant le développement d'un tissu cicatriciel de bonne qualité.

Technique chirurgicale

L'intervention est conduite en décubitus ventral, sous anesthésie générale, avec les soins d'installation habituels. Garrot pneumatique et champ roulé sous la face antérieure de la cheville.

La voie d'abord est postéro-interne pour éviter tout conflit douloureux ultérieur. Les précautions vis-à-vis du revêtement cutané sont les mêmes que pour toute intervention à ce niveau (Encyclopédie médico-chirurgicale Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-910), encore qu'ici, les complications cutanées soient nettement moins à redouter.

Le péri-tendon est incisé et le tendon libéré : il est le plus souvent adhérent en regard du ou des nodules. L'inspection et la palpation retrouvent aisément la lésion sous forme d'une zone renflée, indurée, d'une couleur blanchâtre, dépolie, contrastant avec l'aspect du reste du tendon. Si, à ce moment, le garrot était lâché, on constaterait que cette zone se revasculariserait plus lentement et moins bien que les régions avoisinantes (**fig. 1**).

*Toute la zone pathologique doit être excisée jusqu'à se retrouver en territoire sain. Mais, ce serait une erreur de s'arrêter là : l'exploration doit être poursuivie sur toute la hauteur du tendon, à la recherche d'autres lésions, car une excision insuffisante aboutirait à un échec. Pour ce faire, la plupart des auteurs, (Lemaire [8]), réalisent un « peignage » du tendon en 5 ou 6 bandelettes longitudinales, amorcées au bistouri fin, d'abord, puis poursuivies à l'aide d'une petite pince, type Halsted, permettant de séparer les fibres tendineuses sur toute la hauteur du tendon sans bien entendu en altérer la continuité (**fig. 2**). Ainsi, peut-on au maximum, pousser la recherche d'autres zones pathologiques qui seraient excisées au passage.*

Ce « peignage » (ou « splitting ») répond, par ailleurs, au deuxième but de l'intervention : l'augmentation de volume du tendon. Il favorise, en effet, la prolifération de néovaisseaux

qui permet le développement de cellules mésenchymateuses et substitue au tendon dégénéré un tissu jeune, néoformé (Puddu ^[10]). On vise ainsi, à améliorer le rapport volumétrique muscle-tendon en obtenant un épaississement global et régulier. L'adjonction de fibres de carbone, dans un but d'augmentation et d'accentuation du processus, est maintenant abandonnée car inutile, voire nuisible. Si, dans des cas exceptionnels, une fragilisation excessive du tendon était redoutée, l'adossement du tendon du plantaire grêle pourrait toujours être envisagé.

Vis-à-vis de la gaine tendineuse, l'attitude peut différer : si elle est épaisse, adhérente et inflammatoire, elle doit être excisée en totalité (pour certains, ce geste est systématique) ; si, par contre, elle apparaît fine et non adhérente, elle peut être conservée, voire refermée si cela est possible après le « peignage ».

Le garrot pneumatique est dégonflé et l'hémostase achevée très soigneusement. La fermeture est réalisée en deux plans, sur drainage aspiratif, les points cutanés devant s'efforcer de n'être pas nécrosants.

Il n'y a pas d'immobilisation postopératoire. L'appui est repris sous couvert provisoire d'une talonnette. La rééducation doit surtout viser les exercices d'étirement progressif. La reprise du sport ne peut s'envisager qu'après disparition totale des phénomènes douloureux, et de façon très progressive, au plus tôt à partir du 45^e jour, sous forme de footing léger. Elle devra s'accompagner de consignes très strictes d'échauffement, d'exercices d'étirement et de conseils quant aux chaussures de sport.

Il est des formes particulièrement graves et destructrices, correspondant notamment à des formes très anciennes et précédemment traitées par des infiltrations de corticoïdes ; il devrait être devenu inutile de souligner leur très grave nocivité si elles sont réalisées en intratendineux. Si ces formes siègent en plein corps, on peut recourir à de véritables plasties de reconstruction. Dans les formes basses, elles aboutissent parfois à une véritable avulsion calcanéenne, exigeant alors une restauration avec réinsertion transosseuse (44-910 op. cit.).

La technique du « peignage » peut s'appliquer, selon la même technique à des douleurs du tendon, sans nodule ou kyste, telles qu'on peut les rencontrer chez des sujets sportifs, ayant un tendon particulièrement grêle, afin d'en augmenter le volume. Cette indication est, d'ailleurs, à la base de la technique, connue depuis longtemps par les vétérinaires pour les chevaux de course (Asheim ^[1]). Elle peut même être réalisée pratiquement en percutané, à travers quelques « mouchetures » cutanées, permettant l'introduction du bistouri, mais à la stricte condition d'avoir préalablement éliminé l'existence de lésion qui devrait être excisée.

Haut de page

PÉRITENDINITES

Leur individualisation repose surtout sur les travaux de H. Kvist ^[6]. Elles peuvent être isolées ou associées au tableau précédent, et l'on parle alors de « péritendinite avec tendinopathie ».

Elles se caractérisent, dans leur tableau chronique - les seules qui sont éventuellement chirurgicales - par l'organisation de dépôts de fibrine entre les feuillets du péritenon et par le développement d'adhérences entre le tendon et les structures avoisinantes. Il existe un épaississement du péritendon et une adhérence de celui-ci au tendon. Histologiquement, on retrouve une prolifération vasculaire et des cellules inflammatoires. Là encore, le traitement chirurgical ne se justifie qu'en cas d'échec du traitement médical.

Technique chirurgicale

Le principe consiste à libérer totalement le tendon de toutes ses adhérences aux structures

voisines (Kvist et coll. ^[7]).

Installation et voie d'abord sont toujours identiques. Après ouverture de l'aponévrose jambière, la totalité de la circonférence du tendon doit être ténolysée, aux ciseaux ou au bistouri, y compris en arrière, entre la peau et le tendon, sur toute la hauteur, depuis la jonction myotendineuse, jusqu'à 1,5 cm au-dessus de l'insertion calcanéenne (la partie toute distale du tendon est normalement adhérente à la peau). Partout où il est symphysé et adhérent, le péritendon doit être ouvert et largement excisé. S'il existe des nodules, ils doivent être enlevés, selon la technique précédemment décrite.

L'aponévrose est laissée ouverte : il semble qu'ainsi l'on diminue les frottements entre le tendon et les structures voisines. Pour cette même raison, la mobilisation est immédiate et l'appui autorisé. Selon l'auteur, l'activité sportive peut être reprise vers la 3^e ou 4^e semaine.

[Haut de page](#)

TENDINOPATHIES BASSES

Tendinopathies d'insertion

Elles se caractérisent par des douleurs au niveau de l'insertion calcanéenne et sont en rapport avec une ossification lamellaire du tissu tendineux, provoquée par les contraintes en traction et secondaires aux phénomènes de vieillissement de cette partie du tendon, qui revêt un aspect chondroïde.

L'indication chirurgicale doit être mûrement réfléchie, car la véritable responsabilité de ces ossifications elles-mêmes dans les douleurs ressenties par le patient est discutable, dans la mesure où, le plus souvent, elles sont asymptomatiques : leur ablation ne doit donc nullement être systématique.

Si, toutefois, cette ablation se justifie, elle est, de toute façon, toujours difficile. Elle nécessite, par une voie d'abord latérale externe, la désinsertion partielle du tendon. Même ainsi, l'excision et la régularisation de la face postérieure du calcanéum risquent d'être incomplètes et exigent beaucoup de soins. Malgré toutes ces précautions, les résultats restent incertains. En cas de fragilisation par trop importante de l'insertion tendineuse, une botte d'immobilisation peut être nécessaire pour 3 semaines.

Maladie de Haglund

Elle est liée aux microtraumatismes répétés dont le tendon est le siège par l'action conjuguée du contrefort de la chaussure et de l'angle postérosupérieur du calcanéum, agissant sur le tendon qui se trouve pris comme « entre l'enclume et le marteau ». Elle se traduit par une tuméfaction faite d'hypertrophie osseuse, de l'inflammation des bourses séreuses et de modifications cutanées, et aboutit parfois à une véritable impossibilité du « chaussage ».

Elle peut avoir comme cause un pied creux qui, verticalisant le calcanéum, provoque la saillie relative de son angle postérosupérieur. Son traitement est alors celui du pied creux. Ailleurs, il s'agit véritablement d'une hypertrophie de l'angle, décrite par Haglund comme un calcanéum « haut et pointu ». Divers repères radiologiques permettent des mesures (Fowler, Denis). L'indication chirurgicale doit être mesurée et ne s'envisager qu'après échec des mesures conservatrices, faites de soins locaux et de modifications du chaussage.

Techniques chirurgicales

Résection de l'angle postérosupérieur du calcanéum

La technique doit en être très rigoureuse. La qualité des résultats dépend, sans aucun doute, pour une bonne part, de sa précision et du soin apporté à l'intervention.

Celle-ci est conduite en décubitus ventral, sous anesthésie générale : garrot pneumatique, coussin sous la face antérieure de la cheville.

Deux incisions cutanées peuvent être utilisées (**fig. 3**) :

la voie postérieure, en fer à cheval, passant sur la ligne médiane dans un pli du talon, au pôle supérieur de la saillie, et descendant de chaque côté, vers les faces latérales du calcanéum ; le nerf saphène externe doit soigneusement être repéré (Meary ^[9]) ;

la voie latérale externe que nous préférons pour notre part et qui passe en zone cutanée saine et risque moins de provoquer des conflits douloureux ultérieurs. Elle pourra, éventuellement, être complétée par une courte incision latérale interne pour parachever, si nécessaire, les gestes à réaliser sur la face interne de l'os.

Le bord latéral externe du tendon est disséqué, libéré et soulevé. On place alors le pied en équin, pour détendre le tendon et on glisse au-dessous de lui un écarteur type Farabeuf. La bourse séreuse préachilléenne est excisée et progressivement aux ciseaux ou au bistouri électrique, mais sans utiliser la rugine source d'ossifications, on achève de libérer *totale*ment l'angle de l'os, sa face postérieure, préachilléenne, en désinsérant même les fibres toutes supérieures du tendon, sa face supérieure, jusqu'à l'articulation sous-astragaliennne, et ses faces latérales. Un écarteur contre-coudé est glissé au-dessus de la face supérieure de la grosse tubérosité de façon que la pointe s'appuie sur la face interne du calcanéum. Il faut une exposition excellente *avant* de commencer le temps osseux.

La résection doit être large. Elle est réalisée au ciseau frappé ou à la scie sur moteur, en attaquant la corticale externe perpendiculaire et selon une ligne unissant le bord supérieur de l'insertion tendineuse et un point situé 3 cm au moins en avant de l'angle postérosupérieur. La progression du ciseau doit être très franche, mais prudente, afin de ne pas léser la peau de la face interne du talon. Il est indispensable que la libération soit suffisamment bien réalisée pour que le coin osseux puisse être enlevé en totalité et d'un seul tenant (**fig. 4**). Les reprises de coupe sont difficiles et aléatoires.

Les bords de la résection doivent être parfaitement régularisés et arrondis à la petite pince gouge, latéralement et au bord supérieur de l'insertion du tendon. Si les gestes internes sont malaisés et risquent d'être incomplets, il nous paraît indispensable de réaliser une contre-incision cutanée interne (cf supra). La tranche osseuse est tapissée de cire hémostatique et la peau refermée sur drainage aspiratif.

Les soins postopératoires sont simples : la mobilisation est immédiate et l'appui très précoce, sous couvert d'une petite talonnette provisoire. Il est indispensable, par contre, d'éviter tout contact de la chaussure sur la cicatrice pour qu'elle ne devienne ni croûteuse, ni fragile et pour permettre à la tuméfaction cutanée de commencer à se résorber quelque peu.

Ostéotomie du calcanéum

Proposée par Zadek dès 1939, elle a été reprise par Taylor ^[11]. Son principe consiste à réaliser une ostéotomie de fermeture par résection d'un coin osseux à base supérieure, dans le but d'avancer l'angle postérosupérieur, diminuant ainsi le conflit avec le tendon.

L'intervention est conduite par une voie d'abord externe, oblique, rétro- et sous-malléolaire. La face supérieure de la grosse tubérosité est exposée, depuis l'angle postérosupérieur jusqu'à l'articulation sous-astragaliennne. La face externe est libérée au ras de l'os, sans décollement cutané et deux écarteurs contre-coudés sont glissés au-dessus et au-dessous du calcanéum.

L'ostéotomie est réalisée à la scie sur moteur plutôt qu'au ciseau frappé, de façon à obtenir une coupe bien franche. Elle doit être située « 1/2 à 3/4 de pouce » ⁽¹⁾ en avant de

l'angle postérosupérieur et sa base doit mesurer « 1/4 de pouce » ⁽²⁾. Le sommet de l'ostéotomie atteint sans la couper la corticale inférieure (**fig. 5**). La fermeture est obtenue, après ablation du coin osseux, par ostéoclasie de la corticale inférieure et stabilisée par une agrafe.

Elle est suivie ou non d'immobilisation par botte, en fonction de la qualité du montage.

Selon nous, et d'après les résultats publiés, cette technique, par rapport à la résection simple de l'angle postérosupérieur, n'offre pas d'avantage qui compense l'importance du geste et puisse permettre de la conseiller.

Références

- [1] ASHEIM A Surgical treatment of tendon injuries in the horse. *J Am Vet Med Assoc* 1964 ; 145 : 447-451
- [2] CARRET JP, SCHNEPP J, FAYARD FOURNET Vascularisation du tendon d'Achille (tendo calcaneus) chez l'homme. *Med Chir Pied* 1985 ; 2 : 83-85
- [3] FONZONE B, BERTOLIN A Modificazioni biochimiche nel tendini d'Achille umano, in rapporto alle varie età. *Arch Putti* 1958 ; 10 : 47-49
- [4] IPPOLITO E, FERRETI A, TUDISCO C. Le corps du tendon : anatomie et physiologie. In : Microtraumatologie du sport. Collection de pathologie locomotrice. Masson. Paris. 1987 ; pp 19-29
- [5] KOUVALCHOUK JF. La pathologie du tendon d'Achille : rupture et « tendinite ». Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Conférences d'enseignement 1987 ; pp 233-257
- [6] KVIST H, KVIST M The operative treatment of chronic calcaneal paratenonitis. *J Bone Joint Surg (Br Vol)* 1980 ; 62-B : 353-357
- [7] KVIST M, LEHTO MU, JOSZA L, JARVINEN M, KVIST H Chronic Achilles paratenonitis. An immunohistologic study of fibronectin and fibrinogen. *Am J Sports Med* 1988 ; 16 : 616-623
- [8] LEMAIRE M, MIREMAD C, COMBELLES F Tendinite du tendon d'Achille du sportif. *Med Sport* 1981 ; 55 : 402-409
- [9] MEARY R, MONAT Y. Maladie de Haglund. Encyc Med Chir (Paris-France). Techniques Chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie. 44-906. 4 p
- [10] PUDDU G, IPPOLITO E, POSTACCHINI F A classification of Achilles disease. *Am J Sports Med* 1976 ; 4 : 145-150
- [11] TAYLOR GJ Prominence of the calcaneus : is operation justified ? *J Bone Joint Surg (Br Vol)* 1986 ; 68-B : 467-470 **[crossref]**

© 1993 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

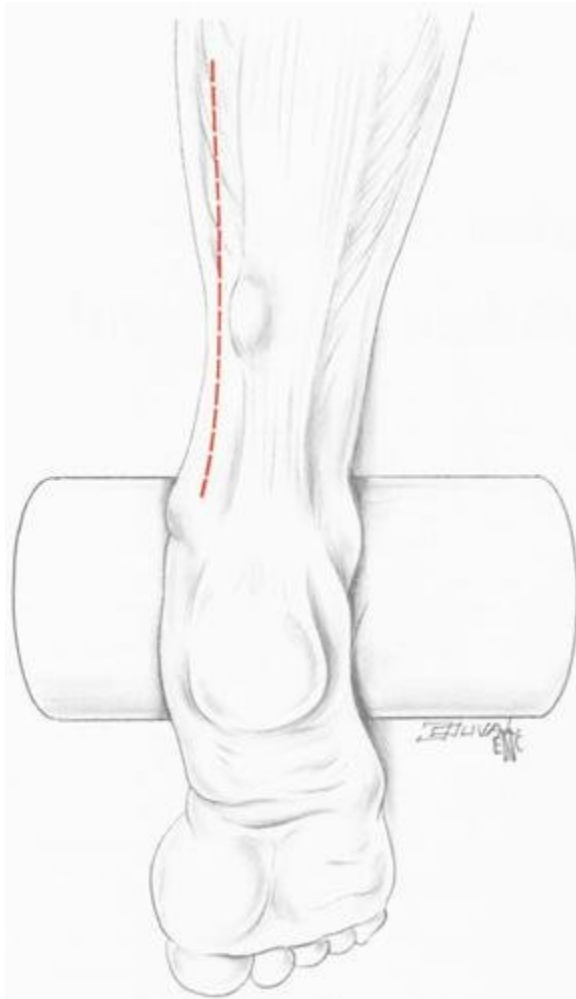


Fig 1 :

Tendinopathie du corps : exposition et aspect du nodule.

Fig 2 :

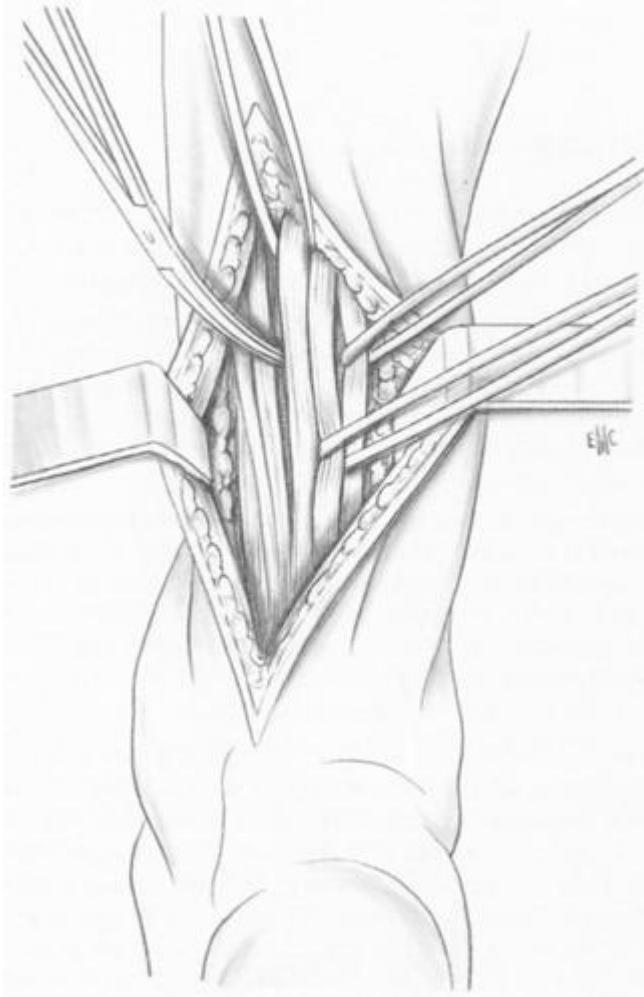


Fig 2 :

Tendinopathie du corps : « peignage » du tendon.

Fig 3 :



Fig 3 :

Maladie de Haglund.

A. Voie d'abord postérieure en fer à cheval.

B. Voie d'abord latérale externe.

C. Résection de l'angle postérosupérieur.

Fig 4 :

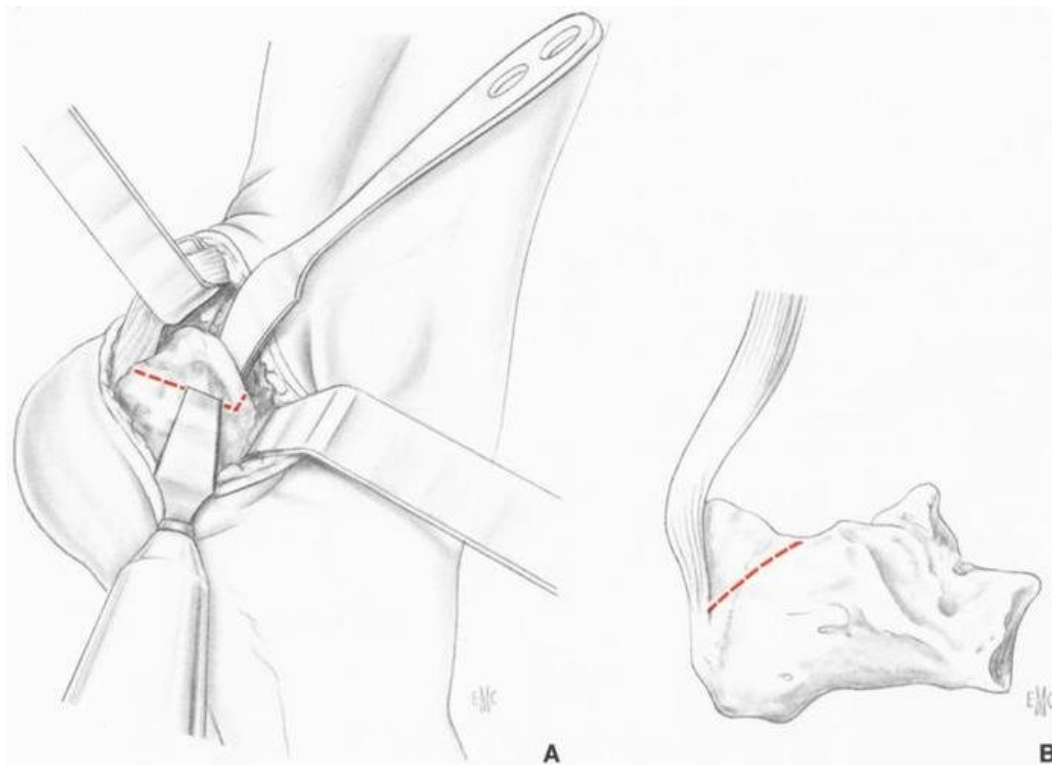


Fig 4 :

Maladie de Haglund : résection de l'angle postérosupérieur.

Fig 5 :

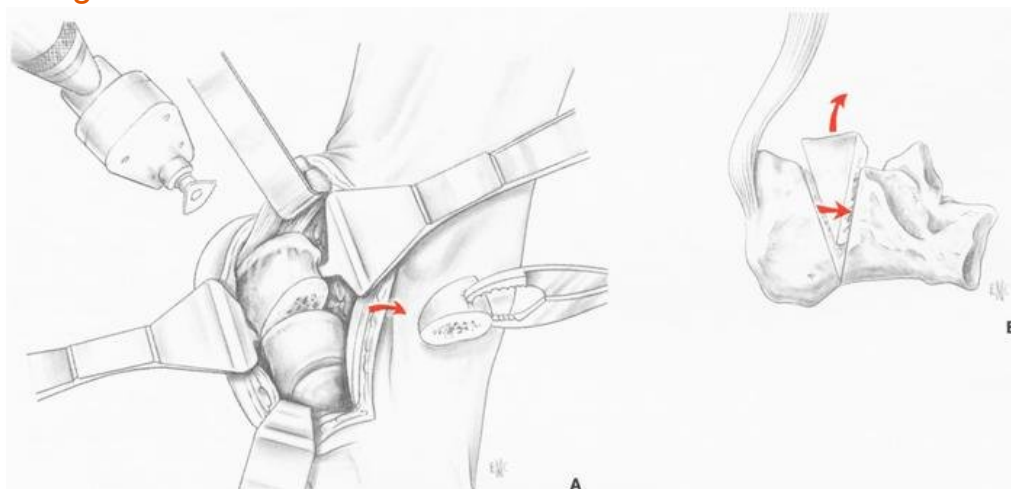


Fig 5 :

Maladie de Haglund : ostéotomie cunéiforme du calcanéum.

- (1) de 12,7 à 19 mm
- (2) 6,3 mm

Luxation des tendons fibulaires

J.-F. Kouvalchouk, E. Hassan

Le rétinaculum supérieur est une structure fibreuse insérée sur le bord postérieur de la malléole fibulaire par l'intermédiaire d'une crête cartilagineuse et sur la face latérale du calcanéus. C'est l'élément essentiel de la stabilisation des tendons fibulaires dans la gouttière rétromalléolaire au moment où, passant de la jambe au pied, ils décrivent un angle de 120° ouvert en avant. Leur luxation est le plus souvent due à une contraction réflexe qui le rompt ou le désinsère. Vue dans les suites immédiates du traumatisme, la lésion peut être traitée orthopédiquement, par immobilisation de 6 semaines sans appui, mais avec un risque d'échec de 50 % environ, ou plutôt chirurgicalement par suture ou réinsertion du rétinaculum, selon le type anatomopathologique. Le patient est installé en décubitus latéral et l'intervention conduite sous hémostase préventive par une voie d'abord rétromalléolaire évitant les nerfs sural et péronier superficiel. Les récurrences sont cause d'insécurité et d'instabilité et, surtout, de lésions tendineuses sous forme de fissurations. À ce stade, seul le traitement chirurgical est indiqué. Voie d'abord et installation sont identiques. Le plus souvent, il existe une vaste poche de décollement s'étendant sur la face latérale de la malléole. De très nombreuses techniques ont été décrites. La meilleure et la plus simple consiste à inciser le feuillet superficiel de la poche et à réinsérer sa partie postérieure sur le bord postérieur de la malléole, la zone de réinsertion étant renforcée par la partie antérieure du feuillet suturée en paletot. Un complément peut être assuré par un lambeau périostique à charnière postérieure rabattu vers l'arrière. Le creusement de la gouttière est rarement nécessaire. D'autres procédés ont été proposés : qu'il s'agisse de transfert d'une bandelette de tendon calcanéen, d'une greffe libre du court fibulaire ou d'un ischiojambier ou encore d'une butée osseuse, ils paraissent injustifiés, voire iatrogènes.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Luxation des tendons fibulaires ; Tendons fibulaires ; Luxations tendineuses ; Traumatismes de la cheville

Plan

| | |
|--------------------------------|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Rappel anatomique | 2 |
| Tendons fibulaires | 2 |
| Gouttière rétromalléolaire | 2 |
| Rétinaculum supérieur | 2 |
| Tendons fibulaires accessoires | 2 |
| ■ Luxations récentes | 2 |
| Démarche diagnostique | 2 |
| Anatomopathologie | 3 |
| Traitement | 3 |
| ■ Luxations récidivantes | 4 |
| Démarche diagnostique | 4 |
| Anatomopathologie | 4 |
| Traitement chirurgical | 5 |
| ■ Conclusion | 10 |

■ Introduction

Bien que très anciennement décrite, la luxation des tendons fibulaires est trop rarement diagnostiquée au stade aigu. Si le traitement peut alors se discuter entre traitement orthopédique ou chirurgical, il n'en est plus de même au stade chronique. Les récurrences des luxations menacent l'intégrité des tendons et l'intervention est la seule solution pour les stabiliser et les préserver. De très nombreuses techniques ont été proposées, mais il semble que les méthodes simples de réfection anatomique des éléments de stabilisation doivent être préférées.

La première description de la luxation des tendons fibulaires est due à Monteggia en 1803 chez un danseur de ballet. Depuis, de nombreuses publications ont été consacrées à cette pathologie, s'attachant surtout à proposer des techniques chirurgicales très variées.

C'est une lésion rare, puisque la majorité des auteurs s'accordent pour donner une fréquence de l'ordre de 0,5 % de la totalité des traumatismes de la cheville. L'âge moyen des blessés se situe entre 20 et 25 ans, en majorité des hommes, le côté droit semblant plus souvent atteint. Classiquement, le ski est l'activité le plus souvent responsable, mais tous les sports peuvent être impliqués, de même qu'un simple accident de la vie quotidienne.

■ Rappel anatomique (Fig. 1, 2)

Il n'est pas inutile d'y revenir brièvement afin de bien comprendre l'anatomopathologie des lésions et, partant, les différentes méthodes thérapeutiques qui sont proposées, notamment pour les luxations récidivantes.

Tendons fibulaires

Les corps musculaires du long fibulaire (ou peroneus longus) et du court fibulaire (ou peroneus brevis) se réunissent sur leur tendon respectif au-dessus et en arrière de la malléole latérale. Puis, ils passent dans un tunnel ostéofibreux dont les parois sont en avant une gouttière osseuse rétromalléolaire, en dedans le faisceau postérieur du ligament collatéral latéral et en dehors et en arrière une formation fibreuse : le rétinaculum supérieur, l'élément essentiel de la stabilisation. Le court fibulaire est plaqué contre l'os, en avant du long fibulaire. Ils ont alors une gaine synoviale commune. Puis ils se réfléchissent au niveau de la pointe malléolaire dessinant un angle ouvert en avant de 120° avant de se situer sur la face latérale du calcaneus, passant en dehors du faisceau fibulocalcanéen (ou faisceau moyen) du ligament collatéral latéral. Les tendons ont alors une gaine synoviale propre et sont séparés par le tubercule calcanéen. Ils sont fixés par le rétinaculum inférieur, le court fibulaire passant au-dessus du tubercule avant de se terminer sur la base du 5^e métatarsien, le long fibulaire passant au-dessous avant de se réfléchir à nouveau dans la gouttière cuboïdienne pour gagner la plante du pied et se terminer sur la base du 1^{er} métatarsien.

Ils ont un rôle d'éverseurs du pied, surtout le court fibulaire, et leur contraction, du fait de leur changement de direction au

niveau de la pointe malléolaire, risquerait de les luxer en avant d'elle s'ils n'étaient retenus par le rétinaculum supérieur.

Gouttière rétromalléolaire

Son anatomie mérite d'être précisée car sa profondeur varie selon les individus. Dès 1927, Edwards en a montré les différents types : si elle est concave et bien creusée dans 82 % des cas, elle est plane dans 11 % et même convexe dans 7 %. Par la suite, Eckert, en 1976, a montré qu'en fait cette gouttière osseuse était plane mais que sa forme dépendait surtout d'une arête cartilagineuse de 2 à 4 mm solidement fixée sur son bord latéral et qui en déterminait la profondeur.

Bien qu'aucune relation n'ait jamais été démontrée quant à la fréquence des luxations tendineuses selon la forme de la gouttière, ces notions sont importantes à connaître. Elles sont le fondement des interventions de creusement de la gouttière osseuse proposées par certains pour le traitement des luxations récidivantes.

Rétinaculum supérieur

C'est l'élément majeur de stabilisation des tendons. Il s'insère sur le bord postérieur de la malléole latérale jusqu'à sa pointe sur une hauteur de 2 cm environ, en continuité avec le périoste. Il est fixé de façon plus ou moins serrée sur l'arête cartilagineuse précédemment décrite, passe sur la face superficielle des tendons qu'il maintient en place, et se termine sur la face latérale du calcaneus. Il est orienté en bas et en arrière. Au-dessus de ce faisceau principal, il existe une expansion supérieure, horizontale, qui se termine sur le tendon calcanéen [1].

C'est sa rupture ou sa désinsertion qui provoque la luxation tendineuse. Au niveau du rétinaculum inférieur, les luxations sont exceptionnelles (nous en avons une observation personnelle : le tendon du long fibulaire étant luxé au-dessus du tubercule calcanéen).

Tendons fibulaires accessoires

Ce sont les différentes formes du peroneus quartus dont la fréquence, diversement appréciée, va de 6,6 % [2] à 21,7 % [3]. Si les insertions supérieures sont constantes, leurs terminaisons sont variables : sur le tendon du long fibulaire, sur le tendon du court fibulaire (court fibulaire accessoire), sur le tubercule calcanéen ou encore sur la base du 5^e métatarsien (peroneus digiti minimi). Mais, quel que soit son type, le peroneus quartus accompagne les tendons fibulaires sous le rétinaculum supérieur, augmentant ainsi le volume du contenu du tunnel ostéofibreux et prédisposant lors du mécanisme lésionnel à la lésion rétinaculaire.

Il faut associer à ces variantes anatomiques l'insertion trop basse des fibres musculaires sur le tendon terminal avec les mêmes conséquences.

C'est ici l'occasion de signaler que la seule présence de ces anomalies anatomiques peut être source de conflit dans la gouttière rétromalléolaire [4].

La résection d'un peroneus quartus est donc un geste indispensable à associer au traitement chirurgical de la luxation tendineuse.

■ Luxations récentes

Démarche diagnostique

Il faut y insister tant ces luxations récentes sont trop souvent méconnues et confondues avec une entorse talocrurale empêchant donc tout traitement à ce stade. Pourtant le doute n'est pas permis, ni par l'examen clinique, ni, si besoin est, par les examens complémentaires. Il faut en donner les éléments essentiels :

- le mécanisme lésionnel, à moins d'une association avec une entorse, n'est pas un mouvement de varus, mais presque toujours une contraction brutale et réflexe des fibulaires, pied en dorsiflexion, qui peut parfaitement se produire dans une

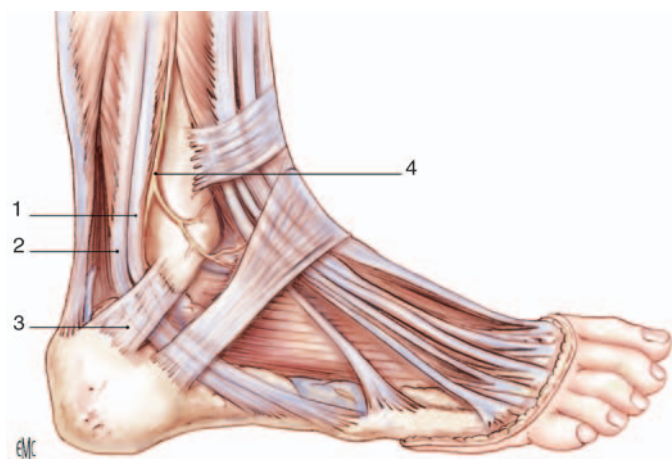


Figure 1. Anatomie. Vue sagittale. 1. Court fibulaire ; 2. long fibulaire ; 3. rétinaculum ; 4. nerf péronier superficiel.

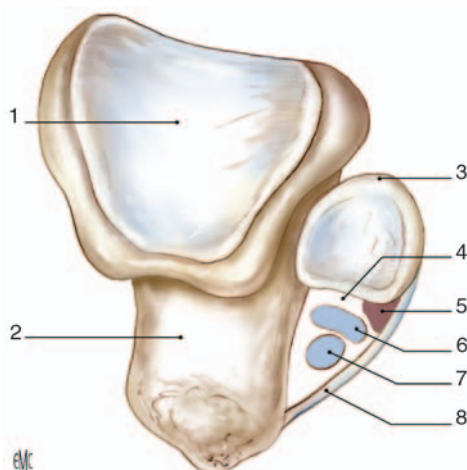


Figure 2. Anatomie. Vue horizontale. 1. Talus ; 2. calcaneus ; 3. fibula ; 4. gouttière osseuse ; 5. arête cartilagineuse ; 6. court fibulaire ; 7. long fibulaire ; 8. rétinaculum.

“ Points importants

Les tendons fibulaires décrivent, au niveau de la pointe de la malléole latérale, un angle ouvert en avant de 120°.

Ils sont situés dans une gouttière rétromalléolaire de profondeur variable mais dont le bord latéral est relevé par une arête cartilagineuse.

Ils sont maintenus en place par le rétinaculum supérieur, structure fibreuse étendue de la malléole latérale à la face latérale du calcaneus. C'est sa désinsertion (ou rupture) qui est responsable de la luxation.

chaussure de ski ou un patin à glace. Très souvent, le blessé a noté une sensation de claquement rétromalléolaire. Un traumatisme direct, porté sur la face postérolatérale de la cheville est plus rarement responsable. Un mécanisme en varus, responsable d'une entorse de l'articulation talocrurale, peut aussi être la cause d'une lésion des tendons fibulaires, mis en tension très brutalement par ce même mécanisme. La classification proposée par Trevino en fait d'ailleurs état (Stades IIIc1, lésion tendineuse et stade IIIc2, luxation). Mais, si cette classification est théoriquement juste sur le plan anatomopathologique, en pratique, le diagnostic en est toujours très difficile dans la mesure où les tests permettant l'examen des tendons sont rendus aléatoires du fait des douleurs et des réactions de défense, surtout dans les entorses graves ;

- la clinique est très parlante dans les formes pures : tuméfaction et ecchymoses sont rétromalléolaires et non pas pré-malléolaires, les points douloureux ont la même localisation, la contraction résistée des fibulaires est douloureuse (mais reproduit rarement la luxation) et il n'y a pas de mouvements anormaux ;
- la radiographie standard peut mettre en évidence une écaille osseuse corticale (Fig. 3). Dans tous les cas, l'échographie montre parfaitement la lésion du rétinaculum et permet l'analyse du ligament collatéral latéral. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) donnerait les mêmes renseignements mais son utilisation est rarement justifiée dans ce cadre.

Anatomopathologie (Fig. 4)

Eckert et Davis en 1976 avaient défini trois types de lésion du rétinaculum :

- type I : le rétinaculum est désinséré de la malléole latérale mais reste en continuité avec le périoste créant ainsi une poche de décollement analogue à la lésion de Bankart à l'épaule (61 %) ;
- type II : rétinaculum et arête cartilagineuse sont tous deux désinsérés, ensemble, de la berge osseuse (33 %) ;
- type III : rétinaculum et arête cartilagineuse emportent leur insertion osseuse malléolaire détachant ainsi un fragment osseux, bien visible sur les radiographies, affirmant formellement la luxation (16 %) (Fig. 3).

Oden en 1985 a ajouté un type IV : déchirure du rétinaculum dans sa partie postérieure.

Traitement

Fonctionnel

Il n'a d'indication que sur le refus du blessé des autres propositions thérapeutiques, tant ses résultats sont reconnus pour être mauvais du fait de récurrences quasi inévitables. Il consisterait en un strapping simple placé autour de la cheville moulant à l'aide d'un petit tampon la gouttière rétromalléolaire.

Orthopédique

Il se conduit par une immobilisation en botte bien moulée, plâtrée ou en résine, en plaçant là encore un tampon dans la



Figure 3. Radiographie standard d'un type III.

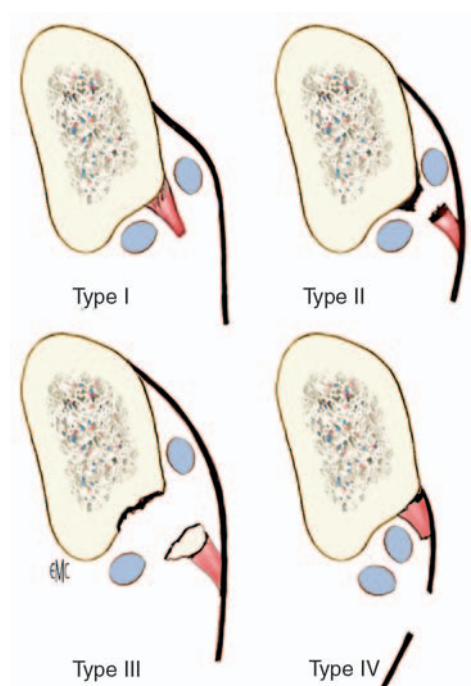


Figure 4. Anatomopathologie des lésions récentes.

gouttière rétromalléolaire, pour une durée de 6 semaines sans appui et sous traitement anticoagulant. Dans toutes les séries de la littérature, le taux de récurrences est de l'ordre de 50 %, ce dont le blessé doit être prévenu avant que ce traitement ne soit institué. Cette précaution prise, l'indication est envisageable, en particulier chez le sujet non sportif ou d'un certain âge.

Chirurgical

C'est, pour la majorité des auteurs, le traitement de choix, notamment chez le sportif, compte tenu des résultats aléatoires du traitement orthopédique.

Installation

Elle peut se faire en décubitus dorsal avec un coussin sous la fesse. Mais, selon nous, il est beaucoup plus facile d'opérer en décubitus latéral franc, le pied à traiter étant placé sur une petite tablette. L'accès à la gouttière rétromalléolaire est ainsi particulièrement aisé. Cette installation doit respecter toutes les précautions indispensables au niveau des membres supérieurs pour éviter tout risque de compression.

L'anesthésie est générale ou locorégionale. L'hémostase préventive par garrot pneumatique à la racine du membre est indispensable.

Voie d'abord

Elle doit être rétromalléolaire, concave en avant, démarrant 3 ou 4 cm au-dessus de la pointe de la malléole latérale et se poursuivant au-dessous et en avant d'elle sur une longueur équivalente. Trois précautions sont indispensables :

- l'incision doit être franchement rétromalléolaire afin que la cicatrice ne soit pas source de gêne ultérieure, ce qui ne serait pas le cas si elle se situait sur la face sous-cutanée de la malléole, notamment chez le skieur ou le patineur sur glace ;
- tout décollement cutané est à proscrire pour éviter le risque de nécrose ;
- il faut soigneusement éviter de léser le nerf péronier superficiel en avant et le nerf sural en arrière. Un névrome postopératoire est toujours à craindre.

Exploration

Le type anatomopathologique de la lésion est précisé : rupture du rétinaculum ou désinsertion selon l'un des types décrits par Eckert et Oden (cf. supra). Dans les types I, II et III, cette exploration ne peut se faire qu'après incision du rétinaculum. La présence de fibulaires accessoires doit toujours être recherchée pour en faire l'excision, seul moyen de rétablir un rétinaculum suffisamment serré pour éviter tout risque de récurrence. Il faut aussi vérifier les tendons fibulaires, en fait rarement lésés lors d'une première luxation.

Technique opératoire

Elle doit être aussi simple que possible. Dans le cas d'une désinsertion de type I, le rétinaculum est réinséré in situ par des tunnels transosseux ou des ancrés à os. Dans les types II et III, le rétinaculum, arraché de son insertion malléolaire, avec ou sans pastille osseuse, est fixé en place, là encore par tunnels transosseux ou ancrés à os. Dans le type IV, il est simplement suturé.

La fermeture cutanée doit se faire par des points non nécrosants sur drainage aspiratif.

Une immobilisation provisoire est réalisée par une attelle plâtrée postérieure ou une botte bivalvée.

Suites opératoires

Une botte en résine est mise en place au 3^e jour. Elle est conservée 6 semaines, délai nécessaire à la cicatrisation conjonctive. Le traitement anticoagulant est indispensable. L'appui est interdit, car la marche, même sous immobilisation, entraîne inévitablement la participation des muscles fibulaires, ce qui risquerait de nuire à la bonne cicatrisation du rétinaculum. Après le retrait de l'immobilisation, l'appui est autorisé et la rééducation entreprise. Elle débute par la récupération des amplitudes et se poursuit par le renforcement musculaire, sans oublier le travail proprioceptif. La reprise des activités sportives peut s'envisager vers le 3^e mois postopératoire.

Pour tous les auteurs, les résultats sont habituellement excellents, tant sur l'absence de récurrence que sur les résultats fonctionnels.

“ Points importants

La luxation récente est trop souvent méconnue et confondue avec une entorse talocrurale.

Vue précocement, elle peut être traitée :

- orthopédiquement, par immobilisation en botte de 6 semaines, mais avec un risque d'échec 1 fois sur 2,
- chirurgicalement plutôt, chez le sujet jeune et sportif, par réinsertion (ou suture) du rétinaculum supérieur.

■ Luxations récidivantes

Démarche diagnostique

Il n'y a ici aucune difficulté. Les signes fonctionnels décrits par le blessé sont évidents : les épisodes de luxation entraînent claquements, ressauts, sensations d'instabilité, douleurs et déformations rétromalléolaires. Parfois même, la luxation est permanente et donc parfaitement visible. L'examen clinique authentifie aisément le diagnostic même si la luxation n'est pas permanente : douleur locale à la palpation, exacerbée par la contraction résistée qui peut reproduire la luxation, celle-ci pouvant être facilitée par la pression des tendons d'arrière en avant dans la gouttière. Par ailleurs, il n'y a pas de mouvements anormaux au niveau de la talocrurale (tiroir antérieur ou varus forcé). Les examens complémentaires sont rarement indispensables. L'échographie dynamique peut aider à prouver la luxation (intérêt médico-légal). De plus, elle a le mérite, de même que l'IRM si elle était pratiquée, de montrer la poche de décollement et de permettre l'étude des tendons à la recherche d'une fissuration ou encore de mettre en évidence un fibulaire accessoire. Le téno-scanner n'a plus d'indication.

Anatomopathologie

Dans la quasi-totalité des cas, quelle qu'ait été la lésion initiale, il existe une chambre de mobilité sur la face sous-cutanée de la malléole latérale réalisant une cavité bien limitée et parfaitement synovialisée. Elle s'étend depuis en arrière l'insertion calcanéenne du rétinaculum jusqu'à la face latérale de la malléole. La crête postérolatérale de la gouttière est émaillée surtout si une écaille osseuse ou l'arête cartilagineuse ont été arrachées lors de la première luxation.

Il est particulièrement important d'insister sur les possibles lésions des tendons fibulaires, rançon des luxations récidivantes et dont l'existence est à prendre en compte lors du traitement. Sobel a montré que les luxations itératives des tendons avaient comme conséquences de provoquer des fissurations longitudinales, atteignant surtout le court fibulaire, le plus menacé du fait de sa situation contre l'os et comprimé par le long fibulaire. Il a classé ces fissurations en quatre stades (Fig. 5) :

- stade I : aplatissement simple ;
- stade II : fissuration non transfixiante ;
- stade III : fissuration transfixiante peu étendue ;
- stade IV : fissuration étendue et luxation permanente d'une bandelette à cheval sur la berge osseuse de la gouttière. Ces fissurations peuvent être multiples.

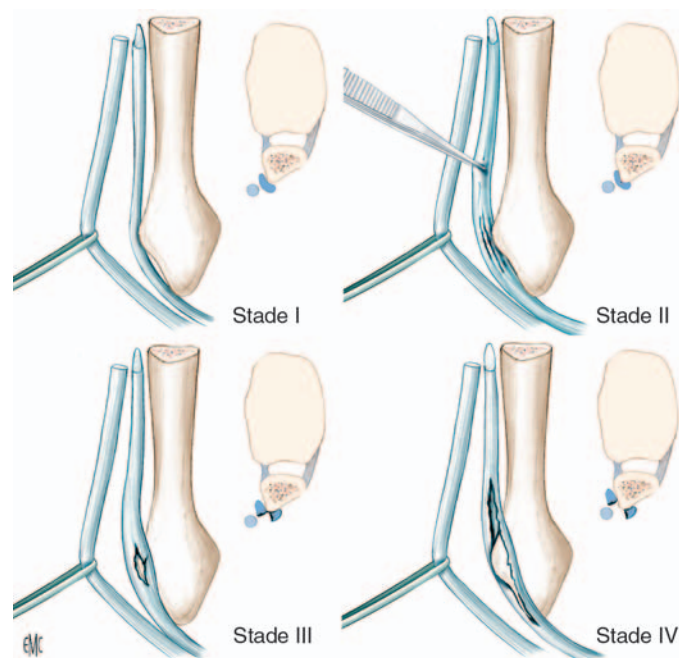


Figure 5. Les stades de fissuration tendineuse selon Sobel.

Ces lésions s'accompagnent parfois d'un épanchement, véritable ténosynovite.

Il faut noter que la rupture tendineuse est exceptionnelle.

“ Points importants

Les luxations récidivantes sont responsables :

- de troubles fonctionnels parfois sévères : insécurité, sensations d'instabilité, douleurs. Ils peuvent finir par interdire toute activité physique ;
- surtout, de pathologies tendineuses. La répétition des luxations peut entraîner des lésions, essentiellement du court fibulaire, allant du simple aplatissement à la formation de fissurations plus ou moins complètes, parfois multiples, avec luxation permanente d'une bandelette.

Traitement chirurgical

Hormis l'abstention de toute thérapeutique qui pourrait à la rigueur se concevoir en cas de luxation permanente, il n'existe aucune autre solution que l'intervention.

Installation et voie d'abord

Ce sont les mêmes que celles indiquées pour le traitement chirurgical d'une lésion récente (cf. supra). Rappelons-en simplement les points essentiels : anesthésie générale ou locorégionale, l'installation en décubitus latéral franc nous semble préférable au trois quarts, le pied reposant sur une tablette, ce qui donne un meilleur confort opératoire ; voie d'abord rétromalléolaire arciforme se recourbant doucement vers l'avant au niveau de la pointe malléolaire demarrant à quelques centimètres au-dessus d'elle et se poursuivant jusqu'au tubercule calcanéen des fibulaires. Elle doit être suffisamment longue pour ne pas traumatiser la peau et tout décollement cutané est à proscrire pour ne pas risquer une nécrose postopératoire. Le nerf sural en arrière et le nerf péronier superficiel en avant doivent être soigneusement évités.

Exploration

Le feuillet superficiel de la chambre de décollement (constitué par le rétinaculum et le périoste) est incisé à 5 mm environ en arrière de la malléole. Dès lors, on peut explorer :

- la chambre de décollement elle-même. La face sous-cutanée de la malléole latérale en représente le fond, recouverte d'un tissu synovialisé. Elle s'étend plus ou moins loin vers l'avant ;
- la gouttière rétromalléolaire. Il faut en analyser le bord latéral, émoussé, ébourné ou absent en cas de fragment osseux arraché. Elle est parfois (en cas de luxation permanente) remplie de tissu fibreux dont il faut faire l'ablation ;
- les tendons fibulaires. S'il existe une fissuration, plus fréquente sur le court fibulaire, elle doit être analysée. Une fine bandelette doit être excisée. Si le tendon est séparé en deux bandelettes larges, elles doivent être suturées l'une à l'autre au fil fin à résorption lente (Fig. 6, 7). Si les bandelettes sont multiples, les plus fines sont excisées et les plus larges suturées ;
- la présence d'un peroneus quartus peut prêter à discussion. Pour la majorité des auteurs, l'excision s'impose. Pour d'autres, ce tendon accessoire peut être utilisé dans une technique de réparation du rétinaculum (cf. infra).

Techniques de stabilisation des tendons fibulaires

De très nombreuses méthodes chirurgicales ont été décrites. Elles sont successivement exposées, tout en sachant que certaines d'entre elles peuvent être associées. Des remarques, sinon des critiques, sont proposées pour chacune d'elles.

Par souci de simplification, ces techniques chirurgicales peuvent être ainsi regroupées.



Figure 6. Vue opératoire. Fissuration du court fibulaire et luxation d'une bandelette.



Figure 7. Vue opératoire. Fissuration du court fibulaire. Suture.

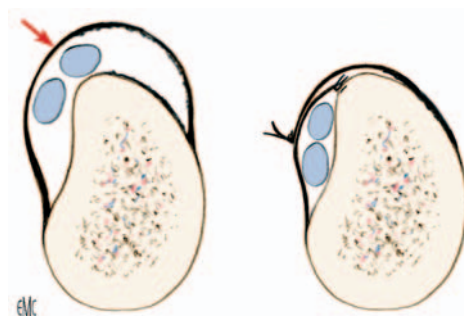


Figure 8. Principe de la réinsertion du rétinaculum.

Réfection anatomique du rétinaculum

Utilisée par de nombreux auteurs avec quelques variantes, c'est, selon nous, la méthode à préférer dans la mesure où elle permet de rétablir l'anatomie normale sans utiliser d'artifices techniques qu'ils soient tendineux ou osseux. Notre technique personnelle diffère peu de celles publiées par Hui, Das De, Balasubramaniam [5] et, plus récemment, par Burns, Tansey, Sproule et Burton [6].

Le principe consiste à retendre et réinsérer le rétinaculum sur le bord latéral de la gouttière rétromalléolaire et de renforcer la zone de réinsertion en en rabattant la partie distendue pour la suturer sur le rétinaculum réinséré (Fig. 8).

Technique : la poche de décollement ayant été incisée à 5 mm environ en arrière du bord postérieur de la malléole,



Figure 9. Vue opératoire : tendons luxés dans la poche de décollement.

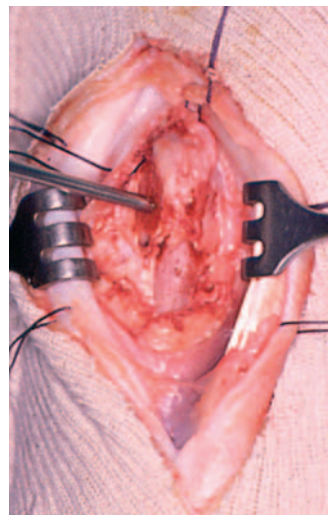


Figure 12. Vue opératoire : forage des tunnels transosseux.

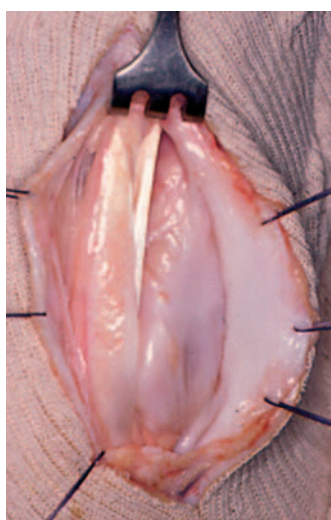


Figure 10. Vue opératoire : tendons réduits, la poche de décollement est exposée.

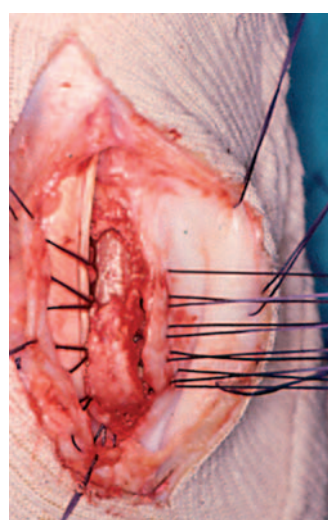


Figure 13. Vue opératoire : les fils de réinsertion sont passés dans les tunnels.

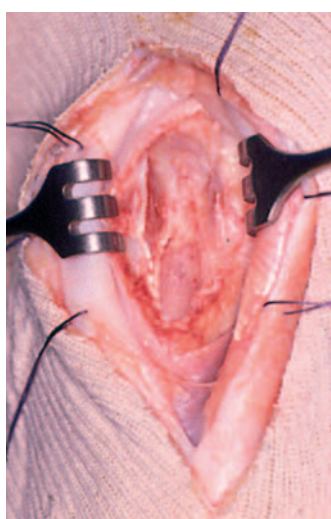


Figure 11. Vue opératoire : avivement de la face latérale de la malléole.

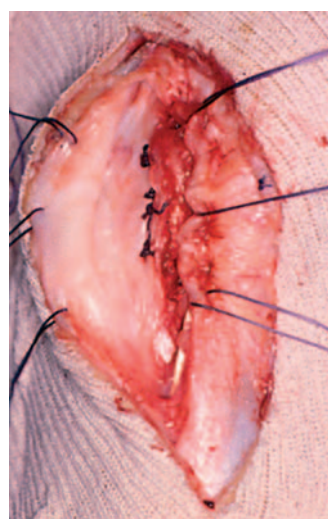


Figure 14. Vue opératoire : les fils de réinsertion sont noués.

les tendons apparaissent luxés (Fig. 9). Après leur réduction, la poche de décollement est exposée (Fig. 10). La partie pseudosynovialisée de la partie postérieure de la face latérale de la malléole est excisée de façon à aviver la surface osseuse (Fig. 11). Trois tunnels transosseux sont forés à la petite pointe carrée (Fig. 12) ou à la mèche de 1,5 mm, distants de 10 à 15 mm, entre la surface malléolaire et la partie latérale de la gouttière, le dernier devant se situer au niveau de la pointe malléolaire. La partie distale de la poche de décollement est chargée par des fils à résorption lente. Ils sont passés dans les

tunnels (Fig. 13) et noués sur la surface osseuse (Fig. 14). Mieux, et plus simplement maintenant, on peut utiliser des ancrs à os fixés juste en dedans du bord latéral de la gouttière (Fig. 15). Le feuillet superficiel de la chambre de décollement est rabattu et suturé en paletot sur la zone de réinsertion (Fig. 16). Il se colle par ailleurs sur la face latérale de la malléole avivée, obturant ainsi totalement la poche de décollement. À noter que Méary et Tomeno avaient proposé de forer les tunnels horizontalement d'arrière en avant, à travers la malléole latérale. La fermeture cutanée doit être très soignée sur drain aspiratif en

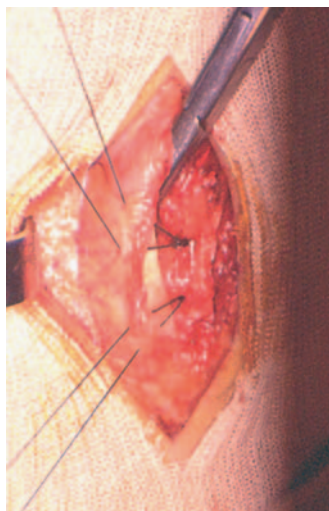


Figure 15. Vue opératoire : réinsertion par ancrs à os.

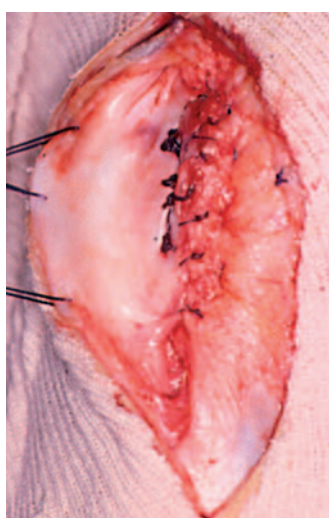


Figure 16. Vue opératoire : Suture en paletot.

évitant tout point nécrosant. Une immobilisation provisoire est mise en place, remplacée après l'ablation du drain aspiratif par une botte plâtrée ou en résine pour une durée de 6 semaines, dont les 3 premières au moins sont sans appui. La rééducation est ensuite entreprise : amplitudes articulaires, renforcement musculaire et travail proprioceptif. La reprise des activités sportives n'est pas autorisée avant le 3^e mois.

Technique simple, non iatrogène, aux résultats particulièrement fiables pour toutes les séries. Par exemple, sur 21 opérés, 18 très bons résultats et 3 moyens pour des troubles liés à la cicatrice au recul moyen de 9,3 ans [5] ou 6 très bons résultats sur 6 opérés au recul moyen de 23 mois [6].

Une remarque toutefois qui tient à la qualité du tissu réinséré. S'il apparaît trop fragile, un renforcement par un lambeau périostique peut facilement être ajouté.

Renforcements du rétinaculum

De très nombreux procédés ont été proposés utilisant des parties molles de voisinage, des transferts tendineux ou un matériel synthétique.

Structures de voisinage.

Lambeau périostique. Lannelongue, dès 1890, en a exposé le principe. Sa technique consistait à prélever un lambeau de périoste sur la face latérale de la malléole en gardant sa charnière postérieure et à le rabattre en arrière pour le suturer à la partie postérieure du rétinaculum, incisé verticalement, de façon à obtenir une tension suffisante.

Tan, Lin, Okereke et Pharm ont publié deux séries [7, 8] avec une technique différente : ils dessinent le lambeau en partant de la partie postérieure de la malléole. Ils le dissèquent d'arrière en avant en gardant donc une charnière antérieure. Ses dimensions

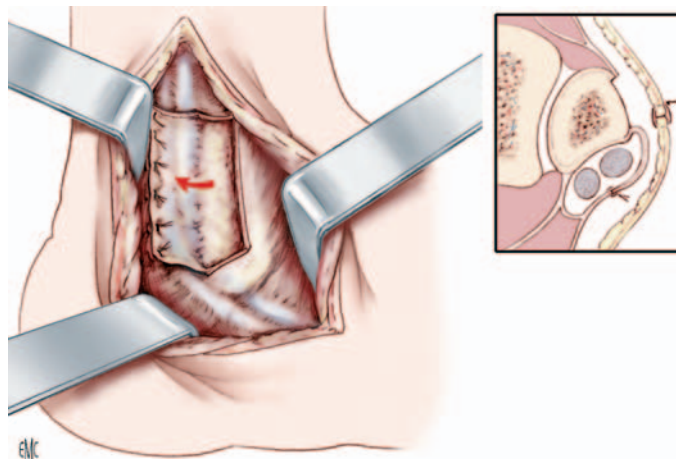


Figure 17. Lambeau périostique selon Kulshreshtha et al.

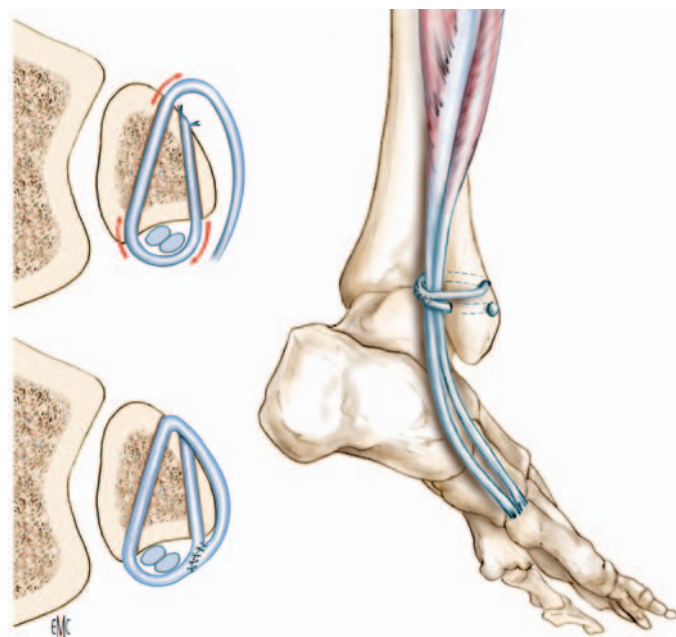


Figure 18. Plastie par greffe libre à partir du court fibulaire selon Stein.

sont de 3 cm de hauteur sur 1 cm de largeur. La partie postérieure du lambeau est suturée au bord antérieur de l'incision du rétinaculum. Dans quelques cas, ils associent au lambeau périostique le creusement de la gouttière. Leurs résultats sont « encourageants » mais ils soulignent le faible recul (moins de 1 an). Des risques apportent une critique à leur technique du fait des risques d'adhérences des tendons avec la face viscérale du lambeau.

Plus logiquement, à notre sens, Kulshreshtha, Kadri et Rajan [9] reprennent la technique de Lannelongue en disséquant le lambeau d'avant en arrière, gardant une charnière postérieure, et le rabattent vers l'arrière (Fig. 17).

Plastie à l'aide du peroneus quartus. Kulshreshtha, Kadri et Rajan [9] pour un patient, ont profité de la présence d'un peroneus quartus pour compléter la plastie au lambeau périostique. Le muscle accessoire, partant du corps du peroneus brevis se terminait sur le tubercule calcanéen des fibulaires. Désinséré et libéré, il est passé en boucle autour des fibulaires, au-dessous du lambeau périostique, et suturé en arrière. Le résultat est très bon au recul de 3,5 ans.

L'utilisation d'un peroneus quartus avait déjà été proposée par Mick et Lynch en 1987, mais de façon isolée.

Plastie avec une greffe libre prélevée sur le court fibulaire. Cette technique (Fig. 18) proposée par Stein et Nashville en 1987 n'est citée que pour mémoire. Elle consiste, après avoir incisé le rétinaculum et exploré les tendons, à diviser longitudinalement

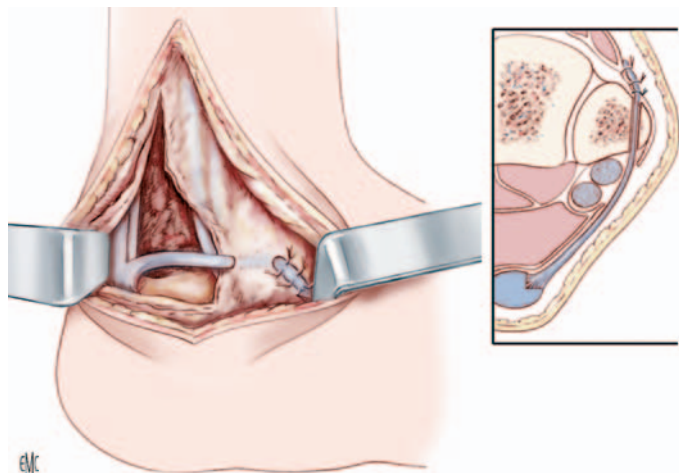


Figure 19. Plastie par une bandelette de tendon calcanéen selon Jones.

par moitié le peroneus brevis depuis sa jonction musculotendineuse jusqu'à son insertion sur le 5^e métatarsien de façon à isoler une greffe libre. Celle-ci est ensuite passée autour des tendons fibulaires et à travers deux tunnels transversaux malléolaires pour réaliser une boucle. Il nous paraît totalement condamnable de léser ainsi le peroneus brevis.

Plastie au tendon calcanéen. Elle a été proposée par Jones en 1932. Le principe est de renforcer le rétinaculum par une bandelette de tendon calcanéen. La lèvre postérieure de l'incision cutanée est écartée (attention au nerf sural !) de façon à aborder le bord latéral du tendon. Une bandelette de 6 cm sur 0,5 est prélevée en gardant son insertion calcanéenne. Un tunnel horizontal est foré à 1 cm de la pointe malléolaire. La bandelette tendineuse, après être passée en dehors des tendons fibulaires, est introduite dans le tunnel et ressort en avant de la malléole. Elle est ensuite suturée aux parties molles de voisinage, le pied étant en dorsiflexion pour ne pas risquer d'en diminuer l'amplitude (Fig. 19).

À notre avis, cette technique est à rejeter : elle oblige à un décollement cutané, elle lèse le tendon calcanéen et complique inutilement un geste opératoire qui doit rester non iatrogène.

Parties molles à distance. Hopton, Jeys et Harris [10], à propos d'un cas, proposent un procédé utilisant l'un des tendons de la patte d'oie (gracilis ou semi-tendineux). Le patient est installé en décubitus dorsal, un sac de sable sous la fesse du côté à opérer. L'un des tendons de la patte d'oie est abordé à travers une incision de 4 cm sur le bord médial du tibia, là où les tendons sont palpables, strippé sur une longueur d'environ 14 cm et tubulisé à ses extrémités. La cheville est abordée comme habituellement. Un tunnel borgne de 5 mm de diamètre sur une profondeur de 18 mm est foré dans le calcanéus et le transplant tendineux y est fixé par une vis d'interférence. Un tunnel de 4 mm de diamètre est foré à travers la malléole. Le transplant, après être passé en dehors des tendons fibulaires, est introduit dans le tunnel malléolaire, à sa sortie rabattu vers l'arrière et suturé à lui-même au fil non résorbable.

De même que pour la bandelette de tendon calcanéen, cette technique nous semble devoir être rejetée car il nous paraît compliqué, inutile et injustifié d'utiliser un tendon de la patte d'oie pour refaire un rétinaculum contentif.

Matériels synthétiques. Jennings et Sefton [11], partant du principe que toutes les interventions proposées altèrent l'anatomie régionale normale, préfèrent utiliser une bandelette de polyester (Leeds Keio®) pour stabiliser les tendons (Fig. 20). Deux tunnels parallèles de 35 mm sont forés sous la corticale de la malléole, perpendiculaires à son grand axe. Un troisième tunnel de même diamètre est réalisé sous la corticale latérale du calcaneus en arrière de la subtalienne et aboutissant sur sa face supérieure. La gaine tendineuse est fixée (suture ou ancrés à os) sur le bord postérieur de la malléole, sans toucher à la gouttière. La bandelette de polyester est passée à travers le tunnel calcanéen et les deux extrémités dans chacun des tunnels malléolaires. Elles sont suturées l'une à l'autre par des nœuds plats pour

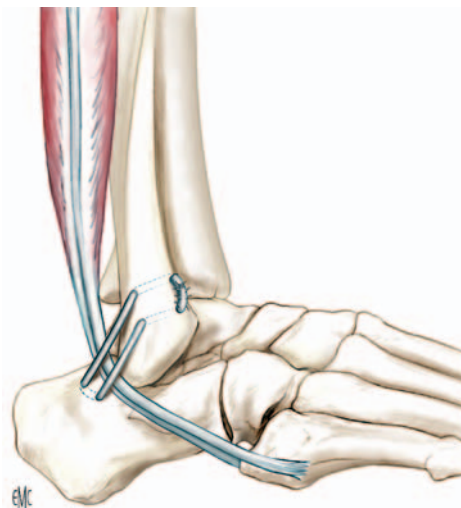


Figure 20. Plastie par bandelette de polyester selon Jennings.

en maintenir la tension. L'immobilisation postopératoire est de 6 semaines dont les 2 premières sans appui (les auteurs estiment que les délais pourraient être raccourcis et la rééducation commencée plus tôt). Selon eux, la bandelette synthétique est noyée dans le tissu cicatriciel. Elle est biocompatible et bien supportée puisqu'elle est extra-articulaire. Ils rapportent cinq très bons résultats sur les cinq cas opérés.

Transfert des tendons fibulaires

Le principe de cette technique proposée par Platzgummer en 1967 consiste à transférer les tendons fibulaires au-dessous du ligament fibulocalcanéen (faisceau moyen du ligament collatéral latéral) qui, remplaçant le rétinaculum, devient l'élément stabilisateur des tendons. Elle a été quelque peu modifiée par Pöll et Duijffjes [12] dont elle porte le nom. Elle a fait plus récemment l'objet d'une série de 19 patients par Ferroundji, Spaas et Martens [13].

Voie d'abord, incision du rétinaculum et temps d'exploration sont toujours les mêmes. Le ligament fibulocalcanéen est identifié et disséqué. Il est désinséré du calcanéus avec un bloc osseux et, à ce niveau, l'emplacement de la future vis de fixation est foré. Les tendons fibulaires sont passés sous le ligament et son bloc osseux est synthésé sur son site d'origine par une vis à spongieux. Le rétinaculum est ensuite réinséré sur la malléole. L'immobilisation postopératoire est de 5 semaines, dont les deux premières sans appui.

Sur les 19 patients opérés, 15 ont été revus et 4 évalués par questionnaire. Dix-sept très bons résultats et 2 échecs avec reproduction de la luxation. Mais il faut noter le faible recul : 4,4 mois en moyenne. À notre avis, là encore, cette technique n'a pas sa place dans la mesure où elle modifie gravement l'anatomie régionale.

Creusement de la gouttière rétromalléolaire

Le principe est ici totalement différent puisqu'au lieu de refaire ou renforcer les éléments stabilisateurs, le but de l'intervention est d'augmenter la profondeur de la structure réceptrice. Encore faut-il savoir que ce creusement de la gouttière rétromalléolaire peut parfaitement être associé aux techniques de réfection ou renforcement du rétinaculum.

Plusieurs techniques de creusement peuvent être utilisées (les premiers temps de l'intervention sont toujours identiques) :

- le creusement pur et simple de la gouttière à la curette ou à la pince-gouge, laissant alors au contact tendons et os spongieux sur une surface cruentée, d'où les modifications apportées par d'autres auteurs ;
- le relèvement du volet ostéopériosté de la gouttière à l'aide d'un ostéotome, technique proposée par Thompson, citée et illustrée par Mann [14] (Fig. 21). Le premier trait est vertical, au bord latéral de la gouttière, et deux traits horizontaux de la largeur de la gouttière sont tracés à partir des limites supérieure et inférieure du premier trait. Le volet ainsi créé est

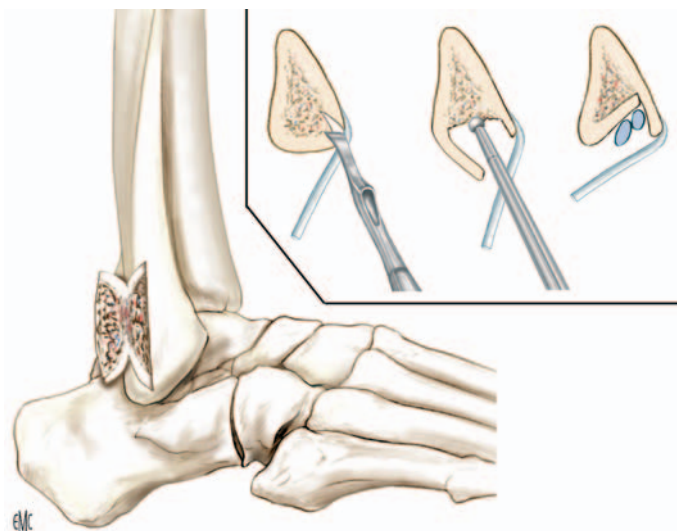


Figure 21. Creusement de la gouttière rétromalléolaire selon Thompson.

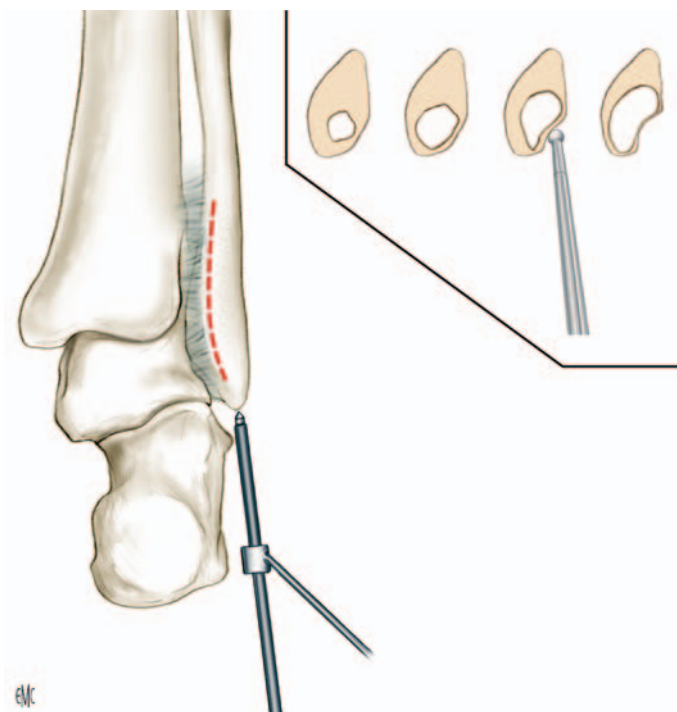


Figure 22. Creusement de la gouttière rétromalléolaire selon Shauen.

relevé en gardant une charnière postéromédiale. Le spongieux sous-jacent est creusé à la demande puis le volet est reposé et impacté. Les tendons prennent place dans cette néogouttière. Sur 16 opérations de ce type, répertoriées dans la littérature par Clanton et Schon en 1992, aucune récurrence n'a été notée ;

- Schawen et Anderson [15] ont mis au point une méthode préservant totalement le revêtement de la gouttière (Fig. 22). La pointe de la malléole est abordée en prenant soin de ne pas léser le ligament fibulocalcanéen. À la pointe carrée, un point d'entrée est repéré et un tunnel vertical aboutissant à la corticale postérieure est foré à l'aide des *reamers* utilisés pour les plasties ligamentaires, enfilés sur un guide. La corticale postérieure est ainsi amincie et elle peut être doucement enfoncée par un impacteur de taille appropriée. Il est impératif que la partie toute distale de la malléole soit parfaitement adoucie pour ne pas risquer de créer une crête qui provoquerait un conflit avec les tendons lors de leur changement de direction. Le rétinaculum est ensuite réinséré sous bonne tension au bord latéral de la malléole par des tunnels transosseux ou des ancrés à os. Les résultats sont très bons chez les 20 patients ainsi traités.

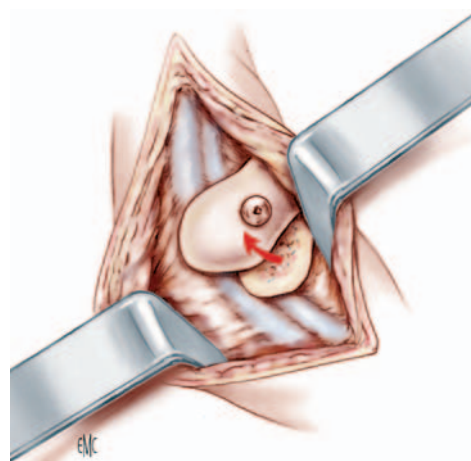


Figure 23. Butée osseuse selon Kelly.

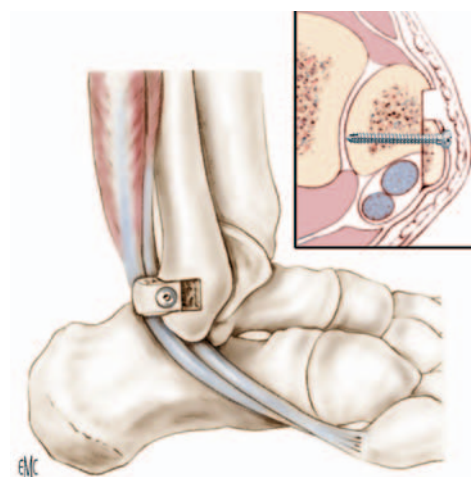


Figure 24. Butée osseuse selon De Vries.

Bien que l'anatomie normale de la gouttière soit très variable, son creusement peut apparaître indiqué, surtout si elle est plane et, a fortiori, convexe. Ce sont alors les techniques du volet ou du tunnel sous-cortical qui doivent être choisies.

Butées osseuses

Au lieu d'augmenter la profondeur de la gouttière comme précédemment, le principe, ici, est d'élever son bord latéral pour faire obstacle aux tendons par la mobilisation d'une partie de la corticale de la malléole.

Dès 1920, Kelly a imaginé une ostéotomie frontale détachant la corticale latérale de toute la pointe de la malléole en gardant une charnière supérieure périostée. Ce fragment est pivoté vers l'arrière, de façon que la pointe malléolaire remplace le rétinaculum. La synthèse est réalisée par une vis (Fig. 23).

De Vries, en 1959, dessine différemment sa butée : la corticale est ostéotomisée selon un rectangle horizontal de 2 cm sur 1 cm juste au-dessus de la pointe, translaté de 5 mm vers l'arrière et fixé par une vis (Fig. 24).

Micheli en 1989 propose de dessiner sa butée verticalement, dans l'axe de la diaphyse fibulaire, à partir de la pointe malléolaire. Le fragment cortical est glissé vers le bas et fixé par une vis (Fig. 25). À noter que la butée, ici, ne se trouve pas au niveau du rétinaculum, mais nettement au-dessous de lui.

Quelles qu'elles soient, ces techniques nous paraissent devoir être totalement rejetées pour plusieurs raisons :

- en aucun cas, elles ne rétablissent une anatomie régionale normale ;
- elles risquent de provoquer un conflit entre les tendons et les saillies de la butée osseuse, source de douleurs, voire de tendinopathies ;
- elles fragilisent la malléole latérale ;
- la vis d'ostéosynthèse elle-même peut être agressive pour la joue latérale du talus.

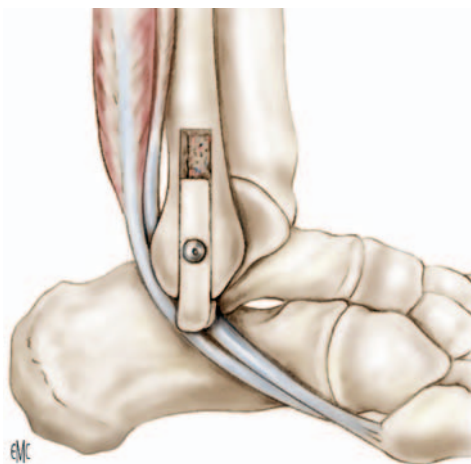


Figure 25. Butée osseuse selon Micheli.

“ Points importants

Les luxations récidivantes ne peuvent être traitées que chirurgicalement.

La méthode la plus simple et la plus anatomique est la retension et la réinsertion du rétinaculum au bord latéral de la gouttière rétromalléolaire par des tunnels transosseux ou des ancrs à os, la zone de réinsertion étant renforcée par le feuillet superficiel de la chambre de décollement.

Un lambeau périostique rabattu vers l'arrière peut compléter la réinsertion.

Le creusement de la gouttière a très peu d'indications.

Les autres méthodes (plasties au tendon calcanéen, au court fibulaire ou aux ischiojambiers, utilisation de matériel synthétique, transfert des tendons fibulaires, butées osseuses) sont à déconseiller.

Des techniques endoscopiques ont été très récemment proposées. Elles demandent encore à être validées.

Techniques récentes par endoscopie

Depuis peu, quelques travaux ont évoqué la possibilité de traiter les luxations récidivantes par endoscopie [16-18]. Le patient est installé en décubitus latéral et l'intervention conduite sous hémostase préventive. On utilise une optique de 4,5. Deux points d'introduction sont nécessaires : l'un au niveau de la pointe de la malléole, l'autre 2 à 3 cm au-dessus. Après dilatation liquidienne, l'endoscope est introduit de bas en haut au travers d'ouvertures cutanées de quelques millimètres. Les tendons et la poche de décollement sont explorés. La face latérale de la malléole est avivée à la curette ou au shaver. Puis :

- pour Lui [16], le rétinaculum est incisé de façon légèrement plus large que les ouvertures cutanées. Trois trous sont forés sur la crête latérale, distants de 1 cm, et les ancrs à os sont mises en place. Les sutures sont introduites en *inside-out* chargeant le rétinaculum et l'appliquant sur la crête malléolaire. Les nœuds sont enfoncés sous les ouvertures cutanées. L'immobilisation postopératoire est de 3 semaines en botte plâtrée. Deux très bons résultats au recul de 18 et 21 mois ;
- pour Guillo [18], aucun geste n'est fait sur le rétinaculum, mais la gouttière rétromalléolaire est creusée. L'immobilisation postopératoire est de 6 semaines [18]. Trois très bons résultats au recul de 6 mois.

Aux dires même des auteurs, même si ces premiers résultats semblent encourageants, il faut attendre encore pour valider vraiment ces techniques endoscopiques (davantage de cas et recul plus long). On pourrait aussi leur reprocher de ne pas permettre de faire appel aux techniques de renforcement si

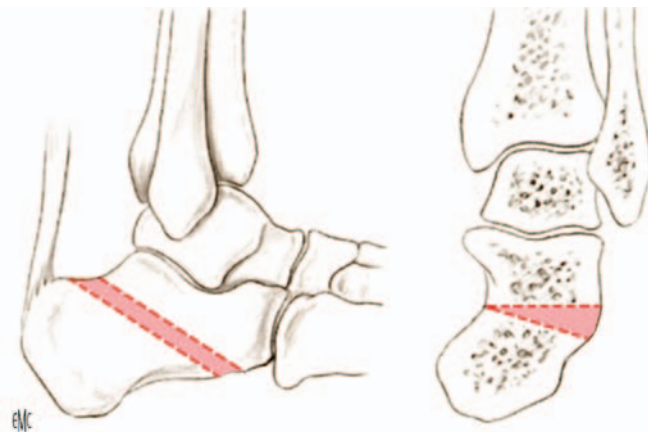


Figure 26. Ostéotomie calcanéenne de fermeture latérale.

nécessaire, encore qu'il soit toujours possible de passer en chirurgie conventionnelle si la réparation endoscopique ne paraît pas suffisante.

Cas particulier : varus calcanéen. Ostéotomie calcanéenne de valgisation

L'arrière-pied est normalement en valgus de 6° par rapport à l'axe vertical. Une déviation en varus, le plus souvent due à un pied creux varus équin, soumet les tendons fibulaires à des contraintes en tension excessives et peut donc être un facteur favorisant à des luxations tendineuses. Cette anomalie anatomique peut être mesurée par une podométrie.

Lorsqu'elle existe, en cas de luxations récidivantes, il est illusoire de vouloir les traiter par une simple résection du rétinaculum, quelle que soit la technique choisie. L'échec est inévitable si le défaut d'axe n'est pas corrigé et des récidives surviendront inévitablement. La seule solution est de rétablir un axe de l'arrière-pied normal. Certes, une arthrodèse en bonne position de la subtalienne peut s'envisager, mais avec les conséquences fonctionnelles que l'on connaît. Il est nettement préférable de réaliser une ostéotomie calcanéenne de valgisation de fermeture latérale par résection cunéiforme (Fig. 26). Par une voie d'abord latérale, un trait de scie est pratiqué partant du bord supérieur de la grosse tubérosité du calcanéus et atteignant le bord inférieur de l'os en arrière de l'articulation calcanéocuboïdienne, mais respectant la corticale médiale. Un second trait est pratiqué environ 1 cm au-dessous rejoignant la corticale médiale au niveau du précédent. L'angle dièdre osseux ainsi dessiné est enlevé progressivement et la fermeture effectuée. L'ostéosynthèse se fait par deux agrafes. Cette intervention s'effectuant par une voie d'abord latérale, il est tout à fait possible, dans le même temps opératoire, de traiter la luxation des fibulaires par les techniques de réfection du rétinaculum telles qu'elles ont été décrites.

■ Conclusion

Ainsi, de très nombreuses techniques ont été proposées. Beaucoup d'entre elles nous semblent critiquables dans la mesure où elles font appel à des procédés qui ne se justifient pas, soit parce qu'ils n'aboutissent pas à rétablir une anatomie normale, soit parce qu'ils risquent d'être iatrogènes, soit, encore, parce qu'ils utilisent des structures à distance.

Les méthodes les plus simples et qui ont fait la preuve de leur efficacité nous paraissent devoir être préférées : réfection du rétinaculum par retension et réinsertion sur la malléole latérale avec un paletot sur la zone de réinsertion, renforcé au besoin par un lambeau périostique. Le creusement de la gouttière rétromalléolaire peut être justifié, en préférant alors les techniques sauvegardant totalement son revêtement.

Les techniques endoscopiques récemment proposées semblent parfaitement réalisables mais elles demandent encore à être validées par un plus grand nombre de cas et un recul postopératoire supérieur.



Références

- [1] Davis WH, Sobel M, Deland J. The superior peroneal retinaculum: an anatomic study. *Foot Ankle Int* 1994;**15**:271-5.
- [2] Zammit J, Singh D. The peroneus quartus muscle: anatomy and clinical relevance. *J Bone Joint Surg Br* 2003;**85**:1134-7.
- [3] Sobel M, Levy ME, Bohne WH. Congenital variations of the peroneus quartus muscle: an anatomic study. *Foot Ankle* 1990;**11**:81-9.
- [4] Coudert X, Kouvalchouk JF. Conflits musculaires dans la gouttière rétro-malléolaire par faisceaux musculaires surnuméraires du court péronier latéral. *Rev Chir Orthop* 1991;**77**:260-2.
- [5] Hui JH, Das De S, Balasubramaniam P. The Singapore operation for recurrent dislocation of peroneal tendons. *J Bone Joint Surg Br* 1998;**80**:325-7.
- [6] Burns B, Tansey C, Sproule JA, Borton D. Recurrent peroneal dislocation. A novel anatomic repair. *Foot* 2004;**14**:80-5.
- [7] Tan V, Lin SS, Okereke E. Superior peroneal retinaculoplasty: a surgical technique for peroneal subluxation. *Clin Orthop Relat Res* 2003;**410**:320-5.
- [8] Lin SS, Tan V, Okereke E. Subluxating peroneal tendon: repair of superior peroneal retinaculum using a retrofibular periosteal flap. *Tech Foot Ankle Surg* 2003;**2**:262-70.
- [9] Kulshreshtha R, Kadri S, Rajan DT. A case of unusual combination of injuries around the lateral malleolus. *Foot* 2006;**16**:51-3.
- [10] Hopton BP, Jeys L, Harris NJ. Reconstruction of the superior peroneal retinaculum using a hamstring tendon autograft and interference screw. *Foot Ankle Surg* 2003;**9**:173-6.
- [11] Jennings AG, Sefton GK. Dislocation of peroneal tendons: a new operative treatment. *Foot* 2000;**10**:78-80.
- [12] Pöll RG, Duijffjes F. The treatment of recurrent dislocation of the peroneal tendons. *J Bone Joint Surg Br* 1984;**66**:98-100.
- [13] Ferroudji M, Spaas F, Martens M. Rerouting operation for recurrent dislocation of the peroneal tendons by the Pöll and Duijffjes procedure. *Foot Ankle Surg* 2003;**9**:103-8.

- [14] Mann R. Subluxation and dislocation of the peroneal tendons. *Sports Med* 1999;**7**:2-6.
- [15] Shawen SB, Anderson RB. Indirect groove deepening in the management of chronic peroneal tendon dislocation (Technique). *Tech Foot Ankle Surg* 2004;**3**:118-25.
- [16] Lui TH. Endoscopic peroneal retinaculum reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;**14**:478-81.
- [17] Chauveaux D, Laffenetre O, Souillac V. Tendinoscopies autour de la cheville. *Arthroscopie* 2006;**92**:540-2.
- [18] Guillo S, Farlin F, de Lavigne C, Laffenetre O. Traitement endoscopique de la luxation des tendons fibulaires. *J Traumatol Sport* 2007;**24**:44.

Pour en savoir plus

- Eckert WR, Davis FA. Acute rupture of the peroneal retinaculum. *J Bone Joint Surg Am* 1976;**58**:670-3.
- Edwards ME. The relations of the peroneal tendon to the fibula, calcaneus and cuboideum. *Am J Anat* 1928;**42**:213-53.
- Oden R. Injuries about the ankle from skiing. *Clin Orthop Relat Res* 1987;**216**:63-9.
- Sobel M, Bohne W, Arnoczky S. Characteristics of peroneus brevis splits: a proposed mechanism, diagnosis and classification of injury. *J Foot Ankle* 1992;**13**:413-22.
- Steensma M, Anderson J, Bohay D. Update on diseases and treatment of the peroneal tendon, including peroneal tendon tear, subluxing peroneal tendon, and tendinosis. *Curr Opin Orthop* 2005;**16**:60-4.
- Trevino SG, Davis P, Hecht PJ. Management of acute and chronic lateral ligament injuries of the ankle. *Orthop Clin North Am* 1994;**25**:1-6.
- Zammit J, Singh D. The peroneus quartus muscle: anatomy and clinical relevance. *J Bone Joint Surg Br* 2003;**85**:1134-7.

J.-F. Kouvalchouk, Chirurgien orthopédiste, ancien chef de service de l'hôpital Foch (jfkouvalchouk@orange.fr).
40, rue Worth, 92150 Suresnes, France.

E. Hassan, Chirurgien orthopédiste.
Institut de l'appareil locomoteur Nolle, 23, rue Brochant, 75017 Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Kouvalchouk J.-F., Hassan E. Luxation des tendons fibulaires. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-908, 2008.

Disponibles sur www.em-consulte.com



Névralgie ou maladie de Morton

F. Ledon, P. Thelen, G. Kharsa

La névralgie ou maladie de Morton est une affection douloureuse de l'avant-pied, survenant le plus souvent chez une femme d'âge moyen. Le diagnostic de névralgie de Morton est clinique. C'est une lésion dégénérative d'un nerf digital plantaire sensitif, souvent associée à une augmentation de volume de la bourse conjonctive sus-jacente, entraînant des douleurs caractéristiques à la marche chaussée. L'échographie peut en assurer le diagnostic, ainsi que l'IRM qui est réservée aux cas atypiques. L'atteinte du nerf digital du 3^e espace intermétatarsien est la plus fréquente, suivie par celle du nerf du 2^e espace intermétatarsien. Une neurolyse ou une neurectomie est envisagée après échec du traitement médical et orthopédique. La voie d'abord peut être dorsale ou plantaire. La voie arciforme plantaire à la base des orteils est la plus logique anatomiquement car elle expose le mieux les lésions. Par cette voie la résection du nerf seul est possible, conservant le ligament transverse intermétatarsien, élément de stabilisation des têtes métatarsiennes et des orteils lors de la phase digitigrade du pas. La conservation de ce ligament est importante chez les sujets jeunes, les sportifs et les danseurs. L'examen anatomopathologique de la pièce excisée, nerf ou bourse conjonctive est systématique. Le compte-rendu opératoire qui doit préciser le geste fait sur le nerf est donné de façon systématique au patient ainsi que le résultat de l'examen anatomopathologique. Les récurrences douloureuses après neurolyse ne sont pas rares. L'apparition d'une névralgie dans un espace adjacent ou à l'autre pied est peu fréquente. Les névromes d'amputation après neurectomie sont exceptionnels.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Névralgie ; Échographie ; Bourse conjonctive ; Neurectomie ; Neurolyse ; Incision arciforme plantaire

Plan

| | |
|------------------------------|---|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Rappel clinique | 1 |
| ■ Anatomie | 1 |
| ■ Rappel anatomopathologique | 2 |
| ■ Rappel de l'imagerie | 2 |
| Radiographie | 2 |
| Échographie | 3 |
| IRM | 4 |
| ■ Rappel étiologique | 4 |
| Théories anciennes | 4 |
| Théories récentes | 4 |
| ■ Traitement chirurgical | 5 |
| Techniques chirurgicales | 5 |
| Traitement des récurrences | 7 |
| ■ Conclusion | 8 |

traîtée dans d'autres articles de l'EMC. Ne seront développés que les éléments qui permettent de mieux concevoir le traitement chirurgical.

■ Rappel clinique

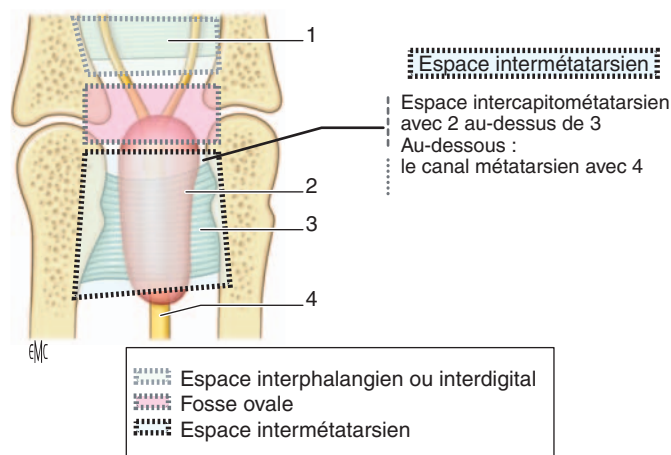
La maladie de Morton ou névralgie intermétatarsienne est une souffrance aiguë d'un nerf digital plantaire entre les articulations métatarsophalangiennes des orteils. *Le diagnostic est clinique et se fait à l'interrogatoire.* C'est la survenue après un certain temps de marche d'une douleur aiguë entre deux têtes métatarsiennes, irradiant dans un ou deux orteils, les 2^e 3^e ou 4^e orteils, douleur intense « qui porte au cœur » et qui disparaît à l'ablation de la chaussure. Si la douleur évolue depuis plusieurs années, elle peut être moins intense, plus constante et survenir pied nu ou la nuit. L'examen clinique est le plus souvent pauvre : absence de douleur à la compression dorso-plantaire du 3^e ou du 2^e espace, absence de douleur à la pression latérale des têtes. Seule la manœuvre de Mulder ^[1], qui associe la pression latérale des têtes et la compression dorso-plantaire de l'espace, peut trouver un ressaut palpable et provoquer la douleur caractéristique perçue à la marche.

■ Introduction

Il ne sera fait qu'un bref rappel de la clinique, des examens complémentaires et de l'étiologie, la maladie de Morton étant

■ Anatomie

Le nerf digital plantaire chemine dans un canal fibreux plantaire : le canal métatarsien. Il se divise en deux branches

**Figure 1.** Vue dorsale.

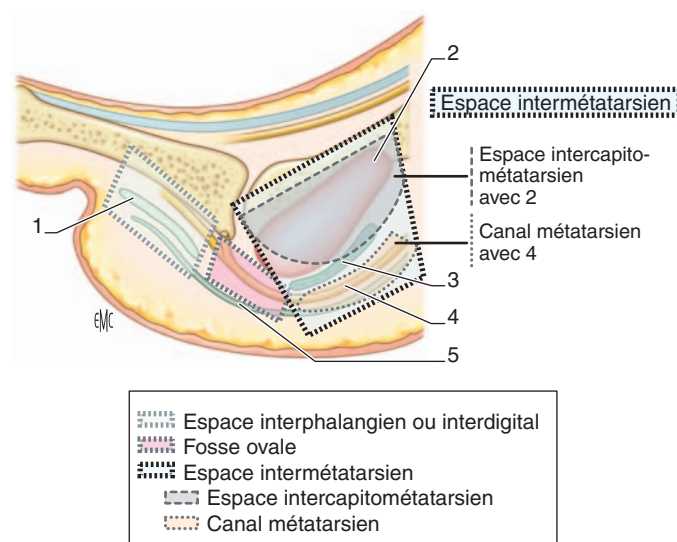
Espace intermétatarsophalangien : espace interphalangien ou interdigital et espace intermétatarsien (espace intercapitométatarsien et canal métatarsien). 1. Ligament transverse interdigital ; 2. bourse conjonctive ; 3. ligament transverse intermétatarsien ; 4. nerf digital plantaire.

collatérales qui se placent dans l'espace interphalangien ou interdigital contre les faces latérales respectives de chacune des premières phalanges des orteils. Elles donnent la sensibilité cutanée aux faces latérale et médiale pulpaire des orteils de l'espace correspondant.

Le canal métatarsien, l'espace intercapitométatarsien et l'espace interphalangien constituent l'espace intermétatarsophalangien (Fig. 1).

En plantaire, les éléments métatarsiens longitudinaux cols et têtes vont être pontés par une formation transversale, épaisse, plate qui double la capsule et participe à la constitution de la plaque plantaire [2]. Cette formation solide est le ligament transverse intermétatarsien, son bord distal ou antérieur est situé au niveau de l'interligne articulaire métatarsophalangien ou quelques millimètres en arrière de celui-ci [3], il constitue le plafond d'un tunnel fibreux, le canal métatarsien, dont le plancher est le ligament transverse superficiel, latéralement les cloisons sagittales tendues entre les deux ligaments transverses. Dans ce tunnel fibreux passent le tendon du muscle lombriçal, le nerf digital plantaire et l'artère digitale plantaire. Au dessus de ce tunnel fibreux entre les métatarsiens se trouve l'espace intercapitométatarsien [4]. Cet espace contient les tendons des muscles interosseux dorsal et plantaire et la bourse conjonctive constante (Fig. 2). Celle-ci peut communiquer avec l'articulation et déborder largement le bord antérieur du ligament transverse intermétatarsien. Elle rentre alors en contact avec le nerf digital et ses branches de division [5]. Cette bourse a une fonction de glissement en favorisant le déplacement des têtes [6].

En avant au niveau des orteils (Fig. 3), il existe une autre lame fibreuse transversale : le ligament transverse interdigital (ligament palmant interdigital) qui est tendu d'un bord de l'avant-pied à l'autre et décrit une courbe concave en s'insérant sur les bases phalangiennes. Son bord postérieur se situe à environ huit à dix millimètres en avant de l'interligne articulaire. Entre les deux lames fibreuses, ligament transverse intermétatarsien et ligament transverse interdigital, il existe une zone libre, la fosse ovale. L'espace intermétatarsophalangien longitudinal, qui contient le paquet vasculonerveux digital plantaire et ses branches de division, est constitué de deux parties mobiles l'une par rapport à l'autre : l'une postérieure métatarsienne, canal fibreux plantaire bien individualisé, l'autre antérieure phalangienne, plus large, qui forment en appui statique une angulation de 160 à 175 degrés selon l'obliquité du métatarsien. Entre ces deux espaces, au niveau de l'articulation métatarsophalangienne, où se fait la division du nerf, se situe la fosse ovale qui permet la fermeture de l'angle métatarsophalangien à la marche et autorise le bon déroulement du pas. À ce niveau le paquet vasculo-nerveux est exposé au frottement sur le bord antérieur

**Figure 2.** Vue sagittale.

Espace intermétatarsophalangien : espace interphalangien ou interdigital et espace intermétatarsien (espace intercapitométatarsien et canal métatarsien). 1. Ligament transverse interdigital ; 2. bourse conjonctive ; 3. ligament transverse intermétatarsien ; 4. nerf digital plantaire ; 5. ligament transverse superficiel.

du ligament transverse intermétatarsien, à la compression par la bourse conjonctive quand elle est augmentée de volume, ainsi qu'à la compression latérale des têtes métatarsiennes lors du port de chaussures à empeigne étroite et/ou à talon haut.

■ Rappel anatomopathologique

Les lésions du nerf sont des lésions dégénératives évoluant progressivement, qui entraînent une augmentation du volume du nerf, avec formation d'une lésion nodulaire pseudotumorale grisâtre non encapsulée adhérent souvent au tissu conjonctif de la bourse.

Les lésions histologiques intéressent toutes les structures du paquet vasculonerveux et de la bourse conjonctive situés dans l'espace intermétatarsophalangien, avec des variations morphologiques en fonction de l'ancienneté des lésions. L'artère digitale comporte un épaississement intimal avec parfois des images de thrombose plus ou moins oblitérante à différents stades d'organisation (Fig. 4).

Les lésions du nerf observées en microscopie électronique et optique varient en fonction de l'ancienneté : au début il existe un épaississement et une hyalinisation des parois des artérioles, une sclérose et un œdème de l'endonèvre (Fig. 5), un épaississement du périnèvre, une démyélinisation avec dégénérescence et déplétion progressive des fibres nerveuses [7, 8].

Plus tardivement un épaississement fibreux du périnèvre peut apparaître. Ailleurs, il s'y associe des remaniements dystrophiques dégénératifs de type pseudo-myxoidé ou myxoidé (Fig. 6), pouvant entraîner une dégénérescence kystique (Fig. 7). Il n'est pas rare de trouver une élastose (dégénérescence élastigène des fibres collagènes), une accumulation d'un matériel élastique parfois amorphe ou sous forme de fibres élastiques onduleuses et épaisses fortement colorées [9].

■ Rappel de l'imagerie

Radiographie

Elle est comparative des deux avant-pieds face et profil en charge et de trois-quart. Elle permet d'éliminer une pathologie osseuse ou articulaire et de noter une anomalie morphostatique de l'avant-pied.

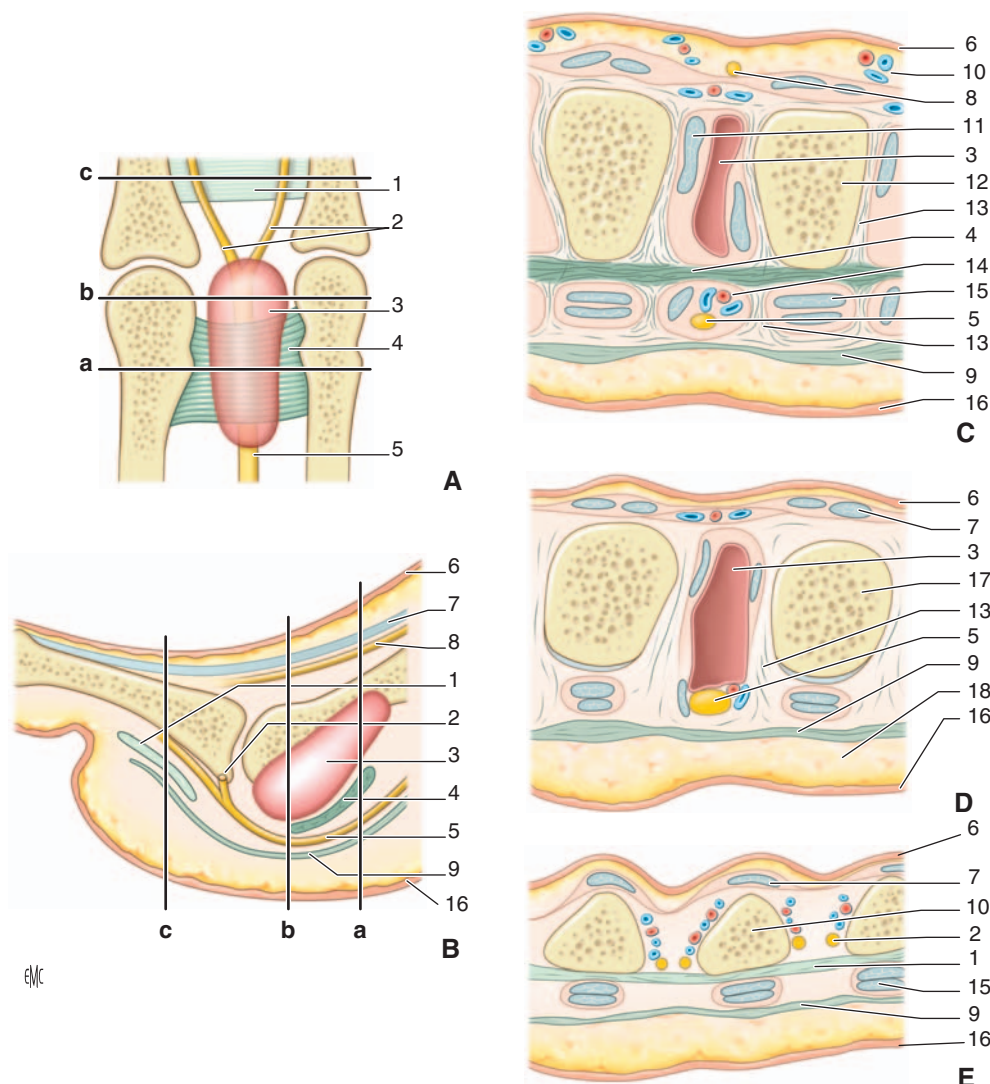


Figure 3. Espace intermétatarsophalangien : espace interphalangien (ou interdigital) et espace intermétatarsien (espace intercapitométatarsien et canal métatarsien).

A. Vue dorsale.

B. Vue sagittale.

C. Coupe a. Coupe frontale proche du col métatarsien.

D. Coupe b. Coupe fosse ovale proche de l'interligne.

E. Coupe c. Coupe de la base phalangienne.

1. Ligament transverse interdigital ; 2. branches de division du nerf digital ; 3. bourse séreuse augmentée de volume ; 4. ligament transverse intermétatarsien ; 5. nerf digital plantaire ; 6. peau dorsale ; 7. tendon extenseur ; 8. nerf digital dorsal ; 9. ligament transverse superficiel ; 10. paquet vasculaire digital dorsal ; 11. tendon du muscle interosseux dorsal ; 12. métatarsien col ; 13. fibres perforantes sagittales ; 14. paquet vasculaire digital plantaire ; 15. tendons fléchisseurs entourés de leur gaine ; 16. peau plantaire ; 17. tête métatarsienne ; 18. capiton plantaire ; 19. 1^{re} phalange.

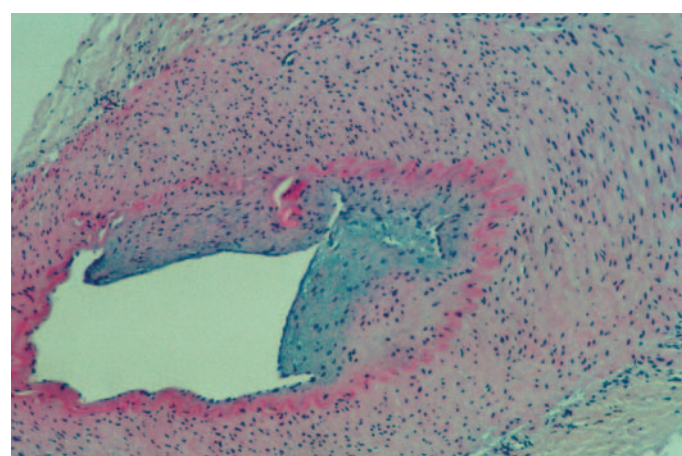


Figure 4. Artère : épaissement intimal avec rétrécissement de la lumière. Coloration hématoxyline-éosine (grossissement x 280).

Échographie

Elle est systématique et comparative, si besoin, elle permet d'étudier [10] :

- par voie dorsale les interlignes articulaires, la région du col des métatarsiens et surtout, dans l'espace interosseux, la bourse conjonctive intermétatarsienne ;
- par voie plantaire, voie obligatoire de l'espace : la peau, le capiton plantaire avec présence ou non d'une bourse conjonctive sous-capitale, l'articulation métatarsophalangienne avec un possible épanchement, la plaque plantaire, les

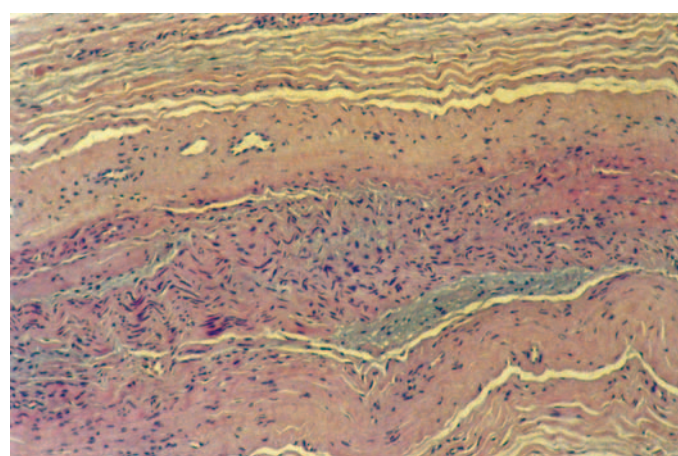


Figure 5. Nerf avec sclérose et un œdème de l'endonèvre, épaissement fibreux du périnèvre avec vascularisation capillaire. Le nerf présente une architecture normale avec conservation de l'alignement parallèle des neurones. Coloration hématoxyline-éosine (grossissement x 100).

tendons fléchisseurs, avec ou non un épanchement dans la gaine, ainsi que l'état du nerf digital plantaire.

La lésion pseudotumorale du nerf est vue :

- sur les coupes sagittales sous la forme d'une image ovoïde à grand axe oblique en haut et en avant, hypoéchogène. À chacune des extrémités de cette masse peut être mis en évidence le prolongement linéaire du nerf normal (Fig. 8) ;

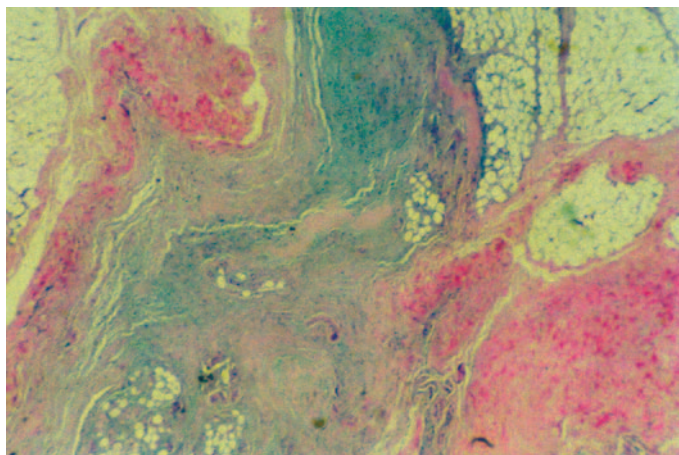


Figure 6. Bourse séreuse : tissu conjonctif épaissi fibreux avec des zones de dégénérescence pseudomuxoïde et de plaque d'élastose. Coloration hématéine-éosine (grossissement x 100).

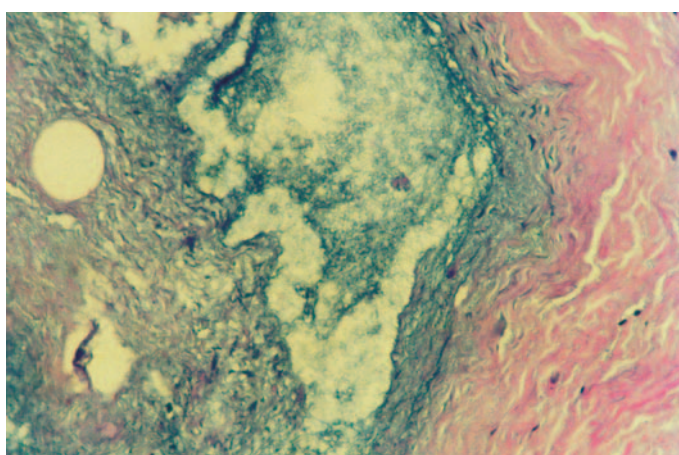


Figure 7. Bourse séreuse : dégénérescence kystique au sein d'une plaque pseudomuxoïde. Coloration hématéine-éosine (grossissement x 400).

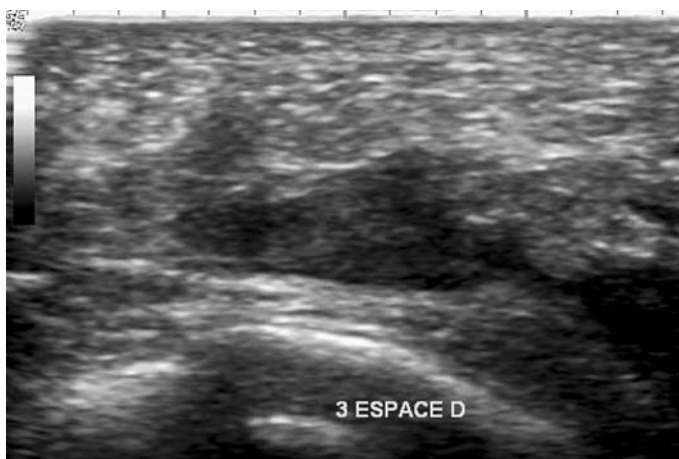


Figure 8. Morton 3° espace : coupe sagittale du 3° espace. Image triangulaire hypoéchogène raccordée au nerf digital.

- sur les coupes transversales sous l'aspect d'une image ronde hypoéchogène qui s'expulse en plantaire par la compression latérale des têtes, en se déformant mais sans s'effacer.

La bourse conjonctive intercapitophalangienne est vue par les voies dorsale et plantaire sous la forme d'une image anéchogène ou hypoéchogène qui s'efface lors de la compression latérale des têtes. Elle peut exister avec une augmentation de volume du nerf.

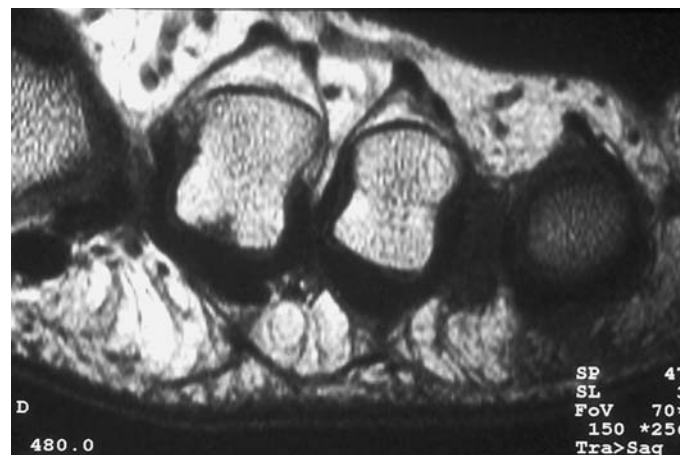


Figure 9. Coupe coronale pondérée T1. Image arrondie, de signal hypo-intense par rapport à la graisse plantaire, située dans le 3° espace.

IRM

L'IRM est l'examen le plus performant dans l'étude des parties molles ; il permet de différencier lésion pseudotumorale du nerf et bourse conjonctive dans les cas douteux [11].

Nerf

En T1, s'il existe une lésion pseudotumorale du nerf, elle se présente sous l'image d'une masse ovoïde bien limitée à convexité plantaire débordant les faces plantaires des têtes métatarsiennes. Son signal est hypo-intense, bien différencié des tissus périphériques (Fig. 9) de nature grasseuse donc à signal hyperintense.

En T2, après saturation de la graisse, la masse est en signal intermédiaire.

Bourse

En T1 elle donne une image en bissac entre les têtes métatarsiennes et les bases phalangiennes en hyposignal ne débordant pas les faces plantaires osseuses et en T2, un hypersignal intense caractéristique.

Tomodensitométrie

Actuellement la TDM n'est d'aucun intérêt.

■ Rappel étiologique

Théories anciennes

Une origine mécanique a été soutenue par T.G. Morton, mais elle n'est valable que pour l'atteinte du nerf du 3° espace.

Théories récentes

La théorie mécanique actuelle intègre dans une conception plus élargie la théorie canalaire défendue par Gauthier et Dutertre [12], Betts [13] et Mitchell [14], et la théorie compressive à laquelle participe la théorie inflammatoire. La compression du nerf digital est liée à son passage dans le canal métatarsien qui est étroit et fibreux puis à son changement de direction au niveau de l'interligne articulaire métatarsophalangien où il est étiré et mis en tension sur le ligament transverse intermétatarsien. Dans le 3° espace, le frottement est augmenté par la fixité relative du 3° nerf digital plantaire quand il s'anastomose avec le 4° nerf digital.

En dynamique, le frottement du nerf digital augmente sur le ligament transverse intermétatarsien à la marche lors de la flexion dorsale des métatarsophalangiennes avec extension des orteils et flexion plantaire de la cheville (4° temps du pas ou port de talons hauts). La compression du nerf peut être liée à la

bourse conjonctive de l'espace intercapitométatarsien débordant en plantaire le ligament transverse intermétatarsien. L'augmentation de volume de la bourse conjonctive peut être d'origine mécanique, provoquée par le serrage des orteils et des têtes métatarsiennes par une empeigne étroite, ou d'origine inflammatoire, témoin d'une maladie rhumatismale.

■ Traitement chirurgical

“ Points forts

Deux voies d'abord sont possibles :

- dorsale : avec section du ligament transverse intermétatarsien ;
- plantaire : avec respect du ligament transverse intermétatarsien.

Deux attitudes vis-à-vis du nerf sont possibles :

- conservation du nerf, avec ou sans neurolyse ;
- neurectomie.

Il s'agit d'une affection bénigne, ce qui rassure le patient, mais elle est douloureuse, douleur plus ou moins bien tolérée. Le traitement est en premier lieu orthopédique par des orthèses plantaires dans des chaussures larges. Quand il existe une bourse conjonctive dans l'espace intercapitométatarsien, son infiltration par des corticoïdes sous contrôle échographique peut faire céder les douleurs.

Le traitement chirurgical proposé au patient en cas d'échec du traitement médical et orthésique est fait à sa demande.

Techniques chirurgicales

Quelle que soit la technique, la chirurgie n'est pas dénuée de complications cicatricielles et douloureuses, exceptionnellement plus gênantes que ne l'était la névralgie ne survenant qu'au chaussage.

Comme avant toute chirurgie, il faut prévenir le patient des possibles complications postopératoires, de la récurrence des douleurs en cas de conservation du nerf et de déficits sensitifs en cas de résection du nerf.

Section du ligament transverse intermétatarsien

Par endoscopie

Cette technique nécessite un matériel spécifique qui permet de visualiser le relief du ligament transverse intermétatarsien et de le sectionner en utilisant deux petites incisions dorsales n'entraînant qu'un traumatisme tissulaire minime (Fig. 10). Pour les partisans de cette technique, la seule section du fort ligament transverse intermétatarsien réduit la compression et la force de traction sur le nerf digital au moment de la propulsion du pied et soulage ainsi les symptômes douloureux de la névralgie de Morton [15].

Par voie dorsale

L'intervention se fait sous garrot pneumatique. L'incision est longitudinale commissurale dans l'espace à explorer. Si deux espaces contigus doivent être explorés, l'incision peut suivre le rayon médian ou être oblique d'un espace à l'autre au dessus du rayon médian. Puis le tissu graisseux sous-cutané est dissocié en évitant d'inciser la gaine du tendon extenseur et en respectant les branches collatérales du nerf digital dorsal. L'hémostase des veines dorsales est soignée pour éviter un hématome postopératoire. Le fascia dorsal est ensuite incisé. L'artère digitale dorsale est repérée en avant de l'espace. Un écarteur de Farabeuf est mis en place puis tourné à 90°, ce qui permet l'écartement



Figure 10. Section du ligament transverse intermétatarsien par endoscopie. Repérage du milieu de l'espace au crayon dermatographique, petite incision dorsale en proximal, mise en place d'un écarteur de l'espace intermétatarsien.

Incision dans l'espace interdigital en dorsal ; mise en place d'un optique qui passe à la face plantaire du ligament intermétatarsien.

Section du ligament transverse intermétatarsien avec un bistouri spécial qui est placé au-dessous du ligament ; la section se fait de distal en proximal (cliché de E. Rebet, Barcelone. doctor.rebet@eresmas.net).



Figure 11. Section du ligament transverse intermétatarsien par abord dorsal. Ligament intermétatarsien plantaire.

des deux métatarsiens et le repérage en proximal et en profondeur du bord antérieur du ligament transverse intermétatarsien (Fig. 11). Il existe toujours un écoulement liquidien de type synovial venant de l'ouverture de la bourse conjonctive qui est excisée et envoyée pour examen anatomopathologique. La section du ligament transverse intermétatarsien permet de faire monter le nerf en dorsal par pression plantaire de l'espace (Fig. 12). La libération des adhérences périphériques se fera jusqu'à obtenir un nerf qui ne monte plus lors de l'appui sous l'espace concerné (Fig. 13).

Attitude vis-à-vis du nerf.

Conservation du nerf avec neurolyse [16]. La mise en place d'un écarteur orthostatique permet de passer des lacs filiformes sous le nerf digital et sous chacune des branches collatérales ; une traction douce permet de tendre le nerf et de pratiquer sa dissection (Fig. 14). Elle se fait d'arrière en avant par incision du tissu périmérial, neurolyse épimérial et interfasciculaire sous lunettes grossissantes. Le tissu excisé est envoyé pour examen anatomopathologique. La fermeture se fait en deux plans sur drain de Redon. La mise en décharge dure trois semaines. La rééducation immédiate lutte contre l'œdème et vise à récupérer la mobilité des articulations métatarsophalangiennes. Cette neurolyse se justifie au début de l'évolution des formes



Figure 12. Mise en évidence du nerf digital.

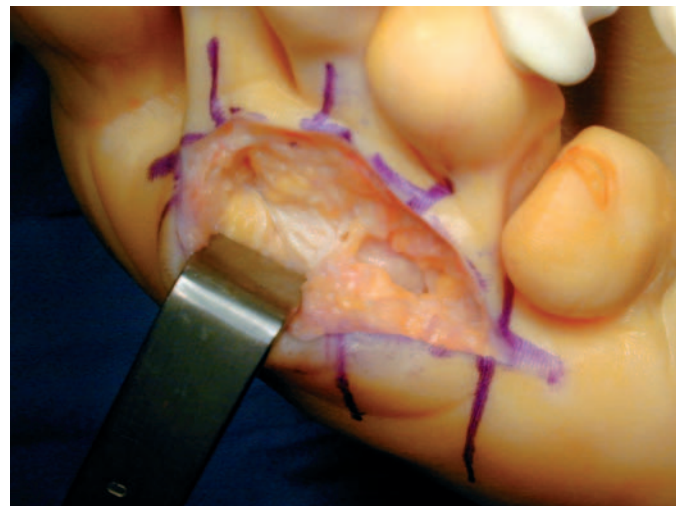


Figure 15. Voie d'abord plantaire : abord des 2° et 3° espaces. Ligament transverse superficiel (cliché du docteur P. Diebold, Nancy. patrice.diebold@wanadoo.fr).



Figure 13. Le nerf digital est remonté en dorsal (cliché du docteur P. Diebold, Nancy. patrice.diebold@wanadoo.fr).

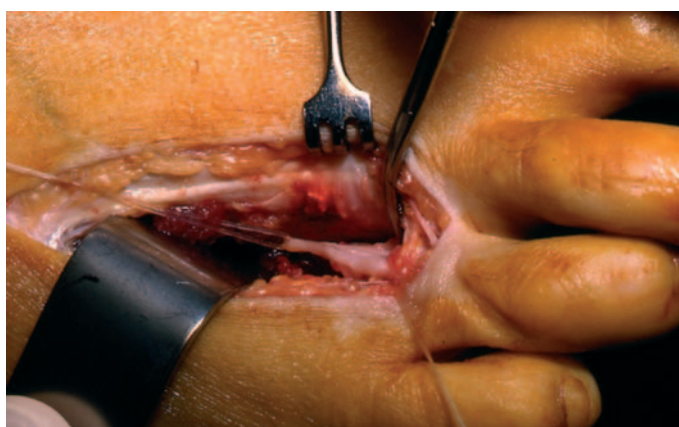


Figure 14. Passage des lacs filiformes permettant de tendre le nerf par une traction douce et de pratiquer la neurolyse (cliché du docteur P. Diebold, Nancy. patrice.diebold@wanadoo.fr).

typiques, car le nerf n'est pas encore trop envahi par les dépôts de matériel amorphe qui remplacent progressivement les fibres nerveuses.

Résection du nerf. Après la dissection du nerf, les deux branches collatérales sont sectionnées ainsi que le nerf digital. Sur le nerf digital, la section se fera le plus loin possible en proximal. La pièce est envoyée systématiquement pour examen anatomopathologique. L'artère collée au-dessus du nerf pathologique, difficile à libérer, est retirée avec le nerf.

“ Points forts

- **Avantage :** l'incision dorsale permet un appui rapide de l'avant pied, avec une décharge d'une à trois semaines, en fonction de l'hématome plantaire quasi constant.
- **Inconvénients :** la section du ligament transverse intermétatarsien peut être à l'origine de douleurs postopératoires lors de la reprise des activités sportives. La lésion d'une branche collatérale du paquet vasculo-nerveux digital dorsal est constante, et l'incision commissurale peut être à l'origine de cicatrice chéloïde gênante. Par cette voie dorsale, il est difficile d'explorer deux espaces contigus.

Respect du ligament transverse intermétatarsien

Nerf digital

Il est plantaire : la voie la plus directe pour l'aborder est la voie plantaire. Cependant, les incisions sur les zones d'appui peuvent donner des cicatrices chéloïdes ou hyperkératosiques très gênantes sans grande possibilité d'amélioration. Il faut donc obligatoirement faire une incision en dehors des zones d'appui ^[17] : incision longitudinale ou sinusoidale entre les appuis des têtes métatarsiennes ou surtout incision arciforme au-dessus des têtes métatarsiennes à la base des orteils. Cette incision est limitée au seul espace douloureux ou peut se prolonger sur un 2° espace contigu atteint.

L'intervention se fait sous garrot pneumatique.

L'incision est arciforme plantaire d'une base à l'autre des deux orteils de l'espace douloureux. Le tissu graisseux sous-cutané est dissocié tout en faisant l'hémostase des veines longitudinales. Les incisions partielles des ligaments transverses superficiel et interdigital (Fig. 15) permettent de dégager en latéral et en médial chacune des branches collatérales du nerf digital en regard de la phalange. Les deux branches sont neurolysées (Fig. 16) ce qui mène en proximal au nerf digital, qui est lui aussi neurolysé (Fig. 17). Le nerf est plus ou moins volumineux, souvent soulevé et entouré par une bourse conjonctive qui englobe l'artère. Après traitement du nerf et hémostase soignée, la fermeture cutanée est assurée par des Steri-Strip™ (Fig. 18).

Attitude vis à vis du nerf

Résection du nerf. Il est pathologique : volumineux ovoïde (Fig. 19) siège de dilatations ou de strictions sur le nerf digital

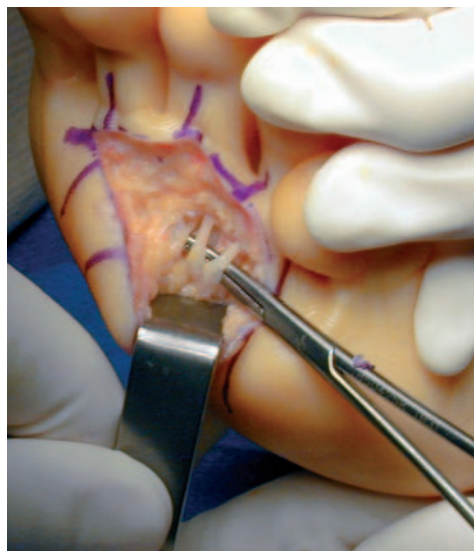


Figure 16. Après section du ligament transverse superficiel et du ligament transverse interdigital, mise en évidence contre la diaphyse de P1 de chacun des orteils de la branche de division du nerf digital plantaire (cliché du docteur P. Diebold, Nancy, patrice.diebold@wanadoo.fr).



Figure 17. Découverte du nerf digital augmenté de volume.



Figure 18. En fin d'intervention, la pose de Steri-Strip™ est suffisante.

plantaire, sur sa bifurcation ou sur une de ses branches collatérales, irrégulier ou moniliforme, parfois filiforme enserré dans un tissu fibreux dense. Il est très souvent soulevé et entouré par



Figure 19. Lésion pseudotumorale isolée du nerf digital.

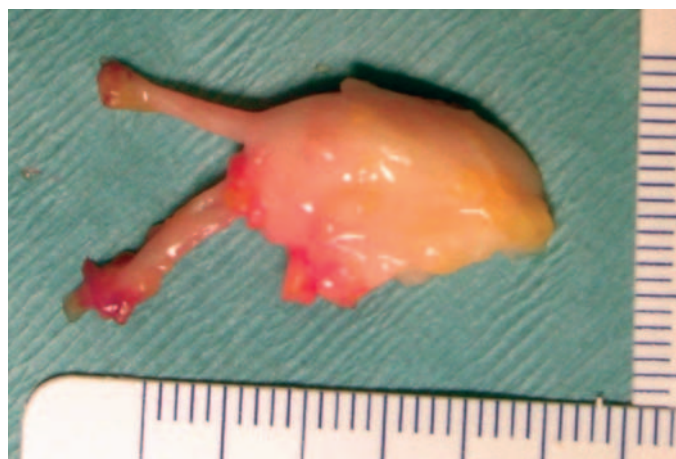


Figure 20. Lésion pseudotumorale du nerf digital associée à une bourse séreuse.

une volumineuse bourse conjonctive. Il est alors fait une neurectomie seule en sectionnant les deux branches collatérales puis le nerf digital le plus loin possible en proximal tout en conservant en dorsal le ligament transverse intermétatarsien. Il faut s'aider d'un écarteur de Farabeuf. Le nerf peut être réséqué seul ou avec la bourse conjonctive et/ou avec l'artère. La pièce excisée est envoyée pour examen anatomopathologique (Fig. 20).

Conservation du nerf. Cette éventualité peut être envisagée en préopératoire grâce à l'échographie quand elle ne montre qu'une bourse conjonctive. Il est possible de proposer au patient la conservation du nerf. Il faut bien lui expliquer les avantages et les inconvénients de cette conservation ou de la résection. Avec l'accord du patient, si l'aspect macroscopique du nerf est normal, celui-ci est neurolysé et conservé. Si une bourse conjonctive existe, elle est seule excisée et la pièce envoyée pour examen anatomopathologique.

Traitement des récides

Clinique

La récurrence de douleurs plantaires chez un patient déjà opéré nécessite un interrogatoire et un examen clinique précis :

- Le siège de la douleur est plantaire dans l'espace opéré :
 - à la base des orteils : la douleur est liée à la constitution d'un tissu cicatriciel fibreux. Elle cède au traitement médical et à la physiothérapie,
 - plus proximale entre les têtes métatarsiennes, il peut s'agir :
 - de la reprise évolutive d'un nerf neurolysé, de fréquence variable selon les auteurs [19],
 - d'un névrome d'amputation dont le diagnostic sera évoqué sur la notion de neurectomie et sur la douleur très vive à type d'électricité provoquée par la palpation entre les cols métatarsiens ou à l'union col-diaphyse. Cette douleur est à distinguer des douleurs articulaires (décompensation d'une 2^e métatarsophalangienne par

“ Points forts

• Avantages :

- pas de section du ligament transverse inter-métatarsien, ligament fort qui stabilise latéralement les têtes métatarsiennes et les orteils lors de la phase digitigrade du pas par son adhérence plantaire au fibrocartilage glénoïdien ^[18] ;
- bonne vision directe sur le paquet vasculonerveux plantaire ;
- respect des éléments vasculaires et nerveux dorsaux ;
- cicatrice ne procurant aucune gêne à la marche ;
- facilité de l'exploration de deux espaces adjacents.

• **Inconvénients :** la remise en charge différée d'une semaine par rapport à la voie dorsale et la possibilité d'une petite gêne transitoire liée à un épaississement du tissu grasseux sous-cutané plantaire à la base des orteils.

hallux valgus ou crosse de l'hallux), des douleurs des parties molles (bursite sous capitale) ou des douleurs d'origine osseuse ;

- Le siège de la douleur a changé d'espace : il peut s'agir d'une névralgie se développant dans un autre espace ;
- L'échographie et l'IRM peuvent aider au diagnostic.

Reprise chirurgicale

Techniques chirurgicales de reprise pour un névrome d'amputation de l'extrémité proximale du nerf

La voie plantaire est obligatoire pour les reprises, avec deux possibilités :

- une incision arciforme transversale en arrière de la zone cutanée d'appui des têtes métatarsiennes qui permet de retrouver dans le ou les espaces douloureux le nerf digital plantaire, de le disséquer d'arrière en avant jusqu'à son extrémité distale en massue (Fig. 21). Sa section se fait en zone musculaire. La pièce excisée est envoyée pour examen anatomopathologique ;
- une incision longitudinale en dehors des zones de charges des têtes métatarsiennes, longue oblique, ou légèrement sinusoïdale, qui part du milieu du pied vers l'espace douloureux et peut se prolonger jusqu'à la base des orteils. Elle permet d'explorer tout l'espace intermétatarsien. Il est fait une excision du névrome d'amputation et une neurolyse du moignon qui est placé dans un tube veineux qui sera fixé en dorsal sur le pied ^[20].

Autres reprises chirurgicales

L'intervention initiale était une neurolyse, la récurrence douloureuse résiste au traitement médical et au port d'orthèses plantaires : il faut envisager une reprise chirurgicale, qui est une neurectomie par voie plantaire.

Les douleurs surviennent dans un espace déjà opéré mais le geste de la première intervention n'est pas connu. On ne dispose pas de compte-rendu opératoire ni d'anatomopathologie : dans ce cas l'échographie et l'IRM peuvent aider à préciser le diagnostic :

- s'il semble s'agir d'un nerf neurolysé lors de la première intervention, la reprise chirurgicale peut se faire par voie arciforme plantaire à la base des orteils ;
- par contre, si la première intervention semble avoir été une neurectomie, la voie d'abord plantaire peut être longitudinale en dehors de l'appui des têtes. Cet abord permet d'explorer tout l'espace intermétatarsien plantaire et de rechercher un névrome d'amputation de l'extrémité proximale du nerf interdigital.



Figure 21. Névrome d'amputation.

■ Conclusion

Les diverses techniques chirurgicales donnent de bons résultats avec reprise des activités professionnelles au bout de trois à quatre semaines. Les activités sportives sont reprises en fonction du sport, au bout de huit à dix semaines s'il existe un contact pied-sol. La voie arciforme plantaire est la plus logique anatomiquement, elle expose le mieux les lésions et permet une neurectomie isolée. Elle conserve le ligament transverse inter-métatarsien, ce qui est important chez les sujets jeunes, les sportifs et les danseurs. L'examen anatomopathologique de la pièce excisée doit être systématique. Le compte-rendu opératoire, qui doit préciser le geste fait sur le nerf, doit être donné de façon systématique au patient ainsi que le résultat de l'examen anatomopathologique.



■ Références

- [1] Mulder JD. The causative mechanism in Morton's metatarsalgia. *J Bone Joint Surg Br* 1951;**33**:94-5.
- [2] Bonnel F, Constans JP, Claustre J, Simon L. Anatomie et biomécanique des nerfs plantaires. (Intérêt dans le névrome de Morton). *Cinésiologie* 1983;**12**:78-81.
- [3] Bonnel F, Claustre J. Espace intercapito-métatarsien et avant-pied. *Méd Chir Pied* 1989;**5**:87-100.
- [4] Claustre J, Bonnel F. In: *L'espace intercapito-métatarsien, Anatomie et biomécanique. Les métatarsalgies statiques*. Paris: Masson; 1990. p. 41-8.
- [5] Bossley CJ, Cairney PC. The intermetatarsophalangeal bursa--its significance in Morton's metatarsalgia. *J Bone Joint Surg Br* 1980;**62**:184-7.
- [6] Claustre J, Bonnel F. In: *La maladie de Thomas Morton : anatomie et biomécanique des nerfs plantaires*, Paris: Masson; 1984. (vol 4) p. 145-54.
- [7] Lassmann G. Morton's toe: clinical light and electron microscopic investigations in 133 cases. *Clin Orthop Relat Res* 1979;**142**:73-89.
- [8] Bernd W, Scheilthauer MD, James M, Woodruff MD, Robert A, Erlendson P. In: *Atlas of pathology. Tumors of peripheral nervous system*. AFIP; 1999. p. 37-41.
- [9] Reed RJ, Bliss BO. Morton's neuroma. Regressive and productive intermetatarsal elastofibrosis. *Arch Pathol* 1973;**95**:123-9.
- [10] Brasseur JL, Tardieu M. In: *Echographie du système locomoteur*. Montpellier: Sauramps Médical; 2001. p. 109-16.
- [11] Cottin A, Cyteval C, Baron-Sarrabere MP, Bennis J. L'imagerie dans le diagnostic différentiel entre bursites et névromes de Morton. In: Hérison C, Rodineau J, Simon L, editors. *Bursites et pathologies des bourses séreuses*. Montpellier: Sauramps Médical; 2001. p. 51-6.
- [12] Gauthier G, Dutertre P. La maladie de Morton : syndrome canalaire. 74 opérés sans résection du névrome. *Lyon Med* 1975;**223**:917-21.
- [13] Betts LO. Morton's metatarsalgia. *Med J Aust* 1940;**1**:514-5.
- [14] Mitchell IA, Meyer C, Krueger W. Deep fascia on the foot, anatomic and clinical considerations. *J Am Podiatr Med Assoc* 1991;**81**:373-8.

- [15] Miller SJ, Nakra A. Morton's neuroma. In: *McGlamry's comprehensive textbook of foot and ankle surgery*. Philadelphia: Lippincott-Williams and Wilkins; 2001. p. 243-4.
- [16] Diebold PF, Daum B. Neurolyse vraie dans le névrome de Morton. In: *Podologie*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1991. p. 48-9.
- [17] Miller SJ, Nakra A. Morton's neuroma. In: *McGlamry's comprehensive textbook of foot and ankle surgery*. Philadelphia: Lippincott-Williams and Wilkins; 2001. p. 241-2.
- [18] Claustre J, Bonnel F, Simon L. *L'espace intercapito-métatarsien : anatomie et biomécanique*. Communication à la société Française de Médecine et Chirurgie du pied. 1981.
- [19] Miller SJ, Nakra A. Morton's neuroma. In: *McGlamry's comprehensive textbook of foot and ankle surgery*. Philadelphia: Lippincott-Williams and Wilkins; 2001. p. 247-8.
- [20] Delmi M. Chirurgie de l'avant-pied. In: *Métatarsalgies de Morton*. Paris: Elsevier; 2005. p. 253-4.

F. Ledon, Chirurgien orthopédiste (francoise.ledon@free.fr).
Institut de l'appareil locomoteur Nolle, 23, rue Brochant, 75017 Paris, France.

P. Thelen, Radiologue.
Réseau d'imagerie médicale Maussins-Nollet, 114, rue Nollet, 75017 Paris, France.

G. Kharsa, Anatomopathologiste, praticien hospitalier.
Cabinet d'anatomie et cytologie pathologiques, 15, rue Victor-Duruy, 75015 Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Ledon F., Thelen P., Kharsa G. Névralgie ou maladie de Morton. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-936, 2008.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-934]

Orteils en griffe. Traitement chirurgical

Jean Schnepf : Ancien professeur agrégé, faculté de Lyon, ancien président de la Société française de médecine et chirurgie du pied

© 1996 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Haut de page

INTRODUCTION

Parmi les différents aspects des orteils en griffe, il faut mettre à part les griffes dites « neurologiques » avec :

la griffe (extension métatarsophalangienne [MP] flexion interphalangienne proximale et distale [IPP et IPD]) dans le syndrome de la queue de cheval, la maladie de Charcot-Marie, la dégénérescence spinocérébrale et également l'hémiplégie où la déformation n'apparaît qu'à l'effort ;

la griffe dite en « enroulement des orteils » (MP en flexion - IPP en flexion - IPD en flexion) des lésions cérébrales diffuses et profondes.

La thérapeutique de ces griffes relève de la méthodologie neurologique.

La griffe dite « proximale » est en revanche spécifique de la pathologie isolée de l'avant-pied, le plus souvent chez la femme où le port de chaussures à talon haut et à bout pointu, la surcharge pondérale, aggravent les conséquences d'un avant-pied rond, d'un pied plat ou d'un pied creux, d'un hallux valgus. Cette griffe comporte une extension de la MP, une flexion de l'IPP, une flexion ou une extension de l'IPD individualisant ainsi deux aspects cousins : l'orteil infraductus ou supraductus (cf fig 1,

2 et 3).

Le traitement de cette griffe proximale a subi une évolution : on peut décrire, sans les opposer, car elles sont complémentaires, les techniques dites « classiques » parfaitement codifiées il y a déjà 15 ans par Meary et qui traitent les déformations constatées sans prétendre traiter la cause, et les techniques dites « nouvelles », qui, s'appuyant sur une connaissance plus pointue de la physiopathologie de la griffe, tentent de traiter non seulement la déformation, mais aussi la cause.

Haut de page

TECHNIQUES CLASSIQUES

Considérant que l'essentiel de la gêne apportée par la griffe proximale portait sur le conflit de contact entre chaussure et face dorsale des interphalangiennes, Meary résumait l'action thérapeutique à trois propositions :

- la résection arthroplastique simple de la partie distale de P1 pour corriger l'angle P1/P2 ;
- la résection de la partie distale de P1 associée à l'arthrolyse MP pour corriger également la flexion dorsale de P1 sur M ;
- l'arthrodèse interphalangienne pour résoudre le problème de l'alignement P1/P2 et P2/P3.

Résection arthroplastique simple de la partie distale de P1 (fig 1 B)

Dérivée de la technique de Lelièvre (1956), l'avantage de cette technique est sa simplicité. Au prix d'un raccourcissement squelettique de 4 mm environ de la partie distale de P1, elle corrige l'effet des rétractions tendineuses en ajustant la longueur de la chaîne squelettique au raccourcissement de la chaîne tendineuse. C'est un geste qui peut même se faire sous anesthésie locale.

Incision dorsale soit transversale au niveau de l'IPP avec résection de la callosité, soit longitudinale axiale, soit longitudinale latérale : telles sont les voies d'abord, la dernière étant préférée par Meary pour éviter toute cicatrice visible.

Protection des vaisseaux et des nerfs vers le bas par deux petits éleveurs glissés entre l'os et les parties molles, protection du tendon extenseur qui nécessite une main douce pour ne pas le déchirer.

Ouverture de la capsule dorsale P1/P2 permettant d'extérioriser la moitié distale de P1 qu'on peut réséquer plus ou moins largement (en principe 4 mm) à la pince gouge ou à la mini-scie oscillante. Il convient aussi d'ajouter un léger émondage du rebord saillant de la base de P2, pour l'adapter au calibre de la résection de P1.

Reconstitution des éléments capsulaires et ligamentaires dorsaux et latéraux. Cette intervention à laquelle on se doit de reconnaître une grande simplicité, s'applique parfaitement aux orteils 2, 3, 4 et 5 mais n'est satisfaisante que lorsque la déformation porte uniquement sur l'articulation P1/P2 et ne comporte pas d'irréductibilité en flexion dorsale de l'articulation MP.

Résection de la partie distale de P1 associée à une arthrolyse métatarsophalangienne pour corriger la flexion dorsale de P1 (fig 1 C)

L'opération se fait sous anesthésie générale et garrot pneumatique.

Incision dorsale longitudinale brisée au niveau de la MP pour éviter une

cicatrice rétractile.

Section en Z de l'extenseur de l'orteil, les deux extrémités étant relevées pour dégager les articulations MP et IPP.

Arthrolyse MP par section transversale de la capsule dorsale débordant latéralement sur les ligaments latéraux (bien veiller lorsque l'on aborde les ligaments latéraux, à ne pas blesser les paquets vasculonerveux en les protégeant avec de petits éleveurs).

Lorsqu'il existe une subluxation importante de P1 sur M, ou même une luxation sur le col de M, il existe également une rétraction capsulaire importante à la face inférieure de l'articulation. Il faut en pratiquer la libération par désinsertion de la zone proximale de la capsule en regard du col du métatarsien (utiliser une rugine courbe maniée doucement en évitant tout geste brusque et en particulier, éviter de faire levier en prenant appui sur la face inférieure de la tête métatarsienne). A cette occasion on vérifie l'état de la capsule inférieure de l'articulation et notamment l'absence de rupture à ce niveau (fig 1 C).

Résection de la partie distale de P1 (identique à la technique décrite au chapitre précédent).

Reconstitution de l'extenseur à la longueur commandée par l'alignement MP et P1/P2.

Après pansement et drainage, on peut discuter de l'immobilisation. Certains auteurs sont partisans de maintenir la stabilisation des éléments osseux par une broche axiale. Beaucoup, dont nous sommes, se contentent d'user d'un plâtre modelé maintenant l'alignement MP pendant 3 ou 4 semaines.

Arthrodèse des articulations interphalangiennes (fig 1 D)

Elle s'adresse aux griffes distales P1-P2 et P2-P3.

Incision dorsale longitudinale en sectionnant ou en réclinant l'extenseur.

Ouverture de l'articulation IPP.

Avivement des surfaces articulaires correspondantes en réséquant plus largement la partie distale de P1.

Stabilisation par broche de Kirschner de 1,2 mm de diamètre : avec une mèche fine on prépare le canal médullaire de P1 et de P2 : la broche est passée en aller et retour :

à partir de la base de P2 vers la pulpe de l'orteil ;

puis retour à travers P1 en réarticulant l'IPP et en glissant la broche dans le canal déjà préparé au niveau de P1.

Lors des suites opératoires le seul incident est une réaction inflammatoire au point de sortie de l'orteil qu'on peut éviter en le noyant de Baume du Pérou et en coudant l'extrémité de la broche pour qu'elle soit stabilisée par le pansement et par le plâtre. Cette broche sera enlevée à la fin de la 3e ou 4e semaine.

Meary note que si la fusion articulaire de l'IPP est habituelle, souvent l'IPD n'est qu'enraidie mais ce n'est pas un inconvénient et l'expérience prouve qu'on peut s'en contenter parfaitement. Il signale également que pour le 5^e orteil il est parfaitement inutile de réaliser une arthrodèse et qu'il préfère pratiquer une résection large de la partie distale de P1.

En somme, ces techniques décrites par Meary conservent toute la valeur. Elles permettent de faire face à la plupart des éléments des griffes proximales rencontrés et doivent être considérées comme des solutions éprouvées et dignes de confiance.

TECHNIQUES NOUVELLES

Depuis Meary nombre de techniques nouvelles ont été proposées : elles ne s'opposent pas aux techniques classiques, mais d'une façon générale elles proposent à notre réflexion des voies agissant sur les lésions, mais aussi sur la cause, pouvant même dans certains cas prétendre à un geste préventif de la déformation ou de la récurrence.

L'application de ces méthodes doit être précédée d'une appréciation rigoureuse des lésions anatomopathologiques et de leur physiopathologie. Plusieurs directives sont actuellement proposées :

- restoration articulaire de l'équilibre capsuloligamentaire ;
- repositionnement des éléments diaphysaires de la chaîne ostéoarticulaire ;
- équilibration des forces tendinomusculaires.

Restauration articulaire capsuloligamentaire (fig 2)

La « rétraction » en ligne brisée de la chaîne articulaire entraîne deux types de lésion au niveau des articulations.

Lésion de distension capsulaire (au sommet de l'angulation articulaire)

Amincissement, usure avec dysplasie capsuloligamentaire se traduisent de la façon suivante.

Au niveau de la MP par une altération de la face plantaire de la capsule qui peut même se perforer et se rompre complètement permettant ainsi une véritable luxation de la base de P1 sur le dos du col du métatarsien (fig 2 A). De plus des adhérences entre tête métatarsienne et capsule s'opposent à la réduction de la déformation. Si après arthrolyse dorsale et latérale on se rend compte qu'il existe une poche de distension importante mais que cette poche n'est pas rompue, il faut lors du rétablissement de l'alignement entre la 1^{re} phalange et le métatarsien, stabiliser cet alignement par une broche pendant 4 semaines. Cela suffira pour que la rétraction spontanée de la capsule et des éléments environnants réduise cette distension pathologique. En revanche, si au niveau de la « plaque plantaire » de la capsule on découvre une rupture, il faut la réparer par une suture (fil à résorption lente) et protéger cette suture par le maintien de l'alignement 1^{re} phalange/métatarsien à l'aide d'une broche maintenue en place pendant 4 semaines.

Au niveau de l'articulation P1/P2 : (fig 2 B) la capsule est amincie et le plus souvent dystrophique. Il est pratiquement impossible d'intervenir sur elle seule : son adhérence au tendon extenseur, lui-même distendu, fait qu'il est souvent plus simple d'inciser longitudinalement ce tendon extenseur, de le diviser en deux parties égales que l'on écarte de chaque côté pour accéder à l'articulation. On suturera en bloc capsule et tendon à la fin de l'intervention. Le maintien du positionnement en alignement de P1 et P2 par une broche permet à la rétraction capsulotendineuse de se faire et au bout de 4 semaines la broche peut être enlevée.

Lésion de rétraction capsulaire

La rétraction capsulaire dans l'angle creux que forme chaque élément de la ligne brisée de la griffe des orteils se fixe très vite et fixe en même temps la déformation, elle résiste le plus souvent à la rééducation et aux orthèses.

Au niveau de l'articulation MP la rétraction capsulaire dorsale est abordée soit par une incision cutanée dorsale transversale en regard des têtes métatarsiennes si la déformation porte sur les 2^e, 3^e et 4^e métatarsiens à la fois, soit s'il s'agit d'une rétraction portant sur un seul métatarsien (souvent le 2^e), par une incision axiale en Z à cheval sur la MP permettant de libérer sur une face le tendon extenseur, de le récliner et d'aborder la capsule articulaire MP pour faire une capsulotomie dorsale. Cela ne suffit pas toujours : on peut être amené à allonger le tendon extenseur et conjointement élargir la capsulotomie sur les faces latérales de la tête métatarsienne (fig 2 C), en sectionnant aussi la lame fibreuse des interosseux (en effet, quand P1 est fixé en flexion dorsale sur M l'interosseux rétracté maintient cette flexion). Il faut enfin maintenir la réduction de l'alignement phalangométatarsien pendant 4 semaines à l'aide d'un brochage.

Au niveau de l'articulation P1/P2, il convient de pratiquer une incision cutanée transversale à la face plantaire de l'interligne P1/P2. Le long fléchisseur plantaire ne doit être sectionné, ou plus exactement désinséré de la base de P2, que dans les cas de rétraction extrême. La capsulotomie est ensuite réalisée sans difficulté. Après libération : alignement P1/P2 à l'aide d'une broche (qui peut être d'ailleurs la même que celle utilisée pour l'alignement MP/P1).

Repositionnement des éléments de la chaîne articulaire (fig 3)

Dans la griffe des orteils, la chaîne ostéoarticulaire prend un aspect brisé qui verticalise le métatarsien et la 1^{re} phalange.

Verticalisation du métatarsien

Ce dernier pique de la tête vers le sol et l'abaissement de la tête métatarsienne est une constante de toute griffe proximale. Ceci est particulièrement évident quand la griffe ne concerne qu'un orteil. Cette verticalisation crée une hyperpression au niveau de la tête métatarsienne, source de durillon, et à partir de ce stade le cercle vicieux est bouclé : tant que la tête métatarsienne restera abaissée, il y aura récurrence de la griffe. Il faut donc agir pour que la tête se relève et ce relèvement est la condition de la prévention de la récurrence.

Cliniquement il importe d'apprécier la réductibilité de l'abaissement et dans les cas débutants, la manœuvre de pression rétrocapitale sous l'avant-pied soulève le col du métatarsien et ipso facto la griffe se réduit. La semelle orthopédique associée à la rééducation et un chaussage sans contrainte pour l'avant-pied sont les clés de la thérapeutique.

Inversement, si cette manœuvre ne permet pas de réduire la griffe des orteils, il faut s'adresser à la chirurgie.

Relèvement de la tête métatarsienne

De nombreuses techniques ont été proposées.

Technique de Héral (fig 3 A)

C'est une des plus anciennes : elle a connu un succès très grand par sa simplicité et son efficacité immédiate. Par incision dorsale et axiale on aborde en particulier les trois métatarsiens médians en plaçant l'incision dans l'axe du 3^e métatarsien. Il faut reconnaître le tendon extenseur, l'isoler et le récliner. La diaphyse métatarsienne apparaît après avoir libéré les insertions des interosseux. Par une ostéotomie oblique de haut en bas et d'arrière en avant, on

autorisé à marcher le lendemain sur son avant-pied, la douleur étant le guide de l'importance de l'appui possible.

A l'épreuve du temps, des critiques sont apparues : en particulier la non-fusion de l'ostéotomie dans un pourcentage qui peut atteindre 15 % ; et ce qui est plus grave, les bons résultats à long terme se réduisent à 50 % des cas.

Il n'en reste pas moins que pour corriger un métatarsien isolé, et en particulier le 2^e métatarsien trop long dans les cas de syndrome du 2^e rayon associé à l'hallux valgus, on peut obtenir de bons résultats.

Ostéotomie basimétatarsienne (fig 3 B)

Le choix de la métaphyse proximale du métatarsien comme lieu d'élection de l'ostéotomie destinée à relever la tête métatarsienne est apparu à beaucoup de chirurgiens comme bien préférable. L'ostéotomie consolide avec beaucoup plus de régularité que l'ostéotomie d'Hélal, permet une amplitude de la correction de l'abaissement de la tête métatarsienne plus grande. Elle peut être réalisée de plusieurs manières :

soit par résection d'un coin à base dorsale en conservant la corticale inférieure comme charnière, (Schnepp, Carret) (fig 3 B) ;

ou bien en réalisant la résection d'un coin sans conserver la charnière mais en stabilisant la correction par une ostéosynthèse par plaque et vis (Groulier, Delagoutte) (fig 3 C).

De fait, l'ostéotomie est réalisée le plus souvent en chevron (Denis, Groulier) ; cette technique par sa simplicité a séduit une majorité de chirurgiens (fig 3 D) et on se doit de bien la connaître.

Technique

Incision axiale sur le dos du métatarsien.

Reconnaître et isoler le tendon de l'extenseur correspondant à sa partie haute et le mettre à l'abri sous un élévateur dont on glisse la pointe sur la face profonde du métatarsien, un autre écarteur contourne l'autre face latérale métatarsienne.

Ruginer à minima sur 15 mm la métaphyse proximale sans toucher les parties molles et les vaisseaux protégés par les élévateurs.

Ostéotomie en chevron à la scie oscillante ou au petit ciseau frappé, (le sommet du chevron étant proximal, la partie ouverte regardant la tête métatarsienne).

Appuyer sur le fragment distal du chevron : la pointe du chevron vient s'implanter dans le tissu spongieux métaphysaire : selon le degré d'enfoncement vers le bas le relèvement de la tête est plus ou moins important.

Suites

Un pansement simple matelassé, parfois avec un drain de Redon permet dès le lendemain le lever et un appui d'abord discret sur l'avant-pied puis de plus en plus important : en principe au bout de 3 semaines il n'existe plus aucune douleur et à la 4^e semaine le malade marche avec un chaussage souple.

La simplicité et la rapidité du résultat obtenu séduisent les malades et les chirurgiens : le relèvement de la tête métatarsienne se fait spontanément à la bonne mesure par le simple fait que le pied en s'appuyant au sol crée le relèvement nécessaire, ni trop ni trop peu, assurant l'alignement correct des têtes métatarsiennes.

Il s'agit là d'un geste précieux qui, associé aux libérations tendineuses et capsulaires, permet en relevant la tête métatarsienne d'éviter la récurrence des griffes distales, du moins pour la part concernant la MP.

Angulation P1/P2 et verticalisation de P1

La verticalisation du métatarsien et l'abaissement de sa tête entraînent l'abaissement de la base de P1, ce qui verticalise ipso facto la 1^{re} phalange.

Certes dans les cas au début où l'articulation P1 + P2 est encore réductible, on peut éviter tout geste chirurgical au niveau de l'articulation P1/P2 ou simplement faire un modelage sous anesthésie en fin d'intervention sur cette articulation et ainsi retrouver l'attitude physiologique normale de celle-ci. Mais souvent cette angulation persiste et il faut intervenir chirurgicalement.

Résection de la tête et du col de P1

Voie d'abord

La voie d'abord peut être dorsale, axiale ou latérale apportant un accès très aisé sur l'articulation P1/P2.

Résection tête/col de P1

On rétablit ainsi un équilibre de longueur entre une chaîne osseuse trop longue et une chaîne ligamentaire trop courte. Nous en avons décrit précédemment la technique dans la description des gestes classiques (Meary) (**fig 1 B**).

Ostéotomie à charnière à base dorsale du col de P1 (Schnepp, Carret)

Afin de respecter l'ensemble base P2 et tête P1, la correction se fait par une ostéotomie angulaire à base dorsale au niveau du col de la 1^{re} phalange. Cette ostéotomie se fait avec conservation d'une charnière ostéopériostée inférieure et en principe n'a pas besoin d'ostéosynthèse. Bien entendu ce geste thérapeutique ne concerne que l'angulation P1/P2 et il doit être précédé de l'arthrolyse et du traitement de la déformation.

Voie d'abord dorsale 4 cm (**fig 4 A, B**)

Un cm au-delà, 3 cm en deçà de l'interligne. Incision longitudinale du tendon extenseur délicatement divisé en deux parties strictement égales qui seront réclinées avec grande prudence ainsi que les expansions internes qui s'y attachent. C'est un temps délicat qu'il faut mener avec une grande douceur pour ne pas rompre ces deux moitiés de tendon, fragiles et souvent adhérentes à la tête. Elles sont protégées respectivement sous deux élévateurs qui présentent le col de la 1^{re} phalange à la taille osseuse.

Taille d'un coin osseux à base dorsale dans la métaphyse distale de P1 en laissant une charnière ostéopériostée inférieure (**fig 4 C, D**)

Il s'agit d'un geste délicat, utilisant un minimoteur et une mini-scie oscillante à faible débattement. Stabilisation de la correction. Afin de coapter les deux faces de l'ostéotomie on relève l'ensemble P2/P3 en fissurant doucement la charnière et la correction sera maintenue par la suture des parties molles dorsales et la reconstitution du tendon extenseur, mais surtout par la confection du pansement et du plâtre, qui permettront de maintenir l'alignement P1/P2/P3.

Si lors de la réalisation du geste osseux il a fallu libérer trop largement les extrémités osseuses, ou si l'ostéotomie a abouti à être bicorticale, l'instabilité conduit à réaliser une ostéosynthèse par une petite broche fine : il faut en préparer la pénétration à l'aide d'une mèche très fine montée sur le minimoteur,

et ainsi en aller et retour on embrochera tête de P1/corps de P2 et de P3 pour ressortir au niveau de la pulpe de l'orteil et ensuite, par un geste en retour, la broche dépassant de 1 ou 2 mm la surface de coupe de la tête, sera centrée au niveau de la diaphyse de P1 et ensuite enfilée dans toute la diaphyse de P1 pouvant même remonter jusqu'à la tête métatarsienne dans les cas où une stabilisation MP paraît utile.

Mise en sabot plâtré, le bout de la broche est noyé dans du Baume du Pérou, son extrémité qui dépasse la pulpe de l'orteil recourbé afin de se stabiliser dans le plâtre. La broche est laissée en plâtre 4 semaines.

Cette technique, sans être difficile, est délicate et nécessite douceur et doigté. Nous nous permettons de rappeler quelques précautions :

avant la section osseuse bien mettre à l'abri les parties molles, les tendons extenseurs et les interosseux afin que la scie oscillante ne puisse les détruire ;

la scie oscillante doit avoir des qualités, elle doit d'abord être montée sur un minimoteur, avoir un débattement faible et une certaine rigidité car le col de la 1^{re} phalange est plus solide qu'on ne croit ;

laisser suffisamment de corticale inférieure pour que celle-ci, doublée par son périoste, puisse après ostéoclasie, être un élément de stabilité de l'alignement phalangien.

Les résultats sont bons, la consolidation est régulière. Le seul reproche est la mobilité résiduelle de P1/P2 qui ne dépasse pas en flexion 30°, mais ceci est parfaitement suffisant pour la marche courante.

Équilibration des forces tendinomusculaires

Les transpositions tendineuses ont été proposées jadis à l'époque où elles étaient souvent pratiquées chez les poliomyélitiques et on les a proposées dans les cas de greffe proximale.

Transposition du long extenseur sur le métatarsien correspondant

Elle a été autrefois décrite par Judet et n'est plus guère pratiquée.

Transposition du long fléchisseur sur P1 (Lelièvre)

Incision plantaire transversale sous l'articulation IPP. Section des deux languettes du court fléchisseur plantaire. Section du tendon long fléchisseur au ras de son insertion sur la dernière phalange. Capsulotomie inférieure.

Le tendon du long fléchisseur est formé de deux portions accolées qu'on sépare pour les passer respectivement au ras de la face latérale correspondante de la 1^{re} phalange en direction d'une incision dorsale.

Les deux demi-tendons cravatent la face dorsale de P1 et sont suturés l'un à l'autre à la face dorsale de P1.

De la sorte le long fléchisseur devient fléchisseur et abaisseur de P1 sur le métatarsien. Un sabot plâtré protège la fusion tendineuse pendant 4 semaines. Cette technique semble avoir donné de bons résultats immédiats à son auteur, mais la détérioration dans le temps a fait qu'elle n'a pas survécu et qu'elle est pratiquement abandonnée par une majorité de chirurgiens.

Techniques inspirées par les interdépendances tendineuses et musculaires (fig 5 A, B)

Interdépendance entre le fléchisseur commun des orteils (faisceau pour le 2^e orteil) et le fléchisseur propre du gros orteil

Fléchisseur commun des orteils et fléchisseur propre du gros orteil ne sont pas indépendants, ils sont unis par une « anastomose tendineuse » (fig 5 B) en aval de leur croisement à la plante du pied. Le fait anatomique a été décrit par les anciens anatomistes : Rouvière et Latarjet en font état dans leurs ouvrages et leurs figures.

Gauthier a eu l'idée d'attribuer à cette anastomose un rôle dans l'apparition de la griffe du 2^e orteil concomitante à l'allux valgus ou secondaire à l'arthrodèse MP du 1^{er} rayon. Il désigne le fait sous le nom de « syndrome de l'attelage ».

« Toutes les causes qui modifient la longueur d'un tendon au niveau des orteils créent une rupture de l'équilibre du système tendineux, puis un déséquilibre entre la chaîne osseuse et la chaîne ligamentaire : la griffe de l'orteil apparaît. »

Cette hypothèse séduit l'esprit : de l'esprit à l'action il n'y a qu'un pas : la proposition de sectionner cette anastomose pour désolidariser les deux tendons, Gauthier l'a exécutée : les résultats ont été bons mais non réguliers et il s'oriente actuellement vers une équilibration plus fine des tendons extenseurs et fléchisseurs. C'est donc une voie de recherche qui méritait d'être exprimée.

Interdépendance du fléchisseur commun des orteils et du court fléchisseur plantaire (Schnepp et Carret)

Chez l'adulte

Le pied creux de l'adulte comporte la verticalisation des métatarsiens, et par voie de conséquence une griffe des orteils : nous avons remarqué que la thérapeutique du pied creux de l'adulte s'adressant à des gestes osseux (ostéotomie métatarsienne, opération de Meary, résection arthrodèse médiotarsienne à base dorsale), non seulement réduisait la déformation du creux de la voûte, mais ipso facto le raccourcissement rétablissait un nouvel équilibre de la chaîne osseuse avec la chaîne des tendons rétractés.

Chez l'enfant

Le pied creux a un caractère progressif ; tout se passe comme si l'os en se développant n'était pas accompagné dans son allongement par un développement aussi rapide des parties molles de l'aponévrose plantaire et des fléchisseurs des orteils. La griffe apparaît progressivement en raison d'un squelette trop long pour des parties molles trop courtes.

Chez l'enfant toute chirurgie de raccourcissement osseux est interdite pendant toute la période de croissance et de fait, on se contente le plus souvent de semelles orthopédiques, de port d'un talon un peu plus haut que la normale, d'une chaussure plus longue pour donner de la place à la griffe des orteils.

Cet interdit nous a conduit à repenser l'opération de Steindler, opération ancienne dont les chirurgiens s'étaient détournés probablement en raison de ses mauvais résultats : ténotomie des parties molles de la voûte plantaire faite à l'aveugle sur l'aponévrose plantaire, les muscles plantaires, et dangereuse pour les nerfs et vaisseaux plantaires.

Cependant, conscients du rôle du court fléchisseur plantaire, de la chair carrée de Sylvius et de leurs relations avec le fléchisseur commun des orteils, nous

avons repris l'idée de Steindler mais à ciel ouvert, en désinsérant sous le contrôle de la vue non seulement l'aponévrose plantaire de son insertion sur la grosse tubérosité calcanéenne, mais également le court fléchisseur plantaire et la chair carrée de Sylvius de leurs insertions calcanéennes : nous avons obtenu régulièrement non seulement un abaissement de la voûte plantaire mais surtout, une détente de la griffe qui devient parfaitement réductible.

En revanche, pour que les résultats lointains soient satisfaisants, il faut opérer l'enfant avant 5 ou 6 ans. Cette opération pratiquée sous le contrôle de la vue ne doit présenter aucun risque : il n'en reste pas moins qu'à cet âge souvent les familles hésitent et l'accord n'est en général obtenu que lorsque dans la famille de l'enfant un père ou une mère ou un grand-père sont handicapés par un pied creux majeur.

Il ne nous est pas possible de proposer cette technique comme une méthode de certitude, mais il n'en reste pas moins que les cas que nous avons opérés avant 5 ou 6 ans et revus à 18 ans (à l'occasion d'une demande d'exemption de service armé) nous ont convaincus que la voie était bonne et les résultats appréciables. Malheureusement, dans ce domaine aussi limité et aussi précis, il est difficile d'apporter de grandes statistiques et seul l'avenir pourra dire si cette voie doit être maintenue.

Haut de page

INDICATIONS THÉRAPEUTIQUES

Dans un domaine encore en évolution, il convient d'être prudent et d'exprimer seulement quelques idées directrices.

Notion de réductibilité de la lésion

Soit la réductibilité manuelle peut être obtenue au niveau d'une griffe des orteils : il n'y a aucune raison apparente de proposer un geste chirurgical. L'association, au point de vue thérapeutique, d'une semelle orthopédique à appui rétrocapital, d'une rééducation bien conduite, enfin l'exigence d'un chaussage correct, permettent de soulager les malades et de stabiliser la griffe.

Soit l'irréductibilité de la griffe est totale ou partielle : le geste chirurgical apparaît nécessaire ; l'idée directrice est d'une part, supprimer les lésions anatomopathologiques de rétraction, de distension et de déséquilibre tendineux, bref rétablir l'alignement entre chaîne osseuse et chaîne ligamentaire et tendineuse, d'autre part traiter la cause.

Suppression des lésions anatomopathologiques

Lésions de rétraction

Articulation MP : arthrolyse dorsale et latérale (avec si nécessaire, allongement du tendon extenseur et des lames interosseuses correspondantes).

Articulation phalangophalangienne proximale : capsulotomie inférieure et raccourcissement de la chaîne osseuse.

Lésion de distension

Au niveau de la MP vérifier la partie inférieure de la capsule : si elle est rompue, la suturer.

Pour l'articulation P1/P2 la capsulorraphie ligamentaire et tendineuse à la face dorsale de l'articulation suffit.

Traitement de la cause

Relèvement de la tête métatarsienne, alignement correct des têtes métatarsiennes tant sur le plan de leur longueur que de leur situation dans un plan vertical, régularisation de l'angle d'attaque des métatarsiens par rapport au sol.

A ces notions générales s'ajoute la notion des cas particuliers.

Griffe associée à une pathologie du premier rayon

Griffe du 2^e associée à l'hallux valgus

Cette griffe est liée au surmenage de la 2^e tête métatarsienne parce que le varus du 1^{er} métatarsien réalise un raccourcissement relatif et associé au valgus phalangien et à la rotation phalangienne, détermine un déficit d'appui pulpaire du 1^{er} rayon. La charge se reporte de toute évidence sur la tête du 2^e métatarsien qui s'abaisse, la griffe apparaît.

Cependant - et Groulier le rappelait récemment - 80 % des métatarsalgies associées à l'hallux valgus disparaissent si l'on a pu corriger parfaitement et totalement les différents désaxages de l'hallux valgus. Cela veut dire que le traitement chirurgical de la griffe du 2^e métatarsien ne doit pas être systématiquement associé à la cure d'hallux valgus et nous avons effectivement constaté que la prescription pendant 1 an d'une semelle orthopédique d'appui rétrocapital suffisait souvent à remettre en bonne attitude le 2^e rayon.

En revanche si la griffe n'est pas réductible et que les rétractions articulaires sont patentes, rien ne sert d'attendre. Il faut donc associer au traitement de l'hallux valgus celui de la griffe du 2^e orteil : libération des parties molles rétractées à la face dorsale de l'articulation MP et à la face plantaire de l'articulation P1/P2, rééquilibration de la chaîne osseuse et de la chaîne tendineuse en relevant la tête du 2^e métatarsien par ostéotomie de relèvement, et parfois raccourcissement si le 2^e métatarsien est manifestement trop long. Après l'opération, pendant 1 an le port d'une semelle orthopédique à appui rétrocapital aide la récupération.

Hallux brevis

Quelle que soit son étiologie : congénitale (pied ancestral), post-traumatique, iatrogène (échec de la chirurgie de l'hallux valgus) le point commun est la situation de la tête du 1^{er} métatarsien en retrait par rapport à la courbe des autres têtes métatarsiennes. Là aussi il en résulte un surmenage sur la tête du 2^e et parfois du 3^e métatarsien et un abaissement de leur tête suivi de l'apparition d'une griffe. Si aucune semelle orthopédique ne permet la réduction, la chirurgie devient nécessaire.

Il faut réaligner les têtes métatarsiennes, soit par allongement du 1^{er} métatarsien : c'est possible mais difficile, soit par arthrodèse MP qui crée un nouvel équilibre articulaire du 1^{er} rayon au niveau de P1-P2.

Mais on peut aussi bien envisager le raccourcissement des métatarsiens 2, 3 et 4

par des ostéotomies (qui exigent d'être parfaitement calculées).

Griffes globales intéressant deuxième, troisième et quatrième rayons

Elles sont dues le plus souvent à un défaut structural du pied (pied plat et pied creux en sont les étiologies les plus courantes).

Avant-pied rond du pied plat avec griffe 2, 3, 4

Tout pied plat comporte un certain degré « d'anesthésie musculoligamentaire » parfois même un certain degré de laxité. Il en résulte un étalement de l'avant-pied qui s'élargit en palette au niveau de la transversale des têtes métatarsiennes. La chaussure de « M Tout le Monde » n'a pas une largeur suffisante pour habiller ce type de pied et de ce fait les têtes de M1 et de M5 s'appuient sur les quartiers de la chaussure, c'est-à-dire en dehors de la semelle. La résultante en est une surcharge M2, M3, M4 et un abaissement des têtes métatarsiennes correspondantes par rapport à M1, M5.

Là encore, si une semelle orthopédique suffit dans un grand nombre de cas à corriger une griffe réductible, un certain pourcentage de patients nécessite une correction chirurgicale en raison de l'irréductibilité : c'est alors l'ostéotomie de relèvement des têtes métatarsiennes 2, 3 et 4, indication classique, qui suffit le plus souvent : il est rare qu'il faille associer une arthrolyse MP ou P1/P2 complémentaire.

Avant-pied rond du pied creux avec griffe des orteils

Le pied creux de l'adulte comporte, outre un dénivelé entre l'avant-pied et l'arrière-pied, une verticalisation des métatarsiens et une griffe des orteils. En général le chirurgien ne voit le patient qu'à un stade très avancé, après épuisement de toutes les possibilités d'adaptation de chaussures à talon, de semelles orthopédiques moulant la voûte plantaire pour mieux répartir les pressions : la griffe est le plus souvent non ou peu réductible en raison du déséquilibre entre une chaîne osseuse trop longue pour une chaîne tendineuse rétractée.

A ce stade ce sont les classiques interventions du pied creux : ostéotomie métatarsienne de relèvement de la tête, opération de Meary, ou encore résection arthrodèse à base dorsale du médiopied, qui permettent, en réorientant l'avant-pied et en raccourcissant la chaîne osseuse, de rétablir son équilibre avec la chaîne tendineuse. Même s'il persiste après ces interventions une légère griffe des orteils, le plus souvent une orthèse ou bien une orthoplastie antalgique est une solution facilement acceptée par les patients. Si la griffe résiste, extrêmement rigide, non réversible et rebelle à toute thérapeutique, il faut intervenir : les arthrolyses MP de P1/P2 suffisent le plus souvent à donner le résultat.

Chez l'enfant le problème est tout différent : le pied creux est beaucoup mieux toléré, la griffe est longtemps parfaitement réductible si bien que le chirurgien n'a pas sa place. Cependant, une famille instruite par des antécédents de pied creux grave, demande parfois de faire « quelque chose » : dans ces cas, à condition que l'on intervienne avant l'âge de 5 à 6 ans, l'opération de Steindler modernisée peut être proposée : malheureusement le nombre de cas que nous avons réalisés est encore trop faible pour que l'on puisse en faire une thérapeutique préventive de routine, mais il nous semblait utile d'en parler.

Griffe en relation avec des anomalies mal codifiées des métatarsiens

les radiographies dorsoplantaires, appellent l'ostéotomie de raccourcissement électif de M2 et M3 avec ostéosynthèse (pour rester parfaitement précise et contrôlée). Ce sont la qualité et la rigueur du geste qui feront le bon résultat.

Agénésie de M4 et dysharmonie des métatarsiens en général : en principe les troubles relèvent des semelles orthopédiques. Il est rare qu'un geste chirurgical soit nécessaire, mais il faut, si on l'envisage, être prudent et connaître les anomalies vasculaires qui risquent de provoquer des phénomènes de nécrose parfois inattendus.

Problème de la prévention de la griffe du deuxième orteil apparaissant après arthrodèse métatarsophalangienne du premier rayon

Il s'agit là d'un problème d'interprétation de la cause de cette griffe. Il semble que le raccourcissement du squelette du 1^{er} rayon, du fait de l'arthrodèse, détermine un recul du système ligamentaire et tendineux fléchisseur et là intervient l'interdépendance entre fléchisseur propre du gros orteil et fléchisseur commun des orteils : c'est le syndrome de l'attelage qui s'exprime et dont la réponse est peut-être la section de l'anastomose entre fléchisseur commun profond et fléchisseur propre du gros orteil. Cette section ne donne pas toujours des résultats constants : faut-il aller plus loin et faire une équilibration des tendons extenseur et fléchisseur ? Il est encore impossible d'affirmer ou d'infirmier une indication.

Haut de page

CONCLUSION

La chirurgie de la griffe des orteils (en dehors des affections neurologiques) est en pleine évolution. Pendant longtemps son but était la correction de la déformation, moyen de rendre le chaussage indolore.

Actuellement la cure de la déformation reste certes le geste incontournable, mais la meilleure connaissance des lésions, et surtout de leurs causes et de leurs mécanismes, a conduit les chirurgiens tout naturellement à en tenir compte dans leur protocole opératoire, avec pour récompense la diminution du pourcentage des récidives et la possibilité d'envisager même la prévention des déformations à leur tout début.

Références

- [1] Giannestras. N° 3 Foot disorders. Medical and surgical management. Philadelphia : Lea and Febiger, 1973 ; 410-443
- [2] Groulier, Curvale, Franceschi. Réflexion à propos des ostéotomies des métatarsiens moyens. Podologie 85. Paris : Expansion Scientifique Française, 1985 ; 87-102
- [3] Kelikian H. Hallux valgus, allied deformities of the forefoot and metatarsalgia. Philadelphia, London : WB Saunders : 282-335
- [4] Lelièvre J. Pathologie du pied. Masson (2^e ed). 1961 ; Griffe des orteils externe : 731-735 ; Griffe des orteils (orteil en marteau) : 449-459
- [5] Valtin B. Traitement des griffes des orteils par arthroplastie sans brochage. Podologie 89. Paris : Expansion Scientifique Française, 1989 ; 47-49
- [6] Valtin B. Griffes statiques des orteils - clinique et traitement. Médecine et chirurgie du pied. 1991 ; 7-1, 15-17
- [7] Voutey H. Manuel de chirurgie orthopédique et de rééducation du pied. Déformation de l'avant-pied. Masson ; 1978 ; 136-158

Fig 1 :

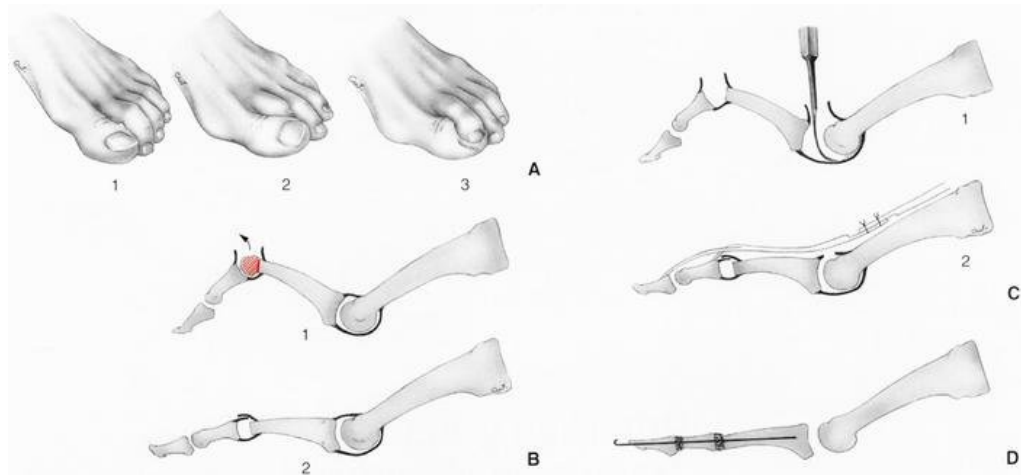


Fig 1 :

A. 1. Griffe proximale ; 2. griffe infraductus ; 3. griffe supraductus.

B. 1. Résection partie distale P1 ; 2. alignement osseux.

C. Résection partie distale P1 + arthrolyse métacarpophalangienne ; 2. alignement de l'orteil.

D. Arthrodèse P1-P2 et P2-P3.

Fig 2 :

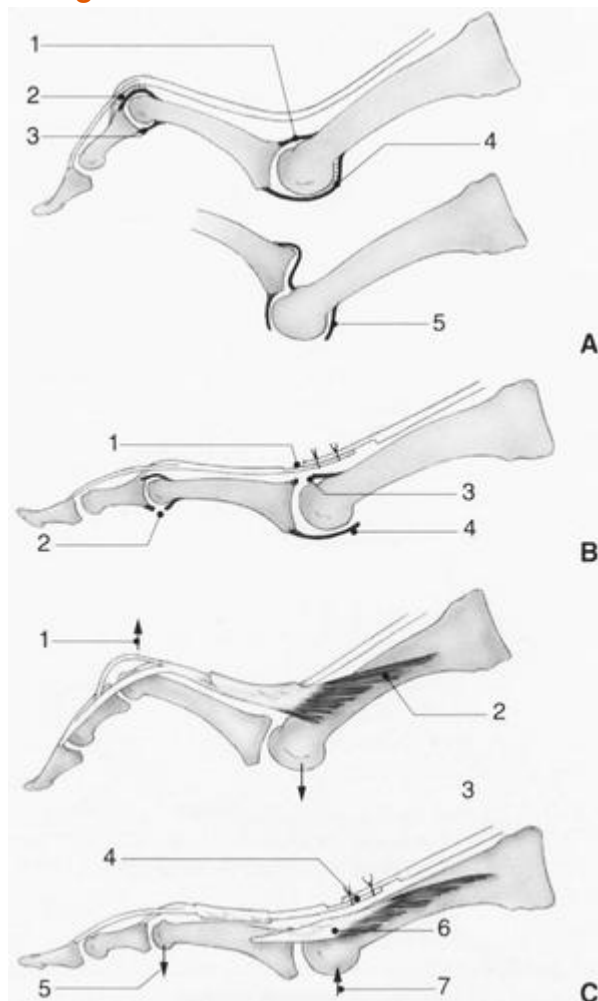


Fig 2 :

A. 1. Rétraction capsule métacarpophalangienne (MP) ; 2. adhérence capsule-tendon extenseur ; 3. rétraction capsule P1-P2 ; 4. adhérence capsule - tête du métatarsien ; 5. rupture plantaire capsule MP.

B. 1. Allongement tendon extenseur ; 2. capsulotomie plantaire P1-P2 ; 3. capsulotomie dorsale MP ; 4. capsulotomie plantaire MP.

C. 1. Ascension tête P1 ; 2. l'interosseux exagère la griffe ; 3. abaissement tête métatarsien ; 4. allongement tendon extenseur ; 5. abaissement tête P1 ; 6. ténotomie allongement interosseux ; 7. relèvement tête métatarsienne.

Fig 3 :

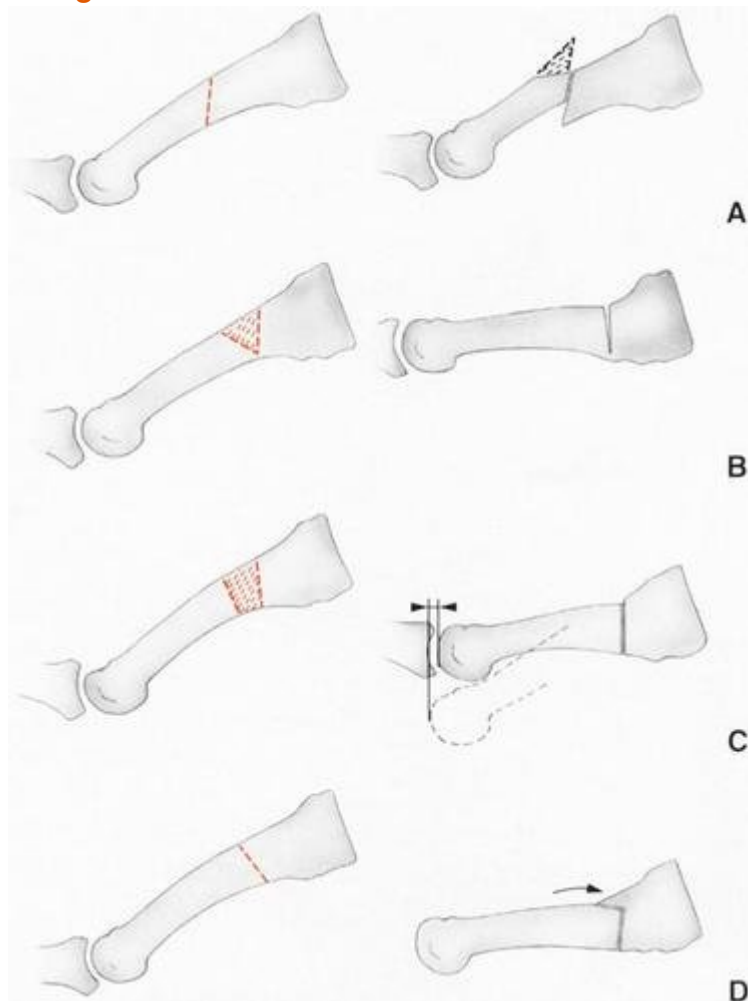


Fig 3 :

A. Technique de Héral.

B. Ostéotomie basimétatarsienne.

C. Ostéosynthèse par plaque et vis.

D. Ostéotomie en chevron.

Fig 4 :

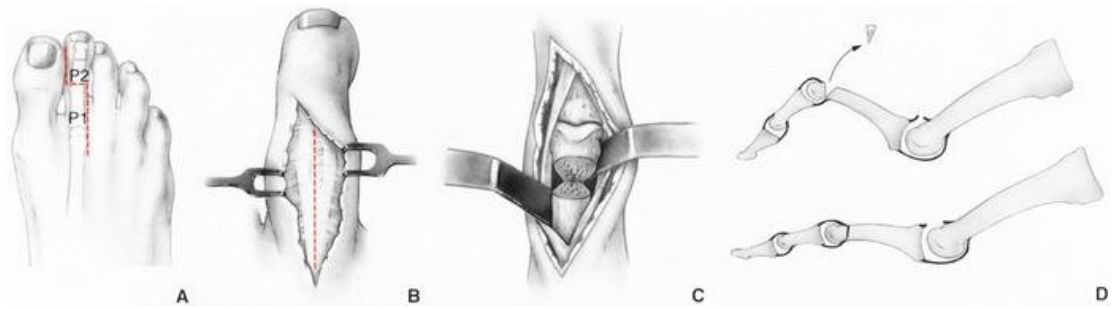


Fig 4 :

A, B. Voie d'abord dorsale.

C, D. Taille d'un coin osseux à base dorsale.

Fig 5 :

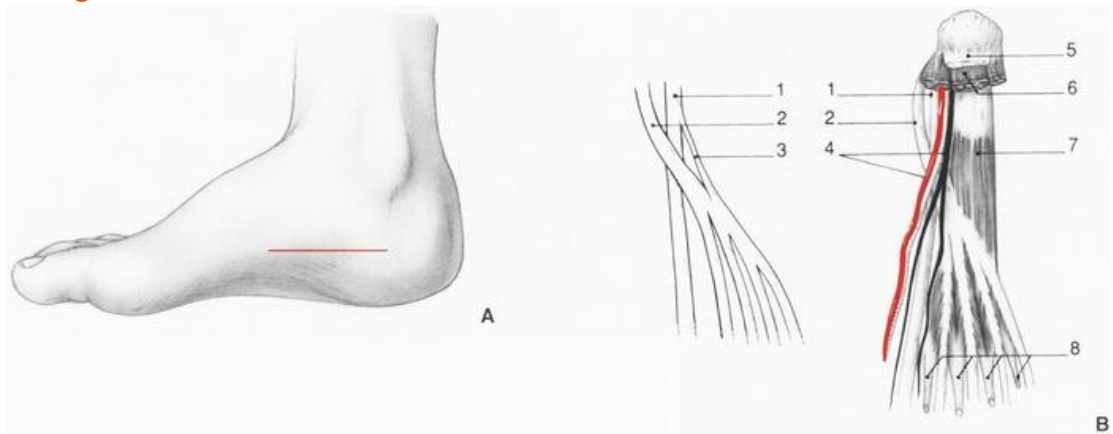


Fig 5 :

A. Voie d'abord interne.

B. 1. Fléchisseur propre du gros orteil ; 2. fléchisseur commun des orteils ; 3. anastomose entre fléchisseur commun des orteils et fléchisseur propre du gros orteil « attelage » ; 4. paquet vasculonerveux plantaire ; 5. aponévrose plantaire ; 6. court fléchisseur plantaire ; 7. chair carrée de Sylvius ; 8. lombricaux.



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-925]

Ostéotomies des métatarsiens dans les métatarsalgies statiques

Pierre Groulier : Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux
Georges Curvale : Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux
Barbara Piclet-Legre : Chef de clinique, assistante
François Kelberine : Chirurgien des Hôpitaux
Hôpital de la Conception, 147, boulevard Baille, 13385 Marseille cedex 5 France

Résumé

Parmi les métatarsalgies, les plus fréquentes, et de loin, sont celles liées aux troubles statiques de l'avant-pied. Nous en excluons d'emblée les hyperappuis globaux (dans le cadre d'un pied creux ou d'un pied équin), pour ne retenir que ceux concernant les métatarsiens moyens. Huit fois sur dix ils relèvent du seul traitement de la dysorientation du premier rayon, et éventuellement des orteils. Plus rarement, leur traitement chirurgical passe par une ou plusieurs ostéotomies métatarsiennes, visant à diminuer les contraintes sur les métatarsiens correspondants.

© 1995 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

[Haut de page](#)

PHYSIOPATHOLOGIE

L'hyperappui d'un ou plusieurs métatarsiens peut être la conséquence d'une anomalie

relative soit de la pente, soit de la longueur métatarsienne ^[12].

La pente métatarsienne est normalement dégressive du 1^{er} au 5^e métatarsien, de telle sorte que les appuis métatarsiens soient équilibrés. Elle est définie par l'angle, sur une radiographie de profil en charge, entre l'horizontale et l'axe du métatarsien. Toute anomalie de pente métatarsienne peut aboutir à un trouble de la hauteur, ou altitude, d'une ou plusieurs têtes métatarsiennes. Par défaut elle conduit à un hyperappui sur les têtes métatarsiennes voisines, par excès elle entraîne une surcharge sur les rayons concernés ; l'exemple le plus habituel étant le pied rond antérieur.

La longueur relative des métatarsiens est habituellement telle que les têtes métatarsiennes sont, en charge, harmonieusement alignées sur une courbe dans le plan horizontal : le 2^e métatarsien discrètement plus long que le 1^{er} ; la longueur des 3^e, 4^e et 5^e diminuant de dedans en dehors. On conçoit que toute anomalie de longueur, positive ou négative, traumatique, congénitale ou iatrogène, d'un ou plusieurs métatarsiens, puisse conduire à un trouble de répartition des contraintes distales, statiques, mais aussi dynamiques pendant le déroulement du pas.

Ces deux anomalies, frontale et sagittale, sont diversement associées, parfaitement analysables par l'examen clinique et radiographique.

Haut de page

BILAN PRÉOPÉRATOIRE

Clinique

Il retrouve habituellement les deux stigmates de l'hyperappui : douleur en zone d'appui et durillon plantaire correspondant.

Radiographique

Il comporte essentiellement trois clichés en charge :

- cliché de face en charge montrant bien l'alignement horizontal des têtes métatarsiennes ;

- cliché de profil en charge permettant l'analyse des arches longitudinales du pied, et des pentes métatarsiennes ;

- incidence de type Meary, arrière-pied de face en charge avec cerclage radio-opaque de l'arrière-pied, celui-ci étant au mieux surélevé par une talonnette radiotransparente permettant d'analyser l'alignement frontal des têtes métatarsiennes et leur hauteur respective par rapport au sol.

Classification

Ce bilan radioclinique permet de classer la métatarsalgie moyenne statique en métatarsalgie globale ou localisée à un des métatarsiens moyens.

Les métatarsalgies globales intéressent les trois métatarsiens moyens, dans le cadre d'un pied rond antérieur. L'hyperappui siège sous la tête des métatarsiens moyens. Il n'est que la conséquence du défaut d'appui du 5^e métatarsien mais surtout du 1^{er}, dû à l'étalement de la palette d'une part, à l'hallux valgus et à la griffe des orteils d'autre part.

Les métatarsalgies localisées, correspondent à une surcharge d'un métatarsien du fait d'une anomalie de hauteur ou de longueur, architecturale ou fonctionnelle.

L'exemple le plus courant étant le syndrome de surcharge du 2^e rayon. On peut également en rapprocher les ostéochondrites des têtes métatarsiennes, 2^e ou 3^e le plus souvent.

Haut de page

OSTÉOTOMIES BASIMÉTATARSIENNES

Voie d'abord

La voie d'abord dorsale « brisée », intermédiaire entre un abord longitudinal et l'incision transversale, nous semble la plus commode (**fig. 1**). Elle permet l'abord des trois bases métatarsiennes. Le patient est installé à plat-dos, sous garrot pneumatique, sous anesthésie générale ou locorégionale. Un billot placé sous la fesse ou sous la cuisse corrige la rotation externe spontanée de hanche, plaçant le gros orteil au zénith. Les espaces intermétatarsiens sont aisément palpés ainsi que les diaphyses des 2^e et 3^e métatarsiens. L'incision est en S allongé centrée sur le 3^e métatarsien, selon un grand axe discrètement oblique d'arrière en avant, de dehors en dedans, de façon à croiser le moins possible la direction des branches de division du nerf musculocutané qui assure la sensibilité dorsale des orteils. L'incision ne dépasse pas en dedans l'axe du 2^e métatarsien restant ainsi à distance du pédicule pédieux. La peau et le tissu sous-cutané étant très fins, l'incision est réalisée avec prudence jusqu'à ce que les éléments sous-cutanés soient reconnus, l'hémostase des petites veines superficielles faite, les filets nerveux évités. Les métatarsiens sont abordés par la face dorsale en respectant et en écartant les tendons de l'extenseur commun des orteils. Les insertions des muscles interosseux sont ruginées, exposant ainsi la métaphyse de chacun des métatarsiens concernés jusqu'à la convergence des bases des métatarsiens adjacents. La mise en place de petits écarteurs à bec de part et d'autre des métatarsiens à ostéotomiser, complète l'exposition et protège les plans superficiels.

Ostéotomie de raccourcissement

Principes

Le raccourcissement est réalisé par l'ablation d'une tranche de métatarsien, métaphysaire, réalisée par deux traits d'ostéotomie parallèles. L'importance du recul est calculée d'après les clichés préopératoires de face en charge avec repère millimétrique. Le recul effectué doit permettre au métatarsien de s'inscrire sur une ligne courbe harmonieuse reliant le 1^{er} au 5^e métatarsien. Il faut insister sur le soin qu'il faut mettre à mesurer l'accourcissement souhaitable. Pécher par défaut expose à l'inutilité du geste, pécher par excès conduit à la suppression de l'appui sur le métatarsien correspondant et à la surcharge des rayons adjacents où apparaîtront à nouveau durillons et métatarsalgies. Il ne faut donc pas que le 2^e métatarsien soit en retrait par rapport au 1^{er}, mais plutôt qu'il reste discrètement plus long. La mesure, sur les radiographies préopératoires, consiste à tracer l'axe du 1^{er} métatarsien, puis sa perpendiculaire tangente à son extrémité distale (**fig. 2**). Cette tangente coupe l'axe du 2^e métatarsien en un point qui correspond au niveau souhaité pour la situation de la 2^e tête. On a ainsi la valeur de la soustraction à effectuer au niveau du 2^e métatarsien. Le recul du 3^e métatarsien est mesuré de telle sorte que sa tête ne soit que discrètement en retrait par rapport à la 2^e tête précédemment dessinée. Ceci peut être fait en traçant la perpendiculaire à l'axe du 3^e métatarsien, tangente à la tête du 2^e métatarsien précédemment dessinée. On en déduit le raccourcissement à réaliser sur le 3^e métatarsien et la nouvelle position de sa tête. Plus simplement, l'accourcissement du 3^e peut être apprécié, comme celui du 4^e d'ailleurs, en traçant la courbe tangente aux pôles distaux des 1^{er}, 2^e et 5^e métatarsiens.

Cette ostéotomie de recul est indiquée quand il existe une nette anomalie de longueur relative des métatarsiens : brièveté importante du 1^{er} métatarsien presque toujours acquise et le plus souvent iatrogène (après intervention de Mayo par exemple) ;

métatarsomégalie importante et assez rare des 2^e ou 3^e rayons.

Réalisation

L'ostéotomie est réalisée successivement sur chacun des métatarsiens envisagés (le plus souvent sur les trois métatarsiens moyens). La base est exposée comme il a été dit précédemment entre deux petits écarteurs. L'ostéotomie est réalisée avec une petite scie oscillante (fig. 3). Les deux traits d'ostéotomie sont tracés sans être complétés : le premier, proximal, immédiatement en aval de la partie jointive des bases métatarsiennes, perpendiculairement à l'axe du métatarsien. Le deuxième, distal, strictement parallèle au premier, après avoir reporté à l'aide d'une règle millimétrée la mesure réalisée sur le calque préopératoire, en tenant compte de l'épaisseur de la lame de scie, pour chacune des deux ostéotomies (pour ne pas être trop généreux).

L'ostéosynthèse peut être réalisée au fil d'acier de 6 à 7 dixièmes de millimètre, bicorticale comme la faisait Mau [15], ou n'intéressant que la corticale dorsale, ce qui est beaucoup plus simple. Il paraît préférable, pour éviter l'immobilisation plâtrée, d'utiliser une petite plaque en tube à minifragment à quatre trous. Avant que les ostéotomies ne soient complétées, la plaque est présentée sur le métatarsien de façon à ce que deux trous soient situés en aval du trait distal partiellement tracé. Ces deux trous sont forés à la mèche, puis mesurés de façon à préparer les deux vis de tailles adaptées. Les ostéotomies sont alors complétées, permettant la résection d'un cylindre osseux en veillant à respecter le parallélisme des traits de scie pour éviter une désaxation du métatarsien dans le plan sagittal ou horizontal.

La plaque est alors vissée sur le fragment distal, à l'emplacement préalablement préparé. Les deux faces de l'ostéotomie sont alors affrontées en s'aidant de la plaque déjà fixée au fragment distal. Un petit davier crabe s'appuyant sur le trou proximal maintient la compression pendant que l'on insère la troisième vis. La dernière vis est alors mise en place. Ce geste est renouvelé pour chacun des métatarsiens à raccourcir. La fermeture est réalisée sur drainage filiforme par crins de Florence.

Suites opératoires

L'ostéosynthèse stable dispense d'immobilisation. L'appui sur l'avant-pied est différé jusqu'au 45^e jour. En cas d'ostéosynthèse précaire (cerclage), une botte ou un sabot plâtré est réalisé permettant un appui au 30^e jour ; il sera enlevé entre le 45^e et le 60^e jour.

Ostéotomie de relèvement

Principes et indications

Le but des ostéotomies de relèvement est de corriger l'abaissement relatif des têtes métatarsiennes moyennes, afin de replacer toutes les têtes à la même altitude. Ces ostéotomies peuvent donc être indiquées quand il n'y a pas d'anomalie flagrante de longueur métatarsienne, mais plutôt un trouble de la pente métatarsienne. Dans le pied rond antérieur, même si l'anomalie semble n'intéresser quelquefois que les 2^e et 3^e métatarsiens, l'expérience montre qu'il est préférable de toujours réaliser l'ostéotomie sur les trois métatarsiens moyens (2^e, 3^e et 4^e inclusivement). Les ostéotomies de soustraction cunéiformes dorsales avec ostéosynthèse ne permettent pas un calcul précis du relèvement à effectuer et exposent donc à des excès. Il faut leur préférer les techniques d'ostéotomie autostables, comme entre autres, l'ostéotomie en chevron proposée par Denis [5], confiant à l'appui précoce le réglage automatique du relèvement.

Réalisation de l'ostéotomie de relèvement en chevron

La voie d'abord est identique. La base du métatarsien est exposée entre deux petits écarteurs à bec. L'ostéotomie en chevron comporte deux plans de coupe formant un dièdre

ouvert en avant de 60 à 90° (**fig. 4**). Les ostéotomies sont réalisées à l'aide d'une petite scie oscillante de telle sorte que chaque coupe soit en zone métaphysoépiphysaire, spongieuse. L'arête du dièdre est proximale, à quelques millimètres de la surface articulaire tarsométatarsienne qu'elle ne doit pas atteindre. Il est préférable, dans ce but, de repérer l'interligne tarsométatarsien avec une aiguille. Cette arête est orientée en bas et en arrière, perpendiculaire à l'axe du métatarsien afin que l'ostéotomie soit stable lors de la mise en charge. Cette convergence des deux plans d'ostéotomie, si elle était verticale, perpendiculaire au sol, exposerait à une subluxation dorsale du segment distal. Il faut veiller à ce que l'ostéotomie soit complète, notamment sur son versant plantaire. Il faut alors s'assurer, en soulevant verticalement la tête métatarsienne que celle-ci est mobile, et si les ostéotomies ont été réalisées pour traiter un pied rond, que celui-ci s'efface. On peut, par traction dans l'axe du métatarsien, désengrener le chevron puis l'impacter plus bas dans le fragment proximal pour assurer la correction. On s'expose ainsi à un excès de relèvement. Mieux vaut pour avoir plus de liberté de mouvement, réaliser une ostéotomie en chevron discrètement plus large au dos du métatarsien 1 ou 2 mm de plus) qui permettra spontanément un meilleur réglage du niveau des têtes métatarsiennes. La plaie est refermée comme précédemment, à points séparés sur drainage filiforme.

Suites opératoires

L'appui est repris dès les tout premiers jours (au 3^e jour postopératoire dans notre pratique). L'intérêt de cette méthode est en effet le réaligement spontané des têtes métatarsiennes, garanti par la reprise d'appui précoce. C'est un avantage que cette technique partage avec d'autres types d'ostéotomies obliques. Mais son intérêt particulier est son siège métaphysoépiphysaire, qui assure la consolidation et évite les disgrâces morphologiques entraînées par le déplacement des diaphyses métatarsiennes et les cals souvent vicieux reconnus sur les radiographies de contrôle faites à distance. Après ostéotomie en chevron, la consolidation est habituellement acquise au 30^e jour.

Ostéotomies mixtes de relèvement-raccourcissement

Elles visent à réaliser à la fois un alignement des têtes métatarsiennes sur l'horizontale, et un recul des métatarsiens trop longs.

Ostéotomie de soustraction trapézoïdale

Elle est réalisée selon la même technique que celle déjà exposée pour les ostéotomies de raccourcissement, mais l'ostéotomie de soustraction n'est pas faite selon deux plans parallèles mais selon deux plans convergents en bas (**fig. 5**). L'angle de convergence des deux plans d'ostéotomie est le même que celui du relèvement souhaité. L'ostéosynthèse est réalisée par une plaque vissée. Les difficultés évidentes du réglage de cette ostéotomie exposent à un risque élevé d'excès de correction. Les techniques suivantes, ne comportant pas d'ostéosynthèse rigide et autorisant un appui plus précoce lui seront souvent préférées.

Ostéotomies obliques basimétatarsiennes

La technique de Giannestras comporte une ostéotomie oblique dans la base métatarsienne, suivie d'un remodelage des extrémités de façon à impacter le versant distal de l'ostéotomie dans la base du métatarsien (**fig. 6**). Les deux tiers proximaux du métatarsien sont abordés en sous-périosté. Une ostéotomie oblique est réalisée, débutant à 1,5 à 2 cm de l'articulation tarsométatarsienne correspondante. L'ostéotomie est préparée à la mèche fine, en timbre-poste, elle mesure environ 3 cm de long. Le raccourcissement voulu est fait par résection distale du fragment proximal. La pointe proximale du fragment distal est plus économiquement réséquée. L'ostéosynthèse au fil est préparée en forant un orifice à 8 mm de l'ostéotomie, sur chacun des deux fragments. Si l'extrémité proximale du fragment distal ne peut s'impacter correctement dans la base du fait de l'épaisseur de la diaphyse, elle peut être façonnée à l'aide d'un rongeur, prudemment jusqu'à ce qu'elle puisse pénétrer

dans la base métatarsienne. Un fil d'acier (ou un fil résorbable de fort calibre) est mis en place dans les orifices précédemment forés. La diaphyse est saisie avec un davier et poussée dans le fragment proximal. Le fil est ensuite tendu et serré. La stabilité du montage autorise habituellement une reprise de l'appui partiel dès les premiers jours postopératoires, ce qui permet une adaptation spontanée de la hauteur des têtes métatarsiennes.

La technique d'ostéotomie oblique sagittale de Delagoutte ^[3] est voisine de la précédente. Elle comporte le même type d'ostéotomie oblique, très longue, métaphyso-épiphysaire. Une deuxième ostéotomie, plus distale, parallèle à la première permet la résection d'un segment osseux de l'épaisseur correspondant au raccourcissement à obtenir (**fig. 7**). L'ostéosynthèse est réalisée par un cerclage au fil résorbable de fort calibre. Bien qu'il n'y ait pas d'autostabilité osseuse du montage comme dans la technique précédente, l'auteur autorise un appui partiel précoce, la longueur de l'ostéotomie étant favorable à une consolidation satisfaisante. L'appui complet est autorisé à la 2^e ou 3^e semaine pour favoriser l'autorégulation en hauteur des têtes métatarsiennes.

Haut de page

OSTÉOTOMIES DIAPHYSAIRES

Elles furent parmi les premières à être proposées (Meisenbach en 1916 ^[16] propose de simples ostéotomies transversales). Les techniques plus satisfaisantes comportent une simple et longue ostéotomie oblique diaphysaire (**fig. 8**), à l'union du tiers moyen et du tiers proximal (Gagnon ^[6]) ou à l'union du tiers moyen et du tiers distal (Helal ^[13]). Une simple pression plantaire sous les têtes métatarsiennes, refoulant les fragments distaux vers le haut, permet d'obtenir une correction de la déformation et met en évidence dans la voie d'abord les saillies osseuses saillantes qu'il faut réséquer. Ces techniques, relativement efficaces, exposent malheureusement à de possibles douleurs séquellaires liées au cal vicieux.

Haut de page

OSTÉOTOMIES SOUS-CAPITALES (FIG. 9 ET 10)

Comme les techniques précédentes, elles visent à raccourcir et éventuellement à relever une ou plusieurs têtes métatarsiennes.

Voies d'abord

Une voie unique dorsale peut être utilisée en S italique, transversale allongée de la tête du 2^e à celle du 4^e métatarsien, agrandie dans l'axe du 2^e orteil si nécessaire et éventuellement au dos du 4^e métatarsien proximale. Une fois la peau incisée et les berges cutanées modérément décollées, chaque col métatarsien peut être abordé séparément, au mieux à travers une dissociation longitudinale du tendon extenseur correspondant, en deux languettes pouvant éventuellement servir à l'allongement de ce tendon lors de la fermeture. Des voies longitudinales limitées peuvent être également utilisées centrées sur les espaces intermétatarsiens : une voie dorsale dans le 1^{er} espace permet l'abord de la 2^e tête métatarsienne et éventuellement un geste de libération externe de l'hallux valgus éventuellement traité dans le même temps. Les 3^e et 4^e têtes peuvent être abordées par une incision dans le 3^e espace intermétatarsien.

Techniques d'ostéotomie sous-capitales

Technique d'alignement-réenclavement de Regnault dérivée de la technique de Mac Keever ^[14]

Après section des cols métatarsiens, chaque tête métatarsienne est creusée puis réemboîtée sur l'extrémité distale de la diaphyse après l'avoir remodelée. Cette technique élégante, non dépourvue de difficulté, expose à la nécrose des têtes métatarsiennes par dévascularisation.

Ostéotomie sous-capitale de Gauthier

Décrite en 1974 ^[7], initialement pour le traitement des ostéochondrites métatarsiennes, elle est actuellement aussi utilisée dans les métatarsalgies avec luxation métatarsophalangienne. La base de la 1^{re} phalange de l'orteil correspondant, installée sur le dos de la tête métatarsienne, y a entraîné des lésions irréversibles du cartilage articulaire. L'incision habituelle est unique, longitudinale dorsale en baïonnette, centrée sur l'articulation atteinte. Le tendon extenseur est divisé longitudinalement, ce qui permettra éventuellement de l'allonger pour réduire une griffe de l'orteil concerné. Une arthrotomie longitudinale dorsale permet de faire le bilan précis des lésions. L'arthrolyse métatarsophalangienne doit être complétée, en particulier latéralement. La partie dorsale de la tête et du col est exposée en sous-périosté. Une ostéotomie cunéiforme à base dorsale est réalisée, emportant la zone cartilagineuse altérée, et le méplat lié à la luxation, mais en préservant une charnière postéro-inférieure qui doit rester intacte (fig. 9). Avant de compléter l'ostéotomie, la partie dorsale de la tête et du col, de part et d'autre du coin d'ostéotomie, ont été perforées pour permettre le passage d'un fil de nylon n° 3 ou d'un fil résorbable de fort diamètre qui assurera l'ostéosynthèse.

En s'aidant de l'orteil comme d'un poussoir, l'ostéotomie de soustraction est refermée, et stabilisée par serrage du point en cadre. Une broche transpulpaire aligne l'orteil pour une durée de 1 mois. La reprise de l'appui est possible au 45^e jour.

Ostéotomie horizontale sous-capitale de Weil, inspirée de celle de Barry-Johnson

Il s'agit d'une ostéotomie horizontale céphalo-métaphysodiaphysaire. Après arthrolyse plus ou moins importante selon l'enraidissement articulaire, la tête est exposée par deux petits écarteurs à bec de part et d'autre du col, l'aide maintenant l'orteil en flexion. Le trait d'ostéotomie réalisé avec une lame de scie oscillante étroite et longue, débute dans le cartilage céphalique, 3 mm en avant de son bord postérosupérieur (fig. 10). Il se dirige en arrière horizontalement, parallèle à la plante du pied, afin d'assurer une bonne stabilité à l'ostéotomie avec un large contact spongieux, tout en n'induisant aucun abaissement céphalique. La longueur du trait est la plus grande possible. L'ostéotomie achevée, le fragment céphalique recule automatiquement. On s'assure que le recul est conforme aux souhaits. On peut également modifier l'orientation de la tête métatarsienne dans le plan horizontal (par exemple pour corriger un coup de vent des orteils). La fixation est assurée par une broche fileté de 1,6 mm de diamètre, dirigée obliquement en bas et en avant, et coupée au ras de la corticale supérieure. L'extrémité distale du fragment proximal surmontant la tête métatarsienne est réséquée à la pince de Liston. Une fois l'ostéotomie réalisée, on juge de la nécessité d'allonger le tendon extenseur. L'appui sur l'avant-pied est autorisé au 21^e jour.

CONCLUSION

Les ostéotomies des métatarsiens moyens restent d'actualité dans la chirurgie moderne de l'avant-pied. Leurs indications sont cependant relativement rares, réservées à des situations bien particulières, et toujours intégrées dans le traitement de l'ensemble des troubles statiques de l'avant-pied, particulièrement de l'hallux valgus et des griffes des orteils.

Références

- [1] BAROUK LS L'ostéotomie cervico-capitale de Weil dans les métatarsalgies médianes. *Med Chir Pied* 1994 ; 10 (1) : 23-33
- [2] BARRY-JOHNSON J, PRICE TW Cross over second toe deformity : etiology and treatment. *J Foot Surg* 1989 ; 28 : 417-420
- [3] DELAGOUTTE JP. Les métatarsalgies. Cahier d'enseignement de la SOFCOT. Expansion Scientifique Française. Paris. 1992 ; pp 145-155
- [4] DELAGOUTTE JP, BONNEL F. Le pied. Pathologie et techniques chirurgicales. Masson. Paris. 1989 ; 309 p
- [5] DENIS A, HUBER-LEVERNIEUX CI, GOUTALLIER D Notre expérience de l'ostéotomie métatarsienne dans le traitement des métatarsalgies statiques. *Med Chir Pied* 1984 ; 1 : 85-88
- [6] GAGNON PA. L'ostéotomie métatarsienne oblique dans le traitement de la kératose plantaire. In : Podologie, tome VI. Masson. Paris. 1971 ; pp 215-230
- [7] GAUTHIER G Maladie de Freiberg ou deuxième maladie de Koehler. Propositions d'un traitement de reconstruction au stade évolué de l'affection (34 cas traités). *Rev Chir Orthop* 1974 ; 60 (suppl II) : 337-341
- [8] GIANNESTRAS NJ Plantar keratosis treatment by metatarsal shortening. *J Bone Joint Surg* 1966 ; 48A : 72-76
- [9] GIANNESTRAS NJ. Foot disorders medical and surgical management (2^e ed). Lea and Febiger. Philadelphie. 1976 ; pp 432-434
- [10] GROULIER P, CURVALE G, FRANCESCHI JP. Réflexions à propos des ostéotomies des métatarsiens moyens. In : Podologie 1985. Expansion Scientifique Française. Paris. 1985 ; pp 87-92
- [11] GROULIER P, POITOUT D, HEYRAUD JC, FRICK M. Traitement chirurgical de la brièveté du premier rayon. Monographie de podologie, troubles congénitaux et statiques du pied. Masson. Paris. 1982 ; pp 133-138
- [12] GROULIER P, VEROLA J. Le traitement chirurgical du pied rond antérieur. Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Expansion Scientifique Française. Paris. 1978 ; pp 5-27
- [13] HELAL B Metatarsal osteotomy for metatarsalgia. *J Bone Joint Surg* 1975 ; 57B : 187-192
- [14] KELIKIAN H. Hallux valgus, allied deformities of the forefoot and metatarsalgia. WB Saunders. Philadelphia and London. 1965 ; pp 346-351
- [15] MAU C Eine Operation des kontrakten Spreizfusses. *Zbl Chir* 1940 ; 67 : 667-670
- [16] MEISENBACH RO Painful anterior arch of the foot. *Am J Orthop Surg* 1916 ; 14 : 206-211
- [17] PINAUD JB Les métatarsalgies plantaires d'appui. Traitement chirurgical par alignement-réenclavement des têtes métatarsiennes de Regnaud. A propos d'une série de 100 cas. *Med Chir Pied* 1987 ; 3 : 179-185
- [18] REGNAULD B. Techniques chirurgicales du pied (1^{re} ed). Masson. Paris. 1974

© 1995 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

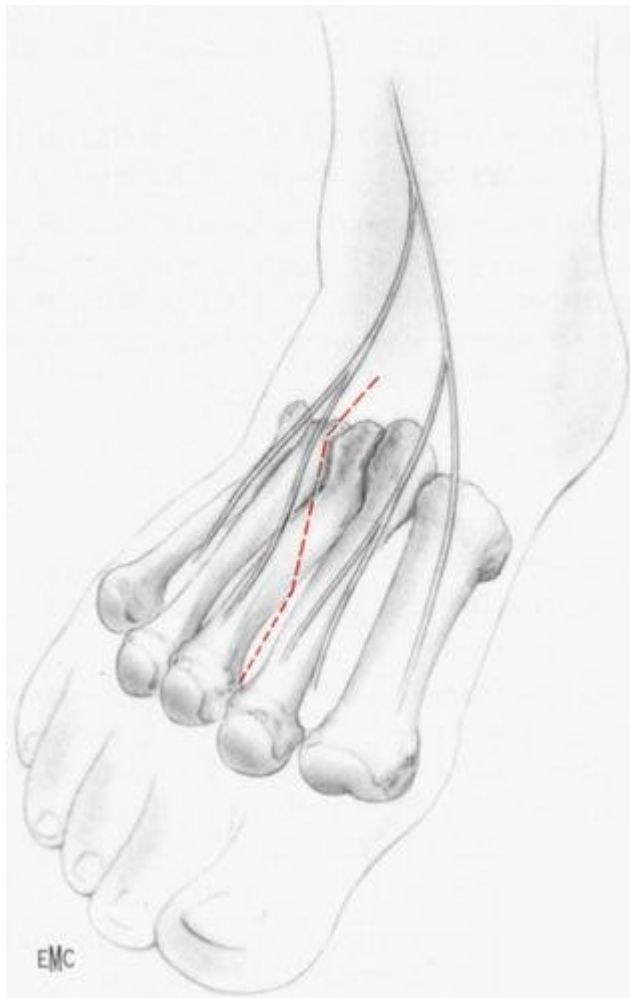


Fig 1 :

La voie d'abord longitudinale brisée, centrée sur le 2^e métatarsien permet l'abord successif des 3 métatarsiens moyens, respectant les branches du nerf musculocutané et le paquet pédieux.

Fig 2 :

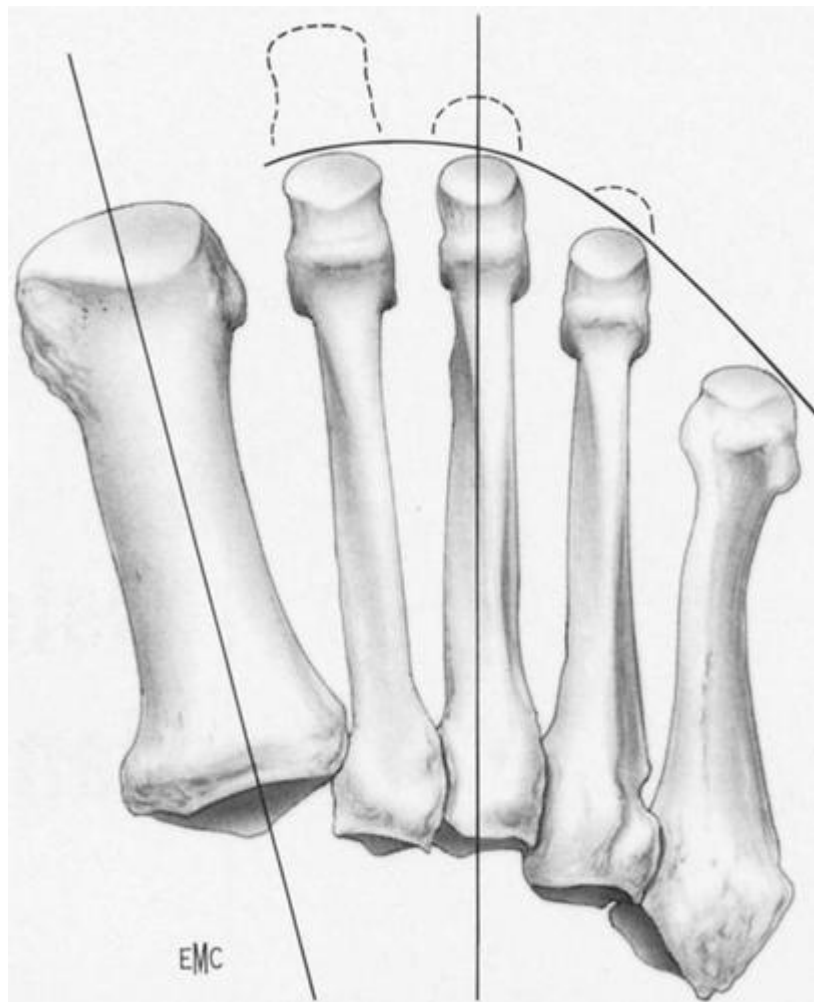


Fig 2 :

Méthode de calcul de l'accourcissement des métatarsiens moyens.

Fig 3 :

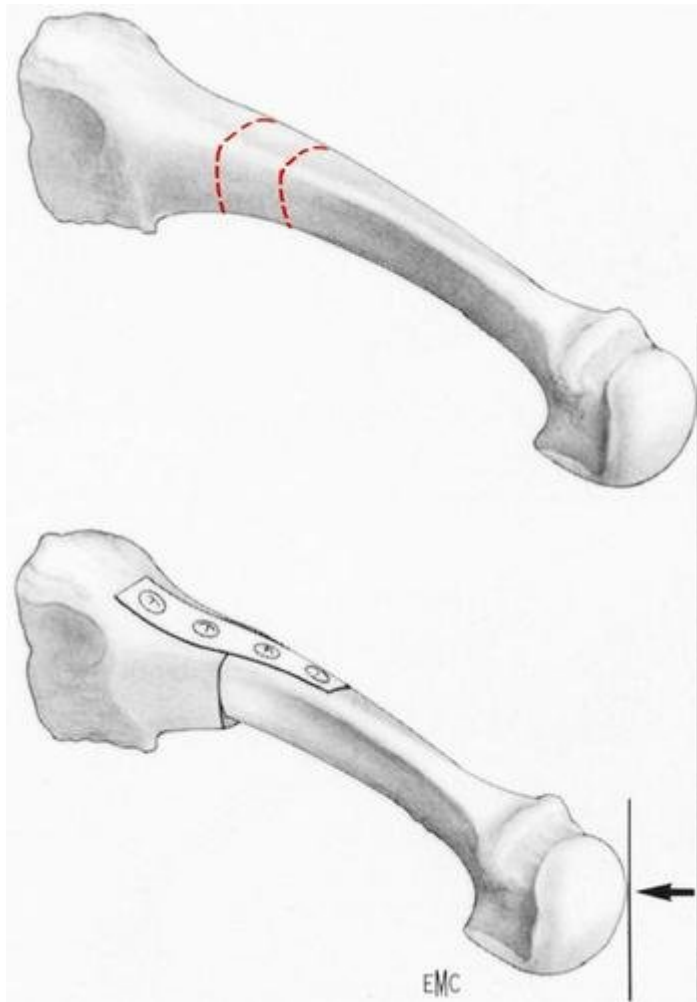


Fig 3 :

Ostéotomie métatarsienne de raccourcissement avec ostéosynthèse par miniplaque.

Fig 4 :

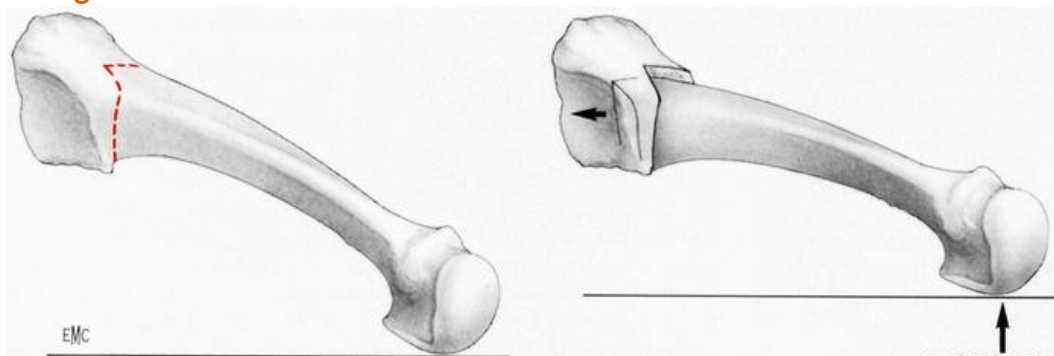


Fig 4 :

Ostéotomie de relèvement en chevron de Denis.

Fig 5 :

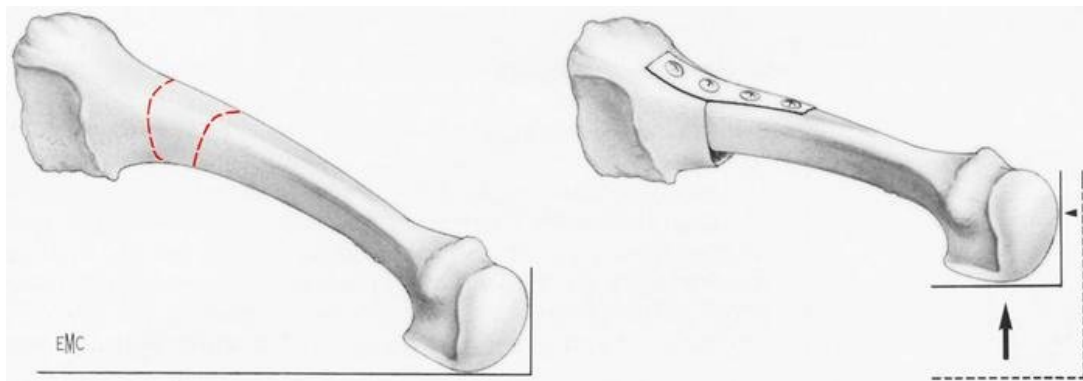


Fig 5 :

Ostéotomie de soustraction trapézoïdale.

Fig 6 :

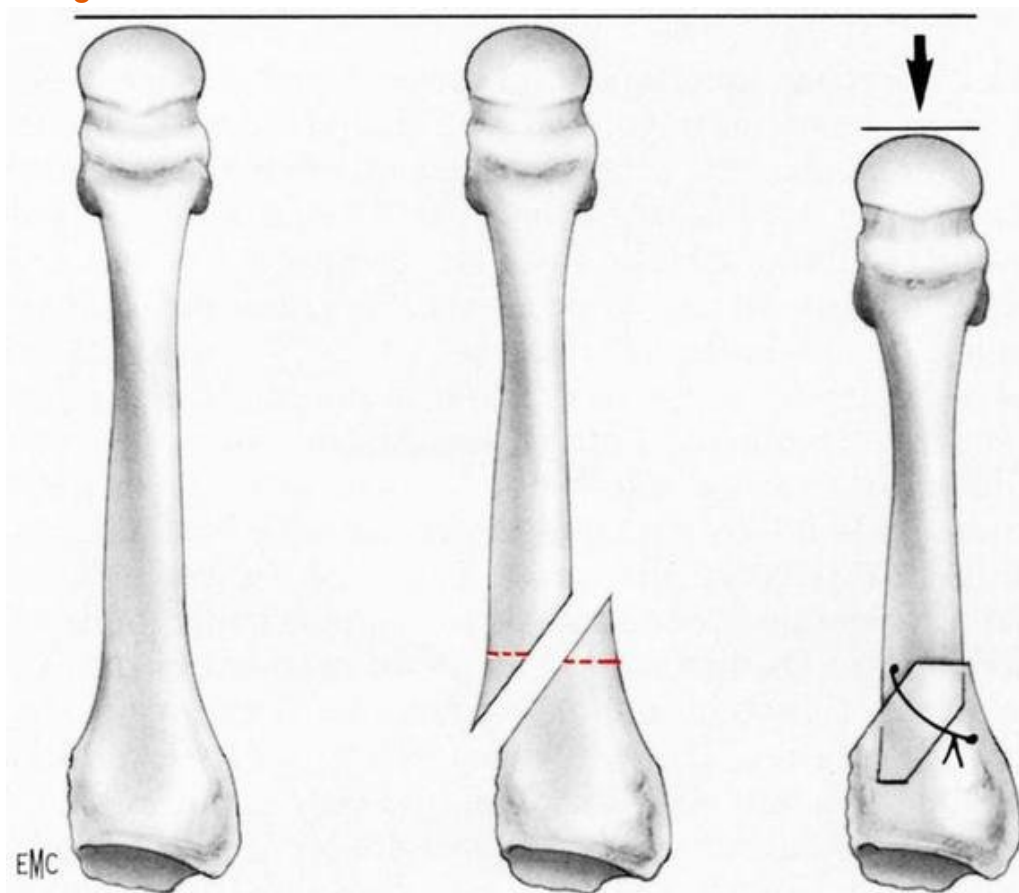


Fig 6 :

Ostéotomie basimétatarsienne de Giannestras.

Fig 7 :

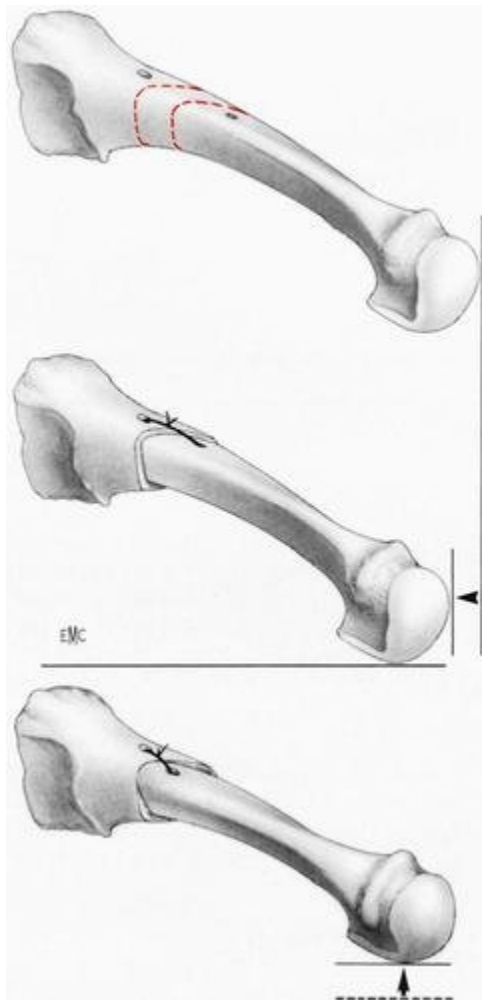


Fig 7 :

Ostéotomie oblique sagittale de Delagoutte.

Fig 8 :

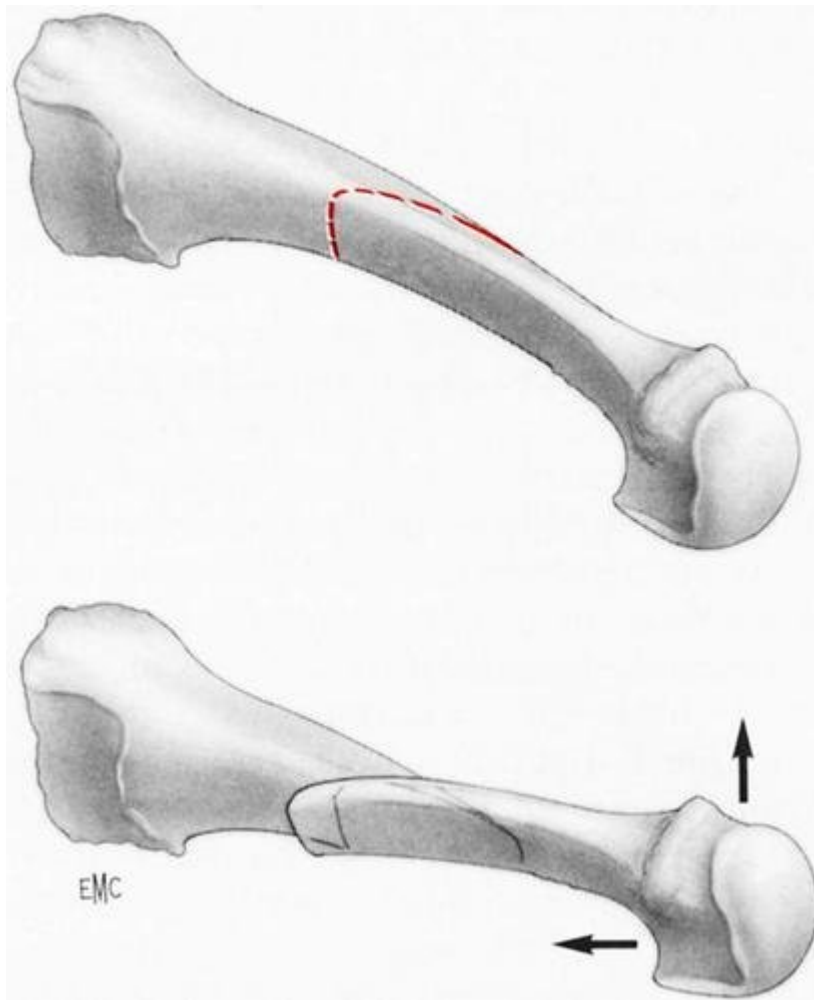


Fig 8 :

Ostéotomie de Helal.

Fig 9 :

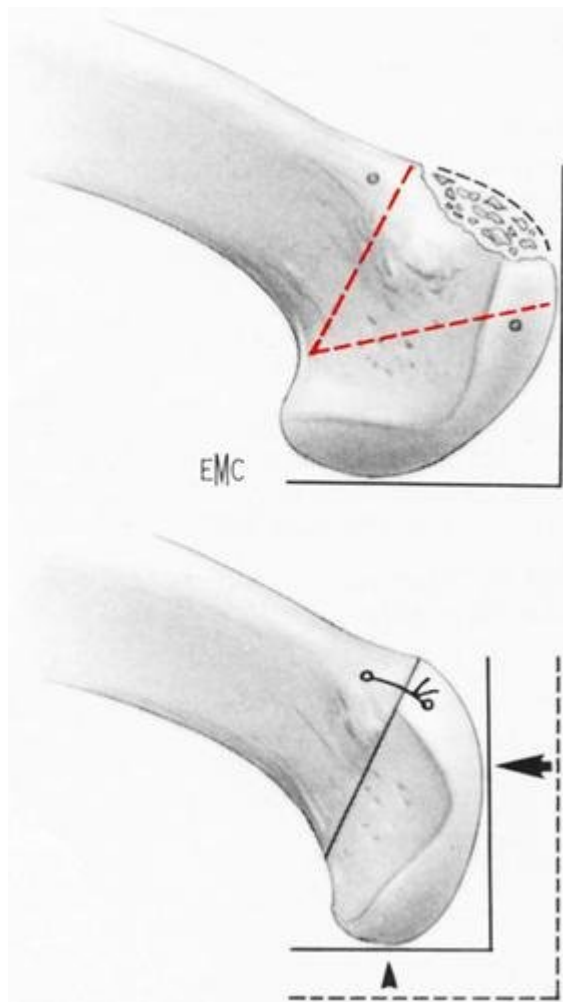


Fig 9 :

L'ostéotomie de Gauthier permet à la fois un discret relèvement et un petit recul de la tête métatarsienne.

Fig 10 :

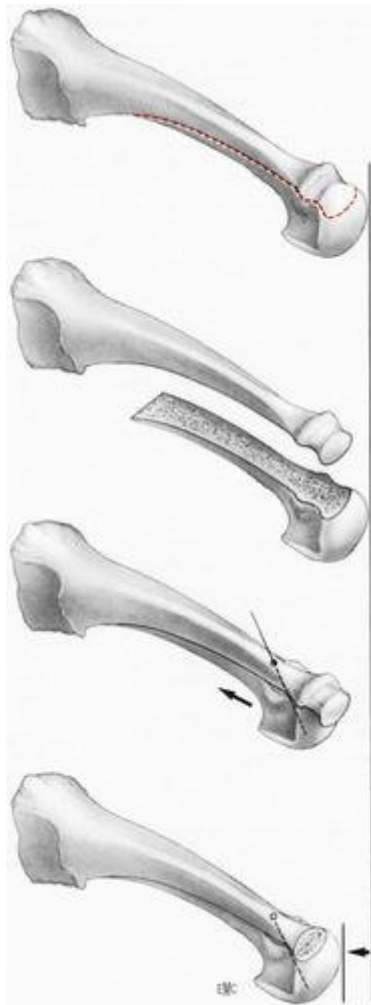


Fig 10 :

Ostéotomie horizontale de Weil.



Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie
[44-920]

Ostéotomies du tarse antérieur et postérieur

B Tomeno : Professeur, chirurgien des hôpitaux, chef du service d'orthopédie
Hôpital Cochin, Paris France

G Filipe : Professeur, chirurgien des hôpitaux
Service d'orthopédie infantile, hôpital Trousseau, Paris France

© 1990 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

[Haut de page](#)

INTRODUCTION

■ *Les interventions décrites dans ce chapitre s'adressent essentiellement aux pieds creux, qu'ils soient essentiels ou neurologiques, mais aussi à un certain nombre d'autres pieds déformés en varus équin. Porter une indication thérapeutique devant un pied creux est une démarche complexe. Faut-il opérer ou se contenter d'orthèses ? Quelle intervention proposer ? Cette décision ne peut jamais être une recette : elle doit découler d'une analyse minutieuse de la gêne fonctionnelle, des désordres anatomiques, de l'évolutivité et du terrain (les indications sont variables selon l'âge).*

■ *Pour la majorité des pieds creux de l'adulte, le problème est toutefois relativement simple :*

ou bien c'est un pied encore souple (c'est-à-dire avec possibilité de réduire passivement le varus de l'arrière-pied), et l'indication sera celle d'une tarsectomie antérieure ;

ou bien le varus de l'arrière-pied est irréductible : c'est l'indication d'une double arthrodèse sous-astragalienne et médio-tarsienne, décrite dans un autre chapitre de l'Encyclopédie médico-chirurgicale ;

entre ces deux indications très schématiques, il existe une place pour une association tarsectomie + Dwyer. C'est le cas des pieds creux avec varus de l'arrière-pied presque complètement réductible : la tarsectomie corrigera le creux et l'ostéotomie de Dwyer ajoutera la petite touche nécessaire pour corriger le varus

calcanéen .

Dans ces trois éventualités, des gestes associés sont souvent nécessaires selon le contexte :

- allongement du tendon d'Achille ;
- correction de griffes d'orteils ;
- intervention tendineuse (allongement, transposition) ;
- libération plantaire.

Il existe quelques exceptions à ces règles simples. Certains pieds, par la réductibilité de leur varus, seraient des indications théoriques de tarsectomie, et pourtant nous croyons qu'il faut leur faire d'emblée la double arthrodèse. Ce sont :

- les grandes déformations avec creux très important où la base supérieure du « coin » de tarsectomie deviendrait si importante qu'elle déborderait, soit en avant des cunéiformes, soit en arrière du scaphoïde ;

- le pied creux du « neurologique évolutif » risque de récidiver après tarsectomie : pour éviter cela, il faut supprimer les articulations où les récidives peuvent naître, donc préférer la double arthrodèse ; il est cependant parfois bien difficile de discerner « celui qui sera un pied creux évolutif ».

Chez l'enfant

Chez le jeune enfant, les difficultés sont majeures, car l'on ignore souvent quelle sera l'évolutivité réelle de la déformation. Le risque est de faire peu et d'observer une récurrence rapide, ou, au contraire, trop et d'enraidir inutilement le pied pour une déformation stable. Il faut s'efforcer de rétablir une anatomie la plus proche possible de la normale par un procédé respectant la croissance du pied, d'où la grande fréquence des interventions portant sur les parties molles chez l'enfant.

Avant l'âge de 10-12 ans, l'intervention de base est la libération plantaire, tantôt limitée aux éléments plantaires rétractés, tantôt étendue à la partie interne du pied lorsqu'il existe une diminution de la divergence astragalo-calcanéenne. Si cette dernière ne peut être totalement corrigée, on réalise une ostéotomie calcanéenne de fermeture externe corrigeant le varus.

Aux alentours de 10-12 ans, il existe des pieds creux où la seule gêne est la déformation de la chaussure et les entorses à répétition. L'ostéotomie du calcanéum, surnommée ici « Dwyer chaussure » (Queneau), amène toujours la disparition des troubles [7]. A cet âge, pour les pieds creux importants, il existe parfois des indications d'ostéotomie de la base du premier métatarsien, associée à l'ostéotomie du calcanéum.

Chez le grand enfant et l'adolescent, l'ostéotomie du calcanéum, la tarsectomie antérieure et la double arthrodèse du pied retrouvent les mêmes indications que chez l'adulte.

- Nous décrivons la tarsectomie puis l'ostéotomie du calcanéum qui peut être proposée pour la correction du varus de l'arrière-pied, pour redonner plus de hauteur et de longueur au talon dans le pied bot varus équin congénital. Elle est aussi utilisée dans le pied creux talus paralytique, dans le but de diminuer le creux postérieur et d'augmenter le bras du levier du triceps paralytique. Enfin le raccourcissement-arthrodèse de la calcanéo-cuboïdienne est utilisé pour corriger l'adduction de l'avant-pied dans certains pieds bots équins.

Haut de page

TARSECTOMIE ANTÉRIEURE

Buts et principes

Le principe de la tarsectomie repose sur le concept suivant : un patient porteur de pied creux, *examiné de dos* et en charge, présente habituellement un varus de l'arrière-pied. *Si ce varus est encore réductible* et que l'on demande au patient de soulever le pied du sol,

on constate que l'arrière-pied se met dans l'axe de la jambe, tandis que s'extériorise une pronation de l'avant-pied, avec une chute apparente du premier rayon. Si l'on demande au patient de poser lentement le pied au sol, on constate qu'il attaque l'appui avec sa première tête métatarsienne, puis qu'il se met en varus de l'arrière-pied pour pouvoir poser les métatarsiens externes au sol (**fig. 1**).

Le but de la tarsectomie est de corriger cette pronation de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied, en réséquant, dans le tarse antérieur, un hexaèdre asymétrique plus large en haut qu'en bas et plus large en dedans qu'en dehors (**fig. 2**), en veillant à rétablir ce critère anatomique essentiel qu'est la rectitude astragalo-métatarsienne sur une radiographie de profil en charge (**fig. 3**) (dans les rares cas de pied creux direct, le coin sera « symétrique » : aussi large en dedans qu'en dehors).

Installation

Le malade est installé en décubitus dorsal, avec un petit coussin sous la fesse homolatérale. On opère sous garrot pneumatique et gersey collé, incluant le genou dans le champ opératoire. Il est inutile d'utiliser la bande d'Esmarch. L'opérateur se met du côté externe du pied à opérer avec un aide en face de lui et un aide en bout de table.

Voie d'abord

Il est possible de faire la tarsectomie par une grande incision transversale sur le dos du pied. Ceci présente l'inconvénient de couper beaucoup de filets nerveux et de petites veines et nous a semblé être la source de troubles trophiques post-opératoires. Nous préférons une double voie d'abord dorsale longitudinale (**fig. 4**).

Incision interne

De 6 à 8 centimètres de long, elle est dorsale, dans l'axe du deuxième métatarsien, et sa partie médiane correspond au deuxième cunéiforme (**fig. 5**).

On dégage :

- en dedans, l'extenseur propre du gros orteil et le jambier antérieur ;
- à la partie moyenne, le paquet pédieux que l'on protège par un lacs ;
- en dehors, le muscle pédieux en passant à sa face profonde.

On contrôle ainsi la moitié interne du tarse antérieur et on protège les éléments plantaires en accrochant un écarteur à bec à son bord interne, juste en arrière du jambier antérieur.

Incision externe

Longitudinale, longue de 5 à 6 centimètres, elle est centrée par la saillie de l'apophyse styloïde du cinquième métatarsien, bien perçue à travers les téguments mais située un peu plus dorsalement qu'elle (**fig. 6**).

Il faut faire attention à ne pas blesser la terminaison du nerf saphène externe qui est à peu près dans l'axe de l'incision.

On dégage la terminaison du court péronier latéral qu'on récline vers la plante par un écarteur à bec glissé sous le cuboïde ; il protégera en même temps le tendon du long péronier latéral lors de la résection.

Un écarteur de Volkmann, placé au niveau de la berge supérieure de l'incision, charge et récline les fibres les plus externes du pédieux et on rejoint, à la rugine, en passant à la face profonde du muscle, l'incision interne, ce qui donne un contrôle sur toute la face

supérieure du tarse antérieur.

Résection osseuse

La tarsectomie est une des interventions les plus difficiles de l'arrière et du médio-pied.

La principale difficulté consiste à positionner correctement l'ostéotomie et le matériel d'ostéosynthèse. Il existe un risque non négligeable de se tromper d'interligne. Il nous semble indispensable de repérer les articulations calcanéo-cuboïdienne, cuboïdo-métatarsienne, astragalo-scaphoïdienne et cunéo-métatarsienne, soit en les ouvrant par de courtes arthrotomies dorsales, soit en plantant dans les interlignes de fines broches ou des pointes d'aiguilles pour les repérer, soit même en faisant un cliché de contrôle peropératoire, manoeuvre non déshonorante.

Par l'incision externe, on débute l'ostéotomie en attaquant le cuboïde en son milieu (**fig. 7**), et à l'ostéotome, perpendiculairement au pied que l'aide maintiendra à angle droit sur la jambe. Il n'y a aucune latitude dans le point d'attaque, car quelques millimètres seulement séparent les deux éléments qu'il faut respecter : la styloïde du cinquième métatarsien en avant, l'interligne calcanéo-cuboïdien en arrière. L'ostéotome est laissé en place.

Par l'incision interne, on fait d'abord, à l'ostéotome ou à la scie oscillante, la section postérieure en attaquant la face dorsale du scaphoïde en son milieu (**fig. 8 et 9**), transversalement, suivant un plan frontal qui, le pied étant à angle droit sur la jambe, s'incline de 10 à 15° en bas et en arrière par rapport à celui de la jambe. Ce plan rejoint en dehors la section amorcée par l'ostéotome externe. C'est par rapport à ce plan postérieur de référence (**fig. 10 et 11**) - auquel on ne retouche plus - qu'on fait la correction en mordant sur la tranche antérieure. On peut faire cette résection de proche en proche, à la pince-gouge, ou bien réaliser, à l'ostéotome ou à la scie oscillante, un deuxième plan d'ostéotomie : l'attaque se fera à la face dorsale des cunéiformes, plus ou moins loin vers l'avant selon l'importance du coin à réséquer (il est bon d'avoir fait un calque préopératoire sur une radio de profil en charge). Ce deuxième plan d'ostéotomie définit un hexaèdre complexe, asymétrique : sa face interne est un trapèze à grande base dorsale.

Une fois enlevé ce coin osseux, en relevant l'avant-plante, on ferme l'ostéotomie. Il est des cas où le plan ligamentaire profond, immédiatement situé à la face inférieure des os du tarse, doit être sectionné à la pointe du bistouri. Ceci permet de « tourner » l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied, pour ajouter un petit élément de correction de la pronosupination ou pour translater globalement vers le haut l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied (**fig. 12**).

Si la fermeture du coin d'ostéotomie est encore impossible ou difficile, il faut alors ajouter à l'intervention une aponévrotomie plantaire moyenne décrite ci-après.

L'ostéotomie ainsi fermée est maintenue temporairement par des broches ou une agrafe à demi enfoncée.

Un cliché de profil vérifiera la rectitude astragalo-métatarsienne. Si elle n'est pas obtenue, il faut augmenter l'importance de la résection osseuse en mordant à nouveau sur le plan de coupe antérieur, mais en veillant bien à garder suffisamment de tissu osseux au niveau des cunéiformes pour pouvoir y planter les pointes d'agrafe sans qu'elles pénètrent dans les articulations adjacentes (**fig. 13B**). Un cliché de « face cerclée » (technique de Méary), en simulation d'appui, vérifiera l'axe de l'arrière-pied (on doit avoir obtenu un léger valgus calcanéen) ^[9]. Il faut aussi s'assurer que l'avant-plante est bien perpendiculaire à l'axe mécanique du membre inférieur, soit « de visu », soit en combinant sur un même cliché de face un cerclage classique de l'arrière-pied et un cerclage de l'avant-plante. La partie plantaire horizontale du cercle de l'avant-plante doit être :

- perpendiculaire à l'axe du tibia ;
- parallèle à la partie horizontale plantaire du cerclage de l'arrière-pied.

Ce problème du cliché de face cerclée peropératoire est illustré dans le chapitre « Arthrodèse du couple de torsion ».

Une difficulté mal résolue est l'adduction de l'avant-pied, élément constamment associé.

La tarsectomie, telle que nous l'avons décrite, ne corrige pas cet élément. On pourrait être tenté de le pallier par une nouvelle résection, plus large en dehors qu'en dedans, mais ceci va à l'encontre de la correction de l'anomalie de pronosupination par rapport à l'arrière-pied. Nous pensons qu'il est préférable de négliger cet élément d'adduction,

surtout qu'il est rarement très important.

Aponévrotomie plantaire (fig. 14)

Elle est souvent nécessaire. C'est en tentant de réduire le creux que l'on sent se tendre la corde de l'aponévrose plantaire. Dans ce cas, il faut pratiquer une petite incision longitudinale arciforme, de 3 centimètres de long, à la partie moyenne de la plante et à l'union de la peau plantaire et de la peau dorsale. Il faut éviter de faire une incision transversale que l'on aurait beaucoup de mal à refermer. On découvre facilement la face superficielle de la lame nacrée de l'aponévrose plantaire moyenne. En contournant son bord interne, avec l'extrémité mousse d'une paire de ciseaux de Mayo maintenue fermée, on glisse sur sa face profonde en veillant bien à refouler vers le haut le paquet plantaire interne. Dès lors, il est facile de sectionner transversalement cette aponévrose, de dedans en dehors : on voit les deux berges s'écarter d'un à deux centimètres. Si cet écartement est faible, il est plus prudent de réséquer un demi-centimètre de part et d'autre, afin d'éviter que cette structure fibreuse ne se reconstitue telle quelle, sans effet d'allongement.

Ostéosynthèse (fig. 15)

L'ostéosynthèse de l'ostéotomie ainsi refermée est généralement faite grâce à des agrafes. On peut utiliser une agrafe-tabouret, mise par incision interne. Les deux pieds postérieurs du tabouret doivent s'enfoncer dans le scaphoïde (et éviter à tout prix l'articulation astragalo-scaphoïdienne). Les deux pieds antérieurs s'enfoncent dans les cunéiformes. Ces agrafes-tabourets ne sont pas toujours d'un emploi commode : elles sont souvent trop volumineuses ; dans d'autres cas, lorsqu'on les enfonce, les pieds se tordent. On peut aussi utiliser une ou deux banales agrafes à 2 pointes. Ce montage est généralement suffisant mais il est parfois nécessaire de rajouter une agrafe par incision externe, s'enfonçant dans les deux fragments de cuboïde (fig. 13C).

Fermeture et soins postopératoires

Une fois terminée l'ostéosynthèse, on lâche le garrot et on fait l'hémostase. La mise en place d'un drainage aspiratif nous semble souhaitable. Les deux voies d'abord sont fermées en un plan sous-cutané et un plan cutané. Une attelle plâtrée postérieure provisoire, maintenant le pied à angle droit, est confectionnée. Chez l'adulte, une courte antibiothérapie préventive et un traitement anticoagulant sont généralement conseillés. Le béquillage sans appui est autorisé dès la quarante-huitième heure. Vers le sixième ou huitième jour, juste avant la sortie du patient, l'attelle plâtrée postérieure est remplacée par un plâtre circulaire à angle droit et sans talonnette. Vers la fin de la cinquième semaine postopératoire (vers la troisième chez l'enfant), il sera remplacé par une botte de marche pour une nouvelle période de cinq semaines (trois semaines chez l'enfant). La consolidation est en règle obtenue. A l'ablation du plâtre, on autorise la reprise de l'appui libre, en prescrivant parfois quelques séances de rééducation. Pendant deux ou trois mois, on conseille au patient de porter des chaussures souples et montantes (genre basket ou clark).

Haut de page

OSTÉOTOMIE CALCANÉENNE DE FERMETURE EXTERNE
POUR PIED CREUX VARUS

Buts et principes

Pour Dwyer, le varus de l'arrière-pied constitue l'élément déterminant dans l'aggravation du creux. En remettant le talon en valgus, on mettrait en charge le premier métatarsien, ce qui diminuerait le creux interne et l'action varisante du triceps. L'ostéotomie aurait, pour Dwyer, un effet préventif sur l'aggravation du creux. En réalité, l'ostéotomie du calcanéum permet seulement la réaxation du calcanéum (**fig. 16**). Elle peut être utilisée isolément ou en association à d'autres interventions sur le pied.

Installation

L'opéré peut être installé en décubitus ventral, en bout de table, ce qui permet un bon contrôle de l'axe du talon par rapport à la jambe. Lorsque d'autres temps opératoires sont prévus sur l'avant-pied, il doit être placé en décubitus latéral légèrement surélevé par un coussin placé sous la fesse homolatérale. Un garrot est mis à la racine de la cuisse.

Voie d'abord

L'incision, longue de 5 centimètres, est faite sur la face externe du calcanéum, oblique en bas et en avant, à 1 cm en dessous et parallèlement au trajet des tendons péroniers. Il faut proscrire tout décollement cutané et aller directement sur le périoste calcanéen en ayant soin de refouler vers le haut les tendons péroniers avec leur gaine. Deux petits écarteurs à bec sont alors glissés, l'un à la face supérieure, l'autre à la face inférieure du calcanéum (**fig. 17**).

Ostéotomie

Elle est faite à l'aide d'un ostéotome fin, selon un plan oblique en bas et en avant, le plus haut possible, à proximité de la surface articulaire pour réaliser un déplacement suffisant du fragment distal (une radiographie de contrôle peut être utile pour fixer le niveau de l'ostéotomie) (**fig. 18**).

La corticale interne est fragilisée mais non rompue pour servir de charnière. Il faut réséquer un coin à base externe de 8 à 12 millimètres de largeur, selon l'importance de la correction souhaitée. La fermeture du trait d'ostéotomie est obtenue par mise du pied en flexion dorsale et par un mouvement de valgus du talon. Si la fermeture est difficile, la résection doit être complétée sur les corticales supérieure et plantaire. La fixation est assurée par une petite agrafe de Blount (**fig. 19**). L'ostéotomie doit être complétée par une aponévrotomie plantaire moyenne pratiquée par une courte incision interne (section de la zone nacrée).

Fermeture

La fermeture sous-cutanée et cutanée doit être soigneuse, à points séparés. Une botte plâtrée, prenant le pied en flexion dorsale, est conservée six semaines avec autorisation de reprise de l'appui au bout de trois semaines.

Haut de page

Buts et principes

L'ostéotomie d'ouverture interne est surtout utilisée pour la correction du varus résiduel de l'arrière-pied au cours du pied bot varus équin. Cette intervention s'adresse à des enfants de plus de 5-6 ans ayant déjà subi des interventions sur les parties molles du pied. Il n'est pas souhaitable de réaliser ici une ostéotomie de fermeture externe du calcanéum pour ne pas diminuer la hauteur du talon et la longueur du pied (fig. 20).

Installation

L'opéré est placé en décubitus dorsal, un coussin glissé sous la fesse controlatérale, de façon que la face interne du pied soit bien exposée.

Voie d'abord

L'incision est interne, soit oblique en bas et en avant, soit de préférence oblique en bas et en arrière, car la fermeture cutanée sera plus facile après l'ouverture de l'ostéotomie. Si l'on désire réaliser un temps postérieur, il est possible de prolonger l'incision ou de faire une incision séparée (fig. 21).

Le calcanéum est découvert après qu'on a désinséré l'adducteur du gros orteil. Le périoste est incisé parallèlement au tendon fléchisseur du gros orteil et sous lui, en prolongeant jusque sur les faces dorsale et plantaire (fig. 22).

Ostéotomie

Elle est faite au ciseau, le plus haut et le plus en avant possible, en respectant la corticale externe qui servira de charnière (fig. 23). L'ouverture du trait d'ostéotomie est obtenue à l'aide d'une pince écartante puis maintenue par un greffon iliaque bicortical de forme triangulaire (fig. 24). Aucune fixation n'est nécessaire (fig. 25). Dans le même temps opératoire, on réalise souvent un allongement en Z du tendon d'Achille, car l'ostéotomie d'ouverture du calcanéum diminue la flexion dorsale du pied.

Fermeture

La fermeture cutanée doit être particulièrement soignée. Elle est souvent difficile lorsque l'on a affaire à une peau cicatricielle. On confectionne une botte plâtrée pour six semaines, avec autorisation de reprise de l'appui au bout de trois semaines.

Haut de page

AUTRES TYPES D'OSTÉOTOMIE DU CALCANÉUM

Certaines ostéotomies du calcanéum sont rarement utilisées.

Il en est ainsi de l'ostéotomie d'ouverture horizontale, maintenue par un greffon permettant un relèvement de la face articulaire postérieure du calcanéum dans le pied valgus de l'infirme moteur cérébral (Baker et Hill) ^[2] (fig. 26).

L'ostéotomie du calcanéum décrite par Dwyer permet, en plus de la correction des défauts de l'arrière-pied dans un plan frontal, de réaliser des déplacements dans tous les plans de l'espace.

Le déplacement de la tubérosité postérieure en haut et en arrière est utilisé dans le traitement du pied creux talus par paralysie du triceps, rencontré au cours de la poliomyélite ou du spina bifida. Cette ostéotomie permet une correction du creux et l'augmentation du bras de levier du triceps, ce qui améliore son action lorsqu'il n'est pas totalement paralytique. L'incision est identique à celle utilisée dans l'ostéotomie de fermeture externe.

Le déplacement de la grosse tubérosité est facilité par l'utilisation d'une grosse broche de Kirschner placée d'arrière en avant (fig. 27), puis enfoncée à travers le trait d'ostéotomie pour stabiliser le déplacement tubérositaire (fig. 28).

Dans certains pieds bots varus équins, le calcanéum est de petite taille et en situation haute. Dans ce cas, il peut être utile de réaliser une ostéotomie d'ouverture postéro-supérieure et d'abaissement de la grosse tubérosité, destinée à donner plus de longueur et de hauteur au talon.

Haut de page

RACCOURCISSEMENT DE L'ARCHE EXTERNE PAR RÉSECTION-ARTHRODÈSE DE L'ARTICULATION CALCANÉO-CUBOÏDIENNE ET PAR RÉSECTION DANS LE CALCANÉUM OU LE CUBOÏDE

Buts et principes

Pour de nombreux pieds bots varus équins congénitaux, il existe, en plus de l'adduction du bloc tibio-astragalien par rapport au bloc calcanéo-pédieux, une adduction de siège médio-tarsien. Ce défaut s'accompagne d'une subluxation astragalo-scaphoïdienne, d'une rétraction des parties molles internes et d'une augmentation de la longueur du cinquième rayon du pied. Ces anomalies peuvent persister à titre isolé après libération des parties molles postérieures. L'intervention décrite par Evans, comportant un raccourcissement de l'arche externe du pied et une libération médio-tarsienne interne, sera utilisée après 3-4 ans, soit en complément d'un traitement insuffisant datant de la première enfance, soit d'emblée en association avec la libération postéro-interne des parties molles chez le grand enfant ^[6] (fig. 29).

Technique

Par une courte voie externe, horizontale (fig. 30), à cheval sur l'articulation calcanéo-cuboïdienne, on désinsère partiellement le muscle pédieux vers le haut puis on protège les tendons péroniers par un écarteur vers le bas (fig. 31). Il faut réséquer un coin à base externe ou un quadrilatère comportant la totalité de l'articulation calcanéo-cuboïdienne. Lorsque la déformation n'est pas importante, il est préférable de se contenter de réséquer un coin osseux dans le calcanéum ou dans le cuboïde, sans sacrifier l'articulation calcanéo-cuboïdienne.

Par une voie interne, il faut désinsérer l'adducteur du gros orteil au ras de la cloison intermusculaire interne, allonger le tendon du jambier postérieur

par recul de ses insertions plantaires puis ouvrir la capsule astragalo-scaphoïdienne en dedans, en haut et en bas. Ce temps est facultatif et ne sera nécessaire que pour les déformations importantes en adduction.

La correction de l'adduction médio-tarsienne est alors facilement obtenue par fermeture du trait d'ostéotomie externe (**fig. 32**). Une broche calcanéo-cuboïdienne ou astragalo-scaphoïdienne suffit à maintenir la correction obtenue.

Suite opératoire

Une botte plâtrée est conservée jusqu'à l'ablation de la broche pendant six semaines.

Références

- [1] BADELON O., BENSACHEL H. - Ostéotomie de recul de la grosse tubérosité du calcanéum. - Polycopié GEOP, 1987.
- [2] BAKER LD, HILL LM Foot alignment in the cerebral palsy patient. *J. Bone Joint Surg.* 1964 ; 46A : 1-15
- [3] BURNS AE Revised tarsectomy for correction of relapsed clubfoot. *J. Foot Surg.* 1984 ; 23 : 275-278
- [4] DWYER FC Osteotomy of the calcaneum for pes cavus. *J. Bone Joint Surg.* 1959 ; 41B : 80-86
- [5] DWYER FC The treatment of relapsed club foot by the insertion of a wedge into the calcaneum. *J. Bone Joint Surg.* 1963 ; 45B (1) : 67-75
- [6] EVANS D Relapse club foot. *J. Bone Joint Surg.* 1961 ; 43B : 722-733
- [7] FILIPE G, QUENEAU P L'ostéotomie du calcanéum dans le traitement du pied creux de l'enfant. *Rev. Chir. Orthop.* 1977 ; 63 (6) : 38
- [8] MATTEI C.R. - La tarsectomie antérieure dans la correction du pied creux. - Thèse Médecine, éd., Paris, 1974.
- [9] MEARY R, MATTÉI CR, TOMÉNO B Tarsectomie antérieure pour pied creux. Indications et résultats lointains. *Rev. Chir. Orthop.* 1976 ; 62 : 231-243
- [10] MEARY R., MONAT Y. - Tarsectomie antérieure pour pied creux. - Editions Techniques, Encycl. Méd. Chir., Paris, France, Techniques Chirurgicales, Orthopédie. Traumatologie, 44920, 3.20.05, 6 p.
- [11] MITCHELL GP Posterior displacement osteotomy of the calcaneus. *J. Bone Joint Surg.* 1977 ; 59B (5) : 233-235 [**crossref**]
- [12] ROCHER HL, DUPIN J Aplasie musculaire jambière presque totale dans un double pied bot « varus carvus » congénital. Tarsectomie. Guérison. *J. Méd. Bordeaux* 1953 ; 130 : 920-922
- [13] SAUNDERS JP Etiology and treatment of claw foot. Report of results in 102 feet treated by anterior tarsal resection. *Arch. Surg.* 1935 ; 30 : 179

© 1990 Elsevier, Paris. Tous droits réservés.

Fig 1 :

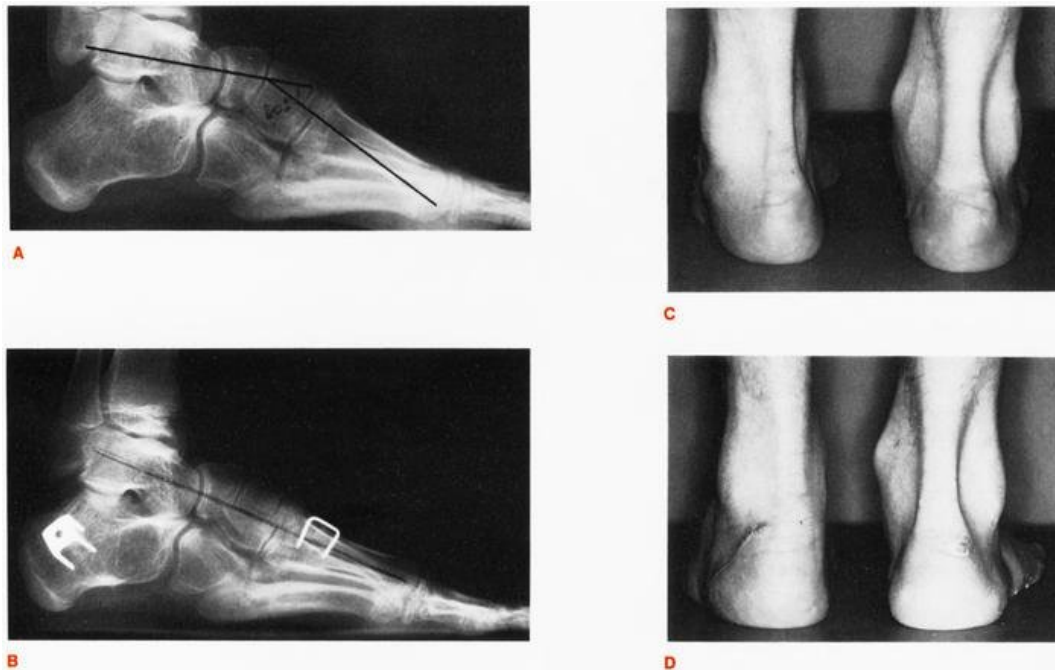


Fig 1 :

Correction d'un pied creux varus par ostéotomie du calcanéum et du premier métatarsien.

A. Radiographie préopératoire : creux de 30°.

B. Radiographie postopératoire : correction complète du creux.

C et D. Aspect clinique de l'arrière-pied, avant (C) et après (D) l'ostéotomie du calcanéum.

Fig 2 :

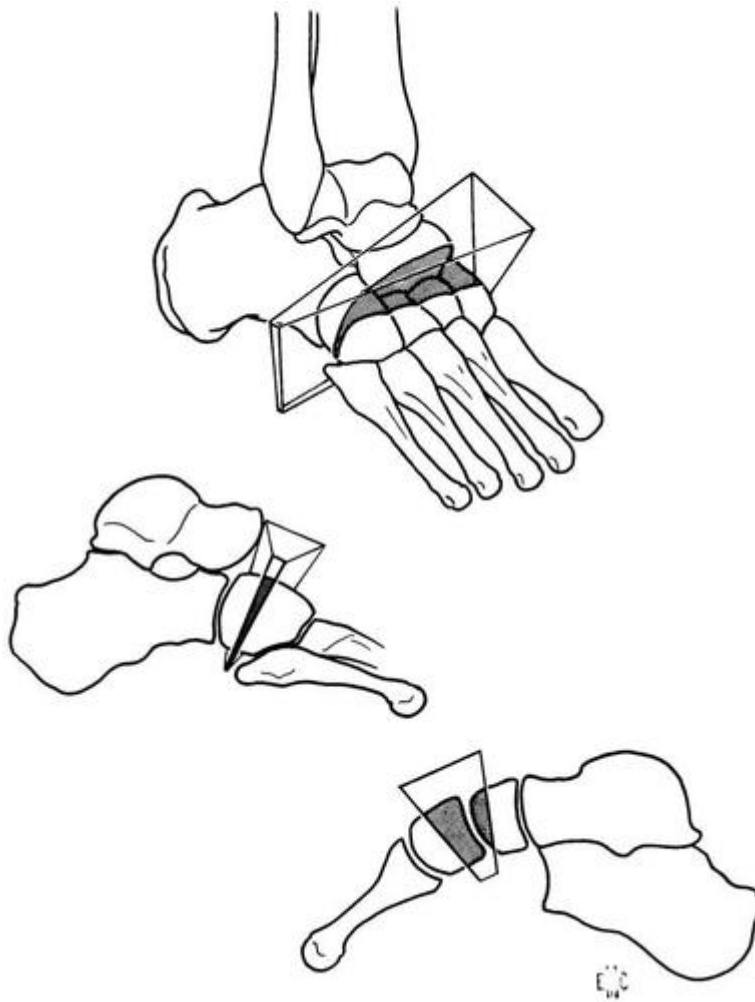


Fig 2 :

Le « coin » de tarsectomie, plus large en haut qu'en bas, plus large en dedans qu'en dehors.

Fig 3 :

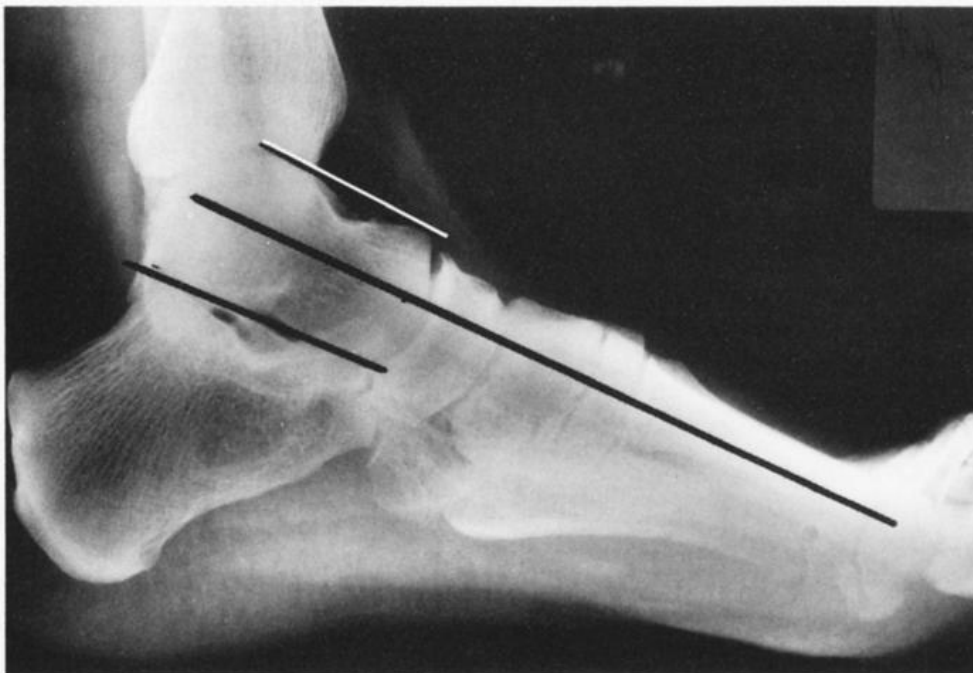


Fig 3 :

Le critère anatomique à rétablir : rectitude de l'axe astragalo-métatarsien sur un cliché de profil en charge.

Fig 4 :

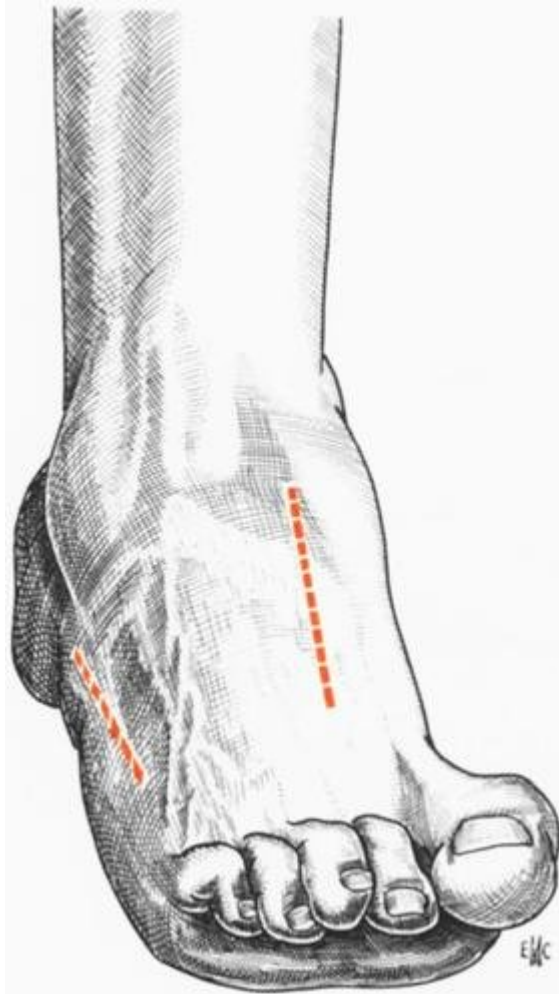


Fig 4 :

La double voie d'abord longitudinale de la tarsectomie.

Fig 5 :

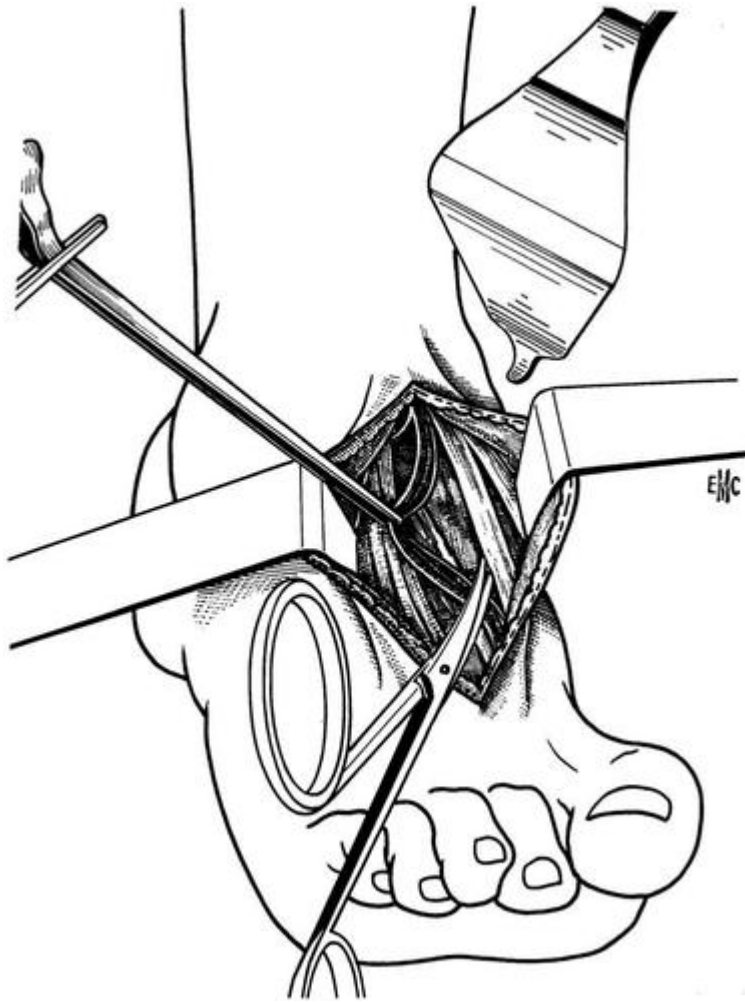


Fig 5 :

L'abord interne au dos du premier espace. Le paquet vasculo-nerveux est mis sur un lacs. On passe en dehors des tendons du jambier antérieur et de l'extenseur propre du gros orteil.

Fig 6 :

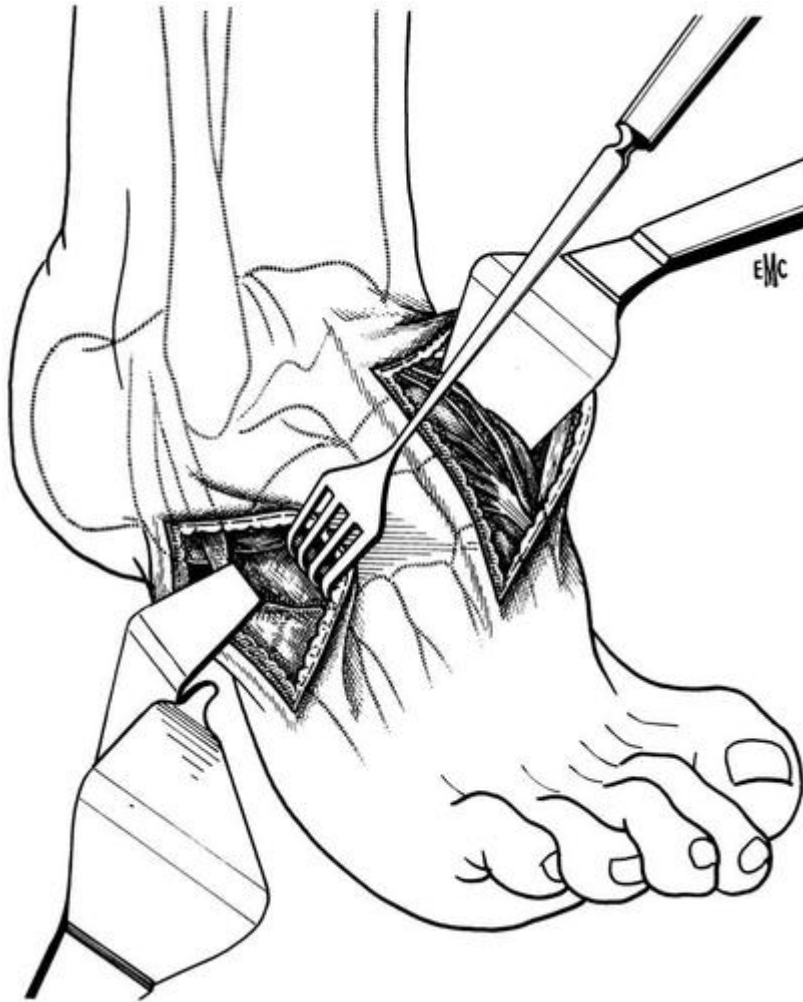


Fig 6 :

L'incision externe pour aborder le tiers moyen du cuboïde.

Fig 7 :

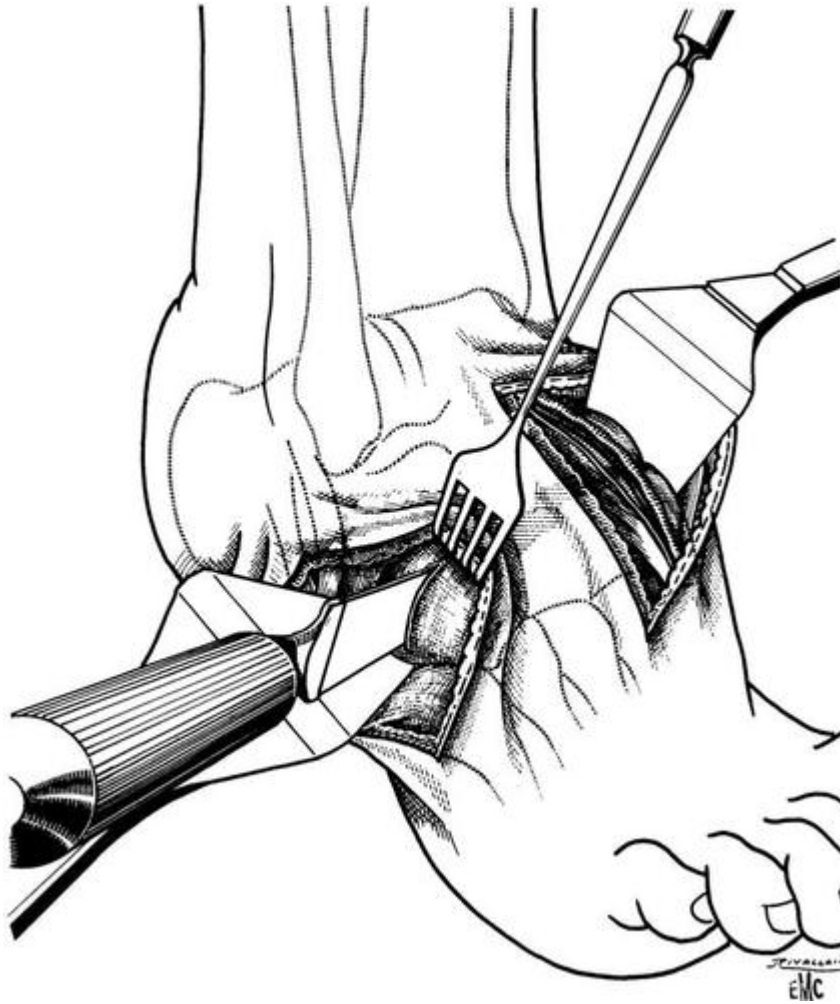


Fig 7 :

On entame en dehors la section du cuboïde, en son milieu. La lame du ciseau doit être presque perpendiculaire à la plante du pied.

Fig 8 :

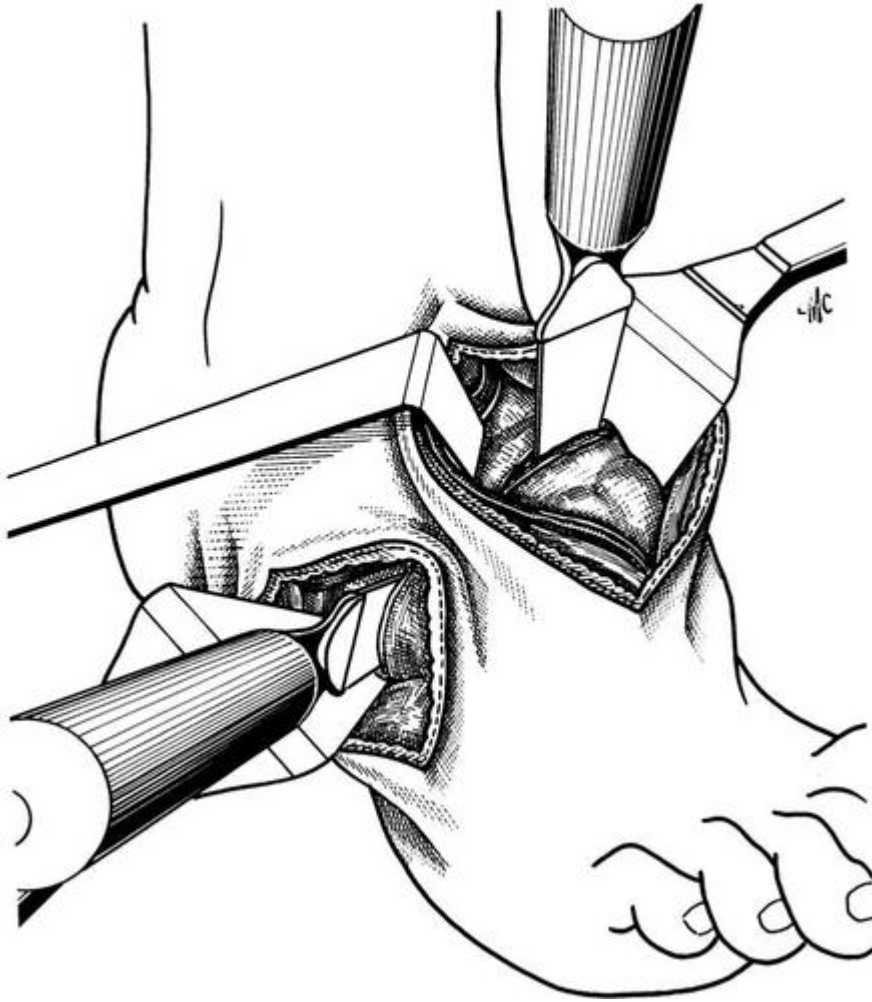


Fig 8 :

Le ciseau externe est laissé en place. Le ciseau interne attaque verticalement la face dorsale du scaphoïde.

Fig 9 :

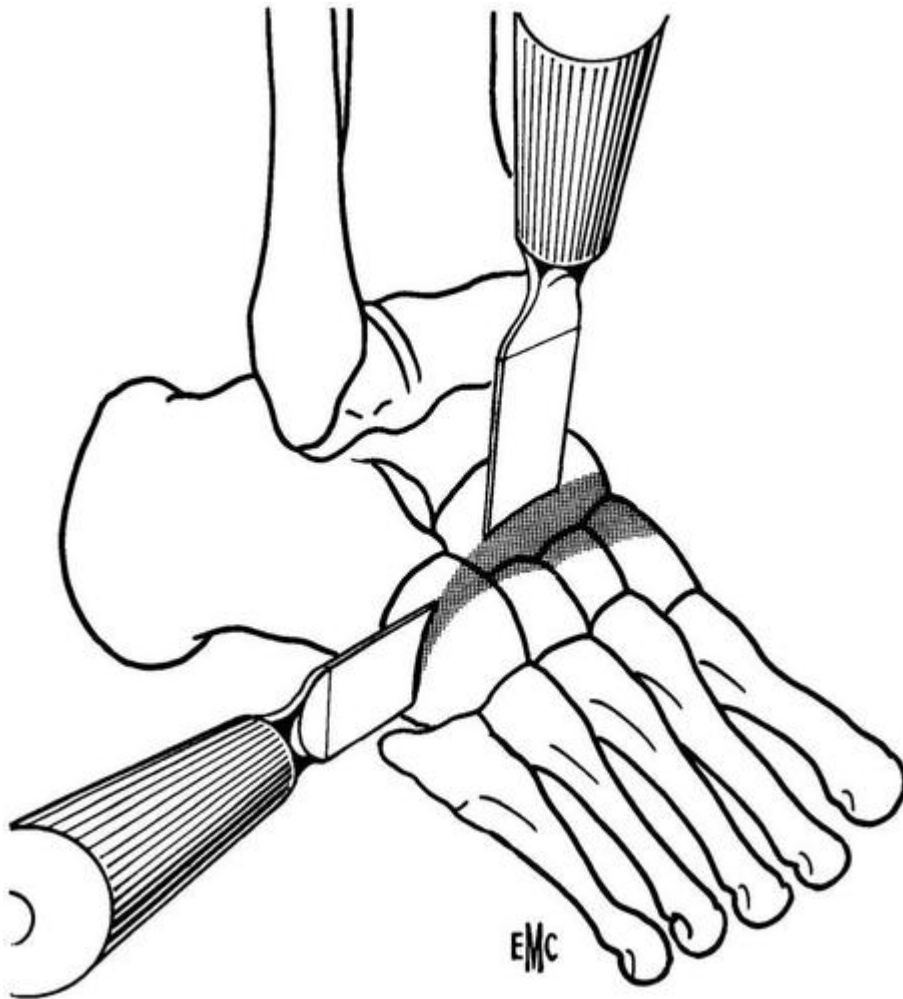


Fig 9 :

Les deux ciseaux délimitent le plan postérieur du « coin » de tarsectomie.

Fig 10 :

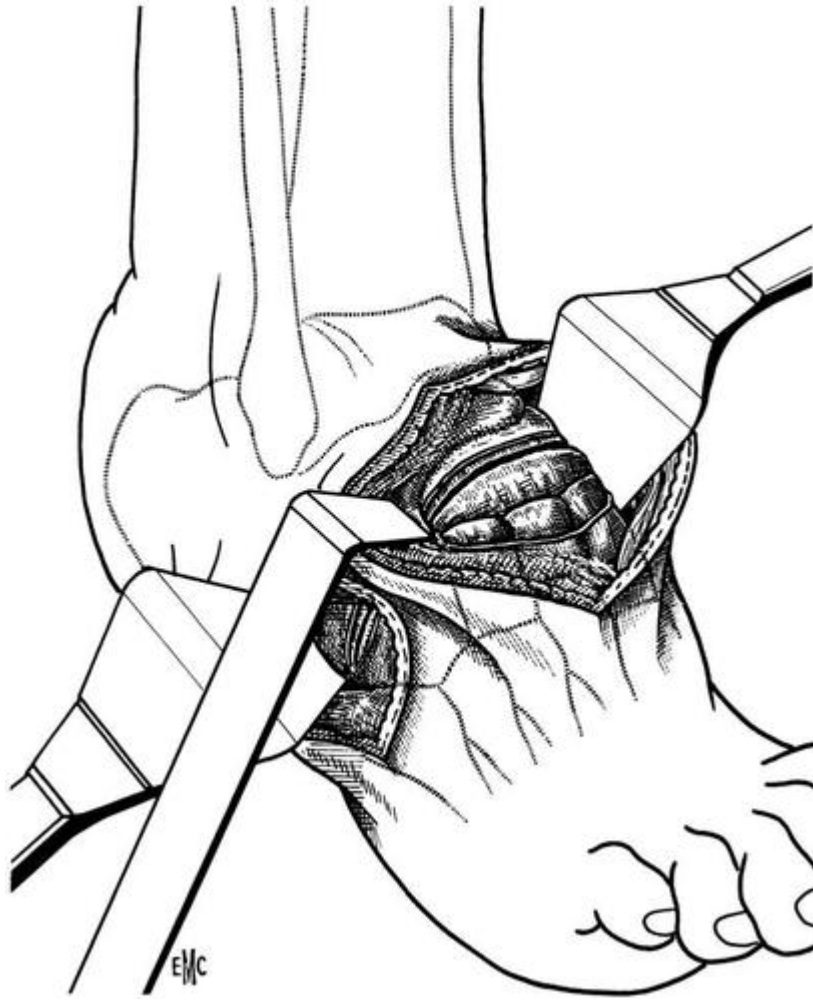


Fig 10 :

Exposition de l'interligne scapho-cunéen de la face dorsale des cunéiformes.

Fig 11 :

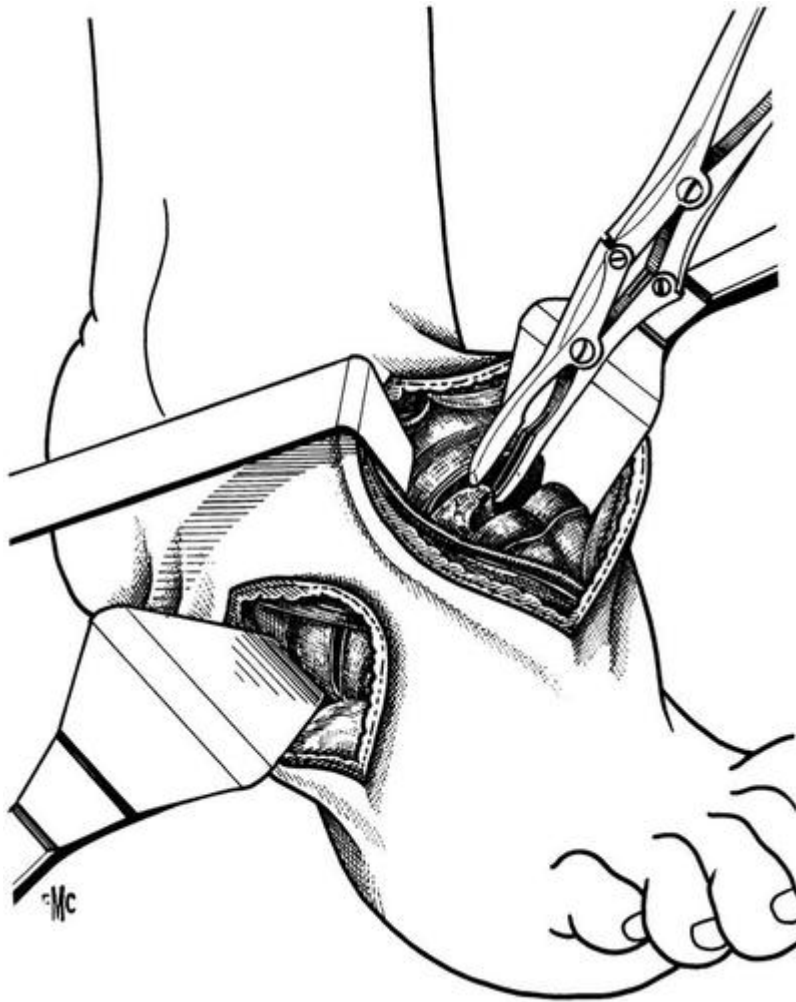


Fig 11 :

Ablation progressive du coin de tarsectomie à la pince-gouge.

Fig 12 :

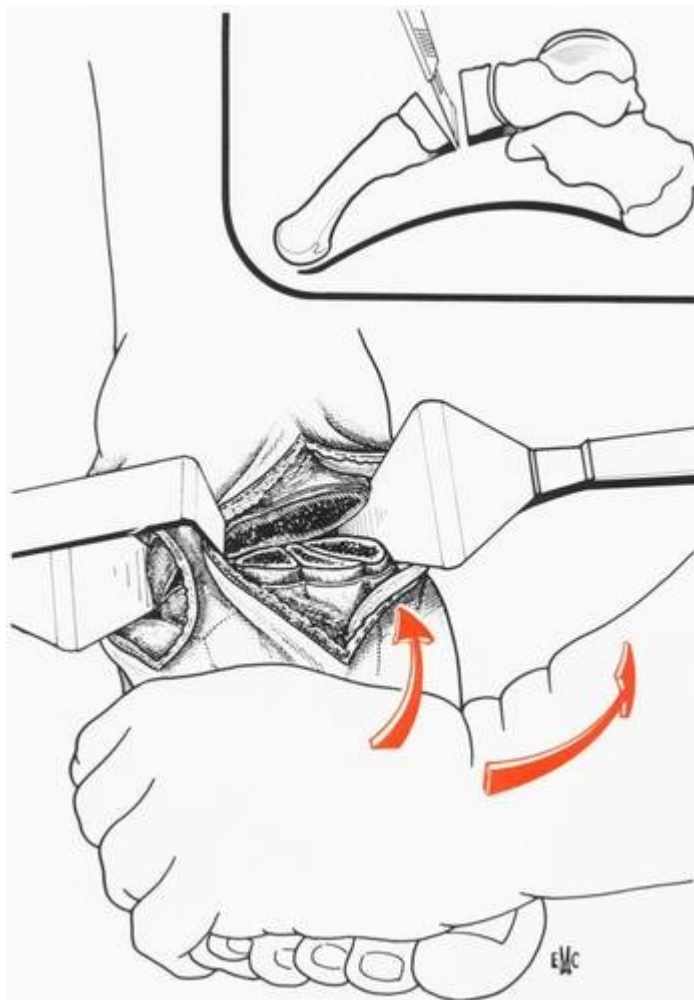


Fig 12 :

La section du plan ligamentaire profond de la plante (encart) permet de « tourner » l'avant-pied plus facilement.

Fig 13 :



Fig 13 :

Exemple de tarsectomie pour pied creux.

A. Cliché de profil, en charge, préopératoire, montrant le creux de 28°.

B. Cliché peropératoire, agrafe à demi enfoncée.

C. Cliché tardif, de profil, en charge, montrant que la correction est presque parfaite (creux résiduel de 4°). L'agrafe scapho-cunéenne, volumineuse, a été enlevée dans l'intervalle.

Fig 14 :



Fig 14 :

L'aponévrotomie plantaire, souvent nécessaire. En encart, la voie d'abord arciforme interne.

Fig 15 :

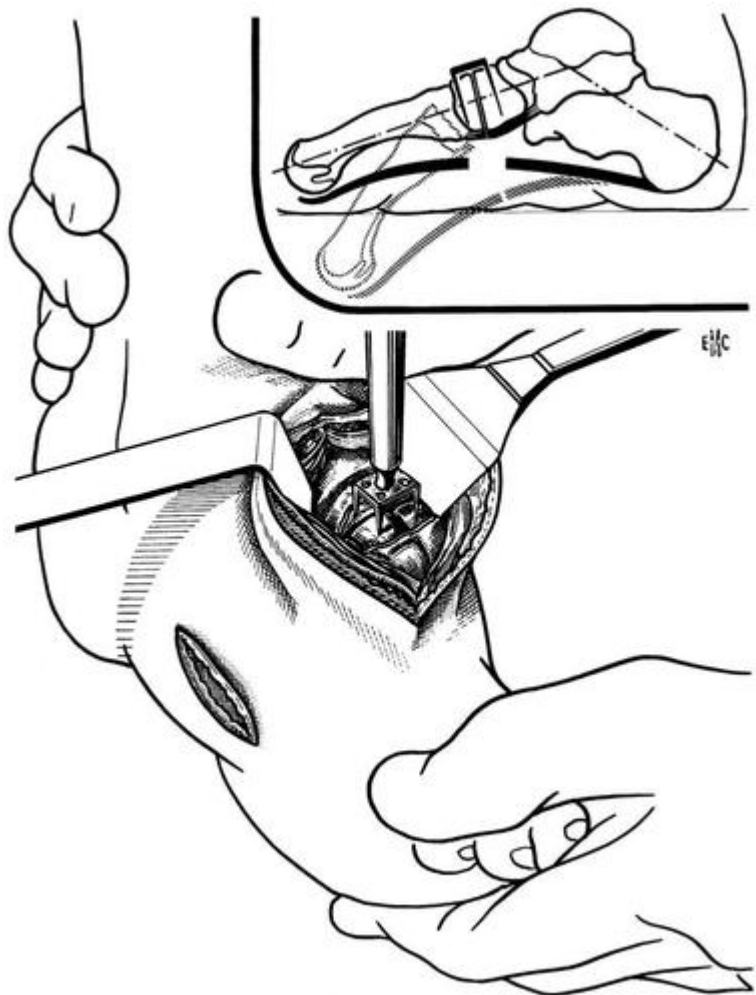


Fig 15 :

L'ostéosynthèse par agrafe (ici agrafe dite « tabouret » mais on peut aussi bien utiliser des agrafes plus classiques).

Fig 16 :

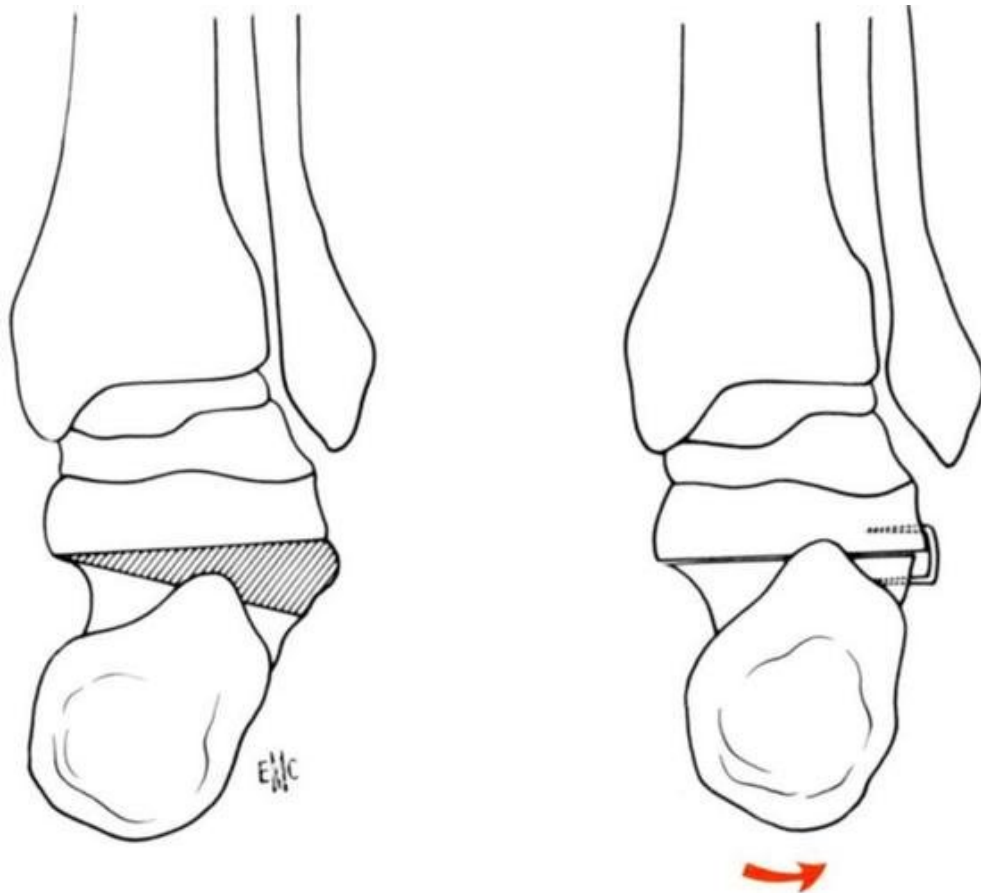


Fig 16 :

Effet de l'ostéotomie du calcanéum sur une vue postérieure du pied : la résection d'un coin externe permet une remise en valgus du calcanéum.

Fig 17 :

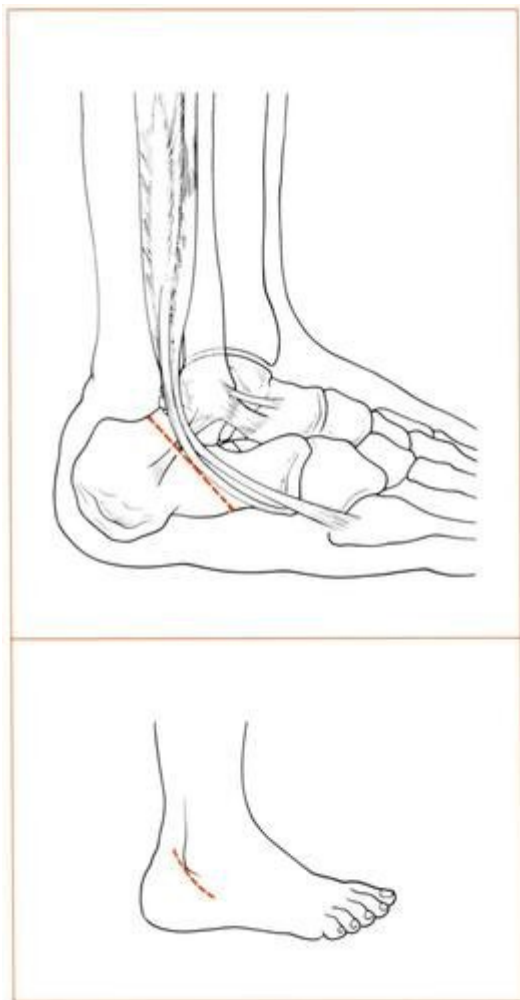


Fig 17 :

L'incision (en bas) et le tracé de l'ostéotomie de fermeture externe du calcaneum (trait pointillé).

Fig 18 :

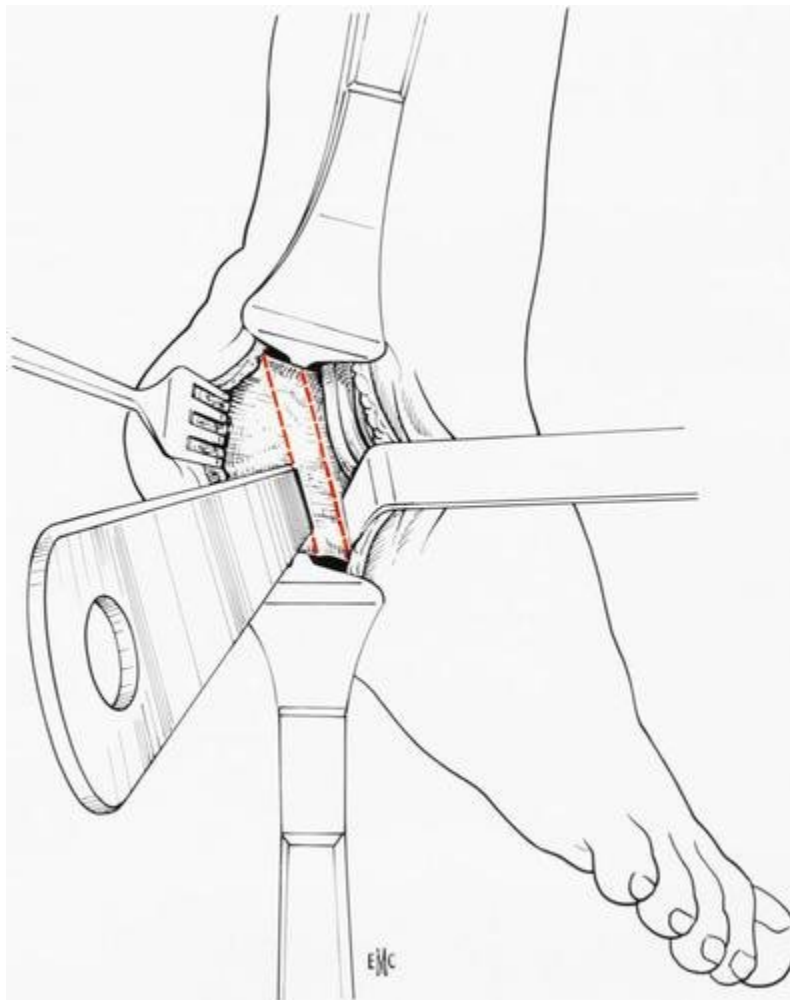


Fig 18 :

L'ostéotomie du calcaneum : contrairement au schéma, il n'est pas utile de réaliser un décollement cutané aussi large.

Fig 19 :

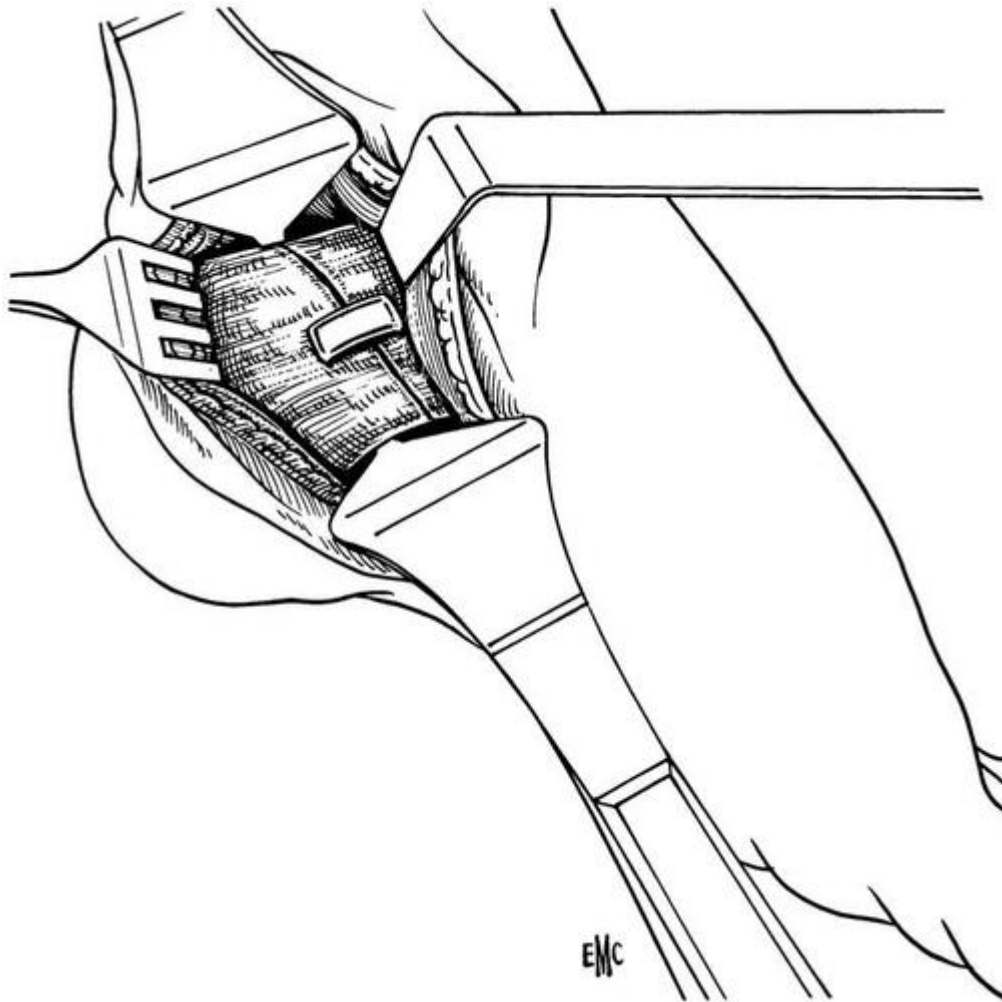


Fig 19 :

Après fermeture du trait d'ostéotomie, la fixation est assurée par une agrafe de Blount.

Fig 20 :

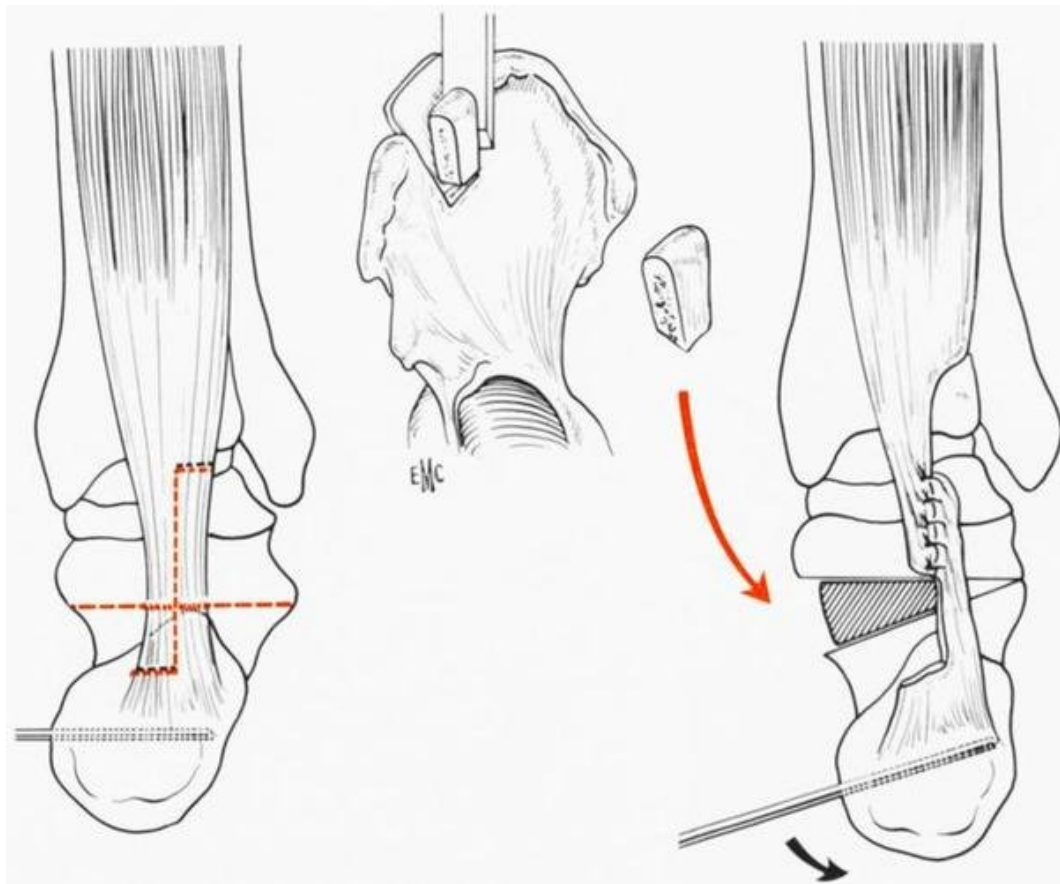


Fig 20 :

Schéma de l'ostéotomie d'ouverture interne du calcanéum. En cartouche, le greffon iliaque servant à maintenir l'ouverture du trait.

Fig 21 :

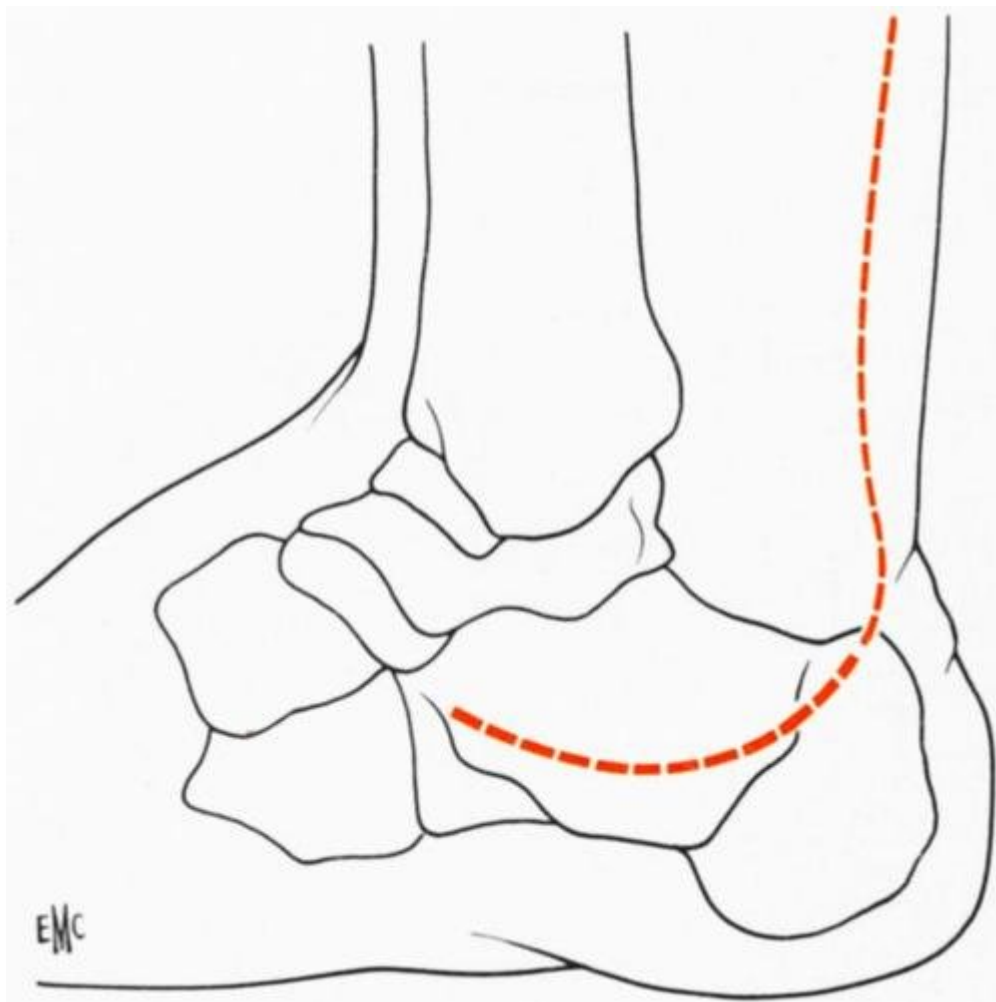


Fig 21 :

L'incision conseillée pour l'ostéotomie calcanéenne interne est oblique en bas et en arrière, pouvant être prolongée vers le haut.

Fig 22 :

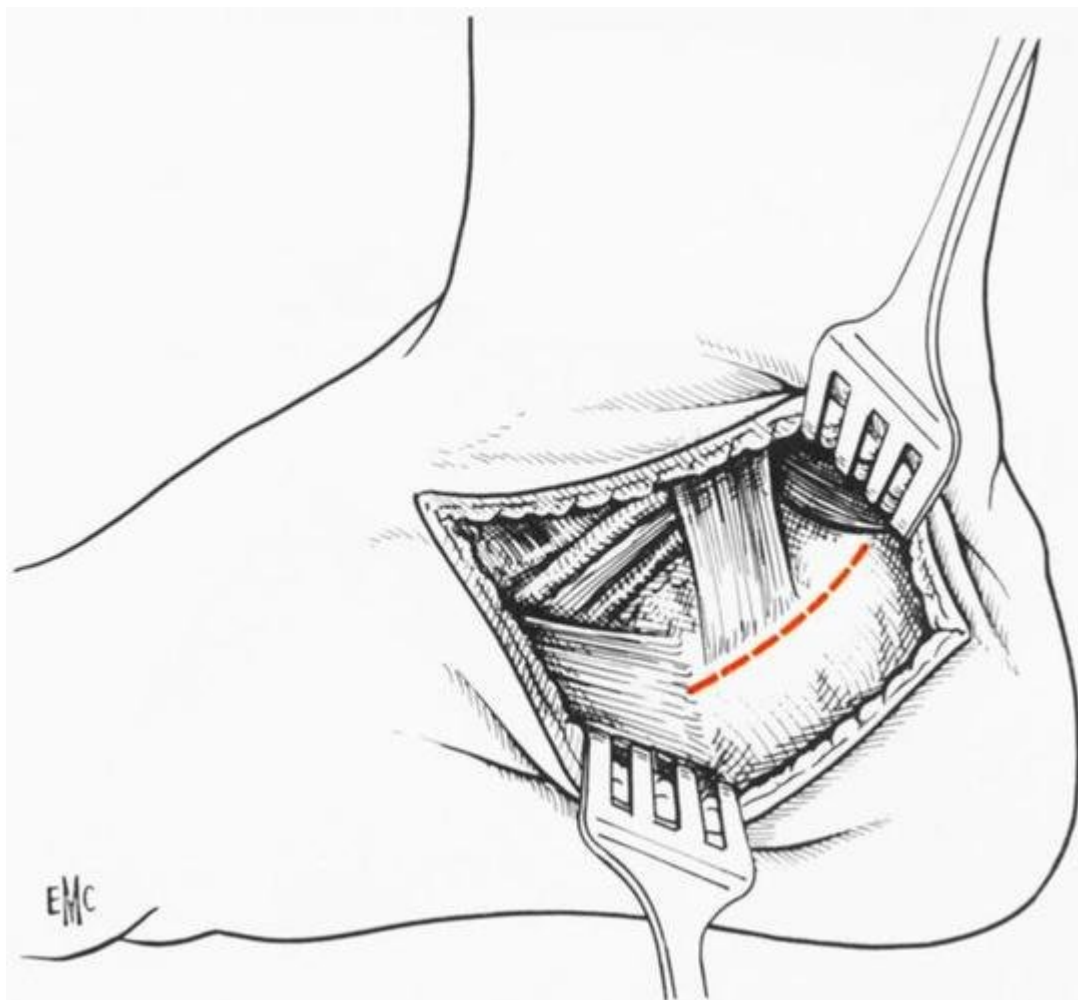


Fig 22 :

Dégagement de la face interne du calcanéum après avoir désinséré l'adducteur du gros orteil.

Fig 23 :

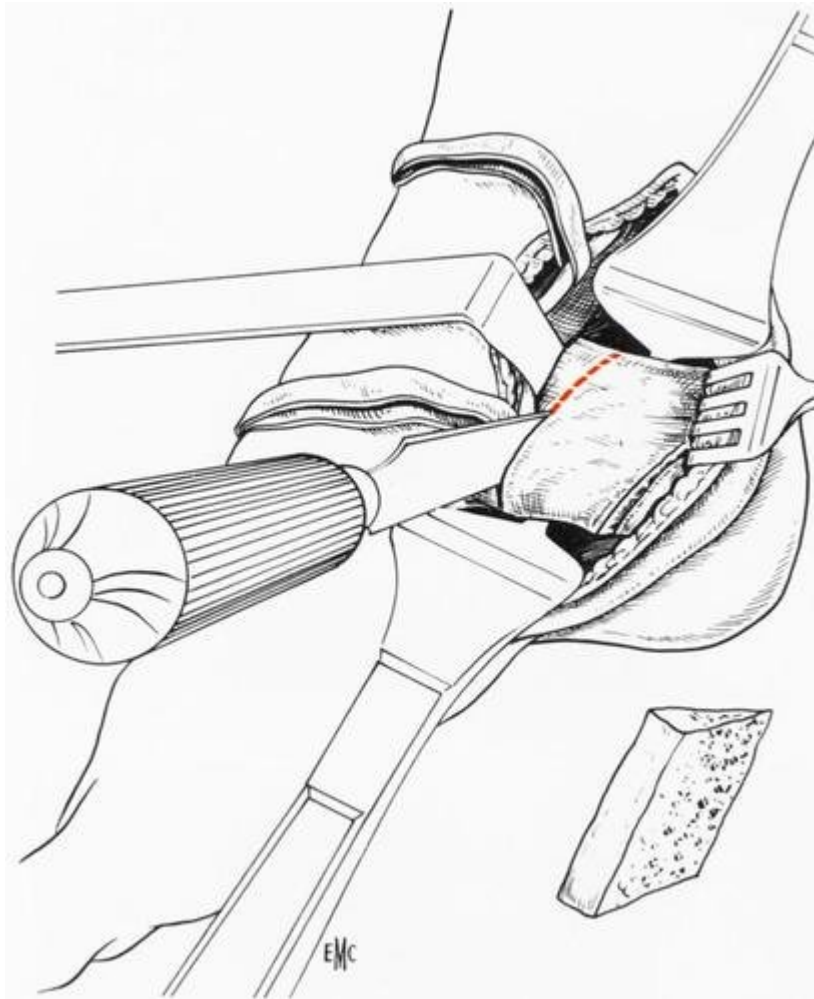


Fig 23 :

Tracé de l'ostéotomie au ciseau. En cartouche, le greffon qui sera placé dans le trait.

Fig 24 :

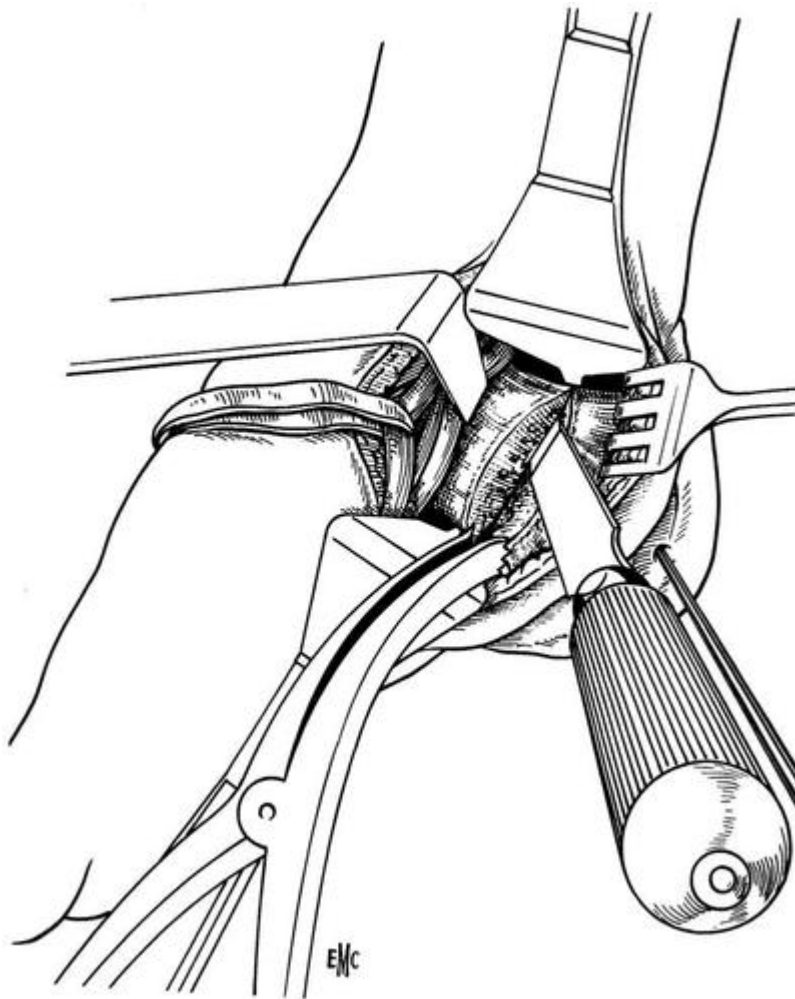


Fig 24 :

Mise en place de la pince écartante dans le trait d'ostéotomie.

Fig 25 :

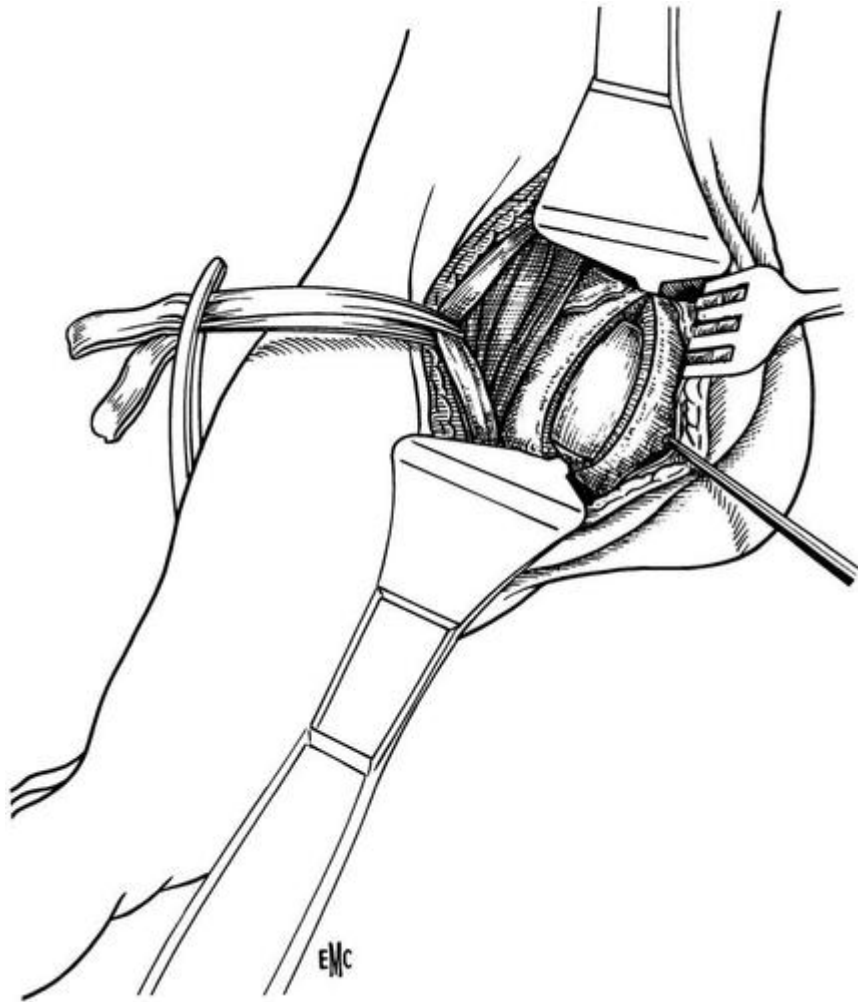


Fig 25 :

Ostéotomie d'ouverture interne du calcanéum. Greffon en place.

Fig 26 :

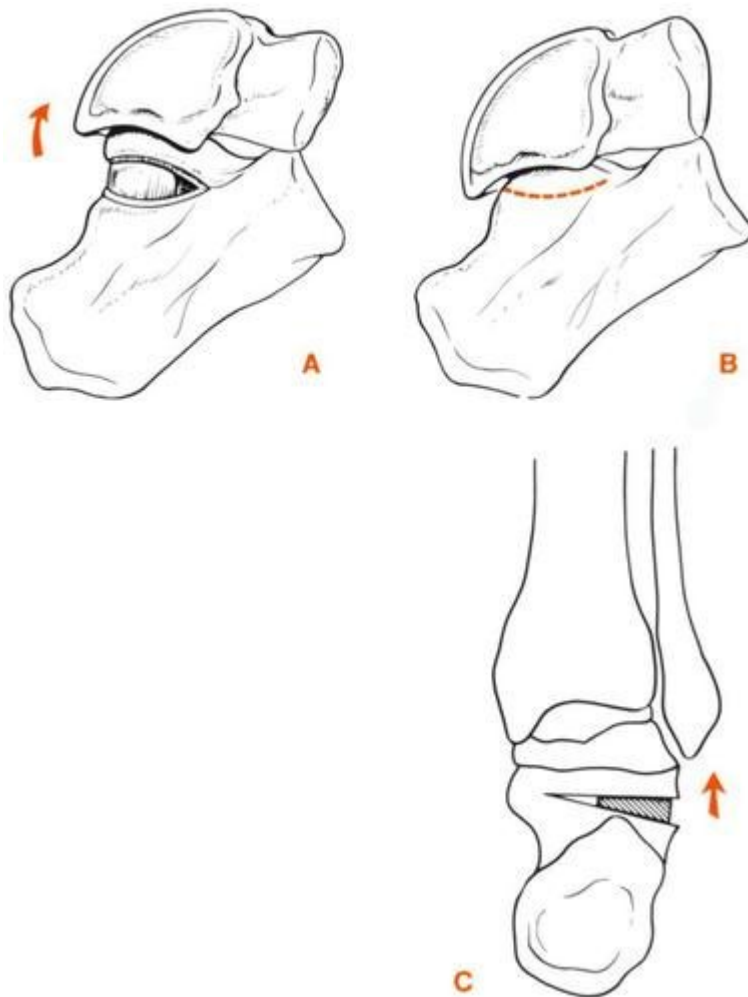


Fig 26 :

Schéma de l'ostéotomie calcanéenne de Baker et Hill.

Fig 27 :



Fig 27 :

L'orientation du trait d'ostéotomie permet le déplacement en haut et en arrière de la grosse tubérosité.

Fig 28 :



Fig 28 :

Fixation par une seule broche de l'ostéotomie de translation postérieure de la grosse tubérosité.

Fig 29 :

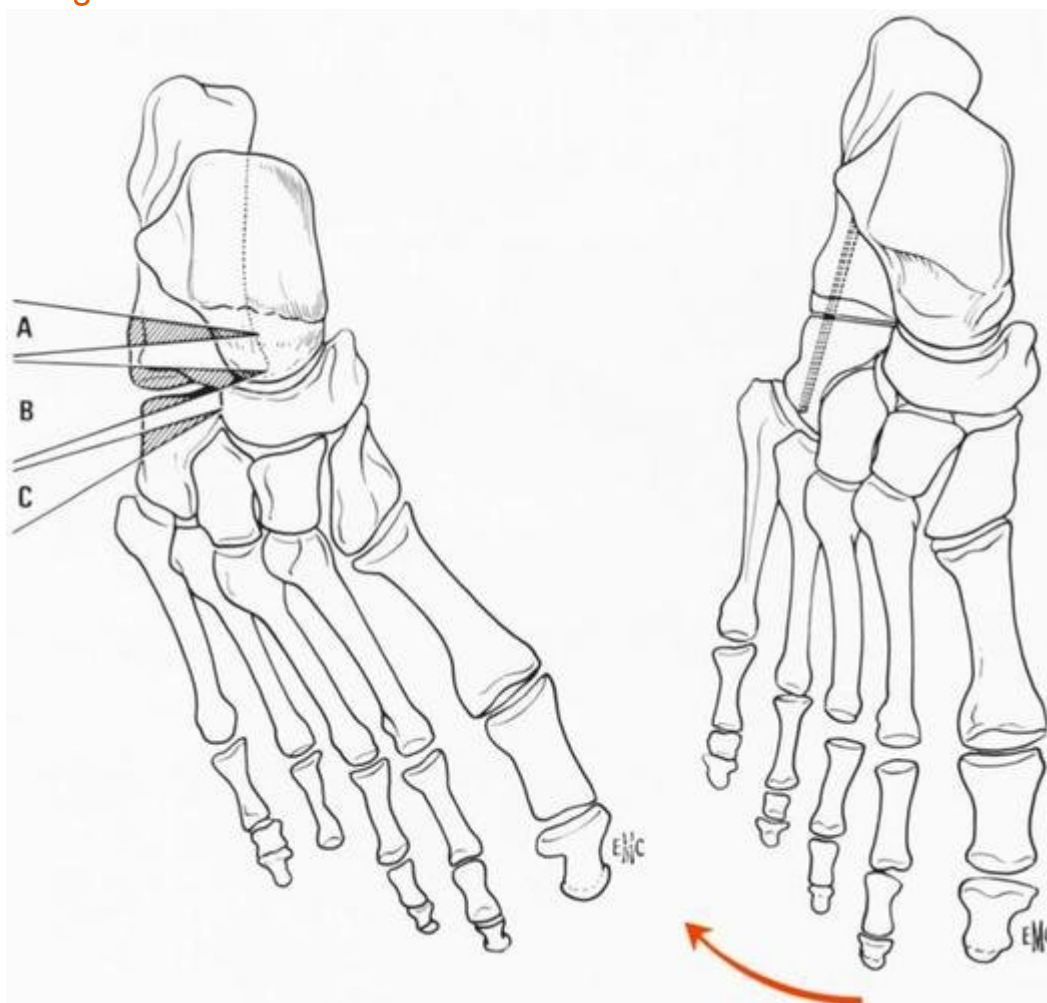


Fig 29 :

Le raccourcissement de l'arche externe peut être réalisé aux dépens du calcaneum, du cuboïde ou de l'articulation calcanéocuboïdienne.

Fig 30 :

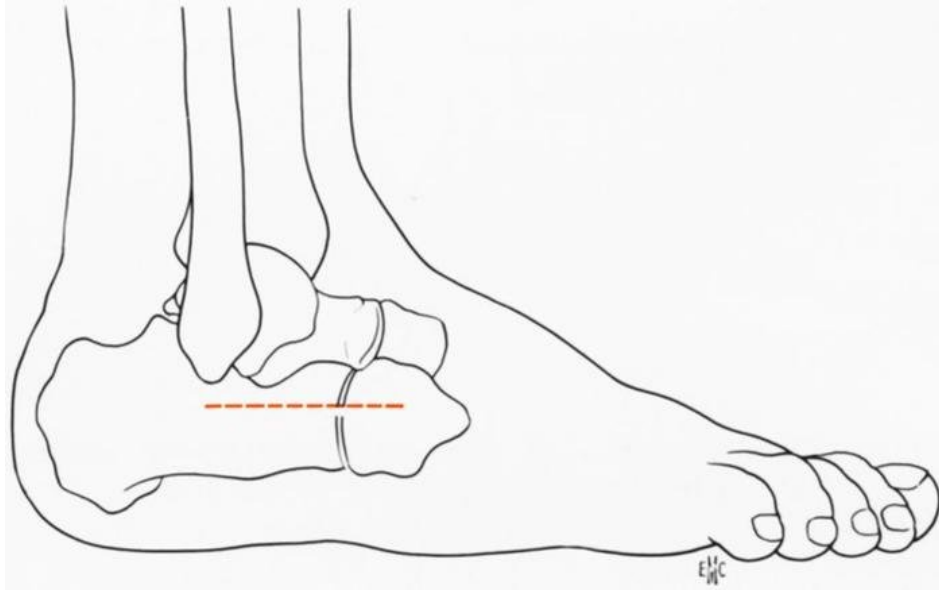


Fig 30 :

Tracé de l'incision.

Fig 31 :

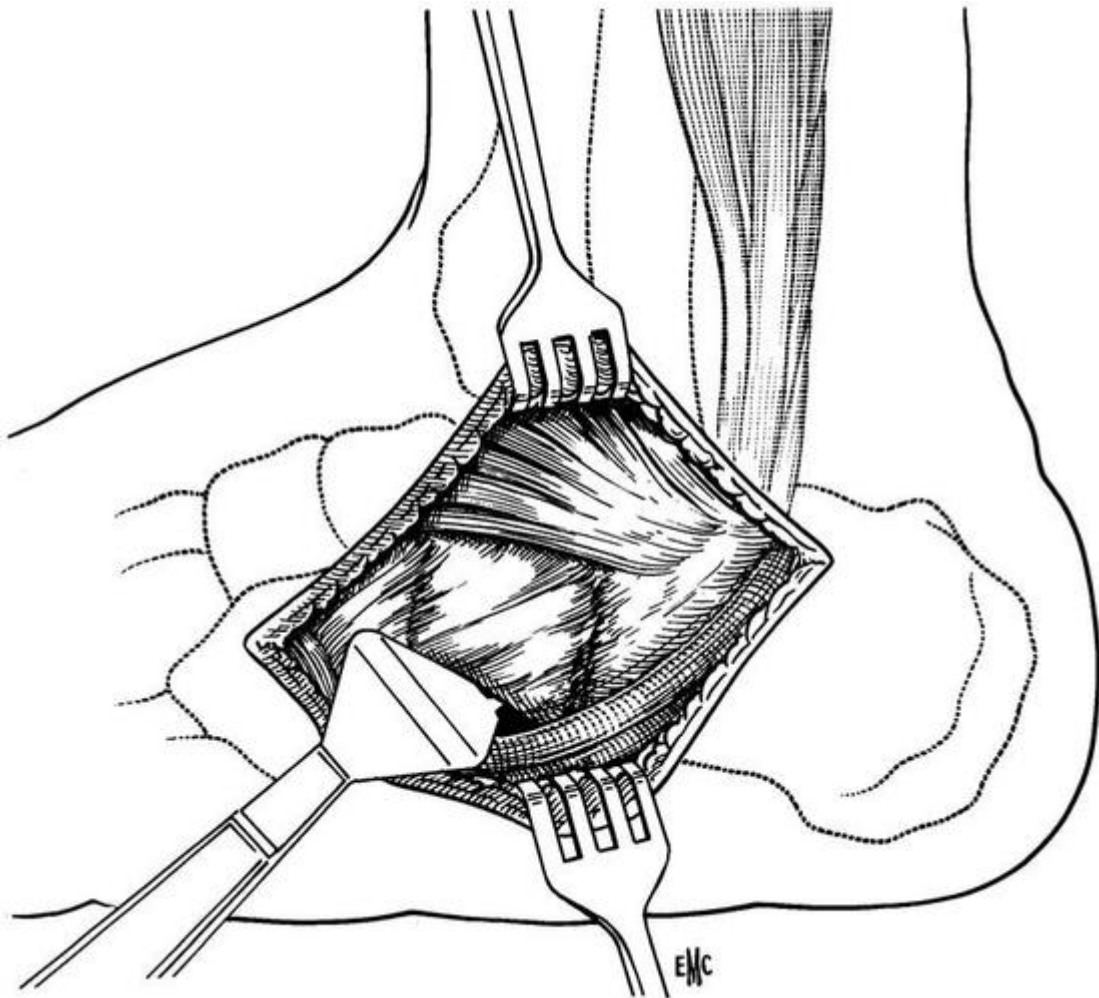


Fig 31 :

Exposition de la zone d'ostéotomie après désinsertion partielle du pédieux en haut et refoulement des péroniers en bas.

Fig 32 :

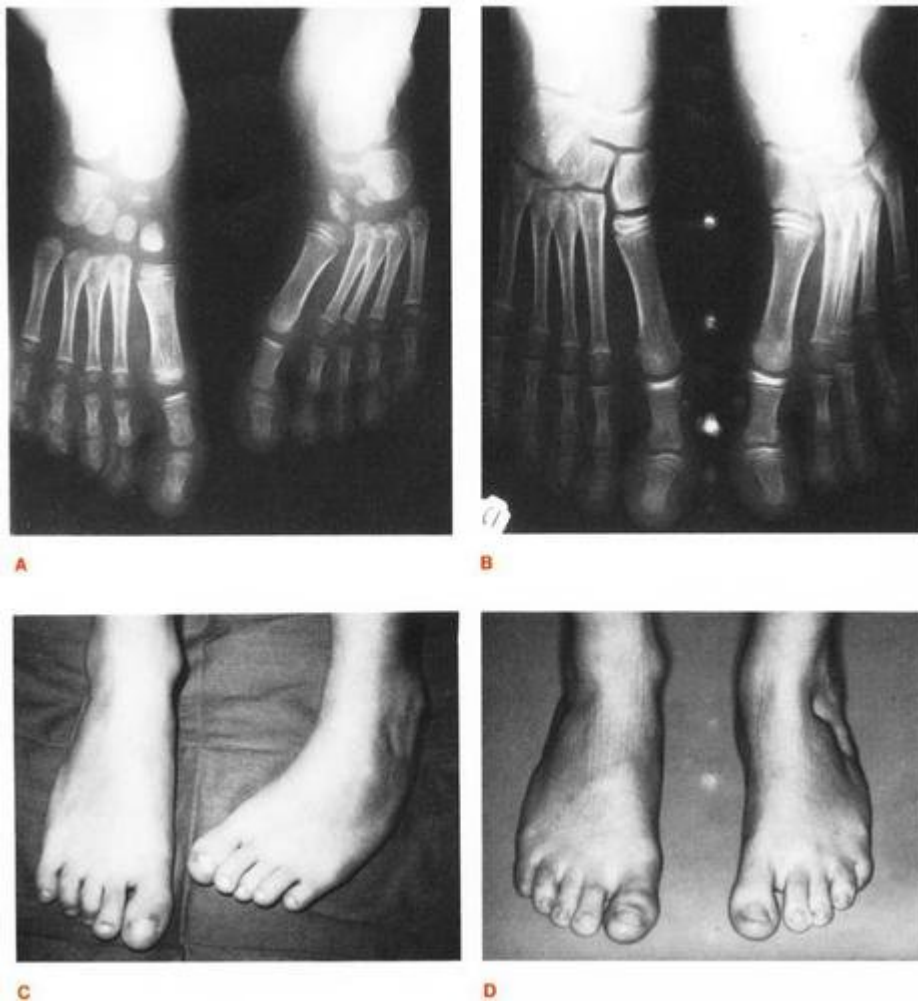


Fig 32 :

Adduction résiduelle de l'avant-pied après traitement chirurgical d'un pied-bot varus équin gauche.

A. Radiographie préopératoire montrant l'importance de l'adduction.

B. Radiographie postopératoire après raccourcissement de l'arche externe.

C et D. Aspect clinique avant (C) et après (D) l'intervention.

Prothèse totale de cheville

M Bonnin

Résumé. – Avec l'apparition des modèles récents, la prothèse totale de cheville est devenue une intervention fiable et reproductible. Les indications principales sont représentées par la polyarthrite rhumatoïde et l'arthrose généralement post-traumatique. En cas d'antécédents septiques, de lésions cutanées, de laxité importante, de troubles neurologiques ou de déformations importantes, une arthrodèse doit être préférée à la prothèse.

Le bilan préopératoire doit être complet car les difficultés techniques viennent du traitement des lésions associées. Il comprend des clichés de face et de profil de la cheville en charge et de la jambe, ainsi qu'un scanner de la cheville et de l'arrière-pied.

Dans les cas simples, la prothèse totale de cheville consiste en un resurfaçage simple. Des gestes associés doivent être réalisés dans certains cas, avant ou pendant la prothèse : allongement du tendon d'Achille et arthrolyse en cas de raideur, arthrodèse sous-talienne ou ostéotomie supramalléolaire en cas de déformation à distance, ostéotomies malléolaires en cas de déformation de la pince malléolaire.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : prothèse cheville, articulation tibiotarsienne, cheville, polyarthrite rhumatoïde, arthrite tibiotarsienne, arthrite cheville, arthrose cheville, arthrose tibiotarsienne.

Historique et principes

Les premières tentatives de remplacement prothétique de la cheville ont été réalisées par Lord ^[16] en 1970, puis par Roy-Camille ^[23] avec des modèles de type rotulien, inspirés du dessin des prothèses de hanches avec cupule scellée dans le calcanéus et rotule sphérique attenant à une queue tibiale intramédullaire scellée. Les échecs précoces, liés essentiellement à l'instabilité, ont conduit à un abandon précoce de ce type d'implants.

La deuxième génération comprend les prothèses à glissement à deux composants scellés avec, en 1972, apparition des prothèses de Tomeno, cylindriques sans butées latérales ^[29], de Freeman, cylindriques contraintes avec butées latérales ^[9] et de Smith, de type sphérique ^[7, 24]. De nombreuses prothèses ont alors été développées selon ce principe avec des surfaces de glissement sphériques, toriques ou cylindriques. Ces modèles pouvaient être non congruents, congruents semi-contraints ou congruents contraints, notamment dans les modèles cylindriques à un seul degré de liberté. Cette génération de prothèses a été marquée par un taux important d'échecs mécaniques, par descelllements pour les prothèses cylindriques ^[12] ou instabilité pour les prothèses sphériques ^[7, 20, 24]. À part dans ce groupe, la prothèse Agility de Alvine comprend deux composants non congruents et nécessite la réalisation d'une arthrodèse tibiofibulaire inférieure ^[22].

La troisième génération de prothèses correspond à trois évolutions :

- introduction d'une pièce intermédiaire mobile afin de diminuer les contraintes sur les ancrages ;
- fixation sans ciment respectant au maximum le capital osseux ^[27] ;

– coupes osseuses minimales permettant un ancrage en zone d'os dense et facilitant une éventuelle reprise par arthrodèse.

Les premières séries de cette troisième génération d'implants, publiées par Buechel ^[5] en 1988, font état de bons résultats, confirmés par des séries de Kofoed à plus grand recul ^[4, 14, 15]. Pour Kofoed, l'usage de prothèses non cimentées a permis à lui seul d'accroître le taux de survie de 80 % à 96 % à 7 ans ^[13]. Les principaux modèles utilisés actuellement appartiennent à ce type d'implants.

Malgré les améliorations des implants et des systèmes ancillaires, la prothèse totale de cheville (PTC) reste une intervention difficile qui nécessite un apprentissage et une bonne habitude de la chirurgie de la cheville. Aucun matériel ancillaire ne pouvant à l'heure actuelle guider totalement l'opérateur, la part de l'expérience reste importante.

Spécificités anatomiques et biomécaniques de la cheville

La biomécanique de la cheville est complexe compte tenu de ses liens étroits avec les articulations adjacentes. Ainsi, l'arrière-pied doit être considéré comme un ensemble fonctionnel de quatre articulations : tibiotalienne, talomalléolaire latérale, sous-talienne et médiotarsienne. Chacune de ces articulations influençant le mouvement des autres, aucun mouvement n'est parfaitement pur et toute anomalie sur l'une retentit sur les autres. Ainsi, au stade de mise en place d'une PTC, les articulations adjacentes sont souvent enraidies ou dégradées et il faut savoir en tenir compte.

L'articulation talomalléolaire latérale est une articulation à part entière, qui représente 45 % de la surface articulaire totale de la cheville. Son rôle est capital dans la répartition des contraintes ^[1, 25].

Michel Bonnin : MD, clinique Sainte Anne Lumière, 85, cours Albert-Thomas, 69003 Lyon, France.



1 Causes de raideur de la cheville et étapes de la libération. 1. résection des ostéophytes antérieurs ; 1'. ténolyse du tendon du muscle tibial postérieur ; 2. capsulectomie postérieure ; 3. allongement du tendon d'Achille.

Par ailleurs, les mouvements de la syndesmosse tibiofibulaire jouent un rôle important dans la cinématique de l'articulation tibiotarsienne ^[10].

Les surfaces articulaires tibiotaliennes supportant le poids du corps sont petites, 10 cm² pour Stauffer et Blaimont ^[1, 25], alors que les forces appliquées lors de la marche atteignent cinq à six fois le poids du corps. Il en résulte des contraintes importantes sur la prothèse et ses ancrages.

Difficultés chirurgicales particulières

Toutes ces particularités anatomiques et biomécaniques sont sources de difficultés. Au stade où une PTC est envisagée, il est rare que les lésions soient limitées à l'articulation tibiotaliennne et le traitement des lésions ou déformations associées doit être planifié car il conditionne en partie le résultat final. Plusieurs problèmes peuvent se poser.

RAIDEUR DE CHEVILLE

L'enraidissement articulaire est presque systématique dans les lésions évoluées de l'articulation tibiotarsienne. Il est la conséquence du blocage progressif de la syndesmosse tibiofibulaire et du développement d'ossifications intra-articulaires, sur le rebord

antérieur du pilon tibial et dans les gouttières talomalléolaires. Cette raideur porte principalement sur la flexion dorsale de la cheville et une marche en équin se développe peu à peu, conduisant à une rétraction du tendon d'Achille, à des adhérences capsulaires postérieures et parfois du tendon du muscle tibial postérieur. Une libération chirurgicale progressive doit alors être réalisée, obéissant à une stratégie rigoureuse avec exérèse des ossifications antérieures et libérations des adhérences talomalléolaires, puis capsulectomie postérieure, et enfin allongement du tendon d'Achille (fig 1). Le tendon du muscle tibial postérieur ne doit pas être négligé car des adhérences à ce niveau peuvent être source de douleurs postopératoires, particulièrement si une intervention par voie d'abord postéromédiale a eu lieu préalablement. Dans ce cas, la réalisation d'une ténolyse du tendon tibial postérieur par une voie limitée postéromédiale peut être utile.

DÉSAXATIONS DE LA CHEVILLE ET DE L'ARRIÈRE-PIED

L'interligne articulaire tibiotalien est perpendiculaire à l'axe mécanique tibial et l'axe de l'arrière-pied en léger valgus de 5° à 10° par rapport à l'axe tibial. La longévité d'une PTC est liée à la restauration d'un alignement physiologique et la mise en place d'une prothèse sur un tibia ou un arrière-pied désaxé peut évoluer vers un descellement précoce.

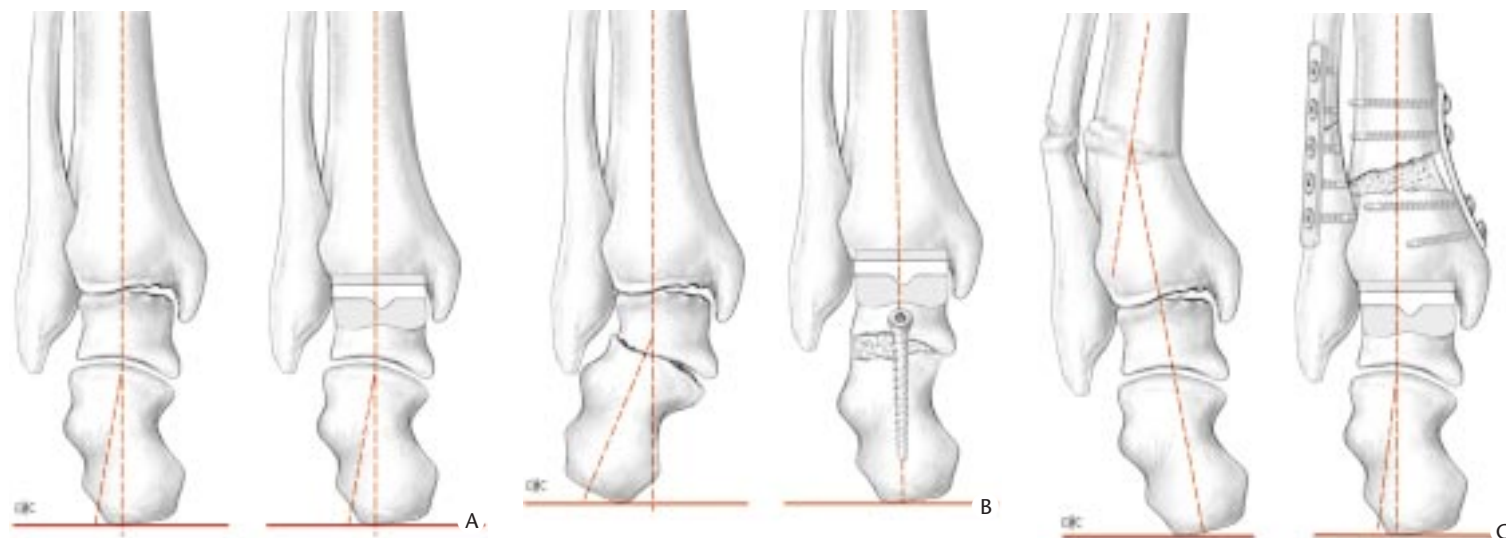
Ainsi, une déformation siégeant à distance de la tibiotarsienne doit être corrigée par un geste séparé : ostéotomie supramalléolaire en cas de déformation tibiale ^[27], arthrodèse sous-talienne ^[2] ou ostéotomie du calcanéus en cas de déformation sous-jacente, ostéotomie malléolaire latérale dans les cals vicieux malléolaires (fig 2).

CAPITAL OSSEUX DISPONIBLE

L'ancrage de la prothèse nécessite un stock osseux tibial et talien de qualité suffisante ainsi qu'une pince malléolaire intacte. Des pertes de substances osseuses importantes peuvent se rencontrer dans la polyarthrite rhumatoïde, mais aussi en contexte post-traumatique en cas d'enfoncement des surfaces articulaires ou de nécrose du dôme talien. Des comblements par greffes osseuses peuvent alors s'imposer.

ARTICULATIONS ADJACENTES

Les articulations adjacentes, sous-talienne ou talonaviculaire, peuvent présenter des lésions anatomiques justifiant une arthrodèse, même en l'absence de déformation visible, particulièrement dans les



2 Traitement des déformations extra-articulaires associées.

A. Cas simple : atteinte isolée de l'articulation tibiotarsienne avec arrière-pied normoaxé.

B. Déformation mixte par atteinte des articulations sous-talienne et tibiotarsienne. Une arthrodèse sous-talienne et médiotarsienne doit être associée à la prothèse totale de cheville (PTC) pour corriger l'axe de l'arrière-pied.

C. Déformation mixte par atteinte de l'articulation tibiotarsienne et cal vicieux tibial. Une ostéotomie tibiale supramalléolaire doit être associée à la PTC pour corriger l'axe de l'arrière-pied.

séquelles de fracture et les rhumatismes inflammatoires. Le risque est alors de les négliger ou de les sous-estimer car leur mise en évidence par un bilan radiographique simple n'est pas toujours aisée. Des douleurs résiduelles risquent alors d'être imputées à la prothèse alors qu'elles seraient liées à ces atteintes associées.

STABILITÉ

L'existence d'une arthrose secondaire à une laxité latérale chronique pose un problème technique difficile car la persistance d'une laxité latérale risque d'entraîner une dégradation prothétique rapide. Une stabilisation par une ligamentoplastie associée peut être nécessaire et l'existence d'un arrière-pied varus peut nécessiter la réalisation d'une ostéotomie calcanéenne de valgisation.

Indications

Les indications de la PTC doivent être discutées par rapport à l'arthrodèse tibiotarsienne. L'objectif de la PTC est de redonner une marche plus proche de la physiologie, d'obtenir une meilleure fonction et d'éviter la dégradation des articulations adjacentes [17, 18, 19]. Ce dernier argument est essentiel dans la décision et l'existence de lésions associées du genou, de l'arrière- ou de l'avant-pied, pousse à la réalisation d'une prothèse.

Une des indications principales est représentée par la polyarthrite rhumatoïde. Sur ce terrain, un blocage de la cheville accélère la dégradation des autres articulations du membre inférieur et doit si possible être évité [3, 6, 8, 28].

Dans l'arthrose, la décision est plus difficile. Les arguments poussant à la prothèse sont l'absence de déformation extra-articulaire importante, la persistance d'une mobilité satisfaisante, l'absence d'antécédents chirurgicaux multiples et l'existence de lésions sur les articulations adjacentes. Inversement, un mauvais état cutané avec cicatrices multiples, la notion de fracture ouverte, une déformation ou un enraidissement importants, de même que le terrain (travailleur de force), poussent plutôt vers l'arthrodèse.

L'existence de troubles neurologiques, d'antécédents septiques, de lésions cutanées persistantes ou d'une laxité importante doit être considérée comme une contre-indication.

De même, en cas de nécrose post-traumatique du talus, la mise en place d'une prothèse expose au risque d'enfoncement précoce de la pièce talienne.

Bilan préopératoire

Le bilan préopératoire doit préciser l'importance des lésions osseuses et ligamentaires de la tibiotarsienne et rechercher des déformations ou lésions à distance.

Il repose sur l'examen clinique et radiographique avec clichés de face et de profil en appui, ainsi qu'une incidence en rotation interne afin de dégager l'articulation talomalléolaire latérale. De grands clichés visualisant l'ensemble de la jambe, de même qu'un scanner de la cheville et de l'arrière-pied avec coupes frontales, doivent être systématiquement réalisés.

Sur les clichés de face en charge de la cheville, une mesure précise de l'axe de l'arrière-pied doit être réalisée par la technique de Djan utilisant des repères radio-opaques au niveau des points d'appui au sol ou celle de Méary avec le talon cerclé. Des clichés dynamiques comparatifs en varus-valgus et en tiroir antérieur permettent de préciser l'état ligamentaire.

Ce bilan permet :

- le choix de la taille optimale de la prothèse en s'aidant de calques. Un surdimensionnement prothétique peut être source de douleurs et de raideurs par modification des centres de rotation. En cas de déformation trop importante du corps du talus, l'analyse peut être effectuée sur les clichés de la cheville controlatérale ;

- une détermination du point de référence pour la mesure du niveau de coupe tibiale en tenant compte des zones d'usure ;

- une analyse de l'orientation de l'interligne tibiotalien par rapport à l'axe de la diaphyse tibiale. Une usure asymétrique du pilon tibial ou une déformation osseuse nécessitent une correction par la coupe qui doit être mesurée en préopératoire ;

- une analyse de la morphologie du corps du talus à la recherche d'une perte de substance osseuse asymétrique. Celle-ci doit être prise en compte dans la coupe talienne ;

- une analyse de l'articulation sous-talienne. Une déformation ou une destruction de celle-ci impose la réalisation d'une arthrodèse.

Principes généraux

RESTITUTION D'UN AXE TIBIOCALCANÉEN PHYSIOLOGIQUE

L'objectif est de positionner la prothèse avec un interligne à 90° de l'axe mécanique tibial avec une pente postérieure physiologique de 7° [11]. En cas de déformation extra-articulaire importante, une ostéotomie supramalléolaire préalable a corrigé la déformation car la pince malléolaire empêche toute correction importante d'axe dans la prothèse.

Seul un guide extramédullaire peut être utilisé, qui prend comme repère la crête tibiale antérieure ou une ligne unissant le centre du genou et le centre du pilon tibial.

La coupe talienne doit être anatomique. Si l'objectif est bien d'obtenir un arrière-pied normoaxé, ce n'est pas à la coupe talienne de corriger une déformation sous-jacente. Cette coupe peut compenser une perte de substance unilatérale du dôme talien, mais ne doit pas corriger une déformation de la sous-talienne ou du calcaneus. Elle doit donc tenir compte du bilan radiographique et scanographique préopératoire.

POSITIONNEMENT DE L'INTERLIGNE ARTICULAIRE À SON NIVEAU ANATOMIQUE

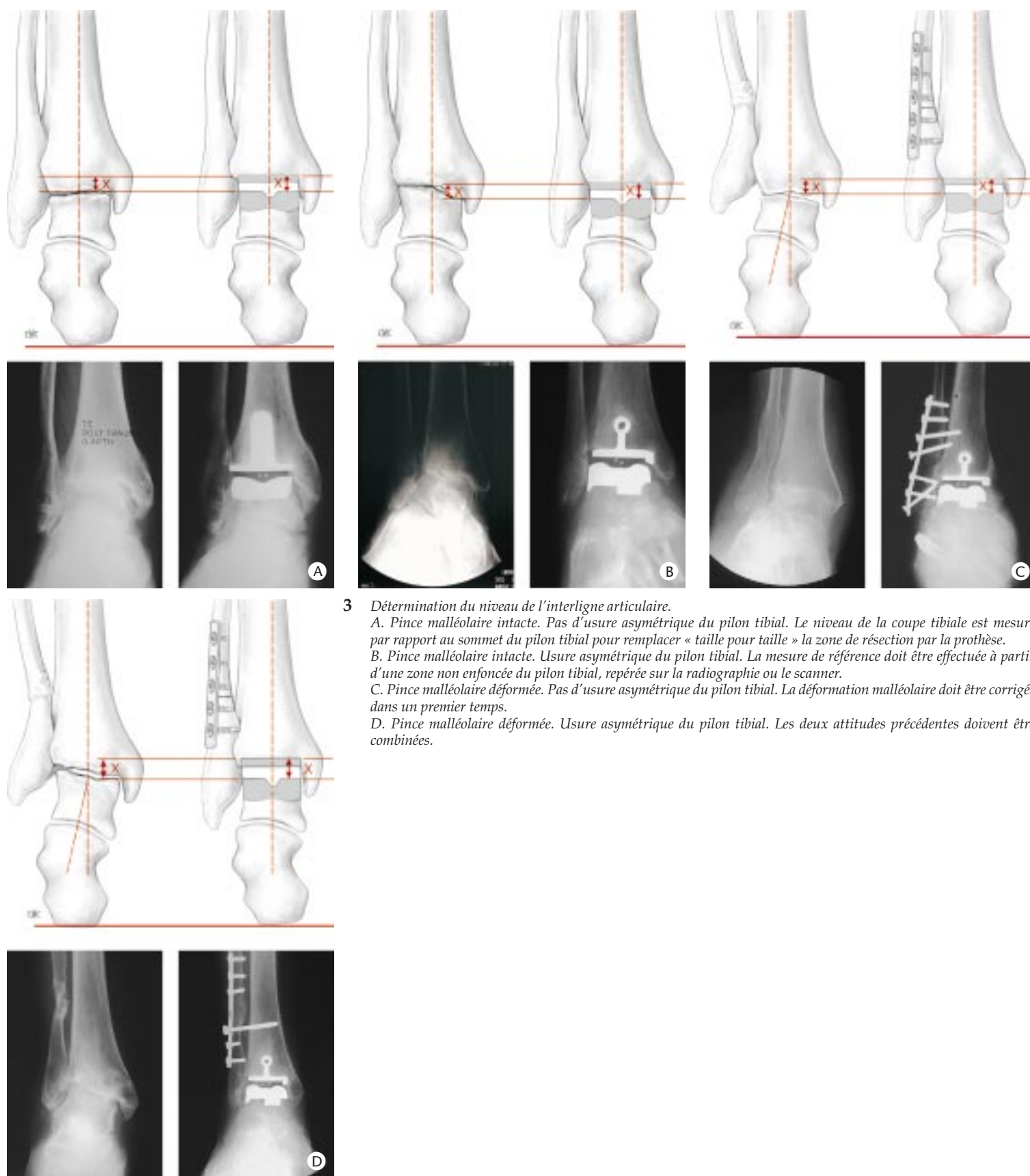
Le choix du niveau de la coupe tibiale conditionne la hauteur de l'interligne articulaire final. Il est déterminé selon le bilan radiographique préopératoire. En fonction des lésions du pilon tibial, de l'anatomie des malléoles, et de la congruence talomalléolaire latérale, quatre situations peuvent être individualisées (fig 3).

- *Pince malléolaire intacte et absence d'usure asymétrique du pilon tibial.* Il s'agit du cas le plus simple. Le niveau de coupe est déterminé en fonction de l'encombrement prothétique en remplaçant « taille pour taille » l'os réséqué par la prothèse. Lors de l'abord antérieur, les ostéophytes tibiaux sont émondés, puis le rebord antérieur du pilon tibial est réséqué à l'aide d'un ostéotome jusqu'au niveau du plafond du pilon tibial. Celui-ci est directement visualisé et la coupe tibiale est ascensionnée par rapport à ce niveau de référence à la taille prothétique minimale (par exemple, 6 mm si l'épaisseur du plateau métallique est de 3 mm et l'épaisseur minimale du polyéthylène est de 3 mm) (fig 4).

- *Pince malléolaire intacte avec usure asymétrique du pilon tibial.* Cette situation se rencontre dans les séquelles de fractures du pilon tibial ou trimalléolaires avec enfoncement postérolatéral, ou dans les polyarthrites rhumatoïdes évoluées, d'autant plus si une corticothérapie au long cours a été suivie.

Il faut alors tenir compte de cette usure et déterminer lors de la planification préopératoire, à l'aide de radiographies simples et d'un scanner, une zone du pilon tibial non enfoncée qui sert de référence dans le calcul de la hauteur de coupe.

- *Malléoles déformées mais pilon tibial intact.* La déformation porte habituellement sur la malléole fibulaire. Cette situation se rencontre dans les séquelles de fractures bimalléolaires consolidées avec cal



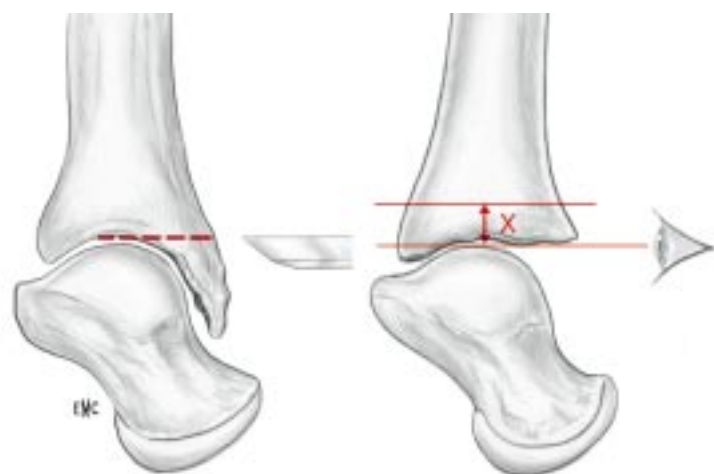
- 3 Détermination du niveau de l'interligne articulaire.
- A. Pince malléolaire intacte. Pas d'usure asymétrique du pilon tibial. Le niveau de la coupe tibiale est mesuré par rapport au sommet du pilon tibial pour remplacer « taille pour taille » la zone de résection par la prothèse.
- B. Pince malléolaire intacte. Usure asymétrique du pilon tibial. La mesure de référence doit être effectuée à partir d'une zone non enfoncée du pilon tibial, repérée sur la radiographie ou le scanner.
- C. Pince malléolaire déformée. Pas d'usure asymétrique du pilon tibial. La déformation malléolaire doit être corrigée dans un premier temps.
- D. Pince malléolaire déformée. Usure asymétrique du pilon tibial. Les deux attitudes précédentes doivent être combinées.

vieux ou pseudarthrosées ou dans les polyarthrites avec valgus majeur de l'arrière-pied ayant entraîné une fracture de fatigue fibulaire, généralement sus-ligamentaire.

Cette situation impose de repositionner dans un premier temps la malléole latérale par une ostéotomie malléolaire fixée par une plaque. La correction comporte alors un abaissement et une

correction du valgus et permet de retrouver une bonne congruence entre malléole latérale et joue latérale du talus. La situation est alors celle d'un cas simple comme exposé précédemment.

– Malléoles déformées et usure ou enfoncement du pilon tibial. La démarche combine celles des deux situations précédentes avec d'abord reconstruction d'une pince malléolaire anatomique, puis



4 La résection antérieure doit intéresser les ostéophytes, mais aussi le rebord marginal antérieur du pilon tibial afin de visualiser directement le plafond du pilon tibial. La mesure du niveau de coupe peut alors être réalisée avec précision (X représente l'épaisseur de la pièce tibiale et du polyéthylène minimal pour la prothèse utilisée).

calcul du niveau de coupe tenant compte de la perte de substance tibiale.

Certaines situations de déformation majeure ne permettent pas de reconstituer une épiphyse correcte et l'option d'une arthrodèse doit alors être préférée.

CORRECTION D'UNE TRANSLATION ANTÉRIEURE DU TALUS

L'existence d'une translation du talus vers l'avant nécessite une correction afin de restituer une cinématique normale et d'éviter une usure précoce. En effet, le patin mobile restant solidaire du talus, un décalage entre l'assise métallique tibiale et le polyéthylène est un facteur de risque d'usure précoce ou de luxation.

Ce repositionnement passe par une libération complète des parties molles, intéressant les joues talomalléolaires et la capsule postérieure, ainsi qu'une correction d'une éventuelle déformation en équin par un allongement du tendon d'Achille.

Si ces gestes portant sur les parties molles sont insuffisants, le positionnement de la pièce talienne sur le dôme talien doit être décalé vers l'arrière par une accentuation du chanfrein antérieur.

Technique opératoire

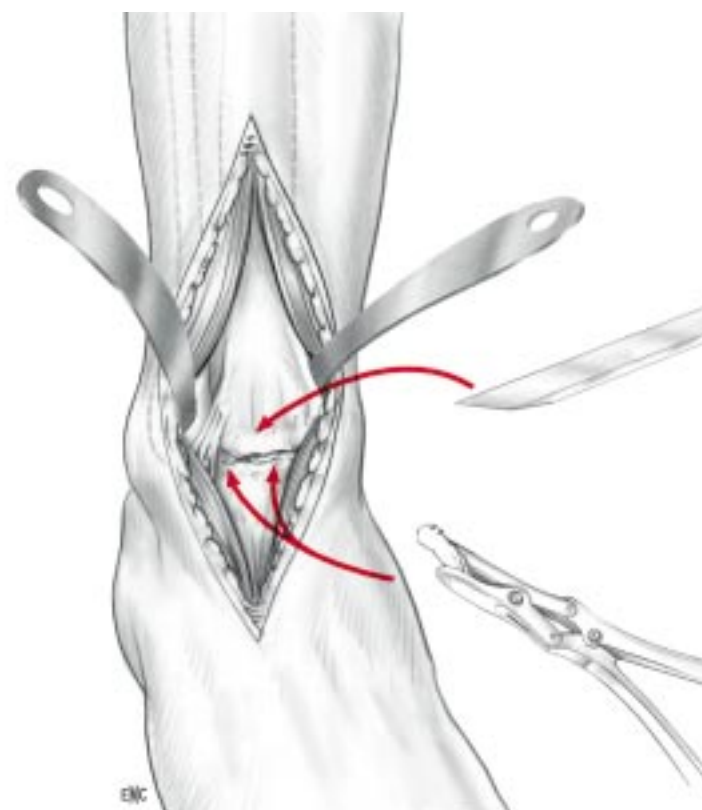
INSTALLATION

Le patient est installé en décubitus dorsal avec un coussin sous la fesse homolatérale afin d'avoir le pied au zénith avec un garrot pneumatique à la racine de la cuisse. L'utilisation d'un coussin sous le genou permet de détendre le tendon d'Achille et peut faciliter la vision opératoire. Le pied doit arriver en bout de table mais ne doit pas être dans le vide. L'usage d'un champ opératoire roulé sous la cheville facilite les manœuvres de mobilisation. Il doit être positionné derrière le calcaneus lors de la coupe tibiale distale afin de laisser les parties molles postérieures « fuir » sous la scie. Le genou doit être inclus dans le champ opératoire afin de rendre accessible les repères osseux (rotule, tubérosité tibiale antérieure) et de permettre la mobilisation.

L'opérateur se place en bout de table et l'assistant sur le côté latéral de la jambe.

VOIE D'ABORD

L'abord est réalisé par une voie antérieure médiane s'étalant de 10 cm au-dessus de l'interligne articulaire jusqu'au médiopied. La



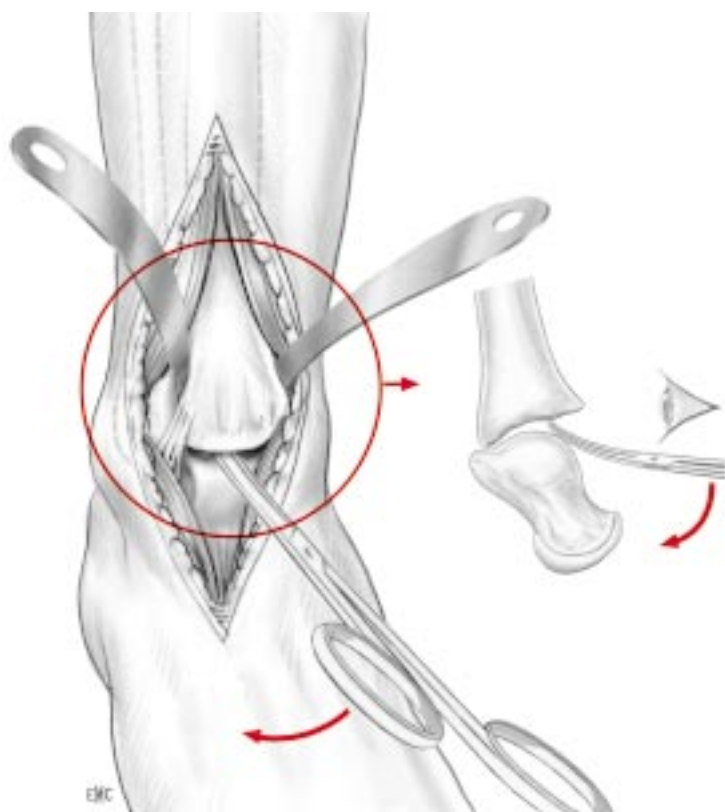
5 Lors de l'abord antérieur, la cheville est exposée en appuyant un écarteur contre-coudé sur les deux malléoles. La libération comprend d'abord une résection des ostéophytes et du rebord marginal antérieur du pilon tibial à l'ostéotome. Les gouttières talomalléolaires et les pointes des malléoles sont ensuite libérées à la pince gouge.

peau de la région antérieure de la cheville est très fragile et l'abord doit être prudent, évitant décollements excessifs et hématomes. L'incision cutanée doit être suffisamment longue pour éviter des tractions excessives sur la peau, sources de nécroses, notamment en cas de corticothérapie.

L'hémostase du tissu cellulaire sous-cutané doit être méticuleuse, mais l'usage du bistouri électrique limité pour ne pas brûler la peau. Des ligatures au fil sont souvent préférables.

L'aponévrose jambière et le rétinaculum antérieur du tarse sont incisés sur le bord latéral du tendon du muscle tibial antérieur qui doit rester recouvert par ce tissu protecteur qui sépare le tendon de l'incision cutanée après la fermeture.

L'abord se fait ensuite en passant entre le tendon du tibial antérieur et celui de l'extenseur de l'hallux. Ces tendons sont écartés à l'aide d'écarteurs de Farabeuf et le pédicule tibial antérieur est repéré dans la partie haute de l'incision, dans l'espace entre ces deux tendons. Il est alors récliné en dehors. Le périoste antérieur est incisé jusqu'à l'interligne au bistouri électrique. Il est alors décollé à la rugine sur la face médiale de l'extrémité inférieure du tibia et l'écarteur de Farabeuf est remplacé par un écarteur contre-coudé. Sur la face latérale, la rugine décolle le périoste tibial et rejoint la face latérale de la malléole fibulaire. Un écarteur contre-coudé est alors mis en place à ce niveau. La visualisation de la région antérieure de la cheville est alors possible et l'arthrotomie antérieure est réalisée. L'abord articulaire est progressif, en dégageant vers le bas la capsule et les tendons. L'écarteur latéral doit s'appuyer sur la malléole latérale et du côté médial sur la partie haute de la malléole médiale. Des ostéophytes antérieurs doivent alors être réséqués à l'ostéotome et les joues taliennes libérées à la pince gouge. Il faut veiller, à ce stade, à libérer les pointes des malléoles en évacuant les ostéophytes, ossifications et corps étrangers à la pince gouge. Ce temps est capital et ne doit pas être négligé, car des conflits sous-malléolaires peuvent être sources de douleurs résiduelles postopératoires. Le talus doit alors être mobilisable et les gouttières doivent être bien visualisées (fig 5, 6).



6 Après libération antérieure, le corps du talus doit pouvoir être mobilisé et le plafond du pilon tibial facilement visualisé.

COUPE TIBIALE

■ Niveau de coupe

Le seul repère fiable est le plafond du pilon tibial. Le rebord marginal antérieur du pilon est réséqué à l'ostéotome, permettant une visualisation directe de la surface articulaire. À partir de ce niveau de référence, l'importance de la coupe est déterminée en fonction du type de prothèse, afin de réaliser une coupe minimale (fig 4, 6, 7). L'existence d'une perte de substance osseuse tibiale peut pousser à ce stade à remonter la coupe (il faut alors tenir compte des possibilités liées à l'épaisseur du polyéthylène disponible) ou à combler un defect par une greffe osseuse. Par ailleurs, l'importance de cette coupe peut être modulée selon le contexte : coupe ascensionnée de 2 mm en cas de raideur importante ou diminuée de 2 mm en cas de laxité importante.

■ Orientation de la coupe

La coupe tibiale dans le plan frontal doit être perpendiculaire à l'axe tibial mécanique et est réalisée à l'aide d'un guide extramédullaire utilisant comme repère la crête tibiale antérieure. Quel que soit le système utilisé, il n'existe pas de positionnement automatique, faute de disposer d'un matériel de visée intramédullaire. Il faut donc savoir tenir compte des radiographies préopératoires comparatives et des éventuelles déformations associées.

L'orientation de la coupe en rotation est conditionnée par l'anatomie locale. Le positionnement idéal final de la prothèse est défini par la bissectrice des gouttières talomalléolaires.

Dans le plan sagittal, les guides de coupe tibiale des différents ancillaires déterminent la pente tibiale postérieure généralement de 7° par rapport à la corticale tibiale antérieure. Le respect de cette orientation est important et impose d'appuyer le guide de coupe au contact du tibia. Un décollement antérieur entraînerait en effet une coupe erronée avec modification de pente.

■ Réalisation de la coupe

Le système ancillaire guide alors la lame de scie selon l'orientation choisie. La coupe doit être complète et intéresser le rebord marginal postérieur du pilon tibial.

Les malléoles doivent être protégées pendant la coupe, tout particulièrement la malléole médiale. L'usage d'une lame de scie assez courte à faible débattement peut être utile. De même, certains ancillaires prévoient la mise en place de broches de protection bloquant la lame de scie sur les côtés pendant la coupe.

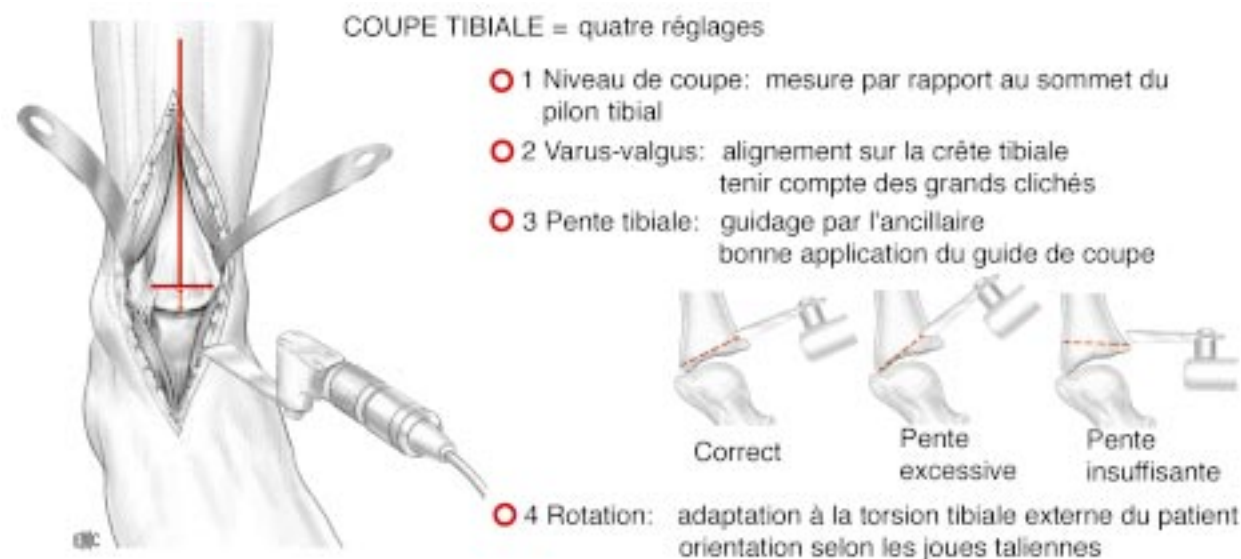
■ Évacuation de la tranche osseuse (fig 8)

La tranche osseuse de la coupe distale doit alors être évacuée. Une mobilisation brutale à ce stade risque d'entraîner une fracture de la malléole médiale si la coupe n'est pas complète, particulièrement sur une cheville enraidie en équin. Une préparation préalable des bords périphériques de la coupe par « prédécoupage » à la mèche ou par section à l'ostéotome limite ce risque.

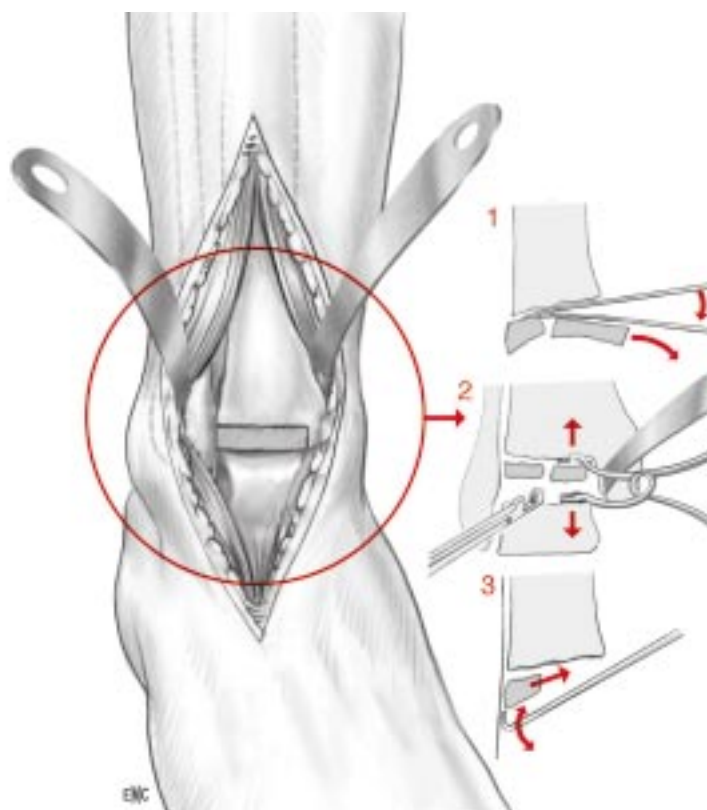
L'ablation de la tranche tibiale distale est rarement réalisée en « monobloc » et une fragmentation est souvent nécessaire. La moitié antérieure est d'abord évacuée, puis la moitié postérieure. Dans certains ancillaires, cette résection postérieure peut être effectuée après la coupe talienne, ce qui facilite le geste.

L'utilisation d'un distracteur autostatique permet d'améliorer la visualisation, mais doit être prudente et progressive : le risque est d'enfoncer la surface de coupe tibiale et d'arracher la malléole médiale si la distraction est trop violente.

Une fragmentation du rebord postérieur à l'ostéotome et un décollement du plan capsulaire postérieur à l'aide de pinces coudées à 90° permettent un dégagement progressif.



7 La coupe tibiale est effectuée à la scie oscillante en utilisant le guide de coupe aligné sur la crête tibiale antérieure.



8 La tranche osseuse de résection tibiale est enlevée progressivement. Toute manipulation brutale risque d'entraîner une fracture de la malléole médiale. 1. Introduction d'un ostéotome. Mobilisation et ablation de la partie antérieure de la tranche osseuse ; 2. augmentation de l'espace à l'aide d'un écarteur autostatique. Fragmentation du résidu postérieur à l'aide d'un ostéotome ; 3. libération des fragments accolés à la capsule postérieure à l'aide d'une pince coudée à 90°. Une capsulectomie postérieure peut être réalisée facilement à ce stade par la voie antérieure.

PRÉPARATION TALIEENNE

À ce stade, le talus doit pouvoir être mobilisé et la cheville positionnée à 90° à la demande. Cet objectif peut pratiquement toujours être atteint à cette phase car la résection d'os sur le tibia a donné de l'espace, ceci même en cas de cheville raide. Une capsulectomie postérieure peut éventuellement être réalisée par l'espace tibiotalien antérieur en cas d'enraidissement important. Rarement, un allongement du tendon d'Achille est nécessaire à ce stade pour mettre le pied en position neutre.

La préparation talienne peut être réalisée, selon le système prothétique utilisé, par un simple resurfaçage réalisé à la fraise motorisée ou par des coupes osseuses guidées par un système ancillaire. L'utilisation d'un système prothétique liant les coupes tibiales et taliennes facilite ce temps de l'opération.

■ Niveau de coupe

Le niveau de coupe talienne est conditionné en théorie par deux facteurs :

– sur le plan anatomique, le but est de retrouver une anatomie et des rayons de courbures normaux et l'idéal serait de remplacer taille pour taille la zone réséquée ;

– sur le plan ligamentaire, le positionnement de la pièce talienne peut permettre de caler une éventuelle laxité : plus la pièce est en superstructure, plus la cheville est serrée.

En fait, au stade de la prothèse, le dôme talien est généralement déformé et aplati, et le principe du remplacement taille pour taille n'est pas absolu. Sur le plan ligamentaire, le problème est plus souvent celui de la raideur que celui de la laxité. En outre, la variation de niveau d'interligne induite par une augmentation d'épaisseur du patin polyéthylène n'a pas d'effet péjoratif comme au genou.

Sur le plan pratique, le niveau de coupe talien est basé essentiellement sur l'anatomie locale, l'objectif étant d'obtenir un ancrage en os sain, mais de conserver le maximum de stock osseux en réalisant une coupe minimale.

En cas de resurfaçage simple, la préparation est progressive, réalisée à l'aide d'une fraise et à l'ostéotome de façon à obtenir une congruence parfaite entre l'os et la pièce talienne prothétique.

En cas de coupes, la lame de scie est guidée par l'ancillaire. La coupe proximale est composée d'une coupe horizontale avec deux chanfreins, antérieur et postérieur pour la prothèse STAR et d'une coupe inclinée de 20° vers l'arrière avec un chanfrein antérieur pour la prothèse Salto.

La coupe latérale emporte la joue latérale du talus. La coupe médiale n'existe que pour la prothèse STAR.

■ Orientation dans le plan sagittal

L'objectif est de positionner la pièce talienne horizontalement sur le dôme du talus. Lorsque les coupes sont réalisées à la scie oscillante, c'est la coupe de référence, donnée par l'ancillaire, qui conditionne ce positionnement.

Pour la prothèse STAR, cette coupe de référence est réalisée directement à partir du guide de coupe avec le pied à 90°. Cette coupe est strictement horizontale.

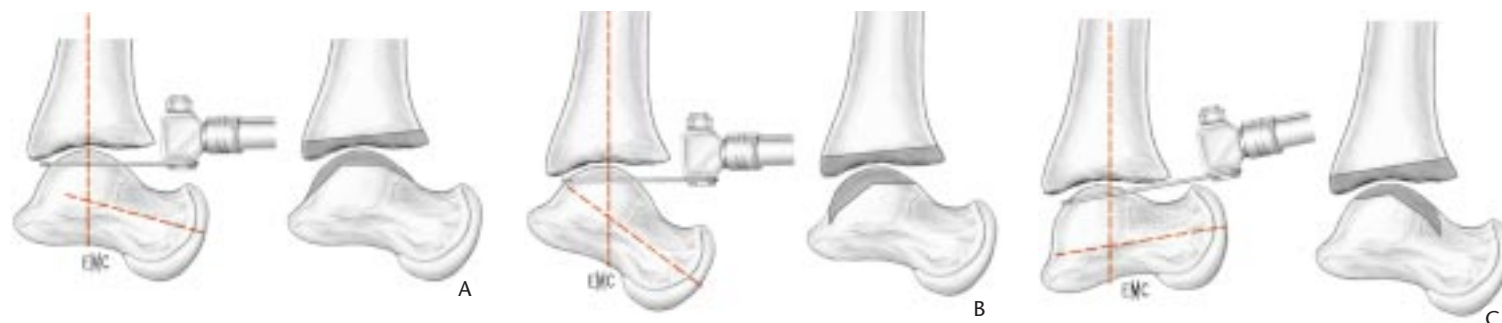
Pour la prothèse Salto, des broches guides sont d'abord introduites avec le pied à 90° puis la coupe, guidée par les broches, est réalisée sur le pied en équin afin d'avoir une meilleure vision. La coupe de référence est ici inclinée vers l'arrière de 20°.

Quel que soit le système, l'orientation de cette coupe de référence doit être déterminée sur un pied en position strictement neutre. Une flexion dorsale excessive à ce stade entraînerait une inclinaison antérieure, alors qu'une flexion plantaire entraînerait une inclinaison postérieure de la pièce talienne (fig 9).

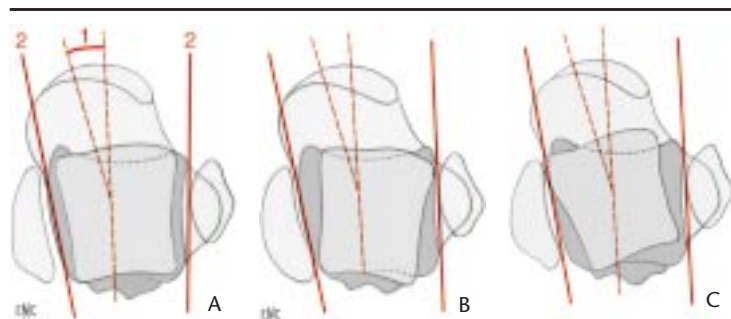
Pour les prothèses à resurfaçage simple, c'est la préparation de la surface qui conditionne ce positionnement et n'est pas guidée par l'ancillaire.

■ Positionnement en rotation

Toute malposition rotatoire de la pièce talienne risque d'augmenter les contraintes sur l'ancrage et de perturber la cinématique de



9 La coupe de référence talienne doit être effectuée sur un pied en position neutre à 90° (A). Une coupe réalisée sur un pied en flexion plantaire (B) ou en flexion dorsale (C) entraîne un mauvais positionnement de la pièce talienne dans le plan sagittal.



10 La pièce taliennne doit être positionnée de manière anatomique sur le dôme talien (A). Une malposition en rotation externe (B) ou interne (C) augmente les contraintes et perturbe la cinématique. Le positionnement doit s'aligner sur la bissectrice des joues taliennes (2) qui peuvent être visualisées par des broches (1 : angle de déclinaison du talus).

l'articulation. L'utilisation de patins mobiles donne une plus grande tolérance et permet de compenser certaines erreurs positionnelles mais ne dispense pas de rechercher un positionnement anatomique. Celui-ci est déterminé en s'alignant par rapport à la bissectrice des joues du talus (fig 10).

Une orientation par rapport à l'avant-pied peut être utile mais peut être source d'erreurs en cas de déformations, notamment dans la polyarthrite rhumatoïde.

■ Positionnement antéropostérieur

Le positionnement antéropostérieur peut être difficile en cas de translation antérieure du talus par rapport au tibia. Une translation résiduelle peut être source d'usure du polyéthylène qui s'adapte au talus et risque de déborder par rapport à la pièce tibiale métallique.

Dans une telle situation, une reprise des coupes taliennes permet un déplacement vers l'arrière de la pièce taliennne.

■ Coupes des joues taliennes

Ces coupes sont réalisées à la scie oscillante en s'alignant sur le guide de coupe de l'ancillaire. Ces coupes conditionnent en partie le positionnement en rotation de la pièce prothétique et la position du guide de coupe doit être soigneusement vérifiée.

MISE EN PLACE DES PIÈCES D'ESSAI

Les pièces tibiales et taliennes d'essai de taille adaptée sont alors mises en place en essayant d'obtenir une couverture maximale sur le tibia et en évitant un surdimensionnement sur le talus. L'utilisation de patins mobiles permet de découpler les tailles entre tibia et talus, la taille du patin mobile étant alors déterminée par celle du talus.

Le patin mobile est alors introduit, l'épaisseur optimale étant celle qui donne une bonne stabilité.

Mobilité et stabilité sont alors contrôlées. L'objectif est d'obtenir une prothèse stable dans le plan frontal, sans laxité résiduelle, avec une flexion dorsale supérieure à 10° qui doit être facilement obtenue.

À ce stade, plusieurs situations peuvent se rencontrer.

– *Introduction impossible du patin de la plus faible épaisseur.* Une recoupe s'impose, portant alors sur le tibia.

– *Absence de flexion dorsale de la cheville.* Plusieurs causes peuvent être à l'origine de cette raideur : coupes osseuses insuffisantes, pente tibiale insuffisante, taille de la pièce taliennne excessive, pièce taliennne translatée en avant, rétraction du tendon d'Achille et des structures capsulotendineuses postérieures.

L'attitude pratique est alors :

- vérification de la taille et du positionnement de la pièce taliennne ;
- allongement du tendon d'Achille par voie percutanée ;

- vérification de la libération capsulaire postérieure et des gouttières talomalléolaires ;
- ténolyse du tendon du tibial postérieur par une voie accessoire postéromédiale ;
- reprise de la coupe tibiale.

– *Laxité latérale asymétrique.* Une telle laxité ne peut être tolérée du fait du risque de descellement ou d'usure précoce qu'elle entraîne. Une libération médiale peut être réalisée pour augmenter l'épaisseur du polyéthylène dans les laxités modérées. Si ce geste est insuffisant, une stabilisation par une ligamentoplastie latérale peut être réalisée par une voie accessoire, généralement à l'aide du tendon du court fibulaire.

– *Laxité globale persistante et instabilité du patin malgré une épaisseur maximale.* Aucun artifice ne permet alors d'obtenir une bonne stabilité et un passage à l'arthrodèse s'impose.

MISE EN PLACE DES PIÈCES DÉFINITIVES

L'implantation des pièces est alors réalisée. La stabilité primaire des implants doit être parfaite. Un comblement des géodes ou pertes de substances osseuses taliennes ou tibiales peut être réalisé à ce stade, avant impaction des composants.

FERMETURE

La fermeture cutanée doit être méticuleuse compte tenu de la grande fragilité cutanée à ce niveau. Un drainage intra-articulaire est nécessaire. La fermeture porte sur l'aponévrose jambière et le rétinaculum des extenseurs. Les tendons extenseurs des orteils, et plus encore du tibial antérieur, doivent rester à distance de la ligne de fermeture aponévrotique. Le tissu cellulaire sous-cutané puis la peau sont fermés à l'aide de points séparés.

Une botte plâtrée est alors confectionnée, immobilisant la cheville en flexion dorsale maximale.

SUITES OPÉRATOIRES

Le drain est enlevé le lendemain de l'intervention. Une botte en résine circulaire est mise en place après fonte de l'œdème postopératoire.

L'appui est repris dès la mise en place de la botte circulaire dans les cas habituels.

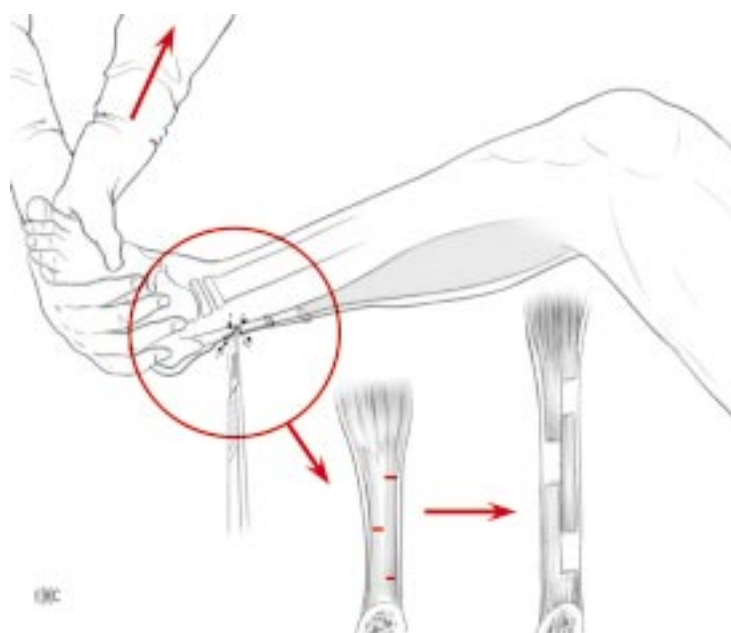
Il peut être différé en cas d'allongement du tendon d'Achille (3 semaines), si une fenêtre tibiale est réalisée comme dans la prothèse de Buechel et Pappas ou en cas de fracture malléolaire (45 jours).

La durée d'immobilisation est discutée. Lorsque la prothèse nécessite la réalisation d'une fenêtre tibiale antérieure comme dans la prothèse de Buechel-Pappas, une immobilisation stricte de 45 jours est recommandée pour obtenir une bonne consolidation. Dans les autres cas, une mobilisation plus précoce peut être envisagée et le plâtre est alors rapidement remplacé par une orthèse amovible. La durée de l'immobilisation stricte est discutée. Certains préfèrent une immobilisation de principe de 45 jours pour protéger la peau (risque de désunion cutanée en cas de mobilisation précoce dans la polyarthrite rhumatoïde) et favoriser l'ancrage osseux de la prothèse. D'autres préfèrent une rééducation précoce, privilégiant en cela la récupération des amplitudes articulaires notamment de la flexion dorsale.

Gestes associés

ALLONGEMENT DU TENDON D'ACHILLE (fig 11)

Il s'agit d'un geste techniquement simple, modifiant peu les suites opératoires (3 semaines de décharge) auquel il ne faut pas hésiter à



11 Allongement par voie percutanée du tendon d'Achille. Trois incisions sont réalisées au bistouri, permettant de sectionner la moitié du tendon. L'application d'une force en flexion dorsale permet d'obtenir un glissement des fibres tendineuses à l'intérieur de la gaine du tendon d'Achille.

avoir recours. Il est indiqué dès que la flexion dorsale de la cheville n'atteint pas au moins 10° de manière souple et sans avoir à forcer.

Techniquement, l'allongement est réalisé par trois incisions percutanées étagées, réalisées au bistouri à lame fine, intéressant chacune la moitié du tendon. L'incision la plus distale est réalisée d'un côté ou de l'autre, selon le contingent de fibres que l'on souhaite privilégier : section distale côté latéral en cas de valgus afin de privilégier les fibres varisantes, section côté médial en cas d'arrière-pied varus ^[21].

La cheville est maintenue en flexion dorsale forcée, prothèse d'essai en place, pendant que l'opérateur réalise les incisions. La flexion dorsale augmente brutalement lorsque les fibres tendineuses glissent les unes par rapport aux autres.

ARTHRODÈSE SOUS-TALIENNE ET MÉDIOTARSIENNE PRÉALABLE

Cette intervention doit être ajoutée au programme thérapeutique en cas de déformation de l'arrière-pied ou de dégradation articulaire, que ce soit en contexte post-traumatique ou de rhumatisme inflammatoire. Du fait des risques cutanés, les deux interventions ne sont pas réalisées simultanément. L'arthrodèse imposant une immobilisation postopératoire de 3 mois, la prothèse est réalisée 45 jours après l'arthrodèse. Le plâtre de marche est alors confectionné rapidement dans les suites de la prothèse.

L'arthrodèse est réalisée par deux voies d'abord, latérale sous- et rétromalléolaire et antéromédiale entre le tendon du tibial antérieur et celui de l'extenseur de l'hallux.

La fixation est réalisée par une vis talocalcanéenne et deux agrafes talonaviculaires et calcanéocuboïdiennes.

Une correction parfaite doit être obtenue en cas de déformation afin de pouvoir asseoir la prothèse sur un arrière-pied normoaxé. Dans les déformations en valgus de la polyarthrite rhumatoïde, qui s'accompagnent généralement d'une perte de substance osseuse latérale importante, il ne faut pas hésiter à greffer la perte de substance avec de l'os prélevé localement (tranches de résection osseuses de la médiotarsienne, parfois os prélevé sur la métaphyse tibiale proximale) mais parfois sur la crête iliaque homolatérale en cas de déformation importante.

Lors de la mise en place de la prothèse, 45 jours plus tard, la voie antérieure est reprise et prolongée vers le haut. La vis talocalcanéenne est alors enlevée.

TÉNOLYSE DU TENDON DU TIBIAL POSTÉRIEUR

Dans les enraidissements anciens en équin, particulièrement en contexte post-traumatique lorsqu'une intervention a préalablement été réalisée par voie médiale, il se forme des adhérences entre le tendon du muscle tibial postérieur (TTP) et le tibia. Celles-ci peuvent entraîner plusieurs types de problèmes.

– *Douleurs séquellaires* : après allongement du tendon d'Achille et remplacement des surfaces articulaires, une flexion dorsale correcte de cheville est généralement retrouvée. Le TTP, qui était « au repos » du fait de l'enraidissement, va à nouveau être sollicité et des douleurs rebelles peuvent alors apparaître à ce niveau du fait des accollements et des éventuelles lésions du tendon. La réalisation d'une ténolyse du TTP lors de la prothèse permet d'éviter ces phénomènes.

– *Raideur* : en cas d'équin très prononcé, les adhérences sur le TTP participent à l'enraidissement et une bonne mobilité ne peut être retrouvée qu'après libération de ce tendon.

– *Fracture malléolaire médiale* : en cas de déminéralisation osseuse importante (corticothérapie, non-utilisation...), la sollicitation de la cheville en flexion dorsale après réalisation des coupes osseuses risque d'entraîner une fracture malléolaire si le TTP est collé à sa face postérieure. Une libération préalable permet d'éviter cette complication.

La ténolyse est réalisée en début d'intervention par une courte voie postéromédiale centrée sur le TTP. Le rétinaculum des fléchisseurs est alors ouvert et le tendon libéré de sa gouttière osseuse. Des fissurations peuvent être réparées dans le même temps. Une libération capsulaire postérieure peut être réalisée par la même voie.

OSTÉOTOMIE MALLÉOLAIRE LATÉRALE

En cas de cal vicieux ou de pseudarthrose malléolaire latérale, la déformation a deux composantes : le raccourcissement et le déplacement en valgus rotation externe. Le premier temps opératoire doit être une correction de cette déformation afin de retrouver une pince malléolaire efficace.

Une voie d'abord latérale est alors réalisée et le foyer de fracture abordé. Après section à la scie oscillante en cas de cal vicieux ou libération en cas de pseudarthrose, la malléole est repositionnée en jouant sur les deux composantes de la déformation. Un contrôle à l'amplificateur de brillance peut alors être utile.

La fixation est effectuée par une plaque tiers de tube, mais parfois par une plaque DCP pour avoir une meilleure rigidité du montage. La correction du raccourcissement laisse un espace qui est comblé en fin d'intervention par des greffons spongieux obtenus à partir des coupes osseuses.

RESURFAÇAGE MALLÉOLAIRE LATÉRAL

Afin de reconstituer une articulation talomalléolaire latérale efficace, un bouton malléolaire latéral peut être mis en place dans la prothèse Salto. La pièce malléolaire, en polyéthylène, est implantée après fraisage rétrograde de la surface articulaire. Un positionnement strict en regard de la joue latérale du talus permet de remettre en fonction cette surface articulaire habituellement négligée.

ARTHRODÈSE SOUS-TALIENNE SIMULTANÉE

En cas de destruction associée de l'articulation sous-talienne, sans déformation ni bascule à la marche, une arthrodèse limitée à

l'articulation sous-talienne doit être associée à la PTC. Ce geste, plus léger que la triple arthrodèse, peut être réalisé dans le même temps opératoire que la prothèse.

L'arthrodèse est là encore réalisée par deux voies d'abord latérale et antéromédiale, cette dernière étant utilisée pour mise en place de la prothèse.

L'abord et l'avivement de l'articulation sous-talienne sont d'abord réalisés. La fixation repose sur une vis spongieuse calcanéotalienne canulée mise en place directement sous le contrôle de la vue après

avoir effectué les coupes osseuses afin de s'assurer de l'absence de conflit entre la vis et la pièce talienne.

LIGAMENTOPLASTIE LATÉRALE SIMULTANÉE

Lorsqu'une laxité latérale persiste malgré un « calage » par un patin plus épais, il est préférable de réaliser une ligamentoplastie latérale. Celle-ci est réalisée par une voie latérale accessoire. Afin de limiter les décollements, une plastie utilisant un hémicourt fibulaire est habituellement réalisée.

Références

[1] Blaimont P, Libotte M, Klein P. Biomécanique de la tibio-tarsienne. Implications cliniques. In : Cahier d'enseignement de la SOFCOT. Conférence d'enseignement. Paris : Expansion Scientifique Française, 1986 : 21-36

[2] Bonnin M, Bouysset M, Tebib J, Noël E. Triple arthrodesis associated with total ankle arthroplasty in rheumatoid arthritis. American Foot and Ankle Society, 29th meeting, Anaheim, California, 1999

[3] Bonnin M, Judet T, Siguier T. La prothèse totale de cheville. In : Bouysset Méd. Pathologie médico-chirurgicale du pied et de la cheville. Paris : Springer-Verlag, 2000 : 417-431

[4] Buechel FF, Pappas MJ. Survivorship and clinical evaluation of cementless meniscal bearing total ankle replacements. *Semin Arthroplasty* 1992 ; 3 : 43-50

[5] Buechel FF, Pappas MJ, Iorio LJ. New Jersey low contact stress total ankle replacement: biomechanical rationale and review of 23 cementless cases. *Foot Ankle* 1988 ; 8 : 279-280

[6] Cracchiolo A, Cimino WR, Liang G. Arthrodesis of the ankle in patients who have rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 58-68

[7] Dini AA, Basset FH. Evaluation of the early result of Smith total ankle replacement. *Clin Orthop* 1990 ; 146 : 228-230

[8] Felix NA, Kitaoka HB. Ankle arthrodesis in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1998 ; 349 : 43-47

[9] Freeman MA. Current state of total joint replacement. *Br Med J* 1976 ; 2 : 1301-1304

[10] Helweg J, Kofoed H. The fibula rotates during motion in the ankle joint. In : Kofoed H ed. Current status of ankle arthroplasty. Berlin : Springer-Verlag, 1998 : 59-63

[11] Inman VT. The joints of the ankle. Baltimore : Williams and Wilkins, 1976

[12] Kitaoka HB, Garry L, Patzer RN. Clinical results of the Mayo total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1996 ; 78 : 1658-1664

[13] Kofoed H. Comparison of cemented and cementless ankle arthroplasty. In : Kofoed H ed. Current status of ankle arthroplasty. Berlin : Springer-Verlag, 1998 : 47-49

[14] Kofoed H. Medium-term results of cementless scandinavian total ankle replacement prosthesis for osteoarthritis. In : Kofoed H ed. Current status of ankle arthroplasty. Berlin : Springer-Verlag, 1998 : 116-121

[15] Kofoed H, Sorensen TS. Ankle arthroplasty for rheumatoid arthritis and osteoarthritis prospective long-term study of current replacement. *J Bone Joint Surg Br* 1998 ; 80 : 328-332

[16] Lord G, Marotte TH. Prothèse totale de cheville : technique et premiers résultats. À propos de 12 observations. *Rev Chir Orthop* 1973 ; 59 : 139-151

[17] Mazur JM, Schwartz E, Simon SR. Ankle arthrodesis. Long-term follow-up with gait analysis. *J Bone Joint Surg Am* 1979 ; 61 : 964-975

[18] McGuire MR, Kyle RF, Gustilo RB, Premer RF. Comparative analysis of ankle arthroplasty versus ankle arthrodesis. *Clin Orthop* 1988 ; 226 : 174-181

[19] Nelissen RG, Doets HC, Meskers C. The value of ankle prostheses. A gait analysis approach. In : Kofoed H ed. Current status of ankle arthroplasty. Berlin : Springer-Verlag, 1998 : 72-78

[20] Newton SE. Total ankle arthroplasty. Clinical study of 50 cases. *J Bone Joint Surg Am* 1982 ; 64 : 104-111

[21] Piriou P, Tremoulet J, Garreau De Loubresse C, Judet T. Ténotomie d'Achille percutanée dans les raideurs de cheville de l'adulte. À propos de 80 cas. *Rev Chir Orthop* 2000 ; 86 : 38-45

[22] Pyerich MT, Saltzman CL, Callaghan JJ, Alvine FG. Total ankle arthroplasty: a unique desing two to twelve year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1998 ; 80 : 1410-1420

[23] Saillant G, Catonne Y. Les prothèses totales de chevilles. In : Pathologie traumatique de la cheville et du pied. Paris : Masson, 1980 : 170-177

[24] Smith TH, Elson RA, Hay SM. Long-term follow-up of total ankle arthroplasty. The Sheffield experience. *J Bone Joint Surg - Orthop Proc* 1993 ; 75 (suppl) : 297-305

[25] Stauffer RN. Total joint arthroplasty. The ankle. *Mayo Clin Proc* 1979 ; 54 : 570-575

[26] Takakura Y, Takaoka T, Tanaka Y, Yajima H, Tamais S. Results of opening-wedge osteotomy for the treatment of a post-traumatic varus deformity of the ankle. *J Bone Joint Surg Am* 1998 ; 80 : 213-218

[27] Takakura Y, Tanaka Y, Sugimoto K, Tamai S, Masuharak. Ankle arthroplasty. A comparative study of cemented metal and uncemented ceramic prostheses. *Clin Orthop* 1990 ; 252 : 209-216

[28] Tillmann K. Recent advances in the surgical treatment of rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1990 ; 258 : 62-72

[29] Tomeno B, Cornic M. Que faut-il penser de l'arthroplastie de cheville ? *Rev Chir Orthop* 1981 ; 67 : 141-145